

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2010.03.026

# 离散事件仿真策略的游戏教学法研究与实践

雷永林, 李群, 杨峰, 朱一凡, 王维平

(国防科学技术大学 信息系统与管理学院, 湖南 长沙 410073)

**[摘要]** 仿真策略是离散事件仿真课程的重点难点内容之一, 多年来教学效果一直欠佳。指出了主要原因是相关基本概念如事件、活动、进程等的抽象性, 缺乏经验性知识的大力支持。强调了经验性知识在学员知识体系构筑方面的基础和关键作用, 提出了通过展现仿真策略相关经验性知识来增强离散事件仿真知识体系可接受性的游戏教学法, 实践表明非常有效。

**[关键词]** 离散事件仿真; 仿真策略; 经验性知识; 游戏教学法

**[中图分类号]** G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874 (2010) 03-0074-04

## Game-based Teaching of the Simulation of Discrete Event Research and Practice

LEI Yong-lin, LI Qun, YANG Feng, ZHU Yi-fan, WANG Wei-ping

(School of Information Systems and Management, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

**Abstract:** Simulation is one of several most important and difficult topics in the discrete event simulation course. The teaching outcome of this topic in National University of Defense Technology is far from satisfactory for many years. The main obstacle lies in the abstraction of several relative concepts, e. g. event, activity, process, etc. For undergraduate students, few of them have enough empirical knowledge to help understand those concepts. The key role of empirical knowledge' in establishing the students' knowledge system is emphasized. A game-based teaching method, the kernel idea of which is to expose the empirical knowledge related to worldviews, is proposed to improve the acceptability of the simulation knowledge system of discrete. The teaching practice shows that this game-based teaching method is very effective.

**Key words:** discrete event simulation; modeling worldviews; empirical knowledge; game-based teaching

### 一、仿真策略教学问题分析

离散事件仿真是许多复杂决策问题的主要研究方法之一, 许多院校都为系统工程、管理科学与工程等专业本科学员开设了离散事件仿真课程。仿真策略是离散事件仿真的核心原理和奥妙所在, 也是离散事件仿真课程教学的重难点之一<sup>[1][2][3]</sup>。学员如果不能准确掌握, 必将影响其对课程后续内容乃至整个离散事件仿真课程的整体认知。多年来的教学实践表明, 恰恰是在这一关键环节上学员的学习效果差强人意, 课程学完后仅记得几种调度策略的名称, 对具体原理不甚明了, 无法应用离散事件仿真的思想和技术来解决实际问题。

造成这一问题的主要原因是仿真策略本身的抽象性。仿真策略本质上是离散事件仿真模型的调度算法, 这里算法的抽象性主要源于被调度的模型在概念上的抽象性。其中三个核心基本概念是事件、活动和进程, 对于大三大四的本科学员而言, 事件相对好些, 活动和进程则非常抽象,

朦朦胧胧似乎理解, 具体到调度算法中则基本不知所云, 在这种情况下, 再对各调度算法的优缺点进行比较则近乎“对牛弹琴”。

### 二、游戏教学法的提出

上述问题的根源在于学员初次接触仿真, 缺乏有关的经验性知识 (Empirical Knowledge)<sup>[4]</sup>。任何学习过程都是构建或完善学习主体知识体系的过程, 知识体系的基础是若干基本概念, 在基本概念的基础上聚合或推导出高层抽象概念, 如图1所示。这里的关键是每一个基本概念都能直接地映射到经验性知识, 在此基础上聚合或推理出的高层抽象概念才能够被主体所容易地接收、牢固地记忆。抽象的概念一旦失去了经验性知识的支持, 学习主体一般情况下会滋生出排斥心理, 即便强迫记忆住, 也仅仅是停留在大脑的“临时性存储区” (Working Memory), 无法进入“持久性存储区” (Long-Term Memory)<sup>[5]</sup>, 过后即忘记, 也就是所谓的学习完后都“交给老师了”。

**[收稿日期]** 2009-10-23

**[基金项目]** 国防科学技术大学本科课程教学团队建设项目 (0811206); 国防科学技术大学研究生重点课程建设项目 (1151B019)

**[作者简介]** 雷永林 (1978-), 男, 陕西大荔人, 国防科学技术大学信息系统与管理学院系统工程系讲师, 博士。

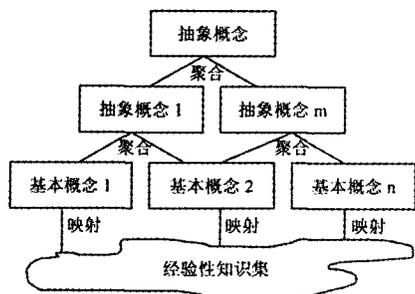


图1 知识体系的层次结构示意图

仿真策略中的三大基本概念—事件、活动和进程—的内涵（即经验性知识）不同于日常用语中的含义。为了教授好离散事件仿真策略乃至整个离散事件仿真知识体系，必须设法在学员头脑中准确地建立事件、活动和进程等基本概念的经验性知识集。

经验性知识获取的最佳途径是实践（或体验），就课堂教学而言，游戏教学方式无疑极具吸引力。仿真本质上是一个模型随时间执行的过程，期间主要涉及两种子过程：仿真引擎的调度子过程；实体模型的执行子过程。如果能够让幼儿分别扮演不同的角色（仿真引擎和实体模型），代替计算机执行相应的子过程，使仿真策略这一抽象概念底层的经验性知识直接地展现到学员的体验中，无疑有助于学员对相关基本概念以及仿真策略的掌握。为此我们以仿真策略的教授为对象，研究设计了游戏教学法，下面介绍游戏教学法的设计与应用相关情况。

### 三、仿真策略的游戏教学法

各种仿真策略都可以通过游戏方式进行教授，其中事件调度法相对简单，学员较容易理解，为体现游戏教学法的优势，下面以活动扫描仿真策略为例介绍游戏教学法的实施办法。以 Jerry Banks 教授编写的离散事件系统仿真英文教材<sup>[6]</sup>中的例 2.2 为案例问题进行讨论，案例中的系统是一个技术服务中心，有两个技术员 Able 和 Baker，Able 能力强因此优先提供服务，仿真目标是分析当前的系统配置是否合理。为了应用游戏教学法，主要应从角色职责和游戏实施两方面进行设计。

#### （一）角色职责设计

角色职责设计的目的是分析出游戏中涉及的角色类型，为每类角色分配明确的职责，并指定参与游戏的人员扮演相应的角色。对于本案例而言，根据系统中的实体功能的不同，简单分析即可分类出顾客、服务台和仿真引擎三种角色。其中服务台属永久实体，其主要职能是为顾客提供服务，具体是实现服务开始和服务完成两个例程，前者称作 B 例程，后者称作 C 例程。安排两名学员分别扮演 Able 和 Baker。仿真引擎负责管理各个实体的下一例程时间推进申请表（简称 TimeTable），并推进仿真时钟。安排两名学员扮演仿真引擎，一名负责记录来自服务台和顾客的下一例程推进申请数据，称作记录员；另一名负责扫描 TimeTable，并推进仿真时钟，称作调度员。顾客属临时实体，负责调度下一顾客的到达例程（称作 A 例程），由其余学员依次扮

演。表 1 和表 2 是各个角色的详细处理算法及其对应的游戏实现。其中 QueueLength 表示系统队长，NextRoutineType 表示实体的下一活动例程类型，NextRoutineTime 表示下一例程的调度时刻，INF 表示无穷大，表明该例程正在等待所需资源的释放。TimeTable 表的结构及初始配置参见表 3。

表 1 顾客和服务台角色的相关处理算法及其游戏实现

活动例程算法	游戏实现
顾客 A 例程： 1) QueueLength 加 1； 2) 设置 NextRoutineType 为 A； 3) 抽样设置 NextRoutineTime 的值；	仿真引擎宣布执行 A 例程： * 下一学员自动进入系统并排队。 * 学员查随机数表算出下一顾客到达时间，并向仿真引擎报告。 仿真引擎宣布服务台 Able 或 Baker 执行 B 例程：
服务台 B 例程： 1) 如果 QueueLength 为 0，返回； 2) QueueLength 减 1； 3) 设置 NextRoutineType 为 C； 4) 抽样设置 NextRoutineTime 的值；	* 服务台查看队列中是否有顾客，如果没有宣布执行完毕。 * 服务台通知队首顾客来到自己面前。 * 服务台查表算出服务时间，计算服务结束时间并向仿真引擎报告。 仿真引擎宣布服务台 Able 或 Baker 执行 C 例程：
服务台 C 例程： 1) 设置 NextRoutineType 为 B； 2) 设置 NextRoutineTime 的 INF；	* 服务台直接向仿真引擎报告 NextRoutineType 为 B，NextRoutineTime 为 INF。

表 2 仿真引擎角色的相关处理算法及其游戏实现

仿真引擎算法	游戏实现
初始化： 1) 设置 Able 和 Baker 的 NextRoutineType 为 B，NextRoutineTime 为 INF； 2) 设置顾客的 NextRoutineType 为 A，NextRoutineTime 为 0； 循环推进时钟：	教员宣布游戏开始： * 记录员在表格中记录初始化数据。 * 调度员扫描。 * 调度员宣布现在是时刻是 XXX。 * 调度员宣布 XXX 角色执行 X 例程（注意每个例程执行完后都会向引擎报告执行完毕，此时引擎才可以继续扫描并宣布例程执行。同一时刻只有一个角色处于执行状态。记录员则在各角色执行期间根据需要记录数据）。 * 调度员宣布仿真结束。
1) 扫描得到 TimeTable 中 NextRoutineTime 的最小值； 2) 推进时钟到上述最小值； 3) 依次通知 TimeTable 中 NextRoutineTime 为当前时刻值的实体对应的角色执行例程； 4) 在 3) 中每有角色执行例程，都要依次（即扫描）通知 TimeTable 中 NextRoutineTime 值为 INF 的角色执行例程，直到没有角色执行例程为止。 5) 如果未到达仿真结束时刻，返 1)；否则结束仿真。	

表 3 实体下一例程时间推进申请表 (TimeTable)

实体	NextRoutineType	NextRoutineTime
Able	B or C	INF
Baker	B or C	INF
顾客	A	0

#### （二）游戏实施设计

游戏实施设计主要包括游戏静态布局和动态推演过程设计两部分。

\* 布局设计。在课堂上组织实施游戏的布局设计如图 2 所示。上方左侧黑板由 Able 和 Baker 各自记录自己的统计数据；右侧黑板由记录员维护 TimeTable，并记录系统的状

态(仿真时刻、队长等);中间投影显示顾客、服务台和仿真引擎各角色的执行算法,各角色参照执行。下方的学员观摩仿真中各角色算法执行情况,并在轮到自己扮演顾客时进入仿真中。讲桌前是到达顾客等待服务的队列。教员在右侧指导协调整个游戏过程,并就典型错误进行讲解。

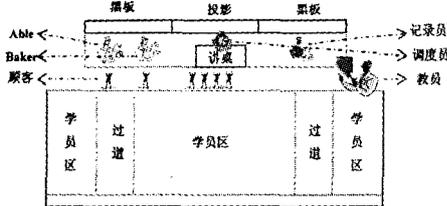


图2 游戏布局概况

\* 推演过程。推演过程是在仿真引擎调度员的调度下,顾客、服务台等扮演学员按次序执行所负责算法的过程。调度的基本原理显然是活动扫描法。首先是教员宣布仿真开始,记录员进行初始状态设置及初始例程安排,仿真引擎进行第一次时钟推进,一般是通知第一个顾客执行A例程,第一个顾客学员上前来执行完A例程后调度新的A例程,宣布执行完毕。仿真引擎继续扫描执行Able和Baker的B例程,Able或Baker执行B例程后即通知记录员调度C例程,并宣布执行完毕。仿真引擎在没有例程可以执行后再次推进仿真时钟,并执行相应的例程,直至仿真结束。

### (三) 其它仿真策略的游戏设计

针对上述案例系统,也可以采用其它仿真策略(如事件调度、进程交互、三阶段扫描等)进行仿真。实际上,这些仿真策略都可以参照上述活动扫描法进行类似的游戏设计,其中游戏布局无须改变,需要改变的是各角色的职责分工,这也体现了不同仿真策略所蕴含的仿真建模要求。例如对于进程交互仿真策略,游戏布局相同,Able和Baker则变成了纯粹的资源,所有活动由顾客负责执行,顾客队列变为条件实体队列,TimeTable变为无条件实体下一复活点时刻表,调度员的宣布的执行级别由例程级提升为进程级。

为了加深学员对各调度策略之间异同点的理解,建议对所有调度策略实施游戏教学法,在此基础上讲授各种调度策略之间的优缺点和适用领域能够达到更好的教学效果。

## 四、应用及体会

我们在离散事件仿真本科双语课程上对上述游戏教学法进行了初步实践,取得的效果和经验介绍如下。

### (一) 应用效果

课程的授课对象为四年级指技合训系统工程专业本科学员,由于缺乏实践锻炼(即经验性知识不足),学员们的英语能力和计算机能力非常薄弱,相关知识也早已“还给了老师”。在讲授过程中,我们分别对事件调度法、活动扫描法、进程交互法应用了三次游戏教学法(其中三阶段法在游戏完活动扫描法后进行了差异性说明),期间学员表现

异常积极踊跃,争相指出其它学员在游戏执行过程中的错误,甚至出现了争执。同时也发现了不少以往教学过程中难以发现的问题,如游戏一开始仿真引擎学员不知该何时宣布时钟推进,何时调度其它实体学员执行,实体学员未经仿真引擎调度随意执行自己的算法,服务台分不清自己在不同调度策略中到底是被动的资源还是应进行主动处理,记录员出现了在一次仿真时钟推进期间记录了两次数据的逻辑错误等等。通过应用三轮游戏教学法后,学员明显地流露出“仿真原来是这样”的经验。随后内容的讲授以及考核也都充分表明了学员已经进入了仿真世界的大门,掌握了常见的离散事件仿真策略的原理。

### (二) 应用体会

在应用游戏教学法的过程中我们有以下两点体会:

\* 游戏设计的重要性。将各种仿真策略的建模要求和调度算法转换为可由学员扮演执行的仿真游戏需要精密的设计,即便是对各种仿真策略的原理熟稔于胸的教员,也需要仔细地设计,并在实施之间自行进行游戏推演,否则在课堂实施过程中发现问题将影响学员的仿真体验,干扰学员对经验性知识的掌握。

\* 游戏组织的重要性。在游戏开始之前,需要分别针对不同的角色讲解其负责的算法职责。即便如此,在游戏(特别是第一次游戏)开始阶段,学员们仍然会错误百出,这时不仅需要教员及时反复地纠正,并顺便进行启发式讲解,而且由于全员参与耗时相对较长(四十人的班演练一遍耗时接近两小节课),需合理安排,对于学员人数过多的大课可分组或部分参与进行。

## 五、结束语

基本概念缺乏经验性知识的有力支持而导致教学效果欠佳是当前许多课程的共性问题。造成这一问题的主要原因要么主讲教员自身缺乏足够的经验性知识储备,要么是没有意识到经验性知识对学员真正掌握课程知识体系的重要性,或者是在展现经验性知识方面安排的课时不足,或者是在展现经验性知识的方式方面没有联系听课学员的实际等。游戏教学法是我们针对离散事件仿真课程中仿真策略这一核心难点内容,强调基本概念背后的经验性知识的体验式展现,结合听课学员实际而设计的一种新型教学方法,实现了较之以往教学方法更好的教学效果。

实际上我们在上述对经验性知识重要作用认知的基础上,对整个离散事件仿真课程的授课方式进行了优化设计,如针对课程内篇幅较大而相对枯燥的数学内容,引入了课堂实验环节,即在课堂内讲授后留出一定时间带领学员基于MATLAB工具快速计算出有关数学模型的各种数值分析特性(目的是挖掘出数学模型对应的经验性知识),同样达到了很好的教学效果(课程被国防科技大学教学专家督导组随机抽查评定为优秀)。鉴于此,我们认为本文所提出的游戏教学法以及所指出的经验性知识在知识体系学习方面的关键作用对于其它课程教学也有很好的借鉴意义。

## [参考文献]

- [1] Leonardo Chwif, Marcos Ribeiro Pereira Barretto, Ray J. Paul. Assessment of Student Preparation For Discrete Event Simulation Courses. In Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference, 2001: 1624-1631.
- [2] Jacobson, S. H, Morrice, D. M. Teaching Simulation: A Panel Discussion. In Proceedings of the 1994 Winter Simulation Conference, 1994:1378-1381.

- [3] Stahl, I. How Should we Teach Simulation?. In Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference, 2000: 1602-1612.
- [4] <http://en.wikipedia.org/wiki/Empirical>
- [5] L. G. Valiant. A Theory of the Learnable. ACM Machine Learning, 1984, 27 (11):1134-1142.
- [6] Banks J., Carson J., et al. Discrete-Event System Simulation (4th Edition). Printice-Hall, Inc. 2005.

(责任编辑:洪巧红)

(上接第73页)

搜集和处理信息的能力。信息的搜集和处理是研究型课程实施的准备阶段,成功的课题研究离不开资料的搜集和处理。研究性学习的实施通常围绕一个需要解决的实际问题展开。但这一问题的解决几乎没有或很少有现成的资料,所需要的数据资料、事实事例,都要靠学员自己寻找、查阅、选择、摘录和分析,然后依据收集的信息形成假设并进行验证。<sup>[5]</sup>因此,军校学员具备高效、迅速、准确地找到课题研究所需要的丰富资料并对之进行加工处理的能力是必要的。目前大多数的军队院校图书馆藏丰富,校园也开通了局域网,对于不能常常走出校门接触社会的军校学员来讲,这些都是丰富的资源。在信息时代,课程绝不只是课堂上的事情,在课后,需要军校学员做大量的资料收集整理和预习的工作,这对学员在进行研究性学习时是具有极大的作用的。

发现和解决问题的能力。由于目前军校人才培养模式和管理体制的局限性,许多学员缺乏独立发现和解决问题的能力,对自己所属的群体有较强的依赖性,或者说,发现和解决问题的主动性不高,一遇到问题,容易循着既有的模式去处理,没有创造性。这一问题的解决首先应依赖于课程教学,在教育教学中,逐步推广和使用研究性学习,帮助军校学员树立独自发现和解决问题的意识、锻炼解决问题的能力,即使是在课程教学中,教员也要勇于、敢于放手,经常表扬具有独创性的思维模式和解题办法。研究性学习的实施过程以发现问题开始,以解决问题和表达、交流结束。现实生活中的问题是多种多样的,学员必须具备一定的意识,走出课堂、走出校园,融入社会。用自己的眼睛去认识自然,了解社会,用自己的头脑去分析鉴别各种复杂的现象。从中发现问题,并最终通过独立思考、自主学习创造性地解决问题。通过自己的努力发现和解决的问题,更有利于增强学员的成就感。

独立和创新的能力。研究型课程提倡学员对过去和现实持扬弃的态度,从新的角度去分析问题,并在前人的研究成果基础上有所创新。学员在遇到问题时,注意分析和收集资料,将它们集中起来,进行独立思考和多向思维,创造性地运用所学内容,适应新情况,探索新问题,不断拓宽视野。即使对别人已经解决了的问题,也不满足于结论性的内容,而是借助自己的创造性想象,将他们解决问题的情景重现出来以把握其思维过程和思维方法,发展自己的创造性思维。

交流与合作的能力。在竞争与合作并存的现代社会,积极的合作精神和有效的人际交往能力是现代人所应具备的基本素质之一。良好的表达与交流能力是学员成功进行人际交往,分享研究信息的重要保证。对于军校学员而言,交流与合作显得更为重要,一方面,部队是一个作战单位,其对所属成员的团结协作、优势互补提出了很高的要求,拥有良好的交流合作能力,是军校学员在军校生活中直至走上工作岗位都十分必需的能力;另一方面,现代战争的一个重要特征就是信息传播渠道广、速度快,在战场上迅速捕捉到有用信息,对战局将起到至关重要的作用,从这个意义上讲,锻造交流合作能力,也是军校学员的责任。

## [参考文献]

- [1][4] 施良方. 学习论-学习心理学的理论与原理[M]. 北京:人民教育出版社,1994.
- [2] [苏]苏霍姆林斯基. 给教师的建议[M]. 北京:教育科学出版社,1981.
- [3] 赵洪恩. 论美育在素质教育中的地位和作用[J]. 教育研究, 2000, (2).
- [5] 应俊峰. 研究型课程[M]. 天津:天津教育出版社,2001.

(责任编辑:洪巧红)