

Simulation Based on Agent University Culture Evolutionary Model*

Xiaohong Qiu¹, Xiaoping Qiu², Zhiyong Cui¹, Jie Zu¹

¹Software School, Jiangxi University of Science and Technology, Nanchang

²Finance School, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang

Email: jxauqiu@163.com, jrxyqxp@foxmail.com

Received: Nov. 13th, 2012; revised: Nov. 23rd, 2012; accepted: Nov. 29th, 2012

Abstract: University is a special group consisting of cultural and social organizations, its spiritual culture is a kind of “soft power”, is vital to the development of colleges and universities. But the lack of the corresponding effective quantitative research object model, more studies on its mechanism of action from the point of social scientific view is addressed. In this paper, agent social simulation method is used to study this problem. The beliefs gene is included in the spiritual and cultural Evolutionary Agent Model (EAM). The model reflects the interaction between the teachers, students to inherit the University Spiritual Culture (USC) and those to give up the USC. Its evolution meets the social recognition of cultural selection. The EAM has considered the factor of the individual student heritage community for the USC recognition before admission, and also reflects the role of the USC influence to the students during education process in the university. And these interact with the innate belief in genetic factors. After analysis with some supposed condition for EAM parameters, some interesting conclusions are archived. The simulation results show that the university famous teacher is able to accelerate the formation and accumulation of the university culture. The EAM is a valid model for theoretical analysis and understanding the evolution of the USC, and some unique cultural phenomena.

Keywords: Agent; Culture; Origin; Simulation; Evolutionary Model

基于 Agent 大学精神文化演化模型研究*

邱晓红¹, 邱晓平², 崔智勇¹, 祖洁¹

¹江西理工大学软件学院, 南昌

²江西财经大学金融学院, 南昌

Email: jxauqiu@163.com, jrxyqxp@foxmail.com

收稿日期: 2012年11月13日; 修回日期: 2012年11月23日; 录用日期: 2012年11月29日

摘要: 大学是特殊群体构成的文化社会组织, 其精神文化是一种“软实力”, 对高校发展和构建起着重要作用, 但缺乏对应的有效的量化的研究对象模型, 研究其作用机理多从人文科学方面加以论述。本文应用 Agent 技术, 用社会学仿真方法研究这一人文科学问题, 分析设计了包含信仰基因的大学精神文化演化的 Agent 模型。模型反映了传承大学精神文化师生与放弃大学精神文化的师生相互作用, 在满足社会认可的文化选择作用下进化。既体现了入校前学生个体传承的社会对大学精神文化的认可度, 也体现了入学后对学生进行大学精神文化的熏陶教育作用, 与先天的信仰基因因素相互作用。通过假定定量分析某些参数, 推导出了一些有趣的结论, 揭示了大学名师能够加速大学文化的形成和积淀条件。演化模型对理解大学的演变过程和独有文化现象有重要的理论分析价值。

*资助信息: 国家自然科学基金(60674054)、江西省自然科学基金项目(2010GZC0090)资助和江西省教改项目(jxjg-12-6-15)。

关键词：主体；文化；起源；仿真；演化模型

1. 引言

大学是具有选择、批判、传承和创造人类文化职能的文化社会组织。它通过文化手段创设的教育环境来达成教育目的和教育效果^[1]。大学精神是指大学在科学理念的指引下，经过长期的培育和积淀而形成的稳定的共有的精神品质、理想追求、价值取向、行为理念和文化氛围。大学精神文化既是大学文化的一个重要层面，也是一般意义上的精神文化的具体化和个性化，并深深融合在学校的内质之中，为广大师生共同拥有，难以被其它学校模仿和取代，是一所大学的形象、特色、风格和气韵。从大学精神文化所包含的文化元素来看，包含有价值层面的精神文化如大学精神、理念、校训等，也有实践层面的精神文化如校风、学风、教风、管理作风等，两者显然又是密切相关、相辅相成的，如北京大学提倡“兼容并包”的大学理念，形成了“民主”、“自由”之校风；清华大学提倡“厚德载物”的大学理念，则有“严谨”、“认真”之校风；而南开大学提倡“允公允能”的大学理念，就有“开拓”、“活泼”之校风^[2]。大学精神文化的主导者和实践者是大学的老师和学生，是广大师生的约定俗成。既包括校训、校歌、校徽等持久传承的规范行为、指导办学的精神财富和文化传统，更包括名师文化，即由著名教授教书育人及其生活轶事形成的一种大学文化。大学文化的作用和影响在名牌大学得到很好的体现，从而引起许多学者注意并加以研究，提出了诸如“好大学”、追求卓越的大学等诸多理念^[1]。但这些研究都是从人文社科方面加以论述，难于真正体会某些因素的重要作用。

应用自然科学的科学实验的方法研究社会问题，已经形成一个新的研究方向。基于 Agent 方法的社会学仿真，通过构建人工社会，修改人工社会所遵循的规则、参数，进行各种各样的社会学实验，有助于研究现实社会^[3]。国际上不少学者应用这一方法研究了宗教现象^[4-8]，将认知科学、神经生理学和达尔文的人类学^[6,9]等学科综合起来^[10]。由于大学精神文化与大学理念密不可分，理念与信仰具有本质属性^[1,11]，所以刻画大学精神文化的模型，可以参考宗教信仰的一些

研究成果，要考虑信念的传承和迁移等因素的作用。国内有学者已开始尝试建立大学文化的进化模型^[11]，通过 Agent 建模仿真校园文化的演化过程，模型突出了名师示范传承作用，为倡导大学精神文化提供了思路。但论文提出的 Agent 模型参数太多，仿真应用时必须选择和尝试很多参数。本文从文化基因遗传角度，利用文化与信仰基因协同进化关系^[7,8]，建立了新的 Agent 模型，并从理论上进行分析研究，推导出了有意义的结论，揭示了大学名师能够加速大学文化的形成和积淀条件，并通过数字仿真进行了验证。

2. 大学精神文化 Agent 仿真模型

由于大学精神文化与大学理念密不可分，其模型必须考虑信念的传承和迁移等因素^[7]。最新的研究表明，信念的传承与人类的基因有关^[8]，所以建立模型时要考虑这些因素的影响和作用。

2.1. Agent 信念仿真模型

采用 Agent 技术仿真师生大学信念的演化，Agent 模型包含其本身的信仰基因的作用，大学精神文化的传承作用和信念的迁移等因素。如图 1 所示，Agent 仿真模型称为 EAM 模型，EAM 将同时考虑生物遗传基因和后天学习行为的相互作用，共同进化。

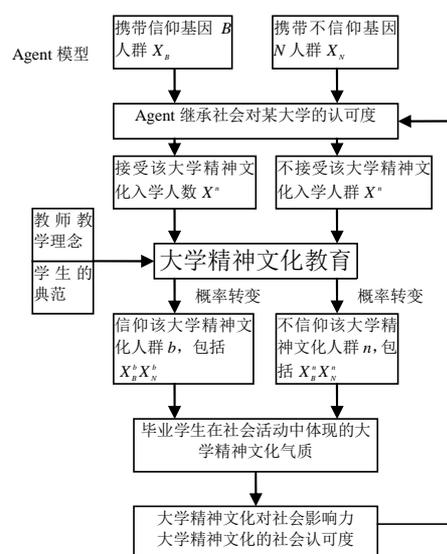


Figure 1. University cultural Evolutionary Agent Model
图 1. 基于 Agent 的大学精神文化进化模型 EAM

图 1 中, 假定 Agent(学生)的信仰基因有两类: 信仰基因 B 和无信仰基因 N , 其分布比例应该与该大学在社会的认同度相同。协带基因 B 或 N 学生初入大学前, 接受该大学自身在社会的影响力和精神文化的认同度, 所以具有相同的概率分配比例。学生进入大学后, 将接受学校精神文化的熏陶, 包括教师的言传身教、高年级学生对低年级学生示范影响, 最后学生离校时带着大学精神文化烙印而进入社会, 融入社会, 社会将对该大学生精神文化有新的认同度, 这就表征一代学生培养的完成。新的入学学生将以新的社会认同度选择该大学。学生对大学精神文化的教育体现为两种行为: 认同并接受, 不认同并拒绝。为了细分这种行为的变迁, 学生人群分为两类, 即信奉并宣扬该大学精神文化的群体 b , 不赞同该大学精神文化的群体 n 。结合学生携带信仰基因的情况, 可将其进一步细分为 4 类: 携带信仰基因且认同该大学精神文化的个体(b, B)和不认同该大学精神文化的个体(n, B); 携带无信仰基因且认同该大学精神文化的个体(b, N)和不认同该大学精神文化的个体(n, N)。不同类型的个体在接受大学教育过程中, 大学精神文化对其影响力有所不同。假定对认同该大学精神文化的个体, 宣扬和传承该大学精神文化的影响力为 c_n ; 对不认同该大学精神文化的个体, 宣扬和传承该大学精神文化的影响力为 c_b 。一般情况下, 由于大学教师由于其独特的身份和地位, 对学生的教育, 将在耳濡目染使得其发生转换, 存在 $c_n > c_b$ 的情景。

在宣扬传承该大学文化时, 假设 $s_j^b (j = B, N)$ 是携带 B 或 N 基因个体改变其信奉该大学精神文化(由信奉群体 b 进入不信奉群体 n)的概率, $s_j^n (j = B, N)$ 是携带 B 或 N 基因个体由不信奉其大学精神文化转为信奉的概率。 $X_j^b (j = B, N)$ 为携带基因 B 或 N 人群信奉该大学精神文化的人数, $X_j^n (j = B, N)$ 为携带 B 或 N 基因人群不信奉该大学精神文化的人数。所以携带 B 或 N 基因信奉大学精神文化的人数的演化方程为

$$\begin{cases} X_B^b(t+1) = (1-s_B^b)c_b X_B^b(t) + s_B^n c_n X_B^n(t) \\ X_B^n(t+1) = s_B^b c_b X_B^b(t) + (1-s_B^n)c_n X_B^n(t) \\ X_N^b(t+1) = (1-s_N^b)c_b X_N^b(t) + s_N^n c_n X_N^n(t) \\ X_N^n(t+1) = s_N^b c_b X_N^b(t) + (1-s_N^n)c_n X_N^n(t) \end{cases} \quad (1)$$

则不同人群所占比例为:

$$p_j^i(t) = \frac{X_j^i(t)}{\sum_{m,l} X_m^l(t)} (l, i = b, n; m, j = B, N) \quad (2)$$

对方程(1)限制人数的总数, 做归一化处理, 并假设 $a = s_B^b, b = s_B^n, c = s_N^b, d = s_N^n$ 。根据假设有 $0 < a, b, c, d < 1$, 并令, $\mu = c_b/c_n$ 。即将方程(2)带入(1), 即有方程(3):

$$\begin{cases} \phi(t) p_B^b(t+1) = (1-a)\mu p_B^b(t) + b p_B^n(t) \\ \phi(t) p_B^n(t+1) = a\mu p_B^b(t) + (1-b) p_B^n(t) \\ \phi(t) p_N^b(t+1) = (1-c)\mu p_N^b(t) + d p_N^n(t) \\ \phi(t) p_N^n(t+1) = c\mu p_N^b(t) + (1-d) p_N^n(t) \end{cases} \quad (3)$$

其中 $\phi(t)$ 为保证 $\sum p_j^i(t+1) = 1$ 的调节因子。

2.2. 演化模型性质

定义两正矩阵

$$\begin{aligned} A_B &= \begin{bmatrix} (1-a)\mu & b \\ a\mu & (1-b) \end{bmatrix} \\ A_N &= \begin{bmatrix} (1-c)\mu & d \\ c\mu & (1-d) \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (4)$$

并假设 ϕ_B 和 ϕ_N 分别其最大特征根, 则由马尔科夫链经典理论^[12]可导出:

定理 1 设 $\phi_B > \phi_N$, $p_B(0) = p_B^b(0) + p_B^n(0) > 0$, 则

$$\begin{aligned} \lim_{t \rightarrow \infty} p_B^b(t) &= \hat{p}_B^b > 0 \\ \lim_{t \rightarrow \infty} p_B^n(t) &= \hat{p}_B^n > 0 \\ \lim_{t \rightarrow \infty} p_N^b(t) &= 0 \\ \lim_{t \rightarrow \infty} p_N^n(t) &= 0 \\ \lim_{t \rightarrow \infty} p_B &= p_B^b(t) + p_B^n(t) = \hat{p}_B^b + \hat{p}_B^n = 1 \end{aligned} \quad (5)$$

其中

$$[\phi_B I - A_B] \begin{bmatrix} \hat{p}_B^b \\ \hat{p}_B^n \end{bmatrix} = 0 \quad (6)$$

定理 2 若 $(c > a$ 且 $b > d)$ 或 $(c > a$ 且 $b = d)$ 或 $(c = a$ 且 $b > d)$, 并且 $c_b > c_n$, 则

$$\phi_B > \phi_N \quad (7)$$

证明: 求解矩阵(4)的特征根, 其最大根为:

$$\phi_B = \frac{(1-a)\mu + (1-b) + \sqrt{((1-a)\mu + (1-b))^2 + 4(a+b-1)\mu}}{2} \quad (8)$$

$$\phi_N = \frac{(1-c)\mu + (1-d) + \sqrt{((1-c)\mu + (1-d))^2 + 4(c+d-1)\mu}}{2}$$

令

$$\begin{aligned} L &= (1-a)\mu + (1-b) \\ M &= (1-c)\mu + (1-d) \\ P &= L^2 + 4(a+b-1)\mu \\ Q &= M^2 + 4(c+d-1)\mu \end{aligned} \quad (9)$$

则

$$\begin{aligned} 2\phi_B &= L + \sqrt{P} \\ 2\phi_N &= M + \sqrt{Q} \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \phi_B}{\partial \mu} &= \frac{(1-a)\phi_B + a + b - 1}{2\phi_B - (1-a)\mu - (1-b)} \\ \frac{\partial \phi_N}{\partial \mu} &= \frac{(1-c)\phi_N + c + d - 1}{2\phi_N - (1-c)\mu - (1-d)} \end{aligned} \quad (11)$$

定义函数 $g(\mu) = 2\phi_B(\mu) - 2\phi_N(\mu)$, 有 $g(1) = 0$ 。

$$g'(1) = 2 \left(\frac{\partial \phi_B}{\partial \mu}(1) - \frac{\partial \phi_N}{\partial \mu}(1) \right) = 2 \left(\frac{1}{1 + \frac{a}{b}} - \frac{1}{1 + \frac{c}{d}} \right) \quad (12)$$

由所给条件有 $c/d > a/b > 0$, 则有 $g'(1) > 1$, 则存在 $\varepsilon > 0$, 使得 $\mu \in (1, 1 + \varepsilon]$ 时, $g(\mu) > 0$ 。当 $\mu \gg 1$ 时, 有

$$\begin{aligned} \phi_B &= (1-a)\mu + \frac{ab}{1-a} + \text{order}(\mu^{-1}) \\ \phi_N &= (1-c)\mu + \frac{cd}{1-c} + \text{order}(\mu^{-1}) \end{aligned} \quad (13)$$

即有 $\lim_{\mu \rightarrow \infty} (\phi_B - \phi_N) > 0$, 令

$$g(\mu) = L - M + \sqrt{P} - \sqrt{Q}。$$

若 $g(\mu) = 0$, 即有 $L - M + \sqrt{P} = \sqrt{Q}$, 两边平方后, 即

$$(L - M)^2 + P - Q = -2(L - M)\sqrt{P} \quad (14)$$

$$f(\mu) = \left[(L - M)^2 + (P - Q) \right]^2 - 4(L - M)^2 P \quad (15)$$

若 $g(\mu) = 0$, 必有 $f(\mu) = 0$, 即 $f(\mu) = 0$ 方程解包含了 $g(\mu) = 0$ 方程的解。进一步令

$$f(\mu) = a_4\mu^4 + a_3\mu^3 + a_2\mu^2 + a_1\mu + a_0 \quad (16)$$

因 $g(0) = 0$, $g(1) = 0$, 即有 $a_0 = 0, a_4 = 0$ 。

当 $a = c$ 时, 可以知道 $f(\mu)$ 为二次函数。所以 $f(\mu) = a_2\mu(\mu - 1)$ 。

当 $(c > a \& b > d)$ or $(c > a \& b = d)$, 则 $f(\mu) = a_3\mu(\mu - 1)(\mu - \alpha)$ 。因为 α 也可能使得 $g(\alpha) = 0$, 由于 $g(1 + \varepsilon) > 0$, $g(+\infty) > 0$, 根据函数 $g(\mu)$ 的连续性, 若 $\alpha > 1$, 则 $\mu \in (1, \alpha)$ 和 $\mu \in (\alpha, \infty)$ 均有 $g(\mu) > 0$ 。所以 $\alpha > 1$ 的概率接近零。

证毕。

在假定其他条件下, 可进一步研究其它特性。

3. 演化模型仿真

取初始条件 $p_B^b(0) = 0.005$, $p_N^b(0) = 0$, $p_B^n = 0$, $p_N^n = 0.995$ 转换概率 $a = s_B^b = 0.3$, $b = s_B^n = 0.004$, $c = s_N^b = 0.4$, $d = s_N^n = 0.003$ 并满足 $c > a$ 和 $b > d$ 条件。仿真结果如表 1 和表 2 所示, p_B^b 和 p_B 随着传承代数的增加, 趋于稳态值, 并且 p_B 趋于 1, 与理论证明结果一致, 证明模型有助于分析问题。将 $\mu = c_b/c_n$ 不同值情景, p_B^b 的变化趋势画在同一张图上, 如图 2 所示。

从表 1、表 2 和图 2 可以进一步分析仿真结果:

1) $\mu = c_b/c_n$ 越大, 表明大学倡导其精神文化的强度越大, 对信奉该大学精神文化的学生影响力越大, 信奉其大学精神文化的人数比例增长得越快, 达到的稳定值也越大。形成其大学精神文化的所需的

Table 1. p_B^b value with the generations elapsed

表 1. p_B^b 随代数的变化趋势

c_b/c_n	generations elapsed					
	0	10	20	100	500	5000
4.0	0.0050	0.5361	0.5861	0.6009	0.6009	0.6009
2.0	0.0050	0.0933	0.3063	0.4059	0.4059	0.4059
1.5	0.0050	0.0080	0.0131	0.1327	0.1466	0.1466
1.3	0.0050	0.0021	0.0012	0.0014	0.0157	0.0380
1.1	0.0050	0.0005	0.0001	0.0001	0.0002	0.0052

Table 2. p_B value with the generations elapsed
表 2. p_B 随代数的变化趋势

c_b/c_n	generations elapsed					
	0	10	20	100	500	5000
4.0	0.0050	0.8921	0.9754	1.0000	1.0000	1.0000
2.0	0.0050	0.2258	0.7544	1.0000	1.0000	1.0000
1.5	0.0050	0.0342	0.0758	0.9052	1.0000	1.0000
1.3	0.0050	0.0149	0.0189	0.0357	0.4136	1.0000
1.1	0.0050	0.0070	0.0072	0.0077	0.0106	0.0402

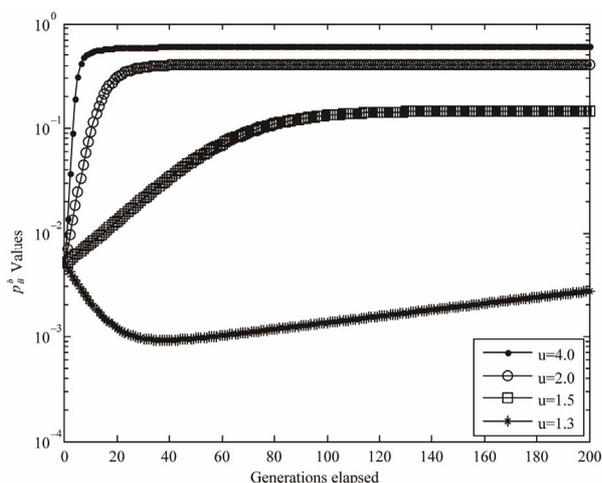


Figure 2. p_B value with different $\mu = c_b/c_n$
图 2. p_B 在不同的 $\mu = c_b/c_n$ 变化趋势图

代数越少。

2) $\mu = c_b/c_n$ 接近 1 时, 信奉其大学精神文化的人数比例增长得非常慢, 需要非常多的代数如近百代的努力才能趋于稳定, 而且稳定值也很小。

3) 进一步推理, 可以认为“适应世俗”的大学精神文化, 获得社会的承认, 可以快速成长; “追求理想信念”的大学精神文化, 如果由社会认可的名师来推动, $\mu = c_b/c_n$ 将很大, 也必然会成功。否则, 这种追求要付出过大的代价, 有可能导致办学失败。

4) 仿真只选取了有限参数的变化, 主要验证理论推导的结果, 更多参数的变化, 值得进一步研究。

4. 结束语

本文构建了大学精神文化演化的模型, 体现了具

有信仰基因 B 的个体对大学精神文化接受和传承的不同概率, 也考虑了在宣扬大学精神文化时, 不同人群接受的强度或反应的效果是不同的。从而模型既考虑的社会遗传的作用, 也考虑个体在大学受教育期间思想的变迁: 接受或不接受该大学精神文化。结合实际, 假定了某些可能的情景, 推导了有意义的结论。如果具有信仰基因 B , 在接受大学精神文化的群体, 只要所推行大学精神文化的效果远大于不接受该大学精神文化的群体, 则经过十几届学生的努力, 必然会形成该大学特有的精神文化。模型相对简单, 有助于理论推导一些结果, 分析一些现象。更复杂的情景, 还需要进一步研究。

5. 致谢

感谢国家自然科学基金(60674054)、江西省自然科学基金项目(2010GZC0090)和江西省教改项目(jxjg-12-6-15)资助。

参考文献 (References)

- [1] 陈立媛. 建构人文精神提升大学文化力[J]. 社科纵横, 2012, 27(4): 137-138.
- [2] 薛进文. 培育南开特色的大学精神[J]. 求是, 2012, 6: 29-30.
- [3] 张江, 李学伟. 人工社会——基于 Agent 的社会学仿真[J]. 系统工程, 2005, 23(1): 13-19.
- [4] J. W. Dow. Is religion an evolutionary adaptation. Journal of Artificial Societies and Social Simulation, 2008, 11(2): 2.
- [5] J. Doran. Simulating collective misbelief. Journal of Artificial Societies and Social Simulation, 1998, 1(1): 3.
- [6] J. W. Dow. The evolution of religion: Three anthropological approaches. Method and Theory in the Study of Religion, 2006, 18(1): 67-91.
- [7] P. J. Richerson, R. Boyd and J. Henrich. Gene-culture coevolution in the age of genomics. Proceedings of the National Academy of Sciences (USA), 2010, 107(Supple. 2): 8985-8992.
- [8] R. Boyd, P. J. Richerson. Transmission coupling mechanisms: Cultural group selection. Philosophical Transactions of the Royal Society (B), 2010, 365(1559): 3787-3795.
- [9] R. A. Rappaport. Ritual and religion in the making of humanity. New York: Cambridge University Press, 1999.
- [10] Sosis R. The adaptive value of religious ritual. American Scientist, 2004, 92(2): 166-172.
- [11] 邱晓红, 邱晓辉. 基于 Agent 大学精神文化形成机制仿真研究[J]. 江西农业大学学报(社科版), 2009, 8(4): 128-133.
- [12] 矫希国. 马尔柯夫转移概率矩阵序列的收敛性[J]. 长春地质学院学报, 1993, 23(2): 230-233.