

基于数学应用题设计的通用性仿真系统

李 彤 张雅兰 余小鹏

(武汉工程大学管理学院, 湖北 武汉 430205)

摘 要 仿真系统是解决情境课程创设的关键, 常见的仿真系统有 Flash、Scratch、MatLab 等。文章首先指出目前存在的仿真系统都不是小学数学应用题的通用性仿真系统, 教师在课堂上使用这些系统时难以创设情境课堂。然后提出一款面向人教版小学数学 36 个典型数学应用题的通用性仿真系统 WorldProblemITS, 操作简单、交互性强, 能够很好地对大多数题型变式进行仿真。最后通过对某小学的 40 位学生分组授课, 对比传统授课和系统授课的学习情况, 验证了该系统在问题情境仿真、方便教师开展情境化课堂的有效性。

关键词 数学应用题 问题情境 仿真系统 情境课堂

中图分类号: G623.5

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)12-0103-03

由于许多数学应用题存在着抽象性, ITS 系统的情境仿真技术能够将抽象知识具体化, 直观展现出大体的过程、思路或步骤, 帮助学生理解题目含义, 提高学生理解能力, 解决学生在学习过程中存在的“一头雾水”的情况^[1]。

然而毕竟不是每位教师都擅长使用复杂的情境仿真软件来对问题情境进行仿真, 基于这种情况, 采用仿真技术的改进为教师简化了问题情境可视化的步骤, 教师只需要通过简单地对模型教具拖拽、链接、描述即可使得系统自动生成指定的可视化界面, 极大地提高了教师的教学效率。

1 提出问题

数学作为一门工具性学科, 其价值体现在能够解决各种现实情境中的问题, 将数学与科技结合起来意义重大^[2]。

因此, 教师在数学教学中应用问题情境来培养学生的应用知识能力是很重要的。目前, 许多专家学者认为, 数学问题情境的仿真教学是中小学培养学生创新思维的必要手段。但市面上能支持教师在课堂上进行数学应用题问题情境仿真的系统很少。

国内外几种流行的、可以进行数学应用题问题情境仿真的系统有 Flash、Scratch、MatLab 等, 都是从 3D、图形化编程、游戏动画编程等角度对数学应用题进行仿真, 但它们都很难帮助教师完成情境课堂的创设。以 Flash 为例, 每道数学应用题的创设, 都需要教师单独使用 Flash 软件来可视化问题情境, 这很耗费教师的

精力, 并且界面设计复杂、交互式代价大, 教师很难短时间熟练掌握该软件^[3]。

目前缺乏一款通用性系统, 专门支持教师完成数学问题情境的创设, 可视化题目的生成。本文基于问题情境教学仿真, 在 ITS 的基础上构建了小学数学应用题教学中渗透模型思想的过程模型, 通过对人教版 1-6 年级教材的典型数学应用题的变式进行分类, 得到 36 个典型数学应用题。面向这 36 类典型数学应用题, 设计了一种通用性问题情境仿真系统 WorldProblemITS, 该系统支持学习情境的模拟, 包括问题情境、问题情境重构等, 极大地增强了小学数学教学课堂的情境性与互动性, 有利于教师的“教”和学生的“学”。

2 基于问题情境仿真的小学数学应用题支持系统 WorldProblemITS 的构建

2.1 设计思路

小学数学有 36 个典型数学应用题, 各个题型变式类型很多。例如植树问题有 8 个变式, 工作问题有 9 个变式, 归一问题和归总问题题型比较相似, 以上合计共有 14 个变式, 复杂的行程问题有超过 30 个变式, 还有其它的题型变式我们也都进行了详细的梳理与总结。由于这些题型各不相同, 因此我们根据不同的题型设计一个项目工程, 试图覆盖很多变式。

该项目工程主要划分为三个主要的类作为主要类框架, 这三个类分别是 CommonClass、MainClass 和 VersionClass, 每个类内部结构都有相应的公共接口, 可以互相调用, 互为基础。

★基金项目: 电子商务专业创新创业教育服务平台的构建, 项目号: Z2011005。

表 1

变式分类			规律 / 特点
直线植树	一端种树		棵数 = 距离 ÷ 棵距
	两端种树		棵数 = 距离 ÷ 棵距 + 1
	两端都不种树		棵数 = 距离 ÷ 棵距 - 1
封闭图形植树	矩形	顶点种树	棵数 = 距离 ÷ 棵距
		顶点不种树	棵数 = 距离 ÷ 棵距 - 4
	三角形	顶点种树	棵数 = 距离 ÷ 棵距
		顶点不种树	棵数 = 距离 ÷ 棵距 - 3
	环形		棵数 = 距离 ÷ 棵距

对这三个类的主要介绍如下: CommonClass 主要是面向 36 个题型提取的公共类, 很多题型都涉及点函数 (SoptClass) 和线函数 (LineClass) 的使用, 类似的函数就将它抽取出来形成公共类给工程复用; MainClass 是主程序类, 是程序运行开始的地方, 里面对多次使用的属性类 (PropertyClass)、教具类 (SettingsClass) 等封装成子程序, 以便多次调用; VersionClass 是 36 个题型类, 是程序运作的根本, 里面封装着每个题型变式的函数。以植树问题的 PlantTreesProblem 类为例, 设计时可以方便地找到该类的真实对象, 即情境模型的对象, 类中的每一对象都被赋予了唯一标识码 (id), 方便了主界面模型教具的调用。教师在对某一变式的情境进行仿真时, 系统会很容易对其进行对象查找, 形成合适该变式的题意仿真模型。

根据对类的结构分析等, 主界面设计了六大模块, 从左到右分别是工具箱的情境对象、情境管理器、情境仿真、输出、题目管理和属性设置。

教师根据题型确定 2D 对象, 对其进行属性设置、确定情境参数等。期间教师可以实时看到选择不同的对象及配置不同的参数的情况下的可视化界面图形, 这很大程度优化了仿真界面的真实度, 使其更加接近真实的题意。由于其它仿真系统需要最后导出或生成情境才能查看情境过程的功能的劣势, 我们对比优化了系统功能。

2.2 关键模块说明

以植树问题的设计思路为例。

本文以路线形状和规律特点对植树问题的变式进行分类整理, 分类结果如表 1 所示。

这里路的情况比较复杂, 有直线型和封闭图形,

如矩形、三角形和环型, 属于不同类型还需考虑两端种树或顶点种树的情况。

我们面向植树问题设计的解决方案主要包括如下项目: PlantTreesMain、StyleLine、StyleLoop、StyleRectangle、StyleTriangle、PropertyLine、PropertyLoop、PropertyRectangle、PropertyTriangle 和 PlantMethods。

PlantTreesMain 是植树问题运行的主程序界面, 作为一个大容器, 其中安装了自定义的用户控件和其它几个系统自带的控件。StyleLine、StyleLoop、StyleRectangle 和 StyleTriangle 都是自定义的用户控件, 分别对应的是直线型植树、环型植树、矩形植树和三角形植树的四种情境模型。PropertyLine、PropertyLoop、PropertyRectangle 和 PropertyTriangle 分别对应着四种情境模型的运行态属性窗口, 用户可以双击情境对象加载出属性窗口对对象进行属性设置。PlantMethods 主要存放着两个种树函数, DrawOne 和 DrawTwo, 其分别对应两种种树方法, 即系统种树和分边种树。

我们将每种问题的变式都做了以上的归纳总结和程序设计, 将不同的题型变式的情境模型都提取出来设计为用户自定义控件, 每个用户自定义控件都有对应的属性窗口可以对自定义控件里的对象进行参数设置, 再将一些公共函数封装为类以便情境模型调用。

3 教学模式构建

以一道人教版数学五年级上册第 111 页的第 13 题的植树问题为例: 小区花园是一个长 60m、宽 40m 的长方形。现在要在花园四周栽树, 四个角上都要栽, 每相邻两棵树间隔 5m。题意是要求学生计算出一共要栽多少棵树, 让学生理解并计算出矩形的每条边长能植几棵树。



图 1 小球分割线段过程

表 2 测试结果分析表

	对照组	实验组
平均正确率	60.3%	87.5%
矩形变式正确率	80.9%	92.7%
其它变式迁移能力	55.0%	80.6%
能力总体评价	良	优

我们面向某某小学 40 位四年级的小学生授课，分为每 20 人一组的对照组和实验组讲解此题，对比在没有使用该系统的实验组和使用该系统的对照组的学习效果。

经过相关教师备课授课后，对对照组的教学过程如下：教师画出一条线段，第一步从左顶点开始画到右顶点，依次画出 5 个点，并带领学生数数发现五个点之间间隔四个线段；第二步擦掉左顶点的球；第三步同理擦掉右顶点的球；第四步同时擦掉左顶点和右顶点的球，以上步骤引导学生自己归纳总结出：点数永远比线段多 1 个。由以上思路再推导到矩形封闭图形的种树规律。

在传统的教学过程中发现现阶段学生的年龄小、认知水平低，没有主动建模的意识和建模的能力。在面对比较抽象的数学问题时，没有可视化图形帮助对题意进行仿真创造出问题情境。教师在课堂上也很难运用类比的手段引导学生计算出植树问题的规律、抽取出其中的数学模型，因此在之后的练习题中学生很难自然发散思维想到其中规律来计算结果。

用 WorldProblemITS 仿真系统备课后，对实验组教师过程如下：教师选择植树问题下矩形的情境模型，双击出相应的属性窗口输入 60m 和 40m 花坛的逻辑线路长度和 5m 逻辑间隔长度等情境参数和对象参数。系统可以根据教师输入的逻辑值，来快速准确地系统在界面上生成花坛形状的物理线路长度和物理间隔长度，从而准确、清晰地生成种树情境的界面。再通过相应的参数修改，通过多次让学生“数树”这种可视化教学方式引导学生自己得出其中规律。

最后，我们给出了 5 道植树问题的其它变式，对这 20 位学生进行了随堂测试，表 2 是学生的正确率和

知识点的掌握情况制表。

根据对对照组和实验组做题的平均正确率、矩形变式正确率、其它变式迁移能力和能力总体平均值分析，使用仿真系统 WorldProblemITS 的可视化教学效果比没有用仿真系统的传统教学效果好，学生对变式迁移能力更强。

4 总结

本文对中小学不同类型的数学应用题进行系统的分类总结，设计了一种通用性可视化问题情境仿真系统 WorldProblemITS。

界面简单，交互式效果好，其中的教具模型涵盖了小学数学 36 道典型应用题的情境与教具所包含的情境片段。

对比未使用系统和使用了该系统的教学效果下，使用了系统可以帮助教师更轻易地完成可视化情境的创设，为教师提供良好的教学环境和教学反馈，有助于教师更好地“教”，情境化课堂有助于学生更好地理解数学问题情境，有助于学生更好地“学”^[4]。

参考文献：

- [1] 杨贵玲. 浅谈小学数学情境教学 [J]. 教学管理与教育研究, 2022, 07(16): 92-93.
- [2] 李健, 李海东. 情境在现实问题解决中的作用——基于 5 套人教版初中数学教科书的纵向比较 [J]. 数学教育学报, 2021, 30(04): 30-34, 40.
- [3] 邱玉婷. 多媒体技术在动画设计教学中的研究——以 Flash 动画设计教学为例 [J]. 才智, 2021(12): 64-66.
- [4] 余小鹏, 赵亚, 殷浩. 一种数学应用题问题情境仿真支持系统 P4S 研究 [J]. 中国教育信息化, 2020(01): 41-45.