

一类真值表与统计相结合的研究方法

王树西¹ 夏增艳²

(对外经济贸易大学信息学院 北京 100029)¹ (北京邮电大学民族教育学院 北京 102209)²

摘要 从人力资源管理的实际问题出发,创新性地提出了真值表与统计相结合的研究方法,利用真值表计算员工激励模型正确性概率,从而判定员工激励模型的逻辑正确性。在分析国内外相关研究工作的基础上,给出一类通用的算法,并进行了算法实验。算法实验结果表明,这类真值表与统计相结合的研究方法,从新的研究视角判定了假设模型的逻辑正确性,具有普遍的研究意义和实用价值。对“真值表+统计”的新研究思路进行了探索。

关键词 真值表方法,统计方法,假设模型,逻辑正确性,正确性概率

中图分类号 TP392 **文献标识码** A

Research Method Combining Both True Table and Statistics

WANG Shu-xi¹ XIA Zeng-yan²

(School of Information Technology & Management, University of International Business and Economics, Beijing 100029, China)¹

(National Institute of Education, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 102209, China)²

Abstract Starting from a practical problem of human resource management, this paper innovatively proposed a research method combining both true table and statistics. Through calculating the correctness probability of employee incentive model by using truth table, thereby we judged the logical correctness of employee incentive model. Based on above work, we proposed a generic algorithm and did experiments. Experimental results show that, this research method combining both true table and statistics has widespread research significance and practical value, and is able to judge the logical correctness of hypothetical model and pioneer a new research idea: “True Table+Statistical”.

Keywords Truth table method, Statistical method, Hypothetical model, Logical correctness, Correctness probability

1 引言

统计方法是常用的研究方法,数理逻辑也是常用的研究方法,很多实际问题需要借助数理逻辑的方法解决。在数理逻辑中,往往通过真值表计算命题公式的逻辑值、判定复合命题之间的逻辑等值关系。

为了解决人力资源管理中的某实际问题,提出一个员工激励模型。为了判定这个员工激励模型的逻辑正确性,创新性地提出真值表与统计相结合的研究方法。通过对真值表进行统计,计算员工激励模型的正确性概率,从而判定员工激励模型的逻辑正确性。

在此基础上给出一类通用的算法,通过真值表计算假设模型的正确性概率,从而判定假设模型的逻辑正确性,并进行了算法实验。实验结果表明,这类真值表与统计相结合的研究方法,从新视角判定假设模型的逻辑正确性,具有普遍的研究意义和实用价值,从而开创了一种新的研究思路,也是本文的创新点。

本文从人力资源管理中的问题出发,提出了真值表与统计相结合的研究方法,解决了人力资源管理中的员工激励模型问题。综述国内外对假设模型的研究现状,梳理了国内外对真值表的研究现状。本文在上述工作的基础上给出一类通

用的算法,进行了实验,对实验结果进行了分析,最后提出下一步的工作方向。

2 一个实际问题及解决方法

在人力资源管理研究过程中,遇到如下实际问题:在现有统计数据的基础上,对员工激励的各种因素进行分析,提出若干假设,建立一个员工激励模型。

这些假设不是独立的,而是相互交叉、互相关联、相互制约的。所以对于根据这些假设形成的员工激励模型,必须检验其逻辑正确性。也就是说,提出的员工激励模型有可能在逻辑上是不成立的,必须首先验证这个模型的逻辑正确性(这个模型从逻辑上是不矛盾的),然后才能进行下一步的研究。

2.1 问题描述:员工激励模型

根据统计结果(通过调查问卷、访谈等方式获得)进行分析,在人力资源管理中,员工的工作表现(Job Performance)包括2方面的内容:

- (1)创新性(Innovativeness);
- (2)服从纪律性(Constraint Adherence)。

决定员工工作表现的因素有很多,主要包括3方面:

- (1)关系冲突(Relationship conflict);
- (2)任务冲突(Task conflict);

本文受对外经济贸易大学“信息学院基金”项目(13YBLG02, X12511)资助。

王树西(1976-),男,博士,讲师,主要研究方向为商务智能等, E-mail: wangshuxi2006@sina.com; 夏增艳(1979-),女,硕士,讲师,主要研究方向为数据分析。

(3) 晋升标准(Criteria for Promotion), 这个相对来说比较绝对(Relative-Absolute)。

根据已有统计结果, 提出以下 4 个假设:

(1) 假设 1(Hypotheses 1)

H1a: 关系冲突(Relationship conflict), 会对员工工作表现(job performance)中的创新性因素(Innovativeness)产生负面的影响(-)。

形式化表示为 H1a: Relationship conflict → Innovativeness of job performance(-)。

H1b: 关系冲突(Relationship conflict), 会对员工工作表现(job performance)中的服从纪律性(Constraint Adherence)产生负面的影响(-)。

形式化表示为 H1b: Relationship conflict → Constraint Adherence of job performance(-)。

(2) 假设 2(Hypotheses 2)

H2a: 任务冲突(Task conflict), 对员工工作表现(job performance)中的创新性因素(Innovativeness)没有影响(Null)。

形式化表示为 H2a: Task conflict → Innovativeness of job performance(Null)。

H2b: 任务冲突(Task conflict), 对员工工作表现(job performance)中的服从纪律性因素(Constraint Adherence)产生负面的影响(-)。

形式化表示为 H2b: Task conflict → Constraint Adherence of job performance(-)。

(3) 假设 3(Hypotheses 3)

H3a: 晋升标准(Criteria for Promotion)与关系冲突(Relationship conflict), 这两种因素合起来, 将对员工工作表现(job performance)中的创新性因素(Innovativeness)产生正面的影响(+)

形式化表示为 H3a: Criteria for Promotion * Relationship conflict → Innovativeness of job performance(+)

H3b: 晋升标准(Criteria for Promotion)与关系冲突(Relationship conflict), 这两种因素合起来, 将对员工工作表现(job performance)中的服从纪律性因素(Constraint Adherence), 产生正面的影响(+)

形式化表示为 H3b: Criteria for Promotion * Relationship conflict → Constraint Adherence of job performance(+)

(4) 假设 4(Hypotheses 4)

H4a: 晋升标准(Criteria for Promotion)与任务冲突(Task conflict), 这两种因素合起来, 将对员工工作表现(job performance)中的创新性因素(Innovativeness)产生负面的影响(-)。

形式化表示为 H4a: Criteria for Promotion * Task conflict → Innovativeness of job performance(-)。

H4b: 晋升标准(Criteria for Promotion)与任务冲突(Task conflict), 这两种因素合起来, 将对员工工作表现(job performance)中的服从纪律性因素(Constraint Adherence)产生负面的影响(-)。

形式化表示为 H4b: Criteria for Promotion * Task conflict → Constraint Adherence of job performance(-)。

根据上述假设(H1a, H1b, H2a, H2b, H3a, H3b, H4a, H4b), 建立一个员工激励模型, 如图 1 所示。

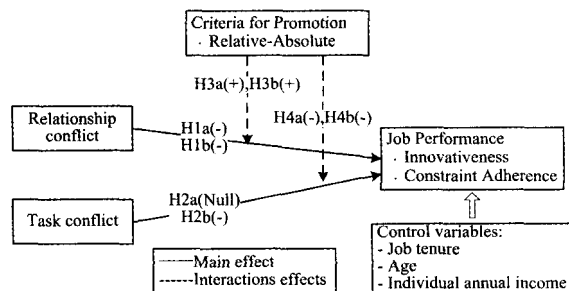


图 1 人力资源管理中的员工激励模型

2.2 问题解决思路

从图 1(人力资源管理中的员工激励模型)可以看出, 4 个大的假设(H1, H2, H3, H4)以及 8 个子假设(H1a, H1b, H2a, H2b, H3a, H3b, H4a, H4b)并不是独立存在的, 而是有各种关联和制约。因此, 图 1 所示的员工激励模型有可能存在逻辑错误。必须判断该员工激励模型的逻辑正确性, 然后才能进行下一步的研究工作。也就是说, 如果这个员工激励模型存在逻辑错误, 那么必须调整这个员工激励模型, 直到该员工激励模型的逻辑正确性符合要求为止。

如何判断这个员工激励模型的逻辑正确性? 我们通过数理逻辑的方法判断。用数理逻辑的方法来判断员工激励模型是否为重言式, 一般有 4 个办法:

- (1) 真值表法。
- (2) 等值演算法。
- (3) 主析取范式法。
- (4) 构造证明法。

我们采用真值表方法解决这个问题, 判断这个员工激励模型的逻辑正确性。也就是说, 将这个模型形式化为一个命题公式, 并用穷举法进行赋值, 得到这个模型的真值表。

(1) 如果这个真值表的逻辑值在各种赋值下都为 1, 也就是这个模型对应的命题公式为永真式(重言式), 那么这个模型在逻辑上是完全正确的。

(2) 如果这个真值表的逻辑值在各种赋值下都为 0, 也就是这个模型对应的命题公式为永假式, 那么这个模型在逻辑上是完全错误的、不成立的。

(3) 如果这个真值表的逻辑值在某些赋值下为 0, 某些赋值下为 1, 那么这个模型对应的命题公式为可满足式, 这种情况最常见, 也最复杂。统计真值表中成真赋值的个数, 并计算出成真赋值在所有赋值中所占的百分比。如果百分比大于一个阈值, 那么这个模型在逻辑上虽然不是完全正确, 但仍然是可取的; 否则这个模型在逻辑上是不可取的, 必须重新修改模型。

根据上述思路判断人力资源管理中的员工激励模型(见图 1)的逻辑正确性。

2.3 问题变量符号化

将上述人力资源管理中的员工激励模型进行形式化, 分别用不同的符号表示各种基本元素。

- RC: Relationship conflict
- IJP: Innovativeness of job performance(+)
- ¬ IJP: Innovativeness of job performance(-)
- CAJP: Constraint Adherence of job performance(+)
- ¬ CAJP: Constraint Adherence of job performance(-)
- TC: Task conflict

CP:Criteria for Promotion

也就是说,

RC 表示关系冲突(Relationship conflict);

IJP 表示员工工作表现(job performance)中创新性因素(Innovativeness)的正面影响(+);

\neg IJP 表示员工工作表现(job performance)中创新性因素(Innovativeness)的负面影响(-);

CAJP 表示员工工作表现(job performance)中晋升标准(Criteria for Promotion)的正面影响(+);

\neg CAJP 表示员工工作表现(job performance)中晋升标准(Criteria for Promotion)的负面影响(-);

TC 表示任务冲突;

CP 表示晋升标准。

2.4 命题公式形式化

将员工激励模型中的推理规则进行形式化,共有 7 条命题公式,列举如下:

(1) $RC \rightarrow \neg IJP$

(2) $RC \rightarrow \neg CAJP$

(3) $TC \rightarrow \neg CAJP$

(4) $CP \wedge RC \rightarrow IJP$

(5) $CP \wedge RC \rightarrow CAJP$

(6) $CP \wedge TC \rightarrow \neg IJP$

(7) $CP \wedge TC \rightarrow \neg CAJP$

(1) 表示 H1a: Relationship conflict \rightarrow Innovativeness of job performance(-)。

(2) 表示 H1b: Relationship conflict \rightarrow Constraint Adherence of job performance(-)。

(3) 表示 H2b: Task conflict \rightarrow Constraint Adherence of job performance(-)。

(4) 表示 H3a: Criteria for Promotion * Relationship conflict \rightarrow Innovativeness of job performance(+).

(5) 表示 H3b: Criteria for Promotion * Relationship conflict \rightarrow Constraint Adherence of job performance(+).

(6) 表示 H4a: Criteria for Promotion * Task conflict \rightarrow

Innovativeness of job performance(-)。

(7) 表示 H4b: Criteria for Promotion * Task conflict \rightarrow Constraint Adherence of job performance(-)。

对第(1)、(2)两条推理规则进行合取运算,就是假设 1 (Hypotheses1)的内容,构成规则(8):

(8) $H1 \Leftrightarrow (1) \wedge (2) \Leftrightarrow (RC \rightarrow \neg IJP) \wedge (RC \rightarrow \neg CAJP)$

第(3)条推理规则,就是假设 2 (Hypotheses2)的内容。也就是: $H2 \Leftrightarrow (3) \Leftrightarrow TC \rightarrow \neg CAJP$ 。

第(4)、(5)这两条推理规则进行合取运算,就是假设 3 (Hypotheses3)的内容,构成规则(9):

(9) $H3 \Leftrightarrow (4) \wedge (5) \Leftrightarrow (CP \wedge RC \rightarrow IJP) \wedge (CP \wedge RC \rightarrow CAJP)$

对第(6)、(7)这两条推理规则进行合取运算,就是假设 4 (Hypotheses4)的内容,构成规则(10):

(10) $H4 \Leftrightarrow (6) \wedge (7) \Leftrightarrow (CP \wedge TC \rightarrow \neg IJP) \wedge (CP \wedge TC \rightarrow \neg CAJP)$

如果 Hypotheses1, Hypotheses2, Hypotheses3, Hypotheses4 这些假设同时成立,那么构成规则(11):

(11) $(1) \wedge (2) \wedge (3) \wedge (4) \wedge (5) \wedge (6) \wedge (7)$

如果 Hypotheses1, Hypotheses2, Hypotheses3, Hypotheses4 这 4 条假设中至少一条成立,那么构成规则(12):

(12) $(3) \vee (8) \vee (9) \vee (10)$

2.5 用真值表方法求解

经过形式化之后,原来的问题变成了一个数理逻辑中的推理问题。这里通过真值表方法解决问题。

在该问题中,有 5 个命题变量(RC, IJP, CAJP, TC, CP),这 5 个命题变量取值为 0 或者 1,共有 $32(2^5)$ 种不同的组合。分别列举所有不同的组合,在每种不同的组合下,分别求出(8)、(9)、(10)、(11)、(12)的真值(真值为 0 或者 1)。

如果在不同的组合下,命题公式真值始终为 1,说明命题公式是永真式,永远成立;如果真值始终为 0,说明命题公式是永假式,根本不成立;如果真值有时为 1,有时为 0,说明命题公式是可满足式,这种情况下,必须计算真值为 1 的个数,并求出对应的百分比,来说明有多大的可能性成立。

表 1 真值表的求解过程

RC	IJP	CAJP	TC	CP	\neg IJP	\neg CAJP	$CP \wedge RC$	$CP \wedge TC$	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1
0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1
1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

以(8)为例。规则(8)是假设 1(Hypotheses1)的内容,如果在 5 个命题变量所有不同的 32 种组合下,(8)的取值都为 1,那么说明假设 1(Hypotheses1)永远成立,是永真式;如果(8)的取值都为 0,那么说明假设 1(Hypotheses1)永远不成立,是永假式;如果真值有时为 1,有时为 0,说明是可满足式,这种情况下,必须计算真值为 1 的个数,并求出对应的百分比,来说明有多大的可能性成立。

在这个问题中,分别列举所有不同的组合,在每种不同的组合下,分别求出(8)、(9)、(10)、(11)、(12)的真值(真值为 0 或者 1),确定是永真式、永假式,还是可满足式。如果是可满足式,那么计算真值为“1”的个数,并求出对应的百分比,来说明有多大的可能性成立。真值表求解问题过程如表 1 所列。

2.6 真值表求解结果统计分析

从上面真值表求解的结果可以看出:

(1)中有 24 个“1”,公式 H1a 成立的概率是 $24/32 = 75\%$ 。

(2)中有 24 个“1”,公式 H1b 成立的概率是 $24/32 = 75\%$ 。

(3)中有 24 个“1”,公式 H2b 成立的概率是 $24/32 = 75\%$ 。

假设 H2 成立的概率等于 H2b 成立的概率,也是 75%。

(4)中有 28 个“1”,公式 H3a 成立的概率是 $28/32 = 87.5\%$ 。

(5)中有 28 个“1”,公式 H3b 成立的概率是 $28/32 = 87.5\%$ 。

(6)有 28 个“1”,公式 H4a 成立的可能性是 $28/32 = 87.5\%$ 。

(7)中有 28 个“1”,公式 H4b 成立的概率是 $28/32 = 87.5\%$ 。

(8)中有 20 个“1”,假设 H1 成立的概率是 $20/32 = 62.5\%$ 。

(9)中有 26 个“1”,假设 3 成立的概率是 $26/32 = 81.3\%$ 。

(10)中有 26 个“1”,假设 4 成立的概率是 $26/32 = 81.3\%$ 。

(11)中有 15 个“1”,Hypotheses1、Hypotheses2、Hypotheses3、Hypotheses4 同时成立的概率是 $15/32 = 46.9\%$ 。

(12)中有 31 个“1”,H1、H2、H3、H4 这 4 条假设中至少一条成立的概率是 $31/32 = 96.9\%$ 。

表 2 对真值表运算结果进行统计分析。

表 2 真值表求解结果统计分析

Possibility of Hypotheses									
H1		H2		H3		H4		One of H1-H4	All of H1-H4
H1a	H1b	H2a	H2b	H3a	H3b	H4a	H4b		
75%	75%		75%	87.5%	87.5%	87.5%	87.5%		
62.5%		75%		81.3%		81.3%		96.9%	46.9%

从真值表的统计结果可以看出,因为各假设之间存在各种关联和制约,4 个大的假设(H1, H2, H3, H4)同时成立的概率为 46.9%。

逻辑概率的阈值暂定为 50%。这是因为任何一个简单命题都是可满足的命题公式,其真值表中成真赋值的个数等于成假赋值的个数。因此,上述模型的逻辑正确性是不可取的,也就是说,上述假设模型的逻辑正确性是有问题的,必须修改上述假设模型。

2.7 “真值表+统计”研究方法总结

通过以上对真值表的运算结果统计分析可以看出,真值表方法和统计方法可以在一定程度上结合起来。真值表的运算结果,有可能是永真式(运算结果在各种情况下全是 1),也有可能是永假式(运算结果在各种情况下全是 0),但更大的可能性是可满足式。那么在这种情况下(不是永真式、永假式,而是可满足式),可以通过统计方法来计算命题公式成立的概率,即将真值表和统计方法相结合来解决问题。

虽然上面给出的例子较为简单,但是“真值表+统计”的研究方法有较为广泛的使用意义。如果模型中有 n 个变量,那么真值表中就有 2^n 个值。 n 的值越大,统计的意义就越明显。

3 国内外相关研究

统计方法是常用得研究方法,几乎所有经济类文章都采用了统计方法。一般来说,统计方法包括如下具体方法:

- (1)比较分析法;
- (2)分组分析法;

(3)时间数列及动态分析法;

(4)指数分析法;

(5)平衡分析法;

(6)综合评价分析法;

(7)景气分析法;

(8)预测分析法。

3.1 真值表研究相关文献

真值表方法并不常用。在电路研究方面,真值表方法用得较多。陈泽华等研究了基于粒矩阵的多变量真值表快速约简算法,将真值表定义为逻辑信息系统^[19]。安博等提出一种基于真值表变换的快速综合算法^[18]。陈宁等提出了一种基于命题逻辑的组件约束检测算法^[17]。朱晓波等研究了一个布尔表达式生成最小真值表的算法^[16]。吴佰桐进行了工作流建模与基于真值表验证的研究^[13]。蒋向辉研究了系统重构中真值表格式及预处理^[14]。杨志明研究了基于真值表演算的量子可逆逻辑电路综合^[13]。安博研究了基于真值表变换和规则优化的可逆逻辑综合算法^[12]。陈宁等根据数字系统测试与可测性的原理以及集成芯片的真值表推导出测试程序^[11]。张君进行了计算机数理逻辑命题演算演示系统的研究^[10]。莫丽君研究了真值表在形式逻辑中的功能^[9]。魏贵民等研究了全功能联结词集合的计算机实现^[8]。李全艳等进行了布尔表达式真值自动求解算法设计与实验研究^[7]。赵群依等利用真值表后继状态的互补对称性,研究了一种 de Bruijn 序列的高效生成算法^[6]。杨玲等提出了一种基于真值表变量分离技术的数字电路进化设计方法^[5]。龚启荣研究了真值表等数理逻辑方法的判定功能^[4]。

3.2 真值表统计分析

真值表制表的推理模式,是由弗雷格、查尔斯·皮尔士、恩斯特·施罗德等学者于1880年代所发明的。这种表格于1920年代之后广泛地出现在许多文献中。

对于一个命题公式来说,真值表的研究方法实际上是用穷举的方法列举出这个命题公式所有可能的真值。如果这个命题公式在所有情况下真值都为1,那么说明这个命题公式是永真式;如果这个命题公式在所有情况下真值都为0,那么说明这个命题公式是永假式;如果这个命题公式某些情况下真值为1,某些情况下真值为0,那么说明这个命题公式是可满足式。

在处理实际问题中,大多数命题公式(根据实际问题抽象而来)不是永真式,也不是永假式,而是可满足式。如果真值为1的情况占多数,那么说明这个命题公式成立的可能性大;如果真值为0的情况占多数,那么说明这个命题公式不成立的可能性大。

分别对命题公式真值为1的情况、命题公式真值为0的情况进行统计,并统计出所占的比例,从而判断命题公式成立的可能性、不成立的可能性。这样,就把数理逻辑中的真值表方法和统计方法紧密结合在一起。

这里用到的统计方法较为简单,主要是计数(命题公式真值为1的情况、命题公式真值为0的情况),并计算出相应的比例,然后进行判断。

3.3 真值运算表

逻辑连接词包括:否定连接词(\neg)、合取联结词(\wedge)、析取联结词(\vee)、异或联结词(\oplus)、蕴涵联结词(\rightarrow)、等价联结词(\leftrightarrow)等如表3—表8所列。当然还有其他的逻辑连接词,但主要的逻辑连接词就是这些。

耿素云等给出了各个逻辑连接词的真值运算表^[3]。每个运算表中,运算数是0、1,运算结果是0、1,运算规则是各个逻辑连接词。也就是说,逻辑运算是封闭的运算,运算数、运算结果都是0、1。

表3 否定联结词“ \neg ”运算表

p	$\neg p$
1	0
0	1

表4 合取联结词“ \wedge ”运算表

p	q	$p \wedge q$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

表5 析取联结词“ \vee ”运算表

p	q	$p \vee q$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

表6 异或联结词“ \oplus ”运算表

p	q	$p \oplus q$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

表7 蕴涵联结词“ \rightarrow ”运算表

p	q	$p \rightarrow q$
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

表8 等价联结词“ \leftrightarrow ”运算表

p	q	$p \leftrightarrow q$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

4 算法及实验

在上述工作的基础上,给出一类通用的算法,以解决这一问题:提出多条假设,这些假设不是独立的,而是相互交叉、互相关联、相互制约的。根据这些假设做成模型,通过“真值表+统计”的方法判断假设模型的逻辑正确性。

4.1 算法

Step 1 符号化表示。

对于自然语言表示的每条假设,将假设中的所有变量分别进行符号化表示。

Step 2 对模型进行形式化。

(1)对于每条子假设,分别进行形式化表示;

(2)将每条假设分别形式化为命题公式;

(3)根据假设之间的逻辑关系,得到对应的命题公式;

(4)根据假设和结论之间的逻辑关系,得到命题公式。

Step 3 用真值表求解模型命题公式。

假设中的变量有 n 个,真值表中有 2^n 种赋值。根据每一种赋值,分别得到模型对应的命题公式的真值。

Step 4 统计真值表求解结果。

根据真值表求解结果,统计模型对应的命题公式真值中1的个数,并计算出对应的概率。

Step 5 对统计结果进行分析。

如果逻辑正确的概率大于一个阈值,那么假设模型在逻辑上可取;否则假设模型在逻辑上不可取,必须进行调整。

说明:逻辑概率的阈值暂定为50%。这是因为任何一个简单命题都是可满足的命题公式,其真值表中成真赋值的个数等于成假赋值的个数。

4.2 实验1

俞明传研究员工实际介入与组织关系视角下的内部人身份感知对创新行为的影响^[2],提出10个假设,将10个假设之间的逻辑结构进行分析,得到图2中的“创新氛围研究模型”。

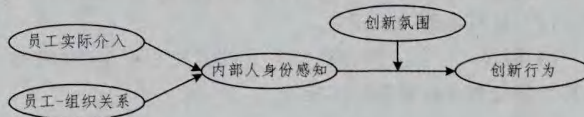


图2 创新氛围研究模型

在图2的“创新氛围研究模型”中,有5个命题变元:

- (1)“员工实际介入”,用变量 p 表示;
- (2)“员工-组织关系”,用变量 q 表示;
- (3)“内部人身份感知”,用变量 r 表示;
- (4)“创新氛围”,用变量 s 表示;

(5)“创新行为”,用变量 t 表示。

“创新氛围研究模型”可以形式化表示为命题公式:

$$A = (p \rightarrow r) \wedge (q \rightarrow r) \wedge ((r \wedge s) \rightarrow t)$$

根据上述算法,用真值表求解,如表 9 所列。

表 9 公式“($p \rightarrow r$) \wedge ($q \rightarrow r$) \wedge ($(r \wedge s) \rightarrow t$)”真值表

p	q	r	s	t	$p \rightarrow r$	$q \rightarrow r$	$r \wedge s$	$(r \wedge s) \rightarrow t$	A
0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
0	0	0	1	0	1	1	0	1	1
0	0	0	1	1	1	1	0	1	1
0	0	1	0	0	1	1	0	1	1
0	0	1	0	1	1	1	0	1	1
0	0	1	1	0	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	1	1	0	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0	0	1	0
0	1	0	1	1	1	0	0	1	0
0	1	1	0	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	1	1	0	1	1
0	1	1	1	0	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0	1	0	1	0
1	0	0	1	1	0	1	0	1	0
1	0	1	0	0	1	1	0	1	1
1	0	1	0	1	1	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1	1	1	0	0
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
1	1	0	1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	1	1	0	1	1
1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	0	1	1	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

对上述真值表进行统计分析。公式“($p \rightarrow r$) \wedge ($q \rightarrow r$) \wedge ($(r \wedge s) \rightarrow t$)”是一个可满足式。公式真值 1 的个数为 16,所以公式成立的概率是 50%。故,这个假设模型在逻辑上是可取的。

4.3 实验 2

王莉红等提出 9 个假设^[1],这些假设共同组成了一个多层线性研究模型,如图 3 所示。

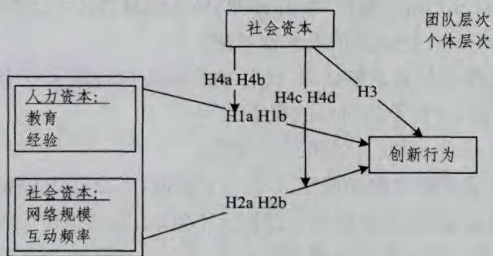


图 3 多层线性研究模型

(1)假设 1a:个体人力资本中教育程度与其创新行为具有显著的正相关。

(2)假设 1b:个体人力资本中工作经验与其创新行为具有显著的正相关。

(3)假设 2a:个体拥有社会关系的数量(网络规模)与其创新行为具有显著的正相关。

(4)假设 2b:个体拥有社会关系的紧密程度(互动频率)与其创新行为具有显著的正相关。

(5)假设 3:团队社会资本与其成员的创新行为具有显著的正相关。

(6)假设 4a:团队社会资本强化其成员人力资本中教育程度对其创新行为的正向影响。

(7)假设 4b:团队社会资本强化其成员人力资本中工作经验对其创新行为的正向影响。

(8)假设 4c:团队社会资本强化其成员社会资本中社会

关系的数量(网络规模)对其创新行为的正向影响。

(9)假设 4d:团队社会资本强化其成员社会资本中社会关系的紧密程度(互动频率)对其创新行为的正向影响。

在图 3 的“多层线性研究模型”中,有 6 个命题变元:

(1)“个体人力资本中教育程度”,用变量 p 表示;

(2)“个体人力资本中工作经验”,用变量 q 表示;

(3)“个体拥有社会关系的数量(网络规模)”,用变量 r 表示;

(4)“个体拥有社会关系的紧密程度(互动频率)”,用变量 s 表示;

(5)“团队社会资本”,用变量 t 表示;

(6)“创新行为”,用变量 n 表示。

图 3 的“多层线性研究模型”中的各种假设可以形式化。

$$(1) p \rightarrow n$$

$$(2) q \rightarrow n$$

$$(3) r \rightarrow n$$

$$(4) s \rightarrow n$$

$$(5) t \rightarrow n$$

$$(6) (t \wedge p) \rightarrow n$$

$$(7) (t \wedge q) \rightarrow n$$

$$(8) (t \wedge r) \rightarrow n$$

$$(9) (t \wedge s) \rightarrow n$$

“多层线性研究模型”可以形式化表示为命题公式:

$$A = (1) \wedge (2) \wedge (3) \wedge (4) \wedge (5) \wedge (6) \wedge (7) \wedge (8) \wedge (9)$$

下面进行命题公式的等值演算。

$$(t \wedge p) \rightarrow n \Leftrightarrow \neg(t \wedge p) \vee n \Leftrightarrow (\neg t \vee \neg p) \vee n \Leftrightarrow (\neg t \vee n)$$

$$\vee (\neg p \vee n) \Leftrightarrow (t \rightarrow n) \vee (p \rightarrow n)$$

$$(t \wedge q) \rightarrow n \Leftrightarrow \neg(t \wedge q) \vee n \Leftrightarrow (\neg t \vee \neg q) \vee n \Leftrightarrow (\neg t \vee n)$$

$$(\neg q \vee n) \Leftrightarrow (t \rightarrow n) \vee (q \rightarrow n)$$

$$(t \wedge r) \rightarrow n \Leftrightarrow \neg(t \wedge r) \vee n \Leftrightarrow (\neg t \vee \neg r) \vee n \Leftrightarrow (\neg t \vee n)$$

$$(\neg r \vee n) \Leftrightarrow (t \rightarrow n) \vee (r \rightarrow n)$$

$$(t \wedge s) \rightarrow n \Leftrightarrow \neg(t \wedge s) \vee n \Leftrightarrow (\neg t \vee \neg s) \vee n \Leftrightarrow (\neg t \vee n)$$

$$(\neg s \vee n) \Leftrightarrow (t \rightarrow n) \vee (s \rightarrow n)$$

$$(5) \wedge (6) \Leftrightarrow (t \rightarrow n) \wedge ((t \wedge p) \rightarrow n) \Leftrightarrow (t \rightarrow n) \wedge ((t \rightarrow n) \vee (p \rightarrow n)) \Leftrightarrow t \rightarrow n$$

$$(5) \wedge (6) \wedge (7) \wedge (8) \wedge (9) \Leftrightarrow t \rightarrow n \Leftrightarrow (5)$$

下面进行命题公式 A 的等值演算过程。

$$A = (1) \wedge (2) \wedge (3) \wedge (4) \wedge (5) \wedge (6) \wedge (7) \wedge (8) \wedge (9)$$

$$\Leftrightarrow (1) \wedge (2) \wedge (3) \wedge (4) \wedge (5)$$

$$\Leftrightarrow (p \rightarrow n) \wedge (q \rightarrow n) \wedge (r \rightarrow n) \wedge (s \rightarrow n) \wedge (t \rightarrow n)$$

$$\Leftrightarrow (\neg p \vee n) \wedge (\neg q \vee n) \wedge (\neg r \vee n) \wedge (\neg s \vee n) \wedge (\neg t \vee n)$$

$$\Leftrightarrow (\neg p \wedge \neg q \wedge \neg r \wedge \neg s \wedge \neg t) \vee n$$

$$\Leftrightarrow \neg(p \vee q \vee r \vee s \vee t) \vee n$$

$$\Leftrightarrow (p \vee q \vee r \vee s \vee t) \rightarrow n$$

这是一个可满足式,公式真值 1 的个数为 16,所以公式成立的概率是 50%。故这个假设模型在逻辑上是可取的。

结束语 从实际问题出发,提出真值表与统计相结合的研究方法,并提出相应的算法用于解决具体的问题,从新的研究角度进行了方法探索,这是本文的创新点。

上述工作还有很多不足,主要体现在:

(1)本研究方法的理论基础还需要进一步的夯实,即本研

(下转第 38 页)

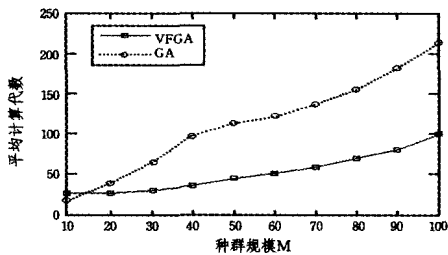


图5 平均计算代数随M变化的曲线

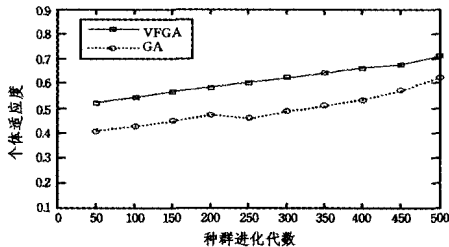


图6 适应度随进化代数变化的曲线

通过 Matlab 的仿真实验可以得出:病毒协同进化遗传算法相比传统的遗传算法具有更好的可收敛性,避免了传统遗传算法陷入局部最优解的缺陷,从而提高了自动化立体仓库货位优化的效率。从实验数据可以发现:当选择效率优先时,系统会在靠近库区出口的货位上安排周转率高的物品;当选择货架稳定性优先时,系统会在层数较低的货位上安排质量较重的物品;当选择物品相关性优先时,系统会在相对比较集中的货位中安排同类物品。而在实际应用中,仓库管理员可以适时调整权重 w_1 、 w_2 、 w_3 的值,得到更加合理、高效的货位分配方案。

结束语 本文利用 VEGA 对自动化立体仓库的货位分配进行了优化,并将其平均计算时间、平均计算代数和适应度进化代数和适应度等方面与传统遗传算法进行了对比,充分

体现出了 VEGA 在货位优化方面的优越性和可靠性,避免了传统遗传算法迭代次数多、不易收敛等问题的出现。但对于该类货位优化问题,是不是还存在一种更为高效的算法,需要进一步的研究和探讨。

参考文献

- [1] 鄂晓征,祖巧红,曹萌萌.基于遗传算法的汽车零件自动化仓储货位优化[J].系统仿真学报,2013,25(3):430-444
- [2] 陈元文,吴晓波,孙耀磊,等.基于 FlexSim 的军队自动化立体仓库货位优化研究[J].包装工程,2013,34(19):74-77
- [3] 胡仕成,徐晓飞,李向阳.项目优化调度的病毒协同进化遗传算法[J].软件学报,2004,15(01):25-32
- [4] 曹浪财,罗键.可视化自动仓储系统设计与货位优化[J].厦门大学学报:自然科学版,2012,51(1):46-50
- [5] 陈月婷,何芳.基于遗传算法的自动化立体仓库的货位优化分配[J].物流科技,2008(1):38-41
- [6] 银光球,何福英.自动化立体仓库中库位优化模型研究[J].福建工程学院学报,2006,4(3):347-351
- [7] 胡仕成,徐晓飞,李向阳.项目优化调度的病毒协同进化遗传算法[J].软件学报,2004,15(1):49-57
- [8] 邱建东,蒋兆远,汤旻安.基于周期性病毒遗传算法的自动化立体仓库货位优化研究[J].兰州交通大学学报,2013,32(6):19-23
- [9] 齐金平,查显锋.基于病毒协同进化遗传算法的物流配送路径优化问题研究[J].黑龙江科学,2013,4(8):19-23,76-78
- [10] Kubota N, Arakawa T, Fukuda T, et al. Fuzzy manufacturing scheduling by virus-evolutionary genetic algorithm in self-organizing manufacturing system [C]//Proc. of the 6th IEEE Int'l. Conf. on Fuzzy Systems. Barcelona: IEEE, 1997: 1283-1288
- [11] Kubota N, Arakawa T, Fukuda T, et al. Trajectory generation for redundant manipulator using virus evolutionary genetic algorithm [C]//Proc. of the 1997 IEEE Int'l. Conf. on Robotics and Automation. Albuquerque: IEEE Press, 1997: 205-210

(上接第 20 页)

研究方法还有很多理论性的问题需要进一步研究。

(2) 本研究方法的应用方面应该更加广泛,即本研究方法的具体应用问题需要进一步研究。

虽然有各种不足,但是在真值表与统计相结合方法研究方面,已经迈开了步伐。后续工作的重点为:

- (1) 深入研究相关的理论,使得理论基础更加完备。
- (2) 与现有成熟的研究方法相结合。

参考文献

- [1] 王莉红,顾琴轩,褚田芬.人力资本与社会资本对创新行为的影响——跨层次模型研究[J].工业工程与管理,2009(5)
- [2] 俞明传,顾琴轩,朱爱武.员工实际介入与组织关系视角下的内部人身份感知对创新行为的影响研究[J].管理学报,2014(6)
- [3] 耿素云,屈婉玲,张立昂.离散数学(第4版)[M].北京:清华大学出版社,2008
- [4] 龚启荣.真值表等数理逻辑方法的判定功能[J].贵州大学学报:自然科学版,2001(1)
- [5] 杨玲,王友仁,张岩,等.基于分离技术的数字电路多目标进化设计[J].微电子学与计算机,2011(2)
- [6] 赵群依,刘顺兰,王江柱.一种 de Bruijn 序列的高效生成算法[J].通信技术,2007(11)
- [7] 李全艳,何远强,彭海平,等.布尔表达式真值自动求解算法设计与实验研究[J].信息系统工程,2014(4)

- [8] 魏贵民,邹辉.多功能联结词集合的计算机实现[J].成都理工大学学报:自然科学版,2007(3)
- [9] 莫丽君.真值表在形式逻辑中的功能[J].辽宁工程技术大学学报:社会科学版,2004(3)
- [10] 张君.计算机数理逻辑命题演算演示系统的研究[J].信息通信,2013(9)
- [11] 陈宇,黄哲,李梁杰,等.基于 AT89C51 的集成芯片测试仪设计[J].数字通信,2009(4)
- [12] 安博.基于真值表变换和规则优化的可逆逻辑综合算法研究[D].南京:东南大学,2010
- [13] 杨忠明.基于真值表演算的量子可逆逻辑电路综合[D].南京:东南大学,2010
- [14] 蒋向辉.系统重构中真值表格式及预处理研究[J].计算机应用与软件,2009(9)
- [15] 吴佰桐.工作流建模与基于真值表验证的研究[J].大连理工大学,2008
- [16] 朱晓波,杨伟民,叶芯.更改条件/判定覆盖最小真值表生成算法及其应用[J].上海理工大学学报,2007(1)
- [17] 陈宁,冯博琴.基于命题逻辑的组件约束检测[J].西安交通大学学报,2007(2)
- [18] 安博,陈汉武,杨忠明,等.基于真值表变换的可逆逻辑综合算法[J].东南大学学报:自然科学版,2010(1)
- [19] 陈泽华,曹长青,谢刚.基于粒矩阵的多变量真值表快速约简算法[J].模式识别与人工智能,2013(8)