



中国自动化学会

电话: 010-82544542
传真: 010-62522248
邮箱: caa@ia.ac.cn

您想了解自动化领域前沿科研成果吗?

您想免费参加中国自动化大会等顶级学术活动吗?

您想领略自动化领域专家风采吗?

让我们走进中国自动化学会,

一同感触自动化学界的魅力!

在这里,

作为个人会员, 您可以:

- ◆ 免费获得自动化领域学术刊物和《控制科学与工程学科发展报告》
- ◆ 优惠或免费参加学会和分支机构主办的学术活动 (中国自动化大会、钱学森国际杰出科学家系列讲座、中国控制会议、中国过程控制会议、青年学术年会等)

作为团体会员, 您可以:

- ◆ 在学会会刊及相关宣传媒介发布专利、项目成果信息
- ◆ 优先获得学会提供的技术咨询服务
- ◆ 优先获得学会提供的产品展示、技术培训服务
- ◆ 优先获得学会提供的成果鉴定、项目验收、奖项申报服务
- ◆ 优先获得学会提供的人才推荐、宣传和推广服务

只需一分钟, 一切都将实现!

姓 名		性 别		出生年月	
专 业		工作单位		职称职务	
电子邮件				联系电话	
通信地址				邮 编	

欢迎通过中国自动化学会官方网站 www.caa.org.cn, 中国自动化学会新浪微博 (@中国自动化学会微博) 以及 “中国自动化学会” 微信平台与我们互动交流! 感谢您对中国自动化学会的关注与支持!



微信二维码



微博二维码

中国自动化学会通讯

二〇一八年八月

第三十九卷第四期

中国自动化学会通讯

COMMUNICATIONS OF CAA

第 4 期

2018年08月

第39卷 总第199期

主办: 中国自动化学会

<http://www.caa.org.cn>

E-mail: caa@ia.ac.cn

深度与宽度强化学习 (二)



扫描二维码
关注官方微信



扫描二维码
关注官方微博



编委(按姓氏笔画排列):

丁进良 王 飞 王占山 王兆魁
王庆林 尹 峰 石红芳 吕金虎
乔 非 刘成林 孙长生 孙长银
孙彦广 孙富春 阳春华 李乐飞
辛景民 张 楠 陈积明 易建强
赵千川 赵延龙 胡昌华 钟麦英
侯增广 姜 斌 祝 峰 黄 华
董海荣 韩建达 解永春 戴琼海

主管单位 中国科学技术协会
主办单位 中国自动化学会
编辑出版 中国自动化学会办公室

主 编

郑南宁 CAA理事长、中国工程院院士、
西安交通大学教授

副主编

王飞跃 CAA副理事长兼秘书长、
中国科学院自动化研究所研究员
杨孟飞 CAA副理事长、中国科学院院士、
中国空间技术研究院研究员
陈俊龙 CAA副理事长、欧洲科学院院士、
澳门大学教授

刊名题字: 宋 健

地 址: 北京市海淀区中关村东路95号

邮 编: 100190

电 话: (010) 8254 4542

传 真: (010) 6252 2248

E-mail: caa@ia.ac.cn

http: //www.caa.org.cn

印刷日期: 2018年9月15日

印 数: 3000册

发行对象: 中国自动化学会会员及自动化领域
科技工作者

本 刊 声 明

为支持学术争鸣, 本刊会登载学术观点彼此相左的不同文章。来稿是否采用并不反映本刊在学术分歧或争论中的立场。每篇文章只反映作者自身的观点, 与本刊无涉。



关注官方微信



关注官方微博

Editorial

主编寄语

人工智能浪潮方兴未艾，在很多领域展示出巨大发展前景。然而如何赋予机器自主学习的能力，一直是人工智能领域的研究热点。在越来越多的复杂现实场景任务中，需要利用深度学习、宽度学习来自动学习大规模输入数据的抽象表征，并以此表征为依据进行自我激励的强化学习，优化解决问题的策略。深度与宽度强化学习技术在游戏、机器人控制、参数优化、机器视觉等领域中的成功应用，使其被认为是迈向通用人工智能的重要途径。

作为促进自动化领域的科研人员在短时间内快速了解学科前沿和最新研究，并为专家学者提供探讨热点方向和交流学术进展的平台，智能自动化学科前沿讲习班是由中国自动化学会主办的高端学术交流活动，每期围绕着一个热点专题，邀请该学科方向从事前沿工作的专家学者作学术报告，并与参会者交流讨论。本期《通讯》的专刊关注的仍是以“深度与宽度强化学习”为主题的第五期智能自动化学科前沿讲习班，为大家分享澳门大学陈俊龙教授在讲习班上所作的致辞，清华大学宋士吉教授所作的题为《基于强化学习的热液喷口搜索与水下机器人运动控制》的文章，清华大学游科友副教授所作的题为《网络化分布式凸优化算法研究进展》的文章。

在此向贡献稿件的各位专家表示衷心的感谢！希望本专刊专题能为读者了解深度与宽度强化学习相关领域提供一定的借鉴。



郑南军



专 题

- 6 第5期智能自动化学科前沿讲习班致辞
/ 澳门大学 陈俊龙
- 7 基于强化学习的热液喷口搜索与水下机器人运动控制
/ 清华大学 宋士吉
- 13 网络化分布式凸优化算法研究进展
/ 清华大学 谢佩 游科友
中国科学院数学与系统科学研究院 洪奕光
南洋理工大学 谢立华

观 点

- 28 郑南宁：期待中国人工智能新未来
- 30 张 钹：走向真正的人工智能
- 35 王飞跃：平行驾驶与平行交通
——避免智能交通中的“马粪”问题

热点扫描

- 40 打破霍金预言，AI真的会是人类的终结者吗
- 42 机器人“智商”越来越高
- 44 机器人风暴来袭：中国的机遇与挑战
- 46 基于虚拟现实技术的饮食障碍治疗
- 48 科学家努力遏制机器学习带来社会不公平
- 50 科学家研发首条柔性人造感觉神经解锁更多真实感
- 52 李开复：AI的“电网电池”之战
- 53 全球化下的中国芯：板凳须坐十年冷

形势通报

- 56 习近平：提高关键核心技术创新能力为我国发展提供有力科技保障
- 57 怀进鹏：科技工作者应以铁肩担国家兴盛之责
- 58 工信部：保障人工智能安全是系统工程需多管齐下



学会动态

- 60 2018中国自动化大会组织委员会工作推进会在西安召开
- 61 2018全国第23届自动化应用技术学术交流会在贵阳举行
- 63 第29届中国过程控制 (CPCC 2018) 会议在沈阳顺利闭幕
- 65 第六期智能自动化学科前沿讲习班在湖北武汉成功召开
- 68 第二期智能能源技术讲习班在北京成功召开
- 69 《中国自动化学会推荐学术期刊目录 (试行) 》发布
- 70 2018世界机器人大会专题论坛成功举办
- 71 中国自动化学会平行智能专业委员会在京成立
- 72 第24届国际模式识别大会 (ICPR2018) 开幕式在京举行
- 73 群贤毕至 共探认知科学与人工智能相关领域发展
——第一届中国认知计算和混合智能学术大会在西安成功举办
- 78 2018国际空中机器人大赛在北京成功举办

党建强会

- 80 中国科协召开学会党建工作调研座谈会
- 81 CAA党员先锋队在行动
——书香浓浓寄真情
- 82 CAA党员先锋队在行动
——2018国际智能车大会在常熟举办

敬告读者

2018年10月,《中国自动化学会通讯》将迎来发刊200期华诞。值此之际,期刊编辑部诚挚邀请各位读者为《通讯》题写贺词,或对《通讯》未来发展提出殷切希望,或回顾《通讯》发展历程,如果您与《通讯》有特殊的故事和感情,也欢迎您投稿给我们,我们将在《通讯》上设立专栏。

《中国自动化学会通讯》创刊于1980年1月,于2009年复刊,2010年改版后拓展为正式国际期刊。《通讯》面向自动化、信息与智能科学领域的专业人士,是宏观论述自动化、信息与智能科学领域各学科方向研究进展和发展趋势的综述刊物。

第5期智能自动化学科前沿讲习班致辞

澳门大学 陈俊龙



陈俊龙 (C. L. Philip Chen) 博士, 欧洲科学院院士, 澳门大学讲座教授, 科技学院前院长, 中国自动化学会副理事长及会士, 澳门科协副会长。是 IEEE Fellow, 美国科学促进会 AAAS Fellow, 国际系统及控制论科学院 IASCYS 院士, 香港工程师学会 Fellow, 国家千人学者、国家特聘专家。陈教授现任 IEEE 系统人机及智能学会的期刊主编, 曾任该学会国际总主席。陈教授主要科研在智能系统与控制, 计算智能, 混合智能, 数据科学方向。在2018年“计算机科学学科”高被引用文章数目学者中世界排名在前17名。陈教授获 IEEE 学会颁发了4次杰出贡献奖, 是美国工程技术教育认证会 (ABET) 的评审委员。澳门大学工程学科及计算机工程获得国际【华盛顿协议】的认证是陈教授对澳门工程教育的至高贡献。

尊敬的各位专家学者、师生朋友:

大家上午好! 首先, 请允许我代表中国自动化学会对各位专家学者、师生朋友的到来表示热烈的欢迎, 同时, 对各位给予中国自动化学会一如既往的关注和支持表示衷心的感谢。

智能自动化学科前沿讲习班是由中国自动化学会主办的高端学术交流活动, 其目的是促进自动化领域的科研人员在短时间内快速了解学科前沿和最新研究, 并为专家学者提供探讨热点方向和交流学术进展的平台。

如何赋予机器自主学习的能力, 一直是人工智能领域的研究热点。在越来越多的复杂现实场景任务中, 需要利用深度学习、宽度学习来自动学习大规模输入数据的抽象表征, 并以此表征为依据进行自我激励的强化学习, 优化解决问题的策略。深度与宽度强化学习技术在游戏、机器人控制、参数优化、机器视觉等领域中的成功应用, 使其被认为是迈向通用人工智能的重要途径。

此次讲习班学会邀请到10位领域内的专家学者, 为大家带来强化学习的饕餮盛宴, 衷心希望大家能够好好把握此次难得机会, 认真聆听各位专家学者的报告, 结合自身的专业背景和研究经验, 碰撞出新的学术观点和思想, 有所得, 有所收获!

最后, 再次感谢各位对中国自动化学会工作的关注与支持! 谢谢大家!

基于强化学习的热液喷口搜索 与水下机器人运动控制

清华大学 宋士吉



宋士吉，男，1965年5月生，清华大学自动化系教授、博士生导师。1996年获得哈尔滨工业大学数学博士学位；1996至2000年，在中国海洋大学物理海洋专业、东南大学控制理论与应用专业2次完成博士后研究。长期从事复杂制造系统建模优化与控制技术、机器学习与故障诊断、水下机器人智能控制等方向研究工作。在国内外重要学术期刊会议发表论文200余篇，其中IEEE Transactions 系列期刊长文、国际著名专业期刊SCI检索论文近100篇，担任《IEEE T SMC:Systems》，《中国科学—信息科学》及《自动化学报》等期刊编委，《人工智能与机器人研究》副主编。获得教育部自然科学二等奖励2项，黑龙江生自然科学二等奖1项，江苏省自然科学一等奖1项。

问题背景

海洋占地球总面积的71%，蕴藏着丰富的油气、矿产和生物基因资源。目前世界上各海洋强国都在抢占国际海底资源、争夺海洋资源，并在国际上已经掀起了新一轮的“蓝色圈地运动”，海底资源和空间已经成为国际战略竞争的一个制高点。

对此，我国的深海战略是立足资源，拓展国家战略空间，增加资源储备，推动深海科技发展，逐步建立中国在国际海底事务中的强国地位。

深海大洋历来都是科学探索的前沿。近60年来，国际深海科学取得了若干重大进展，例如海底扩张和板块构造、大洋中脊热液活动、厄尔尼诺和极端生物环境和海洋生物多样性等。

图1展示的是深海热液活动的形成过程。从地质学上来讲，深海热液活动是在大洋中脊，弧后扩张中心等地质构造断裂带正在进行的一种成矿作用，大多都与地震、火山、断裂、扩张密切相关。

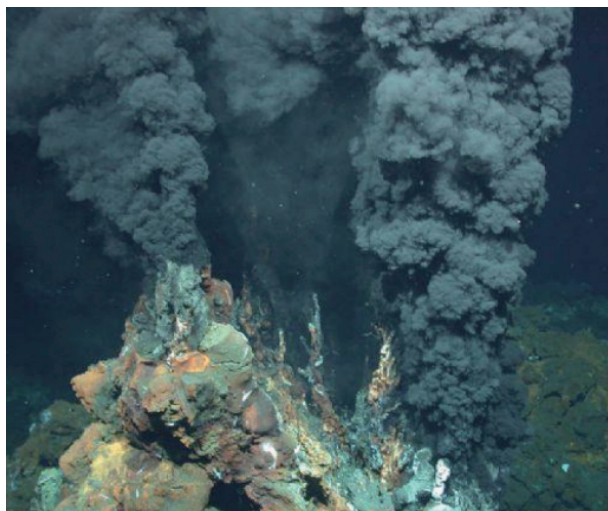


图1

深海热液成矿的主要要素是深部热源的流体通道以及成矿热液流体，这里最重要的是要有生物热源、岩浆。

另外，深海海底的极端生物环境，是完全不同的生态系统，这里是高温、高压、高毒素，但各种海洋生物如虾、鱼等能够顽强生长，其生命现象的实质是生物学人一直探讨的前沿课题。

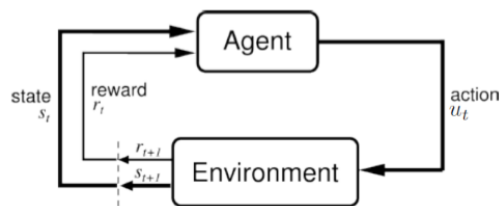
在热液喷口附近会形成黑烟筒，遇海底冷水作用后解析成矿物质，矿里含有金银铜铁钴镍等稀有金属，其中稀有金属钴是制造原子弹、氢弹等不可缺少的元素。

深海热液活动及其生命现象是20世纪海洋科学界重大发现之一，其主要的科学挑战有：深海热液活动的空间分布特征、形成机制和演化机理；在深海热液活动区高温、高压、高毒素的环境下热液生物仍然顽强生长，它的生命现象的本质是什么？这是从生物学和地质学的角度所提出的科学问题。但是从控制学和信息学科角度来说，深海热液调查面临的技术难题主要包括两个方面：一是如何在海底寻找目标，热液流体在海流作用下扩散成热液羽状流，范围可覆盖数百公里。通过羽状流分布信息，要如何判断热液喷口方位；二是如何实现水下机器人精准操作？控制水下机器人到达喷口位置附近并进行有效精确采样。这些也是深海勘查和取样面临的共性关键技术难题。

强化学习概述

强化学习的基本思想最早追溯到19世纪巴普洛夫的条件反射动物实验，20世纪80年代末、90年代初由Sutton、Barto等人发展成理论，广泛应用于人工智能、机器学习和自动控制领域。其基本思想是从与环境的不断交互试错中学习经验来矫正系统的行为。发展过程经历了动态规划、时间差分、Q-学习、策划梯度，直到今天的深度强化学习。

强化学习的本质是在转移概率未知的条件下求解马尔科夫决策过程（MDP）。



MDP四元组包括S（状态空间）、A（动作空间）、R（收益）、P（转移概率）。举个例子，我们开车时比较关注的事情：一个是油门，一个是刹车。在开车过程中，主要解决的问题是要踩油门还是踩刹车，踩油门到什么程度，踩刹车到什么程度，我们目的就是控制车的速度、位置及平稳性。

从当前的位置移动到下一个位置主要是利用控制油门和刹车实现的。从这个位置移动到下一个位置到底是好还是不好，就需要用R也就是收益来评价，如果控制得好就给奖赏，如果弄错了就给一个惩罚。这个过程中关键的问题是如何确定P即转移概率。

这里的 π 是策略函数。从现在的位置移动到下一个位置，在当前位置应该采取什么样的行为，即它是状态到行为的映射，有了状态之后我们要决定采用哪一种行为，或者说它是由状态和行为反映一个概率。

优化目标就是求解最优策略，使效益最大化，目标函数是 $\sum \beta^t R_t$ ， R_t 就是在第T个周期里面的收益，其中的 β 是折扣因子。

基于强化学习的热液羽状流搜索算法

热液喷口与热液活动区富含丰富的矿产资源，水下机器人通过追踪热液羽状流逐步找到热液喷口。如图2所示，黄色的部分就是一个机器人，它一步一步的一直向目标点移动。在初始时刻机器人有一个位置信息，同时还有一个观测量，观测到的是周围的环境信息。紧接着

到第二个位置又观察到一个信息，第三个位置又观测到一个信息，观测的信息可能是羽状流的浓度，或者是羽状流的温度，或者是某种化学异常。按照强化学习的算法，机器人最后一步一步的逼近目标。

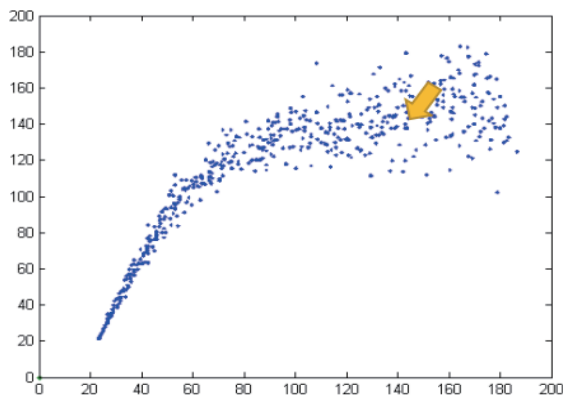


图2 羽状流及AUV追踪过程仿真

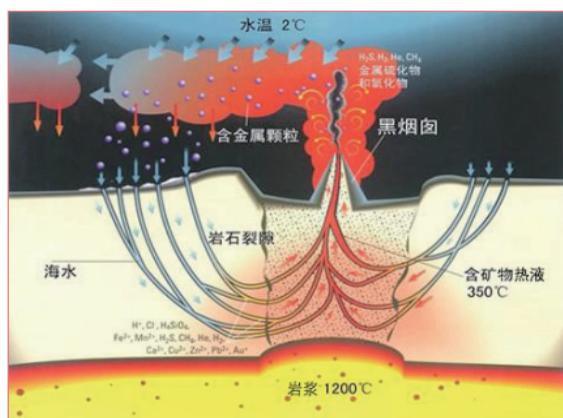


图3 热液喷口及热液羽状流形成

将寻找热液喷口的过程可以建模为马尔科夫决策过程（MDP），由于AUV只能检测到周围环境信息，单纯将传感器观测作为状态，状态不满足马尔可夫性。这里所说的S是状态：AUV与喷口位置关系，由于喷口未知，状态是隐藏的。O是观测传感器检测到的信息组成的向量。

其中，v表示流场流速流向，x代表位置信息，c代表浓度信息。A是行为集合，含义是AUV速度恒定的情况下的艏向方向。T是模型，

是未知的状态转移概率。R是奖励，每走一步，环境给予反馈信号。Policy是策略，为每个状态赋予一个值（value），利用累积奖励值评估策略。

我们利用历史的观测行为序列代替当前状态，当前观测无法包括隐含状态的所有信息，而历史上搜索观测行为序列则包含全部信息。所以：

$$\mathcal{H}_k = \{o_0, a_0, o_1, a_1, \dots, o_{k-1}, a_{k-1}\}$$

就是说 $\mathcal{H}_k$ 对应了一系列历史的观测数据及其行为，而且是成对出现的。那么 $\mathcal{H}_{k+1}$ 的含义如下：

$$\mathcal{H}_{k+1} = \{\mathcal{H}_k, o_k, a_k\}$$

这样可以形成一个无穷长度的序列，那么我们怎么给它处理成一个固定长度的序列呢？我们的思路是这样的：对前面的K对，从中选择出固定长度的M对。然后固定长度M对再跟k+1时刻的观测值放在一起，经过ReLU（Rectified Linear Unit）作用，得出来k+1时刻的行为。当前我们又有k+1时刻的观测，又有k+1时刻的行为，然后再决定k+2时刻的观测和行为，直到达到我们想要的目标。过程框图如图4所示。

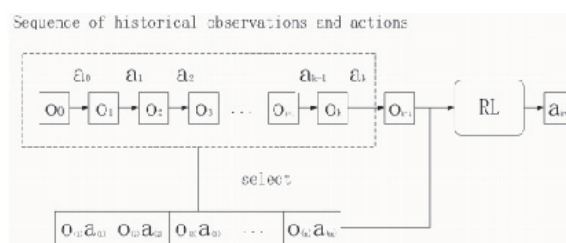
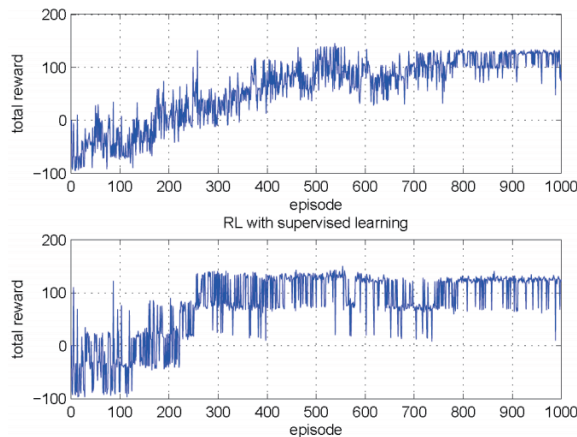


图4 构造有限状态与行为对的步骤

我们要利用强化学习对新问题进行求解，利用时间差分求解价值函数拟合问题，利用确定性策略梯度算法更新梯度，利用模仿学习方法加速收敛。

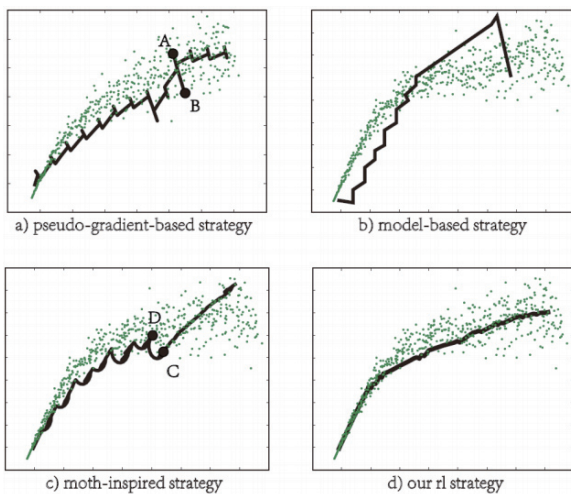
算法设计有三种，第一种是用时间差分方法（TD）估计价值函数。也就是利用价值神经网络去估计价值函数，我们可以利用贝尔曼方程得

到 $R_t+1+\gamma Q^\omega(S_t+1, A_t+1)$ 作为 $Q^\omega(S_t, A_t)$ 的预测值,然后再最小化估计值与标签的误差。第二种是确定性策略梯度方法改进策略。利用决策神经网络 $\mu_\theta(s)$ 代表策略,最大化该策略下每个状态的价值。第三种就是利用模仿学习加快学习速度。利用历史数据训练决策网络,生成初始化参数,利用蒙特卡洛方法训练价值网络,生成初始化参数。算法收敛效果图如下:



上图为单纯强化学习算法的效果,下图为模仿学习+强化学习的效果,可见模仿学习能提高算法收敛速度。

下图是单纯的用强化学习加了一点仿真学习和效果学习的结果,效果比原来的更好。



仿真实验对比,第一个是伪梯度方法;第二

个是基于HMM方法;第三个是仿生学方法;第四个是强化学习方法。以上成功率最高的,搜索也为最高,非常有用。

基于递归网络的热液羽状流搜索算法

羽状流搜索问题有三个方面,一是水下流场环境,它具有时空变化与一定噪声,难以准确。二是信号羽状流,信号源以相对稳定速率不断向外释放信号,在水中形成羽状信号带。三是AUV运动模式,为简化运动,在固定高度对根据传感器获取到的浓度以及局部流速进行搜索。

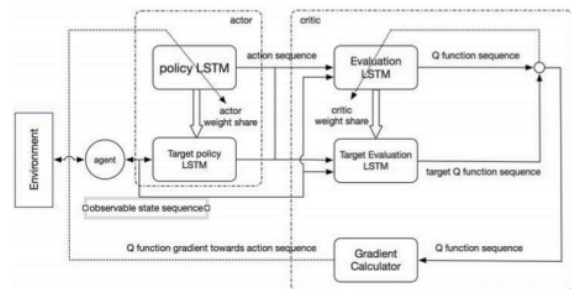
羽状流搜索MDP建模

AUV传感器只能获取局部环境信息,通过局部可观MDP建模,可以将历史信息以及全局环境信息通过隐藏状态表示。

MDP建模,包括O、S、A、R、T。其中O是指观测状态空间,包括AUV速度、局部流场信息、局部羽状流浓度等。S是指隐藏状态空间,包括全局流场信息和历史搜索信息。A是指AUV动作空间。R是指回报函数,与检测到羽状流信号浓度相关。T是指隐藏状态转移概率。

部分可观马尔科夫模型。AUV收集数据并不足以完整描述流场环境和羽状流信息。包括O、S、A、R、T。

局部可观MDP的确定策略梯度的算法的结构,如下图所示。实际上这两个算法,即策略网络和迭代网络,它们是在交互调节,奔着同一个目标前进。



基于强化学习的最优深度控制算法

AUV深度控制问题抽象

AUV深度控制问题抽象是指给定目标深度 Z_r ，控制AUV以最小能量代价追踪该深度。在实际作业任务抽象出的三类深度控制问题分别是固定深度控制、曲线深度追踪、海床追踪。

AUV深度控制的模型缺失问题

AUV实际作业任务中难以获得精准的运动学模型，主要由于AUV自身的形状与结构多样导致的缺失。还有一种是复杂的深海环境和洋流扰动，导致其运动学模型呈现一定的随机性和时变性。

另外一种传统基于模型的控制如PID。模型预测控制，滑模控制等方法过于依赖模型的准确性，但在AUV的深度控制问题中难以满足该要求。

我们在这里所说的强化学习的特点是不需要已知系统的转移模型，通过与环境交互学习出最优控制策略。优化目标是求解最优的策略函数 π^* ，最大化期望累积奖励值。

基于多个准Q学习的轨迹跟踪控制算法

本文主要从AUV运动学方程、AUV运动学方程的问题难点、MDP建模、混合策略—评价网络、评价网络的训练—损失函数、评价网络的训练—多个准Q学习(MPQ)等几方面来介绍基于多个准Q学习的轨迹跟踪控制算法。

(1) AUV运动学方程

AUV动态模型如下图所示：

$$\begin{aligned}\dot{\eta} &= \mathbf{J}(\psi)\phi. \\ \mathbf{M}\dot{\phi} + \mathbf{C}(\phi)\phi + \mathbf{D}(\phi)\phi &= \mathbf{G}(\phi)\tau.\end{aligned}$$

其中， $\eta = [x, y, \psi]^T$ 为位置向量， $\phi = [u, v, r]^T$ 为速度向量。

$\tau = [\xi, \delta]^T$ 为控制输入向量（螺旋桨推力和舵角）。

$\mathbf{J}(\psi)$ 为转换矩阵。

$\mathbf{M}$ 、 $\mathbf{C}(\phi)$ 、 $\mathbf{D}(\phi)$ 和 $\mathbf{G}(\phi)$ 为水动力学系数矩阵。

上述AUV动态模型一阶Taylor展开（采样时间为 T_s ），可得如下离散形式的AUV动态模型：

$$\begin{aligned}\eta_{k+1} &= \eta_k + T_s \mathbf{J}(\psi_k) \phi_k. \\ \phi_{k+1} &= \phi_k + T_s \mathbf{M}^{-1} \mathbf{F}(\tau_k, \phi_k).\end{aligned}$$

其中， $\mathbf{F}(\tau_k, \phi_k) = \mathbf{G}(\phi_k)\tau_k - \mathbf{C}(\phi_k)\phi_k - \mathbf{D}(\phi_k)\phi_k$

(2) AUV运动学方程的问题难点

AUV是一种非线性、强耦合的多输入多输出系统，其动态模型受时变的水下环境影响，存在较大的不确定性。

传统的控制方法依赖于精准的AUV动力学模型，难以实现高精度的轨迹跟踪控制。

基于多个准Q学习的确定性策略梯度算法是一种依赖于混合策略—评价网络结构的强化学习控制方法，能够实现AUV高精度的轨迹跟踪控制，并克服以往强化学习控制算法精度较低、无法实现连续控制和学习过程不稳定等问题。

(3) MDP建模

强化学习的主要元素包括智能体、环境、状态、动作和奖励函数，智能体通过学习一个最优动作（或控制输入）序列来最大化累计奖励（或最小化累计控制误差）。

基于AUV系统的观测量、控制输入和轨迹跟踪问题的目标函数，设计状态、动作和奖励函数为如下形式：

$$\mathbf{s}_k = [\eta_k^T, \phi_k^T, \mathbf{d}_k^T, \mathbf{d}_{k+1}^T]^T.$$

$$\mathbf{a}_t = \tau_k.$$

$$r_{k+1} = r(\mathbf{s}_k, \mathbf{a}_k) = -(\mathbf{e}_k^T \mathbf{e}_k + \mathbf{a}_k^T \mathbf{H} \mathbf{a}_k)$$

动作值函数描述了在当前及之后所有状态下均采取当前策略 π 时的期望总奖励值，因此动作值函数定义如下：

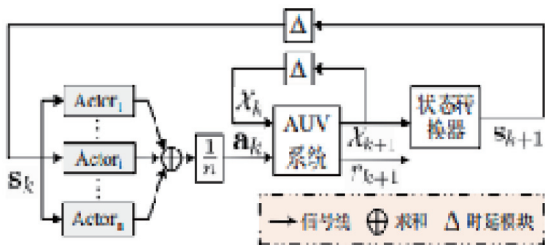
$$Q^\pi(\mathbf{s}_k, \mathbf{a}_k) = \mathbb{E}_{r_{i>k}, \mathbf{s}_{i>k} \sim E, \mathbf{a}_{i>k} \sim \pi} [R_k | \mathbf{s}_k, \mathbf{a}_k]$$

(4) 混合策略—评价网络

混合策略—评价网络是采用 n 个策略网络和 n 个评价网络来实现高精度的AUV跟踪控制。

基于混合策略—评价网络，最终学习到的策略设计为 n 个策略网络输出的均值，即均值策略：

$$\mathbf{a}_k = \mu_f(\mathbf{s}_k) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mu_{f_i}(\mathbf{s}_k).$$



(5) 评价网络的训练—损失函数

对于 n 个评价网络，在每个时间步，选择期望贝尔曼绝对误差（EBAE）最大的评价网络进行训练。评价网络的损失函数定义如下：

$$L(\omega_c) = \mathbb{E}_{r_{k+1} \sim E, \mathbf{s}_k \sim \rho^\beta, \mathbf{a}_k \sim \beta} \left[(Q_{\omega_c}(\mathbf{s}_k, \mathbf{a}_k) - Y_{k+1}^c)^2 \right]$$

(6) 评价网络的训练—多个准Q学习（MPQ）

已有的许多策略优化方法（如DDPQ）通常要解决两个问题，一个是评价网络通常不能有效地评价由策略网络学习到的策略。另一个是评价网络学习到的动作值函数存在较大的方差。

针对上述问题，提出多个准Q学习（MPQ）方法来估计评价网络的目标值，以提高评价网络的性能。不同于Q学习采用贪婪策略选择下一步的动作，MPQ采用了次贪婪策略，不需要全局优化，更适用于连续动作空间。MPQ采用多个评价网络，将下一步动作的选择过程和下一步动作值的估计过程进行解耦，从而解决了经典Q学习的最大偏差或过估计问题。

（本文根据作者在第5期智能自动化学科前沿讲习班所作报告速记整理而成）

首届ABB杯全国智能技术大赛征稿

当前社会已由“互联网+”时代步入了“智能+”时代。更智能的机器、更智能的网络、更智能的交互将创造出更智能的经济发展模式和社会生态系统。为发掘和培养更多优秀的智能产业技术人才，更好地使智能技术服务于科技创新、资源开发利用和能源管理，推进现代智能产业理论与技术的发展和运用，全方位体现全国智能技术人才的专业素养和技术水平，沟通本领域内最新研究成果和前沿思维，中国自动化学会现举办“首届ABB杯全国智能技术大赛暨第九届ABB杯全国自动化系统工程师论文大赛”。

本届大赛以“智能科技·创造未来”为主题，旨在推动“智能+”技术从概念走向实践，通过大赛平台展现各个无所不能的成果，为中国工业经济的数字化、智能化发展提供新思路和新动力。大赛融合时代需求，将原有的系统工程师论文大赛更名为智能技术论文大赛。与往届相比，更加重视智能技术领域的创新优秀实践成果，因此，特别增设了优秀实践特等奖，以表彰最具创新性和可行性的智能技术研发成果。同时，大赛的其它奖项金额也相应提升。本届大赛投稿截止日期为2018年8月30日，录用通知日期为2018年9月20日，终稿提交截止日期为2018年10月8日。

本届智能技术论文大赛主要面向企事业单位从事自动化、数字化领域相关工作的专业人员，以及高等院校或科研机构从事相关专业教学或科研工作的教师和工程技术人员。获奖作品将在陕西西安2018年中国自动化大会（CAC 2018）巡演，获奖作者将受邀参加年度颁奖大会颁奖典礼。欢迎本领域的高校教师及学生、企事业单位的工程师和从业人员、科研机构的研究人员等踊跃投稿。

详情查看大赛官网：www.caa.org.cn/abb。

网络化分布式凸优化算法研究进展

谢 佩¹, 游科友¹, 洪奕光², 谢立华³

1. 清华大学 自动化系, 北京 100084;
2. 中国科学院数学与系统科学研究院 系统科学研究所, 北京 100080;
3. 南洋理工大学 电气与电子工程学院, 新加坡 639798

摘要: 分布式优化是指利用网络化多自主体之间的协作来求解的一类优化问题, 其在大规模数值计算、机器学习、资源分配、传感器网络等方面具有重要的研究意义和应用价值。自主体之间的协作通常基于代数图来描述, 且图的结构对分布式优化算法的设计与性能有显著影响。本文针对凸优化问题, 基于平衡图和非平衡图的情形, 简要讨论了分布式优化算法的最新研究进展, 并对今后的发展趋势和应用进行展望。

关键词: 分布式优化; 网络化算法; 网络结构; 多自主体系统

引用格式: 谢佩, 游科友, 洪奕光, 等. 网络化分布式凸优化算法研究进展. 控制理论与应用, 2018, 35 (7): 918-927.

1 引言

大量工程实践、管理决策中的实际问题都可以建模为一个数学优化问题。优化理论在自动控制、调度、系统集成、数值计算、机器学习、压缩感知等方面发挥着重要作用^[1]。随着数据规模的急剧增长, 集中式优化算法因受限于单机的计算瓶颈而难以应对大规模优化问题。多机协作的分布式算法可大幅降低单机的计算负担, 逐渐被研究者关注。同时, 大规模传感器网络的发展为分布式优化算法提供了丰富的应用场景, 如智能电网、车联网、无人机编队等。

多自主体系统 (multi-agent system) 通常指具备感知、通信、计算和执行能力的多个自主体组成的大规模系统, 常被用作分布式优化算法的实现载体。基于多自主体系统实现的分布式优化算法效率, 不仅取决于每个自主体的计算能力, 还取决于自主体之间的协作。为简化描述, 后文

自主体亦简称为节点。

在优化算法研究中, 收敛性分析、复杂性分析等是研究的核心问题。分布式优化算法将任务分配给多个节点进行计算, 节点间通过信息传递实现协作。因此, 如何将优化问题转化为适合多自主体系统分布式求解的形式是首要问题。

根据优化问题的要素, 分布式优化问题包括决策变量的分布式处理、目标函数的分布式处理和约束条件的分布式处理。其中决策变量的分布式处理适用于高维决策变量的清醒, 如大规模线性规划^[2]等问题。解决此类问题多是基于Guass-Seidel迭代^[3], 将高维决策向量拆分为多个低维决策向量, 并通过局部优化和节点之间的协作来求解全局最优。常见算法包括交替方向乘子法 (alternating direction method of multi-pliers, ADMM)^[4]、坐标块下降法^[5-6]等。

目标函数的分布式处理的应用范围更为广泛。例如, 机器学习问题中由训练误差构成的损

失函数可以看成多个局部损失函数的加和,进而利用多个节点进行分布式处理。若待优化的目标函数存在正则项,可将其平均分配到每个节点来实现分布式处理。类似应用还包括协同定位^[7]、资源分配^[8]等问题。

约束条件的分布式处理主要针对具有大量约束集的优化问题,可将约束集视作多个局部约束的交集,设计分布式算法使得每个节点的决策变量最终收敛到同一个值且同时满足各自的局部约束。

本文主要讨论一类分布式凸优化问题,其目标函数为多个局部目标函数的加和,而约束是多个局部约束集的交集。事实上,很多优化问题都可以转化为此类问题进行求解。具体形式为:

$$\begin{cases} \min_{x \in X} f(x) = \sum_{i=1}^n f_i(x), \\ \text{s.t. } x \in \bigcap_{i=1}^n X_i, \end{cases} \quad (1)$$

其中: $f_i: X(\subseteq \mathbb{R}^m) \rightarrow \mathbb{R}$ 是节点 i 的代价函数且只能被节点 i 获得, X_i 是局部约束集且只可被节点 i 获得, f 为总代价函数, 节点之间通过协作来求解优化问题。本文主要针对 f_i 为凸函数且 X, X_i 均为凸集的情况展开讨论。对于非凸分布式优化问题目前也有一些研究成果, 如文献[9–10]等。但限于篇幅, 本文仅在应用与展望一节进行简要介绍。

求解问题(1)的基本思路是每个节点 i 通过与相邻节点交换决策变量 x_i^k , 并融合其局部代价函数与约束集来更新 x_i^k , 最终实现所有节点的决策向量渐近收敛到同一最优解, 即 $x_i^k \rightarrow x^* \in X^*$, 其中 X^* 是优化问题的最优解集合。因此其亦被称为基于状态趋同^[11–19]的分布式优化算法。

分布式优化问题的一个重要特点是算法设计依赖于节点组成的通信网络拓扑结构。在相关研究中, 各节点间的协作关系通常使用代数图论进行描述。例如, 当节点之间双向传递信息时, 可

使用无向图来描述通信网络; 当节点单向传递信息时, 需要使用有向图来描述通信网络。当通信链路存在失效、延迟、更替等现象时, 应使用图序列来描述时变的通信网络。针对不同的通信网络, 往往需要设计不同形式的分布式算法。因此, 本文将基于通信网络结构简述分布式优化算法的研究进展。

文章余下部分内容组织如下: 在第2节, 将分别针对无约束优化和带约束优化问题介绍适用于平衡通信网络的几种常用分布式优化算法; 在第3节中, 介绍几类消除非平衡通信网络不对称性的改进算法; 在第4节, 针对时变非平衡网络、随机网络、异步通信网络等, 介绍分布式优化算法的研究进展; 在第5节, 介绍分布式优化的其他研究, 包括收敛性分析理论、算法加速、算法性能评估等重要问题; 最后, 分布式优化算法的应用和展望将在第6节给出。

2 平衡图下的分布式凸优化算法

采用图 $\mathcal{G} = \{\mathcal{V}, \mathcal{E}, A\}$ 描述节点间的连接情况, 其中: $\mathcal{V} := \{1, \dots, n\}$ 表示 n 个节点构成的集合; $\mathcal{E}$ 表示相邻节点构成的边集, 即 $(i, j) \in \mathcal{E}$ 当且仅当节点 i 从节点 j 直接获得信息, 并记 $\mathcal{N}_i = \{j | (i, j) \in \mathcal{E}\}$ 为节点 i 的邻居; 非负矩阵 $A = [a_{ij}] \in \mathbb{R}^{n \times n}$ 为图 $\mathcal{G}$ 的权重矩阵, 满足 $a_{ij} > 0$ 当且仅当 $(i, j) \in \mathcal{E}$ 。如果对于任意 $i, j \in \mathcal{V}$, 有 $\sum_{k=1}^n a_{ik} = \sum_{k=1}^n a_{kj}$, 则称图 $\mathcal{G}$ 为平衡图, 反之为非平衡图。此外平衡图中常假定 A 为双随机矩阵, 即 $\sum_{k=1}^n a_{ik} = \sum_{k=1}^n a_{kj} = 1$ 。若 $A^T = A$, 图 $\mathcal{G}$ 为无向图。若对任意 $i, j \in \mathcal{V}$, 存在一条从 j 到 i 的路径使得路径上的每条边属于 $\mathcal{E}$, 则称图 $\mathcal{G}$ 为强连通。本节将在强连通的假定下, 针对无向图和平衡图不加区分地介绍相关的分布式优化算法研究成果。

2.1 分布式无约束优化

分布式无约束优化问题的目标函数为局部凸函数之和，且无局部约束，即 $X_1 = \cdots = X_n = \mathbb{R}^m$ 。特别地，在本节中对目标函数仅假定凸性，在第5.2节中将进一步讨论光滑性对算法收敛速度的影响。因篇幅有限，本节仅讨论文献中4种典型的求解思路，即分布式次梯度方法、分布式对偶平均算法、辅助约束乘子法和非光滑惩罚项法。

Nedic等^[20]将分布式趋同算法和次梯度方法结合，提出如下分布式次梯度方法：

$$x_i^{k+1} = \sum_{j \in \mathcal{N}_i} a_{ij} x_j^k - \alpha^k d_i^k \quad (2)$$

其中： d_i^k 是 $f_i(x)$ 在 x_i^k 处的次梯度，且 $\|d_i^k\|$ 一般假设一致有界； $\alpha^k > 0$ 是满足一定条件的步长。该工作证明了当 $A = [a_{ij}]$ 为双随机矩阵，图 G 强连通，且步长满足如下条件时：

$$\sum_{k=1}^{\infty} \alpha^k = \infty, \alpha^k \rightarrow 0 \quad (3)$$

所有节点的决策变量将收敛到问题（1）的同一个最优解 $x^* \in X^*$ ，即 $x_i^k \rightarrow x^*$ 。算法的收敛速度为 $O(1/\sum_{i=1}^k \alpha^i)$ ，当步长为 $\alpha^k = 1/k^{0.5+\epsilon}$ ($\epsilon \rightarrow 0^+$)，达到理论最快收敛速度为 $O(1/\sqrt{k})$ ，这与集中式次梯度方法的最快收敛速度吻合。当取定常步长时，算法将收敛到最优解的一个邻域。值得一提的是，若优化问题存在全局约束，可将算法（2）每次迭代的计算结果投影全局约束集上进行处理^[21]，此算法称为分布式次梯度投影算法。当目标函数为强凸时，Liu等^[22]通过选取合适的步长，可将分布式次梯度投影算法的收敛速度提升为 $O(1/k)$ 。

Dunuchi等^[23]则提出了如下分布式对偶平均（dual averaging）算法：

$$z_i^{k+1} = \sum_{j \in \mathcal{N}_i} a_{ij} z_j^k + g_i^k, \quad (4a)$$

$$x_i^{k+1} = \text{prox}_X^\psi(z_i^{k+1}, \alpha^k) \quad (4b)$$

其中： g_i^k 是 f_i 在对偶变量 z_i^k 处的次梯度， α^k 为步长，近端函数（proximal function） ψ 为强凸，即：

$$\psi(y) \geq \psi(x) + \langle \nabla \psi(x), y - x \rangle + \frac{1}{2} \|x - y\|^2$$

对应的近端算子（proximal operator）定义为：

$$\text{prox}_X^\psi(z, \alpha) = \underset{x \in X}{\operatorname{argmin}} \{ \langle z, x \rangle + \frac{1}{\alpha} \psi(x) \}$$

若选择合适步长，算法执行过程中各节点的历史平均状态 $\hat{x}_i^t = \frac{1}{t} \sum_{k=1}^t x_i^k$ 将以速度 $\mu(G, \psi) \log t / \sqrt{t}$ 收敛到原问题的最优解，其中 $\mu(G, \psi)$ 只取决于通信拓扑结构和近端函数 ψ 。

通过引入一个辅助变量，可以将无约束情形下的问题（1）写成如下带等式约束的优化问题：

$$\begin{cases} \min \sum_{i=1}^n f_i(x_i), \\ \text{s.t. } x_i = z, \forall i \in \mathcal{V}. \end{cases} \quad (5)$$

针对该问题，可引入带惩罚项的Lagrange函数，并使用对偶解耦或ADMM算法^[24]对其进行求解。若通信图强连通，问题（1）还等价于：

$$\begin{cases} \min \sum_{i=1}^n f_i(x_i), \\ \text{s.t. } x_i = x_j, \forall (i, j) \in \mathcal{E}. \end{cases} \quad (6)$$

每个等式约束对应于通信图中的一条边，也同时对应一个拉格朗日乘子 λ_{ij} 。在此问题基础上，Wei等^[25]提出了交替方向乘子法的分布式实现，并证明其收敛速度能够达到 $O(1/k)$ 。但该算法仅适用于无向图。有关ADMM的研究很多，由于篇幅有限本文不详细介绍，可参考Boyd等的综述^[24]。

类似地，Zhang等^[26]也采用了问题（6）的形式，但将约束表示为非光滑惩罚项。该工作证明了当 ρ 大于一个显式下界时，问题（6）与下面的惩罚问题等价：

$$\min \sum_{i=1}^n f_i(x_i) + \frac{\rho}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j \in \mathcal{N}_i} |x_i - x_j| \quad (7)$$

通过用次梯度方法求解，其得到如下分布式算法：

$$x_i^{k+1} = x_i^k - \rho \alpha^k \sum_{j \in \mathcal{N}_i} \text{SGN}(x_i^k - x_j^k) - \alpha^k d_i^k \quad (8)$$

其中 $\text{SGN}(\cdot)$ 为1-0符号函数。此算法具有和分布式次梯度方法基本相同的收敛速度，其优势是只需利用相邻节点状态的偏序关系而不需准确的相对状态信息。

2.2 分布式带约束优化

分布式带约束优化问题中，每个节点包含局部约束 $x \in X_i$ 。其中最简单的情况是目标函数为常数，即求解可行性问题 $x \in \bigcap_{i=1}^n X_i$ 。由于局部约束集合 X_i 被假设为凸集，该问题又称为分布式凸交问题，在协同定位问题^[27]中有着广泛的应用。

Nedic等^[28]最早给出了解决此问题的离散时间分布式投射同步算法，具体形式如下：

$$x_i^k = P_{X_i} \left(\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j^k \right) \quad (9)$$

其中 $P_{X_i}(\cdot)$ 表示投影到凸集 X_i 的算子。在无向图和强连通图的假设下，该算法将使得各节点渐进收敛到所有局部凸约束的交集（若非空）。然而除了规则的凸集（如球、超平面等），大部分凸集的投影计算复杂度较高。为减少投影计算带来的运算复杂性，Lou等^[29]提出了以近似投影方法，或是在迭代时以一定概率使用投影算子，减少投影算子使用的频率^[30]。

当约束 X_i 具有特定结构时，如当 X_i 为线性等式约束时，其本质上为分布式求解线性方程的问题。但常用的求解方法如Kaczmarz算法^[31-32]的执行方式是串行的，因此You等^[33]将Kaczmarz算法和趋同算法结合来分布式地求解线性方程。当 X_i 为凸不等式约束时，Polyak等^[34]则提出随机近似投影算法来求解。

对于一般的带约束优化问题（1），Nedic等^[28]提出了分布式次梯度投影算法，即在分布式次梯

度法基础上增加了局部约束集的投影操作，具体形式如下：

$$x_i^{k+1} = P_{X_i} \left(\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j^k - \alpha^k d_i^k \right) \quad (10)$$

其中， α^k 为满足条件（3）的步长，并证明了在一些特定情况下算法的收敛性。Liu等^[35]则在此基础上提出一种可使用常数步长的算法，与式（10）中的衰减步长相比具有更快的收敛速度。尽管次梯度投影法可以解决带约束分布式优化问题，但面对复杂约束集 X_i ，投影计算开销较大，从而降低了算法的实用性。因此针对特定的约束形式时，需要采取特定的处理方法。

例如，针对包含全局不等式约束的优化问题，研究者提出了基于趋同的分布式原始对偶（primal dual）方法^[36-37]。针对局部不等式约束，Lee等^[38]则提出了在不等式约束上近似投影的方法，降低计算精确投影的成本；You等^[39]则提出了一种适合于无向图的分布式原始对偶方法，以处理局部不等式约束。

此外，还可以使用惩罚项方法，将带约束问题转化为带惩罚项的无约束问题，详见Aybat等^[40]的工作。

3 非平衡图下的分布式凸优化算法

在非平衡通信网络 $\mathcal{G} = \{\mathcal{V}, \mathcal{E}, A\}$ 中，节点间通信是单向的且可能存在 i, j 使得 $\sum_{k=1}^n a_{ik} \neq \sum_{k=1}^n a_{kj}$ 。一般假定 A 仅为行随机矩阵，即 $\sum_{k=1}^n a_{kj} = 1$ 。给定节点 i ，向其发送信息的节点被称为“入邻居”，接收节点 i 传出消息的节点被称为“出邻居”。节点 i 的入邻居和出邻居构成的集合分别被记作：

$$\mathcal{N}_i^{\text{in}} = \{j | (i, j) \in \mathcal{E}\}, \mathcal{N}_i^{\text{out}} = \{j | (j, i) \in \mathcal{E}\}$$

在非平衡图中直接使用仅适用于平衡图的分布式算法往往不能得到原问题最优解。例如，Xi等^[41]解释了分布式次梯度法（2）在非平

衡图下本质上是在优化局部函数的加权和，即 $\sum_{i=1}^n \pi_i f_i(x)$ ，其中 $\pi'A = \pi'$ 。因此算法设计的关键是处理这种非平衡性。本节将讨论4类处理非平衡性的算法，即基于权重矩阵左特征向量的算法、基于Push-Sum协议的算法、基于盈余变量的算法、基于上境图形式的算法。

3.1 基于权重矩阵左特征向量的算法

分布式次梯度算法（2）在非平衡图中本质在优化加权目标函数 $\hat{F}(x) = \sum_{i=1}^n \pi_i f_i(x)$ ，其中 $\sum_{i=1}^n \pi_i = 1$ ，且 $[\pi_1, \dots, \pi_n]A = [\pi_1, \dots, \pi_n]$ 是权重矩阵 A 关于特征值1的左特征向量。注意到：

$$\sum_{i=1}^n f_i(x) = \sum_{i=1}^n \pi_i \frac{f_i(x)}{\pi_i},$$

那么在非平衡图中，只需要将 $f_i(x)/\pi_i$ 视作新的局部函数，再使用分布式次梯度法即可抵消权重 π_i 带来的影响。具体而言，每个节点仅需执行如下迭代算法即可保证收敛到原问题最优解：

$$x_i^{k+1} = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j^k - \alpha^k \frac{d_i^k}{\pi_i} \quad (11)$$

算法（11）中的 π_i 由全局通信图的权重矩阵决定，单个节点并不知道 π_i 的确切值。于是，Morrall等^[42]提出了分布式估计 π_i 的方法，再与式（11）相结合，即可解决非平衡图下的分布式优化问题。

此算法直观，形式简洁，但局限性也明显，即只能应用在固定的非平衡图上。因为一旦 A 随时间变化， π_i 不是常数而无法估计，算法便不可行。

3.2 基于Push-Sum协议的算法

Push-Sum协议最早被提出用于解决有向图中的平均趋同问题^[43]。其核心思想是每个节点向外发送其加权后状态，以消除网络不平衡性。基于

Push-Sum协议，Tsianos等^[44]最早将分布式对偶平均算法拓展到非平衡图中，设计了收敛较快的分布式优化算法。

Nedic等^[45]则将分布式次梯度法和Push-Sum协议相结合，提出了如下subgradient-push算法：

$$w_i^{k+1} = \sum_{j \in \mathcal{N}_i^{\text{in}}} \frac{x_j^k}{d_j^{\text{out}}}, \quad (12a)$$

$$y_i^{k+1} = \sum_{j \in \mathcal{N}_i^{\text{in}}} \frac{y_j^k}{d_j^{\text{out}}}, \quad (12b)$$

$$z_i^{k+1} = \frac{w_i^{k+1}}{y_i^{k+1}}, \quad (12c)$$

$$x_i^{k+1} = w_i^{k+1} - \alpha^{k+1} \partial f_i(z_i^{k+1}), \quad (12d)$$

其中： d_j^{out} 为节点 j 的出度，即其“出邻居”集合 $\mathcal{N}_j^{\text{out}}$ 中的元素个数， $\partial f_i(z_i^{k+1})$ 为 f_i 在 z_i^{k+1} 处的次梯度。Nedic等证明了该算法在强连通非平衡图网络中的收敛性。由于算法（12）的形式比较复杂，Nedic等^[46]针对目标函数为强凸的情况亦给出了上述算法的随机化形式，减小了算法的计算量。

基于Push-Sum协议的分布式优化算法要求节点可获取自身的出度，但这在某些通信模式下不一定能实现。同时，该算法不易推广至带约束的优化问题。

3.3 基于盈余变量的算法

Xi等^[41]提出了一种基于盈余变量（surplus）的算法。该算法通过引入了盈余变量 y_i^k ，并令其与 x_i^k 同时迭代更新，使得 y_i^k 收敛到0的同时， x_i^k 也能收敛到局部目标和函数的最小值点。具体形式如下：

$$x_i^{k+1} = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j^k + \epsilon y_i^k - \alpha^k \nabla f_i(x_i^k), \quad (13a)$$

$$y_i^{k+1} = x_i^k - \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j^k + \sum_{j=1}^n b_{ij} y_j^k - \epsilon y_i^k, \quad (13b)$$

其中： $B = [b_{ij}] \in \mathbb{R}^{n \times n}$ 为列随机矩阵， $\epsilon > 0$ 为某个合理选择的参数。盈余变量 y_i^k 在向外发送时控制发出变量的总“份额”为1，即保证 B 为列

随机矩阵, 而节点在接收 x_i^k 时控制总“份额”为1, 即保证 A 为行随机矩阵。为此, 引入如下记号:

$$\begin{cases} z_i^k = \begin{cases} x_i^k, & i \in \{1, \dots, n\}, \\ y_{i-n}^k, & i \in \{n+1, \dots, 2n\}, \end{cases} \\ g_i^k = \begin{cases} \nabla f_i(x_i^k), & i \in \{1, \dots, n\}, \\ 0_m, & i \in \{n+1, \dots, 2n\}, \end{cases} \\ M = \begin{bmatrix} A & \epsilon I \\ I - A & B - \epsilon I \end{bmatrix}, \end{cases} \quad (14)$$

则算法 (13) 可以写成如下形式:

$$z_i^k = \sum_{j=1}^{2n} [M]_{ij} z_j^k - \alpha^k g_i^k \quad (15)$$

式 (15) 具有分布式梯度下降算法的形式, 但 M 不是双随机矩阵甚至不是非负矩阵。然而 M 具有与双随机矩阵相似的一些性质, 由此可以证明算法 (13) 在非平衡图下 x_i^k 将收敛到问题最优解, 且盈余变量 y_i^k 收敛到0。此算法也要求节点可获得自身的出度信息。

基于盈余变量的方法最早由 Cai 等^[47-48]提出, 并用来解决非平衡图中的平均趋同问题。在固定非平衡图中, Xi等^[49]还在算法 (13) 的基础上加入投影算子, 解决了带全局约束的分布式优化问题。

3.4 基于上境图形式的算法

分布式优化问题包含局部约束时, 前3类针对非平衡图的算法无法直接使用。尽管分布式ADMM算法可解决带局部约束的优化问题, 但要求通信图是无向的。You等^[39]将分布式次梯度法和Polyak随机投影算法^[50]结合, 提出了一种结构简单的分布式算法, 用来求解在非平衡网络中包含由凸函数表示的不等式局部约束的优化问题, 但目标函数是线性的。受此启发, Xie等^[51]将目标函数为凸函数加和的分布式优化问题转化成其上境图形式进行求解。通过引入辅助变量来刻画局部目标函数的上界, 将目标函数转化为由辅助变量构成的单一线性函数, 而原

先的局部目标函数则转化局部约束。最后通过改进You等^[39]的算法来解决非平衡图下带局部约束的优化问题。值得一提的是, 该算法通过引入额外的固定方向Polyak投影, 提高了算法的收敛稳定性。

4 一般通信网络下的分布式凸优化算法

前文介绍的分布式优化算法大多数仅针对固定的通信网络, 即网络结构不随时间变化。然而在实际情形中, 多自主系统节点间通信时可能存在丢包、延时和链路更替等情况, 有的时候通信形式还可能是随机的甚至异步的。本节将针对时变非平衡网络、随机通信网络和异步通信网络介绍相应的分布式优化算法的研究成果。

4.1 时变非平衡通信网络

多自主主体间时变非平衡通信网络采用有向图序列 $\mathcal{G}(k) = \{\mathcal{V}, \mathcal{E}^k, A^k\}$ 表示, 其中: $\mathcal{E}^k$ 表示在 k 时刻节点间的连接情况, 非负矩阵 $A^k = [a_{ij}^k] \in \mathbb{R}^{n \times n}$ 表示 k 时刻图的权重, 且 A^k 在任意 k 时刻为行随机矩阵。

Nedic等^[45]在针对时变非平衡图网络设计分布式优化算法的过程中, 对图的连通性提出了如下假设:

假设1 存在正整数 B , 使得对于任意 $l \geq 0$, 联合图 $\mathcal{G}_B^l = \{\mathcal{V}, \mathcal{E}_B^l\}$ 是强连通的, 其中联合图的边集为 $\mathcal{E}_B^l = \bigcup_{k=lB}^{(l+1)B-1} \mathcal{E}^k$:

在假设1下, Nedic等^[52]使用Push-Sum协议的思想改进了分布式带跟踪技术的非精确梯度算法 (distributed inexact gradient with tracking technique, DIGing), 设计了在时变非平衡图中快速收敛的分布式优化算法。在此算法的基础上, Nedic等^[53]又提出了自适应组合DIGing分布式优化算法, 使得每个节点迭代时可以采用不同的步长。

Xie等^[54]提出分布式次梯度Polyak投影算法,其在假设1下可以利用时变非平衡图网络解决带局部约束的优化问题。算法的核心是将原问题转化为上境图形式,并利用转化后的单一线性目标函数梯度恒定这一特点,使得非平衡性不再影响算法的收敛结果。

在时变非平衡通信网络中,切换图是一种特殊的通信形式。切换图随时间变化,但可以看作一个有限状态机。在切换图中,Lou等^[55]提出了求解零和博弈最优点的算法,其本质为求解带约束优化问题的鞍点。

4.2 随机通信网络

尽管非平衡时变通信网络允许节点间连接结构随时间变化,但通常要求在给定时间段内是联合连通的(即假设1)。然而在某些随机网络^[56]中无法保证此类连通性假设。随机通信网络常采用随机过程描述节点连接状态,如Burt等^[57]中提到的反熵(anti-entropy)网络。为研究随机网络下的分布式优化,Tahbaz等^[58]提出了随机图模型和相关连通性假设,文献[59-60]也进行了类似的定义,即如下假设:

假设2 随机图序列 $\mathcal{G}^k$ 的权重矩阵 A^k 是独立同分布的,且满足存在 $\gamma > 0$,使得 $a_{ij}^k > \gamma$ 若 $a_{ij}^k > 0$ 。同时记 $\bar{A} = E(A^k)$, $\bar{\mathcal{E}} = \{(i, j) | \bar{A}_{ij} > 0\}$,那么随机图序列的期望 $\bar{\mathcal{G}} = \{\mathcal{V}, \bar{\mathcal{E}}, \bar{A}\}$ 是强连通的。

若假设2成立且 $\bar{\mathcal{G}}$ 为平衡图,Lobel等^[61]证明了分布式次梯度法在随机网络中的渐近收敛性,同时还给出了算法步长为常数时收敛误差的上界。

另一种随机网络为反熵(anti-entropy)无向网络:在给定时刻 k ,仅单个节点 I_k 被激活,与它的邻近节点 J_k 交换信息。Lee等^[62]针对此类网络,提出了异步平均随机投影算法,用来解决带约束的分布式优化问题。该算法允许每个节点存在无

穷个局部约束,如带不确定参数的鲁棒约束。

4.3 异步通信网络

在同步通信网络中,节点使用统一的时钟来保证算法迭代的同步。同步的分布式优化算法需等待最慢节点计算结束再进行下次迭代,故算法执行效率受限于最慢节点的处理速度。而异步通信网络的分布式算法中节点不需要等待其他节点的计算结果即可进行迭代,可提升算法执行效率。Hannah等^[63]给出了异步算法相对于同步算法性能提升的定量分析。

异步网络本质上是存在未知信息延迟的时变通信网络,异步的分布式优化算法典型形式如下:

$$x_i^{k+1} = h_i^k(x_i^k, [x_{ij}^{k-\tau_{ij}}]_{j \in \mathcal{N}_i^{\text{in}}}) \quad (16)$$

其中, τ_{ij} 为信息从节点 j 传递到节点 i 的时间延迟。在设计异步算法时,通常会对延迟 τ_{ij} 做一定的假设。

当通信延迟 τ_{ij} 存在上界时,Tsitsiklis等^[64]证明了异步网络下特定线性系统的收敛性。针对此假设下的异步通信网络,研究者们提出了异步交叉方向乘子法^[65]、异步近端坐标下降法^[66]、异步近端原始对偶方法^[67]、异步牛顿法^[68]等。

当通信延迟 τ_{ij} 不存在上界而是使用随机过程进行描述时,Sun等^[69]提出一种异步坐标下降法,其在通信延迟符合泊松过程时概率意义下收敛。Xu等^[70]将适应组合机制(adapt-then-combine)应用在异步梯度算法中,证明了定常步长下异步算法的收敛性。

其他工作还包括Modi等^[71]提出的异步等式约束分布式优化算法(asynchronous distributed constraint optimization with quality guarantees, ADOPT)及其改进算法^[72],其核心思想是在通信网络中采用深度优先搜索遍历各节点状态的可行性和最优性。异步分布式优化问题中还有些基于事件触发的算法,如Zhong等^[73]的工作。

5 分布式优化其他研究

前3节围绕不同网络通信形式介绍了典型的分布式优化算法, 本节将探讨分布式优化其他研究热点问题, 包括分布式优化的收敛性分析、算法加速和算法总体性能分析。

5.1 收敛性分析

分布式优化算法的收敛需要节点状态同时满足趋同性、可行性和最优性。其中趋同性分析基于代数图论^[74]、控制理论^[75]和矩阵论^[76]等理论, 而可行性和最优性的分析则利用了凸分析^[77]、梯度分析^[78]和对偶理论^[79], 上鞅定理^[80]是分析随机算法收敛性的常用工具。影响分布式优化算法的收敛速度的因素包括通信网络结构、迭代步长等。值得注意的是, 分布式优化算法的收敛性分析与优化问题的结构和通信图的结构密切相关。

停止准则是优化算法的核心问题之一。在集中式算法中, 常通过设置最大迭代次数、考察目标函数下降速度或判断目标函数梯度是否近似零来决定停止算法迭代。然而在分布式优化算法中, 由于单个节点无法直接获取所有其他节点的信息, 将难以通过局部信息为节点设定停止准则。目前有一些文献^[81-85]针对分布式趋同算法设计了基于局部信息的停止准则。

5.2 算法加速

对于非光滑的凸优化问题, 集中式次梯度方法最快收敛速度只能达到 $O(1/\sqrt{k})$, 这也是分布式次梯度方法的最优收敛速度。然而, 当优化问题满足某些连续和光滑条件时, 往往可以设计收敛速度更快的算法。例如, 可假设 $f_i(x)$ 可微且满足Lipshitz条件:

$$f_i(x) \leq f_i(y) + (y-x)' \nabla f_i(x) + \frac{L}{2} \|y-x\|^2$$

在有些情形下还假设 $f_i(x)$ 强凸, 即存在 $\mu > 0$ 使得:

$$f_i(x) \geq f_i(y) + (y-x)' \nabla f_i(x) + \frac{\mu}{2} \|y-x\|^2$$

比值 $\eta = L/\mu$ 被称为 $f_i(x)$ 的条件数, 若函数不是强凸, 则 $\mu = 0$ (或 $\eta = +\infty$)。若目标函数Lipshitz可微且强凸, Nesterov等^[78]证明了一阶算法的最快收敛速度为 $O((1-\eta^{-0.5})k)$; 若目标函数非强凸 ($\eta = +\infty$), 最快收敛速度为 $O(1/k^2)$ 。显然该收敛速度比一般性的次梯度算法要快。为加快收敛速度, Nesterov提出了外插(extrapolation)技术, 而该思想也被广泛应用在很多分布式优化算法中。例如Jakovetic等^[86]使用该技术, 提出了如下分布式Nesterov梯度算法(distributed Nesterov gradient, D-NG):

$$x_i^k = \sum_{j=1}^n a_{ij}^k y_j^{k-1} - \alpha^{k-1} \nabla f_i(y_i^{k-1}), \quad (17a)$$

$$y_i^k = x_i^k + \frac{k-1}{k+2} (x_i^k - x_i^{k-1}). \quad (17b)$$

该算法的收敛速度达到 $O(\log k/k)$, 这虽然比分布式次梯度算法的 $O(1/\sqrt{k})$ 要快, 但却比集中式算法的 $O(1/k^2)$ 要慢。为改进这一速度, Jakovetic等^[86]通过在单次迭代中多次执行趋同算法, 提出了带趋同迭代的分布式Nesterov梯度(distributed Nesterov gradient with consensus iterations)算法, 并使用定步长将算法收敛速度提升为 $O(\log k/k^2)$ 。但该算法第 k 次迭代需进行 k 次趋同迭代和通信, 带来了额外的通信成本。

当局部目标函数可以拆分为光滑局部函数和一个非光滑公共函数时, Chen等^[87]通过引入proximal算子处理非光滑项, 并使用D-NC算法处理光滑项, 将非光滑问题的收敛速度提高到了 $O(1/k)$, 但同样每次迭代需要进行多次趋同通信。

D-NG和D-NC算法在一定程度上改进了分布式次梯度方法的收敛速度, 但难以达到集中式Nesterov算法的收敛速度。因此有研究者通过引入目标函数梯度的外插来进一步提升收敛速度。如Shi等^[88]提出了分布式精确一阶算法(exact first-order algorithm, EXTRA), 其矩阵形式如下:

$$x^{k+2} = (I + A)x^{k+1} - Hx^k - \alpha(\nabla f(x^{k+1}) - \nabla f(x^k)) \quad (18)$$

其中矩阵 H 为矩阵 I 和矩阵 A 的线性组合。此算法的优点是步长 α 可以为常数，收敛速度达到 $O(1/k)$ ，且对强凸的目标函数收敛速度能达到 $O(\tau_E^k)$ ，其中 $0 < \tau_E < 1$ 。EXTRA算法具有很快的收敛速度，但仅适用于平衡图。此后研究者将其推广到了非平衡图中。例如，将EXTRA算法和特征向量估计结合，Xi等^[89-90]提出了有向图EXTRA（directed EXTRA）算法和加速的有向图分布式优化（accelerated distributed directed optimization）算法；Zeng等^[91]则将EXTRA算法与Push-Sum算法相结合，提出了EXTRA-PUSH算法。

和EXTRA思想类似，Xu等^[91]提出另一类基于梯度差分的分布式优化算法，即DIGing算法^[52]，在强凸问题中具有几何收敛速率。算法的矩阵形式如下：

$$x^{k+1} = A(x^k - Dy^k), \quad (19a)$$

$$y^{k+1} = A(y^k + \nabla f(x^{k+1}) - \nabla f(x^k)), \quad (19b)$$

其中， D 为非负对角矩阵。相对于EXTRA，该算法的优势在于每个节点可以选择不同的常数步长。

最近，Qu等^[92]提出一种收敛速度更快的分布式优化算法。该算法结合D-NG算法和EXTRA算法的优点，同时利用变量外插和梯度外插，并将其线性组合作为更新结果。分别针对强凸函数和非强凸函数，设计了两种快速Nesterov 梯度算法，收敛速度分别为 $O(\tau_A^k)$ 和 $O(1/k^{1.4})$ ，其中 $0 < \tau_A < \tau_E < 1$ 。但与D-NC不同，该算法不需要在每次迭代中为实现状态的趋同而进行多次通信。

若在分布式优化算法执行过程中允许交换二阶信息，可使用牛顿法。但牛顿法需要使用全局信息来计算目标函数Hessian矩阵的逆，单个节点无法直接完成。因此，Ribeiro课题组^[68]构造了基于趋同约束的拉格朗日函数，并提出了分布式

BFGS拟牛顿法来求解拉格朗日函数的鞍点。在无向图中，该算法的对偶变量的收敛速度可达 $O(1/k)$ 。

5.3 分布式优化算法性能评估

分布式优化算法的性能指标可归结为各节点均以某精度收敛到最优解所花费的时间。其影响因素包括节点数目，通信结构，单次迭代计算时间，总迭代次数等。以增加网络节点为例，节点数目的增加可降低单个节点的计算负荷。然而这也增加了通信成本，亦可能导致总迭代次数的增加。正如Tsianos等^[93]所描述，分布式优化算法的性能是计算成本和通信成本的平衡。Nedic等^[94]对常见分布式优化算法的性能和通信方式之间的关系进行了详细讨论。仅就通信性能来说，其耗时与网络的拓扑结构、通信带宽、传输数据量等多个因素相关，这加大了评估算法性能的难度。

6 应用与展望

本文针对分布式凸优化问题介绍了不同通信图结构下的研究进展，并对此领域的研究热点进行了简要讨论。事实上，针对非凸问题的分布式优化算法也有相关研究。例如，使用分布式的方法训练深度神经网络^[95-96]，使用对偶方法分布式求解非凸问题^[97]等。而当约束集为非凸集时，Lin等^[9-10]提出了一种无向图网络下的最优趋同算法。但限于篇幅，非凸问题的研究成果本文不再详细讨论。分布式优化算法在实际问题中的应用大致归纳如下：

（1）分布式估计问题。分布式优化可应用于统计参数的估计^[98-99]，以及物理系统中的估计问题，如传感器网络的协同定位^[100-101]等。

（2）分布式统计学习问题。分布式优化可应用于机器学习和统计学习领域，如分布式ADMM算法在优化训练样本损失中的应用^[24]、分布式优化算法在Logistic回归及Lasso^[102]、模型预

测控制^[103]等问题中的应用。

(3) 网络控制系统协作问题。分布式优化在多自主体的协作控制中发挥重要作用,如无人机编队问题^[104]、机器人目标搜索^[105]、多机器人系统控制问题^[106-108]等。

(4) 大规模资源调度问题。大规模资源调度问题通常是非凸的,常采用拉格朗日松弛^[109]或者智能优化算法^[110]等技术进行分布式处理。

通信和协作是分布式优化算法的核心,选择合适的通信构架将直接影响分布式优化算法的性能。需要在未来着重研究的问题包括如何同步各节点执行算法的时钟,如何设计高效的通信协议和数据压缩算法,如何针对具备特定结构的问题改进算法,如何增强算法适应复杂多变的网络结构的能力,以及如何使用分布式算法更精确地求解非凸问题等。

(来源:《控制理论与应用》)

参考文献

- [1] HONG Yiguang, ZHANG Yanqiong. Distributed optimization: algorithm design and convergence analysis [J]. Control Theory & Applications, 2014,31(7):850-857.
(洪奕光,张艳琼.分布式优化:算法设计和收敛性分析[J].控制理论与应用,2014,31(7):850-857.)
- [2] MURTAGH B A, SAUNDERS M A. Large-scale linearly constrained optimization [J]. Mathematical Programming, 1978,14(1):41-72.
- [3] GRIPPO L, SCIANDRONE M. On the convergence of the block nonlinear Gauss-Seidel method under convex constraints [J]. Operations Research Letters, 2000,26(3):127-136.
- [4] FUKUSHIMA M. Application of the alternating direction method of multipliers to separable convex programming problems [J]. Computational Optimization and Applications, 1992,1(1):93-111.
- [5] BERTSEKAS D P. Nonlinear Programming [M]. Belmont: Athena Scientific, 1999.
- [6] TSENG P. Convergence of a block coordinate descent method

for nondifferentiable minimization [J]. Journal of Optimization Theory and Applications, 2001,109(3):475-494.

- [7] LANGENDOEN K, REIJERS N. Distributed localization in wireless sensor networks: a quantitative comparison [J]. Computer Networks, 2003,43(4):499-518.
- [8] AGASSOUNON W, MARTINOLI A. Efficiency and robustness of threshold-based distributed allocation algorithms in multi-agent systems [C] //The 1st International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems: Part 3. Bologna, Italy: ACM, 2002:1090-1097.
- [9] LIN P, REN W, GAO H. Distributed velocity-constrained consensus of discrete-time multi-agent systems with nonconvex constraints, switching topologies, and delays [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2017,62(11):5788-5794.
- [10] LIN P, REN W, YANG C, et al. Distributed consensus of secondorder multiagent systems with nonconvex velocity and control input constraints [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2018,63(4):1171-1176.
- [11] DEGROOT M H. Reaching a consensus [J]. Journal of the American Statistical Association, 1974,69(345):118-121.
- [12] REN W, BEARD R W, ATKINS E M. A survey of consensus problems in multi-agent coordination [C] //American Control Conference. Portland, OR, USA: IEEE, 2005:1859-1864.
- [13] OLFATI-SABER R, MURRAY R M. Consensus problems in networks of agents with switching topology and time-delays [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2004,49(9):1520-1533.
- [14] HORN R A, JOHNSON C R. Matrix Analysis [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.
- [15] OLFATI-SABER R, FAX J A, MURRAY R M. Consensus and cooperation in networked multi-agent systems [J]. Proceedings of the IEEE, 2007,95(1):215-233.
- [16] LIN P, JIA Y. Average consensus in networks of multi-agents with both switching topology and coupling timedelay [J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2008,387(1):303-313.
- [17] REN W, BEARD R W. Consensus algorithms for double-integrator dynamics [M] //Distributed Consensus in Multi-vehicle

- Cooperative Control: Theory and Applications. London: Springer, 2008:77-104.
- [18] YOU K, LI Z, XIE L. Consensus condition for linear multi-agent systems over randomly switching topologies [J]. Automatica, 2013,49(10):3125-3132.
- [19] CAO Y, YU W, REN W, et al. An overview of recent progress in the study of distributed multi-agent coordination [J]. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2013,9(1):427-438.
- [20] NEDIC A, OZDAGLAR A. Distributed subgradient methods for multi-agent optimization [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2009,54(1):48-61.
- [21] JOHANSSON B, KEVICZKY T, JOHANSSON M, et al. Subgradient methods and consensus algorithms for solving convex optimization problems [C] //The 47th IEEE Conference on Decision and Control. Cancun, Mexico: IEEE, 2008:4185-4190.
- [22] LIU S, QIU Z, XIE L. Convergence rate analysis of distributed optimization with projected subgradient algorithm [J]. Automatica, 2017,83(9):162-169.
- [23] DUCHI J C, AGARWAL A, WAINWRIGHT M J. Dual averaging for distributed optimization: convergence analysis and network scaling [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2012,57(3):592-606.
- [24] BOYD S, PARIKH N, CHU E, et al. Distributed optimization and statistical learning via the alternating direction method of multipliers [J]. Foundations and Trends in Machine Learning, 2011,3(1):1-122.
- [25] WEI E, OZDAGLAR A. Distributed alternating direction method of multipliers [C] //The 51st IEEE Conference on Decision and Control. Maui, Hawaii, USA: IEEE, 2012:5445-5450.
- [26] ZHANG J Q, YOU K Y, BASAR T. Distributed discrete-time optimization by exchanging one bit of information [J]. arXiv: arXiv: 1709.08360,2017.
- [27] LANGENDOEN K, REIJERS N. Distributed localization in wireless sensor networks: a quantitative comparison [J]. Computer Networks, 2003,43(4):499-518.
- [28] NEDIC A, OZDAGLAR A, PARRILO P A. Constrained consensus and optimization in multi-agent networks [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2010,55(4):922-938.
- [29] LOU Y, SHI G, JOHANSSON K H, et al. Approximate projected consensus for convex intersection computation: convergence analysis and critical error angle [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2014,59(7):1722-1736.
- [30] LOU Y, SHI G, JOHANSSON K H, et al. Convergence of random sleep algorithms for optimal consensus [J]. Systems & Control Letters, 2013,62(12):1196-1202.
- [31] STROHMER T, VERSHYNIN R. A randomized Kaczmarz algorithm with exponential convergence [J]. Journal of Fourier Analysis and Applications, 2009,15(2):262-278.
- [32] ELDAR Y C, NEEDELL D. Acceleration of randomized Kaczmarz method via the Johnson-Lindenstrauss lemma [J]. Numerical Algorithms, 2011,58(2):163-177.
- [33] YOU K, SONG S, TEMPO R. A networked parallel algorithm for solving linear algebraic equations [C] //The 55th IEEE Conference on Decision and Control. Las Vegas, NV, USA:IEEE,2016:1727-1732.
- [34] POLYAK B T. A new method of stochastic approximation type [J]. Avtomatika itelemechanika, 1990,51(7):98-107.
- [35] LIU Q, YANG S, HONG Y. Constrained consensus algorithms with fixed step size for distributed convex optimization over multiagent networks [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2017,62(8):4259-4265.
- [36] YUAN D, XU S, ZHAO H. Distributed primaldual subgradient method for multiagent optimization via consensus algorithms [J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics), 2011,41(6):1715-1724.
- [37] CHANG T H, NEDIC A, SCAGLIONE A. Distributed constrained optimization by consensus-based primal-dual perturbation method [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2014,59(6):1524-1538.
- [38] LEE S, ZAVLANOS M M. Approximate projection methods for decentralized optimization with functional constraints [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2017,DOI:10.1109/TAC.2017.2778696.

- [39] YOU K, TEMPO R, XIE P. Distributed algorithms for robust convex optimization via the scenario approach [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2018, DOI:10.1109/TAC.2018.2828093.
- [40] AYBAT N, WANG Z, IYENGAR G. An asynchronous distributed proximal gradient method for composite convex optimization [C]//The 32nd International Conference on Machine Learning. Lille, France: JMLR, 2015:2454-2462.
- [41] XI C, KHAN U A. Directed-distributed gradient descent [C]//The 53rd Annual Allerton Conference on Communication, Control, and Computing. Monticello, IL, USA: IEEE, 2015:1022-1026.
- [42] MORRAL G. Distributed estimation of the left Perron eigenvector of non-column stochastic protocols for distributed stochastic approximation [C]//American Control Conference. Boston, MA, USA: IEEE, 2016:3352-3357.
- [43] KEMPE D, DOBRA A, GEHRKE J. Gossip-based computation of aggregate information [C]//The 44th Annual IEEE Symposium on Foundations of Computer Science. Cambridge, MA, USA: IEEE, 2003:482-491.
- [44] TSIANOS K I, LAWLOR S, RABBAT M G. Pushsum distributed dual averaging for convex optimization [C]//The 51st IEEE Conference on Decision and Control. Maui, HI, USA: IEEE, 2012:5453-5458.
- [45] NEDIC A, OLSHEVSKY A. Distributed optimization over time-varying directed graphs [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2015, 60(3):601-615.
- [46] NEDIC A, OLSHEVSKY A. Stochastic gradient-push for strongly convex functions on time-varying directed graphs [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2016, 61(12):3936-3947.
- [47] CAI K, ISHII H. Average consensus on general strongly connected digraphs [J]. Automatica, 2012, 48(11):2750-2761.
- [48] XU Y, CAI K, HAN T, et al. A fully distributed approach to resource allocation problem under directed and switching topologies [C]//The 10th Asian Control Conference. Kota Kinabalu, Malaysia: IEEE, 2015:1-6.
- [49] XI C, KHAN U A. Distributed subgradient projection algorithm over directed graphs [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2017, 62(8):3986-3992.
- [50] NEDIC A. Random algorithms for convex minimization problems [J]. Mathematical Programming, 2011, 129(2):225-253.
- [51] XIE P, YOU K, SONG S, et al. Distributed random-fixed projected algorithm for constrained optimization over digraphs [J]. IFAC Papers Online, 2017, 50(1):14436-14441.
- [52] NEDIC A, OLSHEVSKY A, SHI W. Achieving geometric convergence for distributed optimization over time-varying graphs [J]. SIAM Journal on Optimization, 2017, 27(4):2597-2633.
- [53] NEDIC A, OLSHEVSKY A, SHI W, et al. A geometrically convergent distributed optimization with uncoordinated stepsizes [C]//American Control Conference. Seattle, WA, USA: IEEE, 2017:3950-3955.
- [54] XIE P, YOU K, TEMPO R, et al. Distributed convex optimization with inequality constraints over time-varying unbalanced digraphs [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2018. DOI:10.1109/TAC.2018.2816104.
- [55] LOU Y, HONG Y, XIE L, et al. Nash equilibrium computation in subnetwork zero-sum games with switching communications [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2016, 61(10):2920-2935.
- [56] HAAS Z J, HALPERN J Y, LI L. Gossip-based ad hoc routing [J]. IEEE/ACM Transactions on Networking (ToN), 2006, 14(3):479-491.
- [57] BURT R S. Bandwidth and echo: trust, information, and gossip in social networks [M]//CASELLA A, RAUSCH J E. Integrating the Study of Networks and Markets. New York: Sage, 2001.
- [58] TAHBAZ-SALEHI A, JADBABAIE A. A necessary and sufficient condition for consensus over random networks [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2008, 53(3):791-795.
- [59] HATANO Y, MESBAHI M. Agreement over random networks [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2005, 50(11):1867-1872.
- [60] WU C W. Synchronization and convergence of linear dynamics in random directed networks [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2006, 51(7):1207-1210.
- [61] LOBEL I, OZDAGLAR A. Distributed subgradient methods for

- convex optimization over random networks [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2011,56(6):1291-1306.
- [62] LEE S, NEDIC A. Asynchronous gossip-based random projection algorithms over networks [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2016,61(4):953-968.
- [63] HANNAH R, YIN W. More iterations per second, same quality why asynchronous algorithms may drastically outperform traditional ones [J]. arXiv: arXiv: 1708.05136,2017.
- [64] TSITSIKLIS J, BERTSEKAS D, ATHANS M. Distributed asynchronous deterministic and stochastic gradient optimization algorithms [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 1986,31(9):803-812.
- [65] WEI E, OZDAGLAR A. On the $O(1/k)$ convergence of asynchronous distributed alternating direction method of multipliers [C]//Global Conference on Signal and Information Processing. Austin, TX, USA: IEEE, 2013:551-554.
- [66] PENG Z, XU Y, YAN M, et al. AROCK: an algorithmic framework for asynchronous parallel coordinate updates [J]. SIAM Journal on Scientific Computing, 2016,38(5):A2851-A2879.
- [67] WU T, YUAN K, LING Q, et al. Decentralized consensus optimization with asynchrony and delays [J]. IEEE Transactions on Signal and Information Processing over Networks, 2018,4(2):293-307.
- [68] EISEN M, MOKHTARI A, RIBEIRO A. A decentralized quasiNewton method for dual formulations of consensus optimization [C]//The 55th IEEE Conference on Decision and Control, 2016:1951-1958.
- [69] SUN T, HANNAH R, YIN W. Asynchronous coordinate descent under more realistic assumptions [C] //Advances in Neural Information Processing Systems. Long Beach, CA, USA: NIPS, 2017:6183-6191.
- [70] XU J, ZHU S, SOH Y C, et al. Convergence of asynchronous distributed gradient methods over stochastic networks [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2018,63(2):434-448.
- [71] MODI P J, SHEN W M, TAMBE M, et al. ADOPT: Asynchronous distributed constraint optimization with quality guarantees [J]. Artificial Intelligence, 2005,161(1/2):149-180.
- [72] SILAGHI M C, YOKOO M. Nogood based asynchronous distributed optimization (ADOPTng) [C] //The 5th International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems. Hakodate, Japan: ACM, 2006:1389-1396.
- [73] ZHONG M, CASSANDRAS C G. Asynchronous distributed optimization with event-driven communication [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2010,55(12):2735-2750.
- [74] GODSIL C, ROYLE G F. Algebraic Graph Theory [M]. Berlin: Springer Science & Business Media, 2013.
- [75] CHEN C T. Linear System Theory and Design [M]. Oxford: Oxford University Press, 1995.
- [76] HORN R A, JOHNSON C R. Matrix Analysis [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- [77] BOYD S, VANDENBERGHE L. Convex Optimization [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
- [78] NESTEROV Y. Introductory Lectures on Convex Optimization: a Basic Course [M]. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2004.
- [79] BERTSEKAS D P. Nonlinear Programming [M]. Belmont: Athena Scientific, 1999.
- [80] ROBBINS H, SIEGMUND D. A convergence theorem for nonnegative almost supermartingales and some applications [M] // ROBBINS H, SIEGMUND D. Optimizing Methods in Statistics. New York: Springer, 1985:111-135.
- [81] YADAV V, SALAPAKA M V. Distributed protocol for determining when averaging consensus is reached [C] //The 45th Annual Allerton Conference on Communication, Control, and Computing. Monticello, IL, USA: IEEE, 2007:715-720.
- [82] MATTERN F. Algorithms for distributed termination detection [J]. Distributed Computing, 1987,2(3):161-175.
- [83] MANITARA N E, HADJICOSTIS C N. Distributed stopping for average consensus in directed graphs via a randomized event-triggered strategy [C] //The 6th International Symposium on Communications, Control and Signal Processing. Athens, Greece:

- IEEE,2014:483-486.
- [84] BAZ D. A method of terminating asynchronous iterative algorithms on message passing systems [J]. Parallel Algorithms and Applications, 1996,9(1/2):153-158.
- [85] XIE P, YOU K, WU C. How to stop consensus algorithms, locally? [C] //The 56th IEEE Conference on Decision and Control. Melbourne, Australia: IEEE, 2017:4544-4549.
- [86] JAKOVETIC D, XAVIER J, MOURA J M F. Fast distributed gradient methods [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2014,59(5):1131-1146.
- [87] CHEN A I, OZDAGLAR A. A fast distributed proximal-gradient method [C] //The 50th Annual Allerton Conference on Communication, Control, and Computing. Monticello, IL, USA: IEEE,2012:601-608.
- [88] SHI W, LING Q, WU G, et al. Extra: An exact first-order algorithm for decentralized consensus optimization [J]. SIAM Journal on Optimization, 2015,25(2):944 -966.
- [89] XI C, KHAN U A. DEXTRA: a fast algorithm for optimization over directed graphs [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2017,62(10):4980-4993.
- [90] XI C, XIN R, KHAN U A. ADD-OPT: accelerated distributed directed optimization [J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2018,63(5):1329-1339.
- [91] ZENG J, YIN W. Extrapush for convex smooth decentralized optimization over directed networks [J]. Journal of Computational Mathematics, 2017,56(6):381-394.
- [92] QU G, LI N. Accelerated distributed Nesterov gradient descent [J]. arXiv: arXiv: 1705.07176,2017.
- [93] TSIANOS K, LAWLOR S, RABBAT M G. Communication/computation tradeoffs in consensus-based distributed optimization [C] //Advances in Neural Information Processing Systems. Reno, CA,USA:NIPS,2012:1943-1951.
- [94] NEDIC A, OLSHEVSKY A, RABBAT M G. Network topology and communication-computation tradeoffs in decentralized optimization [J]. Proceedings of the IEEE, 2018,106(5):953-976.
- [95] DEAN J, CORRADO G, MONGA R, et al. Large scale distributed deep networks [C] //Advances in Neural Information Processing Systems. Reno, CA,USA:NIPS,2012:1223-1231.
- [96] LIAN X, HUANG Y, Li Y, et al. Asynchronous parallel stochastic gradient for nonconvex optimization [C] //Advances in Neural Information Processing Systems. Montreal, Canada: NIPS, 2015:2737-2745.
- [97] HOUSKA B, FRASCH J, DIEHL M. An augmented Lagrangian based algorithm for distributed nonconvex optimization [J]. SIAM Journal on Optimization, 2016,26(2):1101-1127.
- [98] BANKS H T, KUNISCH K. Estimation Techniques for Distributed Parameter Systems [M]. Boston: Birkhauser, 1989.
- [99] CATTIVELLI F S, SAYED A H. Diffusion LMS strategies for distributed estimation [J]. IEEE Transactions on Signal Processing, 2010,58(3):1035-1048.
- [100] LANGENDOEN K, REIJERS N. Distributed localization in wireless sensor networks: a quantitative comparison [J]. Computer Networks, 2003,43(4):499-518.
- [101] MOORE D, LEONARD J, RUS D, et al. Robust distributed network localization with noisy range measurements [C] //The 2nd International Conference on Embedded Networked Sensor Systems. Baltimore, MD,USA:ACM,2004:50-61.
- [102] MATEOS G, BAZERQUE J A, GIANNAKIS G B. Distributed sparse linear regression [J]. IEEE Transactions on Signal Processing,2010, 58(10):5262-5276.
- [103] VENKAT A N, HISKENS I A, RAWLINGS J B, et al. Distributed MPC strategies with application to power system automatic generation control [J]. IEEE Transactions on Control Systems Technology, 2008,16(6):1192-1206.
- [104] OLFATI-SABER R, MURRAY R M. Graph rigidity and distributed formation stabilization of multi-vehicle systems [C] // The 41st IEEE Conference on Decision and Control. Las Vegas, NV,USA:IEEE,2002,3:2965-2971.
- [105] LI S, KONG R, GUO Y. Cooperative distributed source seeking by multiple robots: algorithms and experiments [J]. IEEE/ASME

- Transactions on Mechatronics, 2014,19(6):1810-1820.
- [106] REN W, SORENSEN N. Distributed coordination architecture for multi-robot formation control [J]. Robotics and Autonomous Systems, 2008,56(4):324-333.
- [107] QIU Z, HONG Y, XIE L. Optimal consensus of Euler-Lagrangian systems with kinematic constraints [J]. IFAC-PapersOnLine, 2016,49(22):327-332.
- [108] ZHANG Y, DENG Z, HONG Y. Distributed optimal coordination for multiple heterogeneous Euler-Lagrangian systems [J]. Automatica, 2017,79(5):207-213.
- [109] KUTANOGLU E, DAVID WU S. On combinatorial auction and Lagrangean relaxation for distributed resource scheduling [J]. IEEE Transactions, 1999,31(9):813-826.
- [110] EASTON F F, MANSOUR N. A distributed genetic algorithm for deterministic and stochastic labor scheduling problems [J]. European Journal of Operational Research, 1999,118(3):505-523.

作者简介

谢佩（1992-），男，清华大学自动化系博士研究生，研究方向为分布式优化、学习及控制等，

E-mail:xie-p13@mails.tsinghua.edu.cn;

游科友（1985-），男，清华大学自动化系副教授，博士生导师，青年千人和优青，研究方向为网络化系统的学习、优化与控制及其应用，

E-mail:youky@tsinghua.edu.cn;

洪奕光（1966-），男，中科院数学与系统科学研究所研究员，IEEE Fellow和杰青，研究方向为多自主系统、分布式优化、非线性系统、社会网络、机器人等，E-mail:yghong@issa.ac.cn;

谢立华（1964-），男，新加坡南洋理工大学电气与电子工程学院教授，IEEE Fellow和IFAC Fellow，研究方向为鲁棒控制、传感器网络、网络控制系统、估计理论和信号处理，E-mail:elhxie@ntu.edu.sg.

A Survey of Distributed Convex Optimization Algorithms Over Networks

XIE Pei¹, YOU Ke-you¹, HONG Yi-guang², XIE Li-hua³

1. Department of Automation, Tsinghua University, Beijing 100084, China;

2. Institute of Systems Science, Academy of Mathematics and Systems Science, Chinese Academy of Science, Beijing 100080, China;

3. School of Electrical and Electronic Engineering, Nanyang Technological University, Singapore 639798, Singapore

Abstract: The distributed optimization problem is cooperatively solved by a network of agents, which has significant applications in the large-scale numerical computation, machine learning, scheduling, sensor networks and etc. The inter-action among agents is usually described by an algebraic graph, whose structure greatly affects the design and analysis of distributed optimization algorithms. This work focuses on the convex optimization problem and reviews the-state-of-the-art research on distributed optimization algorithms under both balanced graphs and unbalanced graphs, respectively. We also provide some remarks on the future directions and applications of distributed optimization.

Key words: distributed optimization; networked algorithms; network structure; multi-agent system

Citation: XIE Pei, YOU Keyou, HONG Yiguang, et al. A survey of distributed convex optimization algorithms over networks. Control Theory & Applications, 2018,35(7):918-927.

郑南宁：期待中国人工智能新未来



伴随计算机科技以及相关应用技术的发展，人工智能一词自从1956年在Dartmouth（达特茅斯）会议上诞生至今，人工智能理论和技术日益成熟，应用领域也不断扩大。这种承载了人类智慧的科技“容器”让许多专家学者倾注毕生精力，只为心中追求的“科技梦”早日实现。

2018年，正值中国改革开放40周年，国际在线陕西频道专访中国工程院院士、西安交通大学（以下简称“西安交大”）人工智能与机器人研究所所长、中国自动化学会理事长郑南宁教授，回顾他与人工智能科技相伴走过的岁月。

奋进崛起：改革开放带给一代人的机遇

“正因为有了改革开放，我们才能有进一步去国外学习先进科学知识的机会。可以说我个人的成长以及所从事的领域伴随着40年时间不断进步和变化。”说起改革开放，郑南宁感触颇深。

1978年，作为第一批考上研究生的高学历人才，郑南宁在西安交通大学深造模式识别与人工智能学科知识，获得工学硕士学位后前往日本庆应大学攻读博士学位。谈及选择去日本留学的原因，郑南宁表示80年代初期日本机器人领域无论从科学研究还是产业应用都处在蓬勃发展的阶

段，尤其是1981年日本经济通产省宣布的第五代计算机计划中提出要让计算机看字识图、理解人的语言、自然地与人进行交流的预期，给整个信息科学发展都起到巨大推动作用。这与美国的爱德华·费根鲍姆教授所出的《第五代计算机》一书中的发展预期以及1956年达特茅斯会议中提出的人工智能预期也十分一致。

在向当时世界先进科学知识学习的背景下来到日本求学的郑南宁，期待能够学以致用。到达东京的一瞬间，还是被眼前所见的一切深深震撼：“1981年到达成田机场，亲眼见到那里的高速公路、现代化机场、便捷的城市交通，走进大学感受先进的大学科技氛围都让我震撼不已。那种发自内心要为中华民族的复兴去学习的动力驱使我们这批人通过争分夺秒的研究学习来拿回我们错过的发展机会。”

通过4年时间的学习，郑南宁取得日本庆应大学工学博士学位并做短期的博士后研究就回到西安交通大学。“回到西安交大，我和我的硕士生导师宣国荣教授一直在思考，如何能够把所学知识转化，追上世界科技进步的步伐。1986年，在学校建设规划和导师的带领下，我们成立了人工智能与机器人研究所，至今为止的32年时间里，一批又一批交大人伴随着改革开放的步伐不断进步。”目前的西安交通大学人工智能与机器人研究所是“模式识别与智能系统”国家重点学科，作为培养高层次人才的重要基地，在郑南宁的主持下，结合学科发展前沿不断推进自主创新和获得民族自主知识产权，稳步向世界一流的科研机构迈进。

在郑南宁看来，40年时间改革开放更深层次的变化是中国整体科技进步以及高等教育的华丽转型。中国高校在承担国家的科技创新方面从没

有像今天这样扮演着如此重要的责任。如今学校把科学研究以及学生的创新能力放在非常重要的位置，学生在学好知识的同时能够了解当前的科技领域在发生着什么，通过科学研究的过程，更好的掌握知识。

追赶超越：从认识自身差距做起

随着时代以及学科的进步，不管是人工智能，还是深度学习；不管是机器算法，还是标签模型，这些晦涩难懂的字眼都逐渐从实验室走出来，一步步走近日常生活。医疗、车载、客服、政法、交通等各种领域的初步应用，都在证明人工智能的脚步离大家的生活越来越近。

多年来，郑南宁带领其研究团队对模式识别与智能系统、机器视觉与图象处理等重要领域的应用基础理论及其工程应用进行了长期、系统的创新性研究，为中国模式识别与人工智能和图像处理学科及工程技术的发展做出了突出贡献。在他看来，人工智能是一门综合性的前沿学科和交叉学科，其发展与信息科学、认知科学、神经生物学、心理学、数学等学科深度融合。现在的科学家、研究者们需要深入交流与合作，推进学科交叉，共建新一代人工智能交流学习平台。

发展人工智能一方面要踏踏实实积极推进基础理论研究，另一方面要重视人工智能在重大学科领域和工程中的实践应用。“从应用的层面，比如说语音识别系统、搜索引擎，电商平台等等大数据应用方面目前国内和国外总体来讲没有差距，甚至某些方面还走在前端。但是从未来发展看，在开发类似AlphaGo（阿尔法围棋）、IBM（国际商业机器公司）沃森等平台构建上还存在一定差距，想与国际一流水平并驾齐驱，需要相关科研机构、企业专注在基础研究层面，持之以恒的探索人工智能的新方法。”郑南宁表示。

传承创新：西安需发挥科教优势打造城市名片

2018年5月28日，随着在语音识别领域国家级骨干企业科大讯飞与西安市政府、西安高新区的正式签约，人工智能在西安的布局再落一子重棋。对于西安未来在

科技、人工智能方面的建设发展，郑南宁有着自己的看法：“在人工智能与城市发展、行业发展的深度结合应用上，西安还要和深圳、杭州、宁波等城市寻找差距，他们在新技术发展和整个社会经济产业转型方面结合的很好。虽然西安经济整体发展受地域影响比沿海地区稍微慢一些，但是我们有丰富的科教资源，这是一张独特的名片。打造好这张名片需要发挥的是类似西安交通大学、西北工业大学的高校科教资源，将学校先进科研成果在本地加大转化力度，培育出西安自己的阿里、讯飞等优秀公司，进一步驱动高校科研团队以及学生的综合能力培养，真正实现校企资源融合。”

据了解，西安交通大学为学生成为具有科学家素养的工程师奠定知识和能力基础，成立人工智能拔尖人才培养实验班。师资力量汇聚控制、计算机科学、电子、数学、生物学、神经科学领域的优秀教师以及其他高校教授、知名公司的研究员，共同推进人才的培养。日常教学的同时还设置游戏设计课程、天文学、生物学等知识学习，这样的人才培养才能让学生将“脑”与“手”结合，主动思考人工智能的未来发展以及如何动手创造实现。

“现在是一个非常好的时代，成功一定取决于自己人生追求过程中的态度，遇到困难的时候不要轻言的放弃它。只要踏实思考，结合自身兴趣从事行业，坚持自己的想法，当好的机遇来到时就能够抓住并取得成功。”郑南宁谈到对于年轻一代的建议时说道。

从1956年至今60多年时间，全世界科学家们一直在追逐着“人工智能梦”，从1978年至今中国改革开放40年时间里，像郑南宁一样的中国科学家也在通过实践探索着更广阔的科学世界。正如郑南宁多次表示：“未来，人工智能将渗透到生活中的各个角落，成为人们生活中不可或缺的组成部分。这样的改变将远超过去千年来所发生的变化。充分利用和发挥互联网大国的优势，把中国数据和用户的优势资源转换为人工智能技术发展的优势，深化人工智能技术的推广应用，才能做大做强我们自己的人工智能产业。”

（来源：国际在线）

张钹：走向真正的人工智能



近日，张钹院士为2018全球人工智能与机器人峰会（CCF-GAIR）作了题为“走向真正的人工智能（Towards A Real Artificial Intelligence）”的大会报告。以下为张钹院士所作的大会报告全文：

今天要讲的中心思想就是：我们现在离真正的人工智能还有一段很长的路。为了讲清这个思想，必须回答下面三个问题：第一，什么叫做真正的人工智能？我们的目标是什么？第二，为什么我们需要真正的人工智能？第三，我们如何走向真正的人工智能？

首先我们如何评价目前人工智能取得的成果，我们的评价很简单，针对这5件事：

第一是深蓝打败人类国际象棋冠军；第二是IBM在电视知识竞赛中打败了美国的前两个冠军，这两件事是一种类型，后面的三件事是另外一种类型；即2015年微软在ImageNet上做图象识别，它的误识率略低于人类。还有百度、讯飞也都宣布在单句的中文语音识别上，它的误识率也略低于人类。还有一个是大家非常熟悉的AlphaGo打败了李世石。这5件事情都是机器在一定的范围内超过了人类，那么如何来评价这5件事？

大家一致认为这5件事之所以成功，是由于

前面三个因素，一是大数据，二是计算能力提高，第三是有非常好的人工智能算法。这三个因素大家都讨论得非常多了，没必要我再来说，而现在要说的最后一个因素是被大家所忽略的，这个因素是——这所有的成果必须建立在一个合适的应用场景下。这5件事虽然领域很不一样，但是它们都

满足完全一样的条件，或满足下面的5个限制，首先必须有丰富的数据或者丰富的知识，如果这两件东西没有，或者很少，就不用来谈人工智能，因为无法实现无米之炊。人工智能唯一的两个资源，一个是数据，一个是知识。还有确定性信息、完全信息、静态的、单任务和有限领域。这5个条件里面任何一个条件不满足，现在的人工智能做起来就非常困难了。

那么这5个限制条件下的应用场景是什么样的应用场景？就是照章办事，不需要任何灵活性，这显然不是智能的核心。

我们现在分析一下上述5个场景。下象棋是完全信息博弈，信息完全和确定，没有问题。其次，它遵循着完全确定的游戏规则演化，我们把这种情况也叫做静态。Watson机器人也是这样，Watson是什么样的对话问题呢？它为什么选择知识竞赛呢？我们知道知识竞赛提的问题都没有二义性，都是明确的，它的答案总是唯一性的。所以这样的问答对机器人来讲是非常容易的。它涉及的领域虽然比较宽，但也是有限的，包括大家觉得很玄乎的围棋，也完全符合上面5个条件，所以对计算机来说也是很容易的。目前计算机打麻将就不行，因为牌类是不完全信息博弈，所以比棋类要难。总之，我们对目前人工智能取得的成果要有一个正确的评价。

目前的人工智能技术在以下领域都可以找到

它的应用，它们是交通、服务、教育、娱乐等等，但我要强调是这些领域里面只有满足上述5个条件的事情，计算机做起来才会容易，如果不满足这些条件，计算机就做起来就困难了。大家常常关心什么样的工作会被机器所替代，我可以明确告诉大家，满足这5个条件的工作，总有一天会被计算机取代，就是那些照章办事，不需要任何灵活性的工作，比如说出纳员、收银员等等。在座的所有工作都不可能完全被计算机代替，但不排斥你的工作中有一部分会被计算机取代，老师、企业家等的工作不可能被计算机完全代替。

为什么有这5个限制？原因在于我们现在的人工智能是没有理解的人工智能。

我们先看符号模型，理性行为的模型，举Watson的例子，它是个对话系统，我们现在所有做的对话系统都跟这个差不多，但是Watson做得更好些，它里面有知识库，有推理机制。沃森除了专家知识之外，还有大量互联网上大众的知识，还运用了多推理机制。那么Watson系统的体系结构里面有哪些知识呢？有很多，包括百科全书、有线新闻、文学作品等等。所有的知识用纸质来表示有2亿页，用存储量表示达到了4TB。它能回答什么问题呢？用它的例子来说明。第一个问题，1974年9月8日谁被总统赦免？这对美国人来讲很好回答，同样对计算机来讲也很好回答，你用这几个关键字“1974年9月8日”、“被总统赦免”，就能在文献里头查出来是谁，他就是尼克松。也就是说根据问题中的关键字，可以在已有的文献里头直接找到答案，这就是一般的网络检索方法。

第二个问题，荧光粉受到电子撞击以后，它的电磁能以什么方式释放出来？我们用“荧光粉”、“电子撞击”、“释放电磁能”等关键词，也可以找到答案：“光或者光子”。这种方法就是平时网络搜索的原理，应该说没有什么智能。

回答下面的问题就需要“智能”了，跟智利陆地边界最长的是哪个国家？跟智利有陆地边界的国

家可以检索到，它们是阿根廷和玻利维亚，但是谁的边境长？通常查不到。Watson具备一定的推理能力，它从边界间发生的事件、边界的地理位置等等，经过分析推理以后就可以找出答案，它就是阿根廷。下一个问题也属于这种性质，跟美国没有外交关系的国家中哪个最靠北，跟美国没有外交关系的国家有4个，只要检索就行了，但是哪个国家最靠北，没有直接答案，但可以从其它信息中推导出来，比如各个国家所处的纬度、气候寒冷的程度等等分析出来，答案是北朝鲜。

智能体现在推理能力上。但是很不幸，现在的对话系统推理能力都很差。Watson系统好一些，但也很有限。换句话说，我们现在的对话系统离真正的智能还很远。

我们通过索菲亚机器人就可以看出来，索菲亚的对话是面向开放领域，你可以随便提问，问题就暴露出来了。大家在电视上看到索菲亚侃侃而谈，问什么问题都能答得很好，这里面有玄机，如果你的问题是预先提出来的，因为里头有答案，因此回答得非常好，在电视上给大家演示的都是这种情况。

如果我们临时提问题，问题就出来了。这是一个中国记者给索菲亚提的4个问题，它只答了一个。“你几岁了”，这个问题很简单，它答不上来，它的回答是“你好，你看起来不错”，答非所问，因为它不理解你所问的问题。只有第二个问题它是有准备的，里面有答案，所以答得很好。“你的老板是谁”，这个肯定它有准备。第三个问题，“你能回答多少问题呢”？它说“请继续”，没听懂！。再问第四个问题，“你希望我问你什么问题呢”？它说“你经常在北京做户外活动吗”？这就告诉我们说，现代的问答系统基本上没有理解，只有少数有少量的理解，像Watson这样算是比较好的。

为什么会这样？也就是说我们现在的人工智能基本方法有缺陷，我们必须走向具有理解的AI，这才是真正的人工智能。我这里提出的概念跟强

人工智能有什么区别？首先我们说它在这点上是一样的，我们都试图去准确地描述人类的智能行为，希望人工智能跟人类的智能相近，这也是强人工智能的一个目标，但是强人工智能只是从概念上提出来，并没有从方法上提出怎么解决。大家知道强人工智能提出了一个最主要的概念，就是通用人工智能。怎么个通用法？它没有回答。我们现在提出来的有理解的人工智能是可操作的，不只是概念，这是我们跟强人工智能的区别。

人机对话的时候，机器为什么不能理解人们提的问题。我们看一个例子就知道了，我们在知识库把“特朗普是美国总统”这个事实，用“特朗普-总统-美国”这三元组存在计算机里面，如果你提的问题是“谁是美国总统”？机器马上回答出来：“特朗普”。但是你如果问其它有关的问题，如“特朗普是一个人吗”？“特朗普是一个美国人吗”？“美国有没有总统”？它都回答不了。它太傻了，任何一个小学生，你只要告诉他特朗普是美国总统，后面这几个问题他们绝对回答得出来。机器为什么回答不了后面的三个问题呢？就是这个系统太笨了，没有常识，也没有常识推理。既然特朗普是美国的总统，美国当然有总统，但是它连这一点常识的推理能力都没有。所以要解决这个问题，必须在系统中加上常识库、常识推理，没有做到这一步，人机对话系统中机器不可能具有理解能力。但是大家知道，建立常识库是一项“AI的曼哈顿工程”。大家想想常识库多么不好建，怎么告诉计算机，什么叫吃饭，怎么告诉计算机，什么叫睡觉，什么叫做睡不着觉，什么叫做梦，这些对人工智能来说都非常难，美国在1984年就搞了这样一个常识库的工程，做到现在还没完全做出来。可见，要走向真正的人工智能，有理解的人工智能，是一条很漫长的路。

这里介绍一点我们现在做的工作，加入常识以后，对话的性能会不会有所改善。我们的基本做法是建立一个常识图谱，用这个图谱帮助理解提出的

“问题”，同时利用常识图谱帮助产生合适的答案。

下面就涉及到具体怎么做了，我不详细说了，我就说结果，结果是有了常识以后，性能有了显著的改善，对话的质量提高了。这篇文章已经发表，有兴趣可以去阅读。

另外是准符号模型，深度学习、神经网络主要用来模拟感性行为，感性行为是一般很难采用符号模型，因为感性（感觉）没法精确描述。比如“马”，怎么告诉计算机什么叫做马？你说马有四条腿，什么叫做腿？你说细长的叫做腿，什么叫细？什么叫做长？没法告诉机器，因此不能用符号模型。目前用的办法就是我们现在说的神经网络或者准符号模型，也就是用人类同样的办法，学习、训练。我不告诉机器什么叫做马，只是给不同的马的图片给它看，进行训练。训练完以后，然后再用没见过的马的图片给它看，说对了，就是识别正确了，说不对就是识别不正确，如果90%是对的，就说明它的识别率是90%。后来从浅层的神经网络又发展到多层的神经网络，从浅层发展到多层有两个本质性的变化，一个本质性的变化就是输入，深层网络一般不用人工选择的特征，用原始数据就行。所以深度学习的应用门槛降低了，你不要有专业知识，把原始数据输进去就行了。第二个是它的性能提高很多，所以现在深度学习用得很多，原因就在这个地方。

通过数据驱动建立的系统能不能算是有智能呢？必须打一个很大的问号，就是说你做出来的人脸识别系统甚至识别率会比人还高，但是我们还不能说它有智能，为什么呢？这种通过数据驱动做出来的系统，它的性能跟人类差别非常大，鲁棒性很差，很容易受干扰，会发生重大的错误，需要大量的训练样本。我们刚才已经说过，给定一个图像库我们可以做到机器的识别率比人还要高，也就是说它可以识别各种各样的物体，但是这样的系统，我如果用这个噪声输给它，我可以让它识别成为知更

鸟，我用另外的噪声输给它，可以让它识别成为猎豹。换句话讲，这样的系统只是一个机械的分类器，根本不是感知系统。也就是说它尽管把各种各样动物分得很清楚，但是它不认识这个动物，它尽管可以把猎豹跟知更鸟分开，但是它本质上不认识知更鸟和猎豹，它只到达了感觉的水平，并没有达到感知的水平，它只是“感”，没有上升到“知”。我们的结论是，只依靠深度学习很难到达真正的智能。这是很严峻的结论，因为如果有这样的问题，在决策系统里头是不能用这样的系统，因为它会犯大错。我在很多场合讲过，人类的最大的优点是“小错不断、大错不犯”，机器最大的缺点是“小错不犯，一犯就犯大错”。这在决策系统里头是不允许的，这就显示人跟机器的截然不同，人非常聪明，所以他做什么事都很灵活，这就使得他很容易犯各种各样的小错。但是他很理性，很难发生大错。计算机很笨，但是很认真，小错误绝对不会犯，但是它一犯就是天大的错误。刚才把那个把噪声看成知更鸟，这不是大错吗？你把敌人的大炮看成一匹马，不是大错吗？但是人类不会发生这种错误，人类只会把骡看成驴，但是计算机的识别系统会把驴看成一块石头。原因在哪儿？原因还是AI的理解能力问题。

我们看自动驾驶，过去讲得很多，而且讲得很乐观，我们看看问题在什么地方。目前，我们通过数据驱动的学习方法，学习不同场景下的图象分割，并判别是车辆还是行人、道路等，然后建立三维模型，在三维模型上规划行驶路径。现在用硬件已经可以做到实时，那么，这样能不能解决问题？如果路况比较简单，行人、车辆很少，勉强可以用。复杂的路况就用不了。什么原因？非常简单，好多人总结出这个经验，行人或者司机都会有意无意破坏交通规则，包括外国人也一样，中国人更严重一点。这就使得数据驱动方法失效，比如说我们可以用数据驱动方法来了解各种各样行人的行为，我们可以通过大量进行训练，都训练完以后，如果出现新的情况呢？计算机能理解这是人从底下钻过来，很危险吗？所以你不可能把所有情况都训练到。自动驾驶不可能对付突发事件，如果这个突发事件它没见过，它就解

决不了。怎么来解决问题呢？实际上就是要解决从“Without”到“With”理解的问题。人工智能现在有两种基本方法，一种是用符号模型来模拟理性行为，符号模型可以表达信息的内容，所以它是在一个语义的符号空间里头，但是非常不幸，这个离散的符号表示，数学工具很难用，很多数学工具用不上去，所以它发展很慢。在模拟感性行为的时候，我们用的是特征空间的向量，向量就是数，可以把所有的数学工具都用上，优化的工具、概率统计的工具全部用上。所以数据驱动方法这几年发展非常快，再难的问题，下围棋非常难吧，计算机也可以“算”出来。但是它有一个非常大的缺陷，它是在特征空间里，缺乏语义。我们用数据去训练一个模型，所谓“黑箱学习法”，加上你的数据质量不高，很难学出有用的东西。什么叫概率统计？重复多了就是真理。如果数据质量差，充满了“谎言”。谎言重复多了，就变成真理了。

我们现在想出的解决办法是这样的，就是把这两个空间投射到一个空间去，这个空间叫做语义的向量空间。也就是说我们把符号变成向量，同时把特征空间的向量变成语义空间的向量。怎么做？一是通过Embedding（嵌入）把符号变成向量，尽量保持语义不变，可惜现在的方法都会引起语义的丢失，我们只能在投射的过程中让语义丢失得少。第二方面做的工作比较少，就是Raising（提升），把特征空间提升到语义空间去，这主要靠学科交叉，靠跟神经科学的结合。只有这些问题解决以后，我们才能够建立一个统一的理论，因为过去的感知和认知是不同的处理方法，大家说不到一块，如果我们能够投射到同一空间去，我们就可以建立一个统一的理论框架，这是我们的目标。在语义空间处理就可以解决理解问题，但是这项工作是非常艰巨的。

介绍一项我们现在做的工作。人工神经网络为什么不能得到语义信息呢？人脑的神经网络为什么可以呢？差别就在这里，我们现在用的人工神经网络太简单了，我们正想办法把脑神经网络的许多结构与功能加进去，我们这里只用了“稀疏发电”这一性质，就可以看出一些效果，人脸、大象或者鸟的轮廓，神经网络可以把它

提取出来。

还有一个办法就是把数据驱动跟知识驱动结合起来。刚才讲了，人的智能没法通过单纯的大数据学习把它学出来，那怎么办？很简单，加上知识，让它有推理的能力，做决策的能力，这样就能解决突发事件。我们现在做的工作就是把这些结合起来，这是我们的基本思路，知识也好，数据也好，都投射到同一空间，然后都用同样的数学方法进行处理，这方面我们已经做了不少工作。

最后做一个总结，我们从一个坐标看人工智能，横轴代表领域的宽窄，从单领域到多领域、到开放领域。纵轴代表信息的确定性与完全性，从完全到不完全、从确定到不确定。在左下角代表最容易的，就是刚才讲的符合5个条件的，现在人工智能在这部分解决得非常好，我们用白色来表示它，AlphaGo在这里，深蓝在这里，工业机器人在这里。现在我们正在向灰色地区去走，打牌，信息不完全，现在打德州扑克，一人对一人，计算机能战胜人类，多人对弈，计算机还不行，这是灰色地带，我们还可以做，为什么可以做？尽管打牌是不确定的，但是它在概率意义下是确定的，你拿的这副牌的概率，可以算出来，同花的概率是多少，排成顺的概率是多少，既然概率能算出来，最终人类肯定会被计算机打败。Watson在右边，它的领域比较宽，但是它是确定性的，所以是在灰色的区域。往右上方去就比较难了，自动驾驶、服务机器人、大数据分析，它是一个大框，有的简单，有的困难，就自动驾驶来讲，专用道、行车很少，路况简单等，在白色或者灰色区，如果路况复杂就到了黄色区域，黄色区现在计算机还解决不好。最远的在哪儿呢？右上角，图灵测试。大家对图灵测试有很多误解，其实图灵测试是开领域问答，很难！索菲亚做得怎么样？很糟糕。自然语言理解也在这里，复杂环境下的决策在偏左一点的地方，这也是很难的。所以我们人工智能现在是从左下角往右上角走，我们现在处在出发点附近。有的人想把它用一些名词来区分人工智能的不同发展阶段，有专家问我，你

的看法怎么样？我建议不要用新词，用新词往往说不清，很麻烦，有的人说现在是弱人工智能，以后是强人工智能，也有人说现在叫增强智能（Augmented Intelligence）也是AI……概念太多说不清，还是简单一点，“我们正在通往真正AI的路上”，现在走得并不远，在出发点附近，人工智能永远在路上，大家要有思想准备，这就是人工智能的魅力。大家为什么这么重视人工智能？因为我们永远在路上，这就吸引我们去解决这些问题，这些问题一旦解决了，人类的社会进步、人类的生活就会发生本质上的改变。

最后我用中文写最后一段作为总结，可惜我翻译不了。

周穆王西巡狩，路遇匠人名偃师。翌日偃师谒见王，偕来一个假人。“趋步俯仰，信人也”。“领其颡，则歌合律；捧其手，则舞应节。千变万化，惟意所适。王以为实人也，与盛姬内御并观之，技将终，倡者瞬其目而招王之左右侍妾。王大怒，要杀这个偃师。偃师大惧，立剖其倡者以示王，皆傅会革、木、胶、漆、白、黑、丹、青之所为。穆王始悦，诏贰车载之以归。

这是3000年前我们古人对机器人的想象，看看现在的人工智能做得怎么样呢？索菲亚是我们现在达到的水平，可是她不会唱歌、不会跳舞，只会说英文，周王也听不懂，肯定没有印象。现在我们假设索菲亚“瞬其目而招王之左右侍妾”，向周王的姨太太们送去秋波，王会如何呢？我认为没反应，因为索菲亚是女的，他用不着吃醋。但是我们假设索菲亚“瞬其目而招王”，向大王送去秋波，王会大悦，立即神魂颠倒，坠入爱河？我认为不会，因为索菲亚根本不像人，它最近才刚刚安上手脚，走路都不利索，怎么行呢？所以我的结论是，“索菲亚通不过穆王的测试，当然它更通不过图灵测试”。

我们的结论是什么？人工智能刚刚起步，离真正的AI还很遥远，大家共同努力吧，我们任重道远。

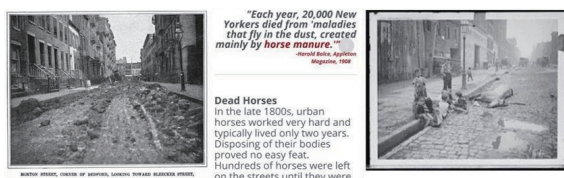
（本文为作者在2018全球人工智能与机器人峰会上的所作报告，经雷锋网整理）

王飞跃：平行驾驶与平行交通

——避免智能交通中的“马粪”问题

警惕无人车与智能驾驶中的“马粪”问题

王飞跃教授以他多次提到的马车时代向汽车时代转变的例子来映射当下正在经历的汽车智能化变革。他说：“当马跟车混起来开的时候，车开快了马会受惊，会出事故。无人车跟有人车在一起开，无人车开100、200、300公里的时速，不是马受惊，而是人受惊。”王教授喜欢做这种类比，就像他相信关键小数据的重要性一样，未来无法预知，但是一些有规律的小数据总会帮助我们还未发生的事情做出先验的判断，这可能就是我们俗语中“吃一堑，长一智”中的智之所在。



然而，在马车时代我们吃了太多“堑”。上世纪末，马作为主要的交通工具，随之而来的却是无法分解的马粪，这个问题困扰了当时人们很多年，甚至有专门国际会议来研究当时面临的“马粪危机”。在马车时代，我们没有成功解决马粪问题，然而汽车的普及，所有问题都不存在。而在人工智能时代，当我们研究讨论如何解决车辆的无人驾驶问题，车辆武装上了高线束激光雷达等传感器感知，配上“足够算力”的计算单元，优化算法，把一辆辆汽车改装成繁杂的智能体搬到了马路上，仍无法避免无人车在长时间内不出现事故。这是否正是当下遇到的“马粪

问题”？王教授说：“有人驾驶、远程控制、网络车和无人车需要统一起来，成为平行驾驶，如果你硬要分开，对我来说就是马粪问题。”而且，平行车和并行驾驶的最大好处之一，就是把过去在物理世界吃一“堑”，虚拟世界长一“智”，变成在虚拟世界吃“堑”，物理世界长“智”。

智能车辆研究第一阶段：自动驾驶

王飞跃教授的研究是从机器人开始，到空间的机器人，再到月球上的无人车，火星上的无人工厂，再到矿山上进行推土、装载的无人车，一直到现在的民用无人车。经过多年研究，他总结无人车想要在路面上开，还未达到非常智能的程度，但这项技术仍有前景。20多年前，其团队研发了VISTA Car，甚至不用GPS和LiDAR，只使用摄像头和雷达，成为世界上唯一一个在美国51号公路上进行单车演示的团队，当时时速是120公里，测试点就在今年三月Uber发生致命事故的地方。最初它只是一个工程项目，对研究控制的人来说，这不是一个太难的问题，连PID都不需要，只用PD就足够了。

当时最大的问题就是环境感知问题，这才是利用有限的资源去实现车辆的智能自动化控制之关键。几年后，这段研究被王教授当时的研究生、现清华大学副教授李力总结成其博士论文并写成一本书《智能汽车：先进传感与控制》，于2007发表，成为第一部英文智能车技术专著。书中提出的许多观念，现在还没有人实现。2015年之前，这本书并没有太大的销量，当时的人们可

能不会想到，10年后的今天，无人驾驶技术竟变得如此火热。



在2002年，原定于中国举办IV 2006，但到了2003年，日本提出异议，他们认为中国的汽车市场规模较小，当地人对无人车、智能车大会不会感兴趣，建议大会移至日本召开，IEEE ITS委员重新进行了投票，最终决定不在中国开。一直到2009年，IV大会才到中国西安举办。为了提高国内对自动驾驶技术的研发热情，2009年IV大会举办期间，在郑南宁院士及王飞跃教授的共同倡导下，创办了中国智能车未来挑战赛，至今已经连续举办了10年，这一赛事现在已经成为了国际上历史最久、规模最大、水平最高的无人驾驶赛事。

中国研究无人车的创业者，大部分都是从这一赛事中产生的。挑战赛的最初两届都在西安举行，第一届只有6部车参赛，人走的比车开的快，车速不及人步行的速度；第二届就变成人跑的比车开得快，参赛车的车速不及人跑步的速度。在第二届挑战赛上，还增加了交通标志识别测试，当时没有一个车队通过测试。到了2011年、2012年，挑战赛在内蒙古举行，虽然当时无人车的车速已经很高了，但是水平还有待提高。从2013年开始，这一赛事就固定在常熟举办。挑战赛按4S评判：安全（Safty）、舒适（Smoothness）、快速（Sharpness）、智能

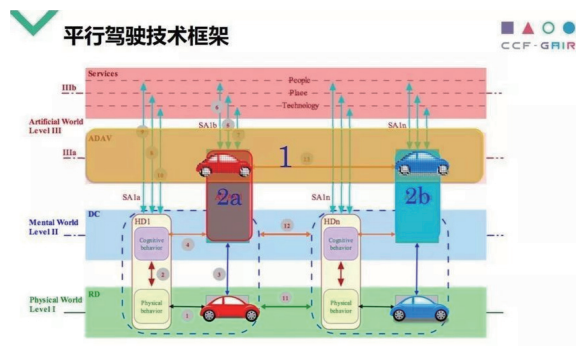
（Smartness）。参赛者还需要在城市环境、郊外环境、高速环境上进行测试。

“最大的变化是从2014年开始的，当年的赛事吸引了许多创业者、企业的目光。2015年，开始有人向我打听参赛车队中是否有人才可以跟他们一起创业。在这批初创公司中，我最熟悉的是慧拓和驭势。”谈到此处，王飞跃教授激动地说，“之前，没有一个科研单位曾写出过如何测试、如何评价车辆智能水平的科学文章，而这个赛事已经产生出了三篇此类文章。”

今年是IV会议第二次在中国举办，此次大会的论文投稿数、参会人数、注册的人数都是历届最多。此次参会的每个外国人都认为大会办得非常成功，从来没有见过这么大的规模。明年大会要在巴黎开，法国人表示“亚历山大”。

智能车辆研究第二阶段：平行驾驶

无论是中国智能车未来挑战赛，还是之前Vista Car，其实都是在单车上做的研究。然而，未来我们必然会经历一段有人驾驶汽车、智能车、无人驾驶车等从L0到L5级别车辆混合行驶的阶段，不同车辆之间会产生无数种场景，无人车在遇到这些未曾经历过的驾驶场景时，势必会产生安全问题。如何把这些车辆统一起来？

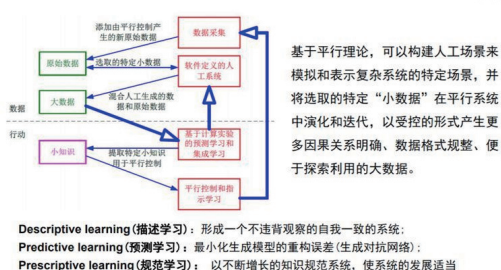


王教授提到：“2005年我提出要做一个”车内简单、车外复杂“的虚实互动网络化平行智能驾驶系统，当时还没有云端的概念，要软件定义的汽车（人工汽车）和物理汽车一起开，而且一

部物理汽车要对应三部软件汽车：一部用来做描述，与物理车通过无线传感网联在一起，描述车辆的即时状态，不论开到哪里都受监护；一部用来做预测，前方道路是否发生事故，是否拥堵，预测车辆都能提前预测；还有一部用来做规划和引导，给你提方案，怎样路线最好，最省油，最节约时间。”这些虚实车构成平行车，相应的驾驶方法就是平行驾驶。

平行驾驶理论是基于信息物理社会系统（CPSS）通过将人工系统与真实系统虚实结合起来，它利用ACP（Artificial societies, Computational experiments and Parallel execution）方法，通过人工系统对实际无人车和路建模，构建软件定义车辆及车路系统，同时建立控制计算中心，对无人车和道路采集的真实数据及人工系统的虚拟数据进行联合优化，保证无人驾驶更高级别的安全性，同时对单车进行相应的改造，从而降低车辆成本。平行驾驶充分利用了全球数字化及信息化资源，将云端、道路及车辆上的资源无缝衔接，充分考虑安全性、舒适性、敏捷性和智能性等指标，将物理、社会、信息空间打通，从而有效保证车辆行驶安全与最优行车体验，最终实现可靠、舒适、快速的平行驾驶。

平行驾驶技术发展-平行学习

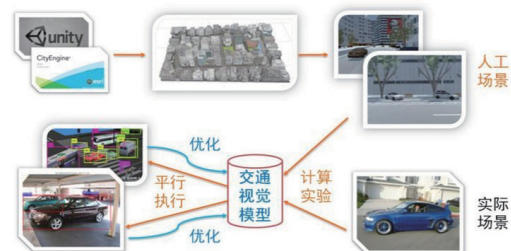


同时，无人车通过计算实验的方式把小数数据导成大数据，大数据导成小智能，核心就是平行学习。基于平行理论，可以构建人工场景来模拟和表示复杂系统的特定场景，并将选取的特定“小数据”在平行系统中演化和迭代，以受控的

形式产生更多因果关系明确、数据格式规整、便于探索利用的大数据。

平行驾驶技术发展-平行视觉/平行感知

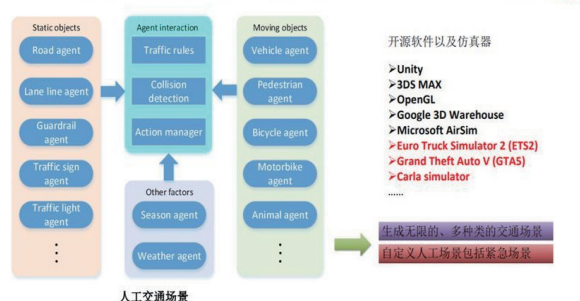
针对视觉计算研究中存在的实际数据获取和标注成本高、难以覆盖复杂环境、极端场景样本稀少、训练的模型适应性差等问题，提出了平行视觉研究思路



视觉也是平行的，无人车在物理世界开，先在人工世界试开，“在人工世界吃一堑，物理世界要长一智”。平行视觉研究思路是针对视觉计算研究中存在的实际数据获取和标注成本高、难以覆盖复杂环境、极端场景样本稀少、训练的模型适应性差等问题提出的，采用Agent建模方法，模拟北京中关村区域和常熟智能车测试区域，在计算机上建立人工场景，设计丰富典型的环境条件和目标运动，生成带详细标注信息的图像数据集。

有了虚实互动的平行理念，感知、规划、网络、转向控制、测试都需要平行。“物理信号之外还要有社会信号、精神信号，还有情感信号，驾驶员、人机因素，以后人机因素多了，远端的人机因素，车内外的人机因素都要考虑。所以最后至少是四胞胎，双胞胎是不够的。”

平行驾驶技术发展-平行规划



平行驾驶的应用

很多人听到这样的“平行驾驶技术架构”，“数字四胞胎”，“虚实互动”……第一反应是“这么庞大的工程该如何落地？”王飞跃教授也列举了一些具体的实例。

平行驾驶技术应用-平行驾驶3.1

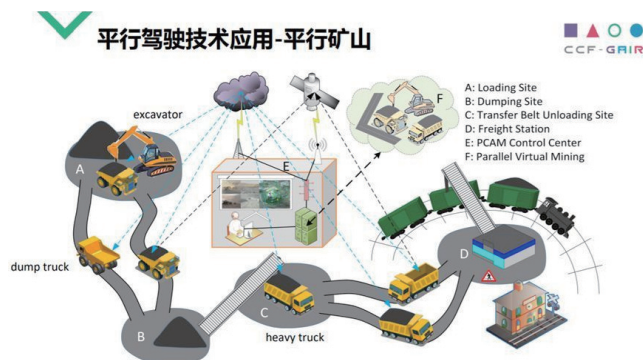
(Released in 06/2018)



慧拓智能机器有限公司（VIPioneers）是一家以ACP平行理论为基础，致力于新一代云端化智能网联自动驾驶技术的研发及产业化的公司。今年3月18号，慧拓在中国智能车综合技术研发与测试中心（常熟）发布其“第三代平行驾驶系统”，公开演示了“驾驶员”如何利用平行驾驶管控中心的遥控驾驶系统中远程管理并控制在真实道路上行使的多辆无人驾驶车。6月30日，在IEEE IV 2018 On-Road Demonstration国际智能车联合道路演示上，他们给全世界展示了平行驾驶3.1版，现场演示了一般交通场景响应式接管、紧急交通场景主动接管、主动避障、中心驾驶员实时状态检测四个部分。围绕“平行驾驶”框架的平行驾驶3.1系统，通过平行驾驶管控平台流畅的管理多台无人车，让无人车更安全平稳的在道路上行驶，这无疑是自动驾驶技术的落地提供了一种安全、可靠、高效的实施方案，实现道路上混合车辆系统（有人驾驶、自动驾驶、无人驾驶）的安全平稳智能管理，同期也成立了一个国际平行驾驶联盟（iPDA），由18所学校参加进来共享数据。

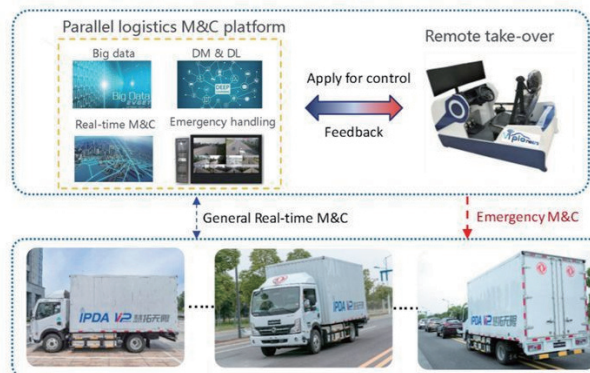
对无人车真正刚需的场景可能是矿山，矿山中使用的卡车非常昂贵，一部就要上百万美元，实现了自动

平行驾驶技术应用-平行矿山



化才能更高效，让软件定义的矿山与软件定义的大卡车，跟物理矿山和物理汽车一起运营。王飞跃教授表示：“慧拓已与中国最大的矿山卡车公司合作，后来也进入了物流领域，给东风提供平行物流的应用。物流、矿山这些场景有三合一的特色，即平常的运维、监控、应急三合一，非常适合应用平行驾驶。”

平行驾驶技术应用-平行物流



中国科学院自动化研究所、清华大学、西安交通大学联合研发了虚实结合的无人驾驶车辆平行测试平台。该平台建立了实际测试场地和任务的精确监控系统，利用高精度地图和高精度差分GPS记录车辆动态数据，通过车内和车外的视频监控采集驾驶环境数据，基于4G和V2X通讯实时传输这些监控数据，在云平台储存和分析数据和评测任务的执行情况。在这些数据的基础上，便捷地建立虚拟测试空间和任务。通过虚拟测试和实际测试的互动，不断迭代更新，提高虚拟测试中Agent行为的真实性，更好的拟合人类驾驶员、行人

等和受试车辆互动行为。在对应的虚拟空间中，利用对抗式生成网络和平行学习的方式快速生成更多具有挑战性的测试任务，并通过虚拟测试探查当前的车辆智能系统面对这些测试任务的反应和结果。该系统在2017年中国智能车未来挑战赛中首次实战应用，虚实结合的无人驾驶车辆平行测试平台的这些优势已经得到了充分的体现。

“慧拓现在跟吉利汽车在宁波有五六千亩的测试基地，其中有1000多亩就是做虚实结合的，其它的部分做传统的测试。平行测试，要在虚拟空间吃一堑，要在物理空间长一智。基金委就此设了一个重大的项目，这个项目已顺利完成并被评优，因为确实它的效率很高，近年来连Google也开始采用，已成世界趋势。”



王飞跃表示，平行驾驶是在有人驾驶、无人驾驶、远程控制、网络驾驶之上的驾驶方式，平行驾驶中，驾驶的过程就是产生数据的过程，它把物理传感器获得的关于路况、关于车辆服务、关于车辆状态的信息，进一步加工，把这些物理世界得来的这种小数据，通过计算实验的方式，扩展成大数据，再用智能方法把这些大数据提炼成针对具体问题、具体服务的小智能、小规则、小知识，完成出行的智能控制，智能管理，让出行变得安全、舒适、敏捷、智能。平行驾驶的商业化应用过程中，应从小处入手，选取特定的场景比如园区、小区、港口、特种行业，行业也可以涵盖物流、配送、矿山等。

平行交通与智慧城市

谈到未来的智能交通，王教授提到：“目前交通

正在走向交通5.0。最初，交通5.0是指城市交通、公共交通、静态交通、物流交通，以及社会交通一体化。但后来IEEE专委会讨论认为，应该从以前的机械化、电气化，信息化、网络化，进入到平行化，平行化就是智能化的技术途径。智能只是一个概念，如何实现虚实互动的平行智能，是我们需要思考的问题。

平行交通，是我们最早开始的切入点，即软件定义的交通系统，人工交通系统与物理交通系统合二为一。这一系统平常可以用来进行训练、培训，还可以进行实验与评估。例如产生一个人工交通事故，通过观察这个人工交通事故的传播与影响，我们可以制定相应预防和解决措施。

在修路之前，我们也可以先在系统上修一条人工路，进行计算实验，观察道路的通行效果、最佳位置。而不是按照现在的经济利益，拍脑袋决定。也不是让人工交通逼近实际交通，而是让实际交通逼近人工交通，使之更加高效。针对平行交通，我们提出”五位一体“的应用，后来国家也对这个方案表示认可，成为发改委和交通部联合推出的青岛”多位一体“平行交通运行示范项目。

总结起来，当人有路权的时候，我们只能住在山洞里，住在树上，当马有了路权的时候，我们有了村落、乡镇，当车有了路权的时候，我们有了今天的大都市，只有当无人车有了路权，我们才能真正走向智能城市、智慧社会。将来，不仅会有交通的控制中心TOC，还会有车辆运控中心VOC，严格控制车辆上路，它将变得更加安全，甚至消除事故伤亡。”

最后，王飞跃教授用他曾在智能交通学会的理事会上的发言鼓励年轻人：“We should be the force to force others to change. For that, we must have and keep our own identity. 我们需要我们自己的担当，特别是在座的年轻人，如果你们都顺着旧的思维，社会就不会有进步，那还谈什么创新呢？我希望年轻人能够有自己的担当，改变这个社会。”

（本文为作者在2018全球人工智能与机器人峰会上所作报告，经智车科技整理）

打破霍金预言，AI真的会是人类的终结者吗

悲观的预言

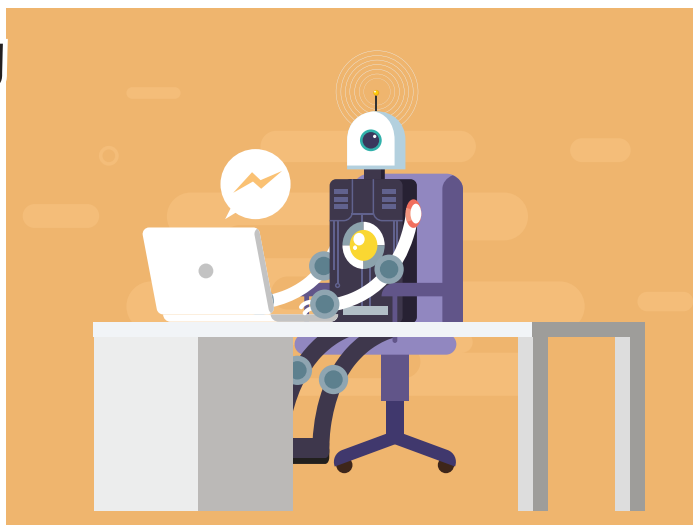
人工智能（Artificial Intelligence，AI）是指人们所制造的机器能够体现的智能，主要通过计算机程序代码来实现这种类人智能技术。自从1955年约翰·麦卡锡在一次访谈中提出了这个词，近几十年来，随着计算机科学的快速发展和高级算法以及编程语言的不断完善，AI逐步开始接近人类在某些方面处理问题的能力，并迅速得到全球的关注。谷歌、百度、Facebook等互联网巨头都斥巨资开发人工智能和相关的服务，AI成为了现代人类生活中无法忽视的一个因素。

但是，在AI发展一片欣欣向荣的景象中，传奇物理学家斯蒂芬·霍金却对未来AI和人类的关系充满了担忧。他认为AI可能是人类文明历史中最糟糕的发明，担心AI终将取代人类。他曾多次公开表示：“彻底开发人工智能可能导致人类灭亡”。

不仅是霍金，处于风口浪尖的“钢铁侠”设计者埃隆·马斯克以及微软创始人比尔·盖茨，也都警告过要注意AI的“危害”。MIT的教授以及几名来自美国三大互联网巨头谷歌、IBM和微软的企业员工等，也曾联名写过公开信，表达AI未来会影响人类安全问题和福利问题的忧虑。

关键的“技术奇点”

按照霍金的说法，AI在初级发展阶段的确可以为人类生活带来极大的便利，但是，机器将可能以不断加快的速度重新设计自己，“如果人类能够写出计算机病毒，那么也能够设计出能够自我复制的AI”，而人类则受制于生物进化速度，在智能的演进速度上根本无法与之竞争，使得人类最终被AI超越。科学界将这种AI全面超越人类智慧的转折点称之为“技术奇点”。



具体的“技术奇点”含义是指，当广义上的AI拥有了“自我进化”的能力或者当“机器能生产更加聪明的机器”这种情况得以实现，因为技术进化的速度会远远高于生物进化的速度，所以在AI和人类智慧的比较上将会产生滚雪球的效应，AI会不断进步并且发展得越来越快，并最终迅速超越所有人类智能的总和。超越这个“技术奇点”以后，AI会迅速超过人类可以控制甚至理解的范畴，当机器运行的原理不为人类所掌握，人类也就无法控制机器的运行，因此在突破了奇点之后，人类的命运也就将不会完全掌握在自己的手中。

AI终结人类的必要条件

但是，当AI已经全面超过了人类智慧之后，就一定代表AI会采取措施终结人类的生存吗？这个问题值得我们好好思考，因为人类对于强于自己甚至是有可能强于自己的事物怀有深深的担忧和敌意，当然这也是人类的自我防卫机制的本能反应，不过这种主观的本能反应，会深刻地影响我们对于形势的判断。

从逻辑上说，要独立解决任何问题，需要有两个必要条件，即解决问题的能力 and 解决问题的动机，前者为个体所具有的“能力”，而后者可称为个体的“意识”。因此，对于“AI会不会成为人类终结者？”这个问题，我们把它拆成两个主要部分：第一，AI能不能具备终结人类的能力？第二，AI会不会有终结人类的意愿？

根据目前AI的发展情况，从解决问题的能力角度来看，AI的智能全面超越人类智慧是大概率事件。目前在人类日常生活中能遇到的所有问题中，有80%以上的问题我们已经能够通过设计出超过人类智慧的AI来更高效地解决。二十年前的两次世界象棋“人机大战”与2015年AlphaGo连续战胜多位围棋九段高手的对比，便是AI在能力上快速扩张和快速超越人类的典型案例之一。

但是，对于AI是否有终结人类的意愿，或者说未来的AI是否能拥有意识，便完全是另外一事情了。按照达尔文的进化论假说，解决问题的意识来源于生物的应激性，并且通过“遗传变异+进化优势”这种模式增大基因延续概率，从而慢慢发展而来。在这里，有两个条件是必须具备的：第一，该个体具有随机变异机制的基因系统；第二，该个体具有能够保留有利基因、消灭不利基因的内在环境。

但是，这两个条件目前AI完全不具备，虽然目前AI界的“强人工智能”概念便是制造出真正能推理和解决问题的、并且是有知觉和自我意识的智能机器，但是AI界甚至哲学界都对这一论题进行了激烈的可行性争论，而研究还没有实质的进展。即使未来AI科学家取得突破并使得AI系统具有发展自我意识的前提条件，AI是否能在短时间内达到生物界数十亿年自然进化的效果、获得有效的意识，也很难预料。

更进一步，就算AI具有了可以自我控制的意识，我们并不能断定AI就会有终结人类的意愿。首先从能力上，人类并不会威胁到AI的生存，因为人类智慧根本不可能和已经具有自我意识的AI抗衡，也就不会对AI造成实质性的威胁从而形成敌对关系；其次在生存环境上，AI以机器为载体，上可翱翔太空下可潜入水底，而人类还需要呼吸氧气，也就不会和AI存在利益冲突。因此AI和人类之间，并没有一定会发生矛盾甚至战争的诱导因素，AI也就没有终结人类的意义。

未知的未来

通过上面的分析，AI直接发动战争灭绝人类的可能性非常小，但是在未来社会，AI却也许会用别的方式毁灭人类而无需产生自我意识。最典型的，就是AI会深刻地改变人们的工作和生活方式，引起人类社会的混乱和矛盾，从而借人类自己的手将人类自己毁灭。

目前这种AI威胁论甚嚣尘上，很多著名学者都预测人类的很多职业都将被AI所取代，造成大量工人的失业，从而使得社会面临动荡和冲突的危险。这就需要未来人类在面对这种生活巨变的时候，能够正视变革、摆好心态，找准自己的位置，各展其才，各尽其用，在这变革的洪流中挖掘自身更大的力量和价值。

（来源：科普中国网）

致歉说明

因编辑工作失误，2018年6月刊“观点”栏目题为《如何培养人工智能人才——从平行教学到智慧教育》的文章，系“王飞跃”独立撰写，而非“袁勇，周涛，周傲英，段永朝，王飞跃”联合撰写。本刊编校过程中，未进行核查，严格把关，由此给作者本人、读者及相关单位造成的损失，我们深感抱歉。在今后工作中，我们将进一步加强编审工作，提高编校质量，杜绝此类情况发生。

我们改正编辑错误后，重新印刷了该期杂志。读者有意愿换取新刊的，请与期刊编辑出版处学会办公室联系：010-82544542。

机器人“智商” 越来越高

在2018世界机器人大会上，机器人前沿技术和产业发展话题引起社会关注。我国机器人产业现状如何？呈现出哪些趋势和特点？还有什么发展短板？应当怎样抓住下一代机器人发展机遇？

工业机器人、服务机器人、特种机器人发展较快，应用场景不断丰富

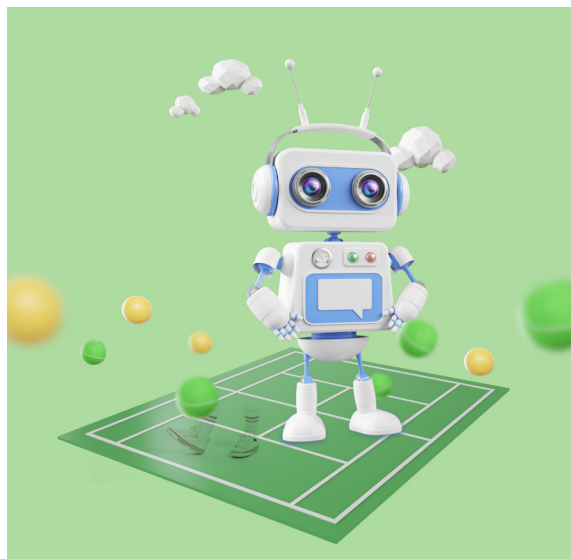
与消费者所说的机器人不同，行业内一般将机器人分为工业机器人、服务机器人、特种机器人三类。工业机器人主要从事焊接、搬运、码垛、包装等，服务机器人则在教育、医疗、金融、物流等领域提供服务，特种机器人的优势是能在应急救援等高危环境下工作。

在2018世界机器人大会上，中国电子学会发布的《2018中国机器人产业发展报告》（以下简称《报告》）显示，2018年全球机器人市场规模将达到298.2亿美元，其中工业机器人占将近六成。

汽车制造、金属制品加工和电子是工业机器人传统的应用领域，近年来随着工业机器人技术和工艺日趋成熟，应用逐渐向家具家电、五金卫浴、食品饮料等领域延伸。

“过去工业机器人的应用主要集中在汽车制造这样的高端产业，如今已经涉及国民经济39个行业大类和110个行业中类，足够大的应用领域是机器人技术发展的市场基础。”新松机器人自动化股份有限公司总裁曲道奎说。

在2018世界机器人大会展厅，一家公司推出的全球首款五星级服务接待机器人引来不少观众围观体验。工作人员介绍，这款机器人融合了先进的人脸识别、语言识别、室内导航等智能感知系统，可以完成前台接待、自动巡逻、拍照合影



等服务功能。

相比工业机器人，服务机器人近年来发展较快。专家表示，这主要是由于人工智能的发展，语音理解、视觉识别的嵌入让服务机器人更“聪明”了。服务机器人将是机器人未来的热点，这其中养老型服务机器人需求较大，而以康复机器人、早教机器人、跳舞机器人等为代表的家用服务型机器人也正在兴起。

起飞重量可达到3吨，续航时间达到30小时，最大航速可达到300公里/小时……这是中航智在大会上展出的无人机T333，它是目前我国最重的一款无人直升机，也是世界上所有直升机中续航时间最长的。工作人员介绍，T333可用于灾难救援、线路巡查、地质勘察等人力难以完成的工作。

特殊环境作业的需求助推了特种机器人的迅速发展。《报告》指出，当前特种机器人已经能够完成定位、导航、避障、跟踪、场景感知识别、行为预测等任务。

北京航空航天大学教授王田苗介绍，工业机器人已发展了几十年，当前世界各国依然高度重视，因为它是智能制造的重要基础之一，在万物互联的背景下，能有效带动制造业提质升级。此

外，机器人技术衍生的服务机器人，未来还将从社会公共服务领域走进家庭，将广泛影响人们生活。

机器人技术创新主要围绕人机协作、人工智能和仿生结构展开

机器人技术涉及工程材料、机械控制、传感器、自动化、计算机、生命科学等各个方面。当前，机器人基础与前沿技术正在迅猛发展，相关学科在相互交流中加速融合。《报告》指出，目前关于机器人技术创新趋势主要围绕人机协作、人工智能和仿生结构三个方面展开。

在大会展厅，国内首台7自由度协作机器人——新松协作机器人引得参观者不停询问。新松机器人工程师陈文介绍，相比传统工业机器人，它更小、更轻也更灵活，同时兼具牵引示教、视觉引导、碰撞检测等功能，适用于布局紧凑、精度要求高的生产线，能够满足精密装配、产品包装、检测等操作需要。

天津市科学学研究所工程师赵绘存说，由于工业机器人应用场景更加多元，特别是近年来工业机器人在电子信息领域的迅猛发展，对机器人的体积、柔性和灵活度提出了更高的要求，工业机器人小型化、轻型化、柔性化已经成为一个重要的趋势。

“机器人的应用领域逐渐由搬运、焊接、装配等操作型任务向加工型任务拓展，因此，人机协作正成为工业机器人研发的重要方向。”陈文表示，人机协作将人的认知能力与机器人的效率结合在一起，从而使人可以安全、简便地使用机器人。

服务机器人与人们的生活联系将更紧密。专家介绍，服务机器人正在从感知智能向认知智能加速迈进，并已经在深度学习、抗干扰感知识别、自然语言理解等方面取得了明显的进步。

赵绘存说，机器人发展必将经历一个“智能

+

的迭代过程，随着人工智能、大数据等技术与机器人的深度融合，机器人的“智商”将越来越高，将真正实现由“机器”向“机器人”的重大转变。

宁波GQY视讯股份有限公司市场部经理张余萍说，服务机器人将人从简单导航、解说等工作中解放出来，但当前对网络状况的要求比较高，离实现真正的人工智能还有很长一段距离。

“人工智能和互联网技术的发展，将为机器人提供强大的‘后脑’，进一步提升其智能水平。”中国工程院院士王天然向记者描绘了这样的前景：随着材料科学的发展，未来可以用人造肌肉等制成“软体机器人”；与脑科学结合，可以使机器人的一些行为直接受控于人；与生命科学的结合，将产生类生命机器人。

但专家同时表示，相比于人，目前机器人仍有着很大的局限性。美国机器人工业协会主席杰夫·伯恩斯坦认为，机器人发展当前面临三个技术问题：一是现在机器人抓取能力还非常薄弱，如果不通过长期的训练，机器人很难在众多物件中抓取到你所需要的物件；二是机器人视觉还有缺陷，人类可以清晰地看到面前的一切，但是机器人很难真正进行精确的人脸识别；三是机器人移动性受限，因为大部分机器人还是在固定环境下工作，很难让机器人准确并且安全地爬楼梯，以及在一些不平整的平面或区域内活动。

我国正从机器人应用大国迈向创新大国

我国机器人产业发展现状如何？

专家表示，我国拥有较为完整的机器人产业链条，近年来，随着机器人相关技术水平的提升，我国正从机器人应用大国迈向创新大国。不少科技企业进入机器人领域，进一步拓展了机器人的应用。

赵绘存介绍，虽然与国际先进水平相比还有不小差距，但如今我国机器人产业发展正呈现加

快向中高端转型的趋势，国内厂商攻克了减速机、控制系统、伺服电机等关键核心零部件的部分难题，机器人产品的国产化率逐步提升。

以减速机为例，深圳大族激光开发的谐波减速机实现了定制化生产，精度与国际品牌相当；苏州绿的公司谐波减速机完成了2万小时的精度寿命测试，大大超出了国际机器人精度寿命6000小时的标准。

在特种机器人上，我国也取得持续突破，在特种无人机、水下机器人、搜救机器人等领域逐渐形成了一批具有核心竞争力的产品。例如，中国电子科技集团公司成功研发了固定翼无人机智能集群系统；株洲中车时代电气股份有限公司研制出世界上最大吨位深水挖沟犁，填补了我国深海机器人装备制造领域空白。

“智能+机器人”成为机器人产业的新趋势，也是推进服务机器人发展的重要基础。专

家表示，在语音识别、图像识别等技术应用上，我国机器人产业基本与国际先进水平同步。《报告》显示，我国在人工智能领域技术的专利申请数量较多，特别是计算机视觉和智能语音等应用层专利数量快速增长。与此同时，我国在多模态人机交互技术、仿生材料与结构、模块化自重构技术等方面也取得了一定进展，提升了我国在智能机器人领域的技术水平。

“当前服务机器人市场处于形成期向活跃期转型的关键阶段，主导型的商业模式尚未形成，整体的技术壁垒相对较低，同时我国市场比较大，智能化应用活跃，有望助推服务机器人在消费级市场的快速发展。”赵绘存建议，目前在服务机器人领域还没有全球性的领军企业，行业集中度不高，我国企业需要找准特定应用场景，精准突破，从而占得发展先机。

（来源：人民日报）



“奶茶机器人”两分钟内便可制作出口味与人工相差无几的定制奶茶；形似蜘蛛的特种机器人可巡检复杂危险环境下的设备运行状况；“多才多艺”的机械臂会弹琴、写毛笔字、3D打印自画像，还会精准分拣货物……在日前落下帷幕的“2018世界机器人大会”上，中国机器人展品令人目不暇接，更让人感叹，自动化的未来正深入我们生活各个领域。

近年来，我国机器人产业发展势头迅猛，产业规模与市场空间不断扩大，整个产业链呈现较

机器人风暴来袭： 中国的机遇与挑战

为良好的发展态势，但不容忽视的是，其在核心技术研发、人工智能融合、国际合作等方面仍面临瓶颈制约。

关键：聚拢高端人才，突破核心技术

公开数据显示，2017年国产工业机器人销量为37825台，同比增长29.8%，而外资机器人在华销量为103191台，同比增长高达71.9%。

“国产机器人在高端市场占有份额比较少，在诸如汽车工业等‘主干道’领域，国产工业机

机器人的性能、速度、稳定性等与发达国家差距还是比较大。”中国科学院院士、华中科技大学机械科学与工程学院院长丁汉告诉《中国科学报》记者。

目前,我国机器人大多处于低端水平,高端机器人产品与发达国家有差距,同时面临国外对机器人核心技术进行封锁的状态。在丁汉看来,中国机器人研发要精益求精。要想摆脱国产机器人低端化,需要一批高技术人才做“十年磨一剑”的研发。“在这个行业深耕、做透,吸引高水平人才进入实体经济,只有这样才能做出高端装备。”

由国家自然科学基金委员会资助的正在开展的“共融机器人重大研究计划”,恰恰就是以实现基础理论与关键技术的突破,提高机器人性能和可靠性为目标。

“真正进入主干道工业领域才算了不起,这需要聚拢一批高端核心技术人才在这个行业里坚守,干个十年、二十年,肯定干得出来。”丁汉说。

方向:突破机器人认知智能

2016年3月人工智能机器人AlphaGo与韩国棋手李世石的首尔大战震惊世界,机器人对人类的赶超似乎只在一瞬间。人工智能步入了大数据化媒体自主性人机协同的新发展阶段,正从感知智能向认知智能加速迈进,这成为未来机器人产业突破与提升的重要引擎。

人工智能技术的导入,使机器人的发展迎来新变化,中国科学院院士、清华大学人工智能研究院院长张钹认为,人工智能刚刚起步,现在正处于初创阶段,还没有形成理论体系,也没有形成统一架构,这就给予我国一个绝好的机遇,在共同起跑线上开拓全新的领域。

新松机器人自动化股份有限公司创始人、总裁曲道奎说:“过去的机器人是一个‘残疾人’,它没有感知,像‘瞎子’一样,你告诉它

怎么做,它就怎么做。”然而,制造工业的作业环境是变化的,没有感知的机器人无法适应作业环境。

如今,利用人工智能技术,把各种感知系统导入机器人,增强人机合作,有望带来机器人新的应用。

但人工智能系统的不可解释性和鲁棒性问题还应引起人们的深度重视。“以人工智能在医疗健康中的应用为例,人工智能可以读片识别出病人患有癌症,但却说不出道理,这是它的不可解释性问题;如果再加上一些干扰信号,它可能会做出完全错误的判断,这就是鲁棒性问题。”张钹解释道。

未来:国际合作求共赢

机器人可以应用于各个领域,其相关技术仅依靠深度学习的算法远远不够,需要行业专家、行业数据的共同支撑。利用各个细分领域的专业知识和数据,相关领域的创业者和科学家进行合作,共同促进机器人产业整体的良性发展。

麦肯锡全球资深董事合伙人Karel Elroot在2018世界机器人大会上表示,机器人行业在中国可能只有数十年的历史,过去大多数机器人技术都是由跨国企业供应的,只有不到5%的机器人和机器人技术是由中国公司做出来的。预计2020年,中国机器人需求量将占全球需求量的40%,这既是机会,也是挑战。

这意味着,中国机器人产业将会有有一个巨大的变化。提质保量,实现可持续发展,是全球机器人行业共同的挑战。

工业和信息化部副部长辛国斌倡议,在全球协同开放共享的新时代,全球机器人领域应共同树立高质量发展新理念,共同打造全球协同研发新体系,共同构建全球产业合作新生态,共同开创全球应用深化新格局。

(来源:中国科学报)

基于虚拟现实技术的 饮食障碍治疗

享用美食对大多数人而言是一件幸福的事情，美食不仅能降低饥饿感，还能带来快乐和平静，可是对于一部分人而言，享用美食却是一种折磨和负累。进食时不受控制，感觉被食物绑架，进食后又担心变胖而频繁催吐，这几乎是每个饮食障碍（eating disorders, ED）患者都有过的痛苦经历。

饮食障碍是一种表现为进食行为异常的慢性精神疾患，根据《诊断与统计手册：精神障碍（第五版）》，饮食障碍的主要临床类型包括：神经性厌食症、神经性贪食症和暴食症。

其中神经性厌食症表现为体重明显减轻、节食和对身材的极度不自信；神经性贪食症表现为周期性的冲动性暴食行为、暴食后不恰当的补偿行为（如催吐和过度运动）、对身材的不满意；暴食症也表现为反复发作的冲动性暴食行为并伴随强烈的沮丧感，但与神经性贪食症不同的是，暴食者不会采取补偿行为。此外，饮食障碍患者常常伴有抑郁、焦虑、强迫症等心理问题，长期的饮食障碍更会诱发心脏衰竭、食物耐受不良、器官衰竭等并发症，造成生理和心理功能的双重损害，是精神疾病中死亡率最高的一种疾病。

饮食障碍成因复杂，受社会文化因素（“以瘦为美”的社会观念）、家庭因素（家庭功能失调、亲子关系紧张）和个体因素（生活压力、对身材的不自信及低自尊、冲动性的人格特质）的影响。青少年时期，有些女性迫切希望得到同伴的认可而极为关注自己的身材，青春期自我意识的突然高涨又使得家庭关系变得紧张，加之学业压力，导致15-28岁的女性成为饮食障碍的高发人群。

虚拟现实（virtual reality, VR）最早是在20世纪80年代初提出来的，指利用计算机图形技术，创造出一个

逼真的、可交互的虚拟三维环境，使用者可通过外部的交互设备在虚拟世界中感受深度沉浸式体验。随着各大厂商近年来相继发售消费级VR产品，VR产业也正式进入高速发展期并逐步渗入到游戏、旅游、建筑、教育、心理治疗等多个行业领域。在心理治疗领域中，结合VR技术的心理疗法对恐惧症、焦虑症、性功能障碍症、创伤后应激障碍症、药物成瘾的治疗已卓有成效。饮食障碍患者常常伴有食物成瘾和焦虑症状，因此，基于VR技术的饮食障碍疗法也成为近年饮食障碍治疗的研究热点。

目前，线索暴露疗法（cue exposure therapy, CET）被认为是治疗饮食障碍最有效的方法之一。该疗法旨在通过持续给予患者特定的食物刺激，增强患者对食物刺激的耐受力，从而消退对食物刺激的渴求感和焦虑反应。治疗过程中，治疗师首先会建立患者对不同食物刺激的渴求感和焦虑等级，之后使患者持续暴露在食物刺激下，在患者自我报告对该食物刺激的渴求感和焦虑有一个明显的降低后呈现下一个食物刺激，刺激的呈现顺序由低渴求感和焦虑等级的食物刺激逐步上升到高等级的食物刺激。

传统的线索暴露疗法虽然能一定程度上降低饮食障碍患者对特定食物刺激的渴求感和焦虑水平，但受限于食物刺激的呈现形式（通常以图片的形式）和治疗场景（通常在治疗师的办公室），面对更为诱人的真实食物和更为复杂的现实场景时很难将治疗效果迁移到现实生活中，莉娃（Giuseppe Riva）等人的研究也表明传统的线索暴露疗法只是中等程度有效。而VR技术的应用则为弥补传统线索暴露疗法的不足提供了可能。

用于饮食障碍治疗的VR设备包括头戴式显示器、耳机、气味生成器和一个交互设备。头戴式显示器为患者呈现了一个第一视角的三维饮食场景，配合音乐和气味烘托用餐气氛，能够营造出类似餐厅、卧室、咖啡厅等极为真实的饮食场景，突破了传统线索暴露疗法单一治疗场景的局限。且饮食场景中的食物刺激采用更为真实的三维食物影像，马尔科（José H. Marco）和莉娃等人的研究表明，患者对基于VR技术呈现的食物影像和

真实食物具有相同的唤醒度和渴求感。最关键的是，患者还可以通过交互设备进行拿取、放置食物等操作，使之获得一种深度沉浸式体验，从而能更好地投入治疗并将治疗效果迁移至现实场景。

VR技术治疗饮食障碍的第二个应用是重塑患者对身材的自我表征，提高其对自身身材的满意度。神经性厌食患者和神经性贪食患者表现出的厌食和暴食催吐行为，其背后的真因都是对身材的不自信和歪曲认识。加拉茨（Gaspard Galati）等人的研究发现，人们感知自己的身材存在两种信息来源：一种是非自我中心表征（allocentric representation），即他人对自己身材评价信息的表征，信息加工后保存在长时记忆中；另一种是自我中心表征（egocentric representation），即通过本体感觉（视觉、触觉等）对自己身材信息的表征，信息保存在感觉记忆中，经加工后进入长时记忆以及时更新非自我中心表征。

饮食障碍患者通常有过被他人嘲笑身材的负面经历，这种经历保存在情境记忆中，通过非自我中心表征把自己的身材同“胖的、丑的、不令人满意的”等负面评价进行了绑定并保存在长时记忆中，致使患者产生焦虑、抑郁等负性情绪。这些情绪诱发了最初的饮食障碍症状，且使患者长期处于对自己身材不满意的压力之中，并最终导致内侧颞叶功能障碍。内侧颞叶在自我中心表征和非自我中心表征的信息交流中起着重要的作用，其功能障碍会导致饮食障碍者不能通过自我中心表征即时更新非自我中心表征的身材信息，即使体重已有明显的减轻，患者对身材的感知仍然锁定在之前的消极记忆中，进而陷入恶性循环，发生周期性饮食障碍症状。

VR技术重塑饮食障碍患者身材表征的研究源于著名的“橡胶手错觉”实验。该实验中，实验人员将受试者一只手隐藏在板子后面，同时在受试者面前摆上一只以假乱真的橡胶手臂。开始阶段，实验人员同时用刷子触碰真手和橡胶手，但受试者只能看到橡胶手的状态。一段时间后，受试者便开始把橡胶手的视觉和真手的触觉联系起来，以至于后来当实验人员只触碰橡胶手而不

碰那只真手时，受试者仍然会感觉到触碰。

VR治疗借鉴“橡胶手错觉”实验原理，借助VR设备模拟出一个理想体型，并利用视觉—触觉的同步让饮食障碍患者产生理想体型的错觉，从而提高对自己身材的满意度。治疗过程中，治疗师会多次触碰患者的腹部，触碰的影像用摄像头记录，利用软件将真实体型修整成理想体型后实时传输到头戴式显示器中，当仅在模拟影像中触碰腹部患者仍会报告受到触碰时，表明已经产生了错觉。塞里诺（Silvia Serino）等人的研究表明，整个治疗结束后，患者对自己的体型估计更为准确，自我报告的身材满意度也明显提高。

VR技术运用于饮食障碍治疗具有广泛的发展前景，除了上述已经相对成熟的线索暴露疗法和身材重塑法，基于VR技术的认知行为疗法和食物线索途径偏向训练也是近几年饮食障碍治疗的研究热点。但是，VR技术的现阶段应用也存在着自身的局限。

首先，目前市场上的VR设备主要分为移动端头显（俗称手机VR）、一体机头显（VR一体机）和外接头戴式设备（需要外接主机的VR设备），用于饮食障碍治疗的VR设备必须是具有交互设备的外接头戴式设备，该类设备价位常在5000—10000元，且对外接主机的性能要求也较高，因此配齐一整套VR设备需要较高的成本。

其次，尼克尔斯（Sarah Nichols）等人的研究表明在佩戴VR设备的干预训练中，有20%的患者报告有眩晕感和视觉疲劳，其中大部分是女性。女性是饮食障碍的高发人群，VR技术若不能解决三维视觉带来的不适感，对其推广应用会造成很大的影响。

最后，利用VR技术构建一个虚拟饮食场景需要配套软件支持，现阶段的研究尚未有专门的软件进行场景制作，导致各个研究中饮食场景的真实度、互动性等品质参差不齐。未来，基于VR技术的饮食障碍治疗想要寻求更大的发展空间应重视相应软件的开发，为患者提供一个高还原度、高互动性、深度沉浸体验的饮食场景，充分发挥VR技术自身的优势。

（来源：中国社会科学报）

科学家努力遏制机器学习 带来社会不公平

2015年，一名忧心忡忡的父亲问了Rhema Vaithianathan一个问题，这个问题至今依然萦绕在她的记忆里。当时，一小群人聚集在美国宾夕法尼亚州匹兹堡的一个地下室内，听她讲软件如何解决虐待儿童的问题。该区域的热线每一天都会接听到数十个电话，指称怀疑有儿童处于危险中；其中一些电话被呼叫中心的工作人员标记为要调查的对象。但该系统并不能发现所有虐待儿童的案例。Vaithianathan和同事刚刚获得了一份50万美元的合同，以创建帮助解决这个问题的算法。

新西兰奥克兰理工大学社会数据分析中心联席主管、健康经济学家Vaithianathan告诉听众，该算法会如何工作。例如，一个包括家庭背景和犯罪记录的经过大量数据训练的工具，可以在来电时产生风险分数。这或有助于让筛选人员对应调查哪些家庭作出标记。

在Vaithianathan请听众提问后，这位父亲站起来发言。他说自己曾与毒瘾作斗争，过去社会工作者曾把他的孩子从家里带走。但他已经有很长时间不再吸毒。如果用一台电脑评估他的档案，他为改变自己的生活所作的努力会毫无意义吗？换句话说：算法会不公平地评判他吗？

Vaithianathan向他保证，会有人一直参与其中，所以他的努力不会被忽视。但现在自动化工具已经部署完毕，她仍在考虑这位父亲的问题。计算机算法越来越多地被用于指导可能改变生活的决定，包括在被指控犯罪后拘留哪些人，应该调查哪些家庭潜在的虐待儿童问题，以及被称为“预测性警务”的趋势，如警察应该关注哪些社区。这些工具被认为可以让决策更加一致、准确和严谨。但2016年，美国记者称，一个用于评估未来犯罪活动风险的系统会歧视黑人被告。



其潜在不公平性正在引起警惕。且监管是有限的：没有人知道该类工具有多少正在被使用。

公平交易

2016年5月，美国新闻网站ProPublica的记者报道了佛罗里达州布劳沃德县的法官使用商业软件，帮助决定被指控犯罪的人在审判前是否应该从监狱中释放出来。记者报道称，该软件对黑人被告存在偏见。这个名为COMPAS的工具产生的分数旨在衡量一个人释放后在两年内再次犯罪的可能性。

ProPublica团队调查了数千名被告的COMPAS分数，这些是他们通过公共记录请求获得的。对比黑人和白人被告后，记者发现一定比例的黑人被告是“假阳性”：他们被COMPAS列为高风险，但随后未被指控另一项罪行。

该算法的开发者是密歇根州的一家名为Northpointe（即现在俄亥俄州坎顿市的Equivant）的公司。该公司称，COMPAS还擅长预测被列为高风险的白人或黑人被告是否会再次犯罪。匹兹堡卡内基梅隆大学统计学家Alexandra Chouldechova很快发现Northpointe与ProPublica衡量公平的标准存在冲突。预测奇偶性、相同的假阳性错误率和相同的假阴性错误率都是达到“公平”的方式，但如果两个群体之间存在差异，那么在统计上就是不可能调和的，比如白人和黑人再次被捕的比率。“你不可能兼而有之。如果你想在一个方面做到公平，那么在另一种听起来合理的定义下，你必然是不公平的。”英国伦敦大学学院负责机器学习的研究人员Michael Veale说。

实际上,从数学角度看,对公平的定义还有更多的方式:在今年2月的一次会议上,计算机科学家Arvind Narayanan作了一场题为《21个公平定义及其政治性》的报告,他指出,还有其他定义公平的方式。包括Chouldechova在内的一些研究人员对ProPublica案例进行了研究,他们表示尚不清楚不平等的错误率是否表明存在偏见。斯坦福大学计算机科学家Sharad Goel说,它们反映了一个事实,即一个群体比另一个群体更难预测。“事实证明,它或多或少是一种统计学上的人为现象。”

虽然统计上的不平衡是一个问题,但算法中潜藏着更深层次的不公平,而且它们可能会加剧社会不公。例如,COMPAS之类的算法可能会声称,它们可以预测未来犯罪活动的可能性,但它只能依赖可测量的代表,比如被捕。而警务实践的变化意味着一些社区可能不相称地被列为攻击目标,人们可能会因为在其他社区可以被忽视的罪行而被捕。“即使我们准确地预测了一些事情,准确预测的事情也可能是强加的不公正。”华盛顿特区非营利性社会正义组织Upturn的行政主任David Robinson说。很多时候它会取决于法官在多大程度上依赖这种算法作出决定,而人们对此知之甚少。

透明度与局限性

尽管一些机构建立了自己的工具或是使用商业软件,但学术界发现自己依然对公共部门的算法有需求。人们对提高透明度的要求很高。纽约大学人工智能社会影响研究中心“现在AI研究所”共同创始人Kate Crawford说,当算法是“封闭的环,不允许算法检查、评估或公开辩论”时,通常会加剧问题。但目前尚不清楚如何才能让算法更加开放。伊利诺伊州芝加哥大学数据科学和公共政策中心主任Rayid Ghani说,仅仅公布一个模型的所有参数并不能提供它如何运作的更

多信息。透明度还可能与保护隐私相冲突。在某些情况下,披露太多关于算法如何运行的信息可能会让人们挑战该系统。

Goel说,问责制面临的一大障碍是,各机构往往会不收集有关工具的使用情况或表现的相关数据。“很多时候没有透明度,因为没有什么可分享的。”例如,加州立法机构有一项草案呼吁使用风险评估工具,以帮助减少被告支付保释金的频率,这种做法因存在处罚低收入被告的情况而受到批评。Goel希望该法案强制规定,在法官与该工具存在异议的情况下,收集每个案件的具体细节(包括结果)等信息。他说:“我们的目标是在维护公共安全的同时,从根本上减少监禁,所以我们必须知道这样做是否有效。”

许多人希望法律能够推动这些目标。纽约伊萨卡康奈尔大学人工智能伦理和政策问题研究员Solon Barocas说,这是有先例的。在美国,一些消费者保护规定允许公民在对其信用作出不利判决时作出解释。Veale说,在法国,早在20世纪70年代就有立法赋予公民解释的权利以及对自动决策提出异议的能力。

最大的考验将是5月25日生效的欧洲《通用数据保护条例》(GDPR)。一些条款似乎促进了算法问责制。但英国牛津互联网研究所数据伦理学家Brent Mittelstadt表示,GDPR实际上可能会为那些希望评估公平的人设立一个“法律雷区”,从而阻碍它的发展。测试一种算法是否在某些方面存在偏差的最佳方法需要了解进入系统的人员的相关属性,例如它是否会倾向于一个种族而非另一个。

审计算式

与此同时,研究人员正在推进尚未公开接受公众监督的算法偏差的策略检测。Barocas说,企业可能不愿讨论它们如何解决公平的问题,因为这意味着它们要承认一开始就存在问题。他

说，即使它们这样做了，其行动只可能改善但不会消除偏见。“因此，任何有关这一问题的公开声明，都不可避免地承认问题依然存在。”最近几个月，微软和脸谱网都宣布开发检测偏见的工具。

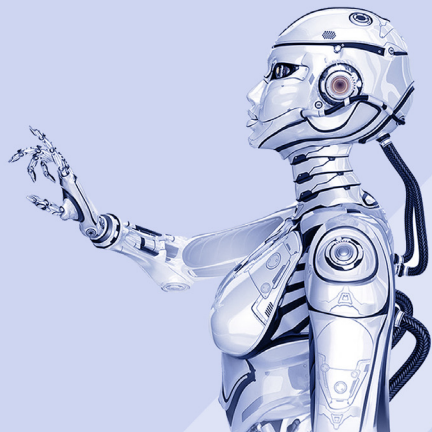
一些研究人员已经开始呼吁在刑事司法应用和其他领域后退一步，不再局限于建立预测性的算法。例如，一个工具或可很好地预测谁不会出庭。但最好应该问人们为什么不出庭，或许还可以设计出一些干预措施，比如短信提醒或交通援助，这些措施可能会提高人们的出庭率。“这些工具通常可帮助我们修补边缘问题，我们需要的是彻底改变。”民权律师、纽约大学法学院种

族正义倡导者Vincent Southerland说。他表示，这也就是说，围绕算法的激烈辩论“迫使我们所有人去询问并回答关于我们所使用的系统及其运作方式的真正棘手的基本问题”。

Vaithianathan看到了构建更好算法的价值，即使它们嵌入的总体系统是有缺陷的。“也就是说，算法不能被直升机空投到这些复杂的系统中。”她说，“它们必须在了解更广泛背景的人的帮助下运行。”但即便是最好的算法也会面临挑战，因此在缺乏直接答案和完美解决方案的情况下，透明度是最好的策略。“我总是说，如果你不可能是对的，那就诚实点。”

（来源：中国科学报）

科学家研发首条 柔性人造感觉神经 解锁更多真实感



电影《机器管家》里的机器人管家安德鲁在科学家帮助下，安装了感觉模块，一改往日高冷做派，变得会吃醋，会喊疼，并有了人类的各种“感觉”……如今，电影里的科幻场景正一点一滴地走近现实。

7月，顶尖学术期刊《科学》刊登了一篇突破性研究：斯坦福大学鲍哲南教授、首尔大学李泰宇（音译）教授、南开大学徐文涛教授团队联合，研发出首条柔性人造感觉神经，并成功用它实现了对人体触觉的模拟。这一全新的人造神经系统如何制造？未来能给我们带来哪些改变？承

担此次研究部分核心工作的南开大学电子信息与光学工程学院教授徐文涛接受了记者采访。

三大核心部件形成完整反射弧

徐文涛称，这项研究向类人假肢、人造皮肤等器官仿生制造迈出坚实一步，未来，机器人将变得“温情脉脉”，像真人一样能解锁更多的“感觉”。

人类一直都在为实现将人体感官“复制”到机器人身上的梦想而不停追逐。但迄今为止，机器仍然缺乏一些极其关键的能力，其中就包括人

类精密而完善的触觉。

“要想让机器人也具有人体皮肤的能力，最核心的问题和难点在于如何设计并实现与生物神经系统工作原理相似，还能够与生物神经信号很好兼容的人造系统，而且这套系统还得具有很好的柔韧性。”徐文涛告诉记者，正是基于上述设想，中美韩联合研究团队才利用柔性有机材料模拟了人体SA-I触觉神经。

记者了解到，科学家此次制造的人造神经系统正是借鉴了生物的传入神经系统，由三大核心组件构成：触觉感受器、人造神经元和突触晶体管。其中，触觉感受器由一组压力传感器组成，连接到一个作为人造神经元的环形振荡器上；一系列传感器负责感知压力信号，并由此产生相应的电压变化；之后，环形振荡器会将电压变化转换成电脉冲；最后，突触晶体管将电脉冲输出，从而形成了完整的反射弧。

能感受方向、传递信息并“阅读”盲文

早在三年前，合作团队中的美方研究人员就成功制造出了一款人造皮肤。“那款人造皮肤可以响应压力变化，并向神经细胞发送信号。”徐文涛介绍说，“这一次的人造感觉系统更进了一步，已经能够感受方向、传递信息和识别盲文。可以更好地帮助人造皮肤实现更接近生物体的触觉能力。”

记者了解到，在识别盲文的试验中，科学家们用一定像素的盲文字符作用于对应的6个压力传感器，并利用对应的环形振荡器实现信号的转换，最后通过多个突触晶体管获得突触后电流的波形，以实现盲文字的识别。根据盲文字符所产生的接触压力不同，其对应的突触后电流

的峰值频率差异，从而实现了盲文字符的“阅读”。

更让联合团队欣喜的是，他们将人造感觉神经与蟑螂腿的运动神经连接，组合成生物—电子混合反射弧，借助电流的变化，成功实现了蟑螂腿的弹跳反射运动。“实验结果表明，这种人造神经不仅可以模拟人类皮肤的触觉功能，还能与生物体神经信号很好地兼容。”徐文涛回忆起当时情景。

具有灵活性及柔韧性等优势

值得一提的是，这次使用的人造突触晶体管，并不是传统硅基突触。“和传统硅基突触相比，这里用到的人造突触晶体管具有结构简单、功能调控的灵活性以及柔韧性等优势。”徐文涛介绍说，在功能上，人造突触晶体管可以很容易地通过材料的选择以及其内部微结构的控制调节其性能，灵活多变。

这也意味着，这一人造神经更加适合于舒适性人体假肢感觉的重现和可穿戴电子的应用。未来可以集成更多人造神经系统，接收各种不同的感觉信息，为假肢穿戴者提供更多帮助，让他们更好地控制假肢；也有望构建灵活的人工神经系统，如用于制造生物敏感的软机器人，它可以接收来自外部环境的信息，以仿生方式处理信息，并像动物或人类一样移动，从而在极端复杂环境下替代人工。

“目前，人造感觉神经还不能感知更加复杂的机械信息以及温度等。”徐文涛表示，这正是他们下一阶段的工作方向和重点。

（来源：科技日报）



“过去三四个月里，不少AI（人工智能）创业公司的估值下降了20%~30%，我觉得再下降20%~30%就很合理了。”9月2日，在新书《AI·未来》发布会上，创新工场董事长兼CEO李开复博士说。

李开复是AI技术的坚定拥护者。作为美国最早的人工智能博士之一，他的老师、同学、朋友甚至学生，现在都已经是AI方面专家。随着中国AI风口的来临，李开复也越来越频繁地出现在各种舞台上，为AI“站台”。

一年前，当人类围棋冠军输给人工智能算法“阿尔法狗”后，中国掀起了人工智能的讨论热潮。AI公司越来越会讲故事，VC（风险投资）的热情也越来越高，李开复说，“一个概念突然火了，最后很快就会被玩坏了。因为每个创业者都要包装AI，每个投资人都要搞一点AI项目，所以就会有各种模式。”

技术创新的实现只是时间问题

回顾人工智能技术的发展，李开复把它大致分成了四个阶段，分别是互联网智能化、商业智能化、实体世界智能化和自主智能化，每一波浪潮都以不同方式利用人工智能的力量，颠覆不同产业，让人工智能更深层次地融入我们的生活。

他认为，中国互联网的发展恰恰表明，中国

创业者并没有掉入后发劣势的陷阱中，反而走向了更原创、更加本地化的科技产品之路，进步的速度与日俱增。他并不担心中国的AI技术和相关产品会落后于人，在他看来，中国走出了一条自己的创新之路——通过模仿打下基础，然后经过不断的数据训练开始“微创新”，随着训练的成熟，整合式创新的产品就问世了。

数据是AI发展的“石油”，在数据石油拥有量上，中国排在了世界第一。李开复曾提出了一组数据：中国的手机用户是美国的3倍，食品外卖量是美国的10倍，移动支付额是美国的50倍。

“技术创新的实现只是时间问题。”李开复告诉中国青年报·中青在线记者，相比于技术和产品，他更担心中国的基础研究和科研教育。

“美国是一个吸取全世界优秀人才的熔炉，美国对于基础研究的认知、对职业的规划等都是领先的，这对高科技人才具有很大的吸引力。这些方面的经验需要中国根据国情借鉴、吸收，迎头赶上。”

做“电池”还是“电网”

人工智能发展将带来哪些挑战？

李开复认为，人工智能产业倾向于“赢家通吃”，这种倾向将会加剧获利与财富集中的问题。“深度学习与庞大数据量的密切关系，会自

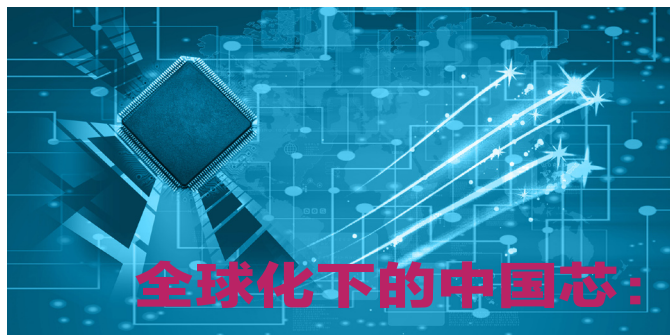
动形成一种循环，不断增强最好的商品与公司的力量——数据量越多，就会产生越好的商品；商品越好，就会吸引到更多用户；用户越多，就会产生越多的数据；更多的数据又能进一步改善商品。”他说，顶尖的公司把充足的数据量与资本结合起来，就能吸引到顶尖的人工智能人才，进一步扩大产业领先者与落后者之间的差距。

“赢家通吃”会导致财富分配严重不均衡，也会使小型AI创业公司的生存环境更加恶劣。对此，李开复建议创业公司要做“电池”，做特定领域的专用技术。“电网”式的目标是将机器学习的力量转化成标准化服务，可以由任何公司购买，使用云计算平台实现共享，甚至可以免费使用。“我做一个巨大的云，把所有的技术都放进去，你只要挂我的云，把你的数据放在上面，就一切OK了，这明显是腾讯、阿里、美国Google、Amazon走的路线。”

李开复表示，在这个模式中，云计算平台就是“电网”，作用是根据用户提供的不同数据，实现复杂机器学习最佳化。“电网”式可以降低专业门槛，提升云人工智能平台的功能。连入“电网”就能让有大数据的传统公司轻易使用到最棒的人工智能，而不用将优化人工智能作为核心工作。

在搭建“电网”上，创业公司显然无法和巨头们竞争。因此，李开复认为，创业公司对抗巨头有两个巨大的机会，一个是在各种传统领域用AI技术，另一个就是为各行各业打造具有高针对性的人工智能“电池”，靠深度而不是广度取胜。“未来的发展，巨头还是会越来越强大，但是还是会有很多行业AI公司的产生。”李开复说。

（来源：中国青年报）



全球化下的中国芯：板凳须坐十年冷

在芯片全球化的背景下，中国一定要尽最大努力在芯片若干领域掌握核心技术，努力实现一些技术突破，做到“我中有你，你中有我”，才能不再受制于人。

半导体芯片素有“立锥之地布千军”之称，然而就在这“立锥之地”，集结着全球范围内的“千军万马”——从芯片设计到晶圆生产、从芯片制造到封装和测试，环环相扣的芯片产业链串成了一个庞大的全球化产业。强大如美国，也没有能力垄断和控制集成电路的全部产业链条。

“集成电路产业从芯片诞生的那一天开始，就是一个全球化合作的结果，今天不可能、明天不可能、后天也不可能闭起门来搞芯片、搞集成电路。”紫光集团有限公司董事、联席总裁王慧轩近日在世界科技创新论坛上如是说。

在被问及“中国应在芯片全球产业链的分工合作中持何态度”话题时，王慧轩回答，在芯片全球化的背景下，中国一定要尽最大努力在芯片若干领域掌握核心技术，努力实现一些技术突破，做到“我中有你，你中有我”，才能不再受

制于人。

不过，王慧轩同时表示，中国芯片研制水平从底层技术到产业生态，仍和国际先进水平有着巨大的差距，达到上述目标“要有‘板凳须坐十年冷’的意志力和恒心，而不是吹太多泡沫”。

最全球化的产业

没有哪个产业像芯片这样有着更鲜明的全球化烙印。就拿芯片制造来说，晶圆材料最大的供应商在日本，技术最精湛的光刻机在荷兰，全球最大的代工厂台积电在中国台湾。

“半导体芯片从一开始就是全球不同国家、不同企业共同努力或集成的结果。举一个最显著的例子：制造半导体芯片所需要的光刻机、刻蚀机、切割机等主要设备，最早是华人开发的。”中国电子工业发展研究院院长、中国电子信息行业联合会专家委员会主任董云庭在上述论坛上说，从产业链条上来讲，从材料、装备、设计、制造到封装测试，没有一个国家能把这五个产业链的主节点都囊括进来。更何况，半导体器件的种类成百上千，这也不是哪个国家能全部做出来的。

而从生态链条的角度来讲，芯片产业生态牵扯到资金、能源、材料、制造过程和供需各方，全球化的特征更为明显。董云庭说，中国虽然芯片产业发展欠发达，但中国是全球最大的芯片需方市场，芯片“不卖给中国，没地方可去”。

此外，董云庭指出，芯片行业技术进步非常快，上世纪九十年代还停留在微米水平，现在实验室里已经开始试验3纳米。这就牵扯到持续的、高强度的投资，需要依靠多个领域、多个方面的合作。“所以这个产业必须要全球化才有出路、才有前景。”

然而，在全球化的芯片产业中，中国扮演着略显尴尬的角色。

“尽管纵向对比来看，中国已经取得了长足

进步，但横向比较，相对于中国庞大的需求而言，还存在非常多的瓶颈。”董云庭说，中国作为最大的芯片需方市场，占全球需求的50%，但自给率只有10%。“除了计算机CPU之外，电视机所用的主芯片等产品我们也一直做不了。”

董云庭援引的一组数据显示，2017年我国生产手机19.2亿部，计算机3.1亿台，家电31.8亿台，分别占全球产量的75%、95%和85%。相应的，2017年芯片进口额也创新高，从10年前的1295亿美元升至2601亿美元。

中国的机会在哪

在专家学者看来，尽管目前发展不力，但在全球化产业链条中扮演着重要角色的中国，未来仍有不少机会。

“去年全球的芯片产值是4300亿美元，中国的进口量就有2601亿，这说明中国市场是世界上最大的市场。”王慧轩表示，中国是世界上最大的电子类终端市场的制造基地和消费基地，意味着市场纵深的优势。

王慧轩所在的紫光集团，目前已是中国最大的综合集成电路企业，其在手机基带芯片领域的全球市场占有率已跻身前三，在智能卡、安全卡、FPGA等芯片领域，占据中国市场第一位。正是在这样的市场纵深中，紫光近年来取得了长足发展。

市场并不是中国芯片产业仅有的机会。在王慧轩看来，中国在技术积累、资本推动乃至政策支持等方面，也正在展现出可见的机会。

“技术上虽然我们差距很大，但这些年已经实现了很多技术积累，在某些领域开始有了自己的技术突破。我认为技术上的差距是在缩短，而不是在拉大。”王慧轩举例说，紫光目前已实现DDR4内存颗粒的量产，在闪存芯片领域也实现了32层3D堆叠的投产。

对于资本和政策层面的变化，王慧轩认为，

集成电路作为资本密集行业，中国已经具备百亿美元投入的条件，而从企业到政府部门，“集中精力去发展好集成电路的想法和认识也越来越统一了”。

国家“千人计划”专家、圣邦微电子董事长张世龙则认为，就中国芯片产业而言，市场优势是“相对绝对的优势”，资本等则类属“相对优势”。他还注意到，近年来我国芯片从业人才增加明显，“包括高端人才，从设计到测试、从质量工艺到管理等方面的人才，确实增加了很多”。

然而，在芯片产业“人才优势”上，几位专家却产生了分歧：王慧轩认为跟早年间相比，近年来国内培养的和归国的人才都有“很大的进步”，面向未来中国有了一个“很好的人才基础”；但董云庭认为，人才不足是中国半导体产业落后的根本因素之一，而且并没有看到明显改善的局面：“全国重点大学微电子专业培养的人才，在5年之内约有5万人，这个数字距离行业所需的50万人仍有很大的缺口。”

谋求发展的“全球化机会”

“人才不足”在董云庭看来，不仅体现在数量上，还体现在专业性方面。

“我们现在特别缺乏能够从事顶层设计的技术带头人、特别缺乏实现国际化大市场经营管理的职业经理人、特别缺乏能从事国际资本运作的专业人才，除此之外，我们更缺的是跨界人才。”董云庭表示，集成电路行业不光是创新研发的问题，还有市场的问题，因此所需的人才也涉猎各个专业领域。

在人才问题上，紫光集团的做法是“全球化”。“我们要在全球市场上寻求所需的各方面人才。”王慧轩透露，紫光在西雅图、硅谷、东京、新加坡和中国香港都设立了相应的研发基地，在各基地都引进一些海外人才加入到紫光的

队伍中来。

紫光集团这一做法也正体现了芯片产业全球化的特点。专家学者们认为，在全球化背景下，中国芯片产业的发展也要依托“全球化”，谋求全球化机遇。

事实上，除了“人才全球化”，王慧轩还主张技术的全球化——谋求技术端的更多国际合作、资本全球化和市场全球化。而对于最近美国参众两院通过的关于外国投资审查范围和权力扩大的议案，王慧轩认为“这并不意味着集成电路领域国际合作的终结”，而只会在短期内表现为“难度的增加”，因为“潮流不会因为哪个阶段的倒行逆施而改变”。

董云庭认为，面对“基础不足、投入不足、人才不足、创新不足”的中国芯片产业，在全球化大背景下，找准定位、确立优先发展方向非常重要。在他看来，中国发展半导体产业应将重点放在设计和制造上，同时他还更看好5G和工业互联网行业的芯片研制。

“在产业链中，我们在装备和封测方面的差距，不是一朝一夕能够解决的，而设计和制造方面已经有一定的基础，重点发展还可带动前后端相关产业。”董云庭表示。

事实上，芯片行业高投入的特点也并不适合大包大揽以期面面俱到和发展。最近几年我国集成电路“大基金”共投入1387亿元，投放到66个项目后平均每个项目不到20亿元，常被业内人士所诟病。

“这样天女散花一定是做不成大事的。”董云庭说，“受体制机制的影响，中国人的浮躁心态一直没有解决。但是我们必须要有十年磨一剑的定力在芯片、操作系统、发动机、精密仪器等核心领域攻坚克难。坦白地说，没有十年努力我们可能走不到全球半导体行业的前列。”

（来源：中国科学报）

习近平：提高关键核心技术创新能力为我国发展提供有力科技保障

中共中央总书记、国家主席、中央军委主席、中央财经委员会主任习近平7月13日下午主持召开中央财经委员会第二次会议并发表重要讲话。他强调，关键核心技术是国之重器，对推动我国经济高质量发展、保障国家安全都具有十分重要的意义，必须切实提高我国关键核心技术创新能力，把科技发展主动权牢牢掌握在自己手里，为我国发展提供有力科技保障。

中共中央政治局常委、国务院总理、中央财经委员会副主任李克强，中共中央政治局常委、中央书记处书记、中央财经委员会委员王沪宁，中共中央政治局常委、国务院副总理、中央财经委员会委员韩正出席会议。

会议听取了国家发展改革委、科技部、工业和信息化部、中国科学院、中国工程院的汇报。

会议指出，近年来，我国科技事业发展取得很大成就，科技创新能力显著提升，但我国科技发展水平特别是关键核心技术创新能力同国际先进水平相比还有很大差距，同实现“两个一百年”奋斗目标的要求还很不适应。要切实增强紧迫感和危机感，坚定信心，奋起直追，按照需求导向、问题导向、目标导向，从国家发展需要出发，提升技术创新能力，加强基础研究，努力取得重大原创性突破。

会议强调，要充分发挥社会主义市场经济的独特作用，充分发挥我国社会主义制度优势，充分发挥科学家和企业家的创新主体作用，形成关键核心技术攻坚体制。要聚焦国家需求，统筹整合力量，发挥国内市场优势，强化规划引领，形成更有针对性科技创新的系统布局和科技创新平台的系统安排。

会议指出，要加快转变政府职能，改革重大科技项目立项和组织实施方式，强化成果导向，精简科研项目管理流程，给予科研单位和科研人员更多自主

权。改革科研绩效评价机制，建立科学分类、合理多元的评价体系，改革国家科技奖励制度。要加强软硬基础设施建设，完善科研平台开放制度，完善国家科技资源库，培育一批尖端科学仪器制造企业，加强知识产权保护 and 产权激励。要推进产学研用一体化，支持龙头企业整合科研院所、高等院校力量，建立创新联合体，鼓励科研院所和科研人员进入企业，完善创新投入机制和科技金融政策。要充分发挥人才创新创业活力，选好用好领军人物、拔尖人才，加大高技术领域专业人才培养。

会议强调，要坚持开放合作创新，扩大科技领域对外开放，充分利用国际创新资源，开辟多元化合作渠道，精准选择合作领域，加强高等院校、科研院所等对外科技交流合作，强化创新伙伴关系。

会议指出，突破关键核心技术，关键在于有效发挥人的积极性。要发扬光大“两弹一星”精神，形成良好精神面貌。教育引导广大科技工作者强化责任意识，弘扬科学精神，坚定自信，潜心研究，努力做出更多有价值的原创性成果。既要培养优秀的带头人，也要有好的团队。要发挥年轻科学家作用，使优秀青年人才脱颖而出。

会议强调，要加强党中央对科技工作的集中统一领导，形成推动攻克关键核心技术的强大合力。要加强科技领域干部队伍建设，培养一大批能够把党和国家科技政策贯彻落实好的组织型人才，成为领导科技工作的行家里手和科研人员的知心人。要广泛开展科学普及活动，形成热爱科学、崇尚科学的社会氛围，提高全民族科学素质。

中央财经委员会委员出席会议，中央和国家机关有关部门负责同志列席会议。

（来源：新华网）

怀进鹏：科技工作者应以铁肩担国家兴盛之责

建设世界科技强国，是新时代走向伟大复兴的“新长征”。当代科技工作者应勇立时代潮头，以铁肩担国家兴盛之责任，妙手著创新恢宏之篇章，争做国之脊梁、人民赤子。

在“全国科技工作者日”来临之际，我们济济一堂，深入学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想 and 党的十九大精神，重温习近平总书记在“科技三会”和今年两院院士大会上的重要讲话，以实际行动庆祝科技工作者自己的节日，纪念中国科协六十华诞。在这里我谈几点体会：

第一，伟大时代孕育伟大思想，伟大思想指引伟大实践。习近平总书记在两院院士大会上的重要讲话，以宽广的世界视野和深邃的历史眼光洞察当代科技变革，鲜明提出“六个坚持”方略，明确科技创新部署。这是我国科技创新的重要方法论和行动指南，更是新时代进军世界科技强国的强大精神动力和思想基础。在这一伟大思想的指引下，海内外科技工作者必将进一步迸发创新创造热情，在实现中华民族伟大复兴征程中再鼓征帆、再铸辉煌。

第二，弘扬伟大精神，铸就科技丰碑。习近平总书记多次强调精神气质涵养对国家发展的重要性，深刻指出伟大民族精神是中国发展和人类文明进步的强大精神动力，阐明爱国、创新、求实、协同、甘为人梯等精神要素对科技创新的重要意义。百余年来，特别是新中国成立以来，在科学文明与中华优秀传统文化交流激荡中，一代代中国科技工作者投身创新报国实践，成为伟大民族精神的传承者、践行者和塑造者。“航天之父”钱学森曾说“我的事业在中国、我的成就在中国、我的归宿在中国。”探月工程总设计师孙家栋表示“国家需要，我就去做。”前辈科学家以对党和人民的赤胆忠诚，为共和国托起无数星辰。“两弹一星”精神、“载人航天”精神、

“西迁精神”等彪炳史册、光照千秋。

这些诞生于不同时代的科学家，拥有共同的精神品质；他们身在不同的行业，却有共同的价值取向；他们在各自的领域奋斗，共同的追求是祖国的强盛。他们身上折射出科技工作者品质之美、中国特色社会主义文化之美、中华民族精神之美。

可以说，中国科学家汲取着世界科学文明的养分，而同时他们身上镌刻着中华优秀传统文化的烙印，传承了中国革命红色文化基因，承载历史并昭示未来，是中华民族伟大创造精神、伟大奋斗精神、伟大团结精神、伟大梦想精神的时代观照。

第三，接力精神火炬，奋进新的长征。在改革开放和创新型国家建设中，伟大的精神以其强大感召力薪火相传并愈加焕发出勃勃生机。黄大年、南仁东、钟扬等当代科技工作者，接过前人的精神火炬，披荆斩棘、砥砺前行，突破战略高技术瓶颈和重大工程难关，以丰硕的创新争先成果，诠释了心有大我、至诚报国的浓烈情怀。

“只要祖国需要，我必全力以赴。”黄大年以战士般的豪情，展示出和平年代创新者的英雄气概。“苦干惊天动地事，甘做隐姓埋名人”，黄旭华30年“水下长征”无怨无悔。“太行愚公”李保国扎根山区30余年，用生命书写了“把论文写在祖国大地上”的人民情怀。我们更欣喜地看到，刘自鸿、嵇晓华、孙强和张强等作为青年科研和创业代表，正在自觉践行知识分子当以报效祖国和人民为抱负的理想信念。

建设世界科技强国，是新时代走向伟大复兴的“新长征”。当代科技工作者应勇立时代潮头，以铁肩担国家兴盛之责任，妙手著创新恢宏之篇章，争做国之脊梁、人民赤子。

第四，思想引领发展，创新决胜未来。当

前，全球面临新一轮科技产业变革，对于我国而言，突破创新短板，摆脱核心技术受制于人的局面，力争形成发展长板，打造未来竞争新优势。面对这样的任务，挑战前所未有的，国家和人民的期待前所未有的。科技工作者必须发力主战场、打赢攻坚战、勇闯“无人区”、开拓新赛场，向世界展示中国风格、中国气派、中国精神。

党有号召，科技工作者有行动，科协组织必须有新担当。今年是改革开放40周年，又恰逢中国科协成立一甲子，我们要永葆改革创新精神，坚持传承、创新、发

展，为实现世界科技强国目标不懈努力。科协组织要更有效地融入大局、聚焦靶心，全面提升政治引领、政治吸纳能力，围绕中心、服务大局能力，联系广泛、服务群众能力，进一步弘扬中国科学家精神，服务人类命运共同体建设，为科技工作者走向世界科技舞台中央不断注入强大动力，在新时代党和国家事业发展中不断创造新的更大业绩。

（来源：光明日报）

工信部：保障人工智能安全是系统工程需多管齐下

伴随着人工智能的发展，以及移动智能设备的不断普及，各类漏洞风险与日俱增，随之而来的安全事件不断爆发，为移动互联网安全管理敲响了警钟。

核心技术是安全最大的命门

人工智能技术对智能终端行业的赋能，提升了终端全行业链的附加值，更促进了移动终端行业的发展。

对此，工信部网络安全管理局副局长杨宇燕表示，在积极推动人工智能技术与产业发展的同时，工信部高度重视安全问题。一方面，制定出台规划并稳步推进落地实施。2017年底，工信部在国家《新一代人工智能发展规划》基础上，出台了《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划（2018-2020）》，提出构建人工智能网络安全保障体系的目标，开展人工智能重点产品的安全技术攻关，推动人工智能在网络安全领域深度应用。另一方面，推动安全评估，促进行业健康发展。指导中国信息通信研究院成立的互联网新技术新业务安全评估中心，加强对人工智能等新兴领域网络产品和应用开展安全评估，同时组织编制《人工智能安全白皮书》，指导行业充分认识人工智能安全风险，强化应对措施，促进人工智能安全可控发展。

“保障人工智能安全是一项复杂的系统工程，目前还存在安全意识不足、制度落实不到位、技术手段不健

全等问题。我们要高度重视人工智能对网络应用和服务带来的安全问题和挑战，结合人工智能发展的特点，多管齐下，筑牢人工智能的安全防线。”杨宇燕说，为此提出四点建议。

第一，突破核心技术。核心技术是安全最大的命门，我们要加强技术攻关，提高人工智能产业安全可控水平。要紧跟最新发展趋势，促进我国人工智能先进技术和颠覆性技术的发展。

第二，要加强标准制定。建立并完善基础共性、互联互通、安全隐私、行业应用等技术标准体系，强化基于标准开展安全检测。同时，企业也要积极参与国际人工智能安全标准的制定工作，将我们的标准推向国际。

第三，建立网络安全威胁信息共享机制。工信部去年印发了《公共互联网网络安全威胁监测与处置办法》，今年即将出台网络安全漏洞管理规定，并推动建设网络安全威胁信息共享平台，与相关企业、机构共享网络安全威胁信息，实现网络安全威胁共享、共治。希望大家按照相关要求，加强安全漏洞管理，共享风险库、案例集等资源，加快安全态势感知、威胁信息共享等系统建设，提升网络安全威胁处置水平。

第四，加强应急处置和评测体系建设。落实工信部《公共互联网网络安全应急预案》，健全人工智能等领域网络安全应急管理机制，建设应急处置系统，提升安

全事件应对能力。同时，相关测评机构、实验室要进一步完善人工智能产品安全评估评测体系，提升人工智能产品和服务安全保障水平。

搭建移动互联安全合作平台

据电信终端产业协会理事长、移动安全联盟理事长、原中国信息通信研究院副院长谢毅介绍，作为一个科研单位或者一个智库，信通院承担着国家和工信部很多重要科研任务，秉持国家高端专业智库、产业创新发展平台的定位，对整个产业的发展做好支撑。

据悉，信通院主要是在移动领域，4G、5G、工业互联网、智能制造、移动互联网、物联网等众多领域，都给予了支撑。同时也包括一些新的领域，如大数据、云计算、人工智能，信通院都有相关的机构和科研人员从事这方面的工作。

谢毅称，移动安全联盟主要由移动设备厂商、互联网厂商、安全厂商、安全检测机构、科研机构等组成。目前，联盟会员单位共有47家，其中副理事长单位4家，理事单位12家，普通会员27家，观察员3家。新增IoT、AI、芯片等公司。

移动安全联盟立足于搭建移动互联网安全的合作与促进平台，聚集信息通信界的中坚力量及相关机构，旨在促进相关主体之间的交流和深度合作，提供公平对话的平台、纽带。同时，为聚集产业生态各方力量，移动安全联盟联合开展移动安全技术、标准和产业研究，共同探索移动安全的新模式和新机制。

“网络安全虽然热点很多，但是真正从技术发展来讲，其实未来最有前途的，一个是大数据，再一个就是人工智能。”谢毅说，移动安全联盟主要在四个方面发挥作用：一是政策支撑，二是技术标准，三是测试与评估，四是应急响应机制。

移动安全行动计划正式启动

根据《中华人民共和国网络安全法》规定，网络产品、服务的提供者不得设置恶意程序；发现其网络产品、服务存在安全缺陷、漏洞等风险时，应当立即采取补救措施，按照规定及时告知用户并向有关主管部门报告。

据移动安全联盟秘书长杨正军介绍，2018年4月份泰尔终端实验室选取了600款智能终端，针对300个典型漏洞进行评测，得出如下结论：平均每个终端包含36个漏洞，最多包含158个，中位数16个，漏洞平均存在274天。

“随着终端系统代码量的增加，漏洞数量和攻击面也随之增加，使得智能终端操作系统漏洞修补越来越需要被重视。为此，人工智能结合物联网安全措施部署应整体考虑，由产业链各环节携手协作推动，形成安全闭环，杜绝安全短板。”杨正军说。

为配合网络安全法的落地实施，加强和规范移动互联网安全漏洞信息发布与处置工作，保障网络与信息安全，促进行业健康发展，移动安全联盟及时关注漏洞问题，制定“移动安全行动计划”，促进行业自律。移动安全行动计划有几大亮点：

其一，智能设备漏洞合作计划。移动安全联盟推动移动智能设备产业链各方各司其职，协同完成移动智能设备漏洞的修复工作，制定《移动安全联盟漏洞处置合作计划》，会同移动智能设备产业各方，综合考虑漏洞的危害程度、影响范围、修复难度、可利用情况等多方面因素，制定移动智能设备漏洞处置列表，为移动智能设备产业链各方修复产品漏洞提供便利。

其二，建立安全事件、漏洞应急响应机制。移动安全联盟联合产业链各方建立移动智能设备漏洞快速响应机制。联盟负责收集移动智能设备漏洞相关的安全事件，并上报监管部门。对于影响较大的安全事件，协调技术检测机构及时发布检测工具，推动操作系统供应商和设备厂商进行漏洞修补工作，同时及时向用户发布安全公告，提醒用户及时更新系统，注意防范。

其三，签署移动漏洞自律公约。移动安全联盟倡议国内外相关厂商、检测机构共同签署《移动安全联盟漏洞信息披露和处置自律公约》，遵照“趋利避害、有效管理、积极引导”的基本方针，进一步规范国内外相关厂商、检测机构在漏洞信息发布和处置方面的行为，从维护国家、行业 and 用户利益的高度出发，积极加强自律，共同营造良好的网络安全环境。

（来源：光明网）



2018中国自动化大会组织委员会 工作推进会在西安召开

7月4日上午，西安交通大学召开了2018中国自动化大会组织委员会工作推进会议，会议讨论了2018中国自动化大会相关事宜。

大会组织委员会主席、西安交通大学电信学院院长、陕西省自动化学会理事长管晓宏院士，大会程序委员会副主席刘丁教授、潘泉教授、胡昌华教授，大会组织委员会常务副主席、西安交通大学自动化系主任彭勤科教授，大会秘书长、西安交通大学曹建福教授，大会常务副秘书长、西安交通大学电信学院自动化系办公室主任林岩，以及来自省内各高校及科研单位的代表近三十人出席会议。

管晓宏院士就2018中国自动化大会的筹备及推进工作进行了指导。刘丁教授、潘泉教授、胡昌华教授代表各协办单位表示全力支持和配合承办单位西安交通大学的会议组织工作。组织委员会常务副主席彭勤科教授就大会的日程安排以及组织工作和计划进行了介绍，常务副秘书长林岩介绍了会议的具体筹备情况、目前的投稿数量、

预计的参会人数以及注册费的计算标准等。来自省内的各高校及科研单位的代表对于能在陕西西安召开2018中国自动化大会表示鼓舞，并表示将动员省内各单位积极支持大会，组织高质量稿件参会。

此外会议还就展览环节的工作进行了讨论，拟规划三个主要部分：陕西省自动化科技和产业的整体展示、自动化企业产品展览、高校相关教学实验设备展览。

中国自动化大会，是由中国自动化学会主办的国内最高层次的自动化、信息与智能科学领域的大型综合性学术会议，旨在为年轻学者提供一个全国性学术交流平台，增进国内自动化领域内工作者之间的学术交流。该会议的成功举办将有助于增强国内自动化界的凝聚力，有助于在国家层面上扩大自动化学科对不同地区的社会影响，有助于带动地区的自动化学科发展。

（中国自动化大会秘书处 供稿）



2018全国第23届自动化应用技术 学术交流会在贵阳举行

7月13-15日，由中国自动化学会应用专业委员会、中国金属学会冶金自动化分会联合贵州大学主办，贵州省自动化学会承办，冶金自动化研究设计院等十余家单位协办的“2018全国第23届自动化应用技术学术交流会”在贵阳东盟国际会议中心隆重召开，来自全国高校师生、企业管理者及科研人员近300人汇聚一堂，围绕“数据驱动智能 智能创新时代”的大会主题进行了报告宣讲和学术探讨。



大会开幕式由中国自动化学会副秘书长、中国自动化学会应用专业委员会秘书长、冶金自动化研究设计院副院长孙彦广主持。中国自动化学会副理事长、中国自动化学会应用专业委员会主任、冶金自动化研究设计院院长张剑武致开幕辞，张剑武对各界领导给予的高度重视，对贵州

大学给予的全力承办，对各位代表的远道而来表示了衷心的感谢并祝全体参会人员能在本届会议中博采学术、增进交流、开拓视野、收获友谊。贵州大学常务副校长王红蕾致欢迎辞，中国金属学会副秘书长高怀致辞。

开幕式后，中国自动化学会副理事长、中国工程院院士、中南大学控制工程研究所所长桂卫华作了题为“大型高炉炼铁过程运行信息的高性能检测方法研究”的学术报告，介绍了其课题研究中的关键技术；贵州大学常务副校长王红蕾为参会代表分析了“柔性配电网关键技术及其应用”；浙江大学控制学院杨春节教授就“大型高炉高性能运行控制的基础理论与关键技术研究”作了深入讲解。

13日下午，来自知名高校和科研院所的教授专家分享了其研究过程中宝贵的经验。宝武集团技术专家杜斌作了关于“钢铁工业大数据应用的技术思考”的报告；东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室副主任张殿华分享了“板带钢全流程智能制造相关问题的思考”的报告；重庆大学材料学院教授郑忠分享了“面对钢铁智造的机理模型与数据模型的几点思考”的报告；北京科技大学自动化学学院副院长彭开香讲解了“带

钢热轧质量异常诊断与稳定控制关键技术”；冶金自动化研究设计院研发中心高级工程师马湧汇报了“基于多智能体仿真的炼钢智能调度系统”；北京金自天正智能控制股份有限公司轧钢事业部技术总监宋向荣讲解了“热轧过程控制模型关键技术”。

在14日上午的非钢铁行业学术宣讲单元中，中国铝业公司首席工程师曹斌讲解了“铝工业大数据与开发利用”；西门子（中国）有限公司过程工业与驱动集团副总裁和援凯作了题为“实现数字化正当时”的报告；北京矿冶科技集团有限公司副总工程师周俊武分享了“智能选矿厂架构设计与建设路径”的报告；江西瑞林电气自动化有限公司总工程师潘一峰讲解了“低压智能配电及信息管控系统”；上海利驰软件有限公司董事长令永卓分享了“让数据成为资产”的报告；中冶赛迪技术研发中心有限公司教授级高级工程师胡狄辛介绍了“电解铝槽测温巡检装置”。

14日下午，国内知名钢铁企业信息化公司就智能制造前沿技术及应用作了宣讲。上海宝信软件股份有限公司技术总监丛力群作了题为“智能制造在钢厂如何落地？”的报告；优也工业智能咨询公司CEO傅源分享了“跨工序协同中的价值创造——优也在钢铁智能制造中的实践分享”的报告；鞍钢集团信息产业公司副总经理陈志迅讲

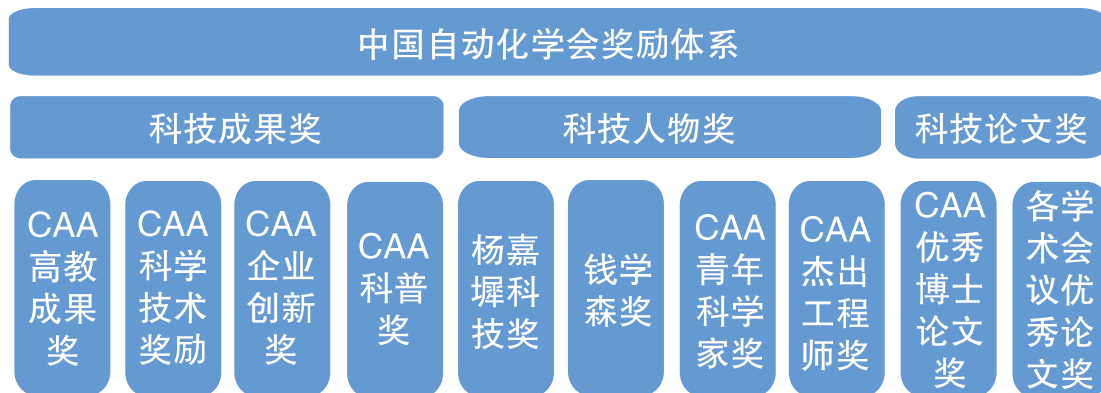
授了“智能工厂基础工作实践”；江苏金恒信息科技股份有限公司总经理孙茂杰总结了“南钢智能制造的认识与实践”；北京首钢自动化信息技术有限公司副总经理许剑介绍了“首钢集团管控体系架构的设计与实践”；山信软件股份有限公司信息化事业部总经理陈秀超分享了“基于工业互联网模式的智慧企业构筑”的报告；西门子工业软件创新中心高级顾问张文豪介绍了“西门子创新中心与智能制造转型”。

大会为了给参会者搭建深入交流学术观点，全面分享实践经验的平台，在每半天报告结束后特别设立了专家对话环节。参会代表们积极踊跃地对报告内容进行提问，报告嘉宾们知无不言地将自己的宝贵经验进行了分享。

为了使参会者更好地体验数据驱动与应用实践，大会还安排参观了贵阳国家高新区大数据应用展示中心和大数据产业生态示范基地。

“2018第23届自动化应用技术学术交流会”的成功召开，不仅落实了党的十九大提出的“推进互联网、大数据、人工智能和实体经济融合”的号召，还为分享智能制造研究成果，交流智能制造实践经验搭建了良好的平台，对于推动我国流程工业步入大智能技术开发与应用的新阶段，具有深远的意义。

（应用专委会 供稿）





7月27-29日，第29届中国过程控制会议（CPCC 2018）在沈阳召开。本届大会由中国自动化学会过程控制专业委员会主办，东北大学流程工业综合自动化国家重点实验室承办，中国科学院沈阳自动化研究所、沈阳化工大学和《控制工程》编辑部协办，并得到了沈阳市科学技术协会的大力支持。大会涵盖多方主题，紧扣热点方向，关注包括工业过程管理与决策系统、决策与控制一体化系统、工业过程及控制系统、运动体控制系统、安全监控系统、建模与仿真系统、工业互联网系统和人工智能驱动的自动化等在内的相关重要技术领域，旨在为海内外过程控制领域的专家、学者、研究生及工程设计人员提供一个学术交流、研讨和报告最新研究成果的机会，以推动过程控制领域的发展。超过700余名来自控制领域的海内外专家学者齐聚一堂，共同交流、探讨过程控制的最新研究成果和研究方向。

本届大会共安排三场高水平的大会报告：Andreas Kugi教授（Technische Universität Wien, Austria）作了题为“Mathematical Modeling and Advanced Process Control for Industrial Applications in the Steel Industry”的大会报告；中国工程院院士、华东理工大学钱锋教授作了题为“流程工业制造系统智能化——人工智能与流程制造

深度融合”的大会报告；Geir Rune Flåten Bio首席技术官（CAMO Software, Norway）作了题为“Driving your Process Monitoring Program with Data Analytics”的大会报告，从工程、技术、理论和学科前沿等多个角度探讨过程控制领域将面临的新机遇和新挑战。同时，大会还邀请北京大学王龙教授、上海交通大学殷翔副教授、华北电力大学刘向杰教授，以及从投稿作者中遴选的东北大学周平教授、华东理工大学钟伟民教授、中南大学王雅琳教授分别作大会主旨报告，分享了他们的最新研究成果。

本届大会设立了多个专题研讨：工业专题邀请到中国科学院沈阳自动化研究所于海斌所长和中国信息通信研究院张爱华副总工共同研讨“十三五”智能制造自动化系统理论与技术。教育专题由北京化工大学朱群雄教授主持，共同开展自动化高级专业人才培养模式改革研讨，以促进过程控制领域先进技术的研发与人才培养。大会又组织了科技创新与人才成长论坛，由大连理工大学王伟教授和中南大学阳春华教授主持，邀请过程控制界一批杰出的青年人才，围绕“如何结合工程实际做好科研”的主题展开研讨，介绍各自的成长经历，分享成才路上的体会与经验。同时，还邀请了国内外期刊的主编和编委共同参与的主编论坛。



大会与中国自动化学会大数据专业委员会合作组织了“大数据论坛——人工智能驱动的自动化”专题论坛，邀请Michael Buro 教授(University of Alberta)作了题为“Game AI Challenges and Big Data”的主旨报告，KayChen TAN教授（City University of Hong Kong）作了题为“Applications of Computational Intelligence to Condition-Based Maintenance”的主旨报告。论坛同时邀请Liang Zhao博士（George Mason University）、哈尔滨工业大学王宏志教授和美国斯坦福大学董一凝博士作了特邀报告。

大会组织了机器学习与数据建模、数据驱动的优化、复杂系统智能优化、非线性控制及机械系统应用和工业控制软件5个专题的11个邀请组报告在内的共计78个分组报告和张贴论文。通过分组报告，海内外专家、青年学者和研究生互动交流、共享成果和经验，研讨未来。大会共录用494 篇论文，采取口头宣讲和张贴宣讲的形式，让每一位论文作者充分展现出自己在科研学术和工程应用等方面的新思路、新方法、新技术、新概念、新成果。这些论文汇集了过程控制领域的最新发展成果，充分体现了过程控制的未来发展方向。在审稿专家推荐和评审委员会专家对稿件二次评审的基础上，有12篇论文进入了张钟俊优秀论文奖和学生优秀论文奖报告会，经过作者报告和答辩，评奖委员会的认真评审，评选出张钟俊优秀论文奖4篇，学生优秀论文奖1篇、提名奖2篇，张贴论文奖6篇，会议闭幕式上举行了隆重的颁奖仪式。

（过程控制专委会 供稿）

关于CAA

中国自动化学会（Chinese Association of Automation，缩写CAA）于1957年筹备，1961年在天津成立，是我国最早成立的国家一级学术团体之一，是中国科学技术协会的组成部分，是发展我国自动化科技事业的重要社会力量。

中国自动化学会现有49个专业委员会，9个工作委员会，近4万名个人会员，200余家团体单位，29个省、自治区、直辖市设有地方学会组织，基本覆盖了我国自动化科学技术领域的各个层面。



1961年全国学术会议全体同志合影

在中国科协指导下，十届理事会领导下，中国自动化学会不断创新工作模式，弘扬攻坚克难、拼搏实干的精神，在自身建设、学术引领、智库建设、科学普及与传播、人才培养与表彰奖励、国际交流与合作等方面不断突破，经过多年的发展取得了一定的成绩，学会于2016年被人力资源和社会保障部与中国科协联合授予“全国科协系统先进集体”称号。



第六期智能自动化学科前沿讲习班 在湖北武汉成功召开



7月28-29日，由中国自动化学会主办的第六期智能自动化学科前沿讲习班在湖北武汉华中科技大学成功召开，此次讲习班由华中科技大学自动化学学院院长曾志刚教授和清华大学胡晓林副教授共同担任学术主任。

第六期讲习班以“人工智能与智能控制”为主题，邀请了十余位领域相关的专家学者作主题报告，来自全国各相关高校、科研院所及相关单位的百余位学员参加了此次讲习班，共话人工智能与智能控制的现状与前景。



讲习班伊始，学术主任曾志刚院长进行致辞。曾院长代表华中科技大学自动学院对各位专家及学员的莅临表示热烈的欢迎。并指出，讲习班系列为专家学者提供了探讨热点方向和交流学术进展的平台，衷心希望各位学员能够通过此次讲习班碰撞出新的思想火花。



第一个进行报告的是中国科学院数学与系统科学研究院系统所所长张纪峰教授，张纪峰教授带来的报告题目为“时间非一致性与随

机最优控制”。经典的最优控制问题，相应于给定时间一状态初始对的最优控制，将沿着最优轨迹保持最优，即以最优轨迹上任何一点作为新的时间一状态初始对，原有最优控制在后续时间区间上的限制，将是相应于此新初始对的最优控制。这一性质称为最优控制的时间一致性，它可由Bellman最优性原理推得。最优控制的时间一致性虽然在经典最优控制理论中很少被提及，但事实上它是一个本质性的概念，现有的Bellman动态规划理论主要依赖于时间一致性这一性质。然而，现实世界中存在大量动态优化问题，对它们而言，Bellman最优性原理不再成立，进而最优控制的时间一致性也将丢失，即所考虑问题是时间非一致的；如下几种情形经常被文献提及：（i）指标泛函中的贴现函数是非指数的，（ii）指标泛函中存在条件期望的非线性项，（iii）指标泛函是初始状态显式依赖的。这些现象广泛存在于经济学和金融学领域，比如双曲贴现函数，准几何贴现函数，均值一方差效用函数等。张纪峰教授的报告详细介绍了时间非一致性，揭示了时间非一致性自Adam Smith以来的定性分析和概念萌芽，阐述其在金融学 and 经济学中的定量分析和成功运用，描述了系统控制领域的相关研究进展，强调了研究随机最优控

制领域内时间非一致的必要性。



随后由清华大学类脑计算研究中心主任施路平教授带来了题为“类脑计算及类脑计算系统”的报告。类脑计算系统是借鉴人脑信息处理方式，打破“冯·诺依曼”架构束缚，

适于实时处理非结构化信息、具有学习能力的超低功耗新型计算系统。当前欧盟、美国等均斥巨资长期支持此研究，但是这项研究目前均处于起步阶段，尚未形成公认技术方案。施路平教授的报告分别从为什么（why）做什么（what）和怎样做（how）三方面来分析类脑计算系统研究，分析发展类脑计算的挑战和前景。



下午第一个为大家带来报告的是中国自动化学会副理事长、澳门大学讲座教授陈俊龙，陈俊龙教授的报告题目为“智能控制算法”。智能控制是用来解决传统控制方法难以解决的非线性、高度不确定性、

信息不完全性、或者因人而产生复杂性等的具有复杂控制任务的问题。陈俊龙教授此次报告是讨论基于人工神经网络理论、模糊数学理论、计算智能理论、及模式识别理论等为基础而衍生出来的智能控制方法。课题包括：（1）神经网络控制；（2）模糊控制；（3）强化学习控制；（4）智能自适应控制；（5）基于遗传算法的智能控制；（6）混合智能的控制。



下午第二个报告为清华大学孙富春教授作的题为“基于视触觉融合的目标识别与灵巧操作”的报告。为实现机器人柔和灵巧的操作能力，下一代机器人需装备多模态的分布式感知与融合模块，有望突破像人一样的跨模态信息感知、表

征/融合和动作行为。孙富春教授的报告介绍了清华大学课题组研制的高分辨率四模态传感装置和装备有四模态人工皮肤/类肌肉驱动的五指灵巧手，该灵巧手的分布式传感装置包含了微视觉、压力觉/滑觉和温度觉传感器。报告同时给出了研究团队在跨模态的视触觉信息的处理方面取得理论成果，包括基于视触觉信息的目标识别以及感知—动作映射问题的深度学习和经验学习方法。报告的最后，孙富春教授为大家展示了实验结果分析和未来的研究展望。



28日最后为大家带来报告的是来自中国科学院自动化研究所的王亮研究员，王亮研究员的报告题目为“AI时代视觉大数据的智能分析”。报告首先简要介绍了人工智能的概念和现状，然后介绍其重要的一个分支领域——计算机视觉。视觉大数据分析是模式识别的前沿方向。近年来，深度学习已经在语音、视觉、自然语言处理等领域取得了很大成功，接下来重点回顾了深度学习历史及其在视觉大数据分析中的应用进展。针对深度神经网络在结构、功能、泛化性等问题，进一步探索模拟认知过程中的注意、记忆等机制，研究深度认知神经网络理论和方法。报告的最后，王亮研究员对几个未来可能的研究方向进行了展望。



29日第一位进行报告的是清华大学微纳电子系副系主任吴华强教授，吴华强教授为大家带来的报告题目为“基于新型电子突触器件的类脑计算研究”。人工智能的研究和应用已经取得了突飞猛进的发展，但是运行人工智能深度神经网络算法的计算平台主要是超级计算机群（成百上千个CPU和GPU），不但需要巨大的硬件投入，而且占用

的空间和消耗的能源也非常可观。受限于存储计算分离对芯片性能的限制,同时CMOS工艺微缩速度放缓,以及人工智能应用对计算存储需求的不断提升,当前的技术将面临诸多新的挑战。在这一背景下,新器件的出现变得至关重要,通过引入新原理的半导体器件,不但可以拓展芯片的功能,甚至可以颠覆传统电路理论,突破当前芯片面临的能效、速度瓶颈,大幅提升芯片性能。基于过渡族金属氧化的忆阻器件显示出了优越的存算一体的特性,能够规避存储和计算之间数据搬运的功耗并且能够实现大规模集成,进而实现高性能计算。展望未来,智能社会即将来临,吴华强教授也指出了面向未来的智能芯片,最底层的器件需要具备的特性。



上午第二个为大家带来报告的是清华大学胡晓林副教授,胡晓林副教授为大家带来的报告题目为“神经网络的攻击与防御”。神经网络在各种任务上取得了巨大的成功,但是人们发现它很脆弱:对输入数据做一点微小的扰动,就会导致输出结果完全不同。这种特殊扰动后的输入数据称为对抗样本,而这种操作被称为对神经网络的攻击。有攻击就应该有防御。防御的意思是构造方法使得神经网络不被对抗样本欺骗。胡晓林副教授的报告介绍了这个领域的历史和最新进展,并对未来进行展望。



下午第一个为大家带来报告的是华中科技大学电子信息与通信学院副院长白翔教授,白翔教授为大家带来的报告题目为“任意形状的场景文本检测与识别”,报告指出随着深度学习技术的不断进步,场景文本检测与识别领域已经取得了显著的进展。然而,对于曲形或者任意形状排列的文本的检测与识别,仍然是一个极其具有挑战性的问题。在本次报告中,白翔教授首先对近年来场景文本检测与识别主流技术进行了简要的回顾;接着,介绍了场景文本检测与识别(Photo

OCR)领域的最新研究进展,具体内容包括面向任意形状文本的检测与识别方法,及端到端识别神经网络;报告的最后,白翔教授对此领域的未来研究趋势做出展望。



下午第二个报告为清华大学自动化系赵明国副教授作的题为“利用机器人的自然动力学来实现高能效的移动”的报告。报告介绍了清华大学机器人控制实验室在这方面做的一些研究工作,即先利用被动步行原理实现高能效的双足运动,然后通过反馈控制进一步提高机器人的稳定性,报告的另外一部分也展示了如何通过车把转向控制实现无人驾驶自行车的高能量效率。在这些例子中,实验室采用了一种非常简单但非常规的控制方法,它们的共同特点是寻找并利用系统的自然动力学。



最后进行报告的是清华大学电子工程系汪玉副教授,汪玉副教授的报告题目为“基于FPGA的深度学习处理器”。深度学习的应用日益广泛。相比于传统的CPU/GPU平台,针对定制计算结构能够提供更高的计算能效。但是,基于FPGA的深度学习加速器面临开发周期长,性能受限等问题。汪玉副教授的报告通过总结已有工作,结合实际设计经验,总结针对深度学习加速器的设计思路,并介绍了基于FPGA的高能效、快速部署的深度学习处理器结构和部署流程[FPGA 2016+2017]。其中压缩和量化技术可以去除算法中的冗余操作,减少系统计算和存储的需求,同时量化还能够提升FPGA系统的峰值计算能力。由于CNN和DNN/RNN在计算和存储模式的本质差异,针对CNN、DNN/RNN分别设计了两种体系结构与相应的指令、编译系统。基于赛林思的平台,CNN和LSTM的平台均取得了比嵌入式和桌面GPU更好的能量效率(>60GOPS/W)。

(学会秘书处 供稿)



第二期智能能源技术讲习班在北京成功召开

7月28日，由中国自动化学会主办的第二期智能能源技术讲习班在北京成功举办。第二期智能能源技术讲习班邀请了上海工程技术大学汽车工程学院特聘的上海市千人计划严晓教授进行报告，国家千人、武汉大学电气工程学院张俊教授主持。

此次讲习班内容和召开方式区别于以往传统会议模式：整期只有一位报告专家围绕一个主题展开讲解，除此之外，讲习班采取现场会议+网络直播两种方式同步进行。由于报告内容的专业和深入，再加上举办方式的特别，第二期讲习班自通知发布之日起，就受到了相关专业领域的极大关注。除讲习班现场气氛热烈外，网络直播互动空前高涨，观看人数更是高达550人次。

讲习班开始由严晓教授进行了简单的自我介绍，随后带来题为“未来交通和未来能源中的智能储能电池”的报告。报告主要涉及“共享化、智能化和电动化发展趋势”“智能化和储能的关键作用”“动力和储能电池系统的关键参数、多场景储能电池的检测需要”以及“电池种类、电池属性考虑及电池容量衰减造成的影响”等方面，为使报告更形象生动，严教授在每一个报告

中都列举3-4个案例，展开深入的讲解。同时为增强现场和直播的互动性，在每阶段报告后，严教授都同参会人员就相关议题进行讨论，提高了参会人员的积极性与主动性。



最后由于直播互动时间有限，张俊教授汇总了部分没有来得及参与讨论的议题，同严晓教授进行了座谈交流，带领更多的人徜徉在智能能源技术的海洋。讲习班在一片热烈的掌声中结束了，张俊教授对严晓教授的分享表示感谢，同时衷心希望参加此次讲习班的学员可以有所收获。

（学会秘书处 供稿）

《中国自动化学会推荐学术期刊目录（试行）》发布

2015年8月，中国自动化学会启动了自动化学科领域学术期刊分类工作，经过近3年的历程，在各位专家的积极参与、辛勤付出和持续支持下，形成了《中国自动化学会学术推荐期刊目录（试行）》（以下简称“目录”），现予以公布。

《目录》包含自动化学科领域11个细分领域的302份学术期刊，11个细分领域为：（1）控制理论与控制工程；（2）模式识别与智能系统；（3）检测技术与自动化装置；（4）导航、制导与控制；（5）系统工程；（6）生物信息学；（7）企业信息化；（8）智能感知与自主控制；（9）机器人与无人系统；（10）仿真科学与工程；（11）综合交叉。

每个细分领域的期刊分为A类、B类、C类三档。A类代表国内外顶级学术刊物，B类代表国内外著名学术刊物，C类代表国内外重要学术刊物。其中，C类期刊尚处于审核阶段，将于审核完成后发布。

《目录》的产生经过确定分类领域、征集期刊信息、领域专家组研讨、全体专家组研讨、常务理事会议讨论、理事长会议审议、面向同行征求意见、工作组再修订等过程，各环节均经历了多次修订和多轮迭代，最终形成目前的推荐目录列表。

表。

需要说明的是，本《目录》是CAA为自动化学科领域科研人员发表研究成果提供的一个推荐列表，其目的不是作为学术评价的（唯一）依据，而仅作为CAA的推荐建议供业界参考使用。

众所周知，学术期刊的数量和质量本身具有动态性，因此期刊分类工作是一项“在路上”的系统工程，CAA将定期更新目录列表以尽可能体现其准确性、客观性和完整性。热忱欢迎业界专家学者对《目录》提出意见和建议，以便下次修订时参考。



《目录》下载请至中国自动化学会官网：
<http://www.caa.org.cn/>

（学会秘书处 供稿）

2018世界机器人大会专题论坛成功举办



8月18日，2018世界机器人大会——机器人质量提升及标准化专题论坛、机器人法律与伦理专题论坛在北京成功召开。中国自动化学会机器人专业委员会、国家机器人标准化总体组以及国家机器人质量监督检验中心（辽宁）以世界机器人大会为平台，共同举办了此次会议。各地机器人企业、科研院所、检测认证机构代表参加了此次会议，会上就国内外机器人产业发展的最新动态及标准化工作的进展进行了精彩的汇报和研讨。

中国科学院沈阳自动化研究所、北京大学多位专家在会上作专题报告。在机器人质量提升及标准化专题论坛中，国家机器人标准化总体组秘书长、IEEE机器人与自动化学会副主席、中国科学院沈阳自动化所机器人研究室主任刘连庆作了题为“我国机器人产业现状及国际机器人标准发展动态”的主题报告；中国科学院沈阳自动化所装备制造技术研究室副主任徐志刚作了题为“机器人与智能制造产业升级发展趋势”的主题报告等。机器人法律与伦理专题论坛中，北京大学知识产权学院常务副院长、中国科技法学会人工智能专委会主任张平作了题为“机器人大数据的隐私与个人信息保护”的主题报告，北京大学新闻

传播学院副院长吴靖作了题为“社会想象与人工智能”的主题报告等。

与会演讲专家阐述了国内外机器人产业的最新动态，以及机器人标准化工作的进展情况。分析了目前国内外机器人相关的最新技术和产业数据，强调了机器人标准化工作对于机器人产业的重要意义。新一代机器人——协作机器人也成为了专家们关注的热点，人机交互过程中的安全风险、协作机器人标准体系的建立和协作机器人的检测认证都是未来机器人发展的核心要素。

除协作机器人外，与会专家还从检测认证角度分析了国内外机器人产品质量的现状，并说明检测和认证对于保证机器人企业长足发展的重要性。专家们指出技术创新、专利、标准、检测能力的建立是机器人产品质量提升的关键，机器人标准作为规范产业发展的重要武器，助力提升产品质量的同时还可为企业带来巨大的商业效益。

与会专家还强调了在智能制造飞速发展下机器人发展的机遇，智能机器人与制造业的结合是未来机器人的发展趋势。专家们阐明了欧洲国家对于机器人在工业4.0背景下的重视程度，智能机器人在工业环境下的互联互通带来的优势和潜在的风险，还提出了快速发展的智能制造产业急需完善的标准体系来支撑。专家们还通过具体案例分析了标准和检测认证对于机器人和智能制造行业的影响，并提出了在军民融合背景下机器人技术和机器人标准所起到的作用。

机器人质量提升及标准化专题论坛受到了业内人士的广泛关注，吸引了多位代表前来参会。专题论坛的成果举办将继续推动我国机器人标准化工作的不断进步。

（机器人专委会 供稿）



中国自动化学会平行智能专业委员会 在京成立

8月18日上午,中国自动化学会平行智能专业委员会成立大会暨平行智能学术研讨会在中国科学院自动化研究所报告厅隆重举行。中国科学院院士吴宏鑫教授,中国自动化学会副理事长兼秘书长、中国科学院自动化研究所复杂系统管理与控制国家重点实验室主任王飞跃教授,中国自动化学会副理事长张剑武教授,以及中国科学院的有关领导、国内外控制领域及人工智能领域专家、媒体记者、学生等150余人出席了成立大会。

会议首先由王飞跃教授、张剑武教授致开幕辞,张剑武教授代表中国自动化学会宣读了专委会成立批文并致辞,随后专委会委员现场投票选举了专委会主任委员、副主任委员和秘书长,现场公布了本次大会的投票结果。

会议特别邀请中国科学院院士吴宏鑫教授作大会报告。吴宏鑫院士从我国人工智能研究的战略规划层面展开介绍,强调发展智能控制是当今时代的迫切需求,建立具有感知、认知、规划与自学习的智能控制系统将会成为今后人工智能研究的核心问题。吴院士强调了平行智能及平行控制的重要性并对其未来研究方向作了展望,同时也对智能控制领域高端人才培养提出了殷切期望。

国防科技大学徐昕教授的报告探究面向自主学习的

平行智能系统,讲解了该系统针对不确定性、多样性和复杂性问题求取收敛解的技术路线,以及该系统在车辆智能化控制和军事智能化指挥领域中的具体应用。

中国科学技术大学李智军教授的报告讲解了智能穿戴式外骨骼康复机器人的本体设计、智能控制和应用系统集成等关键技术,分享了在该应用研究中的多年经验。

清华大学李升波教授的报告提出了智能网联汽车多车协调控制的通用框架,介绍了分布式系统在该框架下的稳定性判据,以及平行化预测控制在该框架下的具体实施方法。

慧拓智能机器有限公司CEO陈龙博士介绍了平行驾驶及产业化进展,指出目前平行驾驶技术在无人矿山、无人物流等领域取得了显著落地产业化进展,云端网联无人驾驶混合智能解决方案更是在青岛市城道路上率先实现了实际应用。

最后,专委会主任曹东璞教授总结了平行智能专委会成立的背景和意义。在大数据、计算能力、机器学习以及云计算技术的飞速发展、人工智能热潮不断创新、突破、重构的大环境下,基于ACP方法的平行智能系统在平行驾驶、平行交通等多个研究方向上取得了重大进展。曹东璞教授也介绍了专委会的近期规划,包括学术

会议与交流、技术培训, 基于小车平台的无人系统比赛和人才培养等。

平行智能是由中国学者于本世纪初提出的原创性研究范式, 在诸多研究领域取得了各项实践成功, 受到国家与国内外学术界的广泛关注。2016年, 中国工程院牵头规划“人工智能2.0发展战略研究”重大项目, 将平行智能列为核心课题之一, 为人工智能研究提供了新思路。2017年7月8日, 国务院发布《新一代人工智能发展规划》, 基于平行智能的混合增强智能被列为新一代人

工智能关键共性技术之一。中国自动化学会平行智能专业委员会的筹备, 正是为了顺应时代科技发展的需求。

本次大会主要嘉宾从自动化领域到人工智能领域, 涵盖众多学科, 他们的思考和见解代表了我国高端水准。平行智能专业委员会的成立, 在未来可以更深度的促进学术交流与合作, 推动平行智能理论方法、关键技术和应用实践不断发展和完善, 为推动我国人工智能领域的持续发展与技术进步作出贡献。

(平行智能专委会 供稿)



第24届国际模式识别大会于8月21日在北京国家会议中心举行开幕式, 这是其创办40多年来第一次在中国内地召开。本次大会是由国际模式识别联合会、中国自动化学会、中国科学院自动化研究所主办, 模式识别、机器学习、计算机视觉等相关领域海内外知名专家共聚一堂, 交流相关研究领域的最新成果和发展趋势。

开幕式当天, 大会主席谭铁牛院士和大会程序委员会主席刘成林研究员分别致辞。随后, 大会颁发了国际模式识别联合会(IAPR)的King Sun Fu奖和J.K. Aggarwal奖, 获得者分别是芬兰奥卢大学的Matti Pietikainen教授和美国德克萨斯大学奥斯汀分校的Kristen Grauman教授。

ICPR 2018在筹备阶段便获得了极大的关注。根据会议官方网站的数据, 今年, ICPR共收到1258篇有效投稿, 投稿量高于上届ICPR。经过严格的审稿, 一共有652篇论文被接收(接收率为52%), 其中口头报告125篇, 海报展示527篇。本次大会参会人数逾千人, 全球共有13家企业赞助。

据悉, 本届大会将进行包括模式识别和机器学习、计算机视觉、语音图像视频和多媒体、生物识别技术和人机交互、文档分析和识别以及生物医学成像和生物信息学在内的6个主题讨论并继续颁发包括Maria Petrou Prize、最佳论文、最佳学生论文在内的三项奖项。

(中国科学院自动化研究所 供稿)



群贤毕至 共探认知科学与人工智能相关领域发展 —— 第一届中国认知计算和混合智能学术 大会在西安成功举办



8月25-26日，由国家自然科学基金委员会信息科学部、中国自动化学会、中国认知科学学会共同主办的第一届中国认知计算与混合智能学术大会在古都西安隆重召开。

本届大会共有大会报告人14位，特邀专题报告人43位，逾600人参加。本届大会的主题是研讨和交流认知科学、神经科学和人工智能学科等领域交叉融合的最新进展和前沿技术，共设有“认知计算的基础理论”“混合增强智能与深度学习”“受神经科学启发的计算构架与器件”“先进感知与智能环境”四个专题报告，涉

及认知建模与计算、混合智能、受神经科学启发的计算架构与器件、先进感知、智能机器人、无人驾驶驾驶等领域。

大会开幕式由中国工程院院士、西安交通大学教授、中国自动化学会理事长郑南宁院士主持。



开幕式上，西安交通大学校长王树国首先登台致辞，代表承办方西安交通大学向本届大会的成功举办表示祝贺。他认为，当前中美贸易之争给我们

造成了诸多发展障碍，但也使我们突然惊醒，我们需要在自有知识产权尤其是代表第四次工业革命的人工智能信息化方面下大工夫。我们需要秉承“打铁还需自身硬”的观念，如果在这些新时代科学技术领域没有过硬本领，我们很难对整个人类社会的进步发展产生影响。当前人类处在第四次工业革命前夕，本届会议又是在十三朝古都西安举办，无论是从历史还是现实的角度来说都具有重要意义。大会汇集了众多顶尖专家学者，将为该领域的发展带来深刻启迪。同时，希望未来会有更多年轻人进入这个领域并带来进步。



国家自然科学基金委信息科学部副主任张兆田登台致辞。他代表主办方国家自然科学基金委信息科学部感谢各方对会议的贡献和支持，感谢专家学者长期以来给予的支持和帮助。人工智能正改变人类生活方式，也是引领未来的一项专业性技术。去年以来，国家陆续出台了多项支持人工智能发展的政策及指导性文件，鼓励相关技术、理论和方法的研究。新时代有新挑战和新要求，计算速度在提高，数据量在增加。本次盛会探讨认知科学、神经科学和人工

智能最新交叉融合及前沿进展，希望通过这个平台促进产学研协同发展。



中国工程院办公厅主任宋德雄在致辞中表示，2014年6月，联合国教科文组织与中国政府签订协议，依托中国工程院，在北京成立联合国教科文组织国际工程科技知识中心。中心面向广大科技工作者建立了若干个服务平台，在多领域举办专项培训，为高端智库建设提供支持。同时，中心积极响应国家号召，连续两年召开人工智能主题相关研讨会。未来将加快中心建设，深化人工智能应用，为推动创新驱动发展提供有力支撑。



最后，陕西省委常委、西安市委书记王永康登台致辞。他代表西安市委市政府对会议的召开表示热烈祝贺，向莅临大会的专家学者表示热烈欢迎。借此机会，他向与会嘉宾介绍了近年来西安发展人工智能相关产业的重要举措及成绩：

人工智能是西安追赶超越新王牌。去年西安在全国举起硬科技的大旗，提出八个发展的重要领域。不断完善西安人工智能产业，一批项目落户西安。一手抓硬科技，一手抓新经济。培育新兴产业，打造硬科技之都，新经济之都。人工智能是西安创新新焦点。西安抓住新一轮机遇，把创新主动权掌握在手中。西安拥有70所高校，120万在校学生，发展人工智能产业有较好的基础。本届会议让西安站在新起点，未来将进一步加大对人工智能产业发展的支持力度。西安要成为创新创业新城市。全国互联网企业10强有8个落户西安，世界五百强有203家。去年引进各类人才58万人，最多一天引进8000人。西安已成为海内外人才创新创业的支撑，一带一路看西安。

希望专家多提建议，让更多好成果在西安转化。

随着开幕式的完成，会议进入大会报告环节。作为大会关键组成部分，25日共有6位专家分享了精彩的报告内容。这些报告凝聚了6位专家长期以来在认知科学、神经科学及人工智能等领域的积累和思考，为大会注入了深度思想和新内涵。



中国科学院院士、中科院生物物理研究所研究员陈霖作了题为“新一代人工智能的核心基础科学问题：认知和计算的关系”的主题报告，提出新一代人工智能的核心基础科学问题——认知和计算的关系可以进一步细化为四方面的关系：（1）认知的基本单元和计算的基本单元的关系；（2）认知神经表达的解剖结构和人工智能计算的体系结构的关系；（3）认知涌现的特有精神活动现象和计算涌现的特有信息处理显现的关系；（4）认知的数学基础和计算的数学基础的关系这一观点。



中国科学院院士、美国科学院院士、中国科学院神经科学研究所研究员蒲慕明作了题为“脑科学对类脑人工智能可能有的贡献”的主题报告，蒲慕明院士提出人脑的认知可

以分为三个层面：对外界的认知、自我和非我的认知、对语言的认知，对大脑如何进行这些认知功能的理解将有助于未来类脑人工智能的研发。



中国工程院院士、军事科学院研究员李德毅作了题为“反用驾驶脑：用人工智能研究脑认知”的主题报告，介绍了用于无人驾驶汽车的驾驶脑，其可以体现驾驶员的驾驶认知和选择性注意，体现了记忆认知、交互认知和计算认知，体现了自学习能力，不但可以用于无人驾驶，还可以协助脑科学研究脑认知，研究人的技能和智慧从何而来，研究记忆和思维活动应该用什么时间尺度和空间尺度表现，研究和评价人的认知能力。



中国工程院院士、北京大学教授高文作了题为“类脑视觉处理”的主题报告，高院士表示人类视觉系统经过千百万年的进化，眼睛和大脑可以高效有机联动实现视觉认知，其中眼睛负责感知光信号，完成视觉神经编码，经视神经网络将编码传导给大脑视觉野，最终形成认知，在对人类视觉系统演进路径成因分析的基础上，高院士提出人工知觉系统之数字视网膜概念与实现方法，并进而展望未来类脑视觉系统其他可能的演进路线。



近年来人工智能技术持续突破，在视觉、听觉等感知层面某些能力已经超过人类，在获取知识、理解语言等认知层面也取得了长足的进步。百度高级副总裁王海峰博士在题

为“多模态深度语义理解”的主题报告中，结合百度在大数据、视觉、语音、自然语言处理、知识图谱等人工智能技术上的进展，深入解读多模态深度语义理解。最新发布的百度大脑3.0，提出了百度人工智能技术进入多模态深度语义理解阶段，以数据语义和知识语义为基础，深层次理解图像、语音和语言，形成语义化知识，从而更准确理解用户需求，满足多样化应用需要。



最后，中国科学院院士、浙江大学教授段树民作了题为“脑功能的神经环路基础”的主题报告，段树民院士提出近年来发展迅猛的人工智能，正在深刻的影响到我们生活的各个方面。人们寄希望于人工智能的发展将比任何已有的科技成果更强有力的造福于人类。必须指出的是，人类大脑最神奇的高级功能，如情感、意识、自我认知、创新能力等方面仍然是现阶段弱人工智能所不能逾越的难关。可以预见，从弱人工智能向强人工智能的发展必将更广泛更深层次的应用到大脑的工作机理。

26日共有8位专家分享精彩的报告内容。报告内容涉及认知科学、神经科学及人工智能等领域的前沿技术与最新进展，为与会者提供了一个良好的思想沟通碰撞的平台。



美国密西根大学教授张俊作了题为“智能与认知计算的数学基础”的主题报告，张俊教授从Marr计算层次角度探讨大脑的核心算法，进而引入信息几何理论统一框架，在认知层面，从容限空间出发探讨（视）认知的数学基础，阐述知觉物体的整体性与不变性知觉，提出刻画知觉组织的泛拓扑理论框架。



中国工程院院士、新疆大学教授吾守尔·斯拉木报告题目为“基于信息感知的混合智能处理及其应用”。吾守尔·斯拉木院士介绍了混合智能处理的新发展及其在推进社会治理智能化、构建智能化监测预警与综合应急平台、丝路多语音翻译平台建设等方面的作用，并指出混合智能处理技术在智能信息服务各个环节实现系统感知、全面分析、及时处理，以及自我调节功能的作用。



中国科学院院士、北京大学教授黄如为大会作了题为“面向神经形态计算的新一代智能芯片”的主题报告，黄如院士指出传统计算机由于采用储存和计算分离的体系架构，当前已经面临性能、功耗等多重挑战，同时现有计算模式难以完成许多对人类大脑来说轻而易举的任务，亟待发展新的神经形态计算芯片和系统，其中，发展逼近生物神经元和神经突触行为的新型神经形态器件和集成构架、在单元和构架层次上实现类脑信息处理功能是神经形态计算的重要基础，器件、电路、构建、算法等层面协同设计是核心关键。



中国自动化学会副理事长兼秘书长、中国科学院自动化研究所研究员王飞跃为大会作了题为“平行认知：迈向知行合一的智能认知科学技术”的主题报告。利用ACP方法和CPSS理念，通过将认知分解为描述性认知、预测性认知、引导性认知，我们试图为认知科学提供一个可计算、可试验、可检验的基础设施

和平台构架，使“知行合一”成为智能认知的实时性技术要求。为此，在虚拟现实VR、扩展现实AR、人工智能AI的基础上，还要进一步补充虚拟传感VS、扩展传感AS、人工认知AC，借助软件定义的认知传感器和认知机器人，形成集平行传感、平行试验、平行智能为一体的实时嵌入式智能认知系统，使“不定、多样、复杂（UDC）”的问题与现状，内化为其“灵捷、聚焦、收敛（AFC）”的认知能力与效率，最终实现“人机结合、知行合一、虚实一体”的“合一体”认知科学方法与技术。



纵观历史，人类已经开发了帮助文明演进和成长的工具和技术——计算机，推而广之，人工智能在技术迭代发展的过程中扮演了重要的作用。近期，人工智能愈发受到关注并引起了广泛地讨论。微软亚洲研究院研究员、副院长张益肇在题为“迈向混合智能，赋能个人和组织”的主题报告中，列举了诸如计算机视觉和数据挖掘等人工智能已经展示出类似人类能力水平的领域，并将探讨人类如何在创造力和判断力方面更出色。由于人工智能是可以增强人类能力的工具，因此明确技术可行和不可行的范围也十分重要，以确保人工智能最终能被恰当地使用。



西安交通大学副校长、教授郑庆华为大会作了题为“碎片化知识的挖掘融合与应用”的主题报告，郑庆华教授指出信息融合研究如何采集多个传感器数据并实现目标对象识别不同，碎片化知识融合旨在解决知识自动化的三个关键需求——既见树木又见森林、由此及彼由表及里、去粗存精去伪存真，其核心问题是

如何从位置分散、模态多样、内容片面、结构无序的大数据中挖掘出碎片化知识并融合成知识图谱。



联想集团副总裁王茜女士为大会作了题为“超算平台助力混合智能发展”的主题报告，王茜女士表示，今天的我们正在飞快地进入一个由人工智能驱动的全新时代。

从人工智能到增强智能，人类和机器将会形成新的伙伴关系。人工智能的快速发展离不开三个核心要素，即数据、计算力以及算法。当前人工智能领域的各大巨头不约而同地在建立自己的人工智能平台，联想也在快速构建具备多媒体、多模态处理能力的人工智能平台，而联想在超算领域的优势会让平台更加强大。未来，人工智能会让软硬件发挥最大的效力。



最后，中国工程院院士、西安交通大学教授、中国自动化学会理事长郑南宁为大会作了题为“直觉性AI与无人驾驶”的主题报告，郑南宁院士指出对当前人工智能而言，解决某些对人类来说属于智力挑战的问题可能是相对简单的，但对看似简单的与真实物理世界交互的能力依然非常差（无人驾驶就属于这类问题）。人脑对于非认知因素的理解更多地来自于直觉，并受到经验和长期知识积累的影响，这些

因素在人对物理环境理解与行为交互、非完整信息处理等问题中有着极其重要的作用。而且人类的学习是一种与事物互动的过程，人类认知过程中的特征概念形成往往是建立在语义解释的基础上；人类依赖对事物的观察（或显著性特征的注意）在大脑中建立不同的内部分析模型，并利用这些模型来推测事物的变化，或是从过去的事件预测未来。而机器学习中的特征提取及预测模型与人类认知过程中的特征概念形成及其内部分析模型是完全不同的，为使机器学习模型产生人类的认知结果，需要其所学特征在一定程度上符合神经生理学实验结果，同时要使特征具有数学和语义的解释性。此外，大脑神经网络结构的可塑性，以及人脑在非认知因素和认知功能之间的相互作用，它们是形式化方法难以、甚至不能描述的。因此，我们需要从脑认知机理和神经科学获得灵感和启发，发展新的AI计算模型与架构，让机器具备对物理世界最基本的感知与反应，即使机器具有“常识”推理的能力，从而实现更加健壮的人工智能系统。

新一代人工智能的核心基础科学问题是认知和计算的关系，同时人工智能追求的长期目标是使机器能像人一样学习和思考，需要将人的作用或人的认知模型引入到人工智能系统中，形成混合—增强智能的形态。当前人工智能发展已进入新阶段，本届大会围绕认知计算与混合智能分享了人工智能、认知科学等交叉融合领域的基础理论、尖端技术等方面的研究进展，为促进我国新一代人工智能发展作出一定贡献。

（学会秘书处 供稿）

前沿高端类

国家机器人
发展论坛



中国智能车
大会暨国家智能
车发展论坛



国家智能
制造论坛



2018国际空中机器人大赛在北京成功举办

8月25-27日，2018年“圆梦天使杯”国际空中机器人大赛（亚太赛区）在北京航空航天大学成功举办。

本次大赛由国际无人机系统协会、中国航空学会、中国人工智能学会、中国自动化学会、北京航空航天大学、中国航空教育学会联合主办，国际无人机系统协会设立奖金，中国航空学会无人驾驶航空器系统委员会、中国航空学会制导、导航与控制分会、飞行器控制一体化技术国家级重点实验室、中国自动化学会无人飞行器自主控制专业委员会（筹）、中国人工智能学会科普工作委员会、北京航空航天大学会和北京小飞手教育科技有限公司协办，北京圆梦天使通航科技有限公司承办。

经过8月25日的技术答辩环节后，8月26日，来自国际亚太地区的13支高校参赛队、134名运动员、裁判员和嘉宾汇聚北京航空航天大学体育馆参加了开幕式。中国航空学会常务理事张聚恩研究员、大赛发起人美国乔治亚理工大学Robert C.Michelson教授、中国人工智能学会常务副理事长杨放春教授分别致辞。中国航空学会名誉理事长刘高倬研究员、北航校长助理王荣桥教授、中国航空学会名誉理事魏钢将军、北航自动化学院院长吕金虎教授、北航无人系统研究院院长王英勋教授等出席了开幕式。开幕式后进行了精彩的无人机集群编队表演。

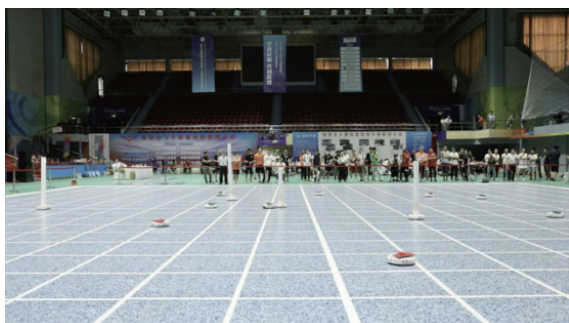
今年是第七代任务的第五年也是最后一年，也是第八代任务的开启之年。由于技术难度大，中美两个赛区在过去四年时间里都没能完成第七任务——“空中牧羊犬行动”。根据比赛规则，空中机器人是“牧羊犬”，比赛场地中10台随机移动的地面机器人是“羊”，4台随机移动的地面机器人是“狼”。空中机器人（“牧羊



犬”）要在10分钟之内把4台以上的地面机器人（“羊”）通过在空中触碰和落地阻挡的方式将“羊”围堵到场地绿色边缘之外（“羊圈”），完成第七代任务第一阶段既定任务，简称“7a任务”。今年的参赛队伍相比较去年，在动态多目标跟踪定位、自主态势判断与决策、实时任务规划、室内光流与视觉导航以及飞行控制等多方面都有很大的进步，例如浙大代表队成功地把三只“羊”赶出圈外。

经过激烈角逐今年以浙江大学队为代表的一些优秀团队获得了历史性突破，其中浙江大学队ZMART团队获得了2018年第七代任务年度冠军并获得20000美金的冠军奖金，厦门大学白鹭队获得了2018年度第二名并获得6000美元奖金，哈尔滨工业大学HITCSC团队获得了年度第三名并获得4000美元奖金，海军航空大学智鹰队获得了最佳任务规划奖，北京航空航天大学驭远-X队获得了最佳系统控制奖，南京航空航天大学代表向阳而生队获得了最佳系统导航奖，中国民航大学Civil Drone队获得了系统设计奖，中山大学空中机器人队获得创新设计奖，宁夏大学Eagle eye队

获得最佳进步奖，印度斯坦大学-KCG技术学院代表队获得团队文化奖。



第八代任务是中美学者共同设计的，相比任务七，任务八更加体现了人工智能和自主控制，也更加生动有趣，但是难度也有了大幅度提高。今年是第八代任务“星际飞船救援行动”的第一年比赛，首次进行了人与机器的远程非电子手段交互，由4个空中机器人协助人完成由一个人不可能独立完成任务，这标志着无人系统智能化技术又将迈上一个新的台阶，比赛现场引来阵阵喝彩，让大家感受到了人工智能的魅力。

裁判组最终评选出三个获奖代表队：北京航空航天大学驭远-Y团队以总分第一名的成绩获得了第八代任务的最佳人机协作奖并获得5000元奖金，哈尔滨工业大学HITCSC团队获得了最佳技术实现奖并获得2000元奖金，印度理工学院孟买

分校代表队获得了最佳表现奖。



国际空中机器人大赛始创于1991年，由美国乔治亚理工大学罗伯特教授倡导、国际无人机系统协会（AUVSI）资助，分欧美和亚太两个赛区同步举行，每年举办一次。赛事至今已历经27年，均是从自动到自主控制逐步提高的智能高技术比赛任务。

大赛创办27年来，由麻省理工学院、斯坦福大学、卡耐基梅隆大学、柏林理工大学、清华大学、浙江大学等完成了七代从自动到自主控制逐步提高的智能高技术比赛任务，该大赛将无人飞行器设计、导航与控制的学术研究与实践紧密结合，培养了参赛学生的团队协作能力和创新能力，已经成为在国际高校范围内极具影响的研究生和大学生科技创新赛事品牌。

（学会秘书处 供稿）

2018国家智能制造论坛

为进一步落实国家《中国制造2025》发展战略，深化供给侧结构性改革、发展新经济、加快中国制造提质增效，助推宁波市“中国制造2025”试点示范城市的建设，由中国自动化学会主办的“2018国家智能制造论坛”定于9月25-26日在宁波举行。

论坛内容：

院士报告：互联网+工业、互联网+智能制造等方向国家战略、产业及技术发展形势的前瞻性分析

大学、科研机构报告：关于制造业中细分行业的共性研究与技术延展分析

跨国集团、中国企业：关于技术发展、行业解决方案的分享

详情查看中国自动化学会官网：<http://www.caa.org.cn/index.php>。

调研座谈会

中国科协召开学会党建工作



学习贯彻习近平总书记关于党的建设和组织工作重要思想,落实全国组织工作会议及中央和国家机关党的政治建设推进会议精神,调研交流中国科协所属全国学会的党建工作经验,研究学会党建存在的

问题,深入推进学会党建和科技群团党建工作创新发展,7月30日下午,中国科协召开学会党建工作调研座谈会。中国科协党组书记、常务副主席、书记处第一书记怀进鹏,党组成员、书记处书记束为、项昌乐、宋军,党组成员王守东出席会议,会议由中国科协党组副书记、副主席、书记处书记徐延豪主持。

会议学习传达了习近平总书记对推进中央和国家机关党的政治建设的重要指示精神、全国组织工作会议精神。科技社团党委汇报了学会党建调研情况,会议就如何落实中央精神,进一步广泛深入开展学会党建工作进行了研究讨论。

怀进鹏在讲话中指出,社会组织快速蓬勃发展,对于推动国家治理体系和治理能力现代化起着重要作用。学会是技术共同体、科学共同体,更是价值共同体。学会党建工作要针对学会和科技人员特点,提高价值认同的认识,发挥政治引领和政治吸纳作用,发挥凝聚人才的作用。学会党建是中国科协“大党建”的核心也是基础。中

国科协党组高度重视学会党建工作,在不断的实践和探索中,已经总结了一些好的经验做法,需要进一步宣传推广,形成可复制的机制制度。面对新形势新问题,更需要梳理情况、查找问题,特别是要解决思想认识观念上的问题。

怀进鹏强调,做好学会党建工作,一是要坚持以党的政治建设为统领,提高价值认同观念,增强价值引领能力;二是加强制度机制建设,形成在组织路线、制度建设和工作任务的三结合,避免两张皮;三是要积极运用数字化等新手段新媒介,用数字化推动基层党建新发展。近年来,中国科协学会党建工作在党组高度重视和坚强领导下取得一定成效和经验,特别是学会党建“两个全覆盖”工作取得阶段性成果,通过大力加强学会党组织建设,推进构建三级党组织体系,截至目前已成立学会党委196个,198个学会办事机构实现党的组织覆盖,一些学会在分支机构层面成立党建工作小组。学会党组织在强化党的领导、保证学会发展政治方向,强化思想引领、培育凝心聚力的社团文化,强化作风建设、推动学会事业发展,强化纪律建设、防范化解廉政风险等方面探索出很多典型做法和经验。

中央和国家机关工委协会党建部有关负责同志,中国科协组人部、调宣部、学会部、机关党委、学会服务中心、科技社团党委、人才中心主要负责同志,部分全国学会有关人员参加会议。

(来源:中国科协)

CAA党员先锋队在行动——书香浓浓寄真情

为帮助农村贫困地区热爱学习的学生顺利完成学业，同时开拓学生“人工智能+”的思维和兴趣，中国自动化学会在云南红河哈尼族彝族自治州的弥勒市设立助学助教基地。



为响应国务院国开发〔2017〕12号文件中关于参与教育扶贫的要求，落实中国科协办（发计字〔2017〕）44号文件精神，中国自动化学会党支部为全面推动智航助学助教工作，面向学会理事、省级学会、分支机构等开展了图书募集活动，用于扶助弥勒市第三中学和五山乡中心学校两个智航助学基地，以及今年即将开展的两个新建基地和四个智航图书馆的建设。

图书募集活动得到了学会理事、省级学会、分支机构的热切反响和大力支持，短短两周时间内，中国自动化学会党支部收到了来自各位理事、各省级学会及分支机构的200余本教材。目前学会收到的全部图书已经转交智航助学助教基地负责老师，统一运送到孩子们手中。

一本书打开一个世界，一本书通向爱心之路。在此次图书捐赠工作中，学会党员先锋队起到了重要的引领和示范作用。中国自动化学会党支部将以此为契机继续加强党员队伍建设，发挥党员先锋模范作用，推动学会各项工作有序健康发展。

（学会党支部 供稿）

中国自动化学会会员：现可免费申请IEEE Xplore数据库及InnovationQ Plus专利检索分析工具试用

IEEE（美国电气电子工程师学会）是目前全球规模最大的专业技术学会。IEEE目前拥有超过42万会员，遍布全球160多个国家，其业务涉及标准、期刊、会议和教育等多个领域。

中国自动化学会为了更好地服务学会会员，为学会会员申请了IEEE Xplore数据库及InnovationQ Plus专利检索分析工具的免费试用权，且在试用过程中均可以安排免费现场培训，如有试用需求，请填写申请表格反馈至学会办公室，如有任何疑问，请随时与学会办公室联系。

详情查看中国自动化学会官网：<http://www.caa.org.cn/index.php>。



CAA党员先锋队在行动 ——2018国际智能车大会在常熟举办

6月25-30日，由IEEE智能交通系统学会主办，中国自动化学会、常熟市人民政府、中国科学院自动化研究所、西安交通大学人工智能与机器人研究所等机构承办的第29届IEEE国际智能车大会（IEEE IV 2018）在江苏常熟成功召开。会议期间，学会党支部充分发挥党的政治优势、组织优势和群众工作优势，在会议组织各项工作中通过党员示范引领，进一步增强了学会党组织的创造力和凝聚力。同时，学会党委书记、理事长郑南宁院士，学会党委副书记、副理事长兼秘书长王飞跃教授亲临现场，指导会议举办工作。

志愿服务是培育和践行社会主义核心价值观的重要载体，是建设服务型基层党组织的重要载体，是共产党员发挥先锋模范作用的重要载体。在IEEE IV 2018期间，学会党支部成员主动承担了国内外重要嘉宾的接待任务，通过一对一定向

服务、亲切的问题咨询、周到热情的指引，为大会树立了良好形象；注册签到处是联系与会者最紧密、服务会员最直接的窗口，学会党支部安排不同组别分类签到，以提升服务水平与质量，保证签到工作高效有序进行。此外，学会党支部成员通过合理分工，发挥各自所长，带领志愿者服务在会议的各个环节，保证了大会的顺利进行；通过密切配合，提高了工作效率，也充分发挥了党员的先锋模范作用和党支部的战斗堡垒作用。

党的基层组织是党的全部工作和战斗力的基础。为全面贯彻落实党的十九大精神，切实提升学会组织力，学会党支部将继续加强党员队伍建设，发挥党员先锋模范作用，推动学会各项工作有序健康发展。

（学会党支部 供稿）





2018年中国自动化大会 (CAC 2018)

2018年11月30日-12月02日 中国·西安

中国自动化大会是由中国自动化学会主办的国内最高层次的自动化、信息与智能科学领域的大型综合性学术会议。2018年中国自动化大会 (CAC 2018) 将于2018年11月30日-12月02日在西安召开, 本次大会由西安交通大学承办。

CAC 2018 大会将为全球自动化、信息与智能科学领域的专家学者和产业界的同仁提供展示创新成果、展望未来发展的高端学术平台, 加强不同学科领域间的交叉融合, 引领自动化、信息、智能科学与技术的发展。

大会主题: 自动化创造智慧社会

一、征文范围

本次大会将设立18个专题、28个征文领域。热忱欢迎全国各高等院校、科研院所和企事业单位中从事自动化理论与技术研究的科技工作者积极投稿, 特别希望征集能反映各单位在自动化领域研究特色的学术论文。各专题除特邀报告外, 将从投稿中遴选优秀论文做专题会场报告。

二、大会专题

- 专题1: 基于大数据的系统控制与决策
- 专题2: 机器人与智能系统
- 专题3: 无人系统与自主控制
- 专题4: CPS、智能电网与智能制造
- 专题5: 人工智能与机器学习
- 专题6: 计算感知与模式识别

- 专题7: 智能检测技术与仪器
- 专题8: 电力电子与运动控制
- 专题9: 网络系统控制
- 专题10: 工业控制系统信息安全
- 专题11: 系统故障诊断与健康管理
- 专题12: 智慧城市与物联网

- 专题13: 智慧农业
- 专题14: 智能交通
- 专题15: 智慧教育
- 专题16: 智慧医疗与健康工程
- 专题17: 系统生物学与生物信息技术
- 专题18: 流程工业智能化

三、征文领域

主要征文领域 (但不局限于):

- 1、基于大数据的学习、建模、控制、诊断与决策
- 2、工业机器人与服务机器人
- 3、智能制造、纳米制造与高端自动化系统
- 4、新能源控制与绿色制造技术
- 5、智能电网与控制
- 6、精准医疗方法与技术
- 7、智能控制理论与方法
- 8、智能计算与机器学习
- 9、智能车联网与无人驾驶

- 10、智能计算前移与新型计算架构
- 11、图像处理与计算机视觉
- 12、空间飞行器控制
- 13、自动驾驶技术与系统
- 14、网络化控制
- 15、多智能体编队与协同
- 16、脑机接口与认知计算
- 17、先进传感技术与仪器仪表
- 18、传感器网络与数据融合

- 19、故障诊断与系统运行安全
- 20、复杂系统理论与方法
- 21、复杂系统的平行控制和管理
- 22、社会计算和社会系统的管理
- 23、智能交通理论与技术
- 24、智慧农业技术与应用
- 25、智慧教育理论与实践
- 26、医学图像、生物信息与仿生控制
- 27、流程工业过程控制
- 28、其它有关自动化新兴领域

四、重要时间节点

征稿截止日期: 2018年9月25日

录用通知日期: 2018年10月15日

论文终稿日期: 2018年10月31日

更多信息, 请访问大会网站: <http://www.cac2018.cn>

主办单位



承办单位



西安交通大学
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

协办单位

陕西省自动化学会
西安理工大学

西北工业大学
火箭军工程大学