

人工智能发展白皮书 产业应用篇 (2018年)

CAICT 中国信通院

中国信息通信研究院
中国人工智能产业发展联盟
2018年12月

版权声明

本白皮书版权属于中国信息通信研究院和中国人工智能产业发展联盟，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“来源：中国信息通信研究院和中国人工智能产业发展联盟”。违反上述声明者，编者将追究其相关法律责任。

CAICT 中国信通院

前 言

人工智能是一种引发诸多领域产生颠覆性变革的前沿技术，当今的人工智能技术以机器学习，特别是深度学习为核心，在视觉、语音、自然语言等应用领域迅速发展，已经开始像水电煤一样赋能于各个行业。世界各国高度重视人工智能发展，美国白宫接连发布数个人工智能政府报告，是第一个将人工智能发展上升到国家战略层面的国家，除此以外，英国、欧盟、日本等纷纷发布人工智能相关战略、行动计划，着力构筑人工智能先发优势。我国高度重视人工智能产业的发展，习近平总书记在十九大报告中指出，要“推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合”，从2016年起已有《“互联网+人工智能三年行动实施方案》、《新一代人工智能发展规划》、《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划(2018-2020年)》等多个国家层面的政策出台，也取得了积极的效果，我国逐渐形成了涵盖计算芯片、开源平台、基础应用、行业应用及产品等环节较完善的人工智能产业链。

2018 人工智能发展白皮书是中国信息通信研究院、中国人工智能产业发展联盟首次联合发布。本篇为产业应用篇，回顾人工智能发展历史，并重点分析当前人工智能在软硬件支撑平台、基础产品、复合产品、领域应用等方面现状、问题以及趋势，展望未来前景并提出策略建议。

目 录

一、	人工智能产业与应用发展综述.....	1
二、	人工智能产业应用视图.....	3
	（一） 软硬件支撑层.....	3
	（二） 产品层.....	4
	（三） 应用层.....	5
三、	人工智能产业与应用发展现状及趋势.....	5
	（一） 软硬件支撑平台.....	6
	1. 多种人工智能芯片快速创新.....	6
	2. 多方布局人工智能计算框架.....	8
	（二） 人工智能基础产品.....	10
	1. 自然语言处理产品呈现实用化发展趋势.....	10
	2. 知识图谱从实际问题出发呈现多维度应用.....	11
	3. 技术产业协同发展推动计算机视觉实现商业价值.....	14
	4. 人机交互产品已在多个领域实现落地.....	16
	（三） 人工智能复合产品.....	18
	1. 生物识别技术持续融合至各领域.....	18
	2. 以自动驾驶为代表的智能运载产品发展迅速.....	21
	3. 智能机器人技术与产品创新活跃.....	24
	4. 智能设备未来市场空间广阔.....	27
	（四） 人工智能各领域应用.....	30
	1. 人工智能赋能医疗各环节能效初显.....	30
	2. 智能教育加速推进教育教学创新.....	33
	3. 智能交通提升城市管理水平.....	35
	4. 人工智能提升公共安全保障能力.....	36
	5. 人工智能拓展金融服务广度和深度.....	39
	6. 智能家居助力打造智慧家庭.....	41
四、	未来发展建议.....	43
	（一） 趋势展望.....	43
	（二） 策略建议.....	45

一、人工智能产业与应用发展综述

人和动物的根本区别之一是：人类有创造意识，可以制造工具和机械改变生存的空间和环境；而其他动物只能根据环境改造自己。公元前 3000 多年前，古埃及人利用杠杆、滑轮等基础机械修建了雄伟的金字塔。18 世纪中叶，近代蒸汽机诞生，人类第一次获得源源不断的动力，开启了工业革命。19 世纪中叶，电动机诞生。20 世纪中叶，核能、生物技术、电子计算机、航天技术发明和应用。**人类的发展史是不断制造和使用更高级工具的历史。**计算机技术是人类发明创造的巅峰之作，从巴贝奇和艾达·奥古斯塔基于纯机械工程设计的**第一台计算机**，到以图灵（Alan Turing）为代表的现代电子计算机的发展；从认为计算机只能按照人类编好的程序来执行既定任务，到提出计算机可以模拟出人类思维，可以像人一样“独立思考”，图灵称之为“学习机器”¹，人类一直在人工智能的发展方向上不断探索。

1956 年夏天在美国达特茅斯大学的一场学术会议上，人工智能的概念被提出并获得肯定，标志着人工智能科学诞生。不同于传统计算机技术是机器根据既定的程序执行计算或者控制任务，**人工智能可以理解为用机器不断感知、模拟人类的思维过程，使机器达到甚至超越人类的智能。**通常认为，人工智能应用具有自学习、自组织、自适应、自行动的特点，有近似生物智能的效果。

自人工智能科学诞生至今 60 多年的发展历史过程中，各行业的专家学者们做了大量的探索与实践。**人工智能经历了三次发展高潮，**

¹A.M. Turing, Computing machinery and intelligence, 1950.
<https://www.csee.umbc.edu/courses/471/papers/turing.pdf>

分别是 1956-1970 年代，1980-1990 年代和 2000 年代至今。1959 年 Arthur Samuel 提出了机器学习，推动人工智能进入第一个发展高潮期。此后 70 年代末期出现了专家系统，标志着人工智能从理论研究走向实际应用。80 年代到 90 年代随着美国和日本立项支持人工智能研究，人工智能进入第二个发展高潮期，期间人工智能相关的数学模型取得了一系列重大突破，如著名的多层神经网络、BP 反向传播算法等，算法模型准确度和专家系统进一步提升。期间，研究者专门设计了 LISP 语言与 LISP 计算机，最终由于成本高、难维护导致失败。1997 年，IBM 深蓝战胜了国际象棋世界冠军 Garry Kasparov，是一个里程碑意义的事件。当前人工智能处于第三个发展高潮期，得益于算法、数据和算力三方面的共同进展。2006 年加拿大 Hinton 教授提出了深度学习的概念，极大地发展了人工神经网络算法，提高了机器自学习的能力，随后以深度学习、强化学习为代表的算法研究的突破，算法模型持续优化，极大地提升了人工智能应用的准确性，如语音识别和图像识别等。随着互联网和移动互联的普及，全球网络数据量急剧增加，海量数据为人工智能大发展提供了良好的土壤。大数据、云计算等信息技术的快速发展，GPU、NPU、FPGA 等各种人工智能专用计算芯片的应用，极大地提升了机器处理海量视频、图像等的计算能力。在算法、算力和数据能力不断提升的情况下，人工智能技术快速发展。

智能应用成为互联网下一演进阶段周期的核心要义，人工智能部分技术已经进入产业化发展阶段，带来新的产业兴起。基于机器学习

技术快速进步，互联网正凭借快速提升的人工智能，为用户提供个性化、精准化、智能化服务,大幅提升业务体验，并与生产生活的各个领域相融合，有效提升各领域的智能化水平，给传统领域带来变革机遇。

二、人工智能产业应用视图

当前人工智能理论和技术日益成熟，应用范围不断扩大，产业正在逐步形成、不断丰富，相应的商业模式也在持续演进和多元化。人工智能产业应用从下到上，分为软硬件支撑层、产品层和应用层，如错误!未找到引用源。所示。



图1 人工智能产业应用视图

(一) 软硬件支撑层

该层包括了硬件和软件平台。其中硬件主要包括 CPU、GPU 等通用芯片，深度学习、类脑等人工智能芯片以及传感器、存储器等感

知存储硬件，主导厂商主要为云计算服务提供商、传统芯片厂商以及新兴人工智能芯片厂商。软件平台可细分为开放平台、应用软件等，开放平台层主要指面向开发者的机器学习开发及基础功能框架，如 TensorFlow 开源开发框架、百度 PaddlePaddle 开源深度学习平台以及讯飞、腾讯、阿里等公司的技术开放平台；应用软件主要包括计算机视觉、自然语言处理、人机交互等软件工具以及应用这些工具开发的相关应用软件。

核心器件多元化创新,带动AI 计算产业发展。GPU、DSP、FPGA、ASIC 以及类脑等人工智能芯片创新频繁，支撑云侧、端侧 AI 计算需求。AI 计算产业快速发展，尤其是云端深度学习计算平台的需求正在快速释放。以英伟达、谷歌、英特尔为首的国外企业加快各类 AI 技术创新，我国寒武纪、深鉴科技等企业也在跟进。

关键平台逐步形成,是产业竞争焦点。优势企业如谷歌、亚马逊、脸书加快部署机器学习、深度学习底层平台，建立产业事实标准。目前业内已有近 40 个各类 AI 学习框架，生态竞争异常激烈。典型企业如科大讯飞、商汤科技利用技术优势建设开放技术平台，为开发者提供 AI 开发环境，建设上层应用生态。

（二） 产品层

产品层包括基础产品和复合产品。其中基础产品又包括了基础语言处理产品、知识图谱产品、计算机视觉产品、人机交互产品四类，是人工智能底层的技术产品，是人工智能终端产品和行业解决方案的基础。复合产品可看作为人工智能终端产品，是人工智能技术的载体，

目前主要包括可穿戴产品、机器人、无人车、智能音箱、智能摄像头、特征识别设备等终端及配套软件。

人工智能产品形式多样，已涵盖了听觉、视觉、触觉、认知等多种形态。无论是基础产品还是复合产品，能够支持处理文字、语音、图像、感知等多种输入或输出形式，产品形式多样，如语音识别、机器翻译、人脸识别、体感交互等。全球互联网企业积极布局各产品领域，加强各类产品 AI 技术创新，有效支撑各种应用场景。

（三）应用层

应用层是指人工智能技术对各领域的渗透形成“人工智能+”的行业应用终端、系统及配套软件，然后切入各种场景，为用户提供个性化、精准化、智能化服务，深度赋能医疗、交通、金融、零售、教育、家居、农业、制造、网络安全、人力资源、安防等领域。

人工智能应用领域没有专业限制。通过人工智能产品与生产生活的各个领域相融合，对于改善传统环节流程、提高效率、提升效能、降低成本等方面提供了巨大的推动作用，大幅提升业务体验，有效提升各领域的智能化水平，给传统领域带来变革。

三、人工智能产业与应用发展现状及趋势

人工智能技术快速发展，部分技术进入产业化阶段，带来新产业的兴起。从产业规模看，2017年国内人工智能市场规模达到237.4亿元，相较于2016年增长67%²。其中以生物识别、图像识别、视频识

² 数据来源：中国信通院

别等技术为核心的计算机视觉市场规模最大，占比 34.9%，达到 82.8 亿元³。从产业结构看，人工智能产业可分为基础计算和软件平台、核心软件和设备、行业领域应用三大部分，其中核心软件和设备、行业领域应用是增长最快的部分。从企业来看，谷歌、苹果、Facebook、微软、百度等互联网、移动互联网企业均将 AI 作为下一阶段战略发展重点，加快推进基础算法、平台和智能设备研发，与高校和科研院所一并成为推动产业发展的主要动力；创业热潮与投融资热情在 2017 年回归理性，但整体来看 AI 创新企业和独角兽企业已具备一定规模，2016 年全球新增初创企业 738 家，2017 年新增初创企业降至 324 家⁴。从产业生态来看，目前人工智能产业生态模式尚未锁定，各种产业模式均在探索。以谷歌、亚马逊等企业为首的国外领先企业侧重于从芯片、操作系统到运行框架打造垂直生态，并快速将自有架构通过开源、开放等方式进行产业推广，力争形成行业事实标准。国内产业生态偏重于框架层和应用层，尤其是应用层软件技术和平台发展快速。

（一）软硬件支撑平台

1. 多种人工智能芯片快速创新

人工智能发展浪潮成为拉动芯片市场增长的新的驱动力。根据预测，全球人工智能芯片市场规模在 2016 年约为 24 亿美元，到 2020 年规模将接近 150 亿美元，复合年均增长率保持超过 40% 的高速率；同时，人工智能芯片在人工智能整体市场规模占比也将呈现逐年递增

³ 数据来源：中国信通院

⁴ 数据来源：中国信通院

态势，预计将从 2016 年的 8% 增长至 2020 年的 12%⁵。

人工智能芯片产业体系初步形成。人工智能芯片指能够实现各类深度学习算法加速的计算芯片。深度学习算法的运行对卷积、矩阵乘法运算任务以及内存存取等操作较为频繁，对于更擅长串行逻辑运算的 CPU 而言计算效率较低，难以满足需求。现阶段人工智能芯片类型主要涵盖包含 GPU、FPGA、ASIC、类脑芯片等。其中，GPU 芯片通用性较强且适合大规模并行计算，但售价贵、能耗高；FPGA 可通过编程灵活配置芯片架构适应算法迭代且能效优于 GPU 芯片，但产品开发技术门槛较高，开发生态不完善；ASIC 芯片通过将算法固化实现极致的性能和能效，且大规模量产后成本优势突显，但前期开发周期长易面临算法迭代风险。类脑芯片目前仍处于实验室研发阶段。

领先企业加快人工智能芯片布局。英伟达凭借高性能的 GPU 芯片占据应用规模优势，AMD、英特尔、谷歌等企业加速追赶。英伟达快速推出针对人工智能运算优化的 Tesla GPU 系列产品，其中最强大 V100 GPU 芯片提供每秒 120 万亿次张量计算能力，同时拓展 CUDA 生态开发深度学习加速库 cuDNN，提升 GPU 面向深度学习算法和主流开发框架的运行效率，强劲的硬件性能和完善易用的开发者生态助力英伟达迅速形成了巨大的市场优势，现有客户覆盖谷歌、脸书、微软等巨头企业和大量的初创企业、科研院所等。AMD 也加速追赶，最新发布全球首款 7nm 制程、专为人工智能任务设计的 GPU 芯片产品，试图抢攻服务器和 workstation 市场。与此同时，英特尔、谷歌等企业

⁵ 数据来源：CITICS《人工智能深度系列研究报告》报告。

开发兼具更高能效和低成本优势的 ASIC 芯片构筑竞争实力。谷歌面向谷歌云业务需求自研人工智能 ASIC 系列芯片 TPU，其中，训练芯片具备实现业界最高的每秒 180 万亿次峰值浮点计算能力，TPU 芯片也与旗下 TensorFlow 开发框架、算法和谷歌云平台深度耦合构建垂直完备的产业生态；英特尔收购芯片初创企业 Nervana 掌握 ASIC 训练芯片技术，第二代产品将于 2019 年下半年正式推出，性能对标谷歌 TPU 产品。

2. 多方布局人工智能计算框架

基础开发框架在人工智能产业链中占据承上启下的核心地位。在移动互联网时代，Android 系统通过 GMS 与下游云服务松耦合，通过版本控制与上游芯片、整机厂商紧耦合，实现以 Android 操作系统为核心的移动互联网闭环生态。在人工智能时代，开发框架也具备媲美 Android 操作系统的核心地位，具有统领产业进步节奏、带动硬件配置、终端场景与云端服务协同发展的核心作用，占据承上启下的关键地位。以 Google 深度学习开发框架 TensorFlow 为例，TensorFlow 向上与谷歌云紧密绑定，以云平台模式提供云机器学习服务，向下与芯片和硬件厂商紧密耦合做定制优化，谷歌 TPU 专用于 TensorFlow。

领先企业围绕开发框架平台呈现多元化发展模式。一是纵向打通模式，从硬件到开源平台再到云平台至应用服务，贯通产业链上下游，构建全产业链生态，谷歌为其典型代表；二是向上布局行业应用服务模式，以业务为导向，通过核心平台向上布局重点行业应用，如亚马逊、阿里等；三是算法下沉于硬件模式，核心算法固化于硬件，以硬件形

态提供行业通用或专用计算能力，如寒武纪；**四是**以核心平台开放基础能力，为行业提供基础能力，如讯飞为行业提供基础语音识别基础技术，商汤为行业提供人脸识别基础技术等。在四种发展模式，云平台和应用服务产生的所有数据均回流于训练平台进行数据反哺，可有效提升平台的综合能力。

国际巨头开源人工智能开发框架意图加快掌握技术产业组织的主动权。国际巨头纷纷布局开发框架，意图加快掌握技术产业组织的主动权，占领客户、应用和数据资源，逐步建立新的产业格局和技术标准。2013年，伯克利大学贾清阳博士宣布开源深度学习框架 Caffe，成为第一个主流工业级深度学习工具。2015年11月，Google 开源深度学习框架 TensorFlow，具备深度学习基本算法，可满足图形分类、音频处理、推荐系统和自然语言处理等基本功能，成为 GitHub 最受欢迎的机器学习开源项目，目前吸引 ARM、京东等大批合作伙伴。2016年，亚马逊宣布 MXNet 作为其官方支持框架，具有优异分布式计算性能，拥有卡耐基梅隆、英特尔、英伟达等众多合作伙伴，国内图森互联和地平线等公司也有使用。2015年11月，IBM 宣布开源机器学习平台 SystemML，可根据数据和集群特性使用基于规则和基于成本的优化技术动态地编译和优化，应用在不同工业领域。2016年9月，百度开源其深度学习平台 PaddlePaddle，可提供机器视觉、自然语言理解、搜索引擎排序、推荐系统等功能。2017年6月，腾讯和北京大学、香港科技大学联合开发的高性能分布式计算平台 Angel 正式开源，具有较强的容错设计和稳定性。众多开源学习框架促进人

工智能应用程序发展。据 IDC 预测，到 2020 年，60% 的人工智能应用程序将在开源平台上运行。

（二）人工智能基础产品

1. 自然语言处理产品呈现实用化发展趋势

自然语言处理（NLP）是指机器理解并解释人类写作、说话方式的能力，是人工智能和语言学的一部分，它致力于使用计算机理解或产生人类语言中的词语或句子。自然语言处理主要涉及语音识别、语音合成、语义理解、机器翻译，自然语言类产品呈现实用化的发展趋势，但是产品成熟度上仍存在较大的提升空间。

语音识别受到国内外商业和学术界的广泛关注，在无噪音无口音干扰情况下可接近人类水平。目前语音识别的技术成熟度较高，已达到 95% 的准确度，但背景噪音仍难解决，实际应用仅限于近距离使用。我国语音识别技术研究水平良好，基本上与国外同步，科大讯飞语音识别成功率达到 97%，离线识别率亦达 95%。此外，我国在汉语语音识别技术上还有自己的特点与优势，已达到国际先进水平。语音识别产品方面，微软、谷歌、亚马逊，以及国内的百度、讯飞、思必驰等企业均推出了各自基于语音交互的产品，其中以输入法、车载语音、智能家居、教育测评最为普遍。

机器翻译是当前最热门的应用方向，由于自然语言语义分析的复杂性，翻译水平还远不能和人类相比。近年来机器翻译技术越发成熟，各大厂商都积极投身于这个备受关注的机器翻译领域，谷歌使用深度学习技术，显著提升了翻译的性能与质量。各大互联网公司相继推出

自己的翻译系统，谷歌、微软、有道、科大讯飞、百度、搜狗等均上线或更新了翻译产品。例如阿里机器翻译基于阿里巴巴海量电商数据，并结合机器学习、自然语言处理技术，实现多语言语种识别与自动翻译功能，为跨境电商信息本地化与跨语言沟通提供精准、快捷、可靠的在线翻译服务。2017年科大讯飞晓译翻译机 1.0plus 可以在没有网络的情况下提供基本翻译功能。机器翻译应用情景简单，具体有词典翻译软件、计算机辅助翻译软件和机器翻译软件，目前还主要体现在简单沟通交流层面，如商业交流、旅游交际、新闻编译、游戏组队、影片字幕、国际比赛等。受到语义理解所限制，也不具备优秀的人工译者所有的丰富的人生阅历和创造性想象力，机器很难翻译有背景的复杂句子，此外，对于书籍翻译、专业性强的高级会议口译等翻译质量要求高的场景，机器翻译技术还有待提高。

2. 知识图谱从实际问题出发呈现多维度应用

知识图谱概念由谷歌 2012 年正式提出，其初衷是为了提高搜索引擎的能力，改善用户的搜索质量以及搜索体验。知识图谱是具有向图结构的一个知识库，其中图的节点代表实体或概念，而图的边代表实体/概念之间的各种语义关系，其起源可以追溯到 20 世纪 50 年代的语义网络，本质上是使机器用接近于自然语言语义的方式存储信息，从而提升智能信息检索能力，现已被广泛应用于智能搜索、智能问答、个性化推荐等领域。

知识图谱经历了由人工和群体协作构建到利用机器学习和信息抽取技术自动获取的过程。早期知识图谱主要依靠人工处理获得，如

英文 WordNet 和 Cyc 项目。通过人工处理，知识图谱将上百万条知识处理为机器能够理解的形式，使机器拥有判断和推理能力。随着互联网上最大群体智能知识库维基百科的建立，出现了 DBpedia、YAGO 以及 Freebase 等依托大规模协同合作建立的知识图谱。随着大数据时代的到来，知识图谱的数据来源不再局限于百科类的半结构化数据和各类型网络数据。知识图谱利用机器学习和信息抽取技术自动获取 Web 上的信息构建知识库，并更关注知识清洗、知识融合和知识表示技术，如华盛顿大学图灵中心的 KnowhAll 和 TextRunner、卡内基梅隆大学的“永不停歇的语言学习者”(Never-Ending Language Learner, NELL)都是这种类型的知识图谱。

目前，大多数知识图谱都是采用自底向上的方式进行构建，包括知识获取、知识融合和知识加工三个阶段。由于互联网上存在大量异构资源，通常无法通过自顶向下预先定义或直接得到本体的数据。因此，自底向上就成为了当前知识图谱的主要构建模式，即首先获得知识图谱的实体数据，通过知识获取、知识融合、知识加工以及知识更新构建图谱本体。半结构和非结构化数据将通过概念层次学习、机器学习的方法实现知识获取。异构知识库将通过语义集成等方法实现知识融合。此外，对于经过融合的新知识需进行进一步加工，旨在实现质量评估，以确保知识库的质量。

基于知识图谱的服务和应用是当前人工智能的研究热点。当前，知识图谱的应用可以归纳为语义搜索、知识问答以及基于知识的大数据分析与决策三个方面：

在语义搜索方面，由于知识图谱所具有的良好定义的结构形式，语义搜索利用建立大规模数据库对关键词和文档内容进行语义标注，从而改善搜索结果。国外搜索引擎以谷歌搜索和微软 Bing 最为典型。一方面，基于知识图谱的搜索引擎相继融入了维基百科、CIA 世界概览等公共资源。另一方面，搜索引擎与 Facebook、Twitter 等大型社交企业达成了合作协议，在个性化内容的搜集、定制化方面具有显著优势。国内主流搜索引擎公司近年来也相继将知识图谱的相关研究从概念转向具体产品应用。搜狗“知立方”是国内搜索引擎中的第一款知识图谱产品，它通过整合碎片化的语义信息，对用户的搜索进行逻辑推荐与计算，并将核心知识反馈给用户。百度将知识图谱命名为“知心”，主要致力于构建一个庞大的通用型知识网络，以图文并茂的形式展现知识的各方面。

在知识问答方面，基于知识图谱的问答系统通过对用户使用自然语言提出的问题进行语义分析和语法分析，进而将其转化成结构化形式的查询语句，然后在知识图谱中查询答案。目前，国内外形式多样的问答平台都引入了知识图谱，例如苹果的智能语音助手 Siri 能够为用户提供回答、介绍以及搜索服务；亚马逊收购的自然语言助手 Evi，采用 True Knowledge 引擎进行开发，也可提供类似 Siri 的服务。国内百度公司研发的小度机器人、小米智能音响、阿里巴巴天猫精灵等都引入知识图谱技术，开始提供交互式问答服务。

在分析与决策方面，利用知识图谱可以辅助行业和领域的大数据分析和决策。例如在股票投研情报分析方面，通过知识图谱技术从招

股书、公司年报/公告、券商研究报告、新闻等半结构化文本数据中自动抽取公司相关信息，可在某个宏观经济事件或者企业突发事件中通过此图谱做更深层次分析和更好的投资决策。目前，高盛、JP 摩根、花旗银行等国际著名投行均开展了相关探索和应用。美国 Netflix 也利用其订阅用户的注册信息和观看行为构建知识图谱，分析用户喜好从而推出新的在线剧集。

3. 技术产业协同发展推动计算机视觉实现商业价值

计算机视觉指通过电子化的方式来感知和认知影像，以达到甚至超越人类视觉智能的效果，是人工智能领域最受关注的方向之一。虽然计算机视觉在当前阶段仍然存在大量尚待解决的问题，但得益于深度学习算法的成熟和应用，以图像分类识别为代表的侧重感知智能的计算机视觉产品已经广泛应用于安防、金融、零售等产业，助力相关产业向智能化方向升级。

神经网络和深度学习的快速发展极大地推动计算机视觉的发展，大型神经网络在计算机视觉的部分细分领域已经取得优秀的成果。2017 年 ImageNet 最后一届图像分类竞赛上，基于大型神经网络的分类算法在图像分类（1000 类）任务中，将 TOP5 分类的错误率降至 2.25%⁶，已经大幅领先于人眼的分类识别能力。2018 年在 ActivityNet 视频理解竞赛上，百度团队在 Kinetics 视频动作识别任务中将平均错误率降至 10.9%⁷，所使用的相关技术已经应用于实际线上视频分类系

⁶ ImageNet, Large Scale Visual Recognition Challenge 2017 (ILSVRC2017), <http://image-net.org/challenges/LSVRC/2017/results>

⁷ ActivityNet, Large Scale Activity Recognition Challenge 2018, <http://activity-net.org/challenges/2018/evaluation.html>

统，为视频打标签、视频对比和视频推建等业务场景提供语义化解析功能。

计算机视觉产品已在安防、金融、互联网、零售、医疗、移动及娱乐等产业逐步输出商业价值。在金融、移动、安防等产业，人脸识别是当前商业成熟度较高的计算机视觉产品，广泛应用于账号身份认证、手机刷脸解锁、人流自动统计和特定人物甄别等诸多场景。在互联网、零售、移动产业，图像搜索产品可为用户提供更为便捷的视觉搜索能力。例如：eBay 于 2017 年 10 月在其购物平台上增加了新的反向图像搜索工具，以帮助用户使用现有照片查找商品项目；Google 公司 2018 年 3 月宣布其 Google Lens 图像搜索服务目前已可应用于 android 和 IOS（通过 GooglePhoto 项目）智能手机，该服务通过手机摄像头查看周遭环境并为用户提供与之相关的情境信息。在医疗产业，计算机视觉可提供临床治疗中早期病理筛查能力。加州大学伯克利分校放射与生物学成像系和放射学大数据小组在对早期阿尔茨海默症诊断研究中，通过计算机视觉技术在小规模测试（对来自 40 名患者的 40 个成像检查的单独测试）中，对平均发病超过 6 年的阿尔茨海默症病例发现率达到了 100%⁸。

全球计算机视觉产业发展迅速，计算机视觉公司快速涌现。根据 MarketsandMarkets 报告显示，2017 年基于人工智能的计算机视觉全球市场规模为 23.7 亿美元，预计 2023 年会达到 253.2 亿美元⁹。预测

⁸ Yiming Ding, Jae Ho Sohn, A Deep Learning Model to Predict a Diagnosis of Alzheimer Disease by Using 18F-FDG PET of the Brain, 2018-11-6, <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2018180958>

⁹ 中国信息通信研究院，2018 世界人工智能产业发展蓝皮书
<http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/201809/P020180918696199759142.pdf>

期（2018-2023）内复合年增长率 47.54%¹⁰。市场上一大批计算机视觉公司如雨后春笋般快速涌现，其中以谷歌、微软、亚马逊为代表的大型跨国科技企业除计算机视觉领域外，还积极布局人工智能全产业各个领域。我国企业虽然在计算机视觉领域起步较晚，但发展速度很快，已经涌现出一批市场估值高达百亿人民币的独角兽企业。例如：成立于 2014 年的商汤科技，广泛服务于安防、金融、移动等产业，客户包括 Qualcomm、英伟达、银联、华为等知名企业及政府机构。2017 年 7 月，商汤科技宣布完成 4.1 亿美元 B 轮融资，创下当时全球人工智能领域单轮融资最高纪录。2018 年，商汤科技在 4 月和 5 月连续宣布获得 6 亿美元 C 轮融资和 6.2 亿美元 C+轮融资。成立于 2015 年的云从科技，深耕安防、银行、机场等重点产业场景，先后与公安部、四大银行、民航总局等产业界成立联合实验室。2017 年 11 月云从科技正式完成 B 轮融资，总计获得 25 亿元人民币发展资金。成立于 2014 年的码隆科技，为京东、唯品会、可口可乐、蒙牛等零售企业提供商品属性识别、商品图像检索服务。2017 年 11 月码隆科技完成由软银中国领投的 2.2 亿元人民币的 B 轮融资，成为软银中国在华投资的第一家人工智能公司。

4. 人机交互产品已在多个领域实现落地

人机交互主要是研究人和计算机之间的信息交换，按照交互方式分为语音交互、情感交互、体感交互、脑机交互。目前，人机交互已取得一定研究成果，依赖不同的人机交互技术，不少产品已经问世，

¹⁰ 中国信息通信研究院，2018 世界人工智能产业发展蓝皮书
<http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/201809/P020180918696199759142.pdf>

并覆盖多个领域。但从整体上来看，受语音、视觉、语义理解等技术条件的限制，人机交互产业还处于萌芽期。人脸表情交互在移动应用产品设计中已得到初步应用，例如由 Takuto Onishi 开发的 iOS 应用程序“twika^o^”，可以帮用户把人物面部真实表情转化成文字符号表情。体感交互目前处于发展初期，主要应用在智能家居、体感游戏等方面，用户可以利用自己的身体移动来控制智能家居设备，Kinect 一直在体感游戏方面发力，国内也有相关产品出现，例如速盟享动、绿动、运动加加等，但是在效果体验等方面发展层次不齐。

人机交互的发展过程，经历了 PC 时代、移动互联网时代，现在已进入智能生活时代。PC 时代的交互方式主要是键盘+鼠标，移动互联网时代的交互方式主要是触摸、手写和手势，而智能生活时代的交互方式开始走向语音和视觉。人机交互的发展史，就是走向自然交互的发展过程——从以机器为中心的人机交互，走向以人为中心的自然交互。

语音助手在人工智能领域的发展已相对完善。据市场研究机构 Strategy Analytics 的数据显示，2017 年，GoogleAssistant 在智能手机语音助手市场中占主导，为 46%，苹果 Siri 排名第二，占 40.1%，百度 DuerOS 和三星 Bixby 分别占 13%。2019 年全球超过一半的智能手机将拥有语音助手，甚至到 2023 年，这一份额将增长至 90%。目前，智能语音助手还处于智能应用的早期，只是作为一个内置或用户下载的 APP 供用户使用，在实际应用中并没有起到杀手级效应。智能语音助手使用率、活跃率、留存率都较低，即使 Siri 也不例外。智

能语音助手的语音交互输出在很多场景下是无法展现图片那样丰富的信息的，一句语音的输入反馈输出的信息量更少，得不断进行高频率的互动来提高识别率。从应用方向和场景来看，语音助手主要用于消费级产品和专业级行业应用，消费级市场主要应用于衣食住行等生活场景，如手机、智能车载、智能家居、可穿戴设备等，专业级行业应用主要应用于医疗、教育、呼叫中心、庭审等特定场景。

脑机交互将助力人工智能迈向人类智能。国外的脑机交互研究中，“植入式”技术美、荷领先，美国在人机应用研究方面已实现了突破。“非植入式”技术则初探市场，产品迭出，例如日本本田公司生产了意念控制机器人，操作者可以通过想象自己的肢体运动来控制身边机器人进行相应的动作。美国罗切斯特大学的一项研究，受试者可以通过 P300 信号控制虚拟现实场景中的一些物体，例如开关灯或者操纵虚拟轿车等。

（三）人工智能复合产品

1. 生物识别技术持续融合至各领域

生物识别产品主要是指通过人类生物特征进行身份认证的一种产品。人类的生物特征通常具有唯一性、可测量或可自动识别和验证、遗传性或终身不变等特点，因此生物识别认证技术较传统认证技术存在较大的优势。通过对生物特征进行取样，提取其唯一的特征并且转化成数字代码，并进一步将这些代码组成特征模板。生物识别产品包含诸如指纹识别、人脸识别、虹膜识别、指静脉识别、声纹识别以及眼纹识别等。

指纹识别技术是最成熟成本最低的生物识别技术。其在生物识别技术产业的占比最高，但随着其他识别技术的发展，所占比重逐年下降。指纹识别是通过分析指纹全局和局部特征，例如脊、谷、终点、分叉点或分歧点，再经过比对来确认一个人的身份。电容技术则是目前最常用的采集指纹的技术。通过按压到采集头上手指的脊和谷在手指表皮和芯片之间产生的不同电容，芯片通过测试得到完整的指纹信息。德国 IT Werke 公司于 2011 年发布了一款“指纹付款”软件，这是一套只需“刷指纹”便可完成付账的新兴软件。这种便捷的“刷指纹”付账服务目前已经在德国西南部一些超市、酒吧甚至学校饭堂推广。德国著名连锁超市 Edeka 超市的调查数据显示，大约有 1/4 的顾客愿意选择“指纹付款”。

人脸识别通过面部特征和面部器官之间的距离、角度、大小外形而量化出一系列的参数来进行识别。由于人脸识别具有使用方便且适用于公共安全等多人群领域，被广泛应用于智能家居、手机识别以及人脸联网核查等领域，其占比逐渐攀升。2010 年 5 月，上海世博会上使用了“E 面通”人脸识别系统，对进出世博园区约 50 万持证人员和 7000 万人次游客都使用了该“人脸通行证”。但人脸识别所涉及的器官多、面积又大，因此它的识别非常复杂，人脸识别的精度比较高，但相比其他识别技术成本略高。

虹膜识别技术是利用虹膜终身不变性和差异性的特点来识别身份。因为每个虹膜都包含着一个独一无二的基于像冠、水晶体、细丝、斑点、凹点、皱纹和条纹等特征的结构。理论上，虹膜的终身不变，

虹膜识别的认假率为 1/1500000，高于指纹识别的 1/50000，安全程度高，更适合作为“密码”。如美国得克萨斯州联合银行已经将虹膜识别系统应用于储户辨识，储户办理银行业务无需银行卡，更无需回忆密码——通过 ATM 上的一台摄像机首先对用户的虹膜进行扫描，然后将扫描图像转化成数字信息并与数据库中的资料核对，即可实现对用户的身份认证。但由于虹膜识别安全性高但成本过高，普及尚需时间，目前主要应用于银行金库加密、军队国防等领域。

声纹识别通过测试、采集声音的波形和变化，与登记过的声音模板进行匹配。这是一种非接触式的识别技术，实现方式非常自然。但是，声音变化范围非常大，音量、速度、音质的变化都会影响到采集与对比的结果。但通过录音或者合成，能很轻松的伪造声音，安全性较差，目前应用于社保、公安刑侦手机锁屏等领域。

近年来，随着世界各国对安防领域重视度的提高，身份识别技术与产品也逐渐趋于成熟与完善，生物特征识别迎来了一个快速发展的时期，人脸识别、虹膜识别、静脉识别等生物特征识别技术正快速发展，市场应用场景广阔，产品比重不断增加。目前，指纹识别产品所占比重已由 90%左右下降到不到 60%¹¹，生物识别产业正在朝着多元化方向发展并呈现一下特点。

生物特征识别产业链趋于完善，市场规模快速增长。在我国，生物特征识别企业数量快速增长，企业规模不断加大，生物特征识别市场规模爆发式增长。当前，生物特征识别领域内的企业已从20余家发

¹¹ 生物特征识别白皮书

展到200余家，市场规模也已达到数十亿元¹²。以人脸识别为例，目前已形成了包括人脸识别算法研究企业等在内的多种产业角色的完整产业链。目前随着电子护照的逐渐推出，安全问题受到进一步的关注，我国的生物特征识别产业还存在较大的发展空间，未来产业规模有望进一步加大。

生物识别产业呈现多元化发展，安防领域成为应用热点。目前，在我国生物特征识别产业中，指纹识别技术和产品仍然占据主导地位，但随着人脸识别、虹膜识别、静脉识别、声纹识别等技术迅猛发展，各种模态的生物特征识别产品和市场潜力不可低估。当前随着人们对安全性的不断重视，出现了如生物特征识别门禁在内的一批安防产品，未来安防领域将逐步采用生物识别技术以提升安全性能。

2. 以自动驾驶为代表的智能运载产品发展迅速

智能运载产品主要应用有自动驾驶、无人机、无人船等，目前智能运载产品应用处于迅速发展阶段，无人机和无人船的发展较成熟，已有初步应用，而自动驾驶还处于研发和实验阶段。

根据美国高速路安全管理局(NHTSA)的定义，汽车自动驾驶可分为四个阶段。目前高级别自动驾驶车辆尚处于研究实验阶段，未进行产业化。近两年，各大自动驾驶的企业相继公布了实现自动驾驶量产的时间表，大都集中在 2020-2025 年之间。Level-2 级别的自动驾驶车辆，即高级辅助驾驶（ADAS）车辆已实现量产。2017 年全球 ADAS 市场规模在 300 亿美元左右，并呈现稳定增长的趋势。随着汽

¹² 生物特征识别白皮书

车智能化趋势加速和安全需求的提升，未来全球 ADAS 市场渗透率将大幅提高。到 2020 年，全球 ADAS 渗透率有望达到 25%，全球新车 ADAS 搭载率有望达到 50%¹³。

自动驾驶可分为“渐进性”、“革命性”两大技术路线。当前自动驾驶领域根据入局企业所采用技术可大致分为两大路线，一是福特、宝马、奥迪等传统车企所采用的“渐进性”路线，即在汽车上逐步增加一些自动驾驶功能，依托摄像头、导航地图以及各种传感器，为驾驶员提供自动紧急制动、全景泊车、自适应巡航等辅助驾驶功能；二是谷歌、百度等互联网科技巨头所采用的“革命性”路线，通过使用激光雷达、高清地图和人工智能技术直接实现无人驾驶目的，强调产品的创新和便捷性。谷歌早于 2009 年就开始布局自动驾驶，成为第一个拿到美国政府路测牌照的企业，其自动驾驶车辆 Waymo 已完成 800 万公里的自动驾驶路测里程，技术水平在世界保持领先态势。特斯拉于 2015 年推出第一代 Autopilot 汽车，为全球第一辆量产自动驾驶车辆。百度于 2013 年开始开展无人驾驶车项目，其无人驾驶汽车目前已取得了国内首批自动驾驶牌照，2018 年百度 Apollo 和金龙客车合作生产的全球首款 L4 级无人驾驶巴车“阿波龙”已经正式量产下线。除谷歌、百度、特斯拉外，英特尔、苹果、Uber 等科技巨头也在无人驾驶领域开展布局。英特尔收购 Altera 以及 Mobileye 后，开始启动 L4 级别自动驾驶技术研发。2018 年英伟达公布了其 Drive PX 旗下的最新产品 Xavier 以及未来的下一代产品 Pegasus，并基于 Xavier

¹³ 数据来源：PRNewswire 咨询公司。

分别联合博世以及采埃孚推出了车载 AI 超级电脑。芯片巨头高通，在收购恩智浦后，于 2017 年 12 月初取得美国加州自动驾驶路试的许可证。

无人机以军用无人机为主，需求额呈现上升趋势。随着无人机研发技术逐渐成熟，制造成本大幅降低，无人机在各个领域得到了广泛应用。无人机按照应用领域主要分为军用无人机、工业无人机、消费无人机。军用无人机主要应用有侦查、电子对抗、无人战斗机等，工业无人机主要应用于农业植保、电力巡检、警用执法、地质勘探、环境监测、森林防火等领域，消费无人机主要应用于个人航拍、影视航拍和遥控玩具等。¹⁴2017 年无人机市场规模将达 60 亿美元，而 2020 年则会进一步增长至 112 亿美元。全球无人机产量将达 300 万架，同比增幅高达 39%，其中消费类无人机的销售量将会占到 94%，但只占到无人机市场销售额的 40% 左右。

消费级无人机仍处于初级阶段，自主能力仍待提升。目前部分消费级无人机已能通过传感器、摄像头等进行自动避障，同时还能依靠机器视觉对飞行环境进行检测，分析所处环境特征从而实现自我规划路径。2016 年，Intel 通过智能算法成功实现 500 架多旋翼无人机上演空中编队灯光秀，消费级无人机开始朝更高级别的无人机智能化迈进。我国作为全球无人机第一制造大国，大疆占全球消费无人机 70% 消费级无人机市场份额，然而依照无人机系统路线图标准，大疆消费级无人机技术水平仍属于初级阶段。

¹⁴ 数据来源：Gartner 报告

3. 智能机器人技术与产品创新活跃

从应用的角度区分，智能机器人可以分为工业机器人、个人/家用服务机器人、公共服务机器人和特种机器人四类。其中，工业机器人包括焊接机器人、喷涂机器人、搬运机器人、加工机器人、装配机器人、清洁机器人以及其他工业机器人。个人/家用服务机器人包括家政服务机器人、教育娱乐服务机器人、养老助残服务机器人、个人运输服务机器人和安防监控机器人等。公共服务机器人包括酒店服务机器人、银行服务机器人、场馆服务机器人和餐饮服务机器人等。个人/家用服务机器人和公共服务机器人也可统称为服务机器人。特种机器人包括特种极限机器人、康复辅助机器人、农业机器人、水下机器人、军用和警用机器人、电力机器人、石油化工机器人、矿业机器人、建筑机器人、物流机器人、安防机器人、清洁机器人和医疗服务机器人等。

工业机器人市场集中度高，是机器人应用最为广泛的行业领域。根据 IFR（国际机器人学联合会）发布的数据，2017 年，工业机器人在全球机器人市场中占据高达 63.4% 的市场份额，发展最为蓬勃。中、韩、日、美、德五国 2017 年工业机器人销售占全球总销量的 71%。其中中国工业机器人销量达到 13.8 万台，其次是韩国约 4 万台，日本约 3.8 万台，美国约 3.3 万台，德国约 2.2 万台。新型工业机器人能够取代人工进行繁重的制造过程，在专业的金属加工自动化中它可用于金属器件制作，搬运、码垛，还拥有智能服务内核、学习型“大脑”，在训练与实践过程中可以不断地提升金属产品的加工精度。规

模庞大的汽车生产制造业也是智能工业机器人的主要战场，汽车制造业对于制造精密度以及生产柔性的需求，使得制造机器人在该领域更好的大展身手。数百个机器人灵活地旋转、搬运、组装、焊接，加工中的车身雏形随着传送带被送往下一道工序。其中，车身车间运用智能机器人进行智能焊接，涂装车间应用智能机器人设备实现喷涂自动化，检测车间对故障实现全自动精准检测，打造 100% 的误差判断准确率。这些功能全部依靠性能优异、高度协同、全智能化的机器人助力实现。

人工智能的兴起推动了家政行业的智能化，个人/家用机器人的应用更加广泛。家政行业的领导企业“管家帮”推出家庭服务类智能管家机器人，可实现语音交互控制完成家政服务在线下单、拨打电话、家居布防、亲情陪护、健康监测、远程监控、主动提醒、居家娱乐、启蒙早教、应急报警、语言学习等诸多服务，是儿童的玩伴及老年人的贴心守护者。日本软银开售的类人机器人，有学习能力，可表达情感，会说话，能看护婴幼儿和病人，甚至在聚会时给人做伴。它们可以使用云计算分享数据，从而发展自己的情感能力，但不会共享主人的个人信息。英特尔公司推出的 3D 打印机器人，除了走路、说话，还能帮主人发微博、翻译语言，或开冰箱拿饮料。我国小米公司开发的扫地机器人能够自主探知障碍物和室内地形，实现对室内的自动化清洁。

公共服务机器人在酒店、金融、电信、电力、物流等具有大规模智能服务需求的行业中广泛应用，在低投入的基础上为企业提供优质

高效的服务。米克力美的智能酒店服务机器人能自动学习酒店的通道、电梯和房间位置，自动构建虚拟电子地图来进行导航，确定行走道路，能自动避让人和障碍物，并且可自动乘坐电梯。实现无人陪伴的情况下独自完成各项服务，降低了酒店人工成本的同时提升运营效率。小i智能客服机器人是一种全新的智能工具，可以24小时在线实时回复用户提问，作为人工客户服务的有效补充。目前已经与招商银行、平安银行、建设银行等银行及中国联通、中国移动等近千家公司达成合作。在仓储物流领域，具备搬运、码垛、分拣等功能的智能机器人，已成为物流行业当中的一大热点。2012年亚马逊以6.78亿美元买下自动化物流提供商Kiva的机器人仓储业务后，利用机器人来处理仓库的货物盘点以及配货等工作。所有员工只需要在固定的位置进行盘点或配货，而Kiva机器人则负责将货物（连同货架）一块搬到员工面前。Starship公司推出了一种专门用来小件货物配送的“盒子机器人”，其硬件上配置了一系列摄像头和传感器，能够保障其安全行走。在人行道上，在指定时间从物流中心出发，穿越大街小巷，来到顾客家门口完成快递任务。在配送过程中，所携带的包裹都是被严密封锁，接收者只有通过其智能手机才能打开。阿里自主研发的机器人“曹操”接到订单后，可以迅速定位出商品在仓库分布的位置，并且规划最优拣货路径，拣完货后会自动把货物送到打包台。在2018年618购物节期间，京东、阿里菜鸟、顺丰等物流企业积极应用仓内机器人、分拣机器人等智能设备，提升仓储自动化智能化水平。

特种机器人智能化水平不断提升，替代人类完成特殊环境下难以

完成的工作。在医疗领域，国产手术机器人“天玑”，在骨科类手术中已经进入临床实践，有效减少了骨科手术人工操作过程中可能造成的脊髓、血管损伤风险。在诊后康复环节，具有轻量化、高柔韧性的康复机器人开始逐步应用推广。上海璟和机器人公司推出的多体位智能康复机器人系统 Flexbot，适用于各级医疗机构的康复科、骨科、神经内科、脑外科等相关临床科室，用以开展临床步态分析，具有机器人步态训练、虚拟行走互动训练、步态分析和康复评定等功能。在农业特种机器人领域，美国投资公司 Khosla Ventures 的报告指出，农业特种机器人能够自己识别区分作物与杂草，用专门的除草剂对杂草选点喷洒，能够降低农药污染 20%，同时降低种植成本。

我国智能机器人产业技术水平持续提升。工业机器人领域，新松、新时达、云南昆船、北京机科领衔本土工业机器人第一梯队，相关产品逐步获得市场认可。新松集团将人工智能和虚拟现实技术应用于国内首台 7 自由度协作机器人，实现了快速配置、牵引示教、视觉引导、碰撞检测等功能。服务机器人领域，我国服务机器人的智能化水平已基本可与国际先进水平媲美，涌现出一批以深圳旗瀚科技、深圳越疆等为代表的有竞争力的创新创业企业。特种机器人领域，开诚智能、GQY 视讯、海伦哲等企业创新活跃，技术水平不断进步，在室内定位、高精度定位导航与避障、汽车底盘危险物品快速识别等技术领域取得了突破。

4. 智能设备未来市场空间广阔

人工智能与可穿戴智能设备融合带来全新的科技体验。可穿戴设

备包含智能手表、智能眼镜、智能服装、计步器等多种产品形态，通过采用感知、识别、无线通信、大数据等技术实现用户互动、生活娱乐、医疗健康等功能，为佩戴者提供一个完美的科技体验。可穿戴智能设备将会成为人的一部分，作为传感器的载体，进一步补充和延伸人体感知能力，实现人、机、云端更高级、无缝的交互，实现情景感知。

可穿戴设备市场目前处于初期阶段，产品同质化严重。全球可穿戴设备将持续高增长，据市场调研机构 ABI Research 数据显示，2018 年全球可穿戴设备市场出货量将达 4.85 亿台，市场调研机构 IHS 预计，2018 年销售额将达 336 亿美元，年均复合增长率高达 22.9%。可穿戴智能设备被广泛应用在社会多个领域，在医疗、金融支付、身份认证甚至工业领域发挥重要作用。就目前来看，可穿戴设备市场仍处于初期阶段，继苹果、三星、华为等企业进入智能穿戴领域后，康佳、联想等越来越多的企业开始瞄准细分领域，并纷纷推出相关产品，如三星 Galaxy Gear 智能手表、爱普生智能手表 PS-500 等。国内厂商也在积极布局，如果壳电子的智能手表 Geak Watch、百度联合 TCL 发布的 Boom Band 手环、华为 TalkBand B1 等。然而，目前智能穿戴市场的同质化严重，很多产品即无痛点又非刚需，实用性难以让人满意，消费者对可穿戴设备的依赖性并不强。如健康手环种类很多，核心功能就是测步、监控睡眠等。

智能音箱市场进入发展快车道。作为智能家居的组成部分之一，智能音箱独特的人机交互功能可以成为智能家居领域的入口终端，智

能家居的广泛普及推动智能音箱行业的快速发展。从 2014 年亚马逊 Echo 发布至今,2017 年全球智能音箱市场规模已经突破了 120 亿元¹⁵。根据 StrategyAnalytics 发布的研究报告指出,2017 年智能音箱全年出货量达到 3200 万部,同比增长超过 300%¹⁶。据不完全统计,近几年国内外已经有超过 500 家公司开始布局智能音箱市场。整个智能音箱产业链上下游覆盖芯片和麦克风等硬件厂商、语音技术服务商、内容供应商、OEM/ODM 供应商和互联网企业。随着智能音箱的发展,产业链将实现“硬件+软件+内容+服务”的资源整合,逐渐形成生态闭环。智能音箱厂商通过开放语音识别和麦克风等软硬件技术、丰富语音服务技能、扩展智能设备连接,不断完善智能语音生态,也为企业通过捆绑内容与服务盈利提供条件,带动智能音箱销量增长。

智能摄像头智能化水平快速提升,市场前景广阔。智能摄像头是民用安防市场最大的蓝海,除了传统安防企业,包括 360、小米、康佳在内的众多互联网、家电企业都发布了智能摄像头产品。随着谷歌以 5.55 亿美元的价格收购美国家庭监控摄像头创业公司 Dropcam,家庭监控类产品概念被引爆,开始掀起中国智能摄像机的浪潮。从市场占有率来看,360、中兴智能摄像机、小蚁、萤石、乐橙、联想看家宝、乔安、富视康等占据国内大部分市场。通过内嵌智能 SOC 芯片、GPU 等硬件以及结构化分析、深度学习等机器视觉算法,智能摄像头智能化水平不断提升。目前主流智能摄像头一般具备行为分析、异常侦测、识别检测、统计等功能,以海康“深眸”为代表的深度学习

¹⁵ 数据来源:速途研究院报告。

¹⁶ 数据来源:StrategyAnalytics 报告。

摄像头内置 GPU 处理器，采用深度学习算法在摄像头前端能够提取目标特征，形成深层可供学习的图像数据，极大的提升了目标的检出率。

（四）人工智能各领域应用

1. 人工智能赋能医疗各环节能效初显

近年来随着医疗数据数字化深入，深度神经网络学习算法突破以及芯片计算能力提升，人工智能在医疗领域应用掀起第二次浪潮，已渗透到疾病风险预测、医疗影像、辅助诊疗、虚拟助手、健康管理、医药研发、医院管理、医保控费等各个环节，并取得初步成效。

美、英、日等国政府均高度重视人工智能在医疗领域应用。美国《健康保险携带和责任法案》为人工智能应用扫清了障碍，FDA（食品药品监督管理局）实施“数字健康创新行动计划”，重构数字健康产品监督体系，并单独组建成立 AI 与数字医疗审评部，加速 AI 医疗发展；英国 NHS（国家医疗服务系统）正计划在整个卫生服务部门大规模扩展人工智能，用于日常操作和治疗；2016 年日本厚生劳动省开始规划 AI 医疗相关政策，包括医疗费用的修正、采用人工智能医疗的激励措施等，并预计在 2020 年全面实施与推动人工智能医疗制度。我国 2016 以来国务院及相关部委相继印发《关于促进和规范健康医疗大数据应用发展的指导意见》、《新一代人工智能发展规划》、《“十三五”卫生与健康科技创新专项规划》、《关于促进“互联网+医疗健康”发展的意见》等文件规范和引导人工智能技术在医疗领域应用，新版《医疗器械分类目录》中增加了人工智能医疗产品，并预

计 2019 年制定出台相关检定标准。

从应用效果来看，人工智能技术在以患者为中心的医疗环节中的应用尚处于初级阶段，产品以试用为主，存在同质化程度高、集中度高、实用效果与医生患者预期不符等问题。在医药、医保、医院环节则更多是面向企业、医疗机构用户，业务模式相对成熟，主要考验的是供给侧的技术能力。2018 年以来人工智能医疗应用发展更加理性，一些公司不断大胆尝试，在商业化道路上逐步探索出不同模式。

统一标准、开放平台，推动人工智能与医疗深度融合。微软、亚马逊、谷歌、IBM、甲骨文和 Salesforce 在 2018 年 8 月中旬联合宣布将逐步开放标准，并通过云和人工智能技术消除医疗互操作的技术障碍，挖掘医疗数据潜力，以更低的成本提供更好的效果；谷歌公司在 2018 年 7 月 Google Cloud Next 大会上透漏，人工智能产品 AutoML 的注册用户也已经超过 1.8 万家，其中超过 10%¹⁷的用户来自医疗和生命医学行业，有效推动了用户在医疗影像辅助检测，以及及时检测预警中风、哮喘、婴儿猝死综合征方面的创新。中国 BAT 三大互联网企业利用自身平台特点与优势布局，如具备 AI 医学图像分析和 AI 辅助诊疗两项核心能力的腾讯觅影入选科技部首批国家人工智能开放创新平台，2018 年 6 月 AI 辅诊引擎接口开放，加速与医院的 HIS 系统融合。

聚焦合作伙伴，实现医疗影像应用重点突破。医学 AI 技术研发公司希氏异构从北京迁到成都，专注于与华西一家医院深度合作，联

¹⁷ 数据来源：“Google Cloud Next 2018”会议宣传材料

合成立“华西-希氏医学人工智能研发中心”，建立成果共享机制，充分调动医生积极性，同时获取稳定、安全数据。通过对 20 万份病例数据学习，双方联合研制出国际第一台 AI 消化内镜样机，其对息肉、肿瘤、静脉曲张的初期诊断准确率分别为 92.7%、93.9% 和 96.8%¹⁸，并进行持续迭代优化，迈出了消化内镜 AI 技术本地化、设备化的关键一步。

通过 AI 赋能，提升传统医疗器械服务水平。通用电器、西门子、飞利浦以及中国的联影、迈瑞、鱼跃等公司等医疗器械用品制造公司则凭借临床经验和数字化、AI 等技术，在已有的医疗设备产品基础上不断推出整合的解决方案，以更低的成本为人们提供更好的健康保障和医疗关怀。如飞利浦全球有超半数的研发人员专注于软件开发，其中大部分研究员同时从事人工智能研究，未来飞利浦大部分产品将基于人工智能技术，相继发布肿瘤疾病整体解决方案、胸痛中心/脑卒中中心整体解决方案、睡眠呼吸疾病整体解决方案、监护系统等解决方案。

跨学科技术要求高，欧美公司引领药物研发。药物研发具有低效和费时费钱特点，一种新药研发费用超过 1 亿美元，周期长达 8-12 年，同时还需要药物化学、计算机化学、分子模型化和分子图示学等多学科配合，因此在人工智能医疗应用中最具挑战性。目前部分科技公司利用人工智能技术对大量分子数据进行训练来预测候选药物，并分析健康人和患者样品的数据以寻找新的生物标志物和治疗靶标，建

¹⁸ 数据来源：华西医院官网 <http://www.cd120.com/htmlnewszhongyaoxinwen/79172.jhtml>

立分子模型，预测结合的亲和力并筛选药物性质，有效降低药物开发成本，缩短上市时间并提高新药成功的可能性。如 BergHealth 公司利用人工智能技术成功找到了癌症代谢的关键作用分子，提升癌症新药研发效率，其主要抗癌药物—BPM31510，目前处于针对晚期胰腺癌患者治疗的 II 期临床试验过程中。

智能化监管，各国医保监管机构的必然选择。智能化监管结合时间和空间，从患者、疾病、诊疗、医生、医院等多个维度建立医疗就医关系网络，利用机器学习等相关算法，识别其中的欺诈行为和群体。当前美国半数以上的管控型医疗组织机构在实施医疗反欺诈行动中都是通过运用专业的反欺诈信息系统，来帮助稽核人员分析大量的数据和进行前瞻性欺诈调查，以检测和识别不一致的数据或形态等，随着信息技术特别是人工智能技术的不断发展，医保监测逐步走向智能化时代。我国政府大力支持推广医保智能监管模式，将人工智能技术与“三医联动改革”相结合，在医保监管领域，推动医保智能监管模式在全国范围内进行推广，将所有医保定点医疗机构纳入范围，实现住院和门诊医疗费用 100% 智能审核。

2. 智能教育加速推进教育教学创新

当前人工智能、大数据等技术迅猛发展，教育智能化成为教育领域发展的方向。智能教育正改变现有教学方式，解放教师资源，对教育理念与教育生态引发深刻变革。当前全球主要发达国家均加速推进教育教学创新，积极探索教育新模式，开发教育新产品。

在改变现有教学方式方面，一是实现教学成果智能测评，提升教

学质量。利用人工智能技术对数字化、标准化的教师教学行为与学生学习情况进行测试、分析与评价，帮助师生快速精准定位教学问题，实现针对性、科学性教学，提升教学效果。二是构建个性化学习系统，激发学生自主学习动力。教育企业探索通过对学生学习特点建立知识画像，推送针对性教学内容，进一步激发学生自主学习意愿。2017年4月，澳大利亚自主教学平台 Smart Sparrow 获得 400 万美元融资，其教育模式得到初步认可。2014 年，美国自适应教育人机大战数据显示，自主教学平台有效提升学生学习效果，学生及格率平均提升 10%，新知识获取时间平均缩短 44%，国内猿题库、疯狂老师、作业盒子等互联网教育企业正逐步推出类似功能。

在解放教师资源方面，一是实现作业智能批改，降低教师教学负担。借助图像识别与语义分析技术的持续革新，学生作业自动批改能力已初步实现，2018 年 4 月，安徽省教育厅发布《安徽省中小学智慧校园建设指导意见》，明确 2020 年将建成作业测评系统，实现学生作业自动批改。根据中国信通院移动互联网应用服务监测平台数据显示，截止 2018 年 4 月，提供作业自动批改功能的移动应用已有 95 家，主要聚集在小学速算领域，其中爱作业应用日活用户数超过 20 万，日均处理作业 50 万份。二是拓展学生课后学习途径，分担教师教学压力。教育企业通过构建课后习题库并结合图像识别技术，实现对学生上传题目快速识别，即时反馈答案与解题思路。伦敦教育机构 Whizz Education，探索构建与课堂教学进度高度一致的课后学习系统，通过在线语音互动方式，实现学生课后辅导与答疑。

智能教育或将对教育理念与教育生态引发深刻变革。一是教育学科不断扩充。当前，国内外大量学校已将计算机编程、算法设计等课程纳入中学课本中。与此同时，国内外大量企业推出模块化机器人，通过配套化、可视化操作系统，辅助学生实现编程学习。二是教育场景实现突破。VR/AR 技术使原本抽象、微观、平面的课本具体化、宏观化、立体化，解决教学缺乏互动性等问题，进一步激发学生创新潜能。当前，谷歌、Facebook、百度、网易等国内外互联网巨头积极布局 VR 教育领域，将带动教育产业实现颠覆性变革。

3. 智能交通提升城市管理水平

随着全球经济高速发展，城市化进程不断加快，机动车保有数量增长，道路交通运输量不断增加，各种交通问题凸显，发展智能交通可完善政府管理，改善用户体验，促进城市发展。

交通管理方面，一是实时分析城市交通流量，缩短车辆等待时间。人工智能驱动的智能交通信号系统以雷达传感器和摄像头监控交通状况，利用人工智能算法决定灯色转换时间，通过人工智能和交通控制理论融合应用，优化城市道路网络中交通流量。**二是大数据分析公众资源数据，合理建设交通设施。**人工智能算法根据城市民众出行偏好、生活、消费等习惯，分析城市人流、车流迁移及城市公众资源情况，基于大数据分析结果，为政府决策城市规划，特别是为公共交通设施基础建设提供指导与借鉴。**三是实时检测车辆，提高执法效率。**通过整合图像处理、模式识别等技术，实现对监控路段的机动车道、非机动车道进行全天候实时监控。前端卡口处理系统对所拍摄图像进

行分析获取号牌号码、号牌颜色、车身颜色、车标、车辆子品牌等数据，并连同车辆的通过时间、地点、行驶方向等信息通过计算机网络传输到卡口系统控制中心的数据库中进行数据存储、查询、比对等处理，当发现肇事逃逸、违规或可疑车辆时，系统自动向拦截系统及相关人员发出告警信号。

车主体验方面，一是汽车辅助驾驶和无人驾驶。车辆辅助安全驾驶系统包括车载传感器、车载计算机和控制执行等，车辆通过车载传感器测定与周围车辆以及道路设施及周边环境距离，在紧急情况下，做出各类安全保障措施。车辆自动驾驶系统，实现在行驶过程中自动导向、自动检测及回避障碍物。二是智慧停车。国内斑马智慧停车和上汽集团合作开发中国首款互联网汽车荣威 RX5，实现智能泊车、车位状态获取、安全驾驶等功能。

城市发展方面，一是节能环保。智能交通系统实现节能减排效应，通过建设智能交通系统，有效提高现有道路网络运行效率，达到缓解拥堵、节约能源、减轻污染的目的，通过智能交通控制，最终实现减少废气排出量并对节能环保作出重大贡献。二是降低事故。采取智能交通技术，提高道路管理能力，减少每年交通事故中死亡人数。当前，世界各发达国家投入大量财力与人力，进行大规模智能交通技术研究试验及产业应用，很多发达国家已转入全面部署阶段。

4. 人工智能提升公共安全保障能力

人工智能已应用在社会治安、反暴反恐、灾害预警、灾后搜救、食品安全等公共服务领域，通过人工智能可准确地感知和预测社会安

全运行的重大态势，提高公共服务精准化水平，保障人民生命财产安全。从应用的深度和广度来看，全球人工智能在公共服务领域还处在探索期。

在社会治安领域，人工智能已应用于警方侦查过程，为警方破案提供重要线索。依托安防行业的基础，犯罪侦查成为人工智能在公共安全领域最先落地的场景。基于计算机视觉技术在公共场所安防布控，可以及时发现异常情况，为公安、检察等司法机关的刑侦破案、治安管理等行为提供强力支撑。美国多地警方部署人工智能警务风险评估软件，将犯罪控制在萌芽状态。智能软件根据保存的犯罪数据预测哪些犯罪高发区域可能会出现新问题。我国人工智能的应用有效满足公安实战要求，以问题导向解决问题。2017年国庆期间，公安部门在北京天安门广场采用了动态人像布控技术，总共报警次数90多次，有效盘查60多次，准确命中各类对象50多人。此外在金砖国家（BRICS）领导人第九次会晤在厦门举行期间，智能安防系统就协助公安部门抓获全国在逃人员20余名。但目前全球各国社会治安领域AI应用发展并不均衡。以英国为例，虽然英国AI技术创新比较活跃，但是人脸识别错误率高，应用成效差强人意。根据《独立报》发布的数据，英国大都会警察使用的面部识别软件所产生的104次警报中，只有两次是准确匹配。

在反恐反暴领域，人工智能在打击恐怖分子、炸弹排除等领域可发挥重要作用。美国建立的禁飞系统能预测恐怖袭击的可能性，大数据系统每天都会传输犯罪预测数据到执勤警员的执勤电子设备中，预

测型侦查已经广泛开展。此外反恐机器人能对可疑目标自动探测与跟踪，并拥有对目标远程准确打击能力，在打击恐怖分子、协助军方反恐等领域可发挥重要作用。在我国，由哈工大机器人集团研制的武装打击机器人、侦察机器人、小型排爆机器人已应用于反恐安全、目标探测、可疑物检查与打击、路边炸弹排除、危险物质处理等领域。

在灾后救援领域，人工智能在高效处置灾情，避免人员伤亡方面发挥关键作用。不管是自然灾害之后的搜救，还是日常救援行动，随着人工智能融合，可快速处理灾区航拍影像，并借此实时向救援人员提供重要的评估与规划性指导，不仅保障自然环境、群众生命财产安全，同时能够最大限度的减少救援人员的牺牲。比如日本总务省消防厅推进开发的“机器人消防队”，由自上空拍摄现场情况的小型无人机、收集地面信息的侦察机器人、可自动行走的水枪机器人组成。美国国家航空航天局 NASA 推出的 AI 系统 Audrey，通过消防员身上所穿戴的传感器，获取火场位置、周围温度、危险化学品和危险气体的信号以及区域卫星图像等全方面的信息，并基于机器学习的预测为消防人员提供更多的有效信息和团队建议，最大程度的保护消防员的安全。在我国，灭火、侦查、排烟消防机器人技术和产品已相对成熟，并已经进入了实际作战，在高效处置灾情、避免人员伤亡并减少财产损失等方面发挥着越来越重要的作用。此外国家地震台研制的“地震信息播报机器人”，在 2017 年 8 月 8 日四川九寨沟地震期间，仅用 25 秒写了全球第一条关于这次地震的速报，通过中国地震台网官方微信平台推送，为地震避灾、生命救援和消息传递争取时间。

此外，在食品安全、大型活动管理、环境监测等公共安全场景，利用人工智能技术可以减轻人工投入和资源消耗，提升预警时效，为及时有效处置提供强力支持。

5. 人工智能拓展金融服务广度和深度

智能金融是人工智能与金融的全面融合。智能金融是以人工智能等高科技为核心要素，全面赋能金融机构，提升金融机构的服务效率，拓展金融服务的广度和深度，实现金融服务的智能化、个性化和定制化。**人工智能与传统金融产业链的融合主要分为三个阶段。**第一阶段是科技赋能阶段，该阶段强调应用场景，将其他领域成熟的人工智能技术平行向金融领域应用迁移，提升某些环节业务效率；第二阶段是科技增能阶段，该阶段强调模型应用，由于模型直接应用会带来合规风险，因此该阶段会产生大量第三方专业服务，金融行业意识到人工智能特点及优势，主动在业务环节中应用人工智能，引发业务方式深刻变革及效率极大提升；第三阶段是科技产能阶段，以价值应用为主要特点，金融核心业务将人工智能化，人工智能成为金融核心价值创造手段，同时伴随监管效率和监管措施智能化。

人工智能已被广泛应用到银行、投资、信贷、保险和监管等多个金融业务场景。目前，传统金融机构、大型互联网公司和人工智能公司纷纷布局金融领域，智慧银行、智能投顾、智能投研、智能信贷、智能保险和智能监管是当前人工智能在金融领域的主要应用，分别作用于银行运营、投资理财、信贷、保险和监管等业务场景，但整体来看人工智能在金融领域的应用尚不成熟。应用在金融领域的人工智能

相关技术主要包括机器学习、生物识别、自然语言处理、语音识别和知识图谱等技术。目前的应用场景还处于起步阶段，大部分是人机结合式的，人工智能应用对金融业务主要起辅助性作用。但金融业务场景和技术应用场景都具有很强的创新潜力，长远来看，在金融投顾、智能客服等应用方面对行业可能产生颠覆性影响。

智能投顾应用。智能投顾主要指根据个人投资者提供的风险偏好、投资收益要求以及投资风格等信息，运用智能算法技术、投资组合优化理论模型，为用户提供投资决策信息参考，并随着金融市场动态变化对资产组合及配置提供改进的建议。智能投顾不仅在投资配置和交易执行能力上可以超越人类，还可以帮助投资者克服情绪上的弱点。工商银行、中国银行等国有银行也纷纷推出智能投顾服务，花旗银行预计到 2025 年智能投顾管理的资产总规模将会高 5 万亿美元。伴随着人工智能神经网络、决策树技术的不断迭代创新和发展，智能投顾在金融业中将会进一步得到应用和发展。

智能风控应用。人工智能技术在智能风控方面的应用发展较快，随着互联网金融的快速发展，如蚂蚁金服、京东金融等不少金融机构和互联网金融公司大力发展智能信贷服务。智能风控主要依托高纬度的大数据和人工智能技术对金融风险进行及时有效的识别、预警和防范。金融机构通过人工智能等现代科技手段对目标用户的网络行为数据、授权数据、交易数据等进行行为建模和画像分析，开展风险评估分析和跟踪，进而推测融资的风险点。根据某些可能影响借款人还贷能力的行为特征的先验概率推算出后验概率，金融机构能够对借款人

还贷能力进行实时监控，有助于减少坏账损失。

智能金融客服应用。对于处在服务业价值链高端的金融业而言，人工智能技术将对金融领域中的服务渠道、服务方式、风险管理、授信融资、投资决策等各个方面带来深刻的变革式影响，成为金融行业沟通客户、发现客户需求的重要决定因素。目前，交通银行、平安保险等金融机构已经开始运用人工智能技术开展自然语言处理、语音识别、声纹识别，为远程客户服务、业务咨询和办理等提供有效的技术支持，这不仅有效响应客户要求，而且大大减轻人工服务的压力，有效降低从事金融服务的各类机构的运营成本。

人工智能对金融市场、金融机构和消费者都产生深刻影响。对金融市场来说，人工智能减少信息不对称程度，提升市场效率与稳定性；改善整个金融市场价格发现机制，降低整体交易成本；有效提升交易速度与效率，增加金融市场流动性。对金融机构来说，人工智能促进更多金融机构使用人工智能实现日常业务流程自动化，有效识别客户需求并提供其定制产品，显著提升业绩；促使金融机构提前检测欺诈、可疑交易、违约和网络攻击等风险，提升风险管理水平。对消费者与投资者来说，人工智能降低消费者和投资者金融服务成本，促进其获得更广泛金融服务；通过智能数据分析把握每位消费者或投资者消费偏好，便于提供更多定制化与个性化金融服务。

6. 智能家居助力打造智慧家庭

人工智能在家居领域的应用场景主要包括智能家电、家庭安防监控、智能家居控制中心等，通过将生物特征识别、自动语音识别、图

像识别等人工智能技术应用到传统家居产品中，实现家居产品智能化升级，全面打造智慧家庭。智能家居产品已相对成熟，未来市场发展空间巨大。

一是打造智能家电终端产品。通过图像识别、自动语音识别等人工智能技术实现冰箱、空调、电视等家用电器产品功能的智能升级，促进家用电器控制智能化、功能多元化，提升家用电器的使用体验。如澳柯玛与京东联合研发推出的一款智慧大屏互联冰箱，内置摄像头可自动捕捉成像，基于图像识别技术自动识别 120 多种食材，为用户建立食材库，实现食物自动监测，并可跟踪学习用户习惯，为用户智能推荐食谱。长虹推出的 Alpha 人工智能语音空调，搭载智能语音控制模块，通过自动语音识别技术，实现 6 米内语音交互、全语义识别操控，高效识别及语音操控准确度达到 95% 以上。

二是实现家庭安防监控。基于图像识别、生物特征识别、人工智能传感器等技术实现家庭外部环境监测（如楼宇）、家庭门锁控制（如智能门锁、猫眼）、家庭内部环境探测（如空气质量、烟雾探测、人员活动等）等功能。如 LifeSmart 云起与英特尔合作打造的人脸识别可视门锁，通过摄像头采集含有人脸的图像或视频流，自动在图像中检测和跟踪人脸，基于人的脸部特征信息进行身份识别，实现人脸识别、远程可视、智能门锁的联动防御。斑点猫的智能猫眼产品人脸识别综合准确率可达到 99.6%，采集家人信息后，智能猫眼会迅速识别出家人，并进行家人回家信息播报，构建温馨的智能家居生活场景；而如果陌生人到访，智能猫眼会进行陌生人报警提示，并可识别多种

人脸属性，将年龄、性别等信息发送到用户手机，让用户及时应对，构建安全的家庭外部环境。

三是打造智能家居控制中心。基于自动语音识别、语义识别、问答系统、智能传感器等人工智能技术，开发智能家居控制系统（整体解决方案），实现家电、窗帘、照明等不同类型设备互联互通，从简单的设备开与关，逐步走向智能化、便利化、个性化设定。当前智能家居控制中心具有 APP 控制、智能设备控制（如智能音箱）和智能机器人控制三种控制模式。Google Assistant、三星 Smart Things 智能家居控制中心采用 APP 控制模式。通过在谷歌 Pixel 手机终端中安装 Google Assistant 软件，并在 Google Assistant 中添加基于自动语音识别技术的全新功能“Home Control”，用户能够向 Pixel 发出语音指令，完成调节屋内温度、控制照明、切换电视频道、播放音乐等操作。亚马逊 echo、谷歌 Home 采用智能设备控制模式。海尔 Ubot 采用智能机器人控制模式。

四、未来发展建议

（一）趋势展望

人工智能是一个宽泛的概念，有人将各类人工智能划分为弱人工智能、强人工智能和超人工智能。从人工智能总体发展来看，一方面，深度学习只能在机器上建立浅层次的条件反射，是“弱人工智能”，真正意义上的人工智能即“强人工智能”的实现还没有任何曙光。另一方面，依托深度学习等新一代人工智能技术的新兴产业生态和行业

应用的发展正方兴未艾。

专用芯片、算法平台和特色数据成为企业打造人工智能生态体系的重要着力点。人工智能时代将会出现多种多样的计算终端，而不仅仅局限于计算机、手机等通用设备，在芯片领域将逐步出现为特定场景而定制的具备低功耗、低成本、高性能优势的专用芯片，将算法芯片化、产品化也成为一种趋势。与互联网时代地图服务类似，人工智能自然语言处理、计算机视觉等基础服务具有依赖数据更新不断迭代的特点，“数据+平台”的云服务模式将逐渐深化，人工智能基础服务提供商不断积累数据，提供更优质的服务。

人工智能产品将在不断的迭代中实现较大突破，在生产生活中得到更广泛应用。目前，人工智能相对成熟的产品主要集中在安防监控设备等局部细分领域，智能扫地机器人、智能音箱、机器翻译机等产品普遍存在覆盖范围小、使用群体少、智能化水平偏低等问题，此外，还有更多的产品空白领域。虽然在可见的未来，影视剧里面的那种具有自主意识的人工智能不会出现，但通过机器学习算法简化软件的复杂性、增强机器的“智能”方面还有很广阔的发展空间。例如，辅助驾驶系统将成为汽车的必备，虽然完全无人驾驶可能很长时间都不会出现。家用电器会更加智能化，同时也会出现家庭服务机器人等新型家电产品。

人机混合智能将成为人工智能典型应用模式，优化过程中机器智能比例会持续增大。人工智能（或机器智能）和人类智能各有所长，人机混合智能模式取长补短，将在未来有广阔的应用前景。人机混合

智能可以把人对模糊、不确定问题分析响应的高级认知机制与机器强大的运算和存储能力紧密耦合，使得两者相互适应、协同工作，进行双向信息交流与控制，构成“1+1>2”的增强智能形态。人机协作、人机决策、脑机接口等人机混合智能将成为人工智能在各领域推广应用的主流方向，正如在医疗领域医生与外科手术机器人、新闻领域编辑审核人员与写作机器人的协作一样。并且，随着应用过程中智能技术的提升和协作机制的不断优化，机器智能将逐步接管更多工作。

（二）策略建议

持续完善数据资源体系，破解发展制约。深度学习需要大规模高质量的训练数据，而数据获取和制作成本高、数据权属的法律界定不明确、数据标准不统一、历史数据质量差等问题制约人工智能发展。建议充分发挥传感器、物联网设备在数据采集的作用，同时实现训练数据标注从纯人工标注逐渐向人工与自动标注结合的方式转换，并不断加大自动标注在整个标注环节中的比例。加强医疗、交通等人工智能重点领域内合作，建立行业数据统一标准，提升数据质量，从而推动人工智能应用进程。加强个人隐私保护数据立法研究，制定数据流通规则，推动数据共享流通。

重视人工智能安全风险，减少潜在隐患。不同于传统工业产品一切功能设定都是明确的，具有自学习、自适应、自组织、自行动的人工智能带来不确定的风险。例如无人驾驶汽车难以应对全部的场景，在特殊天气和路况时容易发生事故，2015年德国大众工厂机器人造成人员伤亡，2016年中国“小胖”服务机器人失控伤人，这种危险

同样存在于未来可能广泛应用的家庭服务机器人、看护机器人上。需要指出的是，人工智能的安全风险并非有些人担心的是人工智能太强而威胁人类生存，而是太弱而无法应对复杂的应用场景造成的。因此，人工智能产品与应用提供商应重视人工智能产品和应用安全风险，通过提升技术能力、加强数据训练、开展安全评测等多种手段减少安全隐患。

打造人工智能创新平台，推动产业应用。发挥政府和行业作用，建设人工智能基础数据平台、人工智能安全检测平台等创新平台，推动人工智能产业发展与应用创新。围绕语音识别、视觉识别、自然语言处理等基础领域及工业、医疗、金融、交通等行业领域，支持建设高质量人工智能训练资源库、标准测试数据集并推动共享，鼓励建设提供知识图谱、算法训练、产品优化等共性服务的开放性云平台。围绕智能机器人、智能网联汽车、智能终端等新兴产品与应用，研究建立人工智能安全评估体系，针对设计研发、部署应用、升级维护、废弃销毁等人工智能产品与应用全生命周期过程中数据安全风险、算法安全风险、平台安全风险开展安全评估，提升人工智能产品和服务质量和安全水平。

积极开展多元路线探索，突破技术瓶颈。目前人工智能的主要技术是深度学习，即采用大数据训练深度神经网络，使其形成一种“条件反射”机制，从而来完成一类特定任务。这种条件反射机制是很浅层次的“智能”，没有人类智能的灵活性、逻辑性，更无举一反三的思辨能力，因此在复杂情况下的应用差强人意。理论并不能证明或者

证伪具有类人类智能的“强人工智能”的可能性，毕竟人类连自身产生智能的机制还不清楚，只能通过不断的工程实践来摸索“强人工智能”的路径，包括但不限于基于机器学习、深度学习体系的优化、基于脑科学研究的类脑智能、基于脑机接口的混合智能等多种技术路线，实现类似或者超越从机器学习到深度学习的新突破，带动人工智能质的飞越。

提前布局劳动资源转换，应对就业变化。任何新的生产工具进步都会带来劳动力的需求变化，2013年英国牛津大学的一项研究报告显示，未来有700多种职业都有被智能机器替代的可能性。如同每次科技革命的影响，技能要求低的职业首当其冲，而这次医疗、教育等需要高技能积累的行业也将受到人工智能的影响。目前人工智能对医疗影像的认知已经接近或超越有经验的人类医生，随着放射影像与AI技术融合的精准手术治疗发展，未来外科医生也可能会面临相同的挑战。我们应该正视未来趋势，提前采取应对措施来适应人工智能带来的就业供需的变化。例如通过宣传、培训等方式引导、鼓励企业生产方式的转型升级以及从业人员劳动资源的有效转换。

中国信息通信研究院

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮政编码：100191

联系电话：010-62303229

传真：010-62304980

网址：www.caict.ac.cn



中国人工智能产业发展联盟

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮政编码：100191

联系电话：010-68021336

传真：010-62304980

网址：www.aiia.org.cn

