

基于隐变量分析的企业信息系统评价实证研究

杨智勇^{1,2},刘金兰¹

(1.天津大学 管理学院,天津 300072; 2.江西师范大学 数学与信息科学学院,江西 南昌 330022)

摘要:提出了一种新的基于隐变量分析(Latent Variables Analysis)的企业信息系统评价模型。模型综合运用了定量与定性指标,并在指标间加入相互关联约束的基础上进行隐变量分析建模,解决了系统评价部分指标不可定量测算及指标的相互关联等问题。利用上述模型对某企业资源计划(ERP)系统的137个客户调查数据进行实证研究,结果显示该方法可对评价指标体系进行有效建模,克服了传统评价方法孤立分析各评价指标的缺陷,能够实现客观的系统评价。

关键词:信息系统;系统评价;隐变量分析;偏最小二乘

中图分类号:F272

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2009)02-0109-03

0 引言

随着我国的国民经济的不断发展,企业信息化对于提升企业管理水平、增强企业竞争力的作用也迅速显现,各行业企业纷纷投资开展企业信息系统建设。企业信息系统的开发是一项复杂的系统工程,需要耗费大量的人力、物力和财力,因此对于系统的开发者和使用者来说,对系统实施后所产生的各类效益进行评估、评判,包括对运行的性能、质量,及系统建设目标的实现度进行客观评价是必不可少的。

在早期,组织中信息技术的应用处在数据处理阶段,目标在于提高工作效率、降低信息成本及实现自动化,因而传统的资本投资评价技术就可胜任。然而,随着企业信息系统的不断发展,传统方法不再适用,于是人们提出了众多新的评价方法。

对企业信息系统的评价问题,目前主要有模糊法^[1,2]、神经网络法^[3]、AHP法^[4]及主成分分析^[5]等方法,这些方法主要针对系统性能、效益、价值、技术及人机交互等诸方面指标进行综合评价。然而研究发现,企业信息系统作为一种战略资源,其效益与价值均为长期指标,且效益的发挥与价值的体现均受到宏观政策、产品技术及市场竞争等诸多复杂因素的干扰,难以在短期内予以精确衡量;另一方面,随着计算机科学与技术的发展,系统的性能、纯技术指标与人机交互等方面已经日臻完善,在不同系统间甚至同一系统的不同版本间已不存在明显的差异;此外,系统评价指标间存在一定的相关性,这是传统评价

方法所忽略和无法处理的。因此,如何对信息系统进行客观评价,仍是系统提供商与企业用户所必需面对的挑战性问题之一。

1 隐变量分析模型

1.1 隐变量分析模型

隐变量分析(Latent Variable Analysis)是近几十年来应用统计领域中发展最为迅速的一个分支,它已被广泛地应用于心理、教育、社会等学科领域。隐变量分析能够过滤误差及个体差异,同时考察变量间的直接作用与间接作用,并能够找出变量间存在的内在的结构关系,或验证某种结构关系是否合理。隐变量分析通过途径图直观地显示变量间的关系(如图1a所示)。

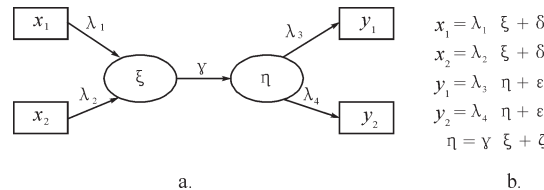


图1 结构方程与途径图的对应关系

在隐变量分析中,按变量的可直接测量与否,可将变量分为显变量(Manifest Variable, MV)与隐变量(Latent Variable, LV)两类^[6]。其中隐变量是无法直接测量的,对它的测量需要借助可测量的显变量实现,此时显变量也称为指标变量(Indicator)。同时根据变量的因果关系,还可以把变量分为外生变量(Exogenous Variable)与内生变量(Endogenous Variable)两类。其中外生变量即自变量,它的取

收稿日期:2007-07-09

基金项目:国家自然科学基金项目(70672027/G0206)

作者简介:杨智勇(1976-),男,江西上饶人,天津大学管理学院博士研究生,江西师范大学讲师,研究方向为信息管理与信息系统、系统工程;刘金兰(1964-),女,天津人,天津大学管理学院教授,博士生导师,研究方向为系统工程、顾客价值。

值由外界因素决定;而内生变量即因变量,它的取值由外生变量决定。

对于隐变量分析模型,除了可以用通路图表示外,还可以利用结构方程模型 (Structural Equation Model, SEM) 进行表示^[7],这两种表示方法是等价的。图 1 显示了通路图与结构方程模型之间的对应关系,a 是模型的通路图,b 是与通路图相对应的结构方程模型。

结构方程模型包括测量方程 (Measurement Equation)、结构方程 (Structural Equation) 和模型假设。测量方程描述了隐变量与其测量指标之间的关系 (如图 1.b 中的前 4 个方程),结构方程则描述了隐变量之间的因果关系 (如图 1.b 中的第 5 个方程)。

隐变量分析模型可用结构方程模型表示如下: 测量方程:

$$x = \tau_x + \Lambda_x \xi + \delta \tag{1a}$$

$$y = \tau_y + \Lambda_y \eta + \varepsilon \tag{1b}$$

结构方程:

$$\eta = \alpha + B\eta + \Gamma\xi + \zeta \tag{1c}$$

其中 x 是 $k_q \times 1$ 外源指标向量, ξ 是 $n \times 1$ 外源隐变量向量 (设 ξ_i 有 k_{qi} 个指标, $i=1, \dots, n$, 则 $k_q = \sum k_{qi}$), Λ_x 是 x 在 ξ 上的 $k_q \times n$ 因子负荷向量, δ 是 $k_q \times 1$ 的测量误差向量, τ_x 是 $k_q \times 1$ 的常数项向量; y 是 $k_p \times 1$ 的内生指标向量, η 是 $m \times 1$ 的内生隐变量向量 (设 η_i 有 k_{pi} 个指标, $i=1, \dots, m$, 则 $k_p = \sum k_{pi}$), Λ_y 是 y 在 η 上的 $k_p \times m$ 因子负荷向量, ε 是 $k_p \times 1$ 的测量误差向量, τ_y 是 $k_p \times 1$ 的常数项向量; α 是 $m \times 1$ 的常数项向量, ζ 是 $m \times 1$ 的残差向量。 B 是 η 与 η 之间的 $m \times m$ 系数矩阵, Γ 是 η 与 ξ 之间的 $m \times n$ 系数矩阵。

模型假设^[8]:

- ① $\delta, \varepsilon, \zeta$ 均为零均值向量;
- ② δ 与 ξ, ε 与 η 不相关;
- ③ δ 与 ε 无关, δ_i 与 δ_j 无关, ε_r 与 ε_s 无关 ($i \neq j; i, j = 1, \dots, q; r \neq s; r, s = 1, \dots, p$);
- ④ ζ 与 δ 和 ε 不相关;
- ⑤ ζ 与 η, ξ 无关。

1.2 模型的估计与求解

上述模型的估计目前主要有基于最大似然估计 (Maximum Likelihood, ML) 的 LISREL 方法^[8]和偏最小二乘 (Partial Least Square, PLS)^[9,10]两大类方法。本文模型的估计使用偏最小二乘法。PLS 方法采用迭代的方式进行估计,不需要数据分布假设,适用于连续变量和分类变量。偏最小二乘法能够估计测量变量的权重,使它们对系统评价的解释能力最大化,系统评价以最终的内生变量或因变量的形式出现在模型中,估计出的权重用于构建系统评价分值。系统评价得分计算如下:

$$Q_{ISE} = \frac{E(\xi) - \min(\xi)}{\max(\xi) - \min(\xi)} \times 100 \tag{2}$$

其中 Q_{ISE} 是企业信息系统评价分值, ξ 是系统评价潜变量, $E(\cdot), \min(\cdot), \max(\cdot)$ 分别代表变量的期望值、最小值和最大值。变量的最小值和最大值由相应的观测指标值决

定,即:

$$\min(\xi) = \sum_{i=1}^n w_i \min[x_i] \tag{3a}$$

$$\max(\xi) = \sum_{i=1}^n w_i \max[x_i] \tag{3b}$$

其中, x_i 为潜在系统评价的观测指标, w_i 为权重, n 为观测指标个数。

2 企业信息系统评价隐变量分析模型

2.1 模型建立

对于企业信息系统的评价,需要建立一个定量与定性相结合的指标体系。定量分析主要关注于可以通过常规的成本—收益分析来测量的财务收益,如经济价值创造能力评价法 (Economic Value Added, EVA)、整体拥有成本法 (Total Cost of Ownership, TCO)、微软快速经济价值评量法 (Microsoft's Rapid Economic Justification, MREJ) 等;定性分析方法则不是单纯地测量财务收益,而是同时着眼于评估顾客、雇员满意度和运作效率等其它方面的收益,比如平衡记分卡 (Balanced Scorecard) 方法^[11]等。

企业信息系统的评价指标一般包括系统性能、技术水平、系统效益、系统价值、人机交互等方面。在传统的评价指标体系中,各指标被认为是平行、相互无关且可定量测算的。然而实际研究显示,某些指标是无法用定量方法测算的,如社会效益、管理效益、人机交互、系统可维护性等,或者是虽可定量测算,但基于测算所得结果的差异比较无实际意义,如系统的响应时间在通常情况下相差并不显著;其次,研究还显示各指标之间是相互关联而不是相互无关的,如系统的技术水平与系统性能是相关的,系统效益与系统价值也是相关的。

基于上述结论,我们选取系统技术水平、系统性能、系统效益、系统价值与系统评价作为模型中的潜变量,将各二级指标整合后构建信息系统评价结构方程模型如图 1 所示。其中技术水平为外源潜变量,其它均为内生潜变量。各潜变量对应测量指标如表 1 所示。

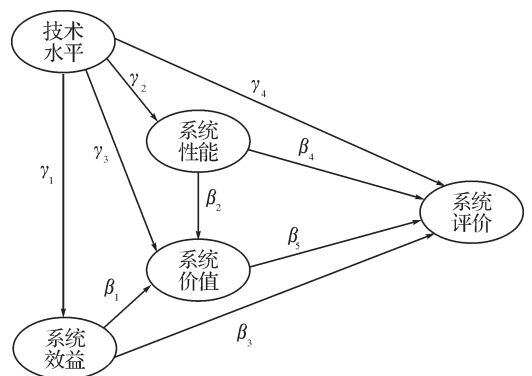


图 1 企业信息系统评价隐变量分析模型

2.2 实证研究

某系统提供商开发的企业资源计划 (ERP) 系统已拥有千余家中小企业用户,为扩大在全国的市场占有率并将

表1 信息系统评价结构方程模型指标体系

潜变量	指标	关系
技术水平 ξ_1	技术及业务模式先进度	x_1 +
	系统结构与业务流程合理度	x_2 +
	数据准确度	x_3 +
	数据交互能力	x_4 +
	文档完备性	x_5 +
	售后服务水平	x_6 +
系统效益 η_1	直接经济效益	y_1 +
	间接经济效益	y_2 +
	社会效益	y_3 +
	管理效益	y_4 +
	系统费用水平	y_5 -
系统性能 η_2	出错频率	y_6 -
	数据安全性	y_7 +
	可扩充性	y_8 +
	人机交互友好度	y_9 +
系统价值 η_3	系统利用率	y_{10} +
	系统效费比	y_{11} +
	管理水平提升度	y_{12} +
	操作人员满意度	y_{13} +
系统评价 η_4	系统实施与应用情况总体评价	y_{14} +
	与其它企业比较,对本企业系统的总体评价	y_{15} +
	对系统的失望评价	y_{16} -

系统提供给大型企业用户,要求对其开发的系统进行评价,以确定系统改进方向。根据上述指标体系设计调查问卷,并对其企业用户方系统相关人员进行抽样调查。共分发调查问卷 600 份,回收问卷 137 份,其中有效问卷 103 份。利用 PLS 结构方程模型估计方法对所得数据进行处理,得到模型参数估计值与相应统计量如表 2 所示。

表2 模型参数估计值及统计量

自变量	因变量	系数估计值	标准误差	t 统计量
技术水平	系统效益	$\gamma_1=0.59$	0.16	6.46
技术水平	系统性能	$\gamma_2=0.68$	0.09	7.93
技术水平	系统价值	$\gamma_3=0.58$	0.25	2.36
技术水平	系统评价	$\gamma_4=0.14$	0.17	2.02
系统效益	系统价值	$\beta_1=0.52$	0.26	1.95
系统性能	系统价值	$\beta_2=0.31$	0.23	2.70
系统效益	系统评价	$\beta_3=0.70$	0.33	2.14
系统性能	系统评价	$\beta_4=0.27$	0.16	0.92
系统价值	系统评价	$\beta_5=0.54$	0.19	1.32

研究结果显示,系统性能与技术水平有显著关系。同时,系统效益主要取决于技术水平因素,尤其是业务模式先进度和业务流程合理度两项指标,说明一个采用了先

进、合理的业务模式的系统,对企业信息系统项目实施的成功与否至关重要;而不合理的业务流程设置所导致的较高的转换成本,正是部分企业实施信息系统项目失败的主要原因之一。其次,技术水平与系统效益对系统价值的影响也是明显的,企业显然更愿意使用那些业务流程比较符合企业实际且效益(经济或管理的)显著的系统。

系统的综合评价则与系统效益和系统价值密不可分,而与技术水平及系统性能的关系并不明显——这种现象是由于各系统提供商之间纯技术与系统性能上的差异不显著造成的,而企业作为自主经营实体,最关注的自然是系统的投资回报(直接或间接的)、系统利用率及管理绩效的提升等对企业经营至关重要的方面。

依据上述模型的计算结果,该企业的企业资源计划系统的系统评价得分为 72,显示企业用户对该系统的综合评价基本满意,也说明该系统尚有较大的改进余地。利用与系统评价得分相同的公式可以得到,该系统的技术水平得分为 89、系统效益得分为 63、系统性能得分为 85。经分析发现,系统效益的低得分是由企业用户对系统的经济效益的评级较低所导致的。作为战略投资项目,企业信息系统的经济效益在短期内一般均不显著;然而,企业用户往往对系统在短期内的表现寄予过高期望,这是企业信息系统评价过程中的一个普遍现象。这种矛盾必然导致用户对系统在(短期的)经济效益方面的评级较低。而由于系统效益与系统评价又密切相关($\beta_3=0.70$),最终导致系统评价不尽如人意,但仍是具有参考价值的。

对于应用系统的企业而言,也可利用上述模型对本企业所使用的系统进行评价,但此时要求只将与该系统相关的员工列为调查对象,且有必要采取措施保证数据尽量真实可靠。

3 结束语

企业信息系统投资规模大、实施难度大、短期效益不显著是困扰企业的几个主要问题。一个好的系统能够有效提升企业管理水平、增强企业长期盈利能力;它具有较高的系统价值、能产生巨大的(综合)效益,但不一定具有最好的技术指标与最优的软件性能。企业在系统建设项目实施的前、中及后期都应当定期对信息系统进行定期的评价,以及时发现问题、解决问题,确保系统建设项目的成功。

本文结合了隐变量分析模型的特点及信息系统实施与应用的实际情况,提出了不同于传统评价方法的企业信息系统评价方法,有效解决了系统评价指标难以精确衡量、差异不显著及指标间的相关性问题。

参考文献:

- [1] 陈建明,张仲义.模糊方法在信息系统评价中的应用[J].中国管理科学,2000(3):76-80.
- [2] 李煜华.信息系统的模糊综合评价模型研究[J].哈尔滨工业