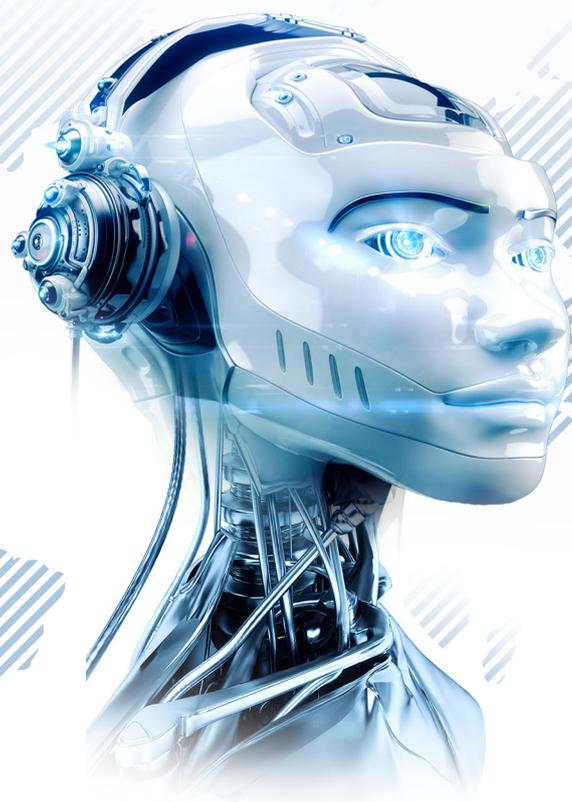


2016全球教育机器人 发展白皮书

Educational Robots White Paper 2016:
The Global Development

(摘要版)



北京师范大学智慧学习研究院

Smart Learning Institute of Beijing Normal University

二〇一六年九月



关注公众号下载白皮书

第1章 初衷

全景展现教育机器人的应用

1.1 背景

2016年，谷歌人工智能AlphaGo以四比零战胜韩国棋手李世石，人工智能攻克围棋，开启了大众对机器人和人类生活的热烈讨论。2016年“美国高等教育版地平线报告”（Horizon Report）中指出：机器人已从各种角度融入我们的工作和生活中，例如，医疗培训和临床操作行业。创新工场创始人李开复在“人工智能时代，引爆人机共生新生态”高峰论坛上表示，使用机器人的成本越来越低，未来大量的工作将被机器取代。目前K-12的学习环境中，教育机器人也被应用于协助特殊儿童学习（Johnson et al., 2016）。随着科技的发展，信息技术大量应用于教育环境中，已经大大地改变了传统的教与学的方式，机器人

融入教学已不再是遥不可及的事。

从市场角度分析，教育机器人可分为“机器人教育”与“教育服务机器人”两种产品类型。机器人教育（Educational Robotics）是由学习者自行组装小机器人和编程计算机程序的学习，例如：Lego Mindstorms、mBot等可学习机器人背后运作逻辑的套件工具产品。教育服务机器人（Educational Service Robots）是具有教与学智能的服务机器人，例如：网龙华渔教育研发的“未来教师”机器人可在朗读课文、点名、监考等应用情境中使用。本白皮书将所有协助进行教学或学习活动的“机器人教育”，以及具有教育服务智能的“教育服务机器人”，统一称之为教育机器人（Educational Robots）。

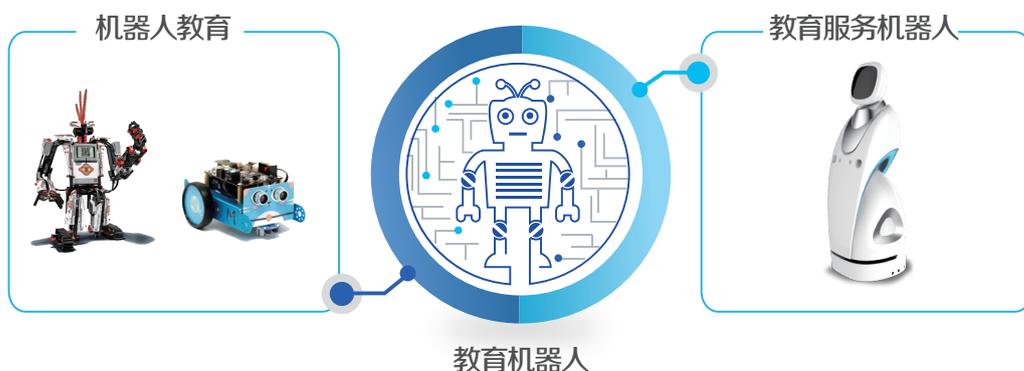


图1-1 白皮书的教育机器人定义

1.2 文献

近五年，国际和国内有诸多关于机器人的白皮书发布，对行业的现状进行阐述，对市场上现有的产品也进行了梳理，从不同的角度阐述了机器人行业的现状、分类及功能等，如表 1-1 所示。

表1-1 近五年发表的机器人白皮书内容摘要整理表

名称	内容摘要
White Paper Connected Robot (ATOS, 2012)	针对机器人未来的开发、操作、潜在功能性与人类行为联结和沟通等进行分析，指出机器人未来商业机会，让读者了解机器人未来可能提供的服务和对社会的影响，以及信息技术 (IT) 将如何在未来的机器人技术中发挥作用，如何超越行先进国家的 3i Robotic (如: information, intelligence and integration) 。
KUKA White Paper: Robots working together with machine tools (Schuhbauer, 2013)	从工业机器人角度，说明通过与工业机器人的智能与自动化结合，如何让工厂生产高效率商品，并提高其经济效益。通过对自动化与机器人、现今机器人的角色定位、现今机器所能提供的功能等加以阐释，并通过案例解说工业机器人如何有效降低人力生产成本。
White Paper on Robotization of Industry, Business and Our Life (NEDO, 2014)	基于机器人科技手册 (robotics technology handbook) 的概念来撰写，并从“工业机器人”和“服务机器人”的应用与结构等展开。包括机器人技术、机器人应用的意义、必要性和周边环境；工业机器人的现状和挑战；商业型服务机器人的应用、现状和挑战；如何让机器人成为社会的一部分等。
Collaborative Robots: End User Industry Insights (Shikany, 2014)	从商业市场角度切入，以了解协作机器人技术的可能性。此白皮书的目的是提出若干问题，以深入探讨协作机器人及其功能对企业可能产生的影响。这些问题包括：哪些行业最有利于协作机器人操作？哪些功能对于协作机器人使用者来说是重要的？协作机器人是否可以取代传统的工业机器人？什么是协作机器人制造商设计决策背后的动机？对企业而言，使用协作机器人是否是一个正确的选择？
Robotics 2020: Multi-Annual Roadmap for Robotics in Europe (EU Robotics aisbl, 2016)	阐述当前机器人技术的发展现状，从机器人形态、技术、市场、业务及学术基础设施等角度进行分析，提供机器人的市场、技术和描述机器人框架的类型，并说明机器人在不同的行业中如何被应用，以及机器人技术未来可以有何贡献 / 会拥有什么社会挑战。其目标在于为欧洲各国开展机器人市场开发和应用等，提供现状分析和相关建议。

1.3 目的

通过对国内外智能型教育机器人相关资料进行深入分析，阐释教育机器人的发展现状，并进行需求及未来发展与市场规模预测等，以促进读者对教育机器人的深入了解，并有效推动我国教育机器人产业的发展。

1.4 章节框架

本白皮书以教育机器人为主要探讨目标，章节框架如图 1-2 所示：



图1-2 白皮书章节框架

第2章 现状

学术研究与产业发展齐头并进

2.1 全球教育机器人主要研究机构

在国际权威科学网核心合集(Web of Science (WoS) Core Collection)文献库中,通过查询文章标题、文章摘要、文章关键词及 WoS 关键词等方式,对 2200 多篇计算机科学和机器人学领域文献进行筛选,发现 1996-2015 年间共发表 540 篇关于教育和机器人的学术论文;

2006-2015 年间共发表 480 篇关于教育和机器人的学术论文。通过对大量的文献资料进行分析梳理,得出如下结论:关于教育机器人的研究在近十年呈急速上升态势,1996 至 2015 年研究数量的成长趋势如图 2-1 所示。

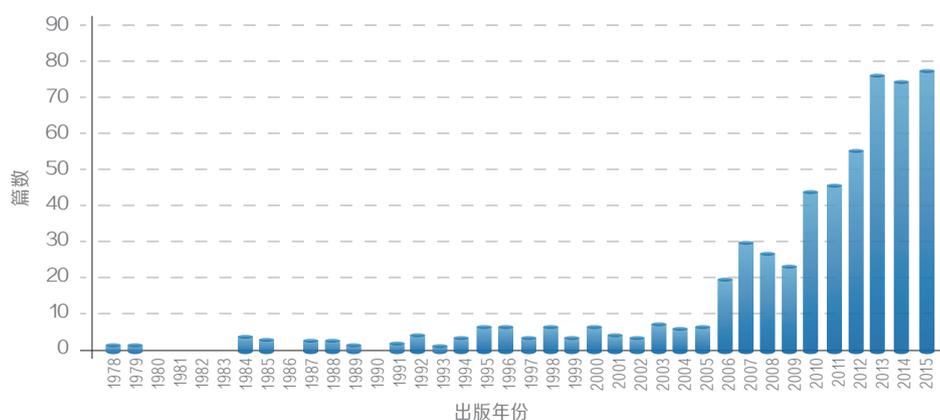


图2-1 教育机器人历年研究数量的成长

本白皮书通过调研近十年与教育机器人相关的文献资料,依据各研究机构的文献数量排名,按各学校名称的英文首字母先后顺序,排列

出全球重要的教育机器人研究机构,并对各实验室的研究做了简要介绍,如表 2-1 所示。

表2-1 全球八大主要研究机构

美国	卡耐基梅隆大学	CORAL
主持人:	MANUELA M. VELOSO	http://www.cmu.edu
团队开发机器人CoBots遵循着一种新型的“共生自律 (Symbiotic Autonomy)”,能知道自己的知觉、身体和推理限制,并在环境中进行导航、适应环境的变化,且不会对人类造成伤害。最大的特色是当其遇到困难的时候,会主动寻求人类的帮助。CORAL团队最大的目标是希望机器人与人类可以有共生生态,因此所有的CoBot Robots都具有共生自律。		

瑞士 洛桑联邦理工学院 **LSRO**

主持人：Mohamed Bouri <http://www.epfl.ch>
Thymio II是100欧元的低价教育机器人，主要目标是针对六岁以上儿童开展的机器人教学。

美国 乔治亚理工学院 **Socially Intelligent Machines Lab (SIM)**

主持人：Thomaz, Andrea L. <http://www.gatech.edu>
Simon是SIM实验室所研发的机器人，目标是透过与终端用户的学习，使机器人能够灵活地适应他们的技能，并能在人类环境中发挥作用

意大利 意大利技术研究院 **iCub**

主持人：Giorgio Metta <https://www.iit.it/institute/istituto-italiano-di-tecnologia>
iCub是一个开源的认知人形机器人平台，被全球20个以上实验室采用。主要设计目标是与人类自然互动，并具备学习的功能，能针对环境自动调适。iCub利用身上传感器所收集到的线索来辨识物体，接收学习任务。

美国 麻省理工学院 **Personal Robots Group**

主持人：Cynthia Breazeal <http://www.mit.edu>
致力于具身智慧 (Embodied Intelligence) 研究，使机器人通过对周围环境的探索来学习语言、技巧、协作能力等技能。随着不断练习，机器人具备更复杂的认知能力，目前研发的机器人包括DragonBot、Panda、Tega、Nexi。

日本 宫城大学 **小岛研究室**

主持人：小岛秀树 (Hideki Kozima) <http://www.myu.ac.jp>
主要研究内容是设计人与机器的互动装置，从而使人的生活更为便利，并治愈人心。主要研发机器人面向生活、心、可爱外形等方面，使其与人形成共鸣 (如：计算机程序、互动接口、声音影像、机器人)。

日本 大阪大学及国际电气通信基础技术研究所 **Hiroshi Ishiguro Lab**

主持人：石黑浩 (Hiroshi Ishiguro) http://www.atr.jp/index_e.html <http://www.osaka-u.ac.jp>
石黑浩教授的著名成在于仿真机器人的研究，其实验室与教育机器人相关的研究为Robovie。Robovie为一形机器人，采用ATR的语音合成技术，具备语音合成能力，并具备人脸辨识及人脸情绪辨识的能力。先后在日本小学进行长、短期的英语学习实验。

韩国 浦项工科大学與韓國科學技術研究院 **KIST**

主持人：Mun-Sang Kim <http://www.postech.ac.kr> <http://www.kaist.ac.kr/html/kr/index.html>
Engkey为两所研究机构所共同研发，目的是为了了解决韩国偏乡缺乏英语师资问题。通过Engkey的显示屏及远端遥控的功能，韩国政府邀请菲律宾的英语老师远程遥控教学。实验显示，10~12岁小学生通过Engkey学习英语，虽然听力的学习效果没有显著的差异，但口语能力则有明显的提升。

英国 赫特福德大学 **ASRG**

主持人：Kerstin Dautenhahn、Chrystopher Nehaniv <http://www.herts.ac.uk>
KASPAR (Kinesics And Synchronization in Personal Assistant Robotics) 是针对自闭症儿童所研发的教育机器人，主要目的在于研究自闭症儿童与机器人的沟通互动是否有助于其与一般人的沟通交流。

2.2 教育机器人主要研究领域

关于教育机器人的研究属于跨领域的研究，涵盖计算机科学、教育学、自动控制、机械、材料科学、心理学、光学等各领域。本白皮书将教育机器人的学术研究归纳为教育导向 (Education Oriented) 与计算机科学导向 (Computer Science Oriented) 两大范畴，并对各范畴中的主要研究

方向进行梳理。其中，教育导向主要研究机器人在教育中的应用，包括 STEAM 教育的机器人教育或编程教育等，以及应用服务机器人教授各种主题科目，称之为 Robot-based Learning；计算机科学导向主要研究可能应用在教育中的机器人技术，称之为 Educational Robotics。

● Robot-based Learning 的主要研究方向

本白皮书针对科学网核心合集数据库近十年有关教育机器人的研究，从学习主题 (Subject)、学习者的年龄 (Ages)、机器人扮演的角色 (Role)、教育理论基础 (Theoretical Foundation)、机器人类型 (Robot Type) 五个

维度，以单篇研究文献为单位，进行各维度对应研究主题的词频统计，并分析文献数量排名位列前三名的研究主题，以说明 Robot-based Learning 类型的研究中，五个维度各自的主要研究方向，如表 2-2 所示。

表2-2 Robot-based Learning的重点研究方向

维度/排序	教育主题	学习者年龄	机器人扮演的角色	教育理论基础	机器人类型
1	STEAM	小学	工具	建构主义	乐高
2	语言学习	初、高中	同伴	认知主义	人形机器人
3	自闭症	大学	导师	生成论	动物机器人

● Educational Robotics 的主要研究方向

相对于一般机器人，人形机器人的互动 (Human-Robot Interaction)，特别是社交智能 (Social Intelligence) 对于教育机器人的设计尤为重要。本白皮书除对教育机器人 Computer Science 与 Robotics 研究领域的文献进行梳

理外，同时还搜集了 Social Robots 与 Service Robots 有关 Human Robot Interaction 的相关文献，形成 Educational Robotics 类型研究的主要研究方向。

表2-3 Educational Robotics的主要研究方向

外观	听觉能力	视觉能力	认人能力	口说能力	同理心与情绪	长期互动
脸型 体型 移动方式 性别 人格特质	语者辨识 语音识别 语意了解	人脸侦测 人脸辨识 人脸追踪 姿势辨识 手势辨识 物体辨识 物体追踪	RFID 语者辨识 人脸辨识 多模辨识	语音合成 情绪语音合成	情绪侦测 同理回应	长期记忆 持续行为 渐进行为

2.3 教育机器人市场产品图谱

为支持研究单位、厂商或相关单位评估教育机器人的发展，本白皮书提出“产品分析框架”和“市场分析框架”，作为未来教育机器人发展的评估参考。通过收录 40 个关注度较高的教育机器人产品，并对其进行评测，以产品

分析框架的形式呈现，展示了参与评测的各教育机器人软件、硬件及服务面向的各产品功能，通过梳理市场分析框架，呈现教育机器人市场的产品发展分布状态。

● 产品分析框架

关于评估、比较教育机器人产品功能，本白皮书通过对硬件方面的“表情动作”“感知输入”，软件方面的“机器人智能”“社会互动”，以及服务方面的“角色定位”“用户体验”进行分析，提出六个维度的产品分析框架，以此评比各个教育机器人的产品功能，了解教育机器人的发展现状，及未来市场空间。各维度、产品功能的发展水平按照“由弱到强”可分为 6 个层级，6 代表最高水平，1 代表最低水平。本白皮书则将在各维度的得分符合特定水平以上

(如下表蓝色底纹所示)的产品其定义为“教育机器人”。如表 2-4 所示。

通过对全球 40 个关注度较高的教育机器人产品进行测评发现，表情动作 (2.7)、感知输入 (3.1)、机器人智能 (3.1)、社会互动 (2.7)、角色定位 (2.6)、用户体验 (2.6) 六个维度的平均评测结果显示，总体来说感知输入和人工智能维度相对成熟，而其余四个维度均有较大改进空间。

表2-4 产品评测框架

维度\水平	表情动作	感知输入	机器人智能	社会互动	角色定位	用户体验
6	仿生表情动作	仿生感知	真人智能	文化互动	多角色	社会认同
5	拟人表情	多重知觉	自主学习智能	多群互动	教学者 / 专家群	生活方式
4	拟真动作	单一知觉	被动学习智能	多人互动	助教 / 导师 / 技师	创造
3	目的性表情动作	多重控制	规则型	双人互动	学生 / 同伴	分析 / 评价
2	无目的性表情动作	单一控制	不规则	单向互动	被动控制教具	应用
1	无	无	无	无	辅助课程教具	记忆 / 了解

● 市场分析框架

本白皮书搜集全球教育机器人的相关产品，依据产品的适用对象及应用场域，梳理出十二类应用于不同情境的教育机器人产品，对全球教育机器人市场的发展现状进行了阐述。通过“适用对象”和“应用场域”两个维度，从产品与

用户关系的角度提出“市场分析框架”，对市场产品的分布状态进行阐释，说明市场发展现状。此市场分析框架，可作为新产品市场定位与发展策略的重要参考。如图 2-2 所示。

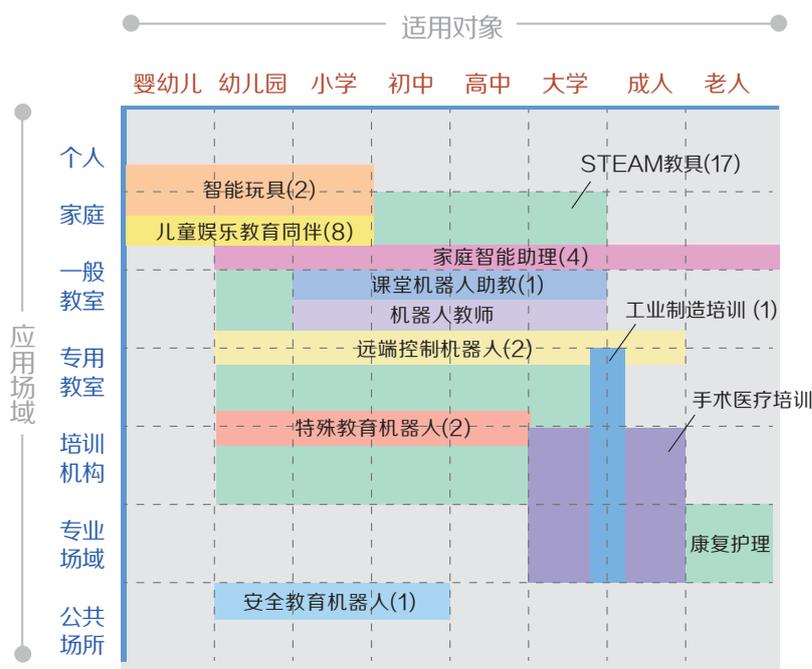


图2-2 十二类教育机器人产品应用情境

从市场发展现状来看：首先，教育机器人产品主要集中在大学以下的家庭和学校的场域中，包括家庭中的智能玩具、儿童娱乐教育同伴、家庭智能助理，学校中的一般教室与专用教室的远程控制机器人、STEAM 教具，专用教室或培训机构用于自闭症用户的特殊教育机器人。其次，部分产品处于概念性阶段，包括课堂机器人助教、机器人教师，它们虽然已明确定义需求的应用情境，但产品尚未得到市场的验证。第三，针对公共场所定制的教与学产品，如：安全教育机器人。第四，专业场域的教育机器人，包括工

业制造培训、手术医疗培训、复健照护等。

据市场分布显示，教育机器人的产品应用在各群体与场域中，仍具有多样性的发展潜力，例如，市场仍缺乏个人能随身携带的产品，成人或老人在专业场域或公共场域中使用的产品也应成为厂商未来发展的重要关注点。

本白皮书介绍了当前教育机器人市场中主要产品类型，通过整合全球当前十二类教育机器人产品类型，说明教育机器人在创新教与学活动上的市场发展前景。如表 2-5 所示。

表2-5 十二类产品类型应用情况

编号	产品类型	说明	产品案例
1	智能玩具	“智能玩具”是一种可随身携带的电子零件，且拥有智能的玩具。主要在满足玩乐需求的基础上，加入教学设计，“寓教于乐”地学习到生活、语言、社交等知识。	PLEO Dash-Dot...
2	儿童娱乐教育同伴	针对 0 ~ 12 岁孩童所设计的同伴机器人，在家庭中，主要陪伴儿童学习，达到寓教于乐的效果。	爱乐优 Kibot-2...
3	家庭智能助理	实体化为家庭智能助理的机器人可为个人解决家庭生活的问题，并提供相关服务。应用在教育上，可作为个性化学习服务的助理。	Jibo BUDDY Pepper...
4	远程控制机器人	远程控制机器人是使用者通过远程控制机器人，异地参与教或学的活动。	EngKey VGo...
5	STEAM 教具	STEAM 教育是指科学、科技、工程、艺术、数学多学科融合的综合教学方法。STEAM 教具是以根据 STEAM 教育理念所设计的教学工具。	mBot、Lego Mindstorms EV3、CellRobot、 Quirkbot、NAO...

编号	产品类型	说明	产品案例
6	特殊教育机器人	为特殊症状使用者设计的教学机器人。应用机器人教学，以矫正其症状。	Milo ASK NAO...
7	课堂机器人助教	协助教师完成课堂辅助性或重复性工作的教育机器人，如：收发考卷、朗读课文等重复性、固定性高的工作任务。	网龙华渔的“未来教师”
8	机器人教师	作为教师角色，能根据不同的教学情境，独立完成一门课程的教学，以达到教学效果。	江西小美机器人 日本东京理科大学 SAYA 教师...
9	工业制造培训	通过对企业内专业人员的培训，在需要快速变动的生产需求下，经专业的调整设定，满足其生产线的需求。	Baxter...
10	手术医疗培训	应用机器人来培训医疗专业的工作人员，以增加其对机器人手术操作的熟悉。	达文西手术系统...
11	复健照护	陪伴老年人专用的机器人，具备娱乐、脑力训练、复健教学等各方面复健照护的应用。	Zora Bot Sil-bot
12	安全教育机器人	通过角色扮演的方式，利用机器人传递安全教育的知识，达到安全教育的目的。	Robotronics

为教育机器人中、长期的发展提供评估策略，本白皮书从产品及市场两个角度提出两个分析框架：产品分析框架、市场分析框架，以此

作为相关单位发展教育机器人的评估工具，从而有效促进教育机器人市场的发展。

第3章 需求

跨年龄跨群体的广阔市场

3.1 教育机器人需求分析的来源与框架

本白皮书通过专家访谈、教师问卷调查、文献分析三方面收集并分析六个不同学习群体对机器人的应用需求。整体而言，专家访谈所得的意见提供了具体的需求原因与应用方向，问卷调查呈现了许多实际应用中的需求项目，文献分析则指出发展较为明确且成熟的应

用方向。

对于分析所得的需求，可进一步根据开发教育机器人所需的关键技术成熟度，评估各教育机器人实现应用的时程，本章分析结果将依据学习群体和实现时程两个维度来呈现。学习群体的划分如下：

- 幼儿群体：幼儿园以及尚未入学幼儿园的幼儿。
- 小学群体：小学一到六年级的儿童。
- 中学群体：初、高中的青少年。
- 大学群体：包括大学生、研究生等大学教育以上的学生。
- 成人群体：已成年并进入职场工作的群体。
- 老人群体：有别于成人群体，老人群体特指已到退休年龄且已由职场退休的群体，一般也称这个阶段的学习者为乐龄或长青群体。

实现应用的时程分为短程（1~2年）、中程（3~4年）以及长程（5年或以上）三个发展阶段。

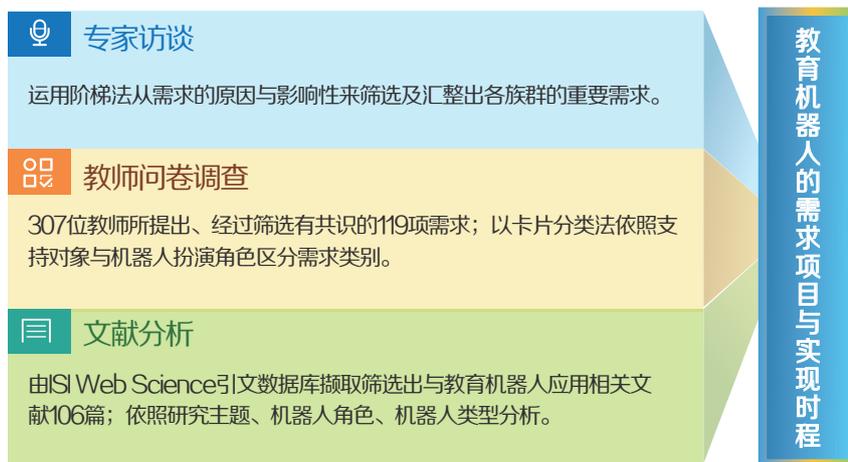


图3-1 教育机器人需求分析框架

3.2 教育机器人的需求项目与实现时程

教育机器人研究将领域专家一致认同的开发教育机器人所需的关键技术包括“人工智能”“语音识别”及“仿生科技”的成熟度等，并将其作为评估各教育机器人实现应用时程的指标。本白皮书通过对专家访谈、教师问卷调查与文献分析三种方式所得的需求进行分析后，将进一步区分该需求的实现时程，并采取客观的教育机器人发展关键技术作为辨别的依据。

教育机器人的最终目标是，在各方面的功能都能达到如同人一样的灵活，具备如同人一般的智能能力，实现人一般的交互与行为。在互动方面，教育机器人必须达到如同人一般，能透过口语进行互动的沟通能力；在智能方面，由于教育机器人必须扮演如同教师、学习同伴、助理甚至是顾问等多重角色与使用者进行互动和提供反馈，因此需要高度的人工智能技术来作为机器人扮演这些角色的支持；在感知与行为能力方面，为了达到如同人一般的感知与行为能力，整合生物、信息科技以及机械设计的仿生

科技将是发展教育机器人的关键技术。

在这三个关键技术中，语音识别技术发展最为成熟，知名的例子包括：谷歌与SIRI语音助理。相较于语音识别技术，人工智能以及仿生科技这两项技术仍有相当大的发展空间。

本研究以语音识别、人工智能以及仿生科技作为发展教育机器人的三个关键技术，并以此作为区别需求时程的标准，将每一项搜集到的需求对应至这三项关键技术，并且依据此需求对该技术的需求强度分为高、中、低三个水平；同时将六个群体的需求进一步分为短期、中期与长期需求。例如，老人群体复健与运动的需求对应到三个关键技术，需求强度皆为“高”的程度，并将此需求项目归类于老人群体之长期需求。

综合三种数据源，整理出各群体需求项目共26项，并分为短期、中期与长期需求，详细如表3-1所示。

表3-1 各群体教育机器人需求总结

学习群体	短期	中期	长期
幼儿	幼儿语言教育	幼儿体能训练 幼儿游戏教育 幼儿自闭症陪伴与治疗	身心障碍治疗
小学	机器人教育 语言教育	机器人书童	托管照顾与陪伴
中学	机器人教育	机器人学习伙伴	青少年自我认同塑造

大学	机器人教育 - 智能设计 机器人教育 - 互动设计 机器人教育 - 机械机构设计	机器人学习助理 生涯发展规划导师	教学代理人 机器人教育 - 应用系统设计
成人	机器人学习顾问	职能与专业成长顾问	机器人教师
老人	老人陪伴	个人保(复)健运动顾问 终身学习家教 游戏式学习同伴	个人保(复)健运动教练

教育机器人短期、中期以及长期的需求项目及其详细的内容说明如下：

表3-2教育机器人近期需求

群体	需求项目	内容
幼儿	语言教育	幼儿是学习语言的黄金时期，运用教育机器人作为幼儿玩伴教学外语可满足这一方面的需求。
小学	机器人教育	小学机器人教育以使用乐高组合型机器人为主，机器人在学习过程中扮演教具或玩具的角色，帮助儿童认识机器人的构件与组合。
	语言教育	教育机器人具有行动能力，可以像玩伴一样跟随在学童身边，主动适时通过生活化的语言与学童互动，营造一个持续且自然的外语使用环境。
中学	机器人教育	中学机器人程度较高，使用乐高积木式机器人的比例骤减，取而代之的是 ARDUINO 等其他类型机器，目的在于培养进阶的机器人教育技能、衔接小学与大学机器人教育。
大学	机器人教育 ● 智能设计 ● 互动设计 ● 机械机构设计	在大学相关专业科系（如机械系、电机工程自动化工程、信息工程与信息管理等科系），专业的机器人教育课程开发是一项重要的需求，并在近期可以细分为智能设计、互动设计以及机械机构设计三个重要的应用方向。
成人	机器人学习顾问	机器人学习顾问主要的任务在于搜集学生的学习习惯、行为模式、出席率以及学习表现等，按照学生的兴趣与学习表现推荐适合的课程、提供专业生涯发展规划。
老人	老人陪伴	陪伴老人并协助提供健康看护，例如：陪伴老人进行反复的语言练习、陪伴老人阅读、陪伴倾听等。

表3-3教育机器人中期需求

群体	需求项目	内容
幼儿	幼儿教学代理人 ● 幼儿体能训练 ● 幼儿游戏教育	使用机器人作教学代理人，教导幼儿开展体操练习、唱歌或游戏活动，寓教于乐，提高幼儿的兴趣，提升体能，促进学习。
	幼儿自闭症陪伴与治疗	此类型机器人以人形机器人为主，扮演幼儿学习同伴的角色，通过游戏的方式与幼儿进行社交互动，促进幼儿与其他人沟通、了解他人情感以及表达的社交能力。
小学	机器人书童	主要任务在于提供安全看护、陪伴以及提供生活需求的协助，例如：提供小学生放学后的补习班照顾、成为一人一机的行动学习助理、提供陪伴与练习等功能的陪伴书童。
中学	机器人学习伙伴	主要任务在于提供学习上的陪伴与练习功能，目的是用如同伙伴一般的机器人陪伴学生学习和练习，以达到提高学习兴趣、监督与提醒学生学习进度等功能。
大学	机器人学习助理	主要任务是提供学习与生活上的管理与协助，例如，在课业上陪同学生进行课业的练习和管理，提醒学生学习进度与日常作息安排。还包括个人食衣住行、健康与运动的管理，提高学习内容，支持使用者进行专业课程学习。
	生涯发展规划导师	机器人可扮演个人生涯发展规划的导师，通过对话给予生涯发展成长指引，通过系统提供不同的案例，模拟可能的发展轨迹，供使用者学习和参考。这一类型的机器人需高度拟人化，或运用3D投影技术呈现学习对象的声影，以达到如真人再现的效果。
成人	职能与专业成长顾问	在这两方面机器人可扮演 Agent（代理人）的角色以及教学者的角色。教学者的主要工作包括提供教学内容，而代理人则可提供专业的职业规划与辅导顾问。这一类机器人的角色不提供学习内容，只是教练，负责规划以及监督学习者的学习。

群体	需求项目	内容
老人	个人保(复)健运动顾问	老人持续维持适当的运动对身心健康很重要,随着相关技术的成熟,设计能够根据老人个人健康状况及医疗信息给予具有保健功能的运动教学,并同时能够带领及陪伴老人一起运动的教育机器人,将会是一项重要的应用方向。
	个人终身学习家教	由于老人的学习速度、记忆力等能力因年龄的增加难免会有衰退的情形,在教学上非常需要有耐心的教学者可以配合老人常需要反复学习的特性,不厌其烦地给予引导,教育机器人正可满足以上需求。
	游戏式学习同伴	教育机器人可设计作为老人的玩伴,共同进行益智游戏,如麻将、象棋、围棋、桥牌等需要动脑但又有趣的游戏,以维持老人的心智健康。发展方向可由个人玩伴到具备呼朋引伴的联网社交功能。

表3-4教育机器人长期需求

群体	需求项目	内容
幼儿	身心障碍治疗	特教领域专家指出,身心障碍特殊幼儿早期治疗黄金时期主要集中在六岁之前,幼儿特殊教育需要特教老师有更多的耐心不断引导才能获得最佳效果。应用教育机器人协助特殊幼儿于治疗的黄金时期进行特殊教育是一个非常值得发展的方向。
小学	托管照顾与陪伴	小学生放学后需要课后托管照顾或陪伴的比率一直都很高,特别是陪伴的比率更超过一半以上,运用教育机器人于家中或托管班担任托管的工作,照顾及陪伴学童,一方面可辅助学童完成作业,另一方面也能够担任学童的玩伴,并随时反馈学生在家的情况让父母安心工作。
中学	青少年自我认同塑造	教育机器人可以“角色扮演”的游戏式学习方式帮助青少年建立自我认同: 1. 在角色扮演的游戏式学习中,使用教育机器人做为青少年的化身(avatar),让青少年从所认同的角色(role models)中塑造自我,对所认同及参照角色的了解与仿效。2. 通过这种学习方式使青少年能重新审视自我能力、兴趣与条件。3. 教育机器人作为一个互动平台,使青少年获得同伴的反馈、支持与认同。

群体	需求项目	内容
大学	教学代理人	使用机器人作为教师代替教师进行教学工作。
	机器人教育——应用系统设计	在大学相关专业科系如机械系、电机工程自动化工程、资讯工程与信息管理等科系，专业的机器人教育课程发展是一项重要的需求，并且在远期的应用为系统设计。
成人	机器人教师	成人群体的机器人老师，主要任务在于提供个性化学习的教学内容，例如远距教学或是陪伴学生进行对话练习、纠正学生错误等。
老人	个人保(复)健运动教练	老年人适当运动对身心健康都很重要，随着相关技术的成熟，设计能够根据老年人健康状况及医疗信息给予具有保健功能的运动教学，并带领及陪伴老年人一起运动的教育机器人，将会是一个重要的应用方向。

3.3 教育机器人的需求分析结论

● 机器人教育、语言教育与特殊教育为教育机器人的共同需求

本白皮书通过专家访谈、教师问卷调查、问卷分析三个数据源搜集教育机器人在幼儿、小学、中学、大学、成人、老人六个群体的需求，共搜集到 26 个教育机器人需求项目。其中，机

器人教育、语言教育与特殊教育为三种数据源共同提出的需求，并依照提出需求的比重而言，又以机器人教育为跨群体重叠性最高的需求，其次则为语言教育以及特殊教育。

● 人工智能、语音识别及仿生科技为发展教育机器人的关键技术

人工智能、语音识别及仿生科技三项技术的成熟度是发展教育机器人的关键技术，教育机器人发展的最终目标是达到如同人一样的灵活度、提供如同人一般的互动模式，如同人

一般语音互动的语音识别技术、能够扮演各种角色与使用者互动并提供反馈的人工智能，以及能做出如同真人一般细腻动作的仿生科技将是发展教育机器人的关键技术。

● 开放性的教育机器人系统平台将可支持多用途的需求开发

未来教育机器人产业的发展方式应遵循类似计算机平台与应用软件的概念，分为多用途的教育服务机器人系统平台、机器人应用软件的两个发展方向。根据本章所搜集到的教育机器人需求发现，“机器人教育”“语言学习”以及“特殊教育”三大类别可被视为重要需求。

其他教育机器人需求呈现多样性，大众期待教育机器人是能提供多样性的服务功能，能够扮演亦师亦友等多重角色来满足使用者的多重需求，能够扮演多重角色、提供多样服务的教育服务机器人将是未来发展的主流。

第4章 产业

教育机器人产业链

4.1 教育机器人产业链框架

通过调查教育机器人产业相关的厂商现状，针对教育机器人产业的未来发展趋势进行分析，总结出教育机器人的产业链发展将类似笔记本电脑、手机、平板计算机的发展历程，从硬件制造商至渠道商，其产业链的发展约为七类典型厂商，如图 4-1 所示。

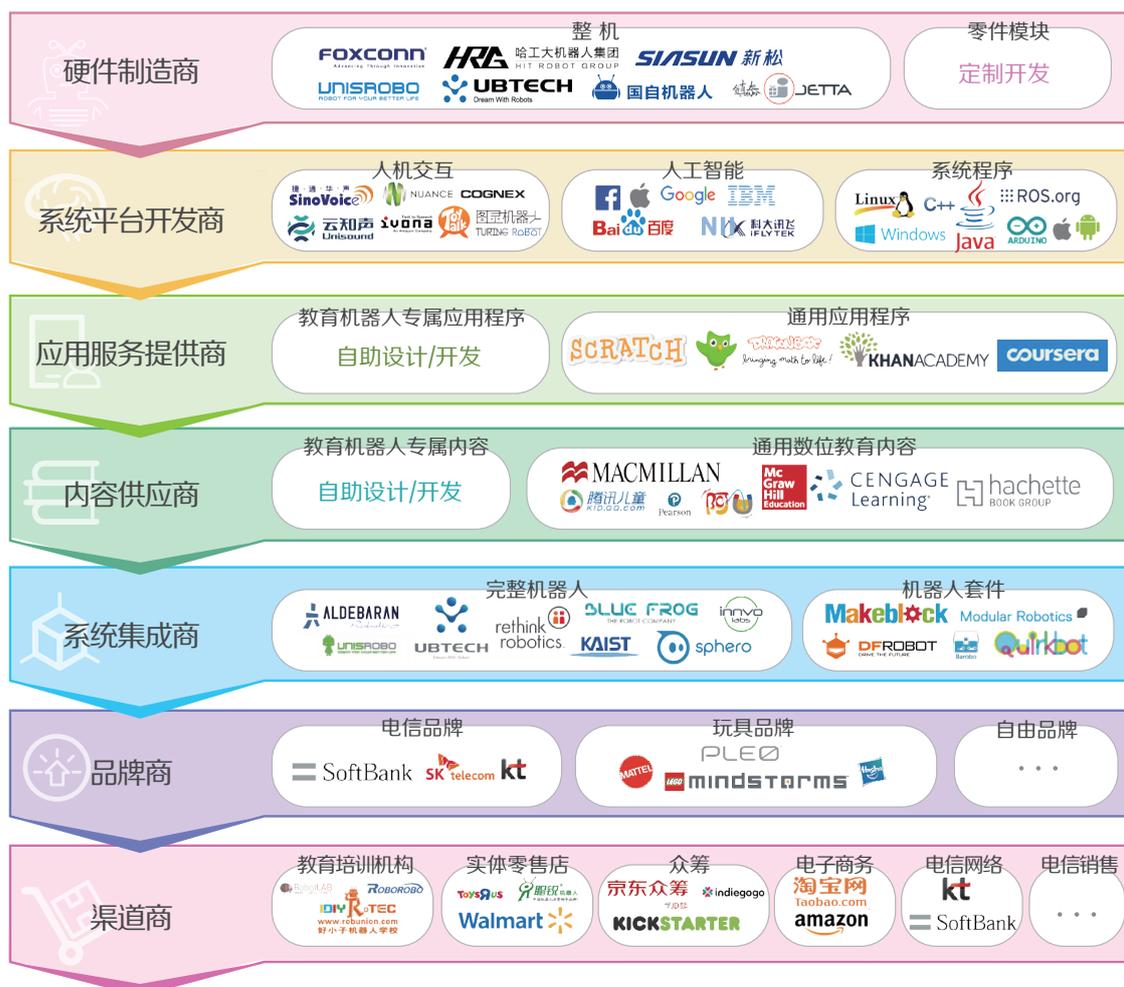


图 4-1 教育机器人产业链框架图

目前教育机器人市场上，硬件制造商分为整机和模块 / 零件两个部分，负责产业链中机器人硬件的制造、组装及测试。系统平台开发商由人机交互、人工智能、系统程序构成，负责提供便于开发与管理软硬件资源的接口，以吸引应用服务提供商开发教育机器人专属或通用应用程序，满足教与学的课程需求。内容供应商则提供专属或通用应用程序所需的教学内容。系统集成商在适配产品供给与市场需求后，负责整合完整机器人或机器人套件的商品。电

信、玩具或自有品牌等品牌商承担经营与销售活动。渠道商负责连结消费者和供应商，形成完整的教育机器人产业链，可细分为教育培训机构，实体零售店，众筹，电子商务，电信网络和自主销售。

目前，教育机器人产业链的成员，尚未进入分工高度精细的状态。未来，随着市场需求扩增，分工和定位将会更明确。此七层产业链的框架图能帮助厂商分析教育机器人产业的策略及形势。

4.2 教育机器人产业链的发展

随着市场需求逐渐清晰、技术发展日趋成熟、生产成本降低，未来产业链将选择符合市场需求的厂商，形成多样的竞争与合作的关系，以满足多变、多样的市场需求。

互联网时代，市场在快速变化，未来教育机器人产业关系的发展，将会有八种趋势，下图将为相关单位对教育机器人产业未来发展进行布局提供参考。



图 4-2 产业链的未来关系发展图

● 教育机器人产业链形成专业分工

目前，教育机器人的发展仍处于初始阶段，厂商独自负责研发、设计、生产、销售等各产业链活动，以这种单一模式为主。Softbank 投资家庭情绪机器人 Pepper，Aldebaran 设计研发、

鸿海富士康生产组装的合作案例都呈现出同一态势，未来教育机器人的产业链将面向专业分工的七层产业链方向发展。

● 服务机器人制造技术成熟，加速教育机器人发展

随着减速器等关键零组件技术的日趋成熟，服务机器人在表情动作、感知输入等能力上的差异将逐渐缩小。硬件制造的技术与成本降低，服务机器人将走向价格竞争为主导的态势，这

使得深入各领域的应用将成为发展重心，建立适合教学应用的环境，将加速机器人各种教育应用的发展。

● 自然人机交互及人工智能将成为产业关键技术

相较于应用其他智能装置进行教与学的活动，教育机器人的优势在于能够采用自然的人机互动方式，例如：肢体动作、语音、图像识别、认知等互动技术；赋予机器人具备如人类思考的智慧能力，例如：语义智慧、视觉智慧等感

知或认知的智力。这些技术的使用目的，是让机器人与机器人，或机器人与人交互的情境应用更为自然、简单，以降低学习前的使用障碍，使自然人机交互及人工智能将成为教育机器人的产业关键技术。

● 教育专属应用服务程序与内容凸现市场产品价值

教育机器人的优势在于自然人机交互的设计技术已较为成熟。在形成机器人的生态体系后，第三方软件开发商将可运用自然人机互动

接口，利用机器人的表情动作、感知输入的功能，开发丰富的教学情境应用程序、服务与内容。

● 专业教育机器人成为系统集成商的蓝海市场

机器人除了探索替代劳动力工作的应用外，系统集成商有机会将向专业领域的教育发展，例如：以师徒制的方式，将传统农、林、渔、牧业的专业技能，甚至是食、衣、住、行、育乐等

活动的技艺，予以保留及传承培训。系统集成商投入到教育机器人专业领域的研发，将有机会成为一大蓝海市场。

● 玩具品牌加速教育机器人的发展

玩具产品的价格普遍低廉，且卡通玩具的肖像更容易被市场消费者所接受。随着教育性与智能化的玩具设计成为趋势，单纯玩乐的玩具市场，很有机会向教育机器人的领域发展，发展为“寓教于乐”的教育机器人。

● 电信产业与教育产业合作的整合商业模式

电信商拥有庞大的使用者，凭借这一优势，结合多样性教与学的服务应用程序与内容资源，将加速教育机器人的发展，形成整合的商业模式。如：日本 Pepper 与韩国 Kibot-2 以月租收费的方式，取得完整的应用程序服务或是内容。

● 产业链生态系的竞争

在机器人制造、系统平台、第三方应用程序、教育内容发展趋向成熟的同时，只有透过紧密的合作、结盟，形成一个完整的产业链生态体系，才足以建立产业链庞大的竞争优势。目前，电动车的 Tesla、虚拟现实的 Oculus Rift 以打造生态系统为目标，扩大产业链的生态系资源，形成强大的竞争优势。

第5章 未来

百家争鸣的生态系

综合目前教育机器人市场产品、产业链与市场规模的分析与预测，课题组测算全球教育机器人市场规模到 2021 年可达 111 亿美元（超过 600 亿人民币），如图 5-1 所示。



图 5-1 教育机器人的市场未来发展预测

5.1 市场规模

依据全球教育机器人的相关市场调查报告及相似产品的发展历程，本书提出包括终端消费、教育机构、教育套件与 STEAM 玩具套件市场模型四个方面关于教育机器人的市场模型预测。其中，终端消费、教育机构市场模型用以

预估教育服务机器人的市场规模；教育套件与 STEAM 玩具套件市场模型用以预估机器人教育的产品市场规模。2016~2021 各年度四个模型的市场规模详细预估，如表 5-1 所示。

表 5-1 教育机器人市场规模预测（单位：十亿美金）

预测模型/年度	2016E	2017E	2018E	2019E	2020E	2021E
终端消费市场	-	-	-	4.5	13.6	36.3
教育机构市场	1.4	1.6	1.7	1.8	2	2.1
教育套件市场	1.3	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7
STEAM 玩具套件市场	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.3
市场规模总额预估	1.8	2.0	2.1	2.9	5.3	11.1

● 终端消费市场规模预估——至 2021 年将达到约 363 亿美金

教育服务机器人方面，产品相似于笔记型电脑及平板电脑的系统结构。参考以上两产品的发展历程，可以发现，一项新产品从消费市场进入教育市场，平均需要三年时间，在平均价格下降到 500 美金的水平下，进入教育市场的前三年内出货量可累积达到约 6 百万台。

● 教育机构市场规模预估——至 2021 年将达到约 21 亿美金

参考美国 2010 年劳动力生产总额报告，服务劳动力从事教育的比率为 17%，课题组预估服务机器人仅能取代约 8% 的教育劳动力生产总额。据市场调研机构 Markets and Markets 统计，2014 年服务机器人已实现 69.7 亿美金的市场规模，并将以 17.36% 的复合成长率成长，服务机器人将形成一个新的劳动力市场。

● 教育套件市场规模预估——至 2021 年将达到约 27 亿美金

机器人教育方面，机器人用来作为教育的学习套件，教育套件市场模型依据 Markets and Markets 报告统计，2014 年可编程机器人市值将达到 10.5 亿美金，并以复和成长率 14.94% 成长。

● STEAM 玩具套件市场规模预估——至 2021 年将达到约 33 亿美金

智能玩具愈来愈多以 STEAM 教育概念作设计，根据 Infiniti Research(2014) 报告显示，2013 年全球玩具市场规模为 800 亿美金，未来将以年复合成长率 4.17% 速度成长。玩具产业协会 (Toy Industry Association) 报告显示，拥有 STEAM 教育作用的产品约占所有玩具 3% 的营收。

基于全球教育、机器人的相关市场调查报告及相似产品的发展历程，预估至 2021 年教育机器人市场规模将达到 111 亿美金。其中教育服务机器人相较于机器人教育市场拥有较大的发展潜值，至 2020 年预估将可能大幅增长。此外，根据 Markets and Markets (2012) 的机器人报告分析，未来教育服务机器人市场的服务与内容营收，将可能占市场整体的 77%。

5.2 未来竞争与合作态势

未来教育服务机器人将分为通用型、专用型教育服务机器人两大类。通用型是指机器人具备提供工作、娱乐、生活、教育等多功能用途，并配合周边产品的使用，达成教与学活动的任务，如：智能手机、平板计算机等消费性智能产品；专用型是指专为教与学应用情境所设计的教育用产品与服务，例如：教育平板、电子互动白板等。随着市场客群的使用场域及适用年龄不同，预期将各自发展出特有的产业关系竞争与合作关系，这将成为厂商发展要考虑的重要因素。按照市场规模预测，未来教育服务机器人

人的市场潜力较大。

通用型教育服务机器人的市场竞争将推动并且吸引足够的第三方应用程序开发商加入，它一方面发挥平台服务应用程序的价值，另一方面也创造市场上更多使用者的需求。当使用者的人数达到多数，平台逐渐形成一个产业的标准，并形成特有的应用程序商店（APP Store），带动产业链上、下游厂商的发展。这个生态系的竞争将类似笔记本电脑、智能型手机、平板计算机的发展历程。详细的通用型教育服务机器人的市场发展关系，如图 5-2 所示。

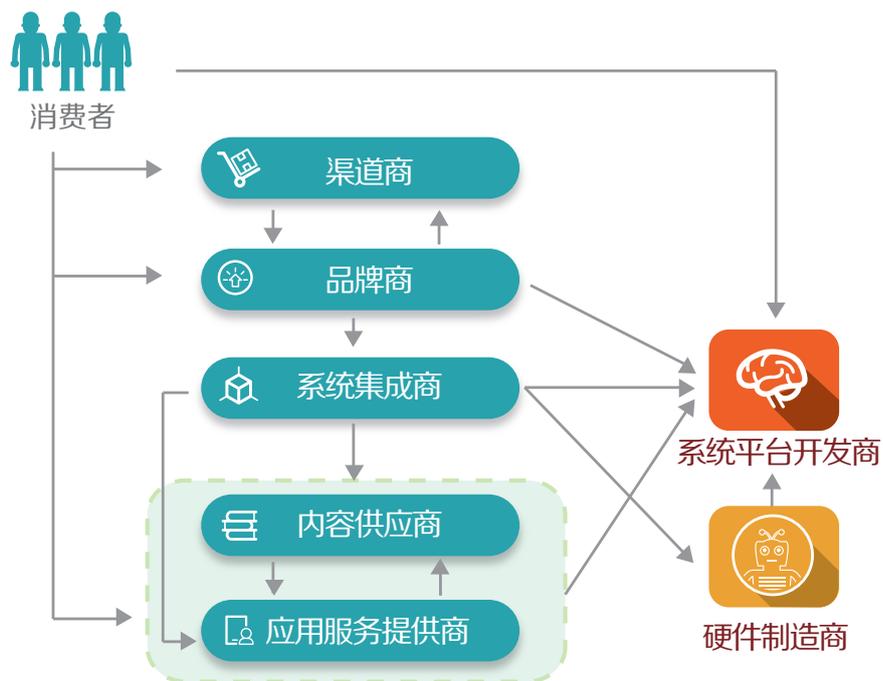


图 5-2 通用型教育服务机器人市场发展关系

品牌商与系统集成商将在专用型教育机器人中扮演重要角色。从系统集成商研发的机器人产品中，打造一个独有品牌价值的机器人系列产品，将成为市场上消费者及渠道商挑选专用型教育服务机器人的重要参考指标；并由市场教与学的需求，驱动整个产业链内容供应商、应用服务提供商、系统平台开发商及硬件制造

商等的发展。此生态系如同教育应用平板、交互式白板、智能教室等教育科技产品的发展，系统集成商作为解决方案提供商（Total solution provider）的角色，将满足各类教育机器人品牌商的价值需求。详细的专用型教育服务机器人市场发展关系，如图 5-3 所示。

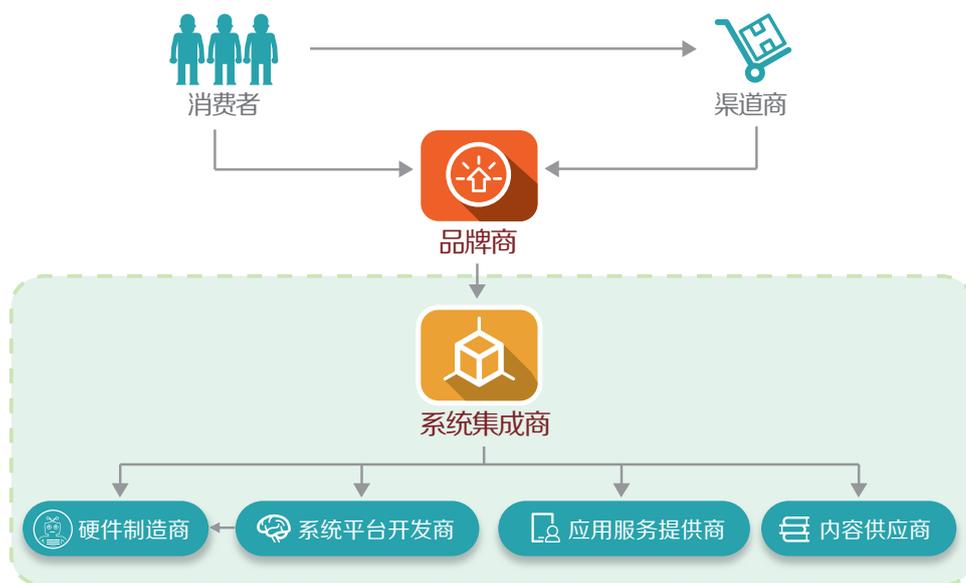


图 5-3 专用型教育服务机器人市场发展关系

5.3 未来市场发展与建议

根据对市场产品、产业链与市场规模进行分析，本白皮书提出关于教育机器人市场未来发展的五个建议，为教育机器人研究机构与厂商的发展提供借鉴。

● 教育服务机器人市场的庞大商机

通过对目前市场发展趋势进行分析，预估至 2021 年，教育服务机器人与机器人套件市场上将超过 111 亿美金。其中，教育服务机器人市场的成长占重要角色，其服务与内容营收约占整个市场的 77% 以上。

● 通用型教育服务机器人决胜于系统平台开发商，专用型教育服务机器人决胜于品牌商与系统集成商

教育机器人未来将向通用型与专用型两种类型发展，各自形成独有的产业竞争生态。其中，通用型将由系统平台开发商吸引关键多数的第三方开发者取胜，专用型将由品牌商及系统集成商掌握市场需求的走向取胜。

● 教育机器人即服务（ERaS）的产业生态系竞争发展

教育机器人服务将形成生态竞争体系，以特有的机器人操作系统、应用程序商店、应用程序与内容，与各产业链的厂商结盟，形成完整的服务体验，以满足各教学市场需求。

● 自然人机交互的体验决定产品成败的关键

教育机器人与智能型手机、平板计算机、VR/AR 等创新产品的差异，在于自然人机交互能力，可与真人教师或是学生实际互动。是否存在使用障碍的自然交互体验，将成为检验产品投放市场后成败的关键。

● 以使用者为中心，设计教育机器人特有的用户体验

产品功能与市场需求适配情况，决定了使用者对教育机器人的服务体验与购买意向。坊间已有服务设计（Service Design）、设计思考（Design Thinking）等，以用户需求为中心的产品设计方法论，将帮助厂商将产品设计融入用户情境，从而提升使用者体验。

第6章 结论

实践困境与有效路径

6.1 教育机器人的发展

本白皮书从市场产品、教育需求、产业链结构与市场规模等方面，阐述了教育机器人的发展历程与现状，总结如表 6-1 所示。

表6-1 教育机器人的发展概述

方面	框架与内容	研究发现与小结
市场面与产品	产品与分析两个框架，可作为厂商未来中、长期市场发展或产品研发的策略评估工具，加速教育机器人市场的发展。根据此框架，将教育机器人产品整合成十二种类型产品，包括：智能玩具、儿童娱乐教育同伴、家庭智能助理、远程控制机器人、STEAM 教具、特殊教育机器人、课堂机器人助教、机器人教师、工业制造培训、手术医疗培训、复健照护、安全教育机器人。	<ul style="list-style-type: none">● STEAM 教具是目前已普及且发展速度较快的产品● 当今市场比较缺乏专属于成人与老人应用的个人培训中心、专业场域与公开场域的产品服务● 教育机器人出现“以多功能结合行动装置应用以及机器人智能化”的发展趋势。未来，教育机器人应以“用户为中心发展用户体验”作为发展目标
教育需求	以专家访谈、问卷调查以及文献分析三个数据源探查幼儿、小学、中学、大学、成人与老人六个不同群体的教育机器人需求项目，并将其区分为 1-2 年的近期需求、3-4 年的中期需求以及 5 年以上的远期需求。	<ul style="list-style-type: none">● 机器人教育、语言教育与特殊教育为教育机器人的共同需求● 人工智能、语音识别及仿生科技为发展教育机器人的关键技术● 开放性的教育机器人系统平台将可支持多用途的需求开发

方面	框架与内容	研究发现与小结
产业结构	提出教育机器人由上游至下游七层的产业框架,包括硬件制造商、系统平台开发商、应用服务提供商、内容供应商、系统集成商、品牌商与渠道商。	<p>整体而言,教育机器人的七层产业链尚未成形,仍处于发展尚未成熟的产业环境。从目前的发展趋势来看,教育机器人产业发展未来将呈现以下态势:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 产业链专业分工 ● 服务机器人制造技术更加成熟 ● 自然人机交互及人工智能成为关键技术 ● 发展专属应用服务与内容 ● 专业教育机器人成为系统集成商蓝海市场 ● 玩具品牌将加速教育机器人的发展 ● 电信产业与教育产业结合的新商业模式 ● 产业链生态的竞争
市场规模	以四个模型来推估教育机器人整体市场的规模,包括:终端消费市场、教育机构市场、教育套件市场与STEAM玩具套件市场。	研究预测教育服务机器人的庞大市场在2021年将超过111亿美金,且服务与内容营收将占总营收的77%以上。

6.2 教育机器人的实践与展望

● 教育机器人的实践与困境

目前,将教育机器人导入实际的教育体制仍有许多困难与障碍,包括以下几方面:



图6-1 教育机器人的实践困境

● 教育机器人的展望

教育机器人未来展望与建议可分为以下几个面向讨论：

需求面

广泛纳入其他国家与地区的需求：如东南亚、欧美等地区，除可以了解跨地区需求差异以外，也可以更贴切地规划适用于全球的教育机器人与应用。

目前白皮书已明确指出多项可能的应用情境：例如，应用于幼儿的外语学习、应用于老人群体的托管看护。具体设计实际的应用情境则是下一个阶段待解决的问题。

社会面

制定明确的教育目标：教育机器人的推动必须有明确的教育目标，明确地定义教育所要培养的核心能力，例如：跨领域的能力或解决问题的能力。

设计相对应的课程内容：教育机器人课程的设计要考虑以下几点 (1) 主要培养的核心能力 (2) 幼儿至大学的课程必须要达到贯穿与衔接的效果 (3) 教材设计。

培育师资：教育政策必须要思考，整体而言需要培养哪些师资、如何培养或帮助老师接

受使用机器人，以及如何补充不同教育阶段的师资（例如，跨学科的整合课程）等问题。

其他：规划其他与机器人教育相配合的配套政策，例如：机器人学的能力检定与认证、机器人竞赛。

产业的政策：应思考目前政府有哪些新的产业政策，以及如何将机器人应用到这些产业。将产业与教育合并思考，以培养出符合产业需求的人才，以提升我国教育机器人产业的竞争力。

技术面

目前机器人的技术问题：各家机器人厂商的控制接口不同，导致很难整合，并且无法支援跨平台等问题。建议未来可以向发展共通平台的方向努力，让教育机器人的产业发展更为健全成熟。

教育机器人的关键技术：具有分辨语意能力且具备如同真人一般的互动性是机器人理想的发展目标，因此语音识别、人工智能两项技术将是教育机器人的关键发展技术。

其他面向技术的发展：除了关键技术发展以外，也需其他技术与之配合，如感应技术、辨识技术、控制语言、机器人结构、无线网络、云端科技。

技术政策：建议未来整体的教育政策，朝三个方向进行规划：(1) 教育机器人的系统框架 (2) 教学平台管理 (3) 行动载具与管理端的关系，使教育机器人发展更健全完备。



欢迎关注北京师范大学智慧学习研究院
微信公众号

十大核心观点

1

教育机器人涉及“教育行业中的服务机器人”和“青少年机器人教育”两个方面，将成为工业机器人和服务机器人以后的第三类机器人发展领域。教育领域中的机器人将增强或延伸教师的表达能力、知识加工能力和沟通能力；机器人教育将激发广大学生对智能技术的学习兴趣和动力，并大范围提高学生信息技术能力，提升数字时代的竞争能力。

生产线上的工人机械劳动逐渐被机器人所替代，工业机器人的发展已基本成熟；会议迎宾、餐厅服务、远程客服等服务机器人逐渐被大众所接受，服务机器人正处于快速发展的过程中。中小学普遍开展的机器人课程和机器人大赛，为教育机器人的发展奠定了良好的认知基础，而在教育领域中能够增强或替代教师部分功能的服务机器人研究尚处于起步阶段。

2

3 在全球教育机器人研究领域中，根据国际权威文献库调研，文献引用数量处于前列的国家有美国、瑞士、意大利、日本和英国等，研究主要聚焦在机器人教育、语言教育和特殊教育领域。在“机器人进课堂”方面，日本和韩国应用相对广泛。

学校中的教育机器人应将成为智慧学习环境的重要组成部分。作为教师助手支持教学设备使用、提供学习内容、管理学习过程、常见问题答疑等，作为学习伙伴协助时间和任务管理、分享学习资源、激活学习氛围、参与或引导学习互动，形成一种新型教学形态。

4

5 随着家庭教育受重视程度的日益增强和“家庭学校”在全球的兴起，教育机器人或许能作为同伴或辅导教师，成为“家庭的一员”，协助“在家教育”，促进孩子的学习发展和健康成长。

机器人在家庭中除了具有老年人的看护和康复促进功能之外，还可以通过类似家人或朋友的角色，为老年人提供情感陪伴和智力支持，延缓老人认知老化过程，预防其他相关疾病的发生，提高老年人的生活品质和幸福指数。

6

7 机器学习、自然人机交互、仿生科技是教育机器人研发中需要长期探索的关键技术。人们期待教育机器人能像人一样思考、像人一样行走、像人一样互动，并做出如同“真人”一般的细腻动作。

教育机器人产业链涉及硬件制造、系统平台开发、应用服务提供、内容供应、系统集成、品牌及渠道等约七类厂商，产业链已具雏形，但尚未形成完整的产业链。目前教育机器人产业发展大致分为通用型和专用型两种取向，前者主要由系统平台开发商带动，后者则由品牌商和系统集成商驱动，它们或许将形成两类产业链。

8

9 教育机器人的应用情境涉及人群和场域两方面，前者涵盖婴幼儿、幼儿园和中小学（K12）、大学、在职人员和老人等群体，后者包括个人、家庭、教室、实验室、培训机构、工作场所和公共场所等。不同人群、不同场域的应用诉求与技术的发展成熟度，将决定教育机器人产品的发展方向。

教育机器人可以按照表情动作、感知输入、机器人智能、社会互动、角色定位和用户体验六个维度来评价其产品成熟度。本研究对 40 个关注度较高的教育机器人产品进行评测发现，总体来看感知输入和机器人智能维度相对成熟，而其余四个维度上均有较大改进空间。

10

文档引用
信息

刘德建, 黄荣怀, 陈年兴, 樊磊, 赵国仁, 沈镒坤, 孙培真, 周京明, 李庆长, 郑怡玲, 郑雅文, 邹诗薇, 许荣宏等. (2016). 全球教育机器人发展白皮书. 北京: 北京师范大学智慧学习研究院.