

目 录

计算机教育应用的理论与综述

高新科技的发展与教育改革	张世正 (3)
知识获取的“条件建构-优化理论”	朱新明、李亦非 (8)
构建以微世界为核心的交互学习环境	林建祥 (12)
CAI 的概念、理论与技术:世纪之交的新视野	祝智庭 (19)
论阅读理解教学软件开发的理论基础	穆肃、李克东 (30)
多媒体组合信息对学习效果的影响	张琴珠 (36)
远距离教学基本模式与相关技术综述	王洪、沈凌霄 (41)
影响 CAI 方法选择的若干因素	顾清红 (46)
计算机辅助教学设计	孙欲晓、傅德荣 (52)
从泰勒理性模型看计算机辅助教学软件设计	王其云 (59)
知识缺陷检测的方法在 CAI 课件中的应用	刘清堂、赵呈领、傅德荣 (64)
ICAI 系统中的知识获取	赵呈亮、刘清堂 (69)
计算机辅助教学软件开发新方法	朱万森、汪琼 (73)
第二代课堂教学软件:积件	黎加厚 (78)
智能 CAI 与认知学习理论	庞中坚 (84)
信息加工学习理论在课件设计中的应用研究	陈春玲、邱伟星 (89)
CAI 教育软件的市场分析及开发策略	陈伟杰 (93)
DISTRBUTING REAL LEARNING CONVERSATIONS WITH VIRTUAL MONEY	G. Boyd (97)

网络技术在教育中的应用(WBCL)基于网络的协商学习

基于网络的协商学习(CBCL)环境与学习模式	李克东 (107)
基于 Web 的实用考试系统	陈海强、杜国洪 (113)
一种基于 Internet 的局域网教学环境的设计与实现	王忠华、傅德荣 (121)
基于 INTERNET 的分布式学习方法:一种新型的计算机辅助教育方法	陆芳 (124)
网络远距离教学特点及应用	张际平 (132)
网络远距离教学中的界面设计	张晓林 (135)
基于窗口的多媒体网络教学系统(MNTS)的设计与实现	黄雅平、罗四维 (139)
基于 Novell 网 CAI 课件开发环境中的实时通信模型	孙颂辉、李高鹏、刘甘娜 (144)
网络协同教学系统的开发策略	宋云嫻、梁铁柱 (149)

计算机教育应用的理论与综述

高新科技的发展与教育改革

张世正

(上海师范大学理工信息学院 上海 200062)

[摘要] 本文以信息化社会的特点及对人材培养的需求作为讨论问题的出发点, 指出高新科技对教育的影响不只是在手段及方法方面, 更重要的是它将引起教育观念, 教育模式方面的深刻变化。文章从三方面说明必须从观念的改变着手, 迎接教育改革的新高潮。第一是课堂教育上改变以往课件开发的老路, 走素材与制作平台相结合的新方案, 使用了积件概念; 第二是必须充分重视网络校园文化的新发展趋势, 是学校教育改革新的切入点; 第三是关于继续教育中的社区教育及家庭教育如何与信息化社会相匹配的问题。

[关键词] 网络 多媒体 课堂教学 校园文化 继续教育

作为高科技的计算机网络及多媒体技术已被作为新型教育手段、教学方法而引入到教育领域, 而且正在为各国政府及全社会所愈来愈重视。这种现象的起因在于社会已发展到了信息化时代, 信息爆炸, 知识高速更新的现实, 使传统的教育已不能适应这种新形势的发展, 因此不得不引进新的教育手段及方法。已经归纳出现代教育技术的主要应用模式有五种: 多媒体组合课堂教学; 卫星电视广播教育; 计算机网络个别化交互学习; 交互网络远距离教学和虚拟现实仿真教育^[1]。

但高新科技带给教育的决不仅仅是手段与方法的变革, 它正在对教育观念, 教育思想, 教育理论, 教育模式等多方面引起更深层次的变革。教育观念不更新, 教育上高新技术设备的投入, 就有可能变成一种极大的浪费。

一. 信息社会与人才培养

以中国教育的历史来看, 古代教育的形式就已经是学校形式的, 具体的有官学, 私学和书院等形式。教育模式以个别教育为主。当时教育的目的很明确就是为统治阶级培养人材, 知识分子是统治阶级管理国家的工具。当时的教育内容以那个时代的伦理道德为主如果以现代人的观点来分类主要就是文科。教学模式以传授知识的讲授为主, 知识量也是有限的, 学校教育的效率低下。

到以蒸汽机发明为标志的工业革命开始之后, 自然科学高速度发展, 社会进步的速度比封建时代快上一个数量级以上, 需要大量的科技人材及管理人材, 逐步形成了学校教育、社会教育、终身教育相结合的大教育模式。教育的方式也变成课堂教育为主, 个别教育为辅, 教育思想从以传授知识为主变为培养能力与传授知识并重。

当前已从工业革命时代进入信息化时代, 这一时代有其明显的特点, 表现为:

1. 高新科技的迅猛发展。而且高科技转化为生产力的速度变得愈来愈快;
2. 全球性经济大开放。各国经济的发展已不可能“闭关自锁”, 各国经济的交融、汇合、互补的趋势愈来愈强烈;

3. 世界性的人才竞争。人才成为决定一个单位或国家实力的最具有决定性的因素, 人才竞争而引起的人才流动也是前所未有的剧烈;

4. 多元文化的大汇合。由于网络, 地球变得愈来愈小, 时间变的更为有效, 人们可以在瞬间实行东西方文化的交流, 便于实行各种文化流派的比较, 实行信息的取舍;

5. 在信息化社会中, 人们的学习方式、思维方式、工作方式乃至生活方式都在发生变化^[2]。

与此相应的信息化社会对人材的需求, 人材的培养途径, 人材的鉴别方法等方面也正在发生巨大的变化, 主要有以下几点:

1. 社会对人材素质的需求正在逐步发生变化。信息化社会对各类人员(管理人员, 科技人员, 公务人员)都要求具有较好的自我知识更新能力和创造能力, 否则不能适应社会发展的需要。

2. 人材培养的方式更趋向大教育模式。单纯学校教育的局限性体现在数量及质量两个方面, 因此人们必须接受终身教育, 其中继续教育的比重已越来越大, 其重要性及实用性也愈来愈为人们重视。教育内容中的传授知识部分将变得更小, 能力的培养将显得愈来愈重要。

3. 人材的类型的需求上, 总是有普及和提高两个方面。传统意义上的普及, 如九年制义务教育, 主要就是普及型的知识传授, 新意义上的普及将是知识传授基础上的自我创造能力; 传统意义上的提高是指培养少数的拔尖人材, 在新的意义上必须是培养能协同创新和团队作战的新型拔尖人材, 对拔尖人材的数量要求也大大的增加。

相应于以上的特点, 教育的改革已迫在眉睫, 二十一世纪各国国力的竞争, 实质上是人材的竞争, 我国现代化事业的发展在这新一轮竞争中能否取得较领先的地位, 首先决定于教育上的改革。目前正是十分值得反思的时刻, 应该从反思中总结经验并提出新的改革方案。

二. 课堂教育的现代化

课堂教育将仍然是学校教育中最主要形式。由于课堂教育的集中授课形式具有一定的规模, 在效益上往往是其它形式所比不上的, 因此特别对于普及形式的基础教育, 课堂教育并不是消亡的问题, 而是如何适应新形势的需要进行改革的问题。

为改革课堂教育而开展的计算机辅助教学的基本尝试是开发课件。在近十年中世界各国在这一领域中开展了大量的工作。在推动教学改革中也起到了一定的作用。但由于课堂教学是一种教师与学生协同充分发挥主观能动性的、活泼的、双向活动, 越是有效的课堂教学越是具有个性。哪怕是同一个教师上同一内容的第二堂课也会因为学生的变化, 或对第一堂课的某些反思而有所不同, 但目前绝大部分的课件都是按预先设定的教学目的、教学内容、学生模型而进行教学设计、编写脚本并开发出相对比较固定的程序供课堂教学使用。

实践中的大量统计已经证明, 课件对个别课是能起到积极作用的。但要想对一个课件实行大规模的普及, 往往是非常非常困难的。单个课件的使用面远远不及一幅挂图, 也不及一个课堂演示实验。这说明在把现代化教育手段用到课堂教育中去时, 必须考虑到如何充分发挥不同教师及不同学生的主观能动性, 使用的方式要为广大教师和学生所欢迎, 能适应不同课程内容、不同学校、不同学生对象的千变万化的情况。

课堂教学基本原理: 教师是教的主体, 学生是学的主体, 相辅相成, 教学相长, 教师的

主观能动性应体现在备课活动中及课堂上的即时发挥、即时对学生的引导上。这就要求教师能很方便地引用大量的、生动的素材启发引导学生的思维。网络及多媒体在组织课堂教育中的使用目的正在于此。学生的主观能动性则体现在课堂学习上的积极思维,提出问题,学生在各种不同的知识点上分析问题及解决问题。这也要求学生能通过网络及多媒体消化知识,并通过自己取得素材以提出自己的观点进行分析讨论。

这里素材及其组织要便于教师及学生的灵活运用。这是一种多媒体的、网络化的、多元化的教育信息数据库,它与信息管理、编辑、制作和展示软件相结合,成为一种新的平台。可以提出一种新的与课件不同的概念——积件“Integral Ware”,来表示这种新的平台^[3]。它可供教师备课用;供教师组织课堂教学用;供学生探索问题、解决问题用。积件以上述数据库及相应的管理软件为其基本的两大部分。目前上海市教委信息中心的中小学教育信息资料库已初具雏形,正是这种积件数据库的一种;国际互连网 Internet 上的大量专用数据库也可成为教师备课用的积件库;大量的光盘资料也是积件数据库的内容,以往广大教师已开发的大量课件也可作为积件数据库的一个部分。积件库需要良好的组织形式及一定的使用规范,供教师检查,截取重组等使用。

目前大量专业公司所开发的多媒体制作软件包如 Authorware、Director、Toolbook、洪图、摩天等,以及更为简单易学的 MS PowerPoint 等等都可拿来使用。这些开发工具越是具有“傻瓜性”,就越是便于推广使用,也越是有生命力。

三. 网络校园文化

信息化时代要求学生能在较短时间内接受大量的新知识,并更加侧重于对学生分析问题、解决问题的能力培养。作为学校这种基本的教育场所,青少年往往有一半以上的时间生活在其中,而单纯的课堂教育比以往任何时候更显得不足,因此除课堂教育之外,必须大力改进课余生活的利用,促进学生的德智体全面发展。

一种自然而然会形成的氛围将是多媒体及网络技术为基础的网络校园文化。目前在国内外大学中正在悄悄兴起,估计不久的将来在中小学中也会得到普及应用。网络校园文化的基本特征是:

1. 各个年级的学生都能在校园网的环境下得到更多的知识信息,能及时地发布自己的信息,能更好更快地实现个别交流,并实现网上的讨论,从而大大丰富和充实了课余生活。使学生赶上时代的节拍。
2. 教师能从校园网上得到大量在课堂上所得不到的学生的学习情况,教师可方便地通过网络向学生补充课堂教学中的不足。更好地对学生对症下药,提高教学质量。
3. 每个学校都有学校的自身特点,有自己的办学特色,学校管理者可以充分利用这一网络环境对这一网上的信息加以组织,引导,使各学校传统的校园文化得到发扬,光大,师生共同促使校园文化向尽善尽美的方向发展。
4. 网络校园文化可促进更快,更有效地进行校际交流,城际交流,乃至国际交流。这种可以加以控制的国际性交流,可大大促进学校教学对信息爆炸时代的适应能力,对提高学生能力是十分必要的。
5. 学校与企业相结合的“学习社区”新概念^[4],是一种让学生、教师、家长与企业相结合的新教育模式。高新技术用于“学习社区”,可更大程度上打破学校与社会企业之间的隔离。企业界和其他行业的人士能通过联网把真实问题带到学校,学校的教师和学生又能把学

校中的讨论带回社会,推动全社会的学习,对社会的进步也会至关重要。

网络校园文化和传统校园文化建设相结合,会有其强大的生命力,用的好将对学校的发展起很大的推动作用。各级教育部门的领导和中、小学校的校长必须对此引起足够的重视,并加以认真的研究。

四. 终身教育和继续教育

在信息化时代,教育越来越具有终身教育的特征。社会劳动者在学生阶段从学校教育所得到的知识及能力往往远远不能满足工作岗位中的实际需要。这是由信息化社会本身特性决定的。作为社会的劳动者不得不处于不断的再教育之中。在继续教育的实施中,成人教育学院及各类业余学校、培训中心所采用的手段及方法与普通学校的教育模式基本相同,而且它们所能培训的人员的数量也是十分有限的。这就要求大力发展不同于学校教育组织形式的社区教育及家庭自我教育。在信息化时代,多媒体技术和网络技术正为社区教育,家庭教育开辟了前所未有的广阔天地。这种社区及家庭教育至少会有以下几个特点:

1. 由于社区文化的网络化,高科技将深入到人们日常的购物、娱乐、度假、投资、储蓄、通信等各种普通活动中去。作为本来是为学校用的教育信息网必然会与社区信息网相交融,因为二种信息网的建设都是政府行为的产物。信息的共享将是必然的趋势。因此教育信息将很方便地进入社区及家庭,成为社区教育及家庭教育的丰富的信息资源,并能提供各种基本的自学手段。

2. 继续教育往往是一种业余性的再学习。任何企业单位不可能让大量的人员脱产进修。有组织的学校方式的业余进修,只能是少数人员参加。这一状况将促使各种企事业单位努力寻求新的成人培训之路。适应个人自学用的网上教育手段,包括远程教育手段,网上双向教育活动,网上培训计划乃至网上测试,网上证书发放等都会成为新兴的教育模式及教育形态。这种模式及形态的逐步完善化,将促进继续教育更广泛和深入地发展,对信息化社会的发展会产生不可估量的推动作用,成为一种良性的正反馈。

3. 社区教育及家庭教育的全球化。网络的发展使全球的教育信息资源得以迅速实现交流,各个国家所推行的继续教育,终身教育的手段、方法及相关资源应具有很好的开放性,以便被更多的人所共享。

五. 结束语

基于网络的学习环境的研究以及与现代教育科技相适应的各种教学理论、教学策略和教学方法的研究正在世界范围内开展^{[5][6]},所有这些研究的基础是广大教师及教育工作者的教学实践,总结以往的实践有成功的,也有失败的,例如在八十年代,很多国家的中学都开设 BASIC 语言的编程课程,而国内外绝大多教学者在经验总结时都认为是不必要的。而随后的 Word Processing, Spread Sheet, Data Base 三大应用软件在学校推广使用则非常成功,直到现在这些软件对学生文化素质的培养还在起着很大作用。目前是对又一个十年中高新科技与教育相结合的教育实践进行反思总结的时候了。例如课件的开发就是一个很值得讨论的问题,当然这不是一个能简单地加以否定或肯定的问题,但确实有很多在做法上值得商榷的地方。网络校园文化问题是一个信息化时代学校教育改革的新的切入点,继续教育的新模式则是未来教育的广阔天地。作者以本文抛砖引玉,希望能引起广大关心现代化教育的教育工作者的讨论。

参 考 文 献

- [1] 李克东 《教育技术发展与电化教育的新任务》，华南师范大学，1997.5。
- [2] 李正南 《信息高速公路》，1997。
- [3] 黎加厚 《从课件到积件：我国学校课堂计算机辅助教学的新发展》，
电化教育研究，待发表。
- [4] 林晓东等 《美国计算机教育对中国的启示》，计算机教育应用与教育革新，1997.5。
- [5] 何克抗 《建构主义—革新传统教学的理论基础》，T & T Conference 专题发言，1997。
- [6] Guey-Chi Yang 《Education Rationales for Developing Network-Based Learning
Environment》，计算机教育应用与教育革新，1997.5。

The Development of New High-Tech and Education Reformation

Zhang Shi-Zheng

[Abstract] This paper discusses the relationship of Education Reformation and New High-Technology. The article points out that the new tech. not only is a method being used in education, but also will cause the deepest changing in educational conception and education model.

The paper concerns three aspects:

1. Suggest to change old method of courseware development and to use materiel and developing platform, let every teacher for using computer system in the classroom teaching.
2. Give more and more attention to the Campus Network Culture, it is the new intedection point of school education reformation.
3. To apply the message from information Society more efficiency in the Community Education and Family Education.

知识获取的“条件建构—优化理论”

朱新明 李亦菲

(中国科学院心理研究所 北京 100012)

[摘要]本文简要地介绍了我们在示例学习研究中提出的“条件建构-优化理论。”这一理论主要包括下面三个基本观点:第一,包括事实、概念、原理和程序的特定领域知识可以统一地表征为产生式,人或计算机获取了这些产生式,也就发展了相应的认知技能。第二,通过加强对产生式条件的学习,可以有效地促进产生式的获取,并在此基础上发展基于条件识别的强方法的问题解决技能。第三,作为一个自适应的产生式系统,人可以通过考察实例或解决问题直接获取产生式。在这过程中,人首先发现问题情景中的关键线索,并以此为条件与适当的认知操作(动作)联系起来,形成产生式;然后,在解决问题的过程中,通过对条件的精细加工逐步修改和完善所获得的产生式。前一个阶段称为“条件建构(Constructing of Condition),后一个阶段称为“条件优化”(Elaborating of condition)。

[关键词] 产生式 条件建构 条件优化

一. 引言

目前,认知心理学对陈述性知识和过程性知识的区分已经在教育实践中被广泛接受。陈述性知识是关于“是什么?”的知识,教科书的事实、概念和定理就是典型的陈述性知识;而过程性知识是关于“如何做?”的知识,主要表现为问题解决的技能。在心理学的研究中,陈述性知识用命题表示,过程性知识用产生式表示。所谓产生式,就是由一个条件部分和一个动作部分组成的“条件—动作对”,解释的方法是:每当一个产生式的条件得到满足,就执行相应的动作。例如,“如果是绿灯,那么就可以穿过十字路口”。

传统的学习方法将学生看作一个知识的“存储器”,侧重于陈述性知识的传授和记忆;而认知心理学则将学生理解为一个自适应的产生式系统,强调通过获取过程性知识发展学生的认知技能。目前,认知心理学关于产生式的获取过程有两种不同的理论:一种理论认为,人首先要获取陈述性知识,然后再转化为过程性知识,以安德森(Anderson,1983,1987)的ACT理论为代表;另一种理论认为,产生式可以不通过陈述性知识的阶段直接获取,主要体现在塞蒙等人(Anzai & Simon,1979;Zhu,Simon,1987)的研究中。

我们在示例学习研究中的结果支持后一种理论。为了系统地阐述这一观点,我们提出了知识获取的“条件建构—优化理论”。这一理论主要包含下面三个观点:(1) 将知识统一地表示为产生式;(2) 加强对产生式条件的学习;(3) 通过条件建构和条件优化直接获取产生式。在这篇文章中,我们将简要介绍这三个观点,希望能为我国计算机辅助教学的研究和实践提供一条新的思路。

二. 将知识统一地表示为产生式

在示例学习的研究中,我们并没有强调陈述性知识和过程性知识的区分,而是将概念、原理

和解题程序等不同类型的知识统一地表示为产生式,并围绕这些产生式设计例题和问题,使学习者通过考察例题和解决问题获取所学的知识。研究表明,这种学习方法能够使人有效地获取学科知识,并在此基础上发展基于条件识别的强方法的问题解决技能(Zhu,Simon,1987;宋新明等,1987;朱新明,南宇珏,1994;Zhu, Lee, Simon & Zhu, 1996)。

这就提出一个重要的问题:“知识在人的记忆中是以命题的形式存储的,还是以产生式的形式存储的,或者是以两种形式共同存储的?”。虽然有一些实验证据支持共同存储的观点,但我们倾向于认为:(1)知识在人的记忆中是以符号之间的联结关系存储的,可以抽象地表示为“如果 $\frac{1}{4}$ 则 $\frac{1}{4}$ ”形式的产生式,在人脑中不存在以命题形式表示的知识;(2)从外部表示的角度来看,人的知识既可以用不同的形式表示出来(如,言语陈述的形式,图示的形式等),也可以蕴含在各种实例或解决问题的行为中而不被表示出来。因此,陈述性知识和过程性知识只是外在的表示方式不同,在心理上并没有本质上的差异。任何关于物体是什么的知识或关于过程的知识,如果用命题的形式描述出来,就是陈述性知识;如果表现在各种认知操作中,并用产生式的形式表示,就是过程性知识。

根据这一观点,包括概念、原则、程序和事实的学科知识可以统一地表示为产生式。一个人掌握了某一学科的知识,就意味着他在记忆中存储了大量表示这一学科中的概念、原则、程序和事实的产生式,表现为他能够在有关的情境中注意到这些产生式的条件,一旦某个条件被满足,就会激活相应的动作。与传统的教学方法将知识的学习理解为首先获取陈述性的概念和原理,然后将它们用于解决具体的问题不同,我们将学科知识的学习理解为对产生式的直接获取。

三. 加强对产生式条件的学习

将知识表示为产生式规则,这就意味着学生不仅要掌握产生式的动作部分,而且更重要的是掌握这些动作执行的条件。但是,在传统的课堂教学中,往往只强调解决问题的动作部分,而忽略正确运用这些动作的适当条件,或至少没有加以强调。这样,学生可能对某些定理或定律熟记于心,但却不知道什么时候运用它们,或者在特定的条件下选择哪条公式。塞蒙(1988)也曾指出:“教科书在论述科学原理上是很清楚的,但很少说明这些原理何时可以应用于问题解决当中,也就是说,解决问题所需要的定理得到系统的阐述,但没有与激活它们的条件联系起来。”这种情况在传统的教学材料中是一个普遍的现象,结果导致学生可能对某些定理或定律熟记于心,但却不知道什么时候运用它们,或者在特定的条件下选择哪条公式。

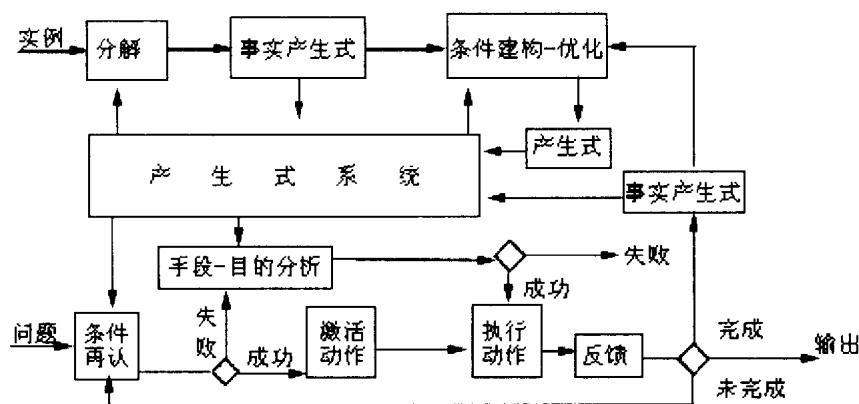
因此,我们在设计示例学习材料时,所选择的例题和问题都将学生的注意力集中在产生式的条件部分,使学生知道某一动作是在一些特定的条件下得以执行的。这是一种理解学习,即学生不是机械地记住了所学的定义或定理,而是知道在什么情况下可以运用知识解决具体的问题。我们主要通过以下方法加强学生对产生式条件的学习:

1. 在各种具体的实例(或问题情境)中,将学习者的注意力集中于产生式的条件部分,并引导学习者从给定的条件推出适当的动作(或结论)。
2. 在有解答步骤的例题中展现顺向推理的问题解决过程,使学习者能够建立起简洁的程序产生式。
3. 利用简单的识别和判断任务呈现产生式的条件线索,使学习者熟悉各种条件变式。
4. 将产生式的条件以不同的形式蕴含在具体的问题情境中,使学习者能够敏感地识别这些条件线索。

研究表明,以考察样例为先导、以问题解决为手段获取产生式规则,从而发展问题解决技能的方法是一种很有效的自学习方法(Zhu & Simon,1987;朱新明等,1987,1994)。这种学习方式能促使被试积极主动地探索产生式的动作与相应条件之间的联系,并提供及时的反馈使被试快速有效地获取产生式,进而发展基于条件识别的强方法的问题解决技能。

四. 产生式获取的“条件建构—优化过程”

为了揭示被试通过示例学习获取产生式的信息加工过程,我们对被试的口语报告进行了细致的分析,发现:在获取产生式规则的过程中,被试首先通过考察例题和解决问题关键线索,并利用这些线索形成产生式的条件部分,与相应的动作结合成产生式规则;然后,在解决问题的过程中,通过对条件的精细加工逐步修改和完善所获得的产生式。这个两阶段的认知加工都是围绕产生式的条件部分进行的,我们将前一个阶段称为“条件建构”(Constructing of condition),将后一个阶段称为“条件优化”(Elaborating of condition)。条件建构使被试由“不会”到“会”,条件优化使被试由“会”到“熟练”。人在示例学习中通过条件建构和条件优化获取知识的信息加工过程可以描述如下(图 1):



注:带粗线条的剪头表示从产生式系统中提取或存入产生式

图 1 学习的信息加工过程

根据上图描述信息加工过程,示例学习包括考察例题的过程和解决问题的过程,它们分别由实例和问题这两种不同的输入激活。在输入实例的情况下,学习者首先对例题进行分解,获得一系列的“事实产生式”(即包含条件线索与操作的具体事实),这些事实产生式可以直接存入产生式系统;通过对它们进行搜索和推理,学习者就可以获得新的概念(原则或程序)产生式,或者修改已经获得的产生式,这就是“条件建构—优化”过程。

在输入问题的情况下,学习者再认问题情境中有关的条件线索,如果某个产生式的条件被识别,就激活并执行相应的动作;如果没有发现熟悉的条件模式,就通过“手段—目的”的分析,寻找适当的操作。在“手段—目的”分析的过程中,一旦操作被找到,就执行这一操作;如果没有找到可用的操作,则解决问题失败。执行操作的结果是改变问题的状态。通过将改变的问题状态与答案进行比较,就获得对操作结果的反馈,可以判断是否成功。如果没有成功,则重新进行条件再认;如果成功,则将结果输出,同时获得一个新的“事实产生式”,并激活“条件建构—优化”的过程,获得或修正原有的产生式。

五. 结束语

在“条件建构——优化理论”的指导下,我们提出了一种新的教学模式——示例演练教学法,并组织有丰富教学经验的教师编写了“初中数学示例演练试验教材”(朱新明,司马贺,1993)。目前,这套教材在全国几十所学校进行教学试验,在减轻师生负担、提高教学质量方面取得了显著的效果。在用这一理论指导计算机辅助教学软件的课件设计方面,我们也作了一些探索(朱新明,1990;朱新明,南宇珏,1991;朱新明,李亦菲,1995a)在此基础上,我们与中国教育电子公司和华东师范大学合作,开发了示例演练教学法 CAI 软件(初中数学第一册)(朱新明,李亦菲,1995b)。

参考文献

- [1]Anderson.J.R.<<Skill acquisition : Complilation of weak-method Problemsolutions>>.Psychological review,1987.
- [2]Zhu,x.M.& Simom,H.A. Learning Mathematics from Example and by doing.Cognitive &Instruction,4:137-166,1987.
- [3]Zhu X.M.Lee Y.F.,Simom H.A,Zhu D.Cue recognition and cue elaboration in Learning from exampls.Proceedings of National Academic of Science ,U.S.A. .,93:1346-1351,1996[4]朱新明 “解决几何问题的思维过程” 心理学报,第 1 期,9-17 页,1983。
- [4]朱新明 “通过样例和问题解决建立产生式” 心理学报,第 2 期,176-183 页,1987。
- [5]朱新明 “认知与 CAI 教学设计” 全国计算机辅助教学第四届年会,1990。
- [6]朱新明 “组块识别与条件认知” 机器学习年会报告,1991。
- [7]朱新明,南宇珏 “人的认知与学习问题的某些研究” 全国计算机辅助教育学会第五届学术年会论文集,538-542,1991。
- [8]朱新明,南宇珏,司马贺 “通过样例和问题求解学习物理——加强对条件认知”,心理科学,第 2 期,1994。
- [9]朱新明,李亦菲 “示例演练学习理论和 ICAI” 心理发展与教育 Vol(2),1995。
- [10]朱新明,李亦菲 “基于示例演练学习模型的 LEPD-CAI 系统”。多媒体与教育,1995。

[Abstract]This paper introduce the general principles for constrecting and elaborating the conditions of productions that emerged from the findings of our research on Learning from examples and by doing,by proposing the theory of CEC.These principles are listed as follow:1.Domain-specific knowledge including comcepts,principles and problemsolving knowledge are to be represented as a set of productions ;2.Inorder to achieve dkilled performance ,students must acquire not only the actions of these productions,but also the ability to recognize the conditions under wihch rach action is appropriate;3.Using LFFD methods ,students can acquire productions directly by constructing and elaborating conditions to associate with the appropriate actions.

[Keywords] Production Constructing of condition Elaborating of condition

构建以微世界为核心的交互学习环境

是充分发挥计算机潜力
根本提高数学CAI课件质量的关键

林 建 祥

(北京大学教育技术中心 Email: linjx@pku.edu.cn)

[摘要]在信息技术大大发展的今天,知识的传播,超越时空,以极大速度发展,高新技术给教育展现出辉煌的前景.数学作为一门极为重要的基本科目,应该首先呈现革新的面貌即革新思路指导下的高质量课件.但迄今为止,已开发的不少数学课件,很少为教师所接受,感到满意。

我们认为这是因为数学教学不是单纯传授数学的知识,而要着重通过数学知识的学习进行思维的训练与解决问题能力的培养。而这正是各层次各科类学校普遍开设数学课程的根据。也因而就有相当的难度的。

我们提出应该如何在接受知识的基础上,更好注意促进能力培养与思维训练的问题。而这正是数学教学特别关注的问题。我们从以下几个方面:

- 一. 数学知识结构与教学模型的理论分析,从而提出。
- 二. 以微世界为核心的交互学习环境基础上行之有效的若干教学模式。
- 三. 这样的课件工程开发对写作工具的需求。

说明实现思维训练与能力培养的途径与可能性。从而希望使计算机与信息技术对数学教学产生显著的作用。这种探讨对理工科众多课件的开发也有实际意义。

[关键词] 计算机辅助教学 数学教学 数学CAI 微世界 交互学习环境 数学思维 探试式学习 数学技术

一. 引言

在信息网络技术大大发展的今天,知识的传播,超越时空,以极大速度发展,高新技术的进展已给教育展现出辉煌的前景.数学作为一门极为重要的基本科目,应该首先呈现出革新的面貌,作为基础,首先要求有革新思路指导下的高质量课件.但迄今为止,已开发的不少数学课件,很少为教师所接受,感到满意.因而成为数学界,教育界,以及CAI界共同关心的热点课题。

我们认为这是因为数学教学有自己的特点,他不是单纯传授数学的知识,而要着重通过数学知识的学习进行思维的训练与解决问题能力的培养。而这正是各层次各科类学校普遍开设数学课程的根据。也因而就有相当的难度。

应用先进技术应该支持先进教育思想。把教学思想从知识的单纯传授转到通过知识的学习进行思维的训练与解决问题能力的培养,正是面向二十一世纪的教育所强调的思想。这个问题的讨论与解决,有着重要而深远的意义。

单纯使用编辑排版技术传递文本、图形等僵死的知识,解决不了这个问题。我们认为应

该由计算机的本质——信息处理的观点来分析数学知识与数学教学,引进现代的软件技术,更好表示数学的知识,从而支持先进的教学模式,才有可能使数学CAI出现显著的效果。

二. 理论分析

1. 计算机的本性

计算机是信息处理、加工的设备:

信息、数字、符号、图形、动画、声音、语言、甚至知识都是信息,信息是个非常一般的范畴。可用多种形式表示。

信息处理、数字的计算、符号的演算、图形的变换、语言的翻译、声音的识别以及知识的理解、消化都是对各种信息的加工处理,加工处理也是非常一般的范畴。

信息处理概念的重要性在电话、电报时代信息概念已经有了,但关心的是信息的有效传输,加工处理不占重要位置。有了能对大容量信息进行高速处理的计算机,信息处理就成为重要概念。

更重要的,按心理学信息学派的观点,特别是人的认知活动,也是信息的处理,当然是复杂度很高的加工处理。

人的认知过程本质包括:从外部世界通过感官得到感性知识,再通过概念抽象及各种推理形成理性知识,然后对问题思考作出决策,采取行动,来修正改变外部世界。这都是复杂度很高的信息处理。

几十年计算机的发展,存储容量与处理速度多少数量级在增长,但作为信息处理设备的本质没有变,只是处理能力的复杂度大大增加了,顺理成章地,计算机完全可能向实现智能、支持认知的方向发展。

应该用信息处理的观点,对知识的表示与教学原理,理论、策略、方法进行重新分析,以便于用计算机进行模拟,把计算机更好用于教学。同时也有助于对认知机制、教学原理的更好了解。

2. 数学与数学知识

(1) 什么是数学

受信息处理观点的影响,数学看成是模式的科学。这既包含经典的数量关系与空间形式,也包含逻辑演算与随机、模糊的数学。这既包含形式化的思维,也包含非形式化的思维。模式是有结构的、有层次的。是多样性的概括、是可操作的。

(2) 数学知识的表示

数学的知识是有结构、有过程的。其结构不是简单描述性,而是程序性的结构。作为教学活动的模拟,教学系统首先应是专家系统。具有该学科领域的知识,以及解决该领域各种问题的策略性知识与能力。应该研究知识的表示,与知识的结构。

首先,数学知识有多种信息表达形式:数字算术知识以数字形式为主。符号代数则主要用符号形式。图形几何则主要以图形为对象。自然语言、文字也是表达数学知识必不可少的表示形式。这几种信息形式目前计算机都可以很好表示。数学知识是非常有条理的,特别是有具体实例与抽象概念的多个不同层次差异,众多概念形成一定的结构,多个层次的描述结构(徐利治等:抽象度分析法、类比推理)。

数学知识重要的是:每种形式内可以按规则进行运算、变换、而各种形式之间,可以进

行转换。如自文字描述可以生成符号表达式，从符号表达式可以生成对应的数值，由数值可以生成图形，这一方向是很自然的。相反方向的转换则要困难一些。要求有从具体到抽象提炼的本领。亦即所谓由此及彼，由表及里的过程。这就牵涉到更复杂的信息处理——数学思维。

数学思维通常提到有如下模式：

概念抽象

类比模拟 这两者是比较基本的。

问题求解 这是比较综合的思维模式。

数学建模 这是对实际问题用数学方法去求解，是最综合的思维形式。

数学思维是对形式化结构的加工处理。一般人的思维是很复杂的。但是数学思维则比较形式化，有可能模拟，实现并不难。

程序的重要特性：计算机软件由程序段、函数组成，每程序段在程序名之后，总有一批参量。运行时，总要先用实参去代换形式参量，然后运行程序体，对最后结果输出，用不同实参代入，就会得到不同的输出，出现千千万万的情况，但程序还是一个。所以程序相当于抽象的概念，更确切的说是模式。代入实参运行，即相当于模式的实例化，这里就有知识的不同抽象层次的差异，可对具有不同抽象层次的数学知识表示的支持。

进一步程序体内还可有条件语句，依不同条件判断而转向调用执行不同的程序段，这样程序可以灵活自适应于不同情况，条件判断可以是很简单，也可以是很复杂的模式识别。

(程序名 (形参 1, 形参 2, ---- , 形参 n)

(条件语句 (模式 1, 调用相应程序段 1,

模式 2, 调用相应程序段 2,

.....

模式 m, 调用相应程序段 m))

输出 1, ---- 输出 k)

从这里看到，程序也具有表示问题求解这种思维模式的可能。同样的，在此基础上，类比推理、数学建模也是可能的。强大的数学包 MATHEMATICA、MAPLE 说明计算机可以有相当庞大的知识与一定复杂度的思维求解能力。(郑育信：数学教育与问题求解, S.Wolfram: MATHEMATICA 说明书)。

人机共生，不断进步的发展过程

当然并不是所有的问题都已经能解决，有了软件包作为支撑，人们努力来解决新问题，当问题解决了就又输进计算机。随着人的解题能力的提高，知识条理化的进展，机器也会逐步学会，能力也会提高，这是一个无穷尽的发展过程。并不会到此为止。

数学思维对人类认知的重要作用：计算理论中，数据与计算、信息量与处理复杂度、存储空间与计算时间是可以转化的，视需要而做适当的权衡。

用于软件工程中，可产生可重用性的重要概念，发掘可重用成份再灵活组装。可重用成份的发掘，减少了信息量，但要以提高处理的复杂度、进一步灵活组装为代价。

塞蒙教授在《人类的认知》一书中，考察人类解题各种不同策略，进行比较：

一个极端：死记硬背法

遇到情况，把当时情景与处理方法单纯记住。当再遇到时不必思索就可套用。这就是经验主义方法。不用什么思索，但记忆是大量的，并且遇到没遇过的新问题时则束手无策。

另一极端：条理化方法

对经历过事件，总要思考、进行条理化，分类规则化。记忆量节省，遇到问题要进行思索，但对新问题仍可能解决，提高了灵活应变能力。

这里也是信息量与处理复杂度一种权衡，后者显然要优越，用一定的思维（计算，信息处理）换来节省记忆信息量，以及灵活处理解决新问题的能力。这清楚说明思维、良好思维训练的必要性。

数学思维的几种模式，概念抽象、类比推理、问题求解都是人类思维在长期发展过程中总结形成的，既大大节省信息存储又能灵活应变的高效思维模式，所以数学思维的训练，对提高人的解决问题能力具有基本性，这也就是广泛开设数学课程的原因。

3. 数学学习观与数学教学观

光是专家系统或领域知识库，还不只是教学系统，教学系统还要有教学方法，策略的知识。总的原则：教学系统应该能使对该学科领域所知不多的新手，通过引导、训练，一步步达到对该学科领域相当熟悉的水平。包括：宏观上：把成系统、体系的知识，按不同水平的对象，分解为适当的颗粒，碎片单元。微观上：教师主动把有结构的材料用适当方法提供给学习者，促进其记忆与理解，形成条理化的知识。

人脑有复杂的联想机制，不能象录音磁带那样简单复制，常常要歪曲变形。无论是学概念、做练习，都要不断测试，诊断出错误及其发生原因（遗忘、误解、解题能力高下），及时纠正。一单元一单元分别掌握后，还要综合起来，促进形成系统的结构化知识，与解决复杂问题的能力。

由于信息技术的发展，十年前形成结构主义或建构主义的教育理论。重视知识的结构化掌握。强调学习是学习者以自己的知识为基础，在教师、书本、其他学习环境的帮助下，自己建构知识的过程。教学则主要是创造条件促进学习者自己建构知识。

数学教学的特点

对数学来讲，数学的知识是有结构、有过程的。其结构不是简单描述性，而是程序性的结构。程序性的知识也要描述，也要记忆，但光掌握数学知识是不够的，重要的是会解题，实质就是进行思维能力的训练。学会数学地思维。包括如何条理化知识，如何建立模型，亲自操作，主动辩证地去思考在当前状态下，应该用什麼操作来改变当前状态，向目标接近，达到问题解决的目的。给以精选的解题样例外，还要求亲自做练习，在干中学，在解题过程中才能学到在特定情况下，应采取什么对策的策略性知识。

而教师则最好是采用师傅带徒弟式的方式，事前加以安排，让学习者自己动手，动手过程中再从旁适时进行帮助指导，结束后适当引导、总结提高。

班级教学用大工业生产方式，效率大大改进。但学生只能听、看，而不易自己同时动手，使学生容易死记硬背，教条式理解，而不易灵活应用。这种缺陷，在班级教学中很难根本解决。僵死的书本、被动接受教师传授，总是隔靴搔痒，效率不高、难以奏效。数学习题课在教学中是创造性的尝试，有重要意义。

完整教学系统还应该记载学生个别学习过程中的知识状态的能力，以便有针对性地进行指导的学生模型、教学策略模型与友好的人机接口几个部分。

这样的教学模型叫智能教学系统，简称为 ITS。提出了二十多年，按这思想并没有出现多少完整而实用的系统。但在计算机技术发展之下，已有不少局部的学习模式，非常有效，引人注目。

三. 现在出现了新技术、新的可能性

计算机作为强有力的信息处理的设备, 交互非常方便。出现鼠标、菜单、窗口这样的操作界面, 以及面向对象这样的程序组织与编程方法,

一般认为计算机具有以下若干特殊能力, 可以发挥:

1. 在一个屏幕上可以开若干窗口, 分别表示同一主题的不同侧面, 与不同形式 (文字、图形、符号等) 方便比较。
2. 可以让窗口内容动起来, 或是顺序呈现, 或是连续地呈现。不单是最后结果、静态呈现。
3. 写程序、特别是符号演算程序, 附上相当的参量。给以不同的实参代入, 可灵活得到各个实例。
4. 可以交互, 特别是可以有多个操作, 频繁进行交互。

现在举线性代数中的解线性方程组为例:

题目可自由输入 操作供学生练习 演示既是例题选讲也是帮助 讲解在前总结在后

选题	操作(初等变换)	演示(步进、全自动)	总结	讲解
初等变换一	$3x_1 + 2x_2 - x_3 = 1,$	$x_1 - 4x_2 + 5x_3 = 2,$		
1 行与 2 行交换	$x_1 - 4x_2 + 5x_3 = 2,$	$3x_1 + 2x_2 - x_3 = 1,$		
	$2x_1 + 2x_2 - x_3 = 0.$	$2x_1 + 2x_2 - x_3 = 0.$		
初等变换二	3 2 -1 1	1 -4 5 2		
__行 乘以 数__	1 -4 5 2	3 2 -1 1		
	2 2 -1 0	2 2 -1 0		
初等变换三				
__行 乘以 数__	-----			
加于__行	0 1 0	总 有唯一解		
	1 0 0	结		
	0 0 1			

	初__等__矩__阵__			

说明:

1. 解线性方程组需要一串步骤与手续, 是程序性的知识, 不仅是描述性的知识。
2. 先讲解算法, 再演示例题, 最后让学生自己动手算。
3. 先步进操作, 探讨并了解每个变换的作用, 逐步到能熟练选用。系统也能自动演示, 从步进到成行消去, 到一次出结果。这既可是例题的演示, 又可是对解题的帮助。
4. 方程组可把方程数与变量数作为程序的参量。由解题程序可得不同类型的解。可以由题库给出不同的类型的题, 使很快看到解的多样性。