

人工智能时代的科学与艺术融合

——访清华大学计算机系智能技术与系统重点实验室张敏副教授

本刊记者 李彦

张敏

清华大学计算机系人工智能实验室副主任、长聘副教授

主要研究领域为搜索与个性化推荐、用户建模。顶级国际期刊 ACM TOIS 主编 (Editor-in-Chief)，重要国际学术组织 ACM SIGIR 执行委员会委员等。获 IBM Global Faculty Award、全国高校计算机专业优秀教师奖励、省部级一等奖 2 项，长期与国内外多个企业进行多项科研合作。



有一则关于科学与艺术的故事广为人知。1986 年，李政道先生讲述了人类可以通过重离子对撞探索宇宙的奥秘，李可染先生被这个故事深深打动，创作了国画《核子重如牛，对撞生新态》。画作完成后，李可染先生曾感慨道，他一生都是画平和的风景题材，但听了作为科学家的李政道先生描述重离子碰撞的奇景，不禁被这壮观的情景所感染，平生第一次画出抗衡、对撞的画面。他说落笔时，他的心在激烈地跳。2006 年，李可染夫人邹佩珠将这幅画雕为栩栩如生的雕塑，名为“核子重如牛，对撞生新态”。艺术与科学的碰撞生出的这段佳话，一直被人津津乐道。“越往前走，艺术越要科学化，同时科学也要艺术化，两人从山麓分手，又在山顶汇合。”对于科学与艺术的关系，这也一直是李政道先生的信念。在艺术与科学深度融合、创新协同发展的今天，随着人工智能技术不断发展，人工智能与艺术的关系如何？以后将如何影响普通人的日常生活？带着这些问题，本刊记者走访了清华大学计算机系智能技术与系统重点实验室张敏副教授。

记者 现在科学与艺术，尤其是人工智能与艺术的关系是一个很大也很热的话题，想请您先谈谈您的理解。

张敏 2017 年我曾参加过一个人工智能论坛，论坛主题叫“科学艺术论坛”。最初接到邀请时我觉得这个题目好大，不敢谈，后来想了想其实也可以聊一聊。当时我主要对比了几首人工智能创作的诗歌，比如我们来看下面两首：

人说文章伯，工夫岂自由。
智愚真可学，能赋未央楼。
科斗诗书满，学如药鼎连。
艺林吾欲问，术业大方圆。

这两首诗是九歌创作的，属于中国古诗体裁的藏头诗。九歌是清华大学自然语言处理与社会人文计算实验室研发的自动诗歌生成系统，九歌团队由孙茂松教授带领。诗歌创作其实挺难的。如果是集句，或只是把那些已有的动人的诗句连到一起还稍微容易一些，

因为句子本身已经是前人仔细琢磨过的了，主要满足整篇的韵律和风格就好。但如果从头开始创作一首诗歌，就需要考虑语义的连贯性和美感，还需要从词、句、诗篇等多个维度来评价诗写出来到底好不好——不仅要别人评价，系统自身也需要评价。此外诗还需要带有一定的感情色彩，悲伤的、豪迈的、愉悦的……一首诗感情应该保持统一，这也就是更高层次的要求了。

微软小冰的现代诗也很著名，比如我很欣赏的这一首：

有些艺术为自然铸满了一切的人，
尝出美妙的诗句，
这是上帝的形体，
我做梦的梦。
一些艺术之酒，
时时现出美妙，
一切诗的诗节，
我是美的意。

我们原来觉得艺术跟科学离得挺远，但现在越来越觉得二者的联接特别紧密。这种紧密体现在多个方面，以作诗为例：首先，在学习诗歌创作的时候，很重要的一点是经验和数据——古人说“熟读唐诗三百首，不会作诗也会吟”，这就是经验的积累，而对人工智能技术来说，这不就是训练数据吗？此外，尽管诗歌是自由发挥的，但作诗需要遵循很多准则，如同做菜一样，我们有很多原料，如何用这些原料炒出菜而且火候如何，是挺有讲究的。原来大家觉得机器搞不定这些讲究，但现在不同了，我们发现通过一些机器学习的算法是可以学习到的，这就使得人工智能有了用武之地。

业界有一个表述说得特别在理，说“如果是确定的东西，就不需要人工智能了，直接查表就好了；正



《核子重如牛，对撞生新态》李可染

是那些不确定的、模糊的，才需要人工智能。”而艺术本来就是很不确定的、模糊的、存在多种可能的、多样的，所以从这个角度来讲，我也觉得二者是可以相通的。

我们已经看到了人工智能科学与艺术的融合和共通之处。例如人工智能算法需要训练，而艺术也需要训练。所以我们不能说需要教的就不是艺术。哪怕是大画家，在举世闻名的作品出来之前都需要大量的基础训练，所以这一点需要明确：人工智能产生的艺术相比人类的艺术，尽管目前在一些地方还会有所欠缺，但是经过训练的，仍然是艺术。

除了诗歌，人工智能还能作曲。我们实验室的胡晓林老师带着学生还用智能算法创作了各种不同风格的曲目，有民族风和摇滚风等等。在专业人士看来，可能它们在配器等方面还有待提升，但已经具备音乐的很多元素。

前不久我看到中央音乐学院成立了一个人工智能作曲的项目。除了中央音乐学院等音乐界的人，还请了国内计算机领域的几位，包括我们实验室的孙茂松教授，还有创新工场的周明老师等，这些人组成了CCF计算艺术筹委会。周明老师提到他们跟各位艺术家探讨了人工智能与音乐、诗词、美术、书法表演等

联姻催生新的交叉学科的问题，这个交叉学科就叫“计算艺术”，推动文化创意产业发展和人才培养。参加的人有中央音乐学院、中央美术学院、中国美术学院，还有北京电影学院、北京服装学院等等单位的。所以我觉得不是搞人工智能的人自己去想象与艺术的融合，艺术界也在认可融合。

记者 那什么是这两者本质的区别？

张敏 回答这个问题之前，先看一首我的女儿小双在5岁时写的诗，题目是《大海》。

荷花泡在水中，
小青蛙站在荷叶上。
你在海边走，
好像自己的影子也在走。
那不是自己的影子，
那是风来啦，
荷花就轻轻地摇摆。

大海平静地一动不动，
而小青蛙却在呱呱地叫。
海边有很多贝壳，
有的闪闪发光，
有的还会夹住手。

一枝荷叶漂在水中，
就像平静的大海一样。
青蛙喜欢在荷叶上做游戏，
水面上就越来越热闹了。
青蛙在荷叶上大声唱歌，
人在沙滩上在说话。

大海流动的时候，
在望着这一切，
它停不下来。

这片世界，
在看着我们的远方。

这是我去青岛开会，抽空带她在海边玩之后写的诗，像“你在海边走，自己的影子也在走”，还有“海边有很多贝壳，有的闪闪发光，有的还会夹住手”。这些是她自己的体会。诗里重复出现的小青蛙，是我们当时住的酒店里画册上出现的。她自己会把青蛙、荷叶和大海这些不太搭的东西混到一起，并且前后呼应，最后还有升华，“大海流动的时候，望着这一切停不下来”。

你看，这里既有连贯的逻辑，又有不同场景下的跳变和组合，但这种跳变又不是纯随机的，它是有远距离的呼应的，此外还有写实与写意的融合。我们人类五六岁的孩子可以随口做出这样的即兴诗来，但目前人工智能作诗程序却不一定能生成这样奇妙的结构。人工智能可以靠一些外部的经验规则把这样的结构输入进去，再加上大量的历史数据，还有监督指导和修正，慢慢学习如何生成这样的诗，最后学习到的诗可能会更有韵味和境界。但区别在于，没有人告诉儿童你可以这样写诗，没有人告诉过她要符合什么规则，甚至她读过的诗远远不及机器学习训练时的动辄几万首甚至更多的诗，孩子就是她自己想到哪儿于是就写到哪儿了，而结果却令人惊诧和欣喜。

所以我一直很想把人工智能和儿童的发展放在一起研究。人工智能当然能做很多儿童不能做的，但是和人类的智力相比，真正的“无中生有”对人工智能来说比较难，它主要是去执行程序学习好的模型，而人类的神奇之处是自己就能生出各种想法。当然人工智能的模型也可能产生出带有变化的不同的结果——但如何产生、如何变化，都是学习好了的。我想这是人工智能与人类智能之间一个非常大的区别。

另外，我们以前觉得人工智能科学产生的作品和人类智能产生的艺术作品最大的差别是它是不是有意识的、主动的情感与思想的表达。现在人们通常认为

人工智能已经可以表达情感，而目前仍然无法表达思想，因为思想已经上升到哲学高度了。但在艺术领域，我们可以认为艺术家有自己的思想，他的作品也可以表达出他的思想来。人工智能的艺术里面是不是能够表达出一幅作品的思想，的确目前还存疑。此外是不是有意识的？因为艺术家的创作是他对自己体验的一种表达，但对于人工智能而言，它只是替人来表达，大概还算不上是主动的、有意识的需求的表达。所以我觉得是不是有意识这一点也是两者的核心差别，也就是说就是动机上的差异，而结果层面上的差异已经越来越不明显了。

记者 那您关于这两者的研究心得是什么？

张敏 我自己对于两者关系的研究，是从概念开始研究起的。

首先什么是科学？什么是艺术？我查了一下这两者的概念。

- Science (from Latin scientia, meaning "knowledge") is a systematic enterprise that builds and organizes knowledge in the form of testable explanations and predictions about the universe.

- Art is a diverse range of human activities in creating visual, auditory or performing artifacts (artworks), expressing the author's imaginative or technical skill, intended to be appreciated for their beauty or emotional power.

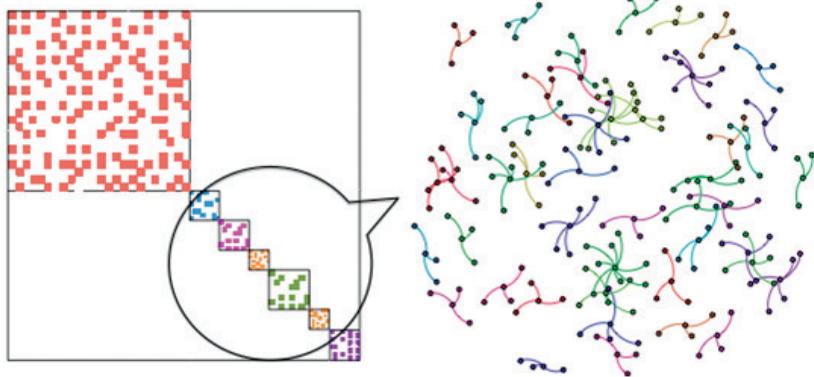
science 拉丁文的意思是 knowledge，就是“知识”，它是把我们的知识构建和组成起来的一个系统工程，是对我们这个世界的解释与预测，是可测试的。艺术则强调多样性，强调创造性，它是一种表达，这种表达会利用作者的想象力或专业技能

来表现一些美好的或有情感、有力量的内容。

我们发现，这两个概念其实说的是两件不一样的事情，一个概念说我怎样去构建、测试和衡量，另一个概念说我用来表达的是什么，这两者的定义不在同一层次上。science 是对知识的组织和构建，但艺术本身有很多也是知识性的，很多搞音乐的人说音乐就像数学一样，比如说大3度、小3度，有的音很和谐，有的就不和谐，这些都是总结出来的 knowledge。也正因为如此，这两者就有可能被连接起来，人工智能就可以用科学的方式来创作艺术。

第二个问题是人工智能和人的智能的艺术表现力，到底该怎么评价？从计算机科学来讲，一般大家的评价会比较客观，就是好或者不好、对或者不对。但是艺术没有好坏之分，只分喜欢或者不喜欢，二者在评价方面是主观和客观的差异。所以其实我们也没有必要去比较人工智能创作出来的艺术与人所创造的艺术孰优孰劣，因为艺术本质上就不以好坏的维度来区分，因此没必要把人工智能和人的智能对立起来。

我们发现在很多领域和行业里面，科学加上艺术加上人工智能应用得已经很多了，比如建筑领域就很典型：建筑设计可能是人的设计，但是现在我们也常见到有一些计算机设计出来的建筑会突破人本身的想象。影视也是，如果你觉得电影是一种艺术的话，那些场景渲染和特技动画等等，都包含有相应的人工智能，比如最近重新上映的《阿凡达》，算法构建出来



实验数据截图

的场景甚至比人做出来的真实场景更美。所以并不是应不应该或者能不能做的问题，而是大家已经有非常多实际应用了，只不过以往大家不会说这是人工智能技术，只觉得是电影特效。这样的例子还有很多，其实我们日常所熟知的很多事情，都是人工智能技术的应用。

第三点是我还有一个想法，就是新的艺术形式已经被催生出来了——来自数据和算法的艺术。我这里给出我们的一些实验结果图，如果把这个图截出来加个画框，把它摆到博物馆里，人们可能也会认为这是一件艺术作品。另外这两幅也是我们的实验结果图，特别有现代艺术的感觉。所以我觉得，人工智能和艺术是双向影响的，一方面我们靠人工智能科学技术可以产生传统意义上的艺术，例如音乐、绘画等等；另一方面，有人工智能之后，也扩展了艺术的范围，数据本身也可以成为一种艺术。

所以人工智能其实是一座桥梁，可以把艺术和科学沟通起来，可以从A走向B，也可以从B走向A，把它们沟通起来，就会连接成一个全新的世界。

记者 从那次讲座分享之后，关于人工智能和艺术关系的认知您有哪些新进展？

张敏 原来我们很多人说人工智能的艺术缺少创造力，但这几年我一直在想什么是创造力。创造力就像我刚才说的，它是一种无中生有的能力，你生产出一个新的东西，可以认为是有一定的创造力。我们来思考人工智能和创造力的关系，人工智能总需要一些学习，那么就可以引入一些随机，而这些随机因素就会带来新变化，这是不是从某种意义上也是我们所说的“创造力”呢？人的一代代遗传，也正是因为有了随机因素，随机选了其中一些基因开始变异，才会生成一代又一代不一样的人。

人工智能技术中太方便引入随机了，所以我们非常容易用智能算法生成一系列人类从来都没有见过没有听过的东西。所以如果说人工智能没有创造力，其

实是不对的。

另外一个思考角度就是我们真的理解了艺术上的这些思想吗？大家说的作品的思想更多的是观看者的思想和体会还是作者的？就像事实上贝多芬的《命运》交响曲本来并不叫《命运》，《田园》交响曲也不叫《田园》，是因为听的人这样认为，说得多了大家也就都这么认可了。作曲家很少说我表达了什么样的思想，而是听的人各有各的想法。而如果从观赏者的角度，看一幅人工智能创作的艺术品，也同样可以激发我们内心的某种感受。我曾经带女儿看一幅绘画作品，它就是一个全黑的画面，我在前面停了一秒就走了。双双站了好几分钟，然后跟我说：我觉得我看到了一个门。这就是每个人的感受不一样。我越来越觉得所谓的艺术很多时候不仅在于作者在表达什么，也在于观看者想要接收什么。所以对于艺术的思想性这个问题，我逐渐开始认为从源头一端来说人工智能艺术可能赶不上，甚至可能并没有创作的思想意图，但是接收端已经越来越接近甚至可以超越人的艺术了，因为通过人工智能技术可以产生出太多不一样的组合。就像为什么阿尔法狗能赢过人类？因为它可以探索太多种人类从来没有尝试过的走法，只要符合规则就行。它拓展了人类的经验。

记者 没错，我也特别同意您说的，因为人工智能的加入，艺术的边界在不断扩展。实际上咱们说的传统艺术就是人创造出来的艺术，边界也是在不断拓展。其实从古典艺术到现代艺术，无非是在表达各种各样的观点。

张敏 是的。不过可能从观念的角度上讲，确实还是人的艺术表达会更有主动的观念表达。

记者 您觉得人工智能写诗和音乐还是比较容易的？因为它们都是一种严格的艺术，但美术是不是还是挺难的？

张敏 其实这些都不算容易，都经过很多研究者和

产业界的探索。不过诗和音乐的规则性的确稍微强一些，但是美术创作也不是不可能的。我的《机器学习概论》课程里有一节课上介绍了一幅美术作品的创作，是把一幅风景画和《呐喊》融合，生成另外的作品。我们也可以认为这种风格的转换是带有一定的创作的，所以我觉得人工智能在美术领域可以有所作为。

甚至也可以有专为一个人服务的做画系统，比如你把你所有的画输入系统，它就学出来一种风格，然后做出一幅画，可能会很像你画的，可以为这种个性化表达来服务。此外你的画可能需要不同角度的完善，人工智能给了很多建议，你这次选了其中一种，下次又选了另一种，这些都是给系统的反馈，它就会不断给你让你更可能选择的方向。未来有很多种可能，对人而言，人工智能更多的是一种工具。说到底，艺术是为了表达的，这个表达的需求是人而不是机器的需求。机器就算要表达，也是为了满足人的表达。

还有一个更深层次的问题，如果不仅是规则很少或没有规则，甚至规则本身的制定是否可以依靠人工智能的技术？例如我刚才跟你聊的时候还在想，现在有人用人工智能写出来的论文已经可以通过在会议的同行评审被录用。现在也有人在开展人工智能进行小说创作的研究和探索。如果以后人工智能真发展到一定阶段，写文章都能驾轻就熟了，那还有人的思想的传承或者进步吗？

开个玩笑，我感觉下次我们应该参加一个论坛，叫“人工智能科学与哲学”，谈人工智能与意识。人的确是有很多不同思想的，我会觉得思想是生命比较稳定的一个自治体系，你能够在基于这样的几个规则基础上解释所有的事情并且能够自治，这就可以算是思想了。让人工智能产生几个规则并按照规则来做很容易，但规则是不是合理，能被多少人认可，目前还未可知。

记 者 一些科幻电影、科幻小说里面会写，本来一个机器人被操控得好好的，突然它给自己各种加戏，

反控了人类。这会是人类要去研究、面对的问题吗？

张 敏 这一点要想实现还远。

整个人工智能的学习过程分两个阶段，第一是学习和训练，第二是实际应用。在应用层面，一般来说可以把它叫作预测或者分类，就是预测下一步要做什么。拿绘画举例，无非是在这么多像素里分别要填上什么颜色，这就是预测或者分类。但是你画之前要有大量训练和学习的过程，就像我们在学校里学习，都有学习目标和考试，过程中我要学习怎么做才能让得分最高或者错误率最小。

人工智能在训练和学习的过程中，也都是有评价的，所以如果有一天机器人做了反人类的事情，除非是在之前的训练里它发现这样做会让某一个收益指标达到最大。比如说除了好人的数据，也会用一些坏人坏事的数据训练它。人们说的那些创造性的东西，只是说引入一个随机变量，让它多走一步，但背后起作用的依然是模型，是模型告诉它在这一步我们可以加入一点随机，模型本身的训练是可控的。所以如果一个机器人干了什么事，一定是它背后算法的设计者在这么做。

同时因为现实世界非常复杂，实验室里得到的效果在真实情况下很少百分之百成功，就像人脸识别有时候也识别不通一样。所以实验室里面造出来的强大机器人，真实用起来也会出现各种状况，如果想要让它足够强大，就要有足够多的训练，而在这个过程中太容易被人注意到了。就像现在的自动驾驶汽车，它背后的软件已经超过了人一辈子开车积累的经验，但仍然会出错。

所以人工智能程序要变成一个大反派，需要长期的、大量的反派数据的训练，这个训练必须是隐藏得很深不被人类发现（这时候哪怕是模型的构建者也变成了它的对手），而且还得一出实验室后第一次尝试就完全成功，且成功到能够消灭整个人类而绝对不出错——这样鲁棒性高、泛化能力强的算法其实是不可能的。❶