

# 虚拟现实购物网站的等级深度与宽度关系研究

李江予\*<sup>1</sup> 张侃<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>北京师范大学经济学院, 北京, 100875) (<sup>2</sup>中科院心理所, 北京, 100101)

**摘要** 为研究虚拟现实表征方式下, 网上购物系统等级结构的宽度与深度特征对用户信息行为的影响, 本文在实验室环境下研究了三种结构方式(8+ 6+ 1、16+ 3+ 1、4+ 4+ 3+ 1), 结果初步发现: 对于虚拟现实购物网站(或系统的虚拟现实表征方式), 宽度的增加所带来的对用户信息搜索速度的损害大于深度的增加对用户信息搜索速度的损害, 这与对二维表征方式下的既有研究结果相反; 而且虚拟现实系统的8+ 6+ 1结构方式更容易带来用户的迷失。

**关键词:** 虚拟现实 等级结构 宽度与深度 搜索速度

## 1 引言

有研究初步发现<sup>[1]</sup>, 网上购物系统中相关商品信息的虚拟现实形式会增强购物者对商品信息的积极评价, 并能有效的激发其购买欲望。因此电子商务网站的虚拟现实表征形式对人的信息行为或购物行为的影响因素受到了一些学者的关注, 如对虚拟现实环境下消费者虚拟体验的构成、及其与消费者的直接体验和间接体验的关系的研究<sup>[2]</sup>; 关于现实条件下商店的设计规则对虚拟现实环境下商店设计的适应性、以及虚拟现实环境下的商店个性化对客户优势影响的研究<sup>[3]</sup>。在表征的媒体方式方面, 也有研究初步发现<sup>[4]</sup>, 虚拟现实表征方式比文本方式更有利于对购物系统熟悉和有较高购物频度的购物者的任务效率。但在系统结构的表征方面, 虚拟现实表征方式如何影响用户的信息行为尚不清晰, 而系统等级结构对于用户形成系统概貌(overview), 进而形成有效的心理地图并影响用户的任务策略和工作效率十分重要<sup>[5, 6]</sup>。

系统等级结构的重要特征之一即是宽度与深度的关系问题。所谓宽度即每一层中对象的数目; 所谓深度即等级的层次数。在宽度纬度, 用户必须扫描一系列的项目来找到特定的目标项, 项目的组织和标示方式将影响用户的视觉搜索(visual search)时间和反应时间。随着项目的增加视觉搜索时间和反应时间将以线性或对数方式增加<sup>[7]</sup>。在深度纬度, 有效的分级将会减少单一等级可能有的视觉搜索时间和反应时间的增加, 但随着深度的增加会带来另一个问题, 就是较大的深度会导致目标定位的不确定性, 在用户的实际使用过程就会表现出“迷路”, 因此它要求合理的分类及对分类的命名。由此, 如何平衡宽度与深度是一个很重要的问题, 这不仅是传统信息系统而且也是 Web 系统结构设计的重要

可用性(Usability)问题。在既有的超媒体系统(hypertext system)研究中, 最优的等级数目和宽度数目尚难有定论, 而且随着应用领域的不同有不同的倾向。大多数人认为人的短时记忆的跨度是主要影响因素,  $7 \pm 2$  仍是一个魔数(即人的最佳短时记忆容量), 即等级宽度的最佳数目, 而且确实有实验支持它<sup>[8]</sup>。但在二维 Web 页面的应用研究中, 宽度的范围超出了这个魔数<sup>[9]</sup>。比较一致的结果是深度的增加所带来的对菜单搜索速度的损害大于宽度的增加对菜单搜索速度的损害, 因为深度的增加带来了用户操作不确定性的增加<sup>[9-11]</sup>, 这一结果在 Web 页面的应用研究中也得到了验证<sup>[9]</sup>。

对于虚拟现实方式, 宽度与深度关系问题也应该是一个重要的问题, 而且购物信息的虚拟现实形式对购物者的积极作用也增加了对此问题关注和研究的重要意义和价值。本研究即是对此问题的初步探讨。基于上述分析, 我们认为虚拟现实方式下宽度与深度的影响应该与二维文本方式的影响是一致的, 即深度的增加对任务速度的损害要大于宽度的增加。但由于虚拟现实方式(以下简称 VR)媒体的特性差异, 宽度的范围会与文本方式的不同。

## 2 研究方法

### 2.1 被试

30名北京林业大学二年级理科学生, 其中20名是男生。平均年龄20.1岁, 只有很少的计算机使用经验。

### 2.2 实验仪器

奔腾166微机, 14英寸高分辨率显示器, 鼠标, 被试平视屏幕。

### 2.3 实验材料

#### 2.3.1 实验场景

\* 通讯作者: 李江予, 男。E-mail: li\_jy@126.com

在计算机中用虚拟现实形式(用 VRML 方式, 简称 VR 形式)分别建构和表征三个购物中心, 购物者(被试)可以在其中用鼠标“走动”、“游览”, 并与相关的商店商品对象交互。三个购物中心分别是 8+ 6+ 1、16+ 3+ 1、4+ 4+ 3+ 1 的结构, 这些结构分别表示有不同的层次数及每层的商店对象数。4+ 4+ 3+ 1 结构有四个等级, 分别表示商业街、商店、商品部门、商品, 每一级分别有 4 个、4 个、3 个、1 个对象, 即商业街上有四个商店, 商店里有四个商品部门、商品部门里有三个商品、单一商品的属性表单, 每一对象都有文字表征。8+ 6+ 1 和 16+ 3+ 1 结构均由商业街、商店、商品构成。三种结构的最后一层(单一商品的属性表单)都是文字表征。除最后一层外, 每次进入新的一层均不能见到该层的全部对象, 必须通过鼠标在里边“走动”。在每一级或场景, 用鼠标单击对象文字会进入购物中心的下一级, 并可单击返回或出口返回上一级。三种结构里包括 48 个相同的商品数目及商品名字。整个实验材料及实验的实施完全建立在 Web 和 VRML 技术模式下。

### 2.3.2 商品对象集及其分类

基于 Yee- Yin Choong 分类结构<sup>[7]</sup>, 并作了调整, 以形成实验场景中的商品分类结构。

### 2.4 实验任务

从 48 个商品对象中随即产生一个作为目标对象, 被试用鼠标在购物中心中遍历, 当在第四级确认找到目标对象时, 即选择“确认购买”完成一次目标搜索任务。实验中要完成 20 次任务, 并且要求既快又准确。在整个任务活动过程中, 被试在不同层面的操作时间、鼠标选择的对象及其选择对象的正误等都被计算机记录下来。

### 2.5 实验设计

采用单因素组间设计。

自变量为等级结构, 有三个层次, 分别对应着上述的三种结构, 即 8+ 6+ 1、16+ 3+ 1、4+ 4+ 3+ 1。这样实验有三种处理, 30 名被试随机分为三组, 每组 10 人, 分别置于这三种处理之下。因变量有三个:

操作时间(RT), 即被试完成每次商品对象搜索任务的时间。由对象目标呈现后, 被试进入第一层即商业街呈现开始, 到被试找到该对象并用鼠标选择“确认购买”, 这期间的时间。鼠标活动次数(TMS), 即被试完成每次任务过程中鼠标点击或选择的实际次数。

活动误差(TMSFF), 即鼠标实际选择对象次数与完成任务所需必要选择次数间的差值; 必要选择次数与商店结构的层数相对应, 对应于 8+ 6+ 1 和 16+ 3+ 1 结构的是 3 次, 对应于 4+ 4+ 3+ 1 结构的

是 4 次。

控制变量: 屏幕上等级转换即场景转换时的时间延迟。在每种结构条件下, 每一次的等级变换都延迟了 9 秒后再呈现于屏幕。

### 2.6 实验过程

30 个被试随机分为三组, 每组 10 人, 分别进行三个处理(三种结构方式的商店系统)。首先被试阅读一段指导语文字, 当被试自以为理解后进入一个练习, 以理解整个的任务活动要求, 练习的内容与实验的任务内容无关。练习中要求正确完成 10 次的对象搜索。然后进入实验操作: 目标对象呈现, 被试看清楚后用鼠标选择“开始”, 商店系统的第一层即商业街呈现, 被试开始任务活动, 当找到目标对象并选择“确认购买”后即完成该次任务, 接着呈现下一个目标对象, 被试用鼠标选择“开始”后, 商业街呈现, 开始下一个的任务操作。要求被试完成 20 次任务操作, 计算机控制整个过程并记录操作时间和操作对象。

## 3 实验结果

先对所有的数据进行考察(explora, SPSS 8.0 for Windows), 检验其正态性。实验实施中, 三种条件下的被试数实际上依次是 13、9、9。除非注明, 操作时间中不包括 9 秒的时间延迟。之后进行方差分析。

### 3.1 操作时间(RT)

#### 3.1.1 不同结构下的操作时间

表 1 三种结构条件下操作时间

被试	M (ms)	SD
8+ 6+ 1	54105	25229
16+ 3+ 1	62558	27708
4+ 4+ 3+ 1	36894	11554

结果表明(图 1) 4+ 4+ 3+ 1 结构下任务完成的速度最快, 其次是 8+ 6+ 1 结构, 16+ 3+ 1 结构的最慢。但方差分析(GLM General Factorial in SPSS for Windows 8.0)表明 VR 表征的这三种结构的成绩间总体上没有显著的差异( $F(2, 28) = 2.931, p = 0.070$ )。Post Hoc(LSD)检验表明 16+ 3+ 1 结构与 4+ 4+ 3+ 1 结构之间存在着显著的差异。

#### 3.1.2 结构类别与等级层次

为更深入地了解三种结构形式对信息活动的影响, 这里进一步考察了在每种结构条件下被试在不同等级层次的操作时间。由于三个结构的等级数不等, 下面不考虑 4+ 4+ 3+ 1 结构的第二层, 并将另外两个类别的第二层分别称为第三层。操作时间中包括 9 秒的时间延迟。

被试在不同结构类别与等级层次下完成任务的

操作时间见图 1。

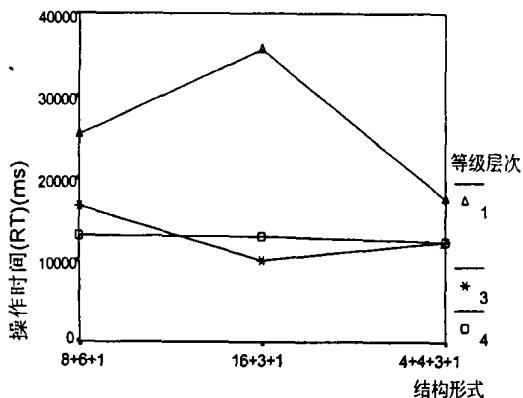


图 1 不同结构与层次下的操作时间

方差分析 (GLM General Factorial in SPSS for Windows 8.0) 显示: 在整个任务阶段, 各处理间的整体差异非常显著 ( $F(9, 98) = 21.706, p < 0.01$ ), 结构因素 ( $F(2, 96) = 8.778, p < 0.01$ ) 和层次因素 ( $F(3, 95) = 42.926, p < 0.01$ ) 非常显著的主效应, 而且也显示出了二者间显著的交互作用 ( $F(4, 94) = 11.842, p < 0.01$ ); *Post Hoc (LSD)* 检验表明, 在结构类别因素, 4+ 4+ 3+ 1 结构与另外两种结构差异显著; 在层次维度上, 第一层与其它各层间的差异显著。除 16+ 3+ 1 结构外, 另两个结构都是从第一层到最后一层, 速度越来越快, 所花费的时间趋于减少。16+ 3+ 1 结构与这种趋势不相一致。

可以看到: 在第一层 16+ 3+ 1 结构效果最差, 其次是 8+ 6+ 1 结构, 4+ 4+ 3+ 1 结构最好, 对该层的 One- Way ANOVA ( $F(2, 27) = 9.729, p < 0.01$ ) 分析和 *Post Hoc (LSD)* 检验也证明了其间的显著性差异; 在第二层, 8+ 6+ 1 结构效果最差, 其次是 4+ 4+ 3+ 1 结构 (其第三层), 16+ 3+ 1 结构最好, 对该层的 One- Way ANOVA ( $F(2, 27) = 9.729, p < 0.01$ ) 分析显示出了该层效果整体差异的显著性, *Post Hoc (LSD)* 检验也证明了 4+ 4+ 3+ 1 和 16+ 3+ 1 这两结构与 8+ 6+ 1 结构间的显著差异。

### 3.2 鼠标活动次数 (TMS)

表 2 三种结构下的鼠标活动次数

被试量	M (次)	SD
8+ 6+ 1	3.91	0.25
16+ 3+ 1	3.49	0.26
4+ 4+ 3+ 1	4.66	0.26
总计	4.01	0.53

ONE- Way ANOVA 方差分析结果发现, 这三种结构上所花费的鼠标活动次数 (TMS) 间的差异非常显著 ( $F(2, 28) = 46.602, p < 0.01$ ), 而且 *Post Hoc (LSD)* 检验也表明了鼠标活动次数 (TMS) 在这三种结构上彼此间差异的显著性, 即被试在 4+ 4+ 3+ 1 结构上所耗去的鼠标活动次数 (TMS) 最多, 8+

6+ 1 结构次之, 而在 16+ 3+ 1 结构上花费最少 (表 2)。

### 3.3 动误差 (TMSFF)

这里的数据进行了矫正 ( $TMSFF \rightarrow \log(TMSFF + 1)$ )。ONE- Way ANOVA 方差分析结果发现, 这三种结构上的鼠标活动误差 (TMSFF) 存在着非常显著的差异 ( $F(2, 28) = 8.093, p < 0.01$ ), 而且 *Post Hoc (LSD)* 检验也表明 8+ 6+ 1 结构的活动误差 (TMSFF) 比 16+ 3+ 1 和 4+ 4+ 3+ 1 结构的要显著地大, 后二者间的差异不显著 (见图 2)。

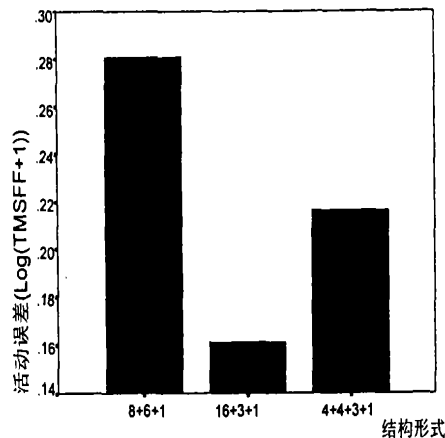


图 2 不同结构下的活动误差

## 4 分析与讨论

从完成任务的时间来看, 在不同等级层次上, 各结构的关系是一致的, 说明结构类别的影响是持续一致的。4+ 4+ 3+ 1 结构的任务速度最快, 被试能较快的完成任务; 而 16+ 3+ 1 结构的速度最慢, 而且在第一层也是 16+ 3+ 1 结构的最慢。因此可以说, 对于 VR 表征的结构, 宽度对于速度的损害比深度大, 对于同等数的项目集, 适当减少宽度而增大深度会使结构效果更好。这与二维条件下等级结构 (如菜单) 的研究相反, 菜单的研究认为深度对系统速度的损害最大<sup>[8, 9, 11]</sup>, 因为深度的增加会带来更大的目标项目类属定位的不确定性, 而宽度的损害较小, 因此对于同等数的项目集较浅的深度和较大的宽度这样的结构效果会更好。

三种结构的第一层, 从 4+ 4+ 3+ 1 结构到 8+ 6+ 1 结构再到 16+ 3+ 1 结构, 所需的时间越来越多, 因为第一层的对象数目依次是递增, 这与既有的菜单的研究结果一致<sup>[11]</sup>, 菜单研究认为在同一层面反应时间与可选择数目呈线性函数关系, 可选择的数目增加, 则需要的时间增加。实际上, VR 表征的结构这种差异, 更多的是因为 VR 表征方式的媒体效率性质的原因, VR 方式下“行动不便”, 增加宽度无疑增加了活动空间和活动的难度, 加剧了“行动

不便”;由深度带来的目标项目类属定位的不确定性不是不起作用,只是这个不确定性的效果不及由宽度带来的“行动不便”的难度。这也可以从8+6+1结构与16+3+1结构的行为成绩中得到验证,8+6+1结构比16+3+1结构速度快,而且鼠标活动次数和活动误差也是8+6+1结构比16+3+1结构的多,因为在第一层对象数目少,减少了“行动不便”的难度,但增加了判定目标项目类属的不确定性。如果把鼠标活动误差理解成用户迷失的体现,那么可以确定8+6+1结构更容易带来迷失。

在任务的完成过程中,随着层次的深入,在每一层所花费的时间越来越少,或者说任务的活动越来越快,是因为随着层次的递进,不仅每层的信息对象数相对或绝对地在减少,而且被试要搜索比较的概念空间也在减小。

## 5 小结

从上述的研究中可以看到,在虚拟现实表征方式,系统宽度对用户信息行为的影响要大于深度,降低宽度可以相对改善用户的信息行为绩效。

## 6 参考文献

- 1 Alice Richmond. Enticing online shoppers to buy – A human behavior study. *Computer Networks and ISDN Systems*, 1996, 28(7–11): 1469–1480
- 2 Hairong Li, Terry Daugherty, Frank Biocca. Characteristics of Virtual Experience in Electronic Commerce: A Protocol Analysis, <http://elab.vanderbilt.edu/research/papers/pdf/manuscripts/jim.pdf>, 2001
- 3 Luca Chittaro, Roberto Ranon. New Directions for the Design of Virtual Reality Interfaces to E-Commerce Sites, <http://hclab.uniud.it/publications/2002-04/5.pdf>, 2002

- 4 Li Jianguy. Shopping-online: the Effect of Media Representation Patterns on Human Information Behavior, In: Li Qi. Selected Proceedings. the Second China and U.S. Advanced Workshop in Electronic Commerce, 2004, ChengDu South West University of Financial & Economic Press, 2004: 331–337
- 5 Ben Shneiderman. Designing Information – Abundant Web-sites: Issues and Recommendations. *International Journal of Human – Computer Studies*, Int. J. Human – Computer Studies, 1997, 47(1): 5–29
- 6 P. A. SMITH. Virtual hierarchies and virtual networks: some lessons from hypermedia usability research applied to the World Wide Web. *International Journal of Human – Computer Studies*, Int. J. Human – Computer Studies, 1997, 47(1): 67–95
- 7 Lee E., & MacGregor J. Minimizing user search time in menu retrieval system. *Human Factors*, 1985, 27: 157–162
- 8 Miller, D. P. The depth/breadth tradeoff in hierarchical computer menus. *Proceedings of the Human Factors Society*, 1981: 296–300
- 9 Larson K. and Czerwinski M. Web page design: implications of memory, structure and scent for information retrieval. In: *Proceedings of the CHI 98 Conference on Human Factors in Computing Systems*. New York: ACM Press, 1998: 25–32
- 10 Norman K. *The Psychology of Menu Selection: Designing Cognitive Control at the Human-Computer Interface*, New Jersey: Ablex Publishing Corporation, 1991: 210–213
- 11 Kiger, J. I. The depth/breadth tradeoff in the design of menu-driven interfaces. *International Journal of Man – Machine Studies*, 1984: 20: 201–213
- 12 Yee – Yin Choong. Design of computer interfaces for the Chinese population. Purdue University, Doctoral Theses, 1996

# The Relations between the Depth and Breadth of E-commerce-site Hierarchy in Virtual Reality Representatives

Li Jianguy<sup>1</sup>, Zhang Kan<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> School of Economic & Business Administration, Beijing Normal University, Beijing, 100875)

(<sup>2</sup> Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100101)

**Abstract** To find out the impact on users' information behavior of hierarchy depth and breadth in virtual reality representatives of E-Commerce site, this article presents three hierarchy structures in the lab environment (8+6+1, 16+3+1, 4+4+3+1). The preliminary results of this research are that the harmfulness of increased breadth in users' information searching speed is greater than that of increased depth in users' information searching speed, which runs counter to most existing studies in the two dimensionality representative style; furthermore, users are likely lost in the structure model of 8+6+1 in virtual reality representatives.

**Key words:** virtual reality, width and depth, hierarchy structure, searching speed