

X5.0: 平行时代的平行智能体系

王飞跃

中国科学院自动化研究所

关键词：平行时代 平行智能 平行情报 平行大脑

智能的本源

“智能”一词在汉语词典上的定义是“获取和应用知识与技巧的能力”。但如果查英文词典就会发现，“intelligence”有两个意思，除智能之外，还有情报之意，即“收集具有军事或政治价值的信息”。智能与情报是一枚硬币的两个面，由知识连在一起。现代情报学的奠基人肯特(Kent)曾说过“情报就是知识”，更准确地说，情报就是 KAO (knowledge + action + organization, 知识 + 行动 + 组织)。传统语境下，行动是特务行动，组织是特务组织。但现在不一样了，由于网络的出现，信息开源了，行动是“人肉搜索”、众包，组织是百度、谷歌等公司。未来的智能系统也必须是 KAO，像情报机构一样，除了有知识，还要有行动，有组织，成为“活”体智能。

智能与情报的一体化，是智能科学未来的发展道路。用中国

传统的“阴阳鱼”可以直观地表述这种观点：阳为智能，阴为情报，相辅相成，智能是开放的情报，情报是封闭的智能。阴阳生万物，人工智能之阳加上搜索技术之阴，就是构建智能系统的根本之道。所以百度、谷歌等公司关注智能技术理所当然。这样，未来的智能系统一定是开放的、开源的、实用化、大众化和微小“创客”式的。

生命与智能是人类最美好、最重要的两类追求。很多人认为，对智能的研究应该在对生命的研究之后，仿“生”就行了。可惜，生物学、医学、神经生理学等领域的专家至今仍没有完全弄清楚大脑的机制、思维的法则，智能科学想仿真也没有明确的途径。无“生”可仿怎么办？从技术或工程角度而言，**智能的本质是利用已知、解决未知**，从已知到未知只能依靠想象。所以爱因斯坦说：“智能的真正标志不是知识，而是想象。”

平行世界需要平行智能

人靠大脑来想象。大脑是开放的，几乎可以瞬间感知自己已知的所有知识，并推理未知的世界和问题。机器想象目前只能靠算法，而且算法是封闭的：迄今为止，不管是多么复杂的算法，几乎全都限制在机器的内存空间中。如果算法不“解放”、不开放，人工智能就永远只能“人工”，无法逼近人类，无法“类人”，只能滞留在利用已有的知识解决已知问题的境界。

机器想象的核心问题是算法如何开放。我认为算法只能在第三世界开放，这里不是指政治意义上的第三世界，而是指波普尔¹的第三世界。一般人只熟悉两个世界，物理世界（第一世界）和心理世界（第二世界）。但波普尔提出还有个第三世界——人工世界。农业社会开发了物理世界的地表资源；文艺复兴开发了心理世界，解放了思想，发展了科

¹ 卡尔·波普尔，20世纪最伟大的哲学家之一，是批判理性主义的创始人，于20世纪50年代提出了“三个世界”的理论。

学；随之而来的工业社会发明了蒸汽机和电动机，又开发了物理世界的地下资源；今天，物联网、大数据、云计算来了，必须开发第三世界，这就是智能时代的使命。农业社会打破了“血缘的不对称”，工业社会打破了“信息的不对称”，那么新智能时代崛起的就是“智力的不对称”了。开放智能算法开发人工世界，最终消除“智力的不对称”，是新智能时代的历史任务。

算法一定要在第三世界开放。在物理世界，人类只是行动的主体；在心理世界，人类是认知的主体；只有在人工世界，人类才是真正的主宰。未来世界的和谐，一定是“物理世界+心理世界+人工世界”的和谐，加起来就是平行世界。平行世界需要平行智能——就是开放的算法带来开放的智能、“活”的常识，平行的大脑，这是解除人工智能“常识难题”或“常识诅咒”瓶颈最有效的途径，是新智能科学的发展方向。

平行智能，如何有解？

为什么要平行？这要从复杂性说起。复杂性与智能化其实是一对难兄难弟，由复杂性的“情结”和智能化的“情报”连在一起，都面临“无知又要知”、“无解又要解”等本质性的矛盾，谁也离不开谁。这些矛盾的特征归结起来就是UDC——不定性(uncertainty)、多样性(diversity)和复

杂性(complexity)。化解复杂性和智能化的本质性矛盾，必须做到信息化、自动化和智能化的一体融合，使“无解”的问题变得“有解”。

如何有解？ $X^2+1=0$ 这个原本无解的简单方程可以为我们提供思路：通过概念的创新引入“虚数”的概念，扩大解的空间，“无解”的方程就会“有解”。

中国古代哲学对此有过深刻的讨论。理学的启蒙者之一张载在《正蒙》中说道：“有象斯有对，对必反其为；有反斯有仇，仇必和而解”。任何一个事物都有其对立面，既然对立就会产生相反的行为；相反行为就会导致仇恨。以前我们的哲学是斗争的哲学，而且要斗争到底，以消灭对方为目的；但是，张载的学说来了个大转折，认为“仇必和而解”，提倡和谐社会。

我认为这一思想换几个字就是我们研究复杂性与智能化系统的关键：“有问斯有对，对必限其分；有限斯有知，知必虚而解”。只要有问题就会有对策，要找到对策就不能无限地分下去。只有框定一个范围才能产生真正的科学知识，否则就是玄学。科学的传统认识就是永远地、无限地分下去、限下去，从而源源不断地产生新的科学知识。但要解决复杂性与智能化系统问题，必要时必须不再分、不再限，转为“知必虚而解”——这也是一个大转折，是我们研究问题的关键所在。

对“虚”的理解多种多样。近代物理学大家、现代量子力学

的创始人之一波恩教授写过一本书《我的一生和我的哲学观》，提出要把主观性的倾向融入科学领域，这就是虚的一部分，是社会学和心理学的东西。其实科学的发展就是“虚”出来的。我们现在要进一步“虚”，要把人的行为、心理和社会的行为、心理加进来，还要加入虚拟的网络空间，否则，许多复杂性与智能化问题就“无解”。

大约400年以前，虚数刚被提出来的时候不被认为是实实在在的“数”，英文是“imaginary number”，直接翻译过来就是“想象的数”。但是今天我们都知道虚数是实实在在的数，是数的一半。如果没有虚数，一个简单的一元二次方程就无解；如果没有虚数，许多计算机程序就要停下来，也就没有今天的信息产业了。所以，复杂智能系统要有“解”，必须引入相应的“虚数”——“知必虚而解”，这就是我们的基本想法。

复杂性与智能化系统的虚数是什么？我认为网络虚拟空间就是复杂智能系统“虚数”的载体，将来人的生活空间有一半是在现实空间，另一半是在虚拟空间。

ACP的平行方法

化解复杂性与智能化之间的矛盾，一定要使用ACP的平行理念：人工社会(artificial societies)+ 计算实验(computational experiments)+ 平行执行(parallel

execution)。支撑 ACP 方法的是社会物理网络系统 (Cyber Physical Social Systems, CPSS), 它比眼下正热的信息物理系统 (Cyber Physical Systems, CPS) 多了一个 S (social), 这至关重要: 这个 S 把人及其组织纳入系统之中, 使平行成为可能。将来, 人一定是“真”人与“虚”人一体化的平行人, 开始是虚实的一对一, 然后是一对多、多对一, 最后是多对多, 形成虚实互动、互生、互存的平行社会。

从本质上讲, ACP 平行理念的核心是把复杂性与智能化系统“虚”的和“软”的部分建立起来, 通过可以定量实施的计算化、实时化, 使之“硬化”, 真正用于解决实际问题。而所谓的大数据、物联网、云计算正是支撑 ACP 方法的核心技术。通过构建人工系统和实际系统组成的闭环反馈、虚实互动、平行执行的平行系统, 使两者协同发展, 并确保系统按照人类期望的目标收敛, 如图 1 所示。

大数据和基于 ACP 的平行系统有着本质的关联。大数据的实质可以用管理学家的两句话表述: 一是戴明 (Deming) 的“除了上帝, 任何人都必须用数据说话”; 二是德鲁克 (Drucker) 的“预测未来的最好方法就是去创造未来”。归纳起来就是数据说话、预测未来、创造未来。落实起来, 归结为: 一个人工社会、一个计算试验和一个平行系统, 实现从知识的表示到决策的推理, 再到情景的自适应学习和理解的闭环反馈运行。表述 (representation)、推理 (reasoning)、学习和自适应 (learning and adaption) 是目前机器学习概率图方法的主要内容, 我希望在此基础上还能发展出一个“可能图方法”。借助大数据等技术的支撑, 通过 ACP 的平行理念, 就可以实现从牛顿到默顿的飞跃: 实现从物理信号到社会信号, 从牛顿“知你为何”的“大定律、小数据”到默顿“望你为何”的“小定律、大数据”, 从控制到诱导, 从面向信息物理系统的机械系统到面向社会物理网络系统的智能系统的转化。

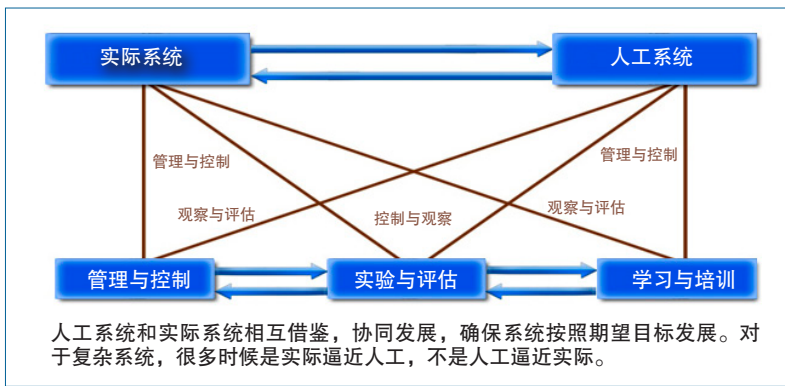


图1 ACP的平行架构

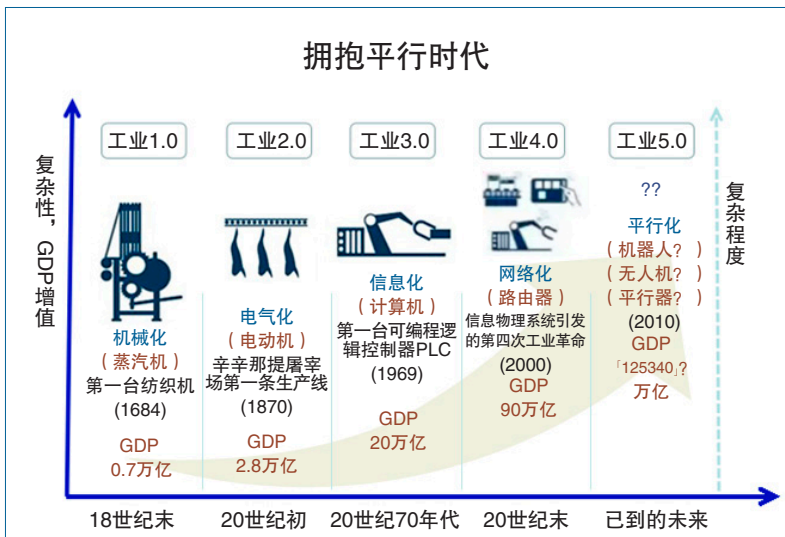


图2 技术发展的5个阶段

X5.0: 平行时代的智能产业与基础设施

就技术的发展而言, 在机械化、电气化、信息化、网络化之后, 我们进入了第5个技术发展阶段——平行化, 也就有了平行时代“X5.0”的说法, 如图2所示。前4个阶段的典型特征分

别是蒸汽机、电动机、计算机、路由器。平行化的典型特征是什么呢？是机器人？无人机？还是并行器或并行机？但无论如何，就像蒸汽机和电动机一样，计算机和路由器将很快“消失”在无所不在之中。

在X5.0时代，不仅系统需要平行，将来的人、物、设备、工业过程、智能系统、农场、企业、组织、社区、城市、社会，甚至世界，也一定是平行的。X5.0时代的智能体系包括：一个核心——平行，两个支撑——ACP和CPSS，三个主题——智能系统、智慧管理和社会智能。

ACP方法最早的应用领域是平行智能交通系统，如图3所示。交通管理与控制系统采用ACP方法的原因有两个：首先是数据问题，传统交通的数据“垄断”是个很大的问题，研究人员往往无法从有关部门获取相关数据，但又没有经费和资源自己做实验，以致“巧妇难为无米之炊”，很难开展大规模、具有实质意义的交通研究；其次是因果问题，目前使用的交通管理与控制系统都是基于已经发生过的交通数据进行决策的，知“果”但不知“因”，导致治标不治本，根本谈不上智能交通，更无法从根本上解决交通拥堵问题。

ACP的平行系统是解决上述两个问题的有效方法，因为交通问题是一个物理过程与社会过程交叉参半的混合过程，交通现象多是“涌现”出来的，具有典

型的复杂智能系统的众多特征。数据问题可通过人工交通系统(Artificial Transportation Systems, ATS)建模来解决，因果问题可通过计算实验C和平行执行P来分析和利用，从而在一定程度上既可治“表”又可治“里”。例如，人工交通系统可以根据区

流量，作为实际交通情况的参考基础，从而为“虚实”互动对实际交通进行平行控管提供基础。有了人工交通系统，计算机就可以作为交通的“社会实验室”，对各种各样的交通行为和现象进行“试验”，探本溯源，进而标本兼治。

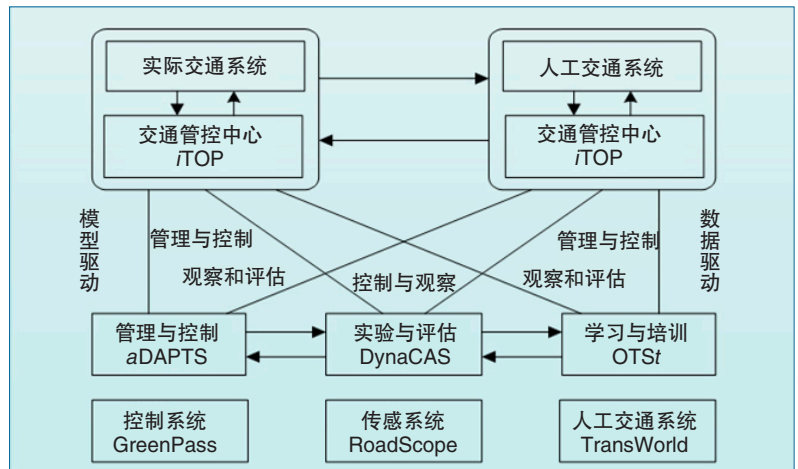


图3 20世纪90年代末至今的平行交通管理与控制系统

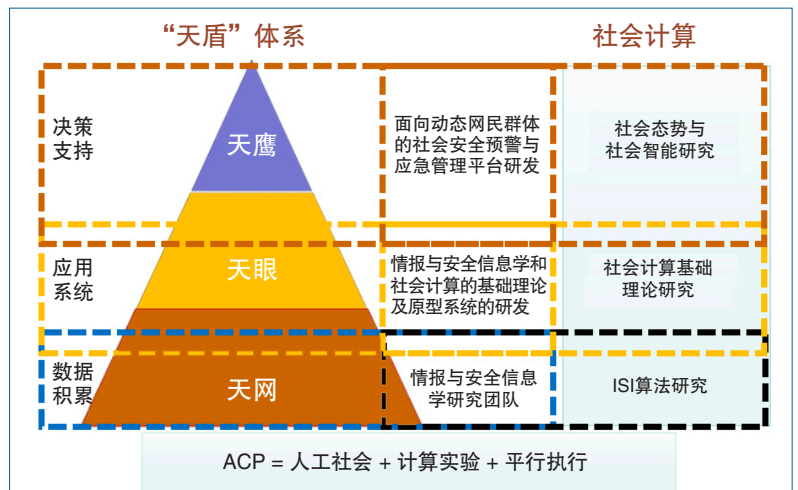


图4 2004~2010年的平行情报系统

域的人口、商店的位置、企业的上下班时间、学校的放学时间等计算出“人工世界”的“人工交通”

其次是应用于情报领域，美国是开源情报方面的急先锋，现在已经成立了网络部队，之前

有相应的“国家万维别动部队(National Cyber Range, NCR)”行动。国家万维别动部队致力于建立大规模的人与社会行为的模型,目标是使模型的准确度达到80%,我个人认为这是不可能实现的,也是没有意义的,准确度能达到20%就非常好了,而且也足够了。国家万维别动部队行动其实就是军事化的社会计算和平行系统,不过只想到了ACP的一半,即一个人工社会加半个计算实验,但没有平行执行,至少公开的部分没有嵌入平行执行的想法。

我们开发了平行开源情报系统,重点是围绕开源信息开展天盾计划,主要包括天网、天眼、天鹰三个工程(如图4所示),目标是为国家反恐和社会稳定提供决策支持。天网工程通过对不同领域的开源信息进行深度搜索,利用各类的“社会传感器网络”为“培育生长”各种人工社会或组织提供“粮食”;天眼利用计算实验进行分析,“激活”分析之后的开源情报;天鹰是行动,将软件按照机器知识人的形式组织起来,使现状向希望的目标状态收敛。

智能时代与智慧社会

人有了想象,就可以虚构,虚构的东西又反过来影响人——这就是虚实二象性,整个人类文明就是这样产生的。理性是有限的,所以就有了理学家王阳明的

“知行合一”;智力也是有限的,所以需要广义的“哥白尼变革”:知识依照对象,对象依照智能,将来必是“人机合一”。因此,人类的智力一定要通过平行的虚拟系统来扩展。

展望未来智慧社会的发展方式和作用,首先是游戏与动漫的科学化。游戏要变成科学游戏,游戏工程师也像今天的软件工程师一样,是一种非常标准的职业,每个公司都有。游戏工程师干什么?当然是打“游戏”,打软件定义的“人工公司”的管理游戏、市场游戏、生产游戏等,直到提升公司的效率为止。否则,公司就无法“绿色”、无法“低碳”,要比其他公司消耗更多的资源,社会就无法可持续发展。

其次是仿真与模拟的常态化。现在建大桥之前要做个有限元模型进行模拟与仿真,只要可靠就行,桥建好之后模型就丢了。而将来,只要桥在,模型就在,成为“人工桥”,与真正的桥永远相伴。人工桥与实际的桥一起老化,一起经历时间的磨练,二者可通过无线传感网、甚至未来的物联网连起来,形成互动。载重车通过实际桥之前,先要通过计算手段在人工桥上走一遍,看是否有问题,如果有问题就赶快处理解决。我们可以把人工桥放到网上,可以有好多份,让大家来看,用“众包”的方式来检查大桥。现在好多桥梁事故都是因为疏忽造成的,如果有人随时检查,事故可能就会避免。所以传

统的检查方式是不可靠的,这种基于人工桥的“众包”检查方式更可靠。大坝、高楼等公共设施都可以用这种方式管理和维护,核心就是仿真模拟要嵌入式和常态化,要长年累月、每时每刻地仿真下去。

最后还需要经验与知识的数字化、动态化和即时化。以后80%的知识在网上都能查到,只有20%或更少的知识才需要专家解答。这在一定程度上意味着,今天我们在学校里学的80%的知识都将成为常识,以后不用再在学校里学了,甚至写科技论文就像过去农民种地一样,即写即用,成为谋生的常规手段。

通过平行,让人工智能开放,通过情报智能一体化的方式,使各种智能系统成为未来智能产业的基础设施,以“常识”克服“常识诅咒”,最终让人工影响未来,让未来影响历史,这是我对人工智能的愿景。■



王飞跃

CCF 杰出会员。中科院自动化所研究员。主要研究方向为社会计算、情报与安全信息学、智能系统和复杂系统的建模、分析和控制。feiyue.wang@ia.ac.cn