

关于计算机学科的12个目标和难题及其发展对教育的影响之探索

林圣翔

(西安交通大学电子与信息学部, 西安中国710049)

摘 要 本文主要研究两个问题: 计算机学科的12个目标和难题、计算机发展对教育的影响。第一个问题源于詹姆斯·格雷提到计算机学科到2050年要解决12个目标和难题。这12个目标和难题分别是规模可伸缩性、通过图灵测试、语音到文本的转换、文本到语音的转换、机器视觉、个人的Memex、世界级的Memex、虚拟现实、无故障的系统、安全系统、高可用系统和自动程序设计等。本文将对这12个目标和难题进行分析, 研究其与当前的计算机基础课程和研究方向的关系, 并对其当前最新进展简要介绍。第二个问题基于信息技术快速发展的21世纪的时代大背景。本文分析了计算机对教育产生的深远影响以及畅想了未来智能化课堂教学中的学校虚拟化、教材多元化和学习个性化等场景。

关键词 计算机 人工智能 教育 虚拟现实

Exploring the 12 Objectives and Difficulties of Computer Science and the Impact of Its Development on Education

LIN Shengxiang

(Department of Electronics and Information Science, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, China 710049)

Abstract This article mainly studies two issues: the 12 goals and challenges of computer science, and the impact of computer development on education. The first question stems from James Gray's mention of 12 goals and challenges that computer science needs to address by 2050. These 12 goals and challenges are scale scalability, passing the Turing test, voice to text conversion, text to speech conversion, machine vision, personal Memex, world-class Memex, virtual reality, fault free systems, security systems, high availability systems, and automatic programming. This article will analyze these 12 goals and challenges, study their relationship with current computer basic courses and research directions, and briefly introduce their latest progress. The second question is based on the backdrop of the rapid development of information technology in the 21st century. This article analyzes the profound impact of computers on education and envisions scenarios such as school virtualization, diversified teaching materials, and personalized learning in future intelligent classroom teaching.

Keywords Computer Artificial Intelligence; Education; Virtual Reality

收稿日期: - - ; 最终修改稿收到日期: - - *投稿时不填写此项* 本课题得到... ..基金中文完整名称(No.项目号)、... ..基金中文完整名称(No.项目号)、... ..基金中文完整名称(No.项目号)资助。作者名1(通信作者), 性别, xxxx年生, 学位(或目前学历), 职称, 是/否计算机学会(CCF)会员 (提供会员号), 主要研究领域为****、****.E-mail: *****.作者名2 (通信作者), 性别, xxxx年生, 学位(或目前学历), 职称, 是/否计算机学会(CCF)会员 (提供会员号), 主要研究领域为****、****.E-mail: *****.作者名3 (通信作者), 性别, xxxx年生, 学位(或目前学历), 职称, 是/否计算机学会(CCF)会员 (提供会员号), 主要研究领域为****、****.E-mail: *****.(给出的电子邮件地址应不会因出国、毕业、更换工作单位等原因而变动。请给出所有作者的电子邮件) 第1作者手机号码(投稿时必须提供, 以便紧急联系, 发表时会删除):, E-mail:*此部分6号宋体*

1 计算机学科的12个目标和难题

1999 年詹姆斯·格雷接受了图灵奖并发表了题为“what next? ——a dozen remaining it problems”的图灵奖演说,纵论分析了计算机学科到2050 年要解决的12 个目标和难题。这12个目标和难题分别是规模可伸缩性、通过图灵测试、语音到文本的转换、文本到语音的转换、机器视觉、个人的Memex、世界级的Memex、虚拟现实、无故障的系统、安全系统、高可用系统和自动程序设计等。值得一提的是,这12个研究目标并非完全是格雷的个人看法,是众多计算机科学家和信息学家的意见的集合体,极具代表性。这里我将就这12个目标和难题、与其有关的计算机基础课程和研究方向以及当前在该领域取得的一些成就做些许分析。

1.1 规模可伸缩性

规模可伸缩性是指计算机系统能够有效地处理不断增长的工作负载和数据量。詹姆斯·格雷提到,我们要设计一个软件和硬件体系结构,使其通过系数达到1000000,即应用程序的存储和处理能力可以自动增长一百万倍,更快地完成工作(1000000 倍的加速)或在同一时间内完成1000000 项更大的工作(1000000 倍放大),只需添加更多的资源。或者说,有这么一个信息系统,当其处于大幅增加软硬件资源的情况下,我们只需要对其服务本身做少量甚至只是硬件设备的添置,即可实现实现高吞吐量和低延迟高性能。

规模可伸缩性当前有多个研究方向。从事者可以研究计算机硬件和软件组成的体系结构,以优化计算能力、内存容量和网络带宽等方面的可伸缩性。从事者也研究如何管理和处理大规模数据集,包括数据存储、索引、查询优化和分布式数据库等,以实现高效的数据处理和可伸缩性。他们还可以研究计算机网络的设计和管理,包括网络拓扑结构、路由算法、负载均衡和流量控制等,以提供高带宽和低延迟的通信能力。此外,性能分析和优化、分布式算法、容错和可靠性等,都与计算机规模可伸缩性密切相关。因此,从事者不仅需要扎实的计算机基础,还需要有很强的数理分析能力,需要掌握以计算机操作系统、计算机应用基础、嵌入式系统等为代表的基础性课程以及注重数据库、分布式计算、计算理论、算法理论等研究方向。

近些年来,人们在该领域已经取得了一定的进展。目前已涌现出了很多成果,但距离正在实现理想状态下的规模可伸缩性还存在一定距离。其中,最主要包括两大方向——纵向的可伸缩性和横向的可伸缩性。前者指的是在同一个逻辑单元内增加资源来提高处理能力,比如在现有服务器上

增加CPU或者在现有的RAID/SAN存储中增加硬盘来提高存储量。后者指的是增加更多逻辑单元的资源,并令它们像是一个单元一样工作。大多数集群方案、分布式文件系统、负载均衡都是基于这一方向上的。

1.2 图灵测试

图灵测试最早是由艾伦·麦席森·图灵提出来的。测试方式是将一个人(测试者)和一台机器(被测试者)相互隔开,人可以通过键盘等装置向机器随机提问,进行多次测试后,如果机器让平均每个参与者做出超过30%的误判,那么这台机器就通过了测试,并被认为具有人类智能。也就是说,我们需要构造出构造一个计算机系统使它至少能有30%的时间能够赢得模仿游戏。值得一提的是,这里测试的问题没有具体划定的范围,也没有固定的提问标准。所以机器需要学会读取和理解测试者的提问,并且要按照测试者的思维逻辑去思考和表达。

图灵测试基于计算理论的基本概念。在计算理论课程中,学生学习图灵机、可计算性理论、复杂性理论等,这些知识为理解和分析图灵测试的问题和结果提供了基础。从上面图灵测试的介绍可以看出,图灵测试是对人工智能的一种判定。因此,这需要牵扯到大量人工智能的知识。在人工智能课程中,学生需要学习关于智能代理、知识表示、机器学习和自然语言处理等方面的知识。另外,图灵测试涉及到机器是否具有类似人类的智能和意识。这引发了一系列关于机器伦理和人工智能伦理的问题。在计算机伦理学课程中,学生学习关于隐私、权责、公平性等方面的伦理原则,以及与人工智能相关的道德和社会问题。故相关的课程有控制科学与工程、计算机科学与技术、逻辑与形式验证、信息科学与技术等,相应的研究包括机器人、图像识别、语言识别和自然语言处理等。

近些年来,该领域的一大批研究者接力前辈,继续攻克图灵测试,并取得了关键进展。在2014年6月,由俄罗斯团队研发的“尤金·古斯特曼”在测试中骗过了超过33%的测试者,被认定为一个13岁的小男孩。前几年的围棋阿尔法go,今年的chatgpt,更标志着人工智能上了一个新的台阶。但是,这很多都是基于图灵30%的标准之下的,为了通过这所谓的测试,研发团队往往会走上一一种欺骗性思路,即AI只要成功“欺骗”过测试者,就可以被视为拥有“智能”,很多所谓的人工智能是通过“类人行为变异性”来达到的,这显然是一种扭曲的、没有意义的发展方向。这显然违背了图灵测试的初衷。所以从某种意义上来说,图灵测试目前还未通过。

1.3 语音到文本

从语言到文本, 是让机器具有听的功能。它要求计算机接受人的语音输入并返回对应于该语言输入的单词、词语或数字。

在语音到文本技术中, 语音信号被视为输入, 需要经过信号处理和系统建模来转换为文本输出。故相关领域人员需要研究信号的特性、信号处理方法和系统建模等, 为理解和设计语音到文本技术提供基础。另外, 在语音到文本技术中, 语音信号需要转换为文本输出, 因此自然语言处理的知识对于理解和处理语音信号的文本输出至关重要。总之, 这是一门关系到人与机器之间交流的学科, 语音识别与声学、语音学、语言学、信息理论、模式识别理论以及神经生物学等学科都有非常密切的关系。故相关人员需要掌握数据库、多媒体技术与应用、深度学习和计算生物学与生物信息学等计算机领域的基础课程以及需涉及机器翻译、情感分析等多个研究方向。

当前语音到文字技术已经发展到了一个比较高的层次, 其原理是基于自然语言处理和机器学习的技术, 主要实现分为语音信号处理和语音识别两大步骤。常见的语音识别有基于隐马尔可夫模型、基于深度学习的循环神经网络模型、长短时记忆网络模型和转录注意力模型等模型。但是, 其准确率难以达到百分之百。首先, 语言信号由于环境噪音、说话人口音、说话速度等因素的影响而不稳定, 从而产生误差乃至错误。其次, 很难找到一个完美的语言识别模型, 特别是面对汉语等存在大量相同读音的字时, 需要从大量存储的数据中根据语境找出那一个是相当不容易的。另外, 训练数据不足、模型结构不合理、参数设置不当等原因也会导致识别错误。

1.4 文本到语音

从文本到语言, 又称TTS, 是让机器具有读的功能。它可以看作从语音到文本的反向技术, 即计算机接受人的文本输入, 从而输出相应的语言。

在文本到语音技术中, 文本需要被转换为语音输出, 因此自然语言处理的知识对于理解和处理文本至关重要。而文本需要通过声学信号处理转换为语音输出, 相关人员需要对声音信号的特性、分析和合成有一定的研究以及对声学信号处理涉及到声音信号的数字化、音频编码、声学特征提取等技术。语音合成方面则需研究语音合成的方法和技术, 包括文本预处理、音素转换、语音合成模型等。故在计算机领域, 需掌握数字信号处理、多媒体技术与应用、深度学习和神经网络等基础课程以及机器学习、计算生物学与信号处理等研究方向。

近些年来, 此项技术发展迅速, 能够实现对文

本文件进行实时转换, 在其特有智能语音控制器作用下, 文本输出的语音音律流畅, 即将覆盖国标一、二级汉字, 具有英文接口, 自动识别中、英文, 支持中英文混读。但是, 其还远远达不到理想中的状态, 人们依旧可以很容易地分辨出人的声音和机器模仿人发出的声音。其中一个主要难题就是人在情境下对同一个的发音方式以及发音时间是不一样的, 此外还有轻读重读之分。以汉语为例, 其中儿化音对机器来说就是一个非常严峻的挑战, 机器时常会出现发不出或发不好的情况。故以当前的技术, 使机器实现完全像人一样说话的功能极具挑战性。

1.5 机器视觉

机器视觉就是让机器实现像人一样看, 就意味着机器能够像人一样认识图像中的物体、区分不同场景、进行运动跟踪等。这项技术又可以称为实现人机交互的计算机视觉技术, 是计算机科学和认知心理学相结合的产物。目前该项技术的实现主要分为如下步骤: 1计算机通过视觉技术获取图像信息; 2计算机对收集到的图像信息进行特征提取; 3计算机从图像中找到我们需要的信息; 4进行图像识别和分类。

从当前的实现步骤可以看出, 机器视觉的实现首先需要研究如何对图像进行预处理、增强、分割和特征提取等操作。其次, 需要让计算机理解和解释图像和视频。此外, 还需要模式识别技术用于目标检测、图像分类、人脸识别等任务, 实现数据进行分类和识别。若需处理三维图像和场景数据, 还需三维重建、三维物体识别与跟踪、摄像机标定等技术。图像处理、图像分析、计算摄影学等, 也与机器视觉技术密切相关。故从事者需要掌握以数据库原理、计算机应用基础、机器学习等基础课程以及需了解计算机图形学、人机交互和可视化等研究方向。

近些年来, 随着深度学习算法的发展, 用人工神经网络模仿人脑处理信息的方式已被用于在图像识别和分类方面取得突破。例如, 在2012年, 一种名为AlexNet的深度学习算法在ImageNet大规模视觉识别挑战赛中, 取得了创纪录的15.3%的错误率, 大大超过了此前的最好成绩。此外, 很多新的算法和架构也不断突破可能的极限。例如2020年Google公司研制出了EfficientNet的新型深度学习架构, 该模型在一系列图像分类任务上取得了最先进的结果, 同时使用的参数比以前的模型更少。但同时, 该领域目前也面临一定的挑战。由于需要大量数据的存储和应用, 该技术的实现对硬件要求较高, 需更高效的算法和硬件架构。此外, 数据偏差、对抗性攻击、道德伦理等问题也是不得不

考虑解觉的难题。

1.6 个人的Memex

Memex是Vannevar Bush于1945年在其文章《As We May Think》中提出的一种“扩展存储器(Memory-Extender)”设想。文中指出, Memex是一个基于微缩胶卷存储的“个人图书馆”, 可以根据“交叉引用”来播放图书和影片。简单的说, 就是设计一个机器, 使这个机器能够记录一个人看见和听见的一切, 并且按照请求进行快速检索。

个人的Memex涉及到对个人数据的管理和组织, 故数据库管理系统的知识对于设计和开发Memex系统至关重要。个人的Memex需要能够从个人数据中高效地检索和获取相关信息, 因此信息检索与信息检索系统技术对于Memex系统的设计和实现非常重要。另外, 在个人的Memex中, 通过数据挖掘和机器学习技术, 可以从个人数据中挖掘出有意义的信息, 并进行个性化的推荐和预测。由于个人的Memex可能涉及到大量的个人数据, 因此需要掌握大数据处理与分析技术, 以便高效地处理和分析个人数据。可以说, 个人的Memex是一个大型的数据库, 因此需涉及到大量和算法数据库有关的知识。相关人员需要学习计算机组成原理、数据库原理、数据结构与算法、编译原理等众多计算机基础课程以及接触数据结构、高性能计算等研究方向。

当前个人的Memex实现主要是存储文本或录音的形式。比如个人收音机现在能够做到用一个磁盘或磁带来存储一个人一年所听到的声音, 但难以做到对信息高效的处理。此外, 视频形式的个人Memex目前尚未实现。因为要实现存储高质量的视频, 据相关人士估计, 一个人每年大概需要80TB的内存, 如果需要更高品质的, 这个数字可能还需提高10倍。由此可见, 单单存储一年的视频信息其成本极高, 更不用提好几十年了。因此, 从今往后的一段时期内, 获取、存储、组织并且演示视频信息将会成为个人的Memex研究的重心所在。故当前个人的Memex尚处于研究和开发阶段, 并没有普及的商业化产品。

1.7 世界级的Memex

世界级的Memex可以看作是对上述个人的Memex的升级版, 它能够对文本的“全集”(包含音乐、图像、艺术和电影等信息)做摘要并回答有关的问题, 其速度和精度与这一领域的人类专家相当。也就是说, 当有人向这个机器提问时, 机器能够理解这个问题, 并且以人们想要的方式做出正确的回应。

作为个人的Memex的升级版, 世界级的Memex的很多知识都包含个人的Memex所需知

识。世界级的Memex系统涉及大量的个人数据, 保护数据隐私和确保系统安全是至关重要的。数据隐私与安全的知识可以帮助Memex系统设计和实现数据的加密、访问控制和隐私保护机制。此外, 由于是世界级别的, 建立世界级的Memex还需对计算机网络相关的基础课程和研究防线进行深入学习。

当前, 人们对该目标的实现主要是通过搜索引擎的方式实现的。将海量的信息存储于互联网之上, 用搜索引擎定期爬取信息。人们在搜索引擎上输入相应的问题, 搜索引擎通过关键词的对比从而找出需要的信息。但这样的分析和搜索距离真正意义上的还存在很大的距离, 而且仅仅局限于文本库。想要真正搭建一个世界级的Memex, 需完全掌握文本处理技术, 并在其基础之上, 构造类似的但能够对声音视频进行处理的系统。同时, 机器给人的反馈也不应局限于单纯的文本, 亦可开发声音或视频等反馈形式。

1.8 虚拟现实

虚拟现实又称远程介入, 这包含两种情况。一种是时间上的, 能够让体验者体验曾经发生过的事, 并且能够产生与经历过此事的人相类似的感觉; 另一种是空间上的, 尽管这件事是正在发生的, 但体验者不在现场, 可以实时与现场人员交流, 达到身临其境的效果。

为了实现真实的视觉效果, 相关人员需要掌握学习计算机生成图像的基本原理和算法, 以及渲染、光照、纹理映射等图形学技术。在虚拟现实环境中, 可以运用计算机视觉实时感知用户的动作和环境, 以便进行实时交互和动态场景生成。另外, 虚拟环境和虚拟角色的创建需要3D建模和动画技术来。可见虚拟现实是一个综合性的工程, 从事者需要学习数字媒体技术导论、计算机图形学、虚拟现实引擎基础与进阶、虚拟现实项目实战应用、数字图像处理等计算机基础课程以及对人工智能、多媒体应用、数据库等研究方向有所涉及。

随着社会生产力的发展和科学技术的提升, 虚拟现实技术已经取得了很大的突破。通过动态环境建模技术、实时三维图形生成技术、立体显示和传感器技术、应用系统开发工具等关键技术的结合, 虚拟现实在各行各业应用广泛。比如在影视行业, 很多8D9D体验馆的建成使观众能置身于虚幻的影视场景之中。在游戏领域, 虚拟现实和可穿戴技术的结合降低了例如赛车、飞机等竞技活动的门槛, 让普通人在无安全隐患的情况下也能体会到这种游戏的刺激和精彩。在教育教学领域, 可以通过对各种复杂场景的模拟, 降低实验成本的同时又能使学生能体验实验的乐趣, 从而提高教学质量。作为一项新兴技术, 虚拟现实仍有广阔的发展空间,

比如很多虚拟现实给人的感觉依旧存在不真实的问题,或来自清晰度的不足,或来自3D情境搭建的缺陷,或来自穿戴装备的复杂。故如何突破现有瓶颈,使虚拟现实技术得到进一步发展是相关人士需考虑的问题。

1.9 无故障系统

无故障的系统就是要构造出一个准确性效率极高的系统。一个重要的标准就是该系统每天能够容纳上百万人的使用但只需一个兼职的管理人员。无故障系统的提出主要是基于当前的系统需要大量的维护人员这一现实。根据相关数据,最好的程序每千行代码中也会有一个故障,一年里计算机在系统管理方面的花费至少要上千美元。故构造出无故障系统意义重大。

无故障系统的实现需要了解如何构建高可靠性和容错性的硬件系统。这需要学习计算机硬件系统的设计和原理,包括处理器、存储器、输入输出设备等。从事者需要学习如何通过设计和测试来提高系统的可靠性,包括故障分析、故障注入、系统评估等方法。相关人员还要研究操作系统的设计和实现原理,包括进程管理、内存管理、文件系统等,探讨如何提供容错机制,以确保系统的稳定性和可靠性。综上,从事该领域与计算机领域的数据库原理、网络安全管理与维护技术、计算机安全技术等基础课程和计算机网络、计算机算法和软件工程等研究方向密切相关。

目前,无故障的系统并未实现。在理论上,人们希望能构造出一个可以自我组织的系统,且服务器系统能够做到自我管理,而系统管理员只负责确定目标、策略和预算,其它一切由系统自己做,包括在服务器之间分配工作。当有新的模块插入机器时,应该自动集成到系统中去;当有服务器失效时,其存储内容应该被自动复制到别的地方去,从而在新的地方完成存储和计算;当硬件出故障时,系统应该能自我诊断并通过速递邮件替换模块。总而言之,以当前的技术水平,该目标仅仅停留在理论阶段,尚无成熟的系统出现。

1.10 安全系统

由于计算机随时随地面临黑客、怪客、恶意软件和其他不轨的攻击,因此设计出一个安全系统非常重要。评价一个系统是否为安全系统有很多方式,目前受到广泛认可的是这样一种系统。只有被授权的用户才可以享受该系统提供的服务,而非法用户不能终止系统服务且无法窃取信息。当然,这项要求还需得到理论上的证明。

要实现这样的一个安全系统,需要学习计算机网络的基本原理、通信协议和网络安全的基本概念,包括网络攻击类型、入侵检测和防御、网络安

全策略等内容,还需研究信息的加密、解密和认证技术,包括对称加密算法、非对称加密算法、哈希函数等,了解如何保护数据的机密性、完整性和可用性。另外,需探讨如何管理和监控网络和系统安全,包括漏洞管理、事件响应、风险评估等,了解如何建立安全的管理机制。此外,还需要有数据库以及操作系统等知识。故安全系统的设计需要对互联网安全编程技术、应用密码学、计算机通信与互联网、操作系统原理和信息安全概论等计算机基础课程充分学习以及对计算机理论和计算机系统等方向具有深刻的研究。

当前计算机安全系统有很多,但尚未出现可以从理论上证明完全达到上述标准的系统,也就是说,或多或少都存在一定的缺陷。当前的系统实现安全的主流途径还是通过入侵检测技术、反病毒技术、加密技术、做好数据备份和恢复工作等方式。此外,还有两大发展方向。一是密码认证逐渐转变为动态形式;二是加密算法的功能和形式复杂化。但是,这些方式未能从根本上解决计算机面临的各种攻击,当前面对这些攻击,相关人员主要采取的还是兵来将挡水来土掩积极防御的方式。安全系统的实现还需等待相关领域理论和实践上的突破性成就。

1.11 高可用系统

高可用系统强调的是系统使用的持久性。一个重要标准就是保证系统每百年的失效时间少于1秒。由于这个时间跨度长达一个世纪,难以直接测试,故需要用严谨的证明来说明其的可行性。

相关人员需要了解如何构建具有高可用性的分布式系统高可用系统。这需学习分布式系统的基本原理和设计方法,包括分布式计算、分布式存储、分布式通信等。研究如何设计和实现容错系统、学习数据复制和一致性的理论并加以实践,还要了解如何构建具有高可用性的系统架构,这需学习高可用性系统的架构和设计原则,包括冗余设计、故障切换、监控和告警等。故高可用系统与计算机系统导论、计算机组成原理、数据结构、操作系统等计算机基础课程以及对计算机理论和计算机系统等研究方向有密切联系。当前高可用系统的设计在理论上取得了一定的突破。当前提高系统可用性的方法如下:1使用集群,减少单点故障;2监控应用流量的QPS或并发线程数等指标,进行流量控制;3使用缓存缓存热点数据;4使用消息队列,通过异步处理提高系统性能降低系统耦合性;5设置超时、重试、熔断等机制。不过,尽管目前理论上存在多种方式能提高系统的可用性,但100年失效时间少于1秒是一个极端的目标,

在具体实践的过程中遇到诸多阻力。当前高可用系统是可用性为99.99%的系统,相对优秀的系统有Skybility HA和ArrayOS等,但距离理想中的目标还是有较大差距的,还需相关人士的继续努力。

1.12 自动程序设计

自动程序设计指的是让计算机系统帮助人们完成软件开发的主要部分。随着计算机科学不断深入发展,编写软件的成本不断提升。其中的一个重要原因就是根据用户的需求,软件实现的功能越来越多导致其越来越复杂,同时,为确保软件的准确性,需要大量的数据进行测试,成千上万行的代码难免不出差错,而更改这些差错又需耗费大量的人力物力财力。因此,实现程序设计过程自动化是很有必要的。

想要实现自动程序设计,首先得了解如何设计高效、可靠的程序。这需要学习计算机程序设计的基本原理和算法设计方法,包括数据结构、算法复杂度分析等。还需研究如何根据给定的规约和约束自动生成程序代码,包括合成技术、搜索算法等,探讨如何实现自动化的程序设计过程。研究如何设计智能化的编程环境是非常重要的一步。它包括代码自动补全、错误检测、代码推荐等,提供程序设计过程中的自动化支持和辅助。故程序设计自动化的实现关系到计算机领域的编译原理、计算机应用基础、面向对象的程序设计等基础课程以及深度学习、算法、软件工程等研究方向。

根据设想,自动程序设计的实现需要达到一下三个目标:1有一个比当前的所有规约语言更加有力、更为容易的规约语言;2计算机应能对这种规约语言进行编译;3这个规约语言的功能应该足够强,以便所有的应用都能用它来描述。从目前的研究看来,前两个目标的实现较为容易,而在第三个目标实现上未能取得较大进展。这主要是因为计算机的本质还停留在模仿阶段,若第三个目标实现,在一定程度上可以意味着计算机已经有了智能的特征。当前对这方面研究的重大贡献之一是把程序调试的概念作为问题求解的策略来使用。科学家通过大量的实践已经发现,对程序设计等问题,要想在注重效率的情况下找出一个完美的解,最好的方式不一定是直接找最完美的方案,而是先找出一个错误代价不高的解,在对错误进行更正。这项成果对今后在该领域更深入的研究奠定了一个良好的基础。

通过上文对计算机学科的12个目标与难题的分析,有一些问题已随着科学技术的发展基本上得到了解决,另一些还停留在理论阶段,但12个

中不存在当前完全解决的。故这些目标和难题是经得住时间考验的。从这些目标难题的提出到现在,计算机学科经历了二十多年的快速发展,将很多原来想不到做不到的事变为了可能,极大地推动了社会生产力的发展。我对计算机的发展充满信心,相信在不久的将来,更多的目标难题会得到解决。在全人类的共同努力下,到本世纪中叶计算机将发展到一个更高的层次。

2 计算机发展对教育的影响

随着信息技术的快速发展,计算机技术已经应用于生活的各个领域,尤其在教育领域内迅速普及。计算机的发展对当代教育产生了深远的影响。

2.1 改变教学内容

目前计算机课程已成为中小学教育中的独立学科。基本的计算机知识已经成为了学生需要掌握的内容之一,比如掌握英文和汉字的熟练输入、window的基础操作等。在一些省份,技术学科(包括信息技术和通用技术)成为了高考选考科目之一。从全国来看,信息学也被列入与数学、物理、生物、化学等并列的五大学科竞赛之中。近十多年来,随着计算机的发展,信息学的地位得到了显著的提高,全社会兴起了一股信息学热,越来越多的学生将更多的时间投入到了信息学的学习之中。

2.2 提供广泛的教育资源

通过计算机和互联网,大量的教学资源可以以网络的形式加以存储。故通过在线教育平台和电子图书馆等,学生可以方便地获取多样的教材、学习资源和研究成果。同时,这也使得教育打破了空间和时间上的局限,实现资源共享和优质教育的普及。这样可以让偏远或经济不发达地区的学生也可以通过计算机享受到优质的教学资源。

2.3 实现个性化的学习

当前的教育主要以大班教育为主,大部分情况下,全年级数百人,都面对相同的作业,这造成了“好的学生吃不饱、差的学生吃不了”的情况普遍出现,从而一定程度上导致了课外培训班的兴起,但课外培训班若要实现一对一辅导,价格昂贵,非一般家庭能够承受。而计算机能够通过学习管理系统和智能教育软件,动态收集学生学习信息,对学生日常错题进行收集,从而分析得出学生知识的薄弱点,加以针对性的巩固,同时,老师也可以通过软件上的数据更快更高效的了解各个学生学习的情况,从而提供个性化的辅导。此外,随着信息技术的发展以及数据库的完善,计算机发展到一定程度时还可以做到对学生进行生涯规划。比如从日常学

习情况推断出该生数理思维较强,在结合其家庭背景等各种信息的情况下,为其日后专业甚至就业方向提供建议,甚至可以为其设定阶段性目标,一步一步助力其成长。

2.4 学习考核形式多样化

计算机的发展也将深刻改变当前以纸质试卷为主的单一的学习考核方式。比如很多作业可以通过电子版的形式发放给学生,且系统可以根据学生的作答自动评判(当前主要局限于客观题部分),再将结果反馈给教师。这样可以省去教师大把改作业和统计错误的时间,从而进行更高效的教学。另外,虚拟实验室、模拟器和仿真软件等环境的搭建,也使学生可以不到实验室,也可熟悉了解实验。这样大大降低的实验成本和试错成本,且还可以反复练习。至于考核方式,目前计算机的发展已经使线上考核得以实现,比如英语的人机对话、编程的online judgement等考核方式的出现。在不久的将来,可能还会有更多更先进的考核方式的出现,推动教育事业公平多元发展。

2.5 实现智能化教学场景

2.5.1 学校虚拟化

近年来,元宇宙概念的提出,为实现智能化教学场景提供了一种全新的设想。我们可以通过数字技术构建由现实学校映射或超越现实学校且可以与现实学校相交互的虚拟学校。该虚拟学校以强大的虚拟现实技术为支撑,人们可以通过可穿戴装备等方式进入,能有身临其境之感。人们在这个虚拟学校中可以有自己的对应角色,通过对应角色,千里之外的两个人可以做到在这个学校里交流。比如在这个学校里,你是一位学生,而你的老师可以以老师的角色进入,然后,在这个虚拟学校里,你们就可以像现实中一样可以相互交流,老师也可以像现实中那样为你授课答疑等。其次,虚拟学校中大量的人物亦可通过人工智能的方式实现,比如助教,可以实现帮你解答疑惑等功能。此外,可以通过生物信息学等计算机交叉学科,将场景进一步逼真化,使体验者感到如同梦境一般真实,比如可以在里面做题、做实验等。但不同于梦境的是,在这里面做题、做实验都会有相应数据记录,其效果应与现实世界中的相等价。总而言之,虚拟学校将成为一个与现实学校相并列或高于现实学校的一种学习环境。

2.5.2 教材多元化

在未来的世界中,教材不再是以二维纸质单一的形式存在。随着3D打印技术的发展,一些图片将以立体模型的方式呈现在学生面前,比如生物课上,很多复杂的生物内部模型将通过一个个立体模

型在学生面前呈现,这可以使教学更加生动形象。另外,学生还可以通过一些软件,以简单的方式,将二维平面图形转化为三位立体,并且可以做到从多个不同方面进行观察。不同于当前教材以纸作为载体,未来教材可能仅仅通过一块平板,即可记录多门学科多年级的学习内容。未来教材中亦包含视频、动画、音频等多种表达方式,使学生有更好地学习体验。

2.5.3 学习个性化

随着科学技术的发展以及全面素质的提升,为促进社会的进步,人们将对教育提出更高的要求。这些要求不再仅仅局限于知识的广度和深度,而更注重教育方式能否促进人自由而全面的发展。人工智能将在一定程度上取代老师的工作,即人工智能也可以成为老师。故原本四五十个人大班化的教学可能演变为十多人的小班化教学甚至私人专属教学。学制也可能发生改变,优秀的学生可以用一年时间完成普通人两年甚至更长时间的学习内容,提前进入大学进行进一步的深造。学生与老师之间的互动也将比现在更频繁。因为在未来,一个学生配备的不仅仅是现实中的老师和人工智能,还有在虚拟世界中的老师和人工智能,尽管两者之间存在重叠,即现实中老师和虚拟世界中的老师可能是同一个人,但师资力量将实现大幅度的提升是毋庸置疑的。老师的任务讲不仅仅是教会学生知识,还可以提供个性化辅导和生涯规划等。

总而言之,计算机的发展对教育的影响是积极且深远。其改变的不仅仅是教学方式、教学环境,也对教学理念、教学内容产生一定的影响,将会更好地促进人自由而全面的发展。而未来智能化教学场景主要体现在学校虚拟化、教材多元化和学习个性化等三大方面,这需要有强大的计算机学科作为技术支撑,同时,也将进一步推动计算机学科的发展。

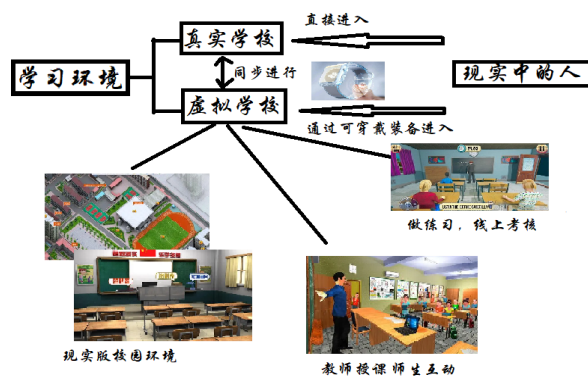


图1 虚拟校园假象图

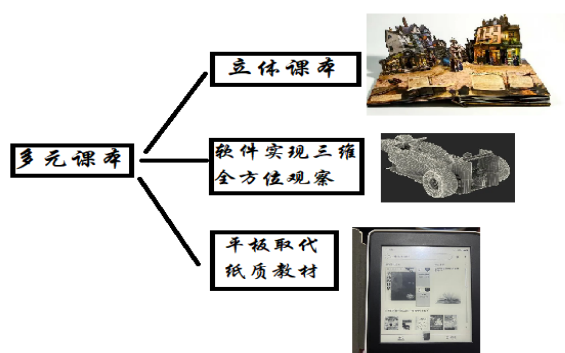


图2 多元课本假想图

参考文献

- [1] 挑战it的12个难题, <https://blog.csdn.net/mentat/article/details/272672004>, 2004, 6, 26 *
- [2] Jim Gray, "What next? A dozen information-technology research goals", Journal of ACM, Vol.50

*挑战it的12个难题, <https://blog.csdn.net/mentat/article/details/272672004>, 2004, 6, 26