

# 博弈均衡理论与算法在人才培养模型中的应用

曹黎侠

(西安工业大学, 陕西 西安 710032)

**摘要:** 为了适应社会的需求及就业市场的变化,为人才的培养模式提供科学的定量化的方法。以就业为导向,通过对人才的培养与社会的需求进行博弈分析,并针对就业为小康型的群体,建立了人才培养模式的博弈模型;最后运用博弈论均衡理论,开发出该模型的求解算法。在学校培养和社会需求的限定条件下,温饱型就业者会随机选择学习消耗函数最小值的培养模式;小康型就业者培养模式的选择和社会努力水平在点  $(p^*, e^*)$  双方达到了博弈均衡,保证了最低收益。通过算法示例及对博弈模型结果的分析,说明了该模型和求解算法是科学可行的、有效的,对各种人才的培养均有一定的借鉴意义。

**关键词:** 博弈论;人才培养;纳什均衡

中图分类号: O225

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2013)01-0234-03

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2013.01.057

## Application of Game Theory and Algorithm for Talent Training Model

CAO Li-xia

(Xi'an Technological University, Xi'an 710032, China)

**Abstract:** To meet the needs of society and job markets, there has provided a scientific quantitative approach for the talents training mode. It makes a game analysis between the talents training of universities and social needs with employment-oriented, and creates a universities students training mode's game model. Finally using equilibrium theory of game theory develops an algorithm of the model. The solution shows that within the constraints of universities' cultivation and job markets' needs, the would-be adequately-fed employers tend to adopt randomly the training pattern involving students' minimum energy consumption; the potential fairly well-off employers' choice of the raising pattern and the society's effort level meet the balance in game at the point  $(p^*, e^*)$ , guarantee a minimum income. Algorithm example results show that the model is scientific, feasible and effective, there is a certain reference for the talents training of different kinds.

**Key words:** game theory; talent training; Nash equilibrium

## 0 引言

为了适应社会的需求及就业市场的变化,越来越多高校的人才培养模式走向了多元化<sup>[1,2]</sup>,即创新型、应用型和普通型的培养并存。遗憾的是这些改革与探索大多是根据社会的统计数据及定性研究而作的决策<sup>[3]</sup>,没有定量化的结果。文中将从定量的角度,以就业为导向,根据社会对创新型、应用型和普通型人才的需求,给出高校人才培养的博弈分析<sup>[4-7]</sup>,建立了小康型就业者培养的博弈模型,并通过算法求出模型的纳什均衡解。希望能为高校和大学生提供一些合理的建议和有益的借鉴。

## 1 高校人才的培养与社会需求的博弈

假定高校对人才的培养,有创新型、应用型和普通型三种培养模式,每一时期社会对创新型、应用型和普通型人才的需求也各有不同。在下一时期社会对三种人才的需求不太清楚,据往年的经验不同情况下学校的收益如表1所示,其中  $c_{ij}, i, j=1, 2, 3$  表示高校以第  $i$  种培养模式进行人才的培养,而社会需求第  $j$  种人才时高校的收益。

这就形成了“高校”与“社会”的二人零和博弈,表1中的数值是局中人“高校”的收益矩阵  $A$ 。使用线性规划方法<sup>[8]</sup>可求得矩阵博弈的纳什均衡点  $(x^*, y^*)$  和博弈值  $v(G)$ 。其中  $x^* = (x_1^*, x_2^*, x_3^*)$  为高校的安全策略,即高校分别以  $x_1^*, x_2^*, x_3^*$  的比例选择学生进行普通型、创新型、应用型的培养模式,保证最低收益为  $v(G)$ ;  $y^* = (y_1^*, y_2^*, y_3^*)$  为社会对三种人才的最佳需求。

收稿日期: 2012-04-27; 修回日期: 2012-07-29

基金项目: 陕西省教育科学计划项目自然专项(09JK480)

作者简介: 曹黎侠(1971-),女,陕西西安人,副教授,研究方向为运筹学与控制论、管理决策分析及优化算法等。

		社会		
		普通型	创新型	应用型
高校	普通型	$c_{11}$	$c_{12}$	$c_{13}$
	创新型	$c_{21}$	$c_{22}$	$c_{23}$
	应用型	$c_{31}$	$c_{32}$	$c_{33}$

2 以就业为导向大学生培养模式博弈模型

目前,大学生就业层次高与就业困难现象同时并存。对于不同的毕业生要求不同,因此可以将其分为温饱型和小康型<sup>[3]</sup>。对于温饱型的毕业生,因为只要有份工作就行,所以他们不计收益,通常会随机地选择学生学习消耗最小的培养模式;对于小康型的毕业生,文中将在高校人才的培养与社会需求的上述博弈结果限定之下,建立大学生选择培养模式的博弈模型。

为讨论问题方便,现在引入以下符号:  
 $e$ , 社会努力水平,为决策变量,  $0 \leq e \leq 1$ ;  
 $p_1$ , 学生选择普通型模式的概率,为决策变量;  
 $p_2$ , 学生选择创新型模式的概率,为决策变量;  
 $p_3$ , 学生选择应用型模式的概率,且  $p_3 = 1 - p_1 - p_2$ ;  
 $U_1, U_2, U_3$ , 普通型、创新型、应用型人才为社会创造的财富,为常量;  
 $V_1, V_2, V_3$ , 社会提供给普通型、创新型、应用型人才的精神和物质的财富收益,为常量;

$\alpha(e)$ , 社会惩罚函数,是努力水平  $e$  的函数;  
 $r(p_1, p_2, e)$ , 社会对人才的预支付总费用函数;  
 $z(p_1, p_2, e)$ , 学生学习消耗函数。  
其中  $\alpha(e)$  满足下列性质  
①  $0 < \alpha(e) < 1$ ;  
②  $\alpha'(e) > 0$ ;  
③  $\alpha''(e) < 0$ 。  
 $r(p_1, p_2, e)$  关于变量  $e$  满足下列性质:

①  $\frac{\partial}{\partial e}r(p_1, p_2, e) > 0$ ;  
②  $\frac{\partial^2}{\partial e^2}r(p_1, p_2, e) \geq 0$ 。  
 $z(p_1, p_2, e)$  关于变量  $e$  偏导数存在、关于  $p_1$  和  $p_2$  满足下列性质:

①  $\frac{\partial}{\partial p_1}z(p_1, p_2, e) > 0, \frac{\partial}{\partial p_2}z(p_1, p_2, e) > 0$ ;  
②  $\frac{\partial^2}{\partial p_1^2}z(p_1, p_2, e) \geq 0, \frac{\partial^2}{\partial p_2^2}z(p_1, p_2, e) \geq 0$ 。

2.1 博弈模型的建立

现在建立以社会努力水平和学生对培养模式选择的概率为决策变量的博弈模型。

(1) 模型的局中人有二个,为大学生和社会;

(2) 局中人“大学生”的策略为三维向量  $(p_1, p_2, 1 - p_1 - p_2)$ , 策略集为  $[0, 1] \times [0, 1] \times [0, 1]$ , 局中人“社会”的策略为一维向量  $e$ , 策略集为  $[0, 1]$ ;

(3) 局中人“社会”的效益函数为  
$$f(p_1, p_2, e) = \alpha(e) \left( \sum_{i=1}^3 U_i y_i^* \right) - r(p_1, p_2, e) \quad (1)$$
  
局中人“大学生”的效益函数为  
$$g(p_1, p_2, e) = \sum_{i=1}^3 (V_i \cdot x_i^* \cdot y_i^* \cdot p_i) - z(p_1, p_2, e) \quad (2)$$

该模型是局中人大学生与社会,二人无限策略下的博弈模型。

2.2 博弈模型的求解

由于两个局中人的策略集均为非空的紧凸集,效益函数均在  $[0, 1] \times [0, 1] \times [0, 1] \times [0, 1]$  上连续,且(1)式关于  $e$  是拟凹函数、(2)式关于  $p_1$  和  $p_2$  是拟凹函数,所以该模型的纳什均衡解存在我们<sup>[9~12]</sup>。

采取以下的算法求解:  
(1) 给(1)式两边关于  $e$  求偏导,得到努力水平  $e$  需满足条件

$$\alpha'(e) \left( \sum_{i=1}^3 U_i y_i^* \right) = \frac{\partial}{\partial e}r(p_1, p_2, e) \quad (3)$$

(2) 由式(3)得到  
 $e = \varphi(p_1, p_2) \quad (4)$

(3) 将式(4)代入局中人“大学生”的效益函数  
$$g(p_1, p_2, \varphi(p_1, p_2)) = \sum_{i=1}^3 (V_i \cdot x_i^* \cdot y_i^* \cdot p_i) - z(p_1, p_2, \varphi(p_1, p_2)) \quad (5)$$

(4) 求式(5)的极值点,由  
$$\begin{cases} V_1 x_1^* y_1^* - V_3 x_3^* y_3^* = z'_1 + z'_3 \frac{\partial}{\partial p_1} \varphi(p_1, p_2) \\ V_2 x_2^* y_2^* - V_3 x_3^* y_3^* = z'_2 + z'_3 \frac{\partial}{\partial p_2} \varphi(p_1, p_2) \end{cases} \quad (6)$$

得  $(p_1^*, p_2^*)$ ;  
(5) 将  $(p_1^*, p_2^*)$  代入式(4)得  $e^*$ 。

以上的算法步骤中,如果第(2)步不易得到解析表达式(4)式,可将步骤(2)修正为:

由式(3)直接求解  $\frac{\partial e}{\partial p_1}, \frac{\partial e}{\partial p_2}$ , 转入第(4)步,将  $\frac{\partial e}{\partial p_1}$ ,

$\frac{\partial e}{\partial p_2}$  代入式(7)

$$\begin{cases} V_1 x_1^* y_1^* - V_3 x_3^* y_3^* = z'_1 + z'_3 \frac{\partial e}{\partial p_1} \\ V_2 x_2^* y_2^* - V_3 x_3^* y_3^* = z'_2 + z'_3 \frac{\partial e}{\partial p_2} \end{cases} \quad (7)$$

由(7)得  $(p_1^*, p_2^*)$ ;  
显然,由以上的算法步骤所得到的  $(p^*, e^*)$  为博

弈的纳什均衡点,其中

$$p^* = (p_1^*, p_2^*, 1 - p_1^* - p_2^*)$$

### 2.3 模型与算法分析

由模型的求解步骤,可以得出:以社会努力水平和学生对培养模式选择的概率为决策变量的博弈模型,纯策略纳什均衡解是存在的。该算法所得到的纳什均衡解是精确最优解。该算法步骤(2)的修正,避免了式(3)比较复杂时不易得到解析表达式(4)式的弊端,增强了算法适应的广泛性。

但算法的不足之处也很明显,当解析函数是分段函数时,计算最优解比较麻烦。

此外,该模型的效益函数与高校的安全策略  $x^* = (x_1^*, x_2^*, x_3^*)$ , 以及社会对三种人才的最佳需求  $y^* = (y_1^*, y_2^*, y_3^*)$  有关,而这些指标是根据往年的统计资料所求的数据,与未来的实际情况可能会有些出入。模型合乎实际的情况需要对统计资料进行科学的分析与预测。

## 3 算法示例

以某一高校进行仿真试验,取高校支付的矩阵

$$A = \begin{pmatrix} 6 & 2 & 2 \\ 2 & 8 & 2 \\ 2 & 2 & 10 \end{pmatrix};$$

$$U_1 = 1, U_2 = 6, U_3 = 4, V_1 = 1, V_2 = 3, V_3 = 2;$$

给出满足上述要求的函数

$$\alpha(e) = \frac{e}{e+1}$$

$$r(p_1, p_2, e) = (e+1) \left( \sum_{i=1}^3 V_i p_i \right)$$

$$z(p_1, p_2, e) = \left( \sum_{i=1}^3 V_i p_i^2 \right) (e+1)^2$$

通过上述算法,运行结果为:

$$x^* = (0.4615, 0.3077, 0.2308), y^* = (0.4625, 0.3080, 0.2295);$$

$$p^* = (0.5481, 0.1902, 0.2617), e^* = 0.4913。$$

结果显示:学校对学生中的 46.15%、30.77%、23.08% 分别进行普通型、创新型、应用型的人才培养模式,保证最低收益  $v(G) = 3.846$ ;就业为小康型的学生群体,以  $(0.5481, 0.1902, 0.2617)$  的概率选择普通型、创新型、应用型的人才培养模式,而社会以 0.4913 的努力水平,双方达到了博弈均衡。

## 4 结束语

学生培养模式的研究,一直是教育学家和高校决策者研究的热点问题。学生培养模式的改革,是为了更好地适应时代对人才的需求。文中以就业为导向,针对目前高校创新型培养模式、应用型培养模式、普通型培养模式共存的现象,对高校人才的培养与社会的需求进行了博弈分析,给出了定量性的结果。

文中运用博弈论均衡理论及最优化方法,建立了以就业为导向的大学生培养模式的博弈模型,并给出模型的求解算法。算法示例结果表明,在学校培养和社会需求的限定条件下,温饱型就业者会随机选择学习消耗函数最小值的培养模式;小康型就业者培养模式的选择和社会努力水平在点  $(p^*, e^*)$  达到了均衡,该均衡点随着  $U_1, U_2, U_3$  和  $V_1, V_2, V_3$  的取值不同而变化。

### 参考文献:

- [1] 高雪莲. 国外创新型人才培养模式对我国高等教育改革的启示[J]. 高等农业教育, 2007(1): 85-87.
- [2] 王川龙, 宋儒瑛. 论高师院校数学课程"3+1"培养模式[J]. 太原师范学院学报(社会科学版), 2007, 6(1): 161-162.
- [3] 黄可, 雷晓春. 基于博弈论视角的大学生就业问题的研究与对策[J]. 教育科学, 2010(1): 184-185.
- [4] Glicksberg L L. A Further Generalization of the Kakutani Fixed Point Theory with Application to Nash Equilibrium Point[J]. Proc. of Amer. Math. Soc., 1952, 3(1): 170-174.
- [5] Nash J. Two-person cooperative games[J]. Econometrica, 1953, 21(1): 128-140.
- [6] Nash J. The Bargaining Problem[J]. Econometrica, 1950, 18(2): 155-162.
- [7] Nash J. Equilibrium points in n-person games[J]. Proc. Natl. Acad. Sci, 1950, 36(1): 48-49.
- [8] 汪贤裕, 肖玉明. 博弈论及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2008: 52-54.
- [9] 张怡, 刘高嵩, 李章华, 等. 基于博弈论的 P2P 系统分析[J]. 计算机技术与发展, 2007, 17(8): 26-28.
- [10] 徐松. 风险投资中的博弈论模型[D]. 天津: 天津大学, 2007.
- [11] 于加尚. 连续博弈中的混合策略性质和它的均衡[D]. 北京: 首都师范大学, 2007.
- [12] 刘伟兵, 王先甲. 进化博弈决策机制设计综述[J]. 运筹与管理, 2008, 17(1): 84-87.

# 博弈均衡理论与算法在人才培养模型中的应用

作者: [曹黎侠](#)  
作者单位: [西安工业大学, 陕西 西安 710032](#)  
刊名: [计算机技术与发展](#)  
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)  
年, 卷(期): 2013(1)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_wjfz201301059.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201301059.aspx)