

# “人工智能与未来教育”笔谈(下)

伏彩瑞 关新 朱华勇 汤敏 项贤明 张逸中 库逸轩 袁振国

人工智能正以超出人们预想的速度发展。2017年“两会”首次将人工智能写入政府工作报告,人工智能发展上升为国家战略。人工智能如何引领各行各业发展趋势?在教育领域将产生怎样的影响?将给未来教育带来怎样的挑战和机遇?由华东师范大学、中国教育三十人论坛联合主办,华东师范大学校友会、教育学部、《华东师范大学学报》(教育科学版)及“知识分子”微信公众号共同承办的“人工智能与未来教育”大型公益论坛,5月13日在华东师范大学中山北路校区举行。在本次论坛中,海内外相关领域的学术专家、行业精英共聚一堂,跨界研讨人工智能在未来教育中的应用与发展。《华东师范大学学报》(教育科学版)根据现场发言整理出文字稿,并经过演讲者本人的审核,现以笔谈形式分上下篇发布,以飨读者。笔谈按论坛演讲顺序排列。

伏彩瑞(沪江网创始人、知名青年企业家)

## 人工智能,打造个性化定制化教育

未来十年教育界的一个发展,一定是人工智能+人的智能。如果一个老师说自己最大的兴趣是做重复的工作,那么在人工智能时代,他肯定被替代掉,因为在人工智能时代效率优先。教育会将一些正确的东西标准化,让更多的人享受一样的资源。

每一年都有很多新的东西出现。60年前,在互联网还没有发明的时代,大家都想把机器训练成人。但那时并没有任何真实的需求存在,所以当科研资金烧完之后,大家也就不做了。但是,经过20多年的发展,互联网从1.0到2.0,又历经了PC互联网、移动互联网,到现在的大数据、云计算,大家忽然发现,原来几十年前科学家们在做的事情,就是今天的人工智能。

那么,人工智能是不是只是作为一种热点而出现的呢?我认为,将人工智能应用于教育领域是靠谱的,这不是伪需求,不会昙花一现。在这里,我想从人工智能是如何改变教育的需求、教育的形式、教育的资源这三个方面来阐述一下这个观点。

第一,从需求来看,未来的人工智能将压缩人的作用,将教育引向标准化。社会需要教育将一些正确的东西标准化。所以我的观点是,未来十年教育界的一个发展,一定是人工智能+人的智能。如果一个老师说自己最大的兴趣只是做那些重复的工作,那么,在人工智能时代,他将无处可逃,肯定被替代掉。因为效率优先。但这是否意味着人工智能会碾压一切?人就没有用了?我觉得这是不可能的事情。因为“人”才是规则的制造者或者破坏者,没有机器能够超过人。你无法想像创造一个长得跟你一样,想得跟你一样的机器人。场景应用当中,教育很可能就是最实际的场景。前一段时间有一个“人类的各个行业当中,最容易被人工智能刷掉的行业排名”,其中大家一致的观点是,教育有18%-25%

的可能是要被替代掉的。但是怎么替代呢?这是一件值得考虑的事情。

第二,从形式来看,人工智能将启动教育领域个性化的新浪潮。家长们经常碰到幼升小、小升初、初升高的问题。北上广深已经是中国最厉害的几座城市,但它们还是缺资源,为什么?我认为,根本原因在于聪明人在教育行业待不住。据我所知,聪明人有个特点,就是不喜欢重复,喜欢不断探索。但教育这个行业,天生就要求不停地重复,比如改作业、布置作业、测试。人工智能在教学方面,恰恰可以替代掉老师和学生之间那些重复枯燥的事情,所以它能够真正做到个性化。

沪江教育曾经在春节之后,面向市场推出了一个智能教育产品,这个产品是面向大学四年级的考生推出的一个智能课程。课程原先价格1180元,现在是29元,只是一本书的价格,但成品的毛利却能达到75%以上。保守估计,这款产品今年给沪江带来的直接收入是4500万-5000万人民币。我们是怎么把教育的价格打下来的呢?沪江把在这个产品当中的所有老师都拿掉,没有授课老师、没有辅导老师,我们把所有积累下来的内容、课件,每一个课件的每一页,每一页课件的每一个知识点,每一个知识点对应的每一个题目,每一个题目对应的每一个选项,都做了标签记录。我们沪江有将近1.5亿的纯在线学习用户,这些用户学过哪些东西,想学哪些东西,是否勤奋,一周访问几次,都会有相应的数据记录,我们会让这些数据与他的标签动态相匹配。可以说,用户今天学的内容,决定了他明天看到的内容。学生们反映,他们用这个产品,并没有感觉是花了29块钱买了一本低廉的资料书。因为他们每一个人看到的内容是不一样的,是个性化的,是定制的。可能在学生进入考场的前一天,机器会很清楚地告诉他:“你大概还有20个点根本就不懂,你应该祈祷这20个点考场上不要出现。”所以机器是非常冷静的,它可以帮人省掉大量的时间。这也让大量的老师在人工智能时代,不需要去记忆重复的事情,会让他们觉得,教学是一件有趣的、具有创造性的行为。

最后,从资源的分配看,智能教育将会让更多的人享受一样的资源,得到一样的受教育权利。智能教育到底有什么用?能解决什么实际需求?拿我们中国为例,在我看来,教育的根本的问题实际上是教育资源的稀缺和不平衡问题。我们很容易理解,在乡村、偏远的地区非常缺资源。但是在我看来,不光是乡下,城市里教育资源也很稀缺和不平衡。而智能教育的出现,将会让所有的孩子在人生的起跑线上不会因为资源的不同,被划分到不同的阵营当中。这对于教育的变化可能是颠覆性的。

中国的市场在全世界是最大的,不可能有任何一个国家比我们中国所面对的教育环境更大、更复杂,我们拥有最多的人口,我们中国人拥有把教育当成生命线一样重要的理念。所以,不要小看人工智能在教育方面的应用,它将给中国的教育基础设施领域带来更多的变革。我们一起努力!

关新(宽资本创始人、董事长,奇点大学投资人)

## 人工智能时代的教育:精准教育与终身学习

我不是教育家,没有资格谈教育,但我是做科技投资的,对未来科技总是充满好奇,我就谈谈我对人工智能时代的教育的一些想法。

人工智能今天突然出现,我们准备好了吗?我在美国读大学的时候,人工智能就已经出现了一段时间,而我当时选修的专业可能就是人工智能的边缘。我学的是商业信息与电子计算机专业。在上个世纪80年代初,这两个学科其实跨度是蛮大的。因为大学就在硅谷,近水楼台,校方可能高瞻远瞩地考虑到商业的未来就是数字化、程序化、智能化,于是就推出了这个专业。我可能是极少数报这个专业的中国留学生之一。学习商科与计算机是件非常辛苦的事,因为跨度太大,对英文不好的学生来说更是如此。不但学起商业时经常一头雾水,就连用电脑时每次还要预约,因为当时电脑是稀缺资源,经常

被锁在专门的“实验室”里,还经常没有人来辅导。现在看来,我要给当时的选择点赞。

1999年我在香港的基金就投了一个由斯坦福大学人工智能教授创办的公司。那年我们在深圳投资了一个叫“看世界”的公司(也是与AI有关的)。任何人都可以从“看世界”的网站上去游览英文的网站,电脑可以自动将所有的英文网页在瞬间翻译成中文。但那个时候机器翻译的准确率实在不高,主要是缺乏计算能力,缺乏先进的算法与机器深度学习技术。我们希望这位斯坦福大学的专家可以帮忙,所以为他的公司投入了几百万美元。但由于种种原因,这些投资后来都打水漂了。现在看来,那个项目太超前了,那时候谷歌还没有,更没有谷歌翻译。

人工智能今天开始在各行各业盛行,其中关键突破是当今计算能力的提高和海量的数据,再加一条,就是日新月异的算法。人类目前进入了二维生命:人的实体生命与人的数字生命。在数字生命中我们时刻都在制造虚拟的数字生活(包括上网、玩游戏、交友、网购及网红等)。同时,我们也被各种数字设备及软件包围着,它们时刻都在自动收集着我们数字化的行为及信息,这就是说,数字生活也是大数据的来源。这些数据再经过所谓人工智能的分析与预测,不但提高了人类的技能,而且,严重的是,人工智能正在挑战人类在各个领域中的传统认知、决策以及我们很多传统的智慧。这些在数字生命领域的革命,大部分人还在不知不觉地参与其中。

美国奇点大学的创始人、思想家及预言家 Ray Kurzweil 在其巨著《奇点临近》中预测,“人类发明的科技已是在指数级速度上发展,到2045年机器的认知与能力将超过人类”。不管我们是否同意他的这一观点,但有一点是可以确定的,就是技术的进步是谁都控制与阻挡不了的,这尤其体现在人类的数字生活方面。只要看看我们的“低头党”,就知道乔布斯最伟大的发明就是给每个人一个制造数字生活的“玩具”。

今天我们讨论人工智能与教育的未来,这是一个大话题,也可能是两个话题。我个人的观点是,我们首先要注意到,这两个领域最大的不同其实是发展速度的差异。教育是线性发展的,是实体的。人工智能是指数型发展的,是数字的。在Alpha Go出现之前上千年,我们学习围棋的方法是线性的,但Alpha Go打败对手的方式却是指数型的,这是人工智能的优势。所以,当谈到对教育或其他传统行业的认知时,我们很多人还是在线性的思维下(是人的思维),例如我们会讨论应该如何利用人工智能为教育服务这样的问题。然而,我们的教育家可能已经在提出另外一个问题:是否可以向发明Alpha Go的团队学习一下,利用人工智能颠覆我们的教育和学习?可以预见,人工智能的出现会给很多的行业带来巨大的冲击。人机竞争在很多方面的结果也是可预测的。那么,人工智能是否会颠覆我们传统的教育思维和学习目的?它会如何造成由量变到质变的结果?我们应该如何迎接挑战?

其实,教育已经在发生快速的变化,而且变化得越来越快。全球目前有700所大学在互联网上提供上千个课程,每年有5000万人在网上学习这些课程。这些技术让学习与教育无处不在,也随时随地改变着我们的学习传统。与此同时,人工智能所控制的机器人正在抢夺人类的工作。试想一下,如果今天开始入学的儿童,等他们十几年后毕业时,65%的工作都被机器人取代了,那他们还要上大学吗?还要去学修电脑或学会会计吗?

我想在人工智能时代,“教”与“学”将会向“精准教育”与“终生学习”的方向发展,就像现代医学正朝着“终身防御”与“精准治疗”的方向发展一样。在精准教育方面,也许将来的学校会更加注重培养人类擅长的技能,如创意、音乐、游戏、写诗、体育及太空探险等,也可能在如何当好“人”的课题上有大量的投入。在“终身学习”方面,随着科技及互动技术的提高,“以我为中心”的学习方式将可能盛行。比如,我今年15岁,希望成为物理学家,有哪个机构可以帮我?也许某学校说他们可以,他们能提供大量爱因斯坦式的学习方法,尤其在人机智能学习法及脑神经增强方面向我提供量身定做的学习方法与模式。这种“精准教育”借助数字科技,可以产生颠覆性的手段与结论。如此推理,未来的学校可以从基因及智力检测开始,再利用人机结合的教育与培训方式来提供“精准”的学习环境。这一天会来到吗?什么时候到来?我们拭目以待。

从医学的角度来看,技术的突破已经开始在颠覆我们对人类的传统认知。在DNA的研究上,曾经有人预测需要用700年的时间才能完成所有的技术,然而指数级的计算能力与算法让人类在短短的10年就完成了这项人类最伟大的工程之一。现在的基因检测虽然还要上千美元及一周的时间,但很快就会降到100美元及几个小时。这就是摩尔定律所讲的指数级发展。在那个时候,一个个崭新的研究与认知就会频频出现,例如个性化分析与菌群治疗、人造细胞、人造器官,甚至人造物种等。我国专家预测,那时中医理论的博大精深将被西医接受,因为可以利用科技随时观察出潜移默化的转变。我们甚至不用去医院就可以完成几乎今天所有的检测甚至更多,就像我们今天不用去电脑室而可以使用电脑一样。

未来孩子出生时说不定就已进入“精准教育”的范围。从基因检测与特定开发的游戏开始,我们可以提供全新的实体与数字环境,来培养孩子的习惯、爱好与特长。如果没有基因检测,预测一个未来的姚明或是朗朗是困难的,也没有一个学校会为他们开放。但是利用基因检测及人工智能教育方法,发现与培养“姚明”可能就成为教育的一部分。所以将来的教育应该不是我们现在理解的教育,将来是否还用“教”这个字我都不知道。但由于人类的寿命在不断延长,生存的环境在快速改变,未来的教育很有可能会更注重终身学习与培训服务。李开复在他的书中指出,将来大学出来的人才可能会呈现新的金字塔,如服务型、善用AI型、创意型、专业型、综合型、领袖型。我希望大家将来都是领袖型的,因为你们都在教育界,而将来教育的关键是培养能为人类创造幸福的领袖,所以未来的教育有可能成为一个领袖型人才聚集的行业。

我们之所以投资美国的奇点大学就是因为她的一句校训:“通过对领袖人才的培训,激励并赋予他们能力去利用指数型科技应对人类面对的巨大的挑战。”奇点大学是近年来在教育创新上的一个突破。她没有文凭,每年录取率只有2%,一百多个老师很多都是兼职的,他们是来自各行业的领袖,但她却在颠覆着传统教育。奇点大学教的是什麼?首先,她教指数性思维。人类已进入了科技的指数发展阶段,所有的领域未来都是跨学科和联合发展的,全部是可以互通与互学的。然而互通互学的语言是什麼?就是人工智能或是人机智能。不管你是企业家,还是教育家、政府官员、科学家,要成为未来的人才与领袖,就要掌握跨界的智慧。其次,奇点大学关注如何利用这些技术创造出改变10亿人生活的构思与计划,并提供培训及实施手段。这是其他著名教育机构没有的,因为很多知名机构注重的是教育,而不是学习与手段(技能)。奇点大学在不到10年里,已培养出近万名学员,分布在全球各地。他们同时也在为很多国家的政府及跨国公司提供定制化的培训服务。我认为这是教育的一个崭新的实验方向。

我希望把奇点大学的理念与课程带到中国来,并不是因为她能教你什麼,而是她让你知道全世界的科技在向哪里发展、如何发展,更最重要的是,她提供如何利用已掌握的科技知识与手段去改变与颠覆我们的传统认知与固定思维。这就是10X factor(十倍的效应)。这是谷歌研究出来的,就是利用指数型思维及科技来对传统行业进行一个10倍级的颠覆或创新,这比用线性思维方法来改进10%的传统还要容易。换句话说,用线性的方式去改变一个行业,虽然只是想改变10%,其实比建立一个崭新的,能提高10倍效益的新方法更难。所以,从奇点大学毕业的学生,都知道如何去设立一个改变10亿人生活的目标,并知道如何充分利用未来的科技来实现这一目标,这是值得我们钦佩的地方。拥有可以改变10亿人的生活目标,并掌握相应的知识与技能,这是多么伟大的设想!中国有13亿人口,我不知道在座的年轻人、创业人,或者所有教过你的人,所有在做教育的人,我们是否梦想过用技术和智慧做一件可以改变10亿人的生活的事?我觉得这是这奇点大学办学的不同之处。

从模仿人脑到颠覆人脑,也是未来人工智能的一大方向。我刚刚从MIT回来,BrainCo是我国毕业的留学生创建的脑电图公司。如果给在座各位都戴上这个公司的产品,我在台上基本上可以知道你们当中哪些人在听我讲话、在走神、在睡觉。通过脑电图来了解人类的思维和意念,今天已经可以做到。在课堂上我们可以随时知道学生的精神状况,如果学生的注意力只达到40%,这说明要么教材不好,要

么老师不好,要么学生疲劳。

美国刚刚成立一个 Brain Mapping Society (脑神经制图学会),是由我的一个朋友发起的(他是美国少数同时拿到化学与物理双博士的人)。他们在研究如何测绘和复制脑神经系统及其功能,希望某天将人类脑神经系统移植到机器人的“大脑”,并实现人机互通互联,甚至是互相转换。这个可以实现吗?如果可以的话,我们要什么样的教育?教育会公平吗?如果今天我这个大脑和另外一个大脑是连接的,我在跟您对话的时候,我会比别人聪明很多。教育与人工智能可能就不是那时讨论的话题了。今天,在座的很多人都愿意利用机器来补充我们的大脑。我很惊讶,其实也不惊讶。设想一下,如果将机器智慧植入一个人的大脑,他可以随时打败所有的竞争对手,这个时候,我们可能就会更愿意使用了。所以人类对科技的追求及使用是不能阻挡的。

未来的教育,是人类与机器共存的“教”与“学”。在人工智能的时代,我们的使命不光是要跟上这个时代,更重要的是引领与创新我们的教学。因为我们有最大的市场、最多的学习人群,同时也产生最大的数据来供我们研究、探讨与发展未来的教学。

当机器人取代了人类工作,人类会去干什么?古人讲“三不朽”:立德、立功、立言。即便立功与立言都被人类的新宠物机器人取代了,立德也永远不会被取代。因为,立德最大的本性就是发挥仁爱。我希望我们可以把仁爱的本性带到未来的教学当中。

朱华勇(睿易研究院院长、原国防科技大学无人系统研究所所长)

## 人工智能与人,走向对立还是趋于共融?

人工智能逐渐融入经济社会文化各方面,在可预见的未来将对人类的生产、生活、思想、情感带来深刻影响。现在有一个潮流,认为“人工智能将超越人脑、征服人类”,这种观点将人工智能与人对立起来,在增加了公众关注度的同时也制造了恐惧情绪。教育恰恰是以人为本的。教育在人的认知发育过程、知识技能积累过程、情感价值观培育过程中,给予唤醒、帮助和引导。从这个意义上讲,未来教育需要的人工智能不能站在人的对立面而应与人的学习认知过程紧密融合。从无人系统(包括无人车、无人机和智能机器人)技术发展的趋势来看,除了自主智能之外,人们需要进一步挑战有人-无人协同和群体智能,需要更加关注智能无人系统与人的共融。

### 一、群体智能的魅力

众所周知,在人工智能领域,群体智能最初源于对很多社会性昆虫生物群体的行为进行的研究。简单的个体通过相互协作、合作,涌现出更高的智能行为的这么一种特征,称为群体智能。一群蚂蚁、蜜蜂、鸟或者鱼,它们的控制是无中心、分布式的,它们基于一套基本的规则,通过相互的交流、协作达到系统整体的行为。群体具有自组织性、涌现性和不确定性。

群体智能跟通常所说的人工智能有什么关系呢?以符号逻辑、专家系统为代表的经典人工智能是规则驱动的确定性智能,以神经网络、深度学习为代表的人工智能是数据驱动的不确定性智能,而群体智能是交互驱动的一种人工智能。我们社会群体的智能正是交互驱动的。美国 DARPA 在 2009 年举办了一个叫“寻找红气球”的比赛,根据规则,在最短的时间内找出 10 个气球的准确经纬度的个人或团队获胜,获胜者能够拿到四万美金的奖金。麻省理工 5 个人的团队耗时 8 小时 52 分钟就找到了,诀窍就是利用了社交网络,并采用了一套递归激励机制。也就是说,当基本的社交环境有了以后,一个有效的机制或者规则设计,将带来非常好的群体能力涌现。这个例子给我们的启示是,人具有各种层次、各

种方面的智力,人与人合作的时候,用简单的交互规则也能够达到良好的效果。利用群体智能帮助学习的例子还有很多。比如,2004年1月,哈佛大学选修艺术史课程的一位学生,考试前一周发现自己没有看书,甚至缺课,于是他将作业放上网站,并加入简短讨论,请其他同学帮忙填补空白。结果24小时内完成了一份高品质的作业,教师认为这是有创意的协同工作并给予高分。故事中的这位大学生就是Facebook的创始人扎克伯格。

## 二、从人工智能走向共融智能

人工智能和智能机器人技术的迅猛发展,给我们现在这个社会带来了巨大的冲击。大家都在担心,人是否会被机器人或者人工智能所取代?人们甚至还担心,人会不会被人工智能所统治而变成奴隶。实际上,宣传这种危险论的人,大多数都跟投资者有关,或者跟项目和经费申请有关。科技界对此有不同的理解。从技术的角度来讲,人工智能没有那么恐怖,当然我们也需要对人工智能的安全性问题进行理性思考。所有的技术手段都只是希望帮助我们增强感知力、记忆力、知识量,增强我们的决策力。国内外正在研究,AI作为一种技术用具,或者作为可用的、可购买的技术产品,如何跟人更紧密地结合起来。

机器的认知发育研究已经有显著的进展,比如机器可以一天看一百万张图片并完成深度学习。而人有很强的直觉和推理能力,只需要浏览和学习少量图片就能掌握其中的规律。这两个层面的学习、认知、推理等能力结合起来就是两类智能的共生共融,也就是未来的共融智能。

我国机器人学研究的顶级团队从机器人发展路线的角度提出了人机共融问题。机器人的能力优势在于速度、精度、负重能力、重复一致性与作业时间等方面,而人的能力优势在于思维与逻辑推理、学习与技能递进、经验与实时决策、交互协作与安全等方面,人与机器人两者的优势能力结合,将超过单纯的“人”或“机器人”的能力。原来重复性的作业是在结构化空间中通过预编程实现的。现在让机器人参与到更多的、更广泛的职业环境里面来,目的并不是取代人,而是提高人的生产效率,让智能机器人成为融入人类生产、生活的具有一定自主行为能力的伙伴。这就带来了机器人与人在同一自然空间活动、自然交互、配合人的需求、学习人的技能、与人协调互补、确保人机物安全等问题,这些都是人机共融要解决的问题。机器与人共融,包括三个层面的融合,即感知决策层面的智能融合、作业层面的任务融合、动作层面的行为融合。

从2014年开始,国家自然科学基金委组织相关专家论证下一代机器人的理论和关键技术,尤其针对特种机器人、康复机器人、先进制造机器人以及仿生变形机器人进行了创新探索,并聚焦人与机器人、机器人与机器人、机器人与环境的共融问题。其中,机器人和机器人的共融,意味着机器人数量增加进而形成机器人群体;人与机器人的共融,需要有人和无人系统协同,也涉及将来有人和无人系统构成任务群体,甚至机器人进入人类社会等领域。这里面牵涉到的科学技术问题,从控制和计算的角度来讲,包括体系结构、多态分布架构和群体智能。这个计划已经立项,预计10年以后会产生一批创新技术成果,并对下一轮的产业发展起到支撑的作用。

现在和未来10年,国内对于人工智能和智能机器人从技术层面或者科学层面上在追求什么、研究什么,值得我们教育界关注。一方面,学校培养的学生将来要在科技领域从业做贡献,这是教育预瞄未来的目标之一;另一方面,相关基础理论和技术的突破,可以应用于教育从而产生巨大的应用价值。

## 三、个性化学习与人工智能的价值

人工智能与教育的关系可以从两个方面来看,一个是为人工智能而学,另一个是用人工智能来学习。未来生产力靠什么提升?人工智能。人工智能技术应用于教育,将引发积极的教育改革。

个性化学习在《新媒体联盟地平线报告(基础教育版)》里面被反复提到,推动个性化学习也被列为未来五年影响学校应用教育技术发展的严峻挑战之一。个性化学习将关注个体学生特定的学习需

求、兴趣、渴望以及文化背景,为此开展定制化教学,提供更多的学习选择以及差异化的学习服务。人工智能对于校本个性化学习的作用主要体现在:一是提高教师对学生的感知能力,让人工智能成为教师的助手;二是让学生通过 AI 辅助获得更广泛深入的个性化定制服务,使每个学生拥有“私人”教师团队;三是为学生构建群体智能学习环境,满足协作学习的需求,让学生适应未来社会的学习工作模式,甚至创造新的模式。

人工智能和群体智能对未来学习形态的影响有两个方面,一是学习内容和机制的革命,二是教师职业的革命。学习内容革命,就是学习的内容发生大的变化。个别学科已经积累了 10 年甚至 15 年的数据,那是非常宝贵的,但涵盖所有学科完整知识体系的大数据很难获取。如果把群体智能应用到教学,即使没有数据学生照样可以合作学习,同时教育教学过程中生成性数据的自然产生和自动处理,也将有助于学校大数据应用机制的形成。群体智能会促进教师专业发展,甚至部分职业也会被人工作智能替代。用于教育的人工智能工具,至少应该是能够被学校教师审核、验证的,这个特殊性决定了系统设计必须是与人共融的。如果人工智能工具很强大,在某些学科专业的水平超过一般教师,学校的师资配置必然优化,同时也这就要求教师具有更深入或者更全面的专业认知能力。

#### 四、结束语

人类如何应对人工智能引发的机遇和挑战?实际上很简单,因为我们总在创新学习,人们往往因为无知而恐惧,而人的学习和创新能力就是打开未知之门的钥匙。我们能够定义规则,我们在政治、经济、社会、文化、军事等各个领域制定了大量规则,这让我们文明可以持续发展。但如果人自己放弃了规则定义权那就非常可怕了。如果人工智能真的超越人,那是科学技术的成就;而人工智能与人共融,那是人性智慧的胜利。

汤敏(国务院参事、友成企业家扶贫基金会常务副理事长)

## 人工智能与新师徒制

今天最可喜,但也最可怕的是知识以空前的加速度在更新中。面对以人工智能为代表的科学技术的快速变化,我们所掌握的知识不久可能就会被淘汰。有人曾预言:“大学生今天进校时学的知识,当他们出大学时就已经过时了。”与过去上了个大学,拿了个硕士、博士就可以吃一辈子不同,今天每个人都需要不断地充电。持续地学习新知识、掌握新技能比以往任何时候都更为重要。

最近,花旗银行与牛津大学发布的一个研究显示,到 2040 年左右,在中国,现有工作岗位的 77% 要被淘汰或被智能机器人所代替。这不仅包括流水线上的工人,也包括会计、律师、记者等目前看来是很高大上的很多职位。现有的大量工作岗位在未来的 20 年内将会被机器人所替代。信贷员、前台和柜台服务员、法务助理、做零售的销售员被机器人夺走饭碗的概率均超过 90%;出租车司机、保安、做快餐的厨师失业的概率均超过 80%;程序员和记者的失业概率分别为 48% 和 11%。

其实,联合国教科文组织早在 20 世纪 60 年代就提出“终身学习是 21 世纪的生存概念”。人们要有不断补充知识的渠道。这也就促使人们去谈论“终身学习”问题。建立终身学习体系在理论上已经谈了多年,但遗憾的是,在现实中它还一直没成气候。现有的教育体系基本上还是为在校中小学生、大学生设计和服务的。唯一的例外是一些名牌大学提供了少量的 MBA、EMBA 教育,但这也仅仅是为少数的企业家服务,其中很多还沦为一些学校卖文凭、赚外快的工具。

党的十八大提出了我们要建成“学习型、服务型、创新型”社会的伟大目标。在这里,“学习型”是

基础、是前提。只有不断地学习新知识,才能做好服务,才能进行创新。可以预言,哪个国家能根据社会的需求建立起一个有效、低成本、多样化地终身教育体系,这个国家就抢占了未来知识经济的制高点;哪个人善于使用终身教育体系,他就能在激烈竞争中不断灵活转身,立于不败之地。

终身教育已经变成了每一个人与衣食住行一样重要的刚需。当然现在我们每天也都在学习,在补充知识。可是绝大多数的人都是在碎片化地、盲人摸象式地自我补课,这不但成本很高,效果还十分有限。市场上还缺乏系统性地、多样化地、适合在职人员继续教育的好产品。现在在市场上越来越活跃的“喜马拉雅”“得到”等网站正在填补着这一缺口。遗憾的是,这些网站中娱乐式的、风花雪月型的内容比较多,还谈不上是真正的继续教育、终身教育。

四年前,为解决教育公平问题,我所在的友成基金会与人大附中刘彭芝校长一起开始了一个称之为“双师教学”的实验。所谓“双师”,就是一个贫困地区学校课堂的教学由两个老师来完成,一位是远端城市中的优秀教师,如人大附中教师,一位是当地乡村学校的现场教师。每天录制人大附中老师的讲课视频并放到网上。当天晚上乡村老师对人大附中课中超出乡村学校所需要掌握的部分进行必要的剪裁。第二天在乡村课堂上播放录像。当视频中人大附中老师提问人大附中学生时,现场乡村老师把视频停下来,让当地学生来回答人大附中老师的问题。如果学生都答对了,就继续放视频。如果没答对,现场老师就会用几分钟把这个概念讲一遍。到2016年春季,这一试验已在中西部18个省的130多个贫困地区的乡村学校中进行。中央财经大学一个国际团队对这一项目三年的追踪评估标明,初中进校时实验班和控制对比班的考试成绩几乎完全一样,而三年后的中考中试验班比控制班的成绩平均整整高出了20分。不但学习成绩大大提高,学生的学习态度、学习兴趣、精神面貌都有了很大的改变。

更有趣的是,在实践中我们发现,双师教学中受益的不仅是学生,还包括参加试验的乡村教师。他们每天都在听全国最优秀的老师讲课。人大附中的老师与全国的参与试点的乡村老师还经常在QQ群中一起备课、答疑,乡村教师们自己也在群中一起讨论。几年下来,实验班的老师们很多都成了当地的优秀教师。一些老师说:“我参加过多次国培计划、省培计划,但‘双师教学’模式是我参加过的最好、受益最大的培训。”目前,在广西南宁、重庆彭水、贵州威宁、湖北咸宁、广东东莞等地都开始采用双师教学的模式,他们把本省、本市、本县最好的优秀教师的课拍下来、送下去。

再举一个我所知道的例子。2015年初,著名男高音歌唱家戴玉强开办了一个超级声乐慕课“戴你唱歌”。每星期一、三、五,戴老师都请一个青年歌手做示范,他亲自点评。每节课25分钟左右,拍下来挂到网上。短短一年多的时间,这个网站的点击量已经高达4亿人次。每星期全国有近千万人跟着戴老师在学唱歌。

人大附中的“双师教学”,戴老师的“戴你唱歌”给了我们思考终身教育的有益启示。既然连男高音这么高大上的艺术教育,连中小学教师培训都能在互联网上进行,为什么别的技能不行?能带你唱歌,为什么不能带你电焊,带你当电工?

这种模式我们称之为“互联网下的新师徒制”。它以互联网为媒介,由某一领域的行家里手,用长期言传身教的方式,带领较大规模的徒弟们用碎片时间进行学习与实践。

新师徒制“新”在什么地方呢?一是“新”在规模上。传统师徒制是一个师傅带几个徒弟,而“新师徒制”通过互联网一个师傅可以带几万、几十万个徒弟。二是“新”在师傅的选择上。名师才能出高徒。传统的师傅只能在本企业中挑选,而“新师徒制”的师傅可以在全省、全国甚至在全世界选。三是传统的徒弟只能跟一个师傅,而在“新师徒制”中一个徒弟可以在互联网上跟好几个师傅,博采众长更能出高徒。四是有强大的激励机制。在市场机制下,培训平台可以对徒弟收费,给师傅重奖。甚至可以以网络的方式实现激励,比如,每个徒弟打赏几块钱,师傅马上可以成百万富翁、千万富翁。即使是由政府组织的新师徒制培训,也可以用提级、发“五一奖章”、冠“大师工作坊”等各种荣誉上的和物质上的奖励对师傅进行激励。

在“新师徒制”中人工智能能干什么?人工智能可以给“新师傅”当助手。通过人工智能的分析,

在海量的人群中挑选合适的师傅,通过数据分析,看师傅怎么才能讲得好。同样地,人工智能还可以对徒弟们进行大数据分析,以掌握他们的特点、需要。现在 IBM 的沃森正在进入教育领域。他们筹划与上海外国语学校合作对参与实验的学生的英语语音进行分析。你跟它讲一句,它马上一点一滴地指出来你的发音问题在什么地方,应该怎么改。这也可以用到对徒弟学习的分析上。

人工智能会不会最后连师傅都替代了,直接自己上课?也有可能,但这一可能会发生在遥远的未来。今天我们更需要关心的是,那些很快要被人工智能前期技术所淘汰掉的人如何用一种低成本的有效方式来转换他们的工作。

要实现中华民族的伟大复兴,就要把终身教育当做一个大事来抓。终身教育市场目前还在破冰阶段。如此广泛的内容,如此快速变化的市场,仅靠现有的教育体系是不够的。终身教育的推行需要新机制、新模式、新机构。国家的政策要鼓励终身教育市场的培育,要“让市场机制起决定性的作用”。

项贤明(南京师范大学教育科学学院教授、博士生导师)

## 人工智能与未来教育的任务

如果从普雷希(S. L. Pressey)1926 年的那台教学机器算起,人类教育与机器之间结成关系至今已有 91 年的历史了。在这 90 余年里,关于机器与人类教育的话题时起时伏,一直没有离开过相关学者的视线。我们今天讨论的人工智能与人类教育的问题,在很多方面已经远远超越了普雷希和斯金纳(B. F. Skinner)时代教学机器的意义。它不仅涉及教学环节中的某种工具或具体技术问题,而且包含了对人类教育任务的根本挑战,是对人类教育的一种更加直接而全面的影响。

在近期兴起的关于人工智能与教育问题的讨论中,我们绝大多数人对人工智能都怀着积极的、正面的期望。然而,在我看来,人工智能给我们带来的绝不都是积极的影响,在一定意义上我们甚至可以说,人工智能是一种比核技术更需要引起我们警惕的新技术。

首先让我们来讨论这样一个问题:我们人类是凭据什么成了这个星球的主人的?这里所说的“主人”当然不是简单粗暴征服自然的 master,而是能玩转这个世界的 player。我们既没有尖牙利爪获取猎物、抵御天敌,也没有浓密皮毛对付严寒。我们凭什么成了这个星球的主人?教育学和人类学等学科对这个问题的解释是,人类的生理构造未特化和反应机制未确定,赋予了人类以很强的可塑性,使人有很强的学习能力,可以通过接受教育积累和形成日益强大的适应能力。人类正是因为自身强大的学习能力,才能够适应各种各样的新环境,解决各种各样的新问题,从而超越了其他生命存在。远古智人能从非洲到欧洲去生活,并且击败当时已经在那里生活的尼安德特人,说明他们已经具有很强的学习和适应能力。也就是说,我们正是依靠智能,才成为这个星球的主人的。

当然,智能并不只是简单的脑量多少。如果凭脑量的话,非洲丛林象的大脑比我们要大得多。但是,人类大脑的神经元数量却是非洲丛林象的 3 倍多。如果你今天欺负了一头大象,几十年后这头大象还会认出你来,找你的麻烦。大象的这一能力至少比我强得多。今天我在这里和你相识,明天再见面就有可能记不清你是谁了。这个有趣的例子或许也能说明,给我们人类强大生存竞争力的不只是像记忆这样低级的智能,而是以创新为突出特点的高级智能。人类之所以能成为这个星球的主人,最重要的是我们所具有的高级智能已使我们能够创造出工具来延伸我们的能力,我们不仅能够适应自然,而且能够改造自然。

我们很多的研究都证明了,人类之所以能够成为这个星球的主人,是因为我们有了以一系列高级智能为基础的强大学习能力。正是高级智能,让我们成了这个星球的主人。人类进步的历史上曾发生

过三次认知革命。在我看来,我们今天可能正处在第四次认知革命的前夜。

第一次认知革命大约发生在7万年前。由于智慧的产生,特别是语言的产生,人能够组织起来,能够比其他动物更好地协同,从而使智人成了这个星球的主人。也正是在这个时候,出现了以适应性为主要特征的原始社会的教育,这是一种“适应为王”的教育。

第二次认知革命,发生在人类进入农业社会之后,大概在距今1.2万年之前。在这个发展阶段,掌握更多的自然规律十分重要。只有掌握了更多的自然规律,我们才能够更好地顺应自然规律,从而过上好的生活。我去年第一次看见闪电和雷雨时开始泡稻种,获得了大丰收;今年偷了个懒,第五次看见闪电才开始泡稻种,结果水稻种下去后只会疯涨,不结稻穗,差点没把自己和家人饿死。记住这些自然规律,实在太重要了。于是,我们看到农业社会的教育,往往都特别强调“记忆”的重要性。我们中国人在传统上就特别崇拜那些“博闻强识”、“学富五车”的人。这种“记忆为王”的教育传统,甚至一直影响到今天的中国教育。

第三次认知革命,大概是从150年前人类迈入工业时代开始的。在这个时代,人类跟以前时代最大的不同是什么?那就是我们创造出了自然界从来没有的东西,甚至能够创造出自然界没有的生命。所以,这个时代越往后发展,创新的意义和价值就越突出。我们今天讨论的人工智能,也是我们创造出来的东西。在这一时期,人跟自然界的关系已经出现了一个很大的变化,即人类已经在很多方面超越自然选择了。在农业时代,人工选择就开始干预自然选择的进程了,今天我们已经不只是干预,而是能够逆转甚至创造出自然进化过程。在理论上,我们不仅可以让尼安德特人和霸王龙一道复活,而且可以通过修改尼安德特人的基因来创造出某一从未有过的新人种。正如我们看到的那样,这是一个“创新为王”的时代,人的创新能力的培养在教育过程中的意义十分突出。

如今,我们正站在第四次认知革命的门槛上。我们称这个时代为“智能时代”。在这个时代,我们将不仅能够创造出自然界不曾有过的实体事物,而且能够在人脑之外创造出类似人类智慧的“人工智能”。在智能时代,我们甚至可以把部分的智慧工作也交给机器。当初深蓝战胜国际象棋高手时,我们不十分吃惊,因为大家知道人背棋谱怎能是电脑的对手。前不久阿尔法狗战胜围棋高手,却让我们大吃一惊。为什么?因为围棋和国际象棋不同,它的背后有所谓的“道”,也就是有哲学理念。它要从全局出发,进行十分复杂的判断和选择,而不只是一步步简单计算的累积,这是一个质的飞跃。我们别忘了,这个时候机器已经具备了人最重要的能力:它已能够学习。它具有了我们能够成为这个星球主人的重要特征:高级智能。

在我看来,人工智能正在慢慢走向我们的思维核心。起初,人工智能在我们人类智能运作的过程中只是承担了部分记忆的任务,起到了相当于计算机硬盘的作用。刚才很多科学家预言,人工智能将来可以很容易将一个人变成红学专家。的确,或许在不远的未来,我们拿一块存储卡从太阳穴这儿塞进去就行了。1T容量能储存多少信息?岂止一部《红楼梦》!一部《大英百科全书》也不过4350万字。1T字节换算过来应该是549,755,813,888个汉字,可以抵一个小型图书馆了!到第二阶段,人工智能已经可以通过承担部分逻辑运算任务来参与我们的思维过程,发挥类似计算机CPU中集成的缓存的功能。在第三步,人工智能已经成为我们思维的第二核心,可以直接参与我们的思维过程,甚至在某些单项智能上可以超越我们人类。最后,人工智能是否会对我们人类装在这个脑壳里的“CPU”取得控制权?我看我们真的不能太乐观。

有人很乐观地相信,控制人工智能的一定是人。没错,可是你别忘了,这里说的“人”可以有两种理解:一是实实在在存在着的每个人;二是指整个人类。从整个人类的层次上,我们或许可以自信人是人工智能的控制者,我们仍将是这个世界的主人。但是,在具体个人的层次上,我们还能有这样的信心吗?现在已经出现了自动驾驶汽车了,你往里面一坐,你真的以为你是在开这辆汽车吗?控制权在你的手里吗?或许体验一下就能够理解我的担忧了。就具体的个人而言,少数精英通过人工智能控制大众,甚至最终让人类全部沦为人工智能的奴隶,这样的结局并非不可能出现。进而言之,离开了现实的

个人,人类就无从谈起,因而少数精英最终失去对人工智能的控制权可能也只是迟早的事情。

我认为,我们在第四次认知革命中要面对的最为严峻的挑战,就是人能否很好地实现对自身的控制,进而正确地控制这个世界,特别是控制我们自己创造出来的竞争对手——人工智能。回溯整个人类发展史可以发现,我们正是运用我们的高级智能,创造出了一系列能够控制和保障我们的高级智能为人类谋福祉而非自相残害的社会伦理、社会法则。正是我们的人性,亦即康德所说的“趋善禀赋”,使我们得以抑恶扬善,从而实现了对高级智能本身的控制。因此,未来智能时代的教育,我认为应当是一种“人性为王”的教育,在这样的教育中德行和情感等人性特有的东西应当受到极大的重视。

在未来,甚至从现在开始,记忆就不应当再是我们教育的一项特别重要的任务。那时,孩子们将不必再为背书而发愁,也不会为能够在某某 TV 上背诵很多古代诗文而骄傲不已,因为你拿起手机或未来某种更高级的智能终端,随时就可以查阅大量所需信息。我们也可以把一些简单的计算和逻辑推导交给机器,所以,简单的计算和逻辑推导能力也不再成为我们未来教育的主要任务。孩子们不必为解不出某一道生活中根本不可能碰到的荒谬习题而发愁,大学也不会专门招收那些能够解出无数前人其实早已经解决了无数次的习题的人。

在“德”“智”“体”三大教育任务中,“德”和“体”在未来教育中的位置将日益突出,逐步真正取得和“智”同样的地位。在未来,“知识中心主义”会慢慢淡出教育的舞台,“全人教育”会真正占据核心。当然,今天的教育所重视的创新能力培养,仍将是未来教育的重要任务。与此同时,道德、情感等将成为我们未来教育最为重要的内容。如果我们今天不看到这一点,我们的教育还是天天只奔着竞争职业岗位去的话,那将来我们丢掉的将不止是职业岗位,同时也会丧失最为宝贵的自由。况且,随着生产过程自动化和智能化的发展,机器代替人的工作岗位是必然的。可怕的不是机器占据我们的职位,而是机器被人利用成为控制和奴役我们的工具,甚至机器最终取得对包括我们在这个星球的控制权。

未来的教育一定是一种“人性为王”的教育。大家别忘了,人工智能是脱离了个体人的智能,因而不是每个人都能成为人工智能的主人。有不少人都把希望寄托在相关规则的制定上,譬如规定必须在所有人工智能机器中植入对人绝对服从的程序之类。美国科幻作家阿西莫夫(Isaac Asimov)提出的“机器人三大定律”,的确应当引起我们高度重视。但我们应当认识到,规则唯有深入人心才能真正获得其意义和价值,否则它们就毫无意义。“杀人偿命”几千年来都是我们公认的规则,但今天不还是有杀人犯吗?真正有用的规则,必须是植根于人心之中的,所以,从现在起就建立一种“人性为王”的教育,在未来于人类将是一件性命攸关的事情。我们必须认识到,人工智能是一种比核技术要更难控制的技术。人类要在更高的水平上好好地组织起来,保障对人工智能的有效控制。在未来的教育中,培养人的组织能力、领导能力将是一项很重要的任务,我们需要共同把握人类社会发展的战略和方向,否则我们失算一步,很可能整个人类就要全盘皆输。

设想在未来我们回眸今日之教育,我们将做何感想?我们今天的教育很多时候是在教孩子们把大脑这个作为智能核心的 CPU 当成简单的硬盘来用了。如果说人工智能让我们的机器越来越像人的话,在我看来,我们今天的教育却正在把人变得越来越像机器。今天的教育是在把我们的孩子们变得像一台录音机。你会发现,我们中国的孩子,从小学到大学,年级越高,往往越像一台录音机。我们教育的最后结果,就是学生被迫记住一大堆对付考试要用到的东西,并且在这个过程中慢慢丧失真正宝贵的学习能力、创新能力。这是多么可怕、可悲、可叹的事情!这也是我们最应该担心的事情。当我们把人都变成机器之后,我们是否还有能力控制人工智能?你只是一架很低级的录音机,你连最简单的微电脑都不是,你还想控制更高级的人工智能?在未来,我们或许会感叹今天的教育,感叹今天我们没有尽快地从记忆的教育走向创新的教育,感叹我们没有及时认识到道德、情感、组织能力、领导能力等是我们人类教育十分重要的任务。

面对今天这样的教育,我们还能不能拥有未来?我真的没有十足的信心。教育令人越来越像一架机器,我们将会面对人性的全面迷失。我们将来会不会面对人工智能失控的问题?这不是完全没有可

能。别忘了,我们人类是靠什么成为这个星球的主人的?恰恰是高级智能!我们也不能忘记,自由意志对我们每个人来说有多么重要,一个人一旦被剥夺了自由意志,那他实际上就已经从人沦落为一种工具了。所以,我一开始就说,人工智能是一种比核技术更需要引起我们警惕的新技术。为了应对如此严峻的挑战,我们必须通过教育来保持和提升我们得以超越万物的人性,这既是未来教育的重要任务,也是今天的教育应当予以重视的历史使命。

**张逸中**(美国计算机协会专家,美国麻省理工学院林肯实验室为表彰其杰出成绩将21825号小行星命名为“张逸中”星)

## 认知未知世界的 STEM 教育革命

关于人工智能给人们造成的恐惧,人们已经谈了很多,我今天的发言想带给人们的更多是希望。我要说的这个希望就是 STEM 教育。

有的时候,我们看待人工智能这个事物,会感到非常恐惧。为什么会恐惧?是因为我们对未知世界的惧怕。我们最近发现很多从事教育的同行开始学习新技术了。对此,我非常诧异。他们对技术很痴迷,他们同我讲,人工智能将会改变我们的教育。但有的时候我在想,其实教育的很多本质问题,好像并不是这个问题。我个人其实过了一个非常有意思的童年。很多华东师大的师生都了解我,我没有参加过中考和高考,是一路保送到博士。这不是因为我成绩好,很多时候我的学习成绩并不比别人好,或许是因为我发现了人生的“道”而不只是“艺”。

每年都会有大量的大学生毕业走向工作岗位。但是有很多企业家在面试学生时发现,很多学生没有明确的职业规划,不知道自己的价值。这也说明,教育供给与企业需要之间存在人才鸿沟。于是人们开始担忧,我们所学的这个专业和知识到底有什么用,尤其是在人工智能几乎能够替代我们非常多的领域的时候。可以说,人工智能几乎把我们的专业全部都快要替代掉了。这时,我们的学生会想:我们到底在学什么呢?于是我们会下意识地紧紧地抓住一根稻草,这跟稻草就是常说的“终身学习”。然后我们就拼命地学习大量的知识。问题是,就算我学富五车也不会创新,我不知道该如何面对这个社会、面对这个世界,然后就产生了恐惧。其实我经常在反思,我忽然发现我没有被知识奴役,而是我在驾驭它。

在童年的时候,我们一开始学习的知识跟世界还是有联系的,比如我们童年的时候可以玩积木和其他玩具。后来进入到小学、初中、高中,我们开始禁锢自己,我们进入到整个知识学习体系当中,我们变成了学习的机器。所以才会诞生什么“高考机器人”,让机器代替人高考,似乎我们人就跟机器一样。但是别忘了,人最有价值的一点是拥有好奇心。对于未知领域的东西,我们本身是具有自然赋予我们的这种能力的。这种能力,恰恰被我们忘记了。人最了不起的是会想象出一个我们原本不知道的东西,然后我们能够让它变为现实,于是产生了新知识。恰恰是这种能力指引着我往前走。知识与世界本身应该是相联系的,而不是处于割裂状态。我们将二者割裂开之后,才会出现这种恐惧。所以,我们传统的教育模式,往往是“面向已知的教育模式”。我们学习很多知识,但是如何在与世界的联系中转化这些知识以应用于生活,我们并不知道。

很多的小朋友说,将来英语不用学了。好像确实是的。我的语文成绩其实是蛮糟糕的。但是,我现在开始领悟到其中一个“道”,就是语言本身的美,包括英语也是一样。文字的优美,我是慢慢体会到的,但是之前我恰恰把自己变成了语文学习的机器。

秘书、翻译、记者、交易员、司机这些专业未来是否还会存在?之前有一个数据说,近三年内诞生了

非常多的新行业,这些行业以前是没有的。也就是说,并不是人没有出路了,其实前方还有很多地方我们可以探索。所以问题在于,面对未来的变革,我们是否做好了准备?

STEM 教育在美国应该提出来非常久了,最近才引进到中国。STEM 是由科学、技术、工程、数学四个英文单词的首字母组合成的。传统的数学工程的学习,往往都是讲的“艺”。很多传统科学书籍中讲的都是科学知识,而很少去讲科学方法、科学精神,后面这两类是我在大学当中跟我导师体会到的,我感觉到原来这才是精髓。之前学的知识,只不过是前人的一些成果,但是这并不是最重要的。我们小时候的数学叫什么?叫算数。算数其实恰恰是数学中的技术,而数学本身的工具属性跟语言属性是很少被掌握的。而这也恰恰是机器办不到的,机器只能去算,只能做一些形式化的工作。

为什么我们有的时候会对这些问题感到困惑?我们大量的时间其实是停留在低端,即信息知识的单纯获取。这些信息跟知识的本身如何进行迁移?第一个是能力。很多人会说,能力存在一个天花板。这个天花板有些人能够跨过去,他们知道如何用一些方法让知识迁移,知道世界的联系。第二步是应用。有的人理论很在行但实践欠缺一些,有的人则反之。恰恰现在这个社会要的是知行合一,知识技能转化都得强。现在的创新人才所具备的能力,就包括提出想法、提出思路、找到相应的答案、解决相应的问题等。这些事机器能办到吗?机器只能告诉你这些信息,给你一些决策支持。还有,创新的整个过程是由好奇心驱动的,这也是机器所不具备的。为此,我们要大力推进 STEM 教育。

另外,我们需要学习一些科学哲学。西方世界认为我们这个世界有一个边界,这个世界的规则是由上帝创建的,但是这个边界是什么?我们并不知道。这个世界的中间是什么?中间就是现在所有人类已知的规则、定理,世界边界到世界中间的空白地方就是我们未知的领域。我们可以提出新的假设,提出新的理论,以及对于未知世界的一些设想。然后我们就可以去通过实验去验证实验数据是不是吻合、实验数据与假设是否一致。这也恰恰是现代科学体系中最重要的一环。从观察、提问到做出假设、验证假设或者推翻假设,其中有些是符合现有理论和定理的,有的则发展出新的理论和定理。我们科学家用脚丈量这个世界,发现这个世界跟原来不一样了。结果我们把新的认知写到了教科书当中。爱因斯坦想象,物体不断加速的情况下,它可能是无限接近光速,但不可能超过光速。我看到这个公式的时候,非常震惊。他是怎么凭空想象出来的?受制于工程技术限制,有些数据在经典力学的实验当中是测不出来的。后来,随着科技发展,我们可以看出来了,比如,去年 LIGO 引力波探测器就探测出了黑洞引力波。

科学、技术、工程、数学驱动着全人类的社会发展,现在我们又迎来了新一轮科学技术工程数学的革命。我对人工智能持乐观的态度。人工智能将带来全新的人类变革,而我们也会因此拥有全新的能力来驾驭这个世界。

最后我想说,世界远比我们想象的要大,勇敢地面对吧!

库逸轩(华东师范大学心理与认知科学学院副教授,博士生导师)

## 记忆解码与未来教育

关于“教育”,每个人都有自己的定义,然而对于“教育的目标”,大家可能有一个共识,那就是“授人以鱼,不如授人以渔”,也就是教育需要实现学习能力的提高。在人工智能飞速发展的背景下,Alpha Go 之所以引起人们的关注,根本原因在于它突破了过去计算机的瓶颈,结合深度学习和强化学习,实现了有效的目标化学习,并最终在围棋这类搜索空间极其大的智力运动中战胜人类的顶级选手。另一方面,学习的基石在于记忆,所谓“举一反三”,没有记忆的“一”作为基础,无法类推到“三”;学习的目

标也是记忆,否则学习无法形成有效的结果。在计算机的发展过程当中,记忆是比较容易实现的环节。对于计算机来讲,它可以快速检索海量的信息。

人类作为万物之灵,有着比其他动物强大得多的学习和记忆能力。但是,相对于机器,人究竟有什么优势呢?李开复曾预言,金融、医生、律师、教师等职业,是最容易被人工智能取代的职业,因为这些职业极度依赖于经验,也就是依赖于记忆。随着人工智能的发展,这些职业真的会被机器取代吗?

计算机的发展目前可谓到达了一个“迅猛”的阶段。计算机行业中存在著名的“摩尔定律”,即计算成本随时间的推进呈指数型下降。也就是说,单位成本能购买到的计算力,呈指数上升。库兹维尔在《奇点临近》这本畅销书中推广了摩尔定律,他总结了人类文明的历史并提出,技术的进步呈指数增长,当积累到一定程度时,其增长速度也将呈指数上升,这就是所谓的“奇点”的到来。他还预言,2045年1000美金可以买到的电脑将拥有十亿颗人脑的计算力,这也就是奇点爆发的时候。这个时候,人工智能将全面超过人类智能,两种智能还将可能以一种融合的形式存在,并在宇宙中传播。我们的很多科幻作品中都出现过这样的画面:《黑客帝国》中人们沉浸在计算机构建的虚拟世界中,《超验骇客》中科学家死后将意识上传到云端的计算机服务器上。这一切似乎预示着人类智能被人工智能取代的未来正在快速逼近。

然而,我认为目前来看,这样的未来还比较遥远,下面从三方面来稍加说明。

首先,我们目前的科学发展对于仅仅三磅的人脑的了解仍然非常贫乏,就像我们对浩瀚的宇宙的了解一样。库兹维尔在计算每个人脑容量的时候,严重低估了人脑的计算能力,他根据神经元的神经冲动发放的特性,将神经元的输出简化成0或者1,然后将人脑的大约890亿神经元统统作这样的二值化处理,计算出人脑的容量。这样的简化将神经元的模拟信号数字化,丢失了大量的信息。

其次,对于部件的理解不等于整体。对于线虫这种简单的模式生物,早在1986年我们就已经可以把它仅有的302个神经细胞之间的连接图全部刻画出来,但是直到今天我们还是很难准确地预测线虫每一个微小的运动。人脑有大约890亿个神经细胞,每一个细胞平均跟其他一千个神经细胞发生连接,这是非常复杂的网络。即使我们能把所有细胞的活动全部读出来,我们也未必能够把大脑的思维和意识真正解读出来。

最后,传统的冯·诺依曼式计算机架构,显然是需要突破的。目前计算机结构是串行的,虽然单个CPU每秒都可以轻松运算10亿次以上,通过搭建大型计算机群,结合深度学习的算法,已经能够在围棋或者人脸识别等很多方面超越人类,但是这种结构的容错性很差,如果在输入端给一点微小的扰动,就有可能在结果中产生很大的分类错误。例如,将一条狗的脸识别成人脸。相反,我们的人脑虽然运算很慢,但是它是完全并行的结构,其容错性非常好,这也是目前人脑的优越性所在。

只有上述这些问题得到克服,人工智能才能真正赶上甚至超越人类智能。

研究者们也在这些方面进行了不懈的努力。2014年*Science*的一篇封面论文中,Merolla等通过搭建类似于神经网络的并行计算机系统,完成了比传统的串行计算机更复杂的分类任务。但是目前运用大量计算机集群也只能搭建大约一百万个神经元系统,每一个神经元与其他神经元平均只有256个突触连接,这离我们真实的神经系统还相差很远。另外一个方面是材料的进步。2016年*Nature Nanotechnology*的封面文章中,Tuma等发现一个新的相变材料,是一种叫做锗锑铋的合金,通过加电压,该合金可以从晶体变成无定形,实现模拟的信号变化,从而突破传统计算机晶体管中数字化的输入和输出,这更加接近神经元的一些反应模式。

我们的研究团队也在进行这方面的努力,但主要是从心理学的路径上寻求突破。我们关注的是工作记忆这样一个核心认知功能。心理学中将“一般智力”分为“流体智力”和“晶体智力”。晶体智力跟长时记忆相联系,随经验增加而增加;流体智力和工作记忆相联系,不太随经验改变,这也就是前面说的学习能力。尽管人类的长时记忆可以存储非常多的事件,但工作记忆的容量非常有限。1956年George Miller发现我们对于数字的记忆只有区区的5-9个,后来研究者发现人类对于视觉物体的记忆

通常只有 2-4 个,可以说少得可怜。然而正是这个有限的容量跟很多认知功能相关,它决定了我们的语言、理解、计算、思维等能力的大小,跟流体智力也非常相关。至于为何我们大脑的 CPU 和内存如此之低,目前并没有答案,一个可能的原因是,对于完全并行的系统,这可能是一种涌现的特性;这样的方式可以有效限制表征之间的竞争,有利于决策的生成。

我们的研究主要关注大脑如何动态地表征工作记忆。表征是重要的问题,人工智能领域的天才 David Marr 构建了认知三层次模型,包括计算层,算法/表征层,以及实现层。深度学习网络(DNN)是我们对于神经网络计算层的模拟,如前所述,在这方面人们已经取得了举世瞩目的突破。在实现层上,神经科学家们也在不断地推进。对于中间的表征层,我们认为它可能是联系计算层和实现层的最佳切入点。

我们的研究结果显示,容量的限制跟大脑额顶网络的控制有关,记忆中每个客体的精确性跟大脑枕叶的活动有关。我们的额叶会对枕叶皮层有自上而下的控制,正是这个控制导致我们的认知出现瓶颈。同时我们还试图利用机器学习的方法,去解析这些表征。目前利用功能磁共振数据对表征的解码可以达到 80% 以上的准确率;采用更简单的无线脑电我们也可以达到 70% 以上的准确率,来解码记忆变化的过程。有趣的是,我们的结果显示,每个人的记忆动态变化曲线是不同的,到达记忆顶峰的时间和每个人能够达到的最高值都是不一样的。未来我们可以针对每个人的动态变化曲线采用一些干预的手段,通过训练的方法或者经颅电磁刺激等来增强记忆表征。通过这些科学的方法,我们或许可以量化地监控教育的过程,并实现真正的“因材施教”。在 2017 年 *Current Biology* 杂志上的一项最新研究工作中,Dikker 等尝试在课堂上让老师跟学生全部戴上简易的无线脑电的电极帽,然后观察人跟人之间大脑同步性的变化,结果发现,不管是教育者和被教育者之间的脑电同步性,还是被教育者之间相互讨论时的同步性,都可以预测最终学习效果的好坏。

未来的教育应该拥抱人工智能。或许教师的某些职能会被人工智能取代,这正好使教师可以被解放出来并更多地关注人本的部分,例如道德的教育、情感的教育等。另一方面,人工智能可以让我们更好地监测教育的过程,真正地实现因材施教,从而充分提升被教育者学习与记忆的能力。

袁振国(华东师范大学教授、教育学部主任,中国教育学会副会长)

## 人工智能的时代,依然会有诗和远方

人工智能正以超过人们预想的速度发展,甚至有人担心在不久的将来人工智能将代替人的智能。但我相信,科技再发达,人也不会退场,我想用这样五句诗来做一个并非总结的发言。

第一句,“忽如一夜春风来,千树万树梨花开”。

今天关于人工智能与未来教育的讨论,涉及计算机科学、软件科学、计算科学、神经科学、心理学以及教育科学等很多学科。今天的演讲者有学者,有企业家,有投资人,特别是还有一批锐意新秀。这是一次人工智能和教育问题的大碰撞,是一个非常精彩的开始。

今天的这个“高峰论坛”名副其实。一是高水平。这一段时间我也认真看了一些关于人工智能方面的文章和著作,对人工智能的理论和技術略有所知。今天参会的各行各业的代表,无论是在学术上,还是在技术上,在全国绝对都是走在前沿的。二是高关注。今天在场的有 1000 多人,而在线收看的仅腾讯直播就有 5.6 万人。有朋友发信给我,说他吃饭也捧着手机在收看,他认为有看大片的感觉。三是高收效。这次别开生面的讨论,对大家开拓思路、思考问题产生了很多的启发。今天解决了什么问题我不敢说,但是想到了很多问题、激发了很多的想法那是毫无疑问的。

前不久有一本叫《奇点临近》的书被翻译出版,作者有一个很惊人的而且也是引起了极大争议的观点:到2045年前后,随着各种技术的整体推进,人工智能在整体上将会超过人的智能。这是一个石破天惊的推测,如果事实被他言中,那人类会发生怎样的惊天巨变?我们实在无法等闲视之!人类的文明,如果说从石器时代算起的话,至今大概有一万年的历史;从铁器时代开始的话有两千年的历史,从现代科学技术——蒸汽机开始的话,到现在也有三百年的时间。而互联网的出现到现在才二十多年,这在人类文明进程中只是弹指一挥间,可是它引起的人类生活方式和生存方式的变化已经远远超出了我们的预想。人工智能进入实用阶段才两三年的时间,在各行各业就已经得到了广泛运用。在交通、医疗、金融、家居等很多领域已经有了神奇的表现,很多行业出现了大规模的解雇员工的现象。人工智能在十多年前,还被认为只是一个故事,现在却已经成为人们不能不关注的历史巨变。现在,互联网快速发展,物联网也在加快发展,大数据分析、云技术、穿戴技术、深度学习技术整体推进,它们改变世界的程度超出了最富有想象力的人的预料。所以,这种变化给我们带来的挑战是无法忽视的。人工智能将极大地改善我们的生活状态、提升我们的生活质量,这是我们越来越会感受到的。同样,给我们带来的挑战也是前所未有的。世界的变化会让我们目不暇接,我们上大学的时候想选择的热门专业,等到毕业的时候,可能就已经不复存在了。

第二句,“接天莲叶无穷碧,映日荷花别样红”。

外面的世界很精彩,今天我们这里的讨论更精彩。目前,关于人工智能,在通讯、交通、医疗、金融等领域的讨论很多,唯独教育领域的讨论很少。库兹韦尔的《奇点临近》,赫拉利的《未来简史》,对人工智能在很多领域的运用都侃侃而谈,唯独在教育领域语焉不详。最近李彦宏、李开复都出版了人工智能的著作,涉及若干领域,教育也几乎没有涉及。为什么?因为教育太复杂,人的因素太丰富。今天我们关于人工智能与教育关系的讨论也许是到目前为止最丰富、最深刻、最精彩的一次。在蒸汽机革命、电气革命、电子革命这三次工业革命中,中国都擦肩而过;而今天,在人工智能的技术面前,我们跟世界的最先进水平是同步的,我们在很多技术方面可能还走在美国的前面,在很多技术的运用方面走在美国的前面。现在跟外国人交流的时候,我们经常听到他们的感叹:“你们中国发展得太快了!”美国目前结账普遍使用的还是信用卡,而中国一下子就跨越到了手机支付。我看过很多公司的人工智能产品,包括今天介绍的睿易科技、科大讯飞、沪江网,还有很多其他公司所拥有的产品,它们在教育上应用的范围、人数,据我所了解在全世界都是最广泛的。

第三句,“千呼万唤始出来,犹抱琵琶半遮面”。

尽管人工智能在很多行业已经有激动人心的运用,有了快速的进步,但与其他行业相比,人工智能在教育领域的应用还是相对滞后的。教育上面运用人工智能的瓶颈在哪里呢?鲁白教授说:“就是小数据。数据能不能获得?你怎么获得数据?获得数据以后怎么来分析?”大数据在教育领域的运用,相对说来还很落后。数据不好采集,不知如何运用。现在,没有手机你不能通讯,没有滴滴打车你不能打车,连乞丐都已经能很娴熟地运用二维码乞讨。但是我们教育的变化呢?到目前为止还没有哪个学校、哪个老师说:“对不起,今天网络不通,我们就放学吧。”目前的教育还是一支粉笔、一个黑板的天下。教育中通过大数据的运用来替代重复劳动的程度还很低。从这个意义上来说,教育在信息技术方面、在人工智能方面的运用空间是极大的,而我们已经看到了很好的端倪。

(1)人工智能的发展运用,将会给我们腾出更多的学习时间。

目前说得比较多的是人工智能会让我们的很多工种消失,让我们很多人失去工作岗位。可是不要忘了,很多简单重复的工作有机器人干完了,就不用我们人干了。我们可以有更多的时间学习我们所要学习的东西。我相信人工智能的发展,会给我们带来更多的闲暇时间和学习时间。上午狩猎、下午钓鱼、晚上讨论哲学的梦想就要成真了。

(2)人工智能改变教学的形态。

我们所熟悉的教育是固定的人在固定地点、固定时间、学习固定内容的教育,而互联网、人工智能

将彻底改变这种传统的教育,使任何人在任何地点任何时间可以学习任何的内容,这也被称为“泛在教育”。我们现在有一些网络公司、培训公司已经做到这样的程度,它没有学校,没有传统意义上的校园,也没有教室,它甚至没有教师,但是它可以赢利上亿甚至几十亿元。它的学校在哪里呢,教室在哪里呢,教师在哪里呢?——在每个学习者的家里,在每个学习者的电脑终端上,在每个人的手机上。它一年365天不休息,一天24小时不休息。夜里面你要学习,找美国人、找意大利人、找澳大利亚人都可以。互联网的发展,人工智能在教育上的运用,已经使得泛在学习可以真正实现。倒是现在的教育体制、考试录取招生制度限制了现代信息技术在教育上的运用。到了陈旧的生产关系束缚先进的生产力的时候了。

(3)在提高我们的教育效率、管理水平、改善我们的评价方式等方面,人工智能已经大显身手。我看了一下今天直播的收视情况。直播后台时刻告诉你现在有多少人在线,这些在线的人的年龄分布、性别分布、职业分布、学历分布,以及地域分布。在很多课堂上,互联网、云技术、教学软件与手机、iPad的运用,已经逐渐改变了学习方式和评价方式,学习效率得到明显提高。虽然教育在运用现代信息技术、人工智能的程度上,比起其他行业来,可能是一个落后的领域,但它前景无限。

第四句,“暮霭沉沉楚天阔”,“柔肠一寸愁千缕”。

人工智能在教育领域运用了以后,教师会不会失业?我们到底是人还是机器人呢?我们的交往对象是机器人的时候,我拿起电话来也不知道对方是人还是机器人的时候,我们的感情寄托在哪里呢?在这样的情况下,人面对着的将是一个怎样的世界呢?人们有很多的顾虑,也有很多的担忧。我相信这正是“人”考虑自己问题的一个了不起的地方,人的自我意识,忧患意识。今天的会场上似乎这样的情绪也不断地被释放出来。忧患意识也许正是人之为人的本质。

第五句,“不畏浮云遮望眼,自缘身在最高层”。

库兹韦尔在《奇点临近》一书里说,人类的进化也是一种算法的改进。人工算法的发展是一个加速度,是一个指数增长速度,它会用很短的时间超过人类几千年、几万年进化的程度。这种想象力当然是非常惊人的,也是有事实支持的。但人类感知和思维的整体性和综合性,人的情感性和社会性,在这些方面,人工智能到目前为止还没有显现出来。而且我们可以毫无疑问地相信,在人工智能发展的过程当中,我们人自己也一定会不断发展。

当年很多人担心机器的发明和运用,将会使人类大量的走向贫困,所以有捣毁机器的运动。当我们有了汽车、有了飞机的时候,也有很多的担忧,甚至有人认为这是世界的魔咒。有没有问题?有的。但是这些问题在整个人类的文明进程当中,都可以慢慢地被解决。有很多人担心人工智能与机器人的结合会使很多工种消失,很多人失业,这固然是不错,但它也会催生出更多的岗位和职业。比如教师,现在是班级授课制,当重复性的、有规则的劳动都被人工智能代替的时候,现在意义上的教师一定会大幅减少,但对个别化的“教练”,以学定教的导师,情感交流的心灵师等,一定会有更大的需求。也有人担心人工智能可能会扩大数字鸿沟,造成教育的更加不公平。从当下的情况来看,从局部的情况来看,这种可能性是存在的,甚至已经有所表现,但是我也相信随着人类文明整体的发展,人类整体的公平水平一定会不断提高。同时,人工智能在推进教育的国际化、个性化以及增强师生之间的互动方面,都毫无疑问地会达到以前无法想象的深度和广度。

人工智能的时代,依然会有诗和远方!

(责任编辑 胡 岩)