

## 虚拟环境中临境感及其测量方法\*

周荣刚 张 侃

(中国科学院心理研究所, 北京 100101)

**摘 要** 虚拟环境(VE)中的临境感是用户感知身处VE而产生的一种主观体验,是评价VE的重要指标。VE临境感产生的基础在于个体VE某一特征的集中注意,其程度强弱在一定范围内取决于个体分配于VE的注意资源量,受诸如计算机技术设备等系统因素、表现为个体差异的用户因素以及人机对话过程中交互因素的影响。在此基础上本文从生理指标(生理测量法、心率变化和皮肤电阻变化)、行为指标(姿势变化和冲突条件下的刺激定位)、心理物理学(对比法和跨通道匹配法)、主观评价(WS-PQ、SUS-PQ、ITC-SOPI和直接主观评价法)和绩效衡量对VE临境感的测量方法进行总结和简单评价。

**关键词** 虚拟环境(VE), 临境感, 测量方法。

**分类号** B849:TB18

临境感(Presence)是考察虚拟环境(Virtual Environment, VE)系统一个很重要的指标,虽然研究者对临境感没有一致的定义,但是一般多认为临境感为一种心理状态,即个体通过自动的或有控制的心理加工所获得的身处某地或某环(情)境中的主观体验,而这一环境并非一定是个体所处的实际物理环境<sup>[1,2]</sup>。根据个体身处环境的不同,Barfield等人把临境分为现实临境(real-world presence)、虚拟临境(virtual presence)和远程临境(telepresence),具体来说现实临境感知对象为个体身处的实际物理环境,是为亲临(ego presence);虚拟临境和远程临境则分别由虚拟环境和远距离环境引起<sup>[3]</sup>。可以使个体获得临境感的媒介还有很多(诸如书本、电影戏剧等),本文仅关注虚拟临境,即个体感知身处计算机生成环境中的主观体验,简单阐述了VE临境感产生的心理学基础和影响VE临境感的因素,着重对评价VE临境感的方法进行了综述和简单评价。

### 1 VE产生的心理学基础

根据Fontaine的观点,临境感的获得是注意集中的结果,对新颖、独特的经验寻求会使个体将注意指向整个新的任务环境,形成注意的泛化集中(broad focus),是为VE中获得临境感的必备条件<sup>[3]</sup>。Witmer等人则认为VE的新颖特点虽然能吸引个体的注意,但实为支持性条件,临境感的获得更多取决于个体与整个VE刺激流(stimulus set)融为一体的程度:注意指向是有选择的,个体倾向将注意集中于丰富的、相对自身有意义的信息,当“排除”真实环境中不相关的刺激后,VE刺激流便提供了更多的而又连贯的信息,集中注意这

收稿日期:2003-06-14

\* 教育部“十五”规划课题(FBB011067),并获得国家自然科学基金(30270465)和中国科学院院长基金资助。

通讯作者:张侃,电话:010-64837096;E-mail:zhangk@psych.ac.cn

种 VE 刺激流的能力则为临境感获得的必备条件。而个体分配于虚拟环境的注意资源量则部分决定了 VE 临境程度：予以虚拟环境越多的注意资源分配，个体获得临境感程度越高<sup>[2]</sup>。是否要予以虚拟环境一定量的注意资源才可使用户获得虚拟感虽然还无定论，

但 Witmer 等人认为假设存在这样一个基线、且超过这个基线可以使临境感增强是合理的<sup>[2]</sup>。可见，VE 临境感产生的基础为给予某一 VE 特征或信息的集中注意，其程度强弱在一定范围内取决于个体分配于 VE 的注意资源量，VE 的新异性会影响这种分配。

在此基础上，Witmer 等人分离和总结了产生临境感所必须的两种心理状态——卷入 (involvement) 和沉浸 (immersion)。卷入是当注意集中于 VE 刺激流或与之有关的活动和事件时所产生的心理体验，有赖于刺激对个体的重要性或意义性程度，其程度取决于刺激的新异性 (可以更多引起用户的注意)<sup>[2]</sup>。一般来说，当刺激越具新异特点越能吸引用户的注意，因而给予 VE 的注意资源就有可能多于物理环境，就会提高用户卷入 VE 的程度<sup>[2]</sup>。沉浸一直是 VE 研究中另一个重要的概念，一般认为沉浸反映的是用户感受被包容于某一环境 (可以提供连续刺激流) 或与环境发生交互影响时的心理状态。但也有人尝试以量化指标定义沉浸，如刺激隔离于真实环境的程度、信息呈现的多通道、场景呈现的涵盖度等<sup>[1]</sup>。VE 如能有效地使用户隔离于真实环境、减少用户对该环境刺激的知觉，就会使用户获得高临境感。卷入和沉浸同为高临境感产生的必备心理状态、缺一不可，但在一定程度上是彼此独立的，比如通过 CRT 显示器来观察 VE 环境，由于不能像 HMD (head-mounted displays) 那样较自然地让用户感觉身处 VE，无论用户卷入该环境的程度如何，都不会产生沉浸感，进而影响临境感的获得<sup>[2]</sup>。

## 2 VE 临境感的影响因素<sup>[1, 2]</sup>

对临境感产生基础的探讨有利于对临境因素进行归纳，影响临境感的因素很多，也比较复杂，结合人机交互和系统论的观点可以将之分为系统因素、用户因素和交互因素。系统因素主要是指计算机技术设备 (包括硬件)，用户因素则为跟临境感有关的个体差异，而交互因素在这里理解为那些技术实现不难、直接受用户信息加工特点影响的因素。

### 2.1 系统因素

隔离 (isolation) 用户以免受外界物理环境的设备 (如头盔、眼罩和数据手套等) 会提高临境感。VE 更新控制 (controls) 和显示 (displays) 的速率即刷新频率 (update rate) 会影响临境感的获得，Barfield 等人的研究发现刷新大于 (包括) 15Hz 的新频率对临境感的产生很关键。VE 信息呈现的逼真度 (包括质地、光线、视野/field of view 和维度等) 和丰富度越高，越会使用户获得临境感。虚拟人 (avatars) 无论是局部虚拟 (first person, 只有臂膀) 还是整体虚拟 (two person or full avatar) 的使用都会有利于临境感的获得，但是呈现整体虚拟人会使用户感觉另有一人在自己前面，容易引起冲突。

### 2.2 用户因素

适应能力较强 (能较快地适应新环境) 由于对周围环境关注的比较全面、能更多地察觉到 VE 异于物理环境的方面，因此会负面影响临境感的获得。多经验、练习 (包括熟悉

VE 的使用)、高动机(使用 VE 的意愿程度),有利于个体临境感的获得。长时间使用 VE 一方面可以增加练习和对任务及 VE 的熟悉程度,提高临境感;但另一方面也会出现负面效应,如眩晕(cybersickness)等。个体的沉浸倾向也是影响临境感的因素:倾向性高的人容易获得临境感。

### 2.3 交互因素

影响 VE 临境感的交互因素有反馈、预期、信息交互的感觉通道和交互方式。反馈和反馈及时:VE 中用户操作结果应予以反馈,且反馈延时会降低用户临境感的获得。预期:如 VE 能使用户对继续操作作出较好的预期(包括操作是否可控和其结果的预期),则会提高临境感。信息交互的感觉通道(sensory modality/channels)对临境感的影响表现在:(1)层级性(hierarchy),视觉信息比其他通道的信息更有利于临境感的获得;(2)信息的多通道呈现(如以视觉和触觉同时呈现信息)和(3)信息多通道呈现的一致性(即各通道输出的信息所基于的客体应是同一的)都会提高临境感。自然或娴熟的交互方式也是影响临境感的因素:非自然的尤其需要进行长时间学习才可以掌握的交互方式会降低临境感。

## 3 VE 临境感的测量

临境感的测量是 VE 系统设计的重要环节,而测量方法的形成和使用则有赖于对 VE 临境感实质(包括因素)的认识,目前采用的方法主要有基于刺激变化的各类指标上的反应(有生理/生理测量法、心理/心理物理法、行为/行为测量法)、主观等级评价法和绩效测量法。

### 3.1 生理测量法(Physiological Measures)

结合 Meehan 等人(2002)的研究,可以这样认为生理测量法所基于的假设:临境度取决于 VE 和相应真实环境的接近程度,二者越接近,用户在这两种环境中的生理变化越相似,而一般在真实环境中当刺激改变尤其是变化强度较大时,会引起机体某些生理指标上的显著变化,所以如果相应的 VE 可使用户获得高临境感,那么同等程度的 VE 刺激改变也会引起机体同等程度的某些生理指标上的变化,变化程度可衡量出临境感的高低<sup>[4]</sup>。

#### 3.1.1 心率变化(Change In Heart Rate)

心理变化测量的是心脏每分钟搏动的次数,可用心电图(ECG)表示。紧张、恐惧、兴奋等都会影响心率的变化<sup>[5]</sup>,Wiederhold 等人的研究表明心率变化与临境感、VE 逼真度和沉浸度之间都存在高度相关<sup>[6]</sup>,Meehan 等人也通过实验证明了心率变化可以作为衡量临境度的指标:变化越大,表示临境感越强<sup>[4]</sup>。

#### 3.1.2 皮肤电阻变化(Change In Skin Resistance/Conductance)

非预期刺激出现或紧张状态下,手掌汗液分泌量增加,会导致皮肤电阻减小、传导系数变大,Wiederhold 等人 and Meehan 研究发现这种在变化在 VE 中也会出现<sup>[6,7]</sup>,Meehan 等人的研究也得出了同样的结果,但同时认为皮肤电阻变化反映临境程度的敏感性要次于心率变化<sup>[4]</sup>。

除心率和皮肤电阻外,研究者也尝试以皮肤温度变化作为有效指标<sup>[4, 6, 7]</sup>,但实验结果均表明皮肤温度变化不适合衡量临境感,原因是皮肤温度由于一般需要 2~5 分钟才能发生、而

人的唤起时间一般只有一分钟 (Meehan)<sup>[7]</sup>。可能作为衡量临境度的神经生理指标有脑电波 (peripheral brain wave EEG activity)、瞳孔扩大度 (pupil dilation)、眨眼次数 (blink response)、甚至肌肉张力 (muscle tension)<sup>[1]</sup>, 但大多缺少检验。

与其他方法相比, 生理测量法具有以下优点: 由于测量的是生理指标, 更为客观, 且获得高信度的可能性较大; 由于是连续的测量, 所以可以观察到临境感的时间变化特性<sup>[5]</sup>。缺点有: 突现容易引起情绪变化的刺激 (用生理法测量 VE 常用的方法), 更多时候是一种非自然情境<sup>[4]</sup>; 用户完成任务若有困难, 也会引起用户的生理变化, 而困难有可能源于 VE 设计。使用中应注意: 防止非预期刺激的出现, 严格控制实验条件; 个体差异较大, 数据的整理应基于实验前的基线; 测试前, 需予以被试一定适应 VE 本身的时间<sup>[5]</sup>。

### 3.2 心理物理法 (Psychophysics Measure)

心理物理学最早由 Fechner 创立, 其关心的中心问题是物理量 (对身体各器官的刺激) 与心理量 (各种主观印象) 之间的数量关系, 根据二者的函数关系, 就可以根据物理刺激 (由物理量表示) 的强度计算出该刺激所引起的心理量<sup>[8]</sup>。

#### 3.2.1 对比法 (Method of Paired Comparisons)

由 Schloerb (1995) 提出, 被试的任务是对同一场景的真实表征和 VE 表征进行多次区分, 基于的假设是如果被试觉察不到二者间的差异, 则可推测该 VE 能被试获得高临境感<sup>[1, 9]</sup>。具体操作可以是: 逐渐减弱真实场景的刺激, 如增加头部运动和与此对应的场景位移变化间的延时、降低声音的立体效果等, 直到被试报告与 VE 场景一致, 此时记录物理刺激所降低的量<sup>[9]</sup>, 以此作为衡量临境感的量化指标。这跟最小变化法很类似, 主要优势在于能较好地避免主试者效应, 对差异甚微的 VE 场景和真实场景该方法可能更为敏锐<sup>[9]</sup>。但其缺点也是很明显的: (1) VE 场景和真实场景间的差异应是可辨别的, 但依赖于真实场景的特性, 如有的被试可能对视觉信息的变化敏感、而有的被试对声音效果变化敏感; (2) “降低”真实场景所有物理特性、达到与 VE 场景的精确匹配是非常困难的, 即便可以匹配, 降低本身就是一个十分复杂的过程、甚至不可能<sup>[1, 9]</sup>。

#### 3.2.2 跨通道匹配法 (CMM, Cross-Modality Matching)

跨通道匹配法是相对数量估计法而言的, Stevens 随机呈现给被试一系列刺激、要求他用数字表示这些刺激的强度, 从而确立了物理量和心理量之间的幂函数关系, 但是人们认为被试给出的数字可能更多地反映他的数字习惯而不反映他的感觉, 为此 Stevens 改用跨通道匹配法: 实验中被试紧握压力计, 用握力大小来匹配电流、白噪声等<sup>[8]</sup>。临境度是各感觉道共同影响而成的一种心理状态, 所以 Stanney 等人认为跨通道匹配法也可以用来测量临境度, 具体的操作可以是: 在 VE 使用过程中, 要求被试当有临境感 (要有操作性定义) 时, 用另一感觉道 (如握力或长度调整) 来表达; 或在任务完成后, 要求被试调节声音大小, 以表达其所感受临境的程度<sup>[9]</sup>。CMM 测量临境感还只是概念上的引入, 而且还存在操作上的问题, 但是 Stanney 坚信 CMM 不失为测量临境感的有效方法<sup>[9]</sup>。

总体来说, 心理物理测量法是量化 VE 临境感的一个很好尝试, 直接把刺激的强弱程度

与用户的主观报告结合起来,避免了临境感表达的滞后性,但是被试操作起来比较复杂、适用范围有限。

### 3.3 行为测量法 (Behavioral Measures)

行为测量法基于的假设与生理测量基本一致,当用户临境体验越强烈,其对刺激的反应就越接近在真实环境中对相应刺激所作出的行为反应<sup>[10]</sup>。比如如果用户有意识地躲避飞向自己的虚拟球,那么就可以说明该 VE 可使用户获得高临境感<sup>[5]</sup>。测量所采用的指标目前主要有:

#### 3.3.1 姿势变化 (Postural Responses)

即向用户呈现特定 VE 情景,记录用户的姿势变化,以姿势变化程度考察 VE 使用户获得临境感的能力,Freeman 等人通过设置立体画面和非立体画面,要求被试尽可能静止不动地站在 VE 枪杀录像播放屏前,由磁性追踪设备记录用户姿势变化,结果表明呈现立体画面时被试姿势变化明显<sup>[10]</sup>。姿势变化的优势有:被试一般觉察不到自身姿势的变化,即使有变化也不会太在意,所以不会涉及高水平认知加工过程;姿势变化可表示 VE 临境感变化水平上的区分<sup>[5]</sup>。

#### 3.3.2 冲突条件下的刺激定位 (responses to virtual cues with conflicting cues)

考察相关的真实环境刺激和 VE 刺激同时冲突呈现条件下用户对 VE 刺激反应情况,以此衡量用户临境程度<sup>[5]</sup>。Slater 等人设计的实验中先呈现被试一真实收音机,然后被试进入 VE (其中同样位置呈现一虚拟收音机),主试挪开并打开真实收音机,要求用户判断正处于播放状态下收音机的位置:用户所获临境感越高,越有可能报告的是虚拟而非真实收音机的位置<sup>[11]</sup>。该方法不会打扰被试的操作,但应用范围较小。

行为测量法考察的是用户对较大强度刺激的反应,受主试影响较小,与主观法相比更为客观,但是同样操作起来也不是很便利。

### 3.4 主观等级评定法 (Subjective Rating Scales)

主观评价法是心理学常用的方法,通过分析用户对问卷或量表的回答,可区分出用户 VE 临境感的不同体验水平,对 VE 系统的早期设计特别有用。

#### 3.4.1 WS-PQ (Witmer-Singer Presence Questionnaire)

Witmer 和 Singer 先把影响临境的因素分为控制因素 (control factors)、感觉因素 (sensory factors)、隔离因素 (distraction factors) 和真实性因素 (realism factors),与此对应共设计了 32 个问卷项目、形成 7 点临境问卷 (WS-PQ),并发展了卷入/控制 (control)、自然度 (naturalness) 和界面 (interface quality) 三个子问卷<sup>[2]</sup>。WS-PQ 具有以下特点:首次报告了 VE 临境感主观评价问卷的信度和效度 (其实验结果表明 PQ 是可靠的);形成时间跨度长 (从 1992 年开始) 较为成熟;并尝试跨 VE 媒体 (media) 和内容 (content) 发展 PQ。

#### 3.4.2 SUS-PQ (Slater-Usuh-Steed Presence Questionnaire)

SUS-PQ 是由 Slater 等人发展而成的,该问卷基于三个主题采用重复测量的方法设计问题:身在 VE 的感觉;VE 成为优势存在 (dominant reality) 的程度;VE 被识记为“场景 (place)”

的程度<sup>[11-14]</sup>。其特点有：提供了一定的问题情景；以评价分值为“6”或“7”的问题总数目为临境感得分；题量较少（6个问题），并辅以开放性问题。

### 3.4.3 ITC-SOPI (ITC-Sense of Presence Inventory)

以影响临境感的因素为切入点，Lesslter 等人（2001）从空间感知（sense of space）、卷入、注意、隔离（distraction）、控制和操作、逼真（realness）、自然、时间知觉、行为反应意识、社会交互知觉（the sense of interaction）、个人（personal relevance）、唤起（arousal）和负效果（negative effect）13个角度设计了5点问卷问题63个，经过实验所得数据的探索性分析、保留44个，并分离出影响临境感的4个因素：物理空间知觉（sense of physic space）、生态效度（ecological validity）、卷入度（engagement）和负效果（negative effects）<sup>[15]</sup>。初步实验结果说明该问卷有效的，其特点有：从“临境感”的实质探讨到数据分析，较为严格地遵循了发展心理学主观问卷的要求，且被试量较大；关注的是用户媒介经验，对媒介本身没有限制（不局限于VE），属于跨媒介PQ。

### 3.4.4 直接主观评价法 (Direct Subjective Ratings of Presence)

该方法由连续评价法（the method of continuous assessment，用来评价电视图象质量的）演变而来，以上三种评定法均为事后测量，会影响评价效果，而直接主观评价要求被试在任务完成过程中对亚任务提供连续的临境感评定等级。但直接评价会由于评价本身而导致注意转移，而且该评价程序简单、且对被试进行了练习、加上便捷的评价设备，Freeman等人相信任务的操作因评价过程的影响会降到最小<sup>[16]</sup>。直接主观评价法是主观等级评价VE临境感的一个新尝试，与事后评价法相比，其特点主要是有专用的记录设备、而不仅仅用纸笔问卷回答。

总体来说，主观评价法具有以下优点：操作便捷、费用较低；表面效度高、容易解释；不会对VE任务的操作造成干扰。同时其缺陷也是明显的：大部分属于追忆性表达，容易引起评价偏差；有时可能会因为题量大或VE负效果造成被试疲劳或烦躁，影响结果；受评价者和评价媒介的影响，各PQ缺少同一性，SUS-PQ甚至没有信度和效度的报告<sup>[5]</sup>。

### 3.5 绩效测量法 (Task Performance Measurements)

虽然有些研究表明，VE操作绩效和临境感之间存在正相关，但是二者的关系十分复杂，到目前还没有统一的认识<sup>[1, 9]</sup>，鉴于此，少有以VE绩效评价临境度的研究。但是已有研究表明有些因素对临境度和操作绩效都起作用<sup>[2]</sup>，对这类VE临境度的评价还是可以基于被试操作绩效（反应时和错误率增加），第二任务法（Secondary Tasks Measures）<sup>[1]</sup>便是以真实环境中的操作成绩来测量VE临境感的尝试。

第二任务法所基于的理论是注意资源的分配模型：同时完成两项任务，操作绩效跟给予各任务的注意资源成线性变化，如前所述临境感随着给予VE的注意资源变化而变化，当VE临境度很高时，给予真实环境的注意量就会减少，进而影响真实环境中任务的完成，因此Barfield认为真实环境中任务的操作绩效可以一定程度上反映出VE临境感的高低：操作越低表示高临境感<sup>[1]</sup>。第二任务从临近感的心理学基础入手考虑如何测量临近法，这是一个

很好的尝试，但同样有待证实。

可见，从敏感生理指标的选择到行为反应的特定刺激呈现、从主观感觉的评价到操作绩效的考察，研究者不断尝试、试图找到能准确测量出 VE 使用过程中用户临境体验的客观的（生理测量、行为测量和绩效测量）或主观的方法（心理物理法和主观等级评定法），为 VE 系统的设计和评价提供依据。测量方法的多样性一方面反映出 VE 系统本身的复杂性和多异性，另一方面也说明人们对 VE 临境感实质及其影响因素的认识有待提升。所以这涉及到测量方法自身的评价和使用过程中测量方法的选择，由于测量不仅局限于心理指标，故而 VE 考察的角度有：信度、效度、敏感性（Sensitive，可进行临境感的多水平区分）和客观性（Objective，应排除主试和被试效应）<sup>[4,5]</sup>。主观等级评定法如 WS-PQ 和 ITC-SOPI 的信度较高、具有较高的表面效度，随着 VE 设计的改进能区分出不同水平的临境感，使用的范围最广、不受 VE 媒介（如桌面 VE、沉浸 VE 等）和内容的限制；与之相比，生理测量法和行为测量法比较客观、受主试影响比较小、比较敏感，有些指标与主观评定法有较高的相关，一般来说适合评价容易使人产生处于紧张状态下的刺激在 VE 中是否也可使产生较强的临境感；而心理物理法更适合评价与真实环境相差甚微的 VE 中临境感的获得水平，目前来看心理物理法测量 VE 临境感还缺少相关的研究；第二任务法以 VE 所基于的理论基础出发、客观性较好，在没有更进一步认识临境感和操作绩效关系的前提下同样有待研究。有关 VE 临境感的研究和评价方法的使用一方面要对虚拟环境中临境感的实质和临境感和 VE 其他诸如负效（side effect/aftereffect）眩晕和操作等指标的关系继续进行深入的研究，这有利于选择合适的评价方法对虚拟环境加以评价；另外一方面，在目前情况下建议多维指标衡量 VE 临境感，在使用过程中对各评价方法进行比较；除此之外主观评价法有待整合、完善和信效度的检验，而其他评价方法则值得进一步深入研究。

## 参考文献

- [1] Nash E B, Edwards G W, Thompson J A, et al. A review of presence and performance in virtual environments. *International journal of human-computer interaction*, 2000, 12(1): 1~41
- [2] Witmer B G, Singer M J. Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence*, 1998, 7(3): 225~240. Available on: <http://mitpress.mit.edu/journals/PRES/ps00734.pdf>. 2003-5-31
- [3] Draper V D, Kaber D B, Usher J M. Telepresence. *Human Factors*, 1998, 40(3): 354~375
- [4] Meehan M, Insko B, Whitton M, et al. physiological measures of presence in stressful virtual environment. 2002. Available: <http://people.cs.uct.ac.za/~dnunez/reading/papers/p645-meehan.pdf>. 2003-5-31
- [5] Insko B E. Measuring presence: subjective, behavioral and physiological methods. In: Riva G, Davide F, Jsselsteijn W A I. *Being there: concepts, effects and measurement of user presence in synthetic environments*. Amsterdam: Ios Press, 2003. Available on: <http://www.vepsy.com/communication/volume4/7Insko.pdf>. 2003-5-31
- [6] Wiederhold B K, Jang D P, Kaned M, et al. An Investigation into Physiological Responses in Virtual Environments: An Objective Measurement of Presence. In: Riva G, Galimberti C. *Towards CyberPsychology: Mind, Cognitions and Society in the Internet Age*. Amsterdam, IOS Press, 2001. Available on: [http://www.vepsy.com/communication/book2/SECTIONIII\\_cap10.pdf](http://www.vepsy.com/communication/book2/SECTIONIII_cap10.pdf). 2003-5-31
- [7] Meehan M. An Objective Surrogate for Presence Physiological Response. Available on: <http://www.cs.unc.edu/~meehan/presence2000/MeehanPresence2000.htm>. 2003-5-31

- [8] 朱滢. 实验心理学. 北京: 北京大学出版社, 2000. 58~124
- [9] Stanney K, Salvendy G, et al. Aftereffects and Sense of Presence in Virtual Environments: Formulation of a Research and Development Agenda. 1997. Available on: [http://peer1.nasaprs.com/peer\\_review/prog/afteraffects.pdf](http://peer1.nasaprs.com/peer_review/prog/afteraffects.pdf). 2003-5-31
- [10] Freeman J, Axons S E, Meddis R, et al. Using behavioral realism to estimate presence: A study of the utility of postural responses to motion stimuli. *Presence*, 2000, 9(2): 149~164. Available on: [http://homepages.gold.ac.uk/immediate/immersivetv/Presence\\_MIT\\_9-2\\_149-164.pdf](http://homepages.gold.ac.uk/immediate/immersivetv/Presence_MIT_9-2_149-164.pdf). 2003-5-31
- [11] Slater M, Usoh M, Chrysanthou Y. The Influence of Dynamic Shadows on Presence in Immersive Virtual Environments. *Virtual Environments*, 1995: 8 – 21. Available on: [www.cs.ucl.ac.uk/staff/m.slater/Papers/shadows.ps.gz](http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/m.slater/Papers/shadows.ps.gz). 2003-5-31
- [12] Slater M, Steed A, McCarthy J, et al. The influence of body movement on subjective presence in virtual environment. *Human Factors*, 1998, 40(3): 469~477
- [13] Usoh M, Catena E, Arman S, et al. Using presence questionnaires in reality. Available on: <http://people.cs.uct.ac.za/~dnunez/reading/papers/questionnaire-paper.pdf>. 2003-5-31
- [14] Slater M. Measuring presence: A response to the Witmer and Singer Presence Questionnaire. Available on: <http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/m.slater/Papers/pq.pdf>. 2003-5-31
- [15] Lesslter J, Freeman J, Davidoff J. A cross-media presence questionnaire: The ITC-Sense of presence inventory. *Presence*, 2001, 10(3): 282~297. Available on: <http://homepages.gold.ac.uk/immediate/immersivetv/Lessiteretal%20-%20ITCSOPI2001.pdf>. 2003-5-31
- [16] Freeman J, Avons S R, Pearson D E, et al. Effects of Sensory Information and Prior Experience on Direct Subjective Ratings of Presence. *Presence*, 1999, (8)1: 1~13

## Presence and Measuring Presence in Virtual Environment

Zhou Ronggang, Zhang Kan

*(Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)*

**Abstract:** Generally, virtual environment presence may be described as the subjective perception of experiencing oneself as being in a computer-generated environment rather than in one's actual physical location. Presence was thought of as attention resource allocation to stimulus in VE, and the degree of presence was influenced by VE systems, individual difference and man-machine interaction factors. Based on these describing, this article reviewed of methods commonly used for measuring presence as five categories: subjective measures(WS-PQ, SUS-PQ, ITC-SOPI and Direct Subjective Ratings of Presence), physiological measures(Change In Heart Rate and Change In Skin Resistance/Conductance), psychophysics measure(Method of Paired Comparisons and Cross-Modality Matching), behavioral measures ( Postural Responses and Responses to Virtual Cues with Conflicting Cues ) and performance measures (secondary task measures).

**Key words:** virtual environment, presence, measures of presence.