

文章编号: 1007-4619 (2005)02-0158-08

# 虚拟地理环境的地理学语言特征

林 琨<sup>1</sup>, 朱 庆<sup>1,2</sup>

(1. 香港中文大学地球信息科学联合实验室; 2. 测绘遥感信息工程国家重点实验室(武汉大学) 湖北 武汉 430079)

**摘 要:** 在比较分析传统地图和 GIS 的地理学语言功能基础上,指出了虚拟地理环境对现实世界抽象表达的多维特征、多视点和多重细节的多模态可视表现、多种自然交互方式和跨时间、空间与尺度的地理协同以及多感知的空间认知能力等。说明虚拟地理环境提供了一种综合表意系统和更接近自然的多感知的空间认知能力,使得从现实世界到人类大脑的信息带宽最大化,提供了超越现实的抽象表示与解析理解能力,达到了增强现实的目的。虚拟地理环境作为继 GIS 之后新一代地理学语言的显著特征是以用户为中心、提供最接近人类自然的交流方式与表达形式。

**关键词:** 虚拟地理环境;综合表意系统;地理学语言;用户为中心

**中图分类号:** P208 **文献标识码:** A

## 1 前 言

地理空间信息(以下简称空间信息)是人类对于现实世界探索和认识的最基本的组成部分。从口语、文字、地图到 GIS 等多种地理学语言表达与传播形式的变革,无不深深地显现出各种技术进步的烙印<sup>[1]</sup>。地图在相当长的时期内是人们描绘地表有形或无形对象的主要手段,但其只是主要完成地图制图者(信息编码)和地图读者(信息解码)之间的空间信息传输,而传统制图理论的基调是把制图者与用户截然分开的<sup>[2]</sup>。不论是地图制作者还是地图阅读者,有关空间信息、地理和地图的知识和经验在整个信息传输过程中起着关键作用。而关于空间信息本身的知识只有通过专门的学习才能获得,通过专门的实践训练才能积累,其正确有效的运用往往还要凭经验。GIS 的出现相对传统地图而言在庞大的数据容量、多尺度和多类型数据集成处理及灵活多样的可视化机制等方面具有明显的优势,同时也模糊了制图者与用户之间的界限,因为非制图人员也能够很容易地获取数据和软件制作自己的地

图。但恰恰是由于人们太关注 GIS 空间信息或空间数据处理的过程,而忽视了空间信息的基础是语言这一事实:语言标识(能指)和指示事物(所指)。标识和指示都是人类活动,表现了人类的自由和创造性,而计算机的结果通过人才有意义<sup>[3]</sup>。GIS 本质上是试图以计算机取代人来管理、处理和分析复杂的空间信息,然而关于空间信息的地理学、社会学、数学、美学和心理学等方面的知识绝大多数还不能被计算机接受和自动处理。因此,现阶段的 GIS 对空间信息的表达与传输还主要是通过地图形式来实现的。实际上,想用电脑替代人脑的愿望在近期还看不到实现的可能<sup>[4]</sup>。人类是依靠自己的感知和认知能力,全方位地获取知识的,是在多维化的信息空间中认识问题的。而地图和现有的 GIS 甚至只具有在单维或二维空间中处理问题的能力,这产生了人的认识空间与所用工具处理问题的方法空间不一致的矛盾。在低维空间中“隐喻和晦涩”的信息编码/解码倾向导致信息与人的沟通交流的错位,这进一步激发了人们对动态多维(即立体加时间)的空间信息表达与传播方式的渴望。在现代新兴信息技术的驱动下,人类的地理空间信息交流已经超越时

收稿日期: 2003-11-05;修订日期: 2004-01-07

基金项目: 香港裘槎基金会的赞助、国家 863 项目(2001AA135130)、香港特区政府研究资助项目(CUHK4132/99H)、国家 973 项目(2002CB312101)和国家自然科学基金项目(40001017)的资助。

作者简介: 林 琨(1954—),男,教授,博士,1980年毕业于武汉测绘学院,1983年获中国科学院遥感所理学硕士学位,1992年获美国纽约州立大学布法罗分校博士学位。研究兴趣包括虚拟地理环境、空间数据挖掘、雷达遥感、城市群 GIS、空间综合人文学。发表学术论文 120 余篇,专著 6 部。

间和空间制约,正努力朝更接近自然的多感知的高级方式——虚拟地理环境(VGE)方向发展<sup>[5]</sup>。

VGE 可以简单定义为在计算机中的一种抽象的数字化的逼真表示,使人们可以探索汇集有关真实地理环境的自然和人文信息,并与之互动。除了象虚拟现实一样模拟人们在自然世界里熟悉的各种感知如图像、声音、气味、味道、力量或惯性等以外,VGE 更有用的还是模拟那些在自然界中难以发现的现象即超越现实的抽象表示并提供深刻的解析理解能力<sup>[6]</sup>,从而增强人类对现实世界进行广泛探索和深刻认识的能力。尽管 VGE 同样也被希望不必服从我们所熟悉的现实世界中的一般法则,但其明显不同于大量媒体和科幻作品那样广泛地将虚拟现实与不真实虚构的幻想联系在一起,或者说总是与人们不真实的期待相关联;而在这里讨论的虚拟地理环境中所有的数据与动作都与现实世界有着一定的因果关系。与常规的电子地图和 GIS 一样,具体现象的信息形态由模拟化转变为数字化时,虚拟地理环境中的具体事物本质上也就可能成为所谓“虚拟”的,因为构成虚拟环境之比特(Bit)与构成实物之原子遵循着完全不同的法则,比特没有重量。

杜清运在其博士论文中对空间信息的语言学特征已经进行了专门而系统的论述<sup>[2]</sup>,比如,地图符

号和二维空间关系被认为是传统地图与 GIS 作为地理学语言的基本词法和语法规则的基础<sup>[2]</sup>。同理类推,VGE 作为地理学语言之基本“词汇”则是一系列体元和面元等,而建筑屋、树木和道路个体等是 VGE 之“句子”,建筑物整体结构和场景空间构图则是 VGE 之“文章”。多维空间关系同样提供了 VGE 之“词汇”组成“句子”再组成“文章”之语法规则。如图 1,空间信息传播过程有两个重要阶段,第一个阶段是根据人们对现实世界的认识和把握,通过各种手段获取空间数据的抽象、选择、忽略和数字化过程,比如人们熟知的测绘遥感处理过程;第二阶段则是根据知觉上和解析上的认知需要对第一级信息以 VGE 语言形式进行选择、重组和多模态表现的过程,比如模型化、制图和逼真表现的过程。对第二级信息源的分析是本文的重点,而关于第一级信息源以及第二级信息源被人类再认识如地图和三维感知的过程已经有许多成熟的结论,将不在本文讨论。在文献[5]的图 4“地理学语言的演化”中已经勾画出 VGE 之基本特征就是从传统地理学语言“以数据和信息为中心”演化到“以用户为中心”。因此,本文将进一步分析说明面向用户(人类)的自然有效交流方式与表达形式应是 VGE 区别于其他语言形式的最重要特征。

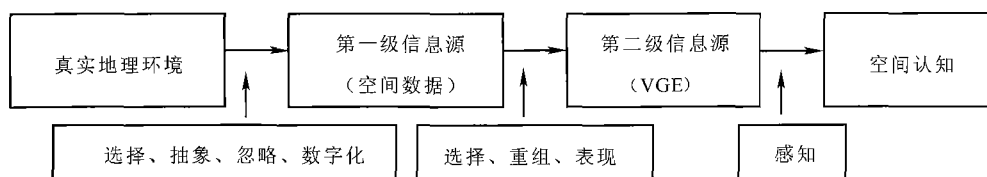


图 1 地理学语言与地理环境

Fig.1 Geographic language and geographic environment

## 2 VGE 用综合表意系统描述空间现象

VGE 是 GIS 地理学语言在信息技术的驱动下,在智能化、网络化和虚拟现实表现等方面向前发展的更高级形式,自然包容了地图和 GIS 所具有的空间信息表达与传输功能。VGE 的主要目的之一是使得从真实地理环境到人类大脑的信息带宽最大化,如果我们能以同真实地理环境相同的方式与 VGE 互动,那么我们就在全部感觉系统的范围内建立起一个“无缝”的直观的输出输入(I/O)信道。

GIS 与以前的文字描述和地图等地理学语言相比,其显著特征是用数字形式来描述空间实体,从而能够以灵活的数据组织与表现方式对地理现象进行多视点多尺度的视觉与解析的空间探索与认识,并传达越来越丰富的定性与定量化的空间信息。然而,人类并不是仅仅依靠文字或数据这一单一的形式来传递信息和接受概念的,人类是通过多种感官来接受外界的信息的。仅依靠提高传递和处理文字与数据这一单维信息的能力是不够的,而应该按照人类的习惯,提供各个感官所能接受的多种属性的信息(声图文集成的并能和人类作动态交互作用的信息)——综合表意系统。VGE 采用运动地把握整体

的方式,利用情感/情绪的引发因素(视觉、听觉、触觉、嗅觉与味觉)来增进心理联想和感官体验,进而增强空间信息的易读性。VGE 比以往任何一种语言描述地理现象都更全面,因此能更有效地用于地理空间探索与空间认知交流,具有如望远镜和显微镜那样扩展人类观察客观世界和抽象世界的能力。

## 2.1 VGE 具有完整的空间信息传播的多维特征

空间信息区别于其它类型信息最显著的标志就是其区域性、多维结构特性和动态变化的特性。多维与动态的分析方法自然就成为全面深入研究空间问题的基本途径。“动态”必然与“多维”的概念相联系,哲学上的“维”是人们把握和展现时空层次的一种方法论与认识论,空间信息传播的多维概念就是人类空间认知的方法和过程。一维是指线性的方法;二维是平面的方法;三维是将一维和二维结合起来的立体的方法;四维是立体加时间因素即运动地把握整体的方法;五维是四维加上基于心理尺度的认识方法。可见,地理学语言经历口语、文字、地图和 GIS 到 VGE 不同形态的发展过程也就是人类对空间信息传播的认识不断升华的过程。这种升华或演进既是人类认识世界和改造世界需求牵引的结果,也是信息技术迅猛发展驱动的必然。特别的,VGE 立足于完备的多维空间既不必为了传输信道的限制而放弃大量丰富的信息,也可以突破常规二维尺规对形式的束缚。理论上讲,几乎任何类型的数据都可以在 VGE 中得到充分的表示<sup>[7]</sup>。因此,在谈及 VGE 的“维度”时,已经远远不只是传统意义上的 $(X,Y,Z)$ 坐标系定义的空间维度,还包括其他非空间属性,如光影、色彩、质感、力感以及声音等这

些额外的“维度”。无论是一维的口语和文本、二维的地图、二维半的 DTM、三维的 GIS,还是四维的动画,以及  $x$  维的属性,每一种形式在表达空间概念和构思上都有其自身相对的优越性和局限性,所以都适于以不同的方式对客观世界进行表现和研究。从空间分析的方法论或数据立方体的观点来说,任何一种属性都可以被当作  $N$ -空间中的一维来对待<sup>[8]</sup>。当然,由于可视化表达媒介的局限, $N$  维空间总是根据需要通过聚合处理降维到 2 维—3 维空间进行显示。而这种聚合处理及其可视化往往是从大量信息中发现非同寻常知识的途径,自然也是空间认知的主要途径。同时,VGE 并不局限于三维,而且环境的尺度相对用户或视点来说也是随意在改变的。如图 2,VGE 充分利用其表达空间的完备性,以不同的视点、多种模式和多种细节程度(LOD)对空间现象进行深刻的刻画和全面的把握,从而提供了超越时间、空间和尺度的空间信息传播能力和地理协同能力。其中,抽象的平面视图 planview 也就是传统的地图界面,目标以符号形式被创建和操作,细节程度通过放大缩小配合地图比例尺的选择进行调整,而通过简单的平移与滚动即可实现导航,方便各种精确的图形交互和文字数字查询以实现常规 GIS 的标准功能<sup>[9]</sup>。简化的模型视图 modelview 是 2.5 维符号化表示,适合于单个目标的操作,如定位和定向,并能以飞越的方式得到鸟瞰效果。逼真的世界视图 worldview 则具有沉浸感,能位于场景之中进行探索 and 交互,是谓具有洞察能力 insight。每一种视图都提供了对现实世界不同的抽象和特定的理解,在 VGE 中不同模态的表现方式往往会交替使用,因此多种细节层次模型(多尺度表达)的有机融合是 VGE 的基本特征之一。

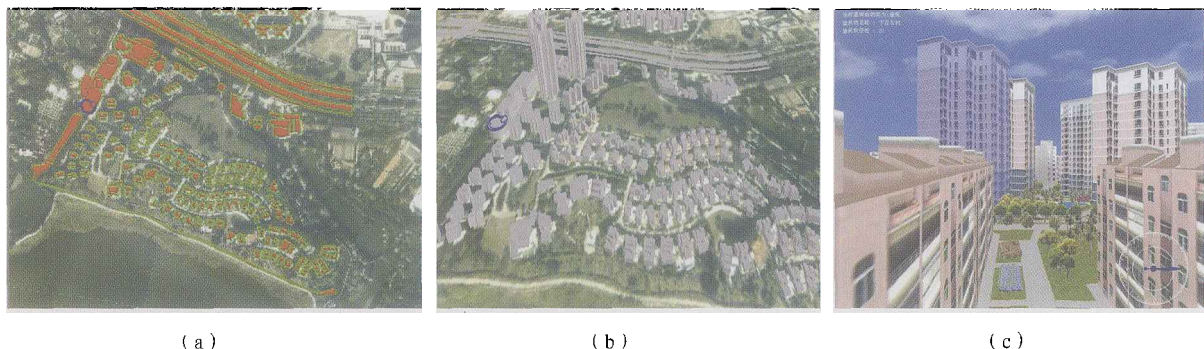


图 2 VGE 对多维空间现象之多模态表示

(a) 平面视图; (b) 模型视图; (c) 世界视图

Fig. 2 Multimodal representation of multiscale spatial information in VGE

(a) planview; (b) modelview; (c) worldview

2.2 VGE 具有接近人类自然的多感知交流方式

为了能直接利用已有的生活体验或经验轻松把握客观世界,VGE 更强调其在整个人的行为系统中的心理联想和感官体验功能。在 VGE 中,人被情绪化了,在情感的激动中去积极地主动地解释空间信息、接受空间信息、发现和理解空间信息。视觉、听觉、触觉、嗅觉和味觉这 5 种感觉引发了我们感性的情绪。在虚拟地理环境中,促成感性情绪的两个最重要的感觉——视觉和听觉影响着空间信息传播的质量和速度。而有关外部世界的多数信息也都是由这两种感觉获得的<sup>[10]</sup>。与其他表达空间信息的方法一样,VGE 在很大程度上也依赖视觉表现,毕竟视觉是理解空间最有用的感觉。但是,VGE 的空间表示远不只是视觉感知的部分,如象空间关系可以用语言和文字交流一样,多感知或多通道的信息自然交流方式是 VGE 的另一个显著特征。在这里,空间认知过程是个多模态的经历:空间信息通过视觉、听觉、触觉、力感、甚至味觉和嗅觉等聚集在一起,从而增强了对地理空间的丰富感知<sup>[11]</sup>。众所周至,我们的眼睛对于自己身后的世界完全是个瞎子,而且视觉只能感知一个方向某一时间的信息,但我们的耳朵却没有这个局限。正因为视觉的这个缺陷,听觉的使用不仅可以大大增强临场感,而且对于位置、距离甚至方向等的空间感知也成为视觉的重要补充。听觉感知是全方位的,并具有更优越的时间分

辨率,持续时间很短的事件内也能被听觉感知。尤其是,听觉感知的增强作用不仅不影响视觉感知,而且是更自然的信息交流方式:训练时间缩短、减少疲劳、增加激情。另外,当一个目标因遮挡不能被视觉感知时,往往通过触觉感知能对其继续进行操作如抓取。在视觉感知的同时,听觉和触觉感知的增强作用将大大延展人机交流的信道并利用未用的带宽,从而达到更多更好的空间认知目的。需要高度视觉集中的汽车驾驶导航在大多数情况下利用语音提示是最好的选择,只有在眼前的场景不确定时才需要视觉地图的瞬间帮助。另一方面,对于具有视觉障碍的人来说,由于视觉感知的缺陷,充分利用听觉或触觉感知我们周围的世界则是最佳的选择,因此触听景观 (haptic-soundscape) 这样新的空间表示也将是 VGE 的重要内容之一。

在 VGE 中,人与人、人与目标、目标与目标、以及目标与环境之间的互动(交互与响应)也具有自然的多感知特征。特别是这些互动的无缝性与实时性将是 VGE 的重要特征之一。各种自然交互隐喻和实物工具将广泛被用于人机互动过程中,谈话、写字、打手势和勾画草图等方式将同常规用鼠标点击和用键盘敲字一样成为一般的输入方式,而特殊的力量反馈、数据手套、眼睛凝视跟踪、甚至脑电波信号系统等在 VGE 中也可以成为输入输出设备。特别是将人们用自然语言描述的多维空间现象以草图的形式直观表达出来,并直接与计算机进行交互,有

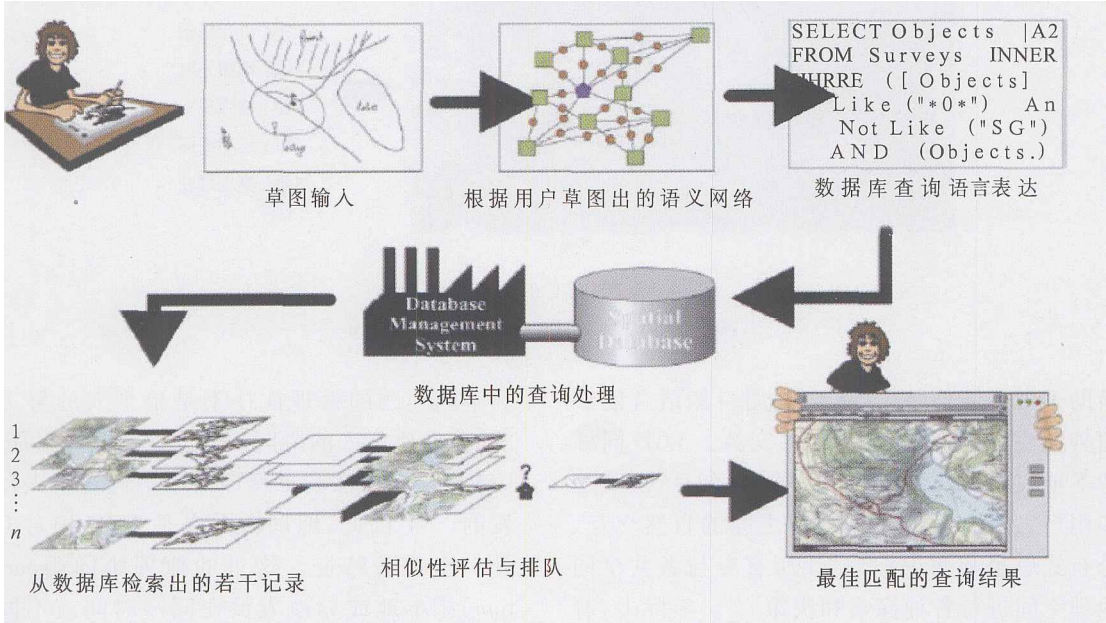


图 3 根据草图输入进行空间查询与分析

Fig.3 Spatial query and analysis based on the sketch input



利于不同背景人员之间的和谐沟通。比如图 3, 用户在电子草图设备上直接绘制不确定性的草图快速表示其思路, 系统会在用户的绘制过程中不断提示若干相似的候选对象, 经交互式选择某个候选对象系统则自动将草图转换为确认的带有合适参数的图形对象或查询表达, 再交由数据库完成查询分析处理<sup>[12]</sup>。草图对象除了可以绘制以外, 同时也可以通过语音输入详细说明。比如房地产经纪人通过与一个有兴趣的客户交谈, 就可以绘出一幅草图来表达客户期望的房屋立体构型。由于客户对一个地方的喜好会涉及不同的方面, 而草图和口头解释则是描述空间约束最方便的途径, 有助于帮助双方更好地理解所期望的构型并减少经纪人与客户之间的误解。

### 3 VGE 超越时间、空间和尺度的空间信息传播与地理协同能力

VGE 不仅仅是为了娱乐或具有吸引力, 而且是模拟在视觉等媒体中客观世界能最佳表达的部分, 并提供多用户交互操作其中所有对象的能力, 可以超越时间、空间和尺度进行多感知的和解析上的比较分析。如图 4, 当 VGE 通过实时定位用于汽车驾驶导航时, 驾驶员置身于现实场景与 VGE 场景的混合现实之中, 由于 VGE 将与眼前一致的场景和即将

经历的场景以多维多感知的空间信息形式传播给驾驶员, 从而增强了其对交通问题的应变处理能力, 行车安全、舒适、快捷, 能够充分享受驾车的乐趣。当 VGE 被广泛用于逼真再现真实地理环境并提供辅助空间决策功能时, 而其更具有魅力的应用却是模拟那些不会或者难以在真实世界里发生、以及人们只有抽象概念而难以直接感知的空间现象, 使之现实化和直观化, 比如剖析地下结构、反演不会重现的历史过程、推演未来发展、仿真复杂的时空现象如台风演进、洪水淹没、大气污染、核电站泄漏事故影响、噪声传播、温度和风场变化等, 通过 VGE 人们能获得各种超现实的空间感知经验, 即由此产生新形式的人类经验。如图 5 为 VGE 模拟的全天不同时刻太阳光线照射空间一点的日照圆锥曲面, 可以直观地看出空间任意一点在一天当中不同时间内受周围建筑物的遮挡情况。空间认知有时需要宏观的洞察力以便能迅速把握整个空间分布包括地形特征和地物布局, 有时需要微观的洞察力以便能准确分辨地形的微小变化和地物的明显特征, 有时还需要深刻的洞察力以便能直观理解目标之间定性与定量相结合的各种空间关系如大小、高度、距离与方位等, 在运动中还需要及时更新可感知的内容并根据距离远近以不同的细节或尺度进行表现。VGE 为人们探索客观世界提供了一个更加开放的没有时空限制的理想的空间。



图 4 基于 VGE 的汽车导航系统

Fig. 4 VGE based car navigation system

借助于现代通信技术, 人们采用自然语言能够进行超越时空限制的广泛的信息交流。VGE 同样也支持本地或异地的群体协同工作, 换句话说, 就是支持多用户之间以及用户与目标之间的自然交互、中介分布式思想和知识构建、让所有参与者共享同一个地理空间进行各种探索和决策<sup>[13]</sup>。实际上, 有关地理的研究、决策和教育比以往任何时候都更是一项团体行为, 大多数实际工作对地理现象的理解

和空间问题的处理往往不是单个人的努力能实现的, 而需要多人的协同工作才能完成。然而, 地图和 GIS 提供的方法和工具却往往是针对个人使用而开发的<sup>[14]</sup>。因此, 地理协同也是 VGE 相对 GIS 的另外一个显著特征。这里的地理协同 (geocollaboration) 指本地或异地人员在同一时间或不同时间内对地理空间现象的协作探索与认知过程。比如城市规划或道路选线工作往往需要工程、社会和经济等

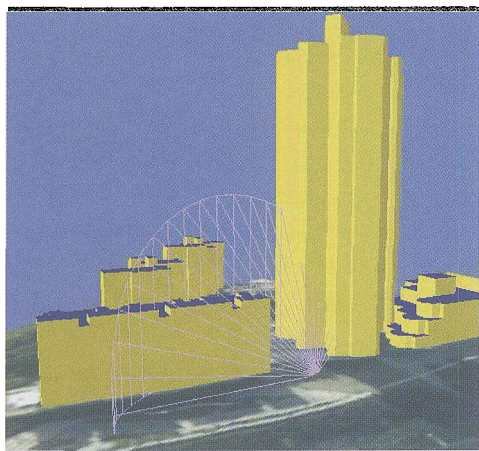


图 5 日照圆锥曲面  
Fig.5 Sunlight conic surface

不同领域的专家在同一个地方一起针对一个平台环境(比如面对一张大的地图或一个大的图形屏幕)进行研究决策,而具体的设计工作却是分布在道路、房屋建筑、桥梁和隧洞等不同的专业部门并行或串行开展的。VGE 为及时甚至实时地充分交流各参与者的想法和知识、快速获得理想的规划设计结果提供了有利的条件。VGE 之地理协同能力不仅取决于多模态的人机交互技术,还取决于空间数据库的分布、互联与共享能力。

4 小 结

如图 1,对现实世界的空间认知能力主要由第一级信息源和第二级信息源决定。其中,第一级信息源是对现实世界经过抽象、选择、忽略和重组后

所获得的,仅仅是用于探索其整体很小的一部分。毕竟,要在有限的计算机二进制字符空间里对庞大而复杂的真实地理环境进行全面有意义的虚拟表示,本身就是巨大的挑战。显然,除不同的沉浸式或非沉浸式软硬件设备限制以外,VGE 的多维表示与多模态交流能力主要取决于第一级信息源。比如对真实地理环境的模拟不仅需要面向对象的几何描述模型,还需要描述目标实时响应各种交互的行为模型(包括相互之间的碰撞和受自然环境如重力的影响等)。一旦可得的第一级信息源确定以后,对第二级信息源的抽象、选取、重新组织和多感知表现对于空间认知同样具有举足轻重的作用。在 VGE 的想象空间中,不同构造形式的选择如在大小、形状和维数方面不同的自由度将传达不同的信息。地图就属于对第一级信息源进行视觉化抽象的典型结果。

VGE 为使真实地理环境最优化而更有利于我们的知觉系统进行空间感知提供了良好的机会。但是,传统虚拟现实所追求的那种逼真的“最终状态(ultimate display)”在 VGE 中往往并不是必须的,尽管那种真实性作为我们熟悉的约束具有一定的应用价值。VGE 基于数字信息创建的虚拟世界尽管非常逼真,要得到强烈的沉浸感对普通大众来说所需要的装置还比较复杂昂贵。而可能的眼睛疲劳、迷失方向和头晕等也说明沉浸式的虚拟现实表现并非完全适用。比如图 6 的汽车驾驶训练仿真要以沉浸式为主,采用完全真实的汽车,驾驶员和汽车一起被置身于一个 VGE 环境中,驾驶员感知的虚拟场景将实时响应各种实际驾驶操作<sup>[15]</sup>;而图 4 的在行车过程中采用非沉浸式汽车导航更合适。而如何表达这些构造特征并基于它们进行空间推理则是一个重要

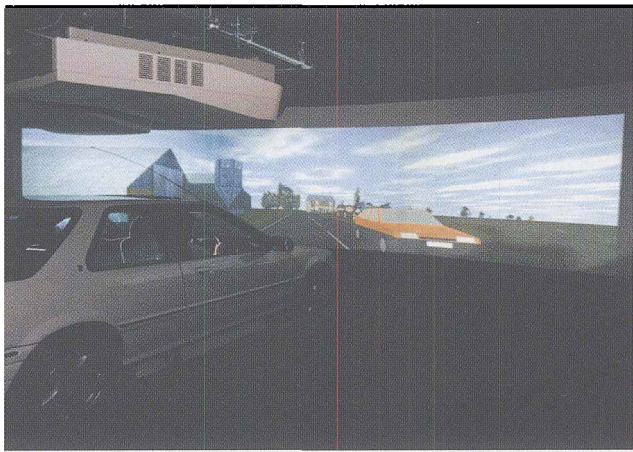


图 6 基于 VGE 的汽车驾驶训练仿真系统  
Fig.6 VGE based car driving simulation system

的认知过程,这要取决于我们的具体任务和拥有的客观条件。

另外,随着计算机技术、通信技术与空间信息技术的发展与交融,VGE 在提供同 GIS 相似的空间数据传播功能的同时,更突出空间信息与空间知识的传播与交流,并以接近人类已有的和新的经验形式被感知。VGE 将提供一站式空间信息服务,即在同一个系统中就能得到各种所需的信息。特别是其增强现实应用将紧密集成多种分布式的传感器(Distributed Web Sensor)并及时融合有关现实环境动态变化的各种信息。常规 GIS 所研究的地图与影像等主要空间数据内容也只是构成 VGE 第一级信息源很小的部分,因为还有大量与地理空间参考框架紧密关联的社会信息<sup>[16]</sup>。在 VGE 中,人们在对空间的认知过程中也许不会意识到有什么数据和什么功能软件被利用,更不会去关心这些数据又在哪里?软件是什么品牌?换句话说,理想的 VGE 将让人们在完成自己的各项活动任务时不会意识到其作为一个工具或媒介的存在。

综上所述,VGE 具有典型的地理学语言特征,由于其抹去了能指(直接根据信息符号的音响—意象结构联想到实物世界的动态与情状)与所指(任何信息符号都将必有所指,具有丰富的内容和深刻的寓意)之间的距离,地理学语言符号与其所代表的地理学意义之间的鸿沟被消减到最低限度。陈述彭先生在其“遥感地学分析”专著中提出地学已有的三代语言分别是文字描述、地图和 GIS<sup>[1]</sup>。由此,作者认为 VGE 是继 GIS 之后的新一代地理学语言或者说地理学语言的更高级形式,突破了 GIS 语言在专业人员之间交流有限空间信息的局限,而可能成为大众习以为常的地理空间认知与空间信息交流工具。VGE 显著的地理学语言特征可以归纳为如下 3 点:

(1) VGE 提供了一种综合表意(ideographic)系统,不再有时间、空间和尺度的限制;

(2) VGE 提供了自然的多通道的空间信息传播与交流方式,从而使得从现实世界到人类大脑的信息带宽最大化;

(3) VGE 提供了超越现实的抽象表现和解析理解能力,从而达到了增强现实的目的。

致谢 龚建华博士提供了重要的修改建议。

## 参 考 文 献 (References)

[1] Chen S P. Geography Analysis in Remote Sensing[M]. Beijing:

Science Press, 1992. [陈述彭. 遥感地学分析[M]. 北京:科学出版社,1992.]

- [2] Du Q Y. Study on Linguistic Characteristics and Automatic Understanding Mechanism of Spatial Information[D], Wuhan: Ph D Dissertation of Wuhan University, 2001. [杜清运. 空间信息的语言学特征及其自动理解机制研究[D]. 武汉:武汉大学(博士学位论文),2001.]
- [3] Liu H. Linguistic Meanings of Network Propagation[J]. *Fujian Forum (Humanities and Social Sciences)*, 2002, (3):59—63. [刘泓. 网络传播的语言学意义[J]. 福建论坛(人文社会科学版),2002,(3):59—63.]
- [4] Gao J. Visualization in Geo-spatial Data[J]. *Engineering of Surveying and Mapping*, 2000, 9(3):1—7. [高俊. 地理空间数据的可视化[J]. 测绘工程,2000,9(3):1—7.]
- [5] Lin H, Gong J H, Shi J J. From Maps to GIS and VGE—A Discussion on the Evolution of the Geographic Language[J]. *Geography and Geo-Information Science*, 2003, 19(4):18—23. [林珏,龚建华,施晶晶. 从地图到地理信息系统与虚拟地理环境——试论地理学语言的演变[J]. 地理与地理信息科学,2003,19(4):18—23.]
- [6] Faissstnauer C. Navigation and Interaction in Virtual Environments. Master Thesis[D], Vienna University of Technology, 1998.
- [7] Yu C F. Melting of Divisions—Discussion on Conversion of Relationship Between Architecture Design and Illustration in Era of Digitalization[J]. *Engineering Journal of Wuhan University*, 2003, 36(3):16—20. [俞传飞. 界限的消融——试论数字化时代建筑设计及其表现关系的嬗变[J]. 武汉大学学报(工学版),2003,36(3):16—20.]
- [8] Gray J, et al. Data Cube: A Relational Aggregation Operator Generalizing Group—By, Cross-Tab, and Sub-Totals[J]. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 1997, (1):29—53.
- [9] Kraak M J. Visual Exploration of Virtual Environments[A]. Fisher P Unwin D. Virtual Reality in Geography[C]. Taylor & Francis, London, 2002: 58—67.
- [10] Wang J M. Language Structure of Visual Media in Design Description[J]. *Packaging Engineering*, 2002, 23(3):147—149. [王俊民. 设计表达中的视觉媒体语意结构[J]. 包装工程,2002,23(3):147—149.]
- [11] Jacobson R D, Kitchin R, Golledge R. Multi-modal Virtual Reality for Presenting Geographic Information[A]. Fisher P Unwin D. Virtual reality in Geography[C]. Taylor & Francis, London, 2002:382—400.
- [12] Blaser A D, Sester M, Egenhofer M J. Visualization in an Early Stage of the Problem-solving Process in GIS[J]. *Computers & Geosciences*, 2000, 26:57—66.
- [13] MacEachren A M, Brewer I, Cai G R, et al. Visual-enabled Geocollaboration to Support Data Exploration & Decision-Making [A]. Proceedings of the 21th International Cartographic Conference[C], Durban, South Africa, 10—16 August, 2003.
- [14] MacEachren A M. Cartography and GIS: Extending Collaborative Tools to Support Virtual Teams[J]. *Progress in Human Geogra-*

- phy, 2001, 25(3):431—444.
- [15] Brodlie K, El-Khalili N. Web-based virtual environments[ A ]. Francis, London, 2002: 35—46.
- Fisher P, Unwin D. Virtual reality in Geography[ C ], Taylor & [16] Goodchild M F. Thinking Spatially in the Social Sciences, <http://www.geog.ucsb.edu/~good/#papers,2002>.

## The Linguistic Characteristics of Virtual Geographic Environments

LIN Hui<sup>1</sup>, ZHU Qing<sup>1,2</sup>

(1. Joint Laboratory for Geoinformation Science, The Chinese University of Hong Kong, China;

2. State Key Lab of LIESMARS, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

**Abstract:** Language as the basic communication tool is one of the most significant functions of human beings. Geospatial information is the most important component of the human recognition of reality. From verbal and text language to map and GIS which is considered as the third generation of geographic languages, the evolution of geographic languages conveys the striking impact of information technology. The intrinsic obscure metaphor based information encoding and decoding tendency in lower dimensions of space misleads the communication between information and human. The innovation of information technology drives us to research and develop a further more powerful geographic language to maximize the information bandwidth from the environment to the brain, virtual geographic environments (VGE) as new generation of geographic languages is thus proposed. This paper discusses the linguistic characteristics of VGE vs. GIS or map in such several aspects as: (1) the multi-dimensional (including dynamic) abstract representations of the real world. (2) the multi-modal visualizations with multi-viewpoint and multi-details, and analytical understanding. (3) the multiple natural interactions and geocollaboration across time, space and scale. (4) the multi-sensory spatial perceptual capability. VGE provides an integrated ideographic system and the capabilities of spatial information communication to facilitate user's perception of the geospace similar to the human's perception in the natural world, the information bandwidth from the real world to the human brain is then maximized. The authors therefore propose that VGE is the upmost geospatial information communication tools and human-computer interface, i. e. provides the augmentation of sensory reality, or succeeds GIS as the fourth generation of geographic languages from text to map and GIS, which is opening up new ways for us to comprehend the real world.

**Key words:** virtual geographic environments; integrated ideographic system; geographic language; user-centered