

# 关于人工智能的形而上学批判

□ 高 良 朱亚宗

摘 要:随着 AlphaGo 的出现,人工智能再次成为科学界和哲学界关注的焦点,有的学者甚至提出人工智能将战胜和取代人类的预言。关于人工智能的定义有很多种,本文选取的定义范畴是建立在计算机基础上的强人工智能,并在哲学界既有研究的基础上,讨论人工智能和人类意识的相关关系。另外,强人工智能要重建和实现人类意识活动就必须模仿和“拥有”意识独有的三个属性:意识的广延性、同一性以及非逻辑性。然而,在形而上学的角度看来,这是十分困难的,甚至是不可能的。

关键词:人工智能 意识 广延性 同一性 非逻辑性

中图分类号: B081.1 文献标识码: A 文章编号: 1009 - 5675(2017) 03 - 037 - 07

“2016 年,是人工智能(Artificial Intelligence,英文缩写为 AI)议题高度亢奋的一年。谷歌 DeepMind 团队开发的 AlphaGo 程序以 4 比 1 的成绩‘战胜’韩国棋手、世界冠军李世石,使这种亢奋达到了顶点。AlphaGo 程序利用‘神经网络’来模仿专业棋手,并通过与其他同类程序比赛、加上程序自身的‘对垒’进行‘自我学习’,从而进一步提高其性能。AlphaGo 对阵其他围棋程序的胜率达到了 99%,并在过去的一场巡回赛中以 5 比 0 战胜了卫冕欧洲

冠军樊麾。此番 AlphaGo 与李世石的对垒,五连胜还是负一赢四,并不妨碍我们对人工智能的发展作出进一步的评估。恰如本次赛前发布会上谷歌董事长施密特所表示的,输赢都是人类的胜利。因为正是人类的努力才让人工智能有了今天的突破,人工智能在围棋上‘战胜’人类智能只是时间问题。”<sup>[1]</sup>不久之后,一个叫做“Master”(后经证明它就是 AlphaGo)的人工智能登录弈城,在线上连败众多高手,豪取六十连胜,延续了人工智能在围棋领

\* 作者简介:高 良,国防科学技术大学人文社科学院 2015 级硕士研究生,湖南长沙 410003;朱亚宗,国防科学技术大学人文社科学院教授、博导,湖南长沙 410003。

域的不败神话。近日,卡内基梅隆大学人工智能系统 Libratus 在长达 20 天的鏖战中,打败 4 名世界顶级德州扑克玩家,攻陷了人类防守智能机器在游戏领域节节胜利的“最后一道防线”。

众所周知,人们对于发展人工智能一直持有两种截然相反的态度:一种是赞成的和乐观的,认为人工智能终将造福人类。另一种是反对的和悲观的,认为人工智能将给人们带来灾难,甚至毁灭人类自身。而面对发展势头强劲的人工智能,似乎是后者的观点得到了进一步的佐证,人类对于自身被取代和战胜的隐忧再一次被科技发展的现实所激起与放大。究竟我们该如何面对人工智能的发展?人工智能发展的未来又将何去何从呢?这是值得我们思考的问题。

## 一、人工智能的定义

对于人工智能这个命题的讨论必须建立在人工智能这个概念进行限定的基础上才能有所展开,忽视概念的定义问题将导致不必要的争论与歧义。

复旦大学哲学学院教授徐英瑾认为,“人工智能技术的核心命意,乃是通过对于计算机的恰当编程,以使得相关设备能够在行为层面上表现出与人类类似的‘智能性’。尽管关于什么样的行为可以被判为‘智能的’,学界尚有不少的争议,但是一般人不会反对这么一条评判意见:理想中的人工智能产品,应当能够在尽量减少人工干预的情况下,在相关工作环境中,按照用户的要求自主地完成各种任务。”<sup>[2]</sup>美国斯坦福大学著名人工智能研究中心尼尔逊教授这样定义人工智能“人工智能是关于知识的学科——怎样表示知识以及怎样获得知识并使用知识的学科”;另一著名美国大学教授认为“人工智能就是研究如何使计算机去做过去只有人才能做的智能的工作”<sup>[3]</sup>。查询维基百科,其相关定义为“人工智能(AI)是展示智能的机器。在计算机科学领域,一台理想的‘智能’机器应该是一个随机应变的且以最大限度实现其目标为

目的的理性中介。

从上述定义中,我们不难发现,AlphaGo 程序的研发与运行似乎满足了对于人工智能的全部定义,人工智能呈现出人们所预期的表现。但是,我不禁思考另一个问题,当 AlphaGo 足以战胜李世石的时候,如果该程序能够真正的理解人类,它故意输掉一盘棋以维护李世石的面子,这样的人工智能又该属于什么范畴呢?我们要研发的人工智能显然需要对人类思维进行进一步的模拟与发展,这就要求我们必须将定义深化下去,于是便有了对于人工智能的“强”和“弱”的划分,需要我们理解“弱人工智能”与“强人工智能”的原则区别了。

对于弱人工智能而言,约翰·麦卡锡在 1956 年的达特茅斯会议上提出“人工智能就是要让机器的行为看起来就像是人所表现出的智能行为一样。”<sup>[4]</sup>就其广延看来,是包括自动驾驶、下棋技能、机器视觉、指纹识别、人脸识别、视网膜识别、虹膜识别、掌纹识别、专家系统、自动规划等技术在内的部分替代人工智能的工具性人工智能。

对于强人工智能而言,“计算机不仅是用来研究人的思维的一种工具;相反,只要运行适当的程序,计算机本身就是有思维的。”<sup>[4]</sup>中山大学人机互联实验室主任翟振明认为“在学界和业界,早有‘强人工智能’相对‘弱人工智能’的概念。这个命名容易让人误认为两者只是强弱程度的差别,但这种区别具有分立的性质——如果我们把‘强人工智能’定义为出现真正有自主意识并且可确证其主体资格的‘智能’,而不是 AlphaGo 这样仅仅比机械计算发展了更多层次的推理能力和学习能力的程序的话。这样定义下的所谓的‘强’,指的是超越工具型智能而达到第一人称主体世界内容的涌现,还包括意向性、命题态度,乃至自由意志的发生。”<sup>[1]</sup>

基于对于前文人工智能定义的理解,以及对于“强”“弱”人工智能的区分,本文所讨论的人工智能的定义包含于如下三个范畴之中:

第一,人工智能是机器的人工智能,是计算机为主导的人工智能,不是生物的,不是人类生理结

构重建的人工智能;

第二,主要关注点在于强人工智能,不讨论弱人工智能即工具性人工智能的社会影响与发展;

第三,对于强人工智能的理解在于如何用计算机实现人类的意识活动,关注机器思维向人类思维的转变与接近的发展前景与需要面临的问题。

## 二、人工智能的哲学研究

在列举前人的研究成果之前,有必要对人工智能的哲学研究的意义进行先行阐述。人工智能,特别是强人工智能,是采用计算机或机器的方式实现人类意识活动的重建。一方面,形而上学为科学技术引领方向,通过人类意识活动规律的揭示与猜想,将复杂而缥缈的人类意识活动形象化与体系化,使其具有了科学研究对象的具体性;另一方面,科学技术为形而上学提供证明,在形而上学理论的指引下进行技术实现,将抽象的哲学理论具象化,成为智能机器,检验哲学理论与客观实际的关联度,两者相互支撑,辩证统一。因此,要实现高水平的人工智能研发,就不得不向形而上学寻求帮助,人工智能开发的虽然是科技的工具,但最终寻求的是人类意识的模拟与重建。

有关人工智能的相关哲学研究实际上已经非常的丰富了,哲学家们特别是科技哲学领域的哲学家们对它的关注与研究更是由来已久。

郑祥福认为,人工智能面临着四大哲学问题。

“1. 关于意向性问题。①究竟什么叫作意向性?机器人按照指令从事特定的行为是不是意向性?②人类在行动之先就已经知道自己究竟是在做什么,具有自我意识,知道其行动将会产生什么样的结果,这是人类意识的重要特征。那么我们应该如何理解机器人按照指令从事某种行为呢?③意向性能否被程序化? 2. 人工智能中的概念框架问题。任何科学都是建立在它所已知的知识之上的,甚至科学观察的能力也无不与已知的东西相关,我们只能依赖于已知的知识,才能理解未知的对象。人们认知结构中的概念框架究竟是由哪些元素构成的?

3. 机器人行为中的语境问题。人工智能要能学习和运用知识,必须具备识别语言句子的语义的能力,在固定的系统中,语义是确定的。正因为这样,物理符号系统可以形式化。但是,在语言的运用中则不然,语言的意义是随语境的不同而有差别的。4. 日常化认识问题。实际的智能是多个层次之间不可分割的相互关联着的整体,各层次间究竟是如何发生关联的?在什么情况下发生什么样的关联?建立在符号系统基础上的人工智能如何解决人类认识的日常化问题,特别是如何解决人脑的情感、动机、意向性等心理活动功能,以及解决我们的日常认识因语境不同而意义不同的问题?”<sup>[5]</sup>

在2004年《软件学报》上的一期的由四个学者联名发表的文章从“不确定性”的角度,探讨了人工智能面临的形而上学的问题。“人们目前所说的不确定性,其涵义很广泛,主要包括随机性、模糊性、不完全性、不稳定性和不一致性这五个方面,其中随机性和模糊性又是最基本的。在不确定现象中,混沌、分形和复杂网络是目前人们研究不确定性最感兴趣的三个领域。”人工智能需要面对人类认知过程的四大不确定性问题。“人类的认知,实质上是客观世界的一种映像。客观世界的不确定性,决定了人类主观认知过程的不确定性。1. 感知的不确定性。以视觉为例,人睁开眼睛就能看见这个五彩缤纷的世界。人从外界感知的信息中大约有80%是通过视觉得到的。但是,眼睛会因为光照、角度、色彩、运动等诸多因素的影响而产生幻觉。2. 记忆的不确定性。记忆是人类智能的另一个基本方面,对于人类的学习和解决问题能力的培养十分重要,但是记忆常常是不准确的,随着时间的推移,记忆中事物的面貌、过程的细节会变得模糊。3. 思维的不确定性。人类的思维有精确的一面,更有不确定的一面,尤其是涉及联想、创造、顿悟等形象思维时,更没有确切的规律可言。4. 自然语言的不确定性。语言,尤其是文字语言,是人类与其他一切生物在智能上的最大区别,也是人类智能最突出的表现。但是,自然语言带有模糊性是显而易见

的。人类感觉器官感受的客观事物往往是连续的,例如温度、颜色、气味、声音等等。但是,语言符号是离散的,用离散的符号去表示连续的事物,边界必然不明确,产生模糊性。比如,“冷”“热”“美”“丑”等描述人类感官的词语。”<sup>[6]</sup>

另外,还有许多哲学研究关注的是人工智能的伦理学意义,有甚者甚至直接肯定了人工智能对人类自身的替代与否定。“如果真有强人工智能实现的一天,最合理的态度就是:承认他们是我们自己进化了的后代,人类进入了一种改变了繁殖方式的发展新阶段。后代取代前辈继续生存,实现更好的发展,这不是人类的灾难,而是人类的进化飞跃到了一个新阶段。退一万步讲,假如‘后人类’真的联合起来向‘前人类’造反并将前辈‘征服’,那也不过就像以往发生过的征服一样,一批人征服了另一批人或新人征服了旧人,而不是人类的末日。至于以量子计算为基础的人工智能到底会给我们的生活带来何种冲击,恐怕我们的想象力暂时还是鞭长莫及。”<sup>[1]</sup>这是十分有趣的,但是,伦理学并不是本文关注的重点,在此不展开讨论。

在上述文献中我们可以发现,不论是郑祥福的文章,还是《软件学报》上的文章,以及作者查询到的诸多其它没有引用到文章里面的论文,虽然其都在一定程度上关注了人工智能在哲学的层面需要面对与探讨的问题,但是,相对而言其关注点均比较分散,不够集中;虽然分析问题到达了一定深度,却不够根本,特别是对于意识活动本身的探讨与剖析很少提及,对于人工智能与意识活动之间关系的证明与论述比较浅显,证明大多来自感性直观缺少知性判断。因此,本文将在上述研究的基础上更进一步,对人工智能的形而上学研究进行批判与发展。

### 三、人工智能与人类意识的形而上学批判

AlphaGo 是以棋类算法的归纳和演绎为主要模式的工具性人工智能,尚不属于强人工智能的范

畴,即便如此,它的到来也在很大程度上激起了人类对于发展人工智能的担忧,在我看来,这种担忧主要来自于两个方面:一是作为普遍性的人工智能。人工智能作为科学技术发展的一个方面将不可避免的带来科学发展的负面效应;二是作为特殊性的人工智能。人工智能的发展会不会以人类被自然淘汰为代价,人脑意识会不会被计算机算法所取代。

对于前者而言,科学技术的发展往往会伴随着科学技术的异化,人们对于人工智能的担忧本质上是对于科学技术发展风险性的担忧。这样的担忧是有道理的,因为防范发展科学技术过程中带来的风险是人类必须面对的课题。人工智能作为科学技术的一个方向具有潜在风险,比如在军事领域的无人作战系统、机械士兵等等。但是,人工智能的风险性一定是可控的,因为人工智能的使用者和开发者都是人类,它始终是人类意识的延伸和人体机能的拓展,换句话说人工智能只不过是一种高级的技术工具或是计算机技术的体现形式,除此之外,再无其他。它的风险性和其他一般技术发展的风险性并无过大差别。

对于上述论断一定会有许多人反对,因为人工智能有其特殊性,不能用一般性来忽视它独有的风险,即高度发达的强人工智能有其独立的意识活动,可能会取代人脑,甚至会摆脱人类的控制而危及人类。如果说人工智能由于受到病毒的干扰而触发核开关而给人类带来灾难,这种说法还有点可信度,至于超越人脑形成独立意识之类的论断是不可能发生的。人工智能只能向着人类意识活动的本来面目去模仿,但是永远不会真正的建构出来。对于这个论断可以从三个方面来论证,这些论述也可以作为人工智能未来的某种发展方向给从事相关领域的科学工作者们进行参考。

#### (一) 意识具有广延性

第一,构成意识广延性的基础可以有很多。从主客观来划分包括两种:作为主观世界的意识活动,以及作为客观世界的人体的生理活动。就主观

世界而言,也可以包括两个方面:先天知识和后天经验。就前者而言,不同的人有不同的看法。康德等哲学家称作是先天知识,即人所普遍拥有的规则与能力;生物学家或是唯物论者喜欢称作基因遗传,不同的基因构成,赋予了人不同的先天能力;一般人愿意称作天赋,人人生而不同,“不同”即先天能力所长之处的不同。就后者而言,构成比较复杂,比如各人的成长经历,情感喜好,知识结构,文化传统,人际关系的构成,成长环境等等。这些都构成了意识广延性的基础,客观世界作为表象进入人脑都必须与这些或是这些之中的某个方面相结合,构成现象,形成经验。

第二,现象、经验与意识的广延性。意识的广延性具体体现在现象和经验的形成上。自然界是客观存在的,但是,自然界呈现给人类的永远只是现象的杂多。当现象的杂多综合成为一个现象的时候,自然界便展现出经过主观意识加工后所呈现的形态,构成了作为意志的表象世界中的一环——感性直观。这种感性直观的形成,既可以理解为客观世界与主观世界相结合的结果,也可以说是意识的广延性与客观实际相互作用的产物。人们在理解现象的时候不得不与意识的广延性联结,从而形成作为意志显现的独有现象。当一系列现象经过人脑知性的判断与意识的广延性进一步综合的时候,便形成了人脑的独有的认识——经验。因此,强人工智能要模拟人类意识就必须能构建出具有广延性的算法活动。在一方面构建具有意识广延性的数据库作为基础,在另一方面模拟人类产生现象和经验的信息生产机制,即客观世界与意识广延性的综合机制。但是,作为要超越人类的人工智能有不得不面对的另外一个关键问题,即究竟什么样的先天知识是完满的?究竟什么样的后天经验赋予计算机才会形成完满的算法?这是有待解决的问题,也是不好完成而只能一步步逼近和发展的问

第三,需要补充的是知识的广延性。一般来说,人工智能学习知识和人类学习知识,两者都是

对于知识的获得,二者本不应该有太大差异。有人甚至预言,有朝一日将电子芯片直接植入人脑,人类便可以省去学习既有知识的麻烦。但是,本质上二者发生的机理却完全不同。机器学习的是纯粹的知识,而人类学习的是具有广延性的知识。纯粹的知识是知识本身,而具有广延性的知识,是知识与意识广延性的诸多方面相结合的产物,形成的是带有个人印记的广延性知识。所以,对于人工智能而言,学习纯粹知识可能十分容易,但是如何使知识具有广延性,形成充实而丰富的广延性知识,是人工智能,特别是智能学习环节需要考虑的问题。

## (二) 意识具有同一性

第一,身心的同一性。这个问题属于哲学领域研究的老问题,在科技哲学领域也有一些研究者表示关注。“人的心理活动能够引起物理活动,心身是相互作用的。大脑的活动通过生理过程引起身体的运动,心理状态是脑的特征。”<sup>[6]</sup>“确实存在着心理状态;其中一部分是有意识的;大部分是具有意向性的;全部心理状态都是具有主观性的;大部分心理状态在决定世界中的物理事件时起着因果作用。”<sup>[7]</sup>面对身心的同一性,人工智能实际上是很难完满达到的。因为人工智能永远不会有生理基础作为依托。但是,作为科学研究来讲,通过人体在不同环境和语境下的不同反应对于意识活动所带来的影响的分析,可以作为研究数据输入给人工智能,使得人工智能进一步模拟人的行为与思想反应,这是绝对可以达到的,并且随着时间的推移,人工智能系统将会逐步完善。

第二,思维的同一性。对于思维的同一性的问题,不论是人工智能的研发领域,还是相关科技哲学研究领域普遍关注较少。如何理解思维的同一性呢?可以先从概念上同义词的替换开始。即:现象的感性直观的统一;经验的知性概念的统一;知性概念的纯粹统觉的统一——我思唯一。对于前两者而言,其实前文在讨论意识的广延性问题上已经有了一些涉及。现象之所以成为现象,是因为现象的杂多统一于一个现象之中;经验之所以成为经

验,是因为诸多现象统一于一个认识之中。而这些认识经过知性的判断,也将会分属于不同的概念,构成人的认识和知识的结构。这一层次上的同一性,如果不考虑意识的广延性的话,只把世界分解成若干因素,那么人工智能是足以达到的。但是,对于后面这一层次,便是人工智能很难达到的了。当一切经验统筹于知性划分的概念之下的时候,知性概念也隶属于知性的规则之中,而知性的规则是统筹于纯粹统觉之中的,即属于理性的衍生范畴。而一切一切的理性,虽然具有普遍性,但是无不具有着我思的印记。一切思维都从我思开始,一切现象也都回归于我思之中。思维的统一性根本上是归于我思的统一性之中。人类认识世界之所以各不相同,创造力之所以丰富多彩,便在于我思的不同。如果有一天,人工智能要替代人脑,成为这个星球真正的主宰,那么计算机便必须具有我思的功能。不同的人智能具有不同的我思。同一个程序在不同的计算机上就会有不同的体现,同一个现象在不同的计算机上会呈现出不同的样子。计算机认识这个世界的时候,如何能使它认识到这只是独属于一个我思之中,不是他思,更不是标准化的算法显示的千篇一律,这也是人工智能研发的一个方向。

### (三) 意识具有非逻辑性

关于逻辑,可以有两类,一种是概念和理论上的逻辑,列宁称之为辩证逻辑;另一种是表达和证明上的逻辑,是形式逻辑。这里的非逻辑性,强调的是后者,即意识无法为形式逻辑所完整表达,具有形式逻辑上的非逻辑性。第一,意识的逻辑性,即辩证逻辑性。人类的思维是具有普遍的逻辑性的。这种直观的逻辑性可以体现在推理、判断、归纳、演绎等各个方面。较深一层次的逻辑性,依据康德的观点,体现在人类的思维所必然从属的十二个范畴之中“量的范畴、质的范畴、关系的范畴以及模态的范畴”<sup>[8]</sup>。更为根本的来说,一切思维的形成,哪怕是想象、直觉以及灵感,这些看似不符合逻辑的思维,都是思维的起始过程。因而,这一过

程必然是有迹可循的,换句话说,便是服从因果律的逻辑。目的因也好,形式因也罢,思维的产生一定可以解释并且可以追因溯果。因此,从辩证逻辑的普遍性上讲,人工智能是一定可以模拟人类的思维路径的,甚至可以预测人类的思维路径,只要它掌握了人类最为根本的思维逻辑,即彻底弄清楚因果律的基本逻辑。但是,从实际情况和既有的科学理论来看,这是永远不可能完全达到的。

第二,意识的非逻辑性,即意识的辩证逻辑性不可能用形式逻辑完整表达——关于掌握意识逻辑性规律的不可能性证明。对于意识的非逻辑性,感性的直观便是:想象、联想、直觉、自由意志等等。但是,由于因果律的联结,这些感性直观都可以成为普遍逻辑的产物,甚至是人工智能必然达到的产物。因此,以感性直观作为反例是不恰当的。然而,仍有两点论述,可以作为意识非逻辑性相关的合理性证明:其一,关于掌握人类思维逻辑性规律不可能性的反向证明,这里将采用假言句式进行推断。即:如果人类思维的逻辑规律被彻底认清,那么人类的一切思维就将变得可以进行精确预测。这个假言句式很好的体现了拉普拉斯的决定论,“如果一个智者能知道某一刻所有自然运动的力和所有自然构成的物件的位置,假如他也能够对这些数据进行分析,那宇宙里最大的物体到最小的粒子的运动都会包含在一条简单公式中。对于这智者来说没有事物会是含糊的,而未来只会像过去般出现在他面前。”但是,这个证明早已为量子力学的不确定性原理所推翻:粒子的位置与动量不可同时被确定,位置的不确定性与动量的不确定性遵守不等式  $\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$ ,其中,  $h$  是约化普朗克常数。现在有一个矛盾,要么是不确定原理错了,思维可以预见和决定;要么就是先前的假设错了,逻辑上思维规律的可以认知在科学上是不可能的。就目前而言,不确定原理依旧战胜着决定论,该原理并未得到科学领域的批判与否定。反而其它领域的相关印证越发层出不穷,例如计算机科学中的不可判定

问题和零日漏洞,都属于不确定原理的一种。因此,可以推翻先前的假设,辩证逻辑转化为形式逻辑的推断不符合科学事实。其二,关于掌握人类思维逻辑性规律不可能性的正向证明。回归前文的观点,一切思维都服从因果性规律是有逻辑性的。从思维的一点到另一点,终归是有迹可循的。于是,便需要弄清楚两个问题:第一,思维的逻辑路径是哪条?应该有几种逻辑路径?第二,找到逻辑路径之后,要进一步发掘在这条逻辑线中,共有多少个清楚的逻辑和因果?另外,这只是简单的逻辑构成,还有可能有如树状图一样的逻辑选择模式,即众多逻辑路径和因果的大综合。从这两个问题中,可以展现出人工智能进行模拟和探索的极大困难。一方面,逻辑路径以及相关的分析极其复杂,要结合意识的广延性逐条分析;另一方面,作为人的逻辑路径和因果推演是具有很大模糊性的,而且人与人之间各不相同。况且,人们对自己显现的不过是自身的表象,人们不可能真正的了解自己。因而,想要找出全部的路径和因果,想要客观的彻底弄清楚思维的具体规律几乎是不可能的。因此,即便是意识在辩证逻辑上是具有逻辑性的,由于在形式上表达的困难,我们也可以认为意识同样具有非逻辑性。而意识在形式逻辑上的探索和表达,对于人工智能的研究来说必将是一个漫长的探索过程。

另外,作为补充,就形而上学的基本观点而言,强人工智能是永远不可能完整实现人类意识的重

建的。人类的自我意识,如果把它当作客观的东西而言,作为研究的时候也确实如此,是永远不可能被认识清楚的。因为此时此刻,人类意识活动已然成为客观规律的部分体现和物自体自身,对于这样的客观存在人类永远只有逼近而不可能最终达到。至于对于它可能取代人脑以及战胜人类这样的担忧,不过是杞人忧天罢了。

#### 参考文献:

- [1] 翟振明 《“强人工智能”将如何改变世界——人工智能的技术飞跃与应用伦理前瞻》,《学术前沿》2016年第7期。
- [2] 徐英瑾 《技术与正义:未来战争中的人工智能》,《学术前沿》2016年第7期。
- [3] 邹蕾,张先锋 《人工智能及其发展应用》,《理论研究》2012年第2期。
- [4] J. Searle. Minds Brains and Programs [J]. The Behavioral and Brain Sciences, vol. 3, 1980.
- [5] 郑祥福 《人工智能的四大哲学问题》,《科学技术与辩证法》2005年10月第5期。
- [6] 李德毅,刘常昱,杜鹃,韩旭 《不确定性人工智能》,《软件学报》2004年第15期。
- [7] [美]塞尔著 《心、脑和科学》,杨音莱译,上海译文出版社1991年版。
- [8] [德]康德著 《纯粹理性批判》,邓晓芒译,人民出版社2004年第1版。

责任编辑:孟楨