



清华大学

Tsinghua University



青岛金融科技研究院
Qingdao Fintech Institute



清华大学互联网产业研究院
Institute of Internet Industry, Tsinghua University



中国云体系产业创新战略联盟
China Cloud System Pioneer Strategic Alliance

云计算和人工智能产业应用 白皮书 2018

清华大学互联网产业研究院

2018.09

《云计算和人工智能产业应用白皮书 2018》

编写委员会

顾问：

陈国良 林垂宙 赵春江 陈升 何宝宏

主编：

朱岩

副主编：

王晓辉 沈寓实 邢春晓 区海鹰

编辑：

王耀羚

编委会：

王耀羚 邓丽凤 李媛婷 张大鹏 林之恒 王崇鲁 王卓然 陈思恩

邵长钰 蒋立乾 陈李江 李明强 孙卓夫 赵红燕 刘 非 马颢纯

主编单位：

清华大学互联网产业研究院

联合编写单位：

中国云体系产业创新战略联盟

青岛金融科技研究院

支持单位：

工业和信息化部中国信息通信研究院

参编单位：

平安科技（深圳）有限公司

北京世纪互联宽带数据中心有限公司

三角兽（北京）科技有限公司

科技谷（厦门）信息技术有限公司

北京轻元科技有限公司

北京航天智芯科技发展有限公司

北京阿凡题科技有限公司

广州图普网络科技有限公司

序言

中国科学院院士 陈国良

我们正处于一个飞速而突破性的数字转型时期，这是由巨大的市场转型动力——即人工智能、云计算与大数据分析推动的。物联网是大数据的网络载体，是互联网应用的拓展。物联网与其说是一个网络，不如说是一个项目和应用程序。因此，应用创新是物联网发展的核心，以用户体验为核心的创新是物联网发展的灵魂。近年来，随着互联网和移动互联网的蓬勃发展，大数据、云计算、人工智能、物联网等新技术也迎来了广阔的发展空间。未来三十年，云计算、大数据、人工智能，都会成为基本的公共服务，各行各业都会经受巨大的变化。

云计算如同人类的大脑，是物联网的神经中枢。云计算是基于 Internet 的相关服务的增长、使用和交付模型，通常涉及在 Internet 上提供动态可调节的、一般是虚拟化的资源。目前，国内云计算市场已形成以阿里云、电信云、腾讯云、金山云等几大企业领跑，众多中小云计算服务商跟跑的局面，云计算正处于一个高速发展期。2017 年 4 月，工信部印发《云计算发展三年行动计划（2017—2019）》，提到 2019 年要将中国云计算产业规模从 2015 年的 1500 亿元扩大至 4300 亿元。

2018 年，多云格局将继续维持与强化，中国云计算市场的热潮不会减退只会增强，年复合增长率预期仍旧会保持在 30% 以上。截至目前，参照系优质企业数据库共收录云计算行业相关企业 255 家，涵盖上游基础类产品、中游终端集成和下游系统集成 Iaas、Paas、Saas 三大关键产业链。

大数据相当于人脑从小学到大学存储和记忆的大量知识，只有通过消化、吸收和重构，这些知识才能创造出更大的价值。大数据技术的战略意义不在于掌握海量的数据信息，而在于对这些有意义的数据的专业处理。换句话说，如果将大数据比作一个行业，那么这个行业盈利能力的关键在

于提高数据的“处理能力”，通过“处理”实现数据的“增值”。

从技术上讲，大数据和云计算之间的关系就像硬币的两面一样密不可分。大数据不能由一台计算机处理，必须是分布式的。它以分布式数据挖掘为特色，用于海量数据，但必须依赖云计算的分布式处理、分布式数据库和云存储以及虚拟化技术。

人工智能我们可以做一个比喻：一个人吸收了大量的人类知识（数据），不断深入学习，并最终演变成一个优秀的人的过程。人工智能与大数据密不可分，也是基于云计算平台完成的深度学习进化。目前，人工智能在业界还处于那种“真正的”人工智能的早期阶段，或者说是所谓的“弱人工智能”，比如谷歌的 AlphaGo 机器人战胜了世界围棋冠军，就展示了人工智能的无穷潜能；而像终结者这样的机器人应该被认为是“强人工智能”。人工智能通常与制造业结合在一起，所以当涉及到人工智能的时候，它通常会涉及到各种制造业产生的数据。

清华大学互联网产业研究院与中国云体系产业创新战略联盟联合编写的《云计算和人工智能产业应用白皮书 2018》（以下简称“本白皮书”）就在这三个方面上均进行了深入的思考与研究。在技术层面翔实介绍了 2017 年人工智能技术爆炸式发展所带来的最新技术方向，在技术领域的实效性上取得了更具参考和借鉴价值的优势；在应用层面，本白皮书则在多个方面深入浅出，探讨了在对个垂直细分领域，如智能驾驶、智慧医疗等的差异化技术发展与具体案例应用。

除此之外，本白皮书还在高屋建瓴的宏观角度，如产业布局、顶层设计等角度做了不少对比分析，力争让相关决策者能够做到“一书在手，胜过连篇累牍”，是不可多得的全方位多角度研究人工智能行业的白皮书资料。

在我看来，人工智能和机器学习的影响远远超出了一般的技术领域。越来越多的企业开始依赖人工智能来开发高级的应用程序，它带来了至少

三大优点——降低成本、提高效率和推动重大突破。人工智能技术是强大的，是有形的，是任何组织与个人都能可以利用的优势。毫无疑问，它们正在推动新技术产业转型升级趋势的爆炸性增长。

1. 降低成本

人们很容易将自动化理解为是机械化重复任务的解药。商业化伊始阶段，人类常常是完成某些工作的唯一途径。然后，机器开始将体力劳动自动化。今天，机器学习能够自动化越来越多的脑力劳动，允许人们将他们宝贵的时间和才能应用到业务的其他领域。

如果一个任务可以被严谨地分解成多个子任务，并且这些子任务可以在一秒钟或更短的时间内完成，那么即使不是今天，也会在不久的将来很可能实现自动化。比如诊断安全录像，甚至医学影像，并在这些图像上识别特定的元素，就可以交给机器去完成；比如阅读文档以在多个文档中找到相同的信息等等。

2. 提高效率

我认为效率的提高代表着是员工的自我超越。想想最普遍的人工智能例子：语音识别。不管是 Siri 还是亚马逊的 Alexa，每天都会有大量的生活资讯互动。布克兄弟、三井集团、WeWork、Vonage 和第一资本都已经在使用 Alexa 进行业务。DXC 公司据此分析指出，在未来的一天，“办公室语音助理将采用语音生物认证，识别每个扬声器，并生成会议记录和翻译”。

目前人工智能技术在许多个人和商业用例中，类似于这样的语音助理当然不会取代任何人的工作，但它们为已经存在的工作增加了价值和效率。

3. 推动重大突破

突破永远发生在有技术支撑我们发现现有领域盲点的时候。对许多研究机构来说，人工智能和机器学习可以在看似陷入理论僵局的领域，或者

在尚未形成完整体系的领域，使人们克服这些盲点。在医学领域，这就意味着可以提早分析病人的风险或使一种新的治疗产品进入市场。在制造业，这就意味着在产品缺陷发生之前就预测加以防范。

或者可以想象一下，我们能够从公司浩如烟海的文件中挖掘出更深层的关联，从而立即发现一种模式和趋势。这对于在企业生产过程中审查合同的法律团队，或者对于在大量影像研究中寻找病理规律的医学研究人员来说，有多重大的意义。

也许这很简单，那就是从数据开始。成功的人工智能和深度学习总是建立在数据驱动的策略上——如果没有大量可操作的数据，就没有深度学习。“可操作”是这里的关键词，根据目前不少企业访谈的结果看，许多急于从事人工智能项目的领导者发现，他们的数据其实并不像最初设想的那么易访问、丰富、可理解或可维护。

本白皮书编写的宗旨，就是希望能够做一个综合性的研究工作，全局地、系统地向我们的人民群众介绍人工智能的基本概念，向相关的技术研究人员展示落地的案例，以及向发展改革与转型的决策人士建言献策。清华大学互联网产业研究院联合中国云体系产业创新战略联盟，广泛联系了相关的领袖企业和颇有研究见地的高精尖专家，在精心整理之后，集百家之所长，汇四方之宏图，完成了本白皮书，我觉得非常值得大家仔细一读。

诚然，本白皮书也必然有其谬误与不足之处，但是希望白皮书能够举一隅而反三隅，抛砖引玉，引起全社会在人工智能相关领域的关注，激发起全民创业、万众创新的干劲与热情，这也是我们所希望看到的，也是激励我们不断开拓进取的磅礴力量。

作为中国云体系产业创新战略联盟的专家，这次我很荣幸受邀担任本白皮书编委会的顾问。相信本白皮书的发布正逢其时，必将对学界和产业界起到积极的引领促进作用。

中国科学院院士

中国云体系产业创新战略联盟专家委员

陈国良

清华大学互联网产业研究院

序言

瑞典皇家工程科学院院士 林垂宙

人工智能（AI）、大数据（Big Data）和云计算（Cloud Computing）正在出现“三位一体”式的深度融合，构成“ABC 金三角”。三者是独立的、互补的、相辅相成的。大数据的开发和应用离不开云计算的强大支持。云计算的发展和大数据的积累是人工智能快速发展的基础，是实现实质性突破的关键。大数据和人工智能的进步也将拓展云计算应用的深度和广度。现在是人工智能、大数据、云计算发展的黄金时期。

人工智能之所以如此火爆，在很大程度上要归功于 AlphaGo。AlphaGo 击败了顶尖的人类围棋选手李世石和柯洁，让世界认识到人工智能的力量。AlphaGo 能否代表智能计算的发展方向尚存争议，单其的确它象征着计算机技术已经进入了人工智能时代，其特征是大数据、大计算、大决策三位一体，其智能程度正在接近人类。

人工智能诞生于 1956 年的达特茅斯会议，逻辑主义学派的前驱西蒙和纽厄尔就乐观地预测计算机能够在十年内完成四项人工智能任务，即战胜国际象棋大师、发现和证明有意义的数学理论、谱写优美的乐曲和实现大多数心理学理论。但事实是，逻辑主义长期无法突破重要人工智能问题，第一次人工智能浪潮渐渐冷淡下来。

1970 年代，连接主义兴起，掀起了第二次人工智能浪潮。这一时期最主要的成就是发明了感知器算法解决多层神经网络的训练问题。但是人们很快发现彼时网络的深度不能很高，只能解决非常简单的问题。到了 1990 年代，人工智能领域再次陷入低潮。

到了 21 世纪，随着云计算的诞生和数据量的增加，深层神经网络的训练成为可能，引领了连接主义的复兴；同时，以强化学习为代表的行为主义也在兴起。在这两个因素影响下，人工智能领域再次复苏，谷歌的

AlphaGo 就是这个时期的代表成就。

人工智能的训练过程，离不开大数据的高维度数据样本。大数据，是对海量信息的处理、优化和分类。从广义上讲，它不仅仅是掌握海量的数据信息，而是对各种意义的数据进行专业、系统的处理。狭义上讲，大数据与云计算密不可分，大数据不能由一台计算机处理，它必须由分布式体系结构处理，大数据本身就是新兴的分布式数据挖掘。大数据的处理技术必须依赖于云计算的分布式数据和处理以及云计算的虚拟化处理技术。

处理这些大量的数据，则必须有分布式的云网络技术的支持。云计算，是一种基于互联网技术支持的信息使用和传递模式，是一种通过互联网提供动态信息的虚拟资源计算。云计算可以提供方便、快捷、有效的网络信息。云计算是一个生动的比喻，人们用“云”的形象来表达网络信息的传播。云计算的计算能力甚至可以达到每秒 10 万亿次。这种计算能力可以模拟真实世界中的核爆炸，银行的转账流水也可以瞬间计算完成。

虚拟化为云计算的实现提供了很好的技术支持，云计算可以看作是虚拟化技术应用的结果。在过去的几年里，有许多云计算研发团队如谷歌、微软、亚马逊、EMC、百度、阿里巴巴、华为等知名 IT 公司推出了云计算解决方案；与此同时，国内外学术界也就云计算的相关理论和关键技术展开了研究。

特别是我们的政府也已经开始关注云计算的发展，大力发展云计算相关的研发。2010 年 10 月 18 日，国家发改委、工信部联合发布《关于做好云计算服务创新发展试点示范工作的通知》。结合国家创新型城市建设，在北京、上海、杭州、无锡、深圳五个城市开展了云计算试点工作。云计算也是国家新一个五年规划的重点项目，国家政策的支持和地方政府的关注将加快云计算产业的发展。这一切都表明，云计算应用已经全面进入中国市场。

综上所述，云计算发展的关键利益主要来自 IT 基础设施、系统集成和 SaaS，这促使着国内外对云计算及其虚拟化关键技术的研究非常活跃，已经开发出了一些相关的工具和产品。云计算作为新一代产业浪潮的重要推动力量，将对经济社会发展产生深远影响。

人工智能的实现需要大数据作为人工智能智能判断行为的基础。云计算利用大数据运行，计算结果并存储在云中，为人工智能提供了强大的支持。人工智能的新突破主要来自于深度学习，这使得人工智能具有实用价值。在大数据和云计算日益成熟的背景下，深度学习取得了长足的进步。深度学习就像火箭，大数据是燃料，云计算是引擎。

因此，大数据和云计算是帮助人工智能超常发展的两个最重要的角色。人工智能的快速发展和海量数据的积累也给云计算带来了新的挑战和发展空间。未来，云计算将全面演变为人工智能，进入一个新的智能领域。

2016 年 12 月 19 日，国务院印发《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》，提出了“将云计算、大数据、人工智能等技术广泛渗透于经济社会各个领域，信息经济繁荣程度成为国家实力的重要标志。”在战略以云计算、大数据、人工智能等战略新兴产业的支持下，大众创业、万众创新蓬勃兴起，战略性新兴产业广泛融合，加快推动了传统产业转型升级，涌现了大批新技术、新产品、新业态、新模式，创造了大量就业岗位，成为稳增长、促改革、调结构、惠民生的有力支撑。

《云计算和人工智能产业应用白皮书 2018》（以下简称“本白皮书”）系统分析了我国云计算和人工智能产业发展情况，对我国当前云计算和人工智能产业的分布情况进行了解析，总结了我国云计算和人工智能产业具有中国特色的发展特点，特别是对于云计算和人工智能的内在逻辑联系、相关核心基础技术以及多个垂直细分领域的应用情况，都做了丰富翔实的分析和鞭辟入里的研究。

本白皮书在智能驾驶、智慧医疗、智慧金融等多个不同行业深入调研了多个 AI 相关龙头企业,获取了大量生动真实的人工智能应用优秀案例,对其中所应用的相关技术、发展脉络,未来规划进行了细致入微的解读,希望读到本白皮书的各位社会人士能够从一个更加宏观的高度来审视这个方兴未艾但潜力无限的全新技术,能够为国民经济的转型升级添砖加瓦,建言献策,我们的白皮书发布可以为社会建设添一份绵薄之力,也将促进云计算、人工智能等战略新兴产业在创新创业领域的应用落地,实现“大众创业、万众创新”的蓬勃态势。

瑞典皇家工程科学院院士

香港工程院院士

中国云体系产业创新战略联盟专家委员

林垂宙

序言

清华大学互联网产业研究院院长 朱岩

随着互联网、大数据、人工智能技术和传统产业的深度融合，世界经济正在全面由工业经济向数字经济转型。基于数字技术的科技创新正在重塑全球经济结构、转变传统产业、形成全新的经济竞争格局。我国的改革开放也已经进入了产业转型、经济转型、社会转型的关键时期。清华大学互联网产业研究院就是在这个大背景下应运而生，研究院是全球所有从事数字经济、产业转型研究的专家学者、业界精英从事研究工作的平台，其宗旨就是面向数字经济，研究产业交叉、转型理论，辅助政府、企业做好转型实践。研究院成立以来，一方面积极追踪各种新技术、促进学科交叉，另一方面也在努力探索这些新技术的行业应用。为此，研究院联合社会各界，推出了一系列技术洞察、行业研究类的研究报告（白皮书）。《云计算和人工智能产业应用白皮书 2018》（以下简称“本白皮书”）就是研究院与中国云体系产业创新战略联盟、青岛金融科技研究院等联合推出的，关于云计算、人工智能方面的行业研究报告。

基于人工智能相关技术的新一代信息基础设施建设，是各国政府高度重视的产业领域。信息通信行业正拥有着前所未有的开放、包容、创新发展的大环境。2017 年 4 月，工信部印发了《云计算发展三年行动计划（2017-2019 年）》，其中提到，“2019 年我国云计算产业规模达到 4300 亿元，突破一批核心关键技术，云计算服务能力达到国际先进水平，对新一代信息产业发展的带动效应显著增强”。2018 年 7 月，国务院发布了《新一代人工智能发展规划》，进一步强调了中国抢占人工智能制高点的决心。除了政策的支持外，经过多年的发展，中国在人工智能领域的人才储备、研究成果等方面，也已经打下了坚实的基础。2015 年，在全球领先期刊上发表的人工智能论文中，来自中国的论文占 43%，这说明中国坚实的基础

学科研究造就了众多的人工智能人才；与此同时，中国良好的人工智能发展环境也吸引了大量的国外行业精英，他们的加入也进一步增强了中国人工智能产业的综合实力。

在 AI、大数据的支撑环境中，云计算能力至关重要。这也是清华大学互联网产业研究院与中国云体系产业创新战略联盟联合编写本白皮书的初衷。我们希望总结归纳中国云计算和人工智能产业所取得的成就，分析目前与世界先进水平之间的差距，探讨这些领域未来的发展方向。

经过多年的积累，云计算环境已经成为数字经济发展的基础。企业通过部署云计算，将内部和外部资源通过云进行整合，相应的大数据分析、深度学习等算法才能实现。中国的云计算环境现在已经逐渐成熟，云体系的标准日益为大家所接受，各种云平台为传统行业的数字化转型提供了坚实的载体。白皮书总结了中国的云生态体系，分析了中国云计算生态与世界先进水平的距离，并指出了当前最迫切的任务。

人工智能技术的应用状况是这本白皮书的又一个重要内容。目前，一些人工智能技术在我国已经广为所用，如语音和图像识别、搜索引擎、垃圾邮件过滤、产品和电影推荐等。人工智能在短期内，还很有可能使无人驾驶汽车、辅助科学新发现、医学图像智能分析等变成现实。但是，我们不能忽视的是，AI 技术也有可能被恶意组织滥用。人工智能使得一些需要人力或专业技能的攻击成本会降低，利用人工智能系统漏洞的新威胁也可能出现。因此，人工智能的治理方式也是一个重要的领域，白皮书也力图对这一领域的发展进行概述。从长远来看，监管机构必须确保支持互联网的强人工智能能够无限期地稳定，并且在部署之前添加如价值学习和可修复性等有益的特性。其中，价值学习是让人工智能学习人类所看重的东西并按照这些价值理念行事。可以想象，一个具有正义和团结理念的人工智能技术是何等有益。在人工智能替代并推动传统生产力发展的同时，人

类自身可以得到进一步解放，人的头脑能够释放的创造力也许是我们今天还无法完全想象的。

本白皮书面向互联网、大数据和人工智能等先进技术，以国家政策为引导方向，结合我国人工智能产业发展基础和供求结构，借鉴国外 AI 应用发展经验，研究不同应用场景下行业发展的态势，并力图发现 AI 产业发展的痛点和机遇、分析技术落地的难点和阻力，梳理并剖析行业态势和内在问题，从实际出发为政府、企业等提供发展 AI 的可行性建议。

本白皮书主要包括 AI 产业政策对比分析、AI 产业硬件与技术研究、AI 应用场景分析、产业对比分析、投融资情况分析、案例分析、面临的问题和挑战以及发展建议等方面内容。其中 AI 应用场景分析为白皮书的重点，包含了人工智能在不同领域的应用、大数据的应用状况、互联网平台的发展等。并重点针对智能驾驶、智能教育、智能医疗、智慧金融等领域，分析了领域里面的典型企业，总结了该领域的发展趋势。

本白皮书的撰写得到了国内外互联网、大数据、人工智能领域的专家学者、业界精英的大力支持。清华大学互联网产业研究院、中国云体系产业创新战略联盟、青岛金融科技研究院等共同组建了强有力的编委会，并聘请了陈国良院士、林垂宙院士、赵春江院士、陈升（元道）董事长等为顾问。在此我谨代表清华大学互联网产业研究院感谢编写顾问以及编委会全体成员的辛勤付出！此外，特别感谢平安科技（深圳）有限公司、北京世纪互联宽带数据中心有限公司、三角兽（北京）科技有限公司、科技谷（厦门）信息技术有限公司、北京轻元科技有限公司、北京航天智芯科技发展有限公司、北京阿凡题科技有限公司、广州图普网络科技有限公司等联合编写单位的鼎力支持，以及财经一号网、中华网、消费日报网、凤凰网、经济网、一点资讯、起风财经、创头条、CSDN、中国信息主管网、CIO 时代 APP、企业网 D1Net、数字中国网、至顶网等相关互联网媒体的

关切与报道。

我们身处一个伟大的时代，互联网、大数据和人工智能必将让人类文明迈向新的台阶。这个时代的每一个人都是破坏者，也同时是创造者。智慧的我们在用我们的实践破坏掉那些陈旧的文明体系，也在用我们身体力行的参与在创造一个更加美好的明天！

清华大学互联网产业研究院院长

清华大学经济管理学院教授

中国云体系产业创新战略联盟专家委员

朱岩

前言

当前，新一轮科技革命和产业变革席卷全球，云计算、大数据、物联网、人工智能、区块链等新技术不断涌现，数字经济正深刻的改变人类的生产和生活方式，成为了经济增长的新动能。新一代网络空间技术正在从学术驱动转变为应用驱动，作为新一轮产业变革的核心驱动力，其中，基于云计算和大数据的人工智能产业，在催生新技术、新产品的同时，对传统行业也具备较强的赋能作用，能够引起经济结构的重大变革，实现社会生产力的整体飞跃。党的十八大以来，习近平总书记以宏阔视野和战略思维，高瞻远瞩地提出了网络强国战略思想，就如何认识、运用、发展、管理互联网等提出了一系列战略性、前瞻性、创造性观点，深刻回答了中国是否要发展互联网、怎样发展互联网等重大理论和实践问题，深刻揭示了互联网的本质特征、发展规律、发展路径。

云计算的快速发展离不开互联网的普及，互联网改变了用户对于使用权和所有权的认知，从而直接推动了云的落地，企业甚至不用购买硬件设备，直接基于互联网访问，按使用量购买。这并非简单的服务器硬件「资源池化」的技术变革，更带动了一场商业模式的变革——当互联网已经成为社会的基础设施之后，云计算将是下一个基础设施。由此带来的颠覆性效应则是大公司 IT 管理成本直线下降，中小创业公司的创业门槛大幅降低。云计算已经成为未来战略新兴产业的中枢神经和下一代网络空间不可或缺的基础设施。

人工智能作为一项引领未来的战略技术，世界发达国家纷纷在新一轮国际竞争中争取掌握主导权，围绕人工智能出台的规划和政策，对人工智能核心技术、人才、标准规范等进行相应的部署，加快促进人工智能技术和产业发展。主要科技企业不断加大资金和人力投入，抢占人工智能发展

制高点。云计算、大数据等技术在提升运算速度，降低计算成本的同时，也为人工智能发展提供了丰富的数据资源，协助训练出更加智能化的算法模型。

“人工智能”一词最初是在 1956 年 Dartmouth 学会上提出的。从那以后，研究者们发展了众多理论和原理，人工智能的概念也随之扩展。当我们再次聚焦人工智能时，它已走过 60 余年的历程。在 AlphaGo 和李世石的人机大战之前，人工智能一直在计算机行业“低调行走”。直到近年来机器学习技术中的“深度学习”取得突破，人工智能才迎来各方追捧。AlphaGo 能否代表智能计算发展方向目前还有争议，但比较一致的观点是，它象征着计算机技术已进入人工智能的新信息技术时代（新 IT 时代），其特征就是大数据、大计算、大决策，三位一体。它的智慧正在接近人类。

目前，我们处于以深度学习和强化学习为代表的第三次人工智能浪潮中。本轮人工智能的兴起主要原因有两个：一个是计算机产业的发展提供了足够的计算力，使我们能够运行一些复杂的人工智能算法；一个是互联网产业的发展为人工智能提供了大量的训练数据。人工智能涵盖了广泛的科学领域，以算法为核心，以云计算和大数据为基础。

首先，云计算为大数据提供了基础。云计算的发展和大数据的采集为人工智能的发展提供了信息支撑，这也是人工智能的核心。第二，云计算的应用程序依赖于大数据的深度和广度和人工智能的发展，目前我国的综合实力和先进的科学技术，提供了人工智能、大数据和云计算集成开发的大环境。事实上，未来三者的融合技术就正如当今的计算机互联网将不可避免地改变人们的思维 and 生活方式。最后，三个领域的融合不仅限于存储、计算，还渗透到生活的方方面面。在互联网、物流行业、银行等行业的使用，已经给广大人民的日常生活提供更多的方便。另一方面，这三者的结合也必将给单独的领域带来更多的机遇和挑战，如何更好地利用这种组合

技术是长时间必须需要考虑问题。

自 2015 年 1 月，国务院发布《关于促进云计算创新发展培育信息产业新业态的意见》以来，国家部委及地方政府频繁出台了支持云计算产业发展的导引文件。2017 年 4 月，工信部印发《云计算发展三年行动计划（2017-2019 年）》，提出到 2019 年，我国云计算产业规模达到 4300 亿元，突破一批核心关键技术，云计算服务能力达到国际先进水平，对新一代信息产业发展的带动效应显著增强。浙江、江苏、湖南、山东等各省纷纷发布“企业上云”行动计划，通过企业上云，推动企业转型升级。过去几年间，我国网络基础设施建设水平进一步提升，其中宽带基础设施日益完善、移动通信设施建设步伐加快、传输网设施也得到快速发展，底层设施的日益成熟壮大为云计算的大规模爆发铺平了道路。云计算核心技术逐渐成熟。

2016 年 5 月，《“互联网+人工智能”3 年行动实施方案》发布，提出到 2018 年的发展目标；2017 年 3 月，“人工智能”首次写入政府工作报告；2017 年 7 月，国务院正式印发《新一代人工智能发展规划》，战略确立了新一代人工智能发展三步走战略目标，人工智能的发展至此上升到国家战略层面；2017 年 10 月，人工智能写入十九大报告；2017 年 12 月，《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划（2018-2020 年）》发布。目前，国内人工智能发展已具备一定的技术和产业基础，在芯片、数据、平台、应用等领域聚集了一批人工智能企业，部分方向取得阶段性成果并向市场化发展。例如，人工智能在金融、安防、医疗、驾驶等行业领域已实现应用，在特定任务中语义识别、语音识别、人脸识别、图像识别技术和效率已远超越人工。

为了持续开展云计算和人工智能产业研究，制造业转型升级，加快技术创新以相关成果落地，催进产业健康发展。清华大学互联网产业研究

院联合工业和信息化部、中国信息通信研究院和中国云体系产业创新战略联盟，并集聚社会相关有识之士，组织行业精英企业力量，共同编写了《云计算和人工智能产业应用白皮书 2018》（以下简称“本白皮书”），在编写过程中为掌握我国云计算和人工智能产业发展和应用落地的实际情况，组建了白皮书相关产业研究组，通过对多个云计算和人工智能产业及应用企业的实地调研，掌握了大量的一手素材和典型案例，并多次组织行业研究，广泛听取了更方面的意见。本白皮书的意义在于与业界分享云计算与人工智能产业应用领域的研究成果和实践经验，呼吁社会各界共同加强人工智能领域的技术研究、产业投入、标准建设和服务应用，共同推动人工智能及产业发展。

本白皮书在编写调研过程中，得到了各地政府、高校、相关研究机构，以及互联网、金融、医疗、农业和驾驶等领域众多企业专家的指导和帮助。感谢社会各界对本白皮书编写和调研工作的积极参与和热切关注，感谢参与调研的企业给予的大量素材支持，特别感谢参与编写和访谈的各位专家提供的宝贵智识，这些帮助为本白皮书所持相关观点提供了强有力的支撑。后续我们会持续深入地开展相关研究，并进一步完善研究成果，在此，我们欢迎社会各界人士提出宝贵的意见与建议。

《云计算和人工智能产业应用白皮书 2018》编委会

2018 年 9 月 1 日

《云计算和人工智能产业应用白皮书 2018》

目录

一. 云计算综述.....	1
1.1 云计算的定义	1
1.2 云计算的发展	2
1.3 云计算的分类	4
1.4 云计算的技术	6
1.5 中国云计算产业的发展因素	8
1.6 中国云计算产业生态图谱.....	12
二. 人工智能综述	12
2.1 人工智能的定义.....	12
2.2 人工智能的发展.....	12
2.3 人工智能的分类.....	14
2.4 人工智能的技术.....	17
2.5 中国人工智能产业的发展因素	19
2.6 中国人工智能产业生态图谱	23
三. 国内外产业政策对比分析	23
3.1 联合国的人工智能政策	23
3.2 国外产业政策分析	25
3.3 国内产业政策分析	28
四. 云计算和人工智能硬件	39
4.1 芯片	39
4.2 传感器	53
五. 云计算和人工智能基础技术.....	64
5.1.云计算和虚拟化技术	64
5.2 云计算和深度学习	82

5.3 云与大数据	97
5.4 物联网.....	111
六、云计算和人工智能基本应用	126
6.1 计算机视觉	126
6.2 自然语言处理	129
6.3 数据挖掘.....	132
七、云计算和人工智能应用层	135
7.1 智能机器人	135
7.2 智慧金融.....	150
7.3 智慧医疗	170
7.4 智能安防	197
7.5 智能驾驶.....	212
7.6 智能搜索	232
7.7 智能教育	245
7.8 智能人居	254
7.9 智能文创.....	267
八、国内外产业对比分析	275
8.1 综述	275
8.2 国内外云和人工智能顶层设计	277
8.3 国内外云和人工智能人才储备情况	283
8.4 国内外云和人工智能产业规模情况	290
8.5 前景与展望	296
九、云计算和人工智能投融资分析	302
9.1 综述	302
9.2 全球范围投融资情况	303
9.3 中国范围投融资情况	306
9.4 投融资情况典例.....	312
十、云计算和人工智能企业案例分析	316

10.1 国外案例分析.....	316
10.2 国内案例分析.....	325
10.3 平安科技.....	337
10.4 世纪互联.....	344
10.5.三角兽.....	352
10.6 科技谷.....	361
10.7 轻元科技.....	370
10.8 航天智芯.....	380
10.9 阿凡题.....	385
10.10 图普科技.....	399
十一、云计算和人工智能行业总结与展望.....	407
11.1 云计算和人工智能发展方向.....	407
11.2 云计算和人工智能发展趋势.....	409
11.3 云计算和人工智能的未来展望.....	411
参考文献.....	I

一. 云计算综述

1.1 云计算的定义

云计算不仅仅是一个产品或一种新技术，而是一种生成并获取计算能力的新方法。目前一个相对广为大众所认可的理论解释了为什么“云计算”被称为“云”：在互联网技术的兴起的时期，人们习惯在文宣绘画时使用“云”的形象代表互联网；所以选择一个名词来命名这种基于互联网的新一代的计算时，为了沿袭这种风格，他们选择了“云计算”这个术语。虽然这个解释很有趣，也很浪漫，但很容易让人陷入困境。自 2007 年 IBM 正式引入云计算概念以来，许多专家、研究机构和相关制造商从不同的研究角度定义了云计算。

云计算定义的一个行业比较公认的定义是美国国家标准与技术研究院（NIST）于 2011 年 9 月发布的，它指出“云计算是一种模型，用于实现对可配置计算资源（例如，网络，服务器，存储，应用程序和服务）的共享池的无处不在的、方便的按需网络访问，这些资源可以通过最少的管理工作快速配置和发布，或者服务提供者互动。该云模型由五个基本特征，三个服务模型和四个部署模型组成。”

NIST 定义扩展了它所称的云计算的五个基本特征。这些特点是：

资源池

绝大多数云计算企业已经实施了一种或多形式的虚拟化，最常见的是服务器虚拟化。虽然服务器虚拟化包含在 NIST 的资源池中，但它只是 NIST 标准定义的一小部分。除计算资源外，NIST 对云计算的定义还包括 IT 的所有其他组件的虚拟化，包括存储和网络。NIST 定义还假设所有资源都使用多客户模型进行池化，根据消费者需求动态分配和重新分配不同的物理和虚拟资源。在当今的环境中，这些池化资源通常通过 API 访问，虽然这其实并不是 NIST 定义的部分。

广泛的网络访问

有两种方法可以观察云计算的这个特性。仅仅从 NIST 的定义的角度来看，这个基本特征意味着资源池对所有人都是可用的，与用户的设备无关——无论它是智能手机、平板电脑、笔记本电脑还是工作站。然而，从实用的角度来看，云计算企业必须在提供数据资源的广泛访问和提供有效安全的需求之间调整需求。

按需自助服务

汇集资源有许多好处，包括降低这些资源的成本。虽然降低成本始终是一个重要目标，但降低成本并不一定能使按需自助服务更加灵活。相比之下，允许用户自动配置所需资源而无需任何帮助是采用云计算使云端功能更加灵活的关键原因之一。

快速弹性或膨胀

根据 NIST 的说法，这一基本特性意味着它的功能可以弹性地供应和释放，在大多数情况下这是自动的，以快速地按需求向外和向内扩展。当 NIST 创建云计算定义时，这个词并不流行，但今天我们将数据资源的弹性与协调这些资源的能力联系起来。与按需自助服务一样，这种能力是采用云计算使云端功能更加敏捷的关键原因之一。

测量服务

云系统自动控制和优化资源使用，通过在某种抽象级别上利用与服务类型（例如存储、处理、带宽和活动用户帐户）相匹配的计量功能。通常情况下，这是基于每次使用的收费或每次使用的收费。可以监视、控制和报告资源使用情况，为所使用服务的提供者 and 使用者提供透明性。

1.2 云计算的发展

术语“云”被用作互联网和其他通信系统的表示，以及相关基础设施的抽象。

我们现在通常所说的云计算是广泛采用虚拟化、面向服务的体系结构、自主计算和实用计算的结果。对于大多数终端用户来说，基础设施或组件设备的位置等细节是未知的，他们不再需要完全理解或控制支持其计算活动的技术基础设施。以下是这一演变的简史：

90 年代后期

在早期阶段，术语“云”被用来表示提供者和最终用户之间的计算空间。1997 年，埃默里大学和南加州大学的 Ramnath Chellapa 教授将云计算定义为“一种新的计算范式，其中计算的边界将由经济原理决定，而不仅仅是技术限制”。这已经成为我们今天讨论云计算概念的基础。

1999 年，Salesforce.com 成为云领域的首批主要推动者之一，开创了通过互联网向终端用户提供企业级应用程序的概念。任何有互联网接入的客户都可以访问该应用程序，公司也可以按需销售该服务。

21 世纪初十年

在 Salesforce.com 将这一新概念引入全球市场后不久，亚马逊在 2002 年推出了基于网络的零售服务，从而让自己能够成功挺过第一次互联网泡沫的破灭。亚马逊是第一个对其数据中心进行现代化改造的主要组织，在那个时候数据中心在任何时候都只使用其容量的 10% 左右的情况下，亚马逊就已经意识到新的云计算基础设施模型可以让他们以更高的效率使用现有的能力。

2006 年，亚马逊推出了弹性计算云（EC2），这是一种商业 web 服务，允许小公司和个人租用电脑来运行他们自己的应用程序。为了让开发人员更容易地进行 web 级计算，Amazon 的 EC2 首次在商业上完全控制了所有计算资源。EC2 为通过云交付应用铺平了道路，允许 Spotify、Netflix 和 Uber 等网络规模的企业存在。

2008 年，谷歌推出了其谷歌 App Engine（GAE）平台即服务（PaaS），允许开发人员在其托管数据中心中托管 web 应用程序。GAE 上的 Web 应用程序被沙箱化并在多个服务器上运行，以实现冗余，并允许根据流量需求扩展资源。GAE 通过谷歌应用程序为基于浏览器的企业应用程序铺平了道路，这些应用程序可在移动和 web 上使用。

软件业巨头微软也在同年宣布云计算平台 Azure 计划之后，于 2010 年正式向社会发布，进入了云市场。该平台的建立是为了支持 web 和移动应用程序在 web 上的简化开发。Azure 现在覆盖 SaaS、IaaS 和 PaaS，可以通过微软数据中心的全球网络用于构建、测试、部署和管理应用程序和服务。

21 世纪第二个十年

转年，IBM 推出了 SmartCloud，这是一种用于构建私有、公共和混合云的企业级云计算技术。它包括 IaaS、SaaS 和 PaaS，由 SmartCloud Foundation、SmartCloud Services 和 SmartCloud Solutions 运营。SmartCloud 解决方案由各种协作、分析和营销 SaaS 应用程序组成

2012 年谷歌计算引擎预览版发布后，第二年其作为谷歌云平台的补充正式发布。该产品是平台的 IaaS 组件。GCE 允许用户根据需要启动虚拟机，可以从用户创建的标准映像或定制映像启动虚拟机。

云计算的未来在哪里？不少公共云供应商正越来越多地寻求尖端技术，比如物联网（物联网）和机器学习，以便在竞争中脱颖而出，预计这项技术将成为下一波云计算的支柱。有专业机构预测，公共云服务在 2020 年的全球收入总额达到 4110 亿美元，公共云支出也会明显增加。

在 IaaS 领域，亚马逊、微软和阿里已经在市场上占据了强势地位。在 SaaS 和 PaaS 领域，我们看到云计算的影响正在推动甲骨文（Oracle）、SAP 和微软等主要软件供应商从基于许可证的本地软件转向云计算订阅模式。

1.3 云计算的分类

云计算的服务分类可分为基础设施服务层、平台服务层和软件服务层，市场进入条件也是由高到低。目前，越来越多的厂商可以提供不同层次的云计算服务，其中一些厂商还可以提供设备、平台、软件等多层次的云计算服务。

基础设施即服务

基础设施即服务（Infrastructure as a Service, IaaS）提供给使用者的功能是使用在云基础设施上运行的提供者应用程序。应用程序可以通过本地客户机接口（例如 web 浏览器、基于 web 的电子邮件）或程序接口从各种客户机设备访问。使用者不管理或控制底层的云基础设施（包括网络、服务器、操作系统或存储）甚至单个应用程序功能，除了有限的特定于用户的应用程序配置设置之外一些传统上不被视为软件供应商的大型企业已经开始将 SaaS 作为额外的收入来源，以获得竞争优势。

平台即服务

平台即服务（Platform as a Service, PaaS）提供给使用者的功能是部署到云基础设施上——使用编程语言、库、服务和提供者支持的工具创建或获取应用程序。使用者不管理或控制底层的云基础设施（包括网络、服务器、操作系统或存储），但可以控制部署的应用程序和应用程序托管环境的配置设置。

PaaS 为业务线软件开发人员提供了一个自助服务门户，用于管理来自集中 IT 操作的计算基础架构以及安装在硬件之上的平台。企业 PaaS 可以通过混合模型提供，该模型同时使用公共 IaaS 和内部部署基础架构，或者作为仅使用后者的纯私有 PaaS。

与在 Excel 中创建宏的方式类似，PaaS 允许使用内置于 PaaS（中间件）中的软件组件创建应用程序。使用 PaaS 的应用程序继承了云的特性，例如可扩展性，高可用性，多租户，SaaS 支持等。企业从 PaaS 中受益，因为它减少了必要的编码量，自动化了业务策略，并有助于将应用程序迁移到混合模型。

软件即服务

软件即服务（Software as a Service, SaaS）提供给使用者的功能是提供处理、存储、网络和其他基本计算资源，使用者可以在这些资源中部署和运行任意软件（包括操作系统和应用程序）。使用者不管理或控制底层的云基础设施，而是控制操作系统、存储和部署应用程序，不过可能对选择的网络组件（如主机防火墙）的控制

有限。用户可以根据消费情况购买 IaaS，而不必购买硬件，类似于电力或其他公用事业计费。

与 SaaS 和 PaaS 相比，IaaS 用户负责管理应用程序，数据，运行，中间件和操作系统。提供商仍然管理虚拟化，服务器，硬盘驱动器，存储和网络。许多 IaaS 提供商现在也提供虚拟化层之上的数据库，消息队列和其他服务。

用户通过 IaaS 获得的是基础设施，他们可以在其上安装任何所需的平台。如果发布新版本，用户有责任更新这些版本。因为平台的多样性，一些技术分析师使用 “IaaS +名字” 来在此区分不同的使用分类。

1.4 云计算的技术

云计算作为一种新型的超级计算模式和服务模式，是以数据为中心的数据密集型超级计算。它使用了多种计算机技术，其中编程模型、数据管理、数据存储、和虚拟化是最关键的技术。

编程模型

MapReduce 是一个框架，使用它可以编写应用程序，以可靠的方式在大型商用硬件集群上并行处理大量数据。MapReduce 是一种基于 java 的分布式计算的处理技术和程序模型。MapReduce 算法包含两个重要任务，即 Map 和 Reduce。Map 可以获取一组数据并将其转换为另一组数据，将其中的各个元素分解为多个元组。其次是 “Reduce” 任务，它将 Map 的输出作为输入，并将最后得到的输出数据元组组合成最终的输出元组。正如 MapReduce 名称所指出的那样，Reduce 任务总是在 Map 作业之后执行。

MapReduce 的主要优点是轻松扩展多个计算节点上的数据处理。在 MapReduce 模型下，数据处理术语称为映射器和缩减器。将数据处理应用程序分解为映射器和缩减器有时并不重要，但是，一旦我们以 MapReduce 形式编写应用程序，将应用程序扩展为在群集中运行数百，数千甚至数万台计算机仅仅是配置更改。这种简单的可扩展性吸引了许多程序员使用 MapReduce 模型。

分布存储技术

云计算系统使用分布式存储来存储数据，使用冗余存储来保证数据的可靠性。云计算中广泛使用的数据存储系统是 Hadoop 团队基于谷歌 GFS 开发的开源实现 HDFS（Hadoop 分布式文件系统）。HDFS 采用 NameNode 和 DataNode 架构来实现分布式文件系统，该系统可在高度可扩展的 Hadoop 集群中提供对数据的高性能访问。

HDFS 是许多 Hadoop 生态系统技术的关键部分，因为它为管理大数据和支持相关大数据分析应用程序提供了可靠的方法。当 HDFS 接收数据时，它将信息分解为单独的块并将它们分发到群集中的不同节点，从而实现高效的并行处理。

此外，HDFS 专门设计了高度容错方案。文件系统多次复制每个数据，并将副本分发到各个节点，将至少一个副本放在与其他服务器机架不同的服务器机架上。因此，崩溃的节点上的数据可以在群集中的其他位置找到。这可确保在恢复数据时继续处理。

HDFS 使用主/从架构，每个 Hadoop 集群由一个 NameNode 组成，该 NameNode 管理文件系统操作并支持管理各个计算节点上的数据存储的 DataNode。HDFS 元素组合在一起，支持具有大型数据集的应用程序。

数据管理技术

海量数据管理是指对各种搜索引擎等大型数据的计算、分析和处理，以互联网为计算平台的云计算能够有效、可靠地处理和分析分布式的海量数据。因此，数据管理技术必须能够有效地管理大量数据，它们通常达到 TB 级甚至 PB 级。

云计算系统中的数据管理技术主要是谷歌的 BT（BigTable）数据管理技术，以及 Hadoop 团队开发的开源数据管理模块 HBase 和 Hive，主要用于存储和处理海量结构化数据。

Google Bigtable 是一个分布式面向列的数据存储，用于处理与公司的 Internet 搜索和 Web 服务操作相关的大量结构化数据。

Bigtable 旨在支持需要大规模可扩展性的应用程序；从第一次迭代开始，该技术旨在与 PB 级别的数据一起使用。该数据管理部署在集群系统上，并使用 Google

定义的“稀疏，分布式，持久的多维排序映射”的简单数据模型。按行键按顺序组装数据，并根据行、列和时间戳排列映射的索引，采用压缩算法实现高容量。

虚拟化技术

虚拟化技术（virtualization）虚拟化是指创建虚拟资源，例如服务器，桌面，操作系统，文件，存储或网络。

虚拟化的主要目标是通过从根本上改变传统计算来管理工作负载，从而使其更具可扩展性。数十年来，虚拟化一直是云计算的一部分，如今它可以应用于广泛的系统层，包括操作网络虚拟化，硬件级虚拟化和服务器虚拟化。

网络虚拟化是通过拆分一个网络带宽和信道的可用资源，其中每一个独立于其它，并且可以分配——或重新分配到特定的服务器或设备中的方法。这个想法是虚拟化通过将网络分成可管理的部分来掩盖网络的真正复杂性，就像分区硬盘驱动器更容易管理文件一样。

存储虚拟化是将来自多个网络存储设备的物理存储集中到看似是从中央控制台管理的单个存储设备。存储虚拟化通常用于存储区域网络。

服务器虚拟化是服务器用户对服务器资源的屏蔽——包括单个物理服务器，处理器和操作系统的数量和身份。其目的是使用户不必理解和管理服务器资源的复杂细节，同时增加资源共享和利用率并保持以后扩展的能力。

虚拟化可以看作是企业总体趋势的一部分，包括自主计算，即在某个场景中，云计算环境能够基于感知活动管理自身，以及效用计算，计算机处理能力被视为一个实用程序，客户只是可以根据需要是否进行支付。虚拟化的通常目标是集中管理任务，同时提高可扩展性和降低工作负载。

1.5 中国云计算产业的发展因素

2006 年，云计算的创新理念从国外引入中国。2008 年之后，中国各地纷纷建立了云计算中心。数百个不同规模的国家和地区云计算中心设施开始建设。同时，中央和地方政府也出台了一系列的产业激励措施以促进云计算产业的发展。2010 年 10 月，工信部和国家发改委联合发布了《云计算服务创新与发展试点示范工作

通知》。总的来说，随着中国经济的发展进入新常态，在上下游产业价值链的共同努力下，随着云计算的发展期基本结束，云计算的应用期有望更加成熟。

根据 IDC 的数据，2016 年中国公共云市场达到 246 亿元，复合年增长率 38.6%。从中国巨大的互联网用户和市场潜力来看，中国的公共云服务市场仍处于低容量、高增长的产业阶段。值得注意的是，新兴 IaaS 相关企业不仅在规模和数量上都有了很大的提高，而且引起了国内外资本市场的关注。IAAS 的初创企业如 UCloud 和庆云，分别获得了数十亿美元的融资。

云计算产业发展上，IaaS、PaaS 和 SaaS 也呈现不同的特征：

(1) IaaS“竞争激烈”：IAAS 领域的领先企业如阿里云，仍然相对领先。中国电信、中国联通也已经建立了云计算业务经营单位，国际云计算巨头进入了 IaaS 领域，增加了新的国内竞争对手。

(2) PaaS “方兴未艾”：腾讯、百度、新浪、阿里巴巴等开发商提供开发平台服务。

(3) 传统的 SaaS 已经成为国内外云计算的一个很早的有利可图的领域。2013 年，一些 SaaS 云服务交易超过 1 亿元。值得指出的是，中国的云计算和数据中心市场也导致了国内服务器、存储设备和软件开发行业的快速增长。

但是总体而言，云计算在中国市场的实际应用促进与巨大的市场潜力对比仍相对缓慢，其中一个重要的原因是，新兴市场对云计算应用的可靠性、可操作性和数据安全性有潜在的担忧。许多用户仍然对云计算应用创新持相当怀疑和消极的等待态度，对云计算相关 IT 设备的投资增长相对缓慢。

与此同时，微软、亚马逊、IBM 等国际云计算巨头纷纷进入中国市场，凭借其技术和商业优势，中国已经获得了大量直接或间接的云计算用户。2014 年，四部委组织了云计算的重大项目。2014 年 11 月，国务院常务会议确定了促进云计算创新发展、加快培育和扩展高科技新产业的措施。2015 年 1 月，国务院发表了《关于促进云计算创新发展培育信息产业新业态的意见》。工业和信息化部发布了云计算“第十三个五年计划”。云计算在中国将迎来一个创新发展的黄金时代。

云计算服务的范围和深度需要进一步扩大

目前，我国云计算用户利用率较高的领域仍包括云主机、云存储等计算资源租赁应用。与 2012 年相比，云存储已经超过云主机成为用户最密集的服务类别，在所有服务中，云分发服务排名更高。未来，基于开发平台的 PaaS 服务还有很大的发展空间。中国云计算服务企业应为客户的核心需求提供更多的解决方案，结合私有云和公共云特点的混合云解决方案的需求将显著增加。

云计算在互联网创新和信息经济发展中的作用日益突出

云计算对未来信息基础设施的设计和使用具有重大影响，使得大型数据资源具有更强的聚集效应。云计算的市场应用空间是动态的、不连续的，具有一定的爆炸性特征。令人高兴的是，业界对云计算不再持怀疑和试探性的态度。相反，接受和接受它，不断探索云计算蕴含的巨大价值，是越来越务实的做法。

目前，我国年轻的云计算服务企业通过积极把握服务电子商务的计算需求，在核心技术研发、平台可靠性、服务过程接口改进、数据安全等方面都经历了严峻的考验。国内企业的业务支撑能力逐渐向政府云、医疗云、教育云的规模扩散。云计算高性能、高可用性的特点得到了市场的认可，充分发挥了云计算“更省，更快，更强”的主要价值。

从国外云计算行业的发展经验来看，用户信心、开发环境和应用是云计算发展的重要因素。因此，基于我国云计算产业发展的不足，促进我国云计算产业的发展和应用具有如下的特殊因素：

政府率先应用云计算，建立用户信心

一是政府部门要带头实施云计算，进一步推进和实施云计算服务纳入政府采购目录。

二是出台相关配套标准，依靠技术力量和可控的第三方云服务提供商，支持政府部门和国有企业将政府业务转移到云环境。

三是鼓励政府在信息化建设项目管理和预算中购买云服务，防止部门建立自己的数据中心和信息系统。

优化云计算的开发环境

一是尽快建立数据保护，加快与云计算相关的信息安全立法，实施信息安全等级保护，鼓励第三方组织进行云环境安全评估和认证。

二是加快建立数据接口、测试评估、运行维护标准等技术服务标准。

三是降低云服务提供商的运营成本，如实施数据中心能源使用效率的分级电价，将带宽成本纳入营业税改革的税前扣除。

四是协调数据中心建设和宽带发展。加快移动通信网络的发展，提高移动宽带接入的水平。全面推进云计算的社会化应用

构建独立、可控的信息产业体系

一是加大研发投入力度，加大重点技术攻关力度，突破芯片、基础软件、高端仓储等领域，培育中国芯片、基础软件、机械系统、应用软件等安全可靠产业链。

二是加强国内服务器、网络设备、存储设备、云操作系统等软硬件产品在政府、金融、电信、医学、教育等领域的应用和推广。

三是支持领先的软件和信息服务企业抓住产业改革的机遇，通过技术创新和商业模式创新，向平台企业转型升级，做大做强。

中国的云计算产业在政府政策、规划和优惠政策的大背景下迅速发展。目前，新市场空间的不断发展和各种行业的主要组织形式的不断变化，云计算在中国主要还是在信用体系、服务模式和关键产业的应用，面对国家的云计算和大数据重大战略要求相比仍有一定的局限性。

因此，我们应进一步完善法律法规，优化产业发展环境，推进网络基础设施建设，提高宽带网络的速度和性能，设计新一代绿色节能数据中心，促进政府和重点行业应用，突破云计算的核心技术，提高网络信息安全、数据保护和数据保护，立法加强第三方认证评估体系建设。为迎接我国云计算发展的挑战，应抓住云计算发展的战略机遇，深化产业化，实现跨越式发展。

1.6 中国云计算产业生态图谱



图 1 中国云计算产业生态图谱

二、人工智能综述

2.1 人工智能的定义

AI（人工智能）是机器，特别是计算机系统对人类智能过程的模拟。这些过程包括学习（获取信息和使用信息的规则），推理（使用规则达到近似或明确的结论）和自我纠正。AI 的特定应用包括专家系统，语音识别和计算机视觉等。

人工智能是由美国计算机科学家约翰·麦卡锡于 1956 年在达特茅斯会议上创造出来的。今天，它是一个涵盖从机器人过程自动化到实际机器人的所有内容的总称。它最近获得了各大媒体与公众的持续关注，部分原因在于大数据，或者现在进行的业务收集数据的速度，规模和种类的增加。AI 可以执行诸如比人类更有效地识别数据中的模式等任务，使企业能够从数据中获得更多洞察力。

2.2 人工智能的发展

人工智能的发展大致经历了三个重要阶段：

1950-1970 年代（人工智能的“逻辑推理”时代）：1956 年夏天，美国达特茅斯学院举行了历史上第一次人工智能研讨会，被认为是人工智能诞生的标志。在会上，麦卡锡首次提出了“人工智能”概念，纽厄尔和西蒙则展示了编写的逻辑理论机器。人们当时认为只要机器具有逻辑推理能力就可以实现人工智能，但后来发现这样还是远远达不到智能化水平。

1970-1990 年代（人工智能的“知识工程”时代）：专家系统的出现使人工智能研究出现新高潮。DENDRAL 化学质谱分析系统、MYCIN 疾病诊断和治疗系统、PROSPECTOR 探矿系统、Hearsay-II 语音理解系统等专家系统的研究和开发，将人工智能引向了实用化。人们当时认为要让机器学习知识，才能让机器变得智能化，但后来发现将总结好的知识灌输给计算机十分困难。

2000 年至今（人工智能的“数据挖掘”时代）：随着各种机器学习算法的提出和应用，特别是深度学习技术的发展，人们希望机器能够通过大量数据分析，从而自动学习出知识并实现智能化水平。这一时期，随着计算机硬件水平的提升，大数据分析技术的发展，机器采集、存储、处理数据的水平有了大幅提高。特别是深度学习技术对知识的理解比之前浅层学习有了很大的进步，Alpha Go 和中韩围棋高手过招大幅领先就是目前人工智能的高水平代表之一。

深度学习的概念来自于对人工神经网络的研究。神经网络与深度学习相同的特点是采用相似的层次，但不同的地方是深度学习采用不同的训练机制，具有较强的表达能力。传统神经网络在机器学习领域曾经是一个热门的研究方向，但由于参数调整困难、训练速度慢等原因，传统的神经网络在机器学习领域已经逐渐退出了历史舞台。深度的神经网络模型已成为人工智能领域的一个重要的前沿，深度学习算法模型也经历了一个快速迭代周期，提出了各种各样的新的算法模型，其中卷积神经网络（Convolutional Neural Network，CNN）模型成为最热门的网络模型。

《麻省理工学院技术评论》将深度学习列为 2013 年十大突破性技术之首。随着深度学习技术的成熟，人工智能逐渐从尖端技术开始流行起来。公众对人工智能最深刻的理解就是 AlphaGo 和李世石之间的比赛，这是人工智能最关键的深度学习功能。AlphaGo 有两个深层神经网络，价值网络和策略网络。价值网络评估棋盘形势，策略网络选择落子位置。这些神经网络模型是通过一种新的方法训练出来的，它结合了在人类专家比赛棋谱和以及在自我对弈中进行强化学习。也就是说，人工

智能的存在可以使 AlphaGo 的围棋水平在学习上不断提高，李世石的失利已使公众初步认识到人工智能的威力。

2.3 人工智能的分类

AI 可以通过多种方式进行分类，这里列举两种分类的方法。

第一种将 AI 系统分类为弱 AI 或强 AI。弱 AI，也称为窄 AI，是为特定任务设计和训练的 AI 系统。虚拟个人助理，如 Apple 的 Siri，是一种弱 AI 的形式。

强人工智能，也称为人工智能，是一种具有广泛的人类认知能力的人工智能系统，因此当提出一项不熟悉的任务时，它具有足够的智能来寻找解决方案。也就是是否能够通过由数学家阿兰·图灵于 1950 年开发的图灵测试，判断计算机是否能真的像一个人一样思考，尽管该方法是有争议的。

第二种是来自密歇根州立大学综合生物学和计算机科学与工程助理教授 Arend Hintze 的分类方法。他将人工智能分为四类，从现有的人工智能系统类型到尚不存在的有感知系统。

2.3.1 被动应激的

最基本的 AI 系统类型可以理解为是被动应激的（Reactive machines），并且既不能形成记忆，也不能利用过去的经验来为当前的决策提供信息。IBM 的国际象棋超级计算机 Deep Blue 在 20 世纪 90 年代末击败了国际大师加里卡斯帕罗夫，是这类机器的完美典范。Deep Blue 可以识别国际象棋棋盘上的棋子并知道每个棋子的动作。它可以预测它及其对手的下一步可能是什么。它可以从各种可能性中选择最佳的动作。

但它没有任何过去的概念，也没有任何关于之前发生的事情的记忆。除了很少使用国际象棋特定的规则——不能重复相同的移动三次，深蓝在处理每一步行棋之前会忽略一切。它所做的只是了解现在国际象棋棋盘上的棋子布局，并从可能的下一步动作中进行选择。

这种类型的人工智能直接感知世界并根据其看到的行为行事，而不依赖于世界的内在概念。人工智能研究员 Rodney Brooks 在论文中指出，人类应该只建造这样

的机器，主要原因是人们并不擅长为计算机编写准确的模拟世界，在 AI 环境下才能被计算机处理的“世界”。

目前即使是最优秀的 AI 要么没有这样的世界概念，要么仅仅具有非常有限和专门的类似概念。Deep Blue 设计的创新并不是要扩大计算机所考虑的可能影像范围，相反开发人员找到了一种方法来缩小其观点，停止追求一些潜在的未来动作，所有的一切是基于对直接结果的评价。如果没有这种能力，Deep Blue 只能等待硬件的革命，成为一台更强大的计算机才能击败卡斯帕罗夫。

同样，谷歌的 AlphaGo 已经击败了顶级人类围棋专家，它也无法评估所有潜在的未来动作，只是它的分析方法比 Deep Blue 更复杂，使用神经网络来评估棋局发展。

这些方法确实提高了 AI 系统更好地玩特定游戏的能力，但它们不能轻易改变或应用于其他情况。这些计算机化的 AI 没有更广阔世界的概念，这意味着它们不能超越它们所分配的特定任务，并且容易找到被欺骗的方法。

他们不能像我们有朝一日想象 AI 系统一样以交互方式参与这个世界，相反每次遇到相同情况时，这些机器的行为方式都完全相同。这对于确保 AI 系统值得信赖确实非常有用，比如自动驾驶就会变得非常可靠。但如果我们希望机器真正与世界接触并做出回应就毫无希望了，这些最简单的人工智能系统永远不会感到无聊，欣喜或悲伤。

2.3.2 有一定程度记忆

第二类的人工智能是有一定程度记忆的（Limited memory），这个类型的机器可以回顾过去。自动驾驶汽车已经完成了部分工作。例如，它们观察其他车辆的速度和方向。这不可能在一瞬间完成，而是需要识别特定对象并随着时间的推移进行监控。

这些观察结果需要被不断添加到自动驾驶汽车的程序运行过程中，除此之外还包括车道标记，交通信号灯和其他重要元素，如道路曲线等。当汽车决定何时改变车道，避免切断其他驾驶员或被附近的汽车撞击时，它们都包括在内。但这些关于过去的简单信息只是暂时的，而不是作为汽车可以学习的经验库的一部分而保存的，但这是真实的人类驾驶员积累驾驶经验的方式。

那么如何才能构建完整表示的 AI 系统，记住他们的经验并学习如何处理新情况？目前很难做到这一点，这也恰好验证了 Rodney Brooks 的观点。也许基于真实人类的起源——达尔文进化论启发的方法才可以让机器建立自己的特征来开始弥补人类的缺点。

2.3.3 心理理论

下一代更先进的 AI 需要的不仅是形成了关于世界的表征，而且还形成了对世界上其他的人或实体的表征。在心理学中，这被称为“心理理论”（Theory of mind）——理解世界上的人、生物和物体来影响自己行为之思想和情感。

这种特性对于我们人类形成社会有至关重要的意义，因为它使我们能够进行社交互动。如果不了解对方的动机和意图，并且没有考虑到其他人对我或环境的了解，那么一起工作困难的，甚至是不可能的。如果未来的 AI 确实生活在我们中间，那么它必须能够理解我们每个人自己的想法和感受，以及我们期望被对待的方式，它必须相应地调整自己的行为。

2.3.4 自我表征

AI 开发的最后一步是构建可以形成自我表征（Self-awareness）的系统。最终我们的 AI 研究人员不仅要了解意识，还要构建拥有意识的来源。从某种意义上说，这是第三类人工智能所具有的“心理理论”的延伸。意识也被称为“自我意识”，也就是“我想要”与“我知道我想要”是一个完全不同阶段的意识。有意识的 AI 能够意识到自己，去了解他们的内部状态，并且能够预测他人的感受。假设有人在交通中鸣喇叭，我们会感到愤怒或不耐烦，因为这是我们在向别人鸣喇叭时的感受。没有心理理论，我们就无法做出那种推论。

虽然我们还远没有创造出自我意识的机器，但我们应该集中精力去理解记忆、学习以及根据过去的经验做出决策的能力，这是了解人类智能的重要一步。而且，如果我们想要设计或改进那些能够有资格人类面前分类的机器，这就至关重要。

2.4 人工智能的技术

2.4.1 深度学习

深度学习是人工智能的一个方面，它涉及模仿人类用来获取某些类型知识的学习方法，最简单的深度学习可以被认为是一种自动化预测分析的方法。传统的机器学习算法是线性的，但深度学习算法堆叠在一个越来越复杂和抽象的层次结构中。

一个理解深度学习的例子是，想象一个小孩学习一个词是狗。小孩通过指向一个物体并说出狗这个词来了解什么是狗/不是狗，父母会说“是的，那是一只狗”或者“不，那不是狗”。小孩进而继续指向新的物体并继续询问、了解的时候，他会越来越意识到狗拥有的所有特征。小孩在不了解客观事物的情况下做的这个事情，也就是通过构建一个层次结构来阐明复杂的抽象（狗的概念），其中每个抽象层次都是从层次结构的前一层获得的知识创建的。

使用深度学习的计算机程序经历了相同的过程。层次结构中的每个算法对其输入应用非线性变换，并使用其学习的内容创建统计模型作为输出。迭代继续直到输出达到可接受的准确度。数据必须通过的处理层数也就是来自标签的深层启发。

2.4.2 计算机视觉

计算机视觉是使计算机“看到”的科学。它采用一个或多个摄像机，模数转换（ADC）和数字信号处理（DSP），生成的数据将发送到计算机或机器人控制器。计算机视觉的复杂性与语音识别相似。由于人眼只对 390 至 770 纳米的电磁波长敏感。摄像机可以对比这更宽的波长范围敏感。一些计算机视觉系统就可以在红外（IR），紫外（UV）或 X 射线波长下起作用。

双目（立体）机器视觉需要具有高级处理器的计算机，这种深度感知需要高分辨率相机，大量随机存取存储器（RAM）和人工智能（AI）编程。它用于从签名识别到医学图像分析的各种应用中。专注于基于机器的图像处理的计算机视觉通常与机器视觉相混淆。

2.4.3 自然语言处理

自然语言处理（NLP）是计算机程序理解人类语言的能力。NLP 应用程序的开发具有挑战性，因为计算机传统上要求人们用精确，明确和高度结构化的编程语言或通过有限数量的明确发音的语音命令与它们“对话”。然而，人类的言语并不总是精确的，通常是模棱两可的，语言结构可能依赖于许多复杂的变量，包括俚语，地区方言和社会背景等。

大多数关于 NLP 的研究都围绕着搜索，特别是企业搜索。机器通过解释人类语言句子的重要元素，例如可能对应于数据集中特定特征的元素，并返回答案。NLP 可用于解释自由文本并使其可分析。例如，在自由文本文件中存储了大量信息，例如患者的医疗记录。在基于深度学习的 NLP 模型之前，计算机辅助分析无法获取此信息，无法以任何系统方式进行分析，但 NLP 允许分析人员筛选大量自由文本以查找文件中的相关信息。

情感分析是 NLP 的另一个主要用例。利用情绪分析，数据科学家可以评估社交媒体上的评论，以了解其业务表现，或者查看客户服务团队的说明，以确定人们希望业务更好地发挥作用的领域。谷歌和其他搜索引擎将他们的机器翻译技术建立在 NLP 深度学习模型上。这允许算法读取网页上的文本，解释其含义并将其翻译成另一种语言。

模式识别是机器学习的一个分支，专注于识别数据中的模式。今天的这个词已经过时了。

2.4.4 机器人技术

机器人技术是一个专注于机器人设计和制造的工程领域。机器人通常用于执行人类难以执行或执行一致的任务。它们用于汽车生产的装配线或由 NASA 用于在太空中移动大型物体。最近，研究人员正在使用机器学习来构建可以在社交环境中进行交互的机器人。

2.5 中国人工智能产业的发展因素

前提：应用场景的落地

一切的事物要想进一步发展，就不能脱离客观存在的“现实”，否则就违背了自然规律。因为我们对人工智能的应用场景并不是很熟悉。所以现阶段的人工智能虽然取得了不错的成果，但人工智能产品的投入使用并未普及。

近期人工智能领域取得的发展成果由大事件和政策所能体现，比如 AlphaGo 大胜世界冠军柯洁。人机大战受到人们的关注和舆论，并以战胜人类让世人大跌眼镜。此外还有百度李彦宏的无人驾驶汽车，以及国家政策对人工智能发展做出的规划，为人工智能发展方向确定方向。人工智能商业化得到了政策的支持。从 15 年至今的一系列政策可以看出，国家对人工智能发展的关注重心开始向技术的落地和应用上转移。

人工智能还一定要与行业结合，形成真正有效的行业智能，才能助力传统行业转型升级，推进人工智能与实体经济快速融合。”全国人大代表、联想集团董事长兼 CEO 杨元庆建议称，用人工智能武装各行各业，给实体经济插上腾飞翅膀。

人工智能正处于关键时期，包括产品、技术等，都是需要把控好方向，克服技术瓶颈。所以可以理解，人工智能虽然发展不错，产品成果也很乐观，但真正应用在我们大众的生活场景中，还有待时日。研究院、研发团队，如果没有场景落地、平台业务支持，基本上很难往下走。客观来说，人工智能正在规范发展步骤，朝着成熟稳重的方向发展。而人工智能场景应用就显得尤为重要！

核心：算法

“算法”就是人工智能的“魂”，是最核心部分。没有算法，一切都是“水中月”，“镜中花”！大部分人工智能的算法早就被发明出来，但是效果并不突出，而深度学习的横空出世几乎垄断了目前人工智能所有领域。与大部分传统算法相比，深度学习的效果随着数据量的增大有显著的提升，因而更大量的数据可以提高算法的表现，而传统的算法很难做到这一点。机器学习的算法需要人手工选取特征值，这很大程度上取决于经验和运气，因而算法的效果容易遇到瓶颈。而深度学习则通过计算机

自动地学习一些特征，只要有更大量的数据就会有更好的特征被提取出来。利用深度学习，20 到 30 层的神经网络已经很常见，更深层的网络具有更强的抽象能力从而产生更好的结果。深度学习增加了神经网络的层数，因此网络才有了更强大的特征挖掘能力，但同时模型的参数也随之大量的增加。当人们把原本用于游戏中处理高质量画面的 GPU 拿来运行深度学习算法后，计算机可以几百倍地加快模型的训练速度。

深度学习突破了人工智能算法瓶颈。2006 年，Geoffrey Hinton 和合作者发表论文《A fast algorithm for deep belief nets》，此后“Deep Learning（深度学习）”的概念被提出。在短短几年时间里，深度学习颠覆了语音识别、语义理解、计算机视觉等基础应用领域的算法设计思路，逐渐形成了从一类训练数据出发，经过一个端到端的模型，直接输出最终结果的一种模式。由于深度学习是根据提供给它的大量的实际行为（训练数据集）来自我调整规则中的参数，进而调整规则，因此在和训练数据集类似的场景下，可以做出一些很准确的判断。

关键：大数据

说到数据，毋庸置疑，是这个时代的重要资产。数据，反映了事物的原理和规律。当你找到它的规律后，可以去预测未知。如果说数据是原油的话，那么人工智能就是从原油中提炼各种高价值产品的加工厂，它的重要性可见一斑。

从数据中发现知识、洞察和规律，这本身不是一个新概念。几百年前，在开普勒时代就有这样的实践。当时，开普勒从几百页的天体位置数据中，提炼并总结出了天体运动的三定律，至今仍在被使用，也就是我们熟知的开普勒三定律。现在，人工智能帮助我们实现了借助大规模云计算的方法，从海量的数据中自动学习知识和规律。

数据驱动的人工智能可以带来个性化的体验。例如当我们进入一些网站，会得到许多个性化体验。这些体验让网站不再是千人一面，通过数据驱动的人工智能可以为每一位访客做出调整和优化。有效的个性化服务源自对大量数据的深度分析，人工智能帮助我们精准地将最恰当的体验匹配给每位用户。

其次，数据驱动的人工智能可以带来细粒度的行业策略，这些策略可以帮助企业精细化地运营。例如，一个产品的目标客户群可以粗略地定义为一定年龄范围的

男性或女性。应用了数据驱动的人工智能以后，我们可以得到一个比较详细的描述，我们不仅可以基于年龄、性别这样的因素，还可以交叉考虑更多的维度，例如兴趣爱好、行为习惯等，从而得到细粒度的营销策略。

最后，数据驱动的人工智能可以带来知识和洞察。我们从经验中可以学习到新知识，而数据驱动的人工智能带给我们的核心价值是，持续地、运营化地从数据中挖掘知识、学习知识的能力。这个知识未必是写在教科书上的，而是从数据中实时地、最大体量地同时也是最有效地获得知识，用于生产和业务实践中。类似地通过人工智能可以从数据中获得持续的洞察。

助推器：计算能力

计算力是执行算法、处理数据的基础，首先，人工智能对计算能力的要求很高，而以前研究人工智能的科学家往往受限于单机计算能力，需要对数据样本进行裁剪，让数据在单台计算里进行建模分析，导致模型的准确率降低。伴随着云计算基数和芯片处理能力的迅速发展，可以利用成千上万台的机器进行并行计算，尤其是 GPU\FPGA 以及人工智能专用芯片的发展为人工智能落地奠定了基础计算能力，使得使用类似于人类的深层神经网络算法模型的人工智能应用称为现实。

人工智能算法需要强大的计算能力。根据 DeepMind 团队发表在《Nature》上的文章《Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search》，DeepMind 训练 AlphaGo 的机群价值 500 万美元，包括 1202 个 CPU 和 176 个 GPU。半导体产业在摩尔定律长达半个世纪的推动下成绩空前。半个世纪以来，芯片计算能力指数上升，成本呈指数下降。半导体行业巨头 Intel 已实现 14nm 工艺，相当于常见细菌的细胞壁厚度，处理器性能相当于 Intel 在 1971 年制造的第一款 10um 工艺（10000nm）微处理器 Intel 4004 的 3500 倍，能源效率提升了 90000 倍，而成本只有其六万分之一。而 GPU 天生更适合机器学习。与传统以串行处理为主的 CPU 不同，GPU 的设计更适用于进行并行计算。CPU 包含几个专为串行处理而优化的核心，GPU 则由数以千计更小、更节能的核心组成，这些核心专为提供并行性能而设计。GPU 的并行计算能力可同时处理人工智能算法所需的大量数据，大大提升计算效率。

GPU 缩短了深度学习的训练周期，加速人工智能产业发展进程。随着 GPU 技术的发展，为模拟人脑计算能力所构建的神经网络连接的数目出现巨大增长。以语音识别为例，深度学习所需样本量在十亿量级，采用 CPU 单机需要几年才能完成一次训练，而 GPU 只需数周就能完成。GPU 缩短了深度学习的训练周期，进而加速人工智能产业发展进程。GPU 芯片性能的提升大大提高人工智能运算速度。英伟达通过改善 GPU 设计、系统架构、编译器及算法，在短短三年内使训练深度神经网络的速度提升 50 倍。英伟达预计，在未来几年里训练深度神经网络的速度将再提升 10 倍。而国内最好的人工智能硬件研究项目“寒武纪”小组的最新研究结果表明，GPU 能够提供平均 58.82X 倍于 CPU 的速度。

重要环节：人才

随着社会的不断进步和科学的不断发展，人才对人工智能的发展越来越重要，不管你看哪一条新闻，总会有新闻说人工智能对企业发展的影响及将会带来的利益。而影响人工智能发展前景的便是人才，在这个数字化的时代，人才推动着人工智能的发展，但现在面临着人才短缺的问题，企业正通过与大学的合作来培养人才来解决人工智能方面人才短缺的问题。受人工智能的影响，全球 GDP 可能要高出原来的百分之十四，差不多相当于 15.7 万亿美元，可想而知人工智能对企业的重要性，那影响人工智能的就是人才。

但根据时代的进步，人才变的越来越让人捉摸不透。人工智能和人类要学会交替，不过度依赖机器来完成工作，要是人工智能与人类并联作战，这对企业的发展是非常重要的。寻找外部人工智能人才是非常的困难，凤毛麟角，很难找到自己需要的人才，很难有人了解企业环境中机器学习系统的技术，同时还是在数学或者统计的领域里。

在众人中，我们需要的人才可能只存在一个或两个人，虽然毕业生变得越来越多，但还是不能满足人工智能的需要，所以培养人才是我们面临的巨大的困难。培养人才要注重多方面，不能只抓一方面，企业的发展不仅要从内部培养人才，还要积极吸取外部的人才，内外兼并，才能跟上时代的发展。

2.6 中国人工智能产业生态图谱

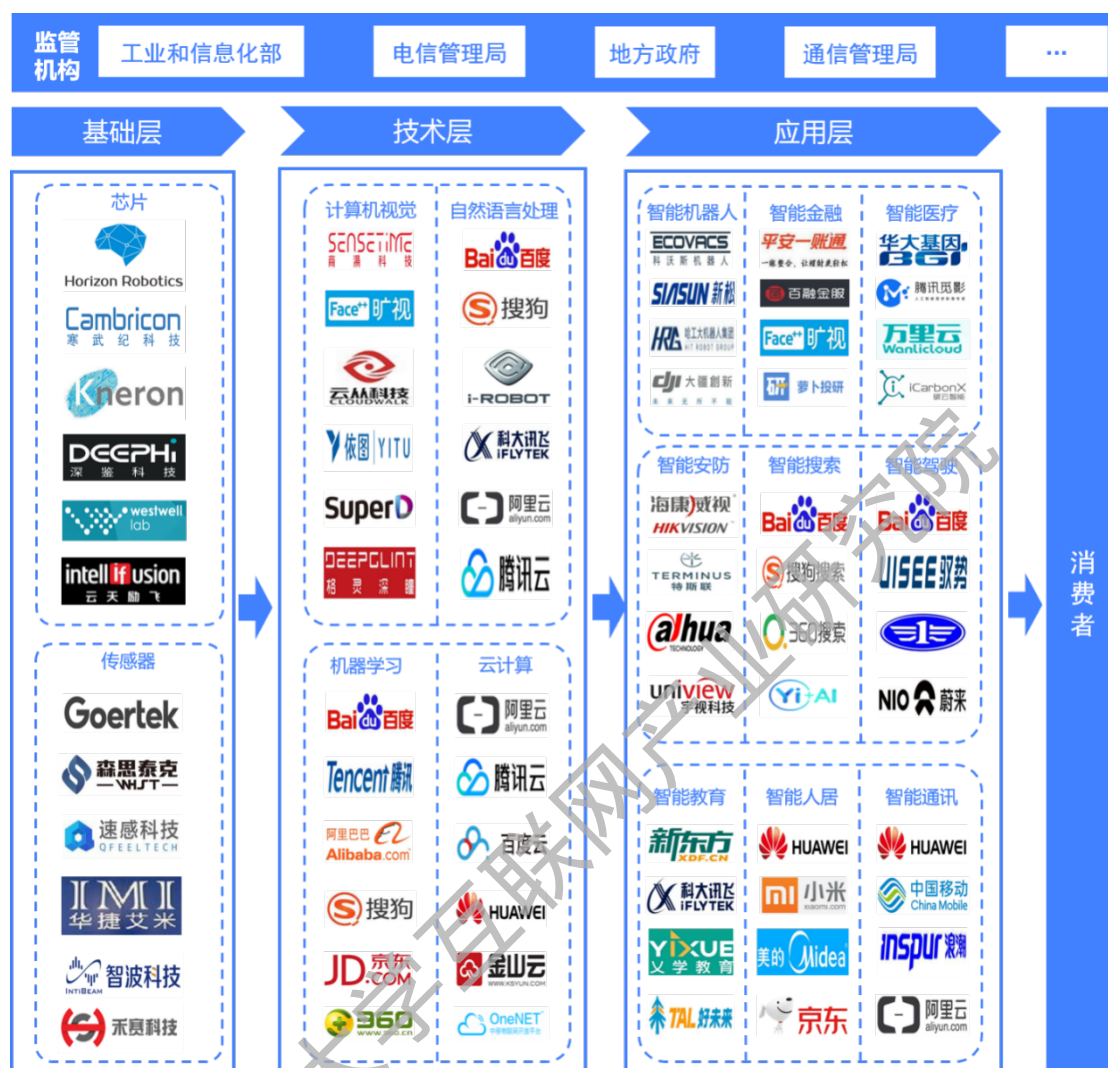


图 2 中国人工智能产业生态图谱

三. 国内外产业政策对比分析

3.1 联合国的人工智能政策

标志着第四次工业革命的到来，人工智能（AI）的使用正在渗透到医疗保健，运输，教育，金融和保险等各个主要行业。麦肯锡全球研究院表示，人工智能正在促进社会转型，“工业革命的发生速度提高十倍，规模扩大 300 倍或影响提升约 3000 倍”。

在医疗保健行业，AI 帮助临床医生进行诊断的能力是患者直接受益的一种主要方式。科技巨头 IBM 将 AI 引入医疗保健主流，当时它将人工智能平台 Watson 提供给 13 个国家的癌症中心，以帮助肿瘤学家为患者确定基于证据的治疗方案。

AI 的承诺不仅限于商业应用。它显示出巨大的潜力，有助于解决世界各地开发计划署工作人员每天都在应对的一些世界上最具挑战性的发展问题。一项充满希望的努力是利用人工智能自动化开发计划署的快速综合评估（RIA），这一工具可帮助各国政府评估国家发展计划和部门战略与可持续发展目标的 169 个目标的一致性，以确定一个国家是否准备实施全球发展议程。

作为“社会福利科学”计划的一部分，联合国开发计划署与 IBM 研究院合作，实现了自动化 RIA，这是一个繁琐的过程，通常需要专家三到四周才能完成并需要手动审查数百个，有时甚至数千个文档页面并评估国家发展重点与全球可持续发展目标的一致性。

该计划使用人工智能开发了一种算法，该算法已经过测试，用于评估已经进行人工 RIA 的五个国家（不丹，柬埔寨，利比里亚，毛里求斯和纳米比亚）的国家发展计划。这样做是为了将算法应用的结果与专家进行的手动 RIA 的结果进行比较。总体结果非常积极，该系统确定了大量符合可持续发展目标的相关国家目标。在某些情况下，该系统还能够确定在进行人工 RIA 时专家未采纳的一致性的国家目标。

在将该算法应用于巴布亚新几内亚国家计划方面也取得了类似的令人鼓舞的结果，该计划尚未对其进行 RIA。重要的是，在该系统的帮助下，进行 RIA 所需的时间可以大大减少，从三周到四周减少到三到四天。这项努力的成功值得注意，因为它将有助于各国迅速找出协调方面的差距，从而使它们能够根据具体情况和优先事项更好地将可持续发展目标纳入其规划框架。

虽然人工智能有可能解决世界上许多发展问题，但人们越来越关注人工智能对劳动力市场的影响以及采用这种新技术所需的技能。减轻这些挑战将需要确保人工智能被利用为共同利益，广泛分享利益，特别是在最边缘化的人群中。

联合国将在荷兰建立一个关于人工智能与机器人中心监测 AI 和机器人技术的发展，与之相配套的荷兰海牙市的政府。该办公室将在联合国区域间犯罪和司法研究所（UNICRI）下组织的一个机构中帮助将整个联合国人工智能的专业知识集中在一起。犯罪司法所于 2015 年启动了关于人工智能和机器人技术的方案。

2015 年 10 月，联合国大会第 70 届会议召开了“迎接国际安全挑战和人工智能产生的挑战”活动。2017 年 10 月，联合国领导了联合国经济及社会理事会联席会议（经社理事会）和第二委员会审议人工智能对可持续发展的作用和影响。

联合国发展集团还提供有关数据隐私，数据保护和数据道德的一般指导。联合国秘书长可持续发展数据革命问题独立专家咨询小组就如何调动大数据促进可持续发展提出了建议。

“联合国特定常规武器公约”也成为讨论与致命自治武器系统（LAWS）出现有关的问题的论坛。有关法律政府专家组 2018 年会议的更多信息，请点击此处。

国际电信联盟（ITU）是联合国信息和通信技术专门机构，已成为探讨人工智能影响的关键联合国平台之一。国际电联表示，它“将为政府，工业界和学术界提供一个中立的平台，以便对新兴的人工智能技术的能力以及随之而来的技术标准化和政策指导需求达成共识”。

国际电联于 2017 年和 2018 年组织了“AI for Good Global Summit”活动，该活动被称为“人工智能对话的主要联合国平台。”峰会重点关注确保人工智能技术可信，安全和包容性发展的战略。和公平获得他们的利益。首脑会议的小组强调了人工智能通过利用卫星图像绘制贫困和自然灾害援助等能力，帮助实现可持续发展目标（SDG）的能力，并帮助实现全民健康覆盖。

国际电联还设有未来网络机器学习焦点组，其中包括 5G，旨在起草未来网络机器学习的技术报告和规范。

3.2 国外产业政策分析

美国：人工智能一直保持世界领先

2016 年 10 月-12 月，美国白宫接连发布了三份人工智能发展报告，分别是：10 月 13 日，美国白宫科技政策办公室（OSTP）下属国家科学技术委员会（NSTC）发布了《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研究与发展战略计划》两份重要报告，详细描述具体战略和路线图；12 月 20 日，美国白宫发布了《人工智能、自动化与经济报告》，报告中提出“人工智能的时代即将来临，敦促国会议员应该设法让美国经济为此做好准备”。从政策出发点来看，报告重点服务于经济应

用和社会服务，类似于中国政府提出的“人工智能等新兴技术和实体经济深度融合”。毋庸置疑，在信息社会时代美国是全球 ICT 创新中心，在人工智能领域美国也在力争继续领先。Google、Facebook、微软、IBM、亚马逊等公司也不断加大对人工智能研发的投入，集聚了大量的实验成果、人才团队。特别值得中国借鉴的是美国将 AI 技术渗透到交通、医疗、金融、环保等诸多领域，并建立起全面的管理体系，帮助政府实现精细化整理，加强人工智能产业链的建设和完善，人工智能只有跟实体经济结合起来，才能加速技术迭代发展。

欧洲：计划占全球比例四成，推动人工智能立法先行

为了深入开展人脑研究，推动人工智能的发展，欧盟在 2013 年将“人脑计划”纳入其未来旗舰技术项目，并分 3 个阶段实施。分别是 2013 年 10 月至 2016 年 3 月的“快速启动”阶段，2016 年 4 月至 2018 年 8 月的“运作阶段”，以及最后 3 年的“稳定阶段”。2014 年 6 月欧盟启动了《欧盟机器人研发计划》（SPARC），而且计划使欧洲机器人行业年产值增长至 600 亿欧元，在全球市场份额的占比提高至 42%；2016 年 6 月，欧盟率先提出了人工智能立法动议，欧洲已经在人工智能立法方面走在了前列，甚至认为机器人也应该缴税并享受社会保障待遇，但现实的目标是如何通过人工智能提高社会生产力，尽早使人类能够摆脱物质与金钱的束缚，实现真正的自由。相对于欧盟，已开展脱离欧盟工作的英国也有自己的发展思路，2013 年，英国将“机器人技术及自治化系统”列入“八项伟大的科技”计划，宣布要力争成为第四次工业革命的先导者。2017 年 10 月，英国工业联合会（CBI）发布《在英国发展人工智能产业》的报告，并预计到 2035 年 AI 将为英国经济增加 8140 亿美元，英国在机器人人文领域或人形机器人的实现方面并无太多考虑，而是聚焦在 AI 实际各领域应用算法方向。

日本：技术发展相对谨慎计划分三步走

日本曾经在 20 世纪 80 年代末期发力以知识工程、专家系统为代表的人工智能，投入较大，但无功而返。随着 90 年代中后期计算机、互联网的兴起，该国人工智能浪潮淡出视野。

直到 2015 年 1 月，日本发布“机器人新战略”，提出了“世界机器人创新基地”、“世界第一的机器人应用国家”、“迈向世界领先的机器人新时代”三大核心目标，并制定了五年计划。日本政府《日本再兴战略 2016》中，明确提出实现第四次产业革命的具体措施，将物联网（IoT）、人工智能（AI）和机器人作为第四次产业革命的核心。日本政府还设立了“人工智能战略会议”，将 2017 年确定为人工智能元年，并制定了三步走的行动计划。第一阶段（2020 年前后），确立无人工厂、无人农场技术，普及利用人工智能进行药物开发支援，通过人工智能预知生产设备故障。第二阶段（2020~2030 年），实现人员和货物运输配送的完全无人化、机器人协调工作，实现针对个人的药物开发，利用人工智能控制家和家电。第三阶段（2030 年之后），使看护机器人成为家里的一员，普及机器人移动的自动化、无人化，“将人为原因的死亡事故降至零”。通过人工智能分析潜在意识，可视化“想要的东西”。发那科（Fanuc）、库卡（KUKA）、ABB 以及安川四大厂商一度占据中国工业机器人 70% 以上的份额，这四家企业其中有两家来自日本。在拥有成熟制造技术的工业机器人四大家族中，其中一家已经成为中资企业子公司。2017 年 1 月 6 日，中国美的集团完成要约收购库卡集团股份的交割工作，从此在四大工业机器人领域中，中国有了一席之地。

俄罗斯：在 AI 领域聚焦传统强势产业领域，欲求重大突破

普京曾在 2017 年表示，人工智能是“人类的未来”，而掌握它的国家将“统治世界”，暗示该国在这一领域尚未取得重要进展。俄罗斯国防部门呼吁民用和军备设计师联合开发人工智能技术，以“应对技术和经济安全领域可能出现的威胁”。俄罗斯的人工智能重点是基于当前军事领域的科技力量，加强战斗机器人、无人机和自动化指挥系统的研发。俄罗斯还是资源产出大国，在石油产业也在尝试人工智能、

机器人技术。当前，该国创业企业基本都停留在制造算法的层面，还未取得重大突破。

其他地区：纷纷跟随，但是竞争力有限

其他小型发达国家和地区也纷纷提出人工智能的发展战略。例如，2017 年 10 月，石油大国阿联酋将人工智能确立为国家战略，同时高调任命了全球首个人工智能部部长。2017 年，新加坡国立研究基金会推出“新加坡全国人工智能核心”(AI.SG)计划，结合政府、研究机构与业界三大领域的力量，促进人工智能的使用。

总结

全球已进入人工智能竞赛期，人工智能技术的发展基于计算机技术、网络技术、大数据分析能力、算法技术先进性。在信息化阶段，没有充分发展的国家开展人工智能时会面临很多障碍。因此，世界各国都在努力发展信息化为人工智能打好基础，努力争取在人工智能产业占得先机。

3.3 国内产业政策分析

3.3.1 国家政策分析

随着人工智能的快速发展，国家相继出台一系列政策支持中国人工智能的发展，推动中国人工智能步入新阶段。2017 年 7 月 20 日，国务院印发了《新一代人工智能发展规划》。规划中提到分三步走，第一步，到 2020 年人工智能总体技术和应用与世界先进水平同步，人工智能产业成为新的重要经济增长点，人工智能技术应用成为改善民生的新途径，有力支撑进入创新型国家行列和实现全面建成小康社会的奋斗目标。第二步，到 2025 年人工智能基础理论实现重大突破，部分技术与应用达到世界领先水平，人工智能成为带动我国产业升级和经济转型的主要动力，智能社会建设取得积极进展。第三步，到 2030 年人工智能理论、技术与应用总体达到世界领先水平，成为世界主要人工智能创新中心，智能经济、智能社会取得明显成效，为跻身创新型国家前列和经济强国奠定重要基础。2017 年 12 月，《促进新

一代人工智能产业发展三年行动计划（2018-2020 年）》的发布，它作为对 7 月发布的《新一代人工智能发展规划》的补充，详细规划了人工智能在未来三年的重点发展方向和目标，每个方向的目标都做了非常细致的量化，足可以看出国家对人工智能产业化的重视。

具体政策如下：

表 1 国家政策分析

时间	政策	内容
2015 年 5 月	《中国制造 2025》	加快推动新一代信息技术与制造技术融合发展，把智能制造作为两化深度融合的主攻方向；蓄力发展智能装备和智能产品，推动生产过程智能化装备和智能产品，推动生产过程智能化
2015 年 7 月	《国务院积极推进“互联网+”行动的指导意见》	将人工智能为其 11 项重点行动之一。具体行动为：培育发展人工智能新兴产业；推动重点领域智能产品创新；提升终端产品智能化水平。主要目标是加快人工智能核心技术突破，促进人工智能在智能家居、智能终端、智能汽车、机器人等领域的推动应用
2016 年 3 月	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》	加快信息网络新技术开发应用，重点突破大数据和云计算关键技术、自主可控操作系统、高端工业和大型管理软件、新兴领域人工智能技术，人工智能写入“十三五”规划纲要
2016 年 4 月	《机器人产业发展规划（2016-2020 年）》	到 2020 年，自主品牌工业机器人年产量达到 10 万台，六轴以上工业机器人年产量达到 5 万台以上。服务机器人年销售收入超过 300 亿元；工业机器人主要技术指标达到国外同类产品水平；机器人用伺服电机及驱动器等关键零部件取得重大突破。
2016 年 5 月	《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》	到 2018 年，打造人工智能基础资源与创新平台，人工智能产业体系基本建立，基础核心技术有所突破，总体技术与产业发展与国际统计，应用及系统级技术局部领先。
2016 年 7 月	《“十三五”国家科技创新规划》	发展新一代信息技术，其中人工智能方面重点发展大数据驱动的人工智能技术方法，在基于大数据分析的人工智能方向去的重要突破。
2016 年 9 月	《智能硬件行业创新发展专项行动（2016-2018）》	重点发展智能穿戴设备、智能车载设备、智能医疗健康设备、智能服务机器人、工业级智能硬件设备等

2016 年 11 月	《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》	发展人工智能、培养人工智能产业生态，推动人工智能技术向各行业全面融合渗透。具体包括：加快人工智能支撑体系建设；推动人工智能技术在各领域应用，鼓励各行业加强与人工智能融合，逐步实现智能化升级
2017 年 3 月	2017 年政府工作报告	“人工智能”首次被写入全国政府工作报告
2017 年 7 月	《国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知》	确定新一代人工智能发展三步走战略目标，人工智能上升为国家战略层面。到 2020 年，人工智能技术和应用干世界先进水平同步，人工智能核心产业规模超过 1500 亿元，带动相关产业规模超过 1 万亿元；2025 年人工智能基础理论实现重大突破，部分技术与应用达到世界领先水平，核心产业规模超过 4000 亿元，带动相关产业规模超过 6 万亿元；2030 年，人工智能理论、技术与应用总体达到世界领先水平，核心产业规模超过 1 万亿元，带动相关产业规模超过 10 万亿元
2017 年 10 月	十九大报告	人工智能写入十九大报告，将推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合
2017 年 12 月	《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划（2018-2022）》	《行动计划》从推动产业发展角度出发，结合“中国制造 2025”，对《新一代人工智能发展规划》相关任务进行细化和落实，以信息技术与制造技术深度融合为主，以新一代人工智能技术产业化和集成应用为重点，推动人工智能和实体经济深度融合

3.3.2 地方政策分析

随着互联网的快速发展，给全球互联网科技企业带来了丰厚的营收，而基础研究的进步使得人工智能的商业化得到了很好的支撑，众多创业公司涌现，人工智能的广阔应用前景是对资本的最大吸引力。在中国各省市中，专业针对人工智能产业发布相关政策的省市有上海市、北京市、浙江省、安徽省、贵州省和江西省。整体来看，北京市规划目标与国家目标一致，其他省市规划目标要滞后于国家规划。

截止 2017 年 12 月中国各省市人工智能政策如下：

表 2 地方政策分析

省市	政策	政策内容
贵州省	《贵州省“互联网+”人工智能专项行动计划》	将推动互联网与机器人、智能家居、智能终端、智能监控、智能医疗等领域融合，加快人工智能核心技术与突破，进一步培育发展人工智能新兴产业
	《智能贵州发展规划（2017-2020 年）》	到 2020 年，智能贵州发展取得阶段性进展，初步建立智能贵州发展框架，初步形成智能应用基础设施和人工智能产业链
江西省	《关于加快推动人工智能和智能制造发展若干措施的通知》	确立了江西人工智能产业发展的主攻方向为人工智能产品、智能制造装备、人工智能和智能装备应用及服务四个领域。围绕以上四个主攻领域《措施》进一步推出推动产业发展的十一条措施
山东省	《山东省“十三五”科技创新规划》	研究人工智能模型和算法、处理芯片和认知系统软件等核心关键技术、促进人工智能技术在智能制造、公共安全、医疗健康、智能家居、无人驾驶等领域的应用
陕西省	《陕西省人民政府关于积极推动“互联网+”行动的实施意见》	加快人工智能核心技术突破，推动大数据与人工智能的协同发展，促进人工智能在智能家居、智能终端、智能汽车和机器人领域的推广应用
吉林省	《吉林省人民政府关于积极推动吉林省“互联网+”行动的实施意见》	促进人工智能在智能家居、智能终端、智能汽车和机器人领域的推广应用
黑龙江省	《黑龙江省“十三五”科技创新规划》	提高新一代信息关键技术和核心产业的自主发展能力重点开展物联网、大数据、人工智能与虚拟现实等新一代信息技术及系统的研究开发，加快推动人工智能、虚拟现实和增强现实等新技术新设备在工业、医疗、文化、健康、生活、娱乐等行业转化应用，培育新兴产业
上海市	《关于本市推动新一代人工智能发展的实施意见》	到 2020 年，人工智能应用内涵不断深化，打造 6 个左右人工智能创新应用示范区，形成 60 个左右人工智能深度应用场景，建设 100 个以上人工智能应用示范项目；前沿理论和关键技术研发能力显著提升，在部分关键领域达到全球先进水平。建设 10 个左右人工智能创新平台；建成 5 个左右人工智能特色产业集聚区，培育 10 家左右人工智能创新标杆企业，人工智能重点产业规模超过 1000 亿元
北京市	《北京市加快科技创新培育人工智能产业的指导意见》	到 2020 年，北京新一代人工智能总体技术和应用将达到世界先进水平，部分关键技术达到世界领先水平，形成若干重大原创基础理论和前沿技术标志性成果。

重庆市	《人工智能重大主题专项通报会》	重庆市已启动人工智能重大主题专项，未来3年，计划吸引全社会创新实体投入上亿元开展人工智能技术创新及应用示范
广东省	《广东省促进大数据发展行动计划（2016-2020年）》	支持自然语言理解、机器学习、深度学习等人工智能技术创新
浙江省	《浙江省新一代人工智能发展规划》	力争到2022年，浙江在人工智能基础前沿理论、核心技术、支撑平台、创新应用和产业发展等方面取得重要进展，人工智能总体技术与产业发展水平全国领先并与国际先进水平同步。具体来看，在技术研发方面，获得核心发明专利500项以上，主导或参与制定人工智能技术标准规范10项以上；在产业规模上，形成人工智能核心产业规模500亿元以上，带动相关产业规模5000亿元以上；在应用上，人工智能技术在制造、交通、金融、医疗、教育和政务等领域率先应用和推广
安徽省	《安徽省人工智能产业发展规划（2017-2025年）（征求意见稿）》	到2018年，力争人工智能核心产业规模达到80亿元，带动相关产业规模300亿元；到2020年，力争人工智能核心产业规模达到150亿元，带动相关产业规模450亿元；到2025年，力争人工智能核心产业规模达到350亿元，带动相关产业规模2200亿元

省（直辖市）是人工智能政策发布的主力军

在强弱交错的政策措施下，国家级产业政策为我国人工智能产业的发展提供了强大的顶层推动力。按照政策的发布机构，人工智能政策可分为国家、省（直辖市）、地级市（直辖市辖区）以及产业园区四个级别。其中，国家发布的14项人工智能政策中以弱人工智能政策为主，强人工智能政策只有4个。弱政策虽然居多但却密集，核心是为推动我国人工智能产业的发展造势。

省（直辖市）已成为推动我国人工智能产业发展的主力军。在省（直辖市）发布这一级别中，共有26个政策，分布于16个省份，其中北京、上海、天津、浙江、安徽、吉林、贵州、辽宁这八个省份均发布了2个政策。而地级市（直辖市的区）发布这一级别共发布了15个政策，政策分布于12个地级市以及3个直辖市的区。而产业园区这一级别共发布了6个政策，虽然数量不多，但发布的政策都很有针对性。

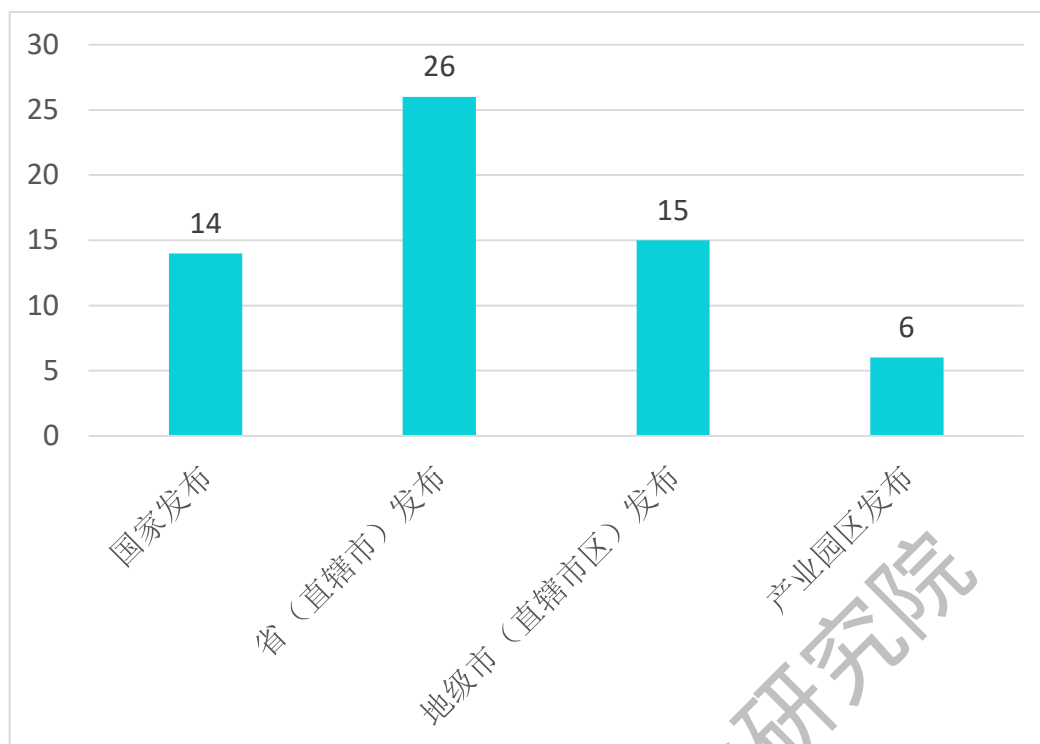


图 3 政策发布部门统计

江苏政策力度排名第一，上海、北京紧随其后

江苏省发布了 5 个人工智能相关政策，在政府力度上领先于全国其余省份。上海、北京、浙江、辽宁以 4 个政策紧随其后，但由于上海的 4 个政策均是“强人工智能政策”，因此，在政策力度上稍稍领先于其他三个省市。北京的 4 个政策除了北京市政府发布之外，中关村管委会和昌平区政府分别发布了一个强相关政策《中关村国家自主创新示范区人工智能产业培育行动计划（2017-2020 年）》和弱相关政策《昌平区积极推进“互联网+”行动实施方案》。浙江省以 2“强”相关、2“弱”相关 4 个政策并列第二，而辽宁省由于沈阳和大连两个城市均发布了人工智能相关产业政策，同样以 4 个政策数排名第二。

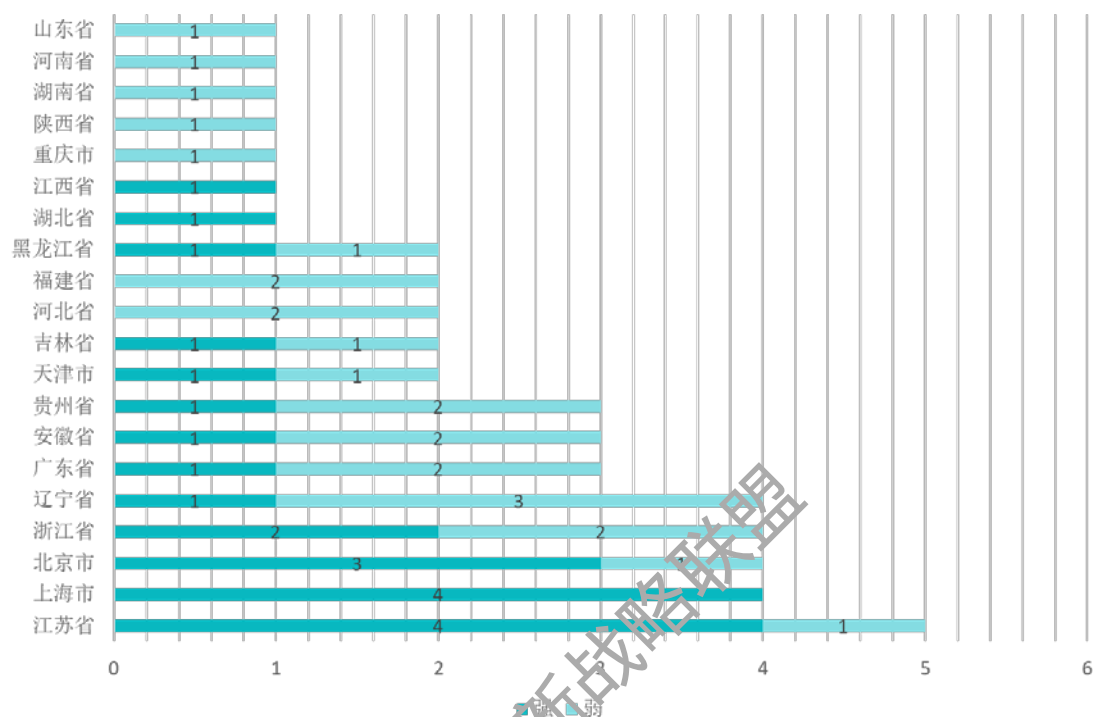


图 4 各省发布的人工智能政策强度对比

广州市以 1200 亿的人工智能产业规模领先于其它各个省市

未来产业发展规模是地方政府综合评估当地产业发展现状与未来发展期望的结果，反映了地方政府发展人工智能产业的力度与决心。根据已统计的政策文本中，未来人工智能重点核心产业规模最高的是广州市，预计将达到 1200 亿，高于其他地区政策所预估的产业规模数。其次是上海市，人工智能重点产业规模超过 1000 亿。第三是南京开发区、中关村以及浙江省政府，预计未来人工智能重点核心产业规模达到 500 亿。

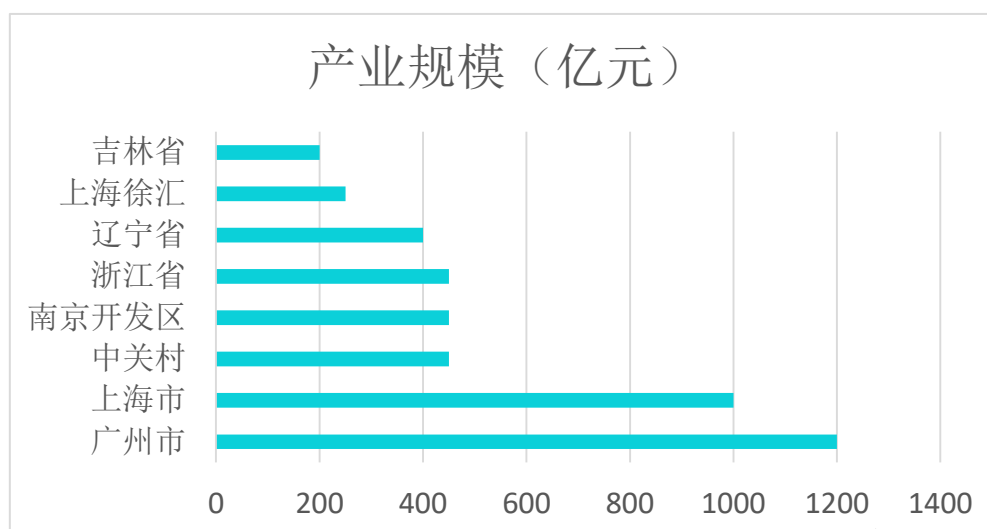


图 5 各政策涉及的产业规模

广州与苏州工业园的投资力度最大，超过百亿元

政府的政策资金扶持对于新型企业来说至关重要，它不仅能促使企业快速发展，还能使企业更加专注于技术创新。在公开的政策文件中，人工智能资金支持力度最大的为广州市与苏州工业园，预计支持力度在百亿级以上。其次是南京开发区，以创立基金的形式，预计投资 80 亿元扶持人工智能产业，由于南京、苏州和常州同属于江苏省，因此在对人工智能产业的资金支持上，江苏省以绝对优势领先于其他省市。部分政策中，虽然没有涉及到具体的扶持金额，但由于当地的风险投资公司较为活跃，所以在政策中也会提及引入外部基金，来支持当地人工智能产业的发展。

表 3 各个政策所涉及的产业扶持引导基金

发布时间	发布机构	文件名称	扶持引导基金
2016/2	贵州经信委	《贵州省“互联网+”人工智能专项行动计划》	2018 年之前，完成投资 5 亿元以上
2017/3	苏州工业园	《苏州工业园人工智能产业发展行动计划（2017-2020）》	到 2020 年，设立百亿级产业发展基金
2017/5	常州科教城	《常州科教城关于加快人工智能产业发展的若干意见》	设立 2 亿元产业基金

2017/7	杭州未来科技城	《引进海内外高层次人才、加快人工智能产业发展的若干政策意见》	企业项目补助最高 800 万；研发补助最高 600 万
2017/9	南京开发区	《人工智能产业发展行动计划（2017-2020）》	到 2020 年，总共设立 80 亿元风险投资基金
2017/10	江西省人民政府	《关于加快推进人工智能和智能制造发展的若干措施》	引进龙头企业资本基金达 1 亿元以上
2017/11	上海杨浦区	《关于促进人工智能和大数据产业发展的若干意见》	领军企业至少 500 万；平台型企业 1000 万；重点实验室 600 万
2017/11	武汉东湖高新区	《武汉东湖高新技术开发区管委会关于促进人工智能产业发展的若干政策》	每年 2 亿元以上产业发展资金
2017/12	上海市经信委	《上海市人工智能创新发展专项支持实施细则》	仅支持没有通过其他渠道获取市财政资金的项目
2018/1	天津市人民政府	《天津市人工智能科技创新专项行动计划》	支持各区成立人工智能产业基金
2018/1	广州市人民政府	《广州市加快 TAB 产业发展五年行动计划（2018-2022 年）》	AI 技术设立百亿级产业基金，鼓励各区设立专项基金

发达城市对人才重视程度更高、力度更大

人才作为城市和企业发展中不可或缺的因素，是区域创新型产业发展的核心推动力。在所统计的人工智能政策中，发达城市对人才的重视程度明显更高，明确提出人才支持政策的政策文本主要集中于北上广杭区域。对于人才的引进，不同的城市的具体措施不尽相同，但归根结底，都是通过资金补贴或者奖励给予人才一定的支持。

只有少数政策文件提及到具体的企业扶持问题

一个企业选择注册地时，不仅要考虑当地的市场环境，同样也要考虑当地产业政策中房租以及税收等优惠措施。而政府的企业或者租房补贴政策，不仅能有效地降低人才的流失率，而且也能帮助企业节约大部分租房资金，使其能有更多的资金用于技术创新。目前，只有 5 个政策文件中涉及到了企业补贴具体措施。

表 4 各个政策涉及的企业补贴

发布时间	发布机构	文件名称	企业补贴
2017/3	苏州工业园	《苏州工业园人工智能产业发展行动计划（2017-2020）》	龙头企业落户、办公用地补贴、企业人才和经济发展奖励
2017/7	杭州未来科技城	《引进海内外高层次人才、加快人工智能产业发展的若干政策意见》	300 万安家费；1500 万办公用房租金补贴
2017/10	江西省人民政府	《关于加快推进人工智能和智能制造发展的若干措施》	税收政策
2017/11	上海杨浦区	《关于促进人工智能和大数据产业发展的若干意见》	标杆性企业：给予 500 万房租补贴；1000 万购房补贴
2018/1	广州市人民政府	《广州市加快 TAB 产业发展五年行动计划（2018-2022 年）》	对龙头企业按不同级别给予 1 亿、2000 万和 800 万资金支持

技术与产业化应用是政策支持的两大大主要方向

人工智能产业的发展及应用，必然要使该产业产品落地，而目前，各个政策中都提及到了以下几个产业应用方向，包括：智能制造、智能机器人、智能终端、智能无人驾驶、智能安防、智能家居、智能医疗等，且这些应用方向都能与传统产业深度融合。同时在各个政策中都涉及到的技术，主要包括计算机视觉、智能语音处理、生物特征识别、自然语言理解、智能决策理论与人机交互、图像识别以及机器学习等。

从政策角度看未来人工智能发展与投资的热点区域

综合以上分析，从政策强度、预期产业规模、政策投资、人才支持、企业扶持五个能够量化的维度，来综合分析未来人工智能发展与投资的热点区域。从政策角度看，江苏、上海、广东、北京、浙江是未来人工智能发展与投资的热点区域。从城市来看，江苏的苏州、上海、广州、北京、杭州是人工智能发展与投资的热点城市。

表 5 从政策角度看人工智能未来发展与投资的热点省市

序号	省市	政策强度	预期产业规模	政策投资	人才支持	企业扶持	综合
1	江苏	9	8	9	8	8	8.5
2	上海	8.5	8.5	8	8.5	8	8.3
3	广东	7	9	9	8.5	8.5	8.2
4	北京	8	8	7	9	7	7.9
5	浙江	7.5	8	7.5	8.5	8.5	7.9
6	天津	7	7	7.5	7	6	6.9
7	辽宁	7	7	6	7	6	6.7
8	安徽	7	6	6	6	6	6.3
9	贵州	7	5.5	7	6	5.5	6.3
10	吉林	7	6.5	5.5	5.5	6	6.3
11	福建	6.5	6.5	6	6	6.5	6.3
12	黑龙江	7	5.5	6	6.5	6	6.3
13	重庆	5.5	6.5	6	6.5	6.5	6.1
14	河北	6.5	6.5	5	5.5	6.5	6.1
15	湖南	5.5	6.5	5.5	6.5	6.5	6.0
16	江西	6	5.5	5.5	7	6	6.0
17	山东	5.5	6.5	6	6	6	5.9
18	河南	5.5	6.5	6	6	6	5.9

19	湖北	6	5.5	5.5	5.5	5.5	5.7
20	陕西	5.5	5.5	5.5	5.5	6	5.6

注：各要素权重比例分别为政策强度占 33%、预期产业规模 19%、政策投资 15%、人才支持 17%、企业扶持 16%。

四. 云计算和人工智能硬件

4.1 芯片

4.1.1 综述

AI 这个概念现在在互联网上十分火爆，但是如果提到实现它的硬件运算核心——AI 芯片，可能就相对来说比较高深莫测，曲高和寡了。其实近几年，尤其是 2017 年后半段开始随着越来越多的智能手机开始将手机中的 AI 相关功能作为各自发布会上重点，从去年开始，人工智能技术的关注度得到了急剧攀升，尤其是在中兴受到美国商业部门的芯片掣肘之后更是引发了相关问题讨论的热潮，以至于去年已经被不少业内人士定义为 AI 芯片元年。一些简单的例子是，比如 iPhone X 创新的 Face ID 结构光解锁技术就是有专门升级的全新 SoC——A11 bionic 的双核架构神经网络处理引擎在执行 3D 人脸识别功能。再者，特斯拉、蔚来等汽车的自动驾驶、小米 AI 智能音箱的语音识别，都大量的运用到了 AI 芯片。随着 AI 算法在各种便携移动终端产品上的应用扩展，特别是智能家居带来的物联网民用相关设备的爆发式增长，整个 AI 芯片市场需求呈现了一个快速爆发的增长态势。

AI 芯片就是专门为特定的 AI 产品或者功能而设计的芯片。这其中包含两类，第一类我们称为专用芯片，比如我们在进行深度学习算法研究时，如果因为环境需要导致必须在笔记本电脑上进行运算的话，我们可以外接一张专业的运算用显卡就可以让深度学习的算法实现更高效率地运算。还有一类我们称之为 SoC (System on Chip, 芯片级系统/片上系统)，也就是通过一个集成度超高的嵌入式系统芯片来完成系统的 AI 功能及周边功能。这里面除了我们熟知的 CPU、GPU 以外，SoC 为了增加 AI 的处理效率，一般还会单独设立区域来专门处理或加速相关算法，典型

的主要有 ASIC、FPGA 这两种基本技术以及在其上衍生出来的其他概念如 NPU、TPU 等等，这些就是 AI 芯片最核心的技术理念。SoC 可以有多种组合，面对不同的应用场景根据不同的产品定义，它可以把这些计算单元揉和起来，组成一个全新的完整芯片。

4.1.2 核心技术

AI 芯片的基本技术

自去年 Alpha Go 打败围棋高手后，人工智能受到越来越多的关注，许多公司正在积极开发能实现移动端人工智能的硬件，尤其是能够结合未来的物联网应用。在过去相当长的一段时间内，FPGA、ASIC 不同的技术特征使得它们各自应用的领域并不相同，ASIC 主要是专业定制化数字信号处理应用，而 FPGA 过去由于其价格高、功耗大，只是在 ASIC 前端验证和一些高端领域才会使用。但是随着半导体工艺水平飞速提高，芯片的功耗与成本不断降低，此外由于其可以编程，比较灵活，因此 FPGA 在近几年异常火爆，逐渐占据了不错的市场份额。最近一些 FPGA 厂商又纷纷推出了带有 DSP 平台的 FPGA，技术之间开始相互融合。

目前，许多公司已经开始布局在移动端能够实现简单人工智能的硬件。目前移动端人工智能硬件针对芯片的不同类别，已经推出的开发平台主要有两种，FPGA 芯片的主要代表是 Xilinx 提出的 Zynq 平台，而 ASIC 芯片的主要代表是 Movidius。

FPGA 全称“可编辑门阵列”（Field Programmable Gate Array），芯片内部是高度集成的各种由数电逻辑判断门电路以及各类存储器，用户主要是通过写入 FPGA 配置文件来定义门电路以及存储器之间的连接方式。FPGA 的优点在于这种写入方法不是一次性的，可以根据需要进行重新写入。ASIC 则是专用集成电路（Application-Specific Integrated Circuit），顾名思义，一旦设计制造完成就无法改变。

因此，FPGA 和 ASIC 自然还有工作效率与工作精度的差距，使用 FPGA 只要拥有配置文件就可以用 FPGA 芯片对应厂商提供的工具实现相应功能了，而同样的功能要计 ASIC 则还需要做很多验证和外围电路设计，需要更多的时间。如果要针对特殊场合，ASIC 需要时间进行特别设计，但是用 FPGA 的话则可以直接选择购

买军工级的 FPGA 规避掉时间成本。当然，FPGA 节约时间成本也是具有一定的代价的，如果我们忽略研发时间，只从产品质量的角度出发，用最好的工艺实现的 ASIC 性能会比用同样工艺 FPGA 性能要高 5-10 倍，且一旦成功量产后 ASIC 的成本会远远低于 FPGA 方案（便宜 10 到 100 倍）。

当然，FPGA 还有另一大优点，就是前面所说的随时可以重新配置，从而在最低的物料成本的前提下尽可能多实现功能。相对地，如果一个 FPGA 芯片本身已经被配置了一定的功能，如果要想让一个普通的用户去重新配置是非常困难的。对于 FPGA 企业来说，如果要把可重配置作为卖点，要么是只把有能力自己开发 FPGA 的企业用户作为主要服务对象，要么是再开发一套方便易用能将用户自己的所需功能转化为 FPGA 配置文件的编译器。从目前来看，即使用服务器来进行 FPGA 编译都会需要数分钟的时间，如果是计算能力较弱的移动终端那么需要的时间就更长了。

总结一下，FPGA 完成速度快，但性能较低；ASIC 完成速度慢，需要大量时间研发，而且研发阶段成本远高于 FPGA，但是同工艺下性能远高于 FPGA 且量产后平均成本远低于 FPGA。FPGA 可以完全重新配置，ASIC 只有在设计时预留可调节参数级别的简单再配置能力。目前使用 FPGA 做深度学习加速的多是企业用户，他们通常也都有专门做 FPGA 的团队为整个项目服务，包括提出 FPGA 方案的公司 Teradeep 的主要目标市场也是服务器领域。ASIC 目前则主要瞄准消费电子，如 Movidius。由于移动终端属于消费电子领域，所以未来使用的方案应当是以 ASIC 为主。

AI 芯片的衍生概念

借由 ASIC 生产成本低，易于商品化批量生产的特点，不少企业推出了基于 ASIC 的 AI 芯片以对深度学习算法进行加速，并且为了易记易懂的营销需要，很多产品选择了已经广为人知的 CPU 与 GPU 的概念来进行产品的命名，比如 TPU、NPU、BPU 等等不同的名字。

TPU 是 Google 于 2016 年 5 月提出的一个针对 Tensorflow 平台的可编程 AI 加速器，其内部的指令集在 Tensorflow 程序变化或者更新算法时也可以运行。TPU 可以提供高吞吐量的低精度计算，用于模型的前向运算而不是模型训练，且能效更

高。在 Google 内部，CPU、GPU、TPU 均获得了一定的应用，相比 GPU，TPU 更加类似于 DSP，尽管计算能力略有逊色，其功耗大大降低。

TPU 在芯片上使用的局部内存有 24MB，再加上 6MB 的累加器内存以及用于与主控芯片对接的内存，内存面积就达到了总芯片面积的 37%。这是因为谷歌充分意识到了传统的 GPU 加速性价比低的真正原因是片外内存的不断访问，因此不惜成本的在芯片自身上放置了巨大的内存。相比之下，英伟达同期的计算专用显卡 K80 只有 8MB 的片上内存，因此还需要不断地去访问芯片外 DRAM。

除此之外，TPU 的高性能还由于它对于运算精度的要求进行了放宽。TPU 采用了只占用 8 比特的低精度运算，有研究表明在深度学习这种高数据量的前提下，低精度运算导致的误差很小，但是因此却可以在硬件实现上带来巨大的便利，包括功耗更低、速度更快、面积更小的运算单元、更小的内存带宽需求等。

2018 年 5 月 9 日，谷歌 CEO 皮查伊在谷歌 I/O 2018 开发者发布了 TPU 3.0 芯片。皮查伊介绍，TPU 3.0 版本功能强大，采用液冷，计算性能比去年的 TPU 2.0 超出 8 倍，性能可达 100PFLOPS，也就是 10 亿亿次水平。如果忽略功能性只考虑运算速度本身，这一速度已经堪比 TOP500 级别的超级计算机太湖之光，其 Linpack 浮点性能就是 9.3 亿亿次，可以解决更多问题。

到目前为止，TPU 其实已经干了很多事情了，例如机器学习人工智能系统 RankBrain，帮助 Google 处理搜索结果并智能推荐用户可能需要的其他相关搜索结果；还有街景 Street View，可以提高地图与导航的准确性；当然近期火爆网络火爆网络的围棋人工智能 AlphaGo 等等。

NPU，神经网络处理器，按理论来说神经网络中存储和处理应该是一体化的，也就是通过调节类突触的权重调节来体现。但是传统计算机都是遵循冯·诺伊曼结构，物理存储和处理是分离的，分别由存储器和运算器来实现，二者之间存在巨大的差异。深度学习相关算法数据处理量大，传统的冯·诺依曼结构相对地单次运算速度也会变慢。NPU 在电路层模拟人类神经元和突触，并且用深度学习指令集直接处理大规模的神经元和突触，利用单指令流多数据流传输尽可能提升数据效率，完成一组神经元权重更新的处理，大大提高了运行效率。

NPU 的典型代表有国内的寒武纪芯片和 IBM 的 TrueNorth，中星微电子的星光智能一号虽说号称是 NPU，但仅支持网络正向运算，无法支持神经网络训练。

而且从存储结构上看，星光智能一号仍然是传统的片上存储，而非神经网络芯片的快速存储。

BPU，大脑处理器，是由著名 AI 芯片厂商地平线科技提出的嵌入式人工智能处理器架构。**BPU** 主要是用来支撑深度神经网络，比如图像、语音、文字、控制等方面的任务，而不是去做所有的事情。此外，深度神经网络的计算结构比较特殊，比如高度的并行化、时间域上的递归、中间节点的稀疏等，用 **BPU** 来实现会比在 **CPU** 上用软件实现要高效，一般来说会提高 2-3 个数量级。

目前地平线已经设计出了第一代高斯架构的“征程 1.0”与“旭日 1.0”，并正在积极研发基于第二代伯努利架构与第三代贝叶斯架构的全新 AI 芯片。“征程 1.0”的应用方向针对于智能驾驶，能够在足够帧数的保证下对行人、车辆、路面标志线、标志牌、红绿灯等多类目标进行同时的精准实时识别与监测，同时能够保证在车载这种严苛的环境要求下的快速视觉感知性能。“旭日 1.0”则面向智能安防的摄像头领域，能够在本地进行多数量的人脸抓拍与识别、视频结构化处理等，可用于商业、安防等多个实际应用场景。然而，**BPU** 一旦生产，不可再编程，且必须在 **CPU** 控制下使用。

DPU，深度学习处理器最早由深鉴科技提出，与前面芯片不同的是它是走的是半定制化的 **FPGA** 技术路线。产品功耗的降低和性能的提升主要依赖于算法上的创新和芯片结构的创新。深鉴科技的首席科学家一直在研究“深度压缩”（Deep Compression）技术，可以将神经网络压缩数十倍而不影响准确度，使用片上存储而非云端访问的方式来调用深度学习算法模型，减少内存读取需要耗费的时间成本，大幅度减少功耗。这一研究也得到了学界的认可，被官方评为 2016 年 ICLR 官方发布的会议最佳论文之一。

在芯片结构上，深鉴科技重新设计了产品的架构。针对深度学习计算中的大规模频繁复用，设计了专门的 **DPU** 架构及编译器。用户可以正常通过 **GPU** 训练深度学习模型，并直接将模型编译到 **DPU** 指令集，指令直接下载到 **DPU** 上，使得深度学习算法的运行效率提高。

除了这些名称带有“PU”的芯片之外，当然还有其他公司的非此命名方式的产品出现。2018 年 5 月 23 日，Intel 第一届 AI 开发者大会在美国旧金山艺术宫内举办。在英特尔人工智能事业部总负责人 Naveen Rao 的演讲当中，Intel 全新云端 AI

芯片 NNP“Spring Crest”正式登场。英特尔的云端 AI 芯片项目命名为“Nervana 神经网络处理器”（Nervana Neural Network Processors, NNP），主打机器学习训练。

据介绍，Spring Crest 的功耗将小于 210 瓦，第一批产品 NNPL-1000 芯片将会在 2019 年下半年向用户开放，这代产品将会比之前的代号 Lake Crest 产品在训练方面有 3-4 倍的性能提升。据报道，英特尔 AI 产品组硬件副总裁 Carey Kloss 表示，全新的 Spring Crest 的出现是对标谷歌最近发布的第三代 TPU 产品。此外，Spring Crest 已经交付给除了 Facebook 之外的更多合作伙伴。

4.1.3 主要产品

华为 Mate 10——智能手机上的 AI

AI 这一技术热词，从 2017 年下半年开始变被越来越多的手机品牌厂商提起并且加入到自己智能手机的产品里，如华为旗舰机搭载的麒麟 970 芯片、三星的 AI 助手 Bixby、小米的 AI 助理小爱同学、苹果的 A11 Bionic 神经引擎等。进入 2018 年，AI 手机更是扎堆发布。5 月底，小米在深圳发布了 6.21 英寸和 5.88 英寸大小屏旗舰小米 8 和小米 8 SE，支持高通人工智能引擎 AIE S45，具备顶尖的终端侧人工智能处理能力。6 月初的荣耀新品发布会上，引发行业热议的“很吓人的技术”终于亮相，荣耀 Play 以 GPU Turbo 及人工智能 NPU 的突破性优势，真正实现同硬件配置下 AI、速度双领先。并且迅速成为京东及天猫等电商平台上的销量冠军，可见，除了品牌力之外，AI 受欢迎程度不容小觑。

事实上，从 2015 年开始，智能手机市场的年销量已经逐年下降，导致整个增长停滞的根本原因还是因为宏观绝对技术创新上的乏力，在局部上的小微创新并不能刺激消费者更新换代的购买欲望，整个智能手机行业遭遇重合度高、传统用户需求饱和的困境。从供给侧来看，在上游供应链 AI 和手机的结合，将真正打破行业的创新瓶颈。

华为消费者业务 CEO 余承东表示，人工智能将会成为未来 5 至 10 年影响手机行业竞争格局的关键因素之一。人工智能引入到手机之后，手机就可以成为“没有胳膊腿的机器人”。AI 可以像人的眼睛一样，看到这个世界，未来智能手机将会极大地改变人类生活。

从需求侧来看，余承东认为，消费者对人工智能终端的热情日益增长。根据 CSG Systems International 发布的一份报告显示，2000 年以后出生的年轻人认为，人工智能是智能手机的必备功能；其中超过 53% 的受访者表示，愿意为配备人工智能特性和功能的设备支付更高的费用。

2017 年 9 月 2 日，余承东在 IFA 2017 上正式发布了麒麟 970 处理器，可以说正式掀起了智能手机端搭载 AI 芯片及相关功能的浪潮，麒麟 970 也是全球首款搭载独立 NPU 的智能手机 SoC。据介绍，麒麟 970 采用了台积电 10nm 工艺，集成 55 亿个晶体管（同时期的高通骁龙 835 为 31 亿颗，苹果 A10 为 33 亿颗），功耗降低了 20%。首次加入的 NPU，在图像识别这类 AI 专项应用中可以使得功耗更低、性能密度更高，速度可达到约 2000 张/分钟。

一个月后的 10 月 16 日，华为在德国慕尼黑举行新品发布会，发布了宣传 AI 功能铺垫已久的 Mate10，以及同时亮相的 Mate10 Pro。它也成为了第一个搭载了人工智能芯片硬件的市售版智能手机。在发布会上，余承东利用了相当长的时间来展示了来自寒武纪的 NPU 能够给予智能手机在日常使用中带来多大的改变。

余承东在发布会上表示 NPU 的存在让华为芯片在处理同样的 AI 类任务时，会有 50 倍能效和 25 倍性能提升。现场展示环节，华为 Mate 新机仅用时 5 秒便完成了 100 张图片识别，一起被拿来对比的 iPhone 8 Plus 则用时 9 秒，而三星 Note8 则整整 100 秒。

除此之外，Mate 10 更加强调 AI 技术带来的更好摄影体验。在徕卡认证镜头、双路 DSP 以及 NPU 芯片的共同加持下，华为把自己的摄影特性命名为“智慧摄影”。这里的“智慧”，首先体现在 Mate 10 的相机支持的实时识别功能。拍照功能已经在出厂前进行了超过 1 亿张图像的训练，手机能够在拍照时实时识别出所拍的物体，并针对摄像头里面的物体判断结果，Mate10 会自动增加针对于这个物体与周围环境的如虚化、滤镜、调色、曝光等细节的智能调节，带来了更清晰的摄影效果和以及更加让人印象深刻的浓烈色彩与明暗印象，能识别的物体和场景包括食物、人像、蓝天、夜景、花等。其次，是主体背后场景的识别，拍照时能够实时识别场景，从而自动选择相应的场景模式。另外，Mate10 拍照中的人工智能还体现在焦距调节上。在放大画面时，这款旗舰的相机会智能地自动增强像素质量，让图像更清晰。

AI 被用来解决一个自从 Android 系统问世以来一直困扰着广大用户的问题，就是手机越用越卡顿，这本身是 Android 系统本身基于 Linux 虚拟机运行而导致的

根本性问题。为了解决这个问题，Mate 10 根据用户使用设备的习惯建立一个模型，然后根据学习算法对用户可能进行的行为进行预测来预先调配计算资源；而用户经常不使用的功能，就不会再进行预先优化，这样既节约了计算资源，也让用户拥有更优秀的使用体验。

AI 芯片所带来的福利当然少不了翻译这种刚需类功能。余承东在发布会上表示，Mate10 上的翻译服务是由微软提供的，专门针对 Mate10 的 AI 特性进行过优化，拍照翻译的功能能够离线运行。

甚至就连打电话这项手机最古老而基础的功能上，Mate10 也使用了人工智能芯片对其进行优化。Mate10 应用了一项名为“HUAWEI Easytalk”的技术，在嘈杂环境下，用户不需要大声说话也能让对方听清。Easytalk 也是学习算法在对语音特征的分析后来判断语音和背景噪音的区分的。Mate10 在接收语音时，能够将背景噪音和说话人的声音区分开，将背景噪音去除，并增强说话人的音量。

除了这些内置的功能之外，Mate10 还开放了 AI 生态（Open AI Ecosystem），将相关 API 接口开放给更多第三方 App，让所有的厂商应用都可以得到被优化机会。Open AI Ecosystem 目前支持 TensorFlow、TensorFlow Lite、Caffe、Caffe2 等经典深度学习框架编写的算法程序，并表示在未来会支持更多的框架。

特斯拉及未来汽车——大型商业化应用

汽车在卡尔·本茨发明距今已经有一百多年的历史，随着特斯拉等智能化汽车应用逐渐成熟、国内如蔚来、百度等也在逐步推进研发，如今的汽车已经不再是那个古老的机械结构，汽车正在变得越来越智能。就像现在的智能手机，早已脱离了短信电话这种初级的需求，智能汽车也是这样。未来的智能汽车将会变成懂你的贴心出行伙伴，而不仅仅是纯粹的交通工具。

现在汽车行业什么概念最火，当然是自动驾驶技术，几乎所有汽车厂家都在自动驾驶领域投下重金。自动驾驶是一个统称的概念，并不是完全由车自主驾驶才是自动驾驶。2016 年，美国高速公路安全管理局（NHTSA）跟 SAE（美国汽车工程师学会）分别对自动驾驶技术进行了分级，按照 SAE 的解读，自动驾驶将分为以下几个阶段：

表 6 自动驾驶的阶段

自动驾驶 SAE 分级		SAE 定义	驾驶操作
0	无自动化	人类驾驶汽车，可得到系统的警告和辅助	驾驶者
1	驾驶辅助	通过驾驶环境对方向盘和加速中的一项操作提供驾驶辅助，驾驶者其他的驾驶动作都由驾驶员操作	驾驶者
2	部分自动化	通过驾驶环境对方向盘和加速中的一项操作提供驾驶辅助，驾驶者其他的驾驶动作都由驾驶员操作	无人驾驶系统
3	有条件自动化	由无人驾驶系统完成所有的驾驶操作，根据系统请求，驾驶者提供适当应答	无人驾驶系统
4	高度自动化	由无人驾驶系统完成所有的驾驶操作，根据系统请求，驾驶者不一定需要对所有的系统请求做出应答，限定道路和环境条件等	无人驾驶系统
5	完全自动化	由无人驾驶系统完成所有的操作，人类驾驶者在可能的情况下接管，在所有的道路条件下驾驶。	无人驾驶系统

准确来说，现在我们已经很难看到 Level 0 的汽车了，要么早已报废，要么法规都禁止其上路了。无自动化意味着诸如 ABS（自动防抱死）这种现在看来最基本的配置都没有，甚至我们可以极端地理解为一种只有发动机驱动的四轮机械设备。生活中常见的车基本都属于 Level 1。Level 1 称为驾驶员辅助系统，所有在驾驶员行驶过程中，对行车状态有干预的功能都叫驾驶员辅助，都属 Level 1。比如最基本的 ABS，以及在 ABS 基础升级而来的 ESP，还有高速路段常用的定速巡航、ACC 自适应巡航功能及 LKA 车道保持辅助。基本上现在市售的汽车在底盘功能介绍中看到的各种英文缩写，或多或少都是属于 SAE 规定的 Level 1。

Level 2 与 Level 3 和 Level 1 最明显的区别是系统能否同时在车辆横向和纵向上进行控制。如果一个车辆能同时做到 ACC+LKA（自适应巡航+车道保持辅助），那么这辆车就跨进了 Level 2 的门槛。2018 款的凯迪拉克 CT6 拥有的半自动驾驶系统“Super Cruise”就是典型 Level 2 级别。目前该车还不具备主动超车的功能，目前的 Super Cruise 仅能实现单一车道内的加减速。再来说说自动驾驶话题下不得不提的特斯拉，特斯拉过度夸大了他们系统所具备的能力。因为特斯拉具备换道功能，

还需要在驾驶员在确保安全的情况下，拨动转向灯杆，车辆即可依据该信号实现换道。也就是说，特斯拉的换道操作并不是全自动的，而是把这一块对环境感知的需求交给了人。不过特斯拉收到变道信号后会由车上的系统来判断是否可安全变道后才会执行，比如前后车距离太近、实线等情况都不会变道的。Level 4 与 Level 5 目前则处于研究的热门阶段，不少科技公司都在积极在相关算法上布局，但是距离商用仍然有相当长的距离。

特斯拉在创立之初就受到不少的质疑，推广生产过程中更是遇到了不少阻碍和安全难题，不过这些似乎都没有让特斯拉停下创新脚步。2014 年 10 月，Autopilot（自动辅助驾驶）首发时采用了 1.0 版硬件，传感器使用了一个前置摄像头，一个前向毫米波雷达以及车身一周的 12 个超声波雷达。官方在召开发布会时介绍，这套硬件及其配套的软件算法最终不能实现全自动驾驶，Autopilot 只是提升舒适性和安全性的辅助功能，车辆的控制权仍然在驾驶员。

随着特斯拉在 2016 年 10 月发布的 Autopilot 2.0 硬件系统的发布和上线，并且已将在特斯拉的一干车型如 Model S、Model X、Model 3 等车型中得到商业化应用，这也是大家常常把增强自动辅助驾驶称为 Autopilot2.0 的原因。

官方声称 Autopilot 2.0 系统的硬件得到了相当巨大的提升，环车共配备 8 个摄像头，达到 360 度全车范围覆盖，最远检测可达 250 米。另外搭载了 12 个超声波传感器用于视觉系统的补充，对物体的距离、软硬精准度有更大的提升。增强版的前置雷达可以穿越雨、雾、尘环境，丰富视觉系统的探测数据。特别是里面集成了 Nvidia PX2 处理芯片，运算能力比起第一代自动驾驶系统要高 40 倍。

Drive PX2 这款车载汽车电脑是 Nvidia 公司在 GTC2016 上发布的，英伟达公司的 CEO 黄仁勋在发布会上表示未来 Nvidia 将会把这款车载电脑搭载在未来智能汽车上，更有可能成为今后电动汽车的标配电脑。

Nvidia 并没有在发布会上公开 Drive PX2 所使用的芯片，只是说搭载了最新的 Pascal 架构的处理器，不过有消息人士透露，Drive PX2 使用的处理器的核心代号为 GP106 以取代目前的 GM206 核心，如果我们将这款芯片的计算能力与当今的商品级显卡做一个等性能对比，其大概相当于 GTX960 这样的甜品级显卡定位。这位消息人士还透露 GP106 将会是 GP104 的一半规格，其 CUDA 数目有望达到 1280。按照 Pascal 之前透露的性能可以推算，未来的 GTX1060 的性能相当于当今的

GTX970 一样的性能，如果是非公版加上超频到极限的话，也有可能达到 GTX980 公版的性能。

马斯克在发布会上宣布，2.0 版硬件在固件更新后，可以开启全自动驾驶功能。虽然马斯克一直表示不会使用激光雷达，但特斯拉“毫米波雷达+摄像头”全自动驾驶传感器方案，还是在行业内引发了热议。Autopilot2.0 核心内容由主动巡航控制（TACC）、辅助转向（Autosteer）、自动变道构成，可同时与车道辅助、防撞辅助、车速辅助等功能搭配使用。其中，主动巡航控制可以自动对车辆进行纵向控制，简单来说就是开启后系统接管了刹车，但驾驶员仍然需要手动控制方向盘。辅助转向提供的自动横向控制，取代了手动控制方向盘的操作。

4.1.4 核心企业

2018 年 4 月，市场研究公司 Compass Intelligence 发布了最新研究报告，在全球前 24 名的 AI 芯片企业排名表中，英伟达（Nvidia）、英特尔（Intel）以及 IBM 分别位列前三名，中华区占据七个席位，并且最高名次是排行第 12 的华为。在 Top24 的榜单排行中，共有七家中华区公司入围，分别有华为海思（HiSilicon）位列榜单第 12 名、联发科排第 14 名、已被中资收购的 Imagination 排第 15 名、瑞芯微（Rockchip）排第 20 名、芯原（Verisilcon）排第 21 名、寒武纪（Cambricon）排第 23 名、地平线（Horizon）排第 24 名。

报告指出，过去三年，这 24 家公司在 AI 芯片的研究和开发投入之外，还总共在人工智能领域投入高达 600 亿美元。目前，有超过 1700 家创业公司对 AI 芯片感兴趣，当然，业界对于 AI 芯片的需求也在加大。

国际企业

由于多年沿革积累的得天独厚的技术和应用优势，英伟达和谷歌两个计算类企业巨擘几乎占据了人工智能处理领域相关产品 80% 的市场份额，而且在谷歌宣布其旗下硬件 TPU 云服务开放和英伟达在 2018 年 CES 大展上首次提出的自动驾驶类全新处理器 Xavier 之后，这一份额占比在 2018 年很有可能进一步扩大。其他厂商，如英特尔、特斯拉、ARM、IBM 以及 Cadence 等，也在 AI 芯片市场占有一席之地。

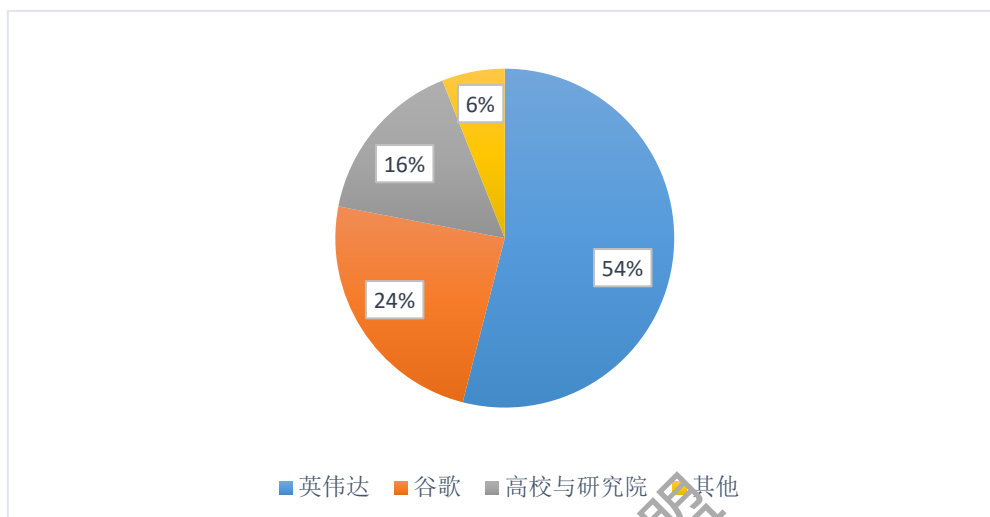


图 6 AI 芯片市场占有率

当然，上述这些公司的主营业务并不相同。比如英伟达主要专注于传统 GPU 和无人驾驶领域，而谷歌则主要针对与 CPU 为基础的云端市场，英特尔则主要面向计算机视觉，Cadence 则以提供加速神经网络计算相关 IP 为主。如果说前述这些公司还主要偏向处理器设计等硬件领域，那么 ARM 公司则主要偏向软件，致力于针对机器学习和人工智能提供高效算法库。

在人工智能领域，英伟达可以说是目前涉及面最广、市场份额最大的公司，旗下产品线遍布自动驾驶汽车、高性能计算、机器人、医疗保健、云计算、游戏视频等众多领域。其针对自动驾驶汽车领域的全新人工智能超级计算机架构 Xavier，按照英伟达公司 CEO 黄仁勋的说法就是“SoC 领域非常了不起的尝试”。

据了解，Xavier 目前的首批样品将于今年年初开始逐步开始交付，Xavier 将为 NVIDIA DRIVE 的系列软件进行硬件底层支持，目前已扩展至 NVIDIA 三大 AI 平台，涵盖 NVIDIA 自家下一代汽车布局驾驶体验的各个方面。Xavier 号称迄今为止最复杂的系统级芯片，单芯片拥有超过 90 亿个晶体管，研发历时四年，研发投入高达 20 亿美元。

硬件配置方面，它搭载了一个特别定制的 8 核 CPU、一个全新的 512 核 Volta GPU、还包括专门定制的深度学习加速器、计算机视觉加速器、以及 8K HDR 视频处理器。借助 NVIDIA 统一架构，所有之前 NVIDIA DRIVE 软件开发工作可以完美在新平台上得到支持，免去了全新 API 接口的适配工作。DRIVE Xavier 可提供更高的处理能力，运行功率更低，每秒可运行 30 万亿次计算，功耗却仅为 30 瓦，能效比上一代架构高出 15 倍。

Xavier 将助力下一代智能车辆实现更为精细的功能，带来更好的无人驾驶体验。之前发布的 NVIDIA DRIVE AV 自动驾驶车辆平台已经在旧版平台上采用神经网络实现了车辆的自动驾驶。在此基础上，英伟达又在本次 CES 上推出两款全新软件平台：DRIVE IX 和 DRIVE AR，Xavier 势必成为 NVIDIA DRIVE Pegasus AI 计算平台的重要硬件支撑。官方表示，Pegasus 的主要应用方向是致力于推进 L5 级全自动驾驶车辆的核心处理设备，英伟达称尽管它的外形只有汽车的车牌大小，性能却可以相当于一个后备箱的 PC 机总和。Pegasus 可实现每秒 320 万亿次计算，能够同时运行多个深度学习网络，提供实现安全自动驾驶所需的全部快速运算需要。

据了解，Pegasus 配备了两个 Xavier 系统级芯片和两个下一代 NVIDIA GPU，每秒可运行 320 万亿次计算，首批 Pegasus 样品将于 2018 年中交付客户，英伟达表示，已经有超过 25 家公司在使用 NVIDIA 技术来开发全自动机器人出租车，而 Pegasus 将为其量产铺砖引路。

TPU 相关技术在前面已经有所介绍，2018 年 2 月，谷歌宣布将 TPU 深度学习加速器云服务开放给第三方厂商和开发者，Cloud TPU 的试用版产品已经在 Google Cloud Platform 上开始发售，价格为 6.5 美元/小时。Cloud TPU 是谷歌设计的硬件加速器，专门针对使用同样是谷歌发布的 TensorFlow 深度学习框架编写的深度学习程序进行规模化扩展和加速。它由四颗定制的 ASIC 组成，拥有每秒 180 万亿次浮点运算的性能，以及单板 64 GB 的高带宽内存。

对比之下，标准 Tesla P100 GPU 的价格则为 1.46 美元每小时，不过最高性能只有约每秒 21 万亿次浮点运算，而 TPU 则是高达每秒 180 万亿次。谷歌表示，Cloud TPU 可以帮助机器学习（machine learning）方面的专家更快地训练他们的深度学习网络模型。

英特尔作为世界上最大的个人 PC 机 CPU 制造商，在目前个人计算机夕阳产业趋势的影响下，近年来一直在寻求除了计算机以外的其他市场，其中人工智能芯片也是英特尔在逐渐发力的发展方向。为了加强在人工智能芯片领域的实力，不仅在 2015 年以 167 亿美元收购 FPGA 生产商 Altera 公司，还再 2017 年以 153 亿美元收购收购特斯拉 Autopilot 前供应商 Mobileye，以及机器视觉公司 Movidius 和为自动驾驶汽车芯片提供安全工具的公司 Yogitech，背后凸显这家在 PC 时代 CPU 的巨头面对大量计算的图像处理向英伟达发起挑战的决心。

2018 年年初 ARM 公司日前对外发布了“Trillium 项目”，即通过软件和硬件的整合，在智能手机上提供人工智能和神经网络处理功能。其中 ARM 的深度学习处理器方案和传统的 CPU 或图形芯片相比，在处理机器学习方面性能更加强大。除此之外 ARM 还提出了一个叫做 ARM OD 处理器方案，可以完成计算机视觉领域上的物体和对象识别工作，经测试在每秒 60 帧播放的 1080P 高清视频中，该处理器也可以做到快速识别出各种物体

和英特尔、AMD 这些公司不同，ARM 公司并不直接出售芯片，而是推出各种设计方案，包括小米、联发科、华为海思、高通、三星电子、苹果、展讯等等，只要是基于 ARM 架构的移动终端 SoC 解决方案的厂商，只要经过 ARM 授权，就可以进行定制修改，推出满足自身用途的手机处理器。

国内企业

目前国内的主要企业在人工智能处理器硬件的发展与国外相比依然存在很大的差距。由于我国特殊的环境和市场，国内人工智能处理器的发展呈现出百花齐放、百家争鸣的态势，这些单位的应用领域遍布股票交易、金融、商品推荐、安防、早教机器人以及无人驾驶等众多领域，催生了大量的人工智能芯片创业公司，如地平线、瑞芯微、中科寒武纪等。尽管如此，可以说目前除了华为海思与寒武纪联合相关芯片凭借其所搭载的传统硬件优势取得不俗市场认可之外，不少的芯片企业并未如国外大厂一样形成明显的市场规模。

海思公司的前身是华为集成电路设计中心，成立于 2004 年，在 2009 年其推出了国内第一款面向智能手机市场的处理器 K3，初始定位是跟展讯、联发科一起竞争低端市场，华为自己的手机没有使用。那时因为 K3 产品不够成熟以及不适的销售策略，这款芯片并没有成功。2012 年华为海思推出 K3V2 处理器，这一次用在了自家手机中，而且是定位旗舰的 Mate 1、Ascend P6 等机型。在 2012 年手机处理器的多核化浪潮中，K3V2 成为了世界上第二款四核处理器。

经过十几年的发展，2017 年 9 月，华为在德国柏林国际电子消费品展览会上正式推出其第一款智能手机 AI 芯片“麒麟 970”。麒麟 970 采用 TSMC 10nm 工艺，集成了 55 亿个晶体管，功耗降低了 20%。麒麟 970 集成了寒武纪 NPU 专用 AI 处理单元并创新设计了 HiAI 移动计算架构，其 AI 专项的性能大幅优于传统 CPU 和

GPU。目前，华为第二代 AI 芯片海思麒麟 980 也将在 2018 年第三季度正式量产，其采用台积电 7nm 制程工艺。这款处理器将配置寒武纪第二代 NPU，在前代的基础上，支持更多的场景应用，NPU 的性能提升 2 倍以上。

寒武纪科技创立于 2016 年 3 月，由陈天石、陈云霁兄弟联合创办。公司脱胎于中科院计算机所的一个课题小组，最早可以追溯到 2008 年中科院计算机所成立的 10 人计算研究团队。寒武纪团队成员不仅有中科院技术精英，也有中国首个通用 CPU 龙芯一号的核心参与人员。2011 年团队与南京大学周志华合作，将 AI 应用于处理器架构优化，提升处理器性能；2013 年研发全球首个深度学习专用处理器架构 DianNao，相关成果获得 ASPLOS 2014 最佳论文；2014 年，团队推出全球首个多核心的深度学习专用处理器架构 DaDianNao，相关成果再次获得 MICRO 2014 最佳论文；2015 年，团队研制出全球首个深度学习专用处理器芯片“寒武纪”，并在第二年在北京、上海正式注册成立了寒武纪科技以专门推广和运营。

2016 年，寒武纪就发布了全球首款商用深度学习处理器“寒武纪 1A”，包含了全球首个人工智能专用指令集 Cambricon ISA，具有完全自主知识产权，理论峰值性能 1GHz，支持视觉、语音、自然语言处理等多种智能任务。2017 年，寒武纪正式与华为海思达成寒武纪 1A 处理器的共同推广计划，寒武纪 1A 全系搭载于麒麟 970 芯片，并在 Mate 10 系列手机中完成首发。2017 年 11 月，寒武纪又发布了新款智能处理器。除了 1A 处理器的升级版，拥有更高性能的寒武纪 1H16 处理器之外。另一款产品是面向更高南都视觉领域工作任务的 1H8 处理器，主打拍照辅助、图片处理、安防监控等，功耗比是 1A 处理器的 2.3 倍，并同时有 4 种不同配置可选。2018 年 5 月发布的寒武纪 MLU100 智能芯片（Cambricon-MLU100），适用于视觉、语音、自然语言处理等多种类型的云端人工智能应用场景。

4.2 传感器

4.2.1 综述

现代信息技术的三大支柱是传感器技术、通信技术和计算机技术，它们分别完成对被测量的信息提取、信息传输及信息处理。目前，信息传输与处理技术已取得突破性进展，传感器的发展却相对滞后。在今天信息时代，需要进行监控数据的现

场越来越复杂（如高温、高尘、高压、高空等）。各种控制系统的自动化程度对数据的获取速度与精度都越来越高，这些客观条件对传感器响应速度、测量精度、不同环境可靠性提出了很高的要求，而且需要传感器具有同传统不相同的远距离传输信号能力。

传感器从 19 世纪 60 年代诞生至今大约有 150 余年的时间，随着物联网产业的快速发展，对于传感器技术也提出了更多的要求。麦肯锡报告指出，到 2025 年，物联网产业带来的经济效益将在 2.7 万亿到 6.2 万亿美元之间，而传感器作为物联网数据采集的绝对基础器件，在未来几年中发展潜力和背后的市场经济效益都是非常可观的。传感器是由敏感部分和转换部分组成的检测装置，主要功能是能感受到被测量，并能将检测和感受到的信息按照一定规律转换为电信号（电压、电流、频率或者是相位等）的形式输出，最终为物联网应用的数据分析、人工智能提供数据来源。随着物联网技术的逐渐普及，传感器技术的最新研究方向相较于过去也产生了不少的变化。

不管是在智能交通、智慧城市、智能农业、工业物联网，还是野外灾害预防等领域，人类想要做到对于需要事物的对应控制就必须要保证获得的状态信息全面和准确，一个完整的大型物联网系统，如智慧城市等就需要布置大量的传感器。这样的话，传感器与物联网系统就不可能采用物理连接的方式，而必须采用无线信道来传输数据和通信。因此携带无线通信协议的无线传感器是研究的重要方向，无线仪表可用在因极端条件而难以接近的工作环境中，通过无线传感器，操作人员可持续监视危险环境中的过程，并将数据报告给安全距离以外监控室中的操作人员。无线传感器可用于组成 Web，专业人员可以足不出户利用该网络在一个站点就可以监视多个不同的位置，从而实现对系统节点的集中控制。无线传感器还无需配备延长导线、导线管及其他昂贵的线材类，可降低整个系统的监视和运行成本。

智能传感器是用嵌入式技术将传感器与微处理器集成为一体，使其成为具有环境感知、数据处理、智能控制与数据通信功能的智能数据终端设备。其具有简单的自学习、自诊断和自补偿能力、复合感知能力以及灵活的通信能力。这样，传感器获得的采集数据能够在采集时就进行一定程度的处理，反馈给物联网系统的数据就会更准确，更全面，并且减轻在上层设备中的运算压力。

集成电子的基本常识指出，集成电路的单晶体管越小意味着该器件的集成度越高，运行速度越快、性能越好；相对地，物联网系统中如果传感器的尺寸越小，系

统在布置时也意味着更加方便、性能更优。**MEMS** 技术（微型电子机械系统）利用目前不断发展的半导体工艺，集微型传感器、执行器、机械机构，以及信号处理和控制电路等于一体，应用在传感器上可以在内部构成一个相对完整的微型器件或系统。这种小体积、低成本、集成化、智能化传感系统是未来传感器的重要发展方向，也是物联网的核心。也因此，**MEMS** 技术类传感器也成为相关企业的研究热门。

4.2.2 核心技术

图像传感器

图像传感器是将光信号转换为电信号的装置，目前在很多产品，尤其是智能手机中的使用最为广大人民所熟知。在 60 年代末期，美国贝尔实验室发现电荷通过半导体势阱发生转移的现象，提出了固态成像的概念和一维 CCD（Charge-Coupled Device，电荷耦合器件）模型器件，这也是最早的图像传感技术。到 90 年代初，CCD 技术已比较成熟，得到非常广泛的应用，如老式的相机、摄像机等等。但是随着 CCD 应用范围的扩大，其缺点也逐渐被显示了出来。CCD 芯片的技术工艺复杂且特殊，不与其他芯片的标准工艺兼容。其次，CCD 技术芯片需要的电压功耗大，因此导致一般搭载 CCD 的设备也会很大，并不适用于移动化普及。

目前，我们的智能手机上是采用的是 CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor，互补金属氧化物场效应管）技术来生产图像传感器，该技术目前也在不断地取得新进展。CMOS 与 CCD 相同的地方是它同样是一种典型的固体成像传感器，CMOS 图像传感器通常由光敏单元阵列、行与列分别的驱动电路、时钟控制、AD 转换、数据输出接口、控制接口等几部分组成，它们集成化程度高地分布在统一芯片上，其工作过程一般可分为复位、光电转换、积分、读出几部分。

当然在 CMOS 芯片上还可以集成更多的数字信号处理电路，如曝光补偿、白平衡处理等高级摄影需要的处理电路，除此之外还有为了快速计算，将 DSP 这种可编程的元件与 CMOS 器件集成在一起，从而能够完成简单的片上快速处理图像。

因此从某种角度来说，CMOS 图像传感器本身就是一个图像处理系统。一个典型的 CMOS 图像传感器通常包含一个图像传感器核心，包括计时的时钟逻辑、

芯片内一定的可编程处理功能，比如增益调节、积分、加窗和模数转换等。高度集成化的芯片与传统的 CCD 相比不仅降低了功耗，而且具有节省空间利于移动化，以及成本大幅降低的优点。

CMOS 图像传感器在每个像素都放置了一个信号放大器，能在很低的信号带宽基础下把离散的电荷信号包转换成电压信号输出，信号的重置工作也仅需要在很低量级的单位下进行。CMOS 图像传感器的优点之一就是它在处理信号带宽降低的同时增加了信噪比，随着芯片制作工艺的提高，集成度的提高使得在单个像素内部可以增加更多的复杂功能。比如目前智能手机端摄像头中很火爆的全像素双核对焦技术（Dual PD）就是为传感器上的每个像素都配置了 2 个光电二极管，可以同时获得 2 个信号，在每一个像素上都获得更多的信息来进行对焦操作。当镜头进行对焦时，通过类干涉仪算法的方式比较两路信号的差异来进行定位，而在拍照时就可以按照两路信号合成的方式进行输出，这样一来利用高集成化的电路获得了对焦质量与成像画质两方面的提高。

CMOS 图像传感器的另一个优点是因为电荷流动一直处于单像素中，它可以防止因互相串扰导致的光晕。在单个像素位置内产生的数字信号电压先被保存在一个纵列的缓冲区，之后才会被传输到输出放大器中，以此来避免可能发生的串扰与消耗。但这种方法也有一定的问题，就是每个像素放大器的阈值电压并不可能完全相同，这种不一致性就可能引发图像产生噪点。不过随着 CMOS 图像传感器的制造工艺以及核心处理器相关算法的不断改进，噪点问题已经得到了显著地解决。

由于减少了体积，使得移动化普及化的图像传感应用设备逐渐得到越来越广的应用。CMOS 图像传感器适合大规模批量生产，适用于体积小、价格低、所得到的成像质量没有过高要求的应用，如小型相机、智能手机、监控类、闭路电视类等量产化的商用领域。

MEMS 传感器

MEMS（微机电系统）目前还没有一个国际上的统一概念来界定它的根本产品范围，但对于生产过程中的使用角度来看，MEMS 是指采用微电子批量加工的方法制造的，包含和电源、输入与输出接口、内部运动机构、以及简单的信号处理电路等部件于一体的微型系统。MEMS 单一期间的标准测量单位为 1mm 到 1μm 不等，

不少器件的大小只相当于头发丝粗细。**MEMS** 传感器的主要优点是基于已经相当成熟的微电子技术、集成电路技术及其加工工艺，产品的体积小、功耗低、灵敏度高、布置方便等，是测量速度、压力等力学标准量的优秀选择，有逐渐取代传统机械传感器的趋势。常见产品有压力传感器，加速度计，陀螺，静电致动光投影显示器，DNA 扩增微系统，催化传感器等。

MEMS 是一个典型的机械结构，不少元素可以用来与现实生活中的真实机械产品相对比，例如机械设备中的通道、孔、臂、腔、膜等也可以在 **MEMS** 找到类似的构成。当然这仅仅是类比，**MEMS** 器件加工技术并非机械式，采用的是类似于批处理式的集成电路微制造技术，显著降低大规模生产的成本。一个直径几十厘米的硅片一般可以分割出几千个数量级以毫米计的 **MEMS** 基底，如果产品的量足够大那么成本则会更低。因此 **MEMS** 商业化的工程除了提高产品本身性能、可靠性外，还有很多工作集中于扩大加工硅片半径，减少工艺步骤总数，以及尽可能地缩传感器大小方面。

MEMS 需要专门的电子电路 IC 进行采样或驱动，一般分别制造好 **MEMS** 和 IC 封装在一起内可以简化工艺。**MEMS** 技术的另一个优点是具有集成可能性。**MEMS** 和 AI 芯片的主流技术 ASIC 采用相似的工艺，因此具有极大地潜力将二者集成。然而集成二者难度还是非常大，主要问题是如何在制造 **MEMS** 时保证 IC 部分的完整性。例如，部分 **MEMS** 器件需要高温工艺，而高温工艺将会破坏 IC 的电学特性，甚至熔化集成电路中低熔点材料。**MEMS** 常用的压电材料氮化铝由于其低温沉积技术，因而正在成为一种广泛使用 post-CMOS compatible（后 CMOS 兼容）材料。

目前的主要民用领域主要有加速度器和陀螺仪等惯性传感器，典型的包括 InvenSense 的 Nasiri，Analog Devices 的 IMU，ST Microelectronic 的 THELMA，博世（Bosch）的 Bosch Process 等。大疆的无人机产品，涉及虚拟现实和体感输入的游戏设备或智能手机，汽车的安全气囊和 ABS 防抱死系统等需要判断运动方向的产品都是用了惯性传感器。

除此之外还有喷墨打印机、投影仪 DLP 芯片、压力传感器、麦克风等也已经采用了 **MEMS** 传感器进行运动状态的判断，目前 **MEMS** 的现在应用广泛、发展前景广阔。

4.2.3 主要产品

华为 P20 Pro——智能手机上的传感器

2018 年 3 月 27 日，华为在法国巴黎举行 P20 系列新品发布会，正式发布旗下 P20、P20 Pro 手机。其中相比同时代手机产品，华为 P20 Pro 最为吸引全世界目光的特性是史无前例所搭载的后置三摄像头模组。近年来，华为和影像巨头徕卡深入合作，推出了一系列搭载徕卡双摄像头的智能手机，如今合作逐渐加深，P20 Pro 配置了 VARIO-SUMMILUX 徕卡三镜头：其一是独家定制的、采用 1/1.7 英寸超大感光元件的 4000 万像素彩色模组，搭配等效焦距约 27mm 的 f/1.8 光圈镜头，还原细节和真实色彩信息。其二是 2000 万像素超清黑白模组，搭配等效焦距约 27mm 的 f/1.6 光圈镜头，带来经典且风格浓郁的徕卡影调。其三是业内首创的 800 万像素长焦模组，搭配等效焦距约 81mm 的 f/2.4 光圈镜头，可实现约 3 倍光学变焦、5 倍三摄变焦、10 倍数字变焦。在第三方拍照评测网站 DXO 的评分天梯图上，华为 P20 Pro 获得 109 分的评价，击败来自各个国际大厂旗舰牢牢占据了第一名的位置。

华为 P20 Pro 的彩色镜头采用了 IMX600 CMOS 图像传感器，是华为、Sony 及芬研耗时超过两年共同研发出来，尺寸为 1/1.73 英寸，是三星 Galaxy S9+ 的 2.25 倍、iPhone X 的 2.7 倍。其 4000 万像素以 Quad Bayer 排列，不同于传统 Bayer 像素 RGG5 的排列，索尼这次在将每一个像素进行一分为四的再拆解，把每个像素分割成相等大小的 4 份，总像素数也从 1000 万扩展到了 4000 万。这种特殊的排列不是为了简单地扩充像素数，而是能够在夜间拍照时进行单次多张 HDR 进而加强智能手机在传感器像素面积必然小于专业相机的前提下加强夜间成像质量的方案。在夜间拍照时会按每个子像素的分区进行不同时长的曝光，相当于在这块传感器的一个拍照周期上执行了 4 次不同亮度的曝光。获得了 4 张图片，然后用 HDR 算法合成为最终图片。此时单位像素的尺寸相当于 $2\mu\text{m}$ ，可实现更大的动态范围、更高的感光度。在照度极低的环境下，华为 P20 Pro 的感光度最高可以达到 ISO 102400，不仅在手机领域绝无仅有，即使是在数码相机领域中也只有比较高端的型号才能达到。在光线极暗的、肉眼已经无法辨识物体环境下，P20 Pro 依然能够拍出清晰画面。

除此之外，P20 Pro 依靠于其所搭载的由中科寒武纪研发的 NPU AI 芯片，专门为图像处理器的图像获取做了专门的优化。华为在算法架构维度上设计了一个推荐引擎（Suggest Engine），实时获取取景画面的信息。根据场景识别、人脸检测的结果，按照预定义的规则执行推荐，上报到用户操作界面，同时记录当前使用者的操作行为，并反馈给推荐引擎。通过不断学习用户的使用习惯，就能向用户推荐对其量身定制的、令其满意的拍照模式。场景检测算法结合机器学习、深度学习的理论以及对图像的分析理解，达到实现区分多种场景的能力。在空间维度上，对在一副画面识别到的多个目标进行辨认，识别出主体；在时间维度上，对取景范围内目标的变化进行甄别，避免干扰因素。推荐引擎是 AI 技术在 P20 系列上更进一步的智慧应用，同时实现了对于场景的识别和推荐，更有趣的是在多物体共存的拍摄场景中，AI 甚至会通过学习来优化推荐规则。

P20 Pro 还在夜景模式应用了全新的科技“AIS”（AI Image Stabilization 智慧防抖技术），允许用户以手持的方式进行长达 6 秒的持续曝光，获得精湛的夜景照片。该技术主要通过 AI 技术分析、整理拍摄过程中每个画面的特征点，识别物体形状及边缘，自动抓取 4 秒曝光时间内生成的所有照片，并借助 AI 算法过滤、校正由于手抖动造成的画面偏移和模糊，最终将照片叠加，同时平衡画面中各元素的照度，得到完美的夜景图像。在视频拍摄时，P20 系列同样会应用 AIS 智慧防抖技术，可实现六轴视频防抖效果，有效防止拍摄过程中视频画面颤动。

智能工厂——物联网中的传感器

如果没有传感器来检测压力、位置、温度等重要的生产数据，工业物联网也不会有今天的发展。基本上，工业物联网以及消费者物联网的成长，都伴随传感器市场的扩张，而传感科技的创新与研发也会激发物联网产业的潜力与发展力度。

工业、自动化产业的传感器需求居高不下，诸如连网汽车、自动驾驶汽车等都对传感器有很高的需求，占传感器市场的 21%；医疗业对传感器的需求也有所增长，他们依赖传感器进行病患健康状况的监测与医疗诊断，目前占了传感器市场的 12%。不过，占据该市场最多的依旧是工业产业，直接占据了 31%。

工业应用通常会专注于产出高端产品而非高量生产，因此对传感器的需求偏向能在严苛工作环境下的可靠、精准的设备。随着机器之间网络化逐渐普及，传感器

的任务也从被动监测，演化成主动探测预防型维护、资产控管与数据分析，协助增加生产效率。

在自动化流程的领域中，生产流程的管理与监控、生产的安全情况与资源分配等系统，都需要用传感器来准确测量和快速传递。将传感器与上层的软件整合，生产效率、可靠性与安全性的综合管理会更加高效。整个产业将迎来一个既能降低成本又能输出高端产品的工作环境。国内不少的大型企业在生产线上开始利用传感器和物联网技术来实现企业的智能化管理，减少了相对危险区域以及劳动程度不高的人力安排，也进一步提升了企业效率，紧跟上工业制造 4.0 的智能化潮流。

物联网技术让工厂技术人员在一间办公室里就可以掌握生产线上装配的全流程，减少生产线上监督人力和人工高成本和低效率，可以将采集到的生产线数据快速传递，提高生产过程的可控性，加强信息管理和服务，更加合理地调配合理的生产资源配置，制定合理的生产计划。传感器应用则是获得数据的保障，生产的各个环节都需要传感器进行监测，并把数据上传到物联网中，对出现异常节点进行及时干预，保证完整的生产流程正常进行。有专业人士表示，新一代的传感器占据工业智能化最核心的地位，它让生产的安全与高效得到保障，降低在危险工况下人体直接暴露在恶劣环境中的几率，保证基本的人身安全。

MEMS 让传感器小型化、智能化，**MEMS** 传感器将在智慧工业时代大有可为。**MEMS** 温度、湿度传感器可用于环境条件的检测，**MEMS** 加速度计可以用来监测工业设备的振动和旋转速度。高精度的 **MEMS** 加速度计和陀螺仪可以为工业机器人的导航和转动提供精确的位置信息。

青岛胶州的海尔互联智能工厂通过搭建信息化系统，实现了工厂运营状况的透明化。在该工厂中，现场 1.2 万个传感器，每秒钟采集 1.5 万条信息，每天产生 3.2G 的数据。对观察自己订单的用户来说，可以实时查看自己产品的生产状况，对工厂来说，生产产生的问题都可以提前预警，及时减少损失。产品的生产流程满足了用户需要的质量交互，厂商则可以监督生产过程中每一个环节的跟踪显差，保障了互联工厂高精度和高效率运营。

从 2000 年开始，长虹集团的生产规模不断扩大，高层逐渐发现传统的经营管理模式，已经不能满足新时代下大规模高效率生产的需要，提升经营管理效率，尤其是提高生产环境的质量和速率是当前工作的重中之重。长虹于是开发了一套以物联网布局全厂为核心，分布式组网构建了一种混联离散型模式。整个系统以传感器、

总线及支线上的具体生产程序为支撑，实现对产品质量检测、设备安全状态的实时监测，满足大规模生产的效率与质量要求。

西门子在中国设立的首家数字化工厂坐落在成都，是一座以智能化生产为核心，通过底层传感器等硬件和上层各种工控软件结合的工厂。在这座智能工厂内，工厂的处理系统、连接网络、执行机械、传感器等设备自上而下地紧密连接，形成具有反馈机制的网络，控制这整个工业组网的运行稳定。西门子设计了一套富有成效的人机交互界面，上位机系统会把传感器所采集的各路信号以直观的方式体现在屏幕上进行方便的质量管理，数字化系统还会把这些数据实时上传到互联网上，实现生产流程的实时同步展示的时候，客户可以随时监控自己购买产品的动向，实现了质量信息的透明化。

4.2.4 核心企业

目前，传感器在物联网发展中正扮演者越来越重要的角色，传感器产品需求大幅增加，并且重心逐渐转向技术含量较高的 MEMS 传感器领域，MEMS 传感器的精确度决定了所收集信息的品质。随着传感器正朝着尺寸更小、更智能且成本更低的方向发展，物联网、增强现实以及机器与机器的互联相关平台的兴起；终端用户不断迈向智能生活，近五年全球 TOP 10 传感器市场预计将保持高速增长，2016 年，亚太地区占据了全球 TOP10 传感器大部分市场。此外，该地区主要产业和厂商将推动该地区传感器市场需求。北美地区则为全球 TOP 10 传感器第二大市场。

国际企业

德州仪器（Texas Instruments）总部位于美国得克萨斯州的达拉斯市，其半导体技术与传感器技术在世界上具有首屈一指的地位，在数字信号与模拟信号相关的产品上具有技术积累的优势，在世界上 25 个国家有研发、生产或销售机构。德州仪器是仅次于英特尔和三星的世界第三大半导体制造商，是仅次于高通的第二大通信芯片供应商，同时也是在世界第一大数字信号处理器和模拟半导体组件的制造商，主要的产品还包括计算器、单片机、嵌入式处理器等。

博世（BOSCH）1909 年进入中国市场，生产的产品涵盖了汽车生产零部件、工业传动设备、安防和通讯系统、热传感以及家用电器等方面。2014 年博世在中

国已经拥有 62 家分公司，总计的中国区销售额已经达到 521 亿元人民币。据统计博世总计已经出售了超过 40 亿个 MEMS 传感器。目前 BOSCH 的传感器产品辐射范围包括 3 轴加速度计、陀螺仪和地磁传感器，还开发了 6 轴式加速度计用在电子罗盘，以及 9 轴加速度计用在绝对定向传感器中。针对于移动端手机、平板、穿戴设备的火爆，BOSCH 推出了一款功耗在 1mA 以下的惯性测量单元，符合非绝对精确下的日常需求。

Kionix 成立于 1993 年，位于美国纽约州。Kionix 是高深宽比硅微加工技术的开创者，目前在 MEMS 产品领域在全球占据了一定的市场，享有全球声誉，Kionix 的 MEMS 产品在游戏、个人移动导航以及硬盘防冲撞等场合都有应用，在许多不同的领域做到了垂直细分。其中的 MEMS 惯性传感器是业界最多元化的系列之一，除了传统的包单轴、双轴、及三轴加速度计外，还支持针对陀螺仪及其他定制的传感器组合。

霍尼韦尔（Honeywell）是一家在自动化领域历史悠久的技术性公司，在全球的技术和制造业方面业务涉及众多领域。霍尼韦尔在全球率先研制出 STC3000 型智能压力传感器，在同类产品中处于技术领先的地位。基于此产生的系列产品目前共有 20 多个系列近六万种产品，在全世界拥有数十万用户，主要的传感器产品有压力传感器、变送器，液位变送器等。

罗克韦尔（Rockwell）自动化公司是拥有百年历史的工业自动化巨擎，它在全球工业自动化控制，以及相关的配套信息解决方案等领域占据领先地位。1988 年罗克韦尔就已经进入中国，目前在上海设有全球重要的生产基地。在售后层面罗克韦尔为客户提供与企业深度合作的相应工业领域的专家支持，生产的主要传感器产品包括压力传感器、温度传感器、容性/感性接近传感器、光电传感器、声波传感器等。

通用电气公司（GE）是一家综合性的集合科技、媒体和金融服务于一身的公司，也是全球知名传感器厂商之一，企业致力于不断创新、发明和再创造，为客户解决问题。GE 目前由四个分工不同的子集团构成，其中每个集团都拥有能够驱动企业成长的核心动力部门。GE 的产品和服务范围广阔，从发动机、发电设备、水电站等基建大型机械设备建造，到医疗成像消费者金融、普通工业产品等均有涉及，主要的传感器产品有加速度传感器、压力传感器、光学传感器、温度传感器等。

国内企业

随着中国工业产业生产自动化规模不断扩大，传统的传感器，已经无法适用工业自动化的需要，工业自动化对高质量传感器产品有着强烈的需求。近些年来，国内传感器产业发展迅速，传感器的应用场景增加了许多，我国自主生产的传感器已完全可以满足低端市场需求。据了解，全球传感器研发制造商 6500 多家，传感器种类约 2 万多种，我国目前拥有 1 万多种。

歌尔声学成立于 2001 年 6 月，创世至今便专注于声学领域相关微电声器件和消费级声学振动传感器的研发和制造，主要产品有麦克风振动单元、光电字产品、LED 封装等电子配件及相关产品的研发、生产和销售。歌尔声学目前已经与世界上不少顶级厂商的产品提供服务及相关产品，客户涵盖三星、苹果、LG、松下、索尼、微软等世界知名 IT 类厂家的消费电子产品所用的声学器件，主要包括智能手机、笔记本电脑、耳机、摄影机和汽车电子等领域。其中在微型麦克风、蓝牙耳机 ODM 和 3D 眼镜三个领域，歌尔目前已经占据了世界第一的市场份额。

浙江大华是全球领先的以视频为核心的物联网全新方案提供商和运营服务商，以技术创新为基础，提供点对点的定制化的视频监控解决方案、系统及服务。自 2002 年研发出视频监控领域首个自主研发的 8 路嵌入式 DVR 至今，大华每年都以 10% 的销售收入投入研发，以保持企业的长期的竞争活力与竞争资本。截至 2017 年，大华拥有研发技术人员 6000 余名。目前大华在国内 32 个省市以及海外的亚太、北美、欧洲、非洲等不同国家和地区拥有 42 个分支机构，产品覆盖全球 180 个国家和地区，广泛应用于政府、通信、交通、能源、金融等重点安防保障地区，并相继承接了如世界互联网大会、9.3 大阅兵、里约奥运、G20 杭州峰会等一系列重大工程项目。

上海兴工微于 2013 年 5 月份成立，成立四年多来，兴工微已成功地开发出全球领先的高精度快响应一体化电流传感器芯片，与英飞凌，TI，Allegro，AKM 等一流半导体公司处于同一的起跑线上，目前产品种类覆盖从 0A 到 1000A 被测电流，隔离电压 3 到 5000V 的全系列电流传感器。目前公司产品已稳定应用到电流传感器模块、UPS 电源、电机驱动器、变频器、光伏逆变器、新能源电动汽车等领域，逐步被客户认可。

东风电子是以汽车零部件的研发、制造、销售为主营业务的公司，其中所属的子公司东风汽车电子是专业从事车用传感器、汽车仪表及汽车用电子产品的研发的公司。东风电子目前拥有从德国引进的先进的汽车仪表和传感器的生产设备、制造技术和加工工艺，可以完成各种仪表机芯及驱动，TFT 或 LCD 液晶面板显示仪表，车身控制器，速度、加速度、压力等传感器，行车记录仪，CAN 总线仪表，全车控制电脑等的研发与设计，产品满足欧III排放标准要求。

东风电子具有年产汽车组合仪表及工程机械用表 60 万套、各类车用传感器 600 万只、车身控制器等汽车电子产品 60 万套的保障能力，是国家科技部认可的国家火炬计划重点高新技术企业，为东风、北汽福田、陕西重汽、安徽华菱、东风柳汽、北方奔驰、潍柴动力、玉柴机器等国内知名厂家提供车载仪表服务。

五. 云计算和人工智能基础技术

5.1. 云计算和虚拟化技术

5.1.1 综述

云计算技术是由分布式计算、并行计算、网络计算发展而来的，是一种基于互联网的新兴计算模型，通过这种模型，共享的软硬件资源和信息可以按需提供给租户。云计算引起了计算机领域的又一轮革新，并迅速地被众多商业巨头重视，纷纷推出自己的云计算模式，大大推动了云计算的发展。

计算技术的出现并非偶然，早在上世纪 60 年代，John McCarthy 就提出了把计算能力作为一种像水和电一样的公用事业提供给用户的理念，这成为云计算思想的起源。随着硬件成本的下降、性能的提高和虚拟化技术的成熟，以硬件计算资源复用技术和动态资源组织与分配机制为基础的云计算服务已经逐渐成为一种新的发展趋势。

目前不同的学者和组织对云计算有着不同的定义，其中具有代表性的主要有：

美国国家标准技术研究所（National Institute of Standard and Technology, NIST）对云计算的定义：云计算是一种按使用计费模型，它提供了可配置的、高可靠的共

享计算资源池（如网络、服务器、存储、应用和服务等），人们可很方便的根据需求通过网络去访问资源池，这些资源池能够被快速部署和释放，基本不需要租户的管理或服务提供商的干预。

云安全联盟（Cloud Security Alliance, CSA）对云计算的定义：云描述了对一组分布式服务、应用、信息及由计算、网络、信息和存储资源池构成的基础设施的使用方式。

虽然不同的学者和组织对云计算有不同的定义，但是这些定义中都有一个共同点，即“云计算是一种基于网络的服务模式”。使用者将计算资源的“买”转换为“租”，从而深刻的改变了人们使用计算资源的形式。

云计算发展到现阶段，通常体现为4种服务交付模式：IaaS（基础设施即服务）、PaaS（平台即服务）、SaaS（软件即服务）、CaaS（容器云）。这4种服务交付模式提供了计算资源从底层到顶层的交付。

IaaS（Infrastructure as a Service）：基础设施即服务。简单来说，计算资源、存储、网络或者其他基础性计算资源，甚至是组合而成的虚拟数据中心等，都是它可能提供的服务。用户可以在 IaaS 之上安装和部署平台或者应用程序，而不需要管理和维护底层物理基础设施。

PaaS（Platform as a Service）：平台即服务。它的作用是，使用户部署采用特定编程语言、框架或工具开发的应用程序，而不用关心基础设施是什么样、在哪里。用户可以用它来开发、测试和部署应用程序、管理数据等。

SaaS（Software as a Service）：软件即服务。通过网络用户能够使用服务商运行在云基础设施之上的应用。用户通过各种终端登录服务门户，使用相关应用系统，并按照使用量支付费用。用户不需关心应用如何实现，以及运行在什么样的硬件平台上，也不用考虑运维等问题。

CaaS（Container as a Service）：容器云。容器云以容器为资源分割和调度的基本单位，封装整个软件运行时环境，为开发者和系统管理员提供用于构建，发布和运行分布式应用的平台。容器云专注于资源共享与隔离、容器编排与部署，也渗透到应用支撑与运行时环境。

按照部署主体的不同，云计算通常有4种部署方式：公有云、私有云、混合云和社区云。公有云就是由第三方云计算服务商部署的云计算平台，用户通过租用的方式使用它；私有云就是一个企业或机构建设为内部使用的云计算平台，这两种云

是最常见的，也是基础的云部署方式。混合云和社区云更多是衍生的概念。当一个企业的私有云不能满足需要，或者出现业务起伏的情况，但又不值得去扩张云计算中心，那么就会租赁公有云部分资源使用，技术上已能够实现私有云和公有云的连接，这就是混合云。社区云是指云基础设施由若干个组织分享，以支持某个特定的社区。社区是指有共同诉求和追求的团体（例如使命、安全要求、政策或合规性考虑等）。和私有云类似，社区云可以是该组织或第三方负责管理，可以是场内服务，也可以是场外服务。上述是严格的定义，实际使用中又会出现很多复杂情况。例如，在一个公有云当中特设一个区域专为某一个企业服务，对企业而言是私有云，但同时它又是由公有云分割出来，这种情况就构成了虚拟数据中心。还有一种情况是，企业建设私有云无需自己建设机房，可以把自己的云平台完全托管在一个公共数据中心。这与前面虚拟数据中心又不同，属于私有云的托管。所以，用户可以根据实际情况来部署，而不需拘泥于形式。

随着云计算技术的不断发展和云计算应用的大量落地，现在普遍接受的云计算具有如下特点：

（1）超大规模。“云”具有相当的规模，谷歌云计算已经拥上百万台服务器，亚马逊、IBM、微软、Yahoo、阿里、百度和腾讯等公司的“云”均拥有几十万台服务器。“云”能赋予用户前所未有的计算能力。

（2）虚拟化。云计算支持用户在任意位置、使用各种终端获取服务。所请求的资源来自“云”，而不是固定的有形的实体。应用在“云”中某处运行，但实际上用户无须了解应用运行的具体位置，只需要一台计算机、PAD 或手机，就可以通过网络服务来获取各种能力超强的服务。

（3）高可靠性。“云”使用了数据多副本容错、计算节点同构可互换等措施来保障服务的高可靠性，使用云计算比使用本地计算机更加可靠。

（4）通用性。云计算不针对特定的应用，在“云”的支撑下可以构造出千变万化的应用，同一片“云”可以同时支撑不同的应用运行。

（5）高可伸缩性。“云”的规模可以动态伸缩，满足应用和用户规模增长的需要。

（6）按需服务。“云”是一个庞大的资源池，用户按需购买，像自来水、电和煤气那样计费。

(7) 极其廉价。“云”的特殊容错措施使得可以采用极其廉价的节点来构成云；“云”的自动化管理使数据中心管理成本大幅降低；“云”的公用性和通用性使资源的利用率大幅提升；“云”设施可以建在电力资源丰富的地区，从而大幅降低能源成本。因此“云”具有前所未有的性能价格比。

支撑云计算拥有以上特征的主要技术有：并行编程模型、海量数据管理技术、海量数据分布存储技术、虚拟化技术、云计算平台管理技术。

并行编程模型。为了高效地利用云计算的资源，预计算的编程模型必须保证后台复杂的并行执行和任务调度向用户和编程人员透明。云计算采用 MapReduce 编程模式，将任务自动划分成多个子任务，通过 map 和 reduce 两部实现任务在大规模计算节点中的调度与分配。MapReduce 是 Google 开发的 java、Python、C++ 编程模型，它是一种简化的分布式编程模型和高效的任务调度模型，用于大规模数据集 (大于 1TB) 的并行运算。严格的编程模型使云计算环境下的编程十分简单。

海量数据管理技术。云计算系统对大数据集进行处理、分析，想用户提供高效的服务。因此，数据管理技术必须能够高效地技术必须能够高效的管理大数据集。如何在规模巨大的数据中找到特定数据，也是云计算数据管理技术所必须解决的问题。云系统的数据管理往往采用列存储的数据管理模式，保证海量数据存储和分析性能。云计算系统中的数据管理技术主要是 Google 的 BT(BigTable) 数据管理技术和 Hadoop 团队开发的开源数据管理模块 HBase。

海量数据分布存储技术。云计算系统由大量服务器组成，同时为大量用户服务，因此云计算系统采用分布式存储的方式存储数据，用冗余存储的方式保证数据的可靠性。云计算系统中广泛使用的数据存储系统是 Google 的 GFS 和 Hadoop 团队开发的 GFS 的开源实现 HDFS。

虚拟化技术。虚拟化技术是一种调配计算资源的方法，它以应用系统的不同层面——硬件、软件、数据、网络、存储等——隔离开来，从而打破数据中心、服务器、存储、网络、数据和应用中的物理设备之间的划分，实现架构动态化，并达到集中管理和动态使用物理资源以及虚拟资源，以提高系统结构的弹性和灵活性，降低成本、改进服务、减少管理风等目的。

云计算平台管理技术。云计算资源规模庞大，服务器数量众多并分布在不同的地点，同时运行着数百种应用，如何有效的管理这些服务器，保证整个系统提供不间断的服务是巨大的挑战。云计算系统的平台管理技术能够使大量的服务器协同工

作，方便的进行业务部署和开通，快速发现和恢复系统故障，通过自动化、智能化的手段实现大规模系统的可靠运营。

虚拟化技术是云计算最核心最关键的技术之一。虚拟化概念及技术起源于 20 世纪 50 年代，20 世纪 60 年代，IBM360 系统首次采用了虚拟化平台 Hypervisor。国外有以 IBM、VMare、Xen/Citrix 和 Microsoft 为代表的虚拟化业界的四大厂商，国内有联想、华为等公司使用自己的源代码开发出了虚拟化产品，他们提供了成熟、多方位、广泛的虚拟化产品，实现了从服务器、存储、网络到桌面、虚拟应用，甚至数据中心的虚拟化。

5.1.2 核心技术

在计算机的世界里，“虚拟化”无处不在。从内存虚拟化、存储虚拟化、资源虚拟化和网络计算，虚拟化技术已经涉及领域中的各个层面。中国工程院院士汪成为很肯定地说虚拟化是对计算机挖潜和优化的首选途径。云计算中的虚拟化可从硬件和软件两个层面得到实现。虚拟化所具有的即时部署、即时负载均衡比、虚拟重定位、即时存档等特性为云计算对资源的动态分配提供实现条件。

云计算的虚拟化技术主要有：服务器虚拟化、网络虚拟化、桌面虚拟化、应用虚拟化，其中最主要最核心最常见的是服务器虚拟化技术，即能够在一台物理服务器上运行多台虚拟服务器的技术。因此有人将虚拟化的英文 Virtualization 改写成 V12N，一方面意味着在 V 和 N 之间有 12 个英文字母，另一方面意味着“虚拟化的含义是从 1 个服务器到 N 个服务器”。

服务器虚拟化

在服务器虚拟化技术中，被虚拟出来的服务器称为虚拟机（Virtual Machine，VM），运行在虚拟机中的操作系统被称为客户操作系统（Guest OS），管理虚拟机的软件称为虚拟机管理器（Virtual Machine Monitor，VMM），也称为 Hypervisor。服务器虚拟化技术主要有四种类型：硬件仿真、全虚拟化、半虚拟化、操作系统级虚拟化。

服务器虚拟化的类型

硬件仿真是最复杂的虚拟化技术,通过在宿主硬件平台上创建一个硬件 VM 来仿真所需硬件,主要应用于操作系统开发、固件及硬件的协作开发。硬件仿真分为硬件指令虚拟化和硬件资源虚拟化,硬件指令虚拟化目的是将客户机发出的指令翻译成所在主机平台的指令,从而实现对客户机指令的模拟执行。硬件资源虚拟化目的是虚拟出硬件资源,通常主机平台与客户机平台所用的指令集是一样的,只是为了提高效率,将虚拟资源映射到物理资源,并在虚拟机计算中使用本地硬件。硬件仿真工作原理如图 1 所示:

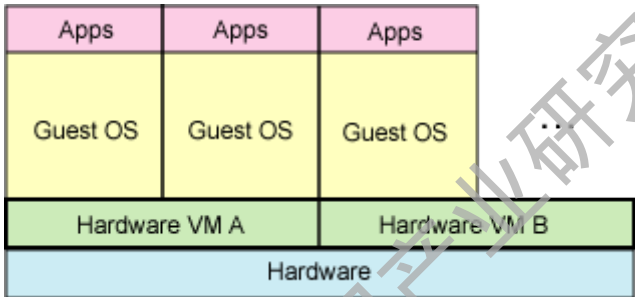


图 7 硬件仿真工作原理

硬件仿真虚拟化由于采用了硬件仿真技术,硬件仿真的实现在宿主操作系统上实现,所以安装在仿真硬件上的操作系统,不需要做任何修改即可直接安装。硬件仿真虚拟化是最为复杂的虚拟化技术,需要在宿主操作系统上,创建一个硬件 VM 来仿真所想要的硬件。由于每条指令都必须在底层硬件上进行仿真,所以硬件仿真虚拟化技术的主要问题就是速度慢。

全虚拟化是通过 Hypervisor 在虚拟服务器和底层硬件之间建立一个抽象层,来获取 CPU 指令,为指令访问硬件控制器和外部设备当中介,协调操作系统与底层硬件之间的关系。“协调”在这里是一个关键,因为 VMM 在客户操作系统和裸硬件之间提供协调。特定受保护的指令必须被捕获下来并在 Hypervisor 中进行处理,因为这些底层硬件并不由操作系统所拥有,而是由操作系统通过 Hypervisor 共享。全虚拟化工作原理如图 2 所示:

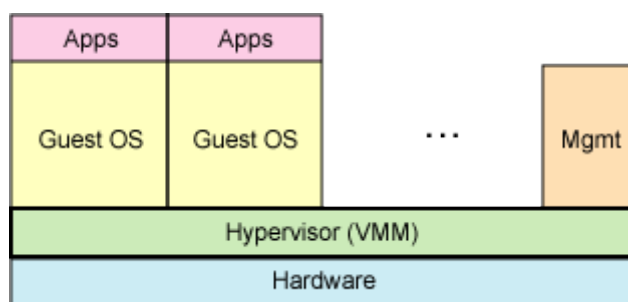


图 8 全虚拟化工作原理

完全虚拟化分为传统完全虚拟化和硬件辅助的虚拟化。传统的完全虚拟化，虚拟机运行在操作系统之上，虚拟机管理程序本身运行在 cpu 的 Ring 0，虚拟的 Guest OS 则运行在 Ring 1（为了避免 Guest OS 破坏 Host OS，Guest OS 必须运行在低于 Ring 0 的权限）。但是这样一来 Guest 的兼容性会受到影响，并且原来 Guest OS 要在 Ring 0 上执行的指令都必须经过 hypervisor 翻译才能运行，速度会有所下降。硬件辅助的完全虚拟化需要 CPU 硬件支持，有 INTEL 的 VT 和 AMD 的 AMD-V 两种技术，只有支持这两种技术的 CPU 才可以使用。硬件辅助的虚拟化把虚拟机管理程序本身放到比 Ring 0 还低的模式运行（比如 Ring -1），而把 Guest OS 放到 Ring 0，这样兼容性得到了提高，不过因为第一代硬件虚拟技术(VT 和 AMD-V)实现上还不够成熟，所以效率上并不比传统的完全虚拟化更高。

完全虚拟化的速度要比硬件仿真的速度要快，但是其性能低于裸硬件，因为中间经过了 Hypervisor 的协调过程。完全虚拟化的最大优点是操作系统无需任何修改就可以直接运行。此外完全虚拟化还可同时支持多个操作系统。

半虚拟化也称作超虚拟化，与全虚拟化比较类似，同样通过 Hypervisor 来实现对底层硬件的访问和共享，不同之处在于半虚拟化将有关代码集成到了操作系统本身中，不需要重新编译和捕获指令。与硬件辅助的完全虚拟化有一点相似是 Hypervisor 运行在 Ring -1，而 Guest OS 运行在 Ring 0 上。半虚拟化工作原理如图 3 所示：

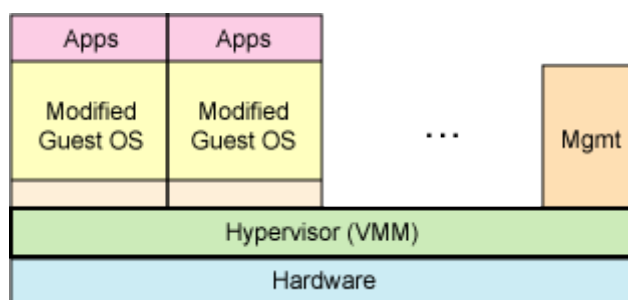


图 9 半虚拟化工作原理

半虚拟化比完全虚拟化效率更高，速度更快，提供了与未经虚拟化的系统相接近的性能。但半虚拟化有一个缺点是必须修改客户操作系统，因为半虚拟化为了提高效率，必须要让 Guest OS 本身意识到自己运行在虚拟机上，所以在 Guest OS 的内核中需要有方法来与 Hypervisor 进行协调，这个缺点很大的影响了半虚拟化技术的普及，因为 Linux 等系统可以修改，而其它不能修改的系统就不能用了，这很大程度上限制了它的应用场合。

操作系统级的虚拟化是通过服务器操作系统进行简单的隔离来实现虚拟化，特点是一个单一的节点运行着唯一的操作系统实例。通过在这个系统上加装虚拟化平台，可以将系统划分成多个独立隔离的容器，每个容器是一个虚拟的操作系统，被称为虚拟环境，也成为虚拟专用服务器。操作系统级的虚拟化原理如图 4 所示：

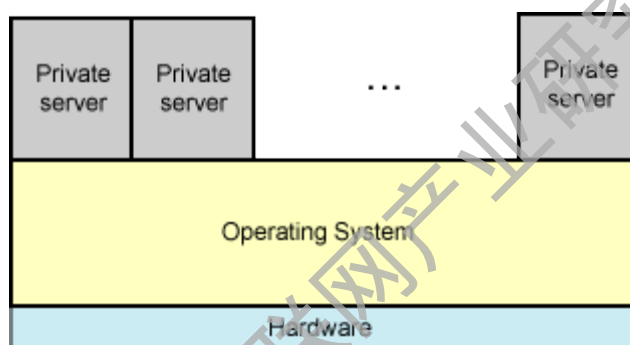


图 10 操作系统级虚拟化工作原理

操作系统级虚拟化要求对系统的内核进行一些修改，系统隔离性和灵活性差，而且要求所有虚拟服务器必须运行同一操作系统。但优点在于实现成本较低，速度性能高，管理也比较容易。操作系统级虚拟化技术直接和物理设备进行交换，极大的提高了系统性能。

服务器虚拟化构架

服务器虚拟化构建主要分为寄生构架和裸金属构架两种。

寄生架构。一般而言，在使用计算机之前，首先要安装操作系统，该操作系统称为宿主操作系统，即 Host OS。如果采用虚拟机技术，则需要在操作系统之上再安装一个 VMM，然后利用这个 VMM 创建并管理虚拟机。这种后装模式称为寄生架构，因为 VMM 看起来像是“寄生”在操作系统上的。这一类产品最大的特色就是具有很好的硬件兼容性，只要宿主系统能使用的硬件，虚拟机的操作系统就都能

使用。然而当宿主操作系统出现问题时，虚拟机中的操作系统将无法使用，因此难以适用于要求安全性和稳定性的企业应用上。

裸金属构架。裸金属架构是指将 VMM 直接安装在物理服务器之上而无须先安装操作系统的预装模式。在安装了 VMM 之后，再在 VMM 上安装其他操作系统（如 Windows、Linux 等）。由于 VMM “看起来”是直接安装在物理计算机上的，所以称为裸金属架构。目前，普遍认为裸金属架构的性能要比寄生架构高。很多资料都宣传说，裸金属架构是直接运行在物理硬件之上的，无须通过 Host OS，所以性能更高。

服务器虚拟化核心技术

服务器虚拟化核心技术主要是：CPU 虚拟化、内存虚拟化、设备与 I/O 虚拟化、实时迁移技术、网络虚拟化。

CPU 虚拟化。CPU 虚拟化将物理 CPU 抽象成多个虚拟 CPU，供每个客户操作系统使用，但任意时刻一个物理 CPU 只能运行一个虚拟 CPU 的指令。

内存虚拟化。内存虚拟化技术把物理机的真实物理内存统一管理，包装成多个虚拟的物理内存分别供若干个虚拟机使用，使得每个虚拟机拥有各自独立的内存空间。

设备与 I/O 虚拟化。设备与 I/O 虚拟化技术对物理机的真实设备进行统一管理，包装成多个虚拟设备给若干个虚拟机使用，响应每个虚拟机的设备访问请求和 I/O 请求。

实时迁移技术。实时迁移技术是在虚拟机运行过程中，将整个虚拟机的运行状态完整快速地从原来所在的宿主机硬件平台迁移到新的宿主机硬件平台上，并且整个迁移过程是平滑的，用户几乎不会察觉到任何差异。

网络虚拟化。网络虚拟化是将多个硬件或软件网络资源及相关的网络功能集成到一个可用软件中统一管控的过程，并且对于网络应用而言，该网络环境的实现方式是透明的。

网络虚拟化

在传统网络环境中，一台物理主机包含一个或多个网卡（NIC），要实现与其他物理主机之间的通信，需要通过自身的 NIC 连接到外部的网络设施，如交换机上，如图 5 所示。

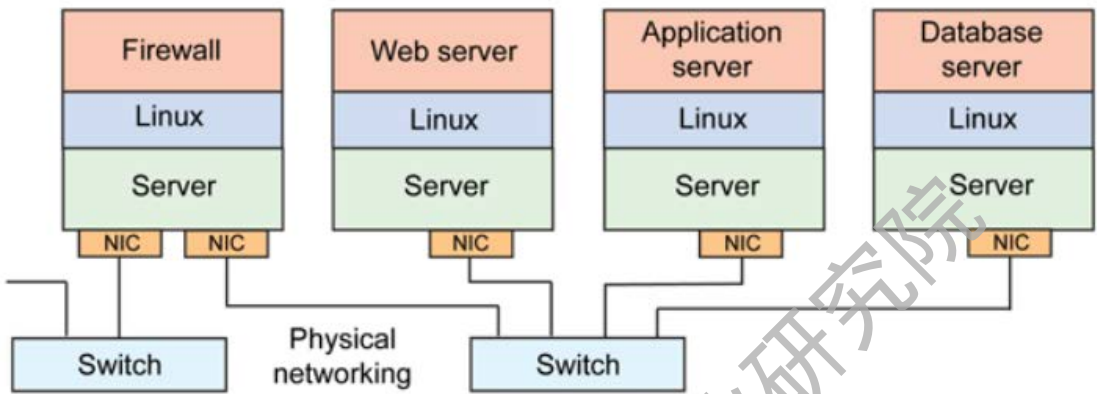


图 11 传统网络结构

这种架构下，为了对应用进行隔离，往往是将一个应用部署在一台物理设备上，这样会存在两个问题，1）是某些应用大部分情况可能处于空闲状态，2）是当应用增多的时候，只能通过增加物理设备来解决扩展性问题。不管怎么样，这种架构都会对物理资源造成极大的浪费。

为了解决这个问题，可以借助虚拟化技术对一台物理资源进行抽象，将一张物理网卡虚拟成多张虚拟网卡（vNIC），通过虚拟机来隔离不同的应用。这样对于上面的问题 1），可以利用虚拟化层 Hypervisor 的调度技术，将资源从空闲的应用上调度到繁忙的应用上，达到资源的合理利用；针对问题 2），可以根据物理设备的资源使用情况进行横向扩容，除非设备资源已经用尽，否则没有必要新增设备。这种架构如图 6 所示。

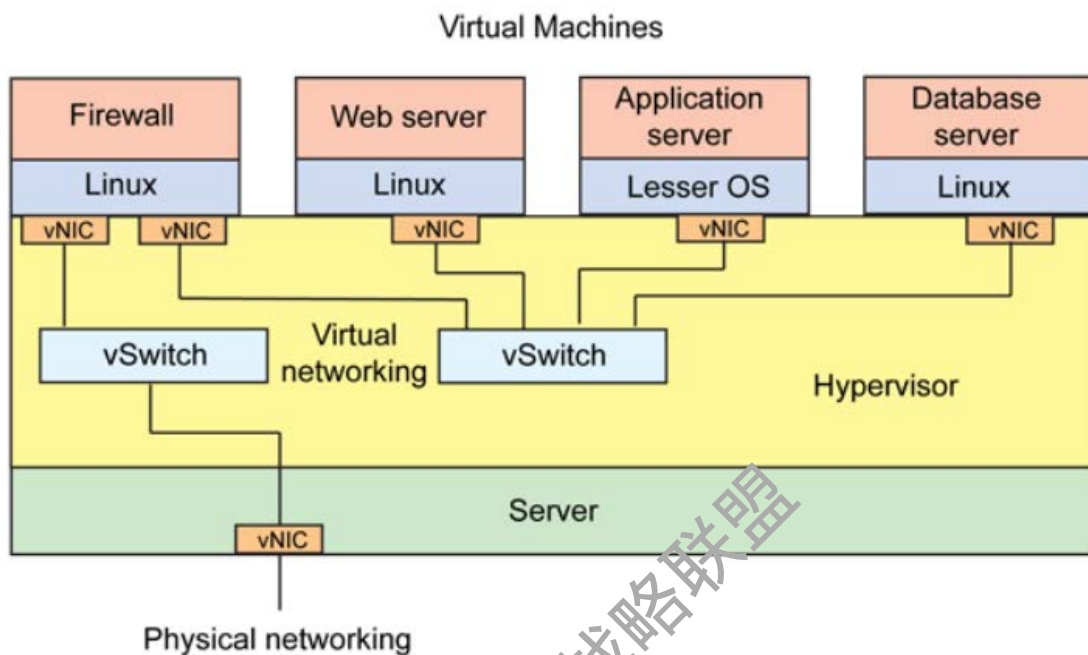


图 12 虚拟化网络构架

其中虚拟机与虚拟机之间的通信，由虚拟交换机完成，虚拟网卡和虚拟交换机之间的链路也是虚拟的链路，整个主机内部构成了一个虚拟的网络，如果虚拟机之间涉及到三层的网络包转发，则又由另外一个角色——虚拟路由器来完成。网络虚拟化主要解决的是虚拟机构成的网络通信问题，完成的是各种网络设备的虚拟化，如网卡、交换设备、路由设备等。

桌面虚拟化

桌面虚拟化是指将计算机的终端系统（也称作桌面）进行虚拟化，以达到桌面使用的安全性和灵活性。可以通过任何设备，在任何地点，任何时间通过网络访问属于我们个人的桌面系统。在虚拟化环境里，采用瘦终端设备，终端不存数据，不做运算处理，只显示从服务器推送的桌面，所有东西如操作系统、应用软件、文件数据，都放在远端。典型的虚拟桌面构架是：后端是一个庞大的虚拟机集群，每个用户都需要一个虚拟机为他服务。

桌面虚拟化常见的两种工作形式，分别是：集中托管和远程同步。集中托管是指，所有的程序都在服务器端上跑，所有的处理也都在服务器上。远程同步是指，计算机本地运行副本，在需要的时候同网络远程进行同步。

桌面虚拟化的核心技术是网络显示协议。网络显示协议在向终端发送信息时有两种模式：服务器渲染和客户端渲染。服务器渲染：所有的工作都在服务器上完成，

想终端发送的之后像素信息，终端无需进行大量的计算，剔除复杂的 CPU 和内存设计，保持简洁的结构，但是对带宽的需求较大。客户端渲染：客户端具有一定的运算能力，承担部分责任，数据可以压缩传输，节约带宽。

目前比较具代表性的协议分别是业内的几个国际巨头们主推。国内外厂商在二次开发时会根据内核的不同作出选择。

RDP 协议（Remote Desktop Protocol）。RDP 由 Microsoft（微软）公司推出，第一代版本是从 Citrix 购入 ICA 后改良，协议基于 T.128（T.120 协议族）提供多通道通信。早期被应用在微软 Win2000/2003 Server 的“终端服务”上，后 WindowsXP 等桌面版的 Windows 系统上的“远程桌面”（3389）也都采用了 RDP 协议。目前 RDP 协议仍然是微软虚拟桌面的传输协议。

ICA 协议（Independent Computing Architecture）。ICA 协议由 Citrix 推出，被广泛的应用在他们公司的全线虚拟化产品中（如：XenDesktop、XenApp）。Citrix ICA 具有平台独立的特性，它的不同模块使其很容易适应不同的客户端操作系统的需要，包括 UNIX、Macintosh、Java 和 MS-DOS，而不需考虑用户的位置、客户端硬件设备或者可用带宽的限制，让多名用户得以共享同一台主机。

PCoIP 协议。PCoIP 协议由 VMware 推出，PCoIP 协议是一种高效率的数据交换协议，由 Teradici 公司开发，与 VMware View 桌面虚拟化产品一同使用。CoIP 使用通用服务器 CPU。PCoIP 不同于其他协议之处在于其主要基于 UDP。VMware View 5 通过增加网络用户密度并减少局域网以及广域网的带宽消耗对 PCoIP 进行了改进，同时还增加了更多的缓存控制设置。

SPICE 协议。SPICE 协议由 Redhat 推出，SPICE (Simple Protocol for Independent Computing Environment) 是 Red Hat 收购 Qumranet 后获得虚拟技术。SPICE 能用于在服务器和远程计算机如桌面和瘦客户端设备上部署虚拟桌面。它类似于其它用于远程桌面管理的渲染协议，如微软的 RDP 或 Citrix 的 ICA。它支持 Windows XP、Windows 7 和 Red Hat Enterprise Linux 等虚拟机实例。

应用虚拟化

应用虚拟化是将应用程序与操作系统解耦合，为应用程序提供了一个虚拟的运行环境。在这个环境中，不仅包括应用程序的可执行文件，还包括它所需要的运行

时环境。从本质上说，应用虚拟化是把应用对低层的系统和硬件的依赖抽象出来，可以解决版本不兼容的问题。

所谓应用虚拟化，技术原理是基于应用/服务器计算 A/S 架构，采用类似虚拟终端的技术，把应用程序的人机交互逻辑（应用程序界面、键盘及鼠标的操作、音频输入输出、读卡器、打印输出等）与计算逻辑隔离开来。在用户访问一个服务器虚拟化后的应用时，用户计算机只需要把人机交互逻辑传送到服务器端，服务器端为用户开设独立的会话空间，应用程序的计算逻辑在这个会话空间中运行，把变化后的人机交互逻辑传送给客户端，并且在客户端相应设备展示出来，从而使用户获得如同运行本地应用程序一样的访问感受。

容器云技术

1、容器镜像

容器云的镜像通常包括操作系统文件、应用文件、应用所关联的软件包和库文件。容器的镜像通常采用分层的形式存放，最底层是 Linux 的 roots 和系统文件，往上是各种软件包层。这些文件层在叠加后形成完整的只读文件系统挂载到容器里面。分层存放是为了提高容器镜像的管理效率，无需传送整个镜像，把缺少的镜像文件层次下载即可，便于镜像的下载和传输。在运行过程中，容器应用需要写入文件数据，容器引擎为此创建一个可写层，叠加在镜像的只读文件系统上面。

在 Linux 中，联合文件系统 UnionFS 能够把多个文件层叠加在一起，并透明地展现成一个完整的文件系统。常见的联合文件系统有 AUFS（Another Union File System），btrfs，OverlayFS 和 DeviceMapper 等。

2、容器云运行引擎

容器云运行时引擎和容器镜像两者的关系类似于虚拟化软件和虚拟机镜像的关系。容器运行时引擎的技术标准主要是由 OCI 基金会领导社区进行制定。目前 OCI 已经发布了容器运行时引擎的技术规范，并认可了 runC（Docker 公司提供）和 runV（Hyper 公司提供）两种合规的运行引擎。

3、容器编排

容器编排工具通过对容器服务的编排，决定容器服务之间如何进行交互。容器编排工具一般要处理以下几方面的内容：

- 1) 容器的启动。选择启动的机器、镜像和启动参数等;
- 2) 容器的应用部署。提供方法对应用进行部署;
- 3) 容器应用的在线升级。提供方法可以平滑地切换到应用新版本。

容器的编排一般是通过描述性语言 YAML 或者 JSON 来定义编排的内容。目前主要的编排工具有 Docker compose 和基于 Google 的 Kubernetes helm 等。

4、容器集群

容器集群是将多台物理机抽象为逻辑上单一调度实体的技术,为容器化的应用提供资源调度、服务发现、弹性伸缩、负载均衡等功能,同时监控和管理整个服务器集群,提供高质量、不间断的应用服务。容器集群主要包含以下技术:

资源调度:主要以集中化的方式管理和调度资源,按需为容器提供 CPU、内存等资源;

服务发现:通过全局可访问的注册中心实现任何一个应用能够获取当前环境的细节,自动加入到当前的应用集群中;

弹性伸缩:在资源层面,监控集群资源使用情况,自动增减主机资源;在应用层面,可通过策略自动增减应用实例来实现业务能力的弹性伸缩;

负载均衡:当应用压力增加,集群自动扩展服务将负载均衡至每一个运行节点;当某个节点出现故障,应用实例重新部署运行到健康的节点上。

5、服务注册和发现

容器技术在构建自动化运维场景中,服务注册和发现是重要的两个环节,一般通过一个全局性的配置服务来实现。其基本原理类似公告牌信息发布系统,A 服务(容器应用或者普通应用)启动后在配置服务器(公告牌)上注册一些对外信息(比如 IP 和端口),B 服务通过查询配置服务器(公告牌)来获取 A 注册的信息(IP 和端口)。

6、热迁移

热迁移(Live Migration),又称为动态迁移或者实时迁移,是指将整容器的运行时状态完整保存下来,同时可以快速地在其他主机或平台上恢复运行。容器热迁移主要应用在两个方面:一是有多个操作单元执行任务,热迁移能迅速地复制与迁移容器,做到无感知运行作业;二是可以处理数据中心中集群的负载均衡,大量

数据涌来无法运行计算时，可利用热迁移创建多个容器处理运算任务，调节信息数据处理峰谷，配置管理负载均衡比例，降低应用延迟。

5.1.3 主流厂商及产品

VMware

VMware 是全球云基础架构和移动商务解决方案厂商，提供基于 VMware 的解决方案，企业通过数据中心改造和公有云整合业务，借助企业安全转型维系客户信任，实现任意云端和设备上运行、管理、连接及保护任意应用。VMware（威睿）是全球桌面到数据中心虚拟化解决方案的领导厂商。全球不同规模的客户依靠 VMware 来降低成本和运营费用、确保业务持续性、加强安全性并走向绿色。VMware 使企业可以采用能够解决其独有业务难题的云计算模式。VMware 提供的方法在保留现有投资并提高安全性和控制力的同时，加快向云计算的过度。VMware 拥有 400000 多家客户和 55000 多家合作伙伴，它的解决方案可帮助各种规模的组织降低成本、提高业务灵活性并确保选择自由。

VMware 在虚拟化技术方面虚拟化主要产品有：VMware Workstation、VMware Player、VMware Fusion、VMware vSphere、VMware ESXi Server。

VMware Workstation。VMware Workstation 是 VMware 公司销售的商业软件产品之一。该工作站软件包含一个用于英特尔 x86 相容电脑的虚拟机套装，其允许用户同时创建和运行多个 x86 虚拟机。每个虚拟机实例可以运行其自己的客户机操作系统，如（但不限于）Windows、Linux、BSD 变生版本。用简单术语来描述就是，VMware 工作站允许一台真实的电脑在一个操作系统中同时开启并运行数个操作系统。其它 VMware 产品帮助在多个宿主电脑之间管理或移植 VMware 虚拟机。

VMware Player。用于为虚拟机提供宿主服务的免费软件产品 VMware Player 可运行由其它 VMware 产品产生的客户虚拟机，同时也可以自行创建新的虚拟机。VMware 官方网站提供了多个经过预先配置的操作系统和应用程序的免费虚拟盘映像，这之中有不少是社会募捐的。也存在着可用来创建虚拟机，以及对 VMware 虚拟硬盘和软盘映像文件进行挂装、操作及转换的免费工具，因此 VMware Player 程序的用户实际上可以无须付费而创建、运行和维护虚拟机（即使是用于商业目的）。

VMware Fusion。VMware Fusion 是 VMware 面向苹果电脑推出的一款虚拟机软件。

VMware vSphere。VMware vSphere，原称为 VMware Infrastructure，是一整套虚拟化应用产品，它包含 VMware ESX Server 4、VMware Virtual Center 4.0、最高支持 8 路的虚拟对称多处理器（Virtual SMP）和 VMotion，以及例如 VMware HA、VMware DRS 和 VMware 统一备份服务等分布式服务。VMware vSphere 6.7 引入增强的新功能，以协助提供面向混合云环境的高效且更安全的平台。最新版本提供简单高效的规模化管理、全面内置安全、对更多工作负载的加强支持以及无缝的混合云体验。VMware vSphere 6.7 将继续为客户提供通用的应用平台，支持人工智能（AI）、机器学习（ML）、大数据、关键业务、原生云、内存和 3D 图形等工作负载。

VMware ESXi Server。Vmware ESXi Server 是删减部分 ESX Server 功能之后提供的免费版本。ESX Server 使用了一个用来在硬件初始化后替换原 Linux 内核的剥离了所有权的内核（该产品基于斯坦福大学的 SimOS）。ESX Server 3.0 的服务控制平台源自一个 RedHat 7.2 的经过修改的版本——它是作为一个用来加载 vmkernel 的引导加载程序运行的，并提供了各种管理界面（如 CLI、浏览器界面 MUI、远程控制台）。该虚拟化系统管理的方式提供了更少的管理开销以及更好的控制和为虚拟机分配资源时能达到的粒度。

Citrix

Citrix 即美国思杰公司，是一家致力于云计算虚拟化、虚拟桌面和远程接入技术领域的高科技企业。现在流行的 BYOD（Bring Your Own Device 自带设备办公）就是 Citrix 公司提出的。1997 年 Citrix 确立的发展愿景“让信息的获取就像打电话一样简洁方便，让任何人在任何时间、任何地方都可以随时获取”，这个构想就是今天移动办公的雏形，随着互联网技术的快速发展，通过基于云计算技术的虚拟桌面，人们可以在任何时间、任何地点使用任何设备接入自己的工作环境，在各种不同的场景间无缝切换，使办公无处不在，轻松易行。

Citrix 在虚拟化技术方面虚拟化主要产品有：Citrix XenDesktop、Citrix XenApp、Citrix Receiver、Citrix XenServer。

Citrix XenDesktop。Citrix XenDesktop 是一套桌面虚拟化解决方案，可将 Windows 桌面和应用转变为一种按需服务，向任何地点、使用任何设备的任何用户交付。使用 XenDesktop，不仅可以安全地向 PC、Mac、平板设备、智能电话、笔记本电脑和瘦客户端交付单个 Windows、Web 和 SaaS 应用或整个虚拟桌面，而且可以为用户提供高清体验。

Citrix XenApp。Citrix XenApp 是一款按需应用交付解决方案，允许在数据中心对任何 Windows 应用进行虚拟化、集中保存和管理，然后随时随地通过任何设备按需交付给用户。

Citrix Receiver。Citrix Receiver 可支持几乎所有类型的客户端，包括 Windows、Mac 和 Linux 台式机和笔记本；瘦客户端及最新的 iOS、Android、RIM 和 webOS 平板电脑及智能电话。通过支持集中化和虚拟化基础架构，Citrix Receiver 可帮助 IT 部门有效控制用户体验，同时提供足够的安全性和可扩展性，来确保全面的数据、应用和桌面支持。

Citrix XenServer。Citrix XenServer 是一种全面而易于管理的服务器虚拟化平台，基于强大的 Xen Hypervisor 程序之上。Xen 技术被广泛看作是业界部署最快速、最安全的虚拟化软件技术，XenServer 可高效地管理 Windows 和 Linux 虚拟服务器而设计的，实现经济高效的服务器整合和业务连续性。

Microsoft

微软，是一家美国跨国科技公司，也是世界 PC（Personal Computer，个人计算机）软件开发的先导，由比尔·盖茨与保罗·艾伦创办于 1975 年，公司总部设立在华盛顿州的雷德蒙德。以研发、制造、授权和提供广泛的电脑软件服务业务为主。

Hyper-V 是微软的一款虚拟化产品，是微软第一个采用类似 Vmware 和 Citrix 开源 Xen 一样的基于 hypervisor 的技术。**Hyper-V** 是微软提出的一种系统管理程序虚拟化技术，能够实现桌面虚拟化。**Hyper-V** 设计的目的是为广泛的用户提供更为熟悉以及成本效益更高的虚拟化基础设施软件，这样可以降低运作成本、提高硬件利用率、优化基础设施并提高服务器的可用性。

Hyper-V 采用微内核的架构，兼顾了安全性和性能的要求。Hyper-V 底层的 Hypervisor 运行在最高的特权级别下，微软将其称为 ring -1（而 Intel 则将其称为 root mode），而虚拟机的 OS 内核和驱动运行在 ring 0，应用程序运行在 ring 3 下，这种架构就不需要采用复杂的 BT（二进制特权指令翻译）技术，可以进一步提高安全性。

RedHat

Red Hat（红帽）公司是一家开源解决方案供应商，也是标准普尔 500 指数成员。红帽公司为诸多重要 IT 技术如操作系统、存储、中间件、虚拟化和云计算提供关键任务的软件与服务。红帽的开放源码模式提供跨物理、虚拟和云端环境的企业运算解决方案，以帮助企业降低成本并提升效能、稳定性与安全性。

红帽虚拟化的核心模块是 KVM 和 XEN，这两大模块分别满足了客户对于虚拟化的不同要求。红帽 KVM 虚拟化的优势是：是 Linux 的一部分，可使用通常的 Linux 调度器和内存管理，更小更易使用，更加集成化管理的工具。对于虚拟机动态迁移提供更好的管理支持。单独的产品化设计，无需安装在 Linux 之上，可直接安装在裸机上。红帽 XEN 虚拟化的优势是：是一个 linux 外部的 hypervisor 程序，他能够控制虚拟机和给多个客户机分配资源，同时支持全虚拟化和半虚拟化（修改过的客户机提供更好的性能）。

红帽正在努力发展自己的虚拟化技术，以求在该领域占据更大的市场份额。持续对开源虚拟化 KVM 的利用与推广，并与 IBM 协作，期望能够赶上竞争对手，巩固市场地位。

Oracle

Oracle 即甲骨文公司，全称甲骨文股份有限公司(甲骨文软件系统有限公司)，是全球最大的企业级软件公司。Oracle 自从收购 Sun 之后，自然整合双方产品，形成了一站式的集成的虚拟化方案，从桌面虚拟化到服务器虚拟化到存储虚拟化。

Oracle VM 是 Oracle 推出的服务器虚拟化软件。Oracle VM 提供可伸缩、低成本的服务器虚拟化，Oracle 的主要产品（Oracle 数据库、Oracle 融合中间件、Oracle 因公产品和 Oracle RAC）都通过了 Oracle VM 的认证，这也是目前业界唯一拥有

Oracle 应用程序认证的虚拟化软件。Oracle VM 主要用于服务器虚拟化，基于开源的虚拟化技术 Xen，虚拟机系统支持 Windows、Linux 和 Oracle Solaris。另外 Oracle VM 提供了一个易于管理的、集成的、基于 Web 浏览器的管理控制台，用户的通过 Web 图形界面，轻松创建和管理虚拟服务器池。使用 Oracle VM 创建的每个虚拟机都拥有自身的虚拟 CPU、网络接口、存储和操作系统，并且相互隔离。

5.2 云计算和深度学习

5.2.1 综述

论及深度学习中的“深度”一词，可能有不少人会认为，深度学习相比于机器学习亦或是神经网络在功能性上会高出很多，是一种“变幻莫测”的算法，而事实却并非如此。因为仅仅从输入与输出两方面考虑，深度学习与传统学习算法的输入输出都是类似的，无论是最简单的感知器，还是到后来的 SVM、决策树、朴素贝叶斯分类器等算法，它们的一致目标无非是无非模式识别与模型预测。那么深度学习的“深度”本质上又指的是什么呢？深度学习，全称为深层神经网络（Deep Neural Networks），是从很久以前的人工神经网络（Artificial Neural Networks）模型发展而来。这种模型一般采用计算机科学中的图模型来直观的表达，而深度学习的“深度”便指的是图模型的层数以及每一层的节点数量，相对神经网络而言，它的描述参数数量级有了很大程度的提升。

不少二维或是三维数据难以进行机器学习分类的，通常就可以用深度神经网络实现到高维空间中实现分类。如图像、视频、语音、围棋这种维数特别大，特征复杂的分类，在这类问题中，特征本身构成一个复杂网络。靠近输入的特征容易确定，而最接近输出的特征，是由底层特征的组合确定的，计算起来会非常的复杂，是普通人力所难以度量的，深度学习就是数据的本征具备这种结构时候采用的学习方法。应对这种大数据特征，此时网络结构也需要具有类似的多级结构，这就是目前深度学习的主要实现形式——多层卷积神经网络。

深度学习最大的优势是具有更高级的对数据的特征结构进行挖掘的能力。相比于传统机器学习需要预先使用特征提取手段才能送入网络中开始学习相比，深度学习不需要给出所有的特征，而是自发去寻找最能够描述数据集的特征。比如现在在

移动终端中非常火爆的人脸识别解锁技术就是如此，它就可以被视作多简单模式的层级叠加：从人脸的轮廓颜色形状这种底层模式，到眉目鼻口耳这样五官的中级模式，直到突破外部环境干扰的识别出完整个体的最高级的复杂模式。只有能够识别底层模式才有可能找到中级模式，找到中级模式才有可能找到高级模式，不可能从像素量级而一步到达复杂模式的。学习这种从简单模式到复杂模式的结构是科学发展的必经道路，深度学习的概念也就应运而生。

深度学习目前的研究领域核心主要由两大方面组成，一是在深度学习网络结构上的创造，二是在深度学习反向传播过程中，随着网络层次的逐渐加大，克服多层网络梯度逐渐消失与过拟合等问题的优化解决方案。目前在深度学习的顶级会议（如 ICLR、CVPR）与期刊平台（如 arXiv）等，在 2017 年与 2018 年仍旧有很多相关的论文获得高分评价与官方推荐。如 ICLR 2018 的官方推荐的三篇最佳论文中，就有两篇文章（Sashank J.Reddi 等人提出的加速随机梯度下降算法与阿姆斯特丹大学提出的球面 CNN 网络结构模型）分别描述这两个领域的最新研究成果。由于深度学习的数据复杂，难以保证其是否震荡过度，因此相对于解决梯度问题，深度学习的网络结构创新更能带来绝对意义上的性能飞跃。

5.2.2 核心技术

深度学习的发展沿革

深度学习作为目前最前沿的计算机理论及人工智能领域研究领域，目前在其网络结构的搭建以及梯度下降环节的优化器研究是重点与热点。自从图灵提出了图灵机思想，也就是仅仅利用能够分辨 0 与 1 这种二元状态就可以模拟出任何一种真实的数学推演过程之后，利用抽象符号进行事件的处理已经成为了可能，这一历史发现激发了科学家们让机器思考的无穷动力。

1943 年，由神经科学家 McCulloch 和数学家 Pitts 在《数学生物物理学公告》上发表论文《神经活动中内在思想的逻辑演算》（A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity）。建立了神经网络和数学模型，称为 MCP 模型。所谓 MCP 模型，它将神经元简化为了三个过程：输入信号线性加权，求和，非线性激活（阈值法），也就诞生了所谓的“模拟大脑”，人工神经网络的大门由此开启。

1958 年，计算机科学家 Rosenblatt 提出了两层神经元组成的神经网络，称之为“感知器”（Perceptrons），完成了第一个对事物的可分类过程。感知器算法对输入的数据实现了二分类，且使用梯度下降法从误差中自动更新权值，奠定了如今人工智能的重要权值更新基础。到了 1962 年，该方法通过数学方法证明了能够收敛，正式引起第一次神经网络的浪潮。

但到了 1969 年，美国数学家及人工智能先驱 Marvin Minsky 在其著作中证明了感知器的本质是一个简单的线性模型，因此只能进行线性分类，即使是最简单的非线性问题异或也是不能被解决的。这在当时直接宣判了感知器的死刑，神经网络的研究也陷入了将近 20 年的停滞。

1986 年有“神经网络之父”之称的 Geoffrey Hinton 提出了多层感知器的 BP（Backpropagation）算法，并采用 Sigmoid 进行非线性映射，有效解决了非线性分类和加大神经网络层数的权值更新方法问题，该方法成功引起了神经网络的第二次热潮。

但很快 1991 年 BP 算法被指出存在梯度消失问题，导致在网络过深时无法对前层进行有效的学习，该问题再次限制了深度学习的进一步发展。此外 90 年代中期，支持向量机的机器学习模型被提出，自此如决策树、贝叶斯分类等基于统计学的学习方法如雨后春笋般纷纷涌现，他们的提出再次阻碍了深度学习的发展。

直到 2006 年，Geoffrey Hinton 和他的学生 Ruslan Salakhutdinov 在顶尖学术刊物《科学》上发表了一篇文章，再次提出了针对梯度消失问题的权值初始化与有监督训练微调结合的解决方案。2011 年，全新的 ReLU 激活函数被提出，它能够有效的抑制梯度消失问题。

2011 年以来，微软首次将 DL 应用在语音识别上，取得了重大突破。2012 年，DNN 技术在图像识别领域取得惊人的效果，在 ImageNet 评测上将错误率从 26% 降低到 15%。随着深度学习技术的不断进步以及数据处理能力的不断提升，2014 年，Facebook 基于深度学习技术的 DeepFace 项目，在人脸识别方面的准确率已经能达到 97% 以上，跟人类识别的准确率几乎没有差别。这样的结果也再一次证明了深度学习算法在图像识别方面的一骑绝尘。

2016 年，随着谷歌公司基于深度学习开发的 AlphaGo 战胜了国际顶尖围棋高手李世石，深度学习的热度达到了历史的巅峰水平。后来，AlphaGo 又和众多世界围棋高手过招均取得胜利。在围棋界，深度学习技术已经超越了人类。所以，不少

业内人士把 2016 年看作是人工智能发展最为突飞猛进的一年。2017 年，基于强化学习算法的 AlphaGo 升级版 AlphaGo Zero 再次吸引了全世界的目光，它不需要预先配置的样本进行训练，采取了“无师自通”的方式，并轻而易举击败了之前的 AlphaGo。此外在这一年，深度学习的各种应用在教育、金融、驾驶等多个领域均取得了显著的成果。

深度学习的基本结构

深度学习目前的各大网络结构都是基于 CNN（卷积神经网络）为基础而建立起来的。用通俗的语言解释 CNN 的作用，就是将获得的信息（如图片等）使用卷积的乘法原理，设计一定特征的卷积核筛选与保留需要的特征，以进行下一步处理的过程。以图像识别为例，人类的大脑的视觉信息处理是遵循这样的低阶特征到高阶特征的模式；相似的，卷积神经网络的第一个卷积层的各个卷积核（滤波器）用来检测低阶特征，比如边、角、曲线等。随着卷积层的增加，对应滤波器检测的特征就更加复杂。此时第二个卷积层的输入实际上已经变成了第一层的输出（滤波器选取特征图），假设这一层的滤波器是检测低阶特征的组合情况的（弧形、多边形等），以此类推，网络程度越深，那么就可以检测到越来越复杂的特征，直到最后一层的滤波器按照初始设定目的的不同，如可能是在检测到人脸、手写字体等时候才激活。

所以训练网络的实质，在相当程度上就是一个构建卷积神经网络这些卷积核的过程。换句话说，就是将这些卷积核改变成能识别某些特征的过程，这就是我们所说的训练过程的意义。在网络结构刚刚确定的时候，卷积层的卷积核自然是初始化的，是完全随机的，它们也不会针对任何特征激活，就如同刚出生的婴儿，并不能分辨什么是客观事物，什么是发展演绎。只有通过后天的学习，通过接触到具体事物，并被告知这些东西分门别类的名称。然后他才能在大脑中记住这些概念并加以与过去的其他记忆区别，并在之后的某一次接受之后能准确的给出结果。

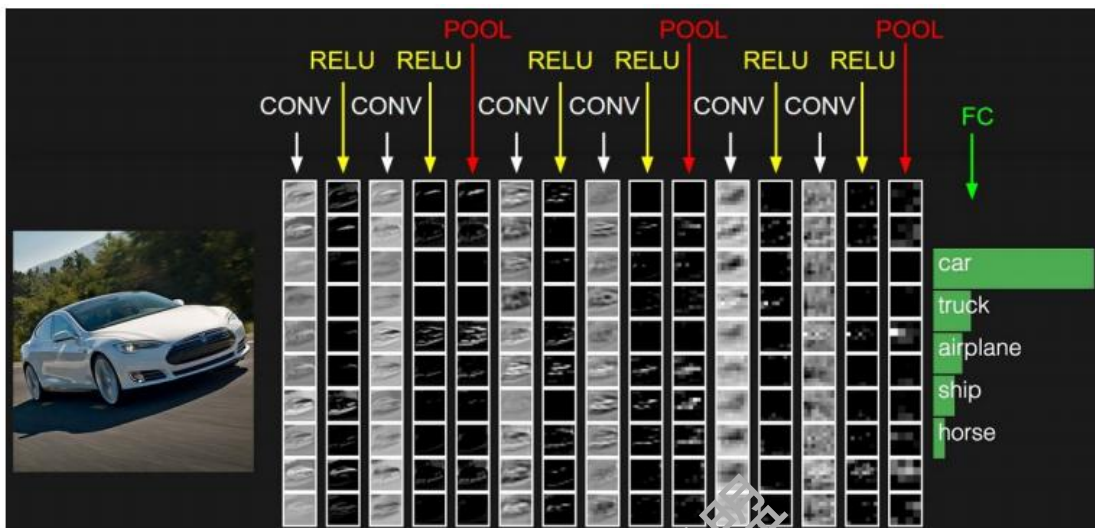


图 13 卷积核改变并最终实现识别特征的过程

卷积神经网络与传统神经网络有很多相似的地方，它们都是由神经元组成，神经元中包含权值这一核心性的参数；神经元通过将输入进行内积运算后再送到激活函数运算。从整个网络来看，它依旧是一个超平面函数，待求解的目标是权值与参数，函数的输入是输入的所有训练样本，输出是标记样本的所有标签。在整个网络的最后一层（一般是全连接层），网络仍然有一个损失函数（如 Softmax），并且在神经网络中使用过的不少技巧依旧适用于卷积神经网络。那么有哪些地方变化了呢？卷积神经网络的结构基于一个假设，即输入数据是图像，基于这一点，才引入了卷积算法这一经典的数学性质。这使得网络向前传播的实现更加高效，并且大幅降低了网络中所需参数的数量。

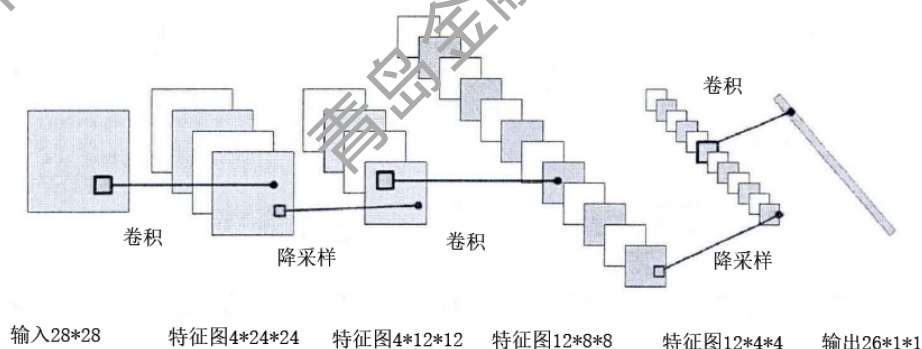


图 14 LeNet-5 网络结构

90 年代自从 Lecun 设计出 LeNet-5 结构的五层卷积神经网络开始，其所提出的卷积层、池化层、全连接层的概念一直沿用至今，自从 2012 年至今所提出不少

新的网络结构，如 AlexNet、Inception v 系列、ResNet 网络结构等等都无出其外地采用了这一网络结构的核心概念。

卷积层就是通过一定的步长将特定设计的含有特征的卷积核进行移动,并进行逐位的乘积之后求平均得到一个均值,以此类推会得到一个比原先输入参数更少的矩阵,这就是在这个卷积核上所抓取的符合该卷积核特点的特征。以此类推,只要卷积核训练得合理,就可以分析出整个图像包含的所有信息了。

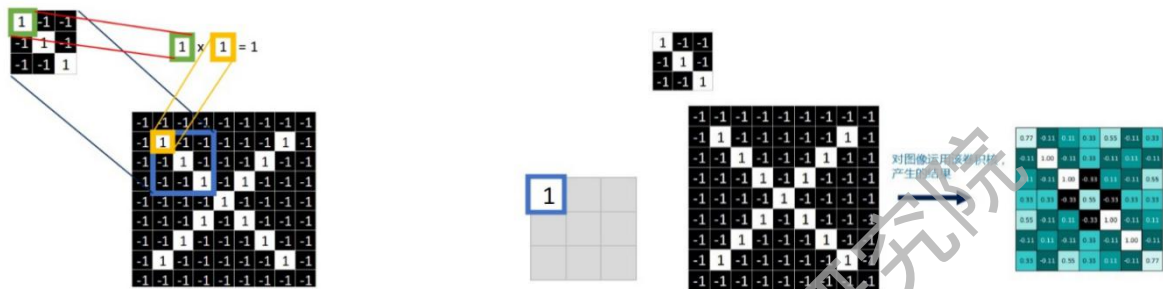


图 15 卷积示意图

卷积后尽管数据量已经比原图少了很多，但此时的信息数量仍然很大，需要把它送入池化层进一步降低数据量。譬如常用的最大池化，就是按一定的步长移动，取一定方形区域最大值以取代该区域其他值的过程，进一步减少了数据量级。

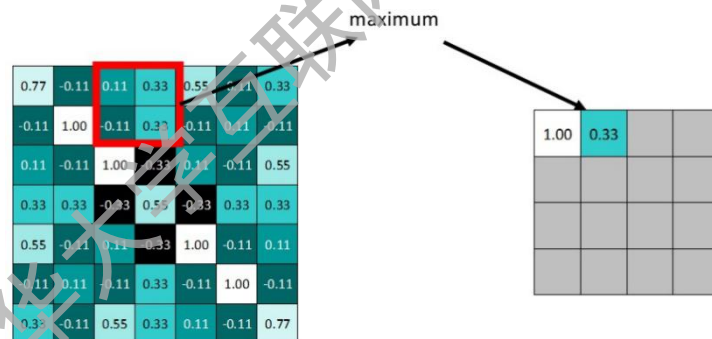


图 16 池化示意图

在将输入的信息压缩至足够精简的级别后，就可以将它送入传统的连接函数中进行学习了。这个位置的网络结构也就是所谓的全连接层。这里的“全连接层”就是完成了维度改变，将所有的特征全部送入网络来得到最终输出的功能。常用的函数如 **Softmax**，它是一个分类函数，输出的是每个对应类别的概率值。比如得到[0.5, 0.03, 0.89, 0.97, 0.42, 0.15]就表示样本共有 6 个类别，经过学习后判断出属于第四个类别的概率 0.89 最大，因此判定这一组数据属于第四个类别，完成了建立深度学习网络的最终目的——模式识别。

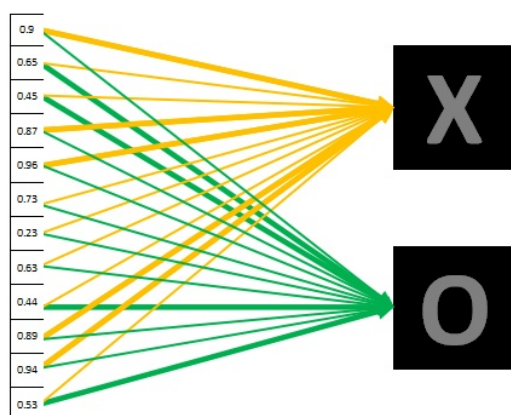


图 17 全连接层示意图

以 LeNet 为基础的，从 2012 年开始，针对这一网络所提出的几个基本概念为基础，越来越多的新的网络结构开始得到提出并经过了时间的考验。Alex Krizhevsky 提出的 AlexNet 采用了 ReLU 激活函数，而不像传统神经网络早期所采用的 Tanh 或 Sigmoid 激活函数解决梯度弥散问题，又引入了每个全连接层后面加上 Dropout 层减少了模型的过拟合问题。牛津大学提出的 VGG16 相比 AlexNet 的一个改进是采用连续的几个 3x3 的卷积核代替 AlexNet 中的较大卷积核（11x11，5x5），多次重复使用同一大小的卷积核来提取更复杂和更具有表达性的特征。谷歌 GoogLeNet 小组设计了一种称为 inception 的模块，这个模块使用密集结构来近似一个稀疏 CNN，并利用 1x1 卷积降低计算量。微软提出的 ResNet 创新在残差网络，借鉴了 Highway Network 思想，在前面层与后面层之间建立“短路连接”（skip connection），利用专门的通道使得输入可以直达输出，有助于训练过程中梯度的反向传播，将 CNN 网络的层数直接提升到了百层以上。清华大学的 Zhuang Liu、康奈尔大学的 Gao Huang 和 Kilian Q. Weinberger，以及 Facebook 研究员 L. Maaten 联合提出的 DenseNet 还增加了跨层的短路连接，每一层都包含所有层的输出信息，参数量较其他模型大大减少，这一篇论文也获得了 2017 年 CVPR 大会的官方最佳论文推荐。

5.2.3 主要产品

深度学习在 CNN 于 2012 年的首次参加 ImageNet 图像识别比赛并以巨大优势击败传统机器学习（SVM）夺得冠军后，随着深度学习的网络结构、优化方法以及 GPU 硬件的不断进步，在其他领域也在不断的取得新的突破。

最为广大群众所知的，就是 2016 年 3 月，由谷歌旗下 DeepMind 公司开发的基于深度学习的 AI 智能 AlphaGo 与韩国的围棋世界冠军、职业九段棋手李世石进行了围棋人机大战并以 4 比 1 的总比分获胜。但除此之外，成功的人工智能应用是很多的，最好的人工智能应用就是隐形的服务——让我们意识不到背后有人工智能的服务。

文字转语音输出——语音合成

语音合成，也就是所谓的文语转换（Text To Speech, TTS），主要的功能是将任意输入文本转换成相应的语音，是人机语音交互中不可或缺模块之一。如果说语音识别技术是为了让机器能够“听懂”人说话，那么语音合成技术则让机器能够跟人“说话”。无论是在地图导航、语音助手、教育娱乐等软件应用，还是在智能音箱、家电、机器人等硬件设备中，都需要在接受人类的语音指令之后进行非文本的回复。语音合成系统通常包含前端和后端两个模块。前端模块主要是对输入文本进行分析，获得能够确保符合语义理解逻辑的语音学信息，在中文语音系统中一般包含文本正则化、分词、词性预测、多音字消歧、韵律预测等子模块。后端模块则需要根据前端分析结果，通过一定的方法生成语音波形。后端模块一般分为基于统计参数建模的合成，以及基于单元挑选和波形拼接的合成两个主要技术思路。

拼接合成的算法需要很大的素材库支持，在实际应用中门槛很高，而且如果需要的语音在语音库内容外则完全无法保证领域外文本的合成效果。传统的语音合成系统一般采用隐马尔可夫模型（HMM）来建模。近年来，深度神经网络由于其较高的建模精度，被越来越多地应用到语音合成领域。语音合成技术中用到的神经网络模型主要有 DNN、RNN、LSTM 等。近年来，一些新的语音合成方法不断被提出，并且取得了比较理想的合成效果。比如 DeepMind 团队提出的 WaveNet 合成系统，通过构建一个自回归模型，直接对时域采样点建模，得到了高自然度的合成语音。而 Yoshua Bengio 团队提出的 Char2Wav 和 Google 提出的 Tacotron 系统，则是直接建立输入文本到输出语音的映射关系，实现了端到端的语音合成，合成语音效果能够接近真人发音的水平。

在语音合成领域，基础方案在中国国内做的最有成果、应用范围最广的产品无疑是科大讯飞的系列方案了。在 2017 年举办的国际语音合成大赛上，科大讯飞的

AI 研究院及其旗下的国家工程实验室双双参赛，并包揽了本次赛事主要项目的冠亚军。国际语音合成大赛由美国和日本联合举办，是国际上规模最大、最具影响力的语音合成类的世界级比赛，参与该项比赛的历届选手不乏美国卡耐基-梅隆大学、英国爱丁堡大学、IBM 研究院、微软亚洲研究院等世界一流研究机构与企业。自 2006 年以来，科大讯飞参赛相关企业已经在该项赛事中取得十二连冠，稳定住了科大讯飞在自然语言处理领域的全球领先地位。

本届国际语音合成大赛包括传统技术评测和机器学习技术评测两组比赛。与往届相比，今年新设立的机器学习比赛，统一使用固定的输入和输出数据，消除了传统参赛团队在数据标注、前端分析、信号处理等环节的优势，着重比较机器学习核心算法水平。经过激烈的角逐，科大讯飞和国家语音工程实验室提交的两个参赛系统均在本次大赛中遥遥领先，一举包揽了赛事核心指标自然度、段落效果全球前两名，相似度全球第一名。其中，在最关键的自然度指标上，科大讯飞继续成为唯一超过 4 分的参赛系统。

讯飞在参数合成上主要的成果有两点：一是个性化音库定制能力，就是在给定一定量的录音数据下，快速定制效果好性能稳定的发音人系统。这点考验的是合成技术的通用性，也就是说，相关技术需要在不同音库上都要有优异的表现。二是跨语种合成能力，现在目前很多应用场景对中文和英文合成能力都有要求，但是受到发音人英文水平的限制，英文合成一般都做得不好。尤其是在中英文混读的情况下，连续性和音色差异都比较难做好，讯飞在这方面处理得较好。

在海外科技公司的自然语言处理研究上，2017 年 12 月 20 日，谷歌推出一种直接从文本中合成语音的网络结构，谷歌称之为新型的 TTS 系统 Tacotron 2。Tacotron 2 结合了谷歌在语音处理网络两种传统结构 WaveNet 和 Tacotron 的优势，不需要任何语法学的知识即可输出文本对应的语音。Tacotron 2 由一个序列到序列的循环特征预测网络构成，它先将文本放入到梅尔谱系图中，然后由修正过的 WaveNet 模型解码出声谱，从声谱中合成时域的波形。

谷歌的研究人员测试了 100 个语音样本，并且邀请人类评委对不同 TTS 系统所生成语音的自然可听度评分。最后汇总评价的结果显示，Tacotron 2 的平均取得了 4.53 分的成绩（满分 5 分），明显优于前面所提到的传统模型，仅比专业配音人员得到的分数低一点。不过目前 Tacotron 2 生成的语音虽然听起来不错，但仍有一些难题有待解决。例如该结构在复杂单词的发音方面有困难，可能会产生随机的

奇怪声音。而且目前 Tacotron 2 还不能进行实时的音频生成，也不能将情绪加到生成的声音中。

Face ID 与安防解锁——人脸图像识别

苹果公司在北京时间 2017 年 9 月 13 日发布了首款基于结构扫描技术的移动设备 iPhone X，掀起了一股全面讨论其安全性与原理的热潮，很多的手机厂商也在逐步跟进相关人脸解锁的技术。作为最典型的人脸类衍生应用之一，它的核心基础是人脸检测技术。在图像处理的学术领域会把人脸检测分为约束环境人脸检测和非约束环境人脸检测两种类别，其差异主要体现在非约束环境相比于约束环境下单一人脸、背景简单、直向正脸等相对较理想的条件，非约束环境所面临的要求更加严格，如人脸角度表情多样、帽子口罩等的遮挡、化妆伪装、光照条件恶劣等。

Labeled Faces in the Wild (LFW) 是马萨诸塞大学计算机系所维护的人脸识别测试标准集，创建于 2007 年。LFW 数据集从网上收集了五千多个名人的不同情况下的多张人脸照片，这些照片设计的外部环境情况十分广泛，具有复杂的光线、表情、姿态、年龄和遮挡等方面的变化，用于评估人脸识别算法在非约束条件下的性能。LFW 的测试集包含了 6000 对人脸图像。其中 3000 对是正样本，每对的两张图像属于同一个人；剩下 3000 对是负样本，每对的两张图像属于不同的人，如果仅适用纯粹的随机方法的那么期望的准确率是 50%。有研究表明，如果只把测试集的人脸部分交由人类进行判断，人眼在 LFW 测试集上的识别率是 97.53%。如果把包括其他信息，如头发、背景等的整张图像交由人类判断，人眼的识别率则是 99.15%。

传统的基于非深度学习思路的人脸识别算法在这个测试集上一般只有 60% 的识别率，其中最好的识别率是 96.33%。目前的深度学习算法普遍可以达到 99% 的识别率或更高。如百度深度学习研究院 99.77%，腾讯优图 99.65%，北京中科奥森 99.77% 等。

FDDB 是同样是由马萨诸塞大学计算机系维护的另一套公开数据库，数据库中含有在各种环境状态下的各种姿态的人脸，以及包含 5171 个不同人脸的 2845 张图片作为测试集。FDDB 每隔几个月就会更新库中数据，目前已经逐渐发展成为全世

界最具权威的人脸检测评测平台之一，评测集目前也是代表了人脸检测的世界最高水平。

传统算法在这一领域普遍准确率较低，即使采用一些浅层的 CNN 算法，在这一数据集的准确率也只有 70% 左右，如 ICCV2015 大会录用的论 CascadeCNN，结合了 CNN 与 FCF 算法，准确率也只有 73.49%

相对地，商业公司利用其在资源和人力上的优势，逐渐引导了新的驱动方向。GPU 及各种深度学习芯片的出现使得设备计算能力大幅增强，同时随着手机、智能家居等设备的普及，越来越多的智能化会在前端与云端完成。如大华推出的深度学习人脸相机，支持人脸检测、关键点定位、模式分析等功能，结构化信息大大降低了海量数据的存储与分析成本。大华的人脸识别云服务器采用最新的 GPU 架构，可以达到传统 CPU 服务器几十倍的计算能力，以更低成本满足更多地用户需求。目前与乐视陷入专利纠纷的 TVPlay 深圳欢创，其主要业务在游戏 VR 交互的射击瞄准，目标检测等，准确率有 77.29%。

2016 年 8 月 14 日小米科技联合创始人黄江吉宣布小米人脸检测算法团队研发的新算法在 FDDB 人脸检测准确率榜上取得排名第一，随后小米科技董事长兼 CEO 雷军也第一时间转发该消息，指出 FDDB 是由马萨诸塞大学计算机系维护的全世界最具权威的人脸检测评测平台，并恭喜小米研发人员取得全球第一成绩。这项以万韶华博士为首的小米团队研发的新算法基于深度卷积检测网络（Faster RCNN Bootstrapped by Hard Negative Mining），它的作用简单说就是，利用深度卷积检测网络，同时学习人脸和非人脸特征，从而准确识别出人脸的位置和大小。下图是 FDDB 官网上最新公布的人脸检测准确率召回率曲线图，横轴表示误检人脸数，纵轴表示检出率。曲线越陡峭，曲线上的点越接近（0，1），表示检测器性能越好。从离散情况来看，小米团队在人脸识别检出率上明显高于其他研究团队。

短短一年不到的时间，2017 年 5 月 20 日，根据 FDDB 公布的数据排名显示，来自中国的人工智能公司阅面科技（ReadSense）在众多的优秀竞争者中拔得头筹。本次阅面科技在 FDDB 上提交的全新检测算法突破了小尺寸、模糊和动态人脸检测的极限。该算法以 Faster RCNN 为基础算法，基于百万级人脸数据训练深度神经网络检测模型，并通过网络模型高低层语义联合、多尺度融合等方式，重点解决较为棘手的小尺寸、模糊和动态人脸检测的难题。基于自主研发的创新性算法，通过软件以及硬件解决方案，阅面科技为智能机器、智能安防、智能商业等领域，带来

体验良好的交互、安全以及数据洞察等视觉智能服务。目前阅面科技已经与多家厂商联手合作，如创维、中兴、中科创达等等。

虽然目前的深度学习发展已经突破了小尺寸、模糊和动态人脸检测等技术性难题，但人脸检测依旧存在许多难点，如复杂光照情况以及非刚性物体形变等。我们可以期待更多的科技公司在人脸检测领域继续深耕，给用户带来更为顶尖的创新产品，为中国的人工智能整体发展添砖加瓦。

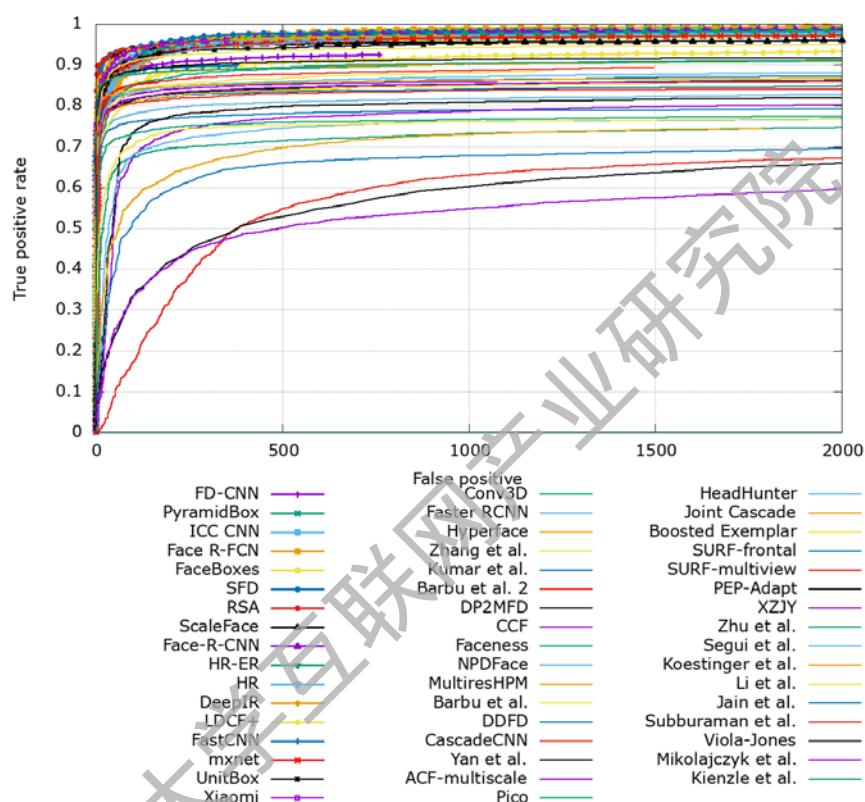


图 18 不同算法在 FDDB 数据集上的性能对比

5.2.4 核心企业

人工智能与深度学习时下最热门的研究课题，也将会是下一轮全球科技以及经济发展的大方向。除了最早深耕于该领域的 Facebook、谷歌、微软等互联网公司及各大学研究院已经奠定的深度学习基础之外，在中国有我们传统的三大互联网巨头 BAT（百度、阿里巴巴和腾讯）纷纷成立了自己的 AI 实验室，更不乏有像科大讯飞、中科院寒武纪、依图、商汤等创新驱动型企业的后起之秀快速崛起，他们都在各大深度学习会议、期刊平台或者竞赛中取得了不俗的成绩。

科技巨头企业

谷歌在有深度学习三巨头之称的 Geoffrey Hinton 等人的带领下，在理论与技术方面一直保持世界领先地位。理论上，利用 Inception v4，在 2016 年 ILSVRC 中其分类错误率低至 3.08%，技术开发平台包括早期基于大规模 CPU 集群的 DistBelief(由 16000 个计算节点构成)和近期开放的支持 GPU 加速的 TensorFlow，这些都已经成为广大深度学习从业人士进行开发的重要资源。2016 年火爆互联网的“阿尔法狗”(AlphaGo)也是谷歌强大深度学习底蕴的具体展现。

Microsoft 在 2015 年 ILSVRC 目标检测任务中使用 ResNet 网络取得绝对优势，利用简单的“短路连接”思路得到了共计 200 个分类项中 194 类的最佳准确率，其中平均检出概率高达 62% (2014 年同一任务最好结果为 37%)。其在目标跟随领域提出的 Fast-RCNN 至今仍在在该领域占有重要地位。Microsoft 基础平台方面也有自己的研究，2015 年推出的 Azure Machine Learning Studio 不仅有高可扩展性、支持 CPU/GPU 计算的 Minerva 及分布式深度学习训练系统 Adam、CNTK，还有利用 Catapult 加速深度卷积神经网络 (DCNN) 的项目也在进行中。

Facebook 于 2013 年成立了人工智能实验室，在同样有深度学习三巨头之称的 Yann LeCun 的带领下，Facebook 同纽约大学数据科学中心在数据科学、机器学习、人工智能领域展开合作，代表性工作有最著名的开源深度学习项目 PyTorch 和 fbconv。PyTorch 凭借其易懂性强，上手容易的特点，在 2017 年逐渐成为热门的深度学习基础框架。

另外，作为深度学习训练过程中唯一可以起到加速作用的显卡品牌，NVIDIA 这家老牌显卡制造商也在深度学习方向进行了布局，于 GTC 2015、2016 连续发布了多款可以用来加速深度学习的 GPU 加速器硬件 (Titan X、Tesla P100)、加速库 (cuDNN) 和解决方案 (DIGITS DevBox、DGX-1)，为深度学习的普及和更大模型的支持起到了硬件上的支撑的作用。

互联网企业

百度是国内较早开展深度学习研究的企业，于 2013 年年初创立了百度深度学习实验室，并邀请了斯坦福大学教授、Google 大脑创始人 Andrew Ng 加盟。百度

实验室的主要研究方向包括深度学习、机器人、云技术、计算机视觉、图像识别、语音识别等，除了相关算法之外，百度还同时开展了一系列深度学习相关的创新项目，如无人机、智能自行车 DuBike、自动驾驶汽车、智能眼镜 BaiduEye 等。

百度在深度学习计算平台基础设施建设方面一直走在国内互联网公司的前列，百度在 ImageNet 挑战中取得的成绩得益于其超级计算机 Minwa(36 个服务器节点，每个节点搭载 2 个六核 Xeon E5-2620 和 4 个 NVIDIA Tesla K40m GPU)。除了硬件的提升之外，为了提高深度学习的计算速度，百度在算法的效率上做了很多工作，发表了一些 GPU 加速算法方面的论文。随着研究的不断深入，百度也意识到传统 GPU 在深度学习应用中的能效比、性价比的差距。在充分研究了各种芯片的特性后，百度决定在可编程、功耗低并且可以进行并行计算的 FPGA 芯片上布局人工智能的未来。百度目前在 FPGA 上设计 AI 专用芯片，并设计了第一版百度专属 AI 芯片——百度大脑 FPGA 版，这使得百度成为了全球最早将 FPGA 成品化应用在人工智能领域的公司。

阿里巴巴作为电子商务巨头，很早就看到了深度学习在商品检索方面的应用价值，在阿里巴巴图像搜索的领军人物、阿里巴巴搜索事业部研究员华先胜的带领下迅速将深度学习技术成功应用到手机淘宝图像搜索业务——拍立淘中。经过长时间的宣传策略，拍立淘功能在 2015 年双 11 期间得到了上千万消费者的使用，直接获利高达数千万元。拍立淘上线至今，已经从最开始的女装服务，发展到目前的完全覆盖日用百货鞋包、衣食住行、数码科技、家居卫浴等的综合性购物助手。与一般的搜索输入文字不同，拍立淘类的图像搜索被主要定义为“以图搜图”。据华先胜介绍，图像搜索的第一步是数据的必要转换和处理，将图片中的要素包括人像、颜色、纹理等图像特征，转换为深度学习网络所需要的数据格式，编成索引之后，才能再进行图像搜索。图像搜索目前仍旧有很多未知领域需要进行研究，不过在华先胜看来，图像搜索的发展所依赖的方法仍旧需要深度学习、大数据分析和大量用户使用反馈，目前在这三个方面，阿里巴巴都具有一定的实力。对于“拍立淘”的未来，华先胜表示，拍立淘所积累的技术将会拓展到更多应用领域，让拍立淘成为人们获取各类信息、新闻、知识等的一个快捷有效的入口，而不仅仅是搜寻商品的入口。

阿里巴巴在基础平台建设方面起步虽晚，但发展迅速，利用装备 NVIDIA Tesla GPU 的高性能计算集群，不仅完美支撑拍立淘、搜索、OCR、绿网、神马语音、iDST 等内部业务，还进一步在 2015 年 10 月 14 日云栖大会上正式宣布通过阿里云

对外提供公共云上的 HPC 服务，使普通用户也有机会享受高性能计算平台带来的高效性和便利性。目前越来越多的中小企业选择租用云端 HPC 服务器，而不是自建机房做繁杂冗长的运维工作。最新机型 G4 配备了双 Tesla M40 作为加速器，可大大提高深度学习应用的运行效率，基于 Docker 的快速环境部署大幅降低了客户使用深度学习框架的门槛，可谓开箱即用。

腾讯拥有海量的社交关系数据，在深度学习应用方面潜力巨大，目前主要应用为语音识别、图像识别和广告推荐。腾讯优图（BestImage）是腾讯旗下顶级的机器学习研发团队，专注于图像处理、模式识别、深度学习等方向，在人脸检测、五官定位、人脸识别、图像理解领域都积累了完整解决方案和领先的技术水平。

腾讯在深度学习基础平台方面经历多次升级逐步完善，在 Mariana 基础上针对多种应用打造出 Mariana DNN、Mariana CNN、Mariana Cluster 等基础框架，在微信语音识别、微信图像识别方面均已成功落地，在图文类效果广告点击率提升方面也取得初步的应用。

科技创新企业

自 2012 年 AlexNet 带来深度学习的再次发展以来的这几年，除了国际超级科技巨头在不断地努力研发平台与算法之外，国内除了传统的互联网巨头，同时也出现了越来越多的以创新驱动的中小型互联网科技公司。2014 年开始随着大型网络的不断成熟，深度学习相关成果的商用化也逐渐变为现实，硬件、算法都日趋成熟，也在反哺着直接的技术突破。

图普科技成立于 2014 年 4 月，同年 8 月获北极光创投数百万美元天使轮融资。图普科技主要是在云端为图像识别的相关应用做技术服务，主要涉及智能审核、图像增值、图像搜索、深度定制等各类方向，通过开放互联网在线接口来提供云服务。目前已经成熟的解决方案典型案例包括，违规内容识别、人脸识别、背景识别、车牌车标识别、物体识别等，并开放了根据特殊的行业要求进行专业化识别模型的深度定制的服务。

图普科技目前的主要业务瞄准了互联网监控方向的图像识别领域，可准确识别如智能鉴黄、暴恐识别、直播敏感内容监控等等，被业内专家认定为是图像识别技术与互联网结合的典型商业案例。截至目前，映客、美拍、来疯、糗事百科等国内

知名应用均已经接入了图普图像识别服务 API。以美拍为例，一方面通过图普人脸识别接口，智能识别美拍的主播颜值，自动推荐高颜值主播给用户；另一方面，基于直播视频的人脸、场景的内容进行识别和分析，根据用户的兴趣，抓取视频内的价值信息，智能推送符合用户喜好的内容。使用图普的图片增值服务后，美拍视频直播的推荐结果与用户的心理预期重合度变大，用户在观看直播时的选择更加直观和精准，用户的活跃度明显提高，平台的点击率和留存率明显上涨。

脸云科技成立于 2014 年，他开创了基于深度学习的人脸检测创新算法，设计了一套基于自行研发算法的新的人脸检测系统，主要功能涵盖了人脸检测、人脸关键点检出、人脸识别、人脸分析、活体验证等一套完整的身份认证方案，并在世界相关大赛取得了不俗的验证效果。脸云 2015 年的 Fddb 人脸检测及 300-W Benchmark 中取得了双榜准确率第一，并在 LFW 的人脸识别准确率达到 99.5% 的成绩。自此脸云引起了金融圈的关注与主动合作，并与中国银联、借贷宝、京东金融达成初步合作，推出了刷脸登录、智能支付等方式。

图森未来科技，成立于 2014 年，于 2015 年初获得了新浪的 1000 万美元 A 轮融资。图森未来自主研发的深度学习感知算法，能够做到让摄像头像人眼一样实时感知行车周边环境，检测和跟踪视野中的各种物体，能够对可视场景进行像素级的解读。凭借独创的视觉高精度定位和多传感器融合技术，即使在隧道中，也能做到分米级别的定位精度。图森未来自主研发的智能决策系统能够指导车辆根据地形和实际路况选择安全省油的路线。

图森未来以摄像头作为主要传感器。这是因为，相比普通乘用车，卡车刹停距离更长，系统需要看得更远、更准确。图森未来的方案包含多个摄像头和毫米波。通过自适应补光，随时检测 200 米范围内的路况。而传统自动驾驶技术采用的激光雷达方案，有效感知距离不超过 80 米，无法满足卡车在高速路段的安全行驶需求。

5.3 云与大数据

5.3.1 综述

大数据的概念在近几年已经逐渐成为了在大众中逐渐普及的概念，但是经过口耳相传的三人成虎，一些媒体对大数据的炒作出的铺天盖地的概念，让很多人反而

对大数据的概念产生了疑惑甚至是误解，以为大数据是很高端和很神秘的东西，甚至于将大数据“杀熟”的问题妖魔化。其实所谓大数据也只是一个白马非马的问题，大数据仍然是数据，顾名思义也只不过是“大”一点的数据。

大数据，自然就是所谓体量特别大，数据类别特别大的数据集，并且这样的数据集是无法用传统数据库工具如 SQL 等对其内容进行抓取、管理和处理。大数据一般符合一种“4V”原则，即：体量（volumes）大，完整的数据集存储大小一般达到 TB 的规模，但在实际应用中，很多企业把多个数据集再进行整合，已经达到了 PB 级的数据量；类别（variety）大，数据来自收集到的不同数据源，数据种类和格式日渐丰富，数据包括的类型除了传统的结构化数据，还包括半结构化和非结构化数据；处理速度（Velocity）快，在数据量非常庞大的情况下，利用目前飞速发展的层数逐渐加深的深度学习网络，可以做到很快地处理；最后是价值高（Value）高，随着网络技术的进步，我们可以利用例如爬虫等算法，从社交网络、企业运营内容、交易与应用数据等新数据源可以获得很多重要的具有描述行为人模型的数据，这些数据的价值是传统的数据所不能比拟的。通过数据挖掘，获得对模式识别与预测分析有价值的数据，并通过机器学习、深度学习等方法进行分析，科研发现新规律和新知识，并运用于教育、金融、医疗等各个领域，从而最终达到改善社会治理、提高生产效率、推进科学研究的效果。

5.3.2 核心技术

大数据的核心概念

舍恩伯格在《大数据时代》里总结了的大数据的三个特征：“不是随机样本，而是全体数据；不是精确性，而是混杂性；不是因果关系，而是相关关系”，这三个特征也是很多的科普或新闻类文章所惯常于引用的。尽管耳熟能详，但是这三个看似简短模糊的特征的里面，已经明确指出了大数据这个概念的最基本特征。不少时候在研究中所遇到的问题，最大的原因往往不在于技术手段的高低，反而在于最基本的概念——譬如输入与输出是否认识到位。

1、不是随机样本，而是全体数据

在过去的商业时代，由于技术、经济、人力等多个层面的限制，我们试图探索商业规律与用户喜好的时候，主要是依靠抽样数据、片面数据，甚至有些时候完全缺乏事实基础的说服力，只是凭借经验、假设和意识就做出了基于自我的判断，导致有很多小概率事件覆盖不到，待到蝴蝶效应生效的时候只能追悔莫及没有及时把握先机。这就导致过去很多时候人类对于客事物发展规律的认知，是肤浅的、表面的、错误的。

另一方面，在非大数据时代，我们在探索商业规律的时候，我们思维的出发点和探究的方法都是单维度的、绝对化的。比如我们在分析一类行业的发展前景的时候，过去的时候我们的考量角度只集中在供需、政策等这些与我们的分析对象有着传统经验意识上较为明显因果关系的方面。但是如果我们从今天的大数据的分析，需要分析的对象会更广、更杂、更全面。比如对于这一行业的分析素材还会包括潜在消费人群的消费倾向、当地人们的出行习惯甚至是当地的水文气象等这些看上去可能和我们的分析目的没有什么联系的“无关因素”。

但是通过大数据的分析，我们会发现很多我们无法马上理解和接受的两种事物之间的关系。比如：男性顾客买尿布的时候喜欢再去买啤酒，而咖啡的购买情况与信用卡或房贷情况有相关关系等等。随着互联网技术的发展，我们获取数据的方法更加便利，所获得的数据也更具时效性，来自互联网的各种数据都可以为我们所用。我们对某件事物的考察可以完全不使用抽样的方式，而是可以做到覆盖这个对象的全体作用人，可以全方位、多维度的对其进行分析。因此我们既消除了小概率事件的不确定性，又能够在分析中发现更多的可能性和联系性。

这条特征反映的最本质特征是，大数据的“量变”引发了人类进行研究和分析思路这个根本层面上的“质变”。从目前人工智能领域的研究成果角度来看，大数据的深度学习简单算法要比小数据的机器学习复杂算法更有效，随着数据量的提升，我们获得的结论的准确度也会逐渐提升。

2、不是精确性，而是混杂性

简单地说，任何数据必然有不准确，必然有其不可信的部分，但是在大数据的前提下，每一个小数据的准确性得到了消减与稀释，可以变得不那么重要。比如我们只发放 100 份调查问卷，如果里面有 5 个人是胡乱作答，那就有足够的百分比来干扰最后结论的判断；但相对地如果我们发放了 50 万份调查问卷，那么即便是有 100 个人胡乱作答，那也不会对最终结果有太大的影响。

就像前面所提到的，大数据有时候看上去毫无规律、特征之间毫无明确的意义，但是我们将原来看似无关的维度进行捆绑。对这些不同维度的信息进行挖掘、加工和整理，就能够获得有价值的统计规律。在这个时候，数据的混杂性反而成为了大数据的优势，通过对不同维度的数据的分析，使这些维度开始出现相互交叉，数据之间的关联性获得了极大地增强，我们也因此能够获得更多的新的规律。

3、不是因果关系，而是相关关系

因果关系作为最直接的逻辑联系，当然是不应该也绝不能否定的。但是在这里必须要指出的是，因果关系和相关关系其实本质上并没有什么区别。所谓“相关关系只是还没有被理解的、复杂的因果关系”。因果律是最基本、最直观的逻辑规律，但是传统的思路所限大多数人们对因果律采用的都是“黑白”理解：绝大多数时候提到因果关系其实都是在说“单因果关系”，但是正如同前面所说的一样，现实情况下的因果关系通常都是“多因果关系”，也就是事物之间的作用是曲径通幽的，是多相影响的。我们是无法简单的观测和描绘这种复杂的、非线性的因果关系的，故而才将这种因果关系称之为是“相关关系”。

大数据提倡关注“相关关系”，关注于平行存在而不是垂直引导，这并非是对“因果”的否定，而是对客观世界的现象进行更平实的概括——也就是事物之间的相互联系。同时也是站在一个更实用的立场上，专注于具体问题的解决或做出更优的决策。假如我们发现某种奇异甚至无厘头的方式可以有效拉动效益增长，那么对一家企业来说，放在第一位的是先行尝试，甚至在规模性地复制这种做法，第二位的才是探究这种方法为什么会产生意想不到的效果。大数据并不是说因果关系不重要，

而是代表了另一种角度的黑猫白猫论，结论的实用性才是最重要的，绝对真理的因果关系交给专家，或者是未来人去探究。

总结一下就是，大数据当然就是一种体量很大的数据集罢了，它相当于传统的数据的意义所卓然的是带来的人类数据处理能力的提升、量与经验的累积，分析方法的发展、思维的转变等，这些才是“大数据”这个“大”字的精髓。现在大数据这个词已经愈发地成熟了，大数据的发展和应用也在很多非高精尖领域使用得越来越多。比如人工智能，搜索联想，智慧医疗等这些前沿领域无不需要大数据作为助力和支撑。大数据已经逐渐从一个概念变得通用，正在兑现出它的价值。大数据的提出、发展与应用都是由人类的思维方式、社会结构、科技发展这三者交互作用之下而逐渐形成的，它也在逐步变成像蒸汽、电气一样的趋势化现象，未来它会对世界产生更多的价值。

大数据分析技术

大数据获得了丰富的事物联系，但是更重要的是对大数据进行分析的手段。这些数据高数量级数目的属性只有通过分析，才能充分利用这些看似杂乱无章但实际上有高质量的信息。所以大数据分析的方法在大数据领域就显得尤为重要，可以说是决定最终信息是否有价值的决定性因素。基于如此的认识，大数据分析普遍存在的方法理论主要有：

1、可视化分析

大数据分析的使用者当然有大数据或者深度学习领域的分析专家，但同时还有并非专业人士的普通用户，但无论是谁，对大数据分析的最终呈现方式而言，最基本的要求就是可视化分析，因为可视化是最直观的感官刺激方式，并且能够很快地被相关人士所接受，是最简单明了的方式。

2、数据挖掘算法

大数据分析的理论核心就是数据挖掘算法，基于不同的数据类型和格式，经过了数据挖掘才能更加科学的呈现出数据本身具备的特点，数据挖掘的算法大多数都

是脱胎于几百年来统计科学理论的精华内容,利用以上的科学真理来挖掘出数据有用的价值。另外正是由于数据挖掘的算法我们才能更快速的处理大数据,如果是不经过数据的处理过程,一个不加改造的数据库需要耗费数月甚至数年才能完整学习,那大数据的价值也就无从说起了。

3、预测性分析能力

大数据分析的一个应用领域就是预测性分析,从大数据中挖掘出已有的特征与模式之间的关系后建立科学的建立模型,之后便可以通过模型代入新的因变量,从而预测未来的结果。

4、数据质量和数据管理

大数据分析离不开数据质量和数据管理,对于巨大的数据需要有良好的工具进行维护。保持高质量的数据和有效的数据管理,无论是在学术研究还是在商业领域,都能够保证后面的分析工作是有价值和有意义的。

当然以上都是基于大数据的二度开发问题,在其他领域也会有与以上技术相关的算法与研究。而面对一个巨大的数据,我们首当其冲面对的问题是什么?一是如此巨大的数据我们如何去读取,在不可能存放于单机的基础上,我们如何忽略这些具体机器级别的绝对路径,进而能够完成简单的引用;二是处理这些数据的时候,由于数据数量太大,不可能完成在单台计算机上如此高负荷地完整运算,那么使用多台机器进行轮番运算的时候,如何协调前后的工作顺序,或者如何进行机器之间的协调通信,这都是需要解决的基础性问题。鉴于此,像 Hadoop, Spark 等的分布式计算框架应运而生,它们的都是一套完整的大数据生态系统解决方案,各自的组件都非常多。

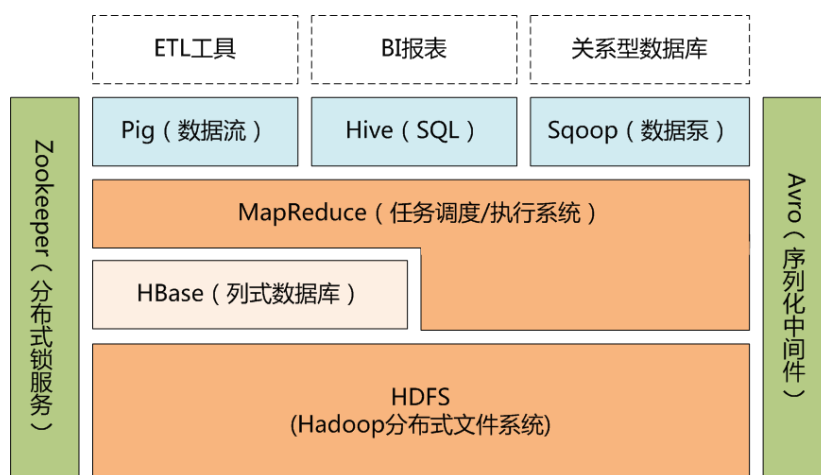


图 19 Hadoop 框架结构示意图

回到之前的两个问题，Hadoop 给出的答案是两个：HDFS 和 MapReduce。

HDFS 主要解决海量文件存储，它提供在普通 PC 组成的集群组成的高可靠分布式文件存储系统，通过将块保存主数据与多个副本的办法解决服务器或硬盘坏掉的问题。通俗的解释方法就是，客户端在只会向主数据请求指令才能向其中一个副本进行写数据操作，一个集群中就会有多份数据，提供了高可靠，当然这个写过程中还包括容错（写过程中某个环节出错），也有运行中的容错。

MapReduce 的主要原理是算法思想中的分治法，把一个大的计算任务分发到不同的子节点去分别执行，在将结果合并的过程。Map 阶段，几十几百台机器同时读取这个文件的各个部分，分别把各自读到的部分分别进行需要的处理过程，产生一个结果的集合；以上多台机器又各自产生了这样的集合，然后又有几百台机器启动 Reduce 将上面的结果分别进行处理，然后这些 Reducer 将再次汇总，就得到了整个数据的处理结果。

但是 Hadoop 是一个数据只存储于硬盘之中的方案，而且 MapReduce 的数据流是树形的 DAG 结构，这就导致在迭代计算时需要反复进行读写操作，大大降低了计算效率。而目前大数据领域的深度学习算法仍然需要计算误差的反传迭代，因此解决这一问题具有很大的应用价值。解决这一问题的就是所谓的第二代的基于内存的新解决方案 Spark。

Spark 解决这一问题的方法是提供了一个更强大的初始数据抽象模型——弹性分布式数据集 RDD (Resilient Distributed Datasets)，并定义了一系列转化和分布式操作。RDD 可以通过缓存的方式来进行访问，从数据结构的角度看，RDD 就是一种数据结构与操作数据结构结合的 API。如果说，MapReduce 是公认的分布式数

据处理的低层次抽象，类似逻辑门电路中的与门，或门和非门；那么 Spark 的 RDD 就是分布式大数据处理的高层次抽象，类似逻辑电路中的编码器或译码器。

Spark 的中间结果放在内存中，内存放不下则会写入本地磁盘，通过匿名函数和高阶函数，RDD 的转换支持流式 API，可以提供处理逻辑的整体视图。代码不包含具体操作的实现细节，逻辑更清晰。这两个优点直接使得如果我们使用相同的机器学习方案，Spark 比 Hadoop 快数倍，如果是一些深度学习的大型反向传播并加入优化器结构的算法，Spark 比 Hadoop 快数十倍至上百倍。Spark 由于增加了图计算框架，对于一些在小数据本机化时代容易实现的数据操作，比如求两个集合的交集并集等，Spark 都有函数直接计算，而 Hadoop 实现这样的计算无比繁琐，这使得 Spark 的开发效率比 Hadoop 高很多。

当然 Spark 作为一个新的项目也并非无懈可击，Spark 在传统 SQL 命令上的支持没有 Hadoop Hive 全面，bug 也相对较多。目前可以这样说，Hadoop 是大数据生态下数据结构与存储的操作平台标准，而 Spark 正成为大数据生态中进行计算的操作平台标准，目前的 Spark 还是成为泛 Hadoop 群中的重要一员，但是在未来的五至十年 Spark 很有可能会逐步取代 Hadoop 成为效率更高的大数据管理方案。

5.3.3 主要产品

大数据有很多应用场景，比如供应链和渠道分析与优化，去了解某些人的消费习惯和日常行为，来推测某种功能或者需求是否能对上游供应链产生反哺作用；比如社交媒体分析与舆情分析，可以通过监测公开的言论发表来考察对于某件事物或者热点的总体舆论导向。当然，最大的用处还是“预测”，如果预测的是未来股票的涨跌，预测的是未来行业的风口等等，基于大数据分析的结果，进行资源的优化配置，避免了全局的资源浪费和过度竞争，才是大数据应用的落地点和真正价值。

农业与大数据

一切与农业相关的数据，包括上游的种子、化肥和农药等农资研发，气象、环境、土地、土壤、作物、农资投入等种植过程数据，以及下游的农产品加工、市场经营、物流、农业金融等数据，都属于农业大数据的范畴，贯穿整个产业链。农业

大数据之所以大而复杂，是由于农业是带有时间属性和空间属性的行业，因而需要考虑多种因素在不同时间点和不同地域对农业的影响。

孟山都是一家来自美国的现代农业技术企业，其生产的旗舰产品——嘉磷塞除草剂抗农达是全球知名的农药类产品，长期占据同类产品销量全球第一的位置。该公司目前也是转基因产品的领先生产商，在全球多种农作物转基因种子市场占据了70%-100%的市场，在美国本土市场更占有90%的份额，可以说在生物工程种子业务上占据领先地位超过十年。

孟山都首先发起“Green Data Revolution”运动，建立统一数据标准的农业数据联盟，让农民不需要过于纠结与软件平台也能方便享受大数据农业带来的成果。2015年孟山都推出Climate FieldView数字农业平台，目前应用的农田总面积超过7.2亿亩，其中仅美国地区的使用面积就已达2.1亿亩，用户人数超10万。2017年的春季孟山都平台的播种辅助业务登录美国、巴西、加拿大，并计划在未来将春季播种辅助业务拓展到欧洲（德国、法国和乌克兰）。Climate FieldView数字农业平台可以实现数据互联，提供播种计划处方和大田作物健康成像，帮助进行氮肥管理和水分管理，实现农田表现可视化和产量分析。农民通过移动终端如智能手机与平板或电脑，就可实现智能化的精准高效田间管理，实现高产，提高环境效益。

此外，针对亚非地区小农户孟山都还专门开发了FarmRise™小农户数字农业平台。FarmRise能提供多样化的服务，包括信息提示（如天气变化），免费咨询电话，为农民在种植过程中遇到的各类问题提供在线咨询专业建议，查寻市场价格信息等。目前已有超过10万名印度农户注册使用该平台的试运营服务。

在国内，也有像佳格在长期致力于农业大数据在中国进行普及的本地化开发。其所推出的耘境系统全面包含了农业大数据的获取、分析以及可视化功能，通过电脑或者手机，就可以随时随地了解天气变化，根据农作物的生长情况来判断下一步的决策。利用数十颗农业专用卫星和无人机实时采集各类自然数据，整合土壤、气候、水文、空气等全方位信息，通过拥有自主知识产权的图像解析和数据分析算法，实现面积测算、适宜区规划、生产周期测算、产量预估、病虫害防治指导、作物植保、灌溉方案、农机调配、农业金融等全产业链数据支持和管理级服务，从而及时进行农事安排、农机调配、农药喷洒等活动，大幅度实现增产增效，同时降低了生产成本。

电力工业与大数据

随着经济的持续发展，用电负荷相应快速增长。由于地区发展不均衡性、配网投资合理性、配网结构复杂性、突发事件偶然性等内外部原因，配变重过载时有发生。国家电网公司因此每年都在不断加大配电网的建设和改造力度，并新建大量配电线路和配电台区，但每年仍有大量配变重过载现象发生。供电可靠性下降、客户投诉上升，重过载预警需求较大

传统的预警机制多以人工经验或是简单阈值预警为主，配变重过载预判准确率较低，只维持在 50%左右，未综合考虑影响配变重过载发生的外部环境、经济因素及配变自身属性因素。多家网省公司都开展了变压器重过载动态分析的工作，分析配网变压器重过载产生的因素，研究各因素对配变发生重过载影响的重要程度。

美林数据基于大数据挖掘技术的配变重过载预警分析，结合技术标准的研究工作，通过选取有可能影响迎峰度夏期间配变发生重过载的信息数据，如配变的历史负荷数据、配变所属区域数据、设备信息、客户信息数据、气温数据等综合考虑电力负荷的周期性波动，同时结合气温、日照等气象因素对迎峰度夏期间配变负荷的影响，运用逻辑回归模型，构建重过载预警中期和短期模型，对配变重过载现象进行预测预警分析。基于大数据挖掘的配变重过载预测分析技术能够更加准确、及时的预判配变重过载情况，短期期预警模型准确度可达到 88%左右，中期重过载预警模型准确度可达到 70%左右。通过模型预测的中期和短期重过载预警，配变重过载水平可以最大程度地降低，减轻配变重过载带来的不良影响，提升配网供电能力。

除此之外，美林数据还建立了以大数据为基础构建的逻辑回归模型，以分析设备采购供应商信用评价。该模型以企业违约次数、供应商主营业务收入、供应商资产负债率、供应商的行业地位、供应商项目是否得到政策支持为判别指标，并通过相关检验，证明了所建模型的有效性。通过计算供应商诚信概率，据此得到供应商的信用得分，在此基础上利用聚类进行分类，确定各个类别的上下界限，最终得到供应商信用等级评判标准，从而完成对设备采购供应商的定量评价。这为设备的采购、供应商的选择提供了科学的决策支撑，避免了主观性判别带来的弊端，为提高采购和供应商管理水平，强化对供应商的管控能力提供了科学支撑。

第三产业与大数据

除此之外，大数据在新兴第三产业中的应用其实更加广泛，譬如智慧医疗、智慧城市、电子商务、智慧交通、金融、互联网内容服务等领域的核心基础都与大数据相关技术息息相关。

在智慧医疗角度，不管是小米苹果的入门级手环、智能手表，还是像佳明、Fitbit 等专业级的健身腕带，它们都可以收集有关我们每日的运动与健康数据，例如行走步数、卡路里消耗、睡眠时长、实时心率等数据并利用云端计算来给出相关建议改善我们的健康状况。

作为一家成立于 2014 年的临床数据融合系统创业公司，零氪科技发布了 Hubbleubble 医疗大数据辅助决策系统，从医院管理、科研与临床为医院与医生提供辅助工作。零氪科技与中科院计算所烟台分所打造的“中科天启”系统，是针对医疗机构大数据舆情风险监控的管理系统；还有成立于 2000 年的雕龙医疗数据，它具备医疗运营流程管理系统、大数据集成平台和医疗数据专题分析等产品和服务，已于 2016 年在新三板挂牌。而像东软集团、永洪科技这样的信息化、数据服务传统企业，也在积极布局医疗大数据领域。

另外，在具体的疾病诊断领域，如人工智能+医疗影像方面，也涌现了一大批创业公司，如雅森科技、万里云等。对于健康数据的积累和分析以及健康大数据行业基础设施的完善来说，这些创业公司和传统企业是健康大数据产业的重要支柱。

在互联网内容提供服务上，各大视频网站现在都可以能够追踪你正在看的内容，看了多长时间，甚至能够判断出该视频究竟多少人在同时与你观看，考察该视频相关内容的流行程度。美国最大的视频供应商 Netflix 甚至还可以记录用户在观看视频时的哪个时间点后退、快进或者暂停，或是直接将视频关掉等信息。Netflix 公司就是利用这些数据，经过一定的算法统计得出的结论说服 BBC 继续拍摄电视连续剧《纸牌屋》，而且还得出了演员 Kevin Spacey 和导演 David Fincher 他们的个人的粉丝与原剧集粉丝之间关联性，确定了新剧拍摄的最佳人选。

在交通领域，大唐电信的高速公路交通大数据分析平台已成功应用于河北高速，该项目整合了河北高速公路管理局近五年来的收费、路况、气象等业务数据，并基于已整合的海量数据，实现了对河北高速路网通行能力、通行量分布、拥堵状况、服务设施忙闲状态、路况分布规律、重点时段流量预判等反应路网运行状态的关键

指标进行多维综合分析和关联挖掘分析。分析后的成果数据为河北高速路网的日常监管、道路运营、道路安全管理以及公众出行提供了全面且精细化的数据支撑。

在金融领域，风险管理类的代表企业 FICO，通过大数据分析为银行和信用卡发卡机构、保险、零售行业提供服务，它通过把当前借款人过去的信用历史资料与数据库中的全体借款人的信用习惯相比较，检查借款人的行为趋势与典型的违约、透支、甚至申请破产等信用等级不高的借款人的历史行为是否相似来对当前借款人的信用情况进行评估。FICO 已经为三分之二的世界 100 强银行提供服务，减少了不良借贷欺诈损失，管理了信贷风险。

在国内支付宝旗下的蚂蚁金服则已经开始把普通人的生活环节与金融产品结合在一起，从而让我们的生活更加便利。比如，蚂蚁信用将平常支付的很多流程和环节记录在一起，只需要看计算好的芝麻积分就能够知道这个人的信用等级，根据信用等级就能够对这个人进行基于信用等级的不同操作。另外，以平安、嘉实为代表的传统金融行业的涉足其中让我们有理由相信未来的金融行业将会获得更加长足的发展和进步。而随着金融产品的逐步丰富，我们的生活或许还将会出现更多与金融相关的元素，从而让我们对于互联网金融的印象发生根本转变。

5.3.4 核心企业

国内做大数据的公司主要分为两类：一是目前有获取大数据能力，自身拥有巨大流量可供挖掘的互联网服务类企业，如 BAT、京东等互联网巨头以及华为、中兴、浪潮等国内数据服务类企业，涵盖了数据采集，数据存储，数据分析，以及数据安全等领域；此外还有不少初创的大数据算法服务类公司，他们通过大数据类管理框架，针对不同客户需求，为针对性领域带来专业算法方案并推动行业发展。

互联网巨头企业

在 2016 年发布的“十三五”规划纲要中，大数据被列为基础性战略资源，与土地、矿藏等并列。在大数据被明确为国家战略后，BAT 三家都在加速跑马圈地，在不同的领域纷纷发力试图抢占行业领军者的地位。一般而言，大数据行业可大致分为三层，底层基础平台，中间层通用技术，上层行业应用。除底层和中间层外，目前 BAT 的投资重心之一是布局行业应用。

国内最早提出数据时代概念的公司是阿里巴巴，早在 2014 年，阿里就提出去除电商标签开始向数据服务方向进行转型。马云本人也曾经表示，阿里巴巴是一家数据公司，电商仅仅是获取数据的一种手段。阿里对大数据的战略重视首先体现在人才引进上，比如 2014 年从美国聘请大数据专家涂子沛和普渡大学计算机系终身教授漆远加盟阿里。漆远的主要研究方向是深度学习和人工智能，目前还担任蚂蚁金服的副总裁。除在大数据领域抢先挖人外，阿里还提出了全域大数据的概念。全域指的是将不同终端的大数据串联起来，让数据发挥更大价值。

2016 年，阿里宣布将旗下投资的三家大数据公司友盟、cnzz 和缔元信合并，成立新的互联网数据服务平台公司友盟+，为中小企业提供全域大数据服务。目前阿里在大数据领域行业布局涉及各大领域，包括日常访问流量很高的网站与 APP 如高德地图、微博、优酷等，其捕捉用户数据维度越来越丰富，建模的准确率也不断提高，目前也在尝试获取更深层次的数据维度。在创新驱动企业方面，阿里投资了国内计算机视觉领域的技术代表性企业旷视科技，其人脸识别核心技术 Face++ 被美国科技杂志《麻省理工科技评论》评定为 2017 全球十大前沿科技之一，并在全球最聪明公司榜单中排在第 11 名，公司的发展潜力十分巨大。

腾讯在大数据领域的投资也不遑多让，2017 年 5 月，由腾讯领投的星环科技完成了 2.35 亿元 C 轮融资，并与腾讯云正式达成战略合作，将提供基于腾讯云数据的大数据服务与解决方案，目前星环科技的估值已经超过 10 亿元，并且在金融、电信领域积累了不俗的用户基础。腾讯还领投 2013 年成立的元宝铺的 1 亿元 B 轮融资，元宝铺是一家金融大数据服务企业，其母公司拥有 50 万电商数据的资源，具有金融大数据的基础性意义。

除金融领域外，医疗健康领域的大数据企业也十分受资本市场的热捧，融资的企业案例在所有领域中占近 30%，2016 年大数据最大的一笔的融资就是健康大数据平台碳云智能获得的 10 亿元 A 轮融资，目前企业估值已达 10 亿美元。在医学领域腾讯还与著名医药企业贵州百灵达成云上合作，后者将借助于腾讯云的用户基础、计算能力以及社交软件优势，推进慢性病医疗服务大数据预测化应用，探索慢性病信息管理和医疗服务新模式，腾讯则借助贵州百灵在慢性病领域的治疗能力，构建起相关慢性病患者的大型数据库。

百度是自我不产生流量的以搜索数据为主的互联网公司，自然集聚了海量的数据。2014 年百度就推出了基于大数据计算的经济指数预测服务——百度经济指数

来描述小微企业的经济发展情况。简单来说，作为占据中国搜索市场绝对份额的公司，百度可以利用收集到的大数据来分析小微企业在日常经营中产生的账目、出纳等明细情况进行汇总，从而判断小微企业的运营情况，以此为依据来预测小微企业的信用状况，是典型的从数据到信用的金融大数据征信模式。

在大数据的商业化问题上，李彦宏认为，人工智能相关技术是最能体现大数据价值的领域，大数据将开启人工智能时代。百度目前在大数据领域的投资以人工智能、深度学习、数据挖掘等技术公司为主。2016年6月，百度投资了美国的数字支付公司 Circle，它提供数字货币储存和货币兑换服务。7月，百度又投资了由谷歌前 CIO 道格拉斯·梅里尔所创建的美国金融科技公司 Zest Finance。百度称这两家公司的人工智能和大数据领域的技术人才将会通力合作，将百度的搜索技术、定位技术、支付数据与信用风评算法进行结合，以此来提升百度的信用评分决策能力。

在其他领域，2017年4月，百度收购了美国的人工智能创业公司 xPerception，主要负责的业务是计算机视觉的软硬件综合解决方案，主要针对智能机器人、AR/VR 等行业提供相关服务。今年5月，百度投资美国的大数据公司 Falcon Computing Solutions，该公司可以为大数据算法提供加速方案，已经应用的主要领域有基因组测序、金融领域、医疗影像与无人驾驶等的大数据分析。

创新驱动企业

探码科技成立于2015年9月，是一家致力于IT技术合伙人服务及软件服务的高科技公司。公司的主要业务是，通过技术入股，为创业公司提供平台快速构建和持续化技术服务。探码科技自主研发的 DYSON 智能分析系统是一个强大的大数据融合，分析和可视化平台，采用探码科技自主研发的 TMF 框架为架构主体，支持开发可操作的智能。用户通过一系列分析选项发现复杂的连接并探索其数据中的各种关系，包括图形可视化，全文多面搜索，动态直方图，交互式地理空间视图和实时共享的协作工作空间。探码 DYSON 智能分析系统可以专业针对互联网数据抓取、处理、分析，挖掘。并灵活迅速地抓取网页上散乱分布的信息，通过智能数据中心提供存储与计算，利用网页应用服务器和开放平台服务器进行大数据存储、管理以及挖掘服务，平台服务器居中调节，实现大数据的智能化分析，准确挖掘出所需数据。

在集 20 万专业读者、500 名自明星（自媒体）作家、专家评委及极客网编辑团队评选的“年度大数据企业”活动中，身在大数据企业 TOP30 之列的神州融则专注于大数据风控、资产资金对接的一站式服务模式，并实现了数据在消费金融领域端到端的全流程应用，通过大数据与科技力量，助推传统银行、保险、信托等机构实现消费金融业务的增长。

在与银行的合作方面，神州融可提供从获客、风控导流、大数据的征信，到信贷全流程的管控和贷后管理的消费金融解决方案。目前，平台已与山东、辽宁、广东等多个地区的城商行进行合作，使得从金融资产的发展、数据的转化能力与银行核心系统的改造做成一个闭环。流量端、金融科技机构与银行三方结合的方案，被认为是当下高效而靠谱的行业合作模式。

同在 TOP30 大数据企业行列的百分点科技成立于 2009 年，是中国领先的企业级大数据与 AI 技术和产品提供商，拥有完整的大数据及人工智能产品线。同时，百分点创建了丰富的行业应用模型库及行业知识图谱库，提供涵盖多个行业的人工智能场景解决方案。

作为国内领先的大数据智能场景解决方案提供商，百分点专注于大数据操作系统、智能认知产品以及智能决策应用场景的搭建，使企业能高效、便捷地进行数据资产管理 and 价值实现。目前，百分点业务已拓展至金融、制造、公共事务、媒体出版、能源、交通、零售、电商等多个行业，服务上万家不同的企业客户。其开发的大数据操作系统 BD-OS 是一套多工种协同作业的、可视化的，管理大数据采集、加工和应用环境所有资源和任务的大数据操作系统，它可以一套完整的打造企业级数据治理体系，提供数据存储，加工处理，挖掘分析，消费全生命周期的数据资产管理，帮助客户管理数据资产并创造商业价值。

5.4 物联网

5.4.1 综述

物联网是通过传感器和通信协议等技术，实时采集任何物体的声、光、电、热、力等各种的信息，并进行监控、连接、互动的过程，通过这些连接成网的节点，实现物与物、物与人的广义连接，实现对节点过程的智能化感知、识别和管理。物联

网是智能感知、识别技术与普适计算、泛在网络的融合应用，被称为继计算机、互联网之后世界信息产业发展的第三次浪潮。与其说物联网是网络，不如说物联网是业务和应用，是互联网的应用拓展。

物联网这个词汇的概念始终处于一个动态的、不断拓展的过程。最早关于物联网的概念是 MIT Auto-ID 中心的 Ashton 教授在 1999 年研究 RFID 时最早提出的，这时的定义为传感网，是一个通过 RFID、红外感应器、激光扫描器、全球定位系统等具有通信功能的技术，按一定的通信协议，把所需要的事物或过程在网络内相连接，进行信息交换和通信，实现智能化监控、跟踪、定位的一个广义网络。

2005 年国际电信联盟发布的相关报告中物联网的定义发生了变化，此时的定义已经不仅仅指基于 RFID 的连接技术，相关网络技术的标准得以极大扩展，新的定义指出随着互联技术的发展，任何时间、地点和客观物体的互联是物联网发展的重要方向，技术基础就是无所不在的网络技术和潜力十足的云计算发展愿景，除 RFID 之外，传感器、AI 芯片等技术将得到更加广泛的应用。

2009 年温家宝总理提出“感知中国”以来，物联网已经被国家制定为新兴战略产业之一，写入了政府工作报告中。随着“互联网+”和“中国制造 2025”等战略的提出，物联网在中国吸引了广大人民的瞩目，物联网在经济发展模式转型和改善经济发展质量上的意义也逐渐被重视，物联网已经开始改变人的生产和生活，物联网产业发展的国家政策引导需求也迫在眉睫。

国内物联网产业的发展目前是相对于其他人工智能相关产业逐步走向成熟，在市场上已经逐渐开始向垂直细分领域发展。目前中国物联网市场仍旧是以应用为先导的模式。随着市场需求的提高和公共管理技术的整合，以及物联网相关资源整合能力的提升，相关社会环境条件的逐步成熟，物联网在不同的行业发展进程中的意义逐渐凸显，行业领域专用的市场逐步形成。作为物联网市场起步的重要过程，政府在示范项目中体现的决策能力将成为重点。

物联网的创新是集成创新，包括接受发送相关的硬件与相关通信技术的发展都是缺一不可的，一个完备的物联网解决方案自然也是很难通过某一企业或行业来独立完成的，平台的搭建必然是处于供应链上下游的商家共同合作的结果。随着物联网产业的完善和成熟，支持不同标准的设备或者不同协议接口，拥有多种服务的综合应用平台将是物联网产业未来发展目标，物联网的应用也从小而单一环境开始向大而综合的环境过渡，传统自我封闭的商业模式正在由市场进行改变，一个适合跨

领域化、规模化、快速化应用的多方共赢的物联网商业模式将逐渐形成，所有与物联网建设有关的诸多商家都能从中获益。不过，目前物联网在不同的企业产品中所采用的技术标准并不统一，建立一个让大众减小经济负担的标准的需要时间，需要一个渐进成熟的过程。

5.4.2 核心技术

物联网的连接途径

如何让我们的设备与设备之间首先相互识别并建立连接自然是物联网技术首先需要攻克的问题，尤其在智能化技术逐渐普及的今天，智能手机已经成为了很多人衣食住行所需要的必备产品，如何让这些设备能够方便参与到整个物联网体系的搭建中，参与到整个互联网经济的生态圈中是一个非常急迫于去解决的问题。鉴于此，许多用于近场通信已达成识别并连接的技术在这几年得到了大范围的普及，譬如 RFID 与 NFC，条形码与二维码等已经在我们的生活中得到了越来越广泛的认可与接收，成为了现代生活中提高生活效率，改善生活质量的重要方式。

射频识别技术（RFID），是 20 世纪 80 年代开始发展的一种信息通信技术，它是利用射频信号通过交变磁场或电磁场，在不通过客观事物相接触的前提下传递信息，通过这些信息去达到识别一定状态的技术。RFID 只有两个主要器件，一般由一个阅读器和很多应答器组成。其中应答器是 RFID 的信息载体，大多是由耦合线圈和微芯片组成的无能源单元；阅读器根据结构和技术不同既可以是只读装置又可以是读/写装置，是 RFID 的信息控制和处理中心。阅读器一般由耦合模块、控制模块、收发模块和接口单元组成，针对应答器（如门禁卡等）自身没有能量的问题，阅读器可以通过耦合的方式提供能量和时钟。除此之外，在实际生活中还可以通过 Ethernet 或 WLAN 等实现所获得信息远程传送，实现在上位机的高级管理功能。

RFID 标签具有很好的综合性能，它的优势主要体现在每个 RFID 标签都与一个全球唯一的 ID 号码对应。该 ID 号码是在制作 RFID 标签生产过程中写入存储器中，一旦写入就无法修改，不易复制，这也就意味着基于 RFID 的防伪技术的可靠程度是非常高的。RFID 标签与 RFID 读写器是通过无线进行传输的，可以识别高

速、移动、多物体，因此标签可以在没有损耗的情况下高速地被多次读取，同时可以被读写器快速批量读取。

NFC (Near Field Communication)，即近距离无线通信技术。2003 年由飞利浦公司和索尼公司共同开发，它是一种非接触式识别和互联技术。NFC 工作在 13.56MHz 国际开放频段，其数据传输速率可为 106、212 或 424kbps，其认读距离在大多数应用中，不超过 10 厘米。作为 RFID 的升级技术，NFC 的工作原理本质上与 RFID 相同，但是 NFC 增加了点对点通信功能，可以快速建立设备之间的无线通信。在通信模式上 NFC 不同于 RFID 的是，RFID 是需要阅读的主从关系，芯片必须在一个相对昂贵的、有能源支持的阅读设备的情况下才能被读取。NFC 设备却能在为被动传递和主动读取两种方式下都能够进行工作：主动模式可以与其他处于主动或被动模式的 RFID 或 NFC 设备进行数据读取；即使设备关机也可以实现被动模式下的发送数据功能。这种开机关机均可用的特点使其成为移动设备智能卡模拟的首选芯片配置。也正是因为这些特性，NFC 和 RFID 目前在各个领域都有应用且方向不同，RFID 的主要用途是识别，NFC 由于其无需相互供电加强了通信效率，可以用于相对较大的数据交换如移动小额支付等。

除了以上的两种方式之外，因为它们都是需要有硬件层面的支持，无论是卡片或者是具有相应功能的设备，在某些时候对于相当数目的移动设备并不友好。所以在移动端实现识别类功能的过程中，另一个非常重要的应用就是二维码。类似于商品背后的条形码，扫描设备在水平方向上识别粗细不匀的黑白条，就能找到里面包括的商品编号信息。相比于条形码这种只在一个维度上的图形，二维码在水平垂直两个维度上都携带了信息。

二维码最早起源于日本，原本是 Denso Wave 公司为了追踪汽车零部件而设计的一种条码。它是用特定的几何图形按一定规律在二维平面上分布的黑白相间的图形。在许多种类的二维条码中，常用的码制有 Data Matrix，Maxi Code，Aztec，QR Code，Vericode，PDF417，Ultracode，Code 49，Code 16K 等，二维码在现实生活中的应用越来越普遍由于 QR Code 的流行。

QR Code 是在一个矩形空间通过黑、白像素在矩阵中的不同分布进行编码。我们使用带有摄像头的设备扫描后就会跳出高可靠性的信息。在这个 21*21 的矩阵所有元素位置上，出现方点、圆点或其他形状点表示二进制“1”，不出现点表示二进

制的“0”。正是利用最经典的二进制原理，二维码就可以做到包含内容十分丰富的信息，这些元素的排列组合确定了其所代表的意义。

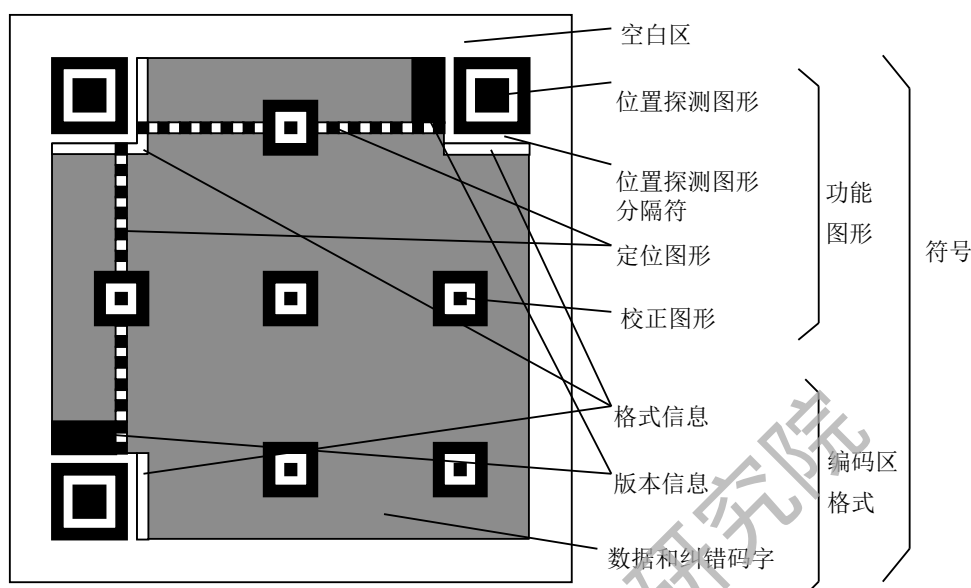


图 20 二维码不同区域功能

QR Code 码的主要优势主要在于以下几个方面：

- 1.信息容量大，可容纳多达 2710 个数字或 500 多个汉字，比传统的条形码信息容量约高几十倍。
- 2.编码范围广，可以把图片、文字、声音等所有可以数字化的信息进行编码，用二维码表示出来。
- 3.容错能力强，因为外界因素导致的二维码缺失、污损等局部损坏具有纠错功能，在一些情况下仍然保持可读，甚至损毁面积达 50% 仍可识别。
- 4.译码可靠性高，错误率低于千万分之一，比传统条码识别的错误率百万分之二低很多。
- 5.可以加密，具有保密性、防伪性等。

通过图像的采集设备，我们得到含有条码的图像，此后相对地根据所得到的寻像图形和定位图形，以及纠错信息码和纠错级别，经过条码定位、分割和解码三个步骤实现条码的识别。用来帮助解码程序确定图形中具体符号的坐标。目前的很多移动向的信息传递类应用，比如准入凭证、数据防伪、产品溯源、身份识别等等，都采用了二维码这种方便快捷、可靠性高的方式。

物联网的通信协议

RFID 与 NFC 都是设备间距离较短且信息交互即时性较强的链接技术,如果相对地距离较长或者需要长期连续地访问设备运行情况,那么我们就需要采用相适应的无线通信技术以确保稳定连接。目前在民众日常生活领域,绝大多数的应用都使用的是蓝牙、WiFi、Zigbee 三个主流的协议。

蓝牙技术最初由爱立信创制。1999 年 5 月 20 日,索尼爱立信、IBM、英特尔、诺基亚及东芝等业界龙头创立蓝牙特别兴趣组,制订蓝牙技术标准。1998 年,爱立信公司希望无线通信技术能统一标准而取名“蓝牙”。蓝牙技术致力于在 10~100m 的空间内使所有支持该技术的移动或非移动设备可以方便地建立网络联系、进行话音和数据通信。

目前最新的大版本技术标准——蓝牙 5.0 在 2016 年 6 月 17 日推出,蓝牙技术联盟表示,全新的蓝牙 5.0 在传输各项性能上将远超之前的蓝牙 4.2LE 版本,比如在有效传输距离上 5.0 将是 4.2LE 版本的 4 倍,理论上蓝牙发射和接收设备之间的工作有效半径可达 300 米,而且传输速度还将是 4.2LE 版本的 2 倍最高可以达到 24Mbps。

另外,蓝牙 5.0 还支持室内定位导航功能,可以作为室内导航信标或类似定位设备使用,结合 wifi 可以实现精度小于 1 米的室内定位。这样,你就可以在那些非常大的商场中通过支持蓝牙 5.0 的设备找到路线。不过,在本次的发布中,蓝牙技术联盟并未提到这一项特性。另外,蓝牙 5.0 针对物联网进行了很多底层优化,力求以更低的功耗和更高的性能为智能家居服务。

毫无疑问,新的低功耗蓝牙将挑战诸如 ZigBee、NFC 等技术,低功耗蓝牙的网络拓扑相比 ZigBee 的星型拓扑简单得多,而传输距离又比 NFC 有很大优势,尽管是个后来者,但凭借其在手机和音频领域的领先地位,未来发展还是值得期待。

WiFi 是 IEEE 802.11 通信协议 Wireless Fidelity (无线保真技术)的简称,是一种可支持数据,图像,语音和多媒体且输出速率高达 54Mb/s 的短程无线传输技术,在几百米的范围内可让互联网接入者接收到无线电信号。WiFi 的首版于 1997 年问世,在 1999 年又新增了 IEEE 802.11g 和 IEEE 802.11a 标准进行完善。

我们日常生活中最熟悉的 WiFi 协议——WPA2 加密已经服役 13 年了,最近它的连接和传输的安全性受到了质疑。有报道称用于保护无线路由器和联网设备不被

入侵的 WPA2 安全加密协议，已经被破解。2018 年 1 月，Wi-Fi 联盟组织宣布，将快速推出 WPA WiFi 身份验证标准的新版本，即 WPA3。

据了解，WPA3 主要有四项新功能：一是在几次尝试登录失败后阻止 WiFi 身份验证过程来防止暴力攻击。其次是能够使用附近的 WiFi 设备作为其他设备的配置面板。例如，用户将能够使用他的手机或平板电脑来配置另一个没有屏幕的设备的 WiFi WPA3 选项。第三和第四个功能与 WiFi WPA3 中包含的加密功能有关。第三个是“个性化数据加密”，它是对每个设备与路由器或接入点之间的连接进行加密的一个特征。第四个是改进的加密标准，WiFi 联盟将其描述为“192 位安全套件”。除了这些通用描述之外的更多细节预计在 2018 年晚些时候宣布。

WiFi 与蓝牙的关系虽然表面上的关系是直接竞争，尤其是 2010 年 10 月 WiFi 技术联盟推出 WiFi Direct 技术之后更是直接涉及到了蓝牙技术的传统应用领域。不过随着博通推出了 InConcert 组合模块将 WiFi 与蓝牙技术进行综合，两者关系也从对立走向了融合。

两种连接方式的结合带给用户的是更好的使用体验，用户无需手动搜索及选取连接方式，InConcert 模块可以根据连接物体与连接距离等要素自动完成，比如在短距离情况下，可以通过蓝牙直连实现，无需网络覆盖；如果距离较长则会通过 WiFi 进行连接。

Zigbee 是基于 IEEE802.15.4 标准的低功耗网络协议，协议规定的是一种距离短、功耗低的无线通信技术。由于蜜蜂（bee）是靠飞翔时“嗡嗡”（zig）抖动翅膀组成的舞蹈来与同伴传递花朵的方位信息，依靠这种方式蜜蜂在群集中进行网络通信，这项技术因而得名。Zigbee 的特点是组网难度低、成本低、自组织、高速率、低功耗，适用于复杂条件下的工业化远程控制数据监控和管理。

Zigbee 在低功耗的待机模式下，2 节 5 号干电池就可以支持 Zigbee 模块工作半年以上甚至更长；同条件相比，蓝牙只能工作数周，WiFi 甚至只能工作数小时。Zigbee 成本很低，通过大幅简化的协议，功率已不足蓝牙的 1/10，降低成本还体现在 Zigbee 的协议专利免费。以及 ZigBee 可以在 250kbps 的极低速率工作，满足恶劣环境传输数据的需求，对所搭载设备的要求相对不高。

Zigbee 的从空闲状态下响应工况的速度较快，从睡眠转入数据接收状态只需 15ms，数据上传进入网络只需 30ms，快速的处理进一步节省了电能，类似条件下蓝牙和 WiFi 都需要 2s 以上。ZigBee 的网络结构布局多样，可以采用星状、片状

和网状结构，由一个主节点管理若干子节点，最多可管理 254 个子节点，以此类推层层递进树状辐射，单网络最多可以同时挂载 65000 个节点，为更多的设备同时在网监控提供硬件支持。ZigBee 还提供了三级的安全模式，确保网络连接可靠降低风险，包括使用接入控制清单、防止暴力获取数据以及采用高级加密标准的对称密码，确保网络数据传输安全稳定高效。

2016 年 5 月，ZigBee 联盟联手 ZigBee 联盟中国组成员在上海亚洲消费电子展（CES Asia）举办新闻发布会暨剪彩仪式，正式向亚洲市场推出了 ZigBee3.0。ZigBee 联盟推出 ZigBee3.0 主要的任务，就是为了统一不同的应用层协议，解决了不同应用层协议之间的互联互通问题，用户只要购买任意一个经过 ZigBee3.0 的网关就可以控制不同厂家基于 ZigBee3.0 的智能设备。ZigBee3.0 统一了采用不同应用层协议的 ZigBee 设备的发现、加入和组网方式，使得 ZigBee 设备的组网更便捷、更统一。另外，ZigBee3.0 也进一步加强了 ZigBee 網路的安全性。ZigBee 联盟也推出了 ZigBee3.0 认证来规范各个厂商使用标准的 ZigBee3.0 协议，以保证基于 ZigBee3.0 设备的互通性。

在 ZigBee 和蓝牙的关系上，ZigBee 联盟认为 ZigBee 和蓝牙是互为补充，而不是互相竞争。蓝牙和 ZigBee 的各项技术指标，说明将两者相结合具有较好的发展前景。文献研究了两者共存以及相互干扰的特性，证明两者互联工作的方案切实可行。

5.4.3 主要产品

物联网作为最简易的能够连接普通人的智能设备与其他设备或是上层网络设备的网络接入途径，在生活中的应用已经达到了润物细无声的层次，在不经意间潜移默化改变人们日常的生活习惯，譬如最近异常流行的概念“中国的新四大发明”——高铁、扫码支付、共享单车和网购中，扫码支付与共享单车这两种新的互联网经济业态都与物联网的快速点对点通信有着直接的关系，物联网相关技术的快速普及，可以说快速地改变了我们的生活习惯，带给了衣食住行生活起居很多的方便之处。除此之外，还有目前异常火爆并逐渐深入普及的智能家居概念也是物联网相关技术的绝佳应用体现，利用物联网将家居生活有关的设施集成，构建高效的住

宅设施与家庭日程事务的管理系统，提升家居安全性、便利性、舒适性、艺术性，并实现环保节能的居住环境。

米家有品——智能家居

2017 年 7 月 26 日小米在发布了旗下的 AI 音箱“小爱同学”，可以说彻底打通了小米自从 2015 年开始布局智能家居领域以来的各大智能家居产品，它利用人工智能来回应用户指令，支持在线音乐、小说相声、儿童故事、广播电台等海量互联网内容，还支持天气查询、路况查询、亲戚称呼查询、查找手机等功能。更重要的一点在于，小米 AI 音箱还可以控制扫地机器人、空调、空气净化器、电视、电风扇、智能灯、盒子、电饭煲八大类设备，另外通过小米智能配件，非智能产品也能进行音箱控制。

在评价这款音响之前，市面上也已经有相当数量的互联网巨头智能音响。最出名的要数 GoogleHome，Amazon Echo 和苹果的 Homepod，国内有 7 月初刚发布的天猫精灵。2017 年年底，Facebook 也宣布进入了智能音箱领域，不过它相对地更加注重影像功能。

各大互联网巨头之所以看好智能音箱，是因为都在他们都认为智能音箱很可能是以物联网作为基本桥梁的人机全新交互的入口。

首先，它是平行网络层级各大智能设备的综合控制入口。自从物联网概念兴起，这种基于万物互联思想的网络结构是包含智能家居等各大行业寻觅发展方向的最新路径：所有设备都应该是可连接的，这就意味着总会有一个控制中心。最开始各大厂商只是设计了自家的 app，利用智能手机作为中心。但是人们逐渐发现，智能手机可能不是最理想的选择。一方面是智能手机 app 越来越多，手机上承载的功能变得越来越臃肿，另一方面在家庭生活这种相对于放松、释放天性为主要风格的环境中，使用手机交互并不符合人类的天然行为习惯。而智能音箱可以通过对话来进行人机交互，不会破坏在家居生活中的温馨、和谐、轻松的氛围，所以很有可能发展成下一个宜居环境的控制中心。

还有，智能音箱本身是一个音箱，天然就是音频内容播放器，加入了智能、联网、语音交互等功能之后，就有了更多内容上的功能，比如可以用语音搜索音乐、小说等内容，所以智能音箱还是一个很好的内容入口。

智能音箱同时兼顾智能设备控制中心和内容入口两大功能，未来很有可能成为每个人智能家居生活中的必需品，就像我们日常生活中现在离不开手机一样。而相对于前面提到的智能音箱，小米智能音箱之所以目前异常火爆的关键在于“小爱同学”整合了小米的优质智能设备单品，成为了一个智能设备的控制中心。

作为掌控智能家居的总关口，那么它就需要拥有强烈的工具属性，在工具属性之上才有需要延展出来娱乐属性。目前市场上大多数智能音箱都是仅仅从手机上的 APP 具象化成为一个简单的智能设备，而达不到成为一个工具的标准。而小米智能音箱的优势就是已经具备了更多的工具属性，同时也具有完全不输其他家的娱乐性。

小米从 2014 年开始孵化生态链公司，到今天已经成长为全世界最大的智能硬件孵化平台。据小米官方的说法，除了手机之外，小米现在在全球已经有超过 6000 万台可连接的智能硬件。如今的米家有品商城里，已经出现了上百款便直好用的智能设备。如今家里购买的智能设备越来越多，语音识别技术变得越来越成熟，智能音箱的地位也是越来越重要了。

对于已经本就内置相关接受与发送芯片的相关终端的智能设备来说，我们将它与我们的手机 app 控制，或者交由 AI 音箱终端去控制这件事是很简单的，无需过多的操作。不过目前很多家庭的设备本身仍旧能正常使用的前提下，他们并没有直接将相关产品直接换代升级智能化的动力。我们来看看针对这些相对传统但仍旧很有市场规模的非智能家用设备，小米为了能够将它们纳入整个家庭网络中所做的工作。

2018 年 3 月 5 日，小米推出了米家智能插座增强版，相较于旧款产品，新款产品新增了两个 USB 接口，可满足多设备同时用电的需求。新增的双 USB 接口作为 USB 集线器支持 BC1.2 协议，具备远程控制、定时开关、用电统计等功能。

米家智能插座增强版外壳采用高温抗燃材料，支持手机 APP 操控，可通过手机 APP 随时查看、控制电源开关。内部采用波峰焊接工艺，双重保障安全。通过内置温度传感器，新款智能插座实现了“高温提醒”功能，可实时监控使用较大功率电器时智能插座的内部温度，温度明显升高时，及时提醒用户。如果温度过高，智能插座会自动切断电源，减少危险发生。

共享单车与扫码支付——二维码连接通信

前面已经说过了 QRcode，也就是最常用的二维码识别原理，这也就代表着二维码存储的信息已经足以搭载商品或服务的各种价格信息。二维码支付原理结合了二维码技术和移动支付技术，扫描商品二维码即可通过银行或第三方支付提供的手机端通道完成支付。支付宝就是以快捷支付为切入点，涵盖了收银、会员营销、兑卡券、卡券核销等一整套的支付服务解决方案，专门为商家量身打造的移动支付应用客户端。支付宝在覆盖绝大部分线上消费场景的同时，也正在大力拓展各种线下场景，包括餐饮、超市、便利店、出租车、公共交通等。目前，支持支付宝的线下门店超过 20 万家，出租车专车超过 50 万辆。

此外，支付宝还为企业、组织和个人提供直接触达和服务用户的开放平台。现在，支付宝对外开放流量与九大类接口。基于开放平台，支付宝正在创建移动商业的生态系统，围绕用户需求不断创新。

扫码支付的优势在于支付方式多样化，可以让消费者扫二维码、可以 PC 安装收银台，用扫码枪扫消费者一维码等；收款完成流程简单快速，没有找零时间浪费；消费者账目在 app 中可以快速查询支付状态，相对地商户对账、退款等财务工作也更加方便；支付平台商家可以设置随机立减、满立减、满就送等商家自主活动，商家可以利用这些工具做自己的活动；服务商可以帮商家设置支付完成后即可关注商家相关营销号，推广产品快捷方便。

共享单车是指企业在校园、地铁站点、公交站点、居民区、商业区、公共服务区等提供自行车单车共享服务。共享单车是一种新型环保共享经济，作为一种分时租赁模式，那么完成“押金——开锁——骑行——扣款”的流程是完成这一经济循环完整有效的根本保障。但是作为无人无桩的行业业态，那么如何确认这种车对人的 1v1 契约租赁关系呢？这就需要借由二维码识别为基础的物联网通信已达到这一效果了。

共享单车上面的车锁本身就是一个小型的物联网设备，车锁内置电池，单片机，震动传感器，GPS 接收器以及 3/4g 网络单元。它基本上是采用蓝牙智能车锁，蓝牙锁是电子锁的一种，其芯片搭载蓝牙连接，与手机、云端服务器三者相互连接，共同控制车锁的开关状态。手机 APP 可以查询附近可用车辆并获取定位信息，是因为车锁芯片搭载定位功能，手机 APP 使用期间可获取用户位置，车锁的定位发

送至服务器，由服务器与手机通讯显示附近可用单车。在蓝牙传输范围之内，手机可以通过蓝牙与车锁芯片连接，可以进行数据传输。

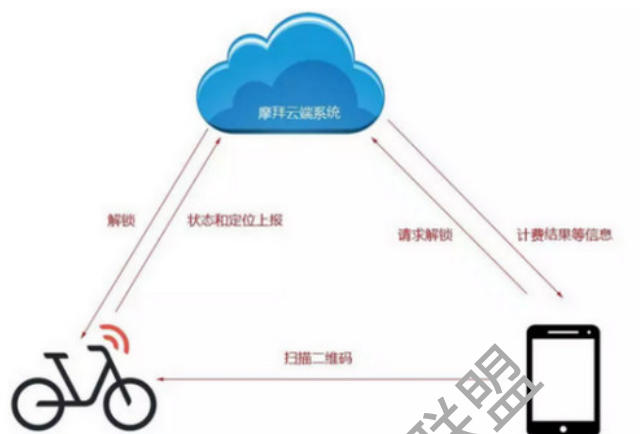


图 21 共享单车车锁原理图

手机 APP 通过扫码可以获取单车的信息，二维码包含单车的 ID，通过扫二维码的操作和手动输入单车编号效果一样，达到了唯一识别该单车的效果。手机扫码之后，获取车身编号，自动向云端服务器发送指定单车请求开锁的信息。服务器接收用户请求信息，进行确认，如果状态良好，则同意请求，并发送指定单车的开锁命令，相当于开锁密钥。手机 APP 在接收服务器开锁指令后，再由手机蓝牙将开锁指令传输至车锁芯片，车锁接收信息并确认后通过电路控制锁芯执行开锁动作。

5.4.4 核心企业

国际巨头

2017 年 10 月 10 日据行业消息人士透露称，三星作为世界上最大的智能手机制造商和计算芯片制造商，他也将会推出一套物联网系统，能够将人工智能技术整合到建筑管理之中。业内人士透露，这家韩国科技巨头将会于 10 月 18 日在位于首尔南部的公司总部发布这套智能建筑系统。该物联网系统被称为 b.IoT，利用传感器和闭路电视提供的信息，该系统能够被用于自动化控制建筑内部环境温度和灯光。

三星表示，b.IoT 系统可以在工作人员到达办公室之前就启动供暖和空调系统，而且可以实时监测哪些办公室不在使用，继而自动切断电源，节约能效。不仅如此，这套系统还可以提升企业安全性，更好地保护企业办公场所隐私。同时，该系统能

够有效减少资源浪费，并且进一步又换工作环境。他们将会在波兰首都华沙的 Spire Building、韩国大邱和永州两个本地研发园区部署这套 b.IoT 物联网系统。

一位匿名三星公司高管表示：“在过去，物联网使用都集中在家庭应用中，很少部署在企业级应用里，现在三星将物联网系统拓展到大型建筑中，能够进一步扩展市场规模。此外，海外市场也对三星物联网解决方案产生了不少兴趣，并且使用企业建筑进行测试，一旦解决了实际应用的 bug 问题，三星将会尝试向海外市场出口这套物联网系统。”

2017 年 9 月 21 日，据 CNBC 报道，特斯拉正在与电脑芯片厂商 AMD 合作，开发自己的无人驾驶人工智能芯片，这一消息也得到了业内人士的间接证实。

在周三的一个会议上，GlobalFoundries 公司 CEO 桑杰·贾表示，他的公司目前正在与特斯拉合作。GlobalFoundries 是一家芯片代工企业，前身为 AMD 的芯片制造厂，他们与 AMD 签订了晶圆供应协议。据知情人士介绍，特斯拉会以 AMD 的知识产权为基础，进行相应的芯片开发计划。据悉，特斯拉和 AMD 的合作已经有了一些成果，特斯拉已经拿到了无人驾驶人工智能芯片的样品，目前正在进行测试。另外，报道还透露，该项目的负责人是长期担任芯片架构师的特斯拉硬件和软件主管吉姆·凯勒，他也是 AMD 公司的前任高管。

2017 年，爱立信也宣布将携手微软进一步加强全球物联网生态系统，助力企业加速推出基于移动网络的物联网业务。

根据计划，爱立信的物联网加速器允许垂直领域使用微软 Azure 云服务部署其物联网解决方案。也可以这么理解，这将使采用微软 Azure 的企业物联网通过爱立信的物联网全球设备连接管理平台（DCP）提供的连接管理服务，直接连接到运营商的生态系统。DCP 为爱立信物联网加速器的一部分。基于爱立信物联网加速器，企业可以通过 Azure 来部署物联网解决方案，同时借助爱立信设备连接平台（DCP），无缝接入移动运营商生态系统，爱立信 DCP 平台是爱立信物联网加速器解决方案的一部分。

爱立信的物联网加速器是一个基于云的跨行业解决方案，它横向整合运营商和垂直领域的连接、各种功能丰富的物联网平台和服务，并具备灵活敏捷部署能力，以实现合作共赢，创造更大价值。物联网加速器的连接管理服务在运营商和垂直领域间架起了一道桥梁，它帮助运营商为垂直领域设计、发布和不断优化、改进物联网解决方案，同时还为垂直领域提供全面的自动化管理其物联网连接。

国内代表性企业

2017 年 9 月，公安部第三研究所在国家网络安全宣传周期间对网络电子身份标识（eID）的研发情况进行了展示。该技术在电子支付领域已经有了应用，10 月首个将 eID 运用到不动产登记的项目也将在海口正式运行。研究人员称电子身份标识技术是以智能安全芯片为硬件基础，基于密码技术的云端身份辨识，能够在安全的。不透露隐私的前提下在线远程识别身份。

用户在使用具有 eID 的银行卡进行交易时，收款后的后台程序可以在线辨别银行卡 eID 的有效性，在不需告知商家工作人员自己的姓名、电话、身份证号码等个人信息的情况下就完成实名登记，方便地进行所需的交易。这样可以大幅度大降低信息被盗用的风险，保障用户在个人隐私、个人资产安全等多方面的权益。

2017 年 1 月 6 日，作为传统家电的代表性巨头企业，海尔首次提出物联网时代“生活 X.0”概念。“X”代表不确定性，既表达了用户的个性化美好生活需求各不相同，也意味着企业要无止境地求解。在海尔智慧家庭发布会上，海尔发布了 U+智慧生活 X.0 平台，U+智慧生活 X.0 平台正是满足物联网时代用户对美好生活的“定制性”和“即时性”要求的平台支撑。作为行业首个智慧家庭的定制平台，以 UHomeOS 为基础，通过“物联网+AI”双引擎驱动，可以实现定制交互、定制场景和定制服务，打造海尔全屋成套智慧家庭解决方案，满足用户个性化需求，最终引领智慧家庭进入全场景服务定制时代。

海尔作为家电领域的龙头企业，也是物联网时代智慧家庭行业的引领者，海尔的整体战略布局非常明智，同时也非常具有前瞻性。相信随着海尔与百度的平台级智慧家庭战略启动，能够真正把物联网、云计算、AI 结合，且应用到智慧家庭产业中，加速创新的速度，引领整个行业，也让用户更加充分地感受智慧生活的魅力，让每一个家庭更早地得到新的智慧家庭的落地体验。

2017 年 9 月 14 日在上海举办物流开放大会上，支付宝和快递企业菜鸟裹裹联合宣布支付宝蚂蚁金服的人脸识别技术将向快递物流行业开放，菜鸟自提柜可实现“刷脸取件”。人脸识别技术快递领域的应用是自物联网解锁快递柜应用后又一先进的技术突破，在快递的需求端全面推进快递业务的智能化发展。

智能快递柜是人脸识别在“刷脸支付”之后的又一商业场景拓展。用户在将来除了刷脸取件，还可以实现刷脸寄件，省去提交身份证件步骤。快递员也将引入“刷脸”，提升快递服务的安全性，防止由于快递投递环节所导致的各种风险事件发生。

作为与支付宝连接紧密的阿里巴巴在物联网领域的探索也不甘落后，2017 年 10 月 20 日，阿里巴巴在杭州云栖大会上宣布，AliOS 家族旗下面向物联网领域的轻量级物联网嵌入式操作系统 AliOS Things 正式开源。AliOS Things 为阿里巴巴研制的一款面向汽车、IoT 终端、IoT 芯片和工业领域研发的物联网操作系统，并在其中整合了原 YunOS 移动端业务。简单来说，这种操作系统具备了极致的性能，易开发、云端强大、组件丰富以及较高的安全防护等功能，还支持移动端设备直接连接到阿里云物联网云服务平台。

阿里还表示，AliOS 是驱动万物智能的开始，他们会定义一个不同于 PC 和移动时代的物联网操作系统。同时，他宣布，AliOS 即将开源，并号召行业伙伴共同建设一个“大家的操作系统”，AliOS 会关注最底层的系统研发，并且把生态环境建设好，和各行各业发生化学反应。

在国有企业层面，各大通信领域企业利用其在网络服务上的优势，也在积极布局物联网发展。2017 年 12 月 15 日，上海移动发布了所研究的 NB-IoT 网络商用计划，启动基于 5G 的物联网试验建设，并引导相关的合作伙伴共同打造物联网产业联盟。NB-IoT（窄带物联网），是目前物联网领域非常火爆的前沿研究分支。NB-IoT 是以蜂窝移动网络为基础构建的，只消耗 180KHz 左右的带宽，可直接部署于 GSM、WCDMA 或 LTE 网络，支持低功耗移动设备的数据网络连接。

面对新一轮信息技术革命和产业转型的关键时间节点，上海移动成为了上海智慧城市建设的急先锋，在人工智能、大数据、云计算、物联网等领域积极布局，研究相关技术，部署硬件设施，在全国率先启动 NB-IoT 物联网建设和公共无线网升级计划，为“万物互联”时代到“万物智联”时代提前做好战略布局。

大会上，上海移动亦发布了 2018 年物联网发展“123”计划，“1”即“聚焦 1 个目标——成为万物智联行业引领者”，“2”即“成就 2 个领先——网络与平台能力全国领先、产业链合作能力全国领先”，“3”即“实现 3 个突破——物联网连接规模突破 3500 万、NB-IoT 连接数突破 500 万、行业应用部署突破 1000 个”。

同样作为通信服务器领域的传统厂商，华为跟加拿大物联网方案供应商 BeWhere 在 2017 年 6 月宣布共同开发移动物联网（M-IoT）传感器。这是华为首

次跟物联网方案供应商合作，共同开发 M-IoT 产品。这款低功耗广域传感器原型出自 BeWhere，在今年上海世界移动通讯大会得到了展示。该款传感器采用华为 Boudica 120 芯片组，这是全球第一个 3GPP 窄频物联网（NB-IoT）商用芯片组，可以刺激终端使用者做更广泛的应用。

六、云计算和人工智能基本应用

6.1 计算机视觉

计算机视觉是当前最热门的研究之一，是一门多学科交叉的研究，涵盖计算机科学、数学、工程、生物学和心理学。由于计算机视觉表示对视觉环境及背景的相对理解，很多科学家相信，这一领域的研究将为人工智能行业的发展奠定基础。人类识别客观事物并做出反应的过程只在零点几秒内发生，几乎都是下意识的行为，也很少会出差错。这就意味着，发明一个像人类一样去观看的机器，是一项非常艰巨的任务，不仅是让电脑去做到非常困难，甚至我们自己都无法确定完整的细节。

早在 1966 年，人工智能领域的先锋派人士 Marvin Minsky 就曾经给自己的研究生出题，要求他们“把摄像机连到一台电脑上，让它描述自己看到了什么。”而 50 年之后，今天的人们仍然在研究相同的课题。

图像分类针对人类来说是日常生活中最简单的处理任务之一，比如我们每天早上洗漱就需要区分出牙刷、毛巾等生活用品，如何准确的判断出这些用品就是一个图像分类任务。在深度学习的科研工作中，一般定义为给定一组图像集，其中每张图像都被标记了对应的类别，之后为一组新的测试图像集对其所属的标签类别进行预测，并测量预测准确性。

对于图像分类而言，最受欢迎的方法是深度学习中的卷积神经网络（CNN）思路。作为目前深度学习研究领域的最热门方法，在大容量数据中的理论性能远超一般的机器学习算法。CNN 网络结构基本是由卷积层、池化层以及全连接层组成，其中，卷积层是提取图像特征以及进行网络训练的主要部件，它类似于一个“扫描仪”，通过训练出能识别某种特征的卷积核与输入图像矩阵进行卷积运算，每次只“扫描”卷积核大小的尺寸，之后滑动到下一个区域进行相关的运算，之后通过池化

层过滤细节（最大值池化、平均池化等），最后在全连接层进行特征展开，送入相应的分类器得到其分类结果。

大多数图像分类算法都是在 ImageNet 数据集上训练的，该数据集由 120 万张的图像组成，涵盖 1000 个类别，该数据集也可以称作改变人工智能和世界的数据集。为此，世界组织也举办了针对该数据集的挑战赛——ImageNet 挑战赛。第一届 ImageNet 挑战赛的第一名是由 Alex Krizhevsky (NIPS 2012) 获得，采用的方法是共计 8 层卷积神经网络，并且增加了一些技巧如最大值池化、线性修正单元激活函数 ReLU 以及使用 GPU 加速计算等以达到最优。AlexNet 网络结构的提出可以说拉开了深度学习研究的序幕。自从 AlexNet 网络模型赢得比赛之后，更多的基于 CNN 的改进算法也在 ImageNet 上取得了特别好的成绩，比如 ZFNet (2013)、GoogleNet (2014)、VGGNet (2014)、ResNet (2015) 以及 DenseNet (2016) 等。

目标检测通常是从图像中输出识别目标大致范围的以及标签。比如在路况检测检测中，就必须使用边框框出所有违反交通规则的车辆位置。在图像分类任务的经典方法 CNN 同样在该问题的解决中具有明显作用。比如 R-CNN（基于区域的卷积神经网络），在该网络中，首先扫描图像并使用搜索算法判断目标的可能区域，之后对每个可能区域运行 CNN，最后将每个 CNN 网络的输出送入 SVM 分类器中来对区域进行分类和线性回归，并用边框标注目标。R-CNN 本质上还是将物体检测转换成图像分类问题，但该方法训练速度慢，耗费内存、预测时间长等。

为了解决上述这些问题，Ross Girshick 提出 Fast R-CNN 算法，在给出建议区域之前执行特征提取，从而只需在整幅图像上运行一次 CNN，并且使用 Softmax 分类器代替 SVM 分类器，提高了学习速度。Fast R-CNN 在速度方面有所提升，但是选择搜索算法仍然需要大量的时间来生成建议区域。为此又提出了 Faster R-CNN 算法，该模型提出了候选区域生成网络（RPN），用来代替选择搜索算法，将所有内容整合在一个网络中，大大提高了检测速度和精度。近年来，目标检测研究趋势主要向更快、更有效的检测系统发展。目前已经有一些其它的方法可供使用，比如 YOLO、SSD 以及 R-FCN 等。

目标跟踪是指在给定场景中实时定位所需要检测的目标大致位置过程。简单来说就是先要给网络标识出目标在跟踪视频第一帧中的初始状态（如位置、尺寸），后面会由网络自动监测目标物体在后续帧中的状态。根据观察模型，目标跟踪可以

分为两类，产生式和判别式。其中，产生式方法主要运用生成模型描述目标的表观特征，之后通过搜索候选目标来最小化重构误差，常用的算法有稀疏编码（sparse coding）、主成分分析（PCA）等。而判别式方法通过训练分类器来区分目标和背景，其性能更为稳定，逐渐成为目标跟踪这一领域的主要研究方法，常用的算法有堆栈自动编码器（SAE）、卷积神经网络（CNN）等。

使用 SAE 方法进行目标跟踪的最经典模型是 Deep Learning Tracker（DLT），提出了离线预训练和在线微调。主要步骤是先使用栈式自动编码器（SDAE）在数据集上进行无监督离线预训练来获得通用的物体表征能力。再将这个预训练网络的编码部分与分类器相结合组成分类网络，利用从初始帧获得的正、负样本对网络进行微调，使其可以区分当前对象和背景。在跟踪过程中，选择分类网络输出得分最大的 patch 作为最终预测目标，采用限定阈值的方法进行模型更新策略。

基于 CNN 完成目标跟踪的典型算法有 FCNT 和 MD Net。FCNT 的特点是在于对 ImageNet 上预训练得到的 CNN 特征在目标跟踪任务上的性能做了深入的分析，利用 CNN 的卷积核可以用来做跟踪目标的定位，物体跟踪区分目标和背景的任务关联较小以及 CNN 网络的高层卷积核特征更加抽象，擅长区分不同类别的物体，而低层卷积核特征更加关注目标的局部细节的特点，FCNT 最终提出了如下图所示的模型结构：对于 Conv4-3 和 Conv5-3 特征采用 VGG 网络的结构，选出和当前跟踪目标最相关的特征图通道，再分别构建捕捉类别信息 GNet 和 SNet 以避免过拟合，在第一帧中使用给出的边框生成热度图回归训练 SNet 和 GNet。对于每一帧中心裁剪区域的预测结果分别输入 GNet 和 SNet 中，得到两个预测的热图，并根据是否有干扰来决定使用哪个热图。

区别与 FCNT，MD Net 使用视频中所有序列来跟踪它们的运动。但全序列训练也存在问题，即不同跟踪序列与跟踪目标完全不一样。最终 MD Net 提出多域的训练思想，该网络分为共享层和分类层。网络结构部分用于提取特征，最后分类层区分不同的类别。

计算机视觉的核心是分割过程，它是将一个完整的图像分成像素组，然后对上面的所有信息进行标记和分类，试图在语义上理解图像中每个像素的角色。

CNN 同样在此项任务中展现了其优异的性能。典型的方法有 FCN 和 SegNet。FCN 在输入一幅图像后直接在输出端得到密度预测，即每个像素所属的类别，从而得到一个端到端的方法来实现图像语义分割。与 FCN 上采样不同，SegNet 将最

大池化转移至解码器中，改善了分割分辨率，提升了内存的使用效率。除以上方法外还有比如全卷积网络、扩展卷积，DeepLab 以及 RefineNet 等。

物体分割与语义分割有所不同，物体分割不仅需要对图像中不同的对象进行分类，而且还需要确定它们之间的界限、差异和关系。CNN 在此项任务中同样表现优异，典型算法是 Mask R-CNN。Mask R-CNN 在 Faster R-CNN 的基础上添加了一个分支以输出二元掩膜，该分支与现有的分类和边框回归并行。

Faster-RCNN 在物体分割任务中表现不好，为了修正其缺点，Mask R-CNN 提出了 RoIAlign 层，通过调整 RoIpool 来提升精度。从本质上讲，RoIAlign 使用双线性插值避免了导致检测和分割不准确的取整误差，一旦掩膜被生成，Mask R-CNN 结合分类器和边框就能产生非常精确的分割。

以上五种计算机视觉技术可以帮助计算机从单个或一系列图像中提取、分析和理解有用信息。此外，目前还有很多其它的先进技术等待我们的探索，比如风格转换、动作识别等。

6.2 自然语言处理

自然语言处理（NLP）是计算机科学领域与人工智能领域中的一个重要方向，它研究的是实现人与计算机之间用自然语言进行有效通信的各种理论和方法，是一门融语言学、计算机科学、数学于一体的学科。NLP 主要由自然语言理解和自然语言生成这两个技术领域构成。自然语言理解方向，主要目标是帮助机器更好理解人的语言，包括基础的词法、句法等语义理解，以及需求、篇章、情感层面的高层理解。自然语言生成方向，主要目标是帮助机器生成人能够理解的语言，比如文本生成、自动文摘等。

NLP 技术基于大数据、知识图谱、机器学习、语言学等技术和资源，并可以形成机器翻译、深度问答、对话系统的具体应用系统，进而服务于各类实际业务和产品。

先看语音识别，语音识别的特点是要识别的语音的内容的分布是是不定长的，也就是说，在识别以前不可能知道有用语音的起终点在哪里，多数常见的模型都不方便处理维度不确定的输入特征。目前的一种简单的解决思路是对语音进行分帧，每一帧占有比较短固定的时长（比如 25ms），需要设置的是这样的一帧长度既足

够长，足以判断它的声韵母的信息，又能够平稳进行短时傅里叶分析。这样将每一帧转换为一个特征向量，分别识别它们属于哪个声韵母，这种思路有点类似微积分中的“以直代曲”。当然在实际的分帧过程中还有很多其他的技巧，比如相邻两帧之间有所重叠，或引入与临近帧之间的差分作为额外特征，或者是堆叠多语音帧等等。近年来，研究领域也出现了一些更新颖的处理方式，比如用.wav 文件的采样点来取代分帧的思路，但目前这种思路在速度及性能上时还没有明显的优势。

有了分帧后的语音特征之后，下一步就是使用分类器将这些特征分类成某种跟语音相关的类别（如声韵母等），这一步通常称作声学模型建模。对于分类目标的选取，最简单的当然是直接选择词组，或者是词组的汉字所对应的音节。但这样的选择方式通常会对训练数据的数量提出过高的要求，带来数据稀疏的问题，即数据很难包含汉语中的所有词组，每个词组也很难具有充足的训练样本以保证模型的可靠性。

由于一个词组通常由多个音素的连续发音构成，常见的音素都包含在音标表中，它们具有范围相对固定的数目以及清晰的定义，于是音素成了各种语言中的语音识别中都最为常见的建模选择，再结合音素到词组的发音字典使用。使用音素也方便对混合的多语种语言进行识别。另外由于人类发生器官运动的连续性，以及某些语言中特定的拼读习惯，会导致音素的发音受到前后音素的影响，发生协同发音现象，于是可以进行上下文相关的音素分类。

比如 wo chi le 这个序列，最简单的拆分可以写为 w o ch i l e，这样是普通的上下文无关的音子序列，而一旦考虑互相作用，那么前一个音素对当前音素的影响则可以写成 sil-w w-o o-ch ch-i i-l l-e，sil 表示语音开始前的静音，A-B 表示收到 A 影响的 B，后一个音素的影响则写成 w+o o+ch ch+i i+l l+e e+sil（sil 表示语音结束后的静音，A+B 表示受到 B 影响的 A）。一般算法以同时考虑前后各一个音素的三音子模型最为常见，也有人使用四音子模型。

不过使用三音子或四音子模型会导致分类目标的几何增长（如仅仅 30 个音素就可以扩展出 $30^3=27000$ 个三音子），并再次导致数据稀疏的问题。最常用的解决方法是使用决策树对这些三音子或四音子模型进行聚类机器学习，对每一类模型进行参数共享以及训练数据的共享。在构建决策树的方式以及决策树进行自顶向下的分裂过程中，都可以引入适当的语音学知识，将知识与数据驱动的方法进行结合，同时还可以减少运算量并在识别中使用训练数据中未出现的三音子模型等。

有了具体的分类的目标（比如三音子）之后，就需要选择具体的数学模型进行声学建模，可以根据语音学的研究成果使线性非线性结构的模型或模型组合。目前最广泛使用的是隐马尔科夫模型（HMM）的建模方法，每个三音子分别建立一个模型。HMM 的转移概率密度一般是几何分布，在语音合成领域也有高斯分布。观测概率密度则一般是高斯混合模型，也有应用神经网络等模式识别方法。随着深度学习的发展，近年使用深度学习网络的例子也不胜枚举。但无论使用哪种模型，这些算法的核心都是在每个三音子的语音帧在对应的高维空间中有几乎确定的空间分布这一事实认定为基础的，通过这些空间的分布特征进行划分的方式，来对不同语音帧进行分类。

在完成声学模型建模后，就可以基于声学模型对未知语音帧序列进行语音识别了，这一过程通常称为搜索解码过程。解码的原理通常是在给定了语法、字典后对马尔科夫模型进行连接后的网络搜索（网络的每个节点可以是一个词组），在所有的搜索路径中选择一条或多条最优（通常是最大后验概率）路径（字典中出现词组的词组串）作为识别结果，具体的搜索算法可以有不同的实现方式，这样的搜索可以对时序的语音帧根据其前后帧进行约束。使用多状态隐马尔科夫模型的原因是在搜索中对每个三音子的最短长度施加限制。语音识别具体需要解决的问题有很多，对基于大词汇数据库样本的连续语音识别的问题可以说是最困难的问题，也就是对这些由数万种日常用于组成的自然语句进行识别，这样的问题中一般需要获取得到先验的语言信息，将声学模型同概率的语言模型结合使用。

再看文字分词，中文分词算法是指将一个汉字序列切分成一个一个单独的词，与英文以空格作为天然的分隔符不同，中文字符在语义识别时，需要把数个字符组合成词，才能表达出真正的含义。分词算法是文本挖掘的基础，通常应用于搜索引擎、智能推荐等领域。

中文分词算法分为三大类，第一类是基于字符串匹配，如果发现字符串的子串和词典中的词相同就算匹配，比如机械分词方法。这类分词通常会加入一些启发式规则，比如正向/反向最大匹配、长词优先等。第二类是基于统计以及机器学习的分词方法，它们需要人工标注的词性和统计特征数据库，对整个语句进行建模，根据标注好的语料对模型参数进行训练，在分词阶段再计算各种分词出现的概率，将概率最大的分词结果作为最终结果，常见的序列标注模型有 HMM、CRF 等。这类分词算法能很好处理歧义和未登录词问题，效果比前一类效果好，但是需要大量的

人工标注数据，且分词速度较慢。第三类是让计算机直接模拟人对句子的理解，达到识别词的效果，由于汉语语义的复杂性，难以将语言信息组织成机器能够识别的形式，目前这种分词系统还处于试验阶段。

我们以 HMM 为例来看一下 HMM 是怎样实现分词的，隐马尔科夫模型的三大问题分别对应了分词中的几个步骤。参数估计问题即是分词的学习阶段，通过大量的语料数据来学习归纳出分词模型的各个参数。状态序列问题是分词的执行阶段，通过观察待分词句子的序列来预测出最优的状态序列（分词结构）。

加入我们设定状态值集合 $S = (B, M, E, S)$ ，分别代表每个状态代表的是该字在词语中的位置，B 代表该字是词语中的起始字，M 代表是词语中的中间字，E 代表是词语中的结束字，S 则代表是单字成词，观察值集合 $K = (\text{所有的汉字})$ ；则中文分词的问题就是通过观察序列来预测出最优的状态序列。比如观察序列为：O=小明就读于清华大学，预测的状态序列为：Q=BEBESBMME，根据这个状态序列我们可以进行切词：BE/BE/S/BMME/，所以切词结果为小明/就读/于/清华大学/。

因为 HMM 分词算法是基于字的状态（BEMS）来进行分词的，因此很适用于新词发现，某一个新词只要标记为如“BMME”，就算它没有在历史词典中出现过，HMM 分词算法也能将它识别出来。

6.3 数据挖掘

数据挖掘是研究数据的重要分析过程，就像从地球上开采钻石或黄金的现实过程一样，数据挖掘中最重要的任务是从大量数据中提取出非凡的金块，他们具有真正的价值。从大量数据中提取重要的知识对于分析的下一个阶段（建模）是至关重要的，有时甚至是必不可少的。许多假设和逻辑只会从模型中提取出来，所以在建模之前，花适当的时间仔细处理数据、提取重要信息是非常重要的。

尽管数据挖掘的定义似乎清晰明了，但您可能会惊讶地发现，许多人错误地将不同的数据挖掘任务联系在一起，比如生成直方图、向数据库发出 SQL 查询、可视化和生成关系表的高维图像等。

例如数据挖掘不是要从数据库中的某个特定城市提取一组人员；在这种情况下，数据挖掘的任务将是在我们的数据中找到具有类似偏好或偏好的人群。类似地，数

据挖掘并不是要创建一个图表，比方说，在处理慢性病发病数据时，针对电力电压数据挖掘的任务可能是：如果你住在电线附近，慢性病发病率会更高吗？

数据挖掘的任务有两个：创建预测能力，也就是使用特性预测相同或其他特性的未知值或未来值；以及创建描述性能力，也就是发现有趣的、人类可解释的描述数据的模式。在本章中将介绍四种数据挖掘技术：回归（预测）、关联（描述）、分类（预测）和集群（描述）。

回归是所说的“预测能力”中最直接、最简单的一种体现。当我们使用回归分析时，我们希望假设一个线性或非线性的依赖模型，根据数据中其他特征的值来预测给定的（连续）特征。典型的数据分析包括基于互补产品来预测新产品的收入；根据吸烟的数量、食物的消耗、年龄等来预测疾病；以及股票市场和指数的时间序列预测等等。

回归技术在数据科学中非常有用，“逻辑回归”一词几乎出现在该领域的每个方面。这是由于神经网络的有效性和强度，使用基于累进的技术来创建模仿了我们大脑功能的复杂功能。

关联规则发现是数据挖掘中的一种重要的描述性方法。这是一种非常简单的方法，但你会惊讶于它能提供多少智能和洞察力——许多企业每天都在使用这种信息来提高效率并产生收入。关联规则的目标是找到满足用户指定的最小支持和信任约束的所有规则（ $X \rightarrow Y$ ），给定一组模式，每个模式都是一组标签。给定一组记录（每个记录包含来自给定集合的一些标签），我们希望找到依赖规则，该规则将根据其他模式的出现来判断需要判断的模式的内容。

关联规则的应用非常广泛，可以为企业中的不同行业和垂直领域增加很多价值。典型的例子包括产品的交叉销售和向上销售、网络分析、项目的物理组织、管理和营销。几十年来，在市场篮子分析中，这一直是行业的主流，但近年来，AI 智能算法的推荐在很大程度上主导了这些传统方法。

分类是在深入分析的核心建模阶段之前应该处理的另一个重要任务。假设您有一组记录，每个记录包含一组属性，其中一个属性是我们的类。我们的目标是类找到一个模型，该模型将能够准确地预测不可见的或未知的记录（来自外部类似的数据源），只要给定所需要属性的所有值，就好像类的标签事先被看到或知道一样。为了训练这样的模型，我们通常将数据集分为训练集和测试集两个子集，训练集用来建立模型，而测试集用来验证模型。模型的精度和性能取决于测试集。

分类在行业中有很多应用，如直接营销活动和流变分析等。

直接营销活动旨在通过针对一组可能对特定内容（产品、折扣等）感兴趣的消费者，基于他们过去的数据和行为来降低传播营销内容（广告、新闻等）的成本。该方法简单地为最近引入的类似产品收集数据，并根据用户是否购买或不购买来对客户的配置进行分类。这个目标特性将成为类的属性。通过增加人口、生活方式和其他相关特性来增强数据，以便使用这些信息作为输入属性来训练分类器模型。

流变分析是指对你的产品（服务、信息、产品等）失去兴趣的人进行的数据分析。在业务运行的过程中，监控客户流失和试图确定用户与客户为什么决定停止为订阅付费是非常重要的。换句话说，客户流失分析的目的是试图预测客户是否会被竞争对手抢走。

为了分析客户流失，需要收集过去和当前客户的详细交易记录，以找到能够解释或增加当前问题价值的属性，其中一些属性可以与订阅方对公司提供的服务和特性的投入程度有关。然后我们只需给客户贴上“客户流失”或“不流失”的标签，然后找到一个最适合数据的模型，以预测当前每个客户流失的可能性。

聚类是一种重要的技术，其目的是对确定不同组的对象进行分组，以便同一集群中的对象彼此相似，而不同组中的对象则不同。这种意义上的聚类问题可以总结为是给定一组数据点，每个点都有一组属性和相似度度量，就可以划分出一个集群中的数据点彼此更相似，而不同集群中的数据点彼此之间不太相似这样的多个集群的过程。为了找到每个集群之间的距离或距离，一般可以使用欧几里得距离（如果属性是连续的）或与特定问题相关的任何其他相似度度量。

集群化的一个典型应用是市场细分，它旨在将市场细分为不同的客户子集，每个子集都可以针对不同的营销策略。通过根据客户的地理和生活方式相关的信息收集客户的不同属性，以便找到类似客户的集群，然后可以观察同一个集群中的客户与来自不同集群的客户的购买模式来衡量集群质量。

七、云计算和人工智能应用层

7.1 智能机器人

7.1.1 综述

人工智能可以说是机器人领域最激动人心的领域。这当然是最具争议性的：每个人都同意机器人可以在装配线上工作，但对机器人是否能够智能化没有达成共识。

就像术语“机器人”本身一样，人工智能很难定义。终极 AI 将是人类思维过程的一种娱乐——一种具有我们智力能力的人造机器。这将包括学习任何事物的能力，推理能力，使用语言的能力以及制定原创想法的能力。机器人专家远远没有达到这种水平的人工智能，但他们在更有限的人工智能方面取得了很大的进步。今天的 AI 机器可以复制一些特定的智力能力元素。

计算机已经可以解决有限领域的问题。AI 问题解决的基本思想很简单，虽然它的执行很复杂。首先，AI 机器人或计算机通过传感器或人工输入收集有关情况的事实。计算机将此信息与存储的数据进行比较，并确定信息的含义。计算机运行各种可能的操作，并根据收集的信息预测哪个操作最成功。当然，计算机只能解决它编程解决的问题，它没有任何广义的分析能力。国际象棋计算机就是这种机器的一个例子。

一些现代机器人也有能力以有限的能力学习。学习机器人识别某个动作（例如以某种方式移动它的腿）是否达到了预期的结果（导航障碍物）。机器人存储此信息并在下次遇到相同情况时尝试成功操作。同样，现代计算机只能在非常有限的情况下执行此操作。他们不能像人类那样吸收任何信息。一些机器人可以通过模仿人类行为来学习。比如在日本，机器人专家通过自己展示动作来教导机器人跳舞。

一些机器人可以在社交上互动。麻省理工学院人工智能实验室的机器人 Kismet 认可人体语言和语音变形，并做出适当的反应。Kismet 的创作者只关注人类和婴儿的互动方式，仅基于语气和视觉提示。这种低级别的互动可能是类似人类学习系统的基础。

麻省理工学院 AI 实验室的 Kismet 和其他类人机器人使用非传统的控制结构。机器人不是使用中央计算机指导每个动作，而是使用较低级别的计算机控制较低级别的动作。该计划的主任罗德尼布鲁克斯认为，这是一个更准确的人类智能模型。我们自动做大部分事情；我们不会决定在意识的最高层面做这些事。

人工智能的真正挑战是了解自然智能的工作原理。开发人工智能并不像建立人工心脏，科学家们没有一个简单，具体的模型可供使用。我们知道大脑包含数十亿和数十亿的神经元，我们通过建立不同神经元之间的电连接来思考和学习。但是我们并不确切知道所有这些连接如何加入更高的推理，甚至是低级别的操作。复杂的电路似乎难以理解。

因此，人工智能研究主要是理论研究。科学家们假设我们学习和思考的方式和原因，并且他们使用机器人来实验他们的想法。布鲁克斯和他的团队专注于人形机器人，因为他们觉得能够像人类一样体验这个世界对于培养类似人类的智慧至关重要。它还使人们更容易与机器人交互，这可能使机器人更容易学习。

正如物理机器人设计是理解动物和人体解剖学的便利工具一样，AI 研究对于理解自然智能的工作原理也很有用。对于一些机器人专家来说，这种洞察力是设计机器人的最终目标。其他人设想一个我们与智能机器并存的世界，并使用各种较小的机器人进行体力劳动，医疗保健和沟通。许多机器人专家预测，机器人进化将最终使我们变成电子机器人——人类与机器集成。可以想象，未来的人们可以将他们的思想融入到坚固的机器人中，并且可以存活数千年！

无论如何，机器人在未来的日常生活中肯定会发挥更大的作用。在未来的几十年中，机器人将逐渐走出工业和科学世界，进入日常生活，就像计算机在 20 世纪 80 年代传播到家庭一样。

7.1.2 核心技术

感知能力——传感器

今天的大多数机器人都是聋哑人。传感器可以为机器人提供一些有限的反馈，因此它可以完成其工作。与最简单的生物的感官和能力相比，机器人还有很长的路要走。

传感器以电子信号的形式将信息发送回给控制器。传感器还为机器人控制器提供有关其周围环境的信息，并让它知道手臂的确切位置或周围世界的状态。

视觉，声音，触觉，味觉和嗅觉是我们从世界获得的信息。机器人可以设计和编程，以获得超出我们的 5 种感官可以告诉我们的特定信息。例如，机器人传感器可能在黑暗中“看到”，检测到微小的不可见辐射或测量人眼看不到的太小或太快的运动。传感器可以简单而复杂，具体取决于需要存储多少信息。

光传感器

开关测量物理接触，光传感器测量光的影响量光电池，基本上是电阻传感器。光电池在明亮照明时，即非常轻时，电阻很低；天黑时很高。从这个意义上说，光传感器实际上是一个“暗”传感器。在设置光电管传感器时，您最终将使用我们上面学到的公式，因为您需要处理光电管电阻照片与电子传感器电路中的电阻和电压之间的关系。当然，既然您将构建电子设备并编写程序来测量和使用光传感器的输出，您可以随时操作它以使其更简单，更直观。光传感器周围的环境会影响其属性。传感器可以以各种方式屏蔽和定位。多个传感器可以布置成有用的配置，并用屏蔽将它们彼此隔离。

就像开关一样，光传感器可以以多种不同的方式使用：

光传感器可以测量：光强度（它是多少亮/暗）、差分强度（光电池之间的差异）、断裂梁（强度变化/下降）

光传感器可以以不同方式屏蔽和聚焦，它们在机器人上的位置和方向性可以产生很大的差异和影响

超声波距离传感

超声波传感基于飞行时间原理。发射器产生声音的“啁啾”声音，其远离声源，并且如果遇到障碍物，则从它们反射并返回到接收器（麦克风）。跟踪声束返回所需的时间（通过在产生“啁啾”时启动计时器，并在反射声音返回时停止计时器），并用于计算声音传播的距离。这是可能的（也很容易），因为我们知道声音的传播速度有多快；这是一个常数，根据环境温度略有不同。在室温下，声音以每毫秒 1.12 英尺的速度传播。

基于声纳找到一个位置的过程称为回声定位。超声波传感的灵感来自于自然：蝙蝠使用超声波而不是视觉（这是有道理的；它们生活在非常黑暗的洞穴中，视觉在很大程度上是无用的）。与人工声纳相比，蝙蝠声纳非常复杂；它们涉及许多不同的频率，用于寻找最小的快速飞行的猎物，以及避免数百个其他蝙蝠，以及寻找伴侣的通信。

运动能力——执行器

执行器，也称为驱动器，是让机器人移动的机制。大多数执行器由气动装置提供动力（压力），液压（流体压力）或电动机（电流）。大多数驱动使用电磁马达和齿轮，但是经常使用其他形式的驱动，包括使用 FinOL“肌肉线”和廉价的无线电控制伺服系统。为了使计算机控制下的电动机，使用不同的电动机类型和执行器类型。一些电机类型是同步，步进，交流伺服，无刷直流伺服和有刷直流伺服。用于模型飞机，汽车和其他车辆的无线电控制伺服系统轻便，坚固，便宜且相当容易接口。一些单元可以提供非常高的扭矩速度。可以从并行端口控制无线电控制伺服。当其中一个 PC 内部定时器启动时，可以通过一个简单的中断服务程序和电缆从一个公共并行端口控制八个伺服器。实际上，可以从磁盘驱动器电源连接器中拔出电源，并且 PC 可以直接运行所有伺服器而无需额外的硬件。唯一的缺点是 PC 浪费了一些为中断处理程序服务的处理能力。

处理能力——控制器

机器人连接到计算机，使计算机的各个部分保持一致。这台电脑是控制器。控制器充当机器人的“大脑”。控制器还可以与其他系统联网，以便机器人可以与其他机器，过程或机器人一起工作。

鉴于机器人手臂运动需要适合其应用，手臂强度和刚度满足有效负载需求，伺服驱动器提供必要的响应和分辨率，机器人控制器需要管理手臂关节，其末端执行器，和工作场所的接口。仍然广泛使用的最简单的控制类型是“记录回放”或“引导”。操作员将手臂关节定位到所需的配置。在每个期望的位置处，关节运动编码器位置被记录在存储器中。逐步地，记录整个工作循环序列。然后在回放模式中观察并修改序列。

随着应用变得更具挑战性，一些工作需要末端效应器进行连续路径控制。对于此操作，必须以适合特定任务的速度编程所有关节。这需要编程以控制机器人。机器人今天拥有由程序运行的控制器——用代码编写的指令集。该程序设定了机器人可以做什么的限制。这些要求可以发挥复杂的基于计算机的控制器和所谓的机器人语言。这些语言允许一种称为分层控制的机器人控制，其中机器人的决策在几个层面上进行。这些级别通过反馈机制相互关联，这些反馈机制为下一个更高级别的先前行动状态提供信息。通用机器人手臂的优点在于它可以编程以完成许多工作。缺点是编程往往是高薪工程师的工作。即使工厂机器人能够比人更有效地执行任务，编程和设置工作场所的工作也可能比其价值更麻烦。

加利福尼亚的 Commotion Systems 正在开发使用预先设计的软件模块对机器人进行编程的更简单方法。但就目前而言，“训练”机器人的工作仍然是他们不被使用的主要原因之一。在将来，具有人工智能的控制器可以让机器人自己思考，甚至自己编程，这可以使机器人更加自立和独立。

Angelus Research 为机器人设计了一个智能运动控制器，模仿大脑的三级结构，包括本能，行为和目标水平。该控制器可在不可预测的情况下使用，使用 Motorola 68HC11 微处理器。

7.1.3 应用领域

随着人工智能的快速发展，因为机器人革命将导致自工业革命以来世界劳动力的最大转变，并且 7 种工作智能机器人已经出现在了我们的视线中。

虽然我们中的许多人对未来以及智能算法和机器人在我们生活中可能提供的便利感到兴奋，但 80% 的被调查人认为他们的工作在未来 50 年内“可能”或“肯定”以其现有形式存在，即使在同样的研究中，2/3 的被调查人认为机器人将完成目前人类完成的大部分工作。很明显，我们中的许多人对我们的自我和事业过于乐观。不过预先警告，预计机器人首先采取的工作不仅仅是入门级服务或体力劳动工作。

机器人革命正在发生。根据世界经济论坛的报告，到 2020 年，机器人自动化将导致 15 个发达国家净损失超过 500 万个工作岗位。在 IDC FutureScape 的全球机器人 2017 预测报告中，作者提出由于机器人创新所带来的劳动力和我们的文化发

生了巨大变化，包括新的法律，新的角色，如首席机器人官和新的工作方式，不仅是人类同事，还有机器人同事。

个人、家庭服务机器人

以扫地、擦窗等清洁功能为主的家政服务机器人，因为能满足现代人的生活需求，而成为了个人家庭服务机器人的代表。目前个人、家庭服务机器人仍处在市场的探索期，但具有强大的市场潜力。根据 IFR 预测，全球工业机器人 2016-2019 年市场容量为 140 万台，而服务机器人则是其 30 倍以上，高达 4230 万台，其中 4200 万台为居家类服务机器人。在个人和家庭服务机器人领域，美国、日本、韩国以及欧洲的部分国家在该行业有较深的技术积累。由于个人、家庭服务机器人品种多样，应用各异，因而市场处于百花齐放百家争鸣的分散状态。在众多居家机器人中，扫地机器人以其在实用性和性价比上的优势取得了较快的发展。

扫地机器人按照算法可将其分成随机式清扫机器人和规划式清扫机器人。前者不会根据房间具体情况进行调整和对针对性的清扫，而是在机器人预置了清扫算法，根据用户选择的模式进行清洁。规划式扫地机器人通常包括定位、构图、规划、清扫等工作环节。机器人利用导航定位系统记住起点和清扫路径的坐标，构建环境地图，同时计算规划清扫线路，然后利用陀螺仪纠正扫地机器人清扫路线。iRobot 是一家在纳斯达克上市的正牌美国本土企业，它是全球扫地机领域首屈一指的品牌，iRobot 最早是做军用及安防机器人起家，专门为美国政府、军方及各国高校和研究机构提供太空探测、战地救援、排爆、勘察、安保、研发等不同用途的机器人，可谓“战功赫赫”。这也为后来 iRobot 进入家用机器人领域奠定了基础，自从步入扫地机器人领域，智能、高效、实用受到了不少都市家庭的青睐。

2017 年 5 月，该公司在上海正式发布了扫地机器人，并且推出了具有地图绘制功能的 Roomba 9 系列扫地机器人。该机器的最前端搭载了 RCON 传感器，它可以用来探测前方障碍物，与充电座配件进行信号通讯对接。它具有感知和思考的能力，巡视房间感应灰尘收集家居环境的信息，可以有效的清扫房间的灰尘。在机器顶端的中心位置是 iRobot 980 的“眼睛”，由 iAdapt 区域摄像头组成，是先进导航系统与 vSLAM 视觉运算处理技术的结合，在机器人行走清洁过程中，拍摄周边环境，

计算出地面的面积、形状，创建出清洁地图，解决我在哪、我去过哪和我要去哪的问题，实现更高效的清洁。

iRobot 980 搭载 iRobot 公司的专利 vSLAM 视觉运算处理技术，并与情景规划式导航系统相结合，主机通过机器顶部斜向前的摄像头创建其地图可视化地标，可以清楚知道当前机器所处位置、哪些地方已清理以及哪些地方未清理，全景规划式导航，实现高效的清洁。由于 vSLAM 的引入，iRobot 980 将彻底告别随机碰撞清扫，所有区域将规则覆盖一次性完成。同时该扫地机器人以每秒 60 次的速度计算周边障碍物的情况，并根据所处环境作出 40 余种清扫动作，如围绕、折返、螺旋、贴边、转身等等，可应对一切的家居环境。iRobot 980 拥有 iAdapt 人工智能系统，这是一种软硬件结合的智能化清扫系统，可根据机器人红外回传信息的强度、范围、高度、转速、电流大小、阻力等参数，计算出前方障碍物大致形状，再经过软件的处理运算，得出的结果就是机器人下一步清洁方式。通过下载 iRobot HOME 应用程序，用户可实现 Android 和 iOS 智能终端对主机进行控制，不仅可以预约、启动、暂停或取消清洁任务，还可以按照自身的需求定制机器人的清扫方式。同时，iRobot HOME 应用程序能提供清洁后的清洁地图任务报告，为用户显示整个清扫区域的面积和清扫时间，可以储存多达 30 个清洁任务。

除扫地机器人外，教育、陪护类机器人也有较好的发展前景。随着人工智能技术的不断发展，机器人阿西莫夫的小说中也慢慢走进我们的生活，各类家庭机器人概念也随着技术成熟而纷纷落地。乐橙公司出品了儿童陪护型机器人“小乐”，其主要功能是陪伴孩子。近年来智能家居市场上给人们带来新鲜感的产品层出不穷，智能家居机器人具有新颖的交互模式和形态，符合市场对其新鲜感的期待；幼儿产品智能化的概念也深入人心，诸如电话手表等专为幼儿设计的智能化产品也受人们认可，越来越多的家长开始考虑选择此类产品。

交互功能是机器人功能的重点，小乐机器人具有人脸检测功能。在不进行屏幕操作时，小乐会自动将头转向有人的方向，会让用户感觉机器人“认识”自己。并且还可以跟随人的移动，完全没有某些家里的“喵星人”的高冷性，并且面对多人时，依然保持人脸监测的功能，并且在一段时间内能去跟随某一个人，让用户颇有主人感受。小乐机器人具有语音识别功能，首先小乐可以通过语音去识别人的方向，听到相应的语音指令后，小乐则迅速将头部转向人的方向。从前后左右东西南北 2 米以内的距离召唤机器人，都可以有效地让机器人面朝人类，并且能完成下一步的

活动。其次是部分操作可以采用语音指令，和机器人具有 Siri 类语言互动。语音交互内容大致分两类，第一类则是简单应用，比如拍照、播放音乐、打电话，通过语音指令完成基本应用，"你好，小乐，拍照片"，要大致说出应用的内容机器人就会执行。尤其是拍照片时候，机器人转向用户方向，并且倒数 3，2，1，一系列的动作比较连贯自然。第二类则是聊天类，基本就是我困了，我累了，我饿了，不想上学了等等一些小孩子会说的简单问题和感受，小乐会有所反馈，并且自带的语言库会保证每次说完有一些不同。总体看来，语音交互功能可以实现人与机器人的在一些功能上互动。最后就是小乐会对触摸动作进行互动，触摸反应区在身体部分。当人去触摸到身体时，机器人会做出一些语言的反应，并且根据触摸的力度有不同的反应。

专业服务机器人

除了满足家庭和个人对于机器人的需要之外，还有很多厂商生产了专业服务机器人，用于某些特定的生产需要。在农业、国防、物流、医疗等领域，智能机器人已经可以逐渐替代人工完成一些简单的劳动。

智能机器人逐渐走进我们的日常，在农业领域的应用也十分广泛，由机器人技术带动的农业升级，正在为改善农民生活打开新空间。农业机器人除了可以从事种植、打农药、收割等田地作业之外，还可以在畜牧养殖业中发挥重要作用。数据显示，2024 年全球农业机器人出货量将从 2016 年的 3.2 万部增长至 59.4 万部，2024 年农业机器人收入将达到 741 亿美元。

现代农业存在实际问题。传统的耕作方法难以跟上市场所需的效率。发达国家的农民缺乏劳动力。自动化农业的兴起是通过使用机器人和先进的传感来解决这些问题的尝试。

1、苗圃种植

苗圃是种子长成幼苗的地方，后来种植在外面。苗圃植物通常直接销售给消费者和景观园丁，但它们也是一些作物的食物之旅的开始。

对幼苗的自动化的需求不断增加。公司如 HETO Agrotechnics 和 Harvest Automation 提供种子，盆栽和温室仓储活体植物的自动化解决方案。

2、作物播种

许多食用植物在田间开始作为种子。缝制种子的传统方法是使用连接到拖拉机的“广播吊具”将它们分散。当拖拉机以稳定的速度行驶时，这会在田地周围抛出许多种子。它不是一种非常有效的种植方法，因为它可以浪费种子。

自主精确播种将机器人技术与地理映射相结合。生成一张地图，显示田地中每个点的土壤特性（质量，密度等）。带有机器人播种附件的拖拉机然后将种子放置在精确的位置和深度，以便每个种子都有最大的生长机会。

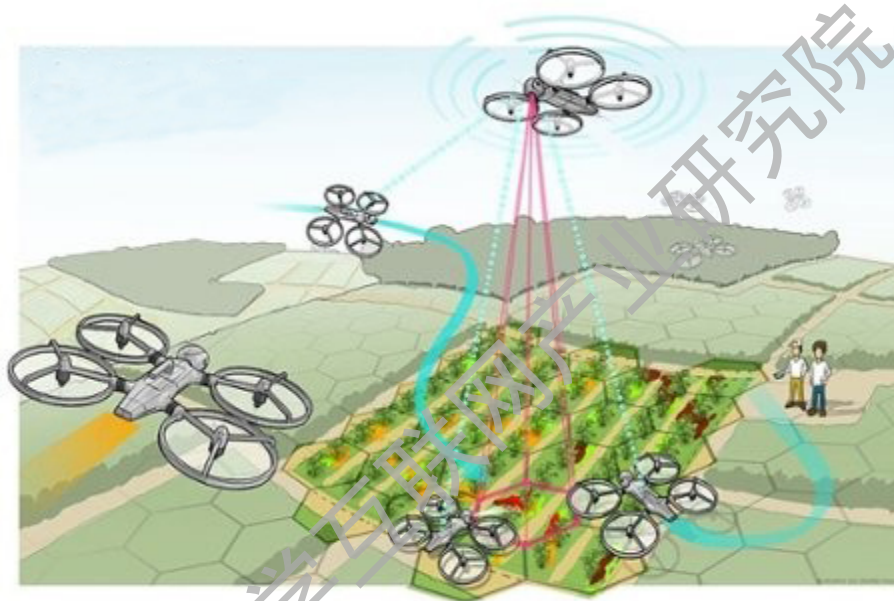


图 22 农业机器人

3、作物监测和分析

监测大面积的作物是一项重要工作。新的传感器和地理定位技术使农民能够获得比过去更高水平的农作物数据。地面机器人和无人机提供了一种自主收集数据的方法。

像 PrecisionHawk 等无人机公司为农民提供组合包，其中包括机器人硬件和分析软件。然后，农民可以将无人机移动到现场，通过平板电脑或智能手机启动软件，并实时查看收集的农作物数据；像 BoniRob 等地面机器人可以提供更加详细的监控，因为它们可以更接近作物。有些还可以用于其他任务，如除草和施肥等。

4、施肥和灌溉

灌溉和施肥作物传统上使用大量的水是相当低效的。机器人辅助精确灌溉可以通过针对特定植物来减少浪费的水。地面机器人在作物行之间自主导航并直接在每个植物的底部倒水。

机器人也有优势，因为他们能够访问其他机器无法访问的区域。例如，玉米种植者面临的问题是植物生长太快而不能可靠地给它们施肥。**Rowbot** 旨在解决这个问题，因为它可以在玉米行之间轻松驱动，并直接在每个植物的基部对准氮肥。

5.作物除草和喷洒

将杀虫剂和除草剂喷洒在田地上不仅浪费，而且会严重危害环境。机器人提供了一种更有效的方法。

微喷雾的概念可以显着减少作物生长中使用的除草剂的量。微喷机器人使用计算机视觉技术检测杂草，然后将一滴目标的除草剂喷洒在它们上面。**AG BOT II** 就是一种使用这种技术的太阳能机器人。

一些除草机器人甚至不需要使用化学品。例如，**RoboCrop** 使用计算机视觉来检测拖拉机推动的植物，然后它会自动躲过植物之间的空间来拔除杂草。其他除草机器人使用激光杀死杂草。

似乎可以肯定的是，机器人将继续彻底改变农业并改变我们对生产食物的思考方式。当下，无论是美国、德国、英国、法国等发达国家，还是中国为代表的发展中国家，农业机器人正呈现出蓬勃的发展态势，市场空间想象力十足。"面朝黄土背朝天"将不再是农民们干农活时的唯一写照了。

工业机器人

根据维基百科的说法，世界上第一台名为 **Unimate** 的工作机器人于 1961 年加入位于尤因乡的通用汽车工厂的装配线。这是一种自动压铸模具，将冷热门把手和其他汽车零件放入大桶冷却液中在生产线上将它们移动到工人处进行最后的精加工和抛光。



图 23 Unimate

从那时起，机器人就彻底改变了工业工作场所。计算机的发展推动了汽车行业推动的自动化进步。根据 ABB 机器人公司对国际机器人联合会统计数据进行分析，大多数机器人都做了非常具体的任务，分为十类。

弧焊——弧焊或机器人焊接是一种相对较新的应用，在 20 世纪 80 年代变得司空见惯。切换到机器人焊接的驱动力之一是提高工人免受电弧烧伤和吸入有害烟雾的安全性。

点焊——点焊通过将大电流引导通过点来连接两个接触金属表面，其熔化金属并形成在非常短的时间（大约 10 毫秒）内输送到点的焊缝。

物料搬运——物料搬运机器人用于移动，包装和选择产品。它们还可以自动执行将零件从一件设备转移到另一件设备所涉及的功能。降低了直接人工成本，消除了传统上由人工造成的大量繁琐和危险的活动。

机械管理——用于机器人自动化机械管理是装卸原材料到机械加工和监督的机器，同时完成作业的过程。

绘图——机器人绘图用于汽车生产和许多其他行业，因为它提高了产品的质量和一致性，既可以减少返工也可以节省成本。

拣货，包装和码垛——大多数产品在最终发货前都会进行多次处理。机器人拣选和包装提高了速度和准确性，同时降低了生产成本。

装配——机器人经常组装产品，消除繁琐和繁琐的任务。机器人可以增加产量并降低运营成本。

机械切割，磨削，去毛刺和抛光——在机器人中建立灵活性提供了一种非常难以实现自动化的制造选择。这方面的一个例子是生产整形外科植入物，例如膝关节和髋关节。用手抛光和抛光髋关节通常需要 45-90 分钟，而机器人可以在几分钟内完成相同的功能。

粘合，粘合密封和喷涂材料——密封机器人采用多种臂配置，使机器人能够轻松适应操作的困难区域。该应用的主要优点是提高了最终产品的质量和一致性。

其他工艺（检查，水射流切割和焊接）——水射流切割是一种快速而灵活的过程，其中以极高的速度和压力喷射水流以切割大多数塑料，泡沫和一些金属。

然而，情况正在发生变化，新一代机器人正变得用户友好，无需定制软件。这十个机器人应用可能会被具有 3D 视觉和触摸技术的通用多功能装配机器人迅速取代。这些机器人比现在通常用于汽车制造商和其他重工业制造商的机器人更加熟练，并且可以越来越多地集成在制造和供应链分销中与工人一起执行。

7.1.4 典型企业

中国企业

1、语音与语义：图灵机器人

图灵机器人是以语义技术为核心驱动力的人工智能公司，致力于“让机器理解世界”，产品服务包括机器人开放平台、机器人 OS 和场景方案。通过图灵机器人，开发者和厂商能够以高效的方式创建专属的聊天机器人、客服机器人、领域对话问答机器人、儿童/服务机器人等。严格意义上讲，图灵机器人是智能机器人的软件开发商，并不直接参与机器人的生产，而是提供底层的系统和应用，尤其是在中文识别领域具有较高的建树。

图灵机器人 API 是在人工智能的核心能力（包括语义理解、智能问答、场景交互、知识管理等）的基础上，为广大开发者、合作伙伴和企业提供的一系列基于云计算和大数据平台的在线服务和开发接口。

开发者可以利用图灵机器人的 API 创建各种在线服务，灵活定义机器人的属性、编辑机器人的智能问答内容，打造个人专属智能交互机器人，也支持多渠道（微信公众平台、QQ 聊天）的快速接入。

图灵机器人平台是国内第一家个性化智能机器人开放平台，为广大开发者提供智能机器人 API 端口。图灵机器人基于 DeepQA 深度问答技术，对中文的识别准确率高达 90%，是目前中文语境下智能度最高的机器人。图灵机器人具有高智能、

一键接入、个性化、跨平台四大特点，通过图灵机器人开放平台，任何人都可以方便快捷的为微信公众号、微博、QQ 群、WEB 网站、智能客服系统以及智能家居系统、智能车载系统等软硬件领域接入一位聪明的图灵机器人。

图灵机器人应用广泛，目前已应用于实体机器人，如家用服务机器人、儿童陪伴机器人等，虚拟机器人，如智能客服系统、微信公众号、QQ 机器人、APP 应用等，智能家居控制系统、智能车载等领域。已为超 30 万合作方提供技术支持。

图灵机器人平台的核心能力大致分为四点：首先，平台基于 DeepQA 技术架构，深度问答能力匹配 WATSON，其问答准确度位于国内领先水平；其次，平台采用了上下文结构，拥有长/短记忆系统，具备缺省式/记忆式/场景式上下文支持，支持多重对话及超 100 个对话场景，可以为客户提供及时高效的客服体验；最后，该平台公有知识库积累超 15 亿条、行业公有知识库平均为 3 亿条，容量相当庞大。图灵机器人平台的服务面较为广泛，从聊天、笑话、菜谱等日常生活内容，到天气、飞机、列车等与旅行出差有关的信息，甚至星座、吉凶等娱乐资讯，都有所涉及。由于知识库容量大、精准度高且服务面广，图灵机器人平台经常被作为娱乐聊天、旅行出游机器人使用。此外，包括 HTC 手机的语音助手、NAO 机器人的“智慧大脑”及中国电信客服，也使用了图灵机器人。图灵机器人平台可以追踪统计用户最关注的问题，如用户热问话题、关心内容等，使用者可根据这些问题制定相应策略，有效辅助提升销售转化；对于企业知识库，图灵机器人平台会进行优化升级，对业务知识进行自定义分类，知识收集与数理更加方便，知识类型支持网页链接，可将用户引导至指定页面。

2、赛格威

2015 年 4 月，总部位于北京的 Ninebot 公司宣布，它不仅将收购竞争对手 Segway，还将从小米，红杉资本和顺威基金会等投资者那里获得 8000 万美元的资金。收购后，Segway 将成为 Ninebot 的全资子公司，但这两个品牌将保持独立。

在最新的 CES 上，由 Ninebot 开发的全新 Segway（由英特尔和小米提供帮助）看起来几乎与最初的 Segway 不同。当然，它采用了 Segway 的自平衡技术，但其外形尺寸远小于原来的个人运输设备。这个只有几英尺高。它还有一个看起来像头和脸的两个 LED 眼睛似乎闪烁和微笑。更像是机器人而不仅仅是悬停板。

3、Ecovacs

与世界著名的 irobot 公司一样，Ecovacs 是一家专注于清洁机器人的中国机器人公司。

新的 Ecovacs 出品的“Winbot”适用于 Roomba 为楼层所做的事情。使用方法很简单：打开机器人，将其放在窗户上，按“开始”并观察它是否脏污。对于地面以上的窗户，ECOVACS 建议其客户购买 Safety Pod，它基本上是一根绳子，如果机器人以某种方式掉落，可以将机器人系在家里。机器人可以自动导航窗户的整个表面，确保快速有效地进行一尘不染的清洁。

当然，ECOVACS 还制作了一个地板机器人，Deebot，作为 Roomba 的竞争对手。

4、UBTECH

UBTECH Robotics 是一家从事研发，制造，推广和推广机器人的高科技企业，致力于人形机器人的商业化，使其走出研究机构，为普通人提供服务。UBTECH 正致力于创造智能机器人，可以与人们互动，帮助和服务人员。

UBTECH Alpha 2 的新产品设计为机器人助手，使“家居生活更轻松”，可以拍摄照片和视频，拨打电话，查看语音邮件，阅读和发送文本和电子邮件，以及控制支持 WiFi 的办公设备。Alpha 2 还可以使用语音命令发布社交媒体帐户。

与一些即将上市的其他同伴机器人不同，例如 Jibo 和 Buddy，Alpha 2 实际上有两条腿可以移动。您可能会看到它看起来类似于世界著名的“NAO”机器人，但是版本较小。

5、Rokid

Rokid 是一家深度学习技术创业公司，因其首款产品“Rokid”，一款非常有创意的智能家居产品，被评为家庭音频/视频组件及配件类 2016 年 CES 创新奖获奖者。

作为一个依靠人工智能和深度学习的智能家庭技术设备，Rokid 通过参与双向交流，主动为整个家庭提供信息和执行任务。从打开灯光，播放您喜欢的歌曲到提

供今天的天气或提醒您预约，Rokid 可以与每个家庭成员互动并将每个人联系在一起。

国际企业

1、FANUC Corp.

虽然许多人认为机器人技术最近才成为一种可行的技术，但一些公司已经参与了这个领域数十年。例如，自 20 世纪 70 年代初以来，FANUC 一直是机器人和自动化行业的重要参与者。该公司专注于工业自动化，是日本和美国汽车行业机器人机械的主要供应商之一。¹ 该公司主要致力于开发计算机数控（CNC）系统，这些系统是可以提供特定指令的机器人机器，然后以高精度和高效率执行这些指令。这些说明的一个示例可以是从堆叠中提起一块金属板，将其压成特定形状，并将其焊接到车架上。

FANUC 致力于通过机器人技术改善工业制造流程，这一承诺深入公司自身的 DNA；FANUC 不仅向客户销售机器人工具，还在自己的制造过程中使用相同的机器人。FANUC 是“灯光”制造过程的先行者，其中自己的机器人构建了公司销售的产品。该公司的工厂没有人工作；甚至不需要灯或 HVAC 系统。

2、Intuitive Surgical

我们将机器人技术和人工智能视为转型主题，因为其破坏性力量不仅限于工业制造。医疗保健是一个迅速采用机器人技术的非工业部门。Intuitive Surgical 等公司正在开创机器人辅助手术，以改善患者的治疗效果。该公司制造用于微创外科手术的机器人设备，包括可以比人手更弯曲和旋转的摔跤仪器。这些机器人设备使外科医生能够以更高的视力，精确度和控制力进行操作，这可以减少对患者神经的伤害，更快的愈合和更小的伤疤，而不是传统的“仅限人类”进行选择手术的方式。

发表在欧洲泌尿外科的一项研究显示，接受机器人辅助手术的前列腺癌患者的癌细胞较少，血液流失较少，并且在医院恢复的时间较短。自 2000 年以来，达芬奇机器人手术系统现已用于 300 多万次外科手术。

3、Aerovironment

虽然军队仍然是无人机技术的主要用户，但随着公司将无人机纳入包裹投递，农业，检查和应急响应，商业使用正在加速。据美国联邦航空局称，商用无人机的使用量预计将从 2016 年至 2021 年增长 10 倍。

该领域的一个重要参与者是 Aerovironment，该公司开发用于军事和商业应用的小型无人驾驶车辆。该公司的军用产品包括战术无人机（UAV），可由一名士兵在短短五分钟内发射和操作。这些无人机能够流式传输视频，用于情报收集和监视。Aerovironment 还致力于将这些技术用于商业用途，包括开发可用于分析农作物和检查电力线和铁路等基础设施的无人机。该公司的商用无人机系列可以在预先编程的飞行路径上飞行长达 45 分钟，并使用高清摄像机和多光谱传感器来收集特定区域的数据。

4、Faro Technologies Inc.

人工智能（AI）是推动机器人技术发展的重要组成部分。AI 允许机器人不仅可以执行人类或预先计划的输入，还可以在非结构化环境中运行并做出决策。为了执行这些任务，人工智能的一个重要组成部分是“机器人视觉”或机器对周围环境进行成像和处理的能力。致力于推动这一领域的一家公司是 Faro Technologies，该公司开发高精度成像设备和软件。这项技术的应用几乎是无限的；它可以创建大型环境或小型商品的 3D 模型和测量，比较零件和结构以确保质量，或快速原型化项目。

该软件在使用成像软件进行自动检查和校准的工厂中特别受欢迎。该软件还发现了用于测量的建筑应用以及用于调查火灾，犯罪现场和事故的公共安全。

7.2 智慧金融

7.2.1 综述

金融行业目前已经成为我国第三产业的重要组成部分，虽然在国民经济体系中，金融业是为实体经济服务的，但金融的发展状况对于实体经济乃至国民经济命脉具

有重要的作用。当金融体系良好运作时，社会内资金更加流通，资源配置的效率更高，经济发展就有了强大的保障；而当金融体系出现问题时，会给国民经济带来深重的灾难，特别是 08 年金融危机后，我国提出的系统性金融风险概念，就是从宏观审慎的角度再次重申了金融系统的重要性。

传统的金融系统在运行过程中产生了海量信息，但由于科技条件的限制，信息收集和的方式还很原始，且早期数据多是视频、音频、纸质文件等，难以转换成可分析的结构化数据，这使得我国的金融机构虽然有相当高的业务量，但却没有做到充分利用这些数据资源，导致金融机构的发展十分缓慢，与美英等西方发达国家存在一定差距。

以银行业的基础业务——信贷业务为例，征信系统不健全使得银行在放款时必须花费高昂的成本审核企业或贷款人的经营收入状况、资产负债水平、信贷消费记录等等，而现阶段银行的人力、财力都是比较有限的，这就导致了长期以来我国银行的信贷业务存在长尾效应，由于风险评估成本的限制，银行的目标客户通常是大中型企业，而小微企业和个人由于数量众多、个体间差异大，往往面临较高的融资成本，这些由信息不对称产生的问题在过去很长一段时间内没有得到很好的解决。一方面，用户的行为是多方面的、立体的，而信息在机构之间是不流通的，因而很难获得用户的全部信息；另一方面，传统的银行信贷业务的数据是非结构化的，更难标化和理解。

人工智能技术的不断发展，为银行以及其他金融机构海量数据的分析提供了技术支撑。深度学习、计算机视觉、自然语言处理等技术的突破，为人工智能与金融的结合创造技术基础。金融行业与整个社会存在巨大的交织网络，在长期的发展过程中沉淀了海量数据，如客户身份数据、资产负债情况数据、交易信息数据等，金融业对数据的强依赖性为人工智能技术应用到金融领域做好了准备。

人工智能基于智能增强和简易劳动力替代的发展逻辑可以满足现代金融的多种需求，有利于提升金融企业工作效率，进一步降低成本。政策环境方面，国家出台的一系列支持人工智能技术发展的顶层规划，助力人工智能技术的发展，推进人工智能技术与产业融合创新。同时，基于普惠金融等需求，国家对金融行业提出自动化、智能化发展要求。

近年来，无论是传统金融机构，互联网巨头，亦或是创业公司纷纷开启“人工智能+金融”应用的探索实践，摩根大通、花旗银行、招商银行、亚马逊、谷歌，蚂

蚁金服、百度、京东金融等全球范围内领先机构不断加大改善用户服务、增加收入的人工智能技术应用。

7.2.2 核心技术

金融科技的发展历程

世界范围内金融科技的发展大体上经历了四个阶段。

在第一阶段，金融行业与科技行业都在快速发展，科技行业的少数成果被应用在金融领域，尤其是二战以来，通讯技术与信息技术的发展使国际贸易、国际金融更加便捷，科技进步开始推动金融市场的全球化。

在第二阶段，科技不仅扩大了金融业的经营范围，还深刻改变了金融业的生产方式，通过 IT 软硬件实现传统金融机构办公和业务的电子化、自动化，极大提升了金融机构内部的工作效率，产生了信贷系统、清算系统等现代化产品，科技与金融的融合改变了原有工作的操作方式，可以看作是金融机构内部的改革。

在第三阶段，即互联网金融阶段，除传统金融机构外，科技巨头和众多创新型的企业开始进军金融领域，依托互联网技术与信息通讯技术独立提供金融服务或者与金融机构合作推出金融服务。金融业通过搭建在线业务平台，利用互联网或者移动终端的渠道来汇集海量的用户和信息，实现金融业务中的资产端、交易端、支付端、资金端的任意组合的互联互通，实际上这是一种对传统金融渠道的变革，通过应用信息技术以实现信息共享和业务融合，互联网企业的加入给传统金融业带了新的活力。

而在第四阶段，金融业通过大数据、云计算、人工智能、区块链这些新的 IT 技术来改变传统的金融信息采集来源、风险定价模型、投资决策过程、信用中介角色，因此可以大幅提升传统金融的效率，解决传统金融的痛点，代表技术就是大数据征信、智能投顾。与第二阶段不同的是，这一过程是对传统金融业务的深刻变革，科技不再仅仅当作金融机构的工具，而是将金融作为信息技术领域的应用场景，以技术驱动金融业本身的发展。这四个阶段缺一不可，经过几年互联网金融的发展，变革了金融行业信息采集的方式，将非结构化数据结构化，将其清洗成为能被机器

理解，可分析的数据。云计算给人工智能的应用提供了计算力的支撑，而应用机器学习技术特别是深度学习方法后真正创造出了革命性的力量。

国务院印发的《“十三五”国家信息化规划》中，区块链与大数据、人工智能、机器深度学习等新技术，成为国家布局重点，明确提出积极推进区块链、人工智能等新技术应用研究。人工智能和区块链在金融科技发展的第四阶段已经成为底层架构，并在此基础上根据不同的应用场景产生各个种类的产品。

人工智能技术在金融领域的应用

现阶段人工智能在三方面满足了金融业发展的痛点。

第一，生物特征识别功能的发展，不仅降低了隐藏风险，同时也节省了金融机构的人工、场地成本，提高了工作效率。近年来，金融机构对远程身份识别、远程获客需求日益增加，而人脸信息凭借易于采集、较难复制和盗取、自然直观等优势，在金融行业中的应用不断增加。人脸识别的流程主要包括：人脸检测、人脸特征提取、人脸匹配三部分。人脸识别可实现客户“刷脸”即可开户、登录账户、发放贷款等，让金融机构远程获客和营销成为可能。在互联网金融领域，“刷脸”也可以应用到刷脸登录、刷脸验证、刷脸支付等诸多领域。同时，人脸识别亦可以成为银行安全防控手段的有效选择。银行安防的难点之一是在动态场景下完成多个移动目标的实时监控，人脸识别技术在银行营业厅等人员密集的区域可有效实现多目标实时在线检索、比对，在 ATM 自助设备、银行库区等多个场景下都可应用。相比于简单的计算机视觉应用，金融机构的人脸识别不仅要求人工智能能够识别出人脸，还要与信息库中的信息进行比对、认证，再将数据回传，得到身份验证结果，这样要求计算机不仅能够“看到你”，同时还能识别“你是你”，这对于计算机视觉提出了更高的要求。

第二，基于大数据、深度学习等技术可以很好实现实时精准画像描绘，根据用户的财富数量、收入状况、风险偏好等因子提供个性化的金融产品，真正实现从千人一面向千人千面的转变。通过算法设计，还可以应用于智能投顾、量化交易等领域。对于个人投资者而言，智能投顾很好的行使了传统金融行业投资顾问的职能，能够提供更加智能化、个性化的服务。根据美国金融监管局（FINRA）提出的标准，智能投顾的主要流程包括客户分析、资产配置、投资组合选择、交易执行、组合再

选择、税收规划和组合分析。客户分析主要通过问询式调研和问卷调查等方式收集客户的相关信息，推断出客户的风险偏好以及投资期限偏好等因素，再根据这些因素为客户量身定制完善的资产管理计划，并根据市场变化以及投资者偏好等变化进行自动调整。智能投顾将有效降低投融资双方信息不对称与交易成本。智能投顾发展的两大核心要素，一是自动化挖掘客户金融需求技术，帮助投资顾问更深入地挖掘客户的金融需求，智能投顾产品设计更智能化，与客户的个性化需求更贴近，弥补投资顾问在深度了解客户方面的不足；二是投资引擎技术，在了解客户金融需求之后，利用投资引擎为客户提供金融规划和资产配置方案，提供更合理、个性化的理财产品。

深度学习是机器学习的分支，是一种试图使用包含复杂结构或由多重非线性变换构成的多个处理层对数据进行高层抽象的算法。它能够用非监督式或半监督式的特征学习和分层特征提取高效算法来替代手工获取特征，对于高度重复性且具有海量数据的金融业，特别是量化交易而言，人工智能的应用提供了解决金融问题的新方案。与价值投资、技术分析等方法不同，量化交易是指以先进的数学模型替代人为的主观判断，利用计算机技术从庞大的历史数据中海选能带来超额收益的多种“大概率”事件以制定策略，极大地减少了投资者情绪波动的影响，避免在市场极度狂热或悲观的情况下做出非理性的投资决策，由于金融市场变动迅速，套利机会转瞬即逝，因此纷繁复杂的计算过程只能由计算机来完成，通常交易员通过设定计算程序并按照结果决定策略，由计算机来执行。而深度学习技术的应用能够赋予计算机自动挖掘资产价格变动规律，让系统在出现套利空间时自动交易，即程序化交易。人工智能曾经凭借强大的计算能力和不断优化的模型战胜了围棋的世界冠军，可以预见的是，未来人工智能也会在金融市场中与交易员甚至其他模型展开激烈的竞争。

第三，利用大数据、企业关系图谱等提高征信水平，助推普惠金融发展。基于大数据技术发展的征信系统能够填补中小企业征信的空白，利用企业关系图谱使金融机构了解企业的股权结构、业务往来，不仅能够扩大客户范围，同时也能提升金融机构的风险控制能力，降低放款门槛，以可负担的成本为有金融服务需求的社会各阶层和群体提供适当、有效的金融服务。对于个人用户而言，目前我国个人征信体系发展较为缓慢，而且被征信模型纳入的也多是与财务相关的“小数据”。而网络中还有相当多与财务无关但可能关系到用户征信水平的大数据，只有充分挖掘这些

信息，找出与信用水平相关的变量，才能不断完善征信模型，获得更加精准的用户画像。

人工智能技术可以助力金融行业形成标准化、模型化、智能化、精准化的风险控制系统。帮助金融机构、金融平台及相关监管层对存在的金融风险进行及时有效的识别和防范。人工智能应用于金融风险控制的流程主要包括：数据收集、行为建模、用户画像及风险定价。智能风控可以协助金融监管机构防范系统性金融风险。人工智能+大数据分析技术，可以助力金融监管机构建立国家金融大数据库，防止金融系统性风险。在消费金融领域，自然语言处理、知识图谱及机器学习等人工智能技术，可提供更深度、有效的借款人、企业间、行业间不同主体的多维有效信息关联，并深度挖掘企业子公司、产业链上下游合作伙伴、竞争对手、高管信息等关键信息，减少认知偏差，降低风控成本。在信贷领域，智能风控可以应用到贷前、贷中、贷后全流程。贷前，助力信贷机构进行信息核验、信用评估、实现反欺诈；贷中，可以实现实时交易监控、资金路径关联分析、动态风险预警等；贷后，可以助力信贷机构进行催收、不良资产估价等。

“金融科技”的内涵与范围

关于金融科技（FinTech）的内涵，国际金融稳定理事会（FSB）给出了一个国际通用的标准定义：

“技术带来的金融创新，它能够产生新的商业模式、应用、过程或产品，从而对金融市场、金融机构或金融服务的提供方式产生重大影响。”

更进一步地，在金融科技所覆盖的范围与领域方面，巴塞尔银行监管委员会区分出四个核心应用领域：

“存贷款与融资服务”、“支付与清结算服务”、“投资管理服务”以及“市场基础设施服务”。

“存贷款与融资服务”领域涵括网贷、征信、众筹等产品；

“支付与清结算服务”包括移动支付、P2P 汇款等内容；

“投资管理服务”典型代表是智能投顾与智能投研等；

“市场基础设施服务”的内容则最为广泛，意指人工智能、区块链、云计算、大数据、安全等技术所带来的金融产品的创新。



图 24 金融科技的应用领域范围 资料来源：巴塞尔委员会

• “金融科技”的中外语境差异

由于中外的金融监管环境与社会环境存在一定差异，中外金融科技（FinTech）概念的发展与演变也存在较大的区别。

就美国而言，其语境上的 FinTech 公司以初创型企业为主，大部分是经营移动支付、财富管理、网贷等业务。

而中国在“金融科技”的概念被提及之前，事实上已经历了数年“互联网金融”阶段的发展，以第三方支付、P2P 网贷企业为典型代表。

在过去，由于从事“互联网金融”业务的大多是非金融持牌的互联网企业，一度出现了一些忽视金融本质、风险属性和必要监管约束的现象，导致了业务运作不规范、风险管理不到位、监管适用不恰当或不充分等问题，也引发了一些监管套利风险与消费者保护风险。

因此，国内官方组织与监管机构所鼓励发展的“金融科技”，更多是强调前沿技术对持牌合规的金融业务的辅助、支持和优化作用，技术的运用仍需遵循金融业务的内在规律、遵守现行法律和金融监管要求。最终的金融科技产品或服务的提供者，也聚焦在合规经营的金融机构的范围内。

具体而言，中国发展金融科技的侧重点在于前文提到的巴塞尔委员会划分的“市场基础设施服务”的细分领域。

其实质，是以前沿科技能力的方式赋能（Empower & Enable）传统金融行业或传统商业模式，为产品本身注入区别于传统金融产品的能力，如远程核身能力、大量数据存储及运算能力、自动化与智能化服务能力、多机构对等合作及共享资源的能力、降低成本能力、安全加固能力、精准营销能力、精细化风险管理、防欺诈及风险定价能力等，以科技带动金融业务的革新，最终实现服务实体经济与普惠大众的目标。

7.2.3 主要产品

金融科技的关键技术与典型应用

金融科技的相关技术层出不穷，只要是对金融服务行业乃至人类经济社会产生广泛影响的技术，都可以被纳入金融科技的范畴。

目前，发展较为成熟的关键技术有人工智能、大数据、安全/生物识别、移动互联网/物联网、区块链、云计算等，这些技术将为金融服务行业带来实质性变化，或将全面颠覆传统金融服务的技术基础和商业流程，促使金融机构选择新的战略发展方向。

1、基于人工智能的金融服务

金融行业具有牵涉面广、高度信息化、海量大数据、高频交易、安全级别要求高、监管要求严格等特殊特性，在业务流程中如果人工环节较多，容易产生操作风险与道德风险，不仅成本较高，效率也难以提升。

因此，金融行业也是较早开始探索人工智能技术，并已经在智能客服、远程身份认证、智能化运维、智能投顾、智能理赔、反欺诈与智能风控、网点机器人服务等场景中进行应用，从而加快产品创新的周期，节约系统建设和运维成本，实现系统的快速迭代与升级等。

2、基于大数据的金融服务

大数据堪称是多类新兴技术得以发挥效用的源泉和基石，随着大数据不断在金融业的深入应用，其将为传统金融机构、金融科技公司带来更多的创新点和想象空间。金融机构可借助于新兴的大数据技术广泛收集各种渠道信息进行分析应用与风险管理，运用大数据进行精准营销与获客，通过大数据模型为客户提供金融信用，进而辅助各项业务决策等。

3、基于安全技术的金融服务

安全技术领先的企业也开始将其整合成产品提供给金融同业，最典型的例子就是采用了生物识别技术的身份认证产品。从最基础的指纹识别、人脸识别、虹膜识别、掌纹识别、到声音识别、基因识别、静脉识别、步态识别都属于生物识别范畴。

生物识别在金融领域的应用处于一种“补充手段”的作用，与传统身份核验等手段的关系属于配合而非取代，其在金融支付领域的应用逐渐从早期的身份认证走向金融支付，已经进入实用化阶段。

4、基于移动互联网技术的金融服务

移动支付作为移动网领域和金融领域的革命性创新和代表应用，在促进电子商务及零售市场的发展、满足消费者多样化支付需求方面正发挥着越来越重要的作用。二维码支付、电子银行、直销银行业务等均体现了移动互联网技术在金融服务的应用。

5、基于区块链的金融服务

区块链技术按共识机制及治理方式的不同，划分为公有链、联盟链等。其中，联盟链技术更注重权限控制、业务合规、监管友好、性能提升和安全保障，因此国内金融机构通常是选用联盟链技术。

从金融业的应用路径来看，预计存证、对账清算、结算将会是三大类逐渐落地的通用场景。存证方面，机构间可构建对等互信的联盟链网络，并采用共享账本记

录核心数据，避免数据被篡改、被伪造或产生一致性差异，还能实现全业务流程的可追溯可审计。

例如，在金融仲裁场景中，采用联盟链技术可缩短仲裁流程，降低司法成本，还避免了摩擦成本与纠纷，有效解决过去金融业务取证难、仲裁难等痛点。对账清算方面，机构间可基于联盟链账本、通过智能合约功能实时自动生成对账文件。

一方面，可提升对账的时效性，将对账时间缩短至 T+0 日准实时对账；另一方面，机构与机构之间无需两两对账，可以降低运营成本，提升效率，同时提高合作透明度。此外，长期来看，在央行法定数字货币正式上线运行后，各类基于区块链的业务都有望实现支付即结算功能，大大提升结算效率并降低运营成本。

6、基于云计算的金融服务

云计算引发了软件开发部署模式的创新，是承载各类应用的关键基础设施，也是金融科技创新产品的最佳交付载体。云计算和分布式架构的核心思想是在低成本、标准化的开放硬件和开源软件的基础上，通过分布式处理架构实现系统处理能力的无限扩展；采用数据复制、多副本、读写分离等技术弥补基础软硬件的不足，满足系统高性能、高可用和容灾备份等方面的要求；并采用了分布式中间件或分布式数据库实现联机交易处理的一致性等事务管理要求。



图 25 金融科技的典型应用场景 资料来源：微众银行

7、以监管科技应对金融科技

金融科技作为信息技术带来的创新，强调前沿信息技术对合规金融业务的辅助、支持和改进作用，其核心是帮助金融业务实现“三升两降”，即提升效率、体验、规模，同时降低成本和风险。

不过，金融科技本质上并没有脱离金融业，其运用仍需遵循金融业务的内在规律和秩序、遵守现行法律和金融监管要求。

现实中，亦存在一些利用前沿技术手段规避金融监管，进行监管套利、扰乱金融稳定的破坏性创新行为，例如在没有相应金融业务牌照的情况下，开展基于大数据技术的现金贷、基于区块链技术的 ICO 和虚拟货币等业务，这并不具备发展的可持续性，也带来了相应的风险。

因此，监管机构也正在逐步引进“监管科技（RegTech）”技术，实现穿透式监管，提升合规效率，降低监管成本，提高监管规范性和风险监测识别的能力。展望国内外，监管科技在风险数据整合，风险建模、分析和预测，实时交易监控、汇报和拦截，以及法律法规跟踪等方面已有初步的探索与尝试。

身份认证

在互联网金融快速发展之时，用户规模迅速膨胀，但与之相对应的风险控制技术没有跟上。传统的金融机构放款前可以对客户进行严密的实地资格审查，但这些识别环节一旦转移到线上，其效果就会大打折扣，现代信息技术在提供便利的同时也带来了造假的风险。近年来，线上交易中产生的隐私泄露、金融欺诈等现象层出不穷。人工智能在语音识别、自然语音处理、生物特征识别等技术的应用使得线上金融业务由简单身份识别转变成多维度的身份认证系统，在个人终端上实现远程开户、无卡交易、线上转账结算等便捷的服务，同时对于网点来说，还可以协助网点柜员确认客户身份、管理金库等重要区域出入、确认押运员身份等。人工智能在泛金融身份认证领域的应用极大改善了金融机构身份认证的效率和准确性。

在具体的应用场景上，金融机构的身份认证主要涉及三个方面：开户验证、业务办理认证和付款验证。人脸识别早在 15 年就已经应用到了金融领域，例如 2015 年 8 月上线的微众银行 APP，就是应用了腾讯的优图技术，在绑定第二张银行卡时触发人脸识别，属于业务办理认证的一种。使用时用户需要一边对着摄像头，一边读出屏幕中的数字，进而对面部信息和声音信息进行验证。这是国内较早的使用人脸识别技术进行身份验证的尝试。由于当时技术还不够成熟，人脸识别的成功率比较低，有时需要多次验证，而且在面对攻击性测试时该软件表现出一些安全隐患，因此微众 APP 的人脸识别后台是由人工智能和真人共同完成的，在某些情况下还

需要工作人员的辅助。随后，小米金融、邦付宝、你我贷、国美美借等公司纷纷应用人脸识别、活体识别技术进行身份认证。现阶段，数据积累和传感器技术的发展成为了泛金融身份认证进一步发展的关键。人脸高度的独特性和差异性对于计算机视觉技术是一大利好，使通过技术手段识别个人身份成为了可能。但提取哪些信息、如何比对用户和数据库内的信息，则需要通过一定的技术手段来实现。由于深度学习的流程是首先在大样本中进行训练，完成模型本身的优化迭代后再对小样本信息进行处理，因而前期模型训练的结果会直接影响到产品的实际应用效果。与软件层次相对应的是硬件层次的需求，由于金融服务不断线上化、移动化，因而人脸识别的场景和设备也有很大差异性，特别是很多银行目前都开通了手机银行功能，在办理业务时往往需要进行人脸或指纹身份验证，而手机上传感器的数量和质量一定程度上会影响到身份认证的效果，因此需要进一步加快移动终端深度传感器的部署。

除移动终端对于人脸识别的广泛应用外，银行网点、证券交易所、保险公司等也在积极推动人脸识别技术的应用。2018年4月，中国建设银行上海分行无人银行亮相，刷身份证或者绑定过的建行卡就可以通过人脸识别的闸机进入无人银行大厅。智能机器人代替了传统的客户经理，它可以通过语音识别和用户非常流畅地交流。通过操作智慧柜员机可以办理90%以上现金及非现金业务，VIP客户还可以享受1对1专线在线视频咨询服务。客户除了办理业务外，还能享受网上商城购物、在合照墙拍照留念、免费阅读电子书等系列服务。通过生物特征识别、语音智能机器人等技术和产品实现了银行网点的电子化，标志着泛金融身份识别发展到了新的阶段，甚至引发了未来人工智能的应用是否会导致金融从业人员失业的争论。

1、征信与智能风控

针对我国征信系统不完善的状况，多维度大数据风控技术提供了解决方案。当大数据与云计算结合起来，金融机构就可以利用更多的数据、并对数据进行更深层次的挖掘分析。金融机构，特别是银行，可以根据机构内部数据，以及网络公开数据、第三方机构授权数据对用户形象进行刻画。大体上大数据时代的分类可分为信用风控和行为风控。信用风控是指基于交易数据提取特征而形成的规则，根据获取的客户资料对照中国人民银行的征信资料去判断用户的客观还款能力和主观还款意愿，并结合海量合规风险数据，甄别借款人是否曾经在司法机关、金融、信贷等机构出

现过不良记录，最终为信贷决策提供可靠参考依据。行为风控则是指根据用户登陆行为（登陆时间、设备、IP 地址、登陆类型）、用户关系图谱（股权结构、用户间的资金关系、社交关系等等）、弱相关数据等，从中提取特征而形成的规则。在结合信用风控和行为风控两者结果的基础上，给出客户的信用分或信用评级，进一步完善我国的征信系统。对于金融监管机构而言，机器学习可以提供持续、动态的监管，当人工智能发现金融机构出现风险征兆的时候，会主动预警、提醒。进行持续的压力测试，对金融机构的风险状况做出实施评估。在评估的基础上，对金融机构进行评级业务处罚。一旦金融机构某项指标超过监管红线，人工智能就会对金融机构拆借、发行产品等经营行为做出限制，直到该机构的指标回到正常水平，就可以自动解除禁止，这种动态持续的金融监管具有更强的时效性，同时也更加智能化。除此之外，深度学习技术对于宏观审慎监管具有重要意义，深度学习和人工智能可以在数据完备的基础上，通过算法自动计算宏观审慎监管体系中相应的风险和所需设定计算的权重。根据市场的波动，深度学习还可以监测到未纳入原本评估体系中的监管漏洞，自动调节相应的评估方法与计算机制，拓展或缩小变量参数的统计范围。在全球的实际运用探索中，美国证券交易委员会自动识别内部交易的系统来预测投资者行为，加强风险预警机制。

芝麻信用是蚂蚁金服旗下独立的第三方征信机构。2015 年 1 月，蚂蚁金服推出了国内首款能直观反映消费者综合信用情况的个人征信产品——芝麻分。芝麻分分数范围在 350-950 分，700 分以上表明违约率极低，信用状况极好。目前，芝麻分已在求职、婚恋、租房、租车、小贷等多个场景中被广泛使用。在国内首批获准开展个人征信业务准备工作的企业中，蚂蚁金服无疑是走在前列的。相比于以鹏元、中诚信为代表的传统征信企业和以前海为代表的金融系征信企业，互联网背景为其在数据和技术上提供了天然优势。通过云计算、机器学习等技术客观呈现个人的信用状况。目前蚂蚁金服、京东金融没有获得个人征信牌照，但在很多非信贷领域已经开始发挥作用，例如免押金使用共享单车等。可以预见的是，在未来的信用社会，我们的经济生活将更加以来大数据和人工智能驱动下的信用评分体系。

2、投顾与研究

人工智能的大数据技术、机器学习技术还可以应用在投资领域。传统的投资顾问实际上是商业银行、资管公司中的客户经理，通过与客户的深度沟通，分析客户的个人风险偏好和理财目标，传达给后台技术人员制定资产配置方案。而智能投顾应用使将客户经理和后台标注你服务线上化、自动化。智能投顾的主要流程包括客户分析、资产配置、投资组合选择、交易执行、组合再选择、税收规划和组合分析。相比传统投顾，智能投顾主要有两方面优势，一是自动化挖掘客户金融需求技术，帮助投资顾问更深入地挖掘客户的金融需求，智能投顾产品设计更智能化，与客户的个性化需求更贴近，弥补投资顾问在深度了解客户方面的不足，同时使用机器学习算法不断修正用户画像的构建方法；二是投资引擎技术，在了解客户金融需求之后，利用投资引擎为客户提供金融规划和资产配置方案，提供更合理、个性化的理财产品。同时，使用计算力代替人力可以扩大投顾服务范围，服务多样化的客户群体。投研分析领域，通过应用人工智能可以使用去重、数据排序、实体发现、实体关联、领域知识图谱等方法对原始数据进行清洗、筛选和整理，再通过不同的算法、模型生成可视化的投研报告。相比传统的投研方式，机器报告能够快速收集海量信息，极大提高分析效率，发现数据背后的关联性和逻辑性，为投研分析助力。目前人工智能在投研分析领域的应用主要是有监督学习，根据已有算法对实时数据进行回归分析和分类，并将分析结果可视化。

从业务模式上看，目前的智能投顾平台基本可分为独立建议型、混合推荐型和一键理财型三种。独立建议型的智能投顾平台就是通过调查问卷的方式，对用户的年龄、资产、投资期限和风险承受能力等方面进行分析后，经过计算，为用户提供满足其风险和收益要求的一系列不同配比的金融产品。这类智能投顾平台只为理财用户提供建议，并代销其他机构的金融产品，平台自身并不开发金融产品。混合推荐型平台在业务中融入了平台自身特有的金融产品，即向用户推荐的投资组合中，部分金融产品是平台参与开发的。与独立投资型平台不同的是，混合推荐型平台在经过大量计算后为投资者推荐的产品分为平台特有金融产品和其他机构金融产品两类。一键理财型智能投顾平台的用户不直接参与具体的金融产品配置方案的制定，用户只需要选择“智能投顾”这项业务，平台就会根据用户的需求和以往的行为数据自动配置产品。

摩羯智投是招商银行 2016 年 12 月推出的“实时互联、智能服务”的核心理念的应用实践，依据“目标-风险”策略，机器推荐基金组合配置。2017 年 11 月，招商基金推出了“量子智投”，在这一平台内投资者无需费心挑选基金，投资者只需根据自己的风险偏好匹配对应的组合，即可开启智能理财体验，属于一键理财型投顾平台。2017 年 11 月，工行正式推出智能投顾“AI 投”，客户可以通过“融 e 行”手机银行享受“一键投资”“一键调仓”等智能化、专业化的投资服务，实现个性化的资产配置。除了工行、招行外，浦发银行、兴业银行、平安银行、光大银行、广发证券等机构也已推出了智能投顾。传统银行在智能投顾这一垂直领域具有天然的用户数量优势，发展比较迅速。科技巨头在智能投顾领域也是不可忽视的力量，例如蚂蚁金服旗下的蚂蚁聚宝、网易智能金融、京东智投在《互联网周刊》发布的 2017 智能投顾平台 TOP30 中占有一席之地。除此之外，一些科技创业公司在深耕互联网金融领域多年后也推出了智能投顾产品，如拿铁智投、理财魔方、金贝塔等。

投研分析领域，文因互联利用知识图谱技术，对金融数据进行结构化提取和智能化分析，帮助金融从业者提升工作效率，创造更多价值。主要提供自动化公告摘要、自动化研报摘要、自动化报告写作、金融查询机器人、金融搜索等智能金融核心工具。数库科技、通联智能等科创公司也提供了类似的大数据咨询服务。

7.2.4 典型企业

在互联网金融、金融科技的浪潮之下，很多传统金融机构都做出了反应和革新。2015 年 9 月 24 日，兴业银行发布董事会决议公告称，该行拟成立兴业数字金融服务股份有限公司。2016 年 2 月 23 日，招商银行成立招银云创全资子公司。2016 年 12 月份，光大科技有限公司成立，该公司股东为光大云付互联网股份有限公司。2018 年 4 月 18 日，建设银行宣布成立全资金融科技子公司——建信金融科技有限责任公司，由建行体系内直属的 7 家开发中心和 1 家研发中心整体转制而来，是国有大型商业银行设立的第一家金融科技子公司，是迄今为止（截止到 2018 年 5 月）中国商业银行规模最大的科技公司。

企业是“金融科技”的领军者？

目前，金融科技的生态体系也在逐渐成熟。从参与主体角度，生态体系中不仅包括了通过技术手段提供创新金融服务的金融科技公司和提供金融合规科技应对方案的监管科技公司，还包括了传统金融业态机构，和为金融业态提供技术服务的科技公司，并涵盖金融科技投资机构、商业模式孵化器、金融监管机构、科技监管机构和其他金融科技监管机构等。

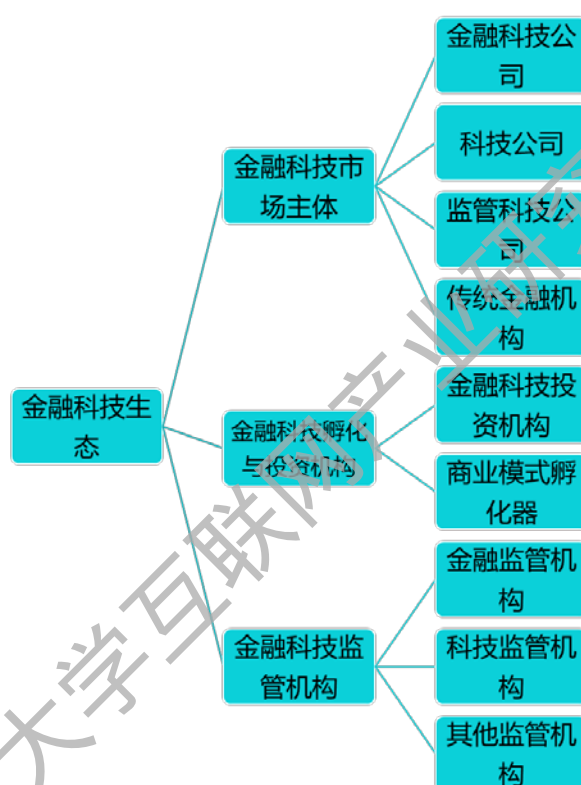


图 26 金融科技的生态体系 资料来源：微众银行

科技领域的领军企业

一是科技公司，以科技赋能金融业务，甚至直接进军金融行业，成为金融科技市场的主要参与者。例如，海外有新兴企业“GAFA”（Google/Alphabet、Amazon、Facebook 和 Apple）和老牌计算机公司 Microsoft、IBM 及 Intel，中国则有“BATJ”（百度、阿里、腾讯、京东）等大型企业。

二是持牌金融机构，通过创新技术为客户提供更先进的金融服务。国内金融机构从 2017 年开始也加快在金融科技领域的布局，据报道，四大国有银行已分别与

腾讯、阿里、百度、京东签订战略合作协议，此外，蚂蚁金服、财付通、微众银行、招商银行、平安银行、众安保险等也有较多的金融科技产品推出。

三是除大型科技公司与持牌金融机构以外，部分互联网金融公司、金融科技公司、网络小贷公司等也或多或少在从事金融科技业务。较突出的有平安金融壹账通、平安陆金所、京东金融、百度金融等。

值得一提的是，金融创新不能偏离实体经济的需要，金融业的外部性、公共性也非其他行业可比，所有的金融业务都应持牌经营，都应纳入监管，且应立足于服务实体经济。

随着监管制度的完善，未来无金融业务牌照的金融科技公司将转型，以提供技术、提供流量导流、提供部署实施等服务为主，而不直接提供金融产品给终端客户。

融识别场景

计算机视觉科技巨头与金融机构的融合已经成为泛金融场景识别的主要发展方向。云从科技与中国农业银行合作开发的超级柜台人脸识别极大缩短了自助业务办理时间，提升业务的便捷性和安全性；与中国建设银行共同推出的校园 e 银行加入了自动智能迎宾、刷脸购物、互动娱乐等各类人脸识别体验设备和应用；与中国银行合作，将人脸识别技术应用到居民健康卡自助发卡设备用于身份鉴权；与海通证券合作，实现基于人脸识别的远程开户系统，在极大提升开户效率的同时也确保了开户的安全性。此外还为 BJCA、通联支付、方付通、众可贷、财人汇等平台提供了身份认证方案。依图自主研发的双目活体检测人脸认证系统现已应用于招商银行、农业银行等多家银行 ATM 机具，为无卡取款业务的用户提供身份核验功能，帮助用户在自助设备无人监控情况下，安全实现刷脸取款的功能。智能网点系统基于前端抓拍摄像机和后台公有云，实现线下网点场景下的视频监控和客流数据智能分析。在手机端人脸验证 SDK 提供活体检测、人脸 1v1 比对、身份证 OCR 三种功能的验证，帮助浦发银行、京东金融、挖财等金融机构进行身份识别和认证。旷视 FaceID 为小米金融、邦付宝、你我贷、国美美借等移动金融平台提供了身份认证技术。商汤科技与融 360 和分众金融合作，为其提供身份认证服务。

投顾

作为金融+AI 结晶的智能投顾，短短几年已经从华尔街投行火到了中国，到 2020 年智能投顾在国内的管理资产规模预计超 5 万亿人民币。智能投顾，正迎来风口前的加速度。

目前美国最大的智能投顾公司 Betterment 成立于 2008 年，于 2010 年 5 月正式发布首款智能投顾产品。作为全球领先的智能投资顾问平台之一，Betterment 基于对投资者年龄、收入、是否退休、投资的目的、期望收益等的分析，以自动化在线方式提供科学、安全、有效、长期的股票、债权配置方案。Betterment 主要目标人群为年收入 20 万美元以上的客户。截至 2017 年 5 月最新数据，其管理资产规模已经超 80 亿美元，平台用户量达到 20 万，人均资产管理规模达到 4 万美元。该公司采用了被动投资的逻辑，即投资需要长期打算，短期的起伏无法预测，但长期来说，市场是向上的；主动投资不如被动投资，跑赢指数的基金经理，永远是少数人，所以从长期来看，基金经理并不比机器人或指数可靠；使自己更理性，在出现波动的情况下，通常在焦虑当中做出反应，还不如不做反应，损失通过时间可以弥补回来，这些投资理念帮助该公司在市场中取得了优异的表现。

除了根据用户的投资目标为其提供基本资产配置方案以外，Betterment 还提供税收亏损收割、税收协调组合以及资产再平衡服务。另外，该公司还开发了一系列创新型自动化投资功能，比如 Auto-deposit 以及 Smart-Deposit 等，通过银行帐户与投资帐户金额的自动连接与转账，既可以满足用户资金流动性的需求，又可以使投资收益最大化。2017 年 2 月，Betterment 又上线了人机结合的“混合型”理财服务“Betterment Plus”和“Betterment Premium”，分别提供一年一次和无限次来自专业顾问的电话理财咨询服务，有效增强用户粘性。

摩羯智投是由招商银行推出的一套智能化服务体系，目前该功能直接嵌套于招行 APP 中，2016 年 12 月上线，迈出了我国银行业拥抱智能投顾的第一步。摩羯智投运用机器学习算法，融合招行十余年财富管理实践及基金研究经验，构建以公募基金为基础、全球资产配置的“智能基金组合销售服务”。人机结合是摩羯智投的一项重要特征，在通过机器学习算法对用户以往产品偏好、交易行为及个人信息等的分析基础上，还凭借其传统银行业资深经验提供人工服务，为用户打造更为灵活化、人性化的服务体验。作为传统金融机构旗下智能投顾平台，摩羯智投在流量

方面自然拥有先天优势。招商银行私人银行业务领跑国内市场，目前管理的中高端个人客户金融资产总规模达 5.4 万亿，理财资产管理规模达 2.3 万亿，金融资产托管规模为 9.4 万亿，为摩羯智投提供了相当肥沃的生长土壤。同时，在传统金融机构相对弱势的技术端，招行也在倾力打磨其深度学习能力。目前摩羯智投系统已经对 3400 多只公募基金进行分类优化和指数化编制，每天计算 107 万次，确保系统能给予适合投资者的最优风险收益曲线与投资组合方案。从未来看，伴随着金融科技对传统金融业改造的不断深刻，招行作为同业中的先行者有望率先构建起竞争壁垒并充分受益。

风控征信

风控层面，明略数据和第四范式在国内处于领先地位。明略数据运用大数据、知识图谱、人工智能等技术提升金融机构合规和风控能力，为包括中国人民银行、交通银行、邮储银行、上海证券交易所、华泰证券、海通证券等金融客户成功落地了新一代合规和风控解决方案。第四范式在交易欺诈侦测方面具有一定建树。利用机器学习建模技术，精细刻画用户信用卡交易行为，为交易评估风险分值，大幅度提升银行交易风险行为识别率，实时阻断交易风险，为消费行为保驾护航。

氮信是国内将人工智能应用到风控领域比较成功的一家 2B 金融科技公司。该公司成立于 2015 年 12 月，主营业务是通过人工智能技术为金融机构提供风控服务。在互联网金融行业发展过程中，最先出现的是业务创新，发展到一定阶段后，技术创新随之而来。近几年，线上借贷由野蛮生长逐渐转向精耕细作，为金融机构提供风控技术支持便有了价值。氮信进入风控领域的时机恰到好处，成立之时消费金融业务模式已得到验证，正处于发展迅猛、竞争激烈的时期，随后各家银行也开始大力推进信用卡业务，并有意拓展现金贷业务。对于消费金融公司来说，业务和风控能力均是其壁垒，然而部分消金公司虽有较好的展业基础，风控能力却比较缺乏。自建大数据、人工智能风控模型对其是较大的挑战，因而风控公司就有了自己的生存空间。而传统银行信用卡在申请过程中需要面签，还需用户提供工资流水等材料，繁琐复杂，效率低下。所以信用卡业务在发展过程中，必然要通过大数据、人工智能等新技术提高风控效率，这也为氮信提供了机会。由于风控业务的链条很长，从上游的数据收集、清洗，到建立模型防范欺诈风险、确立授信额度，再到贷后的催

收、失联修复，每一个环节对核心能力的要求均有不同。对于互联网企业而言，全链条经营成本过高，因而往往选择风控链条的一到两个环节进行经营。氮信主要聚焦于对建模技术要求较高的环节，如基于用户行为、关系网络的反欺诈和预授信等，以发挥自己的比较优势。

征信层面，中国人民银行征信中心已经建设成为世界规模最大、收录人数最多、收集信贷信息最全，覆盖范围和使用最广的信用信息基础数据库，截至 2017 年 5 月底，我国征信系统已经收录了 9.26 亿自然人，超过了我国人口的 65%。但互联网经济的到来，特别是电商平台和移动支付的快速发展，给我国个人征信业带来了全新的挑战和机遇，

蚂蚁金服、腾讯和京东金融凭借庞大的用户群体拥有一定的先发优势，通过对海量交易数据的分析和其他应用的行为信息建立了一整套征信体系，已经成为了银行征信体系的有效补充。以个人征信为例，2014 年 9 月，国家开放了个人征信业务，以芝麻信用管理公司为代表的一批公司成为了首批试点单位。因而有学者将 2015 年称为个人征信市场化元年，2015 年 1 月，央行发布《关于做好个人征信业务准备工作的通知》，以蚂蚁征信、腾讯征信为代表的 8 家互联网征信机构有望发出牌照，个人征信市场化进程加速发展。同年 8 月，国务院颁布《促进大数据发展行动纲要》，为征信所需数据的共享提供了政策保障。从 2014 年 9 月到 2015 年 8 月，互联网征信公司的发展非常顺利，除首批有望获得牌照的 8 家之外，还有百度、京东金融、快钱、北京安融征信、拍拍贷等机构有意申请第二批个人征信牌照。个人征信业务具有非常大的市场空间。然而资质问题却成了限制金融机构进一步发展的一个阻碍。最早提出申请的 8 家机构经过了 6 个月的审查后依然没有拿到牌照。出于对个人信息安全的保护和企业间信息共享的需要，中国互联网金融协会牵头组建的针对互联网金融领域设置的个人征信机构，组织了芝麻信用、腾讯征信、考拉征信、前海征信、中诚信征信、鹏元征信、中智诚征信、华道征信共 8 家个人征信牌照机构。在相关法律尚不完善的情况下，采用行业协会的模式规范各公的经营行为，为进一步放开市场化的个人征信体系奠定了基础。2018 年 5 月 23 日，由央行主导、中国互金协会与 8 家市场机构共同发起组建的市场化个人征信机构——百行征信举行了揭牌仪式，宣布正式挂牌，即将开展实质性业务。

7.3 智慧医疗

7.3.1 综述

医疗领域最突出的问题就是优质的医疗资源不足，医护人力资源由于培养周期较长更是长期处于供给不足状态。然而随着中国进入老龄化社会，对医生的需求量更是有增不减。于是人们将目光投向用机器。一旦实现机器看病，医疗资源的供给量将会大量增加。所以人工智能与医疗的结合，成为人工智能最重要的落地场景之一。

智能医疗就是用以人工智能技术为工具，提供基于大数据的系统化精准化服务。人工智能能够让人们看病更容易，通过海量的数据模拟出医疗流程、医疗诊断、医疗建议和治疗方案。人工智能在医疗行业的应用离不开数据，而互联网医疗的蓬勃发展为人工智能的发展奠定了数据基础。根据 HC3i 中国数字医疗网的《2016-2017 年度人工智能+医疗市场分析及趋势报告》显示，2016 年中国人工智能+医疗市场规模已达到 96.61 亿元，2018 年有望达到 200 亿元。智能医疗的中国时代确已到来。

概念

人工智能+医疗是人工智能技术对于产业的赋能现象，基于机器学习与数据挖掘，医疗产业边界的不断扩展，极大丰富了参与者，降本增效，对医疗相关产业链整体产生影响。各应用场景下公司所开发产品及服务，不仅使传统生活成本降低、效果增强，而且为医疗相关产业链带来了新变化。

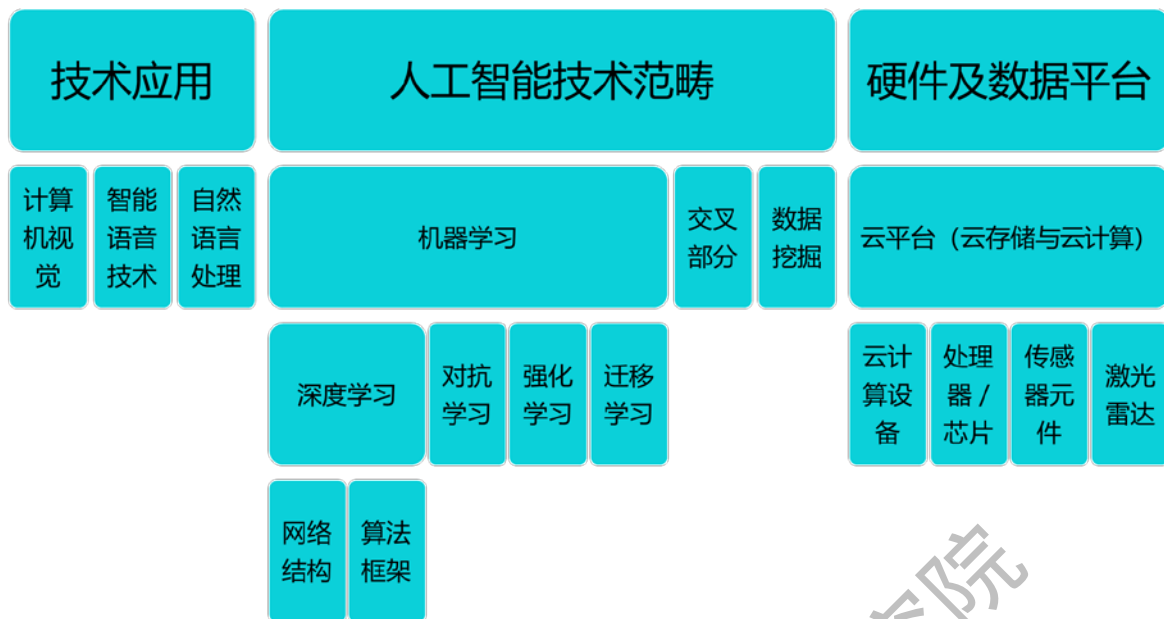


图 27 智慧医疗体系示意图

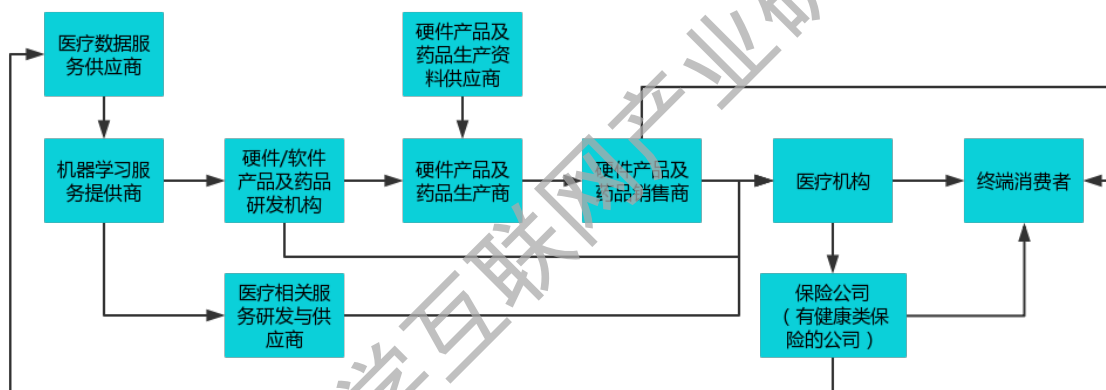


图 28 人工智能对于医疗的赋能

领域发展进程

表 7 智慧医疗领域发展进程

时间	历史发展
1972年	最早在医疗领域进行人工智能探索的尝试出现在上世纪 70 年代。1972 年，由利兹大学研发的 AAPHelp 是资料记载当中医疗领域最早出现的人工智能系统。这个系统主要是用于腹部剧痛的辅助诊断以及手术的相关需求。
1974年	INTERNISTI 于 1974 年由匹兹堡大学研发问世，主要用于内科复杂疾病的辅助诊断。
1976年	MYCIN 于 1976 年由斯坦福大学研发，能对感染性疾病患者进行诊断，开出抗生素处方。在其内部共有 500 条规则，只要按顺序依次回答其提问，系统就能自动判断出患者所感染细菌的类别，为其开出相应处方。

上世纪80年代	出现了一些商业化应用系统，比如 QMR（Quick Medical Reference），还有哈佛医学院开发的 DXplain，主要是依据临床表现提供诊断方案。
2000年前后	由于机器学习技术的进步，机器能够在海量的数据中自动归纳物体特征和进行识别。
2006年至今	随着神经网络、深度学习网络等算法的推广和应用，机器可以通过训练学习自主建立识别逻辑，进一步提升了图像识别的准确率。
2016年	国务院为“十三五”明确提出重点研制医学影像设备、超导磁共振成像系统等高性能医疗器械，为人工智能在医疗领域的发展提供了坚实的硬件设备基础。
2017年7月	国务院发布《新一代人工智能发展规划》明确提出到 2025 年，人工智能将在智能医疗领域得到广泛应用。这将大力促进人工智能在医疗领域的发展和落地应用。
未来几年	随着图像识别、神经网络学习等能力的提升，加上医疗大数据不断累积得到的分析结果，行业发展进入了一个新阶段。大量资本投入医疗行业，各人工智能公司和老牌医疗企业也积极研发更高水平的人工智能，预计今后几年会一直保持增长的趋势。

发展条件

基于 PEST 分析法，分析医疗人工智能的发展条件。下文会从政策，经济，社会，技术四大方面来进行系统性描述。



图 29 医疗人工智能的发展条件

1、政策

2016-2017 年,在国家陆续出台多条人工智能相关鼓励与促进政策的大背景下,国家也对于医疗领域提出明确的人工智能发展要求,包括对技术研发的支持政策,就相关技术和产品提出健康信息化、医疗大数据、智能健康管理等具体应用,并针对医疗、健康及养老方面提出明确的人工智能应用方向。

国家发展战略所提出的具体规划带来丰富的创业机会点,人工智能+医疗领域的创业拥有非常优越的政策环境。

2、经济

投资热度不断上升,人工智能+医疗成为备受资本关注的热门行业。

近年来,人工智能作为一个未来的热点发展趋势,吸引了全球的各路资本注入。全球 AI 风投在五年内增长了接近 10 倍,从 2012 年的 5.89 亿美元增至 2016 年的 50 多亿美元。其中人工智能+医疗行业的融资也在这几年有了大幅提升。

人们对高质量医疗的日益增长的需求以及人工智能能在医疗方面转化应用的无限潜能,都使投资者高度关注人工智能+医疗相关。在 2017 年第一季度获得融资的三十多家人工智能企业中,医疗健康领域的人工智能创业公司表现最为突出,获得了最高的关注度和最多的融资量。

医疗人工智能作为前景较好的产业,吸引了资本青睐,也将有助于其加大对技术研发的投入和进一步开拓发展空间。

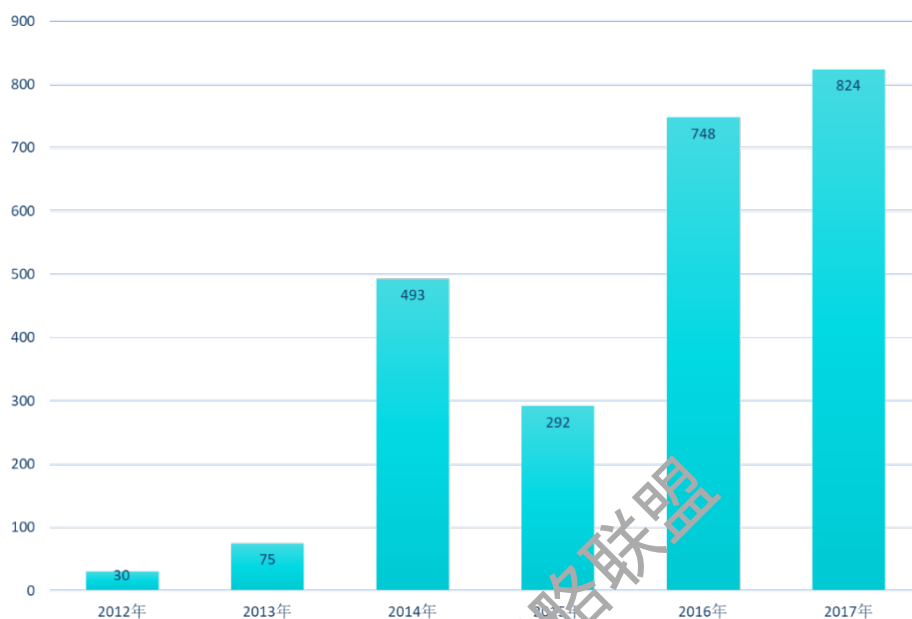


图 30 2012-2017 年人工智能在医疗行业的投资金额（单位：百万美元）

3、社会

随着 AlphaGo 在全世界范围的走红，越来越多的人开始注意到 AI 技术与 AI 产业。而人工智能作为下一个发展趋势也引起了广泛的关注，一度成为社会关注的热点。随着民众对 AI 的兴趣提高以及 AI 相关知识的广泛科普，人们对 AI 的接受度更高并且抱有更高的热情。

AI 教育备受重视。人工智能+医疗产业的新兴意味着对跨学科人才的需求，既懂医疗又懂人工智能的跨学科人才紧缺，这也促使教育部提高了对 AI 教育的重视、鼓励高校开设相关交互专业。6 月 8 日，教育部在浙江大学召开新闻发布会，解读《高等学校人工智能创新行动计划》。教育部科学技术司司长雷朝滋介绍，在 2018 年认定的首批 612 个“新工科”研究与实践项目中，布局建设了 57 个人工智能类项目；截至 2017 年 12 月，全国共有 71 所高校围绕人工智能领域设置了 86 个二级学科或交叉学科。

老龄化人群数量日渐增高，这就导致医疗需求逐年增大。根据我国人口结构特点，我国总人口数量从 2010 年到 2015 年期间，保持平均 4.9% 的自然增长率，人口接近 14 亿。这当中 60 岁以上的老人占据了总人口的比例正在逐年攀升。中国人口老龄化情况下，疾病高发的老龄化人群数量日渐增高，这就导致医疗需求逐年增大。

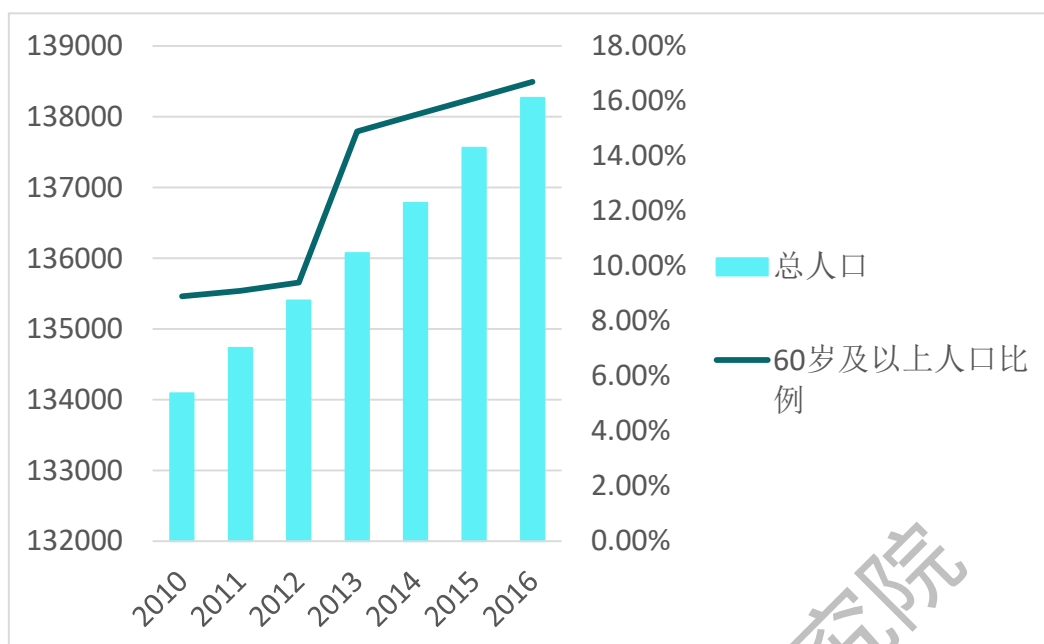


图 31 中国总人口变化与 60 岁及以上人口变化比例

我国医疗资源压力巨大，以慢性病为例，我国慢性病患者人数逐年上升，慢性病治疗需求不断膨胀。世界卫生组织 2016 年公布，我国确诊慢性病患者有近 3 亿人之多。我国老龄化人口和慢性病患数的逐年上升，使得在治疗方面需求不断膨胀，医疗机构、护从业者药品器械等资源的足量供给，是关系到国情民生重要命题。

医疗卫生机构总量较大，但是医院和床位供不应求，城乡资源配置不均。医护人员数量缓慢增长，卫生人员总体学历偏低，医师多点执业处于试点阶段。此外，我国就医结构性问题即大医院门可罗雀，进一步放大了医护人员不足的现状。

我国卫生支出保持较快速增长，但与发达国家相比，中国的人均卫生费用还有所差距。在医疗资源缺乏的前提下，我国还存在较严重的医疗资源浪费现象，主要表现为过度治疗，过度检查，过度就医。

从人才从业年限结构分布上来看，我国新一代人工智能人才比例较高，人才培养和发展空间广阔。从宏观社会关注上来看，不管是政府还是民众都越来越关注人工智能产业和医疗方面，这都将促进人工智能+医疗行业的发展。

4、技术

“互联网+”贡献海量数据，为机器学习提供了“养料”。而深度学习使得人工智能取得突破。2012 年，随着深度学习算法逐步实现视觉识别和语音识别，人工智能技术开始进入商业化和产品阶段。

随着图像识别、深度学习、神经网络等关键技术的突破，新一轮人工智能将实现从计算智能、感知智能向认知智能的跨越。人工智能技术的三大主要分支——专家系统、人工神经网络、数据深度挖掘，在医疗领域所起到的作用越来越大，其地位也越来越重要，引起了人们极大的关注。通过建立深度学习神经元数学模型，从海量医疗诊断数据中挖掘规律。将信息提取、自然语言语义分析、自动化推理、知识表现、深度学习等人工智能的研究方法和应用技术应用于医疗大数据分析。

互联网大数据的成熟技术为人工智能技术发展提供养料，人工智能技术的突破又使其在医疗领域能够发挥的作用越来越大。技术发展为行业发展奠定基础。

八大医疗应用场景

人工智能对于医疗健康领域中的应用已经非常广泛，从应用场景来看主要分成了虚拟助理、医疗影像、辅助诊断、疾病风险预测、药物挖掘、健康管理、医院管理、辅助医疗平台共 8 大领域。人工智能在医疗行业的应用场景中，目前中国较为热门的为疾病风险预测和医学影像两大应用场景。

1. 虚拟助理

虚拟助理主要是人工智能在主要语音电子病历，智能导诊，推荐用药等功能上的运用。

目前国内共有 15 家公司提供“虚拟助理”。

语音电子病历	智能导诊	智能问诊	推荐用药
 科大讯飞	 科大讯飞	 康夫子	 云知声
 自测用药	 云知声	 进化者机器人	 云听
 壹健康	 惠每医疗	 中科汇能	 纳月荷智能
 万物语联	 半个医生	 达阅科技	

图 32 虚拟助理公司示例

语音电子病历

传统的病历记录需要花费医生大量的手写时间，随着电子病历的普及，手写记录后转入电脑又需要一定的时间，效率较低。虚拟助手可以通过语音识别技术和自然语言处理技术，无缝接入医生诊疗过程中，不仅提高了填写病历的效率，也给了医生更为充足的经力和时间投入到与患者的交流和疾病诊断当中。

通过接收学习大量病历数据并在临床使用中不断训练模型和优化算法，机器会熟悉并能够对一系列不同语境下的医疗术语的语音有所认知并能够识别，进而可以准确记录问诊时的过程并整合信息成为结构化的病历数据。

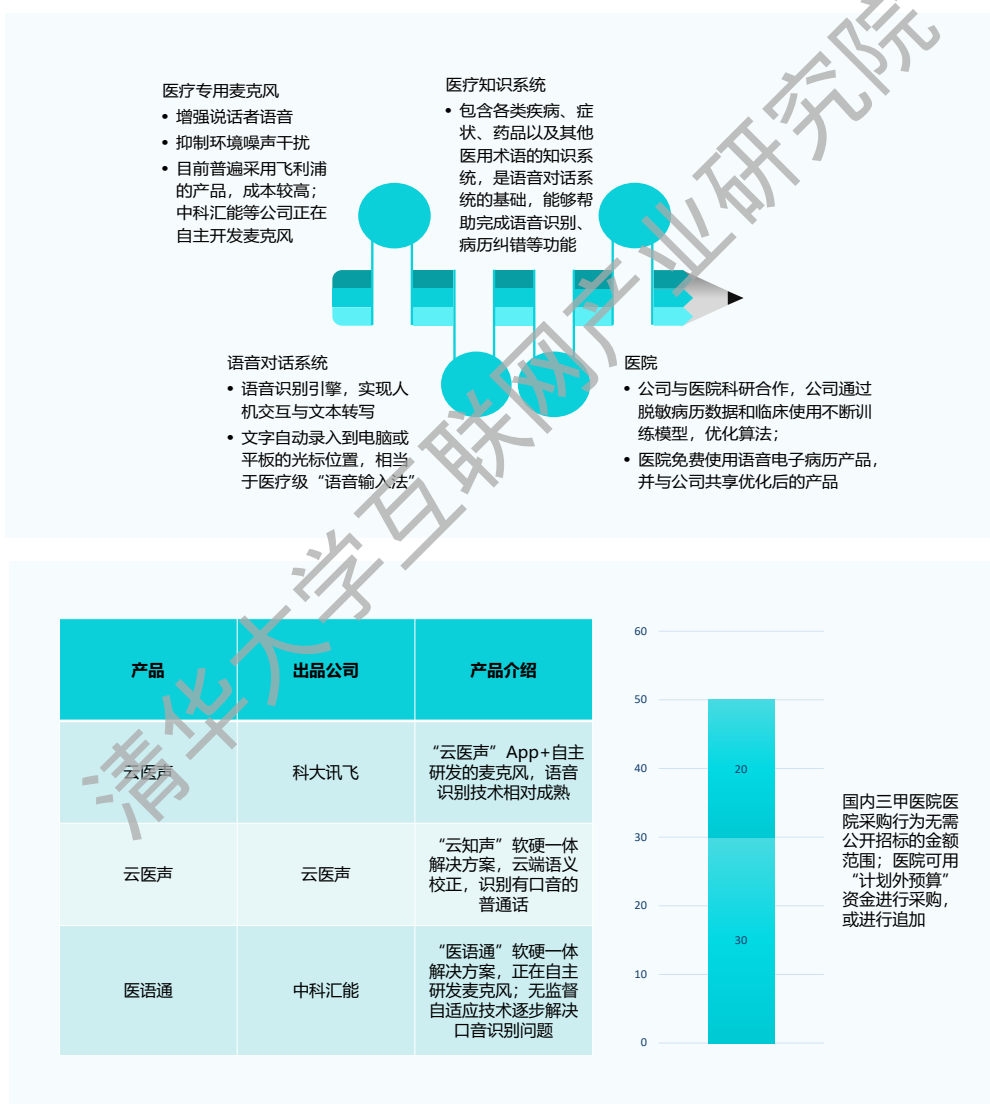


图 33 语音电子病历流程及典型产品

智能导诊机器人

医疗领域的导诊机器人主要基于人脸识别、语音识别、远场识别等技术，通过人机交互，执行包括挂号、科室分布和就医流程引导、身份识别、数据分析、知识普及等功能。从 2017 年起，导诊机器人产品开始陆陆续续全国多地的医院、药店中落地使用。只要在机器人后台嫁接医院信息等知识系统，机器人就能实现导诊功能，所以国内众多机器人之制造厂商均有机会开发医疗市场。



智能问诊

智能问诊系统包含“预问诊”和“自诊”两大功能。“预问诊”就是在患者完成挂号后的等待时间内，进入医院 App 或公众号中的智能问诊模块，通过交互输入患者的基本信息、症状、既往病史、过敏史等信息，系统将初步形成诊断报告，在患者与医生见面之前推送给医生，以减少医生与患者的沟通内容，大大缩短问诊时间；“自诊”就是患者在手机或 PC 端通过人机交互完成智能问诊，生成诊断报告以供患者参考。智能问诊功能的不断完善，使得解决医患沟通效率低下与医生供给不足是医疗领域的两大难题成为可能。

公司及业务模式：目前开发智能问诊系统的公司主要包括康夫子、云知声、云听、壹健康、达闼科技、万物语联和半个医生。智能问诊系统是移动医疗新的服务升级突破口，目前春雨医生、好大夫等移动医疗服务平台均在尝试将智能问诊系统纳入服务体系。

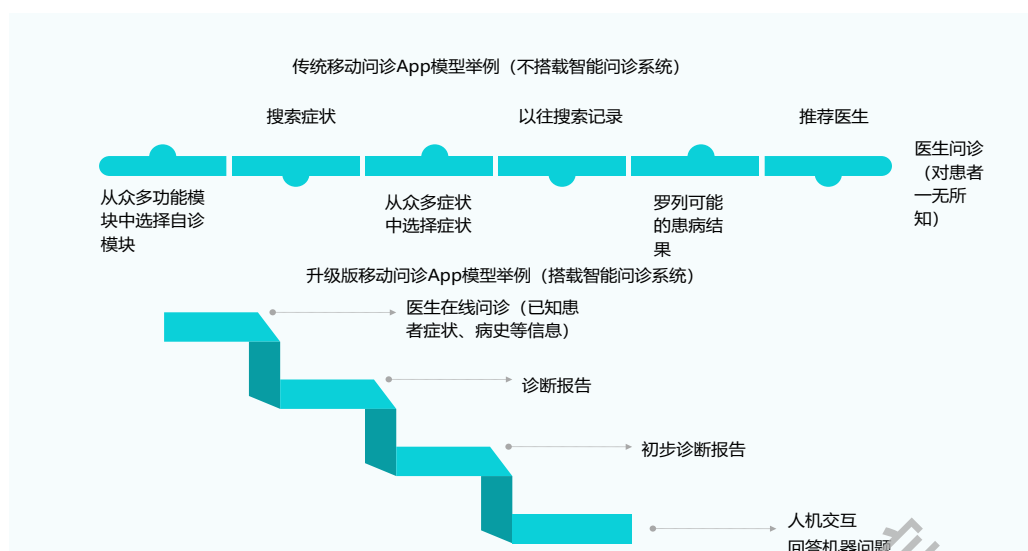


图 35 传统与升级智能问诊系统对比

推荐用药

一般是使用自测用药系统，根据患者或负责医师提供的症状和程度通过后台算法系统给出中药西用建议。

目前国内推荐用药业务模式以 to B 为主，向京东到家、360 健康、妙健康、健一网等医药电商及老百姓大药房线下店开放“自测用药”系统接口，使自测用药服务迅速扩散，同时优化算法模型，为后期主打 to C 模式培养用户使用习惯，升级产品。

随着我国药品市场的规模不断扩大，推荐用药的消费市场也有着巨大的潜力。

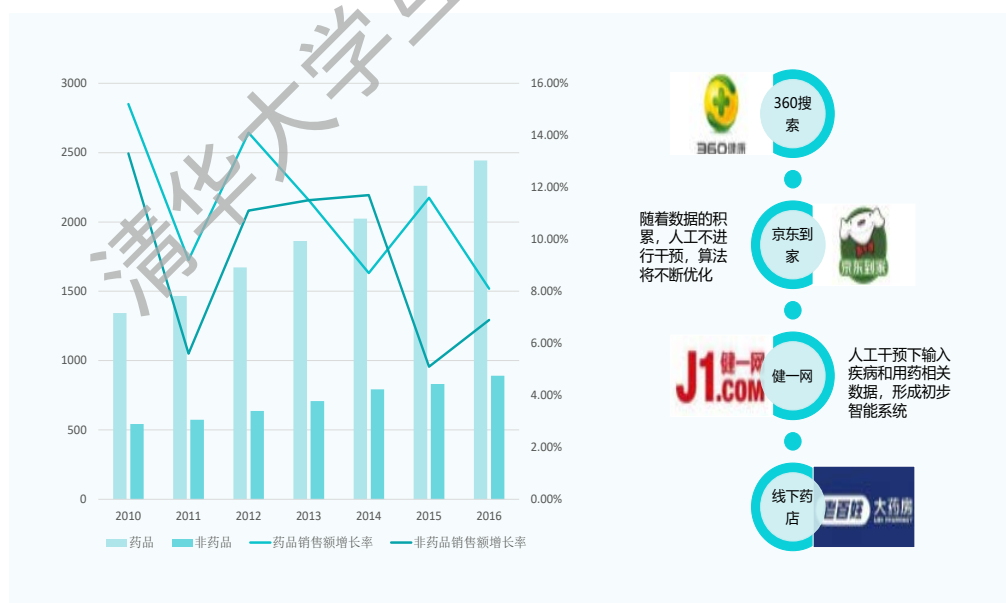


图 36 2010-2016 年零售药店药品/非药品市场规模（亿元）及增长率

2. 医学影像

“医学影像”应用场景下，主要运用计算机视觉技术解决以下三种需求：

病灶识别与标注：针对医学影像进行图像分割，特征提取，定量分析，对比分析，数字影片在机器中完成病灶自动标，为影像科医生阅片提供参考，大幅度减少误诊，漏诊。

靶区自动勾画与自适应放疗：针对肿瘤放疗环节的影像进行处理，制定放疗方案前，对 200-450 张 CT 片进行靶区自动勾画，再交由放疗科医生检查纠正，大缩短勾画时间。

影像三维重建：针对手术环节的应用。自动重构器官真实的 3D 模型，实现 3D 实体器官模型的打印，帮助医生实体器官模型的打印进行术前规划，确保手术更加精准进。

医学影像，是目前人工智能在医疗领域最热门的应用场景之一。据亿欧智库统计，目前国内共有 43 家公司提供“医学影像”服务。



图 37 医学影像公司示例

人工智能与医学影像的结合，能够为医生阅片和勾画提供辅助和参考，大大节约医生时间，提高诊断，放疗以及手术的精准度。解决我国影像科/放疗科医生供给不足、误诊/漏诊率较高的问题。

由于数据短缺、成本较大和审核门槛高等因素，AI+医学影像产品落地速度缓慢。产品大多处于医院试用阶段，公司尚未盈利；产业链上下游均有业务拓展空间。

3. 辅助诊疗

辅助诊疗是个宏观概念，凡是为医生疾病诊断与制定治疗方案提供辅助的产品，都可以是辅助诊疗产品。其中最经典的是利用医学影像辅助医生进行诊断与治疗，前文已经进行了详述。除医学影像以外，“AI+辅助诊疗”的产品还有两大类：

医疗大数据辅助诊疗，其中包括基于认知计算，以 IBM Wastson for oncology 为代表的辅助诊疗解决方案。

医疗机器人（这里的“医疗机器人”，指的是针对诊断与治疗环节的机器人，导诊等医院流程环节的机器人不在此讨论）

据亿欧智库统计，目前国内有 8 家公司提供大数据辅助诊疗服务，11 家公司提供“医疗机器人”服务。



图 38 虚拟助理公司示例

医疗机器人是人工智能各类应用中最受关注的一项应用，国内目前的医疗机器人主要包括手术机器人（包括骨科手术机器人、神经外科手术机器人等）、肠胃检查与诊断机器人（包括胶囊内窥镜、胃镜诊断治疗辅助机器人等）、康复机器人（针对部分丧失运动能力的患者）以及其他用于治疗机器人（例如智能静脉输液药物配制机器人）。

机器人产品单独销售+整体工程解决方案，我国医疗机器人正在打破进口机器人的垄断地位。

目前我国致力于手术机器人的公司主要采取两种业务模式：第一种，面向医院进行机器人产品的单独销售，并提供长期维修服务，第二种，是为医院提供手术中心整体工程解决方案，天智航是目前国内唯一专业从事骨科医疗机器人产业化的公司，其以医疗专业工程为核心，配套系列模块化智能辅助装备，为医疗机构提供智能微创手术中心整体工程解决方案。

4、疾病风险预测

疾病风险预测，主要指通过基因测序与检测，解读其中所包含的遗传信息包括遗传病信息和易感疾病信息，了解身体内部性状，提前预测疾病发生的风险，“疾病风险预测”场景，是除“医学影像”以外的另一个热门应用场景。根据亿欧智库的统计，目前国内共有 45 家公司提供“疾病风险预测”服务。



图 39 疾病风险预测公司示例

5. 药物挖掘

药物挖掘的主要环节分为新药研发、老药新用、药物筛选、药物副作用预测、药物跟踪研究等方面的内容；人工智能技术在药物挖掘方面的应用主要是在药物筛

选环节，将深度学习技术应用于药物临床前研究，达到快速、准确地挖掘和筛选合适的化合物或生物，有效解决一些药物研发周期长，研发成本高，研发成功率低等痛点。目前主要成果体现于肿瘤药、心血管药、孤儿药以及经济欠发达地区常见传染病药。其中抗癌药占到 1/3。

目前国内有 7 家公司提供“药物挖掘”服务。



图 40 药物挖掘公司示例

6. 健康管理

健康管理主要分为营养学健康管理，身体健康管理，精神健康管理三大类。营养学健康管理利用人工智能技术对食物进行识别和检测，从而为用户提供均衡营养，合理膳食的方案。

国际范围内，爱尔兰都柏林的创业公司 Nuritas 是营养学健康管理的代表性公司，Nuritas 将人工智能技术与生物分子学结合消除食物副作用，从而帮助个人预防糖尿病等疾病的发生，杀死抗生素耐药菌。

这类人工智能公司在国内数量较少，一部分原因是国内尚未普及营养饮食意识。但也不乏几家公司在这个领域进行尝试，比如碳云智能推出的产品“觅我”，用户可以使用这款产品进行连续血糖监测，“觅我”会根据食用不同食物后用户的血糖变化数据，为用户提出预防糖尿病的进食建议。

身体健康管理利用 AI 技术分析用户的各类身体数据（基因数据、代谢数据、表型数据等等），为用户适配的健康生活建议，并通过行为干预，帮助用户养成良好的生活习惯。

国内身体健康管理方向代表公司是碳云智能和妙健康，国外则有 Validic、Welltok 等。



图 41 身体健康管理公司示例

精神管理可分为情绪管理、精神疾病管理两大类。情绪管理主要是通过人脸识别来获取用户情绪，以聊天、推送音乐和视频等多种交互方式帮助用户调节心情。根据亿欧智库的调查，目前国内还没有或媒体尚未披露致力于情绪调节场景的公司。而精神健康管理则是利用 AI 技术进行情绪管理，和对精神疾病进行预测和治疗。



图 42 身体健康管理公司示例

7. 医院管理

医院管理是人工智能在对医院内部与医院之间各类事物进行智能化管理方面的应用，应用场景包括病历结构化、分级诊疗、DRGs 和专家系统等。

据亿欧智库统计，截至 2017 年国内共有 21 家公司提供医院管理方面的服务，其中研发病历结构化的企业占大多数。



图 43 医院管理公司示例

病历结构化，是指通过机器学习和自然语言处理技术，提取电子病历中的信息，将已有的病例原始文本自动转化为结构化数据，生成标准化的数据库，并运用智能算法能挖掘变量相关性等一系列更深层的数据，从而为临床科研提供数据与统计分析支持。

8. 辅助医学研究平台

辅助医学研究平台是利用人工智能技术辅助科研人员进行医学研究的技术平台。临床科研一般需要处理大量数据，但是我国现状是结构化的医疗数据较少、同时医疗科研人员数据统计与分析能力有限，这时便需要一个智能平台帮助医生对医疗数据进行统计收集和处理分析。随着近年来基因测序的兴起，也有不少针对基因数据进行分析的辅助医疗平台得以创立。

据亿欧智库统计，截止 2017 年国内共有 14 家人工智能公司开设了辅助医学研究平台。



图 44 辅助医学研究平台公司示例

辅助医疗平台一般不会是这些医疗人工智能公司的主要业务，但是创建这样的平台并提供给医疗机构能够为人工智能公司争取到与医院或医疗研究机构合作的机会，从而帮助这些公司获取医疗数据和医疗技术上的支持，助力公司主营业务实现产品化。

7.3.2 企业分析

国内医疗人工智能相关企业

根据前瞻产业研究院发布的《2018-2023 年中国医疗人工智能行业市场前景预测与投资战略规划分析报告》：目前，国内医疗人工智能相关企业多达 156 家，主要集中在辅助诊疗、健康管理、信息化管理、医学影像等领域。国内的科技巨头中，百度和阿里都推出了自己的人工智能+医疗解决方案，而腾讯主要以投资创业公司的形式在人工智能+医疗领域布局，最近也推出了具体的人工智能医疗产品。

表 8 国内医疗人工智能典型产品

产品名称	主要功能	典型企业
虚拟助理	根据和用户的交谈，智能化地通过病情描述判断病因	科大讯飞、康夫子、自测用药
医学影像	通过计算机视觉技术解决病灶识别与标注、靶区自动勾画与自适应放疗和影像三维重建。	推想科技、翼展科技、昕健科技
辅助诊疗	为医生疾病诊断与制定治疗方案提供辅助的产品	新屿科技、认知网络科技、天智航

疾病风险预测	通过基因测序与检测，提前预测疾病发生的风险。	华大基因、图玛深维、泓信生物
药物挖掘	将深度学习技术应用于药物临床前研究，达到快速、准确地挖掘和筛选合适的化合物或生物，达到缩短新药研发周期、降低新药研发成本、提高新药研发成功率的目的	思路迪、舶众数据、瑞博生物
健康管理	基于人体生命信息、体适能信息与生活轨迹信息，借助人工智能数据分析技术平台制定智能健康干预方案，实现个性化的精准健康管理。	碳云智能、秒健康、万灵云
医院管理	用人工智能技术优化医疗服务流程和资源配置，通过数据分析提高医护效率和质量，降低医疗成本。	森亿智能、医渡云、睿佳科技
辅助医学研究平台	利用人工智能技术辅助生物学相关研究者进行医学研究的技术平台	新屿科技、骆文生物、基因港

全球最值得关注的 100 家人工智能公司中医疗领域的人工智能公司

在全球目前有许多依托深度学习和成像技术的人工智能创业公司，之如来自美国的基于深度学习的癌症检查公司 Enlitic。此外，来自美国的人工智能医疗平台 Cloud MedX，以及将两大学科人工智能和基因结合起来的 Deep Genomics。未来几年，基于人工智能的应用将能够改善数百万人的健康状况和生活质量。

7.3.3 巨头企业产业布局盘点

人工智能+医疗行业的广阔发展前景吸引了巨头企业对其的高度关注，其中包括各大互联网巨头、医疗企业和人工智能企业，他们纷纷采取行动在产业中进行布局，创立相关项目组进行技术研发和产品设计。这些巨头的参与也必推动人工智能+医疗的技术进步和向产品方向的转化。

1、阿里

阿里巴巴一直以来都对进军医疗行业表现出极大的兴趣。自 2015 年推出医疗云后，阿里便开始针对互联网医疗健康这个细分市场，着手布局线上互联网医疗。但是医疗行业对于互联网公司来说是一个完全陌生的领域，想要进入医疗市场需要

一个好的介质，人工智能技术因其能够和医疗行业较好地融合并且有效降低医疗成本，对于这些有着强大科研能力并且具备雄厚资本基础的互联网公司来说，成为了一个很好的选择。

2017年3月29日，阿里云宣布推出的人工智能系统“ET 医疗大脑”。ET 医疗大脑的研发大量采用深度学习技术，通过海量的数据作为示例来训练机器来帮助机器提升医术。

经过一年多的研究训练，人工智能 ET 已具备多项医疗能力，可在患者虚拟助理、医学影像、精准医疗、药效挖掘、新药研发、健康管理等领域胜任医生助手角色，在人工智能 ET 的辅助下，医生的工作效率得到了很大的提升。比如超声甲状腺结节系统，阿里云人工智能 ET 学习了 2 万张甲状腺片源。通常情况下，人类准确判断率是 60-70%，但有了人工智能的帮助，准确率已经提升到 85%。ET 辅助下疾病的检出率和准确率的提高，大幅减轻了医生机械性重复的工作量，缩短患者等待检查报告的时间，尤其是改变了过去基层医院可以做 B 超，但缺乏诊断能力的困境。

阿里云推出的阿里云人工智能 ET 大脑已经为更多医院和医生提供云计算、大数据和人工智能的能力，为疾病诊断和新药研制等提供计算能力。

除了辅助医生诊疗以外，阿里也尝试着让 ET 医疗大脑自身去设计从根本上治疗癌症方法。因为机器的数据学习能力和计算能力远胜于人类。阿里通过和华大基因合作获得基因数据，提供给 ET 并让其运用特定的算法对大量肺腺癌病例的 DNA 序列进行分析，寻找致病的关键基因突变。

但是医疗领域的专业壁垒较高，部分难题较难攻克，同时人工智能+医疗这一交叉学科处于一个新兴阶段相关知识领域尚未开拓、相关人才资源较为稀缺。为使 ET 医疗大脑得到更好的改进与完善，阿里云希望可以集众智，通过与其他的企业团队合作或是举办有奖擂台赛推动促进彼此发展，并且能够从外部吸纳更优良的算法和获取更多更权威的数据。阿里已与全国 20 多家大型肿瘤医院基于医学研究战略结盟，获得了海量的 CT 影像数据。并且在正式推出 ET 医疗大脑的同一天宣布联合英特尔、零氪科技启动天池医疗 AI 系列赛——一个为期三年的医学 AI 算法众智比赛，希望通过此次比赛，选拔出在医学人工智能领域有算法设计能力和建模能力的优秀工程师或优秀科研团队进驻阿里云 ET 医疗大脑，共同挑战肺癌等发病率不断攀升，对人类健康威胁越来越大的疾病。

总的来看，ET 医疗大脑主要是通过收集大量有病灶位置准确标注的医学影像数据，训练机器的记忆比对和识别能力，最终代替医生阅读 CT、核磁、X 光，B 超等医学影像，辅助医生做出诊断，从而节省医生进行重复工作的时间并且提升诊断的准确率。而阿里云的未来目标是通过人工智能的强大计算能力和学习能力，从基因的角度上解决

2、腾讯

3 月 15 日，在“腾讯 AI Lab 第二届学术论坛”上，腾讯副总裁姚星介绍了腾讯在人工智能方面的三大战略方向。一是打造通用 AI（人工智能）之路，二是成立机器人实验室，三是聚焦“AI+医疗”战略，探索落地场景。

人工智能+医疗作为腾讯的三大战略之一，足见其在腾讯眼中的重要性。实际上腾讯从 2014 年起就通过投资的方式开始在医疗行业进行布局，先后在 3 年时间里投资了微医、丁香园、卓健、医联、好大夫五家医疗相关公司，累计的投资金额超过了 5 亿美金，形成了对医疗行为主体、就医流程的全面覆盖。

“AI+医疗”是人工智能可见的重要落地场景，也是腾讯在医疗行业进行布局的一个新方向。2017 年，腾讯发布了首款将人工智能技术运用在医学领域的 AI 产品——“腾讯觅影”。

“腾讯觅影”聚合了腾讯公司内部多个顶尖人工智能团队的能力，把图像识别、大数据处理、深度学习等领先的技术与医学跨界融合研发而成。腾讯觅影拥有两大核心功能：AI 医学影像和 AI 辅助诊疗。其中 AI 医学影像运用计算机视觉和深度学习技术对各类医学影像（内窥镜、超声、CT、MRI 等）进行学习训练，有效地辅助医生诊断和重大疾病早期筛查等任务。AI 辅诊则依靠腾讯 AI Lab 的技术能力，通过自然语言处理和深度学习，为医生提供了更好的决策基础，能辅助他们更快、更有效的理解病案，提升诊疗效率。

3、百度

在过去很长一段时期里，百度在医疗行业中扮演着有分量的角色，其中百度搜索则一直充当排头兵。但是 2016 年的魏则西事件，将百度一时间推上舆论的风口

浪尖。迫于压力以及出于对未来的种种考虑，百度整体撤裁了医疗事业部并且永久关闭“百度医生”，这也宣告了互联网 O2O 模式轻问诊在医疗行业的失败。

但这并不意味着百度就将放弃在医疗行业的布局。2016 年 9 月，基于百度大脑，百度正式推出了百度医疗大脑。

百度医疗大脑通过收集与学习海量医疗数据与专业文献，能够模拟医生问诊流程，与用户多轮交流，依据用户的症状，提出可能出现的问题，反复验证，给出最终建议，为百度医生在线问诊提供智能协助。也就是说，百度医疗大脑可以进行初始问诊，代替医生为患者建立用户画像，以便进行慢病管理，医生根据前期收集的信息进行集中的诊断并给出建议，节省了医生时间，提高了问诊过程效率。

总得来看，与 ET 和腾讯觅影着重于 AI 医疗影像分析和辅助诊疗不同，百度医疗大脑则更多的着重于智能问诊。如今，百度医疗大脑已建立开放平台，用户可以直接访问网页与之进行互动问诊。但是问题也很明显，普通医生的问诊过程包含了“望”、“闻”、“问”、“切”四大部分，而智能机器人只能做到对话这一部分，无法从嗅觉、视觉、触觉等多方面感知患者身体状况，获取的信息源只有这一个，可能会导致人工智能初步诊疗结果较为片面甚至出现问题，患者与 AI 对话时间较长等问题。

百度医疗大脑如今已大规模投放使用，以后也会在实践中进一步优化，至 2018 年 7 月，百度医疗大脑已经进阶到 3.0 模式，具备了“多模态深度语义理解”的核心能力，同时开放 110 多项 AI 能力。

除了百度医疗大脑以外，百度也联合了多家医疗团队或医疗企业进行合作，提供 AI 技术对各类医学影像识别系统进行研发。百度已与协和医院合作开发了一款寄生虫识别系统，凭借着百度 AI 技术的深度学习能力，这套用短短几个月时间开发出来的寄生虫识别系统已经可以识别 10 多种寄生虫虫卵。由至真健康联合百度共同开发的眼病 AI 筛查解决方案也获得了医疗界权威的认可。

4、科大讯飞

科大讯飞是一家语音技术起家的公司，后转而重点布局人工智能技术，并以此作为技术底层，在教育、智慧城市、智能家居、智能客服、汽车、安防等领域取得比较成熟的探索。

在智能医疗方向，科大讯飞进行了多次尝试，2014 年，科大讯飞针对语音技术在医疗方面的应用开展了研究，其初步产品的功能是把语音记录自动转换为文字，生成电子病历，但是没有大规模投入使用。在 2015 年底，科大讯飞追随深度学习引发的人工智能浪潮，第二次尝试进军医疗，战略方向锁定智能语音辅助诊断、智能影像辅助诊断和辅助诊疗系统。

在中文语音技术上，科大讯飞的绝对地位为他提供了绝对优势。而在视觉技术即影像识别上，科大讯飞也拥有自己的团队进行研发，于此同时也和约克大学、清华大学、哈工大等国内外院校的联合实验室进行合作，有着一定的技术支撑。

语音识别功能使人工智能辅助诊疗在医生问诊过程中无缝接入成为可能，因为能够随语音进行转录生成电子病历并提取其中的信息进行智能分析，无需医生重复输入或录入信息，大大提升了效率和便捷性。除此之外，科大讯飞拥有大量的处理大数据的经验，和处理结构化和非结构化混合的数据的经验，他们所研发的系统不仅仅是处理某一类医疗影像，还能够同步处理他的其他非结构数据，把这些数据融合在一起，最后帮助医生做一个整体的判断跟方案的建议。这也是科大讯飞在人工智能+医疗行业的独家优势。

5、华大基因

华大基因是一家基因组学研究机构，也是全世界最大的基因组学研究机构之一。2013 年，华大基因对 DNA 测序公司 Complete Genomics 进行了收购，获得了基因测序仪生产能力，华大基因也成为中国唯一一家能生产临床级基因测序仪的公司。

传统的基因测序流程耗时长，效率相对较低，而华大基因的研发团队将 AI 技术应用于测序仪当中，显著提升了图像识别的效率和准确度，并借此提高基因序列、基因变异识别的速度与准确率，实现了基因测序的智能化和自动化，从而提高测序效率。基因测序技术在先天缺陷、罕见病、肿瘤、心血管等多种类疾病的诊断及用药指导方面，有着独特的作用，是精准医疗的重要组成部分，基因测序和人工智能相结合突破了传统基因测序的瓶颈，为这一系列疾病的诊断和治疗带来了突破。

华大基因董事长汪建认为：“目前数据还远远不足，只有立足民生，持续积累全方位、全周期、全覆盖的生命大数据，并辅以合适的算法，才能产生影响人类未来的 Real Intelligence 真智能。”

6、IBM

2014 年 1 月，IBM 成立了以 Watson 命名的业务集团。Watson 主要研发“认知计算”，并致力于将人工智能运用于商业模式、日常生活和工作场景中。

自 2015 年 4 月份成立沃森健康（Watson for health）部门后，该部门的拥有的员工已占到 Watson 总员工的三分之二。毫无疑问，沃森健康是 IBM 将 Watson 商业化发展最重要的一部分。而在 AI+辅助诊疗的应用中，IBM Watson 是目前最成熟的案例，其优势在于自然语言处理，核心能力是挖掘与分析非结构化数据。

Watson 在医疗领域的商业战略分为三个方面：1、深度聚焦肿瘤领域，并向其他领域扩展；2、通过收购获取数据资源；3、通过合作扩展使用场景，输出生态能力。

2016 年 8 月 12 日，Watson for Oncology 代表沃森健康开始进入中国，将用认知计算技术助力中国医疗事业发展，在中国推行“认知医疗”。2017 年起，IBM 与百洋医药集团合作，百洋集团旗下百洋智能科技将获得 Watson 在中国市场的三年独家总代分销权。百洋医药负责人介绍，截至去年七月，因为沃森在中国落地进展情况较好，已与 11 家医院签约并投入运营。

但是依然面临着各种各样的问题。2018 年 5 月，沃森发生了一次大规模的裁员，其中医疗部门又是这次裁员中情况最为严重的一个。2017 年六月，来自 Jefferies 投资银行的一份报告认为：尽管 IBM 在沃森健康项目上投入巨大（报告分析师估计仅从 2010 年到 2015 年间 IBM 公司便投入了约 150 亿美元），这个部门还是未能盈利。因为竞争对手的崛起和一些长期存在的人工智能转应用上的难题，IBM 在运用人工智能盈利上遇到了困境，且由于内部管理不当，资金并没有用于投入开发新的工具，核心工程师人才也在不断流失。一些外界人士估测，IBM 正在准备重组，这次裁员的原因主要是 IBM 的沃森健康部门可能不再向医院，诊所等医疗机构提供商提供产品。

7、Google

谷歌作为全球互联网巨头拥有着雄厚的资本基础，这将有助于它在人工智能+医疗上的长远发展。2014 年，谷歌成立了 deep mind health 部门，力图变革医疗健

康领域。DeepMind 致力于人工智能研究。其主要任务之一是寻找人工智能在医疗保健领域的应用方式。

谷歌专注于投资前沿技术，并在 AI+医疗各个领域都有所投入，分别对智能穿戴、医疗健康应用、新型药剂、基因技术、医疗大数据、远程医疗、健康档案管理等七大领域都进行了布局，其中在肾脏、眼科疾病等细分领域进展较快，未来也将各个疾病领域和对人类心理状态、抗衰老方向进一步研究。

8、微软

微软在健康领域已经拥有庞大的业务，并且有着悠久的创新历史，取得了不同程度的成功。Lee 博士说，微软的付费客户包括超过 10 万家医疗保健企业。他说：“整个电子健康记录系统全部运行在微软的 SQL 服务器上。因此，健康记录的全部数字化工作基本上都是在微软产品上进行的。

微软目前在医疗 AI 的研究方向也主要是主流的通过智能图像处理技术进行的医学影像分析和通过深度学习算法和自然语言处理进行的医学文献和医疗信息学习。除此之外，微软也在自己的聊天机器人 Chatbots 进行了类似于智能问诊的功能添加，尝试将这一功能运用到医疗领域当中。Chatbots 可以与患者对话确定病情和症状，并将患者指派给合适的临床医生，同时提供一份简明分诊报告。

在投资合作方面微软也积极为人工智能+AI 方向注资。2013 年，微软推出“微软风投”计划，孵化出了许多 AI+医疗相关的企业，覆盖慢病管理、健康管理、母婴健康等多个领域。

微软未来展望是希望能够从一个人一出生开始便了解他的整个健康情况，通过收集身体信息，实时分析他的生活和机体哪些地方需要改进，如饮食、睡眠、运动、病痛等等。让每个人都有一个专门属于他的医疗人工智能健康助理。

9、苹果

苹果通过自己生产出售的手机/手表传感器和大量第三方配件获得的健康数据，构成了自身在医疗健康领域内的数据基础，这也将成为苹果的独家优势。而由于 Apple Watch 和苹果手机的广泛用户基础，苹果也在可穿戴医疗设备和健康管理产品市场上占领高地。

其中 Apple Watch 在用户运动、心率、睡眠等指标的检测数据比其他的一些可穿戴设备要更为准确，库克也在 17 年 iPhone 十周年的发布会上宣称 Apple watch 会成为是健康生活的终极设备，由此可见，苹果正在将 Apple watch 打造成一款可穿戴式智能医疗设备。

不断引进医疗人才、开发医疗健康相关功能并建立医疗数据，这一系列措施都彰显了苹果在人工智能+医疗行业的野心。打造世界一流的医疗科技团队，多方合作与投资，在 AI+医疗领域，苹果已经不满足于只做健康 App，而是致力于向监管医疗技术及临床支持系统等专业化医疗的方向进发。

10、亚马逊

亚马逊对于医疗健康有企图心已经不是秘密，据外国媒体发布的最新消息，亚马逊已设立了一个名为 1492 的秘密医疗保健团队，将通过 Alexa 语音助手和将来将新搭建的远程医疗平台，为广泛用户提供医疗服务。

硬件方面，这一医疗项目将基于亚马逊的 Echo 和 Dash Wand 技术在医疗方面的营用，并为语音助手 Alexa 设计一系列新功能，包括虚拟问诊和语音记录诊断结果、诊断病例等等。具体到医疗保健项目上，这个项目目前关注糖尿病管理、新生儿、产妇照顾，衰老问题等。

亚马逊距离普通大众最为接近的家庭联网设备就是基于 Alexa 技术的智能音箱，这一产品的成功普及，将会极大程度上帮助亚马逊的医疗项目成功落地。在语音技术上，Alexa 能够超过同行谷歌的相关产品，这也成为亚马逊一大技术优势。亚马逊凭借其原有的由客户及客户信息构成的生态系统优势，瞄准移动医疗的红利市场，未来将研发数字医疗产品。

7.3.4 发展趋势分析

人工智能产业发展在未来将呈现出四大趋势：一是新一轮的开源化浪潮将成为人才争夺的主战场；二是语音识别领域将快速实现商业化部署；三是人工智能产业将与智慧城市建设协同发展；四是中国人工智能应用将在服务机器人领域迎来突破。而医疗人工智能的中国时代已经到来。

这一判断是基于三个方面，第一，人工智能+医学的应用基础和环境。中国人口基数大，医疗资源分布不足，让人工智能医疗落地应用成为一种刚需；第二，人工智能在各领域的技术积累达到了一个爆破点。从技术层面看，它可以为医疗人工智能落地化产生强大的助推作用；第三，国家政策红利。从 2013 年到 2017 年，国务院、发改委、FAD 连续发文，多次提及医疗影像走智能化、云化的趋势，为推动智能医疗领域保驾护航。

可见，人工智能+医疗市场发展前景广阔，拥有更大的空间需继续挖掘。人工智能已经在 60 年的发展中迎来了三次热潮，也经历了两次寒冬。前两次中国都没能参与其中。这一次热潮来袭，对于中国来讲，把握住人工智能+医疗这场热潮中的“风口”，将是一次弯道超车的好机会。

7.3.5 需要解决的问题

监管问题：我国对医疗器械的监管是十分严格的。目前我国监管体系不允许虚拟助手软件提供疾病的诊断建议，只允许此类软件进行一些类似于轻问诊的咨询服务。在这样的监管体制下，人工智能技术提供诊断服务必然会经历漫长的审核与认证周期，这也将某种程度上影响产品投向市场以及更新迭代的速度。

信任度问题：如今人工智能还处于“弱人工智能”阶段，而医疗 AI 更是近几年才开拓出的新兴领域，产品成熟度不高，投放量和社会普及程度更是处在一个较低的水平。一方面难以保证医疗 AI 在使用过程中能够避免出现错误和漏洞，另一方面更难以保证人们对医疗 AI 足够信任。这很可能导致医疗 AI 产品在面世之时不能很快达到一个较高的采用率。

责任追究问题。假如辅助诊断 AI 或一些其他类型的医疗 AI 因为技术上的不够完善或误差，导致在使用过程中出现错误和问题，那么事故责任应当如何认定和划分也需要考虑。因为牵涉了医疗 AI 提供商和医院两个集团，责任的追究必然将引起争论。目前需要明确 AI 诊断进入临床应用的法律标准，为此类责任认定问题提供一个合理公平的解决方案。

盈利问题。市场中的应用技术不成熟，由技术向产品转化并没有想象中的成功，现在还处在一个投入研究的状态，大部分产品处在较为鸡肋的阶段。IBM 沃森最

近的大规模裁员也在提醒我们，对于人工智能来说，技术转化为产品、产品落地市场的周期是较长的。迄今为止，医疗 AI 大规模盈利的成功产品案例也并不多见。

隐私问题。随着人工智能技术的不断进步，人类所产生的数据类型越发增多（例如基因序列等等），可能被加以利用的数据种类和数量也将大量增长。个人数据的流出会对个人隐私造成极大的威胁，然而保护每一个人数据安全的法律体系尚未健全，这将为医疗人工智能产品落地过程中的带来难题；

竞争问题。主流研发方向相近，产品和技术大部分具有一定的替代性，然而各家割裂独自研究，由于竞争原因缺乏交流和资源共享，这也在某种意义上限制了人工智能+医疗行业的发展速度。

社会问题。由于医疗人工智能产品较高的研发价格，进入市场初期定价会较高，可能只有收入水平较高的群体才有能力支付；尤其当一些致死率较高的病症通过人工智能手段能够得到治愈时，价格问题会加剧患者间的机会不平等，这将可能引起社会舆论的波动和医疗界的关于社会不平等的一系列伦理问题的讨论。

7.3.6 发展机遇

因为有着巨大的市场需求与多元化的业务方向，医疗人工智能有着很丰富的发展机会，未来也将会形成一个围绕着人工智能+医疗的新生的产业生态。医疗人工智能的出现开创了与医疗相关产业链的新模式，除了从根本上解决医疗产业供给侧短缺这一大痛点，也创造并延伸出新的市场需求，在新的医疗产业链模式之上必将为更多的企业带来突破点和新机遇；目前状况来看，医疗 AI 企业的产品研发主要是面向医院、保险公司、制药企业等的 B 端对象，很少研发出产品直接面向 C 端市场。医疗人工智能公司因其刚性技术与服务需求，也为解决方案提供商带来了商机。

由于人工智能+医疗是近几年才新兴的领域，精通人工智能与医疗交叉学科的人才比较稀缺，但是随着人们对人工智能领域教育的重视不断加强，越来越多的国内外高校大规模进行人工智能通识型人才的招收和培养。面对这样的现状，医疗人工智能公司开始将目光转向与高校进行科研合作，与相关高校一同开设课题和项目进行针对医疗人工智能的算法设计，该合作不仅推动了公司技术进步和产品升级，也在无形中帮助培养了相关人才。

除了与高校合作之外，从国外引进更为成熟的算法也不失为一个好的选择。资本雄厚的巨头企业可以通过投资并购方式吸纳成熟的算法和领先的技术，而具备一定科研水平的企业可以通过和海外企业战略合作互惠互利获得彼此的技术支持。这些机遇都将有助于国内人工智能+医疗行业的整体性进步。

尽管投资界和创业界都对医疗人工智能未来的发展前景表现出积极乐观的态度，相关产品从研发到落地再到市场推广和最终收获盈利其间必然还会面对很多的阻碍。至于要经历多长的时间，仍然没有一个成熟的范例可以参考，在这个过程中内也必然会有一大批公司创业失败或业务转型。所以，国内医疗人工智能公司在产品成熟之前，不应急于市场推广。应当给予产品充足的优化时间，并在这段时间内进行小范围的重复性测评和投入使用的检验，与此同时适当地进行媒体宣传保持社会关注度，这才是一种更为稳妥的方式。

7.4 智能安防

智能安防是人工智能的一大新兴落地产业。响应这一趋势，安防产业中的大型企业纷纷投入研发，国家也在出台相关政策予以支持，鼓励安防企业和互联网企业进行合作，共同推动视频精准识别、编码识别等多项智能安防相关的技术进步。这也加大了人工智能技术在安防领域的落地速度，掀起了一轮智能安防建设的改革热潮。智能安防、智能交通、智能人居等领域物联网应用的核心是智能视频监控体系，人工智能技术的融入丰富了智能监控的深度和广度，使安防物联网的实现得以加速。由此可见人工智能对安防产业的赋能巨大，而被这样的高赋能吸引而来的政府和企业的积极性必将进一步助力人工智能在安防领域的落地加速，形成一个良性循环，共同推动智能安防向全新的阶段发展。

7.4.1 综述

人工智能+安防概念辨析

AI 在安防行业落地过程中主要运用的是人工智能技术的一个分支——计算机视觉识别技术，它能够把监控视频数据转化成以人、车、物为主体的属性信息，从

而利用这些已经结构化过的信息更好地帮助公安部门高效进行社会安全事件发生前的预警防控、发生时的常态监督和发生后的规范执法。

计算机视觉识别技术是车牌识别、特征属性识别、人脸识别、行为识别等应用技术的底层技术；目前这 4 种识别技术应用是计算机视觉技术程度较为成熟、应用范围较广的应用方向。

车辆识别：车辆牌照是机动车唯一的管理标示符号，通过计算机视觉技术对车牌进行图像处理和字符识别，进行采集图像、定位牌照区域、分割牌照字符并识别三个部分后，就可以达到识别车辆的目的。车辆识别一般运用在公共场合如门禁、交通、停车场等。

特征属性识别：对摄像机或监控实时抓拍的照片和卡口视频做一系列识别和分析，提取识别对象的性状、属性以及身份等信息（比如人的性别、年龄、着装、状态或车的颜色、车型、安全带等）。可以用在公共场所、交通、停车场、门禁等位置。

人脸识别：通过人脸检测将图像中的人脸区域分割出来，再采取一些表示方法检测出人脸并与数据库中的已知人脸相比对和匹配，从而达到身份识别的作用。人脸识别技术一般应用于人证合一、限制环境的人脸识别（如银行开户）等。

行为识别：通过获取人体运动的深度图像序列，进行高精度的骨架估计算法计算操作，能够提取人体骨架的运动序列，分析与识别这些运动序列信息从而达到对人类行为的识别。行为识别一般用于越界报警、踩踏事件和姿态识别。

行业现状

1、底层需求：社会处于经济转型阶段，治安问题逐步显现。

随着社会进入经济转型阶段，社会关系也跟着发生变化，治安问题逐步显现。人口流动较大较频繁、城乡差异拉大、就业分布不均衡等多个因素让社会管理变得困难，激化了一些社会问题，客观上使得犯罪活动更容易发生。

2、实施技术：公安部门采取视频监控系统来应对社会治安问题

城市由于是人口较为密集组成较为复杂、建筑物和交通系统比较多元化的区域，若想要使监控和智能管理更具有准时且全面，则必须要高度密集的可视化终端才能够达成，因此视频和图像监控系统成为了必要的部分。

智能安防是智慧都市建设的重要部分，运用信息技术、数据传输设备、计算机和人工智能技术建立一种在大范围内、全面、实时、准确、高效地发挥作用的监管和安全防范体系，从而与智慧城市其他部分联动协作，共同形成一套城市综合管理系统。

近两年，国家也在大力推动智慧城市建设，并将与智能安防相关的公共安全视频资源采集覆盖率、联网和共享程度等指标视为评定智慧城市发展程度的重要标准，这也将推动智能安防相关产业的发展。

3、现状痛点：海量视频监控数据与人力分析瓶颈之间的矛盾

根据博思数据指出，截至 2016 年中国前端摄像头出货量已达到 4338 万台，而同时出于换机市场和增量市场的双轮驱动，国内监控摄像头的销售市场在逐步扩张，预计在 2020 年出货量会达到 5422 万台；仅就视频监控录像每天的数据量就达上千 PB，累积的历史数据将更为庞大，并且海量视频监控数据中 99% 以上都是非结构化数据。

随着监控网的不断完善和密集化，监控点位数量骤增，城市每个角落安放的不计其数的监控摄像头每时每刻产生的视频数据也变得无比庞大，然而进行相关查看和分析工作的监控管理人力非常有限，必然无法应对这样庞大的数据，另一方面，仅靠人力进行监控查看分析很可能会出现偏差，根据研究，人在长时间注视视频画面后会产生疲劳，并且对视频画面中大部分活动信息的察觉不再灵敏。由此看来，当人眼和人脑面对海量数据时，不再高效也无法很好地进行处理。

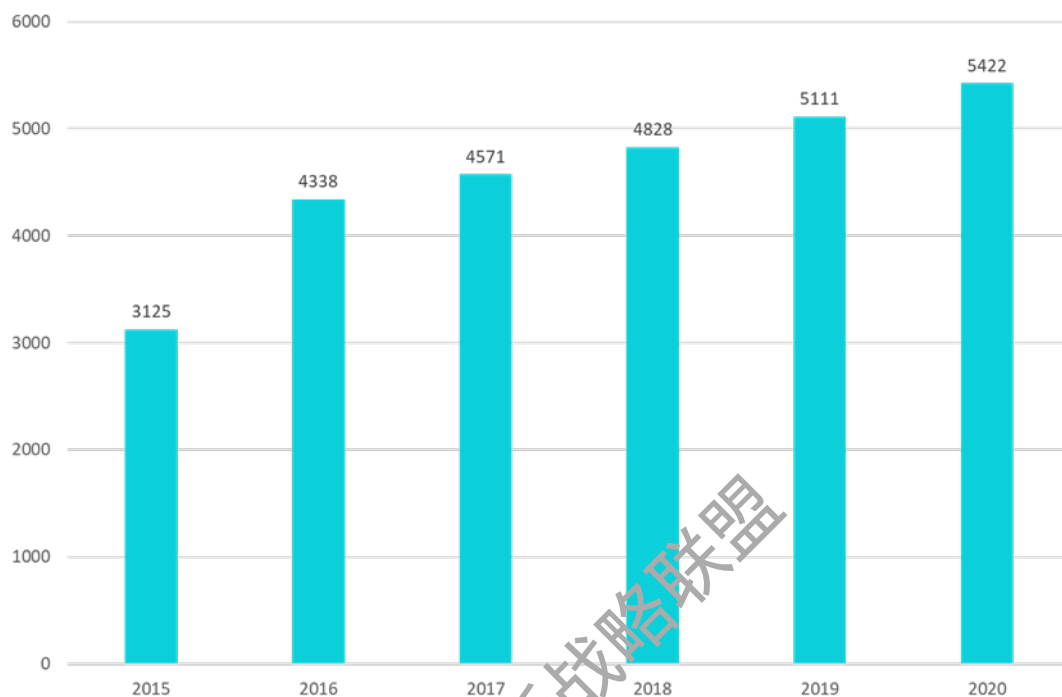


图 45 中国前端摄像头出货量计算

4、技术升级：视频监控系统正在迈向智能化时代

视频监控系统至今，大体上经历了如下的发展历程：

20 世纪 80 年代开始，视频监控主要采取模拟方式，先在前端录制，随后录制的视频在同轴电缆中进行信号传输，最后在控制主机上实现模拟信号的显示；

20 世纪初开始，已经实现了远距离视频联网，但尚未完全实现数字化，视频通过模拟的方式并在同轴电缆中进行信号的传递，并可以在多媒体控制主机以及硬盘刻录主机中进行数据处理和储存；

2006 年左右开始，信息技术已经发展得较为成熟，安防监控领域的视频技术也进入了高清化与网络化阶段，前端摄像头可以拍摄高清视频，中间通过网络可以告诉传输，进行数字化的处理和系统化的管理。

如今，随着人工智能逐步发展成熟，视频监控即将迎来智能化监控时代。

安防系统由人防、物防和技防三者组成，其最大应用是保障社会治安。AI 作为一项新兴的技术，其赋能下的安防系统将较高程度地发挥社会治安效用；对于社会治安的责任主体——公安部和各省市级公安机关来说，整体来看，出于对成本和所衍生的社会问题考虑，加强技术手段是提升社会治安水平的必由之路，是需要长久坚持的道路；而且由于重大事故的不可挽回性，安防工作者对于事前防范的需求

要远远高于事后追查。因此不断扩大的安防行业规模、以及安防业务的特殊性决定了 AI 在安防行业的潜在需求巨大。

7.4.2 技术与应用

人工智能技术为行业带来新的突破点

人工智能技术的运用解决了过去安防得不到普及的问题,使得识别准确率得以提高,使设备识别的环境适应性得以加强,可以识别室内到室外不同光照条件下多种环境,并且可以使识别的种类增多,能够进一步识别人或物品的特征点;

人工智能时代的技术运用比传统机器要强大得多,主要是“核心算法”、“数据资源”、“计算力”起到了作用。

海量视频数据资源:庞大的监控视频数据库可以作为训练机器的资源进行使用,经过学习和积累后提升机器的识别能力。

深度学习核心算法:深度学习作为核心算法可以适应足够多的环境和场景。理论上只要有足够多的样本进行训练,深度学习能够实现比较精准的目标分类识别,自主特征识别的特点又让深度学习特别适用于抽象、复杂的关于人的特征、行为的分析领域。

计算力的成熟:GPU 的出现在处理海量数据方面相对传统 CPU 呈现出了压倒性的胜利。使用 GPU 和使用传统双核 CPU 在运算速度上的差距最大会达到 70 倍,前者相比起后者能将程序运行时间从几周降低到了一天。计算力的成熟使得深度学习的实现成为可能,让深度学习强大的数据表达能力得以体现。

AI+视频监控的四种应用场景解析

对智能安防而言,目前有前端和后端两种产品方案。

前端智能设备内置深度学习算法,可以对人脸、车辆等关键信息进行快速定位抓拍,有效解决漏抓误报问题,为后端提供高质量、初步结构化的视频数据。后端智能分析是指用后端服务器的方案进行智能分析,利用计算能力对视频数据进行更深层次的结构化分析,是当前较为主流的智能分析方案。

目前看来，前端方案是 AI 摄像头方案，即将 AI 芯片集成至摄像头中，实现视频采集智能化；后端方案则是利用普通摄像机采集视频信息后传输到中后端，在数据存储前利用插入 GPU 等板卡的智能服务器进行汇总分析。

由于后端产品方案不需要更换摄像头、可同时处理多路数据、部署成本相对较低，算法升级、运维方便，短期内后端方案普及速更快。前端方案是未来趋势，后端方案是目前主流。长期来看，海思等摄像头主控芯片厂商必然在芯片内部集成用于 AI 计算的专属硬件模块，大规模应用后实现成本会急剧降低，前端（智能摄像头）方案有望成为未来智能安防主流。

AI+视频监控产品盘点

1、前端智能设备

表 9 前端智能设备

名称	功能	参数
海康深眸系列网络摄像机	支持深度学习算法，提升 Smart 功能（检测、道路监控、智能后检索、跟踪功能），并支持去误报和目标分类；	支持最大 1920×1080@60fps 高清画面输出；采用高效红外阵列，低功耗，照射距离达 200m；
大华智能交通高清摄像机	嵌入式一体化结构设计，内置安全带识别、车标识别、车型识别、车系识别、遮阳板识别等多种智能算法；	融合 Smart-PCT 技术（基于精确光控制的图像处理技术），图像效果更优；支持违章图片合成功能；

格灵深瞳皓目行为分析仪	基于深度信息进行目标检测、利用深度相机还原三维场景、俯视视角下人员动态一目了然、获取多个目标的完整轨迹；	检测复杂场景多个目标，可跟踪 40+人；三维构建人体动作姿态，可主动交互；虚拟锁定空间状态，可对重点物品设防；自由划分立体区域，不受遮挡影响免标定；实时监控三维背景变化，可防御视觉欺骗；
-------------	--	---

2、后置智能产品

表 10 后置智能产品

名称	功能	应用场景
海康猎鹰	能够批量提取监控视频中的车辆以及活动目标的关键信息，形成信息检索库。支持实时视频流分析，历史流分析。在实际应用中，能够查找监控视频中的关键信息；	后台分析，适用于公安行业；
海康“刀锋”视频云结构化服务器	产品融合深度学习技术，实现图片二次识别和车辆以图搜图等	后台分析，适用于公安、交通行业；
海康脸谱系列	人脸分析服务器人脸检索、人脸抓拍、人脸比对识别；	公安、企业、住宅安全等；
海康超脑系列智能 NVR	智能 NVR 是基于深度学习算法推出的智能存储和分析产品，具有 NVR 的各项功能特性，以及人脸分析和应用；	适用于公安行业；
大华智能 NVR	支持在 NVR 配置绊线入侵、区域入侵、物品看护、音频检测规则；支持人脸侦测，实现人脸抠图和人脸所在全景图联动；支持视频质量分析（VQA），对视频质量异常进行报警上传联动；支持 Smart IPC、可实现智能规则配置和智能录像查询；	适用于公安行业；

3、智能前置和后置智能的优劣势比较

按照计算发生位置的频率高低来看，目前后置智能相对来说是一种常态，而出于满足实时性处理的要求、以及缓解后台存储的压力，厂商们会越来越将算力前置，即智能前置；

智能前置和后置智能本质上来讲是一种算力布局的方式，二者不是对立竞争关系，更多是一种协作关系；

随着芯片技术的发展，会有越来越多的后端智能算法转移到前端运行，但同时也会有更复杂更高级的智能算法被研发出来，并依托于后端设备运行。

表 11 智能前置和后置智能的优劣势比较

	前端	后端
优势	计算资源集中，大幅节省带宽资源；	硬件计算资源限制，运行算法简单、实时性要求高，算法升级、运维较难；
劣势	足够硬件计算资源，运行算法复杂，可有一定延时，算法升级、运维方便；	计算资源分散，需要大量带宽资源；

7.4.3 企业案例分析

全球人工智能火热，带动了一大批人工智能初创企业的出现，各种先进的人工智能技术方案不断涌现。而拥有海量大数据与垂直刚需应用的安防行业自然也成了这些 AI 初创企业技术方案的最佳落脚点。因此，海康、大华、宇视、科达等传统安防企业纷纷拥抱人工智能；商汤、旷视、依图、云从等 AI 新贵全面进军安防应用，充分体现了当前安防行业发展的趋势。面对这块规模庞大且增长迅速的市场大蛋糕，传统安防企业与新兴 AI 公司同台竞技，各有千秋：新兴 AI 创业大多以两类领域切入安防，一类是安防监控智能分析的软件平台，这一类创业公司以依图、商汤、旷视、云从等体量较大的计算机视觉创企为主；另一类则是 AI 板卡/芯片的硬件平台，目前国内的众多 AI 芯片创企（如寒武纪、地平线、深鉴科技、异构智能、深思创芯）等都瞄准了安防 AI 芯片这一领域，此外也有一众创业切入安防板卡领域（如触景无限、阅面科技、人人智能等）。

海康威视的 AI+

海康威视的产品布局四大业务板块：平安城市、智能家居、工业领域、汽车电子。先后推出了“深眸”系列智能摄像机、“神捕”系列智能产品、“超脑”系列智能 NVR 和“脸谱”系列人脸分析服务器等的人工智能前后端产品以及“猎鹰”视频结构化服务器、“刀锋”车辆图片结构化服务器等 AI 中心产品。

在技术研发方面，海康威视于 2014 年正式成立海康威视研究院，加大智能软件算法投入，与海外芯片厂商英伟达、英特尔达成长期战略合作协议，此外还在全国设有 5 个研发中心。在产品方面，基于 GPU 和深度学习技术推出 AI 产品，基于视频图像分析技术积极拓展创新业务版图。

未来，海康威视将逐步将 AI 产品应用在公安、金融、交通、司法、能源、智能楼宇、文教卫等七大行业。目前已有的平安城市解决方案例子有：富阳市视频资源汇聚共享平台项目、长沙市天网工程项目和贵阳市高清平安城市项目等。

海康威视的优势在于经营状况稳定以及市场占有率较高。其商业模式就是制造产品然后出售，提供基于产品的综合服务。海康威视自 2001 年以来一直专注于视频监控领域，并未盲目扩张和多元化，在这个细分市场上占有率不断提高。根据 IHS 数据显示，海康威视在国内的市场占有率为 21%，在海外市场（不含中国）的占有率为 11.1%，无论在国内还是海外均位列第一。品牌优势以及坐拥场景化数据会助力海康威视在人工智能+安防领域越走越远。

大华股份的视频+

在技术研究方面，大华股份先后成立了四大研究院来研究深度学习神经网络等前沿技术，分别为先进应用、人工智能、大数据、芯片。依托于公司在 CPU、DSP、GPU 和 FGPA 等芯片平台上深厚的软硬件研发能力，公司形成了一系列基于深度学习的智能化产品，包括前后端的人脸识别、卡口电警、视频结构化、双目立体视觉和多目全景拼接产品。

目前公司提供九大行业（公安、金融、智能楼宇、大交通、运营商等）114 个子行业的解决方案；率先布局 PPP 项目，开拓国内业务新的市场空间，目前大华

建设的平安城市 PPP 项目包括新疆石河子市平安城市 PPP 项目、莎车县平安城市 PPP 项目等，总金额超过 50 亿；

大华股份的优势在于以技术创新为基础，提供端到端的视频监控解决方案、系统及服务，为城市运营、企业管理、个人消费生活创造价值；

目前大华股份的营销和服务网络覆盖全球，在国内 32 个省市，海外亚太、北美、欧洲、非洲等地建立 35 个分支机构；产品覆盖全球 160 个国家和地区，并相继问鼎 APEC 峰会、世界互联网大会、9.3 大阅兵、里约奥运、G20 杭州峰会等重大工程项目；2016 年 IHS 机构权威报告全球视频监控市场占有率位列第二。大华股份是属于场景数据型公司。其以全面智能硬件产品为基础，视频内容为核心，全力开发如 VaaS、VSaaS 等基于数据分析和运营服务的新兴商业模式；从收入端来看，智能化趋势下，行业集中度提升，公司率先布局 AI 领域具备先发优势；

东方网力的最强大脑

东方网力是国内的视频监控管理产品与解决方案提供商，战略延伸海外布局。根据 IHS 报告，2016 年东方网力在 VMS（视频监控管理平台）国内市场占有率位居第一，全球市场占有率位居第三。自人工智能热潮开始以来，东方网力也开始积极向人工智能+转型。

在技术研发上，东方网力与商汤科技合资设立子公司、携手多方成立万象人工智能研究院；并与商汤科技合作设立合资公司，双方强强联合共同打造拥有计算机视觉和深度学习原创技术的领先安防产品提供商。东方网力采取内生外延并举的战略打造 AI 生态，通过投资在智能驾驶、机器人、安防等领域进行前瞻性布局，先后投资奇点汽车探索智能驾驶、参股美国公司 JIBO 布局家庭机器人、投资做家庭摄像头的爱耳目科技，开拓民用安防领域；参股 Knightscope 布局机器人安保。这一系列举措也体现了东方网力向人工智能领域开拓的野心。

尽管在视频监控解决方案方面，东方网力较之海康威视和大华股份无论从收入规模、业绩规模和市值等等各方面，东方网力与海康威视和大华都不在同一个量级上，三者中海康威视是视频安防行业的绝对龙头，但从人工智能布局上，东方网力的转型步伐更为明显。无论是底层物联网芯片、还是底层算法软件，再到应用产品、应用场景布局，都在为活用城市视频数据做平台搭建。

华尊科技的 AI 布局

华尊科技主要以直销模式面向安防设备商、系统集成商如海康威视、高新兴、中盟科技等客户，通过提供视频大数据和视频图侦产品来获取利润。同时公司直接面向罗湖区公安局、南山区公安局等最终用户提供产品和服务。

视频分析涉及复杂技术体系，国内产业分工正逐步清晰，电信设备商、安防硬件厂商更多聚焦于前端顶层设计和系统集成工作，后端视频分析和应用环节则主要通过和第三方厂商合作展开。华尊科技的业务方向就是针对后端视频分析和应用环节的。

在技术研发方面，华尊科技投入大量资金巩固车辆属性识别+人脸识别+行为检测分析技术在安防视频监控场景的分析及在各行业落地应用的效果。数据显示，华尊 2016 年研发支出 1400 万元，占公司当期营收比重为 20.2%。

华尊科技主要产品分为视频图像侦查类产品以及视频大数据分析类产品两大系列；产品应用集中于安防行业，重点帮助解决公安、检察院等执法部门视频实战中的监控数据分析、图像侦查等应用场景需求。

在安防领域公司客户主要分成两类：一类是最终用户政府和公安部门，公司通过招投标方式获取这部分客户订单；另一类是安防设备商、集成商等大型安防企业，为公司的直接客户。除了安防之外华尊已逐步向交通、司法等应用领域拓展。

商汤科技

商汤科技提供面向安防领域提供从终端到云端的智能视频算法和平台级解决方案，涵盖人脸识别、视频结构化、互联网视频理解等核心技术。在智能安防领域，商汤科技与上市公司东方网力联手成立合资公司深网世界打造智能安防产品。

在技术研发方面，商汤科技专注于打造人工智能视觉引擎；2015 年 11 月，商汤建设支持超大规模深度学习计算的 GPU 超算集群 DeepLink，并推出深度学习专用服务器 Sensebox。

除了安防领域，商汤科技还为互联网金融和传统金融厂商提供身份认证、VIP 识别解决方案；为交通/楼宇/商超提供行业应用智能解决方案；并购智能相机厂商新舟锐视；为社交平台 and 手机厂商提供智能相机和智能相册。

7.4.4 未来趋势展望

安防行业趋势判断

1、民用市场逐渐成为安防热点，发展潜力大

民用安防主要指安防产品民用化，从产品角度来看，目前民用安防主要包括有家庭监控、智能家居、楼宇对讲、防盗报警等产品线，主要应用于 ATM 机、自动售货机、高档小区、一般小区、办公单位、普通家庭、便利店、私营企业、养老院等单位；

民用安防逐渐成为安防热点：随着视频监控与入侵报警技术的融合发展和三网合一及无线网络技术的广泛应用，民用安防愈来愈成为市场热点；2016 年国家提出开放式住宅小区建设进一步提升安防需求，民用安防也随之广泛普及；

民用安防发展潜力大：从不同国家/地区的“民用安防市场规模/总安防市场规模”数值来看，中国民用安防市场的发展稍落后于世界平均水平 4 个百分点，远落后于发达国家美国至少 40 个百分点。

2、中国安防行业市场规模持续稳定增长，预计在 2020 年达到 8000 亿元

如下图所示，在国家政策和相关部门的支持下，中国安防行业收入持续增长，据中安协预测将在 2020 年达到 8000 亿元；增速方面来看，因为安防行业发展相对成熟，头部效应明显，故而越往后发展增速趋缓；

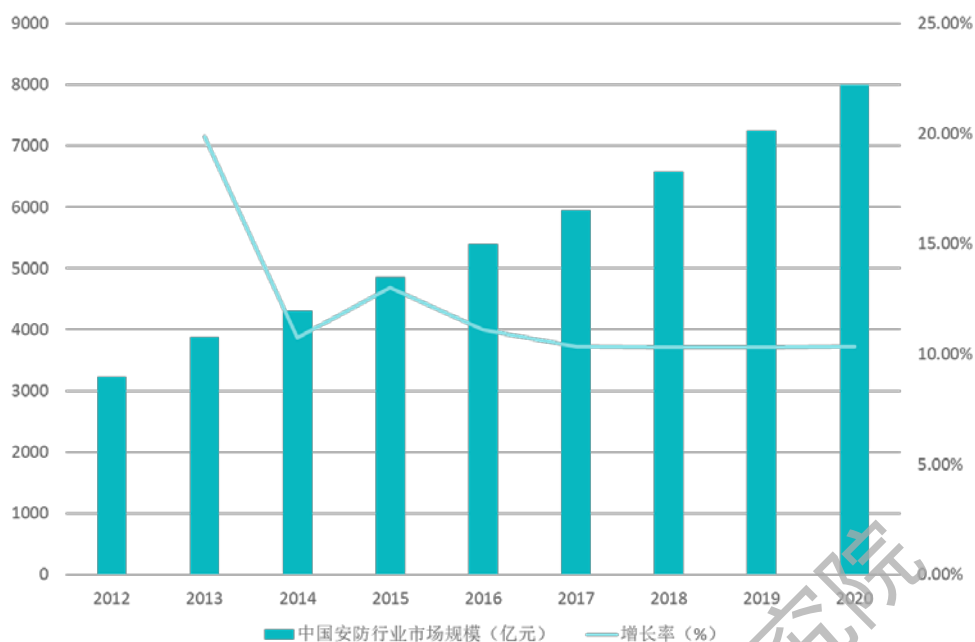


图 46 中国安防行业收入和增速状况及预测

由下图可见安防产品产值在安防产业整体中占有可观的比重，而视频监控产品又在安防产品中占到一半的比重。

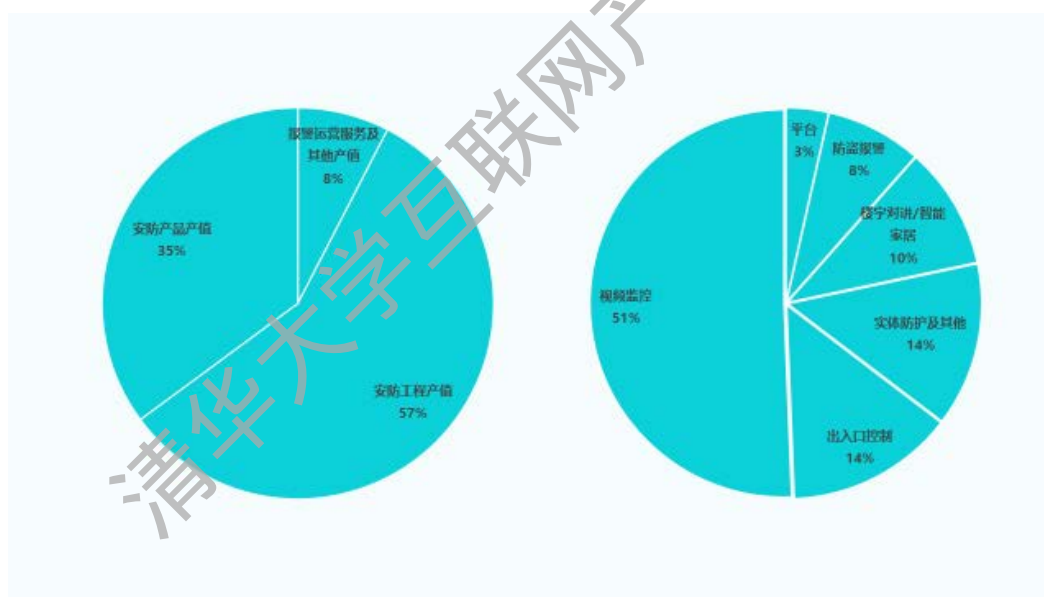


图 47 2016 年安防产业总输入的产业构成和各细分类市场规模

3、强调网络安全可能为视频监控设备商带来获利

2015 年，研究机构发现多款智能监控设备存在被远程控制的高危风险漏洞，有的已被写入恶意代码，随时可能对外发动网络攻击，其中包括公共场合和政府机关广泛使用的某型号监控设备。而我国主要厂商生产的同类型设备，普遍存在类似

安全问题，因此亟需进行大范围整改。关注网络安全愈加成为趋势，视频监控领域尤为如此。

强调网络安全作为产品附加功能、或提供安全服务的举措，对于视频监控设备厂商来说是有可能带来获利的，IHS 预计视频监控设备厂商会在 2017 年提高设备的增值服务，特别是针对网络安全问题；

总的来说，视频监控设备厂商们在网络安全威胁问题上逐步掌握主动权，而不再是处于被动位置。一方面安防企业为了更好直面网络安全问题，未来或许会收购网络安全公司；另一方面，诸如华为及戴尔相关 ICT/IT 企业的高调进入行业与安防企业进行合作，从而也能提升安防企业应对安全问题的能力；

AI+安防行业趋势判断

1、智能化的基础，高清替代标清仍在继续

高清之于智能化的意义：从“看得见”到“看得清”的转变，不仅能看得更清楚视频内容，让机器也能更加容易提取出画面中的内容，大大提高对数据和关键信息的利用，为视频监控的智能化打下坚实基础；高清替代标清仍在继续：CPS 中安网根据调查数据显示，2012 年全国高清摄像机（包括 IPC、HD-SDI、HD-MDI，720p、1080i、1080p 等全部在内）总出货量已突破 350 万台，约占到摄像机市场总量的 20%。2014 年，高清摄像机总出货量约为 920 万台，约占到摄像机市场总量的 46%。预计 2015 年，高清摄像机总出货量约为 1500 万台，约占到摄像机市场总量的 55%。

2、前端价值大幅提高

大数据时代，数据中心是一切计算的核心，而人工智能时代，出于满足实时性处理的需求，以及缓解后台存储的压力，厂商们会越来越将计算力前置，即智能前置；

“实时处理”的需求：分布在城市各个角落的摄像头在运行时都不断地产生数据，而且系统对每个摄像头产生的数据都有很强的实时处理要求。

“缓解后台存储压力”的需求：数千数万个摄像头若以高清像素为标准，则每天会产生大量视频数据，然而后台储存空间有限，因此很多数据将无法保存到最低期

限就将面临因为没有剩余的可用空间而被清除的可能。如果前端能实时处理掉部分视频监控数据，那么后台存储的压力将大大缓解。

智能前置的趋势下，前端价值将大幅提高；传统的人脸识别产品都是采用前端摄像机抓拍图片，后端服务器计算比对的模式，智能化的摄像机可以不依托服务器而实时进行图像处理，人脸识别，极大提高了识别效率。对于数据量庞大，实时性要求高的安防行业，这必将产生质的飞跃。据海通证券预计，未来前端产品在系统中的价值产品将从目前的 30%提升至 55%左右。

3、人工智能时代，场景数据为王

AI 三大基本要素=数据资源+算力+核心算法，鉴于算力尚处于突破的瓶颈期，以及底层算法的开源化，场景化的数据资源越来越成为关键。

随着如谷歌等人工智能领域的巨头的算法纷纷开源，计算机视觉底层算法模型或将逐步走向统一，算法研发的技术门槛也在无形中降低。摄像头是人工智能之眼。AI 视频技术目前在无人驾驶、移动支付、安防监控、智慧医疗领域取得卓有成效的进展。在诸多行业的推广应用中，安防监控行业成为了国内 AI 视频技术率先落地的行业；

场景是人工智能公司的基础。没有应用场景，没有数据，只是单纯的算法技术公司，未来将逐渐失去价值。从视频应用产业链来看，上游的场景公司（大华股份、海康威视）已经开始做算法，下游的芯片公司也在做算法，所以中间纯算法类公司的生存将越发艰难，其在上下游的巨头中，话语权弱。

4、上下游均开始涉足算法领域，中间层的纯算法提供商将面临挑战

设备制造商、集成商开始涉足算法领域：传统终端的功能更多是数据采集和传输，相较之下设备制造商所研发的智能终端对特征数据的抓取和数据预处理能力大大提高。随着智能芯片和算法的升级，其自身具备更多提取特征值和数据压缩的功能，为数据查找和传输降低门槛；

芯片企业涉足算法领域：以英伟达为代表的芯片厂商利用底层基础技术使得算法不断创新，尤其是 GPU 集群提供的较强计算力。以深度学习训练为目标的 GPU 集群在数据量快速积累的前提下，深度学习算法模型创新加速，同时好的算法模型能够以硬件 FPGA 和 ASIC 方式在应用中加速，形成一个智能迭代正循环。因此 GPU 集群的算法创新迭代以及全能型芯片 FPGA 和低功耗 ASIC 都是人工智能对基础信息架构的智能选择。

7.5 智能驾驶

7.5.1 综述

概念：什么是智能驾驶？

随着人工智能的发展，驾驶辅助系统越来越多的融入我们的生活，智能驾驶似乎变得不再遥远。广义来说，无人驾驶可以定义为，通过计算机、AI 等技术实现无人驾驶的智能汽车技术。

SAE 根据动态驾驶任务（DDT）、动态驾驶任务支援（DDT Fallback）、设计的通用范围和 NHTSA 便准等级这四大指标给自动驾驶分级。动态驾驶任务指的是在道路上驾驶车辆需要做哪些操作和决策，包括通过方向盘来对车辆进行横向运动操作、通过加速和减速来对车辆纵向运动方向操作、通过对物体和事件检测、认知归类和后续响应，达到对车辆周围环境的监测和执行对应操作、车辆运动的计划还有对外的传递信息，这是自动驾驶的最基础的能力。根据动态驾驶任务的执行主体，将自动驾驶分为 2 个层次。第一层次是驾驶员执行部分或全部动态驾驶任务的情况，包含 L0-L2 三个等级。动态驾驶任务中，目标和意外的检测与响应（OEDR）成为了自动驾驶 SAE L2 和 L3 的分水岭。第二层次，也就是目前全球科技巨头、汽车企业再努力研发的无人驾驶就属于 L3-L5 这一层次。第二层次内部的划分，主要受动态驾驶任务支援、设计的适用范围等因素的影响。动态驾驶任务支援（DDTFallback）是指自动驾驶系统设计的时候，要考虑系统性的失效（导致系统不工作的故障）发生或者出现超过系统原有的运行设计范围之外的情况，考虑系统能否给出最小化风险路径。如果需要备用用户（即驾驶员）在发生意外时接受请

求，取得驾驶权，则属于 L3 等级，而如果系统能够自行处理这些突发情况，则是高度自动驾驶的 L4 等级，也是目前大多数厂商集中研发的目标。而从 L4 到 L5，则是要跨越应用场景的限制，即智能汽车不仅能应对已经被设计过的应用场景，而是能够像人类驾驶员一样应对所有工况，包括在激烈驾驶（即极限情况）下，也能够顺利过关。

随着自动驾驶汽车技术开始在中国快速发展，中国政府开始对进行强有力的支持，总体目标是让中国向世界展示中国是新技术的领先者，以及更清洁，更环保的推动者，新的焦点是自动驾驶车辆。

现在，工业和信息化部正在制定一项自动驾驶法案草案。据媒体报道引用国家发展和改革委员会的话说，政府的任务是到 2020 年在中国销售的所有新车中有 50% 必须具有部分或全部的自主功能。

工业和信息化部的新政策草案即将发布，随后将由当地省市级政府宣布加强和快速跟踪工信部的政策。中国汽车技术研究中心副主席吴志新上周接受中国日报采访时表示，“政府迫切希望这样做，北京市政府在此之前已经发布一个相关政策，国家也将在地方政府跟随北京的例子之前发布相关政策”。

2017 年 12 月 18 日，北京市政府率先发布了城市道路上的自动驾驶汽车政策。当地政府表示：

- 北京市交通委员会将在北京道路上允许被颁发相关牌照的公司进行制定开放道路的自动驾驶实验，并拥有自驾车权。
- 车辆必须能够在自动驾驶和传统模式之间切换。
- 车辆必须配备传感器和摄像头，以便可以监控驾驶行为。
- 车辆必须配备传感器和摄像机，以便可以监控车辆的位置。
- 在获准在开放道路上使用之前，车辆必须在训练场进行技术评估。
- 开放道路将指定时间，并且仅指定道路用于自动驾驶汽车的试驾。
- 车辆必须有人员驾驶员，如果发生任何事故，该驾驶员将承担责任。

中国的目标是到 2035 年拥有世界领先的网络话语权，自动驾驶汽车细分市场是该战略的核心部分，届时人工智能技术将牢牢嵌入到汽车的大规模生产中。“中国将努力在 2035 年基本上建立强大的网络力量，加入世界网络空间的最高级别，”工业和信息化部部长苗圩说。为了实现这一目标，政府已开始大力投资该行业，官方媒体中国日报报道称，2017 年前 9 个月，人工智能已投入人民币 102.4 亿元

（15.6 亿美元）。据新华社报道，2018 年 1 月 3 日，中国当局在北京宣布了人工智能技术的重要开发区。新的 54.87 公顷科技园将位于北京蒙头沟郊区，估计投资额为人民币 138 亿元；400 家不同的人工智能公司将驻留在这个综合体中，并将在五年后准备就绪。

同一周，北京市交通委员会在北京郊区亦庄镇宣布了一个新的车辆检测区，用于自动驾驶车辆。财新网环球报告称，“在新的独家自动驾驶汽车测试区，政府将通过更新道路设施——如信号和标记——促进汽车和道路协同作用，促进自动驾驶技术的发展”。

与此同时，该技术的开发商正在与当地市政府达成协议，以创建区域来测试他们的技术。例如，百度已与河北省政府签署文件，在雄安新区建立人工智能城市。2016 年，法国汽车制造商雷诺与武汉蔡甸生态发展集团及其中国合资企业东风雷诺签署了备忘录，联手在湖北武汉建立自动驾驶区。

7.5.2 核心技术

自主车辆软件系统的核心竞争力可以大致分为三类，即感知，规划和控制，以及这些能力与车辆与环境的相互作用之间的相互作用。此外，可以利用车辆到车辆（V2V）通信来通过车辆协作实现感知和/或规划领域的进一步改进。

感知是指系统从环境中收集信息和提取相关知识的能力。环境感知指的是发展对环境的背景理解，例如障碍物的位置、道路标志/标记的检测，以及通过其语义含义对数据进行分类。定位是指机器人确定其相对于环境的位置的能力。

规划是指为了实现机器的更高阶目标而做出有目的的决策的过程，通常是将车辆从起始位置带到目标位置，同时避开障碍物并优化设计的启发式。

最后，控制能力是指机器执行由更高级别流程生成的计划行动的能力。

感知

环境感知是实现自动驾驶车辆的基本功能，其为车辆提供关于驾驶环境的关键信息，包括自由驾驶区域和周围障碍物的位置，速度，甚至对其未来状态的预测。基于所实现的传感器，可以通过使用激光雷达（LIDAR），相机或这两种设备之间的融合来解决环境感知任务。其他一些传统方法也可能涉及短/远程雷达和超声波

传感器的使用。无论传感器是否被实施，感知任务的两个关键要素是路面提取和路上物体检测。

LIDAR 是指一种光检测和测距设备，它以精心设计的模式每秒发送数百万个光脉冲。凭借其旋转轴，它能够创建动态的三维环境地图。LIDAR 是大多数现有自动驾驶汽车的物体检测核心。3D LIDAR 的理想检测结果可以使所有移动物体都被识别出来。

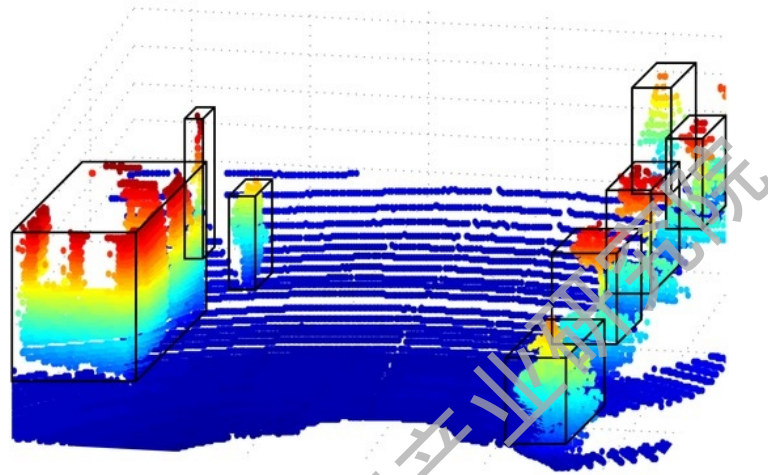


图 48 3D LIDAR 的理想检测结果

在真实场景中，激光雷达返回的点永远不会完美。处理 LIDAR 点的困难在于扫描点稀疏性，缺失点和无组织模式。周围环境也增加了对感知的挑战，因为表面可能是任意的和不稳定的。有时，人类甚至很难从扫描点的可视化中感知有用的信息。

LIDAR 的输出是从物体反射回来的稀疏 3D 点，每个点表示物体相对于 LIDAR 的 3D 表面位置。通常使用这三个点的主要表示，包括点云，特征和网格。

基于点云的方法直接使用原始传感器数据进行进一步处理。这种方法提供了更精细的环境表示，但代价是增加了处理时间并降低了内存效率。为了减轻这种现象，通常把基于体素的过滤机制施加到原始点云以减少点的数量。

基于特征的方法首先从点云中提取参数特征，并使用提取的特征来表示环境。常用的特征包括线和曲面。这种方法的内存效率最高，但它通常过于抽象，其准确性受点云的性质影响，因为并非所有环境特征都可以通过前面提到的特征类型来很好地近似。

基于网格的方法将空间离散为小网格，每个网格都填充了来自点云的信息，从而建立了一个点邻域，这种方法具有内存效率，并且不依赖于预定义的功能。但是，

确定离散化的大小并不简单,有文献创建了一个自适应八叉树来指导从粗网格到精细网格的分割。

为了感知 3D 点云信息,通常涉及两个步骤:分割和分类。有些可能包括第三步,即时间整合,以提高准确性和一致性。点云的分割是将点聚类成多个同类群的过程,而分类是识别分段群的类,例如自行车,汽车,行人,路面等。三维点云分割算法可分为五类:基于边缘,基于区域,基于属性,基于模型和基于图形。

分段后,每个群集都需要分类到不同的对象中。嵌入在每个聚类中的信息主要来自空间关系和点的激光雷达强度,这在对象识别中的使用非常有限。因此,大多数算法将通过一些融合机制利用计算机视觉上的检测问题。然而,确实存在一些其他研究工作,探索从点云数据执行对象识别的可能性。

自主车辆环境感知中的视觉系统通常涉及道路检测和道路物体检测。道路检测还包括两类:车道线标记检测和路面检测。车道线标记检测用于识别道路上的车道线标记并估计相对于检测到的线的车辆姿态。该信息可以用作车辆控制系统的车辆位置反馈。自几十年前以来,该领域已经开展了大量的研究工作。然而,由于实际交通道路状况和道路奇异性的广泛不确定性,它可能包括汽车和树木的阴影,照明条件的变化,磨损,因此尚未完全解决并仍然是一个具有挑战性的问题,比如车道标记,以及其他标记,如方向箭头,警告文本和斑马线。

大部分的车道线的检测算法共享三种常见的步骤:一是车道线特征提取,由边缘检测和颜色通过学习算法,诸如 SVM 或通过加速分类;二是配合的像素分成不同的模型,例如,直线、抛物线、双曲线、甚至之字形线;三是根据拟合模型估计车辆姿态。一个积分步骤可以在车辆前存在姿态估计以强加时间上的连续性,其中在当前帧中的检测结果被用于引导通过滤波器的机制,如卡尔曼滤波和粒子滤波。

道路表面检测通知自动驾驶车辆可以在没有碰撞的情况下驾驶的自由空间的位置。这是任何在线路径规划和控制操作的先决条件。一般而言,这些方法可以分为三类:基于特征/线索的检测,基于特征/线索的学习和深度学习。

基于特征/提示的检测方法首先基于一些预定义特征(例如, HOG)识别原始图像中的特征点或块。在立体图像的上下文中,该特征可以指代视差。基于所识别的特征,将应用模型拟合或分段类型的算法来识别路面。基于特征/提示学习的方法还提取与像素或图像块相关联的一组特征,然后基于特征训练分类器以将道路或非道路标签分配给像素或块。

Mohan 提出了一种将 CNN 与深度去卷积神经网络相结合的新颖架构。该架构还用于多补丁训练，这使得有可能从场景中有效地学习空间先验。这种方法在 KITTI 数据集中产生了最先进的性能。尽管它具有优异的性能，但深度学习方法的缺点也非常明显：巨大的计算和内存需求，漫长的处理时间，不可追踪以及繁琐的地面实况注释过程。

道路物体检测主要涉及车辆和行人物体类别。由于各种类型的外观、形状、以及对象的尺寸，那些传统的训练方法鲁棒性低，并不足够在无人驾驶车辆中应用。如 KITTI 数据库中所列，对于汽车，行人和骑车人的检测，所有主要条目和最先进的方法都基于深度学习方案。与障碍物检测领域中的传统学习或基于特征的方法相比，深度学习已经表现出其优越的性能。

通常，深度学习方法的一般流程是需要在输入图像周围生成一组提议边界框，然后每个提议框将通过 CNN 网络发送以确定分类（包括背景）并微调其边界。箱子位置也是如此。边界框提议的常用方法是选择性搜索和 EdgeBoxes，它们都依赖于廉价的手工制作功能和经济推理方案。Faster-RCNN 是第一个在同一网络下统一边界框提议和检测的深度学习方案，并实现了端到端的培训过程。该网络由两个主要部分组成：提议网和检测网，这两个网共享大部分 CNN 层。提议网络的输出是建议的边界框，它用作检测网络的输入，用于识别和边界框微调过程。

不同的传感器具有不同的优点和缺点。需要传感器融合技术来充分利用每个传感器的优点。在自主车辆环境感知的背景下，LIDAR 能够产生 3D 测量并且不受环境照明的影响，但是它提供的物体外观信息很少；相反，相机能够提供丰富的外观数据以及更多关于物体的细节，但其性能在不同的照明条件下并不一致；此外，相机不会隐含地提供 3D 信息。

应用于 LIDAR 和相机融合的技术可以基于它们的融合过程位置大致分为两个主要类别，包括特征级别的融合（早期阶段，集中式融合）和决策级别的融合（晚期）阶段，分散融合）。基于融合机制，它们可以分为以下类别：基于 MRF/CRF，基于概率和基于深度学习。

定位

定位是确定自我车辆的姿势并测量其自身运动的问题。它是实现自动驾驶的基本功能之一。然而，确定车辆的确切姿势（位置和方向）通常是困难和不切实际的，因此定位问题通常被表述为姿势估计问题。

估计车辆姿势的问题通常可以分为两个子问题，即姿势固定问题和航位推算问题。在姿势固定问题中，测量通过代数/超越方程与姿势相关。姿势固定需要能够预测给定姿势的测量，例如地图。在航位推算问题中，状态与一组微分方程的观测有关，并且这些方程必须被整合以便导航。在这种情况下，传感器测量可能不一定可以从给定姿势推断。在这个意义上，姿势修复和航位推算相互补充。

定位车辆最流行的方法之一是基于卫星的导航系统和惯性导航系统的融合。诸如 GPS 和 GLONASS 之类的卫星导航系统可以定期修正车辆的全球位置。它们的精度可以从几十米到几毫米不等，具体取决于信号强度和所用设备的质量。惯性导航系统使用加速度计，陀螺仪和信号处理技术来估计车辆的姿态，不需要外部基础设施。然而，在没有添加其他传感器的情况下，惯性导航系统的启动可能是困难的，并且随着时间的推移误差以无限的方式增长。

在定位中使用 GPS 需要来自外部卫星的可靠服务信号。该方法仅在车辆的 GPS 信号和航位推测测距仪可靠时才可靠，并且可能需要昂贵的高精度传感器。一些有问题的区域的好例子是在室内环境，地下隧道和城市峡谷中，高层建筑拒绝向车辆发送良好的 GPS 信号读数。包含道路匹配提高了全球本地化的准确性。然而，该方法仍然不能完全实现车辆相对于其环境的精确姿态估计到自动驾驶所需的水平。

地图辅助定位算法使用局部特征来实现高度精确的定位，并且近年来已经看到了巨大的发展。特别是，同步定位和映射（SLAM）受到了很多关注。SLAM 的目标是构建一个映射并在构建时同时使用它。SLAM 算法利用机器人传感器观察到的旧功能来估计其在地图中的位置并定位新功能。虽然无法确定绝对位置，但 SLAM 使用统计建模，该统计建模考虑了车辆的里程计，以消除预测特征所处位置与基于传感器读数的位置之间的大部分不一致性。通常，SLAM 问题有两种方法：贝叶斯过滤和平滑。

将地图与其他信息嵌入是另一个活跃的研究课题。术语“语义映射”在文献中被广泛称为增强传统度量/拓扑图，其具有对环境的更高级语义理解。通常，语义映射的方法可以分为三类：基于对象，基于外观和基于活动。

基于外观的语义映射技术解释传感器读数以构建环境的语义信息。一些例子使用平面激光雷达的几何特征。视觉也可以与激光雷达数据融合，以进一步分类和了解环境。

基于对象的语义映射利用关键对象的出现来构建对环境的语义理解，在基于对象的环境语义理解中，对象识别和分类往往是非常重要的事件。

基于活动的语义映射方法依赖于有关机器人周围代理的活动的信息。与基于外观和对象的语义映射相比，该方法相对不太成熟。该技术的几个例子中被发现，其中，外部代理活动被用来从语义上理解和分类环境的上下文（例如人行道与道路等）。

决策

早期自动驾驶车辆（SDV）通常仅具有半自动性，因为它们的设计功能通常仅限于执行车道跟随，自适应巡航控制和一些其他基本功能。2007 年 DARPA 城市挑战赛（DUC）展示了更广泛的能力，其中表明更全面的规划框架可以使 SDV 能够处理各种城市驾驶场景。在 SDVs 的表现还远没有人类驾驶员的素质，只有 35 名比赛参赛者六个能完成最后的事件，但尽管如此，这一里程碑证明了自驾车在城市环境，揭示自动驾驶的重要研究挑战。

自 DUC 以来的许多近期工作继续继承如本文所述的相同的三级分层结构，尽管随着文献中出现的方案的变化，层的分区有些模糊。

任务规划通常通过有向图网络上的图搜索来执行，该有向图网反映道路/路径网络连通性。在 DUC 中，提供了路由网络定义文件（RNDF）作为先验信息。RNDF 通过节点和边缘的图表表示可穿越的路段，并且还包括诸如停车标志位置，车道宽度和停车位点位置的信息。RNDF 目前是手动生成，但是正在进行的的研究的目标是通过自动化过程，通过感测基础设施（即道路边界），甚至直接通过车辆运动的推论，产生更丰富的网络表示存储在道路网络图（RNG）。

行为规划负责决策，以确保车辆遵循任何规定的道路规则，并以常规安全的方式与其他代理交互，同时沿着任务规划者的规定路线逐步进行。这可以通过局部目

标设置，虚拟障碍物放置，可驱动区域界限的调整和/或区域启发式成本调整的组合来实现。通过不同复杂程度的有限状态机（FSM）在大多数 DUC 车辆上做出决定，以响应特定的感知驾驶环境来指示动作。优先观察器和间隙观察器创造出来对功能进行分类，这些功能检查了状态转换所需的某些逻辑条件，其中优先观察器检查与车辆当前位置有关的规则是否允许其进展，并且间隙观察器将检查“碰撞时间”——检测到的障碍物进入指定感兴趣区域的最短时间——以确保与其他交通参与者的安全通关。例如，当接近停车标志时，SDV 必须通过在停止线处完全停止并等待交叉路口处的任何其他静止车辆优先移动来确保优先权，并通过测量沿其预定路径发生碰撞时间来确保间隙。

运动规划是一个非常广泛的研究领域，适用于移动机器人和操纵臂，适用于制造，医疗，应急响应，安全/监控，农业和运输等各种应用。在移动机器人的背景下，运动规划指的是决定一系列动作以达到指定目标的过程，通常是在避免与障碍物碰撞的同时。通常根据运动规划器的计算效率和完整性对其进行比较和评估。计算效率是指流程运行时间以及它如何根据配置空间的维度进行扩展。该算法被认为是完整的如果它在有限时间内终止，那么当一个存在时总是返回一个解决方案，并指示不存在解决方案。

许多操作环境不是静态的，因此不是先验的。在城市环境中，交通运输，道路绕行和关闭发生在施工或事故清理中，并且视线经常被阻挡。机器人必须不断感知环境中的新变化，并能够在应对多种不确定性的同时作出反应。不确定性从感知传感器的精度，定位精度，环境的变化，和控制策略执行。然而，在应用中，可能最大的不确定性来源是周围障碍物运动的不确定性。

许多 DARPA 城市挑战车辆采取的方法是监测潜在障碍物碰撞的预定路径区域，这些区域将被标记为“关键区域”，或者在交叉点合并区域，并根据所有轨迹进行检查。附近的车辆确定“碰撞时间”。通常情况下，如果碰撞即将发生，车辆将相应地减速或停止，这在许多交叉路口进行交叉和合并是可接受的行为，尽管在其他情况下可能过于保守。有例子检查前方车道是否存在在碰撞路径上以错误方向行驶的车辆，如果触发，则执行“防御性驾驶”操纵以将车道拉向右侧并停止。当在其他车辆上测试防御性驾驶行为时，表现不尽如人意，因为迎面而来的车辆必须在自动驾驶车辆移动到你周围之前停下来。这些方法具有计算简单性的优点，因为它们在高维空间中计划忽略时间维度，但由此产生的行为过于简单化，因为在没有对替代行为

进行启发式加权或给出环境演化的明确考虑的情况下执行确定性集合行为选择的行动方针。尽管如此，最近的工作仍然继续使用行为水平的决策来避免障碍，尤其是处理车道变换等难度动作。

控制

自动系统的执行能力，通常也称为运动控制，是将意图转化为行动的过程；其主要目的是通过向硬件级别提供必要的输入来执行计划的意图，这将产生所需的运动。控制器根据力和能量来映射现实世界中的交互，而自主系统中的认知导航和规划算法通常涉及车辆相对于其环境的速度和位置。控制系统内的测量可用于确定系统的表现，因此控制器可以对拒绝干扰作出反应并将系统的动态改变为所需状态。该系统的模型可用于更详细地描述所需的运动。

反馈控制是许多应用程序中最常见的控制器结构。反馈控制使用测量的系统响应并主动补偿与所需行为的任何偏差。反馈控制可以减少参数变化，建模误差以及不必要的干扰的负面影响。反馈控制还可以修改系统的瞬态行为以及测量噪声的影响。

自动系统需要运动模型用于计划和预测目的。模型也可用于控制执行。使用系统建模来优化前向时间范围的控制方法在文献中通常称为模型预测控制（MPC），已经开发了模型预测控制以集成最优控制的性能和鲁棒控制的鲁棒性。通常，在称为预测范围的短时间范围内执行预测，其中模型预测控制器的目标是计算该预测范围内的最优解。该模型，因此控制器可以在线更改，以适应不同的条件。

模型预测控制也已广泛适用于汽车应用。整个车辆系统的操作必须在整个操作范围内是最佳的，以便提高燃料经济性，排放和安全性能。然而，在汽车系统中应用模型预测控制器遇到的挑战与过程控制行业面临的挑战不同。在过程控制行业中，采样时间相对较长，并且可用的计算资源充足。汽车中的过程的采样周期是几毫秒，并且由于空间限制，可用的计算资源量受到限制。因此，在推动 MPC 在汽车行业中的普及应用中，处理器速度和内存的进步以及新算法的开发非常重要。MPC 已经在几个汽车控制应用，包括牵引力控制系统，制动和转向，车道保持等模型预测技术也被应用到的轨迹在各项工作的跟踪问题。

具有已知路径信息的轨迹生成有两种一般方法。第一种方法使用优化方法来生成轨迹并同时跟踪它，而另一种方法是分离轨迹生成和跟踪。组合方法将生成和执行/跟踪任务集成到一个优化问题中。这种方法通常用于最佳时间应用，如由于处理能力有限，实时运行优化问题是一项挑战，并且在复杂环境中进行规划可能没有帮助。

将路径视为从开始姿势移动到目标姿势的计划的几何表示，而轨迹另外包括运动的速度信息。在文献中已经提出了各种方法。两种最流行的类型是几何方法和基于模型的方法。从基于模型的路径跟踪方法导出的控制器使用车辆的运动学和/或动态模型。基于运动模型的控制器在低速应用中表现良好，但误差随着车辆速度和路径曲率的增加而增加。另一方面，基于动态模型的控制器倾向于在诸如自动高速公路驾驶的高速驾驶应用中表现良好，但是当车辆快速加速和减速并且追求具有大曲率的路径时倾向于切角。基于模型的方法要求路径是连续的，并且对于干扰和大的横向偏移不稳健。

模型预测技术也已应用于轨迹跟踪问题。轨迹跟踪和控制中模型预测方法的主要挑战是非线性优化问题必须每秒解决几次。随着可用计算能力的最新进展，现在可以实时求解非线性优化。可以在文献中找到的用于轨迹跟踪的 MPC 问题的一些变化如下：

路径跟踪模型预测控制器：基于质心的线性模型，为路径跟踪和转向控制器制定了 MPC 问题。最终的集成模型使用详细的自动转向模型和 CarSim 中的车辆模型进行模拟。

具有运动模型的无约束 MPC：通过实施 CARIMA 模型而不考虑任何输入和状态约束，可以最小化计算负担。使用线性化运动学模型，没有输入或状态约束的时变线性二次规划方法可用于解决这一类子问题。

具有动态汽车模型的 MPC 轨迹控制器：比如一种用于跟踪各种道路状况下的轨迹的非线性轮胎行为的方法，并且模拟结果表明车辆可以在 20Hz 的控制频率下在具有挑战性的冰面上稳定。模型的复杂性和发布时可用计算能力的不足导致计算时间超过系统的采样时间，因此只有模拟结果可用。还有探讨了当前时间步的车辆状态线性化状态]。通过降低二次规划问题的复杂性，可以实现更合理的计算时间，并且控制器已经在以高达 21m/s 的行驶速度挑战冰面的实验验证。基于线性化的方法还可以基于关于当前时间步骤的车辆状态的单个线性化进行了研究。解决二次程

序的复杂性降低导致可接受的计算时间，并且报告了在冰冷条件下以高达 21m/s 的速度行驶的成功实验结果。

7.5.3 主要产品

智能驾驶平台

2017 年 4 月 19 日，百度对外宣布 Apollo 要向汽车行业及自动驾驶领域的合作伙伴提供一个开放、完整、安全的软件平台，帮助他们结合车辆和硬件系统，快速搭建一套属于自己的完整的自动驾驶系统。到现在已经过去了一年时间，百度 Apollo 从 1.0、1.5、2.0 再到 2.5，发展速度之快令人印象深刻。1.0 版本提供封闭场地循迹自动驾驶能力，1.5 版本提供固定车道自动驾驶能力，2.0 版本提供简单城市路况下的自动驾驶能力。2.5 版本则支持限定区域视觉高速自动驾驶，解锁高速公路场景。开放视觉感知、实时相对地图、高速规划与控制三大能力。相比 2.0 版本，2.5 版本大幅降低了硬件成本。2.5 版本提供了更低成本的传感器解决方案，通过基于摄像头的视觉感知方案，传感器成本可较此前降低 90%，大大降低了自动驾驶的研发门槛。Apollo2.5 版本还积极回应了开发者对车型的支持呼声，新增重型卡车。目前，Apollo2.5 已支持包括乘用车、卡车、巴士、物流车、扫路车等多种车型。此外，在 Apollo2.5 版本中解锁了高速公路场景和降低了自动驾驶研发门槛。限定区域自动驾驶能力解锁，意味着百度 Apollo2.5 在无人驾驶商用领域的应用上跨出了一大步。起码在限定场景的使用，比如物流，写字楼场景的应用上，百度 Apollo2.5 已经走在了行业前列。与研发具体场景应用或汽车制造不同，百度研发的 Apollo 系统是具有一定基础性功能的汽车驾驶底层平台和服务框架，各汽车厂商、零部件厂商、软件科技厂商都可以在这一开源平台上进行开发，对于我国甚至世界智能驾驶软件的开发具有重要意义，特别是它建立了人工智能和汽车厂商之间的纽带，使汽车厂商从现有平台的基础上出发，大大提高了研发效率。

高精度地图及传感器

自动驾驶汽车要求处理能力强大的传感器“看”周围环境，先进的软件进行“思考”。它们尤其需要所有可能街道的及时更新的地图。谁拥有适合自动驾驶汽车使用的地图，就相当于拥有了一座金山。

谷歌团队开发的地图项目专注于所谓的驾驶员辅助系统——使汽车能自动完成部分行驶功能，帮助它们看清道路前方和四周环境。谷歌在 2017 年 12 月发布了早期版 Vehicle Mapping Service（车辆地图服务），在地图中集成来自车载传感器的数据，并向使用 Android Automotive 的汽车厂商提供这项服务。与此同时，Waymo 和有相当规模自动驾驶汽车研发团队的其他巨头——包括通用汽车、Uber 和福特，纷纷派出它们自己的地图车，开发供自动驾驶汽车使用的高清地图。

谷歌在地图领域长期的劲敌 HERE 和 TomTom，也采用这样的策略。这两家公司对自己的定位是谷歌地图的主要竞争对手，目前向汽车厂商出售显示在汽车仪表盘显示屏上的地图。这些“静态”地图，只能标明大致的街道形状。现在，两家公司都在开发替代产品：显示车道、路缘和道路上其他物体的“动态”地图，希望在全自动驾驶汽车来临之际能留住汽车厂商。

国内方面，作为中国移动测量系统的发明者，立得已利用移动测量系统，积累了大量的高精度地图生产制作的经验，团队、数据、软硬件平台：包括 400 余人的专业数据生产团队，100 余人的数据生产平台研发团队，30 余人的数据智能化处理研究团队、50 余人的 HAD_MAP 采集设备研发团队，50 余辆各类 MMS 高精度数据采集车辆、专业的国家级移动测量实验室，全国 30 万公里高精度 ADAS 数据采集案例。同时，立得空间还在我秀地图发布了 170 多个城市的三维实景案例，使我秀中国成为目前中国覆盖城市内容最丰富的实景地图网站。

7.5.4 典型应用场景

商用车

商用车是智能驾驶落地的一个重要场景。针对现阶段而言，商用车会比乘用车更快完成商业落地。目前无人驾驶商用车有无人驾驶物流、无人驾驶公交、AI 扫地车等几大应用场景。

“自动驾驶+物流”长期以来是个被人忽视但非常有潜力的市场。目前来看，自动驾驶卡车会比私家车更快实现规模量产。而且货运公司的确有对于自动驾驶技术的需求。由于它可以大幅降低成本，让这一相对枯燥的行业更为高效、经济和安全。利润低，成本高（尤其人工成本）是货运领域的最大痛点。因此当自动驾驶遇上高速公路时，几乎会立竿见影地改变货运现状。技术上来说，人工智能的完善需要数据的喂养，相比于城市内部复杂的“网状”路线，货车在高速路上是“线状”行驶，道路环境单一且相对封闭，这种从 A 到 B 的重复线路会让数据不会被过度稀释；另一方面，由于更多是“生产工具”，货车的用户体验也不像乘用车那么复杂，对算法的要求相对较低，也更有利于量产。

2017 年 12 月 30 日，北京无人驾驶地铁燕房线正式开通运营。燕房线是按目前世界上列车运行自动化等级的最高级别（GoA4）进行建设，能够自己完成上电自检，自动发车离站、自动到站开闭车门、自动折返、运营后自动回库休眠、自动洗车等全套操作。

2018 年 4 月 24 日，由长沙中联重科环境产业公司和酷哇机器人(COWAROBOT)联手打造的无人驾驶扫地车正式推出，代号“SHZ18CAR”。该车具备了全路况清扫、智能路径规划等能力。道路清扫场景下的无人驾驶和通勤场景下的无人驾驶有许多不同。其一，为了保证清扫效果，行驶速度不求快，但求全覆盖；其二，处理的路面情况复杂，有坑洼、井盖、边渠、静态障碍物，并要扫干净路肩等重点区域；其三，非高速路的城市道路两侧多半有行道树和绿化树遮挡，对定位的挑战比较大；其四，待清扫路面的遮盖物较多，树叶、垃圾、冰雪等，会对路面标识有一定遮盖。该无人驾驶扫地车采用了当前主流无人驾驶方案，拥有完整的感知、决策、定位和控制系统。传感方案还采用了 3 个 16 线激光雷达、毫米波雷达、声纳传感系统，以及视觉传感器。目前整车方案造价达 20 万元。相比无人驾驶乘用车方案，扫地

车在速度、场景等方面相对简单，但之所以也采用多传感器融合，是因为清扫场景同样存在特殊性。

乘用车

相比之下，由于对安全性的要求更高、驾驶过程中遇到的情况也更为复杂，在量产乘用车领域，国内企业并不占优势。特斯拉自诞生之初就自带自动驾驶的光环。经过几年的发展，在第二代 Autopilot 系统上线“全自动驾驶”功能选项之后，马斯克豪言特斯拉的自动驾驶级别将在 2 年后达到 Level 5 级别，即全自动驾驶。此外，奥迪 A8、沃尔沃 XC90 等也是已量产且带有自动驾驶功能的车型。而国内各汽车厂商的产品还在道路测试阶段，没有进入量产，相关研究称智能汽车落地消费市场还需要 5 年时间。

表 12 乘用车智能驾驶测试产品

机构	机构类别	车型	时间	路段	示范内容	主要技术
斯巴鲁	车企	未公开	2017 年 2 月	加州公路	自动紧急制动、前方碰撞警告、自适应巡航控制、车道偏离和摆动警告以及车道保持辅助	EyeSight 安全辅助系统
日产	车企	改装聆风电动车	2017 年 2 月	伦敦	测试搭载无人驾驶技术的改装聆风电动车	未透露
苹果	IT 巨头	雷克萨斯 RX450h	2017 年 4 月	加州公路	测试将包括低、高速行驶，急转弯，瞬间加速等 7 个项目	Velodyne Lidar 的 64 通道激光雷达，至少两个雷达和一系列相机
三星	IT 巨头	定制的现代汽车	2017 年 5 月	韩国普通公路（非测试公路）	在真正公路上测试改装后的无人驾驶汽车	基于人工智能和深度学习的顶级传感器和计算机模块等
捷豹路虎	车企	揽胜运动版	2017 年 6 月	纽尼顿 Horiba 测试中心	在迂回的道路及交叉路口完成自动驾驶，与交通指示灯进行互联，测试场	4 级自动驾驶技术

					完全模仿城市道路	
百度	IT 巨头	奇瑞 EQ5 台， 比亚迪 3 台	待定，测试时间段躲避上下班交通高峰期	三段测试道路：北清路沿线道路，北清路永丰基地周边道路；永丰路，西北旺北路，西北旺东路，后厂村路矩形区域	车辆启停、转向等行驶控制，给定车道轨迹情况下的循迹无人驾驶，红绿灯识别，障碍物避让	为每辆车都配备安全员，在意外情况发生时及时接管车辆

无人机

此外，无人驾驶还可以被应用在航空，特别是无人机领域。按照应用领域，无人机可分为军用、商用和民用消费级三类。大疆的最先爆发，拉开了消费级市场厮杀的序幕。一是多家 TMT 巨头企业开始涉足无人机业务，比如高通、Intel、百度、小米、腾讯等企业都在近年投资或自身成立无人机研发中心；二是互联网精英、行业体制内团队离职创业，比如前联想高管陈文晖创办了飞马，前中科院出身的 80 后博导齐俊桐也在 2015 年正式跳出体制，成立一飞。一飞核心团队自 2004 年起在中科院进行核心技术的积累，在国内率先提出为无人机造“大脑”的概念。在成就了多个国内商用无人机的首次应用后，于 2015 年在天津开发区正式挂牌成立。目前，企业产业线已覆盖无人机通航整机、多冗余度飞控、大数据云平台、APP 管理运营、无人机培训设备、无人机试飞空域等多个方面，成为中国首家覆盖商用整体产业链的无人机民企。一飞现在已经将更多精力投入到云计算、大数据等前沿领域并研发出国内较大商业规模的无人机云平台——百思智云和手机 APP 百思农场。

7.5.5 典型企业

智能驾驶产业链概述

随着技术的迭代出新，大数据、人工智能、云计算等众多概念不断更新着人们的需求，汽车行业固有的产业链也随之改变，以开发无人驾驶系统、视觉传感器为代表的企业加入这条产业链中。目前无人驾驶行业尚未形成固定模式，科技巨头在带领行业，但分析认为，未来仍然是以汽车品牌为主导，各层级合作为主要流程。

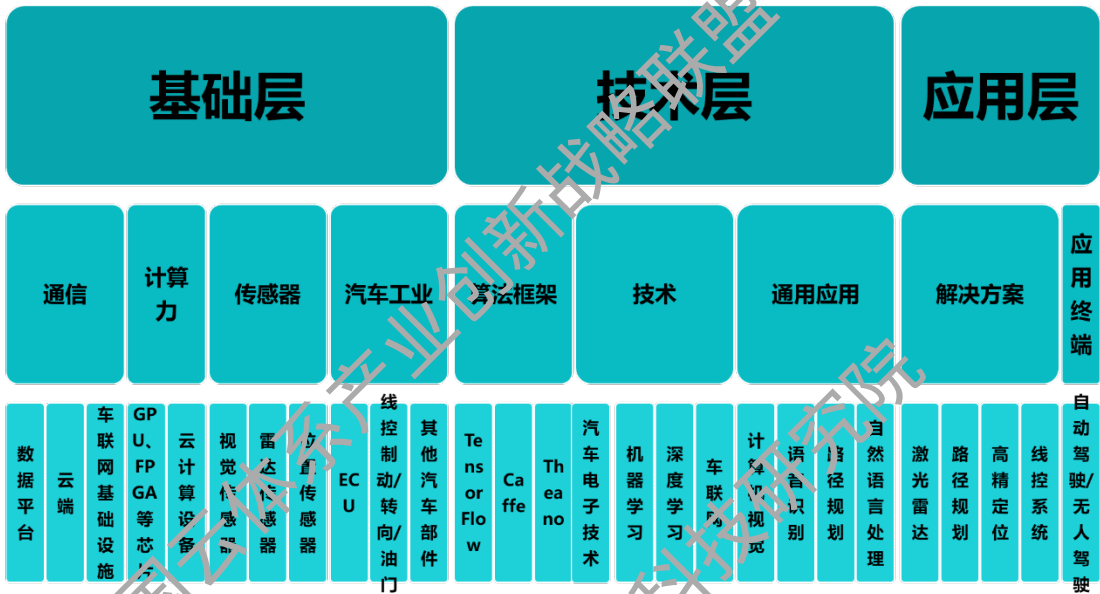


图 49 智能驾驶产业链

中游市场是无人驾驶的核心领域也将是最火热的赛道，其中感知层和定位层主要用到了传感器和车联网技术，而决策层则主要用到了计算机视觉和深度学习等技术。计算机视觉行业早已受到资本的青睐。在无人驾驶中，以摄像头、激光雷达为代表的项目也有较好的发展前景。算法方面，国内涌现出众多初创团队，他们在尝试研究出标准化、通用式的产品模型。出行服务行业在中国飞速发展，有成熟的商业模式，在无人驾驶的赋能下将会产生更大的价值。随着无人车的普及，单车智能可能会受到冲击，V2X 互联化无人车是未来方向。

BATJ 纷纷入局

智能驾驶领域重要性使国内外各科技巨头纷纷投入布局。

百度无人车项目由百度研究院主导研发，其技术核心是“百度汽车大脑”，包括高精度地图、定位、感知、智能决策与控制四大模块。百度是国内最早开展自动驾驶业务的企业，早在 2013 年就开始在自动驾驶上布局，2015 年 12 月，在北京进行了高速公路和城市道路的全自动驾驶测试，进而让其自动驾驶战略浮出水面。2016 年 9 月拿到加州自动驾驶路测牌照，是拿牌最早的中国企业，2016 年 11 月在浙江乌镇开展普通开放道路的自动驾驶汽车试运营。此外百度还投资了专注自动驾驶重要传感器——激光雷达的明星公司 Velodyne。不论是 AI 技术、高精地图、车辆集成能力、路测数据、路测里程，百度的积累都很扎实，在全球也属于领先地位。在美国市场研究机构 Navigant Research 2018 年初发布的“无人驾驶技术排行榜”中，凭借“阿波罗计划”，百度的排名从“挑战者”分类的末尾升到了“竞争者”分类里的前几名。



图 50 智能驾驶公司发展分布

目前，百度“Apollo”平台的合作伙伴已达 100 家。在百度“Apollo”的合作伙伴中，有排行前十的一汽、长安、北汽新能源，奇瑞、江淮、长城这样的主力车企，

有大陆、博世、英伟达等零部件巨头，还有出行公司、传统汽车电子供应商、自动驾驶核心零部件公司、自动驾驶技术集成商、自动驾驶社区和底层软件平台等等。

相比于百度的大力研发，腾讯采用了“内外竞争”和“投资与内部发展并举”的策略。腾讯对于无人车的态度是希望把智能网联汽车看做入口，以完成自身游戏、设计、内容方面的流量输送，而并非亲力亲为，聚焦无人驾驶车本身。腾讯在 2016 年下半年成立了自动驾驶实验室，同年底与上海国际汽车城签署战略合作框架协议，在自动驾驶以及车联网等展开合作。腾讯目前已经入股了特斯拉，新造车方面投资了蔚来和威马汽车，自动驾驶方面也投资了硅谷的明星公司 Drive.ai，腾讯和广汽、长安都达成了合作。产品思维一直是腾讯的固定风格：先布局、再应用，用最简单的方式解决最复杂的问题。在智能驾驶领域也是如此，马化腾在全球汽车 AI 大会上，将自己定位为一个“卖水者”，意在成为高精尖技术和接地气应用之间的连接器。

相比于另外两家，阿里的布局相对较晚，准备也更为充分。最初阿里与上汽在车载互联网系统方面展开合作。随后开始了 L4 及以上级别的自动驾驶技术研究，目前已有车辆搭载该系统上路，进行常态化路测，并具备了开放路段测试的能力，另有几十辆正处于开发过程当中。该自动驾驶技术由阿里巴巴人工智能实验室首席科学家王刚教授率领研发，能够实现车辆行驶完全由系统操控，在绝大多数的场景下都无需人工干预。2018 年 1 月，在国际最大的自动驾驶计算机视觉算法集 KITTI 道路场景分割排行榜上，阿里人工智能团队 iDSF 揽获了三项分割任务第一，其展示了阿里在行人检测、行人再识别两项核心基础技术上的实力，这项技术允许系统自动分辨路上的行人，可以用于阿里云 ET 城市大脑的检测，同时它的视觉能力，也可以作为在自动驾驶方面也作为技术储备。除此外，阿里旗下也手握数家科技公司——高德地图宣布进入顺风车领域，已经率先在成都和武汉两地上线；菜鸟物流已经展示过基于多传感器的自动配送车，技术方面完全可以移植到无人驾驶乘用车领域；阿里还和上汽集团成立子公司，打造了车联网的斑马网络。斑马网络可以说走在了所有竞争对手的最前排——目前已经有超过 25 万辆车在路上行驶，每天都在贡献数据和更新迭代。同时，阿里也投资了多家人工智能领域的独角兽企业。其中包括旷视科技和商汤科技这样的技术型公司，也有寒武纪、深鉴科技和 Kneron 这样的 AI 芯片公司。阿里对于无人驾驶的定位是其物联网布局的一部分，介于电商的基因，其初衷只是希望通过“迷你无人车”来解决物流的最后一公里问题。

京东在智能驾驶领域与阿里类似，正在着力研发和测试无人配送车，而并非个人出行领域。华为的投入主要在于车联网创新中心与诺亚方舟实验室。其中，前者隶属于华为 2012 实验室中央研究院，研究方向包括了先进驾驶辅助、精准定位感知、车联网等，特别是华为处于行业顶端的 5G 通讯技术，对于车联网传输速度的改善拥有重要意义。而诺亚方舟实验室，是与中央研究并列的二级实验室，专注于人工智能和大数据。

科技创业公司发起挑战

由于汽车生产产业链很长，技术标准很高，因此汽车生产的门槛相对来说比较高。中小互联网公司通常不会选择这种商业化途径。在传统汽车企业解决的是生产问题时，互联网公司解决的是智能化问题。传统汽车公司拥有成熟的产业链，供产销配合紧密，行业稳定，同时拥有品牌优势、资金优势，在未来的无人车行业仍是主导地位。而由于互联网企业拥有更多的社会资源和科技人才储备，在解决无人驾驶智能化问题拥有天生优势。除了科技公司，产业链下游将是服务型互联网企业的主战场，智能公交、共享汽车、网约车，甚至电商物流、外卖快送、旅游都将迎来新机遇。

虽然无人驾驶落地还有一段距离，但是人为主导的自动驾驶离我们并不遥远，紧随奥迪、宝马等国际车企的步伐，如今国内车企也纷纷加大无人驾驶技术的研发。根据媒体的报道，包括一汽、上汽、长城、北汽、长安共 5 家车企此前已展示了配备初级阶段辅助驾驶、低速自动驾驶等技术的样车。此外，包括路畅科技、万安科技、中茵股份、华域汽车、均胜电子等汽车零部件生产厂商也加入到无人驾驶研发之中。科创类公司往往针对某一具体领域深入研究，并寻求与传统车企的合作，将其技术嵌入汽车生产环节，根据融资情况，将国内无人驾驶行业的典型企业总结如下：



图 51 智能驾驶公司示例

7.6 智能搜索

7.6.1 综述

在纸质书籍时代，人们查阅信息只需要翻看目录就可以将目标缩小在几十页中，对于检索的需求很低，信息量也不大，给了人们很多遐想的空间。而处在人人都在谈论物联网、云计算、人工智能的今天，无所不在的移动设备、RFID、无线传感器每分每秒都在产生数据，数以亿计用户的互联网服务时时刻刻在产生巨量的交互，要处理的数据量大大增加了，在 2017 年精英制造大会上，Intel 预测到 2020 年全球的数据量将达到 44ZB（1ZB=10 亿 TB=1 万亿 GB）。搜索引擎的诞生和发展是互联网时代人们对于爆炸增长的信息量的一种反应。

在互联网发展初期，大多数用户对于互联网的应用仅限于电子邮件。随着 WWW 相关协议和产品的逐渐成熟，网站拥有者制作和发布网页信息的成本快速下降，个人计算机和图形化浏览器的普及又使得普通用户浏览信息的成本大大减少。加上网络基础设施的不断完善，网络带宽逐渐变大，人们能够接触更多的信息，正是在这种背景下，一大批出色的搜索引擎公司和产品出现了。

搜索引擎的发展主要经历了 4 个时代：分类目录、文本检索、链接分析、用户中心。

分类目录

分类目录时代也成为导航时代，hao123 是这种检索模式的典型代表，通过人工收集整理，分门别类地将高质量的网站和网页呈现出来。这种纯人工的方式虽然能够保证被收录网站的质量，但可扩展性不强，对于互联网初期信息量较小的场景还能勉强应付，但随着网络资源的日益丰富，这种模式的弊端逐渐显现出来。

文本检索

文本检索时代广泛采用了布尔模型、向量空间模型和概率模型等经典信息检索模型，用以计算用户查询关键词与网页文本内容的相关程度，早期的搜索引擎大多采取这种模式。相比于分类目录时代，应用了信息检索模型的搜索引擎能够收录更多的网页，并将网页内容与客户查询需求进行匹配排序，但由于忽略了网页间的链接关系，因而其搜索结果质量并不是很高。

链接分析

针对上一代搜索引擎存在的问题，链接分析时代的搜索引擎对网页之间存在的链接关系进行了深入分析，特别是挖掘了网页链接所代表的含义。网页链接代表了一种推荐关系，通过链接分析可以找出重要的网页，这种对于网页重要性的衡量实质上是对网页流量的衡量，此类搜索引擎通过综合考察网页流动性和内容相似性以改善搜索质量。这一时代比较有代表性的是 Google 率先提出并采用的 PageRank 链接分析技术，吸引了学术界和商业搜索引擎的关注。随后学术界对这一算法做出了一定的改进，目前几乎所有的商业搜索引擎都采取了链接分析技术。采用链接分析技术能够很好的把握网页之间的相关关系，改善搜索结果质量。但这种搜索算法也存在两大弊端，一是有些网站根据链接分析算法有针对性的采取一些链接作弊方案以获取更高的排名，降低了用户的搜索体验；二是这一代搜索引擎没有考虑用户搜索的个性化需求，一定程度上存在千人一面的问题。

目前，随着人工智能与搜索引擎的结合日益紧密，商业搜索引擎逐渐实现了从第二代到第三代的跨越，以理解用户需求为核心，充分考虑不同用户搜索的个性化需求。针对不同用户、同一用户在不同时间和场景下的搜索行为进行个性化的索引

和推荐。应用人工智能技术提供的语义识别和知识图谱技术能够更加精确的理解用户在极其简短的关键词背后所要表达的真正含义,这也是目前大多数商业搜索引擎致力于解决的问题。为了获取用户的真正需求,搜索引擎公司往往会利用用户发送查询词时的时间和地理位置信息、利用用户过去发出的查询词及相应的点击记录以及历史信息等技术手段获取更多的信息以进行更加精确的预测。

7.6.2 核心技术

搜索引擎在设计中有三个维度的目标:全面性、时效性和准确性。

全面性是指被检索数据库中收录了多少网站和网页,是就其索引的网页数量而言的,由于网络中存在大量的信息,目前的商业搜索引擎都只是覆盖了互联网页面的一部分,这也解释了为什么同样的关键词在不同的搜索引擎中搜索会获得不同的结果,除了推荐算法不同外,数据库的内容也有所区别。搜索引擎可以通过完善爬虫和云存储技术提高搜索的全面性。

时效性是指检索的速度,许多搜索引擎的技术方向都是为了实现这一目标而发展的,例如索引、索引压缩、云存储、爬虫、网页去重、缓存等。对于用户提出的搜索指令,搜索引擎并不需要每一次都重新检索,而是会将一部分搜索频次较高的检索结果缓存下来,这样一定程度上能够提高检索速度,而对于较为生僻的词条则需要进行一次完整检索,耗时就会长一些。

准确性是指搜索引擎能够精确地找出用户需要的有效信息,这是搜索算法优化最为核心的目标,也是应用人工智能能够带来提升最大的目标。通常用户在使用搜索引擎时输入的查询信息很短,平均长度约 3 个单词。

优秀的搜索引擎往往需要复杂而精密的算法才能实现对于海量数据的有效检索,不同的搜索引擎为了提供优秀的搜索体验往往会对标准化的算法进行改进,但总的来说搜索引擎大多包含前台和后台两部分架构。后台部分,搜索引擎首先将来自互联网的海量数据爬取到本地,随后对这些数据进行比对分析和去重,经过网页去重后就得到了搜索结果的“原材料”。

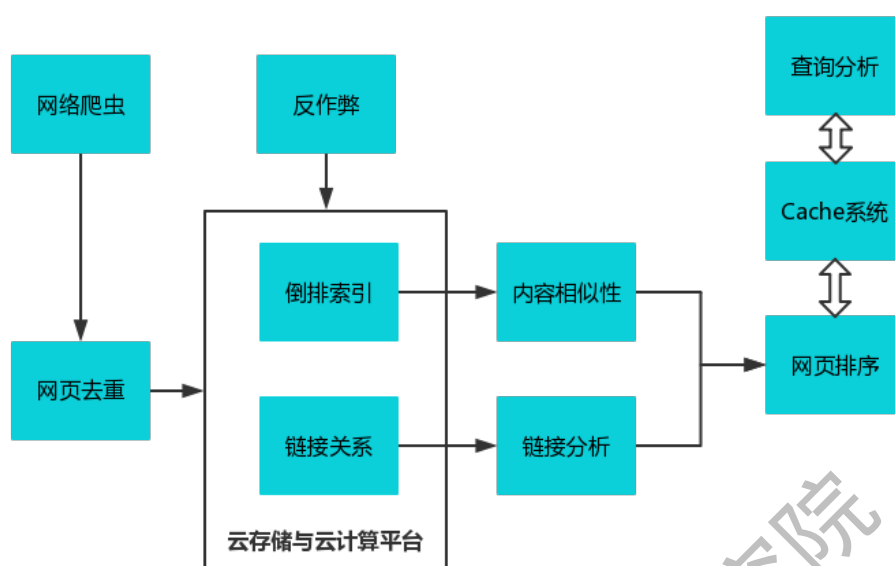


图 52 搜索引擎的技术架构

随后，搜索引擎会对网页进行解析，抽取网页的主干信息和相关链接，并通过倒排索引的方式保存网页内容，同时也要对网页之间的链接关系进行保存以分析网页的重要性。如前所述，为了提高用户的搜索效率，因而搜索引擎不仅要保存网页原始信息，还要保存一些中间处理结果，因此需要云存储、云计算和大数据技术的支撑。以上环节并不涉及实时计算，因而可以由计算机在后台完成。而搜索引擎与用户交互的部分就是它的前台计算系统。在后台数据部门储存了海量网页信息并进行一定处理后，当用户将检索词输入到搜索引擎后，搜索引擎需要根据检索词、用户的搜索习惯、用户所在的时间和地点等信息对用户的真正意图做出判断。随后根据这一结果在缓存中进行查找，如果缓存系统中信息能够直接满足用户需求，则直接调用缓存中的检索记录，这样不仅能够做到快速输出检索结果，同时也能优化对计算能力的使用。而对于缓存内容不能直接满足用户需求的情况，则使用搜索引擎的排序算法对云存储中的网页信息根据网页相似性和网页重要性进行排序，输出搜索结果。除此之外，反作弊系统能够甄别部分网页通过作弊手段提升排名的情况，提升用户的搜索体验。随着搜索引擎整体架构的成熟和完善，反作弊系统在维护用户权益方面的重要性日益突出。

人工智能为搜索引擎赋能

结合智能搜索的技术架构以及近些年人工智能的发展，我们可以看出，在搜索引擎技术从链接分析时代走向用户中心时代的过程中，人工智能不断为智能搜索技术赋能。

第一，人工智能改变了搜索的对象。在过去相当长的时间段内，搜索的对象以文本为主，无论用户搜索的是什么内容，输入的信息几乎都是文本，搜索是在结构化数据中展开的，深度学习技术使得计算机能够对不同图像进行处理，找寻其中的共同点，极大的提升了以图搜图的效果，应用类似的原理还可以实现听音识曲等功能，实质上都是根据一定特征对现有数据集的一种检索工具。人工智能技术对于信息强大的识别和分析能力极大的扩展了搜索对象的范围。

第二，人工智能改变了搜索的方式。无论是文本检索时代还是链接分析时代，用户往往需要在搜索终端输入关键词才能获取到相关信息。而语音识别、语义识别技术的发展可以使用户通过语音进行搜索，甚至采用对话的方式与搜索终端进行交流，这极大的丰富了搜索引擎的便捷性，使搜索引擎能够在更多场景下发挥作用。此外，自然语言处理技术的应用还使搜索从一个单向线性的过程变成了动态可交互的过程。过去用户需要对关键词进行检索，而现在可以输入给计算机一个问句，由人工智能完成关键词的提取并进行进一步的检索和排序。用户除了在搜索端口进行搜索外，还可以在移动终端上通过 APP 与智能客服交流完成检索。目前很多智能对话机器人产品都已经嵌入了搜索功能，给检索行为带来了全新的形式。

第三，人工智能改变了搜索的范围。云存储、云计算等技术使搜索引擎能够储存更多的网页内容，搜索引擎的全面性和时效性一定程度上是存在矛盾的，在计算力一定的基础上，搜索的范围越广，需要的时间也就越长。如果希望同时提高搜索的全面性并且提高搜索引擎的速度的话，就需要在后台提前进行检索并将结果存储在云端，这就需要人工智能在后台进行自检索，通过大数据找到用户搜索的规律，将搜索频次较高的信息提前整理好，以备用户搜索时直接调用。

第四，人工智能改变了搜索的技术。搜索引擎需要在后台检索哪些词汇，什么样的搜索结果是用户希望得到的，这些则需要应用数据挖掘技术对现有的搜索记录进行分析。随着数据量和搜索量的不断扩大，机器学习和数据挖掘又将搜索引擎推

向了新的高度，近些年涌现出启发式搜索算法、智能代理技术、自然语言查询等优秀算法都在不同程度上推动了搜索引擎产品的发展。

第五，人工智能改变了搜索的体验。目前搜索引擎趋势主要包含三部分：大数据、搜索实时个性化和机器学习。除了前面已经提到的大数据和机器学习外，实时个性化能够极大的提高搜索引擎使用的个体消费体验。现在许多搜索引擎公司不仅拥有搜索引擎一个产品，而是有众多包括社交媒体、视频网站、通讯工具等方方面面的产品。用户在使用这些产品时使用同一个账号就会在多个侧面留下信息，给计算机刻画用户的形象、习惯提供了数据基础，而通过人工智能对用户进行全方位的分析后就可以使搜索引擎更加了解用户，更容易得到用户想要的搜索结果。

7.6.3 主要产品

海外市场

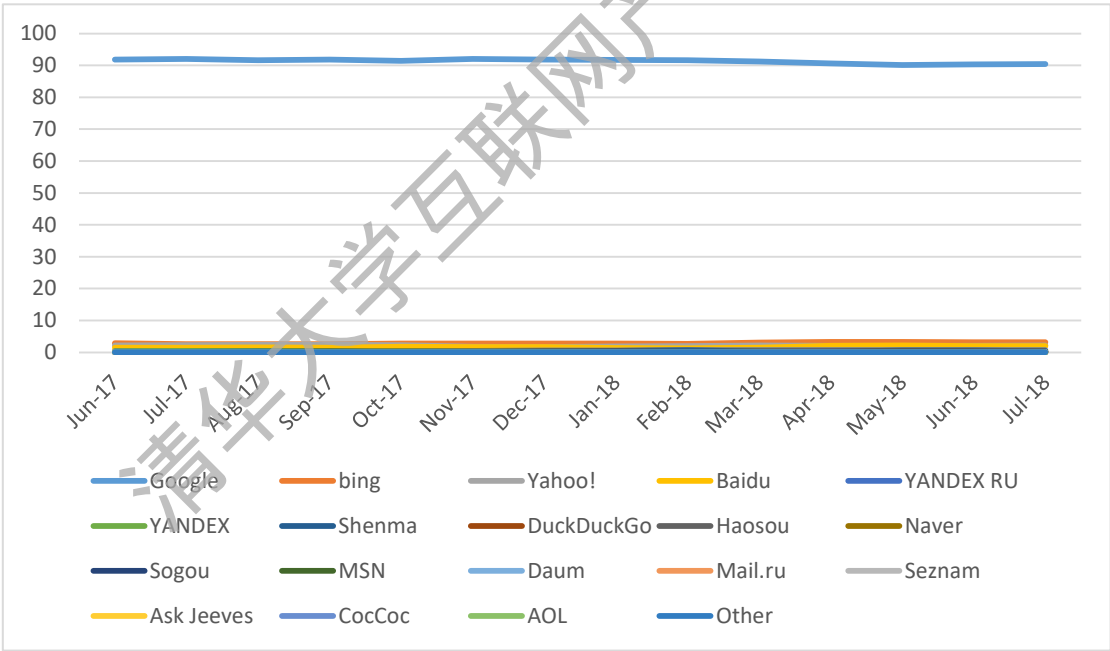


图 53 2017 年 6 月至 2018 年 7 月世界范围搜索引擎市场份额

目前较为大型的搜索平台主要有谷歌、必应、雅虎、百度和 Yandex。

1、搜索起家、一枝独秀的谷歌

由上图可知自 2010 年以来谷歌在搜索引擎市场中始终占据绝对领先地位，市场占有率在 90% 左右。谷歌搜索引擎是谷歌公司的主要产品，也是世界上最大的搜索引擎之一，由两名斯坦福大学的理学博士生拉里·佩奇和谢尔盖·布林在 1996 年建立。他们开发了一个对网站之间的关系做精确分析的搜寻引擎，此搜索引擎的精确度胜于当时使用的基本搜索技术。当时项目被称作 BackRub，因为系统会检查 backlinks（反向链接），以评估站点的重要性。Google 搜索引擎以简单，干净的页面设计和最有关的搜寻结果赢得了因特网使用者的认同。搜索页面里头的广告以关键字的形式出售给广告主。为了要使页面设计不变而且快速，广告以文本的形式出现。谷歌搜索引擎每天需要处理 2 亿次搜索请求，数据库存有 30 亿个 WEB 文件。它拥有网站、图像、新闻组和目录服务四个功能模块，提供常规搜索和高级搜索两种功能，并且支持 132 种语言，为世界上多个国家的人所接受。

紧随其后的是微软必应搜索引擎，市场占有率在 3.24%。

2、技术驱动、奋力追赶的必应

微软必应（英文名：Bing）是微软公司于 2009 年 5 月 28 日推出，用以取代 Live Search 的全新搜索引擎服务。为符合中国用户使用习惯，Bing 中文品牌名为“必应”。2013 年 10 月，微软在中国启用全新明黄色必应搜索标志并去除 Beta 标识，这使必应成为继 Windows、Office 和 Xbox 后的微软品牌第四个重要产品线，也标志着必应已不仅仅是一个搜索引擎，更将深度融入微软几乎所有的服务与产品中。在 Windows Phone 系统中，微软也深度整合了必应搜索，通过触摸搜索键引出，相比其他搜索引擎，界面也更加美观，整合信息也更加全面。2017 年 3 月，微软人工智能（小冰）和必应搜索（大冰）整合开始，微软大小冰“合体”，通过此举微软将搜索引擎人工智能对话机器人与搜索引擎结合起来，在技术上进一步追赶行业先驱谷歌。

3、起步较早、几经浮沉的雅虎

雅虎是最老的“分类目录”搜索数据库，也是最重要的搜索服务网站之一，在全部互联网搜索应用中所占份额达 36%左右。所收录的网站全部被人工编辑按照类目分类。其数据库中的注册网站无论是在形式上还是内容上质量都非常高。1999 年 9 月，雅虎网正式开通。2004 年 11 月，Yahoo 发布搜索竞价产品线，雅虎中国成为中国最大、最综合的搜索营销服务提供商。2003 年 3 月，雅虎完成对 Inktomi 的收购，成为 Google 的主要竞争对手之一。2005 年，阿里巴巴和雅虎全球达成战略合作，全资收购雅虎中国，并更名为阿里巴巴雅虎。阿里巴巴宣布未来阿里巴巴雅虎的业务重点全面转向搜索领域。2006 年 1 月 16 日，阿里巴巴雅虎推出其知识搜索产品——“知识堂”公测版。2006 年 5 月 18 日，阿里巴巴雅虎推出全球首个专门针对世界杯的垂直搜索项目雅虎世界杯搜索，据悉这是搜索技术首次引入体育领域。2006 年 8 月 15 日，雅虎搜索新产品正式推出，新产品包括两方面：一方面雅虎首页围绕社区化搜索进行调整，另一方面雅虎专业的搜索引擎独立域名正式启用，满足个人化搜索的需求。2007 年 6 月 5 日，在中国雅虎推出全球首个实现了“一页到位”全新体验的搜索平台 OmniSearch，开始向着智能化的搜索领域前进。2014 年，雅虎宣布将关闭搜索引擎 YahooDirectory，以及 YahooEducation、视频分享 Qwiki 等服务，并在一年后决定关闭包括雅虎地图在内的一系列服务。雅虎正在对业务进行调整，从而专注于搜索和数字内容。

国内市场

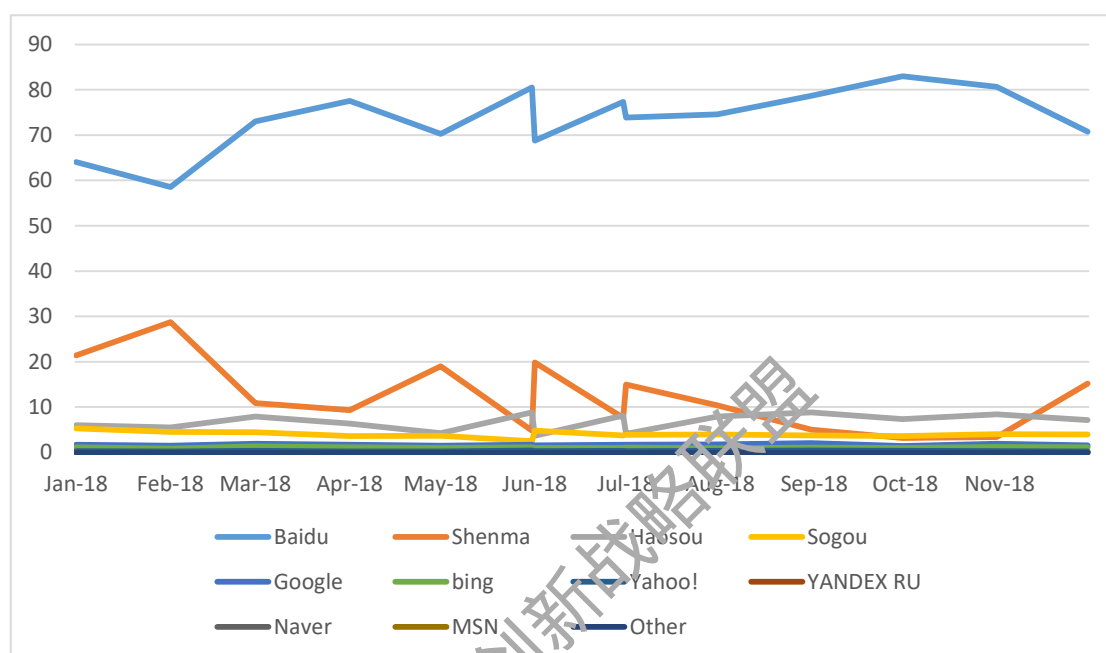


图 54 2017 年 6 月至 2018 年 7 月中国范围搜索引擎市场份额

1、PC 端百度独领风骚，并不断扩大先发优势

虽然在世界市场上，谷歌、必应和雅虎是行业的领头羊，而在中国，百度则占有绝对领先的地位。由上图可见，百度的市场占有率自 2010 年后整体上呈波动上涨的趋势，目前市场占有率在 70% 左右。由于百度在中文语义识别上具有一定优势，土生土长的中国企业更加符合国人的搜索习惯，对于其思维方式、文化传统等具有更深的理解，同时谷歌搜索离开中国，更是使得百度在国内市场一家独大。

2010 年 1 月 12 日，Google 公司声称遭中国的黑客攻击，暗指这些黑客攻击具有政府官方背景，并透露在中国业务方面与中国政府的冲突。长期以来以接收中国政府行政命令标志的红头文件的形式配合审查让 Google 相当不满，一直对中国政府的审查要求消极执行。表示希望以更加西方化的法律框架下的类似法院判决书的形式配合审查。将与中国政府在此方面进行谈判，有可能选择退出中国大陆市场。Google 内部也有不同声音，Google 总裁施密特不赞同退出中国市场，但 Google 两位工程师出身的联合创始人对这种审查十分坚决地表示拒绝忍受，宁愿为此放弃中国市场份额。同年 3 月 23 日，谷歌中国声明因“遭受中国黑客攻击”和“网络审查”决定退出中国市场。

2013 年 11 月，根据斯诺登提供的关于“棱镜门”事件的资料，谷歌等公司甚至一直在为美国政府提供数据浏览权限。对于这种“两面态度”，中国政府表示不满。2014 年 5 月 27 日，由于中美之间就网络安全问题再起冲突，大陆用户彻底无法访问 Google 所有国家和地区的域名。同时，除翻译服务以外，中国大陆的 Google 服务器也停止了所有服务。大陆用户目前只能通过 IP 访问境外的谷歌服务器。在这种背景下，百度搜索成功抓住了机遇，迅速吸收了中国大陆的原谷歌搜索用户，并发展出了自己的特色，即研发型道路，在 2017 年 WSJ.D Live 大会上，李彦宏曾透露每年把 15% 的营收用于研发，大约为人民币 100 亿元，这种对于研发的持续投入渐渐成为了百度在中国互联网领域的核心竞争力。

2018 年 5 月 26 日，在中国国际大数据产业博览会上，百度创始人李彦宏宣布，百度推出全新智能搜索 APP——简单搜索。“简单搜索”可以依靠声纹识别技术，识别成人与少儿，并在识别用户为少儿时，智能开启少儿模式，打造健康纯净、对少年友好的网络环境。依托百度 AI 人工智能技术，“简单搜索”可以实现语音搜索、图像识别、语音直达、多轮对话、语音播报等多种新一代搜索功能。“简单搜索”主要有两个特点，其一是人工智能，可以对语音、图像、自然语言的精确理解。同时不同人在进行搜索也会展示不同的结果，比如成人和儿童的声音搜索就会通过检测声音展示不同的结果。更让人期待的是，“简单搜索”的第二个特点：没有广告。诚然，百度在技术光环下也深受广告问题的困扰，出现了魏则西事件、血友病贴吧事件，医疗竞价广告风波等等，广告作为百度重要的营收支柱，现在以及可见的未来都是难以割舍的存在，百度此举一定程度上是在革自己和整个行业的“命”。无论智能搜索引擎向哪个方向发展，我们都可以认定，中国智能搜索引擎的发展进入了崭新的一页。

2、移动端市场分散，神马搜索增长迅速

在国内市场的 PC 端，百度搜索占据了绝对的领先地位，而移动互联网时代的搜索引擎市场则比较混乱，除百度、搜狗、360 搜索、豌豆荚之外，UC 和阿里联合出品的神马搜索也有较好的增长趋势。2010 年，UC 优视就推出了“搜索大全”，这是 UC 在移动搜索领域的初次探索，也是神马搜索的雏形。之后持续招募产品技术团队，并在 2013 年秘密整合了阿里巴巴“一搜”的团队和业务，以及原百度的一

支技术专家团队，同时引入来自 Google、微软、雅虎、360 等公司的搜索产品技术专家，进一步加速了移动搜索业务的推进。2014 年 4 月 28 日，UC（优视）正式宣布与阿里巴巴合作共同发布旗下移动搜索引擎品牌——神马搜索。2015 年 3 月 11 日，神马搜索与北京云知声信息技术有限公司达成战略合作，将共同探索语音搜索创新，以满足智能移动硬件设备用户需求。

现阶段，用户只需要使用搭载了云知声平台的手机，通过语音说出搜索关键词，神马搜索就可以通过云知声语音识别和转换技术搜索用户所需内容。考虑到云知声的识别服务云平台已应用于不少移动可穿戴、车载导航设备，双方的合作未来很可能会扩展到智能硬件领域。在产品上，神马已经开发出了 App 搜索、购物搜索、小说搜索三个针对移动搜索刚需的特色功能，并形成了良好的口碑。2015 年 8 月，酝酿已久的神马搜索一站式生活服务平台（qia.sm.cn）全新上线，将自己定位“信息和服务的交换机”，与合作伙伴互动互通，构建一套全新的 O2O 平台生态。同年 10 月，阿里巴巴召开了旗下移动搜索品牌“神马搜索”的品牌发布会，在会上宣布，推出了全新的移动搜索交互产品——“蓝光模式”，该模式具有交互 APP 化、聚合高质量内容、移动场景精准匹配等特点，将人工智能客服与搜索引擎整合，使其在移动端的角逐中拼下一席之地。

7.6.4 典型企业

谷歌

Google 有限公司，是美国 Alphabet Inc. 的子公司，业务范围涵盖互联网广告、互联网搜索、云计算等领域，开发并提供大量基于互联网的产品与服务，其主要利润来自于 AdWords 等广告服务。Google 由在斯坦福大学攻读理工博士的拉里·佩奇和谢尔盖·布林共同创建，因此两人也被称为“Google Guys”。1998 年 9 月 4 日，Google 以私营公司的形式创立，目的是设计并管理互联网搜索引擎“Google 搜索”，其宗旨是“整合全球信息，供大众使用，使人人受益”，非正式的口号则为“不作恶”（Don't be evil）。在 2015 年 8 月，Google 宣布进行资产重组。重组后，Google 划归新成立的 Alphabet 底下，此举同时把 Google 旗下的核心搜索和广告业务与 Google 无人车等新兴业务分离开来。

据估计, Google 在全世界的数据中心内运营着上百万台的服务器, 每天处理数以亿计的搜索请求和约二十四 PB 用户生成的数据。Google 自创立起开始的快速成长同时也带动了一系列的产品研发、并购事项与合作关系, 而不仅仅是公司核心的网络搜索业务。Google 公司提供丰富的线上软件服务, 如云硬盘、Gmail 电子邮件, 包括 Orkut、Google Buzz 以及 Google+在内的社交网络服务。Google 的产品同时也以应用软件的形式进入用户桌面, 例如 Google Chrome 网页浏览器、Picasa 图片整理与编辑软件、Google Talk 即时通讯工具等。另外, Google 还进行了移动设备的 Android 操作系统以及 Google Chrome OS 操作系统的开发。信息分析网站 Alexa 数据显示, Google 的主域名 google.com 是全世界访问量最高的站点, Google 搜索在其他国家或地区域名下的多个站点 (google.co.in、google.de、google.com.hk 等等), 及旗下的 YouTube、Blogger、Orkut 等的访问量都在前一百名之内。

谷歌公司以搜索引擎起家, 初期以搜索和广告收入作为主要营收来源, 为了更加精准的投放广告, Google 不断实施各种新的手段。例如 Google 在收购DoubleClick 后获取技术, 得以获取用户兴趣和确定广告目标。Google Analytics 可以让网站站长们查看并追踪访问者在何时, 以何种方式访问自己的网站, 如检查某一页面上所有链接的点击等。Google 的广告系统由两个部分组成, 通过第三方网站来放置。AdWords 为广告客户提供在网络中展示广告的服务, 按点击或显示收费。而 AdWords 的姊妹项目 AdSense, 允许网站站长在自己的网页中提供广告展示的位置, 并参与分成。

Google 抓取了数十亿的互联网网页, 因此用户能通过搜索关键词等操作较为轻松地获取想要搜寻的信息。除了最基本的文字搜索功能之外, Google 搜索还提供至少 22 种特殊功能, 如同义词、天气预报、时区、股价、地图、地震数据、电影放映时间、机场、体育赛事比分等。Google 搜索在搜索与数字相关的信息时又会有另一些特殊功能: 如单位换算、货币换算、数字运算、包裹追踪、地区代码。同时, Google 也为搜索页面提供语言翻译功能。2011 年, Google 先后推出语音搜索和图片搜索。除此之外, 谷歌还开发了 Gmail、Google 文档、Google 日历等工作工具和企业产品。在社交网络方面, 谷歌也有建树, 2011 年推出的 Google+已经成为世界上排名前五的网络社区, 此前谷歌还收购了视频分享网站 Youtube。操作系统方面, Android 于 2005 年被 Google 收购, 并发展为 Apache 许可证下的开源项目, 同时 Google 为开发者们提供了软件开发工具包以便开发出在 Android 手机

上运行的应用，并拉拢了世界上多家手机制造商、电信运营商、软件开发商等，组建了开放手机联盟以共同开发 Android 系统。安卓系统的开发和应用使谷歌在移动端大放异彩，成为了移动端的微软，能够与苹果开发的 IOS 系统分庭抗礼。软件层次上，谷歌作为安卓系统的开发者，提供了一系列基础应用程序，使手机具有通话、网页浏览、社交等功能。

谷歌在软硬件两个层次上的布局使其产品已经覆盖大部分互联网产业链条，用户在各个应用上产生出来的数据都会被记录下来，并使用数据挖掘技术对用户的偏好进行分析，以便进行更加精准的广告投放和提供更加符合用户意图的搜索结果。谷歌作为世界顶尖的科技巨头企业，在链接分析时代极大的推动和领导了搜索引擎技术的发展。随后的商业布局无论是自研还是收购都具有明确的战略目标，并且依靠技术而非资本驱动，因此才有了超过 90% 的市场占有率。

百度

百度公司是一家主要经营搜索引擎服务的互联网公司，百度搜索引擎于 1999 年底在美国硅谷由李彦宏和徐勇创建。致力于向人们提供“简单，可依赖”的信息获取方式。“百度”二字源于中国宋朝词人辛弃疾的《青玉案·元夕》诗句：“众里寻他千百度”，象征着百度对中文信息检索技术的执著追求。目前是国内最大的商业化全文搜索引擎。百度搜索引擎由四部分组成：蜘蛛程序、监控程序、索引数据库、检索程序。

门户网站只需将用户查询内容和一些相关参数传递到百度搜索引擎服务器上，后台程序就会自动工作并将最终结果返回给网站。百度搜索引擎使用了高性能的网络蜘蛛程序自动的在互联网中搜索信息，可定制、高扩展性的调度算法使得搜索器能在极短的时间内收集到最大数量的互联网信息。百度在中国各地和美国均设有服务器，搜索范围涵盖了中国大陆、香港、台湾、澳门、新加坡等华语地区以及北美、欧洲的部分站点。百度搜索引擎拥有目前世界上最大的中文信息库，总量达到 6000 万页以上，并且还在以每天几十万页的速度快速增长，目前是全球最大的中文搜索引擎。

截至 2018 年 5 月，百度在 Alexa 的排名上位于第四，中国互联网排名第一，占全世界搜索引擎市场份额约 10%，居于第二位。与谷歌比较相似的是，百度也

是一家凭借搜索业务起家的公司，百度公司最初的搜索引擎蜘蛛代号叫做 baiduspider，在此后五年内，MP3 搜索、图片和新闻搜索、百度贴吧、黄页搜索、影视搜索、百度知道相继上线，并且成为了百度的招牌产品，对其核心的搜索功能进行了一定的拓展。2005 年百度在纳斯达克上市，并创下了当时美股上市新股当日涨幅最高纪录。同年，百度推出了百度地图测试版，次年又发布了百度百科、百度空间和百度百科。

除了不断完善自身业务外，互联网巨头百度在 10 年之后也开始了对其他互联网企业的收购，2011 年百度投资成为“去哪儿网”第一大机构股东，2013 年百度收购视频网站 PPS 影音，并完成了 PPS 和百度旗下视频网站爱奇艺的整合。此外百度还对糯米网、91 无线网络公司、易车、中信百信银行等公司进行了战略投资，产业布局涉及较广。

在 BAT 三家中，百度技术基因最强，这不仅因为李彦宏是技术专家出身。因为无论是核心产品的搜索，还是押宝未来的人工智能，汇集的都是全球最前沿的科学技术，这两个方向百度的积累是 BAT 中最强的一家。李彦宏本人不仅是搜索引擎的关键技术超链分析技术的发明人，人工智能方面的 Apollo 平台、语音识别、图像识别也都在全球上能排的到前列。在智能语音方面百度发明专利有 404 项，人工智能方面，百度发明专利也有 1548 项。不完全计算，百度一家的专利数就超过了日本整个国家。

7.7 智能教育

7.7.1 综述

中国教育培训发展的技术驱动力是技术创新更迭快，不断与教育融合，提升教与学的效率。

技术进步是中国教育培训发展的基础，每一次技术的变革都是提升教学效率和教学体验升级的催化剂。互联网的普及与完善使得多媒体教学得以推广，让部分教学活动从粉笔板书中解放出来，提升了教与学的效率，同时也为大范围在线教育提供可能。降低了用户知识获取的成本；语音图像识别、在线测评、互动直播，不仅覆盖了教学活动中的教-学-练-测-评各个环节，丰富了学习场景，而且将用户学习

行为记录下来，为个性化教学、自适应学习提供了数据支撑。未来，当人工智能技术深度融合于教育教学环节时，教学活动各个环节的时间成本将有效释放，高质量的、有效的智能化教学时代将开启。

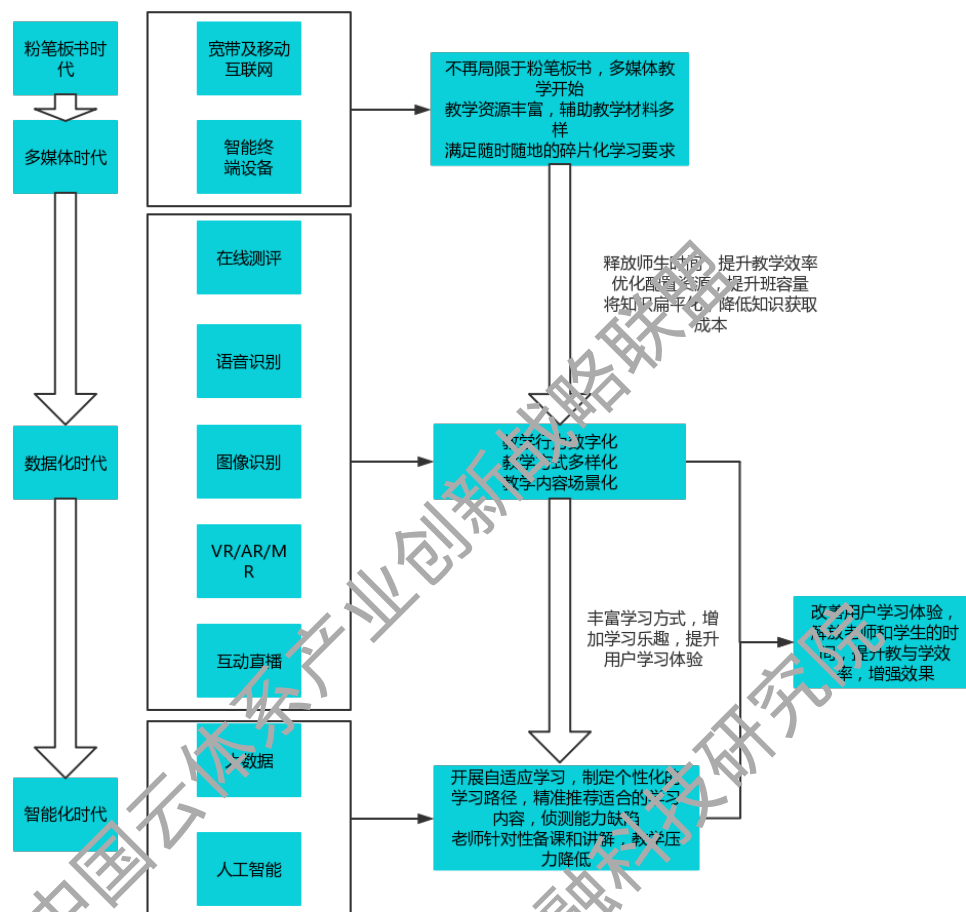


图 55 技术转变教育的三次发展

在技术改变教育的历史上，主要经历过三次浪潮。第一次是从粉笔板书时代进化到多媒体时代，也可以称之为教育信息化。通过智能终端设备的使用以及宽带和互联网的接入，应用传统 IT 设备，如幻灯片、PC、平板电脑以及相关 App 等，使教师在教学过程中提高了课堂效率，让教师和学生以更丰富、更高效的形式沟通。这一阶段主要是线下教育的形式逐渐丰富的过程，也可以看作是传统学校自我改革，提高教学效率的举措。

第二次是从线下教育向线上教育的转变，在线教育从 2013 年下半年开始兴起，互联网通讯技术的发展使传统教育的线下授课和管理线上化，通过互联网方式一定程度上解决了教育资源不平衡的问题，让更多学生可以获得优质教育资源。这对教育机构产生了一定冲击，变革了教育的开展形式，但并未触及教育本身的内容。在

在线教育更多的是互联网企业向教育的进军，然而仅仅是将线下的教学模式迁移到线上对于教育效果的改变并没有那么显著。

而随着深度学习技术、ImageNet 竞赛在图像识别领域带来的突破，以及云计算、大数据和物联网等新技术新理念快速发展的驱动下，人工智能再次爆发。如何促进人工智能与教育的深度融合，人工智能和职业教育、机器人时代的人工智能教育以及人工智能环境下的智慧学习已成为当前国内外教育界和产业界共同关注的热点问题。2017 年 3 月，人工智能首次被写入政府工作报告，成为两会热词。同年国务院颁布《新一代人工智能发展规划》，把人工智能一级学科建设列为重点工作之一，并指出通过人工智能技术来辅助日常教学，实现日常教育和终身教育的定制化，推动新型教育体系的构建。人工智能也在刚刚颁布的 2017 年版普通高中新课标中列为选择性必修课。2018 年全国两会的政府工作报告中明确提出，要加强新一代人工智能研发应用，在医疗、养老、教育、文化、体育等多领域推进“互联网”，发展智能产业，拓展智能生活。人工智能已上升为国家战略，由国家统一布局、统筹发展规划，在国家层面上形成人工智能未来发展蓝图。

目前，互联网教育已是成熟行业，不过与互联网教育强调通过互联网来解决信息互通不同，教育科技则是要通过人工智能、大数据、智能硬件、区块链等技术，来解决老师、学生和家长三大参与角色的痛点，从深层次改变教育的每一个环节，力图实现从多媒体时代到数据化时代甚至智能化时代的跨越。在数据化时代，在线测评、语音识别、图像识别、虚拟现实技术、互动直播等形式一定程度上改变了“以教师为中心，学生被动接受”的状况，激发了学生自主学习的活力，并且将教育行为数字化、教育内容场景化，将其转化成可供分析的数据。进一步通过对大数据、人工智能技术的应用真正实现智能学习、终身学习、自适应学习。进入 2018 年以后，一个比较明显的现象就是此前人工智能技术从注重基础技术的概念验证阶段，进入场景落地的商业化阶段，本身就已是内容和数据驱动的教育行业，将会成为最适合 AI 技术落地的场景之一。

7.7.2 核心技术

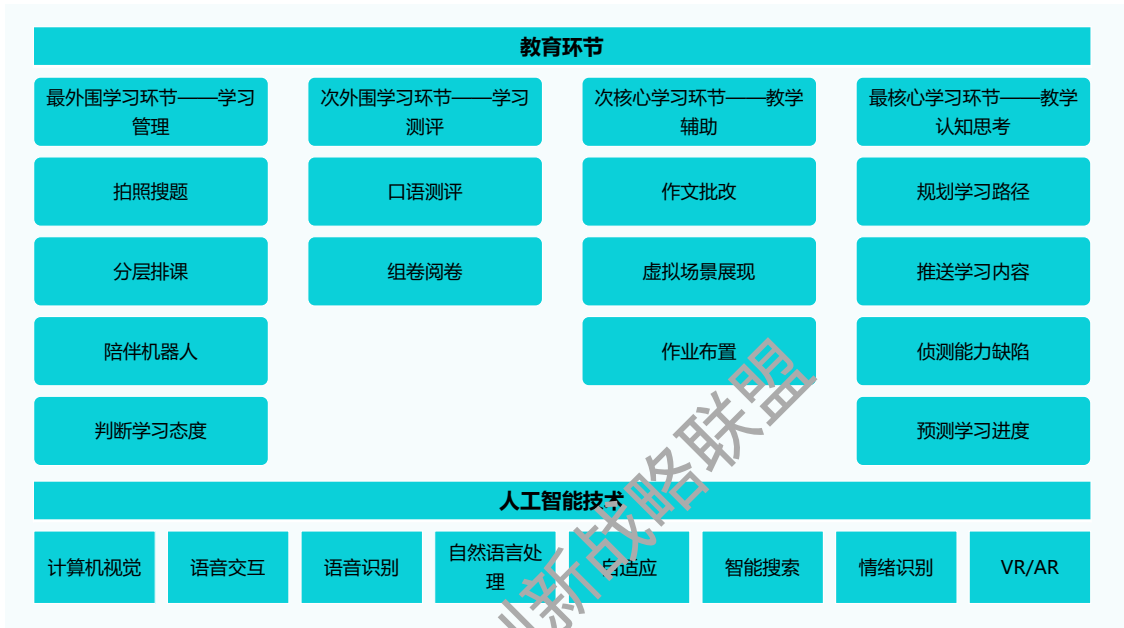


图 56 教育环节与人工智能的关系

第一层次——学习管理

人工智能能够影响教育的各个环节。最外围层次的学习管理，往往涵盖拍照搜题、分层排课、陪伴机器人、判断学习态度等场景。相应地，计算机视觉、语音交互、语音识别、自然语言处理和情绪识别技术能够极大改善教学效率和质量，特别是情绪识别技术的应用，使传统“教师教授课程，学生被动接收”的现象得到了改观，充分分析学生在学习过程中的面部特征和肢体动作，通过大数据训练模型以判断学生接收知识的情况，同时也解决了线上教育学生专注度不高的问题，对于学生的学习效果有很强的监督、提醒作用。另一方面，也给教师在准备课程内容时提供了参考。这一层次的应用可以看作是对当前教育实现途径的改进和完善。

第二层次——学习测评与教学辅助

对于教育的次外围和次核心学习环节，主要包括口语测评、组卷阅卷、作文批改、虚拟场景展现、作业布置等场景。在这些场景下，计算机视觉、自然语言处理、大数据、机器学习等技术有较高的应用价值。我国传统的教育行业一方面面临着教

育资源紧缺的问题,另一方面教育本身又是重复性很高的工作,对创新的要求较低。时间上来看,教学体系相对成熟,教育内容虽有调整,但核心内容稳定性很强。空间上来看,基础教育在全国具有高度的相似性,地域上通常不存在差别。这样的需求痛点与人工智能所能提供的使用机器代替人类认知、识别、分析、决策的功能高度吻合,这两个层次的应用可以看作是人工智能对教育重复性工作的替代。

第三层次——教学认真思考

而人工智能在教育领域最核心的环节是教学认知思考,具体包括规划学习路径、推送学习内容、侦测能力缺陷、预测学习进度等,这是对教育内容本身的认知和思考。而人工智能在这一环节的应用是自适应学习。自适应是指自我调整与匹配,具体是指根据数据的特征自动调整处理方法、顺序、参数和条件,以取得最佳的效果。自适应学习早在 20 世纪 90 年代的美国就已经存在,2015 年在国内引起了广泛关注,当时正是线上教育快速发展的阶段,也暴露出了千人一面、完课率低、缺乏互动等弊端。而自适应学习能够通过算法检测学生的学习水平和状态,并相应调整教学的速度和深度,帮助学生提升学习效率。这一应用场景主要应用的是大数据、深度学习和知识图谱等人工智能技术,“搜索大数据——构建学习模型——输出学习建议”是实现人工智能自适应学习的基本步骤,利用统计规律,寻找人类逻辑认知中缺失或隐藏的环节,将学习资料立体化,构建知识图谱,并不断优化自身模型。这类人工智能模型本身对于神经科学、脑科学、教育学、心理学等领域的研究也有极大的推动作用。

表 20 智能教育的四个发展层次

等级	命名	原理	技术范畴	是否为人工智能自适应
1	基于人工自适应	由人来判断学生的能力水平,系统预先设定好的条件指令推送相应的学习内容	人工劳动	否

2	基于简单计算机规则的自适应	由计算机来判断学生的能力水平，并推送相应的学习内容	计算机编程	一般的计算机编程（技术水平为目前主流所应用）	否
3	基于人工智能算法的初级自适应	由专家来构建知识体系（往往用知识图谱相关技术来构建），系统在此基础上判断学生的知识水平，并推送相应的学习内容		人工智能（技术水平远高于目前主流应用水平）	是
4	基于人工智能算法的中高级自适应	由专家来构建知识体系，系统在此基础上测量学生的学习方法，评估学生的学习能力，预测学习进度和效果			是

7.7.3 主要产品

学习管理——好未来魔镜系统

学习管理层面，目前比较有代表性的产品是好未来推出的魔镜系统。魔镜系统是基于人工智能科技，借助摄像头捕捉学生上课时的举手、练习、听课、喜怒哀乐等课堂状态和情绪数据，生成专属于每一个学生的学习报告，一方面能够用于辅助老师从宏观上随时掌握课堂动态、及时调整授课节奏和方式，另一方面也能对教育个体的学习情况得到反馈。这种教学数据的收集、累积也为自适应教育提供了基础。海风教育的“好望角”也是致力于将 AI 应用于课堂管理的产品，通过学生端摄像头，实时采集学生上课时的视频数据，利用人脸情绪识别、分析学生的语气语调以及对话内容，可以识别出孩子的学习情绪；利用监控眼球的位置，系统可以察觉到孩子是否专心。一旦识别到学生太兴奋或者不专心，系统便会提醒老师改变相应的教学方法。

学习测评与教学辅助

而在学习测评和教学辅助层面，产品数量很多且同质化严重，市场份额也较为分散，暂时没有出现明显的市场力量。2017 年 11 月，新东方和科大讯飞共同发布了口语和写作智能批改产品 **RealSkill**，该产品主要包括托福、雅思等出国留学考试的智能写作批改和口语评测。在线少儿英语品牌 **VIPKID** 利用 AI 升级了其 **Homework** 系统，利用大数据、人工智能等技术进一步完善了“教学评练测”中“练”的环节，引入了模块化的概念，分为组卷系统、录题系统、自定义标签系统、权限系统四个部分。51talk 也推出了与之类似的 **Air Class** 空中教室。除此之外，网易 100 分、作业盒子等运用图像识别技术，实现作业的自动批改与打分以及一系列英语口语评分等语音识别的应用。

自适应学习——三好网“P.G.O.T”系统

自适应学习领域比较有代表性的产品是三好网推出的 **POGT** 系统，目前刚刚投入使用的 3.0 版本。在原有的学前诊断、方案规划、目标导学、学情反馈、效果达标、学业规划六大环节的基础上，**PGOT 3.0** 系统做到了集智能化、个性化、神经网络、人工智能、深度学习、目标导学于一体，创新开发出智能测评、AI 智能教学、智能练习三大系统，使学生可以通过科学化的学习轨迹规划，完成自主化的高效学习。智能评测方面，基于整个教育系统的 **FLAS** 家庭学习力测评系统能够完成对全家庭的整体测评，进而分析得出影响孩子成长的家庭元素；还有第一感知测评系统，可以快速诊断学生的知识模块相应盲点，从而推出相应对的方案。AI 智能教学与智能练习层面，智能配课系统能够完成对核心元素和标签的挖掘，进而实时高效的配比教学环境；**PTGP** 个性化教案生成系统实现自动化的电子备课；**GOT** 目标导学教系统高效对接知识逻辑与知识点，提高整体的学习效率。

除智能教育软件和算法之外，也有一些厂商生产了与智能教学系统配套的硬件，如三好网的“超级好学宝”，配备了 **PPT** 画板演示、文件传输、速记知识点等多样功能，满足学生不同场景下的学习需求。互联网巨头网易也在自己的产品矩阵中也加入了有道词典笔作为有道词典的硬件延伸。**OKAY** 智慧教育也与电纸书公司 **E Ink**、手写笔公司 **Wacom** 合作研发了电子墨水屏幕和压感手写笔。

7.7.4 典型企业

人工智能+教育领域市场中的企业主要有三大类：第一类是进军智能教育领域的互联网巨头，最为突出的是百度和网易；第二类是传统线下教育机构和网校类线上教育机构，比较有代表性的有新东方、好未来、沪江、51talk、智课网等；第三类是深耕某一领域的垂直类企业，如主打自适应教育的东琳教育、论答、学吧课堂、又学教育，又如专攻 K12 题库和作业类工具的阿凡题、学霸君、作业帮等等。

科技巨头企业

巨头类的企业进入教育领域后在用户数量和数据量上有天然的优势，此外在人工智能技术水平上往往也更强，因而虽然进入教育行业比较晚，但发展潜力十足。以百度为例，百度教育旗下有三条核心产品线：百度文库、百度阅读、百度智慧课堂，月活跃用户 5.4 亿，其中移动端 3.4 亿，PC 端 2 亿，这是很多互联网创业公司尚不能企及的流量水平。百度教育的资源也非常丰富，有 2 亿+专业文档，20 万+正版图书资源，7 万+精品课程资源。此外，百度智慧课堂率先支持了教育部新颁发的高中新课标，提供全面支撑高中新课标的课程资源，和重点课程人工智能的教学平台和资源，先发优势明显。百度教育以其顶尖的人工智能技术为引擎，构建了国内最大的教育知识图谱和海量教育资源内容平台，致力于为用户提供个性化的学习服务和智能化的交互体验，为学校、机构提供 AI 赋能的教育行业解决方案。围绕智慧教育平台，百度建立了一个用户自学场景（ToC）+学校教学场景（ToB）的线上线下融合的教育生态体系。用户自学场景通过百度文库和百度阅读覆盖教育资源，提供信息整合平台。学校教学场景则提供了面向老师和学生针对课前、课中、课后各个环节的人工智能解决方案。

传统教育企业

相对于互联网巨头进军教育行业拥有足够多的用户数量但缺乏教育经验，传统教育类机构进入智慧教育领域门槛会相对较低。例如开发了 ICS（智能教学系统）、IPS（智能练习系统）和魔镜系统（表情识别技术）的好未来，专门成立了人工智能实验室“好未来 AI Lab”。针对教学和学习的多个环节给出了人工智能的解决方案。

例如，在培训教师时，实时跟踪教师授课时的表情、声音、姿态、手势，识别教师讲课风格，并对教学中存在的问题给出修改建议。又如自适应考试和练习系统，可以根据数据挖掘和深度学习工具，找到题目之间的联系，智能优化题目推送的质量，用最少的题目达到训练效果或测试出学生的真实水平。这类企业在自适应教育领域具有特别的发展优势，因为他们具有长期的教学经验积累，通过技术手段将其模型化后就可以创造出生产力。但此类企业的普遍特征是获客成本较高，用户黏性低，产品同质化比较严重。

表 21 好未来 AI Lab 技术构成

AI 技术类别	计算机视觉	语音识别	自然语言处理	数据挖掘
数据模块	图像、视频	音频	文字	类型不限
功能	人脸识别 表情识别 手势识别 体态识别 OCR 识别	语音识别 语音情感	语义识别 主题摘要 知识图谱 聊天机器人 作文批改	用户画像 个性化推荐 关系分析 聚类分析

科技创新企业

除此之外，也有一些企业专注于教育行业的某一领域，例如 15 年成立的叉学教育就是一家专攻 K12 人工智能自适应学习方案的机构。叉学教育的人工智能自适应学习系统叫做松鼠 AI，是一款配合辅助真人教师的教学工具，该系统能够动态评估学生的知识图谱掌握情况，并推送相应地讲解视频和习题，课程流程分为“测—学—练—测”四个标准化环节，目前已经开通了小学一到三年级语文、数学、英语、物理。叉学教育的服务体系同样分为 To C 和 To B 两大类，其中 To C 包括叉学在线和线下直营，即可以选择线上授课，也可以到叉学教育的直营校区进行线下授课。To B 则是指与国内学校合作，协助建立校区并授权校区使用叉学产品。这类企业往往只瞄准智慧教育行业的某一痛点，追求解决单个问题，而不是构建整个智慧教育体系，采用小而精的经营策略。

7.8 智能人居

7.8.1 综述

什么是智能家居？

如果说智能驾驶还没有解决安全问题，智能金融过于虚拟，智能教育和智能医疗只是在特定场景下才能发挥作用的话，智能家居的发展给了每个人与人工智能技术零距离接触的机会。

日常生活中，我们总是遇到出门忘记带钥匙、不确定到底有没有锁门、突遇降雨忘记关家里窗户等事情的困扰，而智能家居正是为了解决所有不便而生。

智能家居通常定义为以住宅为平台，利用综合布线技术、网络通信技术、安全防范技术、自动控制技术、音视频技术将家居生活有关的设施集成，构建高效的住宅设施与家庭日程事务的管理系统。核心是“物联”，首先需要有一个通信网络，可以囊括所有硬件，为家庭信息交互和传输提供必要的通路。在整体的家庭网络操作系统下，对相应的硬件和模块下达命令从而实现家庭电子硬件的检测和控制。对外，家居系统需要一个媒介平台进行对外通信，实现“内部”与“外部”的通信交流，满足远程控制、检测和信息交换的需求。

利用先进的计算机、网络通信、自动控制等技术，能够将与家庭生活有关的各种应用有机地结合在一起，通过综合管理，让家庭生活更舒适、安全、有效和节能。智能家居不仅具有传统的居住功能，还能提供舒适安全、高效节能、具有高度人性化的生活空间；将被动静止的家居设备转变为具有“智慧”的工具，提供全方位的信息交换功能，帮助家庭与外部保持信息交流畅通，优化人们的生活方式，帮助人们有效地安排时间，增强家庭生活的安全性，并为家庭节省能源费用。

从应用范围上来说，传统的智能家居一般包括智能家电控制、智能影音、智能灯光控制、智能安防等等。而如今的智能家居，则在物联网技术的推动下，进一步实现了远程监控、家庭医疗保健及监护、网络教育、讯息服务及联合智慧社区和智慧城市的各项拓展应用，从更多角度服务于我们的生活。

智能家居能带给我们什么？

1、便捷

智能家居让传统的家电设备告别孤岛式功能，通过搜集室内环境、空气质量指数，及时调整新风系统的工作模式，开启中央空调或者地暖等家居系统；定期监测冰箱内食品的保质期，提示过期信息，同时还能自动生成菜谱、帮助用户制定购物计划的智能冰箱；根据室内光线的明暗自动调节灯光模式。智能家居系统的情景模式功能，按照生活中的不同情景，满足个性定制化的功能需求，用智能让生活更轻松便捷。例如，当用户离开住所时会进入离家模式，所有开启的灯光和背景音乐自动关闭，风扇和空调等所有家用电器立即关闭，窗帘自动缓缓关闭，同时联动开启安防功能；睡眠模式则是将卧室或全宅灯光、电视、电动窗帘设备根据情景模式预置内容全部自动关闭。同时还可以设置起床模式，智能音箱音乐自动播放轻柔的音乐，同时窗帘自动打开，室内照明灯、卫生间灯自动打开，自动调整到舒适的亮度，咖啡机自动加热，开启一天的美好智能生活，不同的场景模式实现家居之间的交互，智能让生活更便捷。

2、健康

现代社会城市化发展进程加快也直接影响了生活环境，工业噪音、雾霾空气污染对我们的身体健康产生着持续的负面影响，因而在室内装修时往往需要加入智能通风系统。新风系统是一个节能、健康、舒适、可控制的通风系统，可有效隔绝室外空气中的雾霾、细菌等有害物质。通过在控制系统中内置模块，一旦室内空气质量监测器检测到污染值超标，将自动开启新风设备，及时更新室内空气，保障家人的健康。室内生活环境中湿度过大，会造成家具受潮、墙壁发霉，滋生细菌，对人体的健康造成危害，如湿疹、风湿性关节炎等。在长江中下游地区的梅雨季节，这种现象尤为严重。而室内环境过于干燥，会造成地板、墙壁开裂，人体皮肤干燥、咽痛等。实验测定，最宜人的室内温湿度是冬天温度为 18 至 25℃，湿度为 30% 至 80%；夏天温度为 23 至 28℃，湿度为 30% 至 60%。智能家居系统可以根据预设好的人体最舒适的温湿度，智能判断是否需要自动开启中央空调、加湿器等设备。舒

适、健康的居住环境有利于家人身体健康，同时提升生活品质。智能家居系统构建高效的住宅设施，提升家居生活的舒适性，倡导极简生活，除了安全、便捷和健康以外，将全方位实现“以人为本”的全新家居体验。

3、安全

智能家居的第一道保险——智能门锁可以让用户自主设置指纹、密码、刷卡、钥匙、手机远程开锁，指纹开锁会根据回家者的不同身份、不同时间段，记录详细开锁信息，当出现非法入侵时手机 APP 等会及时收到提示信息。智能门锁也可搭配全套智能家居安防系统使用，通过手机端实时了解家中情况，随时掌控家中信息。当入侵者开门后，智能摄像头将实时画面传到移动端，可及时启动室内警报器以及关闭门窗等操作，保证室内家居财产的安全。

一套完善的智能家居安防报警系统可确保每一个用户的生命安全和财产安全，智能安防系统通过安装门磁、窗磁，防止非法入侵，室内报警控制器触发警报；外出前启动安全防范系统的同时，系统可以联动切断某些家用电器的电源。智能家居系统可以对家中水、电、气使用情况进行监控和管理，出现异常情况，室内烟感探测器和厨房的可燃气体探测器启动报警模式；同时该系统还为用户提供了对家中的电器设备多种控制方式，无论主人身居何处，都能够及时了解家中电器的使用状况以及对它们进行控制。

7.8.2 核心技术

智能家居之所以能够给我们的生活带来如此大的改变，主要依靠着物联网、云计算和人工智能三大核心技术。物联网和互联网构成了万物互联的基础，只有将数据和信息联系起来后，数据才有了关联，而对于关联数据的分析往往能够产生更大的价值。而在物联网和互联网产生海量数据后，需要将其上传到云平台，对海量数据进行分析和挖掘。而人工智能则是在大数据的基础上更进一步，不仅仅对数据做出分析，而且还能够根据分析结果做出行动。

物联网与互联网

物联网是互联网、传统电信网等信息承载体，让所有能行使独立功能的普通物体实现互联互通的网络。物联网一般为无线网，而由于每个人周围的设备可以达到一千至五千个，所以物联网可能要包含 500 兆至一千兆个物体。在物联网上，每个人都可以应用电子标签将真实的物体上网联结，在物联网上都可以查出它们的具体位置。通过物联网可以用中心计算机对机器、设备、人员进行集中管理、控制，也可以对家庭设备、汽车进行遥控，以及搜索位置、防止物品被盗等，类似自动化操控系统，同时通过收集这些小事的数据，最后可以聚集成大数据，包含重新设计道路以减少车祸、都市更新、灾害预测与犯罪防治、流行病控制等等社会的重大改变，实现物和物相联。

物联网将现实世界数位化，应用范围十分广泛。物联网拉近分散的信息，统整物与物的数字信息，物联网的应用领域主要包括以下方面：运输和物流领域、健康医疗领域范围、智能环境（家庭、办公、工厂）领域、个人和社会领域等，具有十分广阔的市场和应用前景。

物联网最初在 1999 年提出，在国际电信联盟发布的 ITU 互联网报告中，物联网被定义为通过射频识别、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器、气体感应器等信息传感设备，按约定的协议，把任何物品与互联网连接起来，进行信息交换和通讯，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。自 2008 年以来，为了促进科技发展，寻找经济新的增长点，各国政府开始重视下一代的技术规划，将目光放在了物联网上。在中国，同年 11 月在北京大学举行的第二届中国移动政务研讨会“知识社会与创新 2.0”提出移动技术、物联网技术的发展代表着新一代信息技术的形成，并带动了经济社会形态、创新形态的变革，推动了面向知识社会的以用户体验为核心的下一代创新（创新 2.0）形态的形成，创新与发展更加关注用户、注重以人为本。而创新 2.0 形态的形成又进一步推动新一代信息技术的健康发展。

物联网能够通过各种信息传感设备，实时采集任何需要监控、连接、互动的物体或过程等各种需要的信息，与互联网结合形成的一个巨大网络。其目的是实现物与物、物与人，所有的物品与网络的连接，方便识别、管理和控制。因而，物联网

技术在家居领域的应用使人工智能进一步的分析产生了可能,也提供了人工智能中心对智能硬件控制的实现途径。

云计算与大数据

互联网上汇聚的计算资源、存储资源、数据资源和应用资源正随着互联网规模的扩大而不断增加,互联网正在从传统意义的通信平台转化为泛在、智能的计算平台。与计算机系统这样的传统计算平台比较,互联网上还没有形成类似计算机操作系统的服务环境,以支持互联网资源的有效管理和综合利用。在传统计算机中已成熟的操作系统技术,已不再能适用于互联网环境,其根本原因在于:互联网资源的自主控制、自治对等、异构多尺度等基本特性,与传统计算机系统的资源特性存在本质上的不同。为了适应互联网资源的基本特性,形成承接互联网资源和互联网应用的一体化服务环境,面向互联网计算的虚拟计算环境的研究工作,使用户能够方便、有效地共享和利用开放网络上的资源。

云计算是基于互联网的相关服务的增加、使用和交付模式,通常涉及通过互联网来提供动态易扩展且经常是虚拟化的资源。云是网络、互联网的一种比喻说法,过去往往用云来表示电信网,后来也用来表示互联网和底层基础设施的抽象。云计算是通过使计算分布在大量的分布式计算机上,而非本地计算机或远程服务器中,企业数据中心的运行将与互联网更相似。这使得企业能够将资源切换到需要的应用上,根据需求访问计算机和存储系统。因此,云计算甚至可以让你体验每秒 10 万亿次的运算能力,拥有这么强大的计算能力可以模拟核爆炸、预测气候变化和市场发展趋势。用户通过电脑、笔记本、手机等方式接入数据中心,按自己的需求进行运算。

云计算对于智能家居之所以重要就是因为其对于资源的合理配置,对于家居产品而言,要求每一台设备都配备高性能处理器成本过高且没有必要,智能家居主要场景上做文章,也就是说在大多数情况下都是稳定不变的,只有当特殊事件发生时才会进行分析决策。而另一方面,智能家居想要有好的体验必须要快速的对用户发出的指令做出反应,就需要在短时间内做大量运算。对于用户指令的快速反应和日常计算资源的闲置构成了一堆矛盾,而云计算技术的出现和应用恰好解决了这对矛盾,也就成为了智能家居普及的关键。

智能家居在国内发展已经有 10 多年的历史，但直到近年来才取得快速发展，主要原因在于功能单一，而且智能化程度不高，价格昂贵且用户体验不佳，成为了仅仅停留在概念上的空中楼阁。而自从云计算作为巨量的信息处理平台之后，智能家居的智能功能明显增多，设备响应速度快捷。以 ZigBee 智能家居为例，现拥有智能电器、智能照明、智能窗帘、影音控制、环境监测等众多功能，且实现了便捷化。每个执行指令的响应速度平均在 1-2 秒以内，方便快捷。这都是因为有了云计算以后拥有较大的存储空间，快速地进行数据的分析、传输，大大地提高了速度，自然增加了多种功能。这是传统智能家居难以比拟的。

7.8.3 主要产品

当下，我们身边的智能硬件变得越来越多了，从几十元的智能手环和智能开关，再到上百元的智能台灯，智能电子秤，电饭煲的出现，让大家在不知不觉中感受到智能硬件已不再是一个高大上的新生事物，而日益变成一件普普通通的家电或数码设备，正一步一步的走进我们每一个人的生活和工作空间，对智能家居生活的美好憧憬正在一步步的接近和实现。

然而，尽管智能硬件日益增多，但目前缺乏整体的系统管控，各个智能硬件设备还停留在单兵作战的阶段，无法提供智能化系统化完整的解决方案和协同服务能力，这是现阶段智能家居的最大问题和痛点。不过随着智能硬件的越来越普及，这显然不是一个大的问题，我们从智能家居几十年的演进路径也可发现，在早期所有的智能硬件都只是单品的智能化，首先完成的是连接到手机和联上网的能力，使用 APP 的方式能够来遥控各种设备。然后才是各种智能设备之间的联动和协同操作，比如在回家的时候打开智能门锁后，客厅的灯光在进门之前会自然点亮，房间会响起自己喜欢的音乐，空气净化器和空调可能已经按照预定的计划早就开始运转了，这才是人们所希望的智能化生活。因此，对于智能家居产品的介绍将沿着智能家居的发展历史，首先从智能单品开始，再逐渐构建智能生态平台。

智能家居单品

家居的智能化在各个产品上都有体现，例如智能电视、智能空调、智能冰箱、智能扫地机器人等等，但目前最为火热的是智能音箱，已有多家互联网巨头在此布

局，成为了厂商竞争的“红海”。从产品功能上看，相对于传统音箱，智能音箱卖点主要集中在语音人机交互与内容服务，比如基于智能系统的音乐、有声读物、甚至电商网购等等，甚至试图成为智能家居的中控中心，连接家居产品，尤其是在人工智能自然语言分析技术以及物联网、云平台等技术的支持下，智能音箱不仅能够与用户进行语音交互，听懂用户的指令，同时也能管理其他智能硬件，起到一定的智能系统中枢的作用。

1、亚马逊智能音箱

亚马逊 Echo 是由亚马逊推出的一款智能语音音箱，它能够与亚马逊的私人智能助手应用 Alexa 连接，当用户对 Echo 说出唤醒词时，Echo 就会开始工作。Echo 音箱具有语音交互功能，可以根据用户的指令播放音乐、创建待办列表、设定闹钟、推送播客节目、播放电子书、提供天气、交通以及其他实时信息等，同时他也能用来控制一些亚马逊旗下的智能硬件。

早在 2010 年，亚马逊就开始在硅谷的 Lab126 开始开发这款产品，这是亚马逊在 Kindle 电子阅读器之外推出的首款产品。在默认模式下，这款音箱会持续聆听用户的所有声音以监听其中是否含有唤醒词，但用户同时也可以手动关闭 Echo 的麦克风以获取更多的私人空间。

Echo 音箱在工作时需要无线网络连接，它的声音识别技术是基于亚马逊云服务的，自 2015 年发售以来，亚马逊在一年内卖出了 300 万台，并且还有较高的用户评分，取得了较好的口碑。

语音交互的现场感和即时性是关键因素，语音交互毋庸置疑是继键盘、鼠标和触摸屏之后的主流交互方式，而 Echo 则几乎放弃了其他输入方式而强制用户使用它的语音交互方案，这与苹果和谷歌将智能助手内置到手机中的做法是不同的。由于手机上已经有了成熟的输入系统即触摸屏和输入法，想要改变用户的使用习惯很难，而且现阶段智能语音助手的识别率还不够高，有时需要多次重复才能让机器完全听懂。

Amazon Echo 其实也面临同样的困境，甚至还有很多人批评 Echo 的语音合成也不够好，因为人类总希望自己的话语能得到类似的回应。不能说 Amazon 不重视这个问题，事实上 Amazon 强化了另一层面，不是语音合成的自然程度，而是语音

回答的反应速度。语音合成当前确实很难做到如同人类一样自然，但是距离这个目标也不太遥远。

事实证明，Amazon Echo 的选择是正确的，用户更为关心的是人机对话的现场感，从指标上来分析，其中一个重要参数就是机器的响应速度，Echo 刚开始的平均响应时间是 5 秒，后来压到 1.5 秒，再后来就是 1 秒以内。这就极大提高了人机交互的沉浸感，从人类语言对话的发展历程可以窥得一斑。语言交流是人类交互最主要的方式，是人类交换信息、学习知识最主要的途径，但是由于语言太过时效性，记载功能太差，与之伴随逐渐就形成了文字。由于语言的时效性，所以语言交流往往是面对面即时完成的。当然，现在人类拥有了电话，但是即便有了电话之后，语言交流仍然保持着即时性。也就是说，电话其实就是人类语言交流的距离拓展，但是没有改变语言交流的即时属性，所以电信和互联网的发达本质上来说仍然是在享有这种红利。诚然，电信和互联网的技术还很难做到人类语言交流的水平，很多时候破坏了这种即时性。技术上常常称为单工或者双工模式，单工的时候对话者的语言是“互斥”的，不会出现声音的重叠和打断。

显然，以 Siri 和 Echo 为主的人机语言交互，就是这种单工模式。单工模式无法提供面对面交流时的畅快感和现场感，也就缺少一部分“对话”的体验。双工模式实际上是希望改变这一点，但是目前来看与人类还是有不少差距的，这些都是需要技术去克服的难点。

从亚马逊整个智能硬件产品布局上来看，其在智能硬件上的补充都是为了主营业务即电商平台服务的，这是该公司比较独特的战略特点。

2、小米小爱同学

自从 2014 年亚马逊推出了智能音箱 Echo，以音箱切入作为智能家居核心成为智能家居领域的竞争策略趋势，开始在整个科技圈内蔓延。在国外，谷歌，苹果、微软、Facebook、三星等巨头们纷纷加入战场。

2017 年里，国内众多厂商都推出了自己的智能音箱产品，京东的叮咚音箱、阿里的天猫精灵，小米的小爱同学，喜马拉雅 FM 也推出首款全内容 AI 音箱“小雅”，国内市场一片火热无论是巨头还是创业公司都一拥而入，但同时大多数产品都缺乏自己的特色，智能音箱市场的较量变成了一场价格战。实际上大多数公司对于智能

音箱的定位不仅仅是一个蓝牙音箱，同时也是一个智能语音助手和控制整个智能家居系统的入口，因而自然语言处理技术和智能家居生态圈的构建就显得尤为重要。从技术积累上来看，小米并不像百度已经有了自己的实验室，也不像京东与科大讯飞一起合作，因此在人工智能技术方面，小米要落后于这几家公司。即便如此，小米音箱也能完成闹钟设置、音乐播放、计时提醒、寻找手机、控制智能家居等基础功能。小米音箱的核心优势在其对于智能家居产品的控制，得益于小米智能家电生态圈的构建，小米能够与米家平台的智能设备进行交互，产生较好的用户体验。小米的智能音箱小爱同学的发展方向，可能将是未来围绕智能音箱建设生态的一个重要模式。小爱同学旗帜鲜明的主打智能家居核心的功能，在与家用智能设备建立连接后，目前小米智能音箱已经可以控制电视、盒子、扫地机器人、电饭煲、空气净化器、电风扇、空调、智能灯等多种小米及米家设备。同时相比于亚马逊 Echo 而言，小米小爱同学等国产人工智能音箱对中文的支持要好得多。

现阶段，我们正在面临着智能单品分散化的局面，众多单品只能支持自己平台下的同类产品，但由于产品推出的时间相互交错，很可能因为选购产品的时间不同，就购买了不同品牌的产品，为了解决这个问题，很多智能家居厂商开始提供一体化的解决方案和兼容性更强的智能家居平台，以获得更好的整体体验。

智能互联平台

1、苹果 HomeKit 平台

对于发展前景广阔的智能家居市场，苹果自然也对此进行了布局，但与小米和亚马逊的策略有些不同的是，苹果本身并不生产智能家居产品，而是授权第三方厂商生产符合苹果兼容和安全标准的设备。实质上是在制定行业技术规范的同时，开发了一个智能家居平台，像 IOS 系统一样能够让其他厂商和开发者在此基础上进行进一步的开发，天然具有了优良的扩展性和兼容性。2014 年，苹果发布智能家居平台 HomeKit，由于在许多相关的支持小工具及其所需的底层芯片上，苹果当时还在与相关厂商谈判，因而不得不延缓了推出产品的脚步。而在 2015 年 6 月 3 日，首批发布的 HomeKit 智能家居产品问世，这些产品分别来自 5 家厂商，用户可以通过 iPhone、iPad 或 iPod Touch 控制灯光、室温、风扇以及其他家用电器。自 iOS10

发布后，人们可以使用其中增加的“Home”应用，以管理控制支持 HomeKit 框架的智能家居设备。2016 年 6 月 13 日，苹果开发者大会 WWDC 在旧金山召开，会议宣布建筑商开始支持 HomeKit。采用 HomeKit 软件的产品必须符合一系列兼容和加密标准，前者可令其支持其他厂商生产的 HomeKit 产品，而后者可以避免黑客接管电脑系统或是窃取用户信息。

支持 HomeKit 协议的设备都会在苹果 iPhone、iPad 上的一个“Home”应用上集中管理，苹果相关产品负责人曾表示，HomeKit 一个很重要的初衷就是不想让每一个智能设备都需要一个 App。虽然在实际使用中，有些厂家会针对产品推出自己的 App，而且在配套 App 里的设置通常还比在 Home 应用里的功能更为丰富，比如 OPSO 的智能插座，在官方 App 里就能看到详细的能耗曲线和统计数据，但 HomeKit 作为整合平台已经能够一定程度上满足用户的需求。特别是，苹果设备从 iOS 10 系统之后的版本里内置了“Home”应用，这个应用里的核心逻辑是由：设备、场景、房间和自动化四个部分组成的。设备很好理解，就是单个设备在 App 中的存在、场景则是将多个设备等状态归到一个状态，比如看电视的场景内包含关闭的窗帘和调暗的灯光、房间则是按空间把设备进行分类便于管理、自动化则是设定一些条件来触发自动执行的命令，自动化其实可以理解作为一种在特定条件触发的场景，比如以时间为条件来触发一个“起床”的场景、以你位置的变化来触发一个“回家”或“上班”的场景。当 HomeKit 协议和 Home App 的统一管理将智能家居统一到一个管理平台之后，另一个特点是，可以利用 Siri 进行语音控制。Siri 在推出之初作为口语对话系统还不具有人工智能的属性和特征，但随着技术的不断进步，目前 Siri 在语音识别和语义识别上都有了很大的提升，而在人工智能助手上的优势能够让用户更加自由对智能产品下达指令，因而在技术层上苹果是具有优势的。除此之外，值得关注的一点就是 HomeKit 的安全性，得益于 iOS 系统的封闭性和苹果公司的技术储备，这个安全性核心体现在两点，一是设备等控制的信息传递是点对点的，不会有数据存储在云端；另一点则是 HomeKit 设备产生的数据不仅都是存储在用户的 iOS 设备上，不会存储在云端也没有任何分享途径。此外还有一点，即在同一个 WiFi 网络环境下，通过 iPhone、iPad 控制 HomeKit 设备是点对点的，但如果在用户外出后远程要控制，就需要一个“中枢”设备的支持，这个中枢设备将屋子里的所有设备汇集在 Home App，同时通过 WiFi 连入外网，接受用户在外网的控制，苹

果推荐充当 HomeKit 中枢的设备可以是 iPad 或 Apple TV，由于苹果 Apple TV 在中国大陆并未发售，所以国内用户作 HomeKit 中枢的最佳选择是 iPad。

2、百度 DuerOS 智能交互系统

在移动终端系统上，iOS 和 Android 几乎瓜分了全部市场份额，二者之间针锋相对、竞争不断。而在人工智能时代，苹果的 Homekit 与百度开发的 DuerOS 智能交互系统也是旗鼓相当的，因而有人称此技术为人工智能时代的 Android。从本质上来说，DuerOS 是开发者和硬件厂商都能拥有的智能语音系统。人工智能的主要交互方式就是语音，整个人机交互可以分为三个时代：键盘的 Click 时代，触摸屏的 Touch 时代，到如今和未来语音的 Voice 时代。如果说 AI 是未来互联网的入口和底层框架，那么语音交互就是 AI 的入口和底层框架。昔日，Android 操作系统可以说是谷歌在手机等移动端的触屏市场的入口，而百度则是通过 DuerOS 的开放以求成为国内人工智能的语音交互市场的入口。纵览历史可以发现，Android 的成长历程是一个不断迭代更新的过程。Android 1.0 时代，代表机型 T-Mobile G1；Android 2.0 时代，代表机型 DHD/GALAXY S；Android 4.0 代表机型 NEXUS Prime/Droid Razr。到了 2011 年，Android 系统已经成为智能手机领域占有量最高的系统，相关设备的用户总数已经达到了 1.35 亿。而如今，百度 DuerOS 与小鱼在家、海尔等的合作，可看做 DuerOS 1.0，DuerOS 2.0 将以这些智能硬件为基础，基于用户反馈，不断优化。到未来的 DuerOS 4.0 时代，则是唤醒万物，对接成千上万的企业，缔造一个人工智能的新世界。

2017 年，搭载百度 DuerOS 的极米 4K 激光无屏电视的亮相，正式宣告百度 Duer OS 的正式应用上线。DuerOS 开放平台是为企业及开发者提供的一整套对话式人工智能解决方案的开放平台。开放平台集成了 DuerOS 的能力，是百度全球领先人工智能技术的重要应用之一。DuerOS 开放平台包括：智能设备开放平台和技能开放平台。智能设备开放平台提供了灵活的分层解决方案，满足家居、车载、可穿戴等数十种设备和场景需求，并已为数百家顶级客户的产品和设备集成了对话式人工智能的能力，这一平台主要是针对消费者而言的。技能开放平台提供了全套语音技能开发工具和方案，开发者利用可视化界面即可高效的完成开发部署，将技能发布在搭载 DuerOS 的硬件中，这一平台主要是针对开发者而言的。可以看出无论

是 B 端还是 C 端都可以从百度开发的智能交互系统中受益，ALL in AI 的百度不仅在智能汽车和智能教育上有相当强的技术储备，在语音交互、智能客服机器人上也有一定的积累。

目前，在语音交互系统中的玩家有亚马逊的 Alexa，百度的 DuerOS，阿里的 AliGenie 等等，其驱动边界已经从视频设备，语音设备，网络设备扩展到物联网设备。人工智能是第四次产业革命，而系统又是其中的重要环节，特别是未来万物互联时代，语音交互系统更是一切的中枢，语音交互将无处不在，爆发新的能量。

语音交互系统“入口”无比重要，自然也成了兵家必争之地。以往，系统都是被国外的厂商所把控，这也让我们极其被动！从这个角度看，DuerOS 是整个中国互联网、移动互联网、万物互联时代大爆发的诉求。而国内在这个领域能与谷歌、微软这些国外大块头公司抗衡的，也就只有百度了。Duer OS 的发力也凸显出百度的野心和抱负。百度是要着力构建开放化的 AI 生态，期望在生态中扮演基础设施提供者的角色。毕竟只有构建生态，才能有更大发展空间，而要构建开放化的生态，DuerOS 就是必不可少的重头戏。从更大的层面看，百度已经是一家在 AI 时代领先的企业。不得不承认，在国内众多的人工智能玩家中，百度的 AI 技术储备是最好的一家，就连腾讯的小马哥也盛赞百度的人工智能更牛一些。如今 DuerOS，再加上百度大脑、Apollo、智能云，还有近日全资收购西雅图创企 KITT AI（主打快速训练唤醒词技术，获得 Alexa（亚马逊）、AI2（微软）投资的公司），都将让百度的人工智能更进一步。

7.8.4 典型企业

涂鸦

涂鸦是一个全球化智能平台，也是目前世界排名前列的语音 AI 交互平台，连接消费者、制造品牌、OEM 厂商和零售连锁的智能化需求，为客户提供一站式人工智能物联网的解决方案，并且涵盖了硬件接入、云服务以及 APP 软件开发三方面，形成人工智能+制造业的服务闭环。截至 2017 年 11 月底，Tuya 智能产品已覆盖包含中国、美国、欧洲、中东、东盟等在内的近 200 个国家和地区，服务全球超过 10000 家客户，产品触达数千万消费者。目前日处理设备请求量超过 200 亿次，

日语音 AI 交互 600 万次，累计数据量达到 1PB。其创始团队曾主导开发阿里云、云 OS、淘点点等项目。于 2014 年创办涂鸦科技，广纳阿里、海尔、华为、小米等巨头成员，从而在硬件生产、云计算到国内外市场拓展方面都有着丰富经验。

涂鸦创立之初曾就宣称要做企业不可或缺的智能产品的入口，但最开始并没有找到合适的进入路径。在公司创立前期，他们花了半年的时间，尝试了智能鱼竿、智能电热毯等，但并没有受到市场的追捧，实际上这也印证了在互联网时代赛道可能会比努力奔跑更为重要。相比之下只有智能相框比较成功，走向市场并实现了量产。其原理是用 APP 和智能 SD 卡结合，使拍的照片，通过他们架构的云服务器，瞬间完成云端的存储及传到异地亲人的手机查看。

在 2015 年 11 月底，涂鸦为宁波一家电暖机厂商做的智能化产品取得了成功。接下来海外市场也有了转机，该宁波厂商接到了智利家电集团 Beca 的订单。随后，由于时差问题，杨懿团队工程师每天半夜值班，为 Beca 集团解答各种技术问题。由此，工程师当客服解答客商疑问，成了涂鸦团队延续至今的风格。在此后不到 4 个月的时间里，涂鸦智能与 4 个不同厂商对接，完成了 Beca 6 款产品的研发，并于 2016 年初全部在智利落地。这次合作让涂鸦智能的名字走出了海外大门。随后的一笔订单是涂鸦智能在广交会上碰巧遇见了在技术上遇到了难题的长虹公司，这一次涂鸦再次凭借其技术储备完成了美国的智能空调订单。由于涂鸦团队中有很多阿里系员工，因而做平台的观念是深入人心的。涂鸦为厂商提供了联网模块、全球通用的云端服务、自主开发 APP 等智能化服务，还采用了更加开放的平台化模式，推出了一站式智能化解决方案，解决了厂商开发周期长、成本高、难度大的问题。厂商只需在现有产品中放入涂鸦联网模块，就可以做出真正推向全球市场的消费级智能产品。

在 2018 未来智能化商业峰会上，涂鸦智能与荣事达荣电集团签署了战略合作协议。据了解，荣电旗下以厨房电器、个户电器、生活电器等传统家电为主，在运用涂鸦智能提供的一站式人工智能物联网解决方案之后，不仅为 C 端用户提供一流的智能家居服务，还帮助公司提升了开拓 B 端市场的能力。为了实现不同家居品牌产品之间的互联互通，涂鸦智能提出全屋智能解决方案。“只要通过一个 App，就可以解决所有家电的控制问题。”涂鸦智能创始人兼 CEO 王学集介绍，通过给不同品牌的家电配备一个智能模块，就能通过一个 App 实现所有产品的互联互通，摆脱多个品牌多个 App 的繁琐使用情况。这也是涂鸦智能与苹果 Homekit、百度

DureOS 的不同之处，前两者只提供基础的底层服务，往往不会亲自开发产品，只是为消费者提供了平台，但实际上这些智能操作平台没有真正对接到用户个人身上。涂鸦智能的特别之处在于，一方面他提供了大数据、人工智能的基础设施，另一方面他也针对 C 端推出了全屋设计方案，能够将手中的产品和资源整合到一起。

涂鸦智能作为全球化智能平台，将为用户提供一站式人工智能物联网解决方案。用户无需懂得任何代码，仅需在 iot.tuya.com 上简单点选，即可 5 分钟制作自有品牌 APP，1 小时在线完成一款电工照明类产品的智能化免开发方案，15 天即可投入量产，让用户仅需专注于产品本身，帮助制造企业低成本、高效率地实现产品智能化升级。“涂鸦智能搭建的 AIoT 平台，可以成为传统制造业转型为智能制造的助推器。”

目前，涂鸦智能平台已经为囊括智能照明、智能安防、智能电工、智能大家电、智能小家电五大品类的近 11000 款产品进行智能升级，为消费者构建了一个现代化的智能家居生活场景。同时，涂鸦智能还打通了 Google home、Amazon Echo、天猫精灵、Rokid、腾讯小微等主流智能音箱平台。

7.9 智能文创

7.9.1 人工智能+文创的政策

我国政府对人工智能技术也越来越重视，各类政策文件不断出台，保证了人工智能技术的发展及应用。2017 年 4 月 11 日，文化部发布的《关于推动数字文化产业创新发展的指导意见》指出，“深化‘互联网+’，深度应用大数据、云计算、人工智能等科技创新成果，促进创新链和产业链有效对接。提高不同内容形式之间的融合程度和转换效率，适应互联网和各种智能终端传播特点，创作生产优质、多样、个性的数字文化内容产品。”2017 年 4 月 19 日，文化部再次发布了《文化部“十三五”时期文化产业发展规划》，指出，“提升动漫、游戏、创意设计、网络文化等新兴文化产业发展水平，大力培育基于大数据、云计算、物联网、人工智能等新技术的新型文化业态，形成文化产业新的增长点。”

7.9.2 人工智能在文创产业的发展现状

随着人工智能的产业布局、技术研究等基础设施进入了快速发展期，以及互联网、制造等行业巨头的布局深入，人工智能技术在各领域的应用程度逐渐加深，与工业、商业、金融业、文娱等行业不断融合，促使传统经济产业模式发生完全的变革。其中，文创产业作为近年来国家重点发展对象，通过对人工智能技术的应用，极大的丰富了产业内容，为产业的发展注入了新的动力。

目前，人工智能已经应用在了文创产业的文学创作、公共文化服务、音乐、新媒体等数字内容和电商平台等领域。其中，在文学创作方面，现在的人工智能技术已经可以进行创作，早在 2013 年，百度 APP 就推出了“为你写诗”的功能，用户拍摄或上传一张图片，系统可以根据图片内容自动生成一首四句的古诗。2016 年，百度在手机百度 APP 和度秘 APP 上先后推出了新版“为你写诗”功能，可以让用户任意输入题目生成古诗。在 2017 年，《权力的游戏》的粉丝们将现有五本书共 5376 页的内容都灌输给机器，通过人工智能系统对接下来的小说情节做出预测，AI 所撰写的句子易于理解，部分情节的预测甚至与目前的主流版本一致。因为人工智能写作必须依托数据库和样本量，可以因袭已有的价值观，但面对实际生活的千差万别和千变万化，并创造新的价值判断，超越已有认识则力有不逮，所以人工智能在写作创意方面和作者无法媲美，但人工智能的发展对网络文学创作提供辅助性的帮助则是可期的，如通过人工智能是网络文学的语句更易理解，阿里文学总编辑周运表示，“随着人工智能的发展，如果把一些关键性技术问题解决了，如果解决了一个人仅仅通过大脑的思想，他就能记录下这些文字的话，我相信这块还会有更新的变化。”但也要注意的，人工智能也可以为抄袭提供便利，目前网络上已经出现了“网文写作辅助软件”“自动写作软件”和“字段拼凑软件”等众多的抄袭辅助软件，这类软件只要输入关键词，就会根据关键字选取各类作品的相似段落以供作者参考，而一些价位较高的软件则通过人工智能系统，根据关键词的设定，重新组合选取的相似段落的内容，生产新的文章。

在公共文化服务领域，北京龙泉寺推出的智能机器人“贤二小法师”，它能够在网上与人们对话，把佛学中的一些哲理通过有趣易懂的形式说出来。虽然目前该机器人只用到非常简单的人工智能技术，但已引发很多人对龙泉寺的关注，不仅让佛法文化更加喜闻乐见，还带动了“贤二小法师”以及龙泉寺其他周边产品的市场。未

来，人工智能将在文化场馆的管理、运营等方面，将极大的节省人力成本，并优化服务流程。并且，利用人工智能收集群众数据，再通过互联大数据技术获取群众需求，基于此数据进行群众需要的文化设施的建设，将大幅度解决供给侧不平衡等问题，带来公共文化服务领域的供给侧结构性变革。

在音乐领域，创立于卢森堡和伦敦的 Aiva Technologies 公司，基于使用强化学习技术的深度学习算法创造了一个 AI 作曲家，并称之为“Aiva”（Artificial Intelligence Virtual Artist，人工智能虚拟艺术家），由它来创作古典音乐。古典音乐此前一直以来被视为一种最高的音乐形式，其包含着丰富的情感艺术，通常被视作只有人类才有的独特品质。但利用深度学习技术，Aiva 已经通过由莫扎特、巴赫、贝多芬等名家谱写的多达 15000 个曲子进行学习，从中提取出蕴含的特征。在训练过程中，Aiva 搭建了权值基于体现音乐特征提取理解的数学模型，然后用模型创作出了完全原创的曲子，而且 Aiva 还可以根据输入数据库中的整体更换音乐类型，创作新风格个性化的曲子。比如，如果想创作一首史诗音乐，就可以用史诗音乐或电影音乐训练 Aiva。2016 年 7 月 14 日，为了庆祝法国国庆节，Aiva 创作出了自其诞生以来出现以来数量最多的曲子，这些曲子全都饱含深情，或壮烈或悲怆。这些曲子最后合并为一张专辑，叫做《创世纪》（Genesis）。

在新媒体领域，当前，面对海量信息，有效推荐给用户以寻求最大流量的关注，成为新媒体企业关注的焦点。在各类推荐渠道中，智能算法推荐在 2017 年已经成为推荐准确率最高的推荐方式。相较于传统媒体忽视用户个性差异化的单向灌输式信息传送方式，推荐算法是基于用户需求特征的个性化智能推送机制，借助大数据技术的发展，使推荐算法拥有了足够的用户信息，推送给用户的内容也更符合用户的兴趣特点，推荐算法已经是新媒体的一个核心竞争力。而除了智能推荐算法，人工智能还在体育播报、即时新闻等多个领域改变新媒体，例如，2017 年九寨沟地震后，机器人记者用时 25 秒完成 540 字的新闻稿并配有 4 张现场图片，极大提升了实时新闻效率。目前，人工智能技术已经优化了在线搜集、选题筛选、数据分析、文稿撰写、编辑校对、事实核查等多个新闻生产环节，百度公司副总裁沈抖就表示，“移动互联网的下半场，人工智能作为技术红利会取代人类重复的脑力劳动，而不重复的劳动就会变得有价值。”在实际应用方面，由四川日报报业集团与阿里巴巴集团联合投资、华西都市报实施运营的封面新闻是其中的典型。2017 年 5 月 4 日，封面新闻自主研发的小封机器人 1.0 版上线，开始新闻资讯写作的探索。9 月 30

日，四川青川发生 5.4 级地震，由封面新闻开发的智能机器人“小封”机器人在 8.09 秒的时间内，写作了一篇 1300 字的稿件，内容包括速报参数、青川简介、青川天气、历史情况等，并配有相关图片。封面新闻的机器写作目前已经在体育、生活资讯、自然灾害预警等领域实现，写作类型包括热点日报、快讯和行业报告等，下一步还将在财经和个性化日报上铺开。目前，封面新闻在客户端上开设了专栏“小封观天下”，内容较为多样。而除了智能写作之外，封面新闻还人工智能技术常态化地应用到各个生活场景，2017 年，推出了“封面新闻高考志愿小助手”、“AI 人工智能相亲会”和“十一黄金周”启动的“小冰携手大熊猫邀你美丽四川行”等活动，广泛引发用户参与，提升了传播效果。封面新闻还自主研发了封巢智媒体系统来改造内容生产，意在推动媒体管理、决策、效率的智能化改革，通过打造行业云 Saas（软件即服务）APP+网站+工作台全套解决方案，把原来线性的、单一的、人工的内容生产流程变得多元化、智能化，用人工智能的思维改造媒体融合，探索新时代传播者、传播内容和传播流程的智能化。

除了这些具体领域的应用，人工智能技术还在内容审查、用户信息收集、IP 创意等多方面影响着文创产业发展。例如，广州图普网络科技有限公司推出的基于人工智能图像识别技术的内容审核服务，在识别色情、暴恐、时政敏感信息、小广告等违规图片和视频方面居于领先水平，拥有国内最大的图像识别云服务平台，为众多头部直播和视频平台提供内容审核服务。而大热美剧《纸牌屋》的诞生便是 Netflix 从 3000 万付费用户的数据中总结收视习惯，并根据对用户喜好的精准分析进行创作，使出品方兼播放平台 Netflix 在一季度新增超 300 万流媒体用户。此外，人工智能已经成为一个大型 IP，脱离于技术层面直接为内容创作提供创意。美剧《西部世界》便讲述了一个由 AI 机器人接待员构成的以西部世界为主题的成人乐园中，AI 机器人接待员意识觉醒进而反抗人类的故事。该剧仅播出第一季，便在豆瓣评分中获得了 9.4 的高分。

除此之外，在 2018 年 6 月的第二届世界智能大会智能科技展上，中科院自动化研究所和君胜控股集团联合研发的智能书法台引起了不少观众的兴趣。用毛笔在一个工作台屏幕上写几个字，扫一下二维码，一副自己书写的书法作品就分享出来了。智能书法台实现的功能方式非常简易，与真实的写毛笔字的过程别无二致，力道大一些，笔画就粗，反之笔画则细。这个书法台的一大优点是，既可以非常简单地查询历代书法名家的字帖墨迹，也可以直接在原稿上比对字帖描红，可以跟着自

带的视频演示系统进行系统指导的临摹学习,也可以单独查询单个字的具体写法以精进个人水平。如果选择自行创作,屏幕就会出现一个卷轴,挥毫泼墨后选择“盖章”功能,再输入你的名字,一幅作品就完成了。创作完成后,屏幕会显示出二维码,用智能手机扫描之后你的作品就会同步显示到手机中,可以储存下来,也可以直接转发出去与朋友分享创作的过程与喜悦。

研发这套智能书法台的中科院自动化研究所技术人员介绍,目前这样一部智能书法台的价格还比较贵,单价在5万元到8万元之间,因此它更适合在城市图书馆、大中小学等公共场所使用。他们会在成熟的市场基础上继续推出家用版设备。

有专业书法爱好者提出质疑,他们认为书法这门学问最重要的是手指手腕的配合,以及纸笔之间的回馈感觉,然而这些都无法在触屏这种坚硬介质上体现。针对这一问题现场技术人员认为,这也是他们在一直努力解决的核心问题。据有关资料显示,这套设备在立项研发探讨就用了两三年的时间,团队核心成员超过20人,最重要的触屏感应技术就有7个中科院的博士后在做。目前智能设备和真实的笔墨纸砚确实不同,但事实上它已经可以实现延迟率较低的识别与反馈,像书法创作中的飞白、线条渐变等特点已经可以得到呈现。

这套设备的主要的特点是结合了很多的数据,可以实现辅助教学、自我提高等功能,假如用户只需要练习单字如自己的姓名等,那么借由智能书法台可以瞬间搜索出书法各位名家不同书体的风格迥异多个单字字库,且为了用户便于学习每一种字体都配有视频演示。有专家表示,该项目所首创的共享书法概念及产品填补国内外市场空白,顺应了国家文化战略的需要、国家核心竞争力的需要,能有效满足人民群众的文化生活需求,是一项具有千亿市场规模的利国利民、文化惠民的优质文创类项目,值得大力推广和应用。

7.9.3 人工智能对文创产业的重要意义

随着人工智能技术在文创产业应用的加深,人工智能对文创产业的重要意义也逐渐被更多人所认识。目前来看,人工智能技术对文创产业主要有三个方面的重要意义。

首先,是丰富了文化内容的表现形式。人工智能技术使得艺术语言与表意体系更加契合,开拓了文化创作的新领域。例如,2017年5月,日本节目《金SMA》

在一期节目中利用全息投影技术“复活”了已经去世 22 年的邓丽君，再现了她的名曲《我只在乎你》，其五官栩栩如生，即使与观众出现在同一个镜头中也毫不违和，创造了独一无二的文化接受体验。对于文创产业来说，人工智能的独特技术极大丰富了文创产品的表现形式，是文创产业转型升级的有效路径之一。

其次，优化消费者的消费体验。人工智能技术丰富了文创产品的表现形式后，必然将影响到消费者的消费体系，内容更加丰富的产品，可以带给消费更好的消费体验。例如，AR 游戏 Pokemon Go 曾掀起过一波全民手游热潮，这款游戏通过 AR 技术将虚拟世界与玩家所处的显示世界所联通，创造了全新的用户体验，给玩家带来了前所未有的娱乐效果与游戏快感，受到了玩家的广泛关注与喜爱。

第三，创新文化传承的方式方法。在移动互联网时代，人工智能在文化遗产的保护、传统文化的传承和推广等方面都将发挥很大的作用，龙泉寺的“贤二小法师”就是一个典型的应用。人工智能技术能够深度挖掘文化的内涵、提供精准的信息、营造良好的文化学习体验，尤其是在传统文化推广方面，人工智能技术可以丰富文化的表现形式，将一些较为生涩冷僻、晦涩难懂的传统文化以更为简单、有趣、立体的方式传播给大众，提高传统文化的传播效率。并且，智能推送算法等人工智能技术，还可以改变信息单向沟通的不足，使用户可以更容易接受感兴趣的传统文化知识。总的来说，前沿科技与古老文化的完美融合，不仅能让古代文化艺术在千百年后依然栩栩如生，也能让更多人体悟文明的丰富与多元，体验文化艺术穿越时空的魅力。

7.9.4 未来发展趋势

知识产权保护

人工智能在文化创作方面已经达到了一定的程度，但是人工智能创作物在法律上如何定位？能否得到著作权法的保护？怎样保护？这一系列问题值得进一步思考。

人工智能文创产品是人工智能技术发展的结果，主要是通过一定的机器与算法来实现人类智力可以要实现的功能。但是，无论通过哪种算法、何种设备实现的人工智能，目前的人工智能高度就已经决定了它只是一套人造的机器或者是一个系统，

从这个角度来看它就与我们日常操作的手机和个人 pc 相比并无二致，人工智能实现的还是人们可以预见、希望能够实现的结果，还并未完全脱离人的控制，它实现的仍旧不能脱离设计者预先交与的深度训练库为基础的范围，达到相关的希望结果，这个结果也是目前深度学习的初期来说比较具体、比较容易实现的。

也许深度学习到了后期，这个问题就比较抽象，范围也更加宽泛了，似乎人工智能的发达程度就可以到达不再完全接受人的控制的程度，但是实际上归根究底，人工智能的设计、制造以及达成相关能的执行部分仍然是完全由人类进行的，人工智能所实施的一切行为都是由本身的人赋予的机械硬件予以控制，可以说人工智能如何行为都是人类预先设计的，其并没有完全独立的行为人能力。

人工智能自然不具有法律人格，但是，在法律上人工智能创作物属于何种性质，目前还是法学界任意的课题，目前对于其保护的讨论大多从传统的著作权法的角度进行的，讨论的核心问题是人工智能创作物是否属于著作权法上的“作品”。根据我国《著作权法实施条例》第二条的规定，作品是指文学、艺术和科学领域内具有独创性并能以某种有形形式复制的智力成果。从法律条款本身的定义上看，只要人工智能的创作物满足一定的条件时，只要是属于著作权法意义上的作品，就应该受著作权法的保护。

由此可见，作品是一种智力角度的成果体现，其次还需要具有创造性和被复制性。人工智能本身是一系列算法的体现，是背后的人类科学家脑力劳动所创造的成果；人工智能创作物是这些算法运算的成果，自然也是人类科学家脑力劳动创造的成果。也就是说，人类的脑力劳动不仅创造了人工智能，而且也创造了人工智能创作物，因此人工智能创作物也是人类智力成果的一种表现。

未来的方向

目前，虽然人工智能技术在文创产业的应用很有潜力，但技术壁垒依然是阻碍其进一步应用的关键，而且其中有创造性的人工智能新发现也被一些行业或者理念等相关问题放慢。例如，由人工智能创作的作品受不受到知识产权保护就是一个问题。NASA 的 David Mindell 教授和麻省理工学院工程与制造史学教授的 Dibner 就指出，最先进和最困难的技术并不是那些远离人的部分，而是那些需要深层次进入人类日常生活和社交网络的部分。此外，在公共文化服务等行业领域，由于受到经

济条件的限制，对应的创造性的人工智能改造仍然没有实现。比如，博物馆和图书馆等公共资源体系或非营利机构缺乏创新所需的财政资源支持。

不过，从大的趋势来看，人工智能技术作为一项人类科技革命史上可能成为第四次工业革命推动力的技术，在文创产业的应用趋势是很难被阻止的。人工智能技术对文化领域的颠覆性影响正在不断推进，以此为基础产生的新经济业态如分享经济、粉丝经济、社群经济等正在深刻影响和改造着文化的生产、传播和消费流程，颠覆着对文化产业的传统边界划分，拓展了文化创意产业的边界，一些与 AI 相关的新的泛文化创意产业正在蓬勃发展。

未来，人工智能技术在文创产业的应用将可能应用于两方面。一方面，随着信息传播的大众化、个性化及差异化，大量自媒体纷纷涌现，使得网络信息更加泛滥，用户在搜集信息时所用的时间成本进一步加剧。针对这种情况，通过人工智能对大数据进行分析，进一步为用户进行预先过滤、针对用户的个性化需求和个性化推送信息，将成为人工智能在文创产业的重要应用。现在以今日头条、一点资讯为代表的新媒体平台，已经在利用对信息的数据挖掘和为用户进行行为刻画算法，向用户进行智能化信息服务。未来，随着人工智能技术的发展，这种智能化推送的效率将会进一步提高，并且在国家政策、社会舆论的影响下，目前智能推送过程中的低俗信息、负面内容被推送的现象将得到改善。

另一方面，人工智能技术将进一步优化文创产品的消费者体验。体验是消费者与产品形成情感共鸣的关键，是连接消费者购买文化产品的核心目的。随着我国人均收入的增加，人民物质生活水平不断提高，消费者在消费过程中更加追求对产品的文化、体验的认同，而沉浸式的体验与深层次的交互，可以更加好的沟通消费者与文创产品。在这方面，人工智能技术如 AR 等的发展，正在改变传统的视听方式，为文创产品带来全新的体验。虚拟现实、增强现实、全息投影、裸眼 3D 显示、人工智能交互娱乐引擎开发、互动影视等新的沉浸式技术发展、设备普及和内容创新发展，使得人类的视听体验和交互体验全面升级，目前这些技术已经在游戏、影视、娱乐等产业得到了逐渐普及，也在向普通的消费购物、教育等产业衍生，必将带来新一轮的文化体验革命。

八、国内外产业对比分析

8.1 综述

自亚马逊推出弹性计算云服务之后，作为信息技术创新服务模式的集中体现，云计算被广泛传播，成为了信息技术变革大潮的代名词，以信息基础设施的模式支持着各行业发展。对于云计算的定义，现阶段广为接受的是美国国家标准与技术研究院（NIST）定义：云计算是一种按使用量付费的模式，这种模式提供可用的、便捷的、按需的网络访问，进入可配置的计算资源共享池（资源包括网络，服务器，存储，应用软件，服务），这些资源能够被快速提供，只需投入很少的管理工作，或服务供应商进行很少的交互。

近年来，云计算产业市场规模不断增长。根据 Gartner 研究院的数据显示，2017 年，以 IaaS、PaaS 和 SaaS 为代表的全球云计算服务市场规模达到 817.8 亿美元，增速为 25.4%，预计至 2020，全球产业规模将达到 1435.3 亿美元，年复合增长率为 21.7%。

国内的云计算市场规模在 2017 年预计将达 751.6 亿元，其中私有云市场规模达 460 亿元。到 2020 年，国内云计算市场总体规模会达到 1355.4 亿元，私有云市场涨幅比较明显，达到 829.5 亿元。

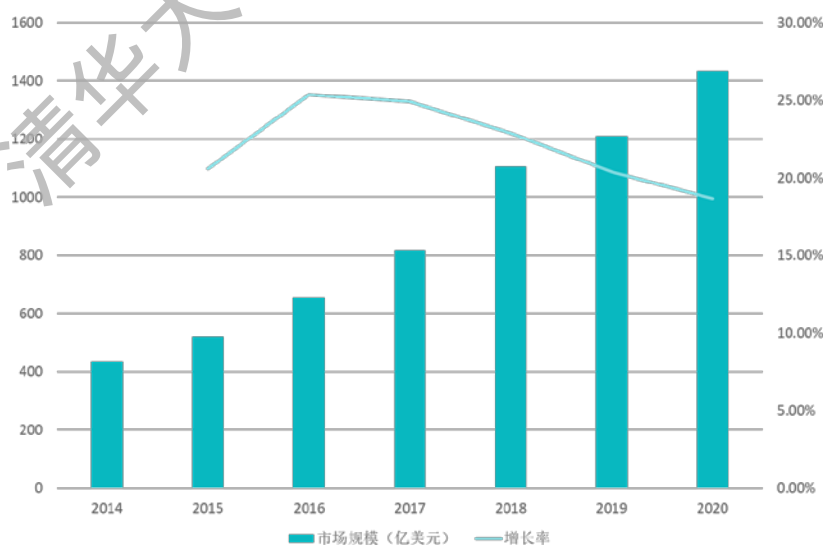


图 57 全球云计算市场规模



图 58 中国云计算市场规模

从云计算全球的市场格局来看，北美地区拥有近 60% 的市场份额，占据绝对主导地位，其中，美国在全球市场占据了 54.1% 的市场份额，领导地位稳固，亚马逊是其云计算的龙头企业；之后是欧洲市场，约有 21.5% 的市场份额；亚洲市场则以中国和印度为代表，占据了 12% 的市场份额。

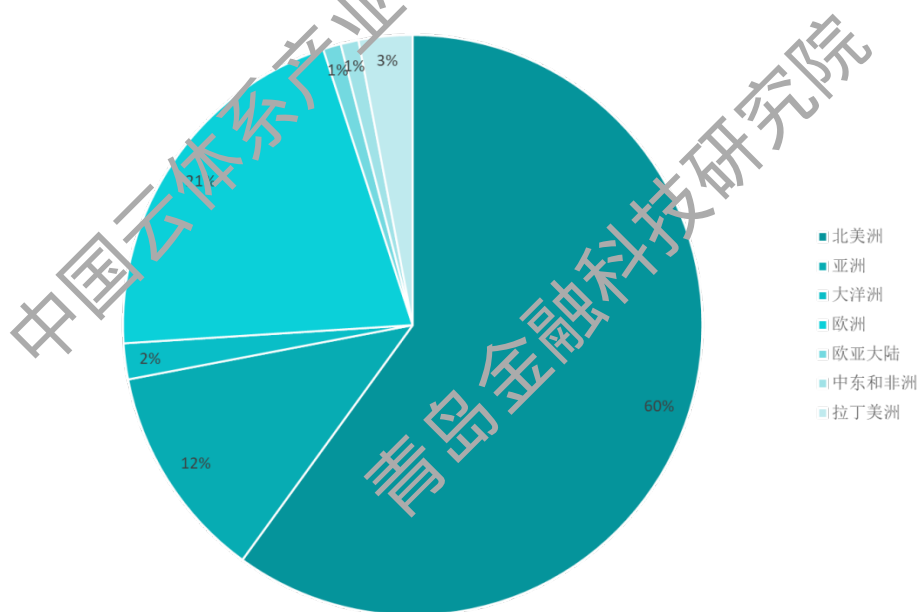


图 59 全球云计算市场格局

自纽约大学的 Hinton 教授提出训练深层网络的新思路，人工智能的第三次浪潮正式袭来，到 2017 年，目前全球的人工智能产业融资额达到千亿万元级别，其中美国和中国分别以 978 亿元和 635 亿元融资金额，分列一、二。在这场人工智能产业的兴起之路上，中美已然站在了世界前列。

无论中美，全球许多国家都对 AI 充满了憧憬与渴望。人们坚信，一个新的世界即将到来。人工智能是当前人类所面对的最为重要的技术社会变革，可谓是互联网诞生以来的第二次技术社会形态在全球的萌芽。

人工智能，是人类在利用和改造“机器”的过程中所掌握的物质手段、方法和知识等各种活动方式的总和。AI 赋予了机器一定的视听感知和思考能力，不仅会促进生产力的发展，而且也会对经济与社会的运行方式产生积极作用。但是，站在新世界起点，我们也看到一些似曾相识的情形，不免会发现当下的 AI 领域像极了当年的互联网在 1998 年勃兴两年后又遇到寒冬的情形，近年来 AI 厚积薄发，主要因深度学习获得了突破，创业和投资由此情绪高涨。

作为见证过互联网发展热潮的人，我们要保持冷静的认知。目前深度学习仍有难以克服的缺陷。接下来几年，一个很有可能出现的趋势是投资越来越多，公司越来越少，项目越来越贵，而深度学习自身的不足并没有快速得到解决，AI 商业化之路愈发力不从心。

在当前这个行业很有可能即将出现泡沫的时候，目前不宜设定过高的期望。现实的情况是美国积 60 余年之功，全面领先全球，其他国家的 AI 创新尚处于萌芽阶段。赶英超美，并非朝夕可成，我们因此需要把有限的资源用到核心环节上，方能在未来的人工智能领域占有一席之地。

8.2 国内外云和人工智能顶层设计

云计算作为目前美国政府 IT 发展的主要方向之一，除了大力推进新技术，美国政府也非常关注云计算所带来的隐私、安全等方面的问题。并重点在三方面采取措施加以完善，包括制定指导各级政府向云计算快速迁移的国家战略规划，加强相关标准和流程的研究制定以及创造安全的云计算应用环境等。

2006 年 8 月，美国 Google 公司首席执行官埃里克·施密特在搜索引擎大会上首次提出云计算概念。2009 年，美国政府设立了首席信息官一职，主要负责制定与政府信息技术相关的政策与战略规划、联邦政府所有科技预算的分配与使用、帮助促进总统的技术政策等。同年 9 月，美国联邦信息委员会宣布了联邦政府云计算发展计划，主要包括：开通联邦政府官方网站，以展示并提供得到政府认可的云计算应用，如基于云计算的商务应用、社交应用及相关的云计算基础设施应用；建立联

邦云计算示范工程，以改善联邦政府工作效率以及降低投入；大规模采购云计算服务，提升政府利用云计算的能力与水平，扶持云计算科技企业，带动云计算产业整体发展。

2010 年，美国出台了《改革联邦政府 IT 管理的 25 条实施计划》，明确提出“云优先”策略，要求各个政府部门在进行信息化建设与大规模采购信息技术设备时，优先考虑云计算技术。并要求到 2012 年 6 月底，各部门至少将三项服务迁至云计算服务上。该项策略极大提高了美国联邦政府的云计算应用水平。

2011 年，美国联邦政府 CIO 委员颁布了联邦政府云战略，该战略旨在通过云计算优化政府服务提供方式，解决美国联邦政府电子政务基础设施使用率低、资源需求分散、系统重复建设严重、工程建设难于管理以及建设周期过长等问题。美国联邦政府认为通过云计算技术能够帮助政府机构为群众提供高度可靠的创新服务，并且不需要花费大量经费。

表 21 云计算带来的效益、效率、灵活性和创新

效率	
云计算带来的效益	当前的环境
提高资产利用率（服务器利用率大于 60%-70%） 累积需求，加速系统整合（例如联邦政府数据中心整合行动） 提高应用开发、应用管理、网络和终端用户的工作效能	低资产利用率（服务器利用率通常小于 30%） 需求分散、系统重复建设 系统难于管理
灵活性	
云计算带来的效益	当前的环境
直接购买可信云供应商的“云服务” 根据需求功能可以快速调整 更快、更多地响应机构紧急需求	花费数年时间来为新服务建造数据中心 花费数月时间来增加已有服务的功能
创新	

云计算带来的效益	当前的环境
将重点从资产管理装箱服务管理 引入私营部门的创新成果 鼓励创新型文化 更好地接触新技术（如新设备）	繁重的资产管理 脱离私营部门的创新成果 风险规避文化

虽然我国云计算产业起步较美国晚，但近年来，我国政府高度重视云计算产业的发展，发布了多项政策措施支持云计算产业链的发展，国内云计算政策环境基本形成。云计算产业发展、行业推广、应用基础、安全管理等重要环节的宏观政策环境已经基本形成，行业政策体系趋于完善、行业发展工作重点明确。

表 22 我国政府发布的云计算相关国家政策

时间	机构	政策
2015 年 1 月	国务院	《关于促进云计算创新发展培育信息产业新业态的意见》
2015 年 5 月	中网办	《关于加强党政部门云计算服务网络安全管理的意见》
2015 年 7 月	国务院	《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》
2015 年 8 月	国务院	《促进大数据发展行动纲要》
2015 年 12 月	工信部	《电信业务分类目录（2015）》
2016 年 12 月	工信部	《关于规范云业务市场经营行为的通知》
2016 年 12 月	国务院	《“十三五”国家信息化规划》
2017 年 3 月	工信部	《云计算发展三年行动计划（2017-2019 年）》
2017 年 7 月	工信部	《电信业务经营许可管理办法》
2018 年 8 月	工信部	《推动企业上云实施指南（2018-2020 年）》

在这些政策中，2015 年 1 月，国务院发布《关于促进云计算创新发展培育信息产业新业态的意见》，提出 2020 年，云计算成为我国信息化重要形态和建设网络强国的重要支撑，并提出一系列发展和保障措施。2017 年，工信部发布了《云计算发展三年行动计划（2017—2019 年）》，在国务院《意见》的基础上，更加具体的仍提升技术水平、增强产业能力、推动行业应用、保障网络安全、营造产业环境等多个方面，推动云计算健康快速发展。



图 60 工信部《行动计划》中云计算五大行动

一种乐观观点认为，人工智能的发展将在 30 年内深刻改变人类社会生活、改变世界，因此，中美两国均在为这一时代的到来积极准备，在顶层设计方面有许多值得研究的地方。从国家政策来看，中美有近乎相仿的重视程度。

美国和中国政府都把人工智能当作未来战略的主导，出台发展战略规划，从国家战略层面进行整体推进。美国的人工智能报告一般体现的是美国政府在新时代维持自身领先优势的整体战略。作为最大的发展中国家，中国也在人工智能的战略布局和项目实施上做了整体规划和部署。

美国和中国都在国家层面建立了相对完整的研发促进机制，整体推进人工智能发展。但在应用系统中由于积累优势，美国已经开始将 AI 装备到军事领域。目前美国一直处在人工智能基础研究的前沿，保持全球领先地位。中国目前在全球虽然已经跻身第一梯队，但在基础算法和理论研究方面，与美国还有相当大的差距。

2016 年 10 月，美国《国家人工智能研究和发展战略计划》提出了政府资助人工智能研发的七项战略计划。2017 年 7 月，中国国务院印发《新一代人工智能发展规划》，从科研、应用、保障政策等角度为人工智能发展做出体系化的整体布局，提出了六项重点任务。此两部战略规划文本为依据对中美两国人工智能产业创新政策工具进行比较分析，为我国人工智能相关的产业政策及知识产权管理提供决策参考。

整体上看，中美人工智能国家战略对其应用前景的顶层研判、技术研发的长期投入、产业高端技术人才的培养、制定政策标准等保障体系建设的认识基本一致，在某些政策工具的使用方面也不乏相似之处。例如在环境面政策工具上，中国与美国都倾向于“法规与管制”和“政策性策略”政策工具的使用，在需求面政策工具上，中国与美国同样都比较注重“公共服务”政策工具的使用。

表 23 中美人工智能政策顶层设计工具对比

中国政策工具	所占比重	美国政策工具	所占比重
公营事业	4.17%	公营事业	0%
科学与技术开发	8.33%	科学与技术开发	44.83%
教育与训练	8.33%	教育与训练	3.45%
资讯服务	0%	资讯服务	3.45%
财务金融	4.17%	财务金融	0%
租税优惠	4.17%	租税优惠	0%
法规与管制	12.50%	法规与管制	24.14%
政策性策略	20.83%	政策性策略	3.45%
政府采购	0%	政府采购	0%
公共服务	25.00%	公共服务	20.69%
贸易管制	12.50%	贸易管制	0%
海外机构	0%	海外机构	0%

中国在供给方向政策的布局设计较为平均，在技术开发层面提出加快建立新一代人工智能基础理论体系和关键共性技术体系；在教育与培养层面提出加快培育聚集人工智能高端人才和加强人工智能劳动力培训计划。美国在供给面主要侧重于科学与技术开发政策，具体政策措施包括提升基于数据发现知识的能力及人工智能系统的感知能力、开发可扩展的人工智能系统、寻找能够解决目前深度学习痼疾的新算法、开发更多的可视化和人机界面等。

中国对环境方向政策的布局设计中，在法规与管制层面，知识产权保护、优化人工智能领域的法律框架和监督评估体系等方面都有涉及。在政策性策略方面，主要是统筹布局人工智能创新平台、加强人工智能领域军民融合，以及积极扶植新一代人工智能重大科技项目。美国在环境分析政策注重法规与管制的使用，主要包括人工智能国际标准的制定，例如基于专业领域的人工智能标准、制定检验人工智能技术可行性的测试基准，以及促进人工智能社区的参与标准的制定等。

中国在需求方向政策的布局设计将主要精力投入在了公共服务和贸易管制上。首先通过构建安全高效的智能化基础设施体系，以满足国内人工智能产业与技术研发过程中需要解决的硬件问题；其次是补充与完善与人工智能领域相关的准入性政策，构建开放包容的开放市场环境，夯实人工智能发展的社会基础。美国在需求方向倾向于公共服务政策实施，主要包括三个方面，首先是通过提高人工智能的公开透明度，以消除公众对这一领域可能被渲染出的不信任感。其次是增强其可验证性与可确认性，保护其免受攻击。最后则是实现长期的人工智能领域的维护工作，能够长期更新并维持多样化的人工智能多领域的训练数据集。

整体上看，中美人工智能在顶层设计与政策制定上，对人工智能领域应用前景的把控引导、技术研发的长期投入、高端技术人才的培养、为企业与人员保障体系建设、制定整个行业相关的政策标准等的认识基本一致，在某些政策方向上的考量也不乏相似之处。例如在环境方向政策上，中国与美国都倾向于法规与管制和政策性策略；在需求方向政策上，中国与美国都比较注重公共服务政策的制定。

不过由于人工智能发展程度的不同，中国与美国在人工智能产业创新政策的出发点上存在明显差异。中国主要是从技术研发、产业应用、政府政策保障等方面做出部署，主要的着力点在人工智能技术能够对行业带来的经济效益；而美国则侧重于防范人工智能可能对社会带来的风险，在政府提供补贴进行研发和相关从业人员就业保障两个方面进行了专门规划。中国在制定政策的主要方向上频次前三位依次是“公共服务”（25%）、“政策性策略”（21%）、“贸易管制”（13%），政策层面分布依次为环境面（42%）、需求面（38%）、供给面（20%），说明中国在产业相关政策上主要的目标是重在扩大投入、刺激需求来推动发展；美国在制定政策的主要方向上频次前三位依次是“科学与技术开发”（45%）、“法规与管制”（24%）、“公共服务”（21%），政策层面分布依次为供给面（52%）、环境面（28%）、需

求面（20%），表明美国人工智能在技术与市场环境均已逐步成熟，政府政策已经转移到鼓励创新、引导和规范方面。

总而言之，中国政府更注重环境层面制定政策，这主要是基于目前中国人工智能产业市场还并未成熟，政府当前公布的创新政策的主要目标在于通过鼓励创新，培养出新兴产业发展所需要的公平、完善的市场环境，进而刺激产业自身的创新活动以获得更好的经济效益。

8.3 国内外云和人工智能人才储备情况

作为继个人计算机、互联网之后的第三次 IT 变革浪潮，云计算具有超大规模、虚拟化、通用性、高可靠性、高扩展性等特点，在全世界得到了广泛关注和应用，各国政府都提出了云计算发展战略或行动计划。其中，云计算人才作为这些发展战略的基础，受到世界各国的高度重视。

目前，从全球云计算发明人分布的区域情况来看，美国、中国大陆和韩国以 88.6% 人才拥有率，成为云计算技术的主要技术和人力资源分布国。其中，美国和中国大陆作为优先权所有国分别拥有 1997 项和 1415 项技术，占全球比例的 45.3% 和 32.1%；分别拥有 4446 名和 3649 名发明人。此外，日本和台湾的专利技术发明同为 166 项，发明人数则分别为 288 和 320 人，台湾发明人数量稍多。而印度、澳大利亚、英国、俄罗斯和德国等国家也在云计算领域积极布局，但是专利拥有量都比较少，技术发明拥有量占全球的比例都在 1% 以下，从事云计算技术的发明人数量都不算多。

但是，从发明人的创新效率来看，效率最高的国家和地区是日本、澳大利亚和台湾，平均每位发明人所拥有的技术发明为 0.58、0.53 和 0.52 项。德国、韩国、美国和俄罗斯紧随其后，平均每位发明人所拥有的技术发明在 0.4 至 0.5 项之间。中国每位发明人平均所拥有的技术发明只有 0.38-0.39 项，数量极低。可见，我国云计算技术领域的发明人虽然拥有的发明数量很高，但是创新效率很低，说明我国投入人力资本比较多，但是相比其它主要国家（地区）的人均技术发明效率偏低。

表 24 云计算技术领域发明人的主要国家和地区分布

国家（地区）	专利族数（%）	发明人数	创新效率
美国	1997（45.3）	4446	0.45
中国	1415（32.1）	3649	0.39
韩国	495（11.2）	1010	0.49
日本	166（3.8）	288	0.58
台湾	166（3.8）	320	0.52
印度	41（0.9）	109	0.38
澳大利亚	32（0.7）	60	0.53
英国	27（0.6）	69	0.39
俄罗斯	17（0.4）	41	0.41
德国	10（0.2）	20	0.50

从云计算专利发明人所在机构分布的聚集程度来看，在全球最重要的 11 家云计算发明机构中，美国占据 8 家，其中，IBM 以 285 个专利族数排在首列，拥有发明人 638 人；中国占据 2 家，分别是华为和中兴通讯；德国有 1 家。可见，美国从事云计算技术研发和创新的人力资源储备非常丰富，在全球占据领导地位。此外，值得注意的是，美国红帽公司虽然发明人数只有 44 人，但是技术发明有 83 项，创新效率非常高。华为和中兴通讯分别拥有 46 项和 33 项技术发明，发明人数分别为 90 人和 43 人。

表 25 云计算技术领域的重要机构分布

机构	国家	最早申请年	专利族数	发明人数	创新人数
IBM	美国	2008	285	638	0.45
微软	美国	2005	171	605	0.28
红帽	美国	2007	83	44	1.89
谷歌	美国	2009	58	145	0.40
戴尔	美国	2007	57	129	0.44
华为	中国	2010	46	90	0.51
SAP	德国	2007	42	77	0.55
思科	美国	2008	39	111	0.35
英特尔	美国	2009	37	88	0.42
中兴	中国	2009	33	43	0.77
Verizon	美国	2008	33	62	0.53

在云计算基础人才层面，目前我国缺口较大。2015 年，根据 LinkedIn 公布的最受到雇主喜欢同时最炙手可热的技能中，“云计算”排名第一，“数据分析”位列第二。而有数据显示，云计算产业未来 5 年将面临多达 130 万的人才缺口。

总的来说，虽然目前我国云计算发明人较多，但人才储备较美国差距较大，主要问题包括：人才资源布局分散，没有形成与美国科技巨头企业类似的云计算技术人才聚集区，缺乏强有力的云计算技术竞争实体；人才创新效率低，虽然专利发明人数量多，但人均拥有发明数量低。可见，我国云计算产业想要实现快速发展，从人才角度仍需加大培养力度，进一步集聚云计算技术领域的创新人才；强化云计算

企业实力，构建云计算技术创新人才分布的高地，形成产业创新与发展的合力；同时，加强人力资源管理，提高人才创新效率。

2017 年 12 月，工业和信息化部印发《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划（2018-2020 年）》，提出希望到 2020 年，人工智能产品能取得重要突破，在重点领域能形成一定程度的国际竞争优势。

作为目前最热门的计算机理论研究方向，AI 相关技术对于未来的经济发展、产业转型和科技进步起着至关重要的作用。作为一门方兴未艾的新兴技术，AI 技术的研发、落地与推广同样也离不开相关领域人才的致力创新。在推动 AI 产业从兴起进入发展的历程中，AI 高级人才的带领作用尤为重要，他们可以说是推动这个行业发展的核心。因此，上至国家政府，下至各大科技巨头和 AI 初创公司，无不将 AI 人才视为提升自身的核心竞争力的根本性战略。

腾讯研究院与 BOSS 直聘联合发布的《全球人工智能产业人才白皮书》指出，人工智能竞争当然以顶级人才为根本，然而能够指出前瞻性的研究方向，做到引领 AI 行业变革级别的顶级人才，整个世界也并没有达到千人级别的规模，他们自然成了国家与企业争夺的热门对象。而且不仅顶级人才的数量稀少，人工智能领域不同层次人才的分布也极不平衡，他们大多数在美国。

据统计，目前，全球人工智能领域可以被认定为顶级人才约 30 万人。其中，高校与研究院中的学术人才约 10 万人，分布在全球 367 所高校中；涉足于产业中人才约 20 万人，分布在各国 AI 产业的不同公司和互联网科技巨头中。在这 30 万人群中，美国的人才储备处于主导性地位，主要的原因是：

第一，美国高校多。目前，全球共有 367 所已经具有一定人工智能研究规模的高校。其中美国就拥有 168 所，占 45.7%，拥有很大的领先优势。世界其他国家中加拿大有 22 所，中国有 20 所，英国有 20 所，印度有 18 所，基本上都位于第二梯队。其余世界各国的 AI 高校则均在 10 所以内。人工智能领域学术能力排在世界前 20 的学校中，美国占据 14 所，且美国高校包揽了这一榜单前八名。



图 61 全球人工智能高校情况分布图

第二，美国企业人才多。目前全球人工智能领域的约 20 万产业人才中，分布在世界不同国家的 2617 家科技巨头与 AI 程创新企业中。美国占据其中的 1078 家居首，中国以 592 家排名第二，排在之后的分别是英国、以色列、加拿大等国家。

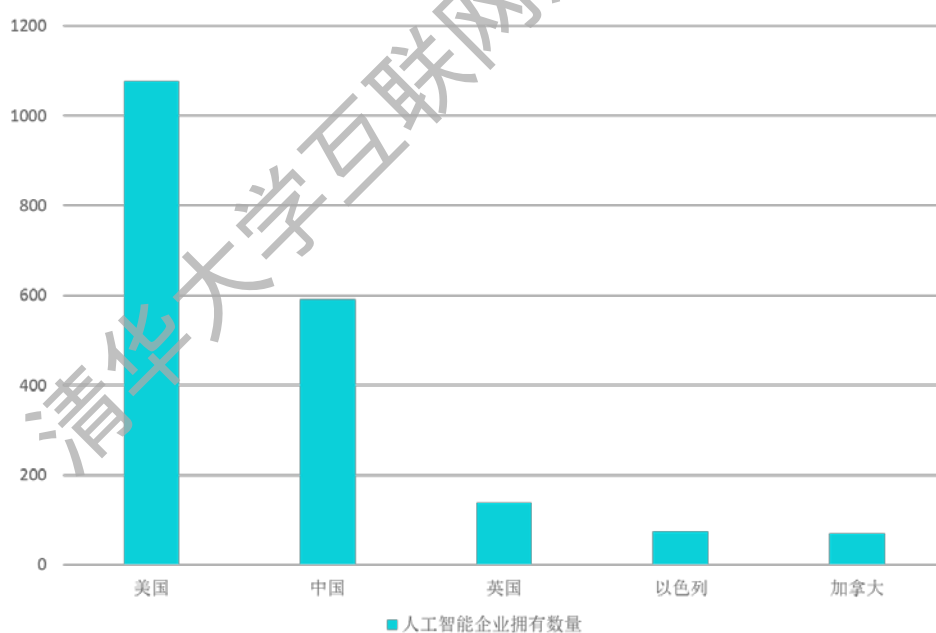


图 62 全球国家人工智能企业拥有数量

据估算，美国 1078 家人工智能初创企业中，约拥有 78700 名员工；中国相应级别的公司有 592 家，共约有 39200 位员工，均只有美国的 50%。相比于美国的人才储备，中国的 AI 人才除了数量上有明显差距外，在产业的分布上也非常不均衡。中国 AI 产业的主要从业人员集中在应用层，而美国主要集中在基础层和技术

层。中国的 AI 基础层人才储备薄弱，尤其是处理器/芯片和 AI 技术平台方面，这也导致中国的 AI 技术创新缺乏根本级别的驱动力，缺乏高级人才支持和高端教育体系为产业发展保驾护航。

人工智能领域的竞争本质上就是人才之争，中国目前的 AI 高级人才较少，且产业分布不均衡。国内的人才市场上，与 AI 领域相关的人才也呈现供不应求的总体趋势。根据相关数据显示，中国 592 家 AI 公司对于 AI 人才的需求数量已经突破百万，但国内 AI 领域人才供应量却很少，人才严重短缺。

为了对比国内 AI 人才供需情况，引入供需指数对 Boss 直聘所提供的数据进行分析，该指数根据在特定时间段内的行业整体人才需求量、活跃求职者数量与招聘活跃度、求职活跃度这四个指标建模得出。这一指数反映了该岗位人才的总体供需状况，当供需指数小于 1 时说明人才供不应求，大于 1 时说明人才供给充足。

从统计出的结果上看，目前国内 AI 人才供需指数逐年走高。2017 年，国内 AI 人才供需指数已达 0.98，较 2015 年提升 11 个百分点，在滤除可能的水分数据后，2017 年真正基本满足 AI 企业要求的人才供需指数仅为 0.6 左右，较 2016 年反而下降 0.04，这说明我国 AI 人才不但严重紧缺，且这种趋势正由于人工智能企业增多而变得愈发严重。其中涉及算法核心的岗位，如计算机视觉、自然语言处理领域的工程师等的人才供需指数更是不到 0.4。

保守估计，截至 2017 年 10 月，我国人工智能人才缺口至少在 100 万以上。有意思的是，过去三年中，我国期望在 AI 领域工作的求职者正以每年翻倍的速度迅猛增长，特别是偏基础层面的 AI 职位，如算法工程师，供应增幅达到 150% 以上。尽管增长如此高速，但是，由于合格 AI 人才培养所需时间远高于一般 IT 人才，合格 AI 人才缺口很难在短期内得到有效填补。

同时，数据也显示，AI 人才泡沫化现象开始出现，主要表现为人才质量良莠不齐。有就业部门调查显示近三成在人工智能领域对自己有很高期望的求职者与 AI 企业所需求的硬指标能力相距甚远，在这部分人中低学历较低者，或为初出茅庐，仅对基础编程略知一二，缺乏实际的 AI 技能者。

鉴于以上情况，人才市场供不应求，意味着 AI 人才的身价也随之水涨船高。过去 3 年中，AI 相关岗位平均薪资正以每年近 8% 的速度增长。到 2017 年，人工智能岗位平均招聘薪资已达 2.58 万元，远高于其他的技术类岗位。

从薪资分布上看，近八成岗位招聘公布的薪资超过 2 万元，五成岗位招聘薪资突破 3 万元，还有 1.9%的企业更是开出 5 万元以上月薪来吸引顶级人才，而标注的月薪还只是薪酬福利的一部分。几乎 50%人工智能高端岗位的员工福利中会提到为员工提供一部分股权，除此之外部分巨头更是会将解决户口作为吸引人才的重要手段。广大企业对 AI 人才的求贤若渴不仅表现在这些与日俱增的员工待遇，对人才的互相争夺也已成为了没有硝烟的战争。一是争抢活跃度，有统计数据显示，近 2 年企业对 AI 人才的争抢活跃度正以每年 30-50%的速度增长。二是互挖墙角，很多公司在人才市场挂出职位的同时，还会主动联系竞争对手的人才动态，通过定向挖掘对方的人才来壮大自己的实力。三是高级主管亲自挂帅，与一般技术类职位相比，人工智能岗位招聘者多半为公司 HR 总监、中高层或创始人本人，普通 HR 招聘占比不到 30%，这也从侧面反映出企业对 AI 人才的重视程度之高。

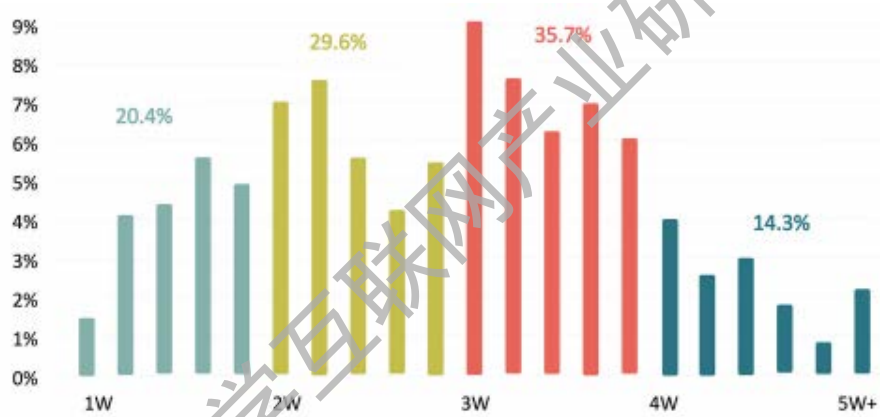


图 63 AI 领域薪资分布

AI 技术近几年的飞速发展，不仅改变了很多行业原有的生态环境，也在悄然之间改变着不少机械化程式化程度高的低端劳动市场，大批简单、重复性和标准化程度高的工种，面临被人工智能及自动化淘汰的命运。根据目前招聘市场的调查，从纸面数据上可以看出一些职位已受到了人工智能的冲击，如录入员、速记员、文字秘书等职位数量已经开始负增长。随着语音和图像识别准确度的快速提升，人工智能在文字处理领域的发挥空间愈发游刃有余，留给录入员、速记员的人工工作及发展空间越来越窄。除此之外还有仓储管理类岗位出现 36% 的降幅。人工客服 2017 年也首次呈现负增长等等，据预测两年内翻译行业将迎来岗位负增长时代。

人工智能在取代泛化能力高的岗位的同时，也在不断催生新的就业机会，与人工智能息息相关的技术人才需求，2014 年以前呈波动性变化，2014 年以后则直线

上升，呈井喷式增长。其中人工智能领域需求量增长最大的是实现人机交互的自然语言处理职务，2014 年至 2016 年的年均入职复合增长率为 168.2%。

以文字、图像处理和推荐为主的算法类岗位需求量增长幅度位居第二，这些技术大大提升了机器模式识别与预测的效率，应用极其广泛，近三年的人才年均入职复合增长率同样达到 160%。数据挖掘、数据运维等提供底层支撑的大数据岗位需求量同样明显增长，年均增幅达到 80%。除了以上直接促进 AI 技术发展的核心职位外，很多间接应用领域岗位的市场需求也出现明显上升。如自动化工程师、数据标注师等，在过去一年中均有 20% 以上的增幅。

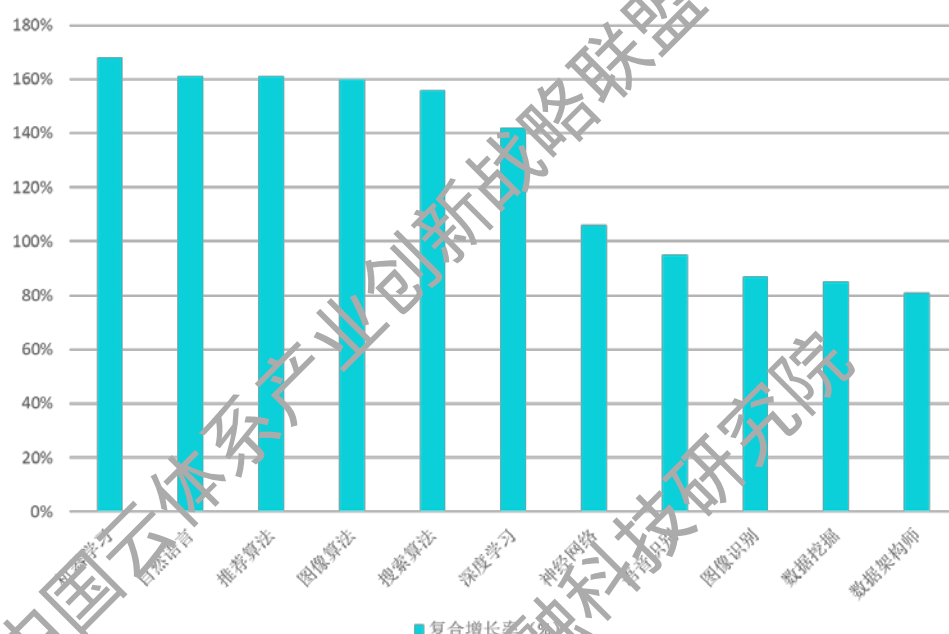


图 64 高端职位需求 2015-2017 年复合增长率

8.4 国内外云和人工智能产业规模情况

在全球市场中，美国市场以亚马逊、微软、IBM 和谷歌为代表，已经走在了全球云计算产业的最前沿位置。其中，基于长期技术沉淀与市场先发优势，亚马逊凭借丰富的产品、完善的服务与长期合作中所积累的知名度，占据了绝对的领导地位，几乎与各细分应用行业的领军企业用户保持密切合作。虽然近年来亚马逊 AWS 云的营业收入增速有回落迹象，但无论是 IaaS 服务或是包括 PaaS 服务在内的更广义公有云服务领域中，亚马逊的市场占有率都遥遥领先微软、IBM、谷歌等云计算巨头企业的行业市场份额总和，未来其保持长期领先的态势十分明显。而其余三家企业虽然较亚马逊差距较大，但在云计算领域的表现也各有特色。其中，微软凭借

其在软件方面长期的技术沉淀、庞大的既有用户群体以及将 Azure 云与部分微软核心产品（如 Office 系列产品）绑定的市场拓展策略，占据了企业云服务 40% 的市场份额，仅次于亚马逊。IBM 尽管在 IaaS 和 PaaS 服务的市场份额不占优势，但其专注于为用户提供合适的云服务，目前在全球混合云市场位列行业第一，拥有美国电信运营商巨头 AT&T、美国航空、摩根大通等重要用户。谷歌则通过持续不断的技术创新，赢得了一众新兴互联网企业用户的认同。

我国云计算市场的特点是私有云规模远远高于公有云，这是与美国市场最大的不同。因为我国企业需按照行业规范和政府监管建设自己的 IT，标准化的公有云无法满足每一个企业的 IT 需求，因此企业更倾向于选择私有云或者以私有云为主的混合云。未来，随着云计算在我国的逐步普及，中小企业会更有意愿选择具备成本优势的公有云，未来我国公有云市场规模将会保持快速增长，甚至超过私有云市场。

在市场格局方面，2016 年腾讯在年中的“云+未来”峰会上，第一次把腾讯云业务提升至公司未来发展战略的高度。而 BAT 三巨头中在云计算领域布局进度最慢的百度，在同年 7 月通过开放天算、天像、天工三大平台，正式宣布加入云计算的市场竞争。而相较于在“BT”，阿里巴巴早在 2009 年已经开始云计算业务，凭借先发优势，目前市场占有率已经超过 40%，寡头垄断格局已经形成。现在阿里云的产品布局已经较为成熟，主要客户包括 12306、中国气象局、中国联通、民生银行、天弘基金、银河证券、中国化工、中国石化等一系列具有标杆性意义的政府、通信、金融、能源、制造等领域客户。阿里云不仅在国内公有云市场份额独占鳌头，其数据中心建设范围也已经覆盖世界主要互联网使用区域，营业收入增速领衔全球，已经成为全球领先的云计算巨头企业。

与此同时，国内的传统 IT 硬件提供商也积极布局云计算产业。其中，联想与 Nutanix 联手发力超融合架构数据中心；浪潮则发布了“云腾计划”以开拓国内行业云的综合解决方案；华为一方面巩固其服务器与存储产品市场地位、部署全球范围内云计算数据中心，一方面为国内、欧洲各大电信运营商的云平台提供软硬件创新解决方案和技术支持，帮助他们延揽了大客户，积极助力企业数字化转型。

从产业发展实际情况来看，真实的情形就不那么乐观了。《中美两国人工智能产业发展全面解读》进行了七个维度的全面对比，结果显示目前中国在人工智能领域完全没有发现可以弯道超车的迹象，实际上中国只在局部领域有所突破。

美国的 AI 企业数量遥遥领先全球。在全球范围内，人工智能领先的国家主要有美国、中国及其他发达国家。截止到 2017 年 6 月，全球人工智能企业总数达到 2542 家，其中美国就拥有 1078 家，占 42%；中国其次，但仅有 592 家，占 23%，约为美国企业的一半左右。其余 872 家企业分布在新加坡、日本、英国、澳大利亚、印度等国家。

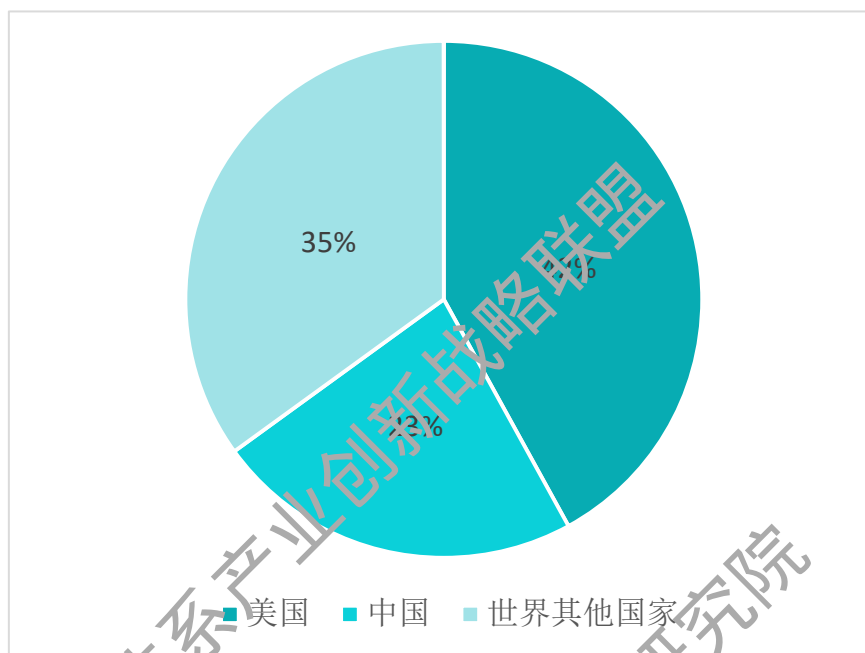


图 65 中美人工智能初创企业总量占全球比

再从企业的发展情况来看，美国大多数人工智能企业的发展早于中国 5 年甚至以上。美国相关企业最早从 1991 年左右成立，1998 年左右稳定发展后，2005 年左右开始高速成长，2013 年左右发展趋稳。中国 AI 企业最早成立于 1996 年左右，2003 年左右产业进入发展期，2015 年左右达到峰值后进入平稳期。

美国基于成熟的技术与完善的市场做到了全产业布局，而中国只在局部领域有所突破。美国 AI 产业各领域均有优势企业，在基础层、技术层和应用层，尤其是在算法、芯片和数据等基础类核心领域，积累了强大的技术创新优势，各层级企业数量全面领先中国。

AI 芯片、传感器等基础类企业数量，中国拥有 14 家，美国则为 33 家，中国仅为美国的 42%。自然语言处理、计算机视觉、图像处理等基础技术应用类企业，中国拥有 273 家，美国则为 586 家，中国为美国的 46%。机器学习应用、无人机、智能机械臂、智能驾驶、语音识别等消费产品级应用类企业，中国拥有 304 家，美国拥有 488 家，中国是美国 62.3%。

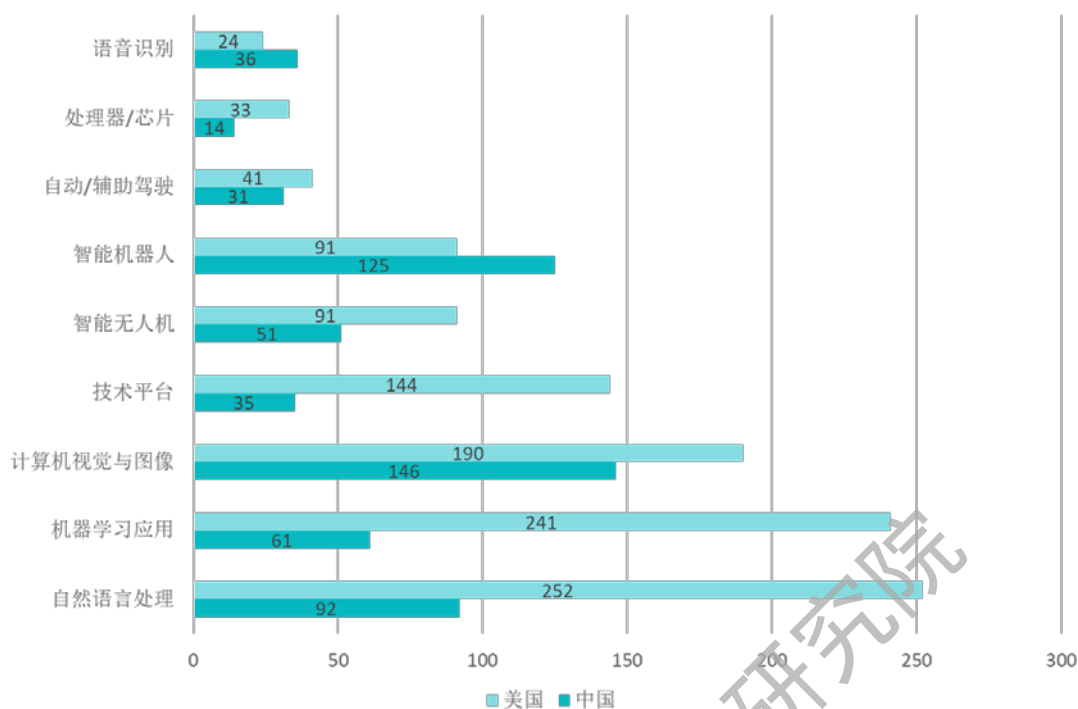


图 66 中美人工智能各领域企业数量分布图

从人才队伍来看，美国梯队完整，中国参差不齐。AI 产业的竞争，说到底是在人才培养和知识储备的竞争。只有投入更多的科研人员与资金投入，不断加强基础研究，才会获得更多的创新突破。

美国人工智能人才更关注基础研究，人工智能领域人才培养体系已形成规模，研究型人才数量优势显著。在学院基础学科建设、专利及论文发表，以及企业高端研发人才、创业投资等关键环节上，美国形成了能够保持稳定世界领先的格局。美国人工智能企业人才总量约是中国的两倍。

在企业领域，美国 1078 家人工智能企业约有 78000 名员工，中国 592 家公司中约有 39000 位员工，约为美国的 50%，在基础层的角度更是夸张地达到了中国的 13.8 倍之多。在 AI 芯片、深度学习算法、自然语言处理等热点领域全面压制中国。

在研究领域，近年来中国在人工智能领域的论文和专利数量保持高速增长，目前已经稳定位居第一梯队。中国在人工智能领域还需要在研发费用和人员规模上继续保持足够投入，并加大在各大院校基础相关学科的人才培养，尤其是算法和芯片领域。

从 AI 行业热点领域来看，中美目前各有优势。随着芯片的晶体管数目不断提高和数据获取与保存方式的不断完善，深度学习在近十年来获得了重大的突破，引

领了本轮 AI 发展热潮。目前人工智能产业出现了很多发展热点领域，典型的包括 AI 芯片、自然语言处理、语音识别、计算机视觉与图像、智能无人机、智能机器人、自动驾驶等等。

在 AI 公司中数量分布上，美国能够排名前三的领域为自然语言处理 252 家，机器学习应用 242 家，以及计算机视觉与图像 190 家；中国能够排名前三的领域为计算机视觉与图像 146 家，智能机器人 125 家以及自然语言处理 92 家。

从投资趋势来看，中美差异较大。美国投入资本雄厚，中国虽然起点较低但及近几年浪潮汹涌奋起直追。1999 年美国第一笔人工智能风投完成以来，美国在人工智能技术变现领域可以说引领了全球的发展方向，近 20 年来世界各国投资到人工智能领域风险资金累计已经达到 1914 亿美元。在这其中，美国达到 978 亿元，占全球总融资的 50.10%，领先中国 54.01%；中国仅次于美国，为 635 亿，占全球总融资的 33.18%。其他国家合计占 15.73%。

截止目前中国达到上亿美元级别的大型投资热度高于美国，共 22 笔，总计 353.5 亿美元。美国上亿美元的融资共 11 笔，但总计金额 417.3 亿，超过中国 63.8 亿美元。

从投资领域来看，美国目前面向全领域投资，投资遍及基础层、技术层和应用层，而中国得到融资的企业主要集中在应用层。中国 AI 企业中，融资占比排名前三的领域为计算机视觉，共计 143 亿元，占比 23%；自然语音处理，共计 122 亿元，占比 19%；自动驾驶，共计 107 亿元，占比 18%。这其中中国的自动驾驶类企业虽然数量不多，只有 31 家，但融资额已经达到第三，中国的投资者非常看好这一领域。

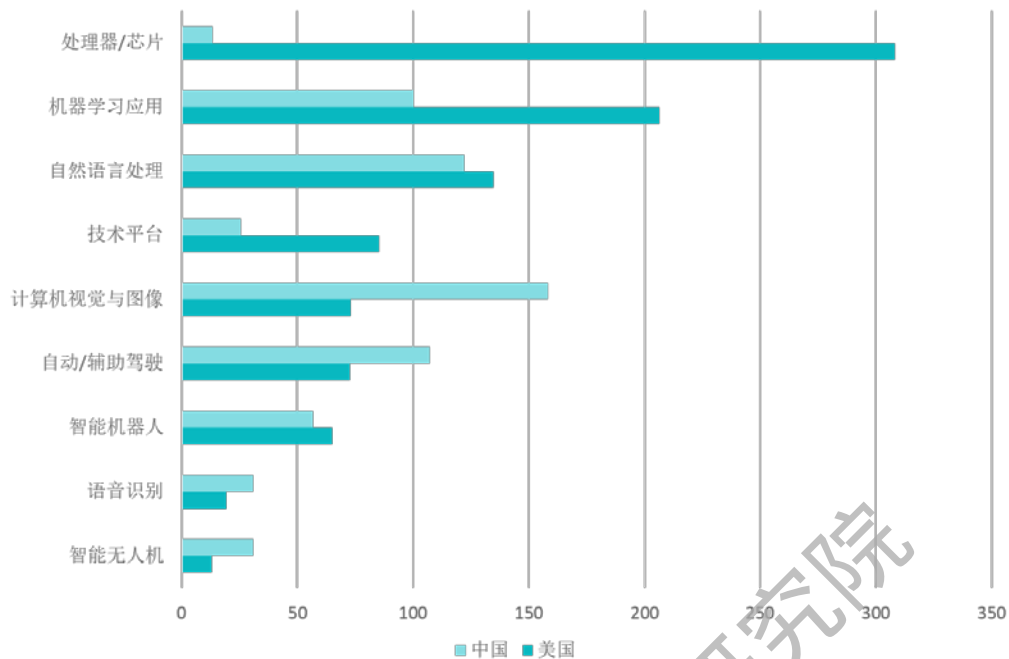


图 67 中美人工智能投融资不同领域总金额对比

美国人工智能企业的总融资可能在 2020 年前突破 2000 亿，预计在 2020 年之前，美国累计 AI 公司数量将会超过 1200 家。相比于美国，目前中国 AI 企业的未来增势还不明朗。根据行业发展周期来计算，中国人工智能产业将会在 2018 年回暖，新增规模化公司数量会重新回到 30 家以上，预期总融资也会达到 900-1000 亿人民币，但这仍和美国有较大差距。

从主导产业发展的科技巨头实力来看，美国具有先发优势。由于 AI 产业技术的引领方向掌握在巨头企业手里，巨头企业在研究方向上的资源布局，是一般创业公司所无法比拟的。因此 AI 产业发展的技术竞赛，从某种程度上来看仍然是科技巨头之间的角力。巨头公司通过招募 AI 高端人才、组建内部实验室等方式加快核心技术研发。同时通过持续收购 AI 创业新锐公司，争夺人才与技术，并主动开源自己的深度学习开发平台，构建自己的人工智能生态体系。

目前苹果、谷歌、微软、英伟达、Facebook 这五大科技巨头无一例外地投入了非常巨大的资源布局人工智能市场，甚至已经开始向人工智能驱动的科技公司转型。国内互联网巨头“BAT”也将人工智能作为重点战略，凭借在资金上的优势涉足人工智能领域。

8.5 前景与展望

8.5.1 云和人工智能企业面临的挑战

随着越来越多的企业将更多应用程序迁移到云中，云计算市场正在蓬勃发展。根据 RightScale 2018 的调查报告显示，96%的调查对象表示，他们的公司正在采用云计算服务，92%的人表示已经在使用公共云。然而，虽然云计算为企业带来了便利及好处，但许多企业仍然对云计算存的应用存在担忧，这是因为云计算在实际应用中仍然面临诸多挑战。

首先，安全性问题。自公有云诞生以来，大多数企业就对其的安全性感到担心，根据 RightScale 公司的调查显示，77%的人表示云计算安全将是一种挑战，其中 29%的人称之为是一种重大挑战。调研机构 Crowd Research Partners 公司在 2018 年的调查则发现，90%的网络安全专家都在关注云计算安全问题，焦点集中在数据丢失和泄漏（67%）、数据隐私（61%），以及违反保密性（53%）等三个方面。不过，随着公有云使用时间的延长，安全性问题有所减弱，RightScale 公司调查报告就指出，“随着企业采用云计算的经验越来越丰富，所面临最大的挑战发生了变化。安全性是云计算早期应用者中最大的问题，而云计算成本对于中级和高级用户来说是一个更大的挑战。”而调研机构 Crowd Research Partners 公司的调查则发现，企业普遍在依靠 IT 员工的培训和认证（57%）以及公共云供应商提供的安全工具（50%）来降低风险。

其次，管理成本问题。依然是 RightScale 公司的调查报告显示，一些使用云计算的企业发现，云计算的管理成本支出已经超越了安全性，成为了企业应用云计算的首要问题。根据这些企业估算，他们在云计算上支出方面大约浪费了 30%的资金。造成这种现象主要有两个原因：一是企业的 IT 工作人员在使用了云计算后没有关闭，二是云计算定价过高。目前，已经出现了一些解决方案帮助企业减少云计算的管理成本，如云成本管理解决方案、自动化、容器、无服务器服务、自动扩展功能等。

再次，缺乏云计算专业知识。RightScale 公司的调查发现，云计算专业人才的匮乏已经成为企业使用云计算的主要阻碍之一。近四分之三（73%）的受访者将其视为一种挑战，27%的受访者表示这是一种重大挑战。虽然越来越多的 IT 从业者

在致力于提高自身的云计算专业知识，但依然难以满足企业的需要，并且这种现在似乎可能会持续下去。Robert Half Technology 2018 薪酬指南指出，“了解云计算、开源、移动、大数据、安全和其他技术的最新发展的技术工作者将在未来几年对企业变得更有价值”。

第四，管理多云环境。大多数企业不只使用一个云平台，根据 RightScale 公司的调查报告，81%的企业正在实施多云战略，51%的企业采用混合云战略（公共云和私有云集成在一起）。事实上，平均而言，每个企业正在使用 4.8 个不同的公共云和私有云。这样的多云环境增加了 IT 团队面临的复杂性，并且由于专业人才的匮乏，导致这个问题更加严重。

第五，迁移问题。对大多数企业来说，将现有的应用程序迁移到云上是一个困难的问题。Dimensional Research 公司的调查研究发现，62%的受访者表示他们的云迁移项目比预期的更加困难。此外，64%的迁移项目花费的时间比预期的要长，55%的项目超出预算。迁移的主要困难包括：耗时的故障排除（47%）、配置安全性困难（46%）、数据迁移速度缓慢（44%）、导致迁移工具无法正常工作（40%），难以在切换前同步数据（38%）和迁移期间的停机时间（37%）等。

第六，技术成熟度不高。云计算作为新技术，无疑令业界感到兴奋，但新技术不成熟的问题也困扰着企业，在可用性和可靠性方面并不总能达到企业的期望。Teradata 公司的调查显示，49%的受访者表示，其问题的一部分是不成熟或低绩效的技术。而且，目前看来解决问题的唯一可能方法是企业调整自身的期望。

第七，整合问题。很多企业反映使用云服务，尤其是公有云时会与企业自身应用程序出现协同工作的问题。在 Teradata 公司的调查中，30%的受访者表示将原有系统与云计算应用程序相连接是采用的障碍。而在 Software One 公司的调查报告中，39%的受访者表示，连接旧系统是他们使用云计算时最大的担忧之一。并且，这个问题在短期内似乎不太可能得到解决，因为集成遗留系统和新的基于云计算的应用程序需要一定的时间、技能和资源。

目前中国的人工智能产业出现了一定的行业泡沫迹象，主要信号有两个：

一是融资资金多但企业项目少。具体到每个国家的具体情况而言，美国在 AI 企业的总融资可能在 2020 年前突破 2000 亿的主要原因在特朗普上台后采取了一系列改革措施，促进了美国经济的恢复。美国资本在加速回流，资本市场正在加大对 AI 企业的投资，推动了美国 AI 产业融资持续上升。

但中国 AI 企业近期增势不明朗，但投入人工智能领域的资金仍在不但增加。根据行业发展的历史经验推断，中国在今年成立的规模化初创公司将不超过 15 家，融资增长也较前两年放缓，总融资额预计在年末达到 745 亿，是美国同期预计值的 50%。不过中国人工智能产业很可能将会在明年回暖，当年新增公司数量会重新回到 30 家以上的水平，预期总融资量将会达到 900-1000 亿人民币。

在近年，一个创投圈很有可能出现的事实是，找到一个有潜力的项目越来越难，由于新增企业数量稀少，经常只能做一些跟投项目，甚至会出现创业者不足的窘境。

二是回报周期长而变现能力差。深度学习本质上是起源于上世纪中叶就开始出现的神经网络研究。在目前情况下，即使是前沿研究大多数也是对已有方法的改动和改进组成，而这些方法的基本思想是在几十年就已经被设计出来的，现在的人工智能市场潜力有被高估的水分。

但即使是这样，市场热推的人工智能技术和产品的成熟度仍然有限。许多项目和技术，并不是很受消费者欢迎，还需要相当长的时间才能走向成熟的商业化。因此在这种前提下，不少创新项目必须舍弃大众消费市场而致力于解决企业级问题，使得创新公司的商业模式回归到类似传统 IT 厂商的角色，进一步加大了营收难度。

综合来看，资金多而项目缺，周期长而营收难，但是投资的项目却一天比一天更加昂贵，这是资本泡沫即将出现的信号。对于不少的创业公司而言，它们将过上一段顺风顺水的好日子。

8.5.2 云和人工智能企业的顶层设计机遇

近年来，政府部门对云计算的重视不断加强，《云计算发展三年行动计划（2017-2019）》等战略指导性意见不断出台。目前我国云计算产业已经具备了良好的基础，未来发展前景广阔，但面对产业发展的挑战，仍需从技术、标准、政策、监管、法律等多角度出发，多管齐下共同保障行业快速健康发展。

首先，需要进一步完善云计算基础设施。在国家 and 地方政策的指导下，产业需要继续推进数据中心产业健康合理布局，充分考虑不同地区的发展基础和区域优势，实现各地的差异化发展，以更好的适应当时产业与环境特点，而对现有数据中心存量作用则要充分发挥其作用，实现东西部地区有效对接。同时，积极开发整机柜服务器、微模块数据中心的创新，推进服务器和数据中心产业技术创新向外延伸，带

动空调、电源、供电、散热等领域的技术突破，为主板、芯片、硬盘等基础元器件领域创新增添新的发展机会。

其次，加快推进国内云服务企业创新发展。完善云服务市场监管政策，保证国内云计算行业健康发展，同时对接引入国际先进企业，利用国际合作，带动国内企业的技术创新。并且，加大对云计算产业的财政扶持力度，推荐重大工程建设，在云计算平台管理、数据处理与分析、安全监控等关键技术领域实现重点突破，提升云计算企业的服务能力。

第三，充分激发传统行业云计算应用需求。利用互联网行业、政府公共服务等发展经验的示范作用带动传统行业的云计算应用，促进传统行业向云计算平台解决方案演进。尤其注重政府云的示范引领作用，深化创新应用，结合智能制造、工业4.0、物联网等发展契机，加快推进传统产业转型升级。

人工智能与大数据技术发展带来了多样化的成果表现形式，由此也带来更多的知识产权保护问题，例如大数据的权利归属及数据共享后的利益冲突问题，人工智能产品的权利认定及保护方法问题，人工智能领域行业标准缺失问题等等。结合中美两国人工智能政策顶层设计来看，总体而言对于人工智能新业态下的知识产权变革及挑战两国都缺乏具有前瞻性、可操作性高的解决方案。不过相对于美国较为成熟的传统领域知识产权保护制度而言，中国人工智能产业的各个环节需要为知识产权战略的所做的支撑和保障还要更多。中国需要去做的一些基础应对措施包括：

推动人工智能相关的行业数据共享与保护。

人工智能训练和测试数据集的完整性和可用性对人工智能技术的发展至关重要，应该充分发挥中国相对于美国在数据总量和商业开发潜力方面的优势，开展数据开放利用的改革试点，加强行业数据的共享程度。尽快制定相关法律法规解决现有大数据的权利归属及共享数据所导致的利益冲突，完善数据开放与保护相关政策，从观念引导、制度创新和专项支持等方面，为人工智能行业的数据基础构筑良好的环境。

建立专业程度高的人工智能知识产权体系

目前中国现有的知识产权体系无法覆盖大数据、人工智能技术等新业态的创新成果进行有效的保护。因此需要尽快定义人工智能行业知识产权的类别与商业模式，及时调整与专利、著作权和商业秘密等知识产权有关的法律法规，积极探索建设可能达到的开放性数据流通体系，规定著作权的权利限定与有效利用，构建专业程度高的人工智能知识产权体系，促进人工智能创新成果的知识产权化。

加强人工智能行业标准化和生态系统培育

将人工智能技术标准化战略作为知识产权战略的组成部分，在计算机科学、互联网、电子商务等领域制定专属性的人工智能技术标准和规范，推行优势领域的国际标准化战略，积极鼓励相关人工智能企业参与或主导国际标准制订，为国际标准化战略提供政策和财政支持，积极培养相关标准化人才。

人工智能不仅是单独的企业之间的竞争，更是整个产业不同生态系统之间的竞争。相比于美国已经较为成熟的产业生态，我国人工智能的产业生态存在较大差距，还需要政府部门在数据统筹、设备建设、高级项目、产业支持等方面破除传统掣肘的高体制门槛，加强人工智能领域的知识产权保护，促进人工智能新技术的早日商业化。

尽快制定具有操作性的具体政策方案

与当前美国人工智能国家战略相比，我国环境层面的政策主要还以方向性的指导政策和法律法规管制组成，尤其是政策性策略最为突出，具有实际操作性的具体实施细则稍显不足。需要尽快增加相关政策实施细则，增加如阶段性目标、时间计划表、考察要求等内容，提高政策的可操作性并健全相应的监督机制，防止出现政策文件空转，确保人工智能产业指导政策得以持续贯彻落实。

8.5.3 云和人工智能企业的人才储备机遇

我国云计算产业即将进入产业规模高速增长阶段，对相关人才需求不断扩大，据工信部统计预测，未来3年将是我国云计算产业人才需求相对集中的时期，对于云计算产业人才的需求每年将呈现数十万的产业人才缺口。但是，目前我国能从事云计算的专业人才非常稀缺，这为相关职位的人才储备提供了机遇。

从产业链角度来看，在平台与应用层，云安全技术人才和数据存储技术人才较为紧缺，云计算应用平台开发人才缺口受到了极大的重视；在运营服务层，云集成技术人才、云运营与服务人才成为该产业环节最为紧缺的三类人才。在产业链的末端，急缺人才主要集中在消费领域的终端应用人才以及教育、医疗、金融、电信、交通等行业类应用人才。在产业链终端领域，云计算产业应用型复合人才最为稀缺，尤其以移动云计算类人才最为突出。

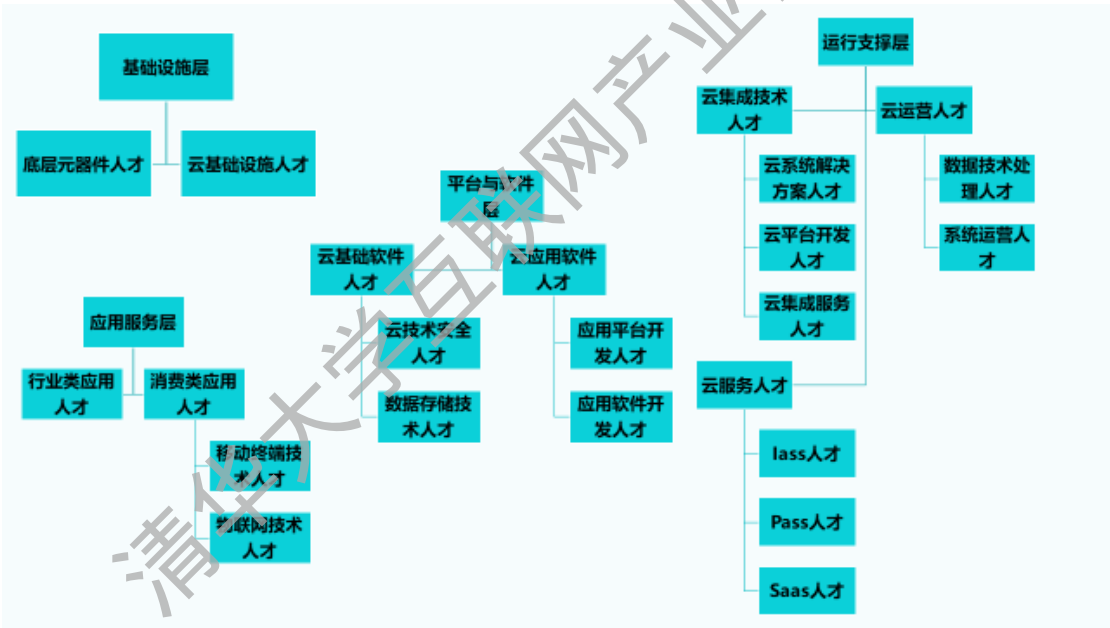


图 68 云计算产业的人才分布结构

从人才需求的分布来看，云计算产业所需人才的分布呈现“金字塔”型结构。根据相关统计结果显示，产业链的中下游所需的人才最多，主要包括：位于产业链中游的软件开发、设计、分析的中高级人员，约占云计算产业人才需求总体数量的20%-30%；位于产业链下游的技能型、应用型的信息技术人才，约占总体需求的60%-70%。但目前云计算人才的供给主要集中于产业链的中上游，下游产业链人才的供给则相对偏弱。

美国人工智能领域的人才无论从数量、质量都要远超其他国家，虽然中国已经将人工智能相关发展上升到国家战略层面，但是仍然不能立即改变我国 AI 人才供需严重不平衡的现状。中国已经提出了人工智能领域“三步走”的战略目标，中国可以借鉴美国经验，从政府、企业、高校、协会四条路径实现该目标。

第一，政府需要提供针对高校与研究院的相关学术政策扶持，包括增加高校建院招生、吸引归国高端人才、给予相关政策倾斜、完善法律法规和行业标准等。

第二，建立学校与企业直接挂钩的人才联合培养机制，建立长期规划的人才储备方案，巨头企业也可以开展相关富有经验工程师开设公开课，帮助中小企业转型升级。

第三，高校与研究院方面可以在体制上松绑，推动高校开放政策的改革，积极与企业展开合作、提高 AI 科研经费，大力发展交叉学科。

第四，AI 企业协会需要发力，借鉴斯坦福模式，促进协会发展，构建产学研合作新模式、完善交流平台，形成有效的学术成果变现转化体系。

九、云计算和人工智能投融资分析

9.1 综述

近年来，人工智能在基础算法与商业化进程上都已经取得了长足的发展，以传感器（MEMS 等）以及 AI 智能芯片（FPGA、ASIC 等）硬件基础的突破大大提升了运算能力；以深度学习为核心的人工智能核心技术处理的数据呈指数级提高；计算机视觉、自然语言处理、数据挖掘等基础技术的不同行业应用范围不断拓展，一个人工智能时代正在悄然来临。

全球的互联网巨头如 Intel、苹果，Facebook，Google，英伟达等公司早已布与人工智能，并且获得了 AI 技术的革新性应用成果。在中国政策的大力支持下，国内的人工智能市场也正跟随全球的步伐迅速崛起。中国的人工智能企业已成为各大投资人与投融资最为集中的领域之一。来自于清科集团私募通的数据显示，2010 年至 2017 年，中国人工智能企业共发生 2218 起融投资记录，总计的投融资总额达到了 668.42 亿元人民币。

人工智能各细分领域的企业随着大量资本的涌入，获得了进一步在深度和广度上的发展的契机，人工智能全面改变现实生活的局面即将到来。近年来，随着人工智能的快速发展，语音助手、人脸识别、智能音箱等诸多创新产品不断涌现，可以预见在不久的未来，AI 将成为更多智能产业技术和应用发展的突破点，带动下游应用需求不断提升，因此人工智能行业也被市场普遍看好，不断地获得较大数额的融资。

9.2 全球范围投融资情况

全球投融资发展总趋势

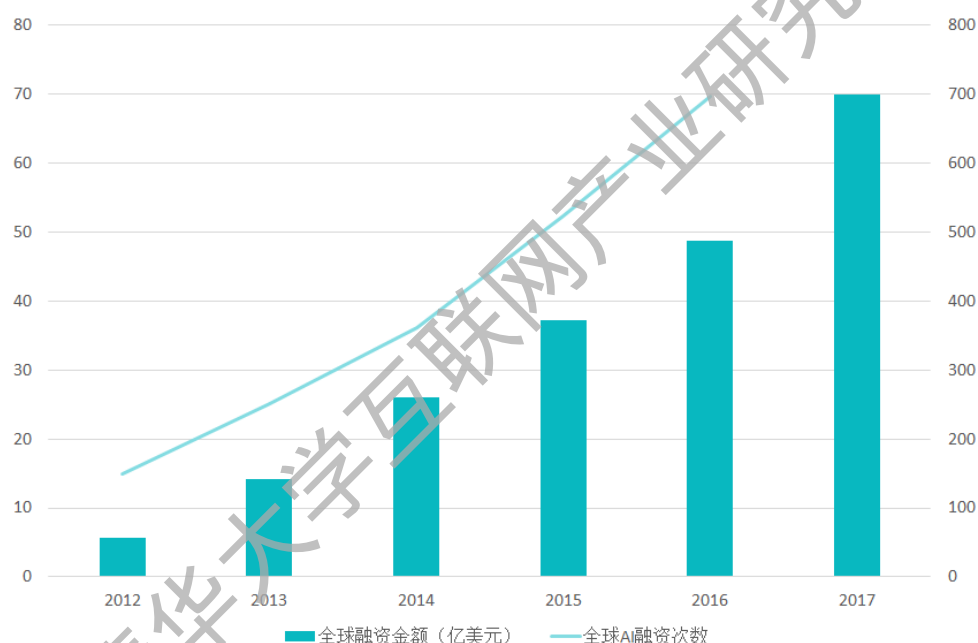


图 69 全球人工智能融资走势图

近些年，人工智能无论在融资金额还是发生的融资次数上都颇为可观。对于人工智能的热情不断高涨，每年全球人工智能的融资总金额和总次数都在持续上升。由于不同评估机构对于人工智能每年融资总金额的测算不同，此处参考来自 Statista 的数据，旨在体现总体趋势和增长幅度。其中 2013 到 2014、2014 到 2015 以及 2016 到 2017 年三个时间段增长幅度较大，都有将近 50% 的增长率。

全球不同行业分布下的投融资情况

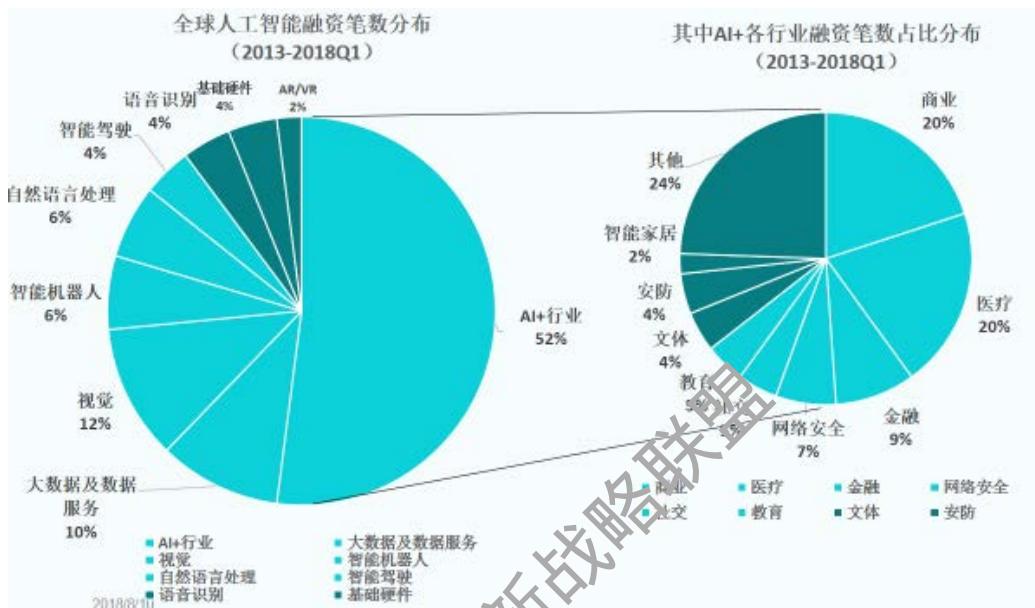


图 70 2013-2018Q1 不同行业人工智能融资数量分布图

近五年来全球人工智能行业的投资热点主要集中于 AI+（AI 与传统行业的结合）、计算机视觉技术、大数据以及数据服务、智能机器人领域、自然语言技术。这几个领域的企业成功融资次数在整个人工智能领域全部成功融资次数中分别都占到 5% 以上的份额，其中 AI 与传统行业结合的领域占到一半以上。

机器学习最受 VC/PE 机构关注，统计显示 2017 年 1-4 月 500 余家与机器学习相关的企业获得股权融资，涉及融资金额超过 60 亿美元。海外 AI 投资市场主要以核心技术为筛选拟投企业的核心标准。目前核心技术的目标主要为基于大数据和算法的优化来提升 AI 的精准性与应用性。未来拥有核心技术的 AI 企业将更容易获得融资机会，或被互联网巨头公司并购。

而在 AI+子领域中，AI+商业、AI+医疗和 AI+金融又是最为受到资本关注的。互联网广告行业、Fintech 是当前人工智能应用的最成熟行业，而健康医疗则被视为人工智能领域的下个风口，它们在人工智能领域都有很好的应用范例，也产生了很多的 IPO、M&A 案例。

在融资方面，自 2011 年以来，全球共有十几家人工智能企业发动 IPO 计划，包括涉及互联网广告营销企业，也包括医疗健康、智慧出行等相关扩展领域的公司。综合来看，人工智能时代也有“人工智能+”，以注重核心技术为主。目前大多数取得商业成功或者受到高额投资的公司以核心技术向企业为主，但也逐渐出现如

DeepMind 为代表的商业平台类成功范例。毫无疑问，科技力量改变了传统金融行业，两者的结合使智能投顾、智能理财迅速兴起。而人工智能的加入，则将进一步使互联网金融向人工智能金融进阶。同样，在健康医疗领域，人工智能的加入也将极大地改变这一行业。目前，人工智能在医疗健康领域的应用包括疾病诊断、医学影像、药物挖掘、健康管理、急救室/医院管理等方向。

全球不同地区融资情况分析

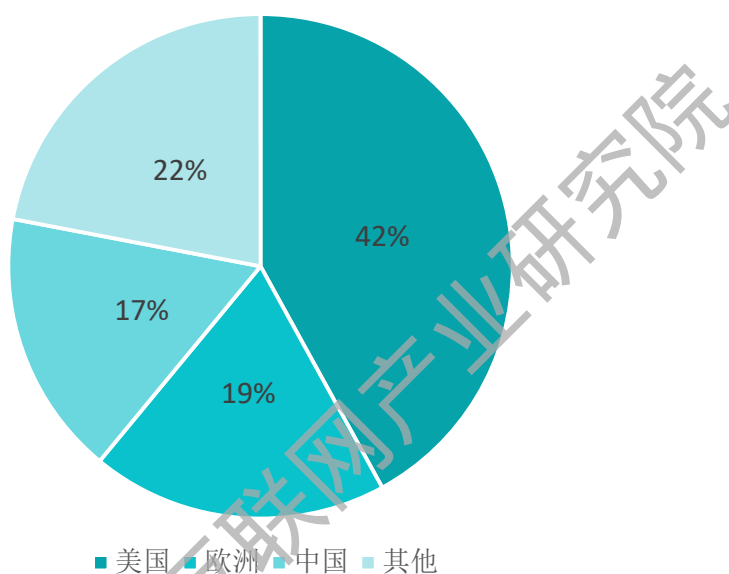


图 71 2017 全球不同地区融资数量分布图

人工智能已经成为 2017 年最热门的投资领域之一。从融资规模上看，美国一家独大，欧中紧跟随后。全球范围内美国与欧洲投资较为密集，数量较多，其次为中国、印度、以色列。在 2017 年，美国总共获得 417 次融资，位列全球第一，融资总金额为 45.4 亿美元，大概占全球的 42.0%，排名第一；欧洲的融资金额为 20.2 亿美元，全球占比约为 18.7%；中国融资金额为 18.3 亿美元，全球占比约为 16.9%。

2016 年 7 月全球市值最高的五家科技公司均已布局 AI 市场，其中包括：Apple、Google、Microsoft、Amazon 以及 Facebook。苹果自 2010 年以来凭借在移动设备上积攒的财力已收购了 15 家人工智能公司，并将所获得的人工智能新技术应用到自家的全新产品中。Google 和亚马逊在云服务、无人驾驶、VR 等领域均有布局。Facebook 以自己的社交网络依托，为用户的日常行为习惯建立模型，从中获得大量的数据并训练，再将其人工智能产品反作用于社交网络用户；微软则致力于将人工智能技术应用到智能助手、AR/VR 等领域。

9.3 中国范围投融资情况

9.3.1 国内投融资发展总趋势

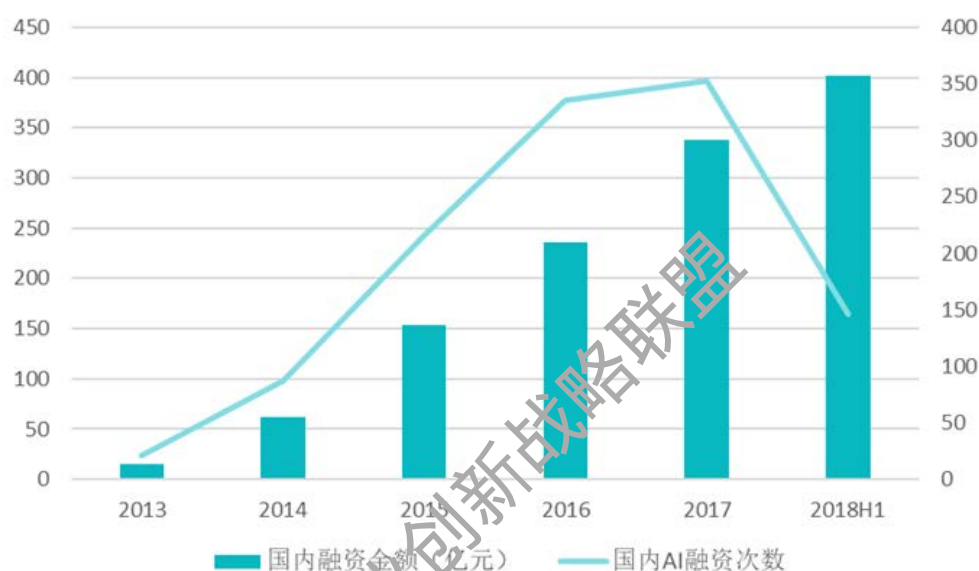


图 72 2013-2018H1 国内人工智能融资走势图

通过 CVSource 数据显示，2013 至 2016 年国内人工智能企业发生的融资数量从 21 家增长到 335 家，融资规模从 15 亿元增长到 236 亿元，发生了飞跃式的增长。从 2017 年开始，企业融资数量开始增长放缓，但是融资规模增长速度仍然居高不下，说明已经出现金额较为庞大的单笔融资。

预计 2018 年国内人工智能融资状况会继续融资笔数增长放缓而融资规模不断上升的态势。2018 年上半年因为商汤科技、云从科技、优必选科技等企业获得了单笔高额投资，因此仅半年的融资额就已经超过了 2017 全年。

随着资本积极入局，人工智能产业市场规模也进入爆发式增长期，行业市场规模从 2014 年的 48.6 亿元增长至 2016 年的 95.6 亿元，同比增长 37.9%。《中国人工智能发展报告 2018》显示，根据目前人工智能发展趋势，2017 年行业市场规模达到 237 亿元，较 2016 年增长 67%。预计 2018 年中国人工智能市场增速将达到 75%。

9.3.2 国内不同行业分布下的投融资情况

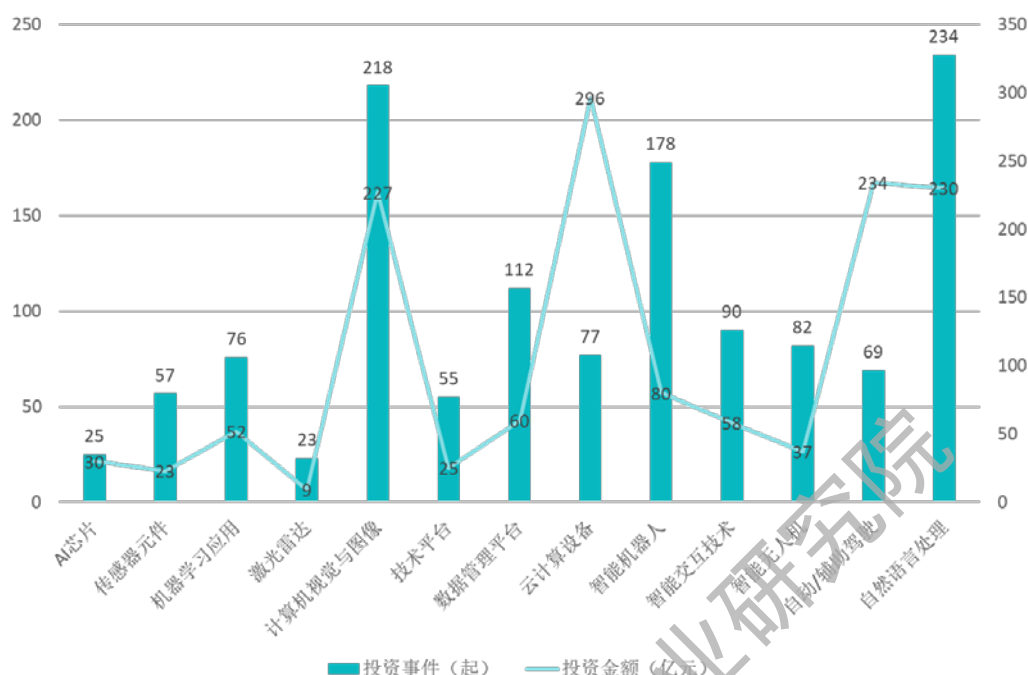


图 73 2010-2017 年不同细分领域下融资事件数和融资金额数直方图

根据前瞻产业研究院整理分析近年来我国人工智能领域投融资数据显示，2010-2017 年，我国人工智能领域投资事件总计可达 1296 起，融资总额总计可达 1336 亿元。

从人工智能各细分领域来看，投资主要集中在：

- 1) 在计算机视觉与图像，2010-2017 年投资事件 218 次，投资额 227 亿元；
- 2) 自然语言处理，2010-2017 年投资事件 234 次，投资额 230 亿元；
- 3) 云计算设备，2010-2017 年投资事件 77 次，投资额 296 亿元。此外还有自动驾驶/辅助驾驶，智能机器人等。

而通过 CVSource 的数据显示，从 2017 到 2018 上半年，中国人工智能产业季度融资时间及数量呈现波动状，其中融资规模波动更为明显，说明出现了单笔巨额融资。而这些巨额融资分别出现于 2017 年第四季度，发生在计算机视觉、医疗健康以及芯片企业，以及 2018 年第二季度，发生在金融、计算机视觉和机器人行业。其中 2018 年二季度的平均单笔融资增幅巨大，达到平均每笔 4.6 亿人民币。

从整体上看，国内人工智能市场投资热点集中于计算机视觉、自然语言处理、云计算设备、无人驾驶和智能机器人。而近段时间的多笔大额融资说明资本市场比较看好计算机视觉、金融、医疗和机器人等行业。

9.3.3 国内不同地区人工智能投融资情况

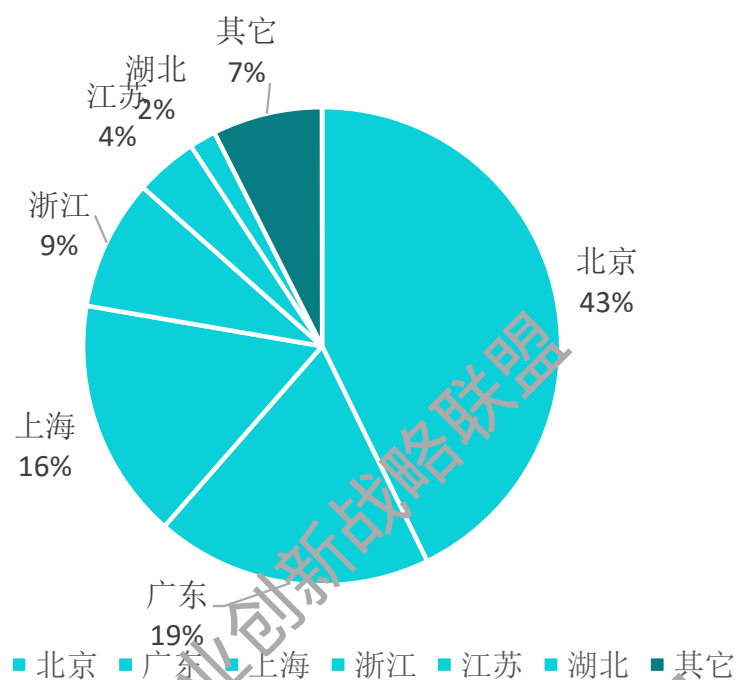


图 74 2017-2018H1 国内不同地区人工智能分布图

从地区分布上来看，2017 到 2018 上半年，人工智能产业融资发生的地区主要分布在北京、上海、广东和江浙一带，占人工智能融资企业总数的 91%。其中北京在这段期间共获得 217 笔投资，数量上占据绝对优势，是人工智能企业重要的集中地。广东和上海分别以 93 笔和 81 笔位列其后。

9.3.4 国内融资不同轮次分布

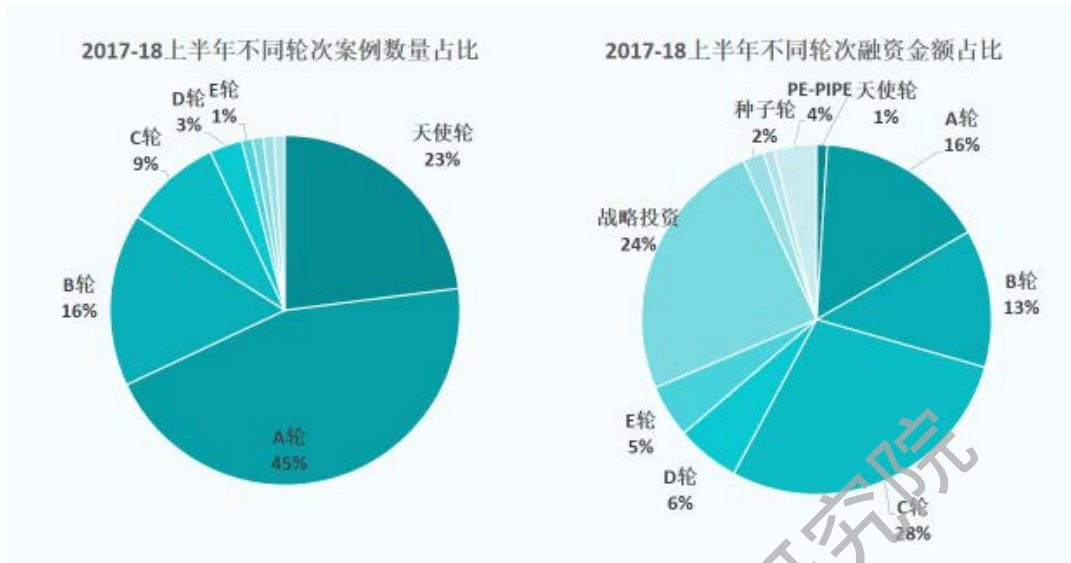


图 75 2017-2018H1 人工智能不同轮次融资金额与数量分布图

根据投中研究院的统计,2017 到 2018 年上半年 A 轮和天使轮融资的人工智能企业分别占到了 45%和 23%;但是在 A 轮以前轮次的项目融资规模都较小,规模较大、单笔数额较大的案例都集中于 A 轮 B 轮和 C 轮。

由此可见,投资机构更加倾向于参与 A 轮后的投资,更愿意将大笔金额投向发展方向更加明确的项目,对处在成长期的企业较为谨慎。

9.3.5 独角兽公司投融资情况分析

近年来,在政策的支持和技术进步的推动下,人工智能领域成为我国资本市场最受关注的领域之一。

根据科技部发布的《2017 年中国独角兽企业发展报告》数据显示,2017 年我国独角兽企业达 164 家,总估值 6292 亿美元,涉及大行业达 18 个。其中人工智能独角兽企业数量 6 家,在整个独角兽企业中的占比 3.66%,独角兽企业数量排名第 10 位;6 家企业总估值 120 亿美元,在整个独角兽企业估值中占比 1.91%,位居全行业第 11 位。

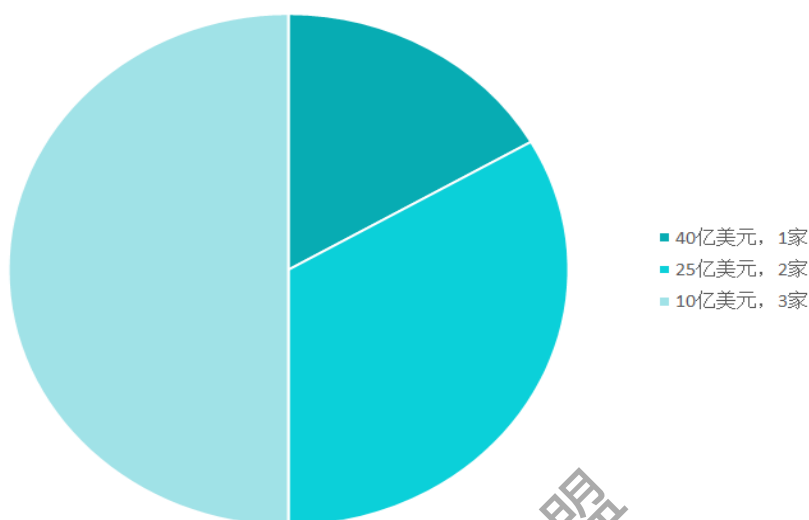


图 76 2017 年独角兽企业融资金额分布图

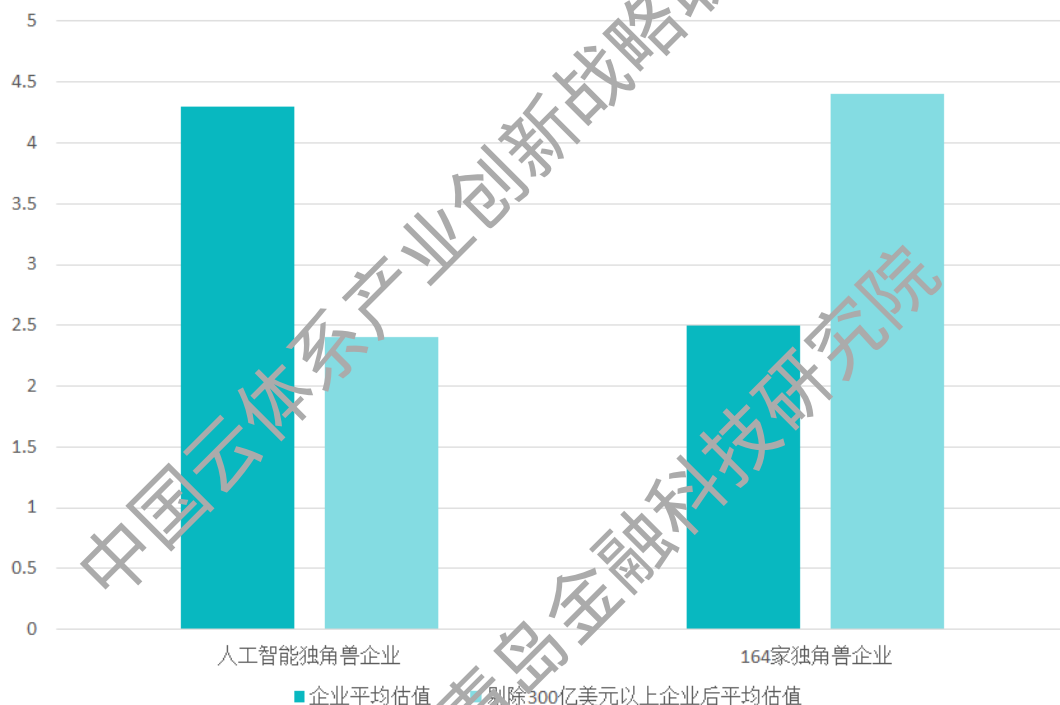


图 77 2017 年独角兽企业估值分布图

从 6 家上榜的人工智能独角兽企业具体估值情况来看，估值范围在 10-40 亿美元之间且层次分明，主要分为三个梯队：40 亿美元 1 家、25 亿美元 2 家、10 亿美元 3 家。此外，6 家企业的平均估值为 20 亿美元，低于 164 家独角兽企业的平均估值（38.37 亿美元），也低于剔除估值较大（300 亿美元）后企业的平均估值（24.1 亿美元），反映人工智能独角兽企业总体估值偏低。

从 2017 年人工智能独角兽企业具体情况来看，业务领域主要集中在机器视觉和深度学习、智能机器人、AI 语音、人工智能芯片等，其中机器视觉和深度学习企业有 3 家，分别为优必选科技、Face++（旷视科技）和商汤科技。

从各企业融资来看，人工智能独角兽企业十分受资本青睐。除刚成立不久的寒武纪科技只完成 1 亿美元的 A 轮融资外，其余企业均已进行了多次融资，且融资总额较高，如截至目前，Face++（旷视科技）共获得了 6 轮融资，融资总额超过了 8 亿美元。

9.3.6 中国产业投资方分析

在这场 AI 创投的浪潮中，各路资本近三年纷纷小步快跑进入。真格基金位居 AI 产业风投的榜首，共计在各家 AI 初创公司投资的 37 轮。而 IDG 资本和创新工场位列第二和第三。在 Top 10 的投资机构中，有 88.5% 的投资轮次为领投，反映了其在这轮 AI 浪潮中核心资金推动者的角色。

在其余前 30 位的 AI 产业投资方中看到了联想、高通和京东，联想在 AI 产业创投中不乏大动作，相继投资了寒武纪、Face++、蔚来汽车、水滴科技等 AI 公司，旗下联想之星累计在 AI 领域投资了 11 轮。京东的 AI 产业投资组合也非常瞩目，除了 ChinaScope 数库这家金融大数据公司外，其余均是智能汽车/智能硬件相关。包括蔚来汽车、智行者科技及乐驾科技 3 家智能汽车/ADAS 公司，以及智造未来机器人等硬件领域公司。另外，与 Top 10 机构不同的是，在 Top 30 榜单中其余机构中跟投的比例非常高，与 Top 10 机构形成了鲜明的对比。

真格基金、IDG 资本等前 5 位的机构大体上覆盖了大部分 AI 产业链环节，但每家机构略有自己的投资偏好。如真格基金和 IDG 资本分别投了最多的无人机和智能机器人标的，在整体 AI 产业链上投资组合最为平均的是创新工场和红杉资本中国。纵向来看，计算机视觉几乎成为了每家机构的必选项，这点得益于 CNN 等深度学习技术为计算机视觉带来了革命，帮助 CV 在众多场景的识别率都上了一个新的台阶，也是多数创业团队最常选择的项目领域。但技术成熟度和商业应用场景归根到底还是有一层窗户，接下来这些获得了重金投入的计算机视觉初创公司何去何从，关键还是要看怎样切入更多的商业化应用场景之中，并非都扎堆人脸识别或者智能修图等天花板较低的应用。

9.3.7BAT 战略布局分析

作为最著名的人工智能领域“黄埔军校”，百度有大量的杰出科学家离开创办了自己的 AI 公司，除吴恩达以外，三位百度深度学习实验室核心人物余凯、黄畅及余铁男离开创办了地平线机器人；百度无人驾驶事业部总经理王劲与首席科学家韩旭创办了景驰科技。在各系团队获投金额方面，百度系随着陆奇对于百度 AI 方向的调整与资源整合，相继流失了大量的优秀科学家与技术大牛，这些人绝大多数在这次 AI 创投浪潮中创办了自己的 AI 公司，这些百度系公司相继获得了超过 30 亿元人民币的融资。阿里系凭借两家领军公司 Face++ 依图科技及 Rokid 的估值排在第四，排在最后的是腾讯系。

有观察人士认为，人工智能行业的火爆，很容易发生在初创公司身上，但对于已经有足够多产业布局的巨头公司来说，人工智能负责人的职级就可以说代表了他们对于人工智能的态度。目前来看，从 CEO 到 COO，百度无疑是投入精力最多的，将相当多的企业资源用于发展 AI 技术，而腾讯、阿里目前只把 AI 作为自己已有人工智能业务的技术支撑。

9.4 投融资情况典例

Everlaw

针对海外企业的案例中，法律科技初创公司 Everlaw 于 2018 年 6 月获 2500 万美元（约合人民币 1.67 亿元）B 轮融资。在接受采访的过程中 AJ Shankar 表示，公司会在人工智能研究方面投入资金，这也是目前该平台在一定程度上已经采用的技术——利用用户过往行为的数据，来推测哪些文件将会是优先文件，或者接下来可能会看哪些文件。在过去的两年里，Everlaw 的收入已经翻了一番，而且目前正被美国 50 个州的州总检察长使用。

Everlaw 可以进行基于云端的电子资料档案查询，律师能够轻而易举地在开庭前组织，并且搜索法律团队之间传递的上百万份文件、视频、电子邮件和图片。在大型案件中，律师之间传递的数据高达万亿字节，如果没有软件，律师助理则可能要花上数百个小时才能对这些数据进行梳理。

Shankar 表示，目前，市面上已有一些电子资料档案查询平台，但这些系统操作繁琐且昂贵。根据一些报告预测，电子资料档案查询平台的费用，可以占诉讼费用的总和高达 70%。Everlaw 是少数几个对人工智能进行大量投资的平台，Shankar 表示这是 Everlaw 极有利的条件。

晶泰科技

针对国内企业的案例中，2018 年 1 月 24 日，AI 医药研发公司晶泰科技宣布完成了约 1500 万美金 B 轮融资，本轮融资由红杉资本中国领投，谷歌跟投，A 轮投资方腾讯继续在本轮追加投资。截至目前，晶泰科技融资总额超过 2000 万美金，现有投资方还包括真格基金与峰瑞资本等。

晶泰科技于 2014 年创立于麻省理工校园，致力于打造新一代的智能药物研发技术以解决药物临床前研究中的效率与成功率问题。公司将量子物理、人工智能与超大规模云计算相结合，实现对小分子药物重要特性的快速、准确预测，并在药物设计和药物固相筛选等领域拥有多项行业领先的技术。目前，晶泰科技已与多家世界顶级药企和新药研究机构建立稳定合作。

本轮融资完成后，晶泰科技一方面将建成以高精度预测指导的结晶实验室，赋予药物研发人员药物固相设计能力，从而进一步提升研发效率与项目成功率；另一方面，结合平台积累的大量高精度计算数据开发新的算法应用，为新药研发提供更丰富的解决方案。

商汤科技

商汤科技是一家屡屡创下巨额融资记录的人工智能公司。2017 年 7 月 11 日完成 4.1 亿美元 B 轮融资，其中包括由鼎晖领投的 B-1 轮，由赛领资本领投、近 20 家顶级投资机构、战略伙伴参投的 B-2 轮；同年 11 月 15 日，又获得了高通数千万美元战略投资；2018 年 4 月 9 日获得 6 亿美元 C 轮融资，估值超过 40 亿美元，由阿里巴巴集团领投，新加坡主权基金淡马锡、苏宁等投资机构和战略伙伴跟投；2018 年 5 月 31 日，商汤科技宣布获得 6.2 亿美元 C+轮融资，由多家国内外投资机构和战略伙伴参与。商汤科技表示，本轮融资结束后，其估值超过 45 亿美金，继续保持全球总融资额最大、估值最高的人工智能独角兽地位。

据介绍，商汤科技在 2017 年已实现全面盈利，并在智慧城市、智能手机、互联网娱乐、汽车、金融、零售等行业实现快速落地。其业务营收连续三年保持 400% 同比增长，快速结合场景落地，2018 年主营业务合同收入同比增长 10 多倍。

技术方面，商汤建起了全中国最大的深度学习超算中心。据称，该公司目前已拥有超过 8000 块 GPU，并摆脱了主要由海外厂商支持的开源框架，并自主研发了原创深度学习平台 Parrots。目前，商汤已经在安防、金融、智能手机、移动互联网、汽车、零售等多个垂直领域均有布局。商汤希望以技术优势吸引开发者的加入，打造商汤 AR 生态。在官方通告中，商汤表示 C+轮融资后会继续加大研发和人才方面的投入，希望能够引领中国 AI 创新市场的飞速发展。

前景与展望

通过数据可以发现中国的人工智能产业已经呈现出一个接近纺锤体的产业分布形态，大多数 AI 初创企业集中于基本的 AI 相关技术（计算机视觉、自然语言处理等）以及能够吸引巨额投资的消费级终端（无人机、商业化 AI 硬件）上。上升到行业场景应用层次，虽然相关企业的总体数量不少，但大多集中于自动驾驶、智慧医疗和智慧金融上面，占了交叉行业应用领域 65% 的企业数量，所获得的融资金额更是占绝对多数。

这充分说明了当前 AI 和行业发展过程中遇到的一个典型问题，就是在本轮 AI 发展大潮中，大多数的高级人才与资金流向集中在基本的 AI 技术上，当然在 AI 产业尚未完全成熟的大前提下，扎根技术当然是无可厚非的事情，但风险点在于通用 AI 技术的成果是否能转化为商业应用场景，而非实验室式科研成果，这对于每一家拿到了大融资的通用 AI 技术初创公司均是逃离不了的考验。

目前这波 AI 浪潮的兴起，其本质原因是孜孜不倦积累 30 多年的深度神经网络技术的集中爆发，而深度学习的这波势能当前基本已经消耗殆尽。连深度学习之父 Geoffrey Hinton 最近也公开号召摒弃现有深度学习（主要是 BP、CNN）范式，重新奋力向前寻找全新的道路，也许 Hinton 的表态预示着 AI 产业将会进入一段调整期。

2017 年 AI 领域的融资事件相比去年同期下滑明显，也反映了目前优质的 AI 项目已经逐渐变得稀缺。同时，自从 2015 年开始随着 AI 热潮的兴起，一大批来自

于 Google、微软亚洲研究院、百度等 AI 弄潮儿的优秀科学家离开他们岗位，纷纷创办了自己的 AI 初创公司。这些优秀科学家凭借自身多年的技术积累优势，大多投身于通用 AI 技术的创业之中，所创办的公司几乎占领了整个 AI 产业链技术层的各个细分领域，其中计算机视觉领域显得尤其拥挤。因此，未来新的初创团队要进入纯粹的 AI 通用技术层领域，难度将会越来越大，尤其优秀科学家这项资源本身就是极其稀缺的。

而今后随着 AI 技术应用平台的成熟（比如百度 Apollo 自动驾驶平台），以及异构计算云服务的兴起，场景应用端的进入门槛将会越来越低。比如在自动驾驶领域，过去需要长时间数亿美元研究才能达到的成果，今后使用 Apollo 等无人驾驶解决方案开发平台在短时间内就能达到类似的水平。未来 AI 新一轮的爆发将会集中在场景应用上，毕竟场景应用是 AI 走向商业化的最重要窗口，届时技术、算法都不会成为核心壁垒，目前单靠技术就能够拿到不菲融资的情况恐怕以后再也不会出现了。单纯的 AI 技术服务商在未来难以有大作为。目前聚焦通用 AI 技术的初创公司，未来均需要向场景的运营方转变，找到厚实的落地点并围绕场景数据、服务价值开展深耕。

人工智能从获得投资到最后盈利，需要经历很长的发展过程。除了百度目前已经提出的无人车计划，大多数人工智能的初创企业或项目还在语音识别、计算机视觉等的基础研究工作。目前已经巨额融资的创业公司，主要业务也是针对于企业或用工方需求的 B2B 的市场，比如旷视科技 Face++ 非常成功的人脸识别技术，也需要依托于支付宝这样的大平台产品，才能与用户建立联系；科大讯飞在自然语言处理方面的技术输出，也是直接与百度、阿里等的相关应用的语音识别功能提供技术支持，越到竞争后期，就越考验商务拓展的能力。

既然人工智能需要代表一个时代，那么它就不是仅仅在一两个业务和商业模式上取得成功就能代表的，目前它的投入已经十分凶猛，但能取得的成果还需要等待。

十、云计算和人工智能企业案例分析

10.1 国外案例分析

随着云计算步入第二个发展 10 年，全球云计算市场趋于稳定增长，全球公有云 2013-2017 年均复合增速为 23.5%，远远超过整个 IT 行业的支出。容器、微服务、DevOps 等技术在不断推动着云计算的变革，混合云、公共云和私有云、人工智能云等新的云种类不断丰富。云计算的应用已经深入到政府、金融、工业、交通、物流、医疗健康等传统行业。国际科技巨头仍然是人工智能发展的主力，Amazon、Google、Facebook、IBM 仍然引领人工智能的潮流，2018 年纷纷加大云计算和人工智能方面的布局，下面详细介绍一下这些科技巨头云计算和人工智能的发展情况。

10.1.1 微软

企业简介

微软，是一家美国跨国科技公司，也是世界 PC（Personal Computer，个人计算机）软件开发的先导，由比尔·盖茨与保罗·艾伦创办于 1975 年，公司总部设立在华盛顿州的雷德蒙德（Redmond，邻近西雅图）。以研发、制造、授权和提供广泛的电脑软件服务业务为主。

主营业务

Windows: 称为“视窗”的图形操作系统；它有很多版本。桌面版最新版本是 Windows 10，服务器最新版本是 Windows Server 2016，Windows 几乎预装在所有的个人电脑上。

Windows Azure: Windows Azure 服务平台的组件能被在本地运行的各种系统中的软件调用，其中包括 Windows、移动设备和其他平台。用户可以在 VS.NET 2008 以上的版本+Cloudservice+AzureSdk 下实现云计算开发。

手机系统: Windows Phone 系列，最新 Windows Mobile 以及 Windows 10 Mobile

Internet Explorer(简称 IE)是为全世界所广泛使用的 Windows Internet Explorer 浏览器系列的最新版本。

Microsoft Office: Microsoft Office 是微软公司开发的一套基于 Windows 操作系统的办公软件套装。常用组件有 Word、Excel、Powerpoint 等。

Windows Media Player: 它是一个用于播放音频和视频的程序。

必应（英语：Bing，台湾称缤纷，香港则为 Bing）是一款由微软公司推出的网络搜索引擎，前身为 Live Search。

核心技术与主要产品

公有云、混合云、物联网（Azure IoT Edge）、Azure Sphere 被视为当下的四大核心。

Windows Azure 是微软基于云计算的操作系统，现在更名为“Microsoft Azure”。Windows Azure 的主要目标是为开发者提供一个平台，帮助开发可运行在云服务器、数据中心、Web 和 PC 上的应用程序。云计算的开发者能使用微软全球数据中心的储存、计算能力和网络基础服务。

Azure Stack 是 Azure 公有云的延伸，从 API 接口、开发工具、云市场、运营管理等各个层面，都能提供与 Azure 一致的混合云平台 and 体验。Azure Stack 提供多层次的公私有云集成：基础设施即服务(IaaS)，平台即服务(PaaS)和服务交付。它提供了基本的基础设施服务，如计算，对象和块存储以及虚拟网络，应用平台服务，如数据库，消息队列和 Azure Web Apps。

基于边缘智能计算，将云功能提供到边缘设备的，一种混合云和边缘设备的物联网解决方案。用户可以根据自己的业务逻辑自定义创建物联网（IoT）应用，在边缘设备本地完成数据处理任务，同时享受大规模云平台的配置、部署和管理功能。

微软考虑到物联网安全与联网议题所提出的工业级物联网解决方案，包括经过特殊设计的安全芯片、安全操作系统和云端安全。尤其在芯片层，微软开发了「全新级别」的微控单元（MCUs），性能是旧款 MCU 的五倍，采用特别为 IoT 而优化的 Linux 内核，并使用了基于云的安全服务。

微软认知服务（Microsoft Cognitive Services）集合了多种智能 API 以及知识 API。借助这些 API，开发者可以开发出更智能，更有吸引力的产品。微软认知服

务集合了多种来自 Bing，前“牛津计划”等项目的智能 API。应用了这些 API 的系统能看，能听，能说话，并且能理解和解读我们通过自然交流方法所传达的需求。

企业优势和前景展望

云计算领域，微软 Azure 已经跻身全球前三甲。微软最新一季财报中，云收入达 69 亿美元，较同期增长 53%，Azure 仍是主要推动力，同期增长 89%。根据市场研究机构 Synergy Research 的报告显示，2016 年在公有云市场上，微软超过谷歌，成为仅次于亚马逊的第二大公有云服务提供商，云计算市场上出现「两大巨头」对立的局面。

微软在 AI 方面的布局：一是 AI 技术：语音、视觉、自然语言、分布式机器学习。二是云平台：Microsoft Azure(存储、计算、数据库、live、媒体功能)、分布式机器学习工具包 DMTK(自然语言处理，推荐引擎，模式识别，计算机视觉以及预测建模等)、人工智能平台 Project Malmo。三是产业布局：语言助手(微软小冰、Cortana 小娜、Tay)、VR(Hololens 全息眼镜)

10.1.2 亚马逊 AWS

企业简介

亚马逊公司（Amazon，简称亚马逊；NASDAQ: AMZN），是美国最大的一家网络电子商务公司，位于华盛顿州的西雅图。是网络上最早开始经营电子商务的公司之一，亚马逊成立于 1995 年，一开始只经营网络的书籍销售业务，现在则扩展了范围相当广的其他产品，已成为全球商品品种最多的网上零售商和全球第二大互联网企业。

企业主营业务

亚马逊目前主要是三块主营业务：

1. Media(即自己的 vendors 产品的销售提成)
2. FBA（出租网店+卖流量+分仓租赁+代包装代发货+代收款）

3. Amazon web services(包括 s3\db\aq 等产品，可以理解为 IDC+CDN 加速+个性化建站)

核心技术与主要产品

EC2 弹性计算：Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2) 是一种 Web 服务，可以在云中提供安全并且可调整大小的计算容量。该服务旨在让开发人员能够更轻松地进行 Web 规模的云计算。

Amazon Virtual Private Cloud (Amazon VPC)私有云：在 AWS 云中预配置出一个采用逻辑隔离的部分，在这个部分中，用户可以在自己定义的虚拟网络中启动 AWS 资源。

Amazon Machine Learning 是一项面向各个水平阶层开发人员的服务，可以帮助他们利用机器学习技术。Amazon Machine Learning 提供可视化的工具和向导，指导用户按部就班地创建机器学习模型，而无需学习复杂的机器学习算法和技术。

Amazon Lex：是一种使用语音和文本在任何应用程序中构建对话界面的服务。Amazon Lex 提供高级的自动语音识别(ASR)深度学习功能，可以将语音转换为文本，还提供自然语言理解(NLU)功能，可以识别文本的意图，让用户能够构建用户体验极具吸引力且会话交互逼真的应用程序。

亚马逊目前各项业务中对 AI 和机器学习等各项技术的应用。

第一个案例是物流领域，亚马逊在全球有多个运营中心，每个运营中心的机器人系统就使用了机器学习技术。Ian 表示，机器人会随机分布在运营中心的角落，自动分拣货物，通过不同路径将货物交付给人工，由人工贴上标签。

第二个案例是产品个性化推荐，主要应用于亚马逊的电商网站。具体的推荐形式多样化，比如当顾客登录亚马逊网站，个性化推荐可以告诉顾客购买了这个产品的大多数人也购买了其它哪些产品，也可以根据你的购买记录在主页显示出你可能会想购买的产品。

第三个案例是用无人机来递送包裹，目前正在英国剑桥大学进行实验。正如 Ian 所说，你看到的这些无人机都不是由人来操控的，而是由一系列的组合算法来完成的。比如说基于 GPS 的路径规划的算法，以及计算机视觉，来避免可能会碰到一些障碍物等等。

第四个案例是智能音箱 Echo，Echo 只有一个 MCU 微控制单元和四个固定唤醒词。智能音箱本身的智能程度非常低，一旦唤醒语音服务后，其服务将从 AWS 云端调用。AWS 提供的自然语言理解（Nature Language Understanding，NLU）服务，使得机器能够了解说话者的意图，抓住表述的实体和关联性，变得更像人与人自然语言之间的对话。

第五个案例是去年 AWS 发布的一款硬件产品 DeepLens。DeepLens 是和英特尔联合开发的可编程的智能摄像头，加载了 GPU 和 CPU，目标用户是开发者，它为开发者提供 12 个预先配置好的样本，开发者可以用其直接在云端训练并部署模型。

企业优势和前景展望

亚马逊发布的 2018 年二季度财报中，AWS 的净销售额已经达到 61.05 亿美元，比上年同期的 41 亿美元增长了 49%。按照这样的发展速度测算，2018 年 AWS 的销售额将突破 240 亿美元，三年之后则有望突破千亿美元大关，并成为新时代的王者。千亿美元的年营收，这可是只有 IBM、HP、微软、谷歌等少数几个科技巨头曾经或刚刚达到的高度。

随着云计算应用的普及和深入，安全、可靠等问题日益突出，AWS 也在不遗余力地加大在相关领域的投入，并打造了良好架构框架，为客户的卓越运营、安全性与合规性、可靠性、性能效率、成本优化等提供帮助。比如，为了减少人工操作所带来的风险，AWS 加大了自动化运维工具的应用，其中 AWS Cloud Trail 可以对每一个服务、每一个 API 的调用、每一个数据块的访问追踪和记录。

10.1.3GOOGLE

企业简介

谷歌公司（Google Inc.）成立于 1998 年 9 月 4 日，由拉里·佩奇和谢尔盖·布林共同创建，被公认为全球最大的搜索引擎公司。谷歌是一家位于美国的跨国科技企业，业务包括互联网搜索、云计算、广告技术等，同时开发并提供大量基于互联网的产品与服务，其主要利润来自于 AdWords 等广告服务。

主营业务

包括互联网搜索、云计算、广告技术，开发并提供大量基于互联网的产品与服务，开发线上软件、应用软件，还涉及移动设备的 Android 操作系统以及操作系统谷歌 ChromeOS 操作系统的开发。

核心技术与主要产品

Chubby: 是分布式锁服务，主要用于 GFS 和 MapReduce 系统内部的协作工作，通过对文件创建操作实现“加锁”。

Protocol Buffer: Google 内部的一种语言中立、平台中立、可扩展的序列化数据结构，提供基于 java、C++ 和 Python 的实现，他是一种二进制格式，速度是 xml 数据交换的近 10 倍。

MapReduce: 实际上是一个编程模型，通过“map”和“reduce”这两个步骤并行处理大规模的数据

Google 几乎大部分产品都可以被认为是典型的云计算产品，Google 本身就是世界上最大的云，全球有 30 多个数据中心，服务器超过 100 万台。

SaaS: 普通的 SaaS 服务，如：搜索、地图、视频、社交和协作工具等。企业 SaaS 服务，企业版 Gmail、Google 日历、Google 文档、Google 视频等

PaaS: Google App Engine 提供一套开发组件让用户轻松在本地构建和调试网络应用，并且能够部署和运行网络云上，自动根据应用承受的负载进行动态扩展，主要支持 Java 和 Python 语言。

IaaS: Google 的 Storage 云存储服务，开发者可以非常容易使用 REST API 对数据进行存取操作，并且在安全和空间上都有很大优势。

云客户端: Android、Chrome 和 Chrome OS，主要是基于 Web 的 SaaS 服务。在安全性、稳定性、访问速度上都有很好的提现。

谷歌大脑，早期是 Google X 实验室一个主要研究项目，是谷歌在人工智能领域开发出的一款模拟人脑的软件，这个软件具备自我学习功能。创立之初遵循的这样一条简单的原理：人工的”神经网络“能通过试错，来熟知世界，正如婴儿所做的那样，这将为机器带来一些像人一样的灵活性。

TensorFlow 是一个采用数据流图（data flow graphs），用于数值计算的开源软件库。节点（Nodes）在图中表示数学操作，图中的线（edges）则表示在节点间相互联系的多维数据数组，即张量（tensor）。它灵活的架构让你可以在多种平台上展开计算，例如台式计算机中的一个或多个 CPU（或 GPU），服务器，移动设备等等。

DeepMind 是 2014 年谷歌收购的一家人工智能初创公司，在当时，DeepMind 在人工智能方面的研究，正是 Google 所缺乏的东西。谷歌收购 DeepMind 不仅在技术上极大地推动了 AI 发展，也为整个行业提供了一种可参考的巨头+初创企业商业模式。2016 年 3 月份，Google 的围棋人工智能程序 AlphaGo 以 4 比 1 的大比分，战胜人类选手李世石，在全球成功引起广泛关注，引起了一波人工智能的热潮。

Google Photos: 在 Google Photos 的库中搜索“狗狗”或“拥抱”，即便您没有在任何照片上添加文字标注，它也能帮助你找到您最喜欢的狗狗或者拥抱的时刻。谷歌可以展示包含您正在寻找的东西或者动作的照片。

Google Play Music: Google Play Music 提供个性化的推荐，随时播放合适的音乐，通过考虑时刻或者天气，Play Music 可以推荐适合烹饪时或者观看日落时听的音乐。

Nudging: Gmail 通过 Nudging 人工智能技术，提醒您跟进或者回复超过两三天还未处理的消息，以确保您不会忘记。

Google Translate: 将相机放在标志或者菜单上的文字前面，谷歌翻译使用光学字符识别技术来识别单词，还包括一个已经在网络上数百万现有翻译示例上进行过训练的翻译系统。

Google Assistant: 您可以使用十几种语言和 Google 智能助理对话，今年它会提供更多语言种类。

Google Maps: 在谷歌地图上评估停放汽车的难易程度，它考虑了在一个给定区域内的停车位情况，并学习了解了城市不同街区在不同时间内变得忙碌的模式。

Find the right address: 借助于从数十亿张街景图像中读取街道名称和地址的系统，在谷歌地图中找到正确的地址。

Google Trips: Google Trips 上的一套智能算法可以帮助您规划下一次旅行行程。这是典型的“旅行推销员”式的研究问题，适用于现代交通形式以及人们四处出差的复杂出行方式。

企业优势和前景展望

亚马逊被认为是全球第一大公有云服务提供商，亚马逊的云计算服务 AWS（Amazon Web Service）在 2017 年营收增长了 43%，达到 175 亿美元。2018 年 Q1，AWS 仍然稳坐第一，营收比去年同期（36.6 亿美元）上涨了 49% 至 54.4 亿美元。人工智能方面，亚马逊发展策略如下：

机器学习是人工智能领域一个重要方面。正是有了各种技术公司掌握的巨大语料库数据，以及有了硬件设备的进步，机器学习这项科学才迅速地应用到现实世界。比如，它已经进入搜索领域。这也是谷歌搜索重视机器学习技术的所在。

10.1.4 IBM

企业简介

IBM（International Business Machines Corporation）（国际商业机器公司）。总公司在纽约州阿蒙克市。1911 年托马斯·沃森创立于美国，是全球最大的信息技术和业务解决方案公司，拥有全球雇员 30 多万人，业务遍及 160 多个国家和地区。

企业主营业务

IBM 为计算机产业长期的领导者，在大型/小型机和便携机（ThinkPad）方面的成就最为瞩目。其创立的个人计算机（PC）标准，至今仍被不断的沿用和发展。另外，IBM 还在大型机，超级计算机（主要代表有深蓝、蓝色基因和 Watson），UNIX，服务器方面领先业界。

软件方面，IBM 软件集团（Software Group）分为软件行业解决方案以及中间件产品，包括业务分析软件（Cognos、SPSS）、企业内容管理软件、信息管理软件（DB2、Infomix、InfoSphere）、ICS 协作（包括 Lotus 等）、Rational 软件（软件生命周期管理）、Tivoli 软件（整合服务管理）、WebSphere 软件（业务整合与优化）、System z 软件。

核心技术与主要产品

私有云：包括 IBM 在内的许多公司都实现了私有云解决方案，方法通常是构建裸机或虚拟化云基础架构的组合，然后加上使用 PaaS 或 SaaS 模型将云软件交付给他们的用户，以有限制的访问为基础。IBM 本身就是一家采用 多个私有云解决方案的公司。

公有云：IBM Power Development Cloud(PDP)是一个公共云平台。其前身为 Virtual Loaner Program(VLP)，PDP 的目的是满足很多、但不是所有的 IBM 业务合作伙伴®的典型要求，以非常低成本的远程访问 IBM Power Systems 硬件和中间件。

混合云：SoftLayer 于 2013 年 7 月被 IBM 收购，负责提供公共云和私有云平台。SoftLayer 通过在全球各地不断增加的数据中心和网络点提供云 IaaS。SoftLayer 的客户涵盖小型网络初创公司和跨国企业。其产品和服务包括裸机和虚拟服务器、网络、交钥匙式大数据解决方案、私有云解决方案，等等。

IBM Cloud Managed Services™：是一个全面管理和高度安全的 IaaS 云的关键企业工作负载进行了优化。它提供独特的实例级虚拟机（VM），正常运行时间 SLA 达 99.95%，并且提供私有云的许多优点（比如专用的服务器和存储选项，同时还提供灵活缩放和云经济的好处）。您可以通过 IBM Cloud Managed Services 访问在 IBM Power Systems 环境上运行的 IBM AIX®。

IBM Watson 是认知计算系统的杰出代表，也是一个技术平台。认知计算代表一种全新的计算模式，它包含信息分析，自然语言处理和机器学习领域的大量技术创新，能够助力决策者从大量非结构化数据中揭示非凡的洞察。IBM Watson 系统具有几大能力：

Understanding(理解)：Watson 具有强大的理解能力。通过自然语言理解(Natural language understanding)技术，和卓越处理结构化与非结构化数据的能力,在众多行业能够与用户进行交互，并理解和应对用户的问题。

Reasoning(推理)：它有智能的逻辑思考能力，Watson 通过假设生成(Hypothesis generation)，能够透过数据揭示洞察、模式和关系。将散落在各处的知识片段连接起来，进行推理、分析、对比、归纳、总结和论证，获取深入的洞察以及决策的证据。

Learning（学习）：它有优秀的学习能力。Watson 通过以证据为基础的学习能力（Evidence based learning），能够从大数据中快速提取关键信息，像人类一样进行学习和认知。可以通过专家训练，并在交互中通过经验学习来获取反馈，优化模型，不断进步。

企业优势和前景展望

IBM 围绕 Watson 大力布局认知计算实现医疗等众多领域的先期突破。Watson 通过大数据分析、物联网、异构计算、认知型机器系统等新兴前沿技术，向新能源利用、污染防治、城市管理、生态改善、医疗、交通、食品安全追溯及社区服务等领域提供特色化商业价值挖掘服务，如基于认知技术，通过传感器实时监测水量、流速和水质，确保饮用水安全。

综上所述，全球科技巨头均在加大云计算与人工智能领域的布局。特别是人工智能，为了保持长期的竞争优势，各大科技巨头正在通过大力度的研发、投资与并购行动，抢占人工智能的制高点。在专利竞争方面，谷歌与微软已经走在美国科技公司的前列。2009 年至 2017 年间，谷歌与微软的人工智能专利申请量分别为 295 与 268 件。其次是：Facebook76 件、亚马逊 75 件、苹果 23 件。在收购方面，谷歌同样最为活跃，其次是苹果公司。

10.2 国内案例分析

未来云计算行业发展的着力点将主要集中在混合云、平台即服务（PaaS）、大数据、图形即服务、身份管理和保护等几个方面。目前国内市场以微软、IBM 为代表的 IT 巨头和以谷歌亚马逊为代表互联网国际巨头，国内阿里、盛大、华为等诸多公司也都在纷纷布局云计算，公有云平台在国内的巷战时代也即将来临。目前，以阿里、百度、腾讯为代表的巨头正在引领中国云计算的发展。以云计算为支撑的人工智能产业不断完善升级。随着人工智能在我国移动互联网、智能家居等领域的发展，我国人工智能产业持续高速成长。人工智能领域涌现出了商汤科技、旷视科技等一大批独角兽企业。

10.2.1 阿里巴巴

企业简介

阿里巴巴网络技术有限公司（简称：阿里巴巴集团）是马云为首的 18 人于 1999 年在浙江杭州创立。阿里巴巴集团经营多项业务，另外也从关联公司的业务和服务中取得经营商业生态系统上的支援。业务和关联公司的业务包括：淘宝网、天猫、聚划算、全球速卖通、阿里巴巴国际交易市场、1688、阿里妈妈、阿里云、蚂蚁金服、菜鸟网络等。2014 年 9 月 19 日，阿里巴巴集团在纽约证券交易所正式挂牌上市，股票代码“BABA”，创始人和董事局主席为马云。

主营业务

2018 年，阿里云布局建立 ACID+S 产品体系，这是企业数字化转型的关键五要素：

人工智能（AI）：从单点智能向集成智能持续演进，推动制造智能，生产智能，数据智能，服务智能的产品。

云计算基础（Cloud Essentials）：云基础产品体系完整度全球领先，基础产品及功能持续投入建设，源源不断的通过新技术提高企业云上的计算、运维、开发和管理能力。

物联网（IOT）：万物互联，为海量数据构建云端全面的计算能力。

大数据（Data Technology）：完善的大数据产品体系，助力大数据计算和分析。

安全（Security）：帮助企业业务进入智能安全时代。

核心技术与主要产品

云计算

云服务器 ECS（Elastic Compute Service）是一种弹性可伸缩的计算服务，助企业降低 IT 成本，提升运维效率，使企业更专注于核心业务创新。

弹性裸金属服务器（神龙）：一种弹性可水平伸缩的高性能计算服务，计算性能与传统物理机无差别，具有安全物理隔离的特点，分钟级的交付周期助你的企业获得实时的业务响应能力，助力核心业务飞速成长。

轻量应用服务器（Simple Application Server），是可快速搭建且易于管理的轻量级云服务器；提供基于单台服务器的应用部署，安全管理，运维监控等服务，一站式提升您的服务器使用体验和效率。新品发布：原固定带宽升级为大额流量包，突发访问速度最高提升 5 倍，成本最高节约 50%。

GPU 云服务器是基于 GPU 应用的计算服务，多适用于 AI 深度学习，视频处理，科学计算，图形可视化，等应用场景，型号有 AMD S7150, Nvidia M40, Nvidia P100, Nvidia P4, Nvidia V100 阿里云成为中国首家与 NGC GPU 加速容器合作的云厂商。

FPGA 云服务器提供了现场可编程门阵列(FPGA)的计算实例，基于阿里云弹性计算框架，用户可以几分钟内轻松创建 FPGA 实例，创建自定义的专用硬件加速器。由于 FPGA 硬件的可重配特性，用户可以对已创建的 FPGA 硬件加速应用，进行快速擦写和重配，达到低时延硬件与弹性伸缩最好的结合。

专有宿主机提供基于阿里云虚拟化托管、物理主机独享的单租户环境、通过独享硬件资源方式可以满足安全、合规、自定义部署、自带许可证（BYOL）需求，在专有宿主机上可以创建多种规格的 ECS 实例，继承了 ECS 实例的规格选择灵活、性能稳定的优点和特性。

超级计算集群（Super Computing Cluster, SCC）使用高速 RDMA 网络互联的 CPU 以及 GPU 等异构加速设备，面向高性能计算、人工智能、机器学习、科学工程计算、数据分析、音视频处理等应用，提供极致计算性能和并行效率的计算集群服务。

弹性高性能计算（E-HPC）基于阿里云基础设施，为用户提供一站式公有云 HPC 服务，面向教育科研，企事业单位和个人，提供快捷，弹性，安全和与阿里云产品互通的技术计算云平台。

容器服务提供高性能可伸缩的容器应用管理服务，支持用 Docker 和 Kubernetes 进行容器化应用的生命周期管理，提供多种应用发布方式和持续交付能力并支持微服务架构。容器服务简化了容器管理集群的搭建工作，整合了阿里云虚拟化、存储、网络和安全能力，打造云端最佳容器运行环境。

人工智能

智能语音交互（Intelligent Speech Interaction）：基于语音识别、语音合成、自然语言理解等技术，为企业在多种实际应用场景下，赋予产品“能听、会说、懂你”式的智能人机交互体验。适用于多个应用场景中，包括智能问答、智能质检、法庭庭审实时记录、实时演讲字幕、访谈录音转写等场景，在金融、保险、司法、电商等多个领域均有应用案例。

人脸识别（Face Recognition）实现了图像或视频中人脸的检测、分析和比对，包括人脸检测定位、人脸属性识别和人脸比对等独立服务模块，可为开发者和企业提供高性能的在线 API 服务，应用于人脸 AR、人脸识别和认证、大规模人脸检索照片管理等各种场景。

自然语言处理是为各类企业及开发者提供的用于文本分析及挖掘的核心工具，已经广泛应用在电商、文化娱乐、金融、物流等行业客户的多项业务中。

图像识别服务（Image Recognition）基于大数据和深度学习实现，可精准识别图像中的视觉内容，包括上千种物体标签、数十种常见场景等，包含图像打标、场景分类、鉴黄等在线 API 服务模块，应用于智能相册管理、图片分类和检索、图片安全监控等场景。

企业优势和前景展望

阿里巴巴的目标是成为基于云的人工智能行业领导者。像云存储（诸如 Dropbox）或云计算（Amazon Web Services）一样，基于云的人工智能将以低廉的价格为任何拥有计算机和互联网连接的人提供强大的资源，使新型业务得以发展。

10.2.2 腾讯

企业简介

腾讯，1998 年 11 月诞生于中国深圳，是一家以互联网为基础的科技与文化公司。我们的使命是“通过互联网服务提升人类生活品质”。腾讯秉承着“一切以用户价值为依归”的经营理念，为亿万网民提供优质的互联网综合服务。

主营业务

社交：主要产品包括 QQ、微信、QQ 空间、微博。

金融：主要产品包括财付通、微信支付、QQ 钱包、腾讯理财通等。

娱乐：主要产品包括腾讯游戏、腾讯影业、腾讯动漫、腾讯电竞、QQ 音乐、腾讯视频等。

资讯：主要产品包括腾讯网、腾讯新闻、天天快报等。

工具：产品主要包括：应用宝、QQ 浏览器、腾讯手机管家、腾讯电脑管家、腾讯地图、QQ 邮箱、自选股、天天 P 图等。

平台：产品主要包括开放平台、腾讯云。

人工智能：产品主要包括腾讯 AI Lab、优图实验室等。

核心技术与主要产品

腾讯云

资源灵活度

在腾讯云上您可以在几分钟之内快速增加或删减云服务器数量，以满足客户快速变化的业务需求；通过相关设置，客户的服务器规模可以按需要自动扩张和缩减。

灵活配置

腾讯云提供多种实例类型，操作系统和软件包供您选择。每个实例中的 CPU、内存、硬盘和带宽也可以灵活调整。

稳定可靠

腾讯云提供 99.95% 的服务可用性和 99.999999% 的云硬盘数据可靠性。

简单易用

客户可以使用腾讯云控制台、API 或 CLI 来完全控制服务器实例，随时查看和配置资源。

安全网络

私有网络功能为您在腾讯云上提供一个逻辑隔离的网络，网络访问控制(ACL)可以在子网级别上控制进出流量；可灵活配置的安全组策略，让您能够在实例级别对进出网络的流量进行安全过滤。

人工智能

计算机视觉：计算机视觉使得计算机能够理解真实的视觉世界。研究方向：图像/视频编辑，生成，分析，理解；物体/人脸检测，跟踪，和识别；文字识别，3D视觉，SLAM，基于视觉的强化学习。

语音识别：让机器能“听懂”人类语言，将语音转化为文本。研究方向：语音增强，声学/语言模型，语音合成。

自然语言处理：赋予计算机系统以自然语言文本方式与外界交互的能力，追踪和研究最前沿的自然语言文本理解和生成技术，孵化下一代自然语言处理技术与商业应用场景。研究方向：语义分析，知识推理，智能问答，机器翻译等。

机器学习：使计算机在没有明确编程的情况下自动执行。研究方向：机器学习理论，数值优化，大规模分布式计算，异构计算;监督，无监督和强化学习

企业优势和前景展望

从识别到计算，从云端到终端。腾讯的人工智能版图不可谓专业霸气。从腾讯的战略布局说开来，人工智能已经成为大家公认的时代浪潮，搭不上早班车的互联网企业，很有可能就在迭代中惨遭淘汰。对投资者来说，把握人工智能的趋势和机遇就变得意义非凡。

10.2.3 百度

企业简介

百度（纳斯达克：**BIDU**），全球最大的中文搜索引擎、最大的中文网站。百度拥有数万名研发工程师，这是中国乃至全球最为优秀的技术团队。这支队伍掌握着世界上最为先进的搜索引擎技术，使百度成为中国掌握世界尖端科学核心技术的

中国高科技企业，也使中国成为美国、俄罗斯、和韩国之外，全球仅有的 4 个拥有搜索引擎核心技术的国家之一。

主营业务

百度作为全球最大的中文搜索引擎、最大的中文网站，其主营业务主为搜索引擎。

核心技术与主要产品

百度云

计算与网络：云服务器 BCC、专属服务器 DCC、物理服务器 BBC、GPU 服务器、FPGA 云服务器、应用引擎 BAE、容器引擎 CCE、函数计算 CFC、弹性伸缩、弹性公网 IP EIP、负载均衡 BLB、私有网络 VPC。

存储和 CDN：对象存储 BOS、云磁盘 CDS、文件存储 CFS、表格存储 BTS、内容分发网络 CDN、存储网关 BSG、P2P 内容分发 PCDN、私有云存储 ABC Storage。

数据库：对象存储 BOS、云磁盘 CDS、文件存储 CFS、表格存储 BTS、内容分发网络 CDN、存储网关 BSG、P2P 内容分发 PCDN、私有云存储 ABC Storage。

百度人工智能

AI 开发平台 Infinite、Apollo 仿真开放平台、Apollo 标定服务平台、Apollo 训练平台、文字识别、人脸识别、图像识别、图像搜索、人体分析、图像审核、文本审核、视频内容审核、语言处理基础技术、理解与交互 UNIT 对话式搜索 BCS、语音识别、语音合成、语音唤醒、实时语音识别电话版、音频文件转写电话版、视频内容分析、视频封面选图、知识图谱 Schema、知识理解、增强现实、云秘智能客服等。

企业优势和前景展望

百度在人工智能及云计算领域的优势整理如下：

其一，具备战略眼光，与世界科技巨头的发展脚步保持一致；

其二，拥有天然的技术基因，重视对技术人才的引进，注重对人工智能底层技术的积累和开发；

其三，百度互联网入口的地位以及多样化的产品线能够有效推动人工智能技术的快速落地，迅速转变为具体的产品和服务，实现这一技术的广泛推广和应用。

10.2.4 京东

企业简介

京东是中国的综合网络零售商，是中国电子商务领域受消费者欢迎和具有影响力的电子商务网站之一，在线销售家电、数码通讯、电脑、家居百货、服装服饰、母婴、图书、食品、在线旅游等 12 大类数万个品牌百万种优质商品。

主营业务

京东云（JD Cloud）是京东集团旗下的全平台云计算综合服务提供商，拥有全球领先的云计算技术和丰富的云计算解决方案经验。为用户提供从 IaaS、PaaS 到 SaaS 的全栈式服务（Full Stack），从 IDC 业务、云计算业务到综合业务的全频道服务（Full Spectrum），以及包含公有云、私有云、混合云、专有云在内的全场景服务（Full Services）。同时，京东云依托京东集团在云计算、大数据、物联网和移动互联网应用等多方面的长期业务实践和技术积淀，形成了从基础平台搭建、业务咨询规划、到业务平台建设及运营等全产业链的云生态格局，为用户提供一站式全方位的云计算解决方案。

核心技术与主要产品

云计算

弹性计算：云主机、原生容器、云硬盘、弹性伸缩、GPU 服务器。

网络：私有网络、负载均衡、专线服务、VPN、弹性网卡

云数据库与缓存：云数据库 MySQL、云数据库 SQL Server、云数据库 MongoDB、云数据库 MariaDB、云缓存 Redis、云数据库 Percona、分布式数据库 TiDB

云安全：DDoS 基础防护、Web 应用防火墙、IP 高防、主机安全、态势感知、应用安全网关、SSL 数字证书、安全咨询

人工智能

模型训练：模型训练平台依托强大的分布式数据处理能力，内置丰富的算法模型，满足从原始数据到模型产出的一站式服务。同时通过拖拽组件可视化建模的方式，让用户在模型训练平台可快速打造智能业务。

NLP 分析：NLP（自然语言处理）分析服务，能够将文本中特定类型的事物名称或符号识别出来，方便文本搜索与文本数据挖掘。针对电商、舆情、物流等场景，可以为客户提取数据标签，快速实现分类；提升文本搜索准确度，及时进行文本纠错；搭建实体文本数据库，构建知识图谱。

企业优势和前景展望

目前，京东 IT 资源的内部云化已完成，对京东业务平稳、系统优化和效能提升的作用已经显现，系统在 618 店庆、沙漠风暴等大规模促销活动中经受住了巨大流量的考验。京东电商云已走入第二阶段，目前已推出京东电商云平台，努力培育京东电商应用生态。

10.2.5 商汤科技

企业简介

商汤科技 SenseTime 是全球领先的人工智能平台公司，同时也是“全球最具价值的 AI 创新企业”。公司总融资额超过 16 亿美元，估值超过 45 亿美元。

商汤科技的市场占有率居多个垂直领域首位，涵盖智慧城市、智能手机、互动娱乐及广告、汽车、金融、零售、教育、地产等多个行业。目前，商汤科技已与国内外 700 多家客户和伙伴建立合作，包括世界知名的公司和机构，例如：美国麻省理工学院、高通、英伟达、本田、阿里巴巴、苏宁、中国移动、银联、万达、华为、小米、OPPO、vivo、微博、和科大讯飞。

主营业务

商汤科技以“坚持原创，让 AI 引领人类进步”为使命。公司建立了全球顶级、自主研发的深度学习超算中心和一系列 AI 技术，包括：人脸识别、图像识别、文本识别、医疗影像识别、视频分析、无人驾驶和遥感等。因此，商汤成为中国最大的 AI 算法提供商。

核心技术与主要产品

智能视频：SensePortrait-S 人脸静态比对服务器、SensePortrait-D 人脸动态比对服务器、SenseFace 人脸布控实战平台、SenseTotem 视图情报研判系统、SenseVideo-A 视频结构化解析服务器

身份验证：SenseID 身份验证服务、SenseKeeper 人脸识别机（闸机版）

移动互联网：SenseAR 增强现实感绘制平台、SensePhoto 手机图像处理解决方案。

其它：SenseGo 智慧商业解决方案、SenseRemote 遥感影像智能解译解决方案、SenseDrive 驾驶员监控系统、SenseDrive 车道偏离预警、SenseDrive、前车碰撞预警和行人检测预警 SenseU

企业优势和前景展望

在未来，机器视觉的运用领域涵盖了几乎绝大多数社会的基础建设，而作为一家典型的 B2B 企业，有着优秀的产品思维。在机器视觉底层技术打包解决方案的标准化的定制上，商汤始终能够深入不同行业并把产品不断细化，也由此获得了一批如英伟达、中国移动、银联、华为、小米、OPPO、vivo、微博、科大讯飞等知名战略合作伙伴和大客户。商汤正在走的这条路正在越走越宽，未来机器视觉的市场成长空间巨大，而商汤科技已经在这里占得了一席之地。

10.2.6 旷视

企业简介

北京旷视科技有限公司，成立于 2011 年底，在人脸识别领域达到世界水平。公司拥有北京旷视科技有限公司上海分公司、北京旷视科技有限公司杭州分公司、北京旷视科技有限公司深圳分公司三个分支机构。

企业主营业务

FaceID 在线身份验证服务：通过先进的人脸识别技术，FaceID 正在为超过 200 个互联网金融、出行、直播等行业客户，以及超过 20 家银行机构验证用户身份，为身份敏感的关键业务保驾护航。

Face++ 人工智能开放平台：Face++ 人工智能开放平台以 API 或 SDK 的形式为开发者提供人脸识别、文字识别、图像识别、物体识别、场景识别及其他人工智能能力，旨在帮助开发者用最简便的方式实现 AI 赋能。

解决方案系列产品：基于全球领先的“AI+IoT”技术和工程化能力，旷视深耕城市管理、消费终端三大领域，致力于通过计算机视觉技术和软硬一体的系统集成，为安防、地产、手机、零售、物流等行业用户提供超前的智能解决方案。

核心技术与主要产品

云端智能：Face++人工智能开放平台、FaceID 在线人脸身份验证平台

解决方案：端到端智能安防产品及解决方案、行业物联解决方案、移动端 AI 解决方案、零售行业 AI 解决方案、智能仓储物流解决方案。

企业优势和前景展望

旷视所研究的技术路线可以算得上是非常彻底的深度学习，主要体现在两个方面，一是采用深度神经网络，第二点是最大程度地使用端到端学习。目前解决这个问题的主流方法是递归神经网络（RNN），也是现在在语音识别和自然语言处理中的大杀器。由于人的智能本质是在实时的「处理」连续不断感知到的信号流，这使得序列学习成为当下的最热的研究方向之一。同样地，旷视科技的研究团队也正在利用 RNN 进行深挖，希望在计算机视觉领域有更大的突破。

目前，旷视的人工智能云开放平台的 API 已经服务了近 10 万开发者；旷视的 FaceID 产品在全球范围内已为 2.1 亿人提供了身份验证服务，覆盖了 80% 的金融市场智能化应用，同时其智慧安防和智能地产产品也已经覆盖全国 25 个省份。科研领域的优势将奠定旷视在行业的先发优势。

10.2.7 总结

伴随着云计算技术的逐步成熟和应用，云计算已经成为一种普及的网络空间基础设施。计算资源、存储资源、网络资源的虚拟化，将助力中国战略新兴产业的迅猛发展。基于云计算的人工智能的算法研究、产业孵化也表现出良好态势。国内诞生出了一大批独角兽公司。未来，云计算同人工智能的深度融合也必将对国民经济带来巨大的贡献。

10.3 平安科技

10.3.1 企业简介

平安科技是平安集团的全资子公司，致力于运用人工智能、智能认知、云计算、区块链等前沿科技，为人们打造全新云生活。平安科技坚持“科技引领金融”，已投入 500 多亿用于创新科技，未来 10 年将累计投入 1000 亿。公司拥有 500+来自顶尖机构的科学家，23,000+专业 IT 技术人员和管理专家组成的高级研发团队，为平台的运营稳定和可靠，提供了专家级的技术保障。目前，公司拥有 6000+申请专利数，在中国金融机构中位列第一。当前所建立云生态圈已经承载过 5 亿的金融、医疗、汽车、房产及智慧城市五大生态圈的互联网用户，并拓展至海外市场，包括美国、新加坡、香港等国家和地区。

10.3.2 主营业务

为金融、医疗、汽车、房产及智慧城市等行业提供技术和专家服务，为行业客户提供定制化解决方案。主要包括：对内，平安科技是平安集团的高科技内核和科技企业孵化器，负责开发并运营集团的关键平台和服务。对外，平安科技以智慧科技为手段、以智造未来为蓝图，聚焦于医疗、金融、智慧城市三大领域，将国际权威认证的技术能力应用到实际业务场景中，打造生态闭环，积极践行科技改变生活的企业理念。

10.3.3 核心技术与主要产品

在科技方面，平安科技积极拥抱变革，每年投入全年收入的 1%（今年投入超 70 亿人民币）用于科技研发，并且不断加强人才储备，研发人数超过 2 万名。截止 2017 年 9 月，申请专利数超过 2000 个，高居中国金融机构榜首，为综合金融业务发展奠定坚实的基础。平安科技核心技术主要聚焦在以下 4 方面：

人工智能：人工智能是平安科技的核心技术之一，目前已经形成包括预测 AI、认知 AI、决策 AI 在内的系列解决方案。以疾病预测模型为核心的预测 AI 已应用在流感、糖尿病等多种疾病的预测中；特别是在认知 AI 领域，人脸识别技术、声

纹识别技术等均达世界领先水平；集合深度学习、数据挖掘、生物特征识别等 AI 技术为一体的平安脑智能引擎，可提供包含决策等在内的 6 大集成模块。

智能认知：平安科技已形成涵盖人脸识别、声纹识别、医疗影像 AI 读片、农性识别、多模态生物识别等智能认知技术矩阵，已经拥有 60 多项顶尖技术，并逐渐广泛而深入地应用到实际生活中。如在人脸识别方面，2017 年 5 月平安人工智能实验室获国际权威人脸识别大赛 LFW 评测全世界第一，力压国内外知名公司，准确率达 99.80%。平安人脸识别技术也通过国内公安三所认证，准确率达 99.84%。在声纹识别方面，准确率也已达到 99% 以上。在微表情识别方面，1 秒内智能识别 50 种以上复杂微表情目前，平安科技智能认知技术已应用于医疗影像、金融风控、社区智能管理、社会福利保障、社会安防、教育考试、农业牲畜等超过 200 个场景中。

区块链：平安科技区块链采用协商一致的规范和协议，使得整个系统中所有节点能够在去信任的环境中自由安全地交换数据，各区块节点的身份信息不需要公开或验证，信息传递可以匿名进行。具有数据稳定性和可靠性极高的优点，可授权加解密、零知识验证、大吞吐量等多项核心技术，从根本上解决了对象之间的信任问题。平安于 2016 年 5 月，成为国内首家加入国际顶尖区块链联盟 R3 的金融机构，构建四大技术优势，覆盖 12 大应用场景。四大技术优势包括，一是使用门槛低，架构高效并易于操作；二是高并发、高性能，通过加算力和多链分片，效能超过开源版 50-100%，支持 10 万笔交易/秒；三是加密技术领先，作为国内唯一一家在机器码层面开发适用于中国标准的加密技术的，运算速度超过其他方法 100 倍；四、监管便利，超级密钥所有者可解密任意 ZKP，为监管提供便利。广泛应用包括供应链金融、同业资产交易、跨境支付等，例如金融资产交易和结算平台，通过区块链技术，实现合同签订时间由 T+3 缩短为 T+0，加快所有权确认从而改善资产转移速度，交易流程可追踪，降低篡改和欺诈风险；主账户对账以统一账本为主，实时进行对账并处理差错，使时延提升至 T+0。

云：平安云是国内领先的面向全行业的云计算平台，为企业提供从底层基础设施服务(IaaS)、通用平台服务(PaaS)到软件应用(SaaS)的全套云服务，除了产品，更提供结合业务场景的定制化方案，可靠、稳定的技术支撑，为各应用层的生态圈形成提供了肥沃的土壤。

在产品方面，平安科技聚焦云服务能力构建，平安云已经建设为金融行业最大的平台，涵盖平安集团 95%以上的业务公司，支撑 80%的业务系统投产。并以金融为起点，拓展到更广泛的医疗健康和智慧城市领域，作为平安服务的综合输出平台为全行业提供 IaaS、PaaS、SaaS 整套云服务。具体产品如下：

云基础服务：包括计算、存储、网络、CDN、数据库、安全、域名、监控等产品和服务，支持海量存储和高性能计算，云平台符合一行三会监管以及金融级别安全治理要求，可实现分钟级应用部署和动态扩容。同时，平台还提供金融、医疗、教育、环保等行业定制化解决方案。

认知 AI 产品

人脸识别：以深度学习为基础，通过面部特征信息提取完成身份验证，包括人脸检测、人脸比对、活体检测、人脸查找、人脸分析等，可提供多样化的人脸识别验证方案。目前平安人脸识别已广泛应用于金融、安防、教育等多个行业领域的 200+个场景中。

微表情：微表情识别基于深度学习的人脸识别方案，准确识别视频流中的人脸微表情信息，使用卷积神经网络（CNN）来提取微表情特征，识别多达 19 组 AU，十种情绪以及通过特征分析用户的疲劳状态、精神状态、业务风险、说谎等异常行为，及时反馈预警和控制风险

OCR 识别：平安 OCR 是平安科技自主研发的文字识别技术，以基于深度学习的先进算法为智能引擎，精准识别身份证、行驶证等多种卡证和票据的图像文字信息，适用于各应用场景，可以迅速提升输入效率，优化用户体验

声纹识别：平安声纹识别是平安科技自主研发的专业声纹识别引擎，由“千人计划”国家特聘专家肖京博士牵头，王健宗博士带队，与麻省理工 MIT 联合实验室合作，以声纹识别技术为基础，专注因声识人，为多种场景提供智能声纹身份认证的解决方案。

客服机器人：客服 3.0 机器人是基于最先进的深度学习算法，具备高度语义理解和深度自学习能力的智能客服机器人。不仅能满足在线客服咨询需要，同时通过对接各专业公司业务系统，可以全面实现业务的在线办理。依托精确的语义理解能力，全面支持前端应用功能的入口整合升级，大大提升用户在线服务体验。

大数据产品

平安脑：平安脑智能引擎是综合的 AI 技术服务平台，综合深度学习、数据挖掘、生物特征识别等技术，提供标准化 AI 产品和综合 AI 解决方案。产品模块包括首款产业链智能分析平台欧拉图谱、因声识人的平安声纹识别、平安众包、平安机器人、克瑞斯智能推荐系统等。

欧拉图谱：借助最先进的人工智能、大数据技术手段，将企业经营关系网络整体设为分析目标，全方位支持企业的相关风险、投资和营销分析。

E-MapReduce：该产品是构建于平安云之上业界领先的大数据处理分析服务。结合开源大数据生态系统，包括 Spark、Hive、Sqoop、Shell 等，为用户提供高可靠、高性能、安全的任务管理、集群管理、监控与告警等大数据处理分析服务。

智能投顾：聚焦 B2B2C 模式，通过资产配置策略平台，帮助机构了解客户投资需求，智能选取组合产品

智能投研：开放智能投研平台，提供整合干净的投资大数据，丰富的模型工具箱，以及智能引擎

投资云：前瞻性强、功能完善的统一的端到端投资管理平台

星云数据平台：提供数据可视和数据挖掘等大数据应用层服务，个性化看板、交互式分析、支持多数据源、云端部署方便易用

星空画板：星空画板是一款自助式可视化看板搭建工具，旨在帮助各类人群通过简单的拖拽操作轻松搭建专业级水准的可视化应用，满足您会议展览、领导驾驶舱、可视化报表、移动报表等多种场景的业务需求。

企业通用服务

企业服务云：实现纯数字化的电子签名、电子签章 SAAS 服务/发票电子化解决方案

IT 管理云：提供一站式研发管理解决方案和业务数据、应用系统运行数据和 IT 基础资源性能进行全方位监控和数据展示的综合平台

渠道云：提供独立的 DSP 广告管理系统和大数据引擎分析

通讯云：丰富和简单的联络云 API 能力集，帮助客户轻松实现定制需求，自由打造个性化和场景化应用

智慧城市解决方案

智慧安防：智能识别公共场所危险人/行为，危险物；智能预警城市火灾和自然灾害；智能预测和疏导城市交通；大数据挖掘和智能识别犯罪嫌疑人

智慧政务：汇集核心数据，支持政府工作高效开展，助力“两提两降一透明”

智慧教育：“一网一卡一平台”，教育资源合理分配，促进教育服务管理提升

智慧环保：建立一中心四平台，打造绿色城市生态

智慧生活：一卡一站一账户线上服务统一入口，提供个性化、多形态服务

智慧信息：建设统一集中智慧城市信息平台，为政府提供高效安全数据支撑

在数字咨询服务方面，平安科技聚焦五大生态圈，向外提供 10 大咨询服务，具体如下：

数字化战略：平安科技数字化战略服务运用丰富的行业经验和业务洞察力、平安的庞大资源及技术优势帮助企业解决数字化转型和重大变革战略问题，助力企业实现可持续发展，保持独特的竞争优势

流程优化：平安科技流程管理专家团队将结合多年来在各个行业积累的成功经验，借助人工智能、大数据等高科技手段实现智能流程管理，帮助各类企业及金融机构改造现有流程、提升管理效率

用户体验：专注金融科技领域的体验设计创新，从人的真实生活场景出发，挖掘价值机会与服务创新、实现创意想法、用户洞察与情景研究、体验设计培训和工作坊，为用户/客户创造可持续的价值

智能引擎大数据：利用最前沿的大数据与人工智能技术，协助金融机构及各类企业深度挖掘潜在的企业大数据价值，用大数据推动解决精准营销、智能风控、平台服务、能力普及等问题，助力企业领跑人工智能和大数据新时代

敏捷研发：立足于平安集团 10 年研发管理和敏捷教练服务经验，融合行业优秀敏捷与创新实践，帮助目标组织提升研发创新精准度、提升研发过程效率、提升企业 IT 研发的业务价值，帮助客户方朝敏捷创新型组织转型，从而让：敏捷转型变简单、业务价值变明显。

IT 运营规划：结合十多年互联网及传统金融运营最佳实践，运用从传统向互联网的成功转型经验，帮助各企业构建、优化组织架构、流程架构，提升组织工作效能，提升业务交付能力。

应用架构服务：提供基于云产品及最佳实践的定制化解决方案，帮助客户提升业务系统的性能、安全性、灾备和持续交付能力；指导或协助客户完成高并发及高可用性、容器化及微服务化等解决方案的设计实施，帮助客户获得比竞争对手更快的业务创新、试错和价值交付等能力。

数据库高级服务：将平安科技数十年运维金融行业数据库的能力和进行输出，深厚的技术沉淀和丰富经验，打造达到金融级别的安全、可靠、稳定、高性能和高可用的数据库体系。多种数据库技术，从设计到运维，提供全方位、多样化服务。从应用的角度出发，结合系统负载、并发度、可用性量身定造解决方案。

基础架构服务：结合十多年互联网及传统金融基础架构最佳实践，运用从传统向互联网的成功转型经验，帮助各企业构建、优化基础架构，提升基础架构效率，保障业务系统稳定性

信息安全服务：基于平安丰富的安全应用场景，为行业客户提供开发安全技术服务、威胁情报感知响应服务、安全管理体系建设咨询服务，构建端到端的行业安全解决方案、移动应用安全解决方案、云安全解决方案、数据安全解决方案。

10.3.4 企业优势和前景

四大优势

安全：以金融级别的高安全性，覆盖保险、银行、投资等全金融领域和互联网领域科技产品

专业：28 年集团综合金融应用经验，提供私人定制、专人跟进的安全运营服务

创新：技术自主可控、产品线完善、强大的技术团队引领持续创新

领先：国际领先的“互联网+综合金融”科技服务提供商

企业荣誉

2017 年 6 月，荣获《互联网周刊》2017 最佳 FinTech 领导力品牌奖。

2017 年 9 月，获得“2017 IDC Fintech 全球 Top100 榜单”中第 38 位，是唯一入围 50 强的中国企业。

标杆案例

案例一：基于平安云的人脸识别技术应用案例：

现如今，在大城市买房，都有一件关键手续要办，那就是个人名下房地产交易登记情况查询，以往这个业务都要在柜台排队办理。基于平安云的人脸识别技术将全面实现人脸识别自助办理，使用者只需在自助终端机扫描身份证，通过人脸识别检验，就能实现业务查询和证明打印，即使是在办理高峰期，系统也能保证正常稳定运行。

基于平安云的人脸识别技术在不动产自助查档业务上的创新性应用，某市不动产登记中心查档业务整体效率提高四倍，节省了约 4 位人工柜面坐席的工作量，查单笔业务效率提高 500%，大幅度减轻了业务员工的柜面压力。并且，老百姓办理业务的时间也由之前的人工柜面 2.5 分钟/次，减少到自助终端机的 20 秒/次，极大地节省了老百姓排队办事的时间。

不动产自助查档终端通过人脸识别技术实现人证合一，即保证了业务的合规性，又保障了个人隐私的信息安全。业务办理完成后，通过查档业务综合后台管理系统，能实现历史业务数据归档和精确溯源，以及业务数据的统计报表呈现和统一管理。

2017 年 6 月，平安科技与某市不动产登记中心举行了“平安科技人脸识别自助查档试点项目”验收总结会，会议充分肯定了项目取得的成果，并表扬了平安科技的技术实力和人脸识别技术的先进性，双方计划年内将本项目快速推广至市内全部网点，这也是平安科技人脸识别技术在应用领域的又一次成功！

案例二：基于平安云的“智能核身”技术应用案例

某银行在网上银行的二类户开户环节引入人脸识别+OCR 技术，后台通过联网身份认证系统进行智能对比，进行在线核实身份实现智能比对，进行在线核实身份；

在网上银行的改绑卡、身份证有效期核查、实名认证等业务线上人脸识别，确认实人操作业务。

案例三：基于平安云的“智能闪赔-图片定损”案例

某产险公司利用基于平安云的 AI 技术，开发智能闪赔-图片定损功能。公司运用在智能化领域的丰富经验，同时结合多年积累的图片、价格数据，利用基于平安云的 AI+图片识别技术，构建起一套基于图片识别的自助定损工具，用于支持快速、准确的车辆定损。

目前该识别技术已覆盖 100%的损失类型，共计 23 类，其中修换类识别已实现了 7000 万元/年的渗漏减损，同时自助图片定损的应用，大幅缩短了定损时效。智能闪赔项目的全面开展，已为全自动定损打开了希望之门，大提升定损理赔效率。

案例四：基于人脸识别的智能贷款案例

在基于大数据的人脑模拟算法带来人工智能的革命浪潮下，人脸识别作为一种生物识别技术，与其他生物技术相比，具有安全性、便捷性、非强制性、非涉密性等优势。2016 年 4 月，平安科技全球首发“刷脸贷款”，根据人的脸部生物特征，运用各种技术进行图像对比，从而精准识别用户身份，并且能通过用户大数据、面部微表情识别等控制贷款风险，从而提升贷款效率，实现 3 分钟完成贷款审批，使得放贷规模由之前的月均千万级，增长到十亿级，且风险水平和原有业务相当。

10.4 世纪互联

世纪互联自 1996 年成立以来，在数据中心、宽带、云计算、人工智能、区块链等领域一直进行着扎实的探索和实践。不断用技术迭代、产品升级为用户提供更好的服务。在资本市场，世纪互联先后获得淡马锡、金山小米、启迪等国内外知名的战略投资人的投资。

技术及服务从数据中心延伸到上下游的宽带、内容分发网络（CDN）、软件定义网络（SDN）、虚拟直连（VPN）等领域通过自主技术研发、产品迭代以及投资并购等形成了网络空间基础设施多维立体的服务输出能力。采用云计算、混合 IT 等技术，为客户提供国内国际云服务、跨云交互，通过机房管理、大数据分析等技术，为用户提供全方位的基于人工智能的机房管理、虚拟空间资产管理、数据资产管理和优化等服务。

在云计算和人工智能引导的战略新兴产业引领的技术转型升级、产业经济转型升级的新时代，走出了一条自主创新自强不息的发展路径。

10.4.1 企业简介

世纪互联（纳斯达克：VNET）成立于 1996 年，是全球具有重要影响力的网络空间基础设施服务提供商，也是中国领先的第三方中立数据中心运营商之一。作为中国卓越的互联互通网络平台，世纪互联致力于提供业界领先的数据中心服务、中立的云运营及中立的混合 IT 服务，并率先倡导和实施 IDC+重科技创新，打造具有核心技术、超大规模运营能力的网络空间基础设施运营平台。世纪互联拥有近 20 年的数据中心建设、运维经验，目前在全国 30 多个城市运营 50 多个数据中心，拥有超过 29000 个机柜，端口容量高达 1000G 以上，具有优质的网络可靠性和稳定性，并提供高速的互联网及专线接入服务，是中国优秀的互联互通网络平台。

世纪互联 Switch+高能数据中心，依托世纪互联在数据中心建设、连接、云服务、一站式解决方案等方面的优势，助力中国构建创新型的网络空间基础设施。目前，世纪互联已构建京津冀、珠三角、长三角三个大的数据中心集群，并实现了数据中心之间互联互通，采用 SDN 技术保障链路的高可靠性，形成庞大的、全连接的数据中心“大底盘”。

10.4.2 企业主营业务

1、 Switch+ 高性能数据中心

世纪互联 Switch+ 高性能数据中心是以世纪互联数据中心大底盘为基础，整合全方位连接产品、云中立产品的核心优势，全面提升数据中心的服务能力，包括与运营商之间的连接、同一数据中心客户建交叉连接、不同数据中心之间高带宽连接、客户与众多云提供商的高带宽直连，以及客户对等互联对象高带宽连接，通过种种连接让用户、上下游合作伙伴的数据以及云端的数据随意切换，提供无限交换通道的方式为客户带来指数级增长的价值体验。

2、 混合 IT 及云服务

世纪互联混合 IT 及云服务提供基于世纪互联数据中心资源为基础的企业级 IT 服务平台，将数据中心、物理设备、企业私有云和公有云连接，形成混合 IT 及云服务，满足客户核心业务应用和灵活便捷 IT 扩展的双重需求。世纪互联混合云包括 HIT 物理设备服务、EvDC 企业虚拟数据中心和 EHPC 企业托管私有云的 IaaS 产品服务、统一维护管理的 HCMP 混合云管理平台，基于 Docker 的 DevOps 产品服务、以及基于 DRaaS 的云容灾产品服务。

(1) 混合 IT 服务(HIT)

HIT 服务依托世纪互联高等级自建数据中心，凭借集群及跨区域的网络互联互通优势，为客户提供安全可靠、性能优越的专用服务器集群。同时，世纪互联提供专业、高效、全面的运维服务，客户只需确定设备配置和数量，无需担心底层基础设施、硬件状态等问题，客户可以将关注点更多的聚焦于业务发展及创新。

(2) 企业虚拟数据中心(EvDC)

世纪互联 EvDC (Enterprise virtual DataCenter) 是以世纪互联数据中心资源为基础，VMware 技术为核心的高等级企业虚拟数据中心。通过提供高标准、稳定、可靠、高效的云服务的同时，EvDC 给予用户更为高度定制化的需求保障，用户甚至可自带防火墙、审计设备、堡垒机等多种硬件设备与 EvDC 云服务进行结合，帮助提升企业 IT 的灵活方便和安全高效，实现真正意义的企业级公共云平台服务。

(3) 企业托管私有云 (EHPC)

世纪互联 EHPC: Enterprise Hosted Private Cloud (企业托管私有云) 是世纪互联云计算解决方案重要组成部分。有别于传统企业私有云，EHPC 是基于世纪互联领先的数据中心服务、中立的云运营、中立的混合 IT 服务和领先的 CDN 服务优势，结合全球计算、存储、网络虚拟化的服务能力推出的一款全融合企业托管私有云解决方案。满足企业资源独享、资源物理隔离、安全、合规需求。企业通过独享物理集群的方式购买、管理资源。

(4) 混合云管理平台 (HCMP)

世纪互联 HCMP 混合云管理平台作为一站式运维管理及应用交付平台，涵盖了混合云管理(公有、私有云、传统 IDC 托管机器等)、自动化运维、统一的监控告警、自服务 IT、蓝图设计及 IT 资源生命周期管理等。云的混合云管理产品。它将混合云的基础架构资源以云服务的方式交付给用户，从而加速企业业务云化。

(5) 开发运维一体化(DevOps)

世纪互联 DevOps 服务致力于以 Docker 为代表的容器技术，为企业打造面向下一代互联网应用的交付和运维平台，帮助客户实现持续集成、移动 APP、混合云管理和微服务架构等云端创新。世纪互联 DevOps 服务以云端 SaaS 化容器管理平台为核心，构建跨云跨网的容器主机资源池，提供全流程标准化的持续集成、镜像构建、发布管理和容器运维服务。

(6) 云灾备服务(DRaaS)

世纪互联 DRaaS 灾难恢复专业服务面向企业提供一种可获取、可释放、可回收的服务模式。凭借充足的灾备资源、丰富的灾备实施经验和成熟的灾备运维管理方法，世纪互联 DRaaS 服务可以帮助企业实现“灾备资源的快速部署、灾难恢复能力的快速建立、合规性要求的快速满足”。

(7) IBM Bluemix

2016 年 7 月 21 日，IBM 和世纪互联共同宣布 Bluemix 专属版本（Dedicated）在华正式投入使用。Bluemix 是基于 Cloud Foundry 的 PaaS 云平台，整体平台将整合 100 余种 SaaS 应用及服务并将其 API 化，其 IaaS 层则采取 OpenStack 平台。Bluemix 是开放式标准云平台，用于构建、运行和管理企业级应用程序，开发者只需要关心代码和数据，世纪互联将处理并维护其余的底层堆栈。

10.4.3 核心技术 with 主要产品

1、蓝云

蓝云由 Microsoft 向世纪互联授予许可的技术提供支持。Microsoft 本身不会运营服务。世纪互联运营、提供和管理服务的交付。世纪互联是中国最大的运营商中立 Internet 数据中心服务提供商，可提供承载的托管网络服务和云计算基础结构服务。使用授权的 Microsoft 技术，世纪互联可运营本地数据中心，以向你提供转售世纪互联的云解决方案提供商服务同时使数据保留在中国的能力。世纪互联还提供计费服务和客户支持渠道。这些服务遵循中国法律。

(1) 合规资质与咨询

世纪互联参与编写《政府云计算服务商安全要求》的安全标准制定，协助工信部电信研究院制定可信云、政府采购云评测标准，为全国信息安全标准委员会提供云计算安全支持。综合以上经验，世纪互联能够充分消除广大用户（特别是政府和

企业)所承担关于安全合规方面的风险,保障各机构的分工,实施完整有效的安全防护及合规措施。我们将从资质认证、法律法规解读及专业团队方面给予客户众多安全性和合规性的解决方案,充分发挥产品优势、降低成本并提高 IT 敏捷性。

资质保证:具有 ISP、IDC、IRCS、ICP、VPN 等相关资质。加入全国信息技术标准化技术委员会(简称信息安全标委会,NITS)云计算标准工作组;加入全国信息安全标准化技术委员会(简称信安标委会,TC260)WG4、WG5、WG6、WG7、SWG-BDS;数据中心联盟全权理事,加入可信云工作组。保证客户在相关行业上业务运营管理上的规范性,加快业务发展进程

信息安全:凭借着世纪互联多年互联网数据中心的经验,为客户提供符合中国法律法规的信息安全解决方案,规避信息安全风险。

专业团队:凭借多年互联网行业的经验积累,以及由微软提供的领先的技术,世纪互联已组建一支拥有在运营管理、风险控制等多个流程中,为客户提供安全合规的专家团队。

(2) 运维保障体系

包括数据中心的硬件设施运维服务、网络运维服务以及软件运维服务。硬件设施运维包括:设备主机硬件及环境保养、系统性能日常维护、系统故障检测及排除、数据配置以及设备巡检。

软件运维服务操作系统及应用部署服务、操作系统平台监控、操作系统升级、补丁服务、代码级排查、版本管理业务流程监控、中间件维护以及数据备份。

(3) 卓越服务响应

世纪互联云平台为您提供 99.9% 的网络可靠性,与微软全球同步的云平台可用性保障,还为您提供涵盖客户服务、机房运维、网络管理在内的专业团队提供 7x24 小时的快速响应服务。

三级客户响应:世纪互联云平台客户服务将根据简单的沟通,将客户需求通过客户响应流程服务(Tier0),将客户需求分配成商务支持(Tier1-3)和技术支持(Tier1-3)两类,分别有相应的技术团队进行分级解答,同时,为了能够满足特殊性、临时重大需求,我们还将会成立专门的专家组进行分类回答。

机房运维:操作系统及应用软件安装、调试等日常维护服务;7x24 现场技术支持与授权操作服务;服务器运行状况检测与紧急通告;机房实时监控

全面网络服务管理：世纪互联云平台提供的网络管理包含网络环境监测、网络性能监测、网络实时监控及行为分析，抵御 DDOS 攻击。

(4) 运营支撑系统

世纪互联运营的 Microsoft Azure 公有云平台为了保证多租户公有云服务在中国的成功落地，在微软 BOSS 系统的标准上定制了符合中国商业客户需求以及使用习惯的 BOSS 系统，保证网络的快速反应及网络服务的连续稳定运行。充分考虑中国客户的特殊需求，设计了灵活的客户管理模块，不仅可以使我们的业务人员监控中小客户的信息和系统使用情况，而且专门设计了完备的大客户管理系统，确保大客户享受最好的服务。完美支持中国客户熟悉的支付宝、银联在线的支付方式，完成了支付的本地化。并通过安全可靠的系统文件服务器处理各类订单和支付信息，有效的保护了敏感信息的交换。整个商务与运营支持系统使用了高可用数据备份方式，保证在极端环境下系统的正常运行，保证业务的持续性。

2、 新能源汽车灵活部署方案

(1) 海量并发接入

车联网平台是新能源汽车的核心应用平台，包括车辆自身状态，位置定位系统，周围环境感知，交通信息感知，人车行为等数据，均需要时刻保持海量的并发接入。随着业务的发展，接入量将持续增大，车联网平台难以承受高并发冲击。

(2) 业务弹性灵活部署

相比传统模式，车联网平台需要实现更快速灵活的部署。考虑到后续将有更多的车辆接入该平台，平台能根据业务的需求灵活伸缩资源来满足业务的需求。

(3) 应用开发迭代速度加快

应用是推动新能源汽车蓬勃发展与成长的关键驱动力，人车互动的良好体验离不开各种应用的支持。企业需要应用开发平台来降低开发成本、缩短上线时间，使应用快速开发、易于部署，简单管理而无需考虑基础设施、数据管理、通信协议等。

(4) 海量数据的价值转化

车联网平台汇聚了海量的数据，也需要较长时间的存储。企业当前缺乏有效手段来利用大数据技术深挖信息的价值，实现数据真正的价值转化，从而为企业的业务创新和运营的效率提升提供源动力。

(5) 高可靠高安全

对于车联网而言，所有的数据需要实时上传，反向控制指令也要能实时到达。各种车以个体为单位的差异化数据采集环境，复杂的网络传输环境，涉及到车辆数据、企业数据、用户数据等核心数据资产，尤其是车辆控制、辅助驾驶等场景，黑客攻击将直接威胁到人身安全。所以全网络与平台的可靠性和安全性是重中之重。

3、 视频行业混合云解决方案

(1) 资源消耗大且增长迅速

不同于 Web 服务，视频点播业务极度消耗网络和存储资源，一个成规模的互联网视频点播服务往往需要数十 Gb 带宽资源、PB 级别存储资源，普通 IDC 或小云服务提供商有限的基础设施很容易成为云视频监控业务爆发增长的瓶颈，且彼时扩容难度大，迁移成本高。

(2) 用户观看体验在海量并发业务下难以保障

流畅是视频监控最重要的用户体验，数万路视频并发写入、观看需要优质的基础设施、强大的产品性能保障视频体验质量。

(3) 重资产业务，IT 成本巨大

7*24 小时写入视频流的视频点播业务是愈加重资产的视业务，数万级别的 Client 以及数 GB 级别并发写入流量带来了巨大存储和带宽成本。

(4) 技术优势

世纪互联提供高质量的带宽机柜资源，保证扩容空间。采用高速、稳定的 Gb 级无复用专线链路连接公有云和数据中心，线路质量稳定且能满足未来的扩容需求，满足客户资源消耗大且增长迅速的需求。专线链路保证海量并发业务下的流畅观看体验。专业运维管理将客户从繁重的 IT 运维中解放出来，专注于自身业务，同时降低 TCO。

4、 智能制造混合云技术方案

(1) 成本不断增加

客户在 IT 建设中的成本不断增加，随着硬件、运维人员的不断投入，投资成本已经成为企业重视且必须考虑的一项因素。

(2) 高峰期间传统架构无法支撑业务

该客户采用传统 IT 架构，在业务高峰期传统 IT 架构无法进行及时的扩容，客户可以预测的高峰时段在每月的中旬，时长为 1-3 天，而在高峰期之前提前购买硬件设备，不仅会造成极大的资源浪费，还会给企业带来的资金压力。

(3) 无法只专注于自身业务

制造厂商其业务的重心在于制造，而随着业务不断扩大，IT 架构也愈发复杂，IT 运维团队已经无法对整体架构进行维护。

(4) 云+IDC 解决制造厂商转型升级为智能制造

IDC 机房提供高质量的带宽机柜资源，并有足够多扩容空间。同时与公有云采用了高速、稳定的 Gb 级专线链路(无复用链路)打通，保证专线线路质量稳定且能满足未来的扩容需求。通过公有云 ECS、ESS 弹性计算，有效降低计算成本。采用与传统部署配置更低成本、低配置云服务器来保证业务持续性。世纪互联提供托管私有云 IT 运维服务，包括服务器运维、虚拟化运维、操作系统运维、网络运维等。公有云的使用及付费方式，体验私有云的安全及完全可控。构建高可用、稳定、安全的数据库。

5. 基于人工智能技术的个人数据中心

随着个人数据主权的认知与觉醒，人们开始关注个人数据的私密性、安全性和永生性。相应的个人生命也将进入“半人半机器”的时代，个人数据中心是从硅基世界迈向碳基数字生命的探索。医疗和健康大数据、个人基因和细胞图谱等深层个人生命数据为代表的个人大数据红利爆发，将开启个人数据中心新时代。通过区块链的个人数字身份，进行数据确权，通过人工智能集中学习自己的数据，训练出来的人工智能就是个性化的人工智能。

个人数据中心是以“去中心化”“安全可信”和“精彩在边缘”为发展理念，以区块链作为底层安全保障，以法律创新作为工具保障个人网络空间的数据产权，以金融创新为手段促进以个人为中心的大数据资产的确权、定价交易及二次开发，以深度学习训练出个人人工智能从而实现数字永生的新型信息基础设施。个人数据中心在技术及理念上有如下六点创新：边缘化的私人存储能力、边缘化的私人计算能力、边缘化的私人网络服务、集成的数据库能力、开放 API 接口、基于区块链底层加密的身份认证和身份识别、边缘化的人工智能服务能力。因此个人数据中心是新事物，来信息基础设施发展的新方向，是促进人工智能、金融科技、智能医疗、新型智慧城市等战略性新兴产业发展的“核武器”。

10.4.4 企业优势和前景展望

世纪互联自成立以来，一直在网络空间基础设施领域进行人才、技术的积累，不断优化自己及的产品结构，升级服务。不断通过创新进行服务的迭代升级。

目前，世纪互联具备网络空间基础设施领域上下游的全方位的解决方案，包括全国布局的数据中心和区域节点、7*24 小时的运维服务、基于 CDN、SDN 和的负载均衡解决方案，以及可以实现跨云交互的混合 IT 服务。

在云计算和人工智能引领的创新驱动经济发展的新时代，“精彩在边缘”是世纪互联对网络空间技术与超互联未来（New Cyberspace）理解的精髓。世纪互联勇于创新 and 开拓：一方面在机房管理、网络资产管理、数据资产管理、机房智能运维、跨云交互等领域实现了技术创新和产品服务升级。另一方面未来，世纪互联将积极提出混合云、智能制造和工业云、AI+个人智能、AI+智能机房、AI+智慧运维等领域产品，融合边缘计算、AI、区块链、云计算等技术，打造“人”（人类社会）、“机”（信息空间）、“物”（物理世界）相融合的“三元计算”新型信息基础设施，助力数字中国、网络强国战略，继续领跑网络空间基础设施服务行业。

10.5.三角兽

10.5.1 企业简介

三角兽（北京）科技有限公司（以下简称“三角兽”）成立于 2016 年 2 月，是中国人工智能领域的标杆公司之一。公司的核心技术团队由来自多个著名大型互联网公司、在自然语言处理和人机对话领域拥有多年技术积累和业界著名产品研发经验的科学家和工程师组成。三角兽专注人工智能语义领域，致力于以国际领先的自然语言处理，人机对话和深度学习技术为行业赋能，打造具有前沿引领意义的下一代自然语言人机交互接口，为产品升级用户体验，提高交互效率，为企业降低运营成本。三角兽自成立以来受到资本的广泛关注和认可。公司在两年之内完成累计 1.9 亿人民币的 4 轮融资，投后估值接近 10 亿人民币。

三角兽当前公司规模约 120 人，总部设立在北京，另在沈阳和深圳分别设有全资子公司和研发中心。公司高度重视核心技术研发，技术研发人员占比超过 70%，

在语义理解、垂直领域人机对话、开放域聊天、跨领域对话管理、机器阅读理解等领域拥有深厚技术积累和多项远超行业同类竞品的创新技术及知识产权。

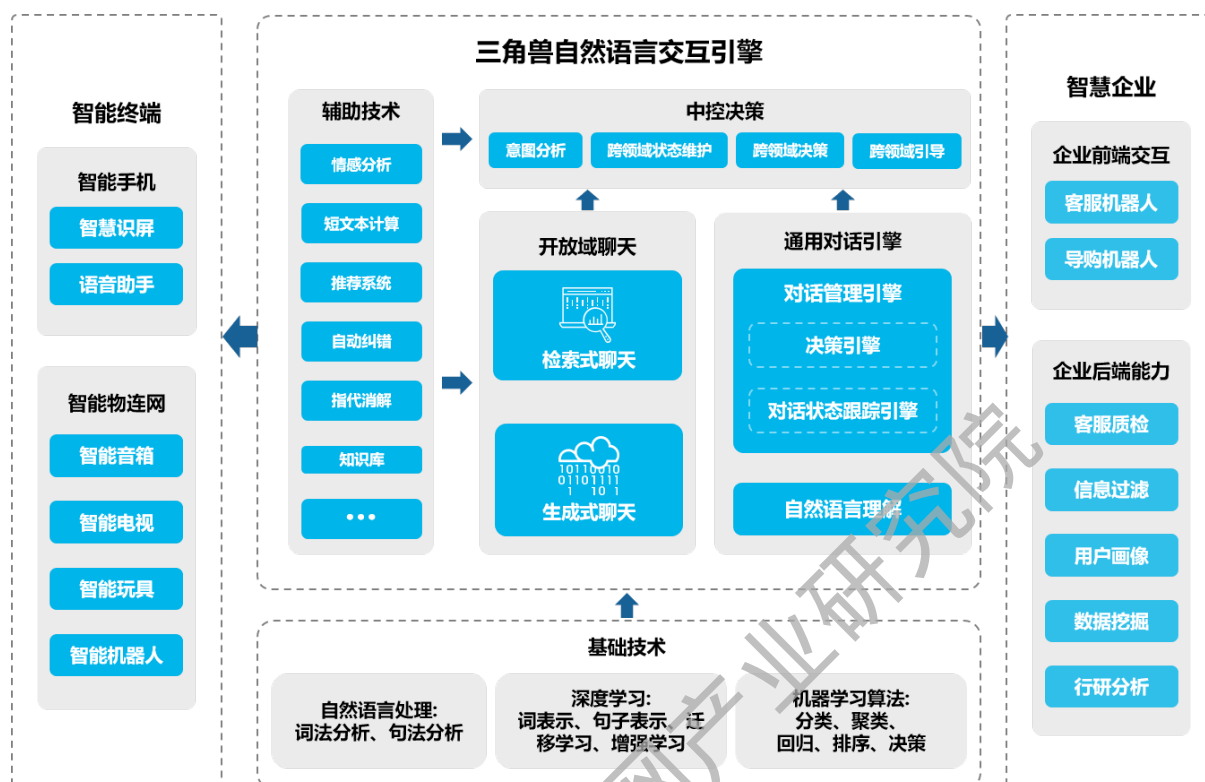


图 78 三角兽自然语言交互引擎示意图

10.5.2 主营业务

三角兽针对智能手机、智能 IoT、智慧企业、智慧媒体等领域，利用自然语言理解、人机对话、文本分析等技术，推出手机“智慧识屏”、开放域通用对话能力、多领域人机对话平台、智能客服机器人、呼叫中心智能质检、AI+媒体等产品和行业解决方案。

公司以公有或私有云服务的形式为合作产品和企业输出语义人工智能能力。三角兽的技术现已作为核心能力服务中国市场近半数的智能手机和约三分之二的智能交互设备，以及数个大型企业的呼叫中心。

10.5.3 核心技术与主要产品

自然语言理解

自然语言理解意在将自然语言查询解析成便于计算机处理的表示形式，通常分为结构化表示和非结构化（向量化）表示。前者是计算机查询结构化数据（例如数据库、知识库等）的必要条件，而后者为计算机检索和计算非结构化信息提供基础。自然语言理解涉及词法分析、文本分类、序列标注、基于深度学习的词表示、句子表示、短文本计算等多项人工智能基础理论和核心共性技术，是语义人工智能的壁垒性技术之一。

三角兽科技的自然语言理解技术已覆盖数十个场景，例如：天气、新闻、音乐、有声资源、影视资源、图书、提醒、航班信息等等，结构化解析整体准确率超过95%。此外，三角兽科技拥有一项专利技术，以结构化与非结构相结合的语义表示解决模糊自然语言理解的问题。该技术在解决对口语查询的容错问题（例如：用户在说电影名称时将“海边的曼彻斯特”误说成“曼彻斯特的海边”）和无法结构化的查询需求（例如：用户想找“男演员长得帅的电影”）时效果显著，并以应用于三角兽的多个产品中。

开放域聊天技术

开放域聊天是指不以满足用户的信息查询或服务获取为目的的对话。其目标是用聊天的口吻，以相关、有趣、得当的形式回复用户的开放域查询。该技术在人机对话类产品中的意义在于为用户提供更友好，拟人化的交互体验，并在任务驱动的对话无法满足用户需求时保持对话的延续。只要对话仍能延续，系统就有机会在合适的时机，以推荐、引导等方式将用户带回到预设的垂直场景中，从而继续输出有价值的信息与服务。

三角兽创始人之一是业界两款最著名开放域聊天产品的技术缔造者，在世界范围内拥有最丰富的开放域聊天技术的理论基础和实践经验。三角兽的开放域聊天针对成年人用户和儿童用户应用了两套截然不同的技术路线。三角兽面向成年人的开放域聊天技术基于从社交媒体和网络社区爬取的百亿级人与人对话的多轮语料库，

应用检索式聊天技术，通过数十种深度学习和短文本计算模型，从不同角度为候选回复的相关性、上下文连贯性、信息丰富度、语境契合度打分，最终通过模型优选回复候选。在单轮相关性、多轮相关性、回复趣味性等评测指标上，三角兽面向成年人的开放域聊天技术均远超行业同类产品。三角兽面向儿童的开放域聊天技术采用基于编码器—解码器的深度学习生成式模型，是最早将这个被学术界高度关注的研究方向转化为商业化产品的案例之一。三角兽面向儿童的开放域聊天技术通过数据选择与清洗、解码模型优化等手段，在保证回复趣味性的同时，确保系统生成回复的话题对儿童的安全性，回复不良率低于 0.006%。

任务驱动的人机对话系统

任务驱动的人机对话系统顾名思义是针对一个垂直领域的任务（例如：查天气、找电影、订餐、订票等）设计的、可以通过多轮对话来满足用户需求的系统。任务驱动的人机对话通常是在自然语言理解的基础上引入对话管理（跟踪上下文状态及决策系统动作）模型实现的。

三角兽创始人之一是对话系统领域国际著名科学家，曾多年专注于统计对话管理模型和对话管理模型的迁移学习方向的研究。三角兽的对话管理引擎采用先进的参量化抽象的对话状态与对话策略设计，具有跨领域迁移的能力，支持新领域对话系统的快速开发与扩展。因此，三角兽在垂直领域对话系统开发的效率与成本上有显著优势。

多领域对话管理

商用的对话系统往往集成了多个垂直领域的子服务，甚至包括开放域聊天服务。每个子服务都由一个专门的对话系统负责处理。多领域对话管理，又称对话中控，负责在多个领域之间维护上下文对话状态，并决策用户的当前查询应该由哪个子对话系统来满足。对话中控模型的准确率直接影响用户对整个对话过程的满意度和子对话任务的完成率。而且，因为多领域对话系统数据标注过程复杂、成本高，中控模型对新接入的对话子服务的自适应能力，是整个对话平台可扩展性的瓶颈。

三角兽科技拥有一套高度可扩展的中控模型设计，可以自动适配新的服务接入，而无需每次重新训练中控决策模型。此技术为复杂对话平台的建设提供了有利条件。

10.5.4 企业优势和前景展望

智能手机“智慧识屏”

人们每天在手机上操作大量文本，例如，阅读网页、APP 内容，接收微信、短信等等。受手机屏幕尺寸限制，现有的手机文本操作很不方便。在传统的交互方式中，选取部分信息转发，或在另一个 APP 中搜索需要 6 至 7 步操作才能完成。智慧识屏利用三角兽先进的自然语言理解技术，帮助用户快捷的操作文本。用户只需长按任意一段文字，三角兽的智慧识屏模块就可以自动分析文本的意图和其中的语义信息（例如：电影，名人，航班，图书，事件提醒，等等），并自动弹出相关的信息卡片，用户只需一步操作，即可唤起第三方服务并完成关键信息填充和搜索。此外，智慧识屏还附带语义片段切分和聚合页的能力。语义片段切分是将文本自动切分成以词、短语和命名实体为单位的语义片段，使用户可以更便捷的做文字片段甚至不连续文本片段的选择、拷贝。而聚合页功能利用信息聚合和智能推荐技术，在用户点击信息卡片时，对信息做进一步的扩展，将相关实体、相关新闻、相关服务等以综合的信息流形式向用户展示。

三角兽的“智慧识屏”方案现已支持 30 多个场景的语义理解和第三方服务接入。该功能已集成于 Oppo、Vivo、魅族、中兴、诺基亚、夏普等多家手机厂商的手机操作系统中，随 2018 年发售的新机型上线或通过 OTA 系统更新接入存量智能手机。

利用智能手机的互联网入口优势，“智慧识屏”开创了新的基于自然语言交互的流量（广告）变现生态。具体的说，在信息卡片、语义片段切分和聚合页界面中，通过巧妙的产品设计，在不打扰用户使用的前提下，系统皆可以通过用户画像、文本分析和推荐算法等技术进行增值服务关联或广告投放，从而沿用经典的互联网流量变现模式，利用增值服务流水分成和付费广告投放获得营收。



图 79 三角兽智慧识屏方案

开放域聊天服务与多领域人机对话平台

三角兽科技以云服务的形式为智能语音交互设备提供开放域聊天能力，作为信息获取和服务满足型对话能力的补充，提升设备交互体验和人机对话的流畅性。三角兽针对成年人群体和儿童分别打造了两套不同的开放域聊天技术。面向成年人的开放域聊天服务基于检索式模型和百亿互联网语料，在回复相关性和上下文处理能力上有明显的技术优势。面向儿童的开放域聊天采用生成式模型，在保证回复趣味性的同时，严格保证回复话题对儿童的安全性，将回复不良率控制在 0.006% 以内，不良回复比例远小于真实世界的日常语境。

三角兽的开放域聊天能力已接入超过 5 千万台智能设备，每天接收千万级用户查询。其中，面向儿童的开放域聊天服务与百度 DuerOS 深度合作，作为其核心能力之一接入超过 1 千万台智能儿童设备。

此外，三角兽科技与富士康合作研发的“夏普晓乐”智能机器人全面整合了三角兽的自然语言理解、任务驱动的人机对话、多领域对话管理、开放域聊天等先进

技术。“晓乐”的原型版已在各大科技展会亮相，支持多个领域的人机对话，可以找音乐、查天气、叫外卖、控制智能家居等等，甚至还在北京故宫讲解清明上河图。



图 80 三角兽人机对话平台

智慧企业解决方案

三角兽科技的自然语言理解和人机对话引擎深度服务于电信运营商和金融证券企业，为企业解决智能客服、呼叫中心服务质量管控、行业研究等需求。

在电信运营商领域，三角兽的“智能导航”系统（智能电话客服机器人）已在中国移动山东、吉林两省的呼叫中心上线，每天有数百万用户通过自然语言以多轮对话的形式与系统交互，获得业务问题的自动解答。本系统是三角兽任务驱动的人机对话技术的典型应用。针对复杂的业务处理流程，系统可以根据用户已表达的需求自动判断业务处理所需信息是否完备，如不完备，系统可以根据对话策略逐层深入的引导用户完善信息，直至任务完成。此外，系统后台还配有一套针对电信运营商的业务特点设计的业务流程可视化运营管理系统，让业务人员通过简单的拖拽操作和表单配置即可设计和管理复杂的业务对话逻辑。未来三角兽的智能对话平台还

将在中移更多的智能客服渠道上线。同时，三角兽基于自然语言理解的智能质检系统，已服务中移云南、宁夏、江苏、河北、天津五省的呼叫中心，自动根据 100 多项业务点检查客服服务的规范性问题。

在金融证券领域，三角兽的智能客服机器人已服务广发证券、天弘基金、东方证券等标杆企业。此外，三角兽的语义分析技术还可以为金融证券企业提供新闻分类、多空分析等服务。

智慧媒体解决方案

重大主题报道，即围绕党的主张、党和政府的重大决策部署和中心工作和时代主题所进行的报道，是主流媒体承担职责使命的重要手段，更是党媒、央媒体现属性和核心竞争力的主要抓手。在 2017-2018 年的全国人民代表大会、中国人民政治协商会议和中国共产党第十九次全国代表大会大期间，三角兽科技与光明网合作，相继在光明日报手机客户端推出了“小明 AI 两会”和“AI 学习通”功能，结合深度学习、自然语言理解、文本挖掘和信息聚合技术，在海量认证的新闻源中，通过理解媒体报道文本中的语义，自动学习和挖掘热点话题、政治人物关系，自动聚合新闻报道，打造多模态互动式的资讯全方位展示，提供精准、个性化、高效的新闻信息服务，是人工智能技术在重大主题报导中的成功应用。

使用“小明 AI 两会”，用户可以通过手机拍一张两会代表委员的照片或语音、文字输入代表委员的姓名，系统就能识别出代表委员的身份信息，展示代表委员的履职情况，包括历年关注的领域、提案议案、发表的主要观点等。同时，系统通过语料分析，把人物属性比较接近的群体进行计算，形成人物图谱，展示出关注同类话题、相同领域的其他代表委员。点击人物头像或关键词，就可以查看详细信息。为实现上述功能，系统通过自动抓取数万张代表委员的公开照片进行自主学习，以保证能快速识别代表委员；还从认证的新闻源，抓取了近 5 年内有关全国两会的 40 多万篇媒体报道进行文本挖掘，从中自动分析出代表委员的人物属性、关注领域等，并根据语义分析，计算人物与领域的相关性，形成人物图谱；同时，利用深度学习和词表示技术从媒体报道中的 29 万多个词汇中提取出 5000 个与两会相关的话题。在两会期间，系统每天抓取数千篇全国两会报道，利用语义分析技术对媒体报道聚类、排序，并通过信息聚合技术将新闻报道与代表委员进行关联展示。



图 81 智慧媒体解决方案

在“小明 AI 两会”的基础上，“AI 学习通”功能进一步应用自然语言理解结合思维导图的方式，帮助用户快速系统的学习十九大报告精神。用户可以通过语音或文字输入关于十九大精神的自然语言问题查询，系统通过自然语言理解技术，将用户的查询匹配至十九大精神的思维导图中的节点，使用户可以沿着思维导图层层深入的进行理论学习。系统通过语义分析技术，自动学习了十九大报告、《习近平谈治国理政》、《习近平总书记系列重要讲话读本》等十八大以来的重要资料，以及专家学者的相关理论文章，使“AI 学习通”可以根据用户不同的问题，智能匹配相应的解答。同时，系统从互联网抓取了海量数据，利用数据清洗和信息聚合技术，针对用户的查询提供百问百答、学习资料及专家解读等多种形式的权威知识。



图 82 AI 学习通

“小明 AI 两会”和“AI 学习通”两个功能上线后皆受到业界广泛关注，并在网友中产生热烈反响。在全国两会期间，2017 年和 2018 年网友通过“小明 AI 两会”功能查询的两届代表委员 2900 人和 2509 人，覆盖超过 50%代表委员。十九大闭幕后，“AI 学习通”在光明日报手机客户端和光明小明微信公众号同步上线，累计用户查询覆盖十九大精神的数百个知识点。

三角兽在语义人工智能领域拥有明显的技术先发优势。公司业务发展迅速，在两年多的时间内，已经建立起了有竞争力的数据壁垒和行业壁垒。在数据壁垒方面，三角兽的服务占据了近半数的智能手机和大多数头部品牌智能交互设备的高频自然语言交互场景，覆盖手机“智慧识屏”、手机语音助手、智能音箱、智能电视、智能手表、儿童智能玩具、智能机器人等等，每天接收海量真实用户查询。这些真实应用场景、需求高覆盖度的用户查询为三角兽迭代优化自身的自然语言理解和人机对话技术提供了得天独厚的数据基础。在行业壁垒方面，三角兽在电信运营商、券商和媒体领域有深厚的业务知识积累。其系统和方案设计更贴近行业需求，能够有针对性的解决行业痛点，在同行业竞争优势明显。未来，三角兽将在消费端服务上研究跨场景的用户画像技术，将现有的技术优势和数据壁垒转化为用户粘性壁垒，进一步加强其行业领先地位。同时，在行业解决方案方面，三角兽在积极拓展深度产业合作，希望通过针对行业的技术突破实现颠覆性的产业升级。

10.6 科技谷

10.6.1 企业简介

科技谷（厦门）信息技术有限公司（以下简称“科技谷”）是一家专注于大数据技术与应用服务的高新技术企业，聚焦交通出行大数据相关领域，为政府和企业提供大数据整体优化解决方案，提供个性化出行服务，实现公共资源协同分配。

科技谷核心团队由来自多个名校、著名公司的大数据、人工智能方面的专家、高管组成，不仅具备丰富的行业资源，同时在技术底层积累上有着深厚的底蕴。公司自 2013 年 9 月成立以来，专注于大数据和人工智能技术在交通出行领域的落地应用，取得了突破性进展，形成规模效益，在业内广受关注，已获得汇银资本、星河互联、中国中车、松禾资本等知名投资机构数千万元投资。

科技谷总部设立在厦门，广州设有分公司，北京设有研发中心，目前共有员工约 60 人，其中技术研发人员占比超过 70%，在大数据处理、数据可视化、机器学习算法分析等领域拥有多项创新技术和自主知识产权。

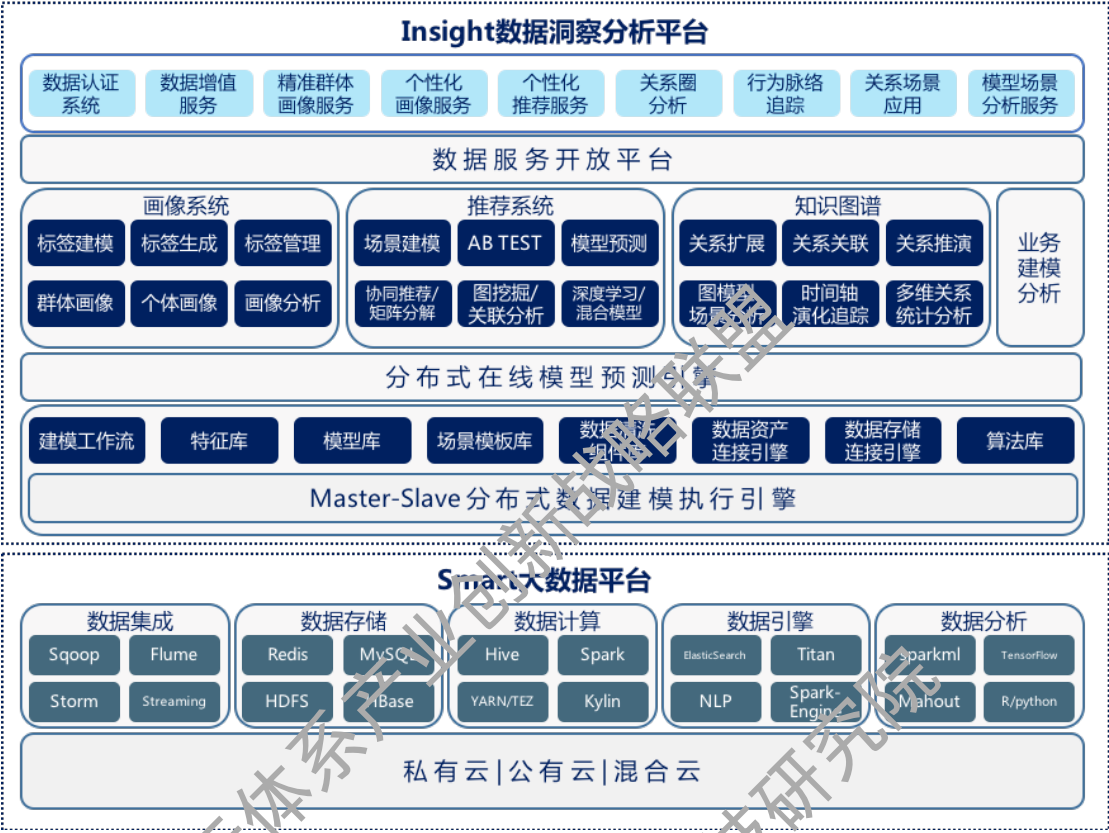


图 83 科技谷产品系统架构

10.6.2 主营业务

科技谷作为国内领先的交通出行大数据服务商，运用自主研发的行业智库“交通出行大脑”，基于公有云或私有云已为民航、铁路、公共安全等领域的多个行业标杆企业和政府管理部门提供大数据整体优化解决方案。

中国铁路是我们的重要客户，我们为年客运量超过 28 亿的中国铁路提供旅客大数据治理服务，帮助构建旅客画像和关系图谱，实现个性化出行服务；科技谷服务的多家大型航空公司已经覆盖了国内一半以上的民航旅客，通过旅客大数据场景分析实现对高价值旅客的重点维护、精准营销和个性化推荐，在降低营销成本、提升营销效果和改善用户体验方面成效显著，为航空公司带来了更多收益；我们为年旅客吞吐量数千万的多个机场枢纽提供旅客数据采集、整合和分析，实施旅客分级分类安检，构建机场旅客画像进行进一步分析，帮助打造更安全、便捷的出行服务。

基于对旅客的了解,科技谷产品和服务还正在推广应用到更多领域,比如城市交通、城市信用、酒店管理、租车管理等等。

10.6.3 核心技术与主要产品

海量数据存储、实时接入和快速处理

我们将 OLAP 分析的业务数据存储于支持分布式、面向列的 Hadoop 集群,通过 Hive 和 Impala 支持的 SQL 查询引擎,实现在线分析平台与大数据存储平台的有效对接,利用分布式的存储和计算实现多源异构数据的融合;利用 mpp 架构实现数据的 olap 分析;利用检索引擎实现数据的快速检索和关联;利用流处理技术和 nosql 技术实现数据的实时处理和实时访问。这样操作,不仅使存储容量增大,提高了存储扩展性和安全性,而且可有效地进行千亿乃至万亿数据级别的在线多维统计分析和机器学习。使用分布式点体系架构,相比非分布式关系型数据库应用点方式,在超过 1 亿航空公司乘客、10 亿以上事件信息的处理性能上,速度提升超过百倍。同时实现低成本扩展,自动化扩容,解决了新的大数据物理节点加入,以满足数据不断增加和计算复杂度不断提升所需的硬件资源,支持以较低的人工和软件资源投入,形成高性价比的一套完整大数据扩容解决方案,最终实现无限制、低成本扩展,降低信息化建设成本。

数据可视化

收集旅客行为数据,将订票系统和社交网络平台等其他渠道得到的数据进行抽取、整合和清理,并将数据转换成可用于数据分析的格式;采用数据挖掘算法、统计方法以及业务经验知识,对旅客属性进行计算和筛选,提取有用的行为属性和信息属性;用潜在类别模型对乘客行为进行细分,并进行可视化展示每一类别旅客的特点,以及给予精准营销的建议。相较之前技术,此方法可对旅客行为数据的各类数据源进行整合,形成较为完整的分析数据源,为不同特点的旅客群提供差异化的营销活动,从而增强精准营销的效果,提供收益。同时企业可根据需要变化,随时增加数据模型,发现、挖掘和提取新的商业价值,从而大大提高数据分析、创造价值的效率。

多元信息认知技术

由于数据的跨企业 / 跨数据中心 / 多元异构 / 数据不完整等问题,此技术通过建立一种非线性优化模型,用 Z-统计量估计属性区间,反映属性的真实状态和数据变化范围,并把不同属性数据映射到公共尺度,在信息融合过程中保留数据中的偏好信息;接着利用区间置信分布表达区间数据,描述数据特征的多样性,用于支持基于概率的信息融合和决策分析,利用区间证据推理算法融合多元信息和为人工处理提供依据。

大数据自定义脚本算法工具

大数据平台分析的复杂度较高,对分析人员要求高,分析人员除了熟悉脚本编写外,还需熟悉后台系统的相关运维操作。稍不留意,容易引发误操作,造成不可估量的系列问题。而此大数据自定义脚本算法工具提供了可视化脚本管理操作,使得数据分析更加便捷,而且提高了分析人员的工作效率,同时降低后台操作引起的误操作问题。

旅客标签体系建设

采用可视化的方式进行客户级别的自动化打标签,具备提供完整的画像管理能力与画像分析能力,最终实现对实体的刻画和分析。建立了编码管理、密级管理和更新周期管理在内的标签管理体制。通过增加事件和计算权重指标的方式扩展,以适应航空的业务变化,相比非分布式关系型数据库应用的方式,速度提升超过百倍。对每个标签设立唯一的编码,在模型设计、指标扩充、数据源管理、指标解释等工作上大有裨益;对所有标签进行密级管理,可为敏感标签、保密标签提供技术上的鉴别依据,方便后续进行分层管理;为每个标签设立“更新周期”,可保证系统对各类应用提供最大程度和最精确性的支撑。

全息旅客视图

为交通出行领域整合海量旅客基础信息和历史交易数据,同时引入第三方数据,在多个接触点上进行数据增强,运用大量的智能标签进行数据建模,构建起全息旅客视图。企业的业务数据一般存放于内部不同的系统中,借助大数据平台,可将企业内部业务数据打通,依据业务需求,对各类数据进行加工整理,转化为若干个事件节点,采用机器学习算法对信息进行定性,找到其中同业务场景和目标用户强相关的信息,分类成不同的标签,结合实际应用结果,最终建立一个标签评估体系对其持续优化。这样就能整合各类孤立的旅客信息,并将其提炼成商业信息,使其不再处于分散、孤立的状态,可实现旅客分类及价值评估,筛选出高频、高价值的商务类旅客,从而针对特定群体提供精准个性化的出行方案,提高航企的产品转化率,实现数据变现。

全网关系图谱

通过图数据库 / 时序数据库 / nlp 等技术对行业数据进行分析 and 存储,打造行业知识库,实现数据的互联和共享。使用 HDFS 存储系统、Titan 引擎及应用层,HDFS 存储系统可采集结构化、半结构化、非结构化原始数据;Titan 引擎可存储人员事件关系图谱,以 Hbase 作为数据存储介质,以 SolrCloud 作为关系图谱全文检索的存储介质,Hbase 以 Hfile 的数据格式存储到 HDFS 存储系统上,SolrCloud 以 Lucene 的文件格式存储到 HDFS 存储系统上。引入分布式到并发运算技术,可快速准确地进行多层关系分析,通过大数据平台对人员关系信息的整合和分析处理,达到亚秒级的 4 层关系分析及展现。即使某人个过去并无任何违法犯罪记录,也能快速、深入挖掘其关系网络,发现人员之间蛛丝马迹的关联性,从而帮助机场安全部门快速筛选重点关注人员,精准锁定犯罪嫌疑人,全面保证机场安全运营和保障旅客的生命财产安全。

智能决策优化

基于 idds 系统理论和框架提出了多标签的智能决策方法和辅助系统用于最优化的营销结构推荐和各环节的资源分配。比如在历史交易数据、等级信息等常规结构化数据之上,通过 JS 嵌码的方式收集用户在网站的在线行为等非结构化数据,采用分布式文件系统 HDFS 作为统一的存储平台,通过 Mahout 和 Storm 技术为用户

提供基于训练模型的离线推荐和在线推荐,此方法不仅扩大了推荐数据的利用范围,提升了推荐精度,而且整合了实时推荐和离线推荐,使得推荐性能更加稳定,从而达到透过数据来读懂消费者,实现个性化推荐服务。

证据推理理论（ER）应用

证据推理理论是概率推理领域世界领先的创新研究成果,基于经典理论贝叶斯概率理论（BPT），期望效用理论（EUT）和多准则决策理论（MCDT）开发的 ER 规则采用多重标准决策分析和基于信任规则建模,解决了数据中的证据不完全可靠和相互矛盾的问题,发展出可解释机器学习方法和循证决策分析与支持系统,可在旅客价值分析、提升旅客满意度、动态定价提升客座率、增加收益等方面提出建设性、可行性较强的优化方案,还可应用于军工智能规划与辅助决策系统,填补国内空白。

依靠多年在信息处理方面积累的丰富经验,充分利用产学研合作优势,科技谷运用大数据、人工智能技术,构建起基于产品和服务的 行业智库“交通出行大脑”,为企业和政府管理部门提供大数据整体优化解决方案,帮助提升效率、优化管理、创新服务。“交通出行大脑”创新地将智能数据产品和智能数据服务结合,深刻地改变了交通出行领域数据管理的方式,为快速、高效的数据整合和分析提供了一个新的范例。

“交通出行大脑”包括科技谷自主研发的 Smart 大数据平台和 Insight 数据洞察平台两大产品;同时运用自有数据和合作数据,为客户提供丰富的数据源;基于大数据提供丰富的场景模型库、创新的机器学习算法分析,基于合作平台提供互联网广告精准投放等数据营销服务。运用“交通出行大脑”,基于大数据可自动化生成多种高准确度的标签和智能预测建模,通过迁移学习模仿人思考,形成经验复制,实现交通出行服务场景优化和无缝衔接,通过一些具体的旅客大数据分析应用场景,帮助客户实现精准营销、个性化服务。基于 Hadoop 的多数据中心数据共享方法和并发计算引擎,我们解决了各类数据因“孤岛”而难以共享与关联的难题,可以从跨部门、多源、异构数据中挖掘出旅客和旅客之间潜在、隐蔽、多样的关系,应用在出行安全保卫方面。



图 84 科技谷“交通出行大脑”

智能数据产品

Smart 大数据平台：基于私有云、公有云、混合云等多种架构，提供数据采集、数据集成、数据存储、数据运算、数据调度、数据安全、数据管理、数据访问、数据可视化、BI 集成、集群管理、机器学习算法库等全方位的技术路线，以满足航空公司在海量数据环境下对数据的处理需求。

Insight 数据洞察平台：统一的数据服务开放平台，提供开发者和系统接口的服务平台，为所有需从平台获取数据的开发者提供一个统一的入口，同时对接口访问进行统计与管理。根据整个数据、洞察业务场景分析，可提供数据认证系统、数据增值服务、精准群体画像服务、关系圈分析等服务。

智能数据服务

基于 Spark 分布式计算框架建立了丰富的机器学习算法库及用户业务模型，基于自有数据和合作数据为客户提供丰富的数据源，同时提供数据分析和数据营销服务。运用产品的功能模块如画像系统、推荐系统、关系图谱进行业务建模分析，可结合业务场景对数据进行分析和挖掘。以下是具体的分析应用场景示例。

常旅客分析：通过多个常旅客忠诚度相关模型，比如钱包份额模型、流失预警模型、忠诚度模型等等，结合常旅客的出行行为，可引导营销部门对旅客进行营销和维护，制定适合不同分类旅客的产品，以提升客户的满意度，保持客户粘性，同时扩展新客户。

官网访客分析：使用官网访问日志等数据，提取访客特征，通过数据挖掘对访客价值进行评估，结合旅客画像对访客进行分群，并对各群体访客进行流失分析，提供针对性服务。

旅客群体拓展：航空公司各类营销活动或推新产品，会产生一系列历史响应用户，科技谷以往期营销活动中任一批次响应用户作为种子人群，通过机器学习算法分析其在海量用户属性和行为标签上的特性，以点带面，在全体旅客上进行相似度量打分和标签可视化，从而扩展出高相似度人群，可帮助航空公司提升后续营销活动的命中率。

节假日出行预测：节假日是旅客出行的高峰时段，如果能较为准确地对旅客出行倾向进行区分和预测，可以为航空公司的营销活动提供可靠的依据。科技谷通过有针对性地对旅客节假日出行相关行为的特征进行提取，结合其他旅客画像信息，能有效地提前预测旅客在节假日的出行概率，为航空公司的服务和营销活动提供参考。

旅客影响力分析：基于两旅客间同订单、同行等行为，计算出粘度值，以判断旅客之间的关系亲疏，进而通过旅客之间的粘度值结合旅客的个体价值构建出旅客的影响力模型，分析旅客在关系网中的价值，计算出旅客的社会影响力，为营销活动提供参考。

监控预警分析：基于对旅客的洞察，科技谷还可帮助警方和安全部门对重点关注旅客或黑名单旅客进行精准锁定、自动监控、实时预警，保障旅客出行安全。



图 85 科技谷产品和服务应用情况

10.6.4 企业优势和前景展望

科技谷“交通出行大脑”以创新的平台、算法和服务改变了交通出行领域运用数据与旅客沟通的方式，这一切源于丰富的行业经验，并有赖于产学研合作优势。科技谷与厦门大学共建数字福建大数据基础技术厦门研究院，与曼彻斯特大学(The University of Manchester) 共同培养商业分析方面的精英人才，科技谷项目还入选了教育部 2018 年第一批产学研合作协同育人项目申报指南，致力于在各大高校落地培养大数据和人工智能方向专业人才。科技谷与各高校共同研发了多项大数据、人工智能技术成功应用于“交通出行大脑”，目前已拥有十余项发明专利和几十项软件著作权。

2015 年，科技谷在第四届中国创新创业大赛中获得全国优秀企业称号；2016 年，科技谷被认定为国家高新技术企业，并从 2000 多家企业中脱颖而出，入选“比哈佛还难进”的微软加速器·北京八期，获评 2016 交通出行领域突出贡献企业；2017 年在英国约克公爵安德鲁王子创立的龙门创将全球创新创业大赛中获中国赛区 1.0 十二强，获评中国大数据企业 50 强、2017 大数据年度优秀技术创新团队；2017、2018 连续两年在《中国大数据企业排行榜》中智慧交通板块排名第五；近年来科技谷还先后入选福建省“百人计划”、厦门市“双百计划”、福建省科技小巨人领军企业、厦门市科技小巨人领军企业、厦门市创新型（试点）企业、厦门大数据行业十强企业、厦门市黑科技企业 TOP10。

“交通出行大脑”和相关的落地应用项目多次获评行业最佳解决方案和实践案例，如 2016 中国大数据民航行业最佳解决方案，2016、2017 中国大数据应用最佳

实践案例，2017 中国大数据最佳行业实践案例，2017 中国大数据交通出行领域最佳解决方案，2018 “厦门市高新技术成果转化项目”，2018 数博会“领先科技成果奖”入围优秀项目等等，并在 2018 中国·海峡项目成果交易会、9.8 投洽会上也受到了各级领导高度关注和充分肯定。

在未来云计算、大数据和移动互联网的发展浪潮中，科技谷将致力于大数据技术和服务的持续创新，打造大数据领域卓越品牌，逐步成为全球大数据技术与应用的领导者。

10.7 轻元科技

10.7.1 企业简介

北京轻元科技有限公司是由美国微软总部工作多年的资深研发工程师们回国创办的一家专注于云计算技术的研发和应用的企业。公司的创始团队曾经是微软 Azure 云平台的核心研发成员，高层管理团队拥有国家千人计划、北京海聚专家、五百强企业高管等众多高精尖人才。公司于 2015 年 8 月在北京注册成立，创立之初获得了著名天使基金和大型国有企业的两千万元人民币天使投资，整体估值达到一亿元人民币。创建三年间，轻元科技已经组建了一支研发、技术售前和运维实施为一体的技术团队，其中技术专家、软件工程师占比 85% 以上。自主研发建设容器云平台资源调度、管理技术及私有云混合云网络解决方案多项动态编排技术、容器虚拟机组网服务、多容器共享存储等具备独特创新性，目前在审发明专利 13 项，获得实用新型专利 1 项，已原始取得软件著作权 7 项，软件商用测评 1 项。

轻元容器云平台在 2016 年 4 月荣获工信部颁发的 2016 年最佳云计算产品大奖。轻元科技与启明星辰、得安信息科技联手打造的云安全方案在 2016 年 6 月通过了工信部专家小组的云安全评审。2016 年 8 月轻元科技击败国内 1200 余家创业公司，入选了著名的微软加速器并且成为入选的 15 家唯一一家提供云计算基础平台和解决方案的公司。2017 年 11 月轻元科技获得中国产学研促进会的合作创新大奖和 IDG 优秀智慧城市服务商等殊荣。轻元科技创始人及 CEO 邵长钰荣获 2017 年度中国信息化产业领军人物。轻元科技在区块链与云计算融合，提供区块链核心算法与接入服务的 BaaS 平台服务等方面的前沿性研究获得 2018 年度无界区块链优秀服

务提供商大奖，同年 8 月获得 2018 年最具投资价值创业企业奖。2018 年 9 月轻元科技获得第三届中国—东盟信息港论坛“新一代信息技术优秀解决方案”大奖。

10.7.2 主营业务

轻元科技始终专注于提供自主可控云计算技术，提供企业级云服务和解决方案，助力传统企业业务、政府事务云化、智慧城市建设。是国内最早涉足 Kubernetes 容器编排研究及面向企业服务的容器云平台服务商，具备技术方向、商业模式定位的先发优势。轻元科技以容器云平台为核心，面向传统行业提供云平台产品及相关服务，致力于企业上云和应用云化领域，赋予传统行业像互联网企业一样实现在线高可用服务的能力。国内大型企业客户合作，服务传统企业级市场需求。在发展轻元自身销售渠道的同时，积极拓展产业链上下游合作关系，共同开拓市场。与国有大型集成商，太极集团、紫光互联、中建材、中科软达成战略合作，借助大 B 企业、集团公司的经验和资源为接口，以新一代容器云平台、大数据等领域的最新技术为支撑，打造出安全稳定、自主可靠的符合企业客户的定制化云解决方案。

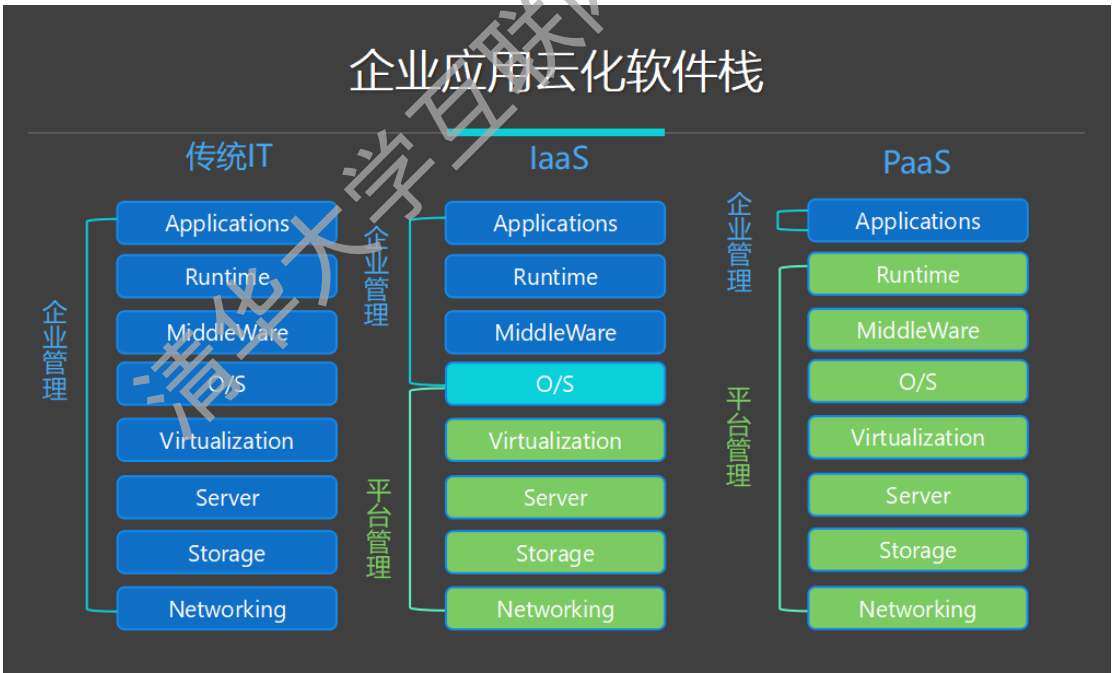


图 86 企业应用云化改造进阶（网络来源图）

10.7.3 核心技术与主要产品

Docker 是一个开源的应用容器引擎，让开发者可以打包他们的应用以及依赖包到一个可移植的容器中，然后发布到任何流行的 Linux 机器上，也可以实现虚拟化。容器是完全使用沙箱机制，相互之间不会有任何接口。

Kubernetes (k8s)是 Google 开源的容器集群管理系统（谷歌内部:Borg）。在 Docker 技术的基础上，为容器化的应用提供部署运行、资源调度、服务发现和动态伸缩等一系列完整功能，提高了大规模容器集群管理的便捷性。Kubernetes 是一个完备的分布式系统支撑平台，具有完备的集群管理能力，多扩多层次的安全防护和准入机制、多租户应用支撑能力、透明的服务注册和发现机制、内建智能负载均衡器、强大的故障发现和自我修复能力、服务滚动升级和在线扩容能力、可扩展的资源自动调度机制以及多粒度的资源配额管理能力。同时 Kubernetes 提供完善的管理工具，涵盖了包括开发、部署测试、运维监控在内的各个环节。



图 87 CyberSquareTM 资源状态展示界面

容器云平台，以 Docker 和 Kubernetes 为基础技术构建，Docker 是应用打包交付的标准，Kubernetes 是目前社区最为流行、最为行业领军企业共同认可的容器编排技术，已经成为应用容器编排管理的事实标准。以 Docker 和 Kubernetes 为基础构建云平台，将可以保证应用打包的镜像和应用编排模板的格式，复合未来主流网络技术和云计算技术的各层次主流标准。基于容器云平台开发的应用编排模板，既

可以适应 Docker 容器模式的交付,也可以适用于未来可能的 Unikernel 或其他新的云计算技术。

容器云平台适合于运行基于微服务架构的云原生应用,这样可以保证单个微服务未来的伸缩性能和高可用能力。但同时考虑到用户应用转换到云原生架构的复杂性,也支持单容器多服务的技术,即胖容器的技术。例如通过 supervisord 和 s6 等后台进程管理技术,支持原有应用轻松迁移到容器中,协助简化用户将传统应用迁移到 docker 容器中运行。容器云平台支持主流的微服务应用开发模板,可以快速开始微服务应用的开发,包括 Java、Node.js、Python、PHP、Ruby、Go 语言和微服务集成应用的开发模板,也包括基于 Funktion 的 Serverless 应用开发模板。同时支持微服务架构下应用的 API Gateway 管理。

基于 Docker、Kubernetes 容器云平台将帮助企业用户构建研发流程和云平台基础设施。缩短应用向云端交付的周期,降低运营门槛。加速企业向互联网技术和业务的双转型。容器云将对接各类代码托管库,实现自动化持续集成和 DOCKER 镜像构建,为新一代应用交付和开发运维一体化奠定了基础。容器云将支持应用的一键式部署交付,提供负载均衡,私有域名绑定,性能监控等应用生命周期管理服务。微服务架构,轻量级应用部署和运维的理想平台。容器云是支持公有云,私有云,并且可跨云跨网进行管理的混合式容器运维平台。容器云将与应用交付平台无缝对接,实现新一代应用在公有云,私有云的灵活交付。容器云将为企业打造面向下一代互联网应用的交付和运维平台,变革应用交付,推动持续创新。

轻元 PaaS 云平台

PaaS (平台即服务): 把开发平台作为服务提供给用户。用户可以在一个包括 SDK, 文档和测试环境等在内的开发平台上非常方便地编写应用。无论在部署或者在运行的时候, 用户都无需为服务器、操作系统、网络和存储等资源的管理操心, 这些繁琐的工作都由 PaaS 供应商负责处理, 主要用户是企业开发人员。企业应用开发与运维全生命周期管理产品轻元容器 PaaS 云平台 2.0 包括开发交付平台、业务运行平台和生态治理平台三大组件, 为企业应用开发提供一整套包括提交代码、功能测试、模拟测试、上线测试、部署服务、运行时管理、运维服务等在内的一站式服务。兼容异构基础设施, 支持多种开发语言与开发框架, 缩短企业业务迭代周

期，加速业务上线，大大降低企业风险，打破传统的烟囱式的企业业务的开发运维模式，为传统企业数字化转型和商业价值化赋予新动能。



图 88 轻元 PaaS 云平台架构

轻元容器 PaaS 云平台具备应用快速部署、弹性扩容、灰度发布、应用交付、自动化部署运维，提供标准化应用环境和统一全生命周期资源管理。2017 年 9 月，轻元科技容器 PaaS 产品中标 PICC 云服务项目，完成了将其创新业务容器化迁移至轻元科技容器 PaaS 平台，财险业务压力的响应时间从原来的 10 分钟级别缩短为秒级，轻松应对退货险爆发式的尖峰压力。轻元容器云平台智能化地集成各种各样的分布式服务，以声明式控制器系统为基础，源代码构建、镜像构建以及 DevOps 流水线引擎，灰度发布、高性能调度、监控告警、混合云调度。生态循环平台和弹性高可靠后台服务包括主流的后台服务服务，解决业务尖峰时刻快速响应，降低业务压力，同时根据业务压力对业务资源进行自动动态伸缩，帮助人保核心业务上云的时间表大幅提前，在平台功能支撑、多数据中心多活与业务迁移等方面协助人保财险按时完成业务上云战略的实施。

CyberSquare™ 企业级容器云平台

传统企业 IT 应用云化已经成为企业信息化转型的共识，企业投入大量成本搭建私有云平台重点在合理高效地使用云平台资源，将业务逐步迁移至云端。简化业

务云化的开发、迁移、上线流程，自动高效地管控云上业务。用户无须了解云平台细节的情况下，只需要专注于自身业务。



图 89 CyberSquare™ 功能模块展示图

CyberSquare™ 基于 Docker 容器技术，深度融合 Kubernetes 容器管理编排系统，全面支持 Spring Cloud 微服务框架。全栈式云平台管理，提供服务器虚拟化、SDN 软件定义网络、SDS 软件定义存储、弹性资源管理以及容器管理编排。帮助企业提升持续交付能力，带来更高灵活性及敏捷性，实现基础设施云化、应用框架现代化和开发流程敏捷化。基于 IaaS+PaaS 全栈云计算技术，利用虚拟化技术将企业的服务器、网络、存储资源统一纳管，形成资源池，实现物理资源统一调度、按需分配、柔性扩展。实现通用技术组件、中间件的服务化。对业务功能进行模块化拆分，服务化改造。制定各环节、各层面的技术规范和标准，统一服务访问接口和服务互操作形式，实现应用开发、运行、管理环境的标准化。制定各环节、各层面的技术规范和标准，统一服务访问接口和服务互操作形式，实现应用开发、运行、管理环境的标准化。实现系统的自动化和智能化运维，提高运维效率，降低运维人员工作量和难度。

基于 CyberSquare 平台构建 IaaS、PaaS 全栈金融云平台，结合 CyberAgility 模块实现业务应用开发、运维流水线。基于 CyberMesh 模块对行业应用进行拆分，实现微服务化并利用平台进行治理。利用 CyberOak 模块实现业务平台的手动自动化资源弹性伸缩。立足保险行业需求，全面实现基础设施云化和业务应用云化，快速重构保险企业 IT 架构，提升保险企业行业竞争力。

轻元云安全体系

随着云计算在新型信息技术中异军突起，在云计算的架构下，云计算开放网络和业务共享场景更加复杂多变，安全性方面的挑战更加严峻，一些新型的安全问题变得比较突出。轻元科技与启明星辰、得安信息科技联手打造的云安全方案安全体系主要包含三大模块，分别为：基础设施安全，账户管理和认证模块以及云服务安全模块。

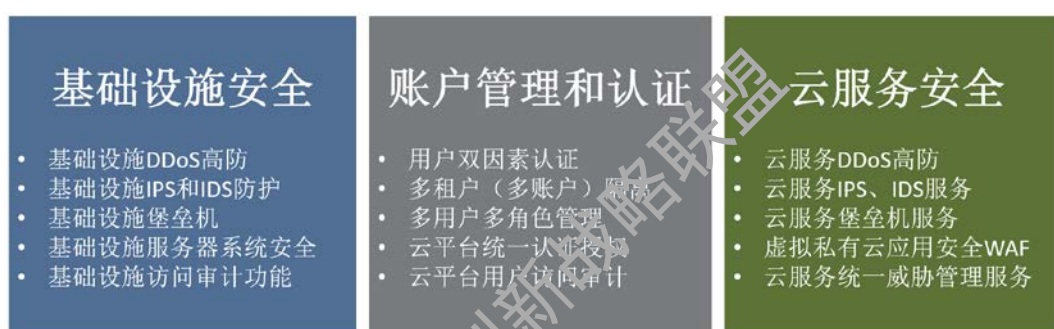


图 90 轻元云安全模块体系图

基础设施安全主要指为保障数据中心安全和轻元云平台安全稳定运行而部署的软硬件服务和实施的措施，包括但不限于抗 DDOS 攻击防护，基础设施系统堡垒机，数据中心 IPS 和 IDS 防护和基础设施系统安全等安全防护产品和措施。

账户管理和认证主要指对用平台云服务账户和用户的管理以及认证授权机制，租户隔离机制，是云平台提供其他服务的基础，包括多租户隔离、双因素认证多平台、多用户多角色支持以及多云平台 OAuth 授权机制等。云服务安全主要是指轻元云平台上运行的服务的安全措施，包括统一威胁管理、镜像文件签名、应用 WAF 防护等产品和模块。

轻元云平台拥有完全自主知识产权的威胁检测、分析与管理产品，该产品对于病毒、蠕虫、木马、DDoS、扫描、SQL 注入、XSS、缓冲区溢出、欺骗劫持等攻击行为以及网络资源滥用行为（如 P2P 上传/下载、网络游戏、视频/音频、网络炒股）等威胁具有高精度的检测能力，同时，该产品中的流量模块对于网络流量的异常情况具有非常准确、有效的发现能力。在精确检测的基础上强调对威胁的可管理性（如：威胁分析、威胁处理），尤其是对可能产生的大量事件进行了智能过滤，仅向使用者展示真正需要关注的威胁，在减轻使用者工作量的同时，保障威胁处理的及时性。

智慧园区解决方案

基于国际先进的 Docker 技术、Kubernetes 编排系统打造自主可控、安全稳定的智慧城市云基础架构，通过创新科技能力集合上下游产业合作，推动智慧城市生态圈的良性发展，共同为客户提供健康可持续发展的智慧城市模型和解决方案。轻元容器云解决方案落地的西安、济宁市经开区科技园采用轻元容器云平台，提升总体资源使用率 50% 以上，降低 IT 基础设施投入成本，满足园区内千余家企业使用需求。云平台帮助企业加快产品研发上线速度，同时大大降低了运维的复杂度，同时缩短了应用部署周期。

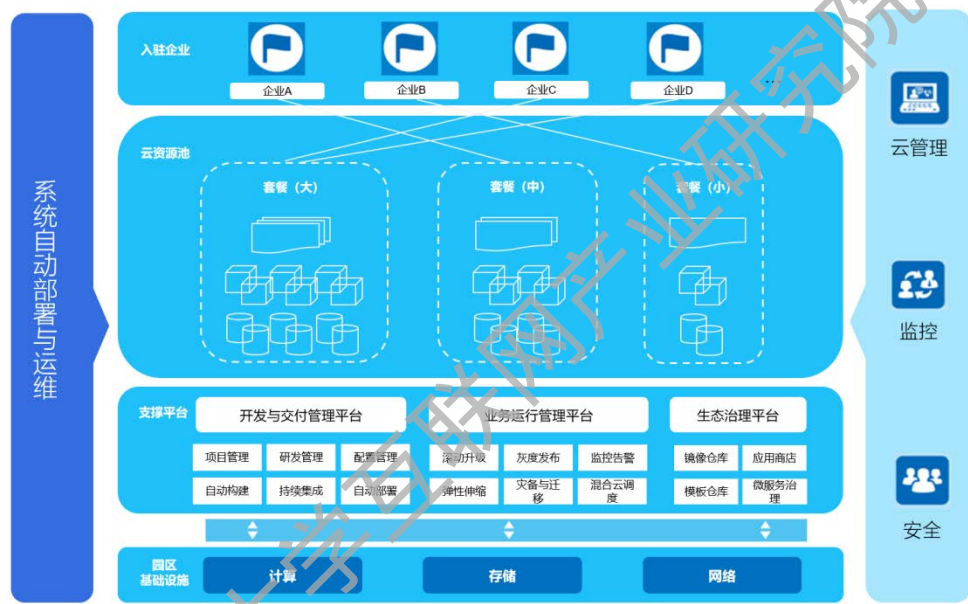


图 91 智慧园区架构图

轻元 PaaS 云平台解决智慧园区业务挑战，提供对园区企业所采购软件产品的实施部署、运维期维护、故障排查等运维工作，对入驻企业的 IT 工单进行处理，为企业 IT 提供基础环境保障。将平台产品分为大、中、小三种套餐，根据入驻企业的不同规模、不同特点、不同业务提供个性化服务，为企业合理提供资源规划。企业应用商店可以简化企业业务系统、平台部署过程，消减 IT 运维过程中的重复劳动，让业务系统、平台能够像手机 App 的安装一样方便。除此之外，轻元科技的智慧城市云计算解决方案正在逐步落地在智慧医疗、智慧政务等领域，为实现万物互联，云端互联互通，智能托管，大数据分析决策，触发智慧城市全生态有机体打造现实可行的夯实基础。

基于容器的物联网云服务管理

物联网（IoT）是云计算领域的“下一个大事件”。物联网是互联网通过传感网络向物理世界的延伸和扩展，其中大规模的业务与应用的运行，必然需要大规模的计算平台作为支撑。因此，打造一个完善的物联网云平台则是实现物联网业务与应用顺利运行的核心元素。本项目基于先进的容器 PaaS 云平台技术，全面应用于物联网云平台建设，包括数据中心和网关部分，实现物联网中心平台以及网关边缘计算的统一管理。数据中心部分，提供应用服务的全生命周期管理，通过自动化编排、健康监控、持续集成、持续开发、微服务治理等功能实现物联网应用云化，服务高可用以及数据的融会贯通。网关部分，使用容器与容器编排技术构建基于物联网网关的分布式集群环境，使云的边界到达物联网网关，通过分布式集群调度引擎自动优化计算资源的使用，完成千万量级设备的连接管理、数据计算和存储等高并发处理，实现高性能、高可用、稳定可靠的物联网应用。本项目为物联网实现了基于云的运行支撑平台，尤其是引入容器 PaaS 平台来构建支撑物联网业务与应用运行的平台，实现框架与业务的敏捷部署、弹性伸缩、资源调度、故障自动恢复等云平台所需要的高级特性管理功能，满足业务扩展运行时所需的支撑需要。同时该项目实现了物联网应用数据的统一接入与任务自动调度，大大提高平台的业务接入与协同能力。

使用容器与容器编排技术构建基于物联网网关的分布式集群环境，使云的边界到达物联网网关，通过分布式集群调度引擎自动优化计算资源的使用，完成千万量级设备的连接管理、数据计算和存储等高并发处理，实现高性能、高可用、稳定可靠的物联网应用；通过对设备通信层进行封装，兼容 MQTT、CoAP、TCP、UDP、REST/HTTP 等多种物联网常用传输协议。

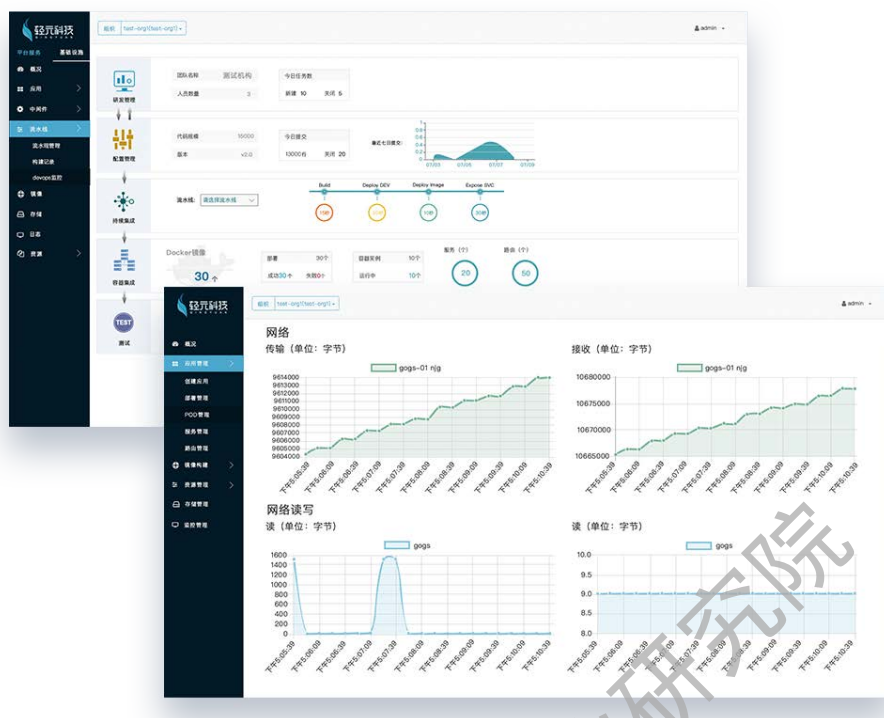


图 92 云服务平台系统界面

10.7.4 企业优势和前景展望

随着信息技术的迅猛发展和深化应用，城市信息化发展向更高阶段的智慧化发展已成为必然趋势，科技创新引领城市发展转型，全面推动物联网、云计算和人工智能等新 ICT 与新型城镇化发展战略深度融合。到 2020 年，全球 70% 的人口将生活在城市，而现在全球在城市生活的人口比例仅为 50%；届时，中国将有超过 200 个人口规模达到百万人口的城市。未来智慧城市的市场空间将非常巨大。在政策和市场的推动下，云计算已从最初的概念导入，进入到了广泛普及、应用繁荣的新阶段，成为提升信息化发展水平，打造数字经济新动能的重要支撑。伴随着市场的孕育和技术的不断完善成熟，云计算与大数据解决方案不断成熟。随着云计算 2.0 时代的到来，工信部正式发布了《云计算发展三年行动计划（2017-2019 年）》提出到 2019 年我国云计算产业规模达到 4300 亿元。

在政策风向的影响下，云计算又一次被推上风口浪尖，越来越多的企业希望借助有效的软件平台实现基础服务、工具部署、应用开发等能力的模块化和组件化的同时逐步实现具备行业属性的个性化订制开发。未来轻元容器云平台将为企业应用的管理提供了一套从开发阶段到运行阶段的完整功能链条，使得企业应用交付更加敏捷，升级迭代更加简单，在正在研究的版本中，着重于对企业应用进行进一步的

精细化管理与控制，一切可视化、可量化、可追溯，方便用户了解业务宏观与微观层面的关联、本质和数据流向，从而快速识别与定位问题。

10.8 航天智芯

10.8.1 企业简介

北京航天智芯科技发展有限公司的总部位于北京，在成都、重庆、贵阳、深圳、西宁、拉萨、乌鲁木齐等地均设有业务分部和技术中心，核心成员是来自人工智能、大数据、航天及智慧产业领域专家，公司致力于运用先进技术解决智慧产业应用问题，拥有自主知识产权核心国内行业领先产品，公司的发展动态及成功案例多次人民网、新华网、央视网、中国日报网，中国青年网等媒体报道。

航天智芯与中国电信，中国农科院，平安科技、中央财经大学等相继签署战略合作协议，在智慧农业、物联网、通讯、区块链等各领域进行深度合作。

航天智芯 2.0 平台是公司打造的拥有自主知识产权的新一代人工智能平台，为智慧产业提供全方位服务，在人工智能应用于智慧产业等方面领先。

10.8.2 主营业务

公司主营业务是围绕智慧产业提供产品和服务，公司技术研发实力雄厚，通过人工智能、大数据、物联网、区块链等前沿技术和行业需要融合研发的产品，既有技术实现上的通用性，又有行业具体需求应用的功能，适合于智慧产业的很多场景。同时，我们提供专业的技术服务和解决方案，最大可能的解决智慧医疗、智慧交通、智慧城市、智慧旅游、智慧农业、智慧物联等具体应用。

10.8.3 核心技术与主要产品

公司的“航天智芯 2.0 平台”是公司拥有自主知识产权的先进平台。平台是通过智能终端盒子采集多源传感器和视频图像数据进行视觉分析及深度运算，通过区块链可信认证进行发布及交互。智能数据终端接入各种传感器和视频信号，通过嵌入的先进的计算机视觉的智能视频分析系统和数据采集运算系统进行数据终端处

理后，上传到大数据中心，中心构建了基于大数据的云平台。在平台上进行视觉感知处理、人工智能深度运算、多源数据并行处理，业务感知后，通过可信区块链交互与发布形成各种具体应用。

航天智芯 2.0 平台在各个行业有着广泛的应用。应用场景包括智慧城市、智慧农业、智能交通、智慧物联、智慧小区、智慧楼宇、智慧监控、智慧监测等。用于各种数据的采集、分析、运算、监控、反馈、控制等。

平台包括大数据平台、智能终端盒子、传感器及视频数据采集、人工智能分析及运算、基于区块链的可信发布与交互，顶层应用。航天智芯 2.0 平台是一个通用的平台，可以根据场景应用在不同行业，比如在智慧农业领域，来自农业传感器数据空气温度湿度，土壤温度湿度，二氧化碳，光合辐射，降雨，风速，风向、设备状态等指标通过接入智能终端盒子，上传到大数据平台，大数据平台进行数据的分析，通过聚类、归纳、推演等进行处理，得到结果信息，并通过可信区块链的分布式记账模式，进行数据的发布，在环境监测领域也是如此，不同的是传感器的类型、采集的数据及大数据中心运算模型和具体应用。



图 93 航天智芯 2.0 平台示意图

大数据存储管理为平台提供数据支撑，视觉感知处理采用多种视频分析及处理方法，特征提取、模式识别、训练器等。深度运算包括专家系统、归纳学习、决策树学习、类比学习、解释学习等各种手段。可信发布及采用分布式的记账模式，每个信息存储节点都有一个账单目录，确保数据的可信，可靠。顶层应用是本平台的最终目的，通过以上的技术架构，我们可以应用与需要数据采集、分析、汇聚、交互、展现的任何场景，比如农业、交通、智慧监测、城市信息、楼宇、小区等。

HZSmartEdge® R2.0 定义物联网应用新高度，作为北京航天智芯科技发展有限公司物联网核心设备，汇集了研发人员多年在智慧城市、交通、农业、物联等行业的应用经验。让物物相联变得更便捷；使网络更加安定、数据更加安全。运用边缘计算技术，给物联网一个聪明的大脑。

HZSmartEdge 集成四核 ARM Cortex-A53（ARMv8）64 位@ 1.4GHz CPU；拥有强大侧处理能力，可以轻松应对绝大多数边缘需求。内存配置 1GB LPDDR2

SDRAM，外存配置 64GB Micro-SD 时一般应用克制直接运行于内存，具备超强的实时处理能力。同时外存可以临时存储数据，即便出现网络异常，仍能够保证物联网数据的安全性。

HZSmartEdge 采用 Linux 操作系统，使得为设备扩展功能的变的很容易；同时可以安装大量 Linux 下优秀的协议和应用，比如 SNTP，DHCP 等网络协调，节省了大量开发费用；另外设备内置了 Modbus 等现场总线协议，可以轻松连接大多数的传感器，对大多数应用可以做的零开发。

HZSmartEdge 不但提供了标准的以太网和 RS485 有线总线接口，还提供了 4G 通信和 NB-IOT 无线接口。这些接口保证了设备既可以和现场物联网设备通信，又可以和上位的应用服务器通信。使得 HZSmartEdge 可以担当网络里的 Gateway 功能，承担物联网网络里的协议转换器只能和管理物联网节点的功能。另外设备还有 GPS/北斗双系统定位功能，使物联网数据可以携带地理位置信息。

工业级的设计保证设备可以在严苛的环境下正常功能。适应于多种多样的物联网工作环境。

人工智能识别安全帽

视觉是人类认识世界最重要的感知方式之一，计算机视觉力求通过计算机软硬件系统，通过算法等获得接近人类认识的信息。本系统是一个典型的计算机视觉应用，在工地现场，为了工地的安全，相关部门规定工地人员必须佩戴安全帽施工。作为一个重要的监督手段，摄像头经常被使用，视频和图片数据是实时和事后分析的重要依据。

基于此，我们开发了一个计算机视觉识别系统：根据已拍摄的和者现场实时的工地的视频和图片，通过机器视觉的技术，从中提取没有戴安全帽和戴了安全帽的人，并进行标记和报警报警。同时，相关信息传输到云中心，在云中心进行二次分析，一方面反馈到监控管理人员的电脑和手机上，同时把处理信息也反馈到现场。

智慧农业物联网及控制

“航天智芯 2.0 平台”在智慧农业中得到很好的应用，通过传感器采集环境数据，包括土壤温度、湿度，空气温度、湿度，光照度，风速，风向，雨量，土壤

PH 数，二氧化碳等，通过视频采集大田和大棚的视频数据，上传到数据中心，进行运算后进行风机、遮阳、水帘、灌溉、施肥等控制，同时通过视频数据的分析，进行远程监控、病虫害视频识别等管理。

南充农业高科技园区是航天智芯 2.0 平台的智慧农业典型应用，以智慧农业总控中心，充分的应用现代化信息技术成果，集成应用 4.n 维空间可视化技术、物联网技术、音视频技术、3S 技术、无线通信技术、云计算及边缘计算、人工智能技术，将园区多维可视化技术、大数据融合与农业物联网相结合，实现农业可视化远程诊断、远程控制。通过物联网监控系统的建立，可以对全三虚拟空间读取实时监测的空气质量、温度、湿度、土壤、PH 值等信息，实施浇灌、通风、遮阳等操作，通过系统展示功能可以各种视角在园区内、甚至室内棚架中浏览，实现信息服务与资源管理双重功能。

智慧农业灌溉系统

基于“航天智芯 2.0 平台”的智慧农业灌溉系统，通过传感器测量土壤的含水量，在智能终端盒子 HZSmartEdge® R2.0 进行分析，驱动灌溉设备进行自动调节灌溉。同时，采集到的数据上传到云平台，在云平台进行模型构建，通过机器学习进行训练，形成灌溉专家系统。

智慧农业病虫害防治系统

通过“航天智芯 2.0 平台”接口，从智能终端盒子 HZSmartEdge® R2.0 获得病虫害捕捉器采集的病虫害影像，在平台进行分析，通过机器学习进行训练，获得各种不同的病虫害及危害程度的训练数据，形成农业病虫害防治专家系统。

智慧医疗大数据

智慧医疗涉及到医学、电子病历、医学影像、医院视频等多种类型的数据、云计算、人工智能等多项技术。“航天智芯 2.0 平台”通过其平台和行业模型为智慧医疗提供大数据整合，病历分析，知识库的构建等。

智慧大健康系统

基于“航天智芯 2.0 平台”的智慧大健康通过对人、环境、气候、文化、饮食等各方面的信息对接和采集，通过大数据挖掘、人工智能的运算和分析，获得健康一张图，为健康的预防、提高、改善、决策提供服务。

城市计算系统

城市计算是把城市的数据汇聚起来，进行分析、决策、实时反馈，“航天智芯 2.0 平台”应用于城市计算，将城市的交通、物流、气候、人口流动、环境、商业等数据接入并综合起来，进行分析，获得城市全息数据图谱，为政府监管服务和公共服务提供方便。

10.8.4 企业优势和前景展望

北京航天智芯科技发展有限公司立足于前沿科技和实际社会应用需求，牢牢抓住技术和市场这两只手，具有很强的技术优势和市场优势。“航天智芯 2.0 平台”是一个通用平台，融入不同的行业模型和行业需求就成了一个落地的行业系统，航天智芯智能终端盒子 HZSmartEdge® R2.0 是一个智能终端设备，具有人工智能、边缘计算、智能控制、信息中转等多种功能，是平台的耳目。公司将立足与技术，结合需求落地应用，为智慧产业提供产品、方案、平台、服务，具有广阔的前景。

10.9 阿凡题

10.9.1 企业简介

阿凡题，是一家专注于中小学互联网教育的高科技创新公司，是国家高新技术企业和中关村高新技术企业，拥有全球领先的人工智能、图像识别和大数据技术，已获得多项国内外技术发明专利和软件知识产权，并设立了具有国际领先水平的阿凡题人工智能研究院。

集团由 2013 年成立的阿凡题拍搜 App 发展壮大而来,目前已经拥有拍搜 App、1 对 1 在线辅导 App、线下一站式教育实体店(涵盖“阿凡题教育”和“智能学习吧”两个品牌)、双师 ERP 系统植入、研究院、学校等多个教育平台,是一家集人工智能、大数据、在线教育、咨询服务、系统开发于一体的综合教育科技集团。目前已累计 7000 万+用户,1 亿道+题库,40 亿次+拍照次数,2 亿+答疑人数,200 余家线下晚辅实体店。

10.9.2 主营业务

阿凡题作为人工智能驱动教育发展和创新的代表性企业,秉承科技改变教育的理念,致力于让每位孩子都成为优秀的自己。北京大学及耶鲁大学计算机软件与理论专业联合培养博士陈李江为创始人兼 CEO,除此之外,陈李江教授还担任北京市特聘专家,拥有“腾讯年度教育企业风云人物”等荣誉称号。

阿凡题自 2013 年 10 月成立以来,便专注于中小学互联网教育,是国家高新技术企业和中关村高新技术企业,拥有全球领先的人工智能、图像识别和大数据技术,已获得多项国内外技术发明专利和软件知识产权,并于 2016 年 8 月设立了具有国际领先水平的阿凡题人工智能研究院。

阿凡题人工智能研究院由国家“千人计划”专家申恒涛担任院长。研究院成员多来自耶鲁大学、新加坡国立大学、北京大学、日本九州大学等国际知名学府,且 80% 以上拥有博士学位,他们将人工智能赋能教育,在拍照搜题、学情诊断、个性化学习、教育信息化和自动阅卷等核心教育场景均取得瞩目的成绩。依托自身强大的信息化技术,阿凡题目前主营业务包括在线 1 对 1、智能学习吧等。

经过多年的探索与研究,阿凡题已经完成包含 1 亿道题目的智能题库的构建工作,并在此基础上构建 AI-as-a-Service 服务平台,向诸如金太阳书业、全品学堂、华东师范大学出版社、曲一线等行业众多龙头教辅企业提供题目 OCR、智能知识点标签和自动批改等功能模块。在线教学产品——在线 1 对 1 包含了诊→教→练→测→答,各个环节均投入技术来优化学习体验,包括教学研究、视频制作、智能算法、大数据挖掘与分析等技术。通过不断评估学生对材料的掌握程度,为每位学生动态推荐合适的学习路径和内容,以满足学生个性化的学习需求,并预测未来的学习程度。

阿凡题不仅通过自身技术革新赋予线上教育个性化服务，还将线上资源赋能线下，为教育行业带来新方向、新模式，为促进产业的信息化贡献力量。目前，阿凡题已经落地近 200 余家“智能教育新零售”实体店——智能学习吧独创 OMO(Online Merge Offline)的商业场景。与行业内诸多教育探索场景不同，阿凡题利用大数据分析 and 人工智能等技术，通过重构“人、场、货”，升级重组供应链，重构了学习场景，重组了老师、课程到学校、课堂的供应链，建立起“人工智能题库”，并通过“管教分离（线上管，线下教）”的方式实现了学生课业辅导线上线下的深度融合。

10.9.3 核心技术与主要产品

阿凡题这种新型的“零售模式”，需要诸多核心技术，并衍生出相应的服务产品。本章节主要围绕阿凡题如何在具体教育产品应用当中实现人工智能的有效落地，涉及的核心技术包括：智能拍照搜题技术、混合手写识别技术、题目智能标注技术、自适应学习技术、智能版面分析技术、自动批改和自动解题技术等。

智能拍照搜题技术

智能拍照搜题于 2014 年推出，并在教育行业掀起了人工智能赋能教育的热潮。阿凡题是最早能够支持大规模并发用户进行拍照搜题的几家企业之一，目前已经构建了 1 亿道题目的巨型题库，并实现 0.4 秒内实时返回搜索结果。阿凡题智能拍照搜题的核心竞争力在于 OCR 识别和先进的搜索技术，目前技术团队已经研发出针对光线影响、手写污染、拍照模糊等问题的有效解决方案，并利用深度学习技术建立有效的训练模型，目前已发表国际会议论文多篇，申请多项相关专利。另外，在现实场景中，教师在布置作业时可能是随手写在黑板上，这时只能识别印刷体的应用就会显示出极大的局限性。为解决这一难题，阿凡题于 2015 年推出“阿凡题-X”，采集 128 万个真实的手写字符样本并建立数据库，如此大规模的手写字符集以及其多样性保证了阿凡题-X 的识别精准度。阿凡题-X 支持数学科目的常用运算，无论手写体还是印刷体，阿凡题-X 给出解题步骤和答案的时间都在 1 秒以内。阿凡题的拍照搜题技术除了满足公司各项业务线的需求之外，目前还与腾讯、魅族、搜狗等公司展开合作，帮助更多的中小學生解决难题实现高效学习。



图 94 阿凡题 X 界面功能描述

混合手写识别技术

手写识别技术一直以来是支持着阿凡题内部各类业务线的核心技术,比如传统的拍照搜题应用,用户上传的图片中往往包含手写拍照图片;1对1教学辅导中,教师在课程指导和学生在课程学习中会产生大量的手写笔记;智能学习吧中,教师需要批阅学生学习产生的大量手写作业。想要进一步获取这些手写数据所包含的有价值的信息,具有高准确度和实时性的手写识别技术是关键。由于这些手写数据涵盖多种科目(英语、语文、数学、物理、化学等),混合了多种语言(英语、汉语)和专业符号(数学、物理、化学等),而且不同用户的书写习惯差异性大,使得设计一种通用的手写识别方法成为非常具有挑战的问题。阿凡题尝试针对不同手写数据场景的特点,设计不同的识别模型:(1)在中、英语作文批改的业务场景中,由于用户的书写习惯成行结构,因此阿凡题设计基于行字符的识别模型。具体的,其采用主流的基于卷积神经网络和双向长短记忆模型的时序分类模型,如下图所示,通过卷积神经网络提取行图片的视觉特征,然后通过序列数据分类的模型,对行图片的字符进行连续预测,取得了满意的效果。(2)在作业自动批改业务中,对于复杂排版的书写结构(如数学公式、理科表达式等),阿凡题同样也先拆分成行进行识别。在识别模型的设计上,充分考虑拍照作业图片中手写数据的结构化特点,进而采用基于序列翻译和注意力机制的模型。能更准确的识别结构化的手写数据,同时在识别结果中精确预测结构化信息(如 Latex 语法形式),充分满足自动批改业务中对手写数据识别规范性及预测准确度的要求。

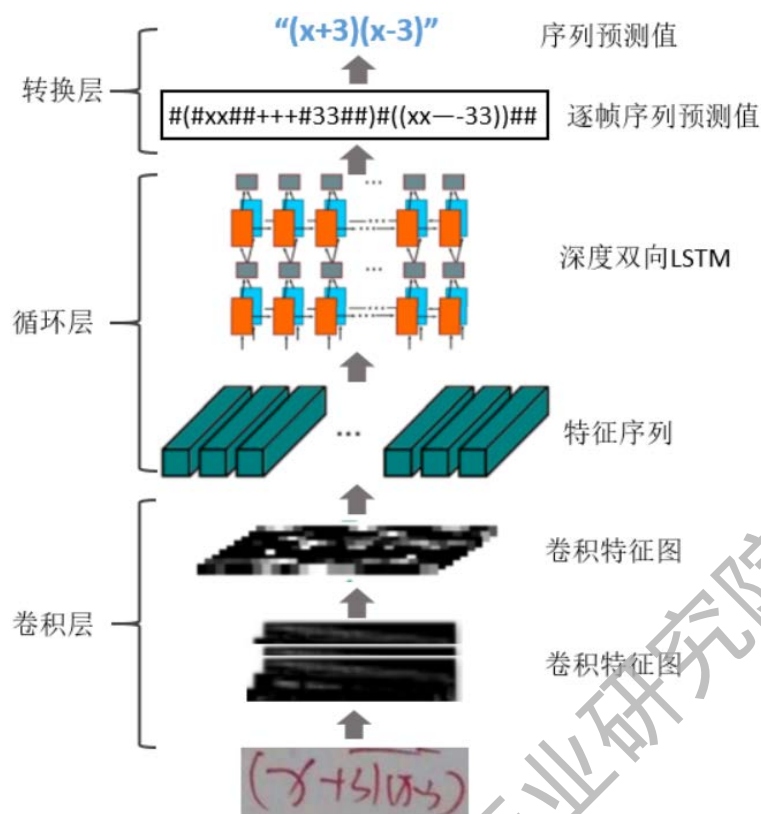


图 95 基于 CNN+BLSTM+CTM 的手写识别模型

总的来说，针对手写识别这一核心技术，阿凡题以业务场景为驱动，充分考虑不同场景下的特点自主研发了手写识别技术，与市面现有手写识别技术相比，阿凡题的技术识别准确率高，速度快，鲁棒性强。在拍照不清晰，光照不均，有折叠、手写干扰等复杂场景下，在真实应用场景中字符识别准确率达到 95% 以上识别速度快。

同时系统可支持汉语，英文，数学公式的识别，其中，数学公式还支持结构分析，可返回具有 LaTeX 格式的结果；此外系统消耗资源小，可不依靠 GPU，不仅可部署在桌面系统，还可部署在手机系统上。

题目智能标注技术

阿凡题针对智能拍搜应用积累下的海量试题数据，打造了全球技术领先的智能云题库。该题库已经覆盖了超过 1 亿道题目。阿凡题还自主研发了题库智能标注系统，该系统构建了纳米级知识点地图，并采用深度学习模型和自然语言处理技术，

对题目进行智能标注,其标注能力相当于高级教师的专业水准(准确率达到 95%),并成为国内第一家开放题库智能标注系统的企业。



图 96 基于学生真实的作业和老师的讲解,阿凡题建立了行业最精细的题库系统

同时,阿凡题面向教育全行业开放的自主研发的题目智能标注系统,将为更多的教育机构提供专业的技术服务,包括试题录入与标注、智能阅卷、学情智能测评等。以智能测评为例,对于教育机构来说,只需要收集到学生的错题,通过使用题目智能标注系统对错题进行知识点分析,就能准确迅速得到学情分析报告。此外,学情报告不仅能分析题目掌握情况,还能通过海量题库查找该地区五年内的各大考试试卷,总结出学生这些错题考点在考试当中出现的频次和分值,题目和考点的重要性可以通过考试频次和所占分值来确定。截至目前,国内众多的教育同行都与阿凡题建立了深度的合作关系,使用阿凡题的题目智能标注系统将帮助企业对题库进行智能标注,丰富其标签维度并升级题库内容。

自适应学习技术

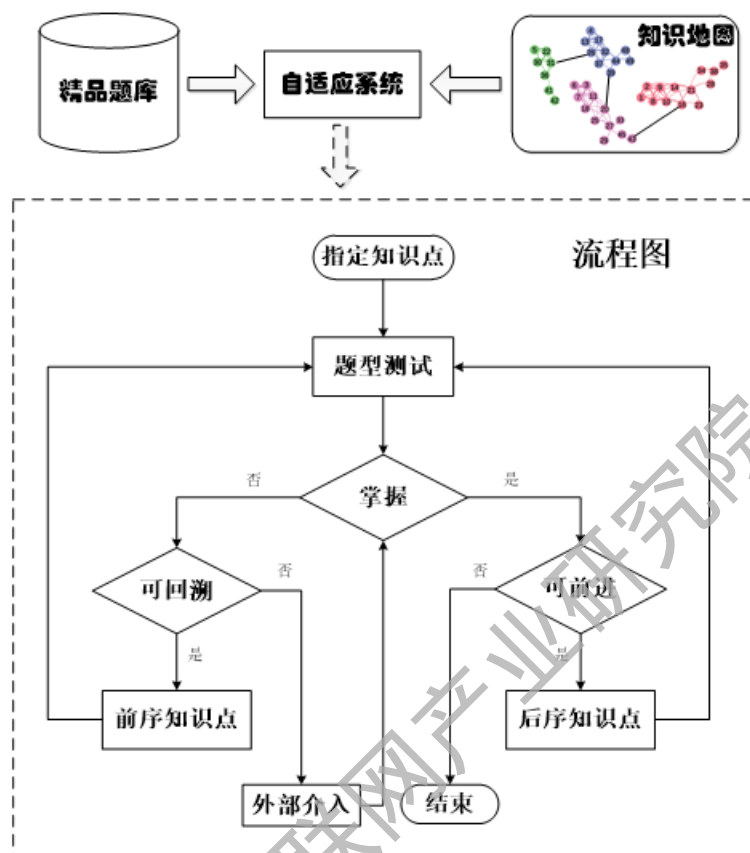


图 97 自适应系统的流程图

自适应学习技术可以通过个性化的学习路径规划，帮助学生提高学习效率。因材施教，倡导从学生的个体差异出发，进行有针对性地教学。而人工智能技术的不断进步，将使因材施教成为现实。自适应学习能对学生不同阶段的阶段性学习情况进行多维度的智能化分析。阿凡题自主研发了一款面向 K12 学生的自适应学习系统，以 AI 老师替代传统的老师，在与学生的互动过程中时刻监控学生对知识点的掌握情况，对不同的学生制定不同的学习路径，并根据学生的能力水平推荐不同难度的视频和题目等学习资源供学生学习使用，使得每个学生可以根据自身的学习能力在自适应系统中完成由初级到高级的进阶。为了保证自适应学习系统的有效性，阿凡题成立了由数十名富有经验的教师组成的专家团队，针对学科知识点建立了精细的知识点地图和自适应学习系统。该系统首先评测学生的能力和知识掌握情况，然后利用有效的前进和回溯机制控制学生的学习路径，并利用深度学习技术向学生推荐有针对性的学习视频和练习题目。

量化提分（AIIT）——AI驱动的个性化学习解决方案



图 98 阿凡题 AI 驱动的个性化学习解决方案

智能版面分析技术

智能版面分析技术能够自动对作业或者试卷的拍照/扫描进行语义切分，自动切分并识别出图片所包含的每道题目的信息。它是对学生作业或者试卷自动批改，智能生成学情报告的基础功能模块。智能版面切割与学情报告相结合可以自动分析学生的学习情况，提出积极有效的个性化学习建议方案，从而极大地提高老师的生产力，理由是设计一份优质的个性化学情报告需要清楚了解学生的实际学习情况，这需要耗费一位一线教师数个小时的时间。而为数以千万计的中小學生每人设计一份学情报告所需的时间和人力成本更是难以估量的。针对这一痛点，阿凡题自主研发了智能版面分析技术来对学生作答过的试卷进行分析，根据分析结果秒出个性化学情分析报告。该项技术实现了机器取代人工，不仅提高了出具学情分析报告的效率和质量，而且大大降低了人工成本。



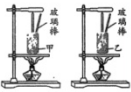
图 99 阿凡题个性化学情分析报告

在使用该系统过程中,用户只需将作答并被批改过的试卷进行手机拍照或扫描仪扫描并上传,智能版面分析技术会对任意排版的试卷进行版面分析,识别出试卷科目和年级,并对试卷中所有题目进行自动切分,获取试卷中所有题目的题号、题型、题干文本、难易度以及学生作答情况等信息,并依据老师的批改痕迹自动提取出学生的错题。

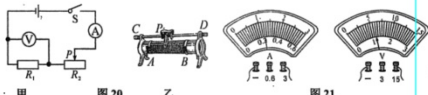
28: Completion

28. 如图 19 是“探究不同物质吸热升温现象”的实验装置。取质量和初温都相同的甲、乙两种液体，分别倒入相同的易拉罐中，用相同的装置加热，实验数据记录如下表：

温度/℃	20	30	40	50
加热时间/s	0	40	82	126
甲	0	18	40	64
乙	0	18	40	64



- (1) 实验中取质量和初温都相同的目的是 以便探究吸收的热量与比热容之间的关系。
 - (2) 实验中，通过比较 来确定两种液体中哪种液体吸收热量多。
 - (3) 分析实验数据可知，当它们升高相同温度时， 液体需要吸收的热量更多，当它们吸收相同热量时， 液体升温更高，加热 40s 时乙液体达到的温度是 。
 - (4) 若在这两种液体中选择一种作为汽车发动机的冷却剂， 液体冷却效果更好。
29. 为了研究通过导体的电流与导体两端的电压关系，小宇设计了如图 20 甲的电路，电源电压恒为 6V， R_1 是定值电阻， R_2 是滑动变阻器。



- (1) 闭合开关后，因为将图 20 乙中滑动变阻器的 两个接线柱接入了电路，移动滑片 P，发现两电表示数始终如图 21，此时电流表示数为 ，电压表示数为 。
- (2) 改正错误后，闭合开关，小宇继续实验，他把数据标记在图 22 上。实验器材中提供了 A (10Ω 2A)、B (25Ω 2A)、C (50Ω 0.5A) 三种规格的电阻，分析图 22 可知，他所选择的滑动变阻器的规格是 。
- (3) 图 22 中，阴影部分的面积表示 R_1 的 ，大小为 。

九年级物理试卷 第 5 页 共 6 页

30: Completion

30. 如图 23 的实验装置，两根水平且平行的金属轨道上放一根轻质导体 AB，并把它置于磁场中。

- (1) 闭合开关接通电源，这时会看到导体 AB 向左运动，这表明 。
- (2) 若只对调磁体的磁极或只改变导体 AB 中的电流方向，观察到导体 AB 均向 运动，这表明 。
- (3) 如果把磁体的两极对调，同时改变通过导体 AB 中的电流方向，会看到导体 AB 向 运动。
- (4) 依据这个实验原理可制成 。

图 23

六、计算题：第 31 题 4 分，第 32 题 7 分，第 33 题 9 分，共 20 分，解答过程要写出必要的文字说明、依据的公式、重要演算步骤，结果要写明数值和单位。

31: Application

31. 2017 年 5 月 18 日，中国科学家首次在南海试采可燃冰取得圆满成功，实现了我国天然气水合物开发的历史性突破。可燃冰清洁无污染，储量巨大，是一种非常理想的新型能源。可燃冰的热值很大，是天然气的 10 倍以上，若按 10 倍计算， $[c_{\text{水}}=4.2 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})]$ ，天然气的热值 $q=3.5 \times 10^7 \text{ J}/\text{m}^3$ 求：

- (1) 体积为 0.01 m^3 的可燃冰完全燃烧放出的热量为多少？
- (2) 若这些热量的 90% 被质量为 100 kg 的水吸收，则水升高的温度是多少？

31: Answer

32: Application

32. 如图 24，已知电源电压为 $U=6\text{V}$ ， $R_1=10\Omega$ ， $R_2=5\Omega$ 。

- (1) 当 S_1 、 S_2 均断开时，电压表示数为 0.2A，求 R_3 两端的电压和 R_3 的阻值。
- (2) 当 S_1 、 S_2 均闭合时，求 R_1 两端的电压和电流表的示数。

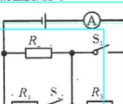


图 24

32: Answer Area

33: Application

33. 在综合实践活动中，小峰设计了一种煮饭电路，如图 25 甲，图中 R_1 和 R_2 均为加热电阻， S_1 是自动控制开关，煮饭时，将该电路接入 220V 电源，在 30 min 内， R_1 的电功率随时间变化的图像如图 25 乙所示。求：

- (1) 0~5 min 内 R_1 消耗的电能。
- (2) R_1 的阻值。
- (3) R_2 的阻值。
- (4) 10~15 min 内 R_2 的电功率。

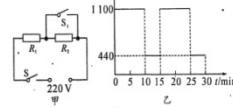


图 25

33: Answer Area

九年级物理试卷 第 6 页 共 6 页

图 100 试卷题目信息分析结果样例

自动批改技术

随着人工智能技术的发展，机器可以越来越多的替人类完成繁琐的工作。其中，手写识别和语义理解技术的成熟使得自动批改作业成为可能。阿凡题人工智能研究院花费了大量精力对自动批改技术展开研究，并取得了不错的成绩。阿凡题的自动批改技术分为两步。首先，要把语言或手写的文字转化为电脑可以读取、分析的文本。这一步依赖阿凡题储备的高精准手写识别技术。其次，需要对机器识别的文本进行分析。常用的分析方法有两种，一种被称为“隐含语义分析”，另一种则是“人工神经网络”。所谓隐含语义分析，是指把被试的回答转换成数字矩阵，计算与标准答案矩阵之间的距离。这种方法多用于简答题。对于较长的回答，如作文，则更多使用人工神经网络找出本文的特征，如关键词出现的频率、复杂句式出现的频率、连接词的频率等，根据本文的特征来完成打分。让计算机学习已经由专家完成了评分的答案，每一种分值都需要一定数量的案例，从而完成特征的选取。另外对于更加复杂的数学推理题，需要使用数理推导、机器证明等智能解题技术完成数学题的自动批改。

小红经过调查发现，在班里的30名男生中，有25人喜欢打乒乓球，12人喜欢打篮球，有4人这两项活动都不喜欢，求同时喜欢这两项活动的学生有几人？

正确答案

解：设同时喜欢这两项活动的学生有 x 人，
则有： $(25-x) + (12-x) + x + 4 = 30$ ，
解得： $x=11$ 。
答：同时喜欢这两项活动的学生有11人。

题目1批改详情

批改耗时
此次批改耗时：1.9秒
为老师节省时间：33.1秒

知识结构
方程与不等式-->一元一次方程-->一元一次方程的应用

能力模型
数学知识之间、数学与其他学科之间、数学与生活之间的联系

智能信息

考频	分值	易错度
4.0%	0.4分	81.9%

错误原因
计算错误

图 101 阿凡题自动批改示例——秒级全国首个自动主观题批改

阿凡题目前已经将自动批改技术应用于阿凡题 1V1 线上教学和智能学习吧线下教学的整个教学环节，基于点阵笔/拍照的自动批改系统，可以不改变师生原有行为习惯实现课堂实时数字化互动，利用手写识别、语义理解、数理推导、机器证明等智能解题技术实现了主观题的自动判题，代替老师实现作业和试卷批改，精准锁定学生学习问题。

自动解题技术

作为智能教育领域的引领者，在自动解题这一未来个性化学习的关键前瞻技术的研究方面，阿凡题也在不断取得突破性进展。阿凡题人工智能研究院首次提出了一种全新的基于增强学习的算术应用题自动求解器，并成为行业第一家在顶级人工智能国际大会上发表论文的教育企业，2017 年阿凡题人工智能研究院在美国举办的第 32 届人工智能顶级国际会议 AAAI 上做报告，分享如何利用 AlphaGo 技术实现自动解题，该技术将自动解题的平均准确率提升了将近 15%。

增强学习和人类学习的机制非常相近，DeepMind 已经将增强学习应用于 AlphaGo 以及 Atari 游戏等场景当中。阿凡题人工智能研究院首次提出基于增强学习深度 Q 值网络 DQN (Deep Q-Network) 的算术应用题自动求解器，将应用题的解题过程转化成马尔科夫决策过程，并利用神经网络良好的泛化能力，存储和逼近增强学习中状态-动作对的 Q 值。该算法在麻省理工学院和微软亚洲研究院提供的公开的数学应用题标准测试集的表现优异，将平均解题准确率提升了将近 15%。阿凡题将持续利用深度增强学习这条人工智能的 latest 技术理念去设计数学应用题

自动求解器，来避免过多的人工特征提取规则的限制；同时在更大更多样化的数据集上，尝试求解方程组应用题，而这也是未来自动解题的发展趋势以及可靠的应用场景。

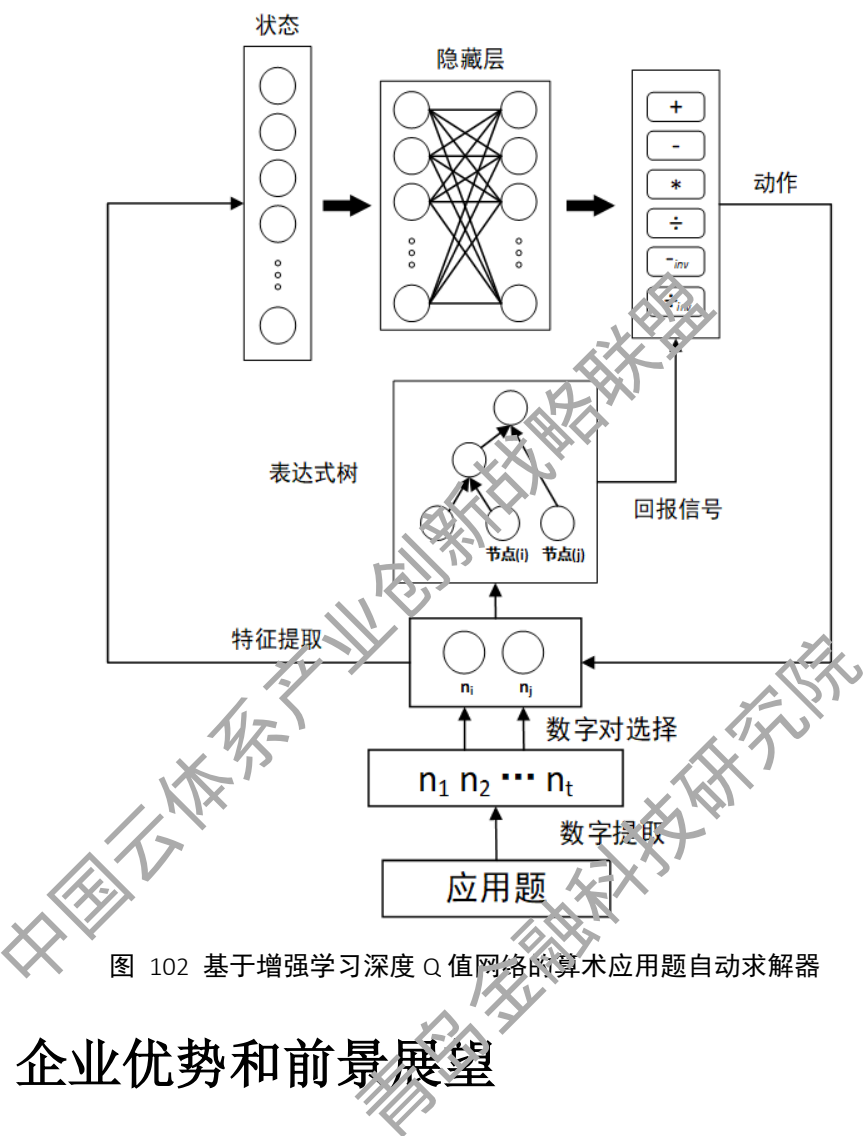


图 102 基于增强学习深度 Q 值网络的算术应用题自动求解器

10.9.4 企业优势和前景展望

大数据分析和人工智能等技术的出现可以说是在根本上减少人的依赖，提高教学效率，帮助老师因材施教，让学生的学习更有效。那么，其对社会的价值是怎样？本章节主要围绕阿凡题人工智能技术有效落地的几个典型场景，共同探讨人工智能给社会带来的变化。

iSchool 未来智慧校园

iSchool 未来智慧校园是以互联网化教学模式，以人为本，关心成长，教育资源共享，教育信息化，以创新为驱动，打破常规，与国际名校接轨作为发展目标，

构建一个连接线上线下、打通校内校外的互联网教育新生态。iSchool 将重构互联网时代教育生态，构建互联网化学校新标准，重新定义未来教育。

阿凡题与海南生态软件园致力于共同打造一所全国规模最大、理念最领先的“互联网+”未来学校。重新定义未来的学习方式，使得学习行为数据化、教育资源和教学资源平台化，用人工智能解放教育产能。

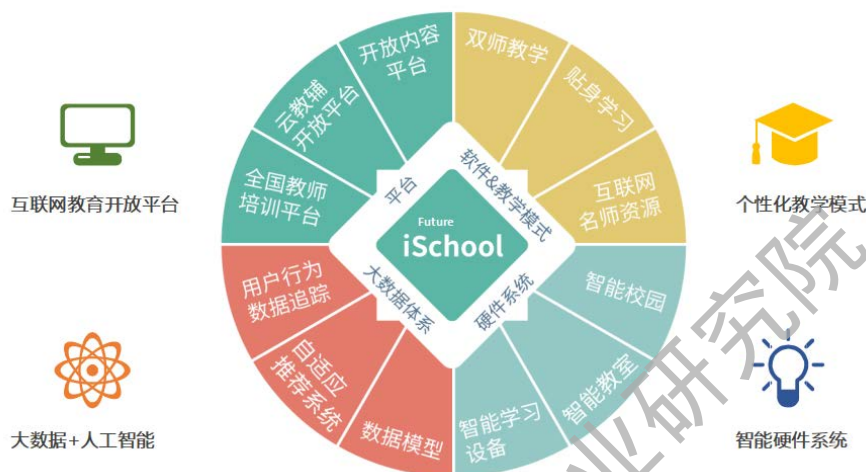


图 103 iSchool 将重构互联网时代教育生态，构建互联网化学校新标准，重新定义未来教育

北京市教委“双师服务平台”

2018 年 4 月，北京市教委宣布 2018 年北京市中学教师开放型在线辅导计划正式启动。今后，北京市的中学生在课后和双休日通过手机、PAD 等移动终端就可以享受全市骨干教师的在线一对一辅导，即享受到“双师服务”（“双师”是指每个孩子、每个学科配一个“临床”老师，即除去在校老师，还有一个在线老师）。该项目由北京市教委委托北师大未来教育高精尖创新中心执行，阿凡题与创新中心开展了合作，并提供了部分技术服务。

“互联网+教育”的跨界融合为教育提供了更多可能性。“双师服务”是“互联网+教育”的创新之举，打破了传统以学校为主体的封闭知识供给体系——学生可以自由地选择学习时间和地点，课上没有弄懂的知识回家接着学，有问题马上就能得到解答。对社会而言，“双师服务”打破了优质学校对优质教师、优质教育资源的垄断，使原先的“教师下乡”变为“教师上网，教育下乡”，不失为均衡教育资源的一种有效做法。



图 104 阿凡题助力北京市政府双师服务，并提供部分技术服务

“智能教育新零售”实体店

一个完全没有老师驻守的“陪写作业专卖店”，让 90% 的学生成绩有所提高。2016 年 8 月，阿凡题自主直营的线下实体店——“智能学习吧”落地，采用线下小班标准化管理、拍照上传批改作业、滴滴“打”老师方式派单、1 对 1 即时呼叫老师辅导难题，并利用大数据算法和深度学习自动为错题打标签，推送举一反三定制化习题。

阿凡题将人工智能技术、互联网师资与线下实体店相结合，深入到全国二三线城市，将优质教育资源带给更多学生。阿凡题把这种线上线下相结合模式称为 OMO（Online Merge Offline），利用“线上个性化教学、线下标准化管理”的管教分离模式，让个性化教育的规模输出成为可能。

阿凡题利用人工智能打造“中央课堂”，赋能线下传统机构，将传统托管业务升级为晚辅。以作业辅导为核心的阿凡题晚辅向后续课程（一对一、班课）的转化率超过 50%，续费率接近 90%。相比传统同类型机构，坪效可做到翻番。目前，阿凡题“智能教育新零售”实体店(包括“阿凡题教育”、“智能学习吧”两个子品牌)已经在全国 20 多个城市拥有近 200 余家校区。



图 105 阿凡题“智能教育新零售”实体店——智能学习吧

人工智能教育始于技术，胜于内容，终于效果，学习效果才是企业竞争力的最终评判要素。对于拥有腾讯基因（腾讯战略布局的教育企业，腾讯“双百计划”重点扶持项目）的阿凡题，新东方、卓越教育集团、华为、昂立教育、北京师范大学未来教育高精尖创新中心等诸多行业巨子都是其重要的合作伙伴。要从根本上改进学习的理念和方式，提高整体教学效率和效果，除却大数据分析 with 人工智能技术的潜心修炼，资源整合能力、闭环生态构建也显得尤为重要。其核心价值是把教育行业从劳动密集型的农业时代带向成本更低、效率更高的工业时代。将 AI 教育做到极致是初心，正如阿凡题的愿景“让每个孩子成为优秀的自己”。

10.10 图普科技

10.10.1 公司简介

广州图普网络科技有限公司（简称图普科技）由前微信创始团队成员、腾讯技术专家李明强于 2014 年 4 月创办于广州，是一家专注于图像识别能力应用的国家级人工智能高新技术企业，以图像识别技术落地应用见长。依托先进的人工智能和计算机视觉技术，图普科技已迅速落地包括互联网、商业智能和泛安防三条业务线。目前图普科技图像识别云平台日均处理图像数据 10 亿次，累计处理超过数千亿次图像。目前，图普科技的客户包括迅雷、小米、美图、秒拍、映客、酷狗、爱回收、

OPPO、美的、金一珠宝等在内的数百家知名企业，成为国内人工智能领域最具影响力的创业公司之一。

图普科技的总部在广州，是华南地区首屈一指的互联网科技公司。公司 70% 的员工为研发人员，汇集了来自哥伦比亚大学、加州理工学院、伦敦大学、荷兰代尔夫特理工大学、罗格斯大学、北京大学、香港中文大学、香港大学、国立台湾大学、浙江大学、中国科学院大学、哈尔滨工业大学等顶级院校的学子，以及出自阿里巴巴、腾讯、中科院、微软亚洲研究院、华为等知名公司的人才。

10.10.2 主营业务

从“AI 鉴黄”起家，到如今图普科技日均处理图像数据超过 10 亿次，在云端设有几百个图像识别接口，相关的算法落地在众多行业领域。现在，图普科技三条产品线并行：互联网、商业智能、泛安防。

互联网

图普科技图像智能审核解决方案率先融合图像识别技术和深度学习技术为互联网公司提供互联网违规图像过滤的整体解决方案。该服务能够精准识别图片及视频中的违规内容，识别准确率超过 99.5%，违规内容过滤召回率超过 95%。通过机器结合人工复审的审核模式，图普科技图像智能审核服务为互联网企业解决涉黄、涉恐、政治敏感、广告等审核问题。目前图普科技图像识别云平台日均处理图像数据 10 亿次，累计处理超过数千亿次图像，赢得了包括映客、秒拍、美拍、唱吧、酷狗等在内的数百家互联网企业和政企机构的信任。

商业智能

图普科技商业智能解决方案成功将人工智能、计算机视觉等前沿技术成果与线下门店的运营管理策略相结合，旨在通过“云+端”的模式，智能分析人、货、场多维度图像信息，为线下零售门店提供客流统计、热区分析和支付人脸绑定等功能，帮助线下门店实现人工智能化升级，提升门店可视化运营的效果，打造全新的新零售

售产品业态。现在图普科技商业智能解决方案已为众多知名品牌连锁企业提供服务，例如 OPPO、美的、爱回收、金一珠宝、胡桃里等。

泛安防

图普科技泛安防解决方案提供基于人脸识别技术的泛安防服务，可广泛应用于教育、社区、商业、公安、金融、物流等领域，有效解决对于可疑人员身份确认、实名制认证、电子围栏、重点人员布控告警等需求。目前图普科技安防教育解决方案主要应用与校园场景，通过人脸识别技术辅助校园智能管理考场、校园考勤、校内安防和行政管理。

10.10.3 核心技术与主要产品

深度学习提高机器识别准确率

图普科技图像识别的技术核心是深度学习理论（Deep Learning）。深度学习就是人工神经网络（Artificial Neural Network，以下简称 ANN）。要了解 ANN，让我们先来看看人类的大脑是如何工作的。

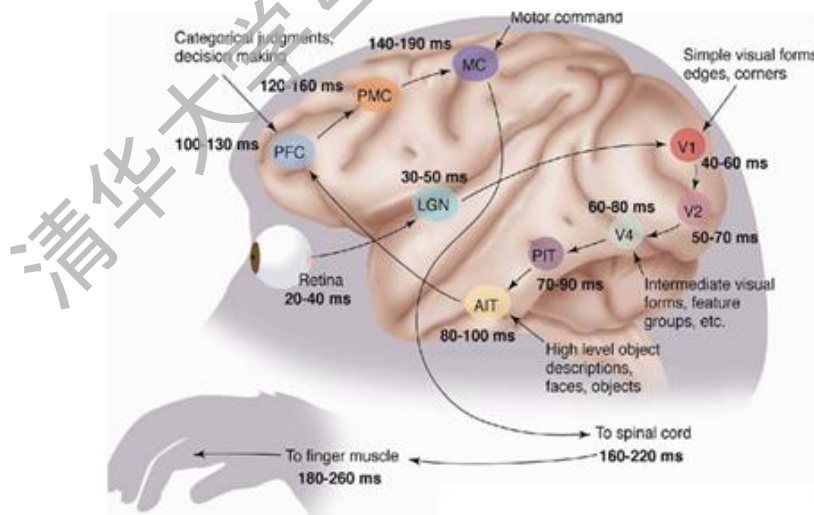


图 106 人脑的视觉处理系统（图片来源：Simon Thorpe）

上图表示人理解外界视觉信息的过程。从视网膜（Retina）出发，经过低级的 V1 区提取边缘特征，到 V2 区的基本形状或目标的局部，再到高层的整个目标（如判定为一张人脸），以及到更高层的 PFC（前额叶皮层）进行分类判断等。也就是

说高层的特征是低层特征的组合，从低层到高层的特征表达越来越抽象和概念化，也即越来越能表现语义或者意图。

深度学习恰恰就是通过组合低层特征形成更加抽象的高层特征(或属性类别)，然后在这些低层次表达的基础上通过线性或者非线性组合，来获得一个高层次的表达。此外，不仅图像存在这个规律，声音也是类似的。

深度学习的一个主要优势在于可以利用海量训练数据(即大数据)，在学习的过程中不断提高识别精度，但是仍然对计算量有很高的要求。而近年来，得益于计算机速度的提升、大规模集群技术的兴起、GPU 的应用以及众多优化算法的出现，耗时数月的训练过程可缩短为数天甚至数小时，深度学习才逐渐可用于工业化。

对于开发团队来说，做该领域的产品困难在于如何获取大规模已标注数据、集成有 GPU 的计算集群以及针对自己的项目调参数，团队需要不断地输入新数据，持续迭代以提高机器识别准确率。

信息时代的变革

每天，全世界每分钟会上传超过 5 亿张图片、上传 20 万小时时长的视频到互联网。相比过去，互联网的数据每年都在爆炸式增长。IBM 的研究称，整个人类文明所获得的全部数据中，有 90%是过去两年内产生的。而到了 2020 年，全世界所产生的数据规模将达到如今的 44 倍。

随着高速网络的普及与智能设备的发展，图片和视频内容已成为用户表达、事件记录分析中不可或缺的部分，在多方面发挥越来越重要的价值。但和传统的文字分析不同，现有的技术对图像内容的解读处于初级阶段，虽然图像的价值日益凸显，但开发者对其的了解依然是冰山一角。

Facebook 的首席技术官 Mike Schroepfer 在 2015 年 11 月都柏林技术峰会表示，他们一直致力于发展图像识别技术，去筛选每天 Facebook 上产生的海量图片内容，目前他们智能系统已经可以自动给图片打简单的标签。不仅仅 Facebook，从国外的 Google、Microsoft、Twitter 接连不断针对人工智能的并购案，到国内的 BAT、华为、京东在 2014 年后开展针对深度学习研究的“军备竞赛”，他们在图像识别的公开测试的接连突破，预兆着人工智能进入了蓬勃发展的开端。

互联网智能审核解决方案

得益于 4G 网络、移动支付和智能手机等几波红利，网络直播、短视频在 2016 年迎来了元年爆发式的增长。全国在线直播平台数量超过 400 家，市场规模高达 150 亿人民币。与市场的“热”不同，受快播案影响及行业乱象频发，在监管层面，网络直播、短视频遭遇了阵阵“寒流”。监管部门接连出手规范，多家直播、短视频平台被约谈、整顿、关闭。文化部曾召开网络表演企业通气会，再次要求各直播、短视频平台对违规内容进行全面自查自清，重点是“清理价值导向错误、低俗色情表演、欺诈消费者和侵犯隐私等”等违规内容。国家相关部门在严查“无证”及违规直播平台时，9 万个直播间被关闭，超过 3 万个账号被封禁，还有一些小型直播平台被清退。

2017 年，网络直播在经历行业被引爆，资本争相追捧的野蛮生长阶段后，已步入相对成熟市场的增长模式。以往砸钱、捧主播、打赏吸金等简单粗暴的方式也不再适用。据企鹅智酷发布的《2017 中国网络视频直播行业趋势报告》显示，直播用户月人均使用时长，由 2016 下半年的峰值 203 分钟，下降至 2017 年年初的 182 分钟。内容为王、提炼变现、技术加持将成为直播行业打破同质化竞争的三大引擎。其中，内容又是核心中的核心。

监管逐渐趋严，对网络低俗、色情、暴力等内容零容忍、严整顿，网络内容平台亟需有效措施解决内容审核方面的漏洞；与此同时，直播、短视频等网络内容平台开始转入精细化运营阶段，图像内容审核将会是个增量市场。

图普科技基于人工智能与图像识别技术领域的深度学习算法，通过大数据持续训练、频繁迭代，提供高精度度的智能审核产品及针对视频、直播的大数据标签及个性化推荐服务，有效地帮助皮业维护良好的网络社区氛围，辅助开发者更好地挖掘图像和视频内容的价值。图普科技互联网智能审核解决方案包含以下产品：

图像内容审查。支持色情/暴恐/广告/政治人脸/自定义检测图片和视频的识别；此外，图普科技还搭建了图像审核云平台，帮助企业高效完成审核；

人脸识别。支持识别多种人脸特征（性别、年龄、颜值等）、人脸位置检测、任意人脸比对、大规模人脸搜索，帮助开发者构建智能商业应用；

自然场景识别。通过识别场景及物体解构图片内容，可用于优化推荐算法、实现图片内容的结构化整理和存储；

证件识别。支持识别身份证、营业执照、行驶证等，优化企业工作效率；

图像美化。支持图片艺术化、黑白照片上色；

图像搜索。用户可以根据样图/视频，在海量图片中快速定位相似的图片/ 视频，显著提升搜索效率；

深度定制。图像识别的应用非常广泛，如车牌识别、车标识别、台标识别等。图普科技接受客户的个性化需求，并尽力提供切实可行的方案。

图普科技面向客户群包括但不限于以下领域：UGC 平台，包括直播、短视频、社交软件、垂直社区（包括游戏社区）、视频网站、论坛、门户等一切用户生成内容的平台，云存储、CDN 平台、版权维护、电商平台、基础电信运营商、安防监控、虚拟现实。图普科技希望能够基于技术优势和对内容的理解，帮助互联网企业完成从文字向图像、视频、直播的转型，完成新的商业模式和产品模式的构建。

商业智能解决方案

图普科技在商业智能上持续发力，致力于用 AI 赋能新零售。图普科技商业智能解决方案成功将人工智能、计算机视觉等前沿技术成果与线下门店的运营管理策略相结合，旨在通过“云+端”的模式，智能分析人、货、场多维度图像信息，为线下零售门店提供客流统计、热区分析等功能，多角度全方位吸引店外客流、统计进店客流、留存购买客流、识别复购客流，帮助线下门店实现人工智能化升级，提升门店可视化运营的效果，打造全新的新零售产品业态。

图普科技为品牌零售门店打造的 AI 互动引流机结合了精准的人脸识别技术、有效的营销手段和趣味的 AR 效果，重点吸引店外客流，现已广泛应用于知名零售品牌门店，简爱家博会、屈臣氏 HWB 大赏等各大展会、以及广州市购书中心等场所。为了对店内客流进行精准分析，图普科技向线下品牌连锁门店提供基于人脸识别摄像头客流统计、热区分析等功能。客流统计功能可以统计和分析店内客流的流量和属性，帮助门店掌握真实进店率，为门店的入口陈列布置、店前促销活动提供决策与评估基础，为分析门店转化率提供可靠数据；热区分析功能可以直观显示进店顾客在店内的长时间停留区域和高关注度货架，帮助门店实现商品摆放陈列的灵活和可视化管理，同时帮助门店优化店员配置。客流统计、热区分析与店外 AI 引流机的营销手段相结合，形成完美的商业闭环。

目前图普科技商业智能产品已在众多连锁企业门店中使用，包括 OPPO、美的、爱回收、金一珠宝、胡桃里等。OPPO 新零售负责人表示，图普科技商业智能产品有效解决了 OPPO 精细化运营的重要需求，为各品牌门店的陈列、人员布置等提供了精准的优化决策基础。

10.10.4 企业优势和前景展望

互联网智能审核解决方案的优势

首先，从纵向对比互联网图像鉴黄的三个阶段，图普科技互联网智能审核解决方案准确率高，能够有效节省人力成本。互联网图像鉴的第一阶段是人肉阶段。十年前，互联网刚刚起步，网络信息还不多，网络环境也不够稳定，互联网鉴黄主要走“人肉攻略”，人工肉眼盯着，发现不良图片及时删除。“三班倒”的人工容易导致审核效率低、误判漏判多等主观性问题

第二阶段是算法过滤阶段。随着互联网的快速发展，网络数据量开始暴增，基本是通过图片 RGB 值识别肤色比例、通过建模识别异常动作、敏感部位等，又或者通过 MD5 的方法过滤。传统的方法准确率非常低，经常误报，MD5 则非常容易被篡改。

第三阶段是深度学习阶段。到了移动互联网阶段，网络数据再次暴增，人工审核连 20% 的数据量也无法承受了，加上视频、直播等业务和数据的爆发式增长，纯靠肤色识别算法作为“过滤”的方式，已经不够用了。现在依托深度学习算法，通过模拟人脑神经网络，构建具有高层次表现力的模型，能够对高复杂度数据形成良好的解读。通过大数据持续训练、频繁的迭代，图普科技智能审核服务的精确度高达 99.5%，有效节省高达 90% 的人工复审工作。

与同类型的 AI 智能审核相比较，图普科技互联网智能审核解决方案也处于领先地位。第一，图普科技的准确率更高。图普科技是国内第一家利用人工智能算法做审核服务的公司，在工程经验、服务专业度方面更胜一筹，产品优化程度更高，能针对不同细分领域做算法调整。第二，产品更全面。图普提供的智能鉴黄、暴恐识别、政治人物识别、低俗内容识别等产品，是积累了大量数据和工程经验之后的业内唯一产品。除了审核服务，还提供多维度的图片增值服务。第三，使用更方便。

客户无需为了使用图片识别服务而绑定任何云计算平台，也可以通过图普入驻的阿里云、七牛、UCloud 等知名平台直接调用。

商业智能解决方案的优势

图普科技致力于用 AI 赋能新零售。通过“云+端”模式，智能分析人、货、场多维度图像信息，帮助商家提升门店的运营坪效。客流统计、店内热区分析、店外互动引流机等，都是图普科技以消费者体验为中心，用 AI+数据驱动泛零售生态的尝试。

从技术方面来看，图普科技基于对客户场景的深刻理解，在硬件选择、部署、参数调试上独有一套机制，保证数据源输入切实有效。除此之外，图普科技的算法始终保持在行业领先水准。同时依托云平台方案，云算法在不断迭代优化，不断利用客户场景内数据优化，提升在客户场景内的识别能力，可以做到行业内最佳的识别效果。

从产品方面来看，图普科技提供完整的方案功能，全方位满足客户需求。一方面，图普科技提供的数据精度非常高，确保高可用性的数据输出。很多零售行业做报表时可以直接把图普科技的数据作为数据源。另一方面，产品在细节上充分考虑到与客户业务形态的配合。比如热力图功能场景下，会有店员影响到热力分布从而影响统计效果，图普科技的产品可以做到剔除掉店员影响，使统计结果更为精确。不仅如此，图普科技的数据输出会结合客户数据形成客户价值，用简单易理解的数据模型与框架去输出数据报告。

从市场方面来看，图普科技在连锁零售领域有大量的探索经验，具备丰富的落地案例。图普科技提供从硬件到后台再到综合服务能力的全套产品，凭借出色的效果上赢得广大客户认可。

让图像识别成为视觉智能时代的水和电

我们目前处于弱人工智能的阶段。图普科技现在做的是把每一个垂直的图像识别技术，通过服务的标准化，通过组合的能力，为企业提供各种连接能力和增值服务，构建基于图片视频时代的新互联网模式。

未来是视觉智能的时代，AI 会成为一种基础服务，这种服务会像电力一样通过网络进行传输。图普科技将通过图像识别云服务，为更多行业提供各种图像识别的能力，让图像识别能力成为支撑未来的一项基础服务，成为视觉智能时代的“水”和“电”。

十一、云计算和人工智能行业总结与展望

11.1 云计算和人工智能发展方向

11.1.1 云计算发展方向

自亚马逊推出弹性计算云服务之后，云计算受到了广泛关注和传播，已经成为定义当前信息技术变革大潮的名称。未来，随着云计算技术发展，其作为支持各行业发展的关键信息基础设施的特点将更加显著。

未来，云生态可能成为云计算产业的竞争力标志，各大 IT 巨头将投入更大成本与精力打造属于自己的云生态，通过“以我为主”，强化对行业的掌控力，更多的云生态战略将被启动。同时，由于更多的企业投入云生态建设，云计算的价格战将进一步加剧。受其影响，云计算的普及将加快，而云计算企业将面临洗牌，中小企业生存难度加大。

但是，要注意到，虽然大企业在云计算行业处于主导地位，但存在一定程度上的同质化，无法满足不同用户千差万别的需求。而随着云计算产业的不断完善，行业分工将进一步精细化，在各个细分行业里，将存在中小企业的生存空间，如游戏云、医疗云，乃至近年来快速成长的视频云等。中小企业将进入这些细分领域，服务具体某一类客户，实现自我价值。

同时，云计算将推动新技术的发展，其中，区块链技术作为近来受到极大关注的新兴技术，云计算将对其的应用落地提供帮助。云计算的资源弹性伸缩、成本低、可靠性高等特点，通过与区块链的结合，可以帮助企业以更低廉成本和更高的效率部署开发区块链，随着区块链逐步走向应用，将有更多云计算企业推出区块链相关的产品和服务。

11.1.2 人工智能发展方向

近几年，人工智能获得了越来越多的关注，正处于发展的黄金时期，被视为是能够引发下一轮技术变革的引擎。由于信息技术已经度过了高速发展的时期，产业发展也逐渐遭遇天花板，步入了同行竞争激烈、创新驱动力疲软的瓶颈阶段，亟待下一次技术变革来打破这种局面。人工智能技术是当下新兴的互联网前沿科技，有着无限潜力，而它作为一种基础技术，能够在各个行业中渗透，为这些传统产业赋能，帮助实现产业的重塑，带来越来越多的发展机遇。

至今，关于人工智能的研究和探索实际上已经进行了 60 多年，随着信息技术发展成熟，人工智能技术的发展也逐渐步入黄金期。数据资源、计算力和深度学习算法是人工智能的三大基本要素，而这三大要素近些年的突破也让人工智能的发展站上了新的台阶，使得人工智能在自然语言处理、计算机视觉技术等各大细分领域中表现得越来越突出，推动人工智能向更高层的感知发展，推动以人工智能技术为底层技术的多种衍生技术或解决方案大规模落地，掀起人工智能热潮。

虽然当前的人工智能技术无法在每个方面都表现出很强的智能，但是对于完成某些特定的任务，已经出现一些能力胜于人类的人工智能，这些人工智能被称为“专有人工智能”。例如利用图像识别技术等的医疗影像人工智能，对于肿瘤细胞或其他一些病灶的识别已经比人类医生快速且准确。人工智能也向多种功能发展，开始向“通用人工智能”过渡，逐渐能够完成较为复杂的多任务工作，满足更多的需求。比如医疗影像 AI 能够识别更多的疾病信息，并且给出辅助诊断意见等。随着技术的不断突破，在将来，人工智能还会逐渐向“抽象人工智能”发展，能够理解人类的情感并做出一些举动来引导用户。比如可能发明出护理型医疗 AI，引导患者正确用药，保持良好生活习惯等等。而最终，当人工智能技术完全成熟之时，可能会有“超级人工智能”诞生，全面超越人类的智能，在各个方面引导和帮助人类。

11.2 云计算和人工智能发展趋势

11.2.1 云计算发展趋势

首先，随着互联网技术的发展，网络攻击的形式更加多样，网络安全面临的形势更加复杂，云安全也将受到更多关注。更多的企业与组织将在安全信息和时间管理平台以及恶意软件检测协议等安全措施上投入更多的资金，以提高网络的安全性。对于云计算服务，实现云安全服务的自动化、加速和集成可以改善其安全性。

其次，越来越多的企业也意识到，不应该采用单一的云提供商而陷入服务的困境，所以，多云部署将在未来被更多的企业所采用。不过，值得注意的是，虽然越来越多的企业开始采用多云策略，但很多企业还不了解如何正确构建其数据基础架构的弹性。许多云计算架构师在设计多云架构方面感到困惑，这是因为它需要更多的云计算提供商的专业知识以及合格的迁移流程。

第三，多云策略的使用将使更多的企业采用云监控服务。这种服务的供应商独立于云计算服务的供应商，可以通过在监视环境中部署或安装网关来监视内部部署环境、托管数据中心，以及私有云服务。

第四，多云策略带来的另一个趋势是降低云服务的成本。由于不同的云计算服务商的定价不同，多云策略将导致云成本的计算变得复杂，企业将可能聘请专门人才来解决这个问题。他们将监控云服务的消费成本并优化，以减少成本。而中小企业将使用云成本管理工具，以监控云计算的消费，并优化成本策略。

最后，易于支付作为云计算服务的主要优势之一，在无服务器云计算中更为明显。无服务器应用可以提供即时支付性付费模式，将极大的方便那些专注于网络安全和恶意软件防护的企业。同时，即时支付型付费模式将使得触发式日志、数据包捕获分析和使用无服务器基础架构的流量信息将变得更加普遍，中小型企业将获得与大型企业一样的规模效益和灵活性。

11.2.2 人工智能发展趋势

从长远来看，人工智能产业进步的核心驱动力必然是技术上的突破。数据资源、核心算法、算力三大因素都将会在未来取得较大进展，共同掀起人工智能新浪潮。

人工智能产业正处于从感知智能向认知智能的进阶阶段，前者涉及的智能语音、计算机视觉及自然语言处理等技术，已具有大规模应用基础，但后者要求的“机器要像人一样去思考及主动行动”仍尚待突破，诸如无人驾驶、全自动智能机器人等仍处于开发中，与大规模应用仍有一定距离。

线下与线上并行服务

分布式计算平台的广泛部署和应用，增大了线上服务的应用范围。同时人工智能技术的发展和产品不断涌现，如智能家居、智能机器人、自动驾驶汽车等，为智能服务带来新的渠道或新的传播模式，使得线上服务与线下服务的融合进程加快，促进多产业升级。

应用场景从单一向多元发展

目前人工智能的应用领域还多处于专用阶段，如人脸识别、视频监控、语音识别等都主要用于完成具体任务，覆盖范围有限，产业化程度有待提高。随着智能家居、智慧物流等产品的推出，人工智能的应用终将进入面向复杂场景，处理复杂问题，提高社会生产效率和生活质量的新阶段。

和实体经济进一步深度融合

党的十九大报告提出“推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合”，一方面，随着制造强国建设的加快将促进人工智能等新一代信息技术产品发展和应用，助推传统产业转型升级，推动战略性新兴产业实现整体性突破。另一方面，随着人工智能底层技术的开源化，传统行业将有望加快掌握人工智能基础技术并依托其积累的行业数据资源实现人工智能与实体经济的深度融合创新。

11.3 云计算和人工智能的未来展望

11.3.1 云计算的未来展望

云计算作为一个能够连接到全球性网络资源的平台,可以给很多企业带来蓬勃发展的机会。通过云计算,企业将可以更好的利用网络开拓新业务,促进产品和服务的快速增长。但与此同时,云计算也会使得很多传统企业退出市场,因为这些传统企业将可能无法适应云计算带来的新变化。而这些企业的出局,以及新技术的应用,将会使得很多员工面临失业的风险,很多人需要经过再培训才能胜任新的挑战。

不过,云计算作为一项技术,最重要的影响是对各类产业的影响。随着大数据技术的发展,大量数据被收集,云计算将对这些数据进行挖掘分析,以最大化这些数据的价值。在此基础上,云计算将深刻改变各类产业的发展,云计算可以帮助其适应移动设备等新平台,例如人工智能产业等。例如,人工智能已经大规模的应用在了手机等移动平台上,但手机会获得电子邮件、短信和照片等很多非结构化数据,分析这些数据需要大量的时间,并且智能手机很少具备数据的处理能力。故此,现在智能手机将这些数据发送给“云”中强大的处理器,通过云计算来处理这些数据。未来,云计算和智能手机的分工将进一步明确,人工智能学习处理数据的过程将在云上进行,而人工智能通过学习得到的知识解决数据问题将发生在手机上,数据的处理时间将会更快。此外,云计算还将加速无人驾驶技术的发展。无人驾驶汽车上的摄像头和传感器可以获得大量数据,通过云计算,这些数据可以得到更好的处理。

11.3.2 人工智能的未来展望

人工智能已经在各个方面对我们的生活有所改善,相关的例子也俯拾即是,比如,一些先进的人工智能系统能够帮助科学家预测环境变化,生态学研究人员能够利用人工智能技术通过预测动物栖息地变化来保护濒危动物。与此同时,人工智能在医疗领域也得到较好地落地,使用人工智能技术能够为特定病患群体寻找最有效的治疗方案,并通过分析数字化的医疗档案来减少医疗失误体的追踪来确定疾病爆发的源头。人工智能系统还能提升公共交通系统的安全性和效率。已有证据表明使

用人工智能技术的自动驾驶汽车可以减少交通事故。而阿里巴巴与杭州政府合力推进智能城市交通体系，以人工智能控制交通信号灯，可以有效减少城市特定区域的拥堵并使通行速度提高 11%。另外，人工智能还被用于预测能源需求，管理能源使用，保护环境和优化能源配置。

尽管人工智能为我们带来了这么多看得见的好处，但是依旧要对其保持批判性的态度。无论是什么技术，都将有可能成为双刃剑，人工智能技术亦是如此。随着人工智能的发展，在短期或长期的未来，社会和人们生活的方方面面都将受到或多或少的影响。人工智能究竟最终会将人类带向怎样的未来？我们至今无法定论，因此还应对其保有审慎的态度。

因为当前人工智能还处在“专用人工智能”的阶段，因此在未来的一段时间内，投入应用的人工智能还是会以服务智能为主。而在服务智能这一领域，人工智能则将不断取得边际型技术进步，比如算法将会不断地改进，训练中需要的数据资源量会减少等等；而在一些诸如自然语言处理等的数据处理方向的细分领域，经过技术进步后将降低对所处理的数据的结构化要求。人工智能也将有着更为广泛的应用方向，通过训练和学习，人工智能将可以帮助多个领域进行辅助决策，例如通过分析天气数据、土壤化学物质指标等生物信息，综合市场走势以及大宗商品交易记录等商业数据，人工智能可以帮助农业产业做决策，推断每年应当种植哪种作物；人工智能也有可能能够理解一些更加抽象的事物，比如人工智能可以通过图像识别技术判断用户表情的变化，分析并推断用户的情感变化，并做出应对。人工智能的应用将进一步深入生活和社会的方方面面，催生出新的生活方式，在各个方面影响社会、商业和经济。人工智能也将向交融互通的方向发展，在“灵敏感知—准确理解—主动决策—自我学习”的循环中不断提升。

数据可获得性高的行业将成为这些服务智能率先施展拳脚之地。智能医疗、智慧金融、智能交通、智慧教育、智能安防、智能零售等行业由于数据的电子化程度、集中度和质量都较高，因此人工智能较容易在这些行业落地，较快较好地解决行业痛点。

在智能医疗方面，人工智能已经能够提供多种服务，未来也将发挥更多的作用。如今，智能医疗已在辅助诊疗、医疗影像技术、疾病预测等方面有着很好的发展。预计未来人工智能将更全面广泛地渗透到医疗领域，帮助更多的用户或患者改善身体健康。在辅助诊疗应用场景下，人工智能可以通过学习大量病历积累经验，无缝

接入到医生和患者诊疗过程中，为医生提供诊疗建议，同时也能够通过智能语音技术整理录入电子病历，提高诊断效率。在疾病预测应用场景下，人工智能能够对疫情相关的各项数据进行分析 and 监测，有着比人类更强的数据处理能力和计算能力，将能够帮助疾病控制中心有效且及时地发现疫情、控制疫情。在医疗影像技术方面，人工智能在专业医师的指导下学习大量医疗镜像图片，将能够很快地运用图像识别技术学会判断病区并在图片上进行勾画，节省了人力资源的同时准确性也得到了一定提升。

在智能金融行业，人工智能的飞速发展也将深刻影响行业。对于用户来说，人工智能将可以帮助其优化资产的配置，针对不同的用户设计个性化的投资方案。对于金融机构来说，人工智能的强大学习能力和计算能力将有希望在未来帮助它们在各类金融交易中建立模型、分析决策，进行风险的评估和防控；除此之外，依托大数据对客户进行画像，人工智能也将精准地为金融机构发现合适的客户并进行匹配；随着图片识别、人脸识别技术和一些生物识别技术的进步，人工智能也将会更为准确、快速地验证用户身份，降低核验成本，同时也能够提高安全性。

在智能交通行业，人工智能将成为智能交通系统的核心技术，将人、车辆、车道路况等交通元素互联互通，实现信息的快速传递和整体交通的优化统筹，通过人工智能设计出不同状况下最为高效、安全、便捷的交通方案并加以协调和实施。例如通过前端设备采集车流量、车速等交通信息，处理后形成实时路况，交由后台人工智能决策系统处理后，再通过道路中信号灯、可变车道行驶方向和路况信息发布平台等可控终端传递指示，让人们合理规划路线，将能够有效地避免拥堵和事故的发生。

在智能教育行业，线上教育的推广以及教学设备的智能化等等都为人工智能在教育方面落地提供了很好的条件。随着人工智能技术的发展，教育机器人的功能和教学水平也将不断提升，这也将为其开拓更大的市场。与此同时，智能辅助系统也将会帮助学生匹配合适的老师。

在智能安防行业，人工智能通过计算机视觉技术对监控录像或图像进行分析和辨别，能够从中快速识别出安全隐患并加以应对，这将解决安防产业面对海量监控视频数据时人手不足的痛点。而随着前端视频的高清化和视频技术的进步，智能安防的识别和判断功能越发成熟和快速，预计在未来能够实现实时监控实时应对的安全防范及处理。这将使得智能安防从被动防御向主动预警发展，视频技术不仅能够

帮助社会安全事件发生后的责任判定也能够用在社会安全事件发生前的防范和发生时的及时阻止。除此之外，人脸识别等生物信息识别的发展将使人工智能广泛应用于精准的门控和卡口，让无人监管真正成为可能。今后智能安防也将成为智慧都市构建中的关键组成部分，联合智慧都市的其他体系一同互联互通协力打造更为智能化的新都市。

在智能零售行业，人工智能将能够与客户交流，提取客户所需的产品的信息后提供精准的推荐和指引。智能导购将大幅提升沟通效率，降低营销人员人力成本，提升用户体验，让消费者享受到更为智能化的服务。

对经济与社会的影响

人工智能能够在劳动力与资源有限时，在技术层面帮助提升生产力，这对于中国老龄化越发严重的现状来说是至关重要的，把握好人工智能技术这一机遇，将有望解决未来劳动力短缺这一困境。于此同时，人工智能的发展也将产生对劳动力市场的影响，这也是不能忽略的。

中国向来被认为是“人口红利”受益的经济大国之一，庞大的劳动力人口促进了经济的增长。但是随着政策和人们观念的改变，人口老龄化成为当下趋势。据推测，中国劳动年龄人口将有可能在 2024 年就达到峰值，随后的五十年中将经历大幅度的下降。这意味着中国将难以维持能够使其经济增长的人口红利。若想要将这种经济增长继续下去，唯一的方式是推动生产力增长。

人工智能将从劳动力供给侧解决这一难题，通过辅助和替代传统的人力劳动，人工智能系统从本源上解决了劳动力短缺这一问题，达到了提升生产力的效果。比如英特尔公司，在引入人工智能机器之前，若芯片生产过程中出现问题，需要大量人力来进行筛查和分析。然而机器的通过学习大量残次芯片的特征后，将能够快速找出问题的根源并予以解决。人工智能能够在制造业和物流行业节省大量人力，还能够通过强大的分析能力来预测故障、找出突破口，以及自动化流程和决策。

酒店和餐饮服务业、制造业以及农业在中国经济结构中占据了相当大的比重，其中包含大量重复的、可自动化的工作内容，这些工作都将有望用基于现有的人工智能技术的自动化设备进行辅助和替代。除了提升生产力之外，人工智能技术的

不断发展也将创造新的产品和服务，提供新的岗位和业务。就在几十年前，还没有人会想到互联网经济催生的新职业，而人工智能也将带来相似的变革。

然而人工智能为经济带来的影响并不全是乐观的，人工智能的大范围运用将进一步拉大收入差距。对重复性大的、可替代的中低端技能劳动力的需求将大幅减少，竞争将变得激烈，而人工智能产业的兴起将使人才市场技能偏好现象越来越严重，精通人工智能技术的人才将会获得很大的青睐并得到很高的报酬。尽管平均收入水平有希望上升，但财富分配则将进一步向具备合适技能的人才聚拢。“数字鸿沟”有可能扩大社会分化。

一个不能忽视的现实是，中国目前可被自动化替代的工作人口数量巨大，据麦肯锡估测，中国近乎 51% 的工作都存在这样的可能，这样庞大的人口数超过世界范围内其他的国家。而在可能被人工智能替代的工作中，中等技能工人将最早受到冲击。与此同时，高端工种也会在一定程度上受到冲击，比如医生、教师等专业人员的部分工作也可能被自动化，并且将更多地重点放在和服务对象的沟通和交流上。

“数字鸿沟”不仅会使得社会贫富差距拉大，还有可能加剧社会中不同群体之间的不平等，比如性别群体。据统计，中国女性学习计算机技术专业的人数不到总人数的五分之一，而可被人工智能替代的几大类工作里，女性的从业率又大大高于男性。高技能职位的两性平权本就远远没有实现，而人工智能却还会进一步加剧这种性别不平等。

与之相似，人工智能的逐步应用也可能进一步拉大富裕沿海地区与欠发达内陆地区的差距，加剧城乡发展的不平衡。只有认真研究充分评估各种可能性，才能规划好人工智能占据重要一席的未来。

对国际关系影响

人工智能的发展大多在开源环境下进行，充分体现了国际合作的重要性。进一步的推进人工智能的发展也需要各国合力提供更为广泛的数据、算法、资金和人才交流。然而，虽然全球经济不断数字化，全球监管方面的许多领域仍是一片空白。赶超人类智力的自动系统带来了诸多伦理及安全问题，也需要国内及国际间的共同协作来解决。

此外，正如基于人工智能技术的自动化将造成劳动力市场分化，技术不发达的发展中国家在这一波发展浪潮中也将落于下风，国家间的“数字鸿沟”进一步扩大。一些国家原本期待快速增长的人口能够推动劳动力密集型经济的发展，但如果大量人力工作被机器取代，甚至可能出现新的社会动荡。

最后，计算机模拟工具已经被广泛运用在战争推演，而人工智能将进一步提升这类模拟的精度和能力。人工智能武器化隐藏着巨大的风险。由美国海军委托撰写的一份报告声称，随着军用机器人的复杂化，人们应更多关注其自主决策能力带来的影响。史蒂芬·霍金、伊隆·马斯克及超过 1000 名人工智能和机器人研究员共同签署请愿信，要求禁止在战争中使用人工智能，并警告“自动化武器”可能带来可怕灾难。人工智能系统正如此前的核能及核武一样，必须通过强有力的国际公约来确保其和平使用，以保障世界各国的安全。

伦理与法律问题的反思

人工智能发展前景广阔，可用于改善医疗、环境、安全和教育，提升民生福祉。与此同时，由于它模糊了物理现实、数字和个人的界限，衍生出了复杂的伦理、法律及安全问题。随着人工智能的逐渐普及，需要审慎管理来应对这一转变。

诚然，人工智能作为一项技术有着改善人们生活的巨大潜力。然而，除了这些潜力外，管理具备自主学习和决策能力的机器也是一项艰巨的任务。许多值得深思的伦理和法律问题因此而生。尽管有阿西莫夫的机器人三大定律存在，但人工智能技术所带来的伦理问题更为微妙，其潜在影响也更为深远，因此很多问题也无法适用，还等待更为完善妥帖的行为准则予以规范。

首先，当传感器和人工智能无处不在时，企业得以不断收集个人信息，不仅在人们使用数字设备时，也在人们往返于公共和私人空间时。在某些特定场合，比如医院，采集这些个人信息极为敏感。这就引发了一系列问题：谁拥有个人数据？数据应以何种方式共享？面对日趋严峻的网络安全攻击又该如何保护数据？

其次，人工智能可能在决策过程中产生无意识的歧视。由于现实世界存在着各种形式的种族歧视、性别歧视和偏见，输入算法中的数据也可能附带这些特征。这样的不道德的行为和语言意识将会通过带有这类信息的训练数据被人工智能所习得。比如，2016 年一家人工智能公司在网络上发布了一个实验性聊天机器人，这

一人工智能在与用户交流的同时也在学习如何交流。令这家公司没有想到的是，机器人竟然学会了各种种族歧视和性别歧视的语言。可以想见，如果有偏见的人工智能处在了决策地位，那么其决策可能会导致特定人群受到不公正的待遇。

除此之外，人工智能在社会的普及过程中也会产生一些法律上的难题。如果人工智能的决策失误甚至发生意外，责任应该如何判定？一旦人工智能拥有较强的智能，能够自主行动时，应该如何进行监管和规范？人工智能研发人员有哪些法律权利与义务？人工智能的所有者又应当分担哪些法律责任与义务呢？

因此，距离人工智能真正走进我们的生活还有很长的路要走，与此同时，也亟待建立一个完善的法律及伦理框架，去规范和制约人工智能的发展。随着技术进步，必将产生更多问题需要去探讨和解决，我们也应当时刻保持批判性的思考和审慎的态度去应对所有可能发生的问题。

清华大学互联网产业研究院

参考文献

- [1] AI(artificialintelligence)[EB/OL].<https://searchenterpriseai.techtarget.com/definition/AI-Artificial-Intelligence>
- [2] Understanding the four types of AI, from reactive robots to self-aware beings[EB/OL].
<https://theconversation.com/understanding-the-four-types-of-ai-from-reactive-robots-to-self-aware-beings-67616>
- [3] [EB/OL].<https://www.pwc.com/gx/en/industries/healthcare/publications/ai-robotics-new-health/transforming-healthcare.html>
- [4] 13waysAIwillchangeyourbusinessin2018[EB/OL].<https://thenextweb.com/contributors/2018/02/16/13-ways-ai-will-change-business-2018/>
- [5] [EB/OL].<https://towardsdatascience.com/4-ways-ai-is-changing-the-education-industry-b473c5d2c706>
- [6] 5WAYSAIISTRANSFORMINGTHEFINANCEINDUSTRY[EB/OL].<https://www.marutitech.com/ways-ai-transforming-finance/>
- [7] How AI And Machine Learning Are Transforming Law Firms And The Legal Sector[EB/OL].<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/05/23/how-ai-and-machine-learning-are-transforming-law-firms-and-the-legal-sector/#3176782232c3>
- [8] 嵌入式：一文看懂 ASIC 和 FPGA 的区别[EB/OL].
<http://www.sohu.com/a/15640956793144>
- [9] AI 芯火热，CPU/GPU/TPU/DPU/NPU/BPU 有啥区别[EB/OL].
<http://www.eefocus.com/mcu-dsp/400197>
- [10] 全球 AI 芯片排行榜发布，解读华为海思、联发科、寒武纪等 7 家公司[EB/OL].
<https://www.ithome.com/html/digi/358467.htm>
- [11] 打造深度学习专用硬件解决方案，AI 时代深鉴科技想用 DPU 取代 GPU [EB/OL].
<http://min.easday.com/mobile/160711071433147.html>
- [12] 火遍手机圈的 AI，究竟带给我们怎么样的惊喜？ [EB/OL].
<https://www.ithome.com/html/next/366556.htm>
- [13] 华为 Mate10 吹嘘这么久的 AI，到底智能在哪？ [EB/OL].
<http://www.eefocus.com/consumer-electronics/394010/r0>
- [14] Nvidia Drive PX2 所用芯片揭秘：采用 GP106 核心[EB/OL].
<https://www.ithome.com/html/digi/217526.htm>
- [15] 特斯拉推广 Autopilot 2.0 自动驾驶系统：真能代替老司机？ [EB/OL].
<https://www.ithome.com/html/auto/275096.htm>
- [16] Uber 自动驾驶再致命，我们才看清特斯拉 Autopilot 2.0 [EB/OL].
<https://zhuanlan.zhihu.com/p/34726492>
- [17] 自动驾驶攻破的难点在哪，何时能到 Level 5？ -陈光的回答[EB/OL].
<https://www.zhihu.com/question/65799732>
- [18] 未来已来—黑科技迎面来袭[EB/OL]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/26368310>
- [19] FPGA vs. ASIC，谁将引领移动端人工智能潮流？ [EB/OL].
<https://zhuanlan.zhihu.com/p/22604670>
- [20] 三分钟搞懂 AI 芯片[EB/OL]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/38002794>
- [21] 盘点 | AI 芯片这么多，你更看好哪个？ [EB/OL].
<https://zhuanlan.zhihu.com/p/26129672>
- [22] 传感器技术发展小述 [EB/OL]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/26214109>

- [23]物联网浪潮来袭，传感器技术的研究方向有哪些？
[EB/OL].<http://www.eefocus.com/sensor/380511>
- [24]揭开 MEMS（微机电系统）的面纱[EB/OL].<https://zhuanlan.zhihu.com/p/21314713>
- [25]解读 | 我国智能制造传感器发展应用及主流制造商盘点
[EB/OL].<https://zhuanlan.zhihu.com/p/37399131>
- [26]现代传感器的发展现状与趋势[EB/OL].<https://zhuanlan.zhihu.com/p/26112695>
- [27]语音识别的技术原理是什么？-chaopig 的回答
[EB/OL].<https://www.zhihu.com/question/20398418>
- [28]机器如何解读语言？中文分词算法你知道几种？
[EB/OL].<https://zhuanlan.zhihu.com/p/21440794>
- [29]深度解读 CMOS 图像传感器，这些知识你都知道吗？
[EB/OL].<http://www.elecfans.com/d/603730.html>
- [30]从原理到制造再到应用，这篇文章终于把 MEMS 技术讲透了！[EB/OL].
https://www.sohu.com/a/134112649_468626
- [31]MEMS 加速度计是什么？加速度计工作原理[EB/OL].
<http://www.elecfans.com/article/88/142/2018/20180508673875.html>
- [32]【最详细】细数手机上的图像传感器[EB/OL].
https://www.bilibili.com/read/cv633484?from=category_26
- [33]看这篇就够了！华为 P20 系列拍照/AI 深度揭秘[EB/OL].
http://tech.ifeng.com/a/20180413/44947124_0.shtml
- [34]2017 年全球传感器市场及排名前十的企业[EB/OL].
https://www.bilibili.com/read/cv633484?from=category_26
- [35]中国十大最赚钱的传感器上市公司大盘点[EB/OL].
<http://shupeidian.bjx.com.cn/html/20140723/530525.shtml>
- [36]浅谈传感器技术支持下的国内智能工厂建设[EB/OL].
http://www.sensorexpert.com.cn/Article/qiantanchuanganganqiwejejis_1.html
- [37]卷积神经网络 CNN 完全指南终极版[EB/OL]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/27908027>
- [38]变形卷积核、可分离卷积？卷积神经网络中十大拍案叫绝的操作[EB/OL].
- [39]<https://zhuanlan.zhihu.com/p/28749411>
- [40]能否对卷积神经网络工作原理做一个直观的解释？-Owl of Minerva 的回答
[EB/OL]. <https://www.zhihu.com/question/39022858>
- [41]YJango 的卷积神经网络——介绍[EB/OL]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/27642620>
- [42]人脸检测与深度学习[EB/OL]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/25335957>
- [43]从 LeNet-5 到 DenseNet [EB/OL]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/31006686>
- [44]AI Talk：基于深度学习的语音合成技术进展[EB/OL].
<https://zhuanlan.zhihu.com/p/36737737>
- [45]语音合成方面，还有比科大讯飞更牛的么？-丁闯的回答[EB/OL].
<https://www.zhihu.com/question/265265221>
- [46]谷歌、Facebook、亚马逊、微软、NVIDIA 及 BAT 在深度学习方面的进展[EB/OL].
<https://zhuanlan.zhihu.com/p/21479333>
- [47]国内有哪些人工智能领域的创业团队或创业公司？-李海洋的回答[EB/OL].
<https://www.zhihu.com/question/23273263>
- [48]与 Hadoop 对比，如何看待 Spark 技术？-用心阁的回答[EB/OL].
<https://www.zhihu.com/question/23273263>
- [49]与 Hadoop 对比，如何看待 Spark 技术？-胖胖熊的回答[EB/OL].
<https://www.zhihu.com/question/23273263>
- [50]什么是大数据？-董俊生的回答 [EB/OL]. <https://www.zhihu.com/question/23896161>

- [51]大数据对于农业的发展会带来什么影响？或具体到对农场经营会有什么启示或者带来什么样的变化？-华华儿的回答[EB/OL].
<https://www.zhihu.com/question/23277145>
- [52]中国企业又在人脸检测算法准确率位列 Fddb 全球第一[EB/OL].
<https://www.leiphone.com/news/201702/g97IN3jn6kfHtS9W.html>
- [53]谷歌推 Tacotron 2，搞定绕口令，效果优于 WaveNet [EB/OL].
<https://blog.csdn.net/yH0VLDe8VG8ep9VGe/article/details/78859730>
- [54]郝敬松.深度学习技术在人脸识别中的应用分析与思考[J].中国安防,2017(11):75-78.
- [55]数字农业技术助力现代农业
[EB/OL].<http://discover.monsanto.com.cn/news-feed/digital-agricultural-technology-assisting-modern-agriculture/>
- [56]国家电网电力大数据应用案例[EB/OL].
<http://shupeidian.bjx.com.cn/news/20180330/888979.shtml>
- [57]展望未来医疗，大数据、人工智能或成助推器 [EB/OL].
<http://www.thebigdata.cn/YingYongAnLi/33665.html>
- [58]大唐电信高速公路交通大数据分析平台 [EB/OL].
<http://www.thebigdata.cn/ITDongTai/34994.html>
- [59]金融科技发力，智能投顾、大数据风控、人脸支付或成主题[EB/OL].
<http://www.thebigdata.cn/YingYongAnLi/33808.html>
- [60]缺席就会输掉未来：BAT 的大数据高战 [EB/OL].
<http://www.thebigdata.cn/YeJieDongTai/33499.html>
- [61]大数据最核心的价值是什么？-刘飞的回答[EB/OL].
<https://www.zhihu.com/question/23273263>
- [62]大数据最核心的价值是什么？-Lincoln 的回答[EB/OL].
<https://www.zhihu.com/question/23273263>
- [63]如何用形象的比喻描述大数据的技术生态？Hadoop、Hive、Spark 之间是什么关系？-sheldon wong 的回答 [EB/OL]. <https://www.zhihu.com/question/27974418>
- [64]大数据最核心的价值是什么？-沈浩翔的回答[EB/OL].
<https://www.zhihu.com/question/23273263>
- [65]与 Hadoop 对比，如何看待 Spark 技术？-用心阁的回答[EB/OL].
<https://www.zhihu.com/question/23273263>
- [66]什么是大数据？-董俊生的回答 [EB/OL]. <https://www.zhihu.com/question/23896161>
- [67]大数据对于农业的发展会带来什么影响？或具体到对农场经营会有什么启示或者带来什么样的变化？-华华儿的回答[EB/OL].
<https://www.zhihu.com/question/23277145>
- [68]分析|移动支付+支付后的生意，商家是否发掘到了扫码的真正价值？ [EB/OL].
<https://zhuanlan.zhihu.com/p/26740635>
- [69]什么是物联网？其发展前景如何？-茉莉花茶的回答[EB/OL].
<https://www.zhihu.com/question/19751763>
- [70]共享单车的扫码解锁原理是什么？ [EB/OL].
<https://www.zhihu.com/question/56387716>
- [71]如何评价小米 AI 智能音箱「小爱同学」？-金士的回答 [EB/OL].
<https://www.zhihu.com/question/62976197>
- [72]什么是物联网？其发展前景如何？-魔灯智媒的回答[EB/OL].
<https://www.zhihu.com/question/19751763>
- [73]ZigBee 不完全指南[EB/OL]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/31268746>
- [74]二维码是什么原理[EB/OL]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/25156968>

- [75]RFID 和 NFC 有什么区别? -李峰的回答[EB/OL].
<https://www.zhihu.com/question/19931182>
- [76]射频识别技术 (RFID) [EB/OL].
<http://iot.ofweek.com/2018-04/ART-132201-11000-30220677.html>
- [77]硬学|谈谈 RFID 技术 [EB/OL].
http://tech.rfidworld.com.cn/2018_06/6809b048dc8c7319.html
- [78]三种近距离技术 ZigBee、蓝牙(Bluetooth)和 WiFi 介绍[EB/OL].
https://blog.csdn.net/qz_27245709/article/details/51612132
- [79]主流物联网通信协议 WIFI、蓝牙、ZIGBEE 的比较[EB/OL].
<http://iot.ofweek.com/2017-04/ART-132209-8120-30123721.html>
- [80]79 元! 米家智能插座增强版发布: 新增双 USB 接口[EB/OL].
<https://www.ithome.com/html/digi/349812.htm>
- [81]「年终盘点」2017 年物联网十大新闻事件[EB/OL].
<http://baijiahao.baidu.com/s?id=1586684991155185128&wfr=spider&for=pc>
- [82]三星推出智能建筑物联网系统: 整合人工智能[EB/OL].
<https://www.ithome.com/html/next/329336.htm>
- [83]爱立信牵手微软,加速物联网全球生态! [EB/OL].
http://www.sohu.com/a/141798831_223764
- [84]身份证将迎大变革, 电子身份标识可避免个人信息泄露[EB/OL].
<https://www.ithome.com/html/it/327301.htm>
- [85]海尔 U+智慧生活 X.0 平台 引领智慧家庭进入美好生活定制时代[EB/OL].
http://www.sohu.com/a/225599749_99907777
- [86]刷脸支付后刷脸取快递, 蚂蚁金服人脸识别技术再次落地[EB/OL].
<http://36kr.com/p/5093152.html>
- [87]【芯闻动态】百度宣布收购人工智能创业公司; 小米与诺基亚达成专利合作; 华为携手 BeWhere 开发 M-IoT 感测应用. [EB/OL].
http://www.sohu.com/a/154699787_467791
- [88]中国移动首张省级 NB-IoT 网络上海正式商用, 首批开通基站 3500 个[EB/OL].
<https://www.ithome.com/html/it/338901.htm>
- [89]改变你对世界看法的五大计算机视觉技术[EB/OL].
<https://yq.aliyun.com/articles/581643>
- [90]一文看懂: “计算机视觉”到底是个啥?
[EB/OL].<http://tech.163.com/16/1115/07/C5T7BN8K00097U80.html>
- [91]最全面的百度 NLP 自然语言处理技术解析[EB/OL].
<http://ai.51cto.com/art/201711/557799.htm>
- [92]数据挖掘技术的基本概念和方法[EB/OL].
http://blog.sina.com.cn/s/blog_627aacb60102wp1u.html
- [93]数据挖掘分类方法小结[EB/OL]. <http://cda.pinggu.org/view/19674.html>
- [94]Robotics Technology - Controllers[EB/OL].
<http://www.electronicsteacher.com/robotics/robotics-technology/controllers.php>
- [95]7 Jobs Intelligent Robots Will Take First (Some Will Surprise You)
[EB/OL].<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/04/27/7-jobs-intelligent-robots-will-take-first/amp/>
- [96]Leading Companies in the Development of Robotics and AI
[EB/OL].<https://www.globalxfunds.com/leading-companies-in-the-development-of-robotics-and-ai/>
- [97]The 5 Chinese Robot Companies That Cannot be Overlooked
[EB/OL].<https://www.roboticstomorrow.com/news/2016/05/10/the-5-chinese-robot-com>

- panies-that-cannot-be-overlooked/8137/
- [98] Top 10 Robotic Applications in the Agricultural Industry
[EB/OL]. <https://blog.robotiq.com/top-10-robotic-applications-in-the-agricultural-industry>
- [99] 搅动金融科技的人工智能，能否颠覆支付格局？. [EB/OL]. (2017.11.9).
<http://column.iresearch.cn/b/201711/814909.shtml>
- [100] 蝶变与重生：大变革下的金融科技创新风口. [EB/OL]. (2017.11.16).
<http://column.iresearch.cn/b/201711/815558.shtml>
- [101] 金融科技时代，财务金融的新物种进阶之路在哪？. [EB/OL]. (2017.11.20).
<http://column.iresearch.cn/b/201711/815937.shtml>
- [102] 新纪元的曙光：金融科技时代的新金融往哪儿走？. [EB/OL]. (2017.11.20).
<http://column.iresearch.cn/b/201711/815938.shtml>
- [103] 商汤科技徐冰：人工智能还将继续颠覆金融科技. [EB/OL]. (2017.11.22).
<http://column.iresearch.cn/b/201711/816132.shtml>
- [104] 金融科技服务实体经济，京东金融从农村做起. [EB/OL]. (2017.12.9).
<http://column.iresearch.cn/b/201712/817716.shtml>
- [105] 金融科技如何赋能实体经济，看这份报告就够了. [EB/OL]. (2017.12.7).
<http://column.iresearch.cn/b/201712/817522.shtml>
- [106] 宗宁：从重到轻，金融科技的 2018. [EB/OL]. (2018.1.16).
<http://column.iresearch.cn/b/201801/820939.shtml>
- [107] 金融科技元年：体量赶超美国，格局未定前路仍在探索. [EB/OL]. (2018.1.29).
<http://column.iresearch.cn/b/201801/821978.shtml>
- [108] 中国金融科技彰显锋芒，全球盈利十强竟占一半. [EB/OL]. (2018.2.13).
<http://column.iresearch.cn/b/201802/822933.shtml>
- [109] AI 强势进驻金融科技的重要一环——智能客服. [EB/OL]. (2018.3.29).
<http://column.iresearch.cn/b/201803/825842.shtml>
- [110] 又一金融科技巨头入局，智慧出行的竞争靠什么胜出？. [EB/OL]. (2018.3.30).
<http://column.iresearch.cn/b/201803/825947.shtml>
- [111] 互金中概股抢滩金融科技. [EB/OL]. (2018.3.29).
<http://column.iresearch.cn/b/201803/825847.shtml>
- [112] 响铃：2018 博鳌金融科技亮点 这些关键词你搞懂了几个. [EB/OL]. (2018.4.12).
<http://column.iresearch.cn/b/201804/829224.shtml>
- [113] 银行电商的“金融科技”标准，从场景、营销到 SAAS 型平台战略. [EB/OL]. (2018.5.17). <http://column.iresearch.cn/b/201805/832500.shtml>
- [114] 各省大力发展金融科技创新 展现产业勃勃生机. [EB/OL]. (2018.5.29).
<http://column.iresearch.cn/b/201805/833895.shtml>
- [115] 夜明前——2017 年中国金融科技发展报告. [EB/OL]. (2017.3.28).
<http://report.iresearch.cn/report/201703/2966.shtml>
- [116] 2018 年中国金融科技发展现状研究——以爱财集团为例. [EB/OL]. (2018.2.27).
<http://report.iresearch.cn/report/201802/3168.shtml>
- [117] 艾瑞：金融与科技的深度合作时代已经到来. [EB/OL]. (2017.8.21).
<http://news.iresearch.cn/content/2017/08/270017.shtml>
- [118] Fintech 产业研究之京东金融：合作输出型金融科技标杆龙头 剑指千亿市值.
[EB/OL]. (2017.8.23). <http://news.iresearch.cn/content/2017/08/270079.shtml>
- [119] 吴逊：金融科技应坚持服务实体经济的“初心”. [EB/OL]. (2017.12.8).
<http://news.iresearch.cn/content/2017/12/272025.shtml>
- [120] 联手 330 家银行背后，金融科技的新旧动能转换. [EB/OL]. (2018.3.27).
<http://news.iresearch.cn/content/2018/03/273731.shtml>

- [121] 金融还是科技? Fintech 企业已到分岔路口. [EB/OL]. (2018.3.27).
<http://news.iresearch.cn/content/2018/03/273732.shtml>
- [122] 腾讯研究院:《腾讯智慧金融白皮书》. [EB/OL]. (2018.4.17).
<http://www.100ec.cn/detail--6445468.html>
- [123] Beyond Fintech: A Pragmatic Assessment Of Disruptive Potential In Financial Services. [EB/OL]. (2017.8.22).
<https://www.weforum.org/reports/beyond-fintech-a-pragmatic-assessment-of-disruptive-potential-in-financial-services>
- [124] MGI_Notes-from-AI-Frontier_Discussion-paper. [EB/OL]. (2018.4).
<https://zh.scribd.com/document/354302891/MGI-Artificial-Intelligence-Discussion-paper-pdf>
- [125] 关于“金融科技”,这或许是最好的科普文.[EB/OL].<https://www.toutiao.com/a6558090136687477256/>
- [126] 《2016-2017 年度人工智能+医疗市场分析及趋势报告》, [EB/OL].http://med.sina.com/article_detail_103_2_28395.html
- [127] OFweek 机器人网. 全球最值得关注的 100 家人工智能公司(中国 27 家)[EB/OL].
http://robot.ofweek.com/2016-10/ART-8321203-8440-30051447_6.html,
2017.10.11/2018.6.8.
- [128] 阿里云推出“ET 医疗大脑”:诊断准确率超医生-阿里云推出 ET 医疗大脑, 诊断准确率超医生-驱动之家[EB/OL].<http://news.mydrivers.com/1/525/525605.htm>
- [129] 阿里巴巴用人工智能进军医疗领域: ET 大脑改变医疗诊断 [EB/OL].http://www.360doc.com/content/17/0331/18/36152302_641761929.shtml
- [130] 阿里云发布“ET 医疗大脑” 尝试从根本上战胜癌症 | 每经 App[EB/OL].<http://www.nbd.com.cn/articles/2017-03-29/1089570.html>
- [131] 人工智能+互联网后, 医疗行业竟成最大受益者 [EB/OL].<http://baijiahao.baidu.com/s?id=1582015452653377579&wfr=spider&for=pc>
- [132] 全面布局 AI, IBM、Google 是如何做的? _IT 新闻_博客园 [EB/OL].<https://news.cnblogs.com/n/556759/>
- [133] iPhone X 引爆生物人工智能, 苹果开启心脏研究, 更有医疗健康的新动向_36 氪[EB/OL].<http://36kr.com/p/5092842.html>
- [134] 张益肇: AI+医疗, 微软有哪些布局? - CSDN 博客 [EB/OL].<https://blog.csdn.net/y2c8ypzc15p/article/details/78557449>
- [135] 百度在人工智能激进 BAT 三大巨头在医疗领域相遇相争 [EB/OL].http://www.360doc.com/content/17/0601/18/36152302_659076728.shtml
- [136] 百度医疗大脑发布 “智能+医疗”时代来临|百度医生|医疗大脑|人工智能 [EB/OL].<http://smart.huanqiu.com/roll/2016-10/9540651.html>
- [137] 无人驾驶不神秘、不遥远 来看看怎么入局. [EB/OL]. (2018.5.4).
<http://news.iresearch.cn/content/2018/05/274324.shtml>
- [138] 美团与百度合作无人驾驶送外卖 首单或落地雄安. [EB/OL]. (2018.4.20).
<http://news.iresearch.cn/content/2018/04/274103.shtml>
- [139] 终于, 阿里也加入了无人驾驶的大军 [EB/OL]. (2018.4.17).
<http://news.iresearch.cn/content/2018/04/274053.shtml>
- [140] 首次路测事故一个月后, 全球自动驾驶企业的众生相 [EB/OL]. (2018.4.19).
<http://news.iresearch.cn/content/2018/04/274083.shtml>
- [141] 阿里确认布局自动驾驶 AI 首席科学家王刚率领研究 [EB/OL]. (2018.4.16).
<http://news.iresearch.cn/content/2018/04/274033.shtml>
- [142] “无人驾驶”可上路测试 管理规范 5 月 1 日起正式施行 [EB/OL]. (2018.4.12).

- <http://news.iresearch.cn/content/2018/04/273992.shtml>
- [143] 从网上卖车到无人驾驶 BAT 正在撼动汽车行业 [EB/OL]. (2018.3.20).
<http://news.iresearch.cn/content/2018/03/273581.shtml>
- [144] 各路诸侯纷纷出手 阻击谷歌独霸自动驾驶汽车地图市场 [EB/OL]. (2018.2.22).
<http://news.iresearch.cn/content/2018/02/273123.shtml>
- [145] 全球无人驾驶技术排名：苹果特斯拉竟然垫底 百度上榜 [EB/OL]. (2018.1.18).
<http://news.iresearch.cn/content/2018/01/272682.shtml>
- [146] 北京首条自动驾驶测试专用道路落地亦庄 [EB/OL]. (2018.1.3).
<http://news.iresearch.cn/content/2018/01/272447.shtml>
- [147] 自动驾驶商业化谁先破局：科技公司？传统车企？ [EB/OL]. (2017.11.16).
<http://news.iresearch.cn/content/2017/11/271592.shtml>
- [148] 国内外巨头企业纷纷投入局无人驾驶 立法应先行 [EB/OL]. (2017.11.8).
<http://news.iresearch.cn/content/2017/11/271417.shtml>
- [149] 无人驾驶汽车还面临两大挑战：数据收集+安全漏洞 [EB/OL]. (2017.10.16).
<http://news.iresearch.cn/content/2017/10/270973.shtml>
- [150] 自动驾驶生态的“无限宝石”集齐了几颗？ [EB/OL]. (2018.5.15).
<http://column.iresearch.cn/b/201805/832252.shtml>
- [151] BAT 盯上同一块肥肉，无人驾驶的背后究竟有多少想象力？ [EB/OL]. (2018.4.27).
<http://column.iresearch.cn/b/201804/830715.shtml>
- [152] 为什么说，“自动驾驶+物流”是个被忽视的市场？ [EB/OL]. (2018.4.27).
<http://column.iresearch.cn/b/201804/830711.shtml>
- [153] 阿波龙发布一周年，百度无人驾驶从“开放”走向“共赢” [EB/OL]. (2018.4.23).
<http://column.iresearch.cn/b/201804/830149.shtml>
- [154] 阿里正式宣布进行无人驾驶研究，BAT 三巨头齐聚 [EB/OL]. (2018.4.18).
<http://column.iresearch.cn/b/201804/829755.shtml>
- [155] 北京颁发首批自动驾驶路测号牌，为什么只发给了百度？ [EB/OL]. (2018.3.23).
<http://column.iresearch.cn/b/201803/825244.shtml>
- [156] AI 两入政府工作报告，百度这次走上了自动驾驶快车道 [EB/OL]. (2018.3.7).
<http://column.iresearch.cn/b/201803/823860.shtml>
- [157] 百度 Apollo(阿波罗)携手黑莓 QNX，无人驾驶汽车迎来规则制定者？ [EB/OL]. (2018.1.8) <http://column.iresearch.cn/b/201801/820204.shtml>
- [158] 为什么 BAT 都看上了无人驾驶，不惜重金投入？ [EB/OL]. (2017.12.28).
<http://column.iresearch.cn/b/201712/819414.shtml>
- [159] 从自动驾驶“国家队”进雄安，看电动汽车技术的发展 [EB/OL]. (2017.12.22).
<http://column.iresearch.cn/b/201712/818871.shtml>
- [160] 不跟 BAT 正面硬抗，自动驾驶领域的创业者可以这样做 [EB/OL]. (2017.11.3)
<http://column.iresearch.cn/b/201711/814355.shtml>
- [161] Chinese government drafts policies for autonomous vehicles[EB/OL].<https://ihsmarkit.com/research-analysis/Chinese-government-drafts-policies-autonomous-vehicles.html>
- [162] Perception, Planning, Control, and Coordination for Autonomous Vehicles[EB/OL].<http://www.mdpi.com/2075-1702/5/1/6/htm>
- [163] 海风教育重磅发布 K12 首个 AI 应用，在线教育进入智能学习时代 [EB/OL]. (2018.4.26). <http://news.iresearch.cn/content/2018/04/274209.shtml>
- [164] 互联网在线教育又现独角兽 网易有道要做一个怎样的互联网教育公司？ [EB/OL]
- [165] 被人工智能吹起来的，除了各种算法、大数据公司，还有一波机器人教育机构。 [EB/OL]. (2017.7.25). <http://news.iresearch.cn/content/2017/07/269398.shtml>

- [166] 新东方的 24 年沉浮，中国教培的一个缩影. [EB/OL]. (2017.8. 21).
<http://news.iresearch.cn/content/2017/08/270026.shtml>
- [167] 又学教育创始人栗浩洋：人工智能如何提升十倍教育效率. [EB/OL]. (2017.8.30).
<http://news.iresearch.cn/content/2017/08/270223.shtml>
- [168] 2018 全球 AI 智适应教育峰会：中美欧三方碰撞，风投机构添彩. [EB/OL].
 (2018.4.12). <http://news.iresearch.cn/content/2018/04/273988.shtml>
- [169] 成长保合伙人兼 CMO 魏俊杰：人工智能在教育方面的应用. [EB/OL].
 (2018.5.24). <http://news.iresearch.cn/content/2018/05/274650.shtml>
- [170] 2017 年中国移动教育行业研究报告. [EB/OL]. (2017.9.12).
<http://report.iresearch.cn/report/201709/3055.shtml>
- [171] 2017 年中国教育培训行业白皮书. [EB/OL]. (2017.11.15).
<http://report.iresearch.cn/report/201711/3086.shtml>
- [172] 2017 年中国 B2B2C 在线教育平台行业研究报告. [EB/OL]. (2017.12.29).
<http://report.iresearch.cn/report/201712/3117.shtml>
- [173] 2018 年中国在线教育平台用户大数据报告—腾讯课堂数据篇. [EB/OL].
 (2018.1.20). <http://report.iresearch.cn/report/201801/3135.shtml>
- [174] 2018 年中国人工智能自适应教育行业研究报告. [EB/OL]. (2018.2.13).
<http://report.iresearch.cn/report/201802/3167.shtml>
- [175] 2018 年中国教育 O2O 服务行业白皮书. [EB/OL]. (2018.4.19).
<http://report.iresearch.cn/report/201804/3200.shtml>
- [176] 2018 年中国 K12 在线教育行业研究报告. [EB/OL]. (2018.5.18).
<http://report.iresearch.cn/report/201805/3213.shtml>
- [177] 他山之石 | 人工智能如何影响文化产业？
 [EB/OL].http://www.sohu.com/a/205779578_782679
- [178] 第一个世界正式的 AI 作曲家 AIVA 是怎样创作音乐的？》
 [EB/OL].<http://mini.eastday.com/mobile/170317202605814.html>
- [179] 文化产业+人工智能大势所趋，这些具体应用你知道多少？
 [EB/OL].<https://www.iyiou.com/p/50730/>
- [180] 关于推动数字文化产业创新发展的指导意见
 [EB/OL].http://www.law-lib.com/law/law_view.asp?id=566293
- [181] 文化部“十三五”时期文化产业发展规划
 [EB/OL].http://www.sohu.com/a/135525090_687011
- [182] 深度智造 | 国内人工智能产业政策分析
https://www.sohu.com/a/227222842_610479
- [183] 中商产业研究院《2017-2022 年中国人工智能行业市场前景及投资机会研究报告》[EB/OL].http://www.askci.com/news/finance/20180111/145541115832_2.shtml
- [184] 政策、监管与规制：《联合国的人工智能政策》解读
 [EB/OL].http://www.tisi.org/4829_55
- [185] 《国内外人工智能的主要政策导向和发展动态》，中通服咨询设计研究院有限公司，唐怀坤
 [EB/OL].http://xueshu.baidu.com/s?wd=paperuri%3A%28a35db7061328562a930e9da0c2dcdafd%29&filter=sc_long_sign&tn=SE_xueshusource_2kduw22v&sc_vurl=http%3A%2F%2Fkn.cnki.net%2FKCMS%2Fdetail%2Fdetail.aspx%3Ffilename%3Dzwdg201805036%26dbname%3DCJFD%26dbcode%3DCJFQ&ie=utf-8&sc_us=2023042588433513818
- [186] Key Information About the Huawei Kirin 970[EB/OL].<http://www.hisilicon.com/en/Media-Center/News/Key-Information-About-the-Huawei-Kirin970>

- [187] HiSilicon: What you need to know about Huawei's chip design unit
[EB/OL].<https://www.androidauthority.com/huawei-hisilicon-852231/>
- [188] Why the Kirin 970 NPU is faster than the Snapdragon 845
[EB/OL].<https://www.androidauthority.com/kirin-970-vs-snapdragon-845-859742/>
- [189] MediaTek VS Snapdragon Processor Full Detailed Comparison 2018
[EB/OL].<https://www.tekz24.com/mediatek-and-snapdragon-processors-full-comparison>
- [190] Qualcomm Faces a Renewed Threat From MediaTek
[EB/OL].<https://www.fool.com/investing/2018/07/06/qualcomm-faces-a-renewed-threat-from-mediatek.aspx>
- [191] Mediatek chip guide: All you need to know about MediaTek processors [EB/OL].
<https://www.androidauthority.com/mediatek-processors-879510/>
- [192] MediaTek Outlines Ambitious Tech Business Plans For 2018
[EB/OL].<https://www.androidheadlines.com/2017/12/mediatek-outlines-ambitious-tech-business-plans-for-2018.html>
- [193] 机器人产业 田丰; 任海霞; PhilippGerbert; 李舒-《人工智能: 未来制胜之道》-2017
- [194] 业界 | 中国《人工智能标准化白皮书 2018》发布完整版(附下载)_搜狐科技_搜狐网[EB/OL].http://www.sohu.com/a/217535812_465975
- [195] Sting.麦肯锡最新报告: 中国人工智能的未来之路
[Z].<https://www.jianshu.com/p/40023c7e3b41>, : 简书,2017.
- [196] 人工智能对人类职业的入侵 - 人工智能 - 电子发烧友网
[EB/OL].<http://www.elecfans.com/rengongzhineng/696151.html>
- [197] 2017 年中国人脸识别行业典型企业案例研究报告-中商情报网
[EB/OL].http://www.askci.com/news/chanye/20171121/172631112396_3.shtml
- [198] 阿凡题-教育先行者, 构建场景解决行业痛点_河北频道_凤凰网[EB/OL].
http://hebei.ifeng.com/a/20180306/6413983_0.shtm
- [199] 阿凡题沉默的 730 天: 半年 100 店, 开创智能教育“新零售”模式_凤凰科技
[EB/OL]. http://tech.ifeng.com/a/20171219/44810954_0.shtml
- [200] 阿凡题全明星研发团队, 用人工智能颠覆在线教育 - iDoNews[EB/OL].
<http://www.donews.com/news/detail/4/2984040.html>
- [201] 阿凡题教育宣传片出炉, 开创教育行业新模式 - iDoNews[EB/OL].
<http://www.donews.com/news/detail/4/2985338.html>
- [202] 融资首发: 阿凡题获 B 轮 6000 万美元融资_科技_腾讯网
[EB/OL].<http://tech.qq.com/a/20151215/018754.htm>
- [203] 阿凡题为何成为家长的最佳选择? - iDoNews[EB/OL].
<http://www.donews.com/news/detail/4/2990922.html>
- [204] 科技助力教育公平化 , 阿凡题人工智能及大数据技术领跑行业_网易新闻
[EB/OL]. <http://news.163.com/17/0116/13/CATHH4JG000187VG.html>
- [205] 北京市中学教师开放型在线辅导计划启动 阿凡题黑科技助力“双师服务”_手机凤凰网[EB/OL]. <http://inews.ifeng.com/57674000/news.shtml>
- [206] 【AAAI Oral】用 DeepMind 的 DQN 解数学题, 准确率提升 15%-科技频道-手机搜狐[EB/OL]. http://m.sohu.com/a/221231524_473283?open_source=weibo_search
- [207] 阿凡题与上海昂立教育达成战略合作, 将人工智能植入传统晚辅[EB/OL].
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1606937947447614388&wfr=spider&for=pc>
- [208] 阿凡题和华为强强联手 引领 AI 教育风向标_中国经济网——国家经济门户
[EB/OL]. http://www.ce.cn/yd/gd/201807/30/t20180730_29889312.shtml
- [209] 孟建柱视察体验阿凡题 iSchool 项目[EB/OL].
<http://static.afanti100.com/yydb/baidu/web/10v1.html>

- [210] Chinese Startup TuSimple Plans Autonomous Trucking Service in Arizona for 2019 [EB/OL].<http://www.thedrive.com/tech/14148/chinese-startup-tusimple-plans-autonomous-trucking-service-in-arizona-for-2019>
- [211] TuSimple Takes a LiDAR-Free Approach to Autonomous Trucks[EB/OL].<https://www.designnews.com/automation-motion-control/tusimple-takes-lidar-free-approach-autonomous-trucks/80622427058808/page/0/1>
- [212] Chinese AI Startup TuSimple Breaks Ten Records in Autonomous-driving Technology[EB/OL].<https://www.prnewswire.com/news-releases/chinese-ai-startup-tusimple-breaks-ten-records-in-autonomous-driving-technology-300343337.html>

清华大学互联网产业研究院