

图灵奖得主：人类正进入下一轮信息科学时代，社会将因此改变

From:宋宇铮 邸利会 知识分子 3 days ago



11月1日，智源人工智能研究院理事长张宏江博士与图灵奖获得者、康奈尔大学教授 John Hopcroft就“人工智能：战略、研究与教育”进行了一场对话。

撰文 | 宋宇铮 邸利会

责编 | 邸利会



计算机科学是当下的热门专业，也是一门年轻的学科，历史不过60多年。作为计算机科学的先驱人物，John Hopcroft见证了这门学科的建立、成长与繁荣。

1987年，康奈尔大学教授 Hopcroft 与普林斯顿大学教授 Robert Tarjan 因为在“算法设计、分析以及数据结构方面根本性的贡献”荣获了计算领域的最高奖图灵奖。

今年80岁的Hopcroft，不仅学术上成就卓越，在教书育人、服务社会方面也堪称楷模。早在数年前，他就来中国，出谋划策，身体力行，帮助中国提升教育的水平。2016年9月，他被授予“中国政府友谊奖”。

2019年11月1日，智源研究院理事长张宏江博士与Hopcroft就“人工智能：战略、研究与教育”进行了讨论。在40分钟的谈话中，Hopcroft分享了对人工智能、中国高等教育、人才培养等方面的深刻看法。

《知识分子》整理节选了两人的谈话，以及Hopcroft的个人小传，以飨读者。

01 大学真正的使命是产出下一代的人才

张宏江：你在1986年获得了图灵奖，在座的观众很多人那时候还没出生，请你谈下当时的情形？

John Hopcroft：那个年代，早期的计算机科学非常简单。那时，要决定一个算法是不是行，就把它在电脑里跑一遍，测一下解某个问题花费的时间，这时如果有另外做这个问题的研究者，提出另一个算法解这个问题，花的时间更少，但其实是不知道究竟为什么（花的时间少）。第二位研究者用的数据和第一位一样，但如果换做用某种随机的数据，实际上却算的更慢。

我觉得我们得用数学的方法来决定一个算法会更慢的原因。我提出最坏情形的渐近分析方法，然后我发展了一些技术，比如分而治之，来开发这种形式的最优算法。这么做了以后，就将之前算法的那种教授方式转变成了一门真正的科学。

张宏江：真好。你在普林斯顿教计算机科学时，实际上并没有这样一门课，你从哪找教学的材料？

John Hopcroft: 我想我应该提一下，我获得（本科、硕士、博士）学位时，并没有计算机科学专业，我的学位是电子工程，我也是受聘于普林斯顿的电子工程系，但我倾向喜欢电子工程的计算机学科的那一面，我更喜欢数学一点。那时有少数几篇文章，我就是这些文章基础上开发了这门课，之后这门课被其他大学广泛地采用，成为了那个年代的理论课。

1967年我到刚成立的康奈尔大学计算机科学系，开始在与我志趣更贴合的系里发展我的职业，这也是更好的选择，我也就有这样的机会帮助建立一所世界领先的计算机科学系。

张宏江：对深度学习，你怎么看？

John Hopcroft: 人工智能像是某种工具箱，里面有各种工具，而深度学习是这些工具中的重要的一种，至少在今天是这样。

不过，某种程度上，深度学习只是高维空间里的模式识别。比如，你训练了神经网络来进行图片分类，给一张特别像自行车，但却不能骑（没有自行车的功能）的照片，模型依然会认为是辆自行车。

实际上，我不认为这是种智能，因为在图片分类中，并不能从图中的物体里提取出功能，我想还得等多少年才能达到这一点。当我们真的理解了功能，我们才会进入到或许是接下来的信息革命。

张宏江：从算法的角度，你怎么看，是数据和参数的问题么？

John Hopcroft: 或许我能谈一下我是如何看待做研究的。世界上有两种研究，一种是基础研究，一种是应用研究。我看到的人工智能目前的状态是应用研究：我们开发技术用到解决重要的问题中去，很成功，对推动国家的经济发展也很重要，但基础的研究有着根本上的不同。

为什么要做基础研究？做基础研究单纯是因为研究者对所研究的问题感兴趣，就是这样简单。在美国，大学里是不做应用研究的，我们觉得这不是我们的使命，我们的使命是致力于基础研究。或许我该换个词，不用使命。大学真正的使命是产出下一代的人才。

当我们雇佣教员的时候，他们有40年的职业生涯，我们想雇佣在整个职业生涯中能保持活力的教员。我们喜欢的一点是，是有好奇心。我们雇佣某个人，我希望，不是看他们正做什么研究，而是看他是不是对此感兴趣，而且愿意在其整个职业生涯中保持活跃。

你或许说，美国这不是在盲目地资助大学的基础研究吗，没啥目标？听起来不像是一个好的投资，但实际上，这可能是美国做出的最好的投资。因为成千上万的研究者在不同的方向探索，很多人没产生什么影响，但有时有些人做了一些事就创造出了整个全新的产业，创造出几十亿的工作，几十亿的金钱。我觉得这个是非常好的投资，希望能坚持这一点。

02 对人工智能进行长期的投资

张宏江：深度学习还会有进展么？

John Hopcroft：这些年来，深度学习被证明是非常有效的，但棘手的是我们尚不能解释这背后的原因。如此一来，如果你是一名教员，那么教课时你便会遇到许多困难，因为你现在教给学生的是一门实验学科，迫切需要发展出能够解释深度学习的理论，为什么有用。

一个困难是，以模式识别为例，假如你有一个猫的系列或者一个狗的系列，你没有一个关于这个系列的数学定义，那或许就有研究者退一步，造出一个数学上定义清楚的类别，能帮助证明深度学习有关的定理。我之所以关心理论的发展，其中一个原因是可以让教课变的更加容易。

张宏江：你怎么看无监督学习？

John Hopcroft：要弄清如何做无监督学习，或者如何从一张图里面学习很重要。我可以讲一个之前和我的三岁女儿的故事，我有一本看图识字的书，我曾和她坐在沙发上一同看图

然后认出是什么。有一次我和她走在街上，她指着说，爸爸，消防车！她实际上只看过一次消防车的图，就认出来了。

我一直想弄明白为什么，或许人学到了如何去学。她在看那一张图之前已经看了几百万张图，之后她从一张图中学会了如何去学。这意味着，关照多个学科是重要的，比如理解人脑是如何工作的，在过去的25年有很多的关于人脑的研究，也许知道人脑如何学习会帮助到机器如何学习。

张宏江：了解到人脑是如何工作后，可以将其转化成数学模型或者算法么？

John Hopcroft：我对大脑是如何工作的知道的很少，我读过一些研究，好像刚开始的时候脑中的神经元的距离是比较远的，然后有一个转换阶段，神经元靠的近了。另一件事是，在大脑的前5年，神经会产生新的连接，然后有一个转换期，再有新的神经连接也不会有太大用处。你可以借鉴这些，然后看是不是可以用来训练神经网络。

基础研究有一个特点，好几千人尝试各种的想法，但往往没什么价值，但有一两个人会有非常重要的回报。

张宏江：究竟是哪一两个人？

John Hopcroft：这个事先是不知道的。我可以稍微谈一下美国的资助。当我提交申请书时，资助机构并不要求我按照申请书所写的来进行研究，他们之所以进行资助，是想产生下一代的人才。如果我觉得另外的研究是重要的，他们是高兴的。这可以追溯到1960年代，当我完成研究项目时，我不会写汇报，而是大学会写汇报，说明钱是怎么花的。资助机构也不指定哪些方向会得到回报，他们评判是根据下一代的人才，他们开拓了哪些方向。

张宏江：我很好奇，如果你是资金管理者，会把钱投入人工智能的哪个方向上？

John Hopcroft：要决定方向的话，我觉得有两件事是值得考虑的。其中一件事是短期的，你想提高中国或者北京地区的国民生产总值，创造就业，这样下来你或许得帮助公司所

做的事，比如人脸识别、图片识别、机器翻译，所有这些重要的事情。但你还得或许花点钱，用来产出下一代的人才，还应该着眼于长期。

张宏江：现在几乎每个主要国家都有自己的AI战略，你认为近些年两届美国政府在人工智能发展上做对了什么？

John Hopcroft：或许我应该说一下，在我开始职业生涯时，政府甚至不相信计算机科学是重要的。政府寻求一些物理学家的意见，他们倾向于认为计算机科学是在训练程序。

现在看来，一个新的领域要发展是很难的。老的领域不想让出他们所拥有的资源，但美国在这方面做的很好，在美国国家科学基金里面提高了计算机科学的资助金额，美国高等研究计划署也进行了很重要的资助。

但至于你说的AI战略，从美国的版本来看，都是些很明显的东西，如果你问非科学家该怎么办，就是对人工智能进行长期的投资。我读过后，没有从中发现什么有洞见的策略。

张宏江：美国会在人工智能上一直领先么？

John Hopcroft：我也不确定美国是否能够在人工智能上保持领先，因为我觉得投资还不够。我真的觉得我们在进入一个信息革命的时代，社会的性质将随之改变。

我想说，学生往往都会用脚投票，学生意识到将来是信息技术的时代。我相信今天的大多数美国大学，有10%的专业是与计算机科学相关的，但经费并没有按照这一趋势进行分配。

张宏江：你怎么看待中美人工智能的发展？

John Hopcroft：在这方面，中国其实有很多优势。以手机为例，当移动网络刚刚出现的时候，美国几乎所有家庭都已经安装了有线宽带，所以我们并没能足够重视它，中国则投入大量资源对这一产业进行发展，因此比美国在很多方面领先，比如中国人用手机做几乎是所

有的事情，美国还没有达到这样的水平。我想在一些地方，中国没有美国那样完善的设施，发展的速率要快很多。

张宏江：自动驾驶面临一些安全的问题，但也有人担心工作被代替，你怎么看？

John Hopcroft：要在城市的街道上驾驶是非常难的，有行人，有自行车，有汽车。但美国有洲际高速路，车就在车道里开，不会来回变道，自动驾驶的话就要容易些。我想象的，司机把车开到高速路口，然后车辆自动驾驶，出高速时再由司机来接管。这个问题就要简单的多。

张宏江：我也同意，自动驾驶卡车要容易，但为什么没怎么做？

John Hopcroft：我不知道答案，或许是因为相对于在城市载客，可能没有多少“钱”景。

在自动驾驶上，车路协同是一个好的发展方向，或许可以让道路将信号传递给车辆，再由车辆传递给彼此，把路封起来，不要让动物穿行等等来实施。可我们似乎没有朝着这个方向发展，而是试图去解决一个非常非常难的一般性的问题（让车辆自主自动驾驶）。中国可以很容易地由政府设置一条“自动驾驶专用车道”来进行试验，但在美国就几乎不可能。

张宏江：现在我们看到尤其是在中国，很多大学都设立了人工智能学院，你的意见是？

John Hopcroft：我不太清楚为什么要创立这么多的人工智能学院，但也可能是政府限制计算机科学相关的专业，但太多学生想学这个，所以大学就建立人工智能、软件工程等专业来解决这些问题。

在我看来，我们正进入一个新的信息时代，大学会想建立一个信息科学这样的系，像之前的工科、科学、艺术一样。因为这个领域的专业太大了，需要5、6个系，或许信息科学学院可以把这些都囊括进来。这将是一个很大的工科，我想很多学校做的是对的事情。

张宏江：但人工智能也有起起伏伏，如果这次人工智能的冬天来了，那这些学校再裁减人工智能的专业么？

John Hopcroft：当情况变的时候，事情也会随时有变化。

以我曾学习研究的电气工程为例，它曾经是一门关于发电和能源传输的学问，但在近几十年的发展中将无线电和计算机也融入其中，电气工程之所以如此成功，是因为它们不断的变化，人工智能也需要如此去做，如果人工智能做的还和我们今天一样，那可能会有问题。

我就是相信，我们正在进入一个信息是很关键的社会，工业革命解放了我们的身体，我们现在所做的是自动化智能，我不认为这个进程会停下来。

03 研究发表量多正在伤害科学

张宏江：除了图灵奖，你还有一个重要的荣誉就是“中国政府友谊奖”。你也曾经在教育方面给我们的总理提出过建议，在中国的高等教育上倾注了大量的时间和精力，为什么这么做？

John Hopcroft：一直以来，我都想做一些能够让世界更好，让尽可能多人受益的工作。在我来中国之前，我在15个不同国家（哥伦比亚、巴西、墨西哥、印度等）都曾进行过教育工作，帮助过几个教员和学生，但从未有过机会能够影响到他们的教育系统。

中国教育部邀请我到中国，就跟之前这些国家有很基本的不同，政府希望对本科教学教育进行提升，我也就有机会会产生影响。

其他国家的政府集中在其他事情上，努力提高教育不是他们最关心的，我觉得以前这些国家的优势是能源和材料资源，但这些别的国家也有，顶尖国家有的是人才，这才是推动国家进步的动力。

中国，我想是知道这点的，如果你和中国政府谈，他们会说，我们必须提高本科生的教育，提升人才，这样公司才能不断扩张，持续的盈利。这是中国的机会，这就是为什么我要做这

个。

张宏江：你对高等教育有什么建议？

John Hopcroft：我应该提一下，20年前，孩子必须有个学位才能得到一份工作，上大学的人数以每年100万的数量增长，中国要持续发展，必须有 capacity 容纳更多的学生，相当于每年要新建50所大学。

在有 capacity 容纳这些学生之后，还要提高学生的质量。

我觉得，其中的一个障碍是，在中国，一个校长的任期只有五年左右，因为他们是政府公务员，任期结束后会转到另外一个工作。为了证明他们的成绩，他要盯着大学国际排名这个指标。

然而，这些排名考量指标是基于研究，发表文章的数量，而和大学的宗旨，也就是造就下一代的人才几乎没有什么关系。因此，我认为中国可以做的最重要的事情是改变对于高校校长的评价维度。

我交谈过的校长都是世界水准的人，有知识，有才能，如果把本科生教育作为评价他们工作好坏的指标就好了。

另一件有意思的事情是，我觉得中国顶尖学校的一年级学生质量比美国的大学好，如果清华、北大和上海交大等能提升本科教育，那就可以超过斯坦福、伯克利和MIT这些机构。

张宏江：你对教育有非常大的热情，为什么？

John Hopcroft：我非常享受教育和科研，或许我可以给新刚开始职业生涯的年轻人一些建议。如果你想在职业上成功，你一定要做你喜欢的；如果你是教学生，不要仅仅教他们教室里学的，还有其他的技能。狭隘的技术教育可以带给他们第一份工作，但你应该给予他们更宽广的教育，历史学，社会学等，促使他们成功并享受人生。

张宏江：作为年轻的教员，如何在发表文章和教育之间得到平衡？

John Hopcroft：如果一个本科生找到我，说希望能够做些研究，我会劝告他，科研可能不是你现阶段最应该花时间的东西，除非你想要借此进入一个博士项目。因为如果你要进入一个好的博士项目，或许你得有发表。

1964年，普林斯顿大学在我没发过一篇论文的情况下雇佣了我，今天我怕是连研究生都进不去。因为他们关注的是我是否在整个职业生涯长期保持活跃，而非我已经做了的研究。

张宏江：在计算机领域，我们很多人都是先成为IEEE Fellow，之后继续做的好，成为ACM Fellow，可你却是先获得图灵奖，然后才有其他的荣誉和头衔，你有什么更好的建议给年轻人？

John Hopcroft：完成要求你的最低论文发表量，然后把精力尽可能投入到那些基本的研究上去。如果你做出了基本的发现，那你就会得到应有的承认。

事实上，我认为今天世界上如此之高的研究发表量正在伤害科学的发展，如果你学一门新的学科，有太多的文章要读，无形中增加了人们筛选、检索的时间。

出身寒门的计算先驱

1939年，John出生在西雅图。那时，西雅图还是一个小城市，人口不过50多万。在华盛顿湖的彼岸，也就是今天微软等公司聚集的地方，当时还是一片林木。小时候的John经常和小伙伴在林中漫步，看到一条延伸进树林深处的小径，充满好奇的他往往要一探究竟。

John的家庭条件非常穷，双亲也没什么文化，高中都没毕业。父亲早年是从加拿大边境偷偷到了美国，拿着一半的最低工资，过着节俭的生活。不过幸运的是，John的父母亲感情很好，从来没说过对方不好的话，而且一心为了John，希望他将来能过更好的生活，也希望他能接受教育，上大学。

父母亲对John特别关爱，教他游泳，做各种事。John 回顾这段历程时说，这种早期的关爱、稳定的环境可能有利于孩童的大脑发育，他之后的成功很多要归功于此。

上学之后的John最擅长的科目是数学，最差的是历史。那个时候的历史课就是罗列谁是将军，打了什么仗，什么时候打的，却很少解释，为什么世界是如此的走向。

高中的时光，John还是很专心在学业上，不过其实没那么紧张，学校下午3点以后就放学了，下午和晚上都可以自由支配。

John 印象最深的一位高中老师是教代数的，也是一位足球教练（也就是说，John的数学是体育老师教的）。但这位老师对学生特别关心，特别在乎学生能否取得成功，而John为了不让这位老师失望，也在努力的学习。在接受访谈中，John 好几次都提到，一个好老师最重要的是要在乎学生能不能取得成功。

高中毕业后，John本来打算就近去华盛顿大学读，但该校的一位教员告诉John，你的学校是没有资质的，不认可。John 回过头来在老师的建议下报考了斯坦福大学被录取。

在斯坦福，John 3年时间读完了硕士，博士，24岁就博士毕业，那个时候读书也不需要熬那么长的时间。

不过，那个时候的斯坦福其实没有计算机科学系，John入的是电子工程，学些电线、真空管。那时华盛顿大学物理系老师有一台电脑程序不工作了，请John去找Bug，那是他第一次接触电脑。直到今天，John还清楚地记得，那是一台IBM650，还有转鼓那样的东西。那时，没有编程语言，John 用的汇编语言也只有10个符号，他也从来上过编程课。

作为一名电子工程系的学生，John也上实验课，但他很快意识到，自己其实并不擅长摆弄各种物理器件。他更擅长的是偏数学或者理论的东西，比如信息理论。

从斯坦福博士毕业后，John本打算到华盛顿大学谋一份教职。有一天，他经过Bernard Widrow的门口，Bernard正和普林斯顿大学的Edward J. McCluskey打电话，McCluskey问是不是有合格的博士毕业生可以来做教员。John就这样因缘际会面试后去了普林斯顿。

John后来说，自己的人生很多时候都是偶然的，也并没有做特别的规划。

当John应聘到普林斯顿时，普林斯顿同样没有计算机科学系。他进的电子工程系，而且是一篇文章都没发就被录用，这在今天几乎不可想象。那时，计算机科学系刚刚出现，1964年美国的普渡大学建立了第一个，之后斯坦福大学，康奈尔大学等也相继建立了计算机科学系，都在招聘教员。

在普林斯顿，John开设了第一门计算机科学课。当时，McCluskey叫他去教课，但却没有任何教材，John就在几篇论文的基础上写出了一本日后风行几十年、每一个计算机科学系都会用，对计算机科学领域产生巨大影响的经典教材。John写这本教材不仅是总结当时的研究成果，而是把自己创造发展的东西都写了进去，几乎是树立了业界的标杆。当时上课的学生也没有很多，只有六个人，但日后都取得了杰出的成就。

在普林斯顿呆了2年半后，1967年，John去到了康奈尔大学。一直到今天，他都是该校的教授。

离开的原因，John说，当时普林斯顿的电子工程系比较成熟，一有教授的空位，往往有十个合格的候选人。具有前瞻眼光的McCluskey尝试推计算方面的人，但因为没有学科设置，要难很多，而且也不好说，计算机科学正在成长，最好还是进一个这方面的人。

John离开普林斯顿还有一些偶然，当时他主持一个系列研讨会，但预算只够请两个外边的人，其中一位是康奈尔大学的Juris Harmanis。Juris Harmanis是1965年康奈尔大学计算机系的创系主任。

从Harmanis那里，John得知，康奈尔正在招人而且助理教授的薪水要比自己高50%。John决定去康奈尔，他后来说，去一个更明白他所做的事的系比呆在一个靠斗争才能获得认同的

系要好。

到康奈尔后，John从之前的形式语言、自动机理论转向算法研究。他意识到，计算机科学是一个很广的领域，而算法尤其重要。他研究过贪心而治之、深度搜索等这些我们今天本科生都在学的算法。

在斯坦福休假期间，他见到了Bob Tarjan，并和他共用了一间办公室。那时，Bob是一名博士生，正在研究判定一个图是否是平面图，他们一起发展了一种线性的算法。这个结果也被认为是两人合作的最重要的成就之一。

John说，一个人呆在办公室，隔离起来不好，别人对你研究的问题有不同的看法，通过讨论，思路慢慢的就会清晰起来。

在康奈尔，John与人合写了另外一本非常有名的算法设计和分析的书。对于另外两位作者，Alfred V. Aho 和Jeffrey D. Ullman，John说其实他们两人也做出巨大的贡献，但图灵奖好像是只挑一个，对他们来说不太公平，可无奈已是事实。

从1964年博士毕业到1974年，John的前十年可以说收获颇丰。也就是35岁之前，John已经做出了相当的成就。而一个人往往也是在职业生涯的早期就做出了最要紧的工作，John分析说，可能是因为年轻时候时间比较多，另外，年轻教员往往比研究生大不了几岁，都在职业的建立期，关系上比较契合。

日后，当John变得“老”之后，当有学生找他做导师时，他也建议他们去找助理教授，就是因为师生关系会发生微妙的变化，他也许可以给一些建议，但可能不会“同甘共苦”。

功成名就之后的John，在48岁当了5年的系主任，之后进一步做了工程学院副主任、主任。John说，其实他之前不想做行政，只是系里没有更资深的人了。不过，当了之后，他觉得还挺好，可以发挥更大的影响。

John做行政也是有声有色。考虑到学校是由系组成的，他下放了很多权力给系主任——在给了系一定的预算后，雇多少教员、支付多少薪水都由系说了算，只要是在预算内。

可不同的系如何分蛋糕呢？John注意到，一些系主任就是比其他的系主任好，而杰出的系主任也会招聘杰出的教员，所以在经费方面，John会相应的有所倾斜。另外，John也会根据教员教多少课以及多少学生进行综合的考量。可见，他一直重视教课。

1992年，53岁的John被美国当时的总统布什委任担任美国科学委员会的成员，美国科学委员会是管理着美国国家科学基金。John说，这么年轻就被委任这么重要的职位，充分说明在一个新兴领域是多么的幸运，他曾经教了第一批计算机科学课，这让他年纪轻轻就成了比较资深的计算机科学家。当美国政府找最资深的计算机科学家时，已经没有人排在John的前面。

John说，“如果我是在高能物理领域，恐怕到今天还得等高级的教员退休才能轮到我。我只是想说，计算机科学在不断变化，一个年轻人不该固守在旧的领域，应该走向新的方向，就会很快变成资深的人士。”

8年之后，结束行政工作的John又重新返回了教授的职位。在经过一年集中精力搞科研后，John又能够重新捡起来，回到了研究的道路上来。他先是做了社交网络，之后又开始做机器学习，直到现在。实际上，他成为了一名人工智能的研究者。

从2002年开始，John又把他的足迹深入到了巴西、智利、哥伦比亚、印度、墨西哥、沙特阿拉伯、越南等国家，当然还有中国。

2016年9月29日，John在人民大会堂接受了“中国政府友谊奖”。在过去的这些年，John帮助中国的大学提升他们的本科教育，改善评价机制和招聘，培养学生，可谓尽心尽力。

他曾经在上海交通大学、北大利用寒暑假时间亲自讲课，招收学生到康奈尔实习、做研究。他还担任顾问，为中国的本科教育出谋划策。最近的事情是，在2017年5月，他受聘担任了北大访问讲席教授，前沿计算研究中心主任，并主持开设图灵班。