文章编号：1006—9860(2008)03—0098—05

数学教学支撑软件的研究设计与模型建构

——以小学数学相遇问题探究工具的开发为例

冀付军，何克抗

（北京师范大学　现代教育技术研究所，北京　100875）

摘要：本文从小学数学新课标全部内容的角度梳理现有数学学习探究工具，找到了小学数学现有探究工具的盲点，然后对小学数学新课标全部内容进行归类、抽象，经分析整理后得出较为完整的小学数学探究学习工具的整体设计。同时，具体针对盲点之一的小学数学相遇问题，提出了相应探究工具的设计思想和模型架构。

关键词：小学数学；相遇问题；探究工具

中图分类号：G434　　文献标识码：A

一、问题的提出

基础教育发展创新试验在语文和英语两个学科方面取得了较好实践效果，而在数学学科方面没有取得较大进展。原因在于数学是研究空间形式和数量关系的科学，它跟语文和英语这两个学科有着本质不同，数学教育发展创新试验不能套用已有的语文和英语学科的模式或策略进行教学。通过试验区多年来小学数学教学实践，一线教师和研究者们逐渐认识到借助恰当的数学工具来辅助学生学习、通过动态可探究的工具来积累大量的数形方面的表象材料，才是数学教育发展创新试验能否取得较大进展的关键，而现有的数学工具并不能用来解决小学数学中遇到的所有问题。尽管现有数学工具在某一方面有着不可比拟的优势，但从小学数学本身内容而言，仍然存在着许多盲点，非常需要探究性学习工具的支持。正是这些盲点阻碍着小学数学教育的全面跨越发展，而小学数学相遇问题便是其中一个关键盲点。

生活中两个物体的运动情况是复杂多样的，它包括两个物体的出发地点、行驶方向、行驶速度、到达地点、行驶花费的时间等。这些来自于生活中的实际问题，具体到数学教学中，对于小学生来说，理解是比较困难的[1]。

在教学‘行程问题’应用题时，使用一般教具演示虽然可以呈现一般的相遇问题情景，但只能表现静态或局部动态，不利于学生建立整体的表象，而且整个演示过程都要教师用手操作，一是要花费较长的时间演示，二是不利于教师专心引导观察，三是学生只看到运动的结果，很难捕捉到转瞬即逝的变化过程。解答稍复杂的行程问题应用题时，则更难提供动态的运动情景[2][3]。

由于缺乏现成工具，教师往往会制作相应的相遇展示画面来辅助解决相遇问题，起到了一定的效果。然而这些课件往往只能展示特定的示意情形，不利于探究性学习。在与部分小学教师的交流过程中他们纷纷表示：如果有一款车路模型的仿真工具，不但能够提供相遇问题的正确动态显示，而且能够支持师生改变参数进行探究就再好不过了。因此，研制一款能够支持探究学习相遇规律的车路模型仿真工具，能够显示动态画面、让学生自主探索并从中获取正确而丰富的有关相遇问题的表象材料，成为当前解决小学数学相遇问题的关键。而包括小学数学相遇仿真工具在内的一系列工具盲点的研发，也就成为当前解决小学数学整体创新发展的关键之一。

二、小学数学现有探究工具分析

随着信息技术与数学课程的深入整合，国内外很多研究机构均开发出许多适合数学教学应用的工具和软件。其中较多被提及的是‘几何画板’‘Z+Z 智能教学平台’和‘金华科数理平台’。此外还有图形计算器、几何教师、Logo 语言、几何推理者、Mathematics、MP_Lab、PG_Lab、DM_Lab、少儿启蒙大师、灰鸭子幼儿启蒙之星、口算王、海峰学习课件等教学软件以及 Bingo、ClueFinders® 3rd Grade Adventures™、Math Workshop、Carmen Sandiego Math Detective 等数学游戏，这些学习工具从内容上讲，以关注中学数学的为多，幼儿的次之，小学数学的最少。跟小学数学全部内容配套的只有‘小学数学伴侣’软件，其他的都只能

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

支持小学数学内容的几个方面。‘小学数学伴侣’这款软件覆盖小学数学全部内容，但它是一款练习测评软件，主要用来巩固知识，在真正支持学生探究学习获得知识方面还有所欠缺。国外的一些数学学习工具通过游戏的手法来吸引学生，但是游戏中的过关斩将几乎全是测评性质的，这些游戏的画面设计和情景设计非常值得我们学习，但是其需要学生具有一定的数学知识储备，在直接辅助学生学习数学方面仍显不足。总之，就调研情况来看，所有软件的总和在探究学习方面并不能满足小学数学的全部内容，相遇问题即是其中之一。

在基础教育创新发展试验中，数学教师们均提到小学数学的相遇问题是一个没有被覆盖到的关键难点。因为孩子们这方面的实践经验很少，做双向同时运动的实际情境又不好控制，教师们描述的理想工具便是交互式的、提供多媒体动画的探究型学习工具，但遗憾的是，很难找到这样一款理想软件。

因此，现有的数学学习工具在内容适应性上还不能满足小学数学新课标的所有内容的教学和学习需要，在这些缺乏相关探究工具的盲点中，小学数学相遇问题则是核心问题之一。笔者正是从这一需求出发，以设计研发支持相遇问题的探究工具为出发点，探讨小学数学教学支撑软件的设计理念与开发模型。

三、小学数学教学支撑软件的研究设计

1.小学数学教学支撑软件设计的理论基础

小学数学探究工具的设计思想主要吸取了信息技术与课程整合理论、建构主义探究学习理论和数学实验理论。小学数学探究工具必须为师生的‘自主、探究、合作’提供方便，进而可以运用数学仿真实验教学模式，达到信息技术与小学数学课程的深层次整合，真正落实培养学生的创新精神和实践能力。建构主义探究学习理论强调学习者有其内部的探究结构，强调根据具体情境，以原有知识为基础，建构用于指导问题解决的模式。它强调整体、强调情境、强调运用理论解决实际问题，这正是建构小学数学探究工具的出发点及本质特征。数学实验理论指出目前数学教学多数缺少了‘观察、测量或实验—发现规律—提出假设(说)’的发展阶段，其中主要原因是缺乏实验工具，特别是方便学生自己动手操作的实验工具。

2.小学数学教学支撑软件的设计思想和原则

小学数学教学支撑软件的设计思想是在计算机环境中构建一个小学数学探究实验平台，教师和学生可以在该实验平台中使用工具进行模拟、制作、探索、动态展示和研究，从而完成小学数学内容的学习、理解和掌握。达到积累大量表象材料、增强小学生形象思维能力，以利于进一步思维加工的目的。具体来说，小学数学教学支撑软件的设计应遵循以下原则：

(1)强化动态教学，突破教学难点

用计算机进行图形的直观演示，把静态的图形化成动态的演示，把不易看清的地方用平移、延伸、展开、旋转、闪烁等方法显示出来，可以使学生建立比较清晰的概念。让计算机辅助数学教学过程，利用计算机演示图形变化，模拟实验过程或思考过程，有将教学内容化静态为动态，化抽象为具体，化弱感为强感，化繁难为简易等优点[4]。

(2)创设教学情境，激发学习动机

运用多媒体计算机能够实现图、文、声、像情并茂的优势，通过文字、声音、动画、图形图像等多种形式，生动、直观、形象地模拟各种数学概念、公式、定理等数学知识的产生、发展、变化运动过程，能激发起小学生求知的愿望和学习兴趣，使他们能以积极参与的态度，主动做好进入符合其认知规律的教学情境的心理准备[5]。

(3)遵循认知规律，突出教学重点

小学生有自己的认知特点，教师不但要讲清教材内容，更要关注学生的学习状态，要让所有学生处于积极主动的思维活跃状态，让他们带着强烈的求知欲，在老师的指导下通过自主探究学习，锻炼和培养独立的思考能力，进而掌握一系列概念，达到举一反三的效果。

(4)利用及时反馈，促进自主学习

刚唤醒的情绪参与和认知驱力若不善加引导，则有可能在进行教学内容的授受活动中消散殆尽。因此在设计辅助教学方案时，就要在内容和方法上注意掌握这些特点，运用富有节奏变化的画面、声音或改变教学内容和练习的难易程度来不断调整教学节奏，使学生的注意一张一弛，始终维持在数学教学活动上[6]。

(5)掌握学生心理，奠基逻辑思维

不同年龄阶段的学生，其认知结构有很大差别，课件的设计必须与教学对象的年龄特征相适应。根据儿童认知发展理论，低年级的小学生正处于认知发展的“具体运算阶段”，其认知结构属‘直觉思维式”。因此，低年级数学教学课件的设计应探索如何实施形象化教学，可大量采用生动的图形、动画和音乐等。

(6)注重支撑设计，合理知识归分

在学习工具的研发时，还要注意知识点的归并

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

和分解，这有助于学生知识的更好掌握。比如，以两道含连乘应用题两种解题思路的简单应用题作准备题，让学生练习后，再把两题合并，不仅过渡自如，而且为教学新课作好了铺垫[7]。

3.小学数学教学支撑软件的总体设计

经过与基础教育创新试验区数学教师的共同努力，通过对小学数学 1 至 12 册（人教版教材）全部内容的整理、归类、抽象和分析，基于小学数学内容的探究性学习支撑软件的总体设计如图 1 所示。

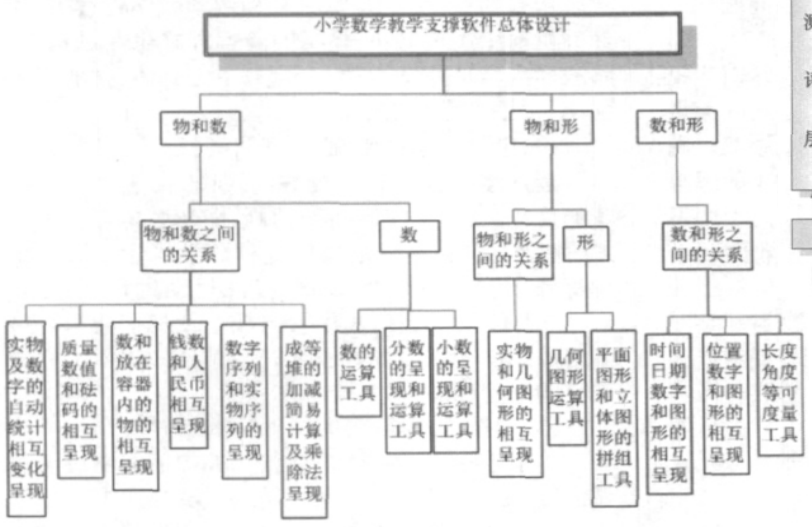

图 1　小学数学教学支撑软件总体设计图

现有的许多软件都可以归结到以上的设计图中，成为支持某一个知识点的工具，这种支持是一种倾向性支持，不是绝对意义上的支持，即不是不可以支持别的知识点的学习，只是在支持特定知识点的学习时作用更好，效果更加明显。比如，几何画板实际上就是几何图形运算工具，可以计算面积、周长等，可以作图、图形切割、自动生成追踪痕迹、可以实现探索性实验。再比如，相遇探究工具实际上就是位置数字和图形的相互呈现工具。

四、相遇探究支撑软件的模型架构

计算机辅助教学的关键是展示知识发生的过程，注重学生思维能力的培养。数学教材中很多概念的形成、规律的得出、结论的推导，重点都在‘过程’，而把计算机技术用到最关键的地方，就是要学生头脑中形成一种清晰的‘动态表象’，以利于他们的思维发展[8]。

因而在创建小学数学相遇问题探究工具时，要注重动态表象的设计和展现，更要注重学生的动手操作能力和探究能力的培养。在具体的模型建构中，笔者根据上面所述设计思想，提出数图协变性、联动呈现性、双维操作性、儿童适应性、横纵评价性、过程动态性和语言描述性模型建构原则，笔者据此构建的相遇探究支撑软件模型逻辑架构如图 2 所示。

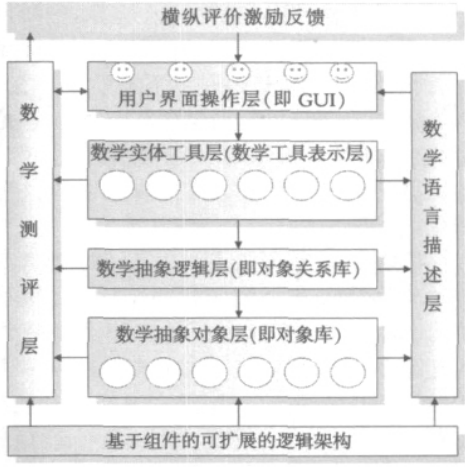

图 2　小学数学教学支撑软件模型逻辑架构图

该模型架构具体包括四类对象：车、路、路标、指示，其中指示包括箭头指示及其数据提示。这四类对象均继承于车路模型对象总类，以便于不同对象相同方法的调用，另外还有一个时间对象，它同时可以作用于所有对象。各模型对象之间的关系如图 3 所示。

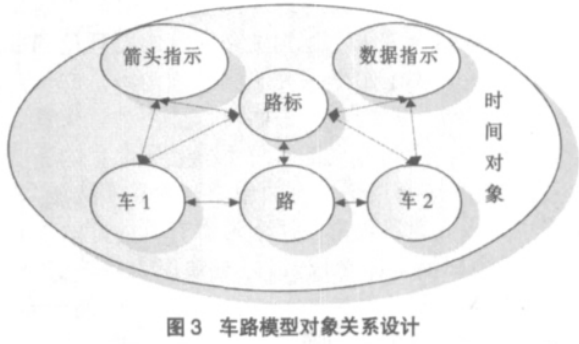

图 3　车路模型对象关系设计

车路模型的数学建模为：A=F(R,C,L,T,Z)，其中 A 为 Action，即车路模型要执行的动作。R 为道路因素，C 为汽车因素，L 为路标因素，T 为时间因素，Z 为指示因素。F 为 R,C,L,T,Z 在行驶规则上的映射。

由于路标 L 可以在道路上任意设置，而动作执行时间 T 也可以任意设置，这就保证了用户可以实现对汽车的全方位控制和探究。可以让汽车在道路的任意位置、任意时间执行用户设定动作。在执行动作 A 中，车辆既可以掉头行驶，也可以先掉头停止

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

再启动行驶。这样就可以以分步执行的方式达到对任意相遇类型的题目进行正确演示，并在恰当的时候停下来让学生分析，以支持学生进行求解。具体的车路模型流程如下页图 4 所示。

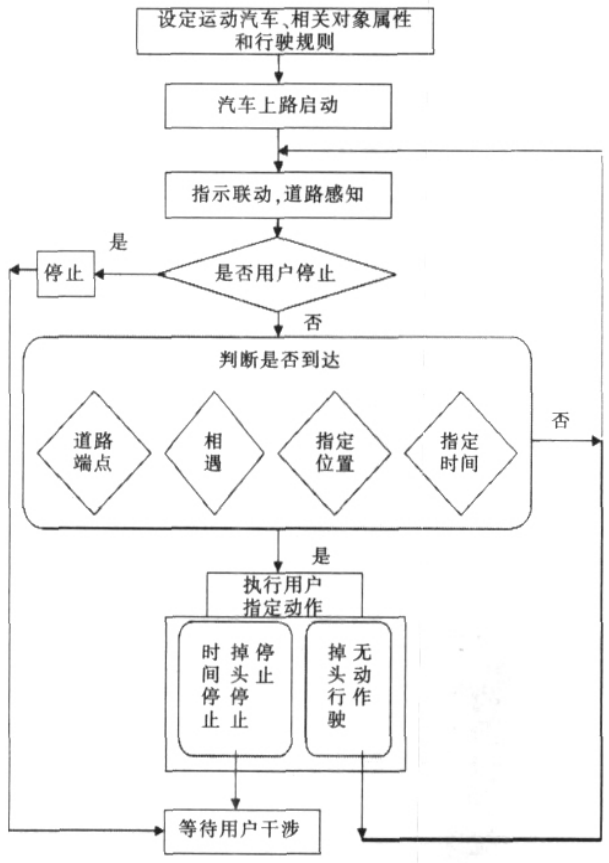

图 4 车路模型流程示意图

五、小学数学相遇问题探究工具的开发实现及实例

在开发实现上，笔者使用面向对象的 C#.NET 程序设计方法，按照数形关系，架构接口、基类及其派生类对象，并在类对象中使用 GDI+ 技术实现不同具体形式的计算机呈现。整个系统是一个以操作执行引擎为核心，以数学行程关系为牵引，以用户操作为纽带的可扩展的层次化开放系统，因此协同开发比较方便。由于采用了面向对象开发的思想，整个系统的可重用性很好，要修改不同对象的相同方法时只需修改基类即可，对于个别的再进行重载。由于类内部实现了封装，使得维护简单化。另外在接口类模块中，用户可以将外部的各种各样的小学数学资源图片通过操作吸纳到本系统中来，这给了它强大的开放性。在实际建模开发中，我们除了运用面向对象的类、继承、封装等以外，还使用了重载和委派、泛型和反射等。它们的使用大大提高了程序的灵活性和复用性及可维护性。

下面以一道小学相遇题为例说明它的运用（如图 5 所示）。题目表述为：一辆从道路左端出发，同时另一辆从道路右端出发奔向左车，当两车相遇时，问左车走了多远？已知道路长度为 1000 米，左车速度为 8 米/秒，右车速度为 12 米/秒。

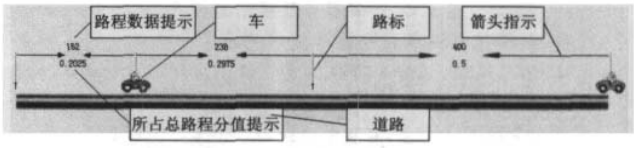

图 5 车路模型实体示意图

使用该系统进行自主探究的流程为：(1) 在系统中增加一条道路和两个汽车，并设置道路长度或各车车速及起始位置；(2) 设置行驶规则，选定双车行驶，并设置当两者相遇时两车均停止；(3) 将指示设置为道路左端和左车，然后增加该指示；(4) 全部设定完成后单击按钮查看真实情况的动态模拟，行驶中指示数字实时更改。运动过程中，学生可以随时停止两个同时运动的主体，并查看相关距离。

教师可以诱导学生思考并鼓励学生探究，为什么两车相遇地点正好在距左端 0.4 米处呢，如果将红车速度改为 4 米/秒，相遇位置会在什么地点呢？如果再将右车速度改为 6 米/秒呢？进而教师可以建议学生使用此探究工具验证一下学生所思考的结果和实际是否一样，从而锻炼思维。

六、小学数学相遇问题探究工具研究展望

从前面的论述可以看出，小学数学相遇问题探究工具研究实现了小学数学行程关系引擎的开发，并将之用于虚拟小学数学相遇情境，从而解决了小学数学中抽象的教学难点之一——相遇问题，为我国小学数学的教学和学习提供了一款探究型的学习操作工具，填补了小学数学内容支持工具的一个盲点。

形象思维、直觉思维与时间逻辑思维是实现创造性思维的主体。形象思维以客体表象为思维材料，直觉思维以关系表象作为思维材料。但是在传统的学校教学中往往只重视时间逻辑思维，而不太重视直觉思维和形象思维。事实上，创造性活动中的关键性突破主要是靠形象思维或直觉思维[9]。相遇探究工具的研制为小学生提供了涉及相遇问题的丰富客体表象和关系表象，作为形象思维和直觉思维的思维材料，为小学生的创造性思维培养打下了良好的基础。

本研究的下一步工作，一是在应用中不断完善和优化这款探究工具，并推进该探究工具的教学应

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

文章编号:1006—9860(2008)03—0102—06

支持个性化学习的 e- Learning 系统研究

王艳芳

(云南师范大学　电子系,云南　昆明　650092)

摘要:本文以个性化学习理论为指导,采用课程知识、教学方法和学习资源相互分离的策略,应用人工智能技术、数据挖掘技术和数据库技术构建了一个基于网络的个性化学习系统,该系统能根据学习者的知识结构、学习目标、学习风格、偏好等特征信息提供适应学习者的教学方法和学习资源,营造个性化的网络学习环境。同时,系统的个性化服务决策规则和模型还可通过数据挖掘修正不断加以完善。

关键词:个性化学习理论;e- Learning;个性化学习路径;学习对象;数据挖掘

中图分类号:G434　　文献标识码:A

一、引言

以计算机网络技术、通信技术、多媒体技术等为基础的 e- Learning(又称数字化学习、电子学习)作为网络信息时代新兴的学习模式,为学习者提供了开放的、资源丰富的、不受时空限制的虚拟网络学习环境,使得自主学习和终身学习成为可能。e- Learning 作为传统教育模式的一种互补,正越来越广泛地出现在学校教育、职业培训、继续教育等应用领域。然而,参与 e- Learning 的学习者在文化背景、个性特点、偏好、知识经验和能力、学习需求等方面的差异性也使 e- Learning 面临巨大的挑战。有统计研究[1]表明,在美国参与 e- Learning 的学生辍学率是传统教学的 5 倍多,而中国目前很多的 e- Learning 学习系统以堆砌教学资料为主,以系统为中心要求学习者适应系统而不是以学习者为中心让系统适应人,不能针对学习者的不同特点及需求提供个性化、智能性的学习支持服务,学习效果不能令人满意。因此,有必要将符合时代特征的先进教育理念同完善的技术手段相结合,从而构建基于先进学习理论的优质 e- Learning 系统(Quality e- Learning)[2]。

个性化学习是当代教育领域积极倡导的学习理念和模式,它强调以学习者为主体,针对学习者个性特点、知识经验和能力、学习需求、偏好以及具体学习情境而采用恰当的学习方法、学习内容和学习进度,促使学习者的能力与个性在学习活动过程中得到充分、自由、和谐的发展。因此,构建支持个性化学习理论的优质 e- Learning 系统成为迫切而重要的研

用模式研究和教学应用效果研究。二是根据文献调研整理出来的小学数学学习支撑软件设计进行统一建模和开发(含盲点和非盲点),重新形成一个与小学数学全部内容配套的可实际应用的较为完整的软件支撑探究平台。

可以展望,完整小学数学内容支撑软件平台的形成,再辅以教师的科学引导,必将解决‘木桶装水取决于最短一根木板’的瓶颈问题,必将有利于全面化解小学数学教学中的难点,突出教学重点,有利于小学生实际动手操作能力和自主探究能力的形成,提高学生整体素质,并最终有利于小学数学教学质量和效率的整体提升,因为它不但提供学习探究支持,而且提供数学教学测评。从实用性角度,还可以在此基础上建立数学学习矫正追踪机制,帮助学生将错误一追到底,然后针对薄弱点进行探究学习,再通过强化训练巩固知识,这必将极大提高学生数学成绩。由于数学学科是各个学科的基础性学科,因此数学思维的培养和数学能力的提高将直接有益于国家创新人才的培养。

参考文献:

[1] 马惠琴.计算机辅助小学数学教学的实践与思考[J].宁夏教育,2002,(1- 2):54- 56.

[2] 覃锦梅.多媒体计算机辅助教学在小学数学中的应用[J].广西教育,2000,(4):39.

[3] 黄开南.计算机辅助小学数学应用题教学[J].小学数学研究,2000,(5):20.

[4][5][7] 赵文玲,崔钰勤.浅谈计算机辅助教学在小学数学教学中的应用[J].信息与技术,2005,(4):198- 200.

[6] 区梅清.浅谈计算机辅助小学数学教学的心理依托[J].基础教育研究,1999,(6):36- 37.

[8] 李雪菲.计算机辅助小学数学教学初探[J].云南教育,1998,(11):25- 26.

[9] 何克抗.创造性思维理论:DC 模型的建构与论证.北京:北京师范大学出版社,2000.

☞收稿日期:2007 年 11 月 22 日

责任编辑:马小强

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net