

结构方程模型的比较： 针对用户对信息系统的接受程度^{*}

The Comparison of Structural Equation Modeling:
the Accepting of Information System for Users

杨彤骥 杨红玉

王新海

(辽宁工程技术大学工商管理学院 葫芦岛 125105) (辽宁工程技术大学实验实训中心 阜新 123000)

摘要 在信息系统的研究过程中,结构方程模型已被越来越多地使用在说明某些研究问题方面。展示三种结构方程模型(通径分析、维度级别、小组分析)的同时,对其不同做了比较,使用这三种不同的结构方程模型来检测延伸式科技接受模型中的变量网络。有利于以后的研究人员根据其研究问题选择适当的模型。

关键词 会计信息系统 结构方程模型 通径分析 科技接受模型

中图分类号 N94

文献标识码 A

文章编号 1002-1965(2010)03-0015-05

结构方程模型(SEM)可用来说明信息系统研究中的许多问题。SEM的重要功能就是能通过已观测变量和已测量变量来发现并证明一些不明晰变量(潜在变量或隐性变量)之间的关系。例如,质量的生命周期是很难观测到的,但可从物理及财务变量中推出。SEM还可以为多维预测值及标准变量建立联系。可能是由于研究人员对此种统计方法越来越熟悉,其软件包的获取也越来越方便,使用SEM技术研究信息系统也越来越普遍(Chin, 1998)。本研究的目的就是使用相同的理论模型和数据集来展示三种不同的SEM技术,对比几种方法的不同,同时说明了一些在选择SEM技术时应注意的问题。

信息系统研究人员已经通过某些潜在变量创造并实证了关于用户使用目的及行为的测试模型。比如科技接受模型(Davis, 1989)整合性科技接受与使用模型,本研究中我们采用延伸式科技接受模型(TAM),因为它是一种更广泛被接受的模型,有着深厚的理论背景,在信息系统研究方面有着大量的实证支持^[1]。另外,TAM对于验证SEM的三种不同模型也是个很好的工具。以往已有大量文献对SEM进行讨论,但对于SEM技术使用的比较还没有。本文主要对比了三种模型的使用结果,并对在何时、何种情况下使用何种

模型进行了论述。

1 SEM技术

SEM技术的发展及应用已经取得了可观的进步^[1]。本文将主要讨论三种不同的SEM技术:通径分析、维度级别、小组分析,用它们来估测TAM。

1.1 通径分析 通径分析是最早使用的结构方程模型。此技术是一种扩展的回归模型,它将每个回归变量都看作是内生变量来进行分析。通径分析假设所有的构念变量在测量时都是准确无误的。与回归分析类似,以显性维度出现的独立变量的意义就是尽量消除隐性变量的影响。对独立维度的应答通常会干扰多元变量常态假设,如在SEM中通过隐性变量使用的极大似然估计^[2]。通常在SEM的多元变量常态假设中对每个构念变量平均其维度有利于减少这种干扰。通径分析不像维度分析那样需要大量的估计参数,这种方法主要关心的是在聚合过程中是否丢失的大量信息。

1.2 维度级别结构方程建模 维度级别结构方程建模是最广泛使用的一种SEM技术,维度级别使用个别维度作为隐性变量的测量指标。这直接导致为了满足模型所需数据量,需要估测大量的参数。与通径分

收稿日期:2009-09-16

修回日期:2009-10-28

基金项目:辽宁省自然科学基金项目“Web客户隐性需求识别的关键问题研究”(编号:20082185)的阶段性成果;教育部博士点基金项目“Web客户隐性需求开发的关键问题研究”(编号:200801470004)的阶段性成果。

作者简介:杨彤骥(1978-),男,硕士,讲师,研究方向为客户关系管理、信息系统;杨红玉(1979-),女,硕士,讲师,研究方向为管理信息系统;王新海(1972-),男,博士,副教授,研究方向为客户关系管理。

析不同的是,这种方法验证的假设模型不但包括结构化模型,还包括关系的评测。尽管维度级别结构方程模型是最被期望使用的模型,还是有大量的例子证明其有一些潜在的缺点。在估测自由参数过程中我们发现此方法比其他方法需要更大量的标本集。

1.3 小组结构方程建模 项目小组是在使用 SEM 来分析隐性变量的实践中产生的方法。这些小组是基于个别项目的应答部分产生的,之后用来评测隐性变量的指标。项目小组与维度级别分析相比,在参数比率的样本数量上数量更优质,当然这两种方法都没有达到本文要求的每个参数五个事件的要求。因此,本文使用的小组都是具有较高平均关联度的个别项目的集合,这样我们的分析结果就不会受到个别变量的特性的影响。

在 SEM 中对于小组的构建有不同的方式:随机分配;顺序分配;关联;因子负载^[2-3]。正如 Takahashi and Nasser 在其研究报告中提到的,从影响效果来说,不同的构建小组方法在评测负载及隐性变量方面没有什么太大的不同。因此,对于使用小组结构方程建模方法结构化参数并没有受到影响。

2 科技接受模型研究

为了预测用户对于信息技术的接受程度,Davis 采用科技接受模型(TAM)通过用户行为来解释其对新技术接受的决定性因素^[3]。Venkatesh and Davis 在其文献中提出 TAM 在解释用户对信息技术接受中起到了两个感知评测的作用:感知有用性及感知易用性。

TAM 假设信息系统的用法是由使用信息系统的意向决定的,然而,行为意向却是由用户个人的使用态度及个人对系统的感知有用性决定的。这种关系暗含着行为意向实际上是由用户在使用信息系统时的积极态度形成的。用户个人信息系统对于其工作绩效有多大影响的认知决定性可能导致了其对于信息系统的行为意向^[3]。TAM 还假设个体对于信息系统的使用态度是其对于信息系统感知有用性及感知易用性联合作用的结果。

近来还有一些学者认为由 Davis 最初提出的 TAM 理论不是很完整^[1,4],指出 Davis 提出的框架并没有包括个体决定使用信息技术的外部重要因素。因此又有一部分研究人员提出了包括外部影响因素的体系框架^[1,4]。我们选择的是 Jackson et al 提出的模型^[5],并以其作为扩展 TAM 的参考。

3 使用的方法

在本部分中主要讨论样本、研究方法及测量模型。

3.1 样本选择及特点 我们样本的选择采用的是从不同级别部门覆盖广泛用户的抽样方法,当然这些用户或者参加过会计信息系统(AIS)的开发或者参加过 AIS 的修改。为了避免后视偏差,我们的取样过程是从不同的企业不同的部门在信息系统开发的不同阶段分别取样,同时从信息系统的开发周期前后两端同时取样,尽力实现样本的可靠。在选取样本企业时我们采用了三种取样法。首先,我们从大型财务公司中有代表性地进行取样,再从中选取参加过 AIS 项目的客户。其次,我们从不同地区选取由软件开发公司提供的参加过 AIS 企业名单中选取。第三,从我校毕业的校友中咨询,是否其工作的企业使用过 AIS。所有取样主要是通过调查问卷得到的,回馈采用匿名形式,我们总共发放了 780 份问卷,经过整理 162 份(21%)无效。

3.2 调查工具 调查问卷中要求回答下列问题:在财务信息系统的开发过程中,他们曾经参与过哪个阶段;他们对财务信息系统的感知有用性;他们对财务信息系统的感知易用性。

在将理论概念转换为可观察的评测变量时,我们发现了一些容易出错的地方,包括评测错误、取样的错误、内部效度的错误、统计结论的错误。为了最小化我们评测的错误,本研究使用已被验证过的有效的工具来为评测变量设定标准。为了降低取样错误,我们尽最大力量在使用财务信息系统的用户中广泛取样。

为了降低非理想效应,我们针对测量指标的问题选取都是随机的。为了进一步验证其有效性,我们对每个评测项目都进行了内部一致性和验证性因子分析^[6](CFA)。为了评估其可靠性,我们使用克隆巴赫系数(α)来确定(见表 1)。我们可看到从以上方法中所得到的结果数值,本研究中所使用的变量都采用多维标准并已经通过有效性验证。

表 1 隐性变量的克隆巴赫系数

隐性变量	维度数量	克隆巴赫数
情景参与	7	0.91
内在参与	11	0.93
质量	7	0.83
重要性	7	0.87
有用性	4	0.94
易用性	4	0.87
态度	4	0.84
行为目的	2	0.57

3.3 隐性构念的评测 感知有用性和感知易用性我们采用的是 4 项目 7 点式李克特量表(1 表示极不可能,7 表示极可能),行为目的我们采用的是 2 项目 7 点式李克特量表(1 表示强烈赞成,7 表示强烈不赞成)。以上的评测项目与 Davis 使用的项目相同。在态度方面的评估采用与 Taylor and Todd^[3]类似的指

标,使用的是4项目7点式李克特量表(1表示强烈赞成,7表示强烈不赞成)。用户的参与由环境因素和内在因素构成,环境因素的评测我们使用的是 Ives and Olson^[7]的方法,对内在因素的测评我们使用的是 Jackson et al^[5]的方法。本文中,环境因素是一个隐性变量,仅由外显指标构成。内在因素也是隐性变量,然而它由其他三个因型变量构成,这三个隐性变量也由外显指标构成。

结构方程被用来检验各种评测的关系,从结果中我们可以看到观测变量与假设是否符合。结构方程建模被用来:a.评估模型里所建路径的健壮程度并根据结果进行修改;b.测评所建模型与数据的符合级别。本研究所使用的结构方程模型如图1所示。

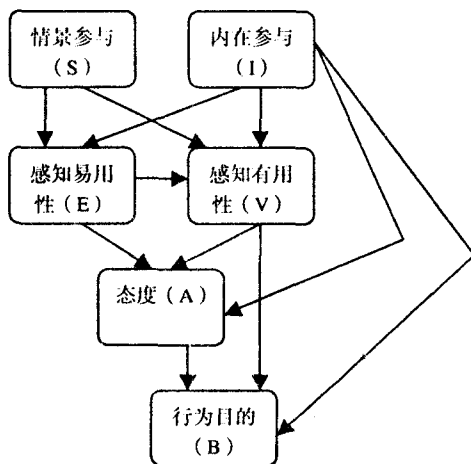


图1 延伸式科技接收模型

3.4 测量模型 此测量模型描述了外显指标及其底层因子之间的关系。在检测隐性变量的关系之前,我们应该使用验证性因子分析对测量模型进行分析。这种分析能够提供出十分精确的方法来确定我们提供的指标能否在模型中标记所测量的因素。在分析中,我们将每个隐性变量看作是外生的,此分析可明确地作出指标与隐性变量的区别。表2展示了本研究使用CFA之后的结果。依靠这些数据及克隆巴赫系数(见表1),我们相信使用本研究的测量标准可足够来评测待测的所有隐性变量。

3.5 结构方程模型成功实施的标准

3.5.1 模型鉴定。在研究过程中,模型的鉴定是很重要的。如果一个模型对于每个变量在理论上都能给出明确的估计,我们说此模型鉴定成功。此鉴定是针对模型,不是针对数据。如果模型鉴定不符合要求,应制定新模型。

被鉴定模型应满足两个条件:a.自由变量(被估计的变量)数要少于或等于观测值;b.每个因子都要有一个标准^[8]。CFA中观测值的数量就是外显(观测)变量之间的方差和协方差的数目。为了得到参数的数量,我们需要计算参数的总数及因子的协方差,并使用因子负载来评测错误对指标的直接影响。对于图1中的通路模型来说, $v=10$,拥有55个观测值,22个估计变量。对于CFA来说,观测变量的值为24,因此CFA模型拥有300个观测值,64个估计变量。

类似于在CFA模型中计算参数的数量值,SEM模型中参数值有以下几个数值总和得到:a.外生隐性变量,评测错误及干扰项的方差及协方差;b.因子负载对指标的直接影响;c.其他因子对隐性外显因子的直接影响(路径系数)。将此过程应用于项目级别(小组分析)结构方程模型,我们会得到 $v=24(14)$,相应的观测值有300(105)个,参数有60(38)个。这些结果表明无论是通路分析、项目级别、小组分析结构方程模型还是CFA模型都满足鉴定条件的第一条,因为参数的数量都少于观测值的数量。

鉴定条件还有每个隐性变量都有一个级别(如度量标准)。为隐性变量定级的一个方法就是限制每个指标的因子负载都是1.0,这样隐性变量就与指标有着相同的度量标准。如果对三种结构方程模型都采用此方法,条件2也满足了。我们可以说,3个模型已鉴定完毕,都满足条件。

3.5.2 数据扫描。SEM对于多元正态分布的假设很敏感,因此对模型假设的检测很重要^[9]。与此相反,虽然回归分析也易受多元正态分布假设的影响,但对此种假设来说它的健壮性通常还是比较好的^[10-11]。我们首先对个别观测值进行扫描来侦测能

表2 每个模型的拟合指数

拟合指数	理性拟合度	验证性因子分析(CFA)	通路分析	修改后的通路分析	小组分析	修改后的小组分析	维度级别	修改后的维度级别
适合度指数(GFI)	>0.80	0.8025	0.9309	0.9298	0.9148	0.9141	0.7972	0.7995
调整后的适合度指数(AGFI)	>0.90	0.7489	0.8224	0.8420	0.8665	0.8729	0.7465	0.7525
卡方(X2)自由度(df)	无意义	459.1 236df	53.2 14df	53.1 18df	103.3 68df	105.2 72df	471.7 240df	464.5 243df
卡方/自由度	无意义	1.95	3.8	2.95	1.52	1.46	1.96	1.91
近似误差平方根(RMSEA)	<0.05	0.0797	0.1331	0.1212	0.0592	0.0558	0.0805	0.0782
比较适合指标(CFI)	>0.90	0.9134	0.9286	0.9324	0.9759	0.9773	0.9100	0.9139
不规范拟合指数(NNFI)	>0.90	0.8987	0.8573	0.8817	0.9672	0.9709	0.8965	0.9023

够影响分析的溢出值,经侦测所选样本无溢出值。之后对个别项目的偏度和峰度进行扫描,本研究中项目的最大偏度和峰值分别是 2.10 和 5.68,而在单变量正态分布中只要偏度和峰值分别小于 3.0 和 10.0 都是正常的^[8]。最后,我们检测数据的 Mardia 系数^[12],采用的是 Z-score 模型,此数据的 Mardia 系数为 1.48,在样本显著性水平 0.05 以下,符合要求。

3.5.3 拟合指数。拟合指数能后决定数据的方差及协方差与研究人员所选的结构化模型是否统一^[13]。在将 SEM 应用于研究信息系统之前二者良好的拟合是必要的,通常使用的反映指数是卡方(χ^2), χ^2 /自由度,近似误差的平方根(RMSEA),适合度指数(GFI),调整后的适合度指数(AGFI),不规范拟合指数(NNFI)和比较适合指标(CFI)^[14-15]。表 2 是对所有模型拟合指数的总结,从表 2 中我们可以看出拟合指数的每一个值都表明在模型与数据之间具有良好的拟合。

表 3 Wald 检测结果

模型	路径	卡方	d.f.	P-Value	是否可去除路径
维度级别分析	S→E	0.0000	1	1.0000	可以
	V→A	0.7334	2	0.6930	可以
	E→V	1.9855	3	0.5754	可以
	S→V	3.6109	4	0.4612	可以
	A→B	10.5158	5	0.0619	不可以
通径分析	S→E	0.0006	1	0.9802	可以
	S→V	0.2392	2	0.8873	可以
	V→A	0.5991	3	0.8966	可以
	E→V	1.6555	4	0.7988	可以
	A→B	6.5911	5	0.2529	不可以
小组分析	S→E	0.0001	1	0.9920	可以
	E→V	0.4813	2	0.7861	可以
	S→V	0.9570	3	0.8117	可以
	V→A	2.6138	4	0.6244	可以

S=情景参与 E=易用性 V=可用性 A=态度 B=行为目的

4 结构方程模型的结果

表 4 展示了所有 SEM 模型的参数负载,其中显著

参数(路径)用粗体表示,其中包括原始模型及修改后的模型(经过 Wald 检测后的模型见表 3)。对于通径分析结构方程模型而言,在修改后的路径分析中除了路径从态度到行为目的(A-B)的显著性为($p < 0.10$),剩余路径相关系数的 t-value 值表现为显著($p < 0.05$)。拉格朗日乘子检验表明再没有其他路径能显著提高模型的整体拟合度,修改后模型的所有相关系数其显著性都在 $p < 0.07$,甚至更好。拟合系数优度表明修改后的模型与数据拥有很好的拟合(见表 5),从表 5 中我们可以看到修改后的路径分析模型中每个系数都有所提高。

下面,我们对模型性能进行测试:

卡方试差(修改前通径分析模型的卡方减去修改后通径模型的卡方)用来确定去除 4 条路径后能否提高模型拟合的显著性,换句话说,我们要确定修改后的通径分析模型是否是个精简模型。对于通径分析的统计结果表现为显著性没有提高(在自由度为 4 的情况下, $53.2 - 53.1 = 0.1$, $p = 0.99$),这意味着修改后的模型至少与原始模型有着相同的拟合度。对于维度级别模型而言其结果也表现为显著性没有提高(在自由度为 3 的情况下, $471.7 - 464.5 = 7.2$, $p = 0.065$),当然这也意味着修改后的模型至少与原始模型有着相同的拟合度。对于小组分析结构方程模型,其结果与前两个相同(在自由度为 4 的情况下, $105.2 - 103.3 = 1.9$, $p = 0.75414$)。

用于评测模型性能的另一个参数是 R_2 ,我们可在表 4 中看到每个内生变量的 R_2 。对于通径分析模型而言,行为目的的 R_2 是 0.38,这个值是修改后模型的一个相当低的解释变差。对于维度级别而言,行为目的的 R_2 是 0.82,这个值是修改后模型的一个相当高的解释方差。对小组分析而言,其结果与通径分析类似,解释方差值较低,为 0.41。很可能得到这个结果的原因是

因为有相当数量的信息在通径分析时取的是平均值,

表 4 研究模型的路径负载

路径	通径分析		修改后的通径分析		小组分析		修改后的小组分析		维度级别		修改后的维度级别	
	估计值	t-Value	估计值	t-Value	估计值	t-Value	估计值	t-Value	估计值	t-Value	估计值	t-Value
E→A	0.1855	2.959	0.1713	2.733	0.1925	3.150	0.1785	3.026	0.1943	2.512	0.1785	2.305
E→V	0.735	1.077			0.1098	1.165			0.516	0.693		
V→A	0.0517	0.595			0.0533	0.8563			0.1109	1.083		
A→B	0.1980	1.848	0.1795	1.646	0.2958	2.208	0.3286	2.315	0.3166	2.370	0.2881	2.085
S→E	0.0083	1.113			-0.0002	-0.002			-0.0008	-0.010		
S→V	0.0396	0.658			0.1083	1.326			0.0451	0.7018		
S→A						-0.1590		-3.049				
I→E	0.5205	5.498	0.5435	5.939	0.4719	5.385	0.4854	5.6721	0.4806	5.121	0.4983	5.397
I→V	0.7765	8.346	0.8371	10.13	0.6874	6.964	0.7766	9.258	0.7244	7.557	0.7795	9.030
I→A	0.7237	6.079	0.8053	9.190	0.4355	4.733	0.5119	6.211	0.6780	5.353	0.7882	8.764
I→B	0.5244	3.946	0.5482	4.029	0.2739	2.791	0.2564	2.626	0.4349	2.901	0.4678	2.997

注:上表中粗体值表示显著性 $P < 0.10$ S=情景参与 V=可用性 B=行为目的 E=易用性 A=态度

而在维度级别模型中却没有。

三种结构方程模型的结果表明它们对于信息系统研究都是有意义的。如果研究的目的是分析隐性变量之间的关系及数据与派生模型的拟合度,那么使用小组分析结构方程模型是最为合适的,此时使用通径分析或小组分析模型可能会对研究者的努力产生某些影响。如果研究的目的是为了了解个别变量之间的关系或结构化模型的应答解释能力(如期望的 R_2),那么使用小组分析结构方程可最小化某些干扰因子的影响。当因子的解释能力被认为是研究的重点的话,那么使用通径分析或小组分析结构方程模型都可以。研究的目标被仔细研究并确定后,选用哪种结构方程模型将由研究目的及评测方法的本质来决定。

我们在表4中可以看到通径分析对于行为目的而言有着最低的 R_2 值,但它对于每个隐性变量的平均应答率却最好。根据有利因子比率,如果样本数量较少,那么通径分析是最佳选择。这也可用来解释以前的许多研究人员在研究初期进行少量样本评测时为什么选用通径分析模型,但同时我们也要看到在解释 RMSE 及 NNFI 时其模型的拟合度最低。

表5 研究模型内生变量的 R_2

内生变量	通径分析	修改后的 通径分析	小组分析	修改后的 小组分析	维度级别	修改后的 维度级别
易用性	0.2071	0.2212	0.02388	0.2514	0.2647	0.2721
可用性	0.5211	0.5343	0.5570	0.5770	0.5302	0.5358
态度	0.5948	0.6086	0.6485	0.6612	0.7227	0.8032
行为目的	0.3837	0.3871	0.4047	0.4066	0.7215	0.8177

5 结 论

本文展示了用于检测扩展技术接受能力的三种结构方程模型的使用方向,同时为研究人员在选择模型发明提供了一些建议,之后讨论了每种模型适用的目的及环境。

应该说,没有一种结构方程模型能满足所有的需要。本文试着回答这样一个问题:采用不同的三种模型,其结果有什么不同,我们看到,结果从结构上来说类似。但调整 R_2 值对于维度级别及小组分析来说较高,另外,当三个模型的拟合度都可接受时,其拟合指数按通径分析、小组分析、维度级别逐个降低,我们还发现,当其他条件都相同时,一个模型的每个因子拥有越少的指标,其状态模型的拟合度越高。

参 考 文 献

[1] Adams D A, Nelson R R, Todd P A. Perceived Usefulness, Ease

- of Use, and Usage of Information Technology: A Replication[J]. MIS Quarterly, 1992, 16(2): 227 - 247
- [2] Lee B, Barua A, Whinston A B. Discovery and Representation of Casual Relationships In MIS Research: A Methodological Framework[J]. MIS Quarterly, 1997, 21(1): 109 - 136
- [3] Jones E E, Davis K. From Acts to Dispositions: The Attribution Process in Person Perception[M]. in Leonard Berkowitz, ed. . Advances in Experitmental Social Psychology. Vol. 2, New York: Academic Press, 1965: 219 - 266
- [4] Igbaria M, Guimaraes T, Davis G B. Testing the Determinants of Microcomputer Usage Via a Structural Equation Model[J]. Jouriwl of Management Information Sy. stems, 1995, 11(4): 87 - 114
- [5] Jackson C M, Chow S, Leitch R A. Toward an Understanding of the Behavioral Intention to Use Aninformation System[A]. Decision Sciences, 1997, 28(2): 357 - 389
- [6] Korzaan M L. Going With the Flow: Predicting Online Purchase Intentions[J]. Journal of Computer Information Sys/i/wi, 2003, 43(4): 25 - 31
- [7] Ives B, Olson M H. User Involvement and MIS Success: A Review of Research[J]. Management Science, 1984, 30(5): 586 - 603
- [8] Kline R B. Principles and Practice of Structural Equation Modeling [R]. Montreal: Concordia University, 1998
- [9] Lee B, Barua A, Whinston A B. Discovery and Representation of Casual Relationships In MIS Research: A Methodological Framework[J]. MIS Quarterly, 1997, 21(1): 109 - 136
- [10] Ives B, Olson M H. User Involvement and MIS Success: A Review of Research[J]. Management Science, 1984, 30(5): 586 - 603
- [11] Little TD, Cunningham W A, Shahar G. To Parcel or Not to Parcel: Exploring the Question. Weighing the Merits[A]. Structural Equation Modeling, 2002, 9(2): 151 - 73
- [12] Mardia K V. Measures of Multivariate Skewness and Kurtosis with Applications[J]. British Journal of Mathematical and Statistical Psychology, 1970(28): 205 - 214
- [13] Marcoulides G A, Schumacker R E. Advanced Stritctural Eqttation Modeling: Issues and Techniques[J]. NJ: Erlbaum, 1996
- [14] O'Loughlin C, Coenders G. Estimation of the European Customer Satisfaction Index: Maximum Likelihood Versus Partial Least Squares: Application to Postal Services[J]. Total Quality Management & Business Excellence, 2004, 15(9 - 10): 1231 - 1255
- [15] Korzaan M L. Going with the Flow: Predicting Online Purchase Intentions[J]. Journal of Computer Information Sys/i/wi, 2003, 43(4): 25 - 31
- [16] Sethi V, King W R. Construct Measurement in Information Systems Research: An Illustration in Strategic Systems[M]. Decision Sciences, 1991, 22(3): 455 - 472

(责编:刘武英)