



2023年 第2期

江苏省计算机学会通讯

COMMUNICATIONS OF THE JSCS



— 讨ChatGPT：洞察、前瞻与专家视角

— Web3.0时代：你在网上创造的一切，全部归你

江苏省计算机学会常务理事单位

江苏海洋大学计算机工程学院

江苏海洋大学是一所多科性应用研究型大学。学校创建于1985年，原名淮海大学（当时的国家主席胡耀邦题词），1989年在筹建淮海大学的基础上正式建立淮海工学院。1998-2002年期间，根据全省高等教育体制改革总体部署，均具有50年以上办学历史的江苏盐业学校、连云港水产学校和连云港化工高等专科学校先后并入学校，2019年更名为江苏海洋大学。学校先后获得江苏省文明单位标兵、江苏省师资队伍建设和江苏省科技工作先进高校、全国内部审计先进集体、全国大学生社会实践先进单位等多项荣誉。2013年8月，国务院学位委员会批准学校为硕士学位授予单位。2017年7月，我校成为博士学位授予立项建设单位。

计算机工程学院下设计算机科学与技术系、软件工程系、网络工程系，开设数据科学与大数据技术、计算机科学与技术和软件工程、网络工程四个本科专业，招收模式识别与智能系统方向学术型硕士研究生和计算机技术专业硕士。

2019年计算机科学与技术专业获国家一流专业建设立项，2021年计算机科学与技术专业通过工程教育专业认证、软件工程专业获批省级一流专业。2023年，计算机科学与技术专业获批江苏省卓越工程师教育培养计划2.0建设项目，软件工程专业获批校级产教融合型品牌专业并被推荐参评省级产教融合型品牌专业。

近年来，学院在一流课程和重点教材建设方面也取得骄人成绩和丰硕成果。2020年，《网络管理技术》课程获批线上线下混合式国家一流课程，2022年，《面向对象程序设计》课程获批线上线下混合式国家一流课程。2021年，3门课程获批省级一流课程，2022年，《Python高级编程》获批省级产教融合型一流课程，2023年，3门课程获批校级一流课程，近几年来，《Java面向对象程序设计教程》《Python程序设计实验教程》《游戏驱动的C语言程序设计》《软件工程实训案例教程》等4部教材获评省级重点教材。

学院建成了江苏省智慧港口工程研究中心、连云港市海洋物联网与虚拟仿真重点实验室、云计算与大数据实验室、网络安全实验室、计算机硬件技术实验室、软件工程实训室、物联网与嵌入式系统实验室、移动开发实验室等高水平实验教学与研发平台，并与多家高水平软件企业共建10余个实习实训基地，有效保证了全院本科专业实践教学工作。

学院积极开展嵌入式卓越工程师培养，与多家知名IT企业开展广泛的人才培养合作，成效显著。近三年来，获批各类大学生科技创新计划项目100余项，获得江苏省团队优秀毕业设计论文2项，省优秀毕业设计论文三等奖5项。在全国大学生计算机设计大赛、大学生信息安全技能竞赛等高水平竞赛中获得五十余项奖励。

现有海洋大数据、海洋信息处理、智能优化与控制、智慧港口、网络安全、海洋数字经济等6个特色鲜明的科研团队。近五年来，科研团队承担并完成国家级和省市级各类科研课题50余项，横向课题70余项，发表科研论文400余篇，21项成果通过省市级鉴定，获得市级以上科研成果奖励25项，申请并获得国家发明专利近20件，软件著作权70余项。研究成果获江苏省科学技术奖。学院大力推进教学改革与建设，教师团队承担教育部、省级教育教学改革课题40余项，出版教材和专著20余部，教学成果获江苏省优秀教学成果一等奖、二等奖4项。

大力开展实践教学环境与条件建设，构建了环境优雅、装备精良的教学与科研环境，形成了以中央与地方共建实验室为主体的省智慧港口工程中心、云计算与大数据实验室、物联网与嵌入式系统实验室、机器人与智能系统实验室、IOS与移动开发实验室、软件工程技术中心、虚拟仿真与增强现实实验室、网络工程与网络管理实验室、网络安全与对抗实验室等高水平实验教学与研发平台，并与省内外高水平软件企业和科研院所共建了10余个高水平实习实训基地。





江苏省计算机学会通讯

COMMUNICATIONS OF THE JSCS



顾问委员会

主任：周志华

副主任：武港山 耿新 胡江溢

李斌 夏士雄 李凡长

陈兵 詹永照 程光

委员：罗军舟 肖亮 申富饶

陶先平 吉根林 胡孔法

张道强 黄强 邓建明

编委会

主编：路通

副主编：聂长海 张洁

编委：钱柱中 游辉敏 石克

地址：中国江苏省南京市栖霞区仙林

大道163号

邮编：210023

电话：025-89680909

邮箱：jscs@nju.edu.cn

学生记者团专栏

01 | 探讨 ChatGPT：洞察、前瞻与专家视角

——对南京航空航天大学李丕绩教授和北京大学万小军教授的专访

学术交流

05 | 基于 RNA 序列数据挖掘的结合位点预测

15 | 基于高阶信息的特征提取算法及其在图像识别中的应用

21 | 基于可见光的煤矿井下定位技术研究

27 | 基于一致性检测的环境感知智能软件输入验证技术研究

政策解读

32 | 关于推进 IPv6 技术演进和应用创新发展的实施意见

会员风采

36 | 探索数据海洋，开拓智能世界

39 | 物联感知计算 赋能智慧矿山

科学普及

42 | Web3.0 时代：你在网上创造的一切，全部归你

45 | 科幻照进现实，科学家要研发人脑细胞驱动的计算机了？！

学会动态

04 | 江苏省大学计算机课程虚拟仿真实验平台建设研讨会圆满召开

26 | 第六届“中科君达杯”宁外高校计算机学科教职工乒乓球团体赛落下帷幕

38 | 第六届“佑泰杯”在宁高校计算机学科教职工乒乓球团体赛落下帷幕

41 | 2023 中国素质教育博览会暨江苏青少年人工智能教育行业发展大会在南京盛大开幕



探讨 ChatGPT：洞察、前瞻与专家视角

——对南京航空航天大学李丕绩教授和北京大学万小军教授的专访

第二期学生记者团

夏烨（南京农业大学）王益镇（南京农业大学）杜雅莉（南京大学）

季钰超（南京大学）薛志坤（南京大学）王璇（南京大学）熊浚丞（南京大学）

ChatGPT 作为一种基于 Transformer 架构的大型语言模型，在诸多领域展示出了强大的能力，例如问答、对话生成和文本生成等。然而，随着模型规模的持续扩大和应用场景的广泛拓展，所需的计算和数据资源也在不断增加，同时，实际应用中还存在一些挑战和难题。为了进一步了解领域专家对 ChatGPT 等 AIGC 的看法，我们采访了南京航空航天大学李丕绩教授和北京大学万小军教授。希望本文能够引发更多人对人工智能的关注，激发思考，并鼓励大家共同参与到这一历史性的科技变革浪潮中。

ChatGPT 的发展概况

Q1：在实际应用中，ChatGPT 模型爆火的关键因素有哪些？

李丕绩：首先技术是最重要的，其实之前谷歌也有类似的技术基础，当然现在有点赶不上 ChatGPT 的这种节奏了，但是一开始有这种类似的基础，他们也没有很随意的开放这种类似的接口，因为在大家的认知里面，OpenAI 还是一个偏 research 的机构，偏 research 的话，如果你做好了技术，把它封装成 demo，给大家体验一下，就是一个很自然的过程，也不会引起用户或者是其他人的质疑，但是一个上市公司比如谷歌、微软、Facebook 就会在这方面比较敏感，但凡出现一个负面的消息，或者产生与伦理道德相关或者种族歧视的问题，那就会非常严重，因为有不可控的因素存在，所以他们也不敢轻易地上线这一类的产品，OpenAI 没有这方面的压力，所以从 GPT-3 开始就有这种界面和接口提供给大家去使用。

其次，ChatGPT 有非常简单的交互界面，所有的人都可以把自己的需求，通过交互界面，提交给 ChatGPT，然后生成一个出乎自己意料的不错的答案。

再者，ChatGPT 的能力非常的广，各行各业与文字打交道的都可以使用，并且效果很好，会让用户有很惊喜的感觉。

Q2: 我们该如何打破技术壁垒, 复现或者发展类似 ChatGPT 的人工智能呢?

李丕绩: 如今的技术壁垒虽然存在, 但其实也没有那么厚。现在国内的很多互联网公司, 已经有类似的产品发布, 甚至很多高校, 与一些企业机构和研究院合作, 只要有 GPU 资源, 提供算力的支撑, 也可以训练自己的 base model, 然后通过 base model 来训练下面的 ChatGPT。

具体的壁垒有下面几个方面: 最大的壁垒是 GPU 的算力, 没有就是难以训练好的模型; 还有一个是 base model, 也就是基座模型, GPT-3、GPT-3.5 这类的基座模型, 训练需要大量的、高质量的中文的英文的各种语言的语料, 以及其中语料的配比, 也是需要摸索的, OpenAI 也是经过很多年的迭代, 有很多分支版本, 才有了现在的成果; 另外, 数据的标注也是一大难点, 无监督到 ChatGPT 有监督的过程需要数据的标注, 要标注什么样的数据, 一般人是不知道的, OpenAI 为什么知道, 是因为它在开放 GPT-3 的时候, 提供了用户界面和接口, 用户可以根据界面或者接口来提供自己的需求, 也可以理解为提供自己的问题, 之后 GPT-3 可以根据这个指令或问题, 生成答案, OpenAI 就通过这个统计到大众或者相关的这些用户对什么感兴趣, 形成一个分布, 然后他们就根据这个分布来采样, 请专家来标注样本, 从而构建标注好的数据。国内的企业比如百度也提供了搜索入口, 也可以了解到大部分用户对什么感兴趣。很多类似的产品会开一个内测, 内测的过程也是收集数据的过程, 收集完用户的需求, 标注生成问题、答案的 pair, 训练模型, 慢慢迭代, 这个阶段甚至不需要引入强化学习。有人会通过调用 ChatGPT、GPT-4 的 API 来构造一些数据, 结合如清华的 ChatGLM-6B、Facebook 的 LLAMA、斯坦福的 Alpaca 这样的模型来实现小的 ChatGPT。总之, 如今复现门槛越来越低了。

ChatGPT 对自然语言处理研究的影响与启示

Q1: ChatGPT 在自然语言处理领域广泛应用且快速发展, 它本身会对自然语言处理领域中的研究方向和研究内容带来那些影响?

李丕绩: ChatGPT 的确在自然语言处理领域产生了一定的影响, 但是既有危也有机。很多传统的任务, 特别是, 生成类任务, 如文本生成类、对话生成类的任务, 我们自己也做了评测, 的确 ChatGPT 比我们之前很多的 SOTA 模型效果都好, 这会让我们感觉有的问题没有价值去展开研究。但是 ChatGPT 的出现, 也让我们看到了新的机会, ChatGPT、GPT-4 在知识一致性、正确性、推理方面, 特别是复杂推理方面的能力还是有提升空间的, 只依靠 GPT-3、ChatGPT 的技术原理, 100% 解决知识和逻辑推理类的问题还是困难的, 所以从 GPT-3、ChatGPT 的技术原理上再开辟一条新的路线, 还是有希望的。在传统任务上, 我们可以对 ChatGPT 进行查漏补缺, 依然有大模型或者文本生成路线上的研究机会。此外, 也有其他一些分支不受影响。

Q2: 您在关于 ChatGPT 的前世今生的报告最后, 引用了“不要太关注主流的东西, 关注那些边缘小众的东西”, 您是怎么理解这句话的, 我们需要怎么看待 ChatGPT 对 NLP 等领域的影响?

李丕绩: 这句话是乔布斯说过的, 他的意思是, 计算机技术发展很快, 基本上每五年十年就会淘汰一轮, 要想做出有价值的、不一样的东西, 需要不要太关注主流的东西, 关注那些



边缘小众的东西。现在 ChatGPT 很热，企业、专家、老师、学生都对 ChatGPT 给予了很多关注，不可否认，OpenAI 这条关于 AGI 的路肯定是有用有效的，但大家还是需要冷静思考，OpenAI 这条路是真正通往 AGI 的路线吗，通往 AGI 是只有这一条路吗，这条路是对的吗，只有这条路是不是就足够呢，如果不够，旁边还可以延伸出什么样的路。目前，这套理论和技术还存在一定的缺陷，我觉得，还是应该有同等份量的一个分支，来跟 OpenAI 的这个分支进行一个组合，才能更好地让我们在 AGI 这条路走的更远，但那条路该怎么走，目前还没有定论，有可能是六七十年代符号主义的专家系统，或者其他新的方向。

ChatGPT 的前景与挑战

Q1: GPT-4 已经在一定程度上支持多模态输入，但计算资源消耗也随之增加。您认为大型语言模型未来将朝专业化方向发展还是继续提高通用性？换言之，它们将扮演高级专家系统还是通用系统的角色？

万小军: 继续提高通用性和专业化发展两者之间并不矛盾，两者都是未来发展方向，可实现不同的目标，解决不同的问题：继续提高大模型的通用性，能够探索大模型的能力上限，进一步迈向通用人工智能，体现一种开疆拓土、探索未知的责任；而在通用大模型的基础上研发专业化大模型（例如金融大模型、法律大模型等），则主要是从行业或领域内的应用需求出发，让大模型能够解决实际问题，具有更好的应用效果。不同的研发机构在大模型建设上的目标不太一样，目前来看，资源充足的大型研发机构会致力于通用大模型的研发，而中小型研发机构更加看重专业大模型的研发和落地应用。

Q2: 近期，国家互联网信息办公室就关于《生成式人工智能服务管理办法（征求意见稿）》公开征求意见。您认为以 ChatGPT 为代表的生成式人工智能是否存在伦理道德方面的挑战？如有，应如何加以约束？

万小军: 包括 ChatGPT 在内的语言生成模型都会存在不同程度的伦理道德方面的挑战，生成歧视性言论、虚假内容、隐私信息等有害内容，业界有不少工作对这方面进行了探索和总结。相比于以前的模型（例如 GPT-2、GPT-3 等），ChatGPT 在内容的无害性处理方面已经做的相当不错，通过收集了大量的人工反馈与标注数据，来帮助提升模型与人类价值观的对齐。通过利用更多的人工反馈数据进行训练，模型在伦理道德方面的问题应该会得到进一步的缓解，但是要实现生成内容百分百无害还是比较困难的，原因在于“有害性”既难以通过规则进行精准定义，也难以通过标注数据实现全覆盖。

Q3: 针对智能文本生成所面临的可控性、可解释性和资源消耗等问题，您认为未来研究重点应放在哪些方面，以提高模型的可控性和可解释性？另外，为避免过大的资源消耗，您认为如何在模型性能和资源消耗之间实现平衡？

万小军: 可控性、可解释性和资源消耗是三个重要的研究问题。在内容生成的可控性方面，业界通过可控解码算法以及提示学习技术已经能够较好地控制了内容生成的属性（写作风格、长度、关键词等），但在生成内容的事实准确性方面还做的不够好（即幻觉问题），未来可

以考虑引入知识 / 事实验证等技术来解决幻觉问题；在可解释性方面，目前并没有好的研究进展，未来一方面期待深度学习模型自身的可解释性理论方法的突破，另一方面则期待任务相关的可解释性方法的提出，例如，要求模型除了生成答案之外，还需要提供相关的证据和理由。在资源消耗方面，业界通过模型压缩和小型化技术（包括量化、剪枝等）、以及高效训练技术可以实现一定程度的资源消耗的降低，但是模型性能一般也会有所损失，因此，要根据实际应用需求和环境来权衡模型性能和资源消耗，让用户能负担得起资源消耗，同时满意模型性能。

Q4: 您在《自然语言生成评价的若干问题》报告中提到，当前业界 NLG 生成的人工评价与自动评价在公平性、可重复性、低成本等指标上均存在一些问题。您认为，在利用 ChatGPT 进行 NLG 自动评价时，这些问题是否已得到一定程度的解决？此外，ChatGPT 在自动评价领域相较于之前的方法有何显著优势？

万小军: ChatGPT 可作为一种全新的基于模型的自动评价指标，根据特定的提示直接输出文本质量评价结果，应用于自动文摘、机器翻译等部分 NLG 任务的自动评价时能够取得不错的效果，可以达到或超过其他基于模型的自动评价指标（如 BARTScore、BERTScore 等）。不同于 BARTScore 等已有指标通过特定计算方式获得评分，ChatGPT 根据输入文本和提示直接做出判断并输出评价结果，这种评价方式更加“智能”。但是，与已有基于模型的评价指标一样，基于 ChatGPT 的指标也面临存在偏见、难以保证在不同任务上的可靠性等问题，导致在应用 ChatGPT 进行评价时仍存在一定的风险。考虑到自动评价和人工评价各自的优缺点和互补性，未来可以考虑将二者结合，实现可信赖的文本质量评价，这方面我们也正在做一些探索。

ChatGPT 等 AIGC 在自然语言处理领域的广泛应用和快速发展为我们提供了许多机遇和挑战。通过采访南京航空航天大学李丕绩教授和北京大学万小军教授，我们深入了解了领域专家的看法和建议。在未来，我们应该继续关注 ChatGPT 的发展，积极思考其在实际应用中可能遇到的问题，并鼓励更多人参与到这场历史性的科技变革中。让我们携手共进，共同探索人工智能领域的更多可能性，拥抱这场技术浪潮。

学会动态 ●

江苏省大学计算机课程虚拟仿真实验平台建设研讨会圆满召开

为了积极落实国家教育数字化战略行动，不断推动信息技术与教育教学深度融合，助力教育数字化转型，江苏省计算机学会于 2023 年 4 月 8 日在南京京西宾馆召开了江苏省大学计算机课程虚拟仿真实验平台建设研讨会。来自南京大学、江苏海洋大学、南通大学、淮阴工学院、盐城工学院和上海交通大学出版社等高校和企业代表参加了本次会议。



基于 RNA 序列数据挖掘的结合位点预测

——江苏省计算机学会优秀硕士学位论文奖

作者：李慧，邓赵红

单位：江南大学人工智能与计算机学院

论文摘要

环状 RNA (circRNAs) -RNA 结合蛋白 (RBPs) 结合位点在许多生物过程中起着重要作用，有效研究 RBPs 在 circRNA 上的结合位点是至关重要的。虽然基于传统机器学习和深度学习的方法已被用于预测 circRNA 与 RBPs 之间的相互作用，但已有算法主要以 circRNA 序列作为研究主体，还未能充分挖掘 circRNA 的多种生物学信息 (例如 circRNA 序列的结构和组成信息等)，也未能对 circRNA 的多种生物学信息进行高效的协作学习。针对上述问题，本文研究了一种基于多视角深度学习、子空间学习和多视角分类器的多视角分类方法 DMSK 来识别 circRNA-RBP 相互作用位点。

专家推荐语

识别 circRNA 上 RBP 结合位点具有重要的生物学应用价值。在生物调控中，circRNA 通过与 RBP 结合可以抑制肿瘤生长，进一步可将基于 circRNA 的生物调控转化为有效治疗肿瘤的手段。作者总结出了当前预测 circRNA-RBP 结合位点的两个关键挑战，即对 circRNA 序列的生物学信息挖掘较少、对多种 circRNA 生物学信息的融合和协同学习较低效。这些挑战限制了已有 circRNA-RBP 结合位点预测方法的性能。针对上述挑战，作者给出了完备的解决方案，多样化地挖掘 circRNA 序列的生物学信息，并对获取的多种 circRNA 生物学信息进行有效地融合和协同学习，提高了 circRNA-RBP 结合位点的预测性能，推动了该方向的进一步发展。

论文看点

1、**构建多视角初始特征**: 将基于伪氨基酸序列的伪二肽组分、RNAfold 预测的伪二级结构、和基于自然语言处理的序列嵌入作为三个附加视角, 与基于 circRNA 序列的伪氨基酸序列一起作为多视角初始特征。

2、**构建多视角深度特征**: 基于上述四个视角的初始特征, 使用混合神经网络来利用 CNN 和 BiLSTM 的优势, 从而学习相应的多视角深度特征, 以获得更好的深度表征来进行后续分类。

3、**抽取共性特征**: 使用子空间学习技术 WGCCA 来融合 circRNA 序列的四个不同方面的信息, 以获得高鉴别性的共性特征, 并用作预测 RBP 结合位点的附加视角。

4、**构建多视角分类器**: 采用多视角 TSK-FLS 分类器将独立的视角与子空间隐视角结合在一起进行多视角分类器学习。基于模糊规则和模糊推理, 充分学习与 circRNA 与 RBP 结合相关的多视角信息。

基于 RNA 序列数据挖掘的结合位点预测的关键问题

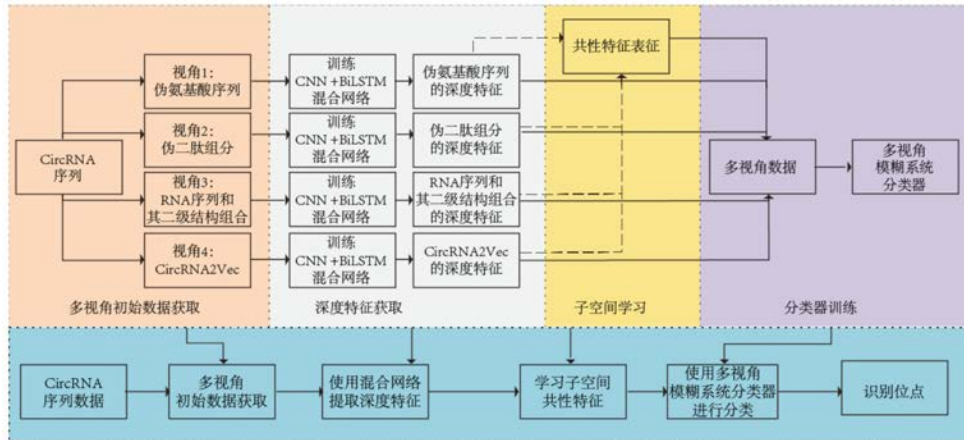
有效识别 RBPs 在 circRNA 上的结合位点有利于促进生物信息学的发展。当前 circRNA-RBP 结合位点的预测尚存在以下问题没有得到很好地解决。这些问题限制了现有智能方法在 circRNA-RBP 结合位点识别方面的应用, 因此亟待解决。

对 circRNA 序列的生物学信息挖掘较少: circRNA 可以通过不同途径影响基因表达, 有效扩展了真核细胞转录组的多样性和复杂性。但是, 与线性 RNAs 不同, circRNAs 由于其非编码性质造成现有识别方法很难直接使用其结构和组成等信息。基于这一问题, 现有方法大多只从 circRNA 序列中提取的单一视角信息, 这使得研究方法很难充分了解 circRNA 和 RBP 相关的结合信息。因此, 充分挖掘 circRNA 的多种生物学信息仍是一大挑战。

对多种 circRNA 生物学信息的融合和协同学习较低效: 从结构和组成等不同视角提取到的 circRNA 生物学信息具有不同的表征属性和学习价值。事实上, 不同的 circRNA 信息视角之间存在一定的关联性, 如互补性和一致性, 这对于有效识别 RBP 结合位点非常重要。虽然已有方法开始尝试从 circRNA 序列抽取双视角的特征来构建预测模型, 但其仍未能充分学习视角之间的相关性, 造成 circRNA-RBP 结合位点的预测性能有待进一步提升。因此, 有效地融合和协同 circRNA 多视角特征信息是识别 circRNA-RBP 结合位点的重要挑战。

解决方案

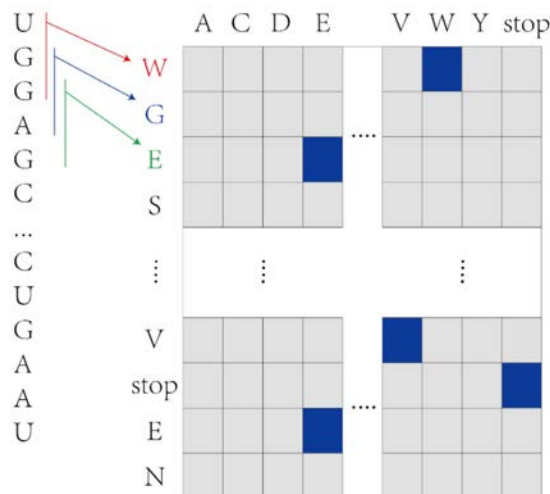
针对上述关键挑战, 我们依次构建针对 circRNA 的多视角初始特征、多视角深度特征、基于子空间学习的共性特征和多视角分类器, 从而多样化挖掘 circRNA 的生物学信息、有效融合和协同学习 circRNA 的多个视角信息, 以有效预测 RBP 结合位点在 circRNA 上的具体位置。所提方案的整体流程图如下所示:



图：方案的整体流程

方案的具体过程如下：

初始伪氨基酸特征构建：One-hot 是目前较为流行的编码技术，其原理是将长度为 1 的序列逐个编码，标记每个核苷酸的相对位置，得到大小为 1×4 的 One-hot 矩阵。然而，利用这种方式编码的 RNA 数值矩阵缺乏必要的上下文信息。针对该问题，我们采用基于堆叠密码子的编码方式，对初始 circRNA 中每相邻的 3 个碱基转换为 1 个氨基酸，将初始 circRNA 编码为相应的伪氨基酸序列。最后使用 One-hot 方法得到伪氨基酸序列的数值矩阵。由此转换成的伪氨基酸序列，共由 21 种氨基酸（20 种氨基酸加上一个终止密码子）组成，对应的 One-hot 矩阵大小为 $(l-2) \times 21$ ，如下图所示。由 21 种字符组成的堆叠氨基酸编码大大丰富了初始序列的信息量。

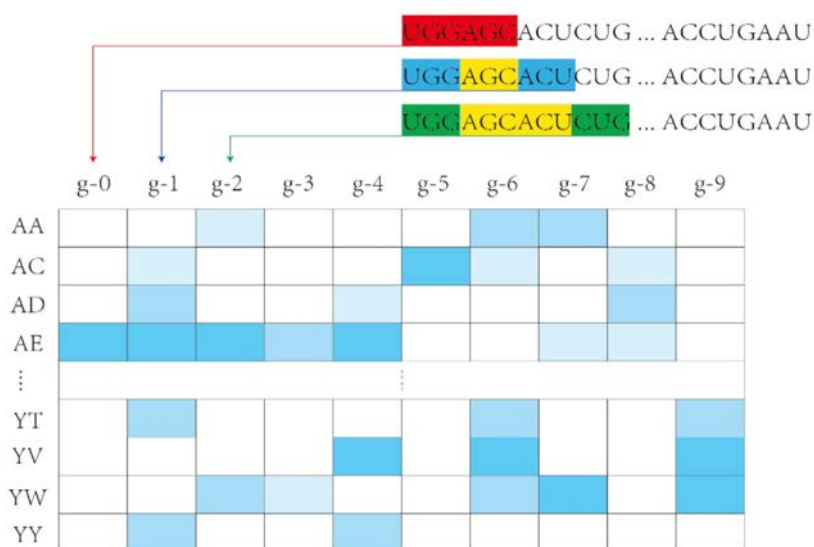


图：堆叠的伪氨基酸编码规则

上图中行标题是由 21 种氨基酸组成，列标题是 circRNA 序列（序列长度 l 为 101）堆叠密码子的编码结果，长度为 $(l-2)$ 。对照上图中矩阵，第一行为首位三个碱基对应的氨基酸，

在对应氨基酸位置 **W** 标记为 1，同行其余位置设置为 0；第二行为从第二个位置开始的三个碱基对应的氨基酸，在对应氨基酸位置 **G** 位置标记为 1，同行其余值设为 0，依次类推，得到 One-hot 矩阵。

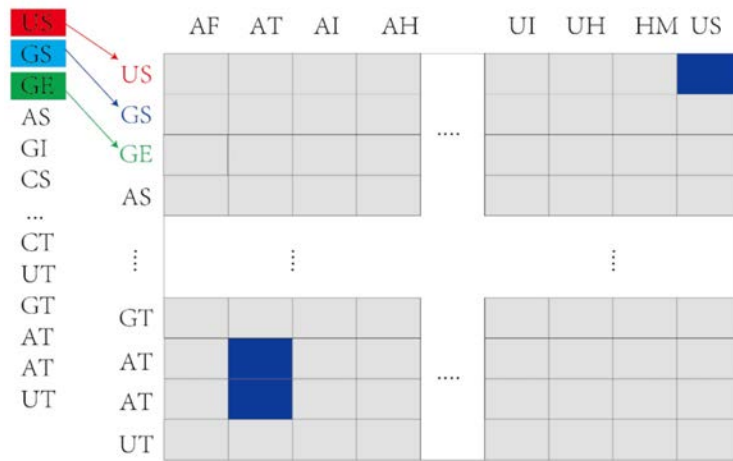
初始伪二肽组分特征构建：我们引入 GapDPC 来描述伪氨基酸序列的成分信息。为了不丢失更多序列组成信息，本文设置 GapDPC 中的 Gap 的取值范围是 0~9，并针对每种 Gap 取值，均同伪氨基酸视角做法，利用堆叠的编码方式提取特征，即伪二肽组分。当 Gap=0 时，表示邻位二肽组合物；当 Gap=1 时，表示相隔 1 个氨基酸的两个氨基酸残基之间的远程相关性，依次类推。为了区别于线性 RNA 的处理过程，我们对 RNA 序列进行了补充，以满足 circRNA 的环闭结构。具体来说，对于每个 Gap 值，从序列的前端到末端补充 (Gap+2) × 3-1 个碱基。例如，当 Gap=0 时，circRNA 序列的前 5 个碱基被复制到序列的末端，与原序列末端的碱基形成一个二肽组成。以这种方式，circRNA 序列上的每个核苷酸都可以被编码。然后，二肽组合以重叠的方式依次遍历，用于提取特征，即伪二肽组分。对于 20 个氨基酸（忽略终止密码子的组合），共有 400 种二肽组合。对于每种 Gap 取值，统计 400 种二肽的个数，得到大小为 400 × 10 的离散特征矩阵表示。如下图所示。



图：circRNA 序列的伪二肽组分的编码规则

图中上部分表格的列坐标表示为 Gap 取值（对应序列的黄色划分），取值范围为 0~9。行标题为二肽种类，这里只列举了 8 种。在上图中，下划线的序列由前端的 (Gap+2) × 3-1 碱基补充。例如，对应于 g-1 列中的 'AE' 组合是指左边是丙氨酸，右边是谷氨酸，中间是任意 1 个氨基酸的二肽的数量。与 g-4 相对应的 'YV' 代表左边是酪氨酸，右边是缬氨酸，中间是任意 4 个氨基酸的二肽的数量，以此类推。因此，此视角矩阵表示 Gap 不同取值下，每种二肽出现的频率（图中用颜色的深浅来表示）。

初始 RNA 序列和其二级结构组合特征构建：对于 circRNA-RBP 的相互作用，其结构信息与顺序信息同样重要。考虑到序列潜在的结构特征，我们首先使用 RNAfold 来预测 RNA 序列的二级结构，然后使用 Pysster 对其结构进行上下文注释。至此，我们获得了 circRNA 的伪二级结构，其主要由 6 种形式组成， $R=[F,T,I,H,M,S]$ 。关联对应的核苷酸，可以得到 $4*6$ 种不同的结构信息，即 $[AF,AT,AI,AH,AM,AS,CF,CT,CI,CH,CM,CS,GF,GT,GI,GH,GM,GS,UF,UT,UI,UH,UM,US]$ 。在这种结构描述形式下，长度为 1 的 RNA 序列对应的二级结构长度也为 1，将序列和结构两两组合，既未丢失原有信息，又附加了空间结构信息。最后使用 One-hot 技术对得到的 circRNA 伪二级结构进行编码，获得大小为 $1*24$ 的数值矩阵，如下图所示。



图：circRNA 序列和结构的编码规则

图中行标题为 4 种碱基与 6 种二级结构元素的组合，长度为 24。列标题为实际 circRNA 序列与对应的二级结构的组合，对应于相应位置进行标记，固定长度为 $l=101$ 。如，序列第一个位置碱基为 U，预测出的二级结构符号为 S，组合为 US，在第一行，对应 US 位置进行标记；序列的第二个位置碱基为 G，预测出的二级结构符号为 S，组合为 GS，在第二行标记 GS 位置；以此类推。

初始词嵌入特征构建：为了利用 circRNA 序列中核苷酸之间的相关性，我们可以把 Doc2Vec 算法应用于 circRNA 序列。具体地，首先利用 circBase 中的 circRNA 语言语料，针对 circRNA 序列重叠分割长度为 10 的子序列，即 circRNA 词向量，组成词汇表，用以捕获词向量中的语义信息；其次使用无监督的 Doc2Vec 方法将 10-mer 子序列映射到分布向量中，并训练段落向量分布记忆模型 (PV-DM)，构建 circRNA 词向量模型，即 CircRNA2Vec。我们对长度为 1 的初始 circRNA 序列，通过 CircRNA2Vec 模型得到对应的连续特征，对应大小为 $1*1$ ，如下图所示。

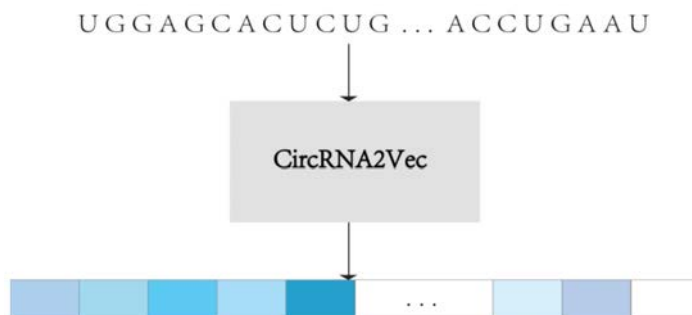


图: circRNA 序列的 CircRNA2Vec 编码规则

图中第一行为 circRNA 序列的一个样本，长度为 l 。箭头所指的是为预训练的 CircRNA2Vec 模型，通过该模型可得到 circRNA 序列的词嵌入向量特征，固定长度也为 l 。

基于多视角深度学习的深度特征获取：如下 4 个图是用于提取 CircRNA2Vec 深度特征的神经网络模型。在 4 个图中，用于四个视角的深度特征学习的混合神经网络具有类似的结构：首先，卷积层与视角数据一起进行二维卷积，并将经过池化处理的特征图发送到 BiLSTM 以学习双向的上下文信息。经过扁平化和两个全连接层后，被映射到 Softmax 层。在 (0,1) 的范围内得到的概率作为分类结果。

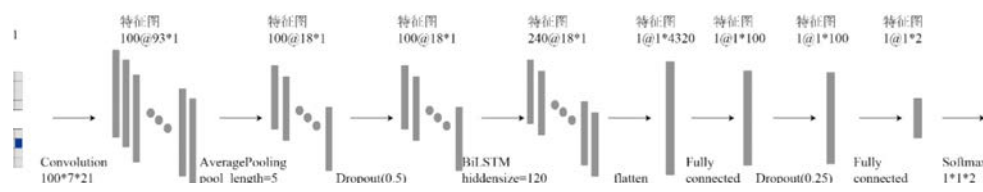


图: 伪氨基酸序列深度特征提取网络

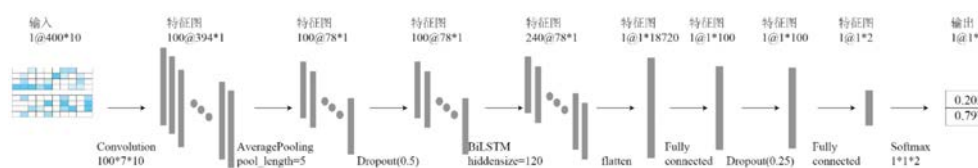


图: 伪二肽组分深度特征提取网络

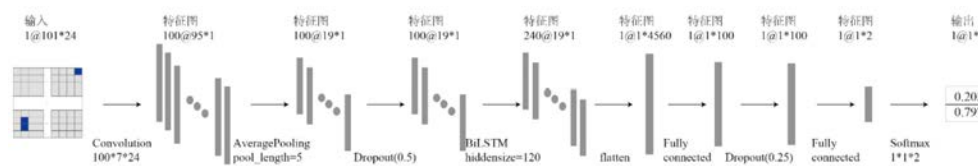


图: RNA 序列和其二级结构组合深度特征提取网络

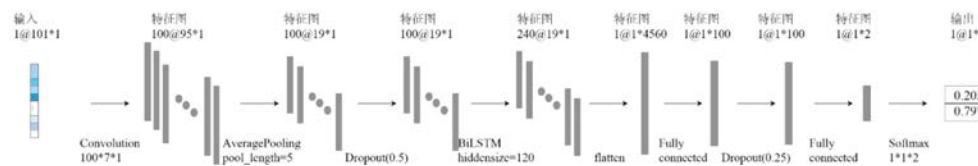


图: CircRNA2Vec 深度特征提取网络



上述 4 个图中，公式 $k@m*n$ 表示网络中特征图的数量和大小，其中 k 是特征图的数量， $m*n$ 表示特征图的大小。卷积核的大小表示为 $k*m*n$ ，其中 k 代表卷积核的数量， $m*n$ 代表卷积核的大小。默认的卷积步长为 1，在我们的实验中，核的大小固定为 7。最后一层是混合神经网络的输出，其主要功能是促进监督分类器的学习。在这里，我们的目的是为每个视角提取鉴别性的深度特征，所以我们关注倒数第二层的输出，并将倒数第二层的 100 维特征串联起来作为最终从不同视角中提取的深度特征。

共性特征构建：鉴于子空间学习方法 WGCCA 高效的多视角共性信息抽取能力，我们采用 WGCCA 对前面抽取的 circRNA 序列各视角深度特征进行隐性共性特征的抽取。WGCCA 方法的基础是 GCCA 方法。传统的 GCCA 方法假设每个视角数据都可以从一组多元潜在变量 H 生成，其中 $H=[h_1, h_2, \dots, h_N]^T \in R^{N \times K}$ ，其包含所有数据的表示。GCCA 方法的目标函数定义如下所示：

$$\min_{H, \{W_j\}_{j=1}^J} \sum_{j=1}^J \|H - X_j^T W_j\|_F^2 \quad s.t. \quad H^T H = I$$

其中 $W_j \in R^{d_j \times K}$ 是第 j 个视角的标准矩阵，该约束保证了 H 是一个单位正交矩阵， $X_j \in R^{n \times d_j}$ 表示第 j 个视角的数据矩阵。不同于传统 GCCA，WGCCA 策略为每个视角附加上权重，其目标函数定义变形如下所示：

$$\min_{H, \{W_j\}_{j=1}^J} \sum_{j=1}^J v_j \|H - X_j^T W_j\|_F^2 \quad s.t. \quad H^T H = I, v_j \geq 0$$

其中 v_j 用来表示第 j 个视角在潜在空间中的重要性。

通过 WGCCA，我们可学习到前面 circRNA 序列四个视角深度特征数据的共性特征，该共性特征可视为一个新的视角。结合五个视角的特征（四个来自深度特征，一个来自共性特征），我们可以来训练后续的多视角分类器，从而可用于 circRNA 和 RBP 结合位点的识别。

显隐信息协同能力的多视角 TSK 模糊系统：我们引入基于模糊逻辑规则的显隐信息协同多视角 TSK 模糊系统分类器 (TSK-FLS-CVH, Takagi-Sugeno-Kang Fuzzy Logic System with the Cooperation of Visible and Hidden views)。TSK-FLS-CVH 是基于经典的 TSK-FLS 发展而来的，除了具有 TSK-FLS 所具有的可解释性和数据驱动学习能力，同时又具有了高效的多视角协同学习能力，因而适宜于多视角数据 circRNA 和 RBP 结合位点的识别。TSK-FLS 包含一个含有 K 条规则的规则库，其典型的表达方式如下所示：

$$\begin{aligned} R^k: & \text{ IF } x_1 \text{ is } A_1^k \wedge x_2 \text{ is } A_2^k \wedge \dots \wedge x_d \text{ is } A_d^k, \\ & \text{ THEN } f^k(x) = p_0^k + p_1^k x_1 + \dots + p_d^k x_d, \\ & k = 1, 2, \dots, K \end{aligned}$$

其中 $x = [x_1, x_2, \dots, x_d]^T$ 是输入向量， A_i^k 是第 i 个特征在第 k 条规则下的模糊集。 $f^k(x)$ 是实例在第 k 条规则上的输出。 P_i^k 是后件参数。当使用乘积 t -范数和重心去模糊化时，经典 TSK-FLS 的最终输出定义如下所示：

$$y^0 = \sum_{k=1}^K \frac{\mu^k(x)}{\sum_{k'=1}^K \mu^{k'}(x)} f^k(x) = \sum_{k=1}^K \tilde{\mu}^k(x) f^k(x)$$

其中,

$$\mu^k(\mathbf{x}) = \prod_{i=1}^d \mu_{A_i^k}(x_i)$$

$$\tilde{\mu}^k(\mathbf{x}) = \mu^k(\mathbf{x}) / \sum_{k'=1}^K \mu^{k'}(\mathbf{x})$$

其中 $\mu_{A_i^k}(x_i)$ 为 x_i 对 A_i^k 的隶属度, $\mu^k(\mathbf{x})$ 为第 k 条规则的点火强度, $\tilde{\mu}^k(\mathbf{x})$ 是 $\mu^k(\mathbf{x})$ 的归一化形式。高斯隶属函数是最常用的隶属函数, 其表示如下:

$$\mu_{A_i^k}(x_i) = \exp \left\{ \frac{-(x_i - c_i^k)^2}{2\delta_i^k} \right\}$$

其中 c_i^k 和 δ_i^k 可通过不同的方法获得, 例如, FCM 聚类, 具体公式如下:

$$c_i^k = \sum_{j=1}^N \mu_{jk} x_{ji} / \sum_{j=1}^N \mu_{jk}$$

$$\delta_i^k = h \sum_{j=1}^N \mu_{jk} (x_{ji} - c_i^k)^2 / \sum_{j=1}^N \mu_{jk}$$

其中 μ_{jk} 表示 $x_i = [x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{id}]$ 对于 FCM 聚类得到的第 k 类 (对应第 k 条规则) 的隶属程度, 是 h 一个收缩参数, 可以手动设置, 也可以用交叉验证确定。当规则中的前件参数是确定时, TSK-FLS 的输出可以重新表示为:

$$y^0 = \mathbf{p}_g^T \mathbf{x}_g$$

这里 $\mathbf{x}_g \in R^{K(D+1)}$ 表示原特征空间向量 \mathbf{x} 通过模糊规则映射后的新特征空间中的向量, \mathbf{p}_g 表示的是所有模糊规则的后件参数的组合。 \mathbf{x}_g 和 \mathbf{p}_g 如下:

$$\mathbf{x}_e = [1, \mathbf{x}^T]^T$$

$$\tilde{\mathbf{x}}^k = \tilde{\mu}^k(\mathbf{x}) \mathbf{x}_e$$

$$\mathbf{x}_g = [(\tilde{\mathbf{x}}^1)^T, (\tilde{\mathbf{x}}^2)^T, \dots, (\tilde{\mathbf{x}}^K)^T]^T$$

$$\mathbf{p}^k = [p_0^k, p_1^k, \dots, p_d^k]^T$$

$$\mathbf{p}_g = [(\mathbf{p}^1)^T, (\mathbf{p}^2)^T, \dots, (\mathbf{p}^K)^T]^T$$

多视角 TSK 模糊系统分类器: 在多视角 TSK-FLS 中, 为衡量不同视角的重要程度, 为每个视角赋予不同的权重。假设第 v 个视角对应的 TSK-FLS 有 J 规则, 其输出可表示为:

$$f^v(\mathbf{x}^v) = (\mathbf{p}_g^v)^T \mathbf{x}_g^v$$

其中, \mathbf{p}_g^v 是由第 v 个视角模糊系统的所有后件参数组成的矢量, \mathbf{x}_g^v 为第 v 个视角通过模糊规则映射后在新特征空间中对应的向量。

同时, 各深度视角的共性特征可理解为隐性视角, 假设该隐视角对应的 TSK-FLS 具有 J 条规则, 那么, 其输出可以表示为:

$$\mathbf{h}(\mathbf{h}) = (\mathbf{p}_g^{V+1})^T \mathbf{h}_g$$

其中, p_g^{v+1} 是由所有后件参数组成的向量, h_g 表示共性特征通过模糊规则映射后在新的特征空间中所对应的向量。

为了有效对各视角模糊系统及其权重进行有效学习, 多视角 TSK-FLS 的目标函数定义为:

$$\begin{aligned} \min_{p_g, w} J = & \sum_{v=1}^V w_v \sum_{i=1}^N \|x_{gi}^v p_g^v - y_i\|^2 + w_{V+1} \sum_{i=1}^N \|h_{gi} p_g^{V+1} - y_i\|^2 + \\ & \lambda_1 \sum_{v=1}^{V+1} w_v \ln w_v + \frac{1}{2} \lambda_2 \sum_{v=1}^{V+1} (p_g^v)^T p_g^v + \lambda_3 \sum_{v=1}^V \sum_{i=1}^N \|x_{gi}^v p_g^v - \bar{y}_i^v\|^2 + \\ & \lambda_3 \sum_{i=1}^N \|h_{gi} p_g^{V+1} - \bar{y}_i^{V+1}\|^2 \quad s. t. \sum_{v=1}^{V+1} w_v = 1, w_v \geq 0 \end{aligned}$$

其中 y_i 是第 i 个样本的标签, p_g^v 表示第 v 个视角对应 TSK-FLS 的后件参数, w_v 表示视角 v 对应权重, $\sum_{v=1}^V \sum_{i=1}^N \|x_{gi}^v p_g^v - \bar{y}_i^v\|^2$ 和 $\sum_{i=1}^N \|h_{gi} p_g^{V+1} - \bar{y}_i^{V+1}\|^2$ 是协同项, $\bar{y}_i^v = \frac{1}{V} \sum_{v=1, i \neq v}^{V+1} \bar{x}_{ai}^j p_g^j$ (为了方便起见, 这里 $x_{gi}^{v+1} = h_{gi}$), $\sum_{v=1}^{V+1} w_v \ln w_v$ 是不同视角 (包括隐视角) 的权值对应的负香农熵, $\sum_{v=1}^{V+1} (p_g^v)^T p_g^v$ 是正则项。通过上述目标函数优化后, TSK-FLS-CVH 的最终决策函数可表示为:

$$\begin{aligned} Y_{output} &= \sum_{v=1}^{V+1} w_v f^v(x) \\ f^v(x) &= \begin{cases} (x_g^v)^T p_g^v & 1 \leq v \leq V \\ (h_g)^T p_g^{V+1} & v = V + 1 \end{cases} \end{aligned}$$

其中 y_i 为第 v 个视角的原始特征空间 x^v 通过模糊规则映射后在新特征空间中对应的向量。 p_g^v 表示第 v 个视角对应 TSK-FLS 的后件参数, w_v 表示对应视角的权重。 h_g 表示共性特征 h 通过模糊规则映射后在新的特征空间中所对应的向量。 p_g^{v+1} 是由隐藏视角的 TSK-FLS 的所有后件参数组成的向量。

总结与展望

1、系统归纳了当前预测 circRNAs 上 RBP 结合位点的两个挑战: 对 circRNA 序列的二级结构信息及其他方面的生物学信息挖掘较少; 对多个视角特征信息的融合较低效。

2、针对上述挑战, 基于多个视角抽取 circRNA 的初始特征、深度特征和视角间共性特征来充分挖掘 circRNA 的生物学信息、获取视角间的相关信息, 并构建多视角分类器来实现 circRNA 多个特征视角的信息融合, 从而实现 circRNA-RBP 结合位点的有效预测。

3、DMSK 虽然表现出了优越的性能, 但仍存在以下缺点: DMSK 需要预测 circRNA 的二级结构、抽取不同视角特征、训练基于四个特征视角的混合深度网络、并构建预测模型。因此, 模型训练计算量大、耗时较长。另外, 基于混合深度网络的特征提取和子空间学习均使得深层表征低于原始样本空间的维度, 这会造成原始分布中重要判别信息的丢失。上述问题需要在将来的工作中深入研究。

作者简介



第一作者：李慧，江南大学硕士研究生，主要研究方向为文本数据挖掘、生物信息学、机器学习。

E-mail: m15732157372@163.com

通信作者：



邓赵红，江南大学教授，主要研究方向为生物信息学、模式识别、计算智能及其应用。

E-mail: dengzhaohong@jiangnan.edu.cn

团队简介

项目团队立足于大数据和人工智能等新基建平台，探索生物 / 食品领域和智能领域的学科交叉前沿。研究方向主要包括可信 / 可解释 / 不确定性人工智能，计算智能（模糊计算和神经计算），机器学习与数据挖掘，食品 / 生物大数据智能挖掘和分析、轻工信息技术，智能健康和医疗辅助诊断，网络多媒体数据挖掘和分析等。承担了国家自然科学基金等多项科研项目。实验室研究成果丰富，近年来在可信 / 可解释 / 不确定性人工智能理论和应用方面发表论文 200 余篇，包括领域权威期刊 IEEE/ACM Trans. 系列长文近 50 篇。

团队主页：<https://dblp.uni-trier.de/pid/63/6198.html>



基于高阶信息的特征提取算法及其在 图像识别中的应用

作者：张蕊

指导教师：朱旗、黄圣君

单位：南京航空航天大学计算机科学与技术学院

论文摘要

随着科技的迅速发展，图片数据的规模已有着指数级增长的趋势，影响图像识别算法的数据的维度、复杂度及多样性等因素也今非昔比，所以利用特征提取算法从如此大规模的高维度数据中获取最有效的特征信息仍是近年来的研究热点。然而大多数的特征提取方法只关注数据的一阶局部结构信息，显然无法应对现实中高维且复杂的图像数据。近年来，高阶信息受到了学者们的关注，它能表达出数据更具判别性、更本质的结构，从而在特征提取时发掘高阶结构对提高图像识别的性能是十分有意义的。本文针对图像识别中的不同任务和场景，提出三种基于高阶信息的特征提取算法。

专家推荐语

随着科技的迅速发展，图片数据的规模已有着指数级增长的趋势，影响图像识别算法的数据的维度、复杂度及多样性等因素也今非昔比，所以利用特征提取算法从如此大规模的高维度数据中获取最有效的特征信息仍是近年来的研究热点。大多数的特征提取方法只关注数据的一阶局部结构信息，无法应对现实中高维且复杂的图像数据。作者针对图像识别中的不同场景，即一般的图像识别场景、多模态不平衡图像识别以及零样本图像识别，提出了三种具有针对性的方法，能够获取更具判别性的特征、以及提取数据的内在结构特征，进一步提升了图像识别的准确率和鲁棒性。总之，该论文为图像识别领域提供了一种新的特征提取思路，

具有重要的理论和实际意义。

论文看点

1、分别在三种不同的图像识别场景、任务中，结合机器学习领域的经典和最新研究成果，设计了更具有针对性的基于高阶信息的特征提取算法，以提高识别性能。

2、为了同时利用数据中的全局信息和高阶局部信息提出了一个基于低秩表示的特征提取算法。全局信息是通过模型中的低秩约束来实现，同时该约束还能使模型避免受到噪声和离群点的影响，提高模型的鲁棒性。局部信息则是通过基于图的流行嵌入来实现的。通过构建一阶、二阶图矩阵使得模型能同时保持样本间的对结构和有序结构。

3、为了解决多模态数据中的不平衡问题而提出了自步有序保持算法。从特征层面来看，该算法利用了二阶拉普拉斯流形嵌入使得不同模态数据的有序结构保持到新的投影空间中。从样本层面来看，我们设计了分别针对多数类和少数类的自步学习策略，将参与学习的数据从类别平衡的子集动态地扩充到整个集合，减少不平衡类别对模型学习的负面影响。同时，在投影矩阵上施加的组稀疏约束可以发掘不同模态之间的潜在关系模式。

4、考虑到传统的模型不能直接识别出来自新类别的样本，即无法适用于零样本识别，本文提出了针对该场景的语义引导的高阶区域注意力嵌入模型。该模型以端到端的方式进行训练，能够利用不同的注意力模块获得全局特征和局部区域特征。最后的二阶池化操作能提取出两种特征的二阶信息。

图像识别的不同场景

图像识别的应用场景十分多样且复杂，以下介绍了三种不同图像识别场景中出现的问题。

一般场景：在现有的图像识别算法中，结构信息的提取已经是一个十分常见的技术。但是，在模型中同时利用局部和全局结构信息仍然是一个挑战。此外，就局部信息而言，现有方法主要试图取或保留一阶结构，而忽略了在分类过程中隐含的另一种重要信息，即有序信息。

多模态不平衡数据问题：在现实世界中存在着大量的多模态不平衡数据。而在疾病诊断中，多模式不平衡数据学习问题也正变得越来越普遍。尽管多模式数据为疾病的诊断提供了补充信息，但模态间的不同分布也可能导致一般的模型对不平衡更加敏感。现有的不平衡学习方法主要是基于样本的一阶结构，可是很明显这种一阶结构可能无法表示出数据（特别是多模式数据）的潜在复杂关系。

零样本识别问题：在传统的图像识别任务中，训练中样本的类别与测试时的类别是完全相同的，也就是说，这些模型不能识别出来自新类别的样本。但是，在现实生活中，人类可以借助一些额外信息就可以辨认出之前未曾见过的物种。为了模拟人类这种学习能力，零样本学习由此产生。显然，在此场景下，如何将知识迁移到新物种上是主要的挑战。研究者们普遍认为这种知识的迁移可以通过探索视觉空间和语义空间之间的模式来实现。然而，只将全局视觉特征与语义向量对齐可能会忽略掉一些判别性的差异。局部区域特征不仅与语义向

量有隐性关系，而且包含了更多的判别信息。此外，现有方法大多只考虑一阶统计特征，可能无法捕捉到类别之间复杂的关系。

解决方案

针对上述三个场景，我们分别提出融合高阶局部与全局结构的分块对角低秩表示算法、自步有序保持算法以及语义引导下的高阶区域注意力嵌入算法。

融合高阶局部与全局结构的分块对角低秩表示算法：针对大多数机器学习和模式识别算法中少有同时利用局部和全局结构信息并忽略高阶结构信息作用的问题，提出一种具有判别能力的、融合一阶和二阶局部结构与全局结构的低秩表示模型，该模型基于低秩表示模型，在此全局结构的基础上，联合两个不同的拉普拉斯矩阵进行基于图的流形嵌入来保持一阶和二阶的局部结构信息，然后引入分块对角正则来增强模型的判别能力。其示意图如图 1 所示：

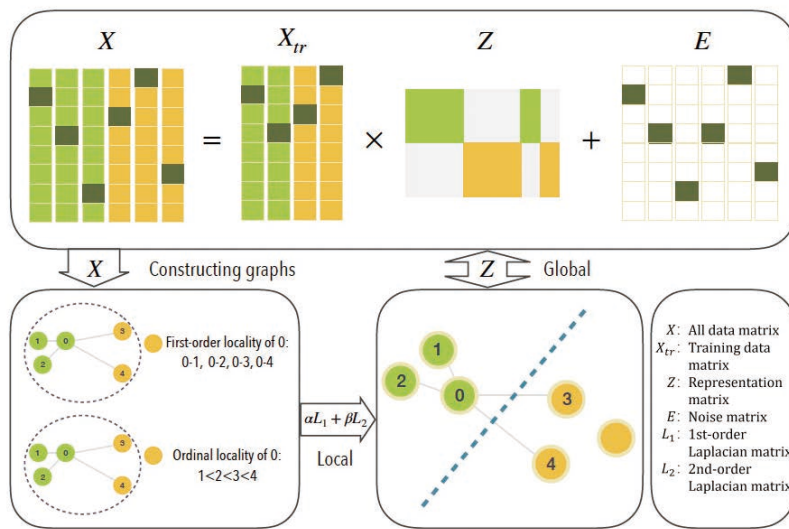


图 1：融合高阶结构信息的分块对角低秩表示学习 (LGSLRR) 示意图

自步有序保持算法：多模态不平衡数据在现实世界中越来越常见，尤其是在疾病诊断中患病样本的数量常小于正常样本的数量。虽然多模态数据为决策提供了补充信息，但也会导致模型对不平衡的不利影响更加敏感。并且，现有的多模态方法只能反映样本对的一阶信息，这可能不足以反映数据的内在规律。为了解决以上问题，本文提出了一种在特征和样本两个层面上进行优化学习的自步有序保持方法 (SPOP)。首先，在特征层面上，设计了一个拉普拉斯有序保持及模态融合模块 (LOPF)，通过基于二阶拉普拉斯图的流形嵌入将原始数据映射到标签空间，以更好地捕捉模态间的细微变化的同时保持不同类别之间的判别信息。在样本层面上，设计了一种特定类的自步学习模块 (CSPL)，使参与训练的数据从平衡的子集自适应地过渡到整个集合，从而降低不平衡问题对模型的负面影响。同时，我们对投影矩阵施加组

稀疏约束，以捕捉不同模态之间的关系。最后，我们将所提出的方法应用到多模态疾病诊断中，包括阿尔茨海默病（AD）和癫痫。实验结果表明，我们的方法优于现有的不平衡和多模态融合算法。其模型框架图如图 2 所示：

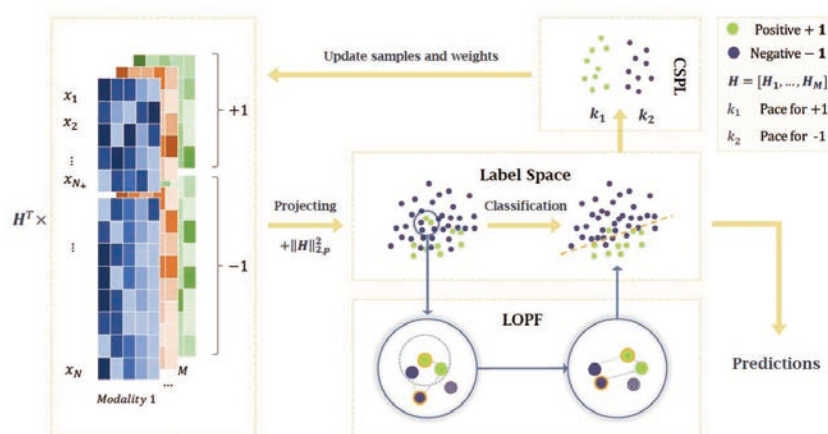


图 2：自步有序保持算法的模型框架图

语义引导下的高阶区域注意力嵌入算法：对于零样本识别问题，大多数现有算法在区分细粒度或相似类时有局限性，因为只获取了全局图像特征及其对应的语义向量，或者只考虑了一阶特征问题。针对此问题，本文提出了一种语义引导的高阶区域注意力嵌入模型，通过不同的注意力模块以端到端的方式来获取全局特征和局部区域特征及由两者构造的二阶特征。首先，我们设计了一个编码器 - 解码器模块以在语义注意力引导下重建视觉特征。然后，原特征和新特征将被同时输入到各自的后续分支网络中以计算区域注意力和全局注意力特征。之后，我们利用二阶池化模块来构造高阶特征。其框架如图 3 所示：

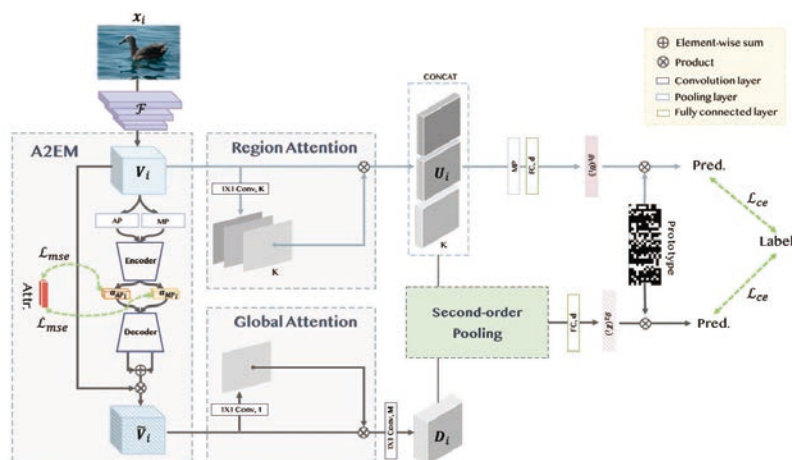


图 3：语义引导下的高阶区域注意力嵌入算法框架图



在这项工作中，我们提出了一个双分支框架。首先，利用从经注意力策略处理过的全局特征和局部区域特征中获得判别性信息。特别地，这里我们会让全局特征在语义信息的引导下进行重构，可以在一定程度上降低一些噪声区域的影响。然后为了捕捉视觉特征的高阶信息，我们通过二阶池化模块将全局特征与局部区域特征进行融合。此外，整个模型是端到端训练的，每次只需输入图像和类原型就可以得到预测的标签。为了验证模型的有效性，我们在四个被广泛使用的零样本学习数据集上进行了多种实验，并且实验结果表明所提出的方法取得了较为优越的性能，尤其在广义零样本任务下，其分类结果要优于最先进的方法且有显著的改善。

总结与展望

1、21 世纪是信息化、数据化、智能化的时代，现在的我们对人工智能技术带来的便捷有了依赖。其中，图像识别则是一项与普通人息息相关的技术。本文对图像识别进行了相关的研究，在多个特殊的图像识别场景下，提出了三个具有针对性的基于高阶信息的特征提取方法。

2、对于不同的图像识别场景，分别提出一种在半监督框架下的低秩表示方法，同时保持了数据的一阶、二阶局部结构与全局结构，使得到的子空间表示具有更好地鲁棒性；提出了一种自步有序保持方法，能够同时从特征层面和样本层面动态地挖掘多模态信息并降低不平衡问题对模型的影响；提出一种语义引导的高阶区域注意力嵌入模型，通过不同的注意力模块以端到端的方式来获取全局特征和局部区域特征及由两者构造的二阶特征。

3、本探究提出的三个工作虽然在不同的图像识别任务下取得了一定的效果，但其研究的深度和广度均有局限，也未对高于二阶的其它结构信息进行实验性的研究。针对本文研究的不足指出，我们希望能未来对如下方向进行实质性的研究：在第一个工作中，我们所提出的方法仅在一些规模较小的数据集上进行了实验，而随着生活中海量的数据存在，我们不能只局限于在小规模数据集上的评估结果。由于模型中需要构建大小的图，当样本量增大时可能会使我们模型的性能急剧下降。因此，接下来的研究亟需考虑如何将模型改进以应用于较大规模的数据集上。本文的第二个工作只针对了二分类任务中的多模态不平衡问题进行了研究，而现实生活中存在着更多的多分类任务。如何将所提出的算法扩展到多分类任务上，是下一步的重要研究方向。此外，最近几年，对抗学习受到了各届的广泛关注。在我们关于特征提取及图像识别的研究中，也存在着受到恶意攻击的威胁。所以，可以考虑通过对抗训练的方式提高模型的鲁棒性。

作者简介



作者：张蕊，南京航空航天大学计算机技术与科学学院研究生，主要研究方向为模式识别、医学影像分析。

E-mail: ruiz.0x5c@nuaa.edu.cn

指导教师：



朱旗，南京航空航天大学计算机科学与技术学院副教授，主要研究方向为人工智能，机器学习，模式识别，医学影像分析。

E-mail: zhuqi@nuaa.edu.cn



黄圣君，南京航空航天大学计算机科学与技术学院教授，主要研究方向为机器学习，数据挖掘。

E-mail: huangsj@nuaa.edu.cn



基于可见光的煤矿井下定位技术研究

——江苏省计算机学会优秀硕士学位论文奖

作者：庞明智，陈朋朋

单位：中国矿业大学计算机科学与技术学院

论文摘要

煤矿井下定位技术在矿井安全开采、人员监控调度以及井下灾后救援中起着重要作用。由于井下环境复杂、技术难关受限，井下目标的无线定位效果并不理想。可见光具有多径效应小、无电磁效应、抗电磁干扰等优势，同时井下的照明设备随处可见，因此新兴的可见光定位技术为井下定位提供了一种新思路。本文从可靠性、适用性和实用性三个角度出发，对基于可见光的煤矿井下定位技术开展研究。（1）针对传统井下可见光定位技术中收发器部署方式存在的光信号接收不可靠的问题，研究基于收发器反转机制的井下可见光定位方法。利用矿工头灯作为发射端，构建可见光定位与惯性导航相融合的井下定位模型，设计面向井下特殊环境的可见光闪烁频率选择与识别算法，提出频率功率追踪算法来最小化可见光基站的定位误差，制作即时闪烁特定频率的专用矿灯，有效提升可见光定位技术在井下环境中的可靠性。（2）针对传统井下可见光定位技术使用调制发射器导致系统在井下部署困难、硬件改造成本高的问题，利用可见光未调制发射器，研究基于旋转编码机制的井下可见光定位方法。通过极坐标表示目标位置，设计朗伯余弦定律与旋转编码相结合的距离计算方法，给出基准线位置与旋转编码相结合的夹角计算方法。（3）在上述研究基础上，进一步研究基于可见光定位技术的井下人员安全监测方法。针对井下罐笼门非密闭而存在的安全隐患，设计光强阈值监测算法实现罐笼人员肢体定位功能，利用可见光闪烁频率分离算法实现罐笼超载监测功能，利用可见光闪烁频率识别算法实现罐笼人员打卡功能，提出罐笼安全区域划定方法实现罐笼安全区域监测功能。本文从可靠性、适用性和实用性三个角度出发对基于可

见光的煤矿井下定位技术开展研究，分析目前井下可见光定位技术存在的一些问题，并且提出相应的改进方法。

专家推荐语

目前，矿山安全科学研究和先进定位技术推广受到国家极大重视，灾后的人员定位及搜救工作也被视为重中之重。作者针对实际矿井环境对基于可见光的煤矿井下定位技术进行研究，具有重要意义：其一，可在一定程度上弥补传统无线定位技术在井下面临的环境干扰严重、定位效果差等问题；其二，利用井下现有照明基础设施实现井下可见光定位，可在一定程度上缓解井下定位系统部署困难、硬件成本高的问题；其三，可进一步发挥可见光在井下的优势，使得可见光定位技术在井下环境中具有更高的可靠性、适用性和实用性。

论文看点

1、从可靠性、适用性和实用性三个角度出发，对基于可见光的煤矿井下定位技术开展研究，详尽分析了可见光定位技术在煤矿井下环境中的不足之处，并提出相应改进方法，进一步发挥可见光定位技术在井下环境中的优势。

2、针对传统井下可见光定位技术中光信号接收不可靠的问题，提出一种基于收发器反转机制的井下可见光定位方法，构建了可见光与惯性导航相融合的定位模型，同时开发了即时闪烁特定频率的专用矿灯来节省成本、方便部署。

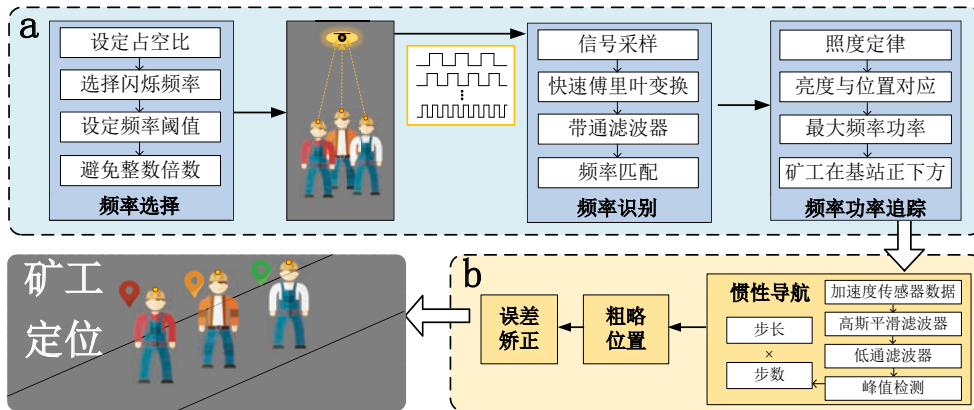
3、针对传统井下可见光定位技术使用调制发射器导致系统在井下部署困难、硬件改造成本高的问题，利用可见光未调制发射器，提出一种基于旋转编码机制的井下可见光定位方法，改善了井下可见光定位技术的适用性。

4、针对井下运输存在众多安全隐患且监测困难的问题，提出一种基于可见光定位技术的井下人员安全监测方法，实现肢体外伸监测、罐笼超载监测、人员打卡统计、安全区域监测四部分功能。进一步拓宽了可见光定位技术在煤矿井下环境中的应用方向，增强可见光定位技术在煤矿井下环境中的实用性。

基于可见光的煤矿井下定位技术关键问题

基于收发器反转机制的井下可见光定位方法：

问题：现如今，绝大多数的井下可见光定位方法都将发射器安装在巷道顶部，接收器安装在巷道地面上。然而，这种部署方式存在一定弊端，即由于受到井下环境的限制，安装在巷道地面上的接收器极易受到井下人员或矿车的干扰甚至踩踏，以及煤炭、矿石等障碍物的遮挡，从而导致井下可见光定位系统中光信号接收不可靠、定位效果不理想、装置寿命短、井下实际部署困难等一系列的问题，为实现井下可靠的可见光定位带来极大的挑战。



解决方案：针对上述问题，提出一种基于收发器反转机制的井下可见光定位方法，如上图所示。根据矿井实际情况，通过反转井下可见光定位系统中发射器和接收器的位置，将接收器安装在巷道顶部来避免井下物体对其光信号接收的干扰。同时，利用矿工佩戴的头灯作为发射器来发射携带矿工身份信息的调制光信号，降低可见光定位系统在井下的部署难度。最后，结合所设计的可见光定位算法，通过由价格低廉的接收器（如光电二极管）构建的一系列可见光基站，精确定位井下所有矿工位置，应对井下可见光定位技术中存在的挑战。为保证所设计的收发器部署机制在井下环境的实际应用效果，提高定位精度，解决了一系列的科学问题：

- (1) 巷道内可能存在某段特殊环境，使得基站无法部署从而产生定位盲区。针对此问题，结合所设计的惯性导航方法来粗略定位矿工位置，并且利用基站矫正惯性导航方法产生的累积误差；
- (2) 针对井下人员众多、分布不均的问题，设计了可见光闪烁频率选择算法来有效的标识每个矿工的身份信息，设计了可见光闪烁频率识别算法来准确识别每个矿工的身份信息；
- (3) 针对可见光基站存在定位误差的问题，设计了一种频率功率追踪算法来最小化基站定位误差；
- (4) 为提升系统实用性，节省系统部署成本，开发了一种即时闪烁特定可见光频率的矿灯。

基于旋转编码机制的井下可见光定位方法：

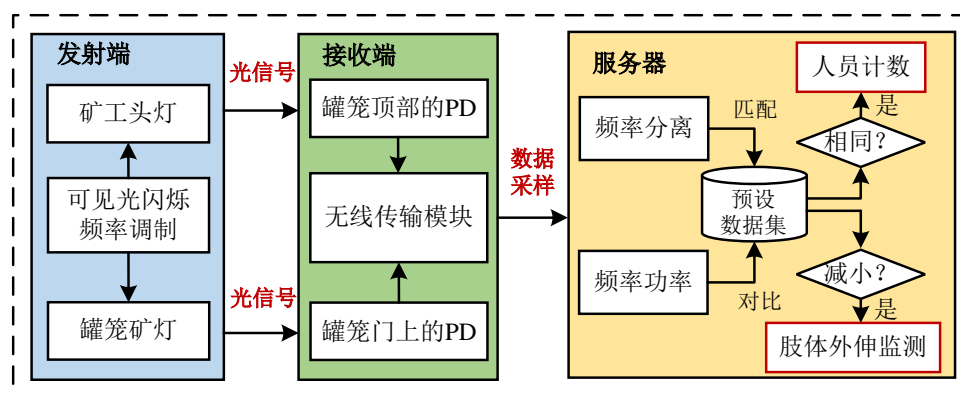
问题：目前绝大多数可见光定位技术都使用调制发射器，应用于井下环境中的可见光定位技术也是如此。主要原因在于，对可见光发射器进行调制时，可以通过改变发射器每秒闪烁光信号的次数而获得闪烁频率这一特征信息，或者通过设定不同的闪烁方式（亮代表1，灭代表0）获得二进制编码信息。上述特征信息能够用于表示发射器的位置信息以及身份信息，在可见光定位算法中起到举足轻重的作用。因此，调制发射器的优点在于，其通过改变闪烁模式可以创造更多的特征信息用于目标定位，能够有效提升可见光定位算法的性能及定位精度。然而，这一方式的缺点也十分显著，即需要对诸如LED之类的发射器进行电路改造，通过在LED内部增加PCB或者外接FPGA、DSP等电子设备来控制LED的通电频率，从而进一步使得LED能够闪烁特定的光频率，在对原始LED进行特殊改造的同时增加了硬件成本和时间成本。

解决方案：针对上述问题，提出了一种基于旋转编码机制的井下可见光定位方法。仅利用煤矿井下现有基础设施中的LED作为发射端，利用光电二极管作为接收端，通过使LED旋转调整亮暗区域代表编码信息，而无需对原始LED内部电路进行改造，实现井下目标的精确

定位。难点在于，如何在不对 LED 灯进行改造的情况下同时获取目标到圆心的距离以及目标到圆心的连线与基准线的夹角。针对此问题，设计了一种旋转编码机制，仅通过增加价格低廉的旋转设备使得 LED 能够按照一定速度旋转，而无需对 LED 内部电路进行改造，通过将 LED 灯产生的圆形照明区域划分为亮（代表 1）和暗（代表 0）两部分区域，当 LED 灯不断旋转时光电二极管即可接收到一系列的编码信息，由此实现井下目标的实时定位。同时针对所设计的旋转编码机制，还解决了一系列的科学问题，主要包括：（1）如何利用朗伯余弦定律计算目标距离圆心的距离，同时利用旋转编码辅助判断目标距离；（2）研究如何利用旋转编码机制精确计算夹角信息；（3）研究如何判定基准线位置，从而实现目标的精确定位。

基于可见光定位技术的井下人员安全监测方法：

问题：采矿业是世界上最危险的职业之一，在世界范围内造成了大量人员伤亡和不可弥补的损失。作为连接煤矿井下与外界环境的通道，罐笼是矿井提升中的重要设备之一，在煤矿的安全生产中发挥出重要作用。罐笼的主要作用是在井上和井下环境中运输人员、矿产资源以及矿用设备。因此，罐笼的正常运行和安全监测与人员安全以及物资安全紧密相关。尽管罐笼的功能与电梯类似，然而罐笼存在的固有缺陷使得其安全性与电梯相比非常差。（1）首先，罐笼并不是完全封闭的，作为进出口的罐笼门仅用稀疏的护栏来隔绝罐笼内的人员或者货物。此现象可能导致罐笼内的人员主动或者被迫（例如罐笼人员数量过多导致拥挤，嬉戏打闹导致人员摔倒）将肢体伸出罐笼，进而导致人员肢体被刮蹭甚至更为严重的伤害。（2）其次，罐笼空间有限，现有罐笼缺少准确的人员数量监测措施，对于恶劣井下环境来说，罐笼超载会造成一系列严重后果。（3）目前井下罐笼尚无法对其人员身份信息进行验证识别，外界人员违规进入罐笼的情况时有发生，存在着不可忽视的安全隐患。因此，研究井下罐笼的安全监测具有重要意义，可以有效的保护罐笼内的人员安全，在一定程度上防止危害的发生。



解决方案：提出了一种基于可见光定位技术的井下人员安全监测方法，主要实现四个功能：功能一：用于定位罐笼内人员的肢体位置，防止人员肢体违规伸出罐笼；功能二：对罐笼内的人员数量进行识别、统计，防止罐笼超载；功能三：实现罐笼人员的打卡功能；功能四：提出一种安全区域监测算法来监测罐笼人员是否处于罐笼安全区域，以此方式来最小化罐笼内人员肢体外伸的发生率。相较于其它无线信号，可见光具有绿色安全、多径效应小、不产



生电磁效应、抗电磁干扰能力强等优点，并且井下不可或缺的照明设备为设备的部署带来了极大的便利。本方法的主要思想是：首先，利用矿工头戴的矿灯作为发射端，发送携带其身份信息调制光信号；然后，将按照一定规则部署在罐笼内的光电二极管作为接收端感知光信号；最后，通过对光信号的处理，实现罐笼内人员数量统计、人员打卡、人员肢体外伸监测、安全区域监测等功能，如上图所示。

总结与展望

1、基于可见光的煤矿井下定位技术开展系统性研究，从可见光定位技术在煤矿井下应用中的可靠性、适用性和实用性三个角度出发，在一定程度上弥补了传统井下无线定位技术面临的环境干扰严重、定位效果差等不足，缓解了井下定位设备部署困难、硬件成本高等问题，实现了煤矿井下目标的精确、实时定位。

2、在基于收发器反转机制的井下可见光定位方法上，从调制发射器角度出发，解决了传统井下可见光定位技术中收发器部署位置导致信号接收不可靠的问题，提升了井下可见光定位技术的可靠性。在基于旋转编码机制的井下可见光定位方法上，利用可见光未调制发射器，提出了一种基于旋转编码机制的井下可见光定位方法。在基于可见光定位技术的井下人员安全监测方法上，提出了一种基于可见光定位技术的井下人员安全监测方法，在最大程度上保证了井下的人员安全。

3、未来展望方面，所设计的基于可见光定位技术的井下目标定位方法仍然有限，领域内还有许多方向亟待研究。比如，研究井下可见光通信导航感知一体化技术研究，如何实现可见光通信与定位功能在井下环境中的共存；研究基于可见光定位技术的井下追踪和导航技术，为井下救援机器人、采煤车等移动目标的导航提供新思路；以及可见光定位系统与其它无线信号的结合，实现井下所有目标的无线互联及定位。

作者简介



第一作者：

庞明智，中国矿业大学硕士研究生，主要研究方向为无线感知、可见光定位技术。

E-mail: mingzpang@cumt.edu.cn



通信作者：

陈朋朋，中国矿业大学教授，主要研究方向为物联网技术。

E-mail: chenp@cumt.edu.cn

学会动态

第六届“中科君达杯”宁外高校计算机学科教职工乒乓球团体赛落下帷幕

2023年4月22日第六届“中科君达杯”宁外高校计算机学科教职工乒乓球团体赛在宿迁学院体育馆开赛，本届赛事由江苏省计算机学会主办，宿迁学院信息工程学院承办，江苏中科君达物联网股份有限公司协办。经过一天紧张激烈而和谐有序的比赛，来自宁外高校的计算机学科院系代表队共18支参赛队伍认真参赛，顽强拼搏，赛出了较高水平和良好风尚。

经过紧张激烈的比赛后，江苏大学代表队、宿迁学院代表队及南通大学代表队分获冠亚季军，扬州大学代表队获得第四名，获得第五至第八名的代表队依次为江苏科技大学、淮阴工学院、常州工学院、江苏理工学院。赛事最后由江苏省计算机学会秘书长金莹教授、宿迁学院顾晓虎教授、宿迁学院张岩教授及江苏中科君达物联网有限公司王燕经理分别给各个获奖的队伍颁发奖杯同时给前四名代表队的每位队员颁发奖牌。





基于一致性检测的环境感知智能软件输入 验证技术研究

——江苏省计算机学会优秀博士学位论文奖

作者：王慧妍, 许畅

单位：南京大学计算机软件所, 计算机软件新技术全国重点实验室

论文摘要

随着感知技术与人工智能技术的飞速发展，环境感知智能软件应运而生，能够感知环境并做出智能化适应。然而软件运行环境的开放性与复杂性，以及软件内在智能决策的不确定性，都使得此类软件的可靠运行面临挑战。针对这一问题，作者从输入验证的角度出发，仿照生物医学领域利用皮肤黏膜和内在免疫系统一体进行病菌防御的过程，提出由对软件外部感知的环境数据的验证与对输入影响到软件内部决策后产生的决策行为的验证相结合的双重验证解决方案。

专家推荐语

论文关注一类重要的开放环境复杂软件系统，即环境感知智能软件（如特斯拉无人驾驶系统）的质量保障问题，该类软件系统同时涉及难以充分掌控的非确定环境输入和难以明确解释的机器学习决策行为，因而具有广阔的研究前景和重要的研究意义。作者着眼于此类复杂软件的运行可靠性问题，同时涉及软件外部难以充分掌控的非确定环境输入和软件内部难以明确解释的机器学习决策行为，具有较大的研究挑战和重要的研究意义。与已有工作关注更有效的离线测试手段不同，论文从在线输入验证这一独特的角度，达成高质高效保障环境感知智能软件运行质量的目标，与已有工作形成协同互补。

论文看点

论文主要看点如下：

统一理论框架：为环境感知智能软件提出了一个基于一致性约束检测的双重输入验证框架，参照生物医学领域利用皮肤黏膜和免疫系统进行一体化病菌防御的做法，提出了对软件外部环境数据验证和内部决策过程分析的双重输入验证思想。

环境验证技术：针对软件外部环境感知数据的低质特征，提出了环境感知一致性验证技术 **GEAS**，从同类和异类数据的逻辑关系提炼出一致性约束，并进一步分析约束检测的敏感条件和对消条件，基于此进行约束检测的智能适应式分组，从而实现了一致性约束检测数十倍至上百倍的效率提升，并给出正确性理论保障。

决策分析技术：针对软件内部决策过程的不确定性，提出了决策行为一致性验证技术 **DISSECTOR**，从决策过程不同阶段的行为特征提炼出一致性约束，并进行偏差分析，实现了毫秒级的智能决策验证，有效提升软件决策的可靠性。

关键问题

在感知技术与人工智能技术大背景下，环境感知智能软件应运而生，在与环境的交互中借助于各类人工智能技术期望为用户提供多样的智能化服务。它主要特点有二：“环境感知”和“智能决策”。前者代表其能够在运行中不断感知环境的特点，而后者代表其能够借助于人工智能模型进行内部智能决策的特点。然而，在此趋势下，软件的实际运行环境也逐渐变得开放、动态和难控。和单纯与软件逻辑输入（如控制台输入、文件输入等）相关的传统环境无关软件（例如：经典算法程序）相比，此类与开放环境存在交互的软件，或运行依赖于环境状态或可能被环境状态所影响，而开放环境本身的开放性与复杂性，大大加大了此类软件能够可靠运行的困难程度。对于此软件来说，尽管其通过应用人工智能技术辅助智能决策，确实能够有效利用人工智能技术在面对复杂场景的决策与适应的优势，一定程度上缓解软件本身与环境交互面临的运行时可靠性问题，但实际难以从根源上解决此问题。因此，软件本身所交互的环境的复杂性与开发者对于此开放环境认知的有限性固然存在。

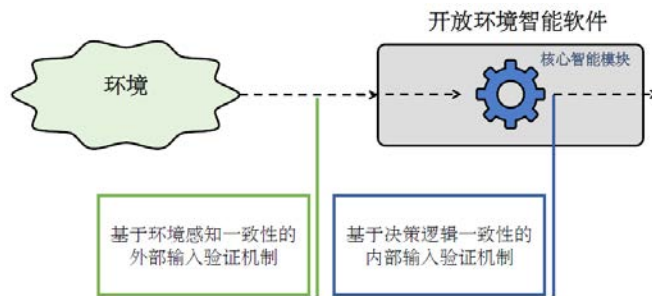
为了应对这一问题，提高环境感知智能软件在运行时的可靠性问题，输入验证技术作为在软件运行时对于实时接收的输入进行在线验证，并判断其可靠性并评估影响的主流技术，是当前常用于解决因输入问题导致软件产生异常或非预期的软件行为的手段之一。利用此技术对软件输入进行验证而获得的验证结果，可以帮助软件有效地动态鉴别异常输入从而指导其进行输入隔离或修复等，从而帮助软件更加可靠地运行。然而，针对环境感知智能软件的输入验证，往往受制于开放环境下验证规约的缺失问题而难以直接实施。

解决方案

与已有工作关注更有效的离线测试手段不同，作者从在线输入验证这一独特的角度，达成高质高效保障环境感知智能软件运行质量的目标，与已有工作形成协同互补。针对约束难

获取的现状，作者提出从多条输入之间或单条输入前后之间抽取与输入相关的特定制约与关联的关系，将其建模为特定的一致性性质，并提出在此基础上通过对于一致性性质进行高效检测来验证输入。至此，针对环境感知智能软件的输入验证得以顺利实施。具体来说，作者将从输入验证的角度出发，仿照生物医学领域利用皮肤黏膜和内在免疫系统一体进行病菌防御的过程，针对环境感知智能软件的运行时可靠性问题，提出由外部对于软件感知的环境数据的验证与对输入影响到软件内部决策后产生的决策行为的验证相结合的双重验证解决方案。

在此方案中，一方面，我们评估软件感知的环境数据从而对其进行有效验证，识别其中可能存在的数据质量隐患，希望从根源上避免该数据被软件接收而对软件后续行为造成非预期影响。另一方面，针对偶尔进入软件的异常输入或通过外部验证但实际超出软件决策能力的输入，我们通过分析其进入软件后对软件内部决策产生的具体决策行为，评估其行为来对其进行有效验证，期望有效识别可能带来软件异常决策的输入，进一步避免软件的异常行为。两阶段相辅相成，相互促进。

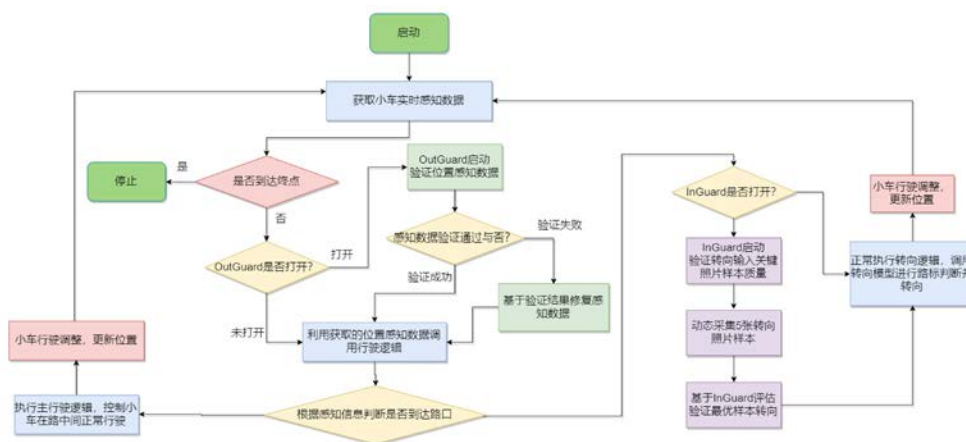


作者主要研究工作如下：

基于环境感知一致性的针对外部环境感知数据的输入验证技术 GEAS：此技术从多条环境感知数据之间存在的感知一致性性质出发，实现了一种智能适应的分组调度策略 **GEAS**。该调度策略能够智能地安排检测时机，实现准确高效地为外部海量环境输入进行一致性错误检测，从而达到对环境感知智能软件进行高效外部输入验证的目的。具体来说，**GEAS** 首先提出基于可疑性条件 (**s-condition**) 的智能分组调度策略 (即 **GEAS-ori**)，能够大幅度提升对于环境上下文一致性检测的效率 (提升至 1.4-6.7x)，并保障检测结果的零丢失率；在 **GEAS-ori** 基础上，进一步提出基于可对消条件 (**c-condition**) 的分组对消优化策略 (**GEAS-opt**)，在保持检测效果优势的基础上进一步提升检测效率 (至多 28.6x)。**GEAS** 技术的两大版本，全面适配于各项实际一致性规则检测技术，可以在保证验证结果的前提下，实现数十倍数百倍的验证效率的提升，实现高效的环境上下文的一致性验证，能够有效保障软件感知环境的可靠性。作为针对环境感知智能软件的关键外部输入的验证，**GEAS** 立足与对环境感知智能软件的原始环境数据，即外界感知的上下文，实现高效、准确的一致性检测，从根源上避免存在问题的上下文进入软件，协助保障环境感知智能软件的运行可靠性。

基于决策行为一致性的针对内部决策数据的输入验证技术 DISSECTOR: 作者通过对于智能决策模块核心深度学习模型的探索, 剖析输入在环境感知智能软件的核心智能决策模块中的不同阶段的决策行为, 从输入在决策的不同阶段所存在的决策一致性性质出发, 提出轻量级的针对决策行为的一致性质, 并基于此技术提出针对内在决策数据的输入验证技术 DISSECTOR。此技术通过考量模型输入与模型能力的适配问题, 提出模型能力边界的量化并区别 within-input 和 beyond-input, 通过验证实现高效的两类样本决策行为的鉴别, 能够在实现验证效果的同时达到毫秒级输入验证效率, 并适配于当下各类复杂大型学习模型的智能决策场景, 能够明显隔离可能带来潜在软件决策异常的样本, 实现从决策角度内在进行进一步输入验证。DISSECTOR 技术验证效果好 (AUC>0.85)、效率高 (毫秒级)。因此, 通过 DISSECTOR 能够实现了对于环境感知软件的决策模块的高效输入验证, 有效保障软件核心决策的可靠性。

搭建了内外双重输入验证框架的演示应用场景: 作者额外展示前述双重验证的解决方案对于特定真实场景中软件运行可靠性的保障作用。通过内嵌基于传感器设备和智能转向逻辑的小车行驶软件, 作者基于 DJI RoboMaster S1 搭建了自动行驶的演示场景, 并将 GEAS 和 DISSECTOR 作为针对环境感知智能软件的外部 and 内部的具体输入验证技术。在特定真实场景中, 我们额外展示了前述内外一体的双重输入验证解决方案确实能够有效提升小车的行驶可靠性 (任务成功率为原先的 233.3%)。



总结与展望

环境感知智能软件近年来不断发展, 在运行时与环境不断交互, 并可基于环境感知信息进行智能决策, 为用户提供智能化的服务。作者针对环境感知智能软件在运行过程中由于感知环境与内部决策的复杂与不确定性引起的运行时可靠性问题, 提出内外验证结合的高效输入验证解决方案, 从而有效保障整体软件的可靠运行。未来的研究工作主要可着手于以下几个方面: 输入验证技术高效性的进一步提升、输入验证技术随着软件演化而智能适应的能力探索、以及输入验证技术的相关搭配技术研究。



作者简介



第一作者：王慧妍，南京大学助理研究员，主要研究方向为智能软件工程、泛在数据错误处理、AI+SE 研究。

E-mail: why@nju.edu.cn, 个人主页: <http://www.why.ink:8080/>



导师：许畅，南京大学教授，主要研究方向为大数据软件工程、智能软件分析与测试、自适应与智能驾驶系统。

E-mail: changxu@nju.edu.cn, 个人主页: <https://cs.nju.edu.cn/changxu>

团队简介

计算机软件所 Institute of Computer Software (ICS) 隶属于南京大学，由南京大学计算机科学与技术系支撑的科研机构。软件所从事的科研方向主要有：基于网构软件的方法学、自适应软件、软件动态演化、基于环境上下文感知的建模、软件信任和质量、软件需求建模和分析等。团队定位国际学术前沿，面向国家关键需求，承担了一系列国家科技部和基金委重大和重点科研项目，获得两次教育部科学进步一等奖、两次国家科学技术进步二等奖，以及 ICSE 2014 杰出论文奖, ASE 2018 杰出论文奖, ICSE 2021 杰出论文奖和唯一一篇最佳论文奖。团队与产业界合作密切。同时，团队多项研究技术推广到中创、华为、南瑞、德迅等产业界公司，与产业界多家单位建立了长期良好的合作关系。实验室研究成果丰富，师生已在持续在 TSE、TOSEM、ICSE、ESEC/FSE、ASE 等国际顶级期刊和会议上发表论文。

团队主页: <https://ics.nju.edu.cn/>

关于推进 IPv6 技术演进和应用创新发展的实施意见

来源——工业和信息化部官网

按照《关于加快推进互联网协议第六版（IPv6）规模部署和应用工作的通知》为加速释放 IPv6 技术潜能和优势，全面促进 IPv6 技术演进和应用创新，构筑下一代互联网发展新优势，带动和赋能千行百业数字化转型，工业和信息化部、中央网信办、国家发展改革委、教育部、交通运输部、人民银行、国务院国资委、国家能源局等八部门近日共同印发《推进 IPv6 技术演进和应用创新发展的实施意见》（以下简称《实施意见》）。为便于贯彻实施《实施意见》，现将有关内容解读如下：

一、《实施意见》的出台背景是什么？

IPv6 是国际标准化组织 IETF（互联网工作任务组）制定的下一代互联网协议版本，不仅能够提供海量的地址资源，还将为网络能力提升、技术创新、产业升级提供基础支撑，是全球公认的下一代互联网商业应用解决方案。

党中央、国务院高度重视 IPv6 规模部署和应用发展。自 2017 年中共中央办公厅、国务院办公厅印发《推进互联网协议第六版规模部署行动计划》以来，我国 IPv6 部署和应用取得了突破性进展。从基础设施看，网络和应用基础设施 IPv6 服务能力已全面具备，IPv6 地址资源增加了约 2 倍，我国 IPv6 网络“高速公路”已全面建成；从用户发展看，活跃用户数从 1.65 亿增长到 7.42 亿，在互联网网民总数中的占比达 70.64%；从应用普及看，主要网站和互联网应用的 IPv6 支持度持续提升，移动网络 IPv6 流量占比从无到有，超过 50%。

随着 IPv6 规模部署和应用不断深入，IPv6 技术能力未充分挖掘、局部网络性能有待进一步优化、部分企业自主深入推进 IPv6 部署的内生动力不足等问题日益突出，亟需进一步加强政策引导，推动有关主体加大工作力度，合力推进以“IPv6+”为代表的创新技术部署和应用，充分发挥 IPv6 协议潜力和技术优势，更好满足 5G、云网融合、工业互联网、物联网等场景对网络承载更高的要求，形成内生驱动力，为数字化发展提供广阔的空间。为此，工业和信息



化部会同相关部门组织行业专家深入调研，广泛听取各方意见，多次组织专家研究论证，编制形成了《实施意见》。

二、《实施意见》提出了哪些方面的主要目标？

《实施意见》以加强新型信息基础设施建设、推进下一代互联网升级演进为主线，以促进 IPv6 技术演进和应用创新、增强 IPv6 规模部署和应用内生动力为目标，从技术、网络、设备、应用、安全等 5 个方面，提出到 2025 年底的主要目标：一是技术创新取得显著突破。在基于 IPv6 和“IPv6+”的新型网络体系、算力网络、确定性网络、网络内生安全和绿色节能等创新领域取得显著突破，初步形成 IPv6 演进技术标准体系。二是产业支撑能力大幅提升。初步形成以 IPv6 演进技术为核心的产业生态体系，网络芯片、模组器件、整机设备、安全系统、专用软件等研发能力持续增强。三是基础设施能力持续增强。基础网络基于 IPv6 进一步升级演进；在企业组网和上云等场景中，新增用户开通的 IP 专线业务 50% 以上采用分段路由等创新技术；新增网络和应用基础设施规模部署 IPv6 单栈；不再新增部署 IPv4 私网地址转换设备；打造超过 1000 个支持“IPv6+”技术能力的承载网络、企业 / 园区网络和数据中心。四是重点行业应用成效凸显。在政务、金融、能源、交通、教育、制造等行业和领域实现“IPv6+”技术广泛应用，每个重点行业打造 20 个以上应用标杆；支持各地自主创建 50 个以上“‘IPv6+’创新之城”。五是安全保障能力显著提升。建成高效可靠的 IPv6 网络安全技术手段，IPv6 安全技术创新能力大幅提升等。

三、《实施意见》部署了哪些重点任务？

《实施意见》围绕构建 IPv6 演进技术体系、强化 IPv6 演进创新产业基础、加快 IPv6 基础设施演进发展、深化“IPv6+”行业融合应用和提升安全保障能力等 5 个方面，部署 15 项重点任务。

在构建 IPv6 演进技术体系方面，《实施意见》立足 IPv6 技术发展现状，从打造技术领先优势和构建标准体系两个方面进行了部署：一是推动下一代互联网关键技术研究，推动 IPv6 与 5G、人工智能、云计算等技术的融合创新。二是系统推进 IPv6 国家标准、行业融合应用标准的制定和落地，提升国际标准贡献率和影响力。

在强化 IPv6 演进创新产业基础方面，《实施意见》聚焦促进产业整体发展水平的提升，从提升产业基础高级化水平和推动创新公共服务平台建设两个方面进行了部署：一是鼓励企业加大产业链相关产品研发投入，瞄准产业链关键环节，加强全链条协同联动，补齐产业链短板。二是以龙头企业、科研单位为主体形成一批面向技术研究、应用创新、产业合作、方案评估和试验验证的创新平台和验证中心。

在加快 IPv6 基础设施演进发展方面，《实施意见》重点围绕网络基础设施和应用基础设施展开部署。一是加快骨干网、城域网、5G 网络 IPv6 升级改造；开展“网络去 NAT”专项行动，推动 IPv4 私网地址加快退出；鼓励物联网平台、网关、模组等采用 IPv6 单栈部署；推动在 Wi-Fi 6/7 网络中全面使用 IPv6 技术。二是推进数据中心、云服务和内容分发网络企业，基于

IPv6 创新技术开展网络基础架构升级，推动新建互联网数据中心和行业数据中心具备 IPv6 单栈部署能力。

在深化“IPv6+”行业融合应用方面，《实施意见》结合当前“IPv6+”技术在各行业的发展现状，重点选取6个行业领域，深挖场景需求、着力推进。在政务应用领域，重点推广分段路由、随流检测等技术在政务网络中的应用，提供安全隔离、快速开通恢复、重要通信保障、故障快速定位等服务能力。在智慧金融领域，加快推进分段路由、应用感知网络等技术在金融机构骨干网和云数据中心的部署应用，并向分支机构和网点延伸，实现面向应用的网络质量保障、行为分析和带宽优化。在智慧能源领域，推进生产网络和数据网络演进升级，聚焦重点环节，通过网络切片、确定性网络等技术提升网络承载安全性和可靠性。在智慧交通领域，支持交通基础设施数字化、智慧化转型，研究推进智慧公路车路协同网络建设，打造精准定位、高效安全的智慧交通数据网络。在智慧教育领域，推动教育业务云上部署，支持开展云上教学、行政管理和公共服务，基于分段路由、随流检测等技术建设高质量传输的教育专网。在智能制造领域，加快“IPv6+”技术在汽车、电子、钢铁、矿业、电力等工业生产领域的应用推广，打造高质量工业互联网，满足智能制造发展需求。

在提升安全保障能力方面，《实施意见》坚持同步推进网络安全系统规划、建设、运行的原则，从强化 IPv6 网络安全防护、加快 IPv6 安全技术创新、推动 IPv6 安全应用三个方面进行了规划部署，为 IPv6 高质量发展提供安全保障。

四、《实施意见》提出推进 IPv6 单栈部署，如何稳妥推进此项工作？

推进 IPv6 单栈部署是一项复杂、长期的工作，需要整体谋划、分阶段推进，涉及基础设施、用户终端、业务应用等多个重要环节，任何一个环节存在短板，都会影响到整体进度和质量。因此，“云、管、端、用”各环节具备一定水平的 IPv6 支持能力是开展 IPv6 单栈部署的前置和必要条件。

《实施意见》从4方面部署推进 IPv6 单栈部署工作：一是提出要研究 IPv6 单栈部署的时间表，推进网络、终端、应用统一步调，加快向 IPv6 单栈目标演进；二是推动新增网络基础设施和应用基础设施规模部署 IPv6 单栈，推动新建互联网数据中心和行业数据中心具备 IPv6 单栈部署能力；三是推动不再新增部署面向互联网用户的 IPv4 到 IPv6 网络地址转换（NAT）设备，加快存量设备退网；四是鼓励物联网平台、网关、模组等采用 IPv6 单栈部署等。

五、《实施意见》发布了“‘IPv6+’创新之城”推荐性指标，有什么具体考虑？

《实施意见》提出建设“‘IPv6+’创新之城”的主要目的是，通过关键指标引导，各城市自主创建，树立一批 IPv6 部署和应用发展水平较好的典型城市，带动更多地方加强 IPv6 创新技术的部署应用、深化 IPv6 在智慧城市、智慧交通、智慧医疗、智慧教育等行业领域的融合赋能，进一步助力地方经济社会发展。

《实施意见》按照“可度量、可考核、广覆盖”的原则提出了两类评价指标：一是 IPv6



部署水平，此类指标与中央网信办、工信部等部门组织创建的“IPv6 技术创新和融合应用综合试点城市”指标有效衔接，综合反映城市的 IPv6 规模部署与应用发展水平；二是“IPv6+”技术应用情况，分别从“IPv6+”创新平台及验证中心数量、支持“IPv6+”创新技术的专线业务占比、“IPv6+”行业应用数量、“IPv6+”企业/园区数量、“IPv6+”数据中心数量、IPv6 知识产权数量 6 个方面进行综合评估，涵盖了产、学、研、用各个维度。

六、《实施意见》如何做好组织保障？

《实施意见》的落地见效，需要各部门、各地方、各有关单位发挥自身优势，密切配合，形成合力，着力打好政策“组合拳”，从以下五个方面加强组织保障。

一是加强统筹联动。充分发挥推进 IPv6 规模部署和应用工作统筹协调机制作用，加强部门协同和部省联动，不断加大在政策、标准、产业、应用等方面的投入和支持力度。

二是强化经验推广。重点围绕“一赛一会一城”建设，即 IPv6 技术应用创新大赛、IPv6 创新发展大会、“IPv6+”创新之城”，积极为企业搭建行业合作交流平台，并打造重点行业、重点区域发展标杆。

三是优化发展环境。鼓励地方、企业加大资源支持力度，以及更多市场主体进入“IPv6+”创新创业领域，协同推动 IPv6 技术演进发展和部署应用。

四是加强督促指导。组织开展 IPv6 技术演进和应用创新发展情况评估评价，及时发现短板弱项。各地通信管理局、相关行业管理部门等要加强跟踪监测和督促指导，确保各项任务取得实效。

五是培育人才队伍。支持高等院校、科研院所与企业联合共建实验室、实训基地、专业研究院，不断拓宽引才渠道，在创造良好外部环境的同时，加强 IPv6 创新人才培养，打造复合型人才满足建设的多层次需求。

学会动态 ●

“新大陆杯”2023 年江苏省大学生计算机设计大赛专家委员会 / 执行委员会工作会议圆满召开

2023 年 4 月 1 日，春暖花开之际，江苏省大学生设计大赛执委会、专家委 40 多位领导专家们集聚南京河海大学江宁校区召开了“新大陆杯”2023 年江苏省大学生计算机设计大赛（以下称为“省赛”）专家委员会 / 执行委员会工作会议。



探索数据海洋，开拓智能世界

——2023年江苏省计算机学会青年科技奖杨杨教授

个人简介

杨杨，南京理工大学计算机科学与工程学院教授，于南京大学计算机科学与技术系 LAMDA 研究所取得博士学位，主要研究方向为数据挖掘和机器学习中的多模态学习、增量学习。相关的研究成果在 TKDE、TOIS、TCYB、TNNLS、KDD、AAAI、IJCAI 等国内外顶级期刊和会议上发表学术论文 30 余篇，包括 CCF-A 类期刊 / 会议的一作论文 17 篇。目前主持国家重点研发青年科学家项目、国家自然科学基金面上项目等项目，主持开发内嵌国产深度学习平台飞桨版本的多模态学习算法库。获 ACML17 最佳论文奖、教育部 - 华为“智能基座”栋梁之师，入选中国科协青年人才托举工程。



秉持探索精神，科研学术取得卓越成果

杨杨多年来深耕数据挖掘、机器学习的前沿问题，通过对开放环境下大数据的自主学习的研究与探索，从大数据的特点切入，提出基于复杂多模态数据的稳健学习和基于动态演化数据的可适增量学习，以应对开放环境中大数据存在的“表示异构”、“生成快速”、“价值密度低”等挑战，具有重要的理论意义和应用价值。他在国内外顶级期刊和会议上发表多篇学术论



文，并获得了江苏省人工智能学会优秀博士论文奖、江苏省计算机学会青年科技奖等多项荣誉。

面向开放环境下大数据自主学习的研究工作

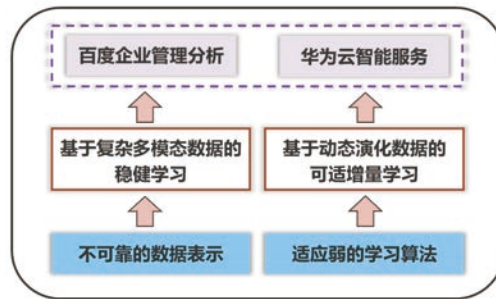


图 1 面向开放环境下大数据自主学习的研究工作

理论与实践并重，应用领域显著突破

杨杨积极促进研究成果向实际应用转化，他与华为公司合作研发的多模态智能视频拆分技术，可以在视频分析领域实现更加准确的多模态信息提取和视频拆分，与百度公司合作研发的智能人才管理系统可有效应用于智能招聘、智能人才培养等应用。这些合作项目的成功应用充分说明了杨杨的科研成果在实际应用中的可行性和有效性，也展示了他对于人工智能技术的深刻理解和掌握。



图 2 学生所获奖项

以德育人，助力学生成长

杨杨是一位师德优秀、学术态度端正的教授。注重培养学生的探索精神，鼓励学生充分发挥自己的创造力和想象力。他对学生的指导不仅仅是传授知识，更是注重培养学生的独立思考能力和创新意识。在他的指导下，学生们在算法竞赛方面获得了丰硕的成果，包括 2021 年 SIGSPATIAL 2021 GISCUP 竞赛冠军、2022 年 DIGIX 竞赛冠军、以及 WSDM 2023 视觉问答竞赛亚军。此外，在“人工智能交叉”竞赛方面，指导得学生也取得了优异的成绩，包括 2022 年百度创意大赛亚军、2022 年计算机设计大赛二等奖以及 2022 年第四届中国研究生人工智能创新大赛二等奖。

学会动态

第六届“佑泰杯”在宁高校计算机学科教职工乒乓球团体赛落下帷幕

2023 年 4 月 1 日第六届“佑泰杯”在宁高校计算机学科教职工乒乓球团体赛在河海大学江宁校区开赛，本届赛事由江苏省计算机学会主办，河海大学信息学部承办，佑泰信息技术集团股份有限公司协办。经过一天紧张激烈而和谐有序的比赛，来自南京市高校的计算机学科院系代表队及外省联合代表队共 15 支参赛队伍认真参赛，顽强拼搏，赛出了较高水平和良好风尚。



经过紧张激烈的比赛后，南京理工大学代表队、河海大学代表队及南京航空航天大学代表队分获冠亚季军，南京农业大学代表队获得第四名，获得第五至第八名的代表队依次为南京信息工程大学、南京工程学院、江苏第二师范学院和南京大学。赛事最后由江苏省计算机学会副理事长武港山教授、江苏省计算机学会秘书长金莹教授、河海大学信息学部部长叶保留教授及佑泰信息技术集团股份有限公司张希立总经理分别给各个获奖的队伍颁发奖杯同时给前四名代表队的每位队员颁发奖牌。



物联感知计算 赋能智慧矿山

——2022 年江苏省计算机学会青年科技奖陈朋朋教授

个人简介

陈朋朋，中国矿业大学计算机学院教授 / 博导 / 副院长，曾在美国明尼苏达大学双城校区进行博士联合培养，入选江苏省 333 高层次人才培养工程及江苏省科协青年科技人才托举工程。主要从事物联网方向的领域，共发表论文 50 余篇，包括国际一流学术会议 Infocom、MobiSys、ICDCS 以及 IEEE TVT、IEEE TIM、Pattern Recognition 等学术期刊，以第一发明人授权澳大利亚发明专利 1 项、中国发明专利 10 余项，参与制定国际标准 IEEE 1851 和 2735，荣获教育部科技进步二等奖、中国专利优秀奖、中国煤炭工业科学技术二等奖、中国物联网学术会议最佳论文奖及中国物联网学术会议优秀论文奖等奖励。



聚焦前沿，推进基础理论研究发展

陈朋朋聚焦“矿山智能感知计算”主题，攻关物联网感知、传输与处理技术瓶颈背后的基础理论问题，破解地下矿山安全生产监测中的科学技术难题，研究异质物联网自适应跨网传输理论，突破复杂矿山高精度泛在感知定位算法，构建地下矿山大型装备监测预警模型，取得了一系列创新性研究成果。近年来先后主持3项国家自然科学基金项目，获得中国物联网学术会议最佳论文奖、中国物联网学术会议优秀论文奖等荣誉。



图1 地下移动目标高精度定位

产学研用，理论研究转化实际应用

陈朋朋积极促进研究成果向实际应用转化，响应国家在深地开发方面的发展战略需求，将物联网与地下矿山工程有机交叉，研制了煤矿机电设备数据汇聚解析网关，研发了矿山长距离运输提升系统全状态网络化监测平台，相关技术荣获教育部科技进步二等奖和中国专利优秀奖，大幅降低了矿山生产时间和成本，带来了显著的经济效益和安全效益。相关系统研究成果以第一发明人授权澳大利亚发明专利1件、中国发明专利10余项，其中2项专利已转让至企业。

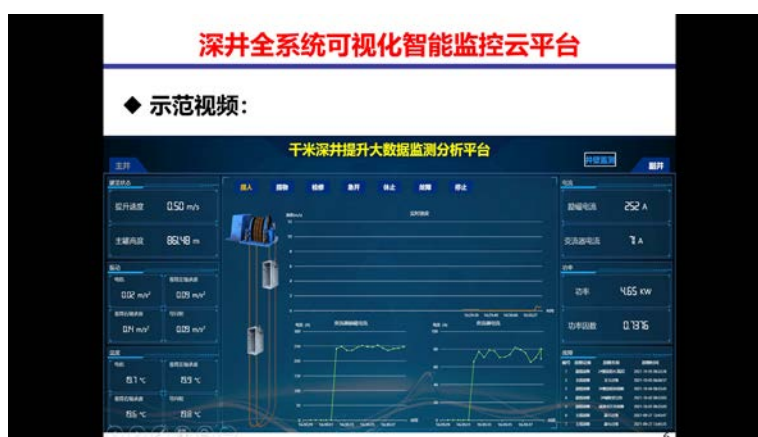


图2 矿山提升系统监测平台



立德树人，人才培养持续做出贡献

陈朋朋教育引导学生坚定理想信念，厚植爱国主义情怀，加强基础知识学习，指导学生获得江苏省计算机学会优秀硕士论文奖、江苏省优秀本科毕设二等奖、中国大学生计算机设计大赛国赛一等奖及中国物联网学术会议优秀论文奖等荣誉。在此基础上，陈朋朋教授还担任了 IEEE 1851 国际标准工作组副主席、江苏省计算机学会系统结构专委会副主任、江苏省计算机学会青工委副主任、江苏省人工智能学会奖励委员会委员及徐州市人工智能学会秘书长等学术职务，为地下物联网等相关领域的人才培养以及学术平台建设持续做出贡献。



图 3 指导本科生获中国大学生计算机设计大赛一等奖

学会动态

2023 中国素质教育博览会暨江苏青少年人工智能教育行业发展大会在南京盛大开幕

为贯彻落实党的二十大精神，统筹推进科技、教育、人才战略支撑工作，鼓励更多青少年在电子、信息和人工智能等高新领域进行学习、探索、研究和实践，加强省市间交流。2023 中国素质教育博览会暨江苏省青少年人工智能教育行业发展大会于 2023 年 4 月 12 日在南京国际博览中心举行，本次大会由江苏省计算机学会联合全国工商联民办教育出资者商会共同主办，江苏省计算机学会青少年信息与智能教育专委会承办，江苏融创未来赛事运营管理有限公司协办。来自全省人工智能教育行业专家、学校老师约 600 人相聚南京。

Web3.0 时代：你在网上创造的一切， 全部归你



视觉中国供图

Web3.0 最特别的就是，用户所创造的数字内容，所有权和控制权都归属于用户，用户所创造的价值可以由用户自主选择与他人签订协议进行分配。

——李克秋 天津大学智算学部教授

◎本报记者 陈曦

近日，随着元宇宙的兴起，Web3.0 又再次成为各大厂商关注的焦点。中国证监会科技监管局局长姚前发表文章《Web3.0 是渐行渐近的新一代互联网》，指出互联网正处在 Web2.0 向 Web3.0 演进的重要时点，加强 Web3.0 前瞻研究和战略预判，对我国未来互联网基础设施建设无疑具有重要意义。



Web3.0 尊重用户“个体价值”

Web3.0 是针对 Web1.0 和 Web2.0 而言的，代表了互联网发展的不同阶段。Web1.0 其实就是第一代互联网，这时的互联网主要为网络媒体，用户访问网站，浏览数字内容，不过只能读不能写，也没有办法参与内容创造。

“人需要交互，需要和其他人进行交流，而 Web1.0 则是静态的，因此 Web2.0 诞生了，即交互式互联网，其主要应用就是社交网络和电商。”天津大学智算学部教授李克秋介绍，这时网络平台的作用就是提供一个基础设施，绝大多数的数据内容是由用户创造的，比如淘宝、微信等。

Web2.0 允许人们自由地创造各种内容。但是，人们在创造这些内容以及对这些内容进行操作时，必须依赖某个平台或媒介，平台虽然只提供了一个渠道，但是所有交易记录、聊天记录等都归平台所有，而这些内容的实际创造者却无法享受相关权益。

“此时就有人会想，我的交易、聊天数据的所有权应该只属于我，为什么平台也能拥有。”李克秋说，2014 年，以太坊的联合创始人以及波尔卡圆点的创建者加文·伍德，第一次公开提出了 Web3.0 的概念。“Web3.0 最特别的就是，用户所创造的数字内容，所有权和控制权都归属于用户，用户所创造的价值可以由用户自主选择与他人签订协议进行分配。”李克秋说。

在这种情况下，数字内容不仅是简单的数据，而是所属用户的数字资产，就应得到资产级别的保障。这就是 Web3.0，一个自动化、智能化的全新互联网世界。

李克秋认为，Web3.0 必将替代 Web2.0。互联网本就是以用户为中心，随着技术以及互联网环境的发展，下一代互联网也势必会打破互联网巨头企业“绑架”用户的局面。

新技术助力 Web3.0 开放、去中心化

虽然早在 2014 年，Web3.0 的概念就已被提出，但因为缺乏一个足够具体且大众熟知的应用场景，Web3.0 一直都处于一个不温不火的状态。

2022 年，随着数字货币、非同质化代币、元宇宙等新技术、新业态的全面爆发，越来越多的人开始参与到去中心化、虚拟身份、加密货币的讨论之中，也顺势点燃了科技界和投资界对于 Web3.0 的热情。当然，Web3.0 的火热也离不开区块链、人工智能、虚拟现实等一系列技术的发展完善对大众生活带来的颠覆性改变；同时元宇宙的诞生促进了多种技术的融合，Web3.0 或是元宇宙实现其开放、去中心化特性的重要支撑。

“有人说，‘元宇宙 + Web3.0’就是未来。Facebook 改名为 Meta、腾讯提出全真互联网……这些互联网巨头针对元宇宙的布局也让有关 Web3.0 的讨论热度随之上升。”李克秋说。

将数据的所有权归还给用户、允许用户自主控制数据，并且在保障安全性的前提下实现数据的互操作性是 Web3.0 的核心理念。因此当谈论 Web3.0 架构时，通常指的是它代表的去中心化应用程序（DApps）。

Web2.0 架构由前端、后端、数据库等组件组成。同样的，Web3.0 架构也可以类似地分为前端、后端、数据库，区别在于 DApps 前端架构主要专注于与智能合约（去中心化程序）的通信，后端逻辑通过智能合约实现，然后部署到共享状态机（也就是区块链网络），不需要

集中式数据库或 Web 服务器，而是可以利用区块链在计算机网络之间分发应用程序。

除了新的架构，想要实现 Web3.0 的广泛应用，还有一些现实问题需要克服。

“在服务用户方面，我们可以将 Web3.0 比作能够理解用户需求的定制化人工智能助手，它需要大量的个人数据和用户习惯作为支撑。”李克秋介绍，Web3.0 为了保护用户对数据的所有权，需要依靠数据加密与区块链交互，这势必对浏览器客户端的计算和存储能力有着更高的要求，“不过随着计算、存储技术以及硬件设施的不断升级，这一问题应该能够得到有效解决”。

此外，数据监管也是一个不容忽视的问题。

任何信息技术都不是百分之百的安全，而去中心化的系统受到攻击时的损失往往更加难以挽回，比特币和以太坊系统都曾遭受过严重攻击，累计经济损失数以亿计。所以，只有当互联网行业越来越成熟、信息技术越来越完善的时候，才有可能保障数据的安全性。

当每个用户都可以自己生产内容并控制内容时，传播和接收非法内容、网络谣言等也是我们不得不面对的问题。然而，如果在这一点上进行过度的监管，以此来保障网络信息的安全可靠，又与 Web3.0 的本质有所背离。因此，如何找到一个合适的平衡点，考验着相关监管部门与行业龙头企业。

因此李克秋认为，目前从实际应用方面来看，我们还需要进一步规划好相关的法规条例，来应对去中心化世界可能面对的种种问题。

Web3.0 面临的不只有技术难题

虽然从目前的讨论热度来看，大有一种 Web3.0 大势将至的感觉，但是对于 Web3.0 具体何时能够真正落地这个问题，依然众说纷纭，有人说 Web3.0 时代已经到来，有人则说还需要 5 年或者 10 年。

“我们可以看到，不论是 Web2.0 还是 Web3.0，都是本着以用户为中心的理念去迭代升级的，但是受到技术发展和商业模式的制约和影响，最终呈现出了不同的形态。”李克秋认为，互联网用户和互联网企业之间利益冲突日益加剧，区块链技术的发展为有效解决这种冲突带来了技术希望。当前，很多互联网企业都已经开始对 Web3.0 相关技术进行探索和应用，随着应用的不断深入与完善，我们可能会不知不觉地就进入了 Web3.0 时代，到了那个时候，我们通过总结 Web3.0 最显著的标志，才能真正定义 Web3.0 是何时实现的。

但目前，Web3.0 还面临着很多难题，不只是技术上的难题，还受到很多商业因素的影响。

现在区块链技术的大规模应用还处于萌芽阶段，随着区块链技术的普及，现有的商业模式和利益分配规则一定会受到巨大冲击，互联网巨头企业对用户数据的垄断将被打破，让之前无法掌握这些数据的企业和组织也能够投身到相关的技术创新中去，从而推动整体技术的发展。

这将让互联网巨头在商业模式上的优势逐渐被蚕食，对其自身技术创新提出了更高要求；也会给一些当前规模较小的科技型企业带来很多机遇，促进“专精特新”型企业的培育和发展。

虽然目前的 Web3.0 距离互联网用户的日常生活还有一段路要走，但 Web3.0 所能带来的美好未来、给互联网用户带来的安全与便捷，确实值得憧憬。



科幻照进现实，科学家要研发人脑细胞驱动的计算机了？！

审核专家：郑远攀

郑州轻工业大学教授

最近的人工智能领域可谓热闹非凡，以 Chat GPT（Chat Generative Pre-trained Transformer，聊天生成预训练转换器）为首的一众 AI（Artificial Intelligence，人工智能）产品在网络上掀起热潮，以强大的性能不断刷新网友认知，让很多人认为 AI 改变世界的时代就要来了。

然而有科学家却提出，当前人类的计算机技术已经触及瓶颈，AI 的发展将会受到限制，于是提出了类器官智能（Organoid Intelligence，OI）的概念，并称 OI 如果能在未来实现，那么很有可能让科幻电影中的“强人工智能”成为现实。



来源 | pixabay

AI、GPT 与强人工智能

在了解 AI 之前，我们首先来说说风头正劲的 AI。AI 就是人工智能，最早在 1956 年的达特茅斯会议上被正式提出。它是对人的意识和思维过程的模拟，是人类用以了解智能本质的手段。温斯顿教授对 AI 的定义是“研究如何使计算机去做过去只有人才能做的智能工作”。

经过数十年的发展，AI 已经被广泛应用在生活当中。如手机搭载的智能语音助手、认证环节经常出现的人脸识别以及网上冲浪时的信息推送等角色与事务都离不开 AI 的参与。

在医疗、物流、生产、交通等高精尖领域，它也发挥着重要作用。甚至在一些普遍认为 AI 难以取代人类的领域，如绘画、作曲等，也开始被 AI 渗透，其作品的完成度让人惊叹，甚至获得评委们的一致好评。



AI 作品《太空歌剧院》

来源 | AI/ 百度百科

2022 年在科罗拉多州博览会举办的一场美术竞赛上，一幅名为《太空歌剧院》的画作夺得了数字艺术奖的冠军。这幅画是当地一位叫杰森·艾伦的设计师利用人工智能创作，再利用 Photoshop 润色后完成的。这幅作品的获奖在当地的美术圈也引起了相当大的争议。现在的人工智能需要大量数据进行学习训练，在大数据时代背景下，AI 的发展变得更加快速便捷，最近引爆网络的 ChatGPT 就离不开庞大数据的支持。



来源 | 网络图片

ChatGPT 是一种基于互联网可用数据训练的文本生成深度学习模型，目前已经更新到了 GPT-4。GPT-4 的知识面涵盖了几乎所有学科，能够生成语法规范、逻辑严密的文本，也能进行绘画创作，甚至能在人类的一些颇具难度的考试如 SAT（Scholastic Assessment Test 学术能力评估考试，俗称的美国高考）考试、司法考试中取得极高的分数，强大得让人惊叹。

目前所有的人工智能还都处于弱人工智能的阶段。强人工智能，又称多元智能，是指具备智能完整性，能够进行自主推理和思考的人工智能，被认为能够产生知觉和意识，是 AI 发展的新目标。有观点认为强人工智能可能永远无法实现，但 OI 概念的出现却为多元智能带来了希望。OI 也许可以通过直接模拟人脑的构造、思维模式、学习模式等，发展出完整的强人工智能。

OI 是什么？

有不少人认为，ChatGPT 的出现，标志着人工智能的发展来到了一个奇点，将会迎来行业井喷式发展。然而有眼光锐利的科学家却认为，当今的计算机技术和人工智能技术已经无限接近瓶颈——因为人类已经很难在芯片上安装更多的晶体管了。

其实对人类来说，人脑才是最复杂的智能系统，人工智能的本质也是对人脑思维过程的模拟，那么能不能直接创造一个“大脑”呢？

2023 年 2 月，约翰斯霍普金斯大学的 Thomas Hartung 团队提出了类器官智能即 OI 的概念，以期利用这个理论，在未来发展出更强大、高效、节能的计算机形式。

类器官是指通过 3D 体外细胞培养系统，培养出一种与体内器官或组织来源高度相似的器官模型，它虽然不是真正的器官，但具备原本器官的部分功能。



来源 | pixabay

OI 就是运用类似的技术，在体外培养出大脑的细胞组织，将其作为生物计算机的核心硬件——CPU 和显卡，再通过微电极阵列等方式与外部电子设备连接，进行训练和计算。

2022 年 12 月，澳大利亚的生物科技初创公司 **Cortical Labs** 利用人体的干细胞诱导分化出人类的神经元，并将这些神经元与多电极阵列计算机集成，组成了一个人脑与计算机的合体。随后他们还通过微电极阵列，让它开始玩一款“乒乓球”游戏，神经元仅用了五分钟就学会了这款游戏的操作。而相似规模的人工神经网络，可能需要花上 90 分钟的时间。



来源 | pixabay

由于类器官智能是基于生物硬件的，最大的进步之一就是降低了功耗。OI 的核心硬件设备几乎可以视为另一个大脑，而大脑的功耗是极低的。

一个成年人的大脑平均功耗仅有 20W，而大部分 AI 服务器的功耗通常在 10^6 W 左右。



一些顶级的超级计算机，如我国的神威·太湖之光超级计算机，功耗更是达到了 15.37MW（兆瓦）。另外，OI 还具有极强的深度学习能力。

OI 比 AI 更懂学习

由于 OI 具有人脑的组织结构，可以实现“少样本学习”，对于复杂问题的处理能力也远超传统 AI。如果要对一个简单的事物进行识别，人脑仅需约 10 个左右的样本就能学会，而早年，AI 即使“学习”了上百万个样本也依旧没有学会。

击败了世界顶级围棋棋手李世石的阿尔法狗（AlphaGo），被“投喂”了近十六万场的棋局数据，这样的训练量，一个职业选手哪怕每天不吃不喝只进行训练也需要约 37 年。

人脑具备相当复杂的神经网络，就像是一个超多核处理器。人脑思考的区域主要集中于大脑皮层，此处拥有约 140 亿个神经元，能够产生 1014~1015OPS（Operations per second，即每秒运算次数）的算力，是普通计算机算力（1010 OPS）的十几万倍。拥有如此强大的算力，配合高度复杂的神经网络结构，人脑才得以演化出一套多层结构的深度学习模式。这套模式让人类可以高效进行各种复杂问题的学习和处理，效率是计算机的上百万倍。

同时，人脑在对一件事情进行学习后，所获得的经验、策略、方法等还可以应用于其它事情。比如我们通过学习围棋而培养出的思维模式和方法论，也可以用在篮球、足球等其他项目上，而 AI 如果要新学习一种技能，则必须从零开始。



来源 | hippopx

毫无疑问，OI 是一项跨时代的前瞻性技术，想要真正实现，或许还有数十年的路要走。一些科学家还提出了其伦理问题，例如如何保障隐私权益、遵循道德规范、尊重人性价值等，这些问题的解决也需要过程和时间。

未来，若 OI 能够真正实现，或许会在人工智能领域掀起新一轮狂潮，到那时，也许真的可以实现科幻电影中展示的具备知觉和意识的强人工智能。



简介

南京科融数据系统股份有限公司

南京科融数据系统股份有限公司成立于1993年12月28日，法人系陈兵先生，注册资金4,410.00万元人民币，坐落于南京市秦淮区石鼓路98号阳光大厦八层，2016年8月12日在全国中小企业股份转让系统（新三板）成功挂牌。公司是信息技术与软件服务业的软件产品开发商和安防系统集成服务商，主要为金融行业提供软件产品、定制软件开发及提供安防产品、视频监控工程服务。公司是国家认定的高新技术企业，软件企业，拥有3个专利产品，132项具有知识产权的软件产品，同时公司拥有的核心技术团队从事金融信息化建设超过20年，具备丰富的金融专业知识与IT经验，公司主要客户为金融监管机构，包括银监会和省市银监局，人民银行及外管机构，大型国有银行，股份制商业银行，农商行及信用联社，外资银行和非银机构等。