

·科技纵横捭阖·

## 脑认知的形式化

### ——从研发机器驾驶脑谈开去

脑科学是人工智能和生命科学的交叉,要使脑认知形式化而为人们所理解,有两条途径:神经学方法和物理学方法。一名从事脑科学研究的学者,本身需要横跨不同学科,成为几个领域的专家。

认知神经学的起点可以认为是癫痫病人的脑手术,其中发现不同区域、不同频率的脑电波服从大脑的同一震荡,进而表现为抽搐。现在人们了解到,人脑是世界上已知最复杂的器官,它有多种尺度的解剖组织之分,包括微观尺度的基因、蛋白质,介观尺度的细胞与突触、神经环路与神经网络,以及宏观尺度的脑区域网和认知行为。介观尺度之中,神经元和突触通过大脑思维和小脑运动相连,反映出神经细胞与个体行为关系;生物神经回路和大规模神经网络与大规模神经网络技术紧密相关,该领域尤其是脉冲网络模型,当前成为认知神经学研究的热点。

认知的物理学方法是以物理学为基础的神经成像技术,如核磁共振、脑电图等,使得人类不再需要开颅才能认识大脑;但人们并不清楚是在信号级、符号级、语义级还是行为级层面对认知形式化。多年来,我们提出用云模型填补数据和语义之间的鸿沟,创建了定性概念与定量数据双向转换的认知模型,概念的内涵是模型的核,用期望、熵和超熵表示,围绕核生成的“云滴”是概念的外延,具有不确定性,表示神经元、连接组、接合子或智能体的离散性,构造了云模型、云推理、云控制、云进化、云水印、云变换等一系列云方法和云工具。

脑认知的主要外在表现为如何听说和如何看,听说即为语言认知,看为图像认知。遗忘是人脑智能的显著表现,因为这体现出记忆不是简单的存储,还包含有计算、简约和抽象的取舍过程,记忆和计算总是同时发生,通常时间越长丢失信息越多。因此无论是语言记忆还是图像记忆,本质上都是统计记忆,一般来说越是长期的、大量的、反复的记忆越难遗忘,脑中留下的记忆是脑认知函数和脑遗忘函数的卷积。

脑认知的内涵为如何想,包括记忆认知、计算认知和交互认知。从记忆认知的形态和动态演化来看,首先是形成



瞬间的、丰富的感觉记忆,随后通过短期的工作记忆得到认知理解,最后在大脑皮层被选择性留下一些痕迹作为长期记忆,使得当前的感知能够在未来得到回忆。脑认知也是计算认知,即概念、判断、推理的形成过程,它常常将当前感知与记忆中已有的认知发生相互作用,而这种认知的计算可能只有一种算法,即相似计算。交互认知有两个重要特点,一是脑不同区域、不同粒度的认知可以往返跳跃、并行处理;二是脑可以通过感知和外部世界交互,其间与其他人或事物互动,尤其对自然人的理解可以使他们相互启发和学习,结果使认知更准确,自己更聪明。冯·诺依曼计算机的局限性在于计算、存储和交互的分离,因而只具有计算智能。如果像脑认知的构成单元那样,同时具有记忆智能、计算智能和交互智能,则可以大大降低能耗。

人们研究自然的人脑,但不能忽视人的社会作用和全局性。在具备了大致的脑认知形式化之后,不应只满足于模型,必须要承载于具体的表现形式。比如无人驾驶可以先利用微电子技术,生产包括卷积神经网络在内的专用芯片和板卡,研发机器驾驶脑,同时寻找新的替代物。机器驾驶脑的框架类似人脑,首先通过动态感知形成感觉记忆、态势分析和自主决策形成工作记忆,进而形成长期记忆,在工作记忆和长期记忆下驾驶脑进行精准控制和在线行动,从而构成一条完整的回路。在驾驶脑的具体应用中,动态感知包括雷达传感器、视觉传感器、定位传感器和车姿传感器,其中视觉传感器有多个摄像头全面覆盖。以此为感觉记忆,构建一个以开车时驾驶员

认知坐标系为主的态势图,而非在静态的地图上。车辆运动智能参数和地图为长期记忆,当发生一次路径规划和人机交互的动机时,驾驶脑进行自主决策,并施以控制和执行。脑认知形式化的应用绝不仅限于机器驾驶脑,在面对其他特定问题时,如何把机器驾驶脑的形式推广出去,值得思考。

对于医疗领域,一个典型的痴呆病人语言机器人可以形式化为病人语言语姿感知、当前病情状态分析诊断、应答语句语义自主生成、语音语调精准控制、在线聊天。当前一些机器人由于设置的是固定的问题回答系统,表现不能令人满意。一个真正意义上的机器人应当有增量式学习或自学习的能力,将知识累积起来。痴呆语聊机器人应能实现痴呆表现知识积累和痴呆治疗知识积累,在病情态势图下对治疗规划和人机交互进行决策。

在进一步的实际应用中,或许能将专家知识转变为大数据进行学习,比如用群体智能取代显微镜来识别虫害、用摄像头的语义分析和图像处理取代GPS来识别车行线路、用面部和语音采集取代DNA检测来认证身份,甚至可能以更为廉价的成本来弥补当前复杂的检测设备。

未来脑科学和人工智能交叉研究载体潜力巨大,利用大数据模拟认知障碍和正常认知之间的转换来研究精神疾病的过程和抑制、置入生物记忆芯片扩大人的记忆力、可穿戴设备提高人的认知能力等等命题都吸引着人们的探索兴趣。生命科学和物理学历史悠久,学科壁垒森严,长期以来脑科学研究和人工智能研究犹如两条平行线,没有实质性的交集。学者应淡化学科分级的观念,在各领域的交叉中以不同方法看待问题,用一个结合点汇聚不同学科,带来引领社会进步的创新。中国制造业方兴未艾,相关领域的学者更要充分利用文化和载体,做出应有的成绩。一旦羧基生物脑和硅基电子脑形成“杂交优势”,必将势不可挡。

文/李德毅

作者简介 中国人工智能学会理事长,中国工程院院士。图片为本文作者。

(编辑 王丽娜)