

科技情报观察

2023 年第 3 期（总第 15 期）

上海交通大学图书馆

2023 年 03 月 07 日

人工智能专辑

内容提要

国际动态

国外 AI 教育现状

美国政府 9 项最突出人工智能政策执行情况分析报告发布

国内进展

国内 AI 教育现状

AI 助力抗生素发现入选英国《卫报》发布的 2022 年度十项重大科学进展

产业转化

美国海军数字地平线演习展示了“网状网络”和人工智能的力量

C3 AI 获三份订单为 MDA 部署企业 AI 解决方案

德意志银行与 NVIDIA 合作将 AI 嵌入金融服务

Darwin Ventures 领投 560 万美元的 AI 公司 A 轮融资

德国大陆集团与 AI 芯片公司 Ambarella 合作开发自动驾驶

Ibex 在 UPMC 部署人工智能癌症诊断解决方案

人工智能诊断初创公司 Altris AI 筹集了 100 万美元用于预防失明

Medi-Call 与 Lucira Health 合作提供远程医疗服务

专题报道

《2022 研究前沿》报告：AI 研究前沿

《全球工程前沿 2022》报告：AI 工程前沿

国外 AI 教育现状

国外多数高校将 AI 专业教育包含在计算机科学（CS）当中。与此同时，很多高校设立了 AI 研究机构和实验室。参考 2022 年度 QS 计算机学科排名，全球 TOP10 高校的 AI 相关院系/研究机构情况如下。

表 1-1 全球 TOP 10 高校的 AI 相关院系/研究机构情况

序号	国家	高校	AI 相关院系/研究机构
1	美国	Massachusetts Institute of Technology	Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory; The NSF AI Institute for Artificial Intelligence and Fundamental Interactions
2	美国	Stanford University	Stanford Artificial Intelligence Lab; Institute for Human-Centered AI
3	美国	Carnegie Mellon University	CS School; NSF AI Planning Institute for Data-Driven Discovery in Physics
4	美国	University of California, Berkeley	The Berkeley Artificial Intelligence Research Lab; The Center for Human-Compatible AI; The C3.ai Digital Transformation Institute
5	英国	University of Oxford	The Institute for Ethics in AI
6	新加坡	National University of Singapore	The NUS AI Lab; The Centre on AI Technology for Humankind
7	美国	Harvard University	The Kempner Institute; AI @ Harvard; NSF AI Institute in Dynamic Systems
8	英国	University of Cambridge	The Centre for Human-Inspired Artificial Intelligence; The Cambridge Centre for AI in Medicine
9	瑞士	ETH Zurich	ETH AI Center; The Institute for Machine Learning
10	瑞士	École Polytechnique Fédérale de Lausanne	The EPFL Center for Intelligent Systems; Artificial Intelligence Laboratory
10	瑞士	ETH Zurich & EPFL	Institute for Computer Science, Artificial Intelligence, and Technology

来源：QS World University Rankings by Subject 2022: Computer Science and Information Systems.
<https://www.topuniversities.com/university-rankings/university-subject-rankings/2022/computer-science-information-systems>

美国政府 9 项最突出人工智能政策执行情况分析报告发布

2022 年 7 月，美国信息技术和创新基金会（ITIF）下属的数据创新中心发布了报告《U.S. AI Policy Report Card》。该报告分析了美国政府用于支持人工智能创新和竞争力的 9 项最突出政策的执行情况，并评估了每项政策迄今为止取得的成就以及是否有继续修正的空间。

报告指出，美国关于人工智能（AI）的政策讨论达到了历史最高水平。第 117 届国会是历史上最关注人工智能的国会，2021 年提出了 130 项人工智能法案，而 2015 年只有 1 项。目前美国只有三组机构主要负责发起、引进、修改和传播人工智能：私人公司、公共资助的国家实验室以及由政府、行业和捐助者资助的大学。

该报告分析的政策分为两组：第一组政策是直接刺激人工智能创新和竞争力的创新政策，其中包括人工智能研发、加强人工智能劳动力、在全国推广人工智能技术中心、获取人工智能资源便利化、促进政府采用人工智能以及帮助制定人工智能技术标准的六项政策；第二组是塑造人工智能创新环境的法律和监管政策，包括三项政策：规范人工智能系统的使用，通过知识产权刺激人工智能活动，以及通过贸易政策支持人工智能发展。

衡量政策是否有效的标准是四个预期目标的完成情况。一是政策预期失败，意味着政策的到位或缺失导致美国落后于竞争对手；接近预期，意味着现有政策只是一部分或不一致地支持美国人工智能创新和竞争力；达到预期，意味着现行政策使国家与竞争对手保持一致；超越预期，意味着现有的政策正恰当地支持美国人工智能领导层。

根据评估结果，在 9 项人工智能政策中，预期失败的政策 1 项，即加强人工智能劳动力；接近预期的政策有五项，分别是支持人工智能的研发、获取人工智能资源便利化、促进政府采用人工智能、通过知识产权激励人工智能活动以及通过贸易政策支持人工智能的发展；达到预期的政策有 3 项，分别是推广人工智能技术中心、帮助制定人工智能技术标准和规范人工智能系统的使用。

报告对 9 项人工智能政策提出建议。其中，在加强人工智能劳动力方面，建议国会应为低收入和农村学区提供资金，将人工智能纳入其高中课程；通过对国家科学基金会提供资金，鼓励更多的高等人工智能，向已经增加或正在实施计划以增加人工智能入学率和保留率的公立大学（包括少数族裔服务机构）提供补助金；资助国家科学基金会的一个项目，为最多 1000 名人工智能研究人员提供竞争性奖励，让他们在学界停留五年；设立知识税收抵免，以激励人工智能劳动力培训投资；人力资源管理办公室（OPM）应改变联邦政府内许多人工智能职位的当前需求，也允许具有可接受人工智能证书的个人有资格，而不仅仅是那些有大学学位的人。

在支持人工智能研发方面，报告建议国会应在 2023 财年将人工智能研发资金增加至至少 40 亿美元；NITRD 应更新国家人工智能研发战略计划，以包括测量和监控人工智能系统的能

力；将研发补贴率提高到与可比国家相当的水平，以更好地激励私营部门的人工智能研发，扩大合作研究的研发信贷。

在通过贸易政策支持人工智能发展方面，报告建议，美国应利用 IOEF 支持联合数据信托和其他数据共享模型的开发，以提高作为人工智能的关键输入的数据质量（和数量）；与欧盟缔结一个新的隐私保护框架，以保证数据在两个司法管辖区之间的自由流动；美国贸易代表（USTR）应继续反对其他国家可能制定的源代码披露需求，以不公平地损害美国公司或利用其知识产权。在人工智能芯片方面，美国应与志同道合的国家协调 AI 芯片的开发；与其盟友协调人工智能芯片制造设备的出口管制。

来源：Hodan Omaar.U.S. 2022-07-27. <https://datainnovation.org/2022/07/ai-policy-report-card/>

国内 AI 教育现状

2018 年 4 月，教育部制定印发《高等学校人工智能创新行动计划》，研究设立人工智能专业，推动人工智能一级学科建设。2019 年 3 月，教育部印发《教育部关于公布 2018 年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》，全国共有 35 所高校获首批“人工智能”新专业建设资格，上海交通大学为首批高校之一。目前，全国有 438 所高校开设了“人工智能”本科专业，约占全国高校数量的 15%。

据软科 2022 中国大学专业排名，人工智能专业排名前十的高校分别为南京大学、西安电子科技大学、清华大学、哈尔滨工业大学、北京大学、浙江大学、上海交通大学、中国科学技术大学、电子科技大学、东南大学。

与此同时，人工智能研究机构不断涌现，一些高校甚至成立了人工智能院系，C9 及西安电子科技大学等十所高校的 AI 相关院系/研究机构情况如下。

表 2-1 C9 等十所高校的 AI 相关院系/研究机构情况

序号	城市	高校	AI 相关院系/研究机构
1	北京	北京大学	信息与工程科学部-智能学院
2	北京	清华大学	信息科学技术学院-计算机科学与技术系
3	哈尔滨	哈尔滨工业大学	计算机科学与技术学院-智能科学与技术系
4	上海	复旦大学	计算机科学技术学院
5	上海	上海交通大学	计算机系、人工智能研究院、清源研究院
6	南京	南京大学	人工智能学院
7	杭州	浙江大学	计算机科学与技术学院-人工智能系
8	合肥	中国科学技术大学	信息与智能学部-计算机科学与技术学院
9	西安	西安交通大学	电子与信息学部-人工智能学院
10	西安	西安电子科技大学	人工智能学院

来源：教育部. 关于印发《高等学校人工智能创新行动计划》的通知. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s7062/201804/t20180410_332722.html；教育部. 关于公布 2018 年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/moe_1034/s4930/201903/t20190329_376012.html；上海软科教育信息咨询有限公司. 2022 中国大学专业排名-人工智能. <https://www.shanghairanking.cn/rankings/bcmr/2022/080717T>

AI 助力抗生素发现入选英国《卫报》发布的 2022 年度十项重大科学进展

2022 年 12 月，英国《卫报》发布了由十位科学家选出的 2022 年度十项重大科学进展。其中，中国科学院马越等人利用 AI 发现抗生素的成果入选。

在过去的几年里，人工智能改变了分子生物学领域。今年，几个研究小组报告了首次成功应用人工智能来识别新型抗生素药物。例如，中国科学院的马越和他的同事使用最初为自然语言处理开发的机器学习技术来识别由人类肠道微生物基因组序列编码的抗菌肽。该算法识别出 2349 个潜在的抗菌肽序列，216 个多肽是通过化学方法合成的，其中 181 个具有抑菌活性。

来源：科创荟. 2022-12-23. https://mp.weixin.qq.com/s/ogci6lfEazVu_1E6OxQzXg

■ 美国海军数字地平线演习展示了“网状网络”和人工智能的力量

在中东举行的首次此类海军演习将无人系统与网状网络和数据处理工具配对，以展示未来无人舰队的前景广阔用途，可以将船员和飞机引导至问题区域。海军准将迈克尔·布拉塞尔上尉说：“我们将无人资产视为一种让一群人注视水面、收集数据，然后利用机器学习和人工智能从中收集见解的方式，这样我们就可以更精确地部署我们的载人资产”。根据海军声明，在空中方面，平台包括两个垂直起降系统：Aerovel 的 Flexrotor 和 Shield AI 的 V-BAT，以及 Easy Aerial 的系留无人机。这位准将的首要收获是“网状网络的重要性，它是数据的主要推动者——不仅可以收集数据为机器学习和人工智能工具提供动力，还可以控制无人系统”。

来源：Megan Eckstein. Navy's Digital Horizon exercise showcases power of 'mesh networks,' AI. 2022-12-14. <https://www.defensenews.com/naval/2022/12/14/navys-digital-horizon-exercise-showcases-power-of-mesh-networks-ai/>

■ C3 AI 获三份订单为 MDA 部署企业 AI 解决方案

C3 AI 已获得三项新订单，以加快美国导弹防御局（MDA）关键企业人工智能能力的部署过程。这些新订单是美国国防部去年 12 月授予的 5 亿美元、为期五年的交易协议的一部分。根据第一份订单，这家总部位于美国的企业 AI 软件公司将使用生成式机器学习模型来支持该机构快速生成高级对手的精确表示的工作。根据第二份订单，C3 AI 将提供其 AI 应用程序，通过规划、分析和执行飞行/地面测试场景来支持 MDA 的测试程序。最后一项订单侧重于通过自动化和优化其关键方面来加快 MDA 的地面测试过程。MDA 创新科技总监 Shari Feth 博士说：“从大量传感器、网络和武器系统测试数据中提取的见解对于分析导弹防御系统的作战效能、适用性和生存能力至关重要”。

来源：AirforceTechnology. C3 AI receives three orders to deploy enterprise AI solution for MDA. 2022-12-14. <https://www.airforce-technology.com/news/c3-ai-enterprise-solution-mda/>

■ 德意志银行与 NVIDIA 合作将 AI 嵌入金融服务

德意志银行与 NVIDIA 建立多年创新合作伙伴关系，以加速人工智能和机器学习在金融服务领域的应用。将德意志银行的金融行业专业知识与 NVIDIA 在人工智能和加速计算方面的领先地位相结合，将加速开发范围广泛的符合监管要求的人工智能服务。该合作伙伴关系

将支持德意志银行的云转型之旅，例如通过使用人工智能和机器学习来简化和加速云迁移决策。德意志银行首席执行官 Christian Sewing 表示：“人工智能、机器学习和数据将改变银行业的游戏规则，我们与 NVIDIA 的合作进一步证明了我们致力于为客户重新定义可能性”。此次合作是在历时数月的探索性工作之后进行的，在这些工作中，两家公司测试了许多潜在的用例，特别关注三个：风险模型开发、高性能计算和品牌虚拟化身的创建。

来源：Deutsche Bank AG. Deutsche Bank Partners with NVIDIA to embed AI into Financial Services. 2022-12-07. <https://www.db.com/news/detail/20221207-deutsche-bank-partners-with-nvidia-to-embed-ai-into-financial-services>

► Darwin Ventures 领投 560 万美元的 AI 公司 A 轮融资

总部位于台湾的制造初创公司 Profet AI 在由 Darwin Ventures 领投的 A 轮融资中筹集了 560 万美元。Profet AI 使用人工智能来提高电子、纺织品、半导体和化学品制造商的运营效率。该初创公司目前提供两种产品：AutoML 和现成的应用程序；前者是用于创建自定义应用程序的无代码开发程序，而后者则包含行业特定的即插即用 AI 程序。自 2018 年由 Jerry Huang 创立以来，Profet AI 已经在 12 个主要行业获得了 100 多个客户。其客户包括电子产品制造商佳世达公司、纺织公司 Everest Textile 和光电解决方案提供商友达光电。该公司将使用新资金加速新产品的开发并更新其两款旗舰产品，它还计划进入包括东南亚、日本和中国在内的新市场。

来源：Shadine Taufik. Darwin Ventures leads \$5.6m series A of enterprise AI firm. 2023-01-05. <https://www.techinasia.com/darwin-ventures-leads-56m-series-enterprise-ai-firm>

► 德国大陆集团与 AI 芯片公司 Ambarella 合作开发自动驾驶

德国大陆集团和总部位于加利福尼亚的人工智能芯片公司 Ambarella 于 2023 年 1 月 5 日宣布建立合作伙伴关系，为自动驾驶制造软件和硬件系统。两家公司将专注于所谓的 2 级自动驾驶，通过辅助巡航控制和车道居中等功能，驾驶员可以暂时将手从方向盘上拿开。Ambarella 开发了一种称为片上系统或 SoC 的新型半导体，它将多个 CPU 组合在一个逻辑板上并提供人工智能处理。声明称，这两家公司共同开发了这项技术，其中包括高分辨率摄像头、雷达和激光雷达传感器，以及来自大陆集团的必要软件。

来源：Victoria Waldersee. Continental partners with AI chip firm Ambarella on autonomous driving. 2023-01-04. <https://whbl.com/2023/01/04/continental-partners-with-ai-chip-firm-ambarella-on-autonomous-driving/>

► Ibex 在 UPMC 部署人工智能癌症诊断解决方案

人工智能癌症诊断领域的领导者 Ibex Medical Analytics (Ibex)在匹兹堡大学医学中心 (UPMC)现场部署 Galen™ Prostate, 一种基于 AI 的解决方案, 可在 UPMC 网络中支持病理学家进行癌症诊断。Ibex Medical Analytics 的联合创始人兼首席执行官 Joseph Mossel 说: “我们正在大力投资, 将我们的 AI 驱动的数字病理解决方案推向美国市场, 并很自豪地看到 UPMC 的持续领导地位。病理学是医学的基石护理, 需要为每位患者提供准确及时的诊断, 以更好地指导治疗决策并提高生存率。随着癌症发病率继续以惊人的速度上升, 仅 12% 的男性就会患前列腺癌, 我们渴望将 Galen 前列腺到其他医疗保健系统和实验室, 通过自动化决策支持工具支持病理学家”。

来源: Ibex Medical Analytics. Ibex Deploys AI-powered Cancer Diagnostics Solution at UPMC. 2022-12-14. <https://www.prnewswire.com/il/news-releases/ibex-deploys-ai-powered-cancer-diagnostics-solution-at-upmc-301702790.html>

► 人工智能诊断初创公司 Altris AI 筹集了 100 万美元用于预防失明

Altris AI 在由 Runa Capital 领投的一轮融资中筹集了 100 万美元, 用于扩展其支持 AI 的眼部护理诊断解决方案。Altris AI 是一家美国初创公司, 正在为价值 580 亿美元的全球眼科市场构建解决方案。AI 可以帮助验光师提高效率, 因为该技术能够识别、定位和量化几乎所有黄斑和视网膜疾病的病理和病理体征。Altris AI 创始人兼首席执行官 Andrey Kuropyatnyk 说: “我们相信失明是可以预防的, 因为它是可以预测的, 我们的核心动机是开发最准确、最强大的工具, 将技术应用于全球医疗保健系统。”

来源: Altris AI. AI-Diagnostics Startup Altris AI Raises \$1 Million To Prevent Blindness. 2022-12-14. <https://www.globenewswire.com/news-release/2022/12/14/2573776/0/en/AI-Diagnostics-Startup-Altris-AI-Raises-1-Million-To-Prevent-Blindness.html>

► Medi-Call 与 Lucira Health 合作提供远程医疗服务

Lucira 的产品是一种针对 COVID-19 以及甲型和乙型流感病毒株的自助式家用诊断测试设备, 已获得加拿大卫生部的批准。该测试可在 30 分钟或更短时间内完成, 并告诉用户他们是否感染了 COVID-19 或流感。如果出现阳性结果, Lucira 的平台将引导用户使用 Medi-Call 的远程医疗服务去看医生或开处方。加拿大卫生部指定 Lucira 在 2022 年进行首次 COVID-19

和流感自我检测，但该公司自 2013 年以来一直存在。Datametrex AI 子公司开发的 Medi-Call 是一种基于订阅的移动应用程序，使用软件即服务方法来连接患者和医生。

来源：Joseph Morton. Datametrex AI subsidiary Medi-Call partners with Lucira Health for telehealth services. 2023-01-05. <https://mugglehead.com/datametrex-ai-subsiary-medi-call-joins-forces-with-lucira-health-for-telehealth-services/>

■ 《2022 研究前沿》报告：AI 研究前沿

《2022 研究前沿》报告由中国科学院科技战略咨询研究院、中国科学院文献情报中心与科睿唯安 2022 年 12 月联合发布。该报告遴选出的信息科学领域热点前沿和新兴前沿包括三项与 AI 有关内容。

1. 热点前沿：面向从头药物设计的深度学习研究方法研究

药物研发是一个长周期、高投入和高风险的过程。近年来，以计算机辅助药物设计（CADD）、AI 药物发现（AIDD）为代表的计算驱动手段在靶标发现和精准医疗、药物设计与发现等领域取得了显著的进步，为加快药物研发速度、降低药物开发成本赋予了希望。化学空间中类药性分子的数量估计在 10²³-10⁶⁰ 量级。因此，通过计算的方法在整个化学空间中寻找特定的先导化合物成为药物发现中的重大挑战。虽然高通量筛选和虚拟筛选方法可以对大型化合物库中的分子进行有效评价，但也只能对已知的化合物库进行筛选，从而寻找出满足特定性质的分子。而从头药物设计则不同，后者以理想的化学性质为目标，通过基于深度学习的分子生成的方法，生成具有特定性质的全新分子以探索化学空间，补充化合物库，从而打破药物发现与设计的常规结构壁垒。

2. 热点前沿：多智能体强化学习研究

随着深度强化学习（Deep Reinforcement Learning, DRL）近年来取得突破性进展，大量与之相关的算法和应用不断涌现。最近的很多研究已经不仅仅局限于单智能体强化学习，而是开始研究多智能体学习场景下的深度强化学习。强化学习中单个智能体与环境交互学习，是一种简单系统的观点，而将其扩展了的多智能体强化学习追求多个智能体在复杂环境中合作竞争，共同进化，是一种复杂系统的观点。多智能体强化学习在对不同智能体学习策略奖励不同的情况下，不断改进学习算法。目前，该方向已经取得了一系列瞩目的进展，比如交通信号控制、机器人控制、未知探索、公交车时刻表优化等。多智能体强化学习的研究与应用越来越多，其在通信网络、合作探索、任务卸载等方面都进行了深入的探索。

3. 新兴前沿：可解释人工智能

可解释人工智能（eXplainable Artificial Intelligence, XAI）是让专家能够理解人工智能成果的方法与技术，通过机器学习技术使深度神经网络呈现一定的可理解性，以满足相关使用者对模型及应用服务产生的信息诉求（如因果或背景信息），从而为使用者对人工智能服务建立认知层面的信任。

面对深度神经网络模型的“黑匣子”，XAI 从算法模型生命周期的各个环节介入，通过对数据、模型和结果的解释，解决深度学习机制下技术细节不透明的问题，帮助使用者排除模型故障或提升性能。与传统 AI 相比，XAI 更加注重可信度、因果关系、公平性、透明性和隐私意识，因此，未来在医疗、司法、安全、金融等关键领域具有广阔的应用前景。

来源：中国科学院科技战略咨询研究院。2022-12-28.
https://www.cas.cn/sygz/202212/t20221227_4859116.shtml

■ 《全球工程前沿 2022》报告：AI 工程前沿

《全球工程前沿 2022》报告由中国工程院、科睿唯安公司与高等教育出版社 2022 年 12 月联合发布。该报告遴选出的信息与电子工程领域工程研究前沿和工程开发前沿包括四项与 AI 有关内容。

1. 工程研究前沿：可信人工智能理论与算法

可信人工智能，旨在增强复杂人工智能系统和算法（如深度神经网络）的可信度。具体地，可信性概念蕴含了不同层面的含义：①人工智能系统在知识表征方面的可解释性与可量化性；②人工智能系统在表达能力方面的可解释性与可量化性，包括泛化能力、鲁棒性、公平性与隐私保护性等；③人工智能系统在学习与优化能力方面的可解释性；④众多人工智能算法内在机理的可解释性。

为了推进可信人工智能的发展，当前的研究热点聚焦于：①定性或定量地解释人工智能系统建模的知识表征，如可视化深度神经网络中间层特征所蕴含的语义信息、量化输入变量对系统决策的重要性等；②评估、解释、提升人工智能系统的表达能力，包括泛化能力、鲁棒性和公平性等；③解释人工智能系统优化算法有效性的原因，探索并发现当前经验性优化算法的潜在缺陷等；④设计可解释的人工智能系统，在系统设计阶段增强可信性。

尽管可信人工智能近年来受到广泛关注，但几大关键性瓶颈问题仍少有涉及与探索。这些问题包括：①探索、定位并量化决定人工智能系统表达能力的本质因素；②对众多经验性的人工智能算法内在机理的统一与解释，揭示众多算法有效性背后的公共本质，实现对前人算法的去芜存菁；③理论驱动的人工智能系统的设计与优化。

事实上，国际上已有少数研究团队，发现并重视了上述关键性问题，并在这些方向上做出了前瞻性的探索。例如，上海交通大学的团队统一地解释了众多提升对抗迁移性的算法；加利福尼亚大学伯克利分校的团队提出“自洽性”与“简约性”原则是人工智能系统的基石，

并用这些原则指导设计了表征可解释、训练可解释的人工智能系统。

在过去 10 年中，可信人工智能取得诸多研究成果。然而，从整个领域的发展进程看，其仍处于起步阶段，仍存在众多亟待解决的关键性瓶颈问题。具体地，未来 5~10 年的重要发展方向包括如下几个方面：



图 4-1 “可信人工智能理论与算法”工程研究前沿的发展路线

第一，完善对知识表征的解释。当前对知识表征的解释大多源于启发性直觉，缺乏理论可靠性；这些解释也往往没有标准的答案以供参考，因此无法从实证角度验证解释的可靠性。因此，未来的研究重点可能包括：①统一现有众多经验性解释，揭示其公共本质；②发展具有理论保证的新解释；③客观评估解释的可靠性。

第二，深入发展对表达能力的解释与量化。未来的研究重点可能包括：①探索并定位决定人工智能系统表达能力的本质因素；②如何统一地解释众多提升表达能力的人工智能算法的内在机理；③提出精确的量化指标，评估系统的真实表达能力；④解释并证明系统在表达能力方面的特点和缺陷。

第三，理论驱动的人工智能系统的设计与优化。目前，人们往往是从大量实验观察中找出行之有效的结构设计和优化方法，而可信人工智能需要我们找到统一的理论，有的放矢地反馈指导系统的设计与优化。为了实现这一目标，未来的研究重点可能包括：①探索神经网络的网络结构与知识表征的关系；②探索神经网络的模型性能与知识表征的关系；③探索神经网络的众多表达能力（如泛化性、鲁棒性、公平性等）与知识表征的关系。

2. 工程研究前沿：硅基人工智能光子计算芯片理论与设计

人工智能（artificial intelligence, AI）是引领未来的战略性技术，而算力是支撑人工智能蓬勃发展的坚实基础。随着微处理器性能提升滞缓，摩尔定律面临失效，传统电子计算芯片由于“功耗墙”和“内存墙”的存在难以适应 AI 算力增长需求。与电子相比，光子作为信息

载体具有先天的优势：低延迟、低功耗、高通量和并行性。硅基人工智能光子计算芯片通过利用硅基光子集成工艺，在硅基波导内基于光的物理传输特性实现线性模拟计算，可为人工智能应用提供具有强劲算力的光学芯片方案。

近年来，硅基人工智能光子计算芯片研究受到国内外广泛关注。主要研究方向包括可应用于图像处理的矩阵卷积光子计算芯片、积分与微分光子芯片、复数域傅里叶变换光子芯片、储水池光子计算芯片、光子神经形态计算（类脑计算）芯片、NP 问题的启发式算法求解器、脉冲神经网络光子芯片等。

硅基光子计算被视为后摩尔时代突破传统电子计算极限的潜在可行方案。随着硅基光子集成度的不断提高，光子计算芯片不仅能极大地加快 AI 算法处理速度，同时也为新型处理器架构创造了可能。将光子模拟计算和电子数字逻辑运算结合，实现优势互补的光电协同信号处理架构，将变革现有计算系统模式，构建高算力、低功耗的新型计算基础体系，是未来必然的发展趋势。

3. 工程开发前沿：人工智能电子设计自动化（EDA）技术

电子设计自动化（electronic design automation, EDA）是指利用计算机算法和软件辅助集成电路设计的方法，是现代超大规模芯片设计、验证与制造的必要手段。人工智能电子设计自动化，又称人工智能辅助 EDA，指利用人工智能技术辅助 EDA 算法流程进行建模、优化、验证等。它能够有效提升优化效果，加速设计流程迭代，进而提升芯片设计的质量。根据 EDA 算法所处流程环节的不同，人工智能辅助 EDA 的研究大体可以分为六类：系统级解空间探索、综合、物理设计、制造、验证测试和运行时管理。这六大方向的研究近年来增长迅猛，自 2016 年以来，在主流 EDA 会议和期刊发表的相关论文数量增长约 2 倍，特别是在系统级解空间探索、综合、物理设计、制造等方向，吸引了包括来自中国、美国、欧洲、日本、韩国等国家和地区工业界与学术界团队展开探索性研究。EDA 三巨头中的新思科技（Synopsys）公司和楷登电子（Cadence）公司近两年分别发布商用解空间探索工具 DSO.ai 和 Cerebrus。随着制造工艺演进和芯片设计复杂度提高，人工智能技术在 EDA 领域有广泛的应用前景。

4. 工程开发前沿：基于强化学习的无人系统进化算法

基于强化学习的无人系统进化算法旨在利用强化学习算法生成无须人工干涉的智能体行为决策与控制策略，并随时间不断提升性能。强化学习介于监督学习与非监督学习之间，通过单个或群体智能体与环境的交互以及评价机制产生经验并用于训练。相比于非人工智能无

人系统决策控制算法，基于强化学习的无人系统进化算法不受线性化等既定手段的约束，有更宽的工作区间，能够适应更多变的复杂场景。

无人系统进化算法除需要考虑收敛速度、训练精度、抗过拟合等常规指标以外，还面临着系统实物性能约束、仿真域 - 现实域差异、策略实物安全性和持续进化等新挑战，进而产生了新的科学问题和技术手段。

由于现实世界中无人系统的运算性能普遍低于专用计算设备，基于强化学习的无人系统进化算法需要有较低的运算规模，以适应低性能条件下的高频率、高动态交互。现阶段涌现出多任务多场景元学习、高维策略知识蒸馏、高维输入表征学习、云计算与边缘计算等技术。

同时，为提升数据采集效率和规避机械损耗，早期训练通常在仿真环境中进行。仿真域与现实域不可避免的差异导致了向现实无人系统迁移时，强化学习策略的性能有所下降。为提升面对域差异的鲁棒性，现阶段涌现出域参数在线辨识、对抗式训练域随机化、分布式鲁棒优化、自编码策略变换等技术。

另外，现实场景对无人系统进化算法的安全性也提出更高要求。现阶段涌现出多传感器融合风险检测、信任域策略优化、动作空间动态约束等技术。

持续进化性要求算法在现实世界部署后仍能继续收集数据并优化策略、提升性能，具备更高的数据利用效率和适应动力学系统或场景条件剧变的能力。现阶段涌现出先验奖励塑型、小样本迁移学习、分布式计算等技术。

基于强化学习的无人系统进化算法下一阶段发展方向包括：更精确的仿真环境和在线系统辨识、无人系统本体能力提升、融合无人系统动力学先验知识的具身智能、复杂场景多任务综合自主决策、异构无人系统群智协作与多智能体信息融合、现实场景中的高效安全能力演进等。

来源：中国工程院战略咨询中心研究咨询部. 2022-12-27. https://www.cae.cn/cae/html/main/col1/2022-12/27/20221227170435431964717_1.html

编辑单位：上海交通大学图书馆学科服务部

地 址：上海市东川路 800 号

联系方式：021-34206471

主 编：潘卫

执行主编：徐璟、杨眉

本期编辑：王兴旺等
