

基于元胞自动机的大学课程教学模拟

张英健¹, 史友进²

(1. 盐城工学院 高教研究所, 江苏 盐城 224051; 2. 盐城工学院 基础教学部, 江苏 盐城 224051)

摘要:用232号初等元胞自动机规则 and 教学策略、响应概率及倾向概率等参数控制规则建立了大学课程教学的元胞自动机模型。模拟研究了大学课程教学的复杂性, 教学策略、响应概率、倾向概率及初始条件的影响, 教学设计的优化等。结果表明, 该模型符合大学课程教学实际, 可以作为大学课程教学的数值模拟工具。

关键词:元胞自动机 大学课程教学 模拟

中图分类号:N94; G642.0

文献标识码:A

文章编号:1671-5322(2011)03-0028-05

大学课程教学是一种教学活动, 而教学活动是一种复杂的实践活动, 需要用复杂性科学的观点和方法来分析和研究^[1]。元胞自动机模拟是研究复杂系统的一种重要方法, 在自然科学和社会科学上都得到了广泛的应用^[2,3]。C. M. Bordogna 和 E. V. Albano 基于社会学和心理学原理建立了课堂教学的元胞自动机模型^[4], 贺明峰等简化了 C. M. Bordogna 和 E. V. Albano 的元胞自动机模型^[5]。但是, 他们的模型都把教学过程仅看着知识传授的过程, 认为学生的知识量不能超过教师。这与实际不相符合, 也与用复杂性科学的观点和方法来分析和研究教学活动的思想相悖。Uragami D. 和 Gunji Y. P. 采用格点趋动的元胞自动机演变规则从而以较少的演变规则产生更为复杂的演变图样^[6]。Takashi M. 等认为演变规则可变的系统更能反映实际系统对环境变化的适应, 研究了演变规则可变的元胞自动机的混沌边缘效应^[7]。受这些新型的元胞自动机模型的启发, 我们在研究大学教学过程的复杂性基础上, 基于从众心理和情感满足的驱动效应、素质培养目标和教育教学策略, 将沃尔弗拉姆的232号初等元胞自动机与随机元胞自动机相结合, 建立大学教学过程的元胞自动机模型。

1 大学课程教学的复杂性

复杂系统的演变规律体现出非线性、生成性、

自组织性等特点。大学课程教学系统是一个复杂系统, 具有非线性、混沌性、不可逆性及自组织性等特征。大学课程教学的复杂性表现在多维度(课程、教学、师生等)、多层次(知识传授、技能培训、道德教化等), 学生的成长和发展是教学质量的反映, 教师的教学和研究是他们生命活力的体现; 非线性表现在每个学生和教师都是相互联系、相互影响的, 其关系也是变动不定的, 其作用的过程也处于不断展开之中; 混沌性表现在教师与学生都是活生生的、能独立思考、有情感的人, 教学质量是教师的教学策略与师生情感作用“交混”的结果; 不可逆性表现在由有序到无序的自发变化过程中; 而自组织性又是这种无序中的有序^[8]。

大学课程教学具有经验积累性, 反映复杂性特征。经验在人的自组织活动中, 在人与环境开放性的、非线性交互作用中, 不但能够保存和积累自身, 而且能够发展自己。经验是书本知识必需的补充, 大学课程教学应该与学生的经验相结合^[9]。

大学课程教学具有研究探索性, 需要运用复杂性思维。学生与学习环境的关系、学生与教师的交往、学生与学生的合作和教师对学习环境的调节构成了复杂系统的要素。大学课程教学的探索性实质是发展学生精神生活的过程, 是学生自我探索 and 发现真理的过程, 是主体生命活动的展

收稿日期: 2011-07-01

作者简介: 张英健(1962-), 女, 江苏泰兴人, 副编审, 主要研究方向为高教研究与学报编辑。

现过程,是教师教学实践智慧施展的过程^[10]。

2 大学课程教学的元胞自动机模型

元胞自动机模型是一个由离散、有限状态的元胞组成的,按照一定的局部规则在离散的时间点上并行演化的动力学系统,常用来模拟复杂的宏观现象。沃尔弗拉姆初等元胞自动机定义为每个元胞(记为 i)在指定时间有两种可能的状态 $s_i = 0$ 或 1 。时间 $t+1$ 状态 s_i 只决定于时间 t 的三元组 (s_{i-1}, s_i, s_{i+1}) ,即 $s_i(t+1) = \Phi[s_{i-1}(t), s_i(t), s_{i+1}(t)]$,这种演变规则共有256种,按其复杂性特征可以分成固定型、周期型、混沌型等类型^[2]。

采用初等元胞自动机模拟大学课程教学,以学生个体为元胞,以学生的学习心理状态为满足(记 $s_i = 1$)和不满足(记 $s_i = 0$)为元胞状态,一个教学班级(也称系统)的满足率可表示为

$$\zeta(t) = \sum_{i=1}^N s_i(t)/N \quad (1)$$

其中 N 为元胞空间的大小, $s_i(t)$ 为第 i 个元胞 t 时刻的状态。

第 i 个元胞的功率 $p_i(t) = \frac{1}{2}[s_i(t) - s_i(t-1)]^2$ 反映了该元胞的活跃性,该元胞从开始到 t 时刻的功 $W_i(t) = \sum_{j=1}^t p_i(j)$ 反映了该元胞的活跃性累积,系统的从开始到 t 时刻的总功

$$W(t) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^t \frac{1}{2}[s_i(t) - s_i(t-1)]^2 \quad (2)$$

反映了大学课程教学的质量,它既包括师生、生生间的情感交融,又包括学生知识和经验的积累,还包括探索性与创造性活动带来的快乐,等等。

从开始到 t 时刻系统中各元胞功的标准差表

示系统中各元胞活跃性的均衡度,计算式为

$$\mu(t) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N [W_i(t) - \bar{W}(t)]^2}{N-1}} \quad (3)$$

232号初等元胞自动机可以用求和规则表达为:如果 $s_{i-1}(t) + s_i(t) + s_{i+1}(t) = 3$ 或 2 时 $s_i(t+1) = 1$;如果 $s_{i-1}(t) + s_i(t) + s_{i+1}(t) = 1$ 或 0 时 $s_i(t+1) = 0$ 。这个规则能够反映大学课程教学中学生的从众心理。

教师采用的教学策略,如新知识的呈现节奏、练习题量和难度控制等,用5个元胞自动机时间步中学生心理状态的反转次数 n 描述,状态反转用表达式 $s_i(t+1) = 1 - s_i(t)$ 表示。教师的教学需要得到学生的响应,这种响应的强弱取决于教师的教学能力和学生的学习能力等,用响应概率 η 表示。人们都倾向于满足,可用倾向概率 σ 描述,即当 $\sum(1 - 2s_i(t+1)) < 0$ 时,以倾向概率 σ 执行上述反转操作。

3 大学课程教学的模拟

大学课程教学的模拟取 $N = 101$,采用周期性边界条件,起初4步按232号初等元胞自动机规则驰骤。图1是大学课程教学的复杂性模拟,模拟采用的系统初始满足率都为 $\zeta = 45\%$ 。图1a是在响应概率 $\eta = 0\%$,倾向概率 $\sigma = 0\%$,反转次数 $n = 2$ 条件下的模拟结果,系统演化特征为固定型。图1b是在响应概率 $\eta = 50\%$,倾向概率 $\sigma = 50\%$,反转次数 $n = 2$ 条件下的模拟结果,系统演化特征为混沌型。图1c是在响应概率 $\eta = 100\%$,倾向概率 $\sigma = 100\%$,反转次数 $n = 2$ 条件下的模拟结果,系统演化特征为周期型。大学课程教学元胞自动机模型表现出复杂性。

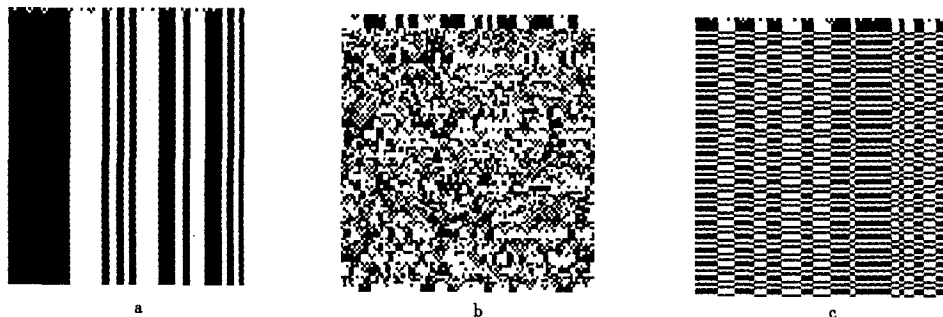


图1 大学课程教学元胞自动机模型的复杂性

Fig.1 Complexity of the cellular automaton model in university teaching

图 2 是大学课程教学影响因素的模拟。模拟取 $N = 101$, 采用周期性边界条件, 起初 4 步按 232 号初等元胞自动机规则驰骤, 在各种控制条件下重复进行 10 次模拟后取平均。图 2a 模拟教学策略的影响, 模拟条件为系统初始满足率 $\zeta = 45\%$, 响应概率 $\eta = 65\%$ 。由图可见, 取 $n = 2$ 与 $n = 1$ 相比教学质量显著提高, 但取 $n = 3, 4, 5$ 时教学质量没有显著判别且低于取 $n = 2$ 的情况。这与教

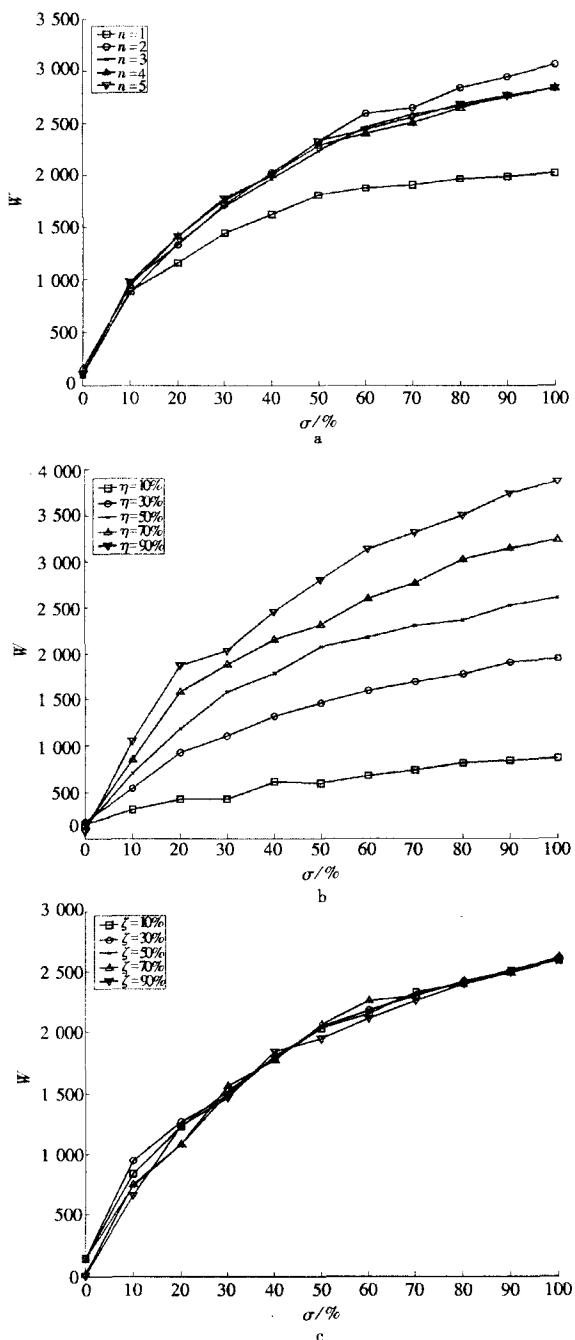


图 2 大学课程教学的影响因素

Fig. 2 Factors affecting university teaching

学实践相吻合, 即满堂灌的教学通常不会取得好的教学效果。图 2b 模拟响应概率的影响, 模拟条件为系统初始满足率 $\zeta = 45\%$, 教学策略 $n = 2$ 。由图可见, 教学质量随响应概率增大而提高。这符合教学规律, 即教师在教学中要调动学习热情、激发学习兴趣、充分发挥学生的主体作用。图 2c 模拟初始满足率的影响, 模拟条件为响应概率 $\eta = 50\%$, 教学策略 $n = 2$ 。由图可见, 教学质量与初始满足率相关性不大。这说明, 大学课程教学是一个师生相互作用和协同合作的活动过程, 教师采取有效的教学策略, 运用教育学、心理学等原理, 合理调控学生情感、充分发挥学生的主观能动性, 就能取得好的教学效果。图 2 的 3 种影响因素的模拟结果都表明, 随着倾向概率 σ 的减小, 教学质量下降。这说明, 骄则败。

图 3 是模拟大学课程教学系统中个体总功标准差的演变规律。模拟取 $N = 101$, 采用周期性边界条件, 系统初始满足率 $\zeta = 45\%$, 教学策略 $n = 2$, 起初 4 步按 232 号初等元胞自动机规则驰骤, 在各种控制条件下重复进行 10 次模拟后取平均。4 种情况为: Case1—响应概率 $\eta = 25\%$, 倾向概率 $\sigma = 25\%$; Case2—响应概率 $\eta = 25\%$, 倾向概率 $\sigma = 50\%$; Case3—响应概率 $\eta = 50\%$, 倾向概率 $\sigma = 50\%$; Case4—响应概率 $\eta = 75\%$, 倾向概率 $\sigma = 50\%$ 。4 种情况的模拟结果都表明, 随着模拟时间的增长, 系统中个体总功标准差增大。这给我们的启示是, 为了使每个学生在大学课程的学习中取得理想的收获, 应该尽可能使课程历程缩短, 采取小型化课程, 这与文献[11, 12]观点一致。

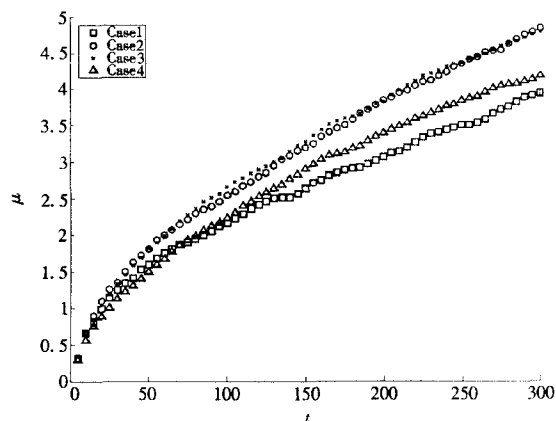


图 3 个体总功标准差的演变规律

Fig. 3 Evolution of individual standard deviation of total power

图4是模拟大学课程教学系统的综合效应。模拟取 $N=101$,采用周期性边界条件,系统初始满足率 $\zeta=45\%$,教学策略 $n=2$,起初4步按232号初等元胞自动机规则驰骤,在各种控制条件下重复进行10次模拟后取平均。两种情况为:Case1—教学策略 $n=2$,响应概率 $\eta=45\%$,倾向概率 $\sigma=5\%$;Case2—教学策略 $n=1$,响应概率 $\eta=10\%$,倾向概率 $\sigma=45\%$ 。模拟结果表明,存在一个 t_c ,在此时刻之前Case1的教学质量优于Case2,这是由于Case1采用了相对强化的教学策略和具有较高的响应概率;在此时刻之后Case1的教学质量劣于Case2,这是由于Case1具有较低的倾向概率。这个结果的启示是,教师应根据教

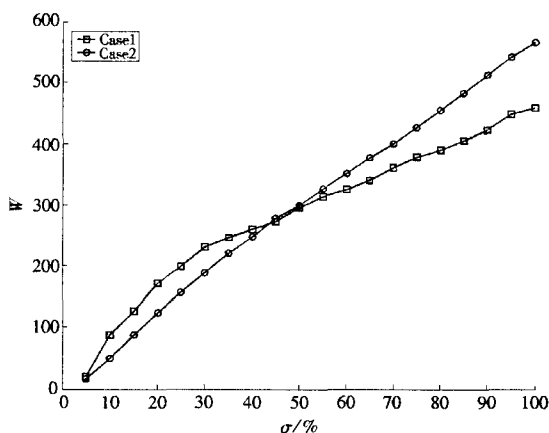


图4 大学课程教学系统的综合效应模拟

Fig. 4 Simulations of the combined effect of the system in university teaching

学反馈及时调整教学策略和学生的学习情感,在 t_c 之前采取Case1教学路线,在 t_c 之后采取Case2教学路线,实现教学过程的优化。

4 结论

大学课程教学一种复杂的实践活动,元胞自动机是模拟这种活动的一种有效工具。用232号初等元胞自动机模拟大学生学习的从众心理,用响应概率、倾向概率描述学生对教师采取教学策略的响应,建立了大学课程教学的元胞自动机模型。这个模型能够反映大学课程教学的复杂性。数值模拟研究的主要结论有:

(1)教师在教学中呈现教学素材的频率太高,讲解难度较大的题目数量太多,满堂灌的教学效果不好。

(2)教师在教学中充分调动学习热情,激发学习兴趣,发挥学生的主体作用是改善教学效果良策。

(3)自满是学习的最大障碍。

(4)不要把教学效果不好归因于学生基础差,要实施有效的教学。

(5)小型化课程有利于学生整体水平的均衡提高。

(6)教师应注重教学反馈,及时调整教学策略和学生的学习情感,实现教学过程的优化。

数值模拟结果与教育教学原理和教学实践经验一致。

参考文献:

- [1] 程广文,宋乃庆.论教学智慧[J].教育研究,2006(9):30-36.
- [2] Wolfram S. Cellular automata and complexity[M]. Addison - Wesley, Reading MA, 1994.
- [3] 胡斌,王志明.企业员工复杂适应行为的模拟[J].管理学报,2007,4(1):89-93.
- [4] Bordogna C M, Albano E V. A cellular automata model for social - learning processes in a classroom context[J]. Eur Phys J B, 2002, 25: 391 - 396.
- [5] He M F, Deng C R, Feng L, et al. A cellular automata model for a learning. processes[J]. Advances in Complex Systems, 2004, 7(3&4): 433 - 439.
- [6] Uragami D, Gunji Y P. Lattice - driven cellular automata implement local semantics[J]. Physica D, 2008, 237: 187 - 197.
- [7] Takashi M. Edge of chaos in rule - changing cellular automata[J]. Physica D, 1998, 116: 275 - 282.
- [8] 蔡清吉,李宝峰.复杂科学视域下的课堂教学研究[J].当代教育论坛,2005(2):67-69.
- [9] 赵蒙成.论教学的“经验”基础:复杂性科学的观点[J].高校教育管理,2007,1(1):6-12.
- [10] 郝志军.探究性教学的实质:一种复杂性思维视角[J].教育研究,2005(11):66-70.
- [11] 张英健,史友进.大学物理课程小型化改革设想[J].盐城工学院学报:社会科学版,2004,17(4):70-72.
- [12] 李彦峰,周先进,曾建国.新课程背景下课堂教学组织形式的建构[J].教育探索,2009(4):57-58.

Cellular Automata Based Simulations for University Course – Teaching

ZHANG Ying-jian¹, SHI You-jin²

(1. Institute of Higher Education, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu 224051, China;
2. Department of Fundamental Science, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu 224051, China)

Abstract: A cellular automata model is proposed by using rule – 232 of elementary cellular automata and parameter – control with teaching strategies, response probability and inclination probability. Simulations are performed to show the complexity of university course – teaching, effects of teaching strategies, response probability, inclination probability and initial conditions and optimization of teaching process. The results show that the model is in line with actual university course – teaching and can be used as simulation tools of university courses – teaching.

Keywords: cellular automata; university course – teaching; simulation

(责任编辑:沈建新)

(上接第 18 页)

Preparation and Application of PDMS – AuNPs Electrode Modified with Glucose Oxidase

WANG Wei¹, BI Lian-hua^{1,2}, TANG Fan¹

(1. School of Chemical and biological Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu 224051, China;
2. School of Chemistry and Chemical Engineering, Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu 225002, China)

Abstract: In this research, we prepared a flexible GOD – PDMS – AuNPs electrode based on good biocompatibility of the PDMS – AuNPs surface. The catalytic performance of glucose in PBS buffer solution was studied with chronoamperometry. The results showed this modified electrode with a significant catalytic ability for glucose and the response current was linear with glucose concentrations in the range of 0.66 mM ~ 100 mM.

Keywords: Poly(dimethylsiloxane) – gold nanoparticle; Chemical plating; Glucose oxidase; Glucose

(责任编辑:范大和)