

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

林珏¹ 龚建华² 施晶晶¹

¹香港中文大学地理信息科学联合实验室, 香港

²中国科学院遥感应用研究所, 100101, 北京

摘要: 地理学语言是人类认识地球环境和人类社会交流与传递地理信息的重要媒介。本文尝试从传统地图、计算机制图、地理信息系统与遥感, 到虚拟地理环境的发展来阐述地理语言的演变与发展特征。作为地理语言的最新发展, 本文认为虚拟地理环境, 可以让地理学语言变得更为贴近地理信息的使用者, 并为当今可持续发展的公众参与提供一种新的交流平台。虚拟地理环境是区域自然环境和社会经济环境的虚拟模型, 它在强调地理信息使用者身临其境之感受的同时, 还追求超越现实的理解。

关键词: 地理学语言; 地图; 地理信息系统; 虚拟地理环境;

1. 引言

二十世纪人类文明的重要标志之一就是可持续发展观念的建立与普及, 而可持续发展的一个重要原则便是公众对于社会发展规划的参与。然而, 由于公众具有不同的教育和文化背景, 需要为他们的参与提供较为容易接受和掌握的交流语言, 以便专业人士和决策人员更好地与他们交换意见。

人类探索地理(生存)环境的历史同人类文明的历史一样悠长。在人们研究地球的同时, 也进行着与地球之间信息的交换。通过人与地球之间的地理信息的交流, 人们开始了解地球和利用地球, 直到爱护地球。而在人类认识地球环境的过程中需要一种地理语言, 一种能够在人们之间便于交流和传递地理信息的语言。文字表达, 语言交流或者地图, 都是地理语言的一部分, 通过真实的地理环境和人们所描述的虚拟的地理环境结合, 人类相互传递着所要表达的信息, 从而更好地理解人类所生存的环境。地理学在不断地发展, 这种地理语言也跟随着人类科技的进步在逐渐地演化扩展。

当我们面对这个被标记为空间信息的时代, 一个被称之为网络化的社会, 一个虚实结合的社会(生存)环境之时, 为了更快地学习和发掘地理知识, 以及产生新知识并服务于人类的可持续发展实践, 是否需要回答“什么是具有这个时代特征的地理语言呢?”

可持续发展的目标要求地理语言不仅能用于专业的地理学者之间的交流沟通, 更要使普通百姓去了解自然, 更广泛的社会群体去参与社会的发展规划, 以更便捷的方式来传递地理信息。而科学家应该为公众参与建立语言, 这种地理语言可以让人们更为方便地表达和理解地理问题, 讨论和验证相关的地理方法, 并比较不同方案的结果。在地理学发展的很长一段时间里, 地图成为人们所公认的一种地理语言, 代表真实世界的抽象与概括; 而随着科技的进步, 地理信息系统(GIS)逐渐从一种理解地理信息的工具发展成为传递地理信息的媒介, 为更多的决策支持服务。而在信息技术高速发展的今天, 传统的单项信息交流方式已经扩展到了双向和多向的信息交流。例如, 参照信用卡模式, 在区域投资环境信息系统中可以建立信息用户登录数据库, 进而开发用户回馈的信息, 用以评估信息消费者的目的与意向, 以便在为投资者提供信息服务的同时也为当地政府提供改善区域投资环境的建议^[1]。这种双向和多向的信息交流使信息本身不断“增值”, 从而让地理信息研究者看到一个新的发展方向, 即建造一个让地理信息与其用户更为贴近的环境, 让具有不同教育与文化背景的用户都能够方便地参与(或者说是融入)这个信息流。

近年来, 各种虚拟环境技术和建模技术的发展, 为人类提供了更为逼真的地理信息交流的基础, 以便努力重现过去, 并积极预测未来。这些发展再次丰富了地理学语言的内涵, 并扩展其框架。正如当年数据库技术被引入后, 无法用“基于数据库的制图”这种框架来定义已经超越制图范畴的 GIS 那样, 现在, 当模型库、虚拟环境、以及地理协同等技术被引入后, 再用“基于模型与虚拟环境的 GIS”的说法就显得比较牵强附会了。毕竟 GIS 只是一个

以地理数据库为核心的语言。我们提出虚拟地理环境 (VGE) 的概念, 目的在于探索在数字化时代的地理语言的新内涵及其发展框架, 为二十一世纪的公民社会提供公众参与决策的新语言。

2. 地理学语言的演变

作为人们传递有关地球信息的媒介, 地理语言的演变与科学技术的发展有着密不可分的联系。人们要表达地理概念或传递地理信息, 可以通过语言交流或文字表达, 这也是迄今为止人们之间相互交流的方式。为了更好地研究地理环境, 人们借助于特定的地理语言, 通过真实环境和抽象环境的比较, 更好地理解地球, 说明地理现象。地图便是一种抽象现实世界的代表, 在很长时间内成为大家所公认的地理语言。计算机技术的出现使传统的纸质地图发展为电子地图的形式, 而当引入了数据库技术之后, 地理信息系统 (GIS) 诞生了。GIS 发展到现在, 在各行各业中发挥着重要的作用, 越来越多的人开始发现并且利用 GIS 带来的优越性。同时, 航空航天事业的发展, 遥感技术的突飞猛进, 为更清楚地了解地球环境和更快地监测环境变化提供了极好的技术支持。地理语言因此得到了极大地扩展, 从传统地图语言演变为地理信息系统和遥感影像语言。

2.1 传统地图

詹姆斯曾经说过: “除非你能回答它在哪里这个问题, 否则即使你把人的世界描述得怎样清楚, 也是没有价值的”^[2], 而地图便是表达“它在哪里”的最明确、最有成效的方式, 是检验人们地理概念正确与否的有力武器^[2]。地图起源很早, 传说在人类发明象形文字以前就有了地图。人类要在一个地方定居, 开展生存活动, 就要记录下这地方的山川、水泽、土地状况。出走远地就要辨别方向、熟识路途的山丘、沟壑、河流、湖泽、树木、道路, 要出得去, 回得来。没有文字就用符号、线段、极简易的图形描绘成示意地图。地图成为古代地理学发展时期热衷于航海探险的地理学家们记录他们的行程、目的地的必不可少的工具; 同时, 它也是历史学家甚至商人们说明地理事物的工具。有了地图这个工具, 使得地理学家、商人与普通百姓之间传递地理信息更为直观生动。



图 1. 传说中, 三国时期的诸葛亮也需要利用地图来向刘备展示其雄韬伟略
Fig.1 Historical stories show that maps were used for decision making

在地图学不断发展的过程中, 制图技术也在不断改进和完善: 子午线的确立, 经纬度的划分, 各种投影方法的确定, 以及代表各种地物的符号的规范到专题地图的出现和绘制, 人们学会用特征描述、比例尺、坐标点、高程和地图布局来表示想要表达的地物的空间信息, 包括它们的空间位置、形状和大小, 用颜色和符号的变化来对比不同事物之间的特征, 为地图使用者提供直观生动的判断依据。地图成为用符号及图像来传输各种实物和现象空间分布的工具^[3], 成为地图使用者之间传递信息的媒介。“地图打破我们的禁锢, 刺激我们的身体细胞, 激发我们的想象力, 释放我们的语言表达。地图超越语言的界限来说明事物, 它有时被称为地理语言”^[4]。

地图作为地理学语言比文本语言更有优越性, “一维”和“串行”的文字语言没有定位等量测基础, 而地图则通过使用符号可以包含特定的丰富信息。地图既是数学模型也是逻辑模型, 它是真实世界的抽象, 不仅仅表示真实空间, 也表达了他们之间特定的相关关系, 而这种关系并不是常常能在第一眼就被发现的。

2.2 计算机制图与数字地图

计算机的出现给人类社会的发展带来了巨大的变化。由于计算机的存储容量大且不易损坏等优点以及计算机的普及化, 人们开始将纸质地图数字化后录入计算机, 形成电子地图或数字地图。计算机制图逐渐取代原有的纸质地图, 地图制作工艺在计算机技术的带动下也出现了很大的进步, CAD 技术大大增加了地图的制作效率和准确性, 同时减少了制作的成本, 节约了劳力和物力。地图存储介质的改变并没有改变地图传输地理信息的本质。但是, 计算机的普及给人们带来了更高的要求。用户开始不仅仅满足于通过图形来获取地理信息, 而是希望直接在地图或图像中进行地理分析, 计算地理模型, 进而作出决策支持。随之, 数据库技术便被引入到了制图技术中, 产生了地理信息系统, 给地理学发展带来了质的飞跃。

2.3 地理信息系统 (GIS) 与遥感技术

2.3.1 地理信息系统

当人们发现地理事物之间的拓扑关系, 并且用关系数据库来表示这种关系时, 地理学引入了这种数据库技术, 催生了第一代 GIS。GIS 便是建立在数据库系统之上的一种管理事物空间关系的信息系统, 是收集、存储、转换、分析、显示地理信息的系统。从历史发展来看, GIS 脱胎于地图^[5], 并成为地图信息的又一种新的载体形式。计算机制图为地图特征的数字表示、操作和显示提供了成套方法, 为地理信息系统的图形输出设计提供了技术支持; 同时, 地图仍是目前地理信息系统的重要数据来源之一。GIS 不仅能够提供计算机制图功能, 还具有缓冲分析、最短路径分析、迭加分析等多种空间分析模块, 这使 GIS 和地图之间有了本质的区别。GIS 以数据库技术为核心, 具备多维的数据结构, 它通过地理编码将各种属性因子存储在关系数据库中, 无论是矢量多边形的还是格网的, 都可以互相转换, 以便按地理单元和目标进行检索、存取或叠加。它不仅为海量地理信息处理提供了一种模式, 而且可以选择多种多样的分析模型软件, 进行快速运算和对比分析, 获取最优化的结果。在以数据库与图形管理为核心的地理语言框架中, 所谓“基于数据库的计算机制图”的说法就显得有点“一叶障目”了, 因为制图仅仅为 GIS 的基本功能之一。

2.3.2 遥感影像

与此同时, 卫星遥感技术的发展, 影像地图和影像数据库也引起了更多的关注。遥感影像的获取已经越来越方便了, 其时空和光谱分辨率也越来越高。遥感影像是一个地区(地方)的经过空间维数压缩和地表要素综合的地理环境信息模型^[6]。遥感影像所包含的信息量非常丰富, 通过多种应用软件可以直接分析遥感影像所反映出的城市扩张、海洋环境、地球资源等。遥感影像不仅丰富了 GIS 数据库, 也推动其管理模式的发展, 例如, 由遥感影像建立的立体影像数据库。

2.3.3 地图语言的扩展

人类已经进入到一个前所未有的数字化时代。地理信息被转化为一种数字形式, 更加方便地不同行业中应用; 同时, 也使在不同领域的人们更为方便的了解并且使用地理信息。Michael Goodchild 将这种转变称之为地理科学的“数字转变”^[7]。Daniel Sui 提出: 地理信息系统在当今可以被看成是一种帮助信息发送者传递不同形式的地理信息给接收者的媒介, 正如同报纸或电视传递大众信息一样^[8]。GIS 已经从刚开始时一种用来辅助决策支持的工

具演化成为传递地理信息的媒介。陈述彭先生提出：“如果说，地图是地理学的第二代语言，那么地理信息系统就是地理学的第三代语言”^[9]。显然，在过去的二十年里，许多地理学家已经形成共识，即 GIS 和遥感技术已经扩展了地图语言，从而成为人们之间交流地理信息的生动语言。

2.3.4 GIS 面临的挑战

GIS 的重要性在于这种技术在地理分析中的作用，如同望远镜、显微镜或者是计算机对于其相关科学领域的重要性^[10]。但是，GIS 同样面临着严峻的考验，尤其是互联网技术的出现使得地理知识的交流共享成为新的目标。Internet GIS 的出现让人们可以在虚拟的网络环境中进行数据的存取、地理信息的浏览与共享，以及交流地理知识、共同探讨地理问题。然而，由作为 GIS 基本要素和三大功能的空间数据库、空间分析与空间信息可视化组成的框架已经不能够完整涵盖迅速发展的地理语言。在过去的十年中，模型库管理作为新的功能受到专业用户的推崇，空间数据分析则加入了空间数据挖掘和空间动态模拟，而可视化功能则逐步从二维发展到三维模型，并由多媒体扩展到虚拟环境技术。网络社会的出现使得地理协同分析和公众参与的要求更形迫切。科学技术的发展与社会需求的交点促使我们探索新的地理语言。面对多维动态的地理环境，面对人们期望技术发展为其提供快速便捷了解地理环境的工作平台，并支持其几何、物理、以及行为建模过程需求，地理信息科技工作者逐步将注意力投到以虚拟环境、分布协同、以及移动为特征的地学计算。虚拟地理环境的概念也就应运而生。

3. 虚拟地理环境 (VGE)

3.1 VGE 的概念

当我们进入到三维虚拟的黄河模型中，可以感受到黄河所带来的磅礴的气势，遍历黄河的每一河段，不仅可以更加深入到黄河中去看它的水动力模型与河床的高程模型，或通过简单的操作，来重现古黄河洪水泛滥的情况以及它所带来的对周围环境的影响，更可以通过各种实时分析，预测黄河的发展趋势，以及这种趋势带来的利弊。通过网络，不同地方、不同背景的人可以实时地在这个虚拟环境中交流沟通，从而形成一种互动的行为模式，这就是虚拟地理环境勾画的美好蓝图。

虚拟地理环境(VGE)，可定义为包括作为主体的化身人类社会以及围绕该主体存在的一切客观环境，包括计算机、网络、传感器等硬件环境，软件环境，数据环境，虚拟图形景象环境，虚拟经济环境，以及虚拟社会、政治和文化环境^[11]。这里的化身人类，是表示现实世界中的人与虚拟世界中的化身相结合后的集合整体。化身是用户在虚拟世界中的 3 维图形表达。虚拟地理环境的结构层面包括地理位置层面、内表达数据层面、外表达景象层面、单主体感知认知层面（如图 2）。赛博空间中的虚拟地理环境也经历了从虚拟地理群落社会、虚拟村落社会、再到虚拟城市社会的 3 个阶段。

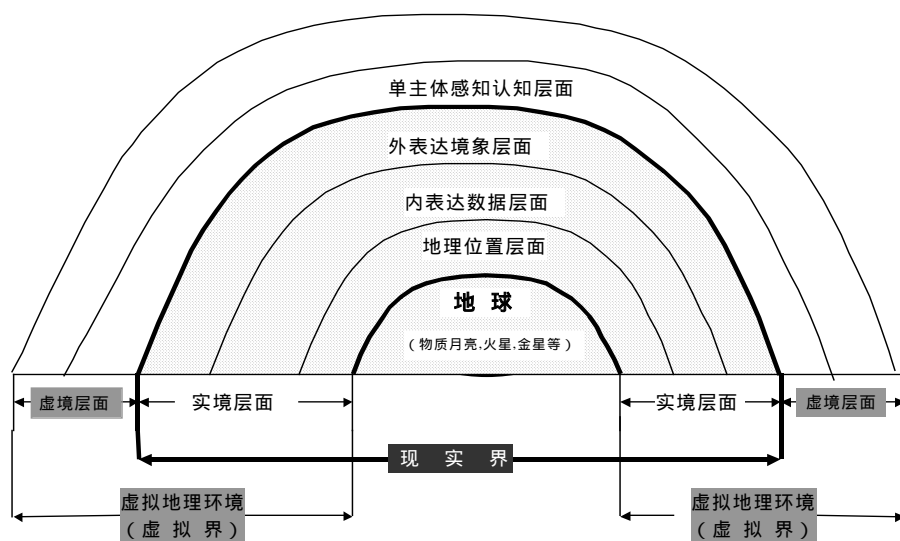


图 2. VGE 结构层面

Fig.2 Structure of VGE

虚拟地理环境是现实世界的一个概括, 是区域自然环境和社会经济环境的虚拟模型。它强调身临其境之感, 但又追求超越现实的理解, 因为我们对于在接近真实的环境中做出的判断较有信心。VGE 不仅可以较为真实地反映出现实世界, 还可能支持我们重建过去、预测未来。同时, 它可以超越现实, 将我们带入一个在现实生活中无法体验的感受。例如损坏的敦煌洞窟和壁画的重现, 再如即使到现场也无法看到的庐山山体内部的地质构造, 都可以通过虚拟地理环境呈现给用户。绝大多数我们经历的事情都可能利用地理语言加以描述, 即利用时空参考系统来描述。而这种由文字、图像图形、GIS、网络系统、甚至虚拟现实等技术的集成形成了 VGE 的技术支撑。

3.2 虚拟地理环境研究框架

虚拟地理环境综合了地理信息系统, 遥感信息模型, 虚拟现实技术, 网络技术, 仿真技术和人工智能技术, 研究在虚拟环境下的可计算人地关系理论和方法 (图 3)。

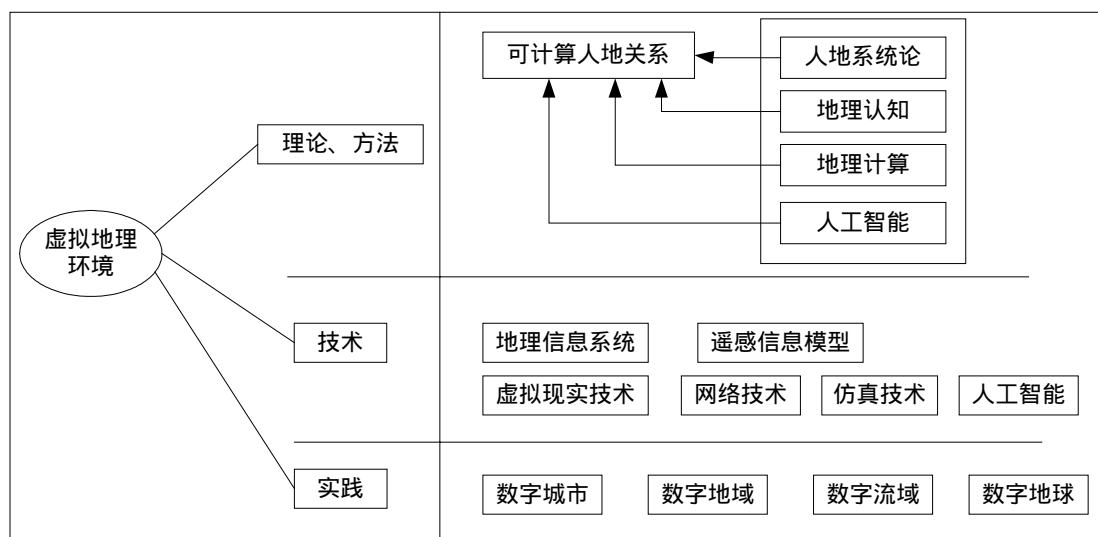


图 3. 虚拟地理环境的研究框架^[12]

Fig.3 Framework of VGE

特征表现、地理建模和连接是构建虚拟地理环境的三个主要层面。特征表现是指虚拟环境的表现形式, 它可以是一维、二维或三维, 可以通过文字、地图、地理信息系统、三维模型、仿真等来表现真实地理环境, 让人们进入一个如同身临其境的地理空间。地理建模是虚拟地理环境的技术支撑, 各种几何模型、物理模型甚至是行为模型被加入到虚拟地理环境中, 进入在现实生活中无法进入或很难进入的空间, 进行各种决策支持, 重现过去并预测未来。而连接方式则将人与虚拟环境之间联系起来, 通过头盔、数据手套或其他各种方式带给人们沉浸式、半沉浸式或虚实交融的感受, 扩展了人们之间相互交流的方式, 尤其是在互联网技术的支持下, 地理环境变得更为开放, 让更多的人得以进入到虚拟的地理环境中交流信息, 传递知识。因此, 虚拟地理环境是地图语言和地理信息系统的发展, 空间数据库、模型库、空间分析和空间数据挖掘以及空间模拟、虚拟环境技术等为虚拟地理环境提供了技术支撑, 通过 Internet 的载体实现对真实世界的二次还原 (图 4)。

数字地球概念的提出并付诸实施, 是虚拟地理环境在地球空间尺度上的实现。它将会使所有的地球信息以数字的方式存储于计算机中, 从而建立起“一个多尺度的, 三维的地球抽象”^[13]。近年来, 各种数字城市、数字流域等的研究逐渐兴起, 表明人们意识到了构建虚拟地理环境的重要性。虚拟地理环境创新基地建设与研究计划的开展也将逐步壮大这一研究方向的科研队伍。

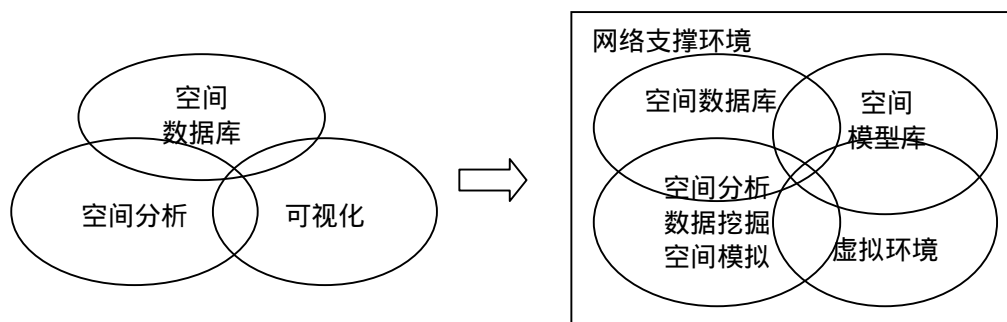


图 4. 原始 GIS 功能向 VGE 功能的转变
Fig.4 From original GIS to VGE: the change of functions

3.3 虚拟地理环境特点

我们提出虚拟地理环境的概念时, 强调“人”在这一环境中的作用。在融入了化身人的环境中, “虚拟”可以变得更为真实。有了化身人这一角色, 使得地理信息更贴近用户, 人们可能更加愿意进入到虚拟的地理环境中, 亲身体验虚拟环境带来的多方面的感受。

这里, 我们强调虚拟而非“数字”, 是希望避免社会信息化仅仅局限于数据库和几何模型的建设。而是强调人在信息化建设中的地位, 包括注意在发展各类信息系统和决策支持系统中的用户中心的地位, 强调地理信息用户获取地理知识来参与区域可持续发展的意义。全球灾害天气预测、珠江三角洲城市群防灾应急模拟、网络虚拟社区、网上购物、城市历史事件的重现等等, 都可以看成是虚拟地理环境在不同时空尺度下的表现形式。图 5 表达虚拟社区与虚拟环境中洪水的实时演进模拟。

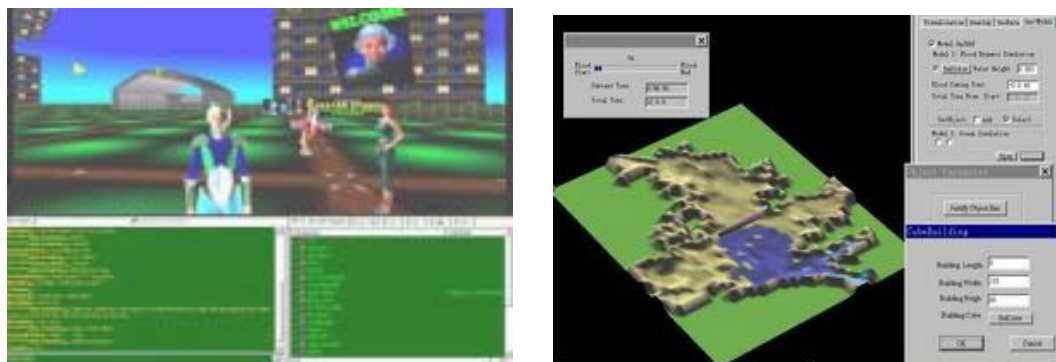


图 5. 虚拟社区和虚拟洪水演进^[8]
Fig.5 Virtual Society and Virtual Flood Evolution

同时, 我们追求的虚拟地理环境跟仿真环境有所区别, 尽管, 仿真也是虚拟的一种表现形式。仿真是通过系统模型的实验来研究一个存在的或设计中的系统, 仿真环境即是运用仿真技术来描述现实环境^[14]。仿真环境的制作主要包括模型设计、场景构造、纹理设计制作、特效设计等, 它要求构造逼真的三维模型和制作逼真的纹理和特效; 仿真驱动主要包括场景驱动、模型调动处理、分布交互、大地形处理等, 它要求高速逼真地再现仿真环境, 实时响应交互操作等。而虚拟地理环境的重点在于对于“不在场”的情景和事件的重建或预测, 强调用户随时参与环境的“描述”、设计、以及监测。它不仅仅是一个精心制作后回放的卡通片和动感三维影片, 还应该是互动游戏式的实时或准实时可参与系统。虚拟现实技术注重人-机的无缝接口, 通过一定的接口设备, 如头盔、数据手套等可穿戴和便携式装备, 使人在虚拟场景中具有真实的沉浸感; 或通过代理人在分布式环境中协同“感受”目标环境, 并可对

场景进行实时交互操作, 使人和地理信息环境 (包括信息获取、管理和分析等子环境) 很好地“融为一体”, 带给人们一种“沉浸感、交互感和想象力”。

此外, 虚拟地理环境和其他模拟环境的本质区别还在于建立模型的方式不同, 以及人-机关系的不同。见下表 1。

方式	模型	人/机关系
临摹	几何模型	旁观者
仿真	几何模型 + 物理模型 (静态或动态模型)	旁观者
虚拟	几何模型 + 物理模型 + 行为模型 (交互式)	参与者

表 1. 虚拟和仿真、临摹的不同

Table.1 Differences between mimic, simulation and virtual environments

VGE 借助理环境概念建模, 主要是考虑到人们在真实地理环境的经验, 以便人们能够接受。“数字黄河”的应用是非常好的例子。不仅需要黄河几何模型建好, 还要运行水动力学等物理模型。而在交通环境模拟中, 则考虑到个体车辆或行人的行为模型。

3.4 VGE 为公众参与提供新的建模支持

VGE 之所以不是简单的动画回放技术和模拟技术, 有赖于它的空间数据库和模型库管理, 这是支持交互探索分析 (模型设计与检验) 必要条件。因此, 在强调人/系统(环境)的(交互)融合, 强调“身临其境”的感受或通过“化身人”(代理人)参与既定环境活动的感受与过程中, 仅仅有几何建模的技术是不够的, 还需要为用户提供包括物理模型和行为模型建模的技术支撑。这些需求是地理信息科研工作者面临的重大挑战。

建造上述地理语言平台的目标, 是使决策者、科学家、专业人士与普通百姓的交流更容易, 人们可以通过较简单的操作便参与到社会的发展规划中, 并可以从世界的每一个角落实时地传递信息。从用户观点来看, 这种传递地理信息的媒介有着比地图和地理信息系统更为优越的某些建模功能 (表 2)。

表 2. 各种地理语言的建模特征比较

Table. 2 Comparisons between texts, maps/images, GIS, and VGE

地理语言	空间表现形式	建模方式
文字	“一维”	需要依据经验联想形成感知模型, 但缺乏定位等量测基础和视觉立体建模功能。
传统地图、图像	一、二维	具备平面量测基础和视觉模型, 但缺乏交互建模与动态表达功能。
地理信息系统	一、二、三维	通过数据库与视觉化支持交互几何建模, 但在增加动态建模和行为建模时需要突破 GIS 原始三功能 (数据库、空间分析、和视觉化) 的框架。
虚拟地理环境	一、二、三维	通过数据库、模型库、虚拟环境的集成, 逐步实现地理信息用户与地理信息表达的地理环境的交融状态, 包括方便的几何、物理和行为建模。

4. 结论

地理语言的演化与科学技术的发展是密不可分的。几何建模技术从二维发展到三维, 数据文件管理技术从图形文件式的管理到空间数据库式的管理, 计算技术由单机、静态的运行方式发展到并行式、高速、网络移动计算方式, 再加上有线、无线网络技术的发展, 都推动

了虚拟地理环境的产生和发展。地理语言是沟通人类和环境、人与人之间的重要手段, 是人类和其居住生存环境之间的交互平台。语言的演化表明了越来越多的人可能参与到社会发展的规划和建设之中的大趋势 (图 6)。

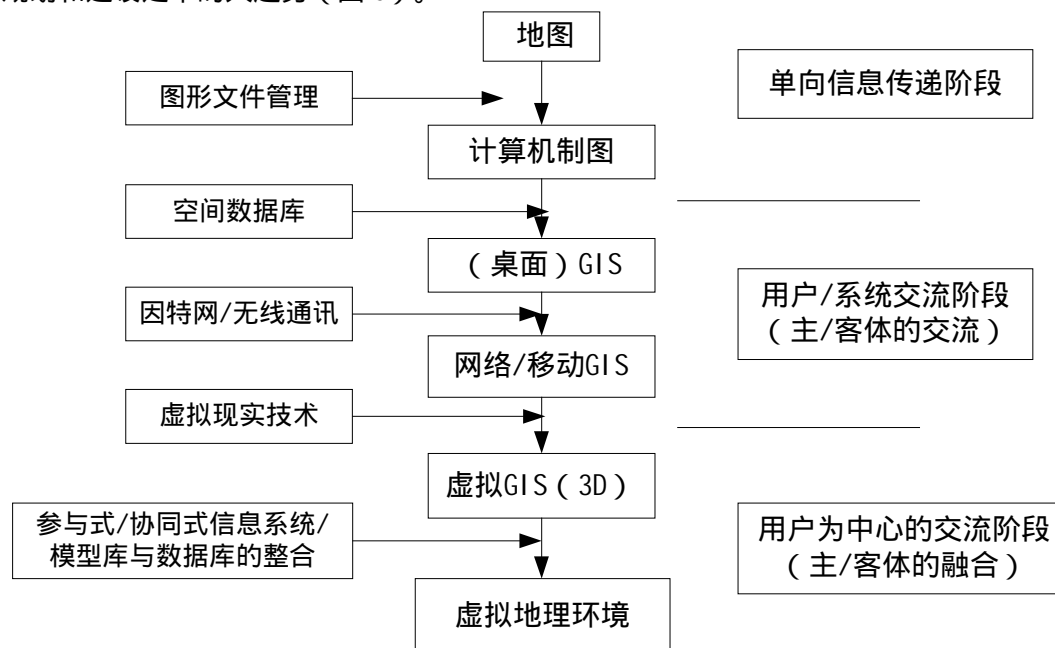


图 6 地理学语言的演化
Fig. 6 Evolution of Geographic Language

虚拟地理环境正在成为众多科学技术领域中的研究对象, 尽管目前仍然有许多理论和技术问题需要去探索和完善, 但是, 它作为从地图与 GIS 基础上发展出来的地理学新一代语言还是值得我们期待的。

致谢

本文的研究得到香港特区政府研究资助局项目 (项目编号: CUHK4132/99H) 和中国国家科技部“863”计划项目 (项目编号: 2001AA135130) 支持, 特此鸣谢。论文中的观点与资助机构无关, 不成熟之处, 当为引玉之砖。

参考文献:

1. Hui Lin and Li Zhang, Internet-based investment environment information system: a case study on BKR of China[J]. International Journal of Geographical Information Science. 1998, 12(7): 715-725.
2. Martin G J, James P E . All Possible Worlds-a history of geographical ideas, 3rd edition [M]. New York : Wiley & Sons, c1993: 2.
3. 陆漱芬. 地理学与地图学[J]. 地理学报, 1984, 39 (3): 315-320.
4. Sauer, C.O., The Education of a Geographer, [J] Annals of the Association of American Geographers, 1956,46(3): 287-298.
5. 陈述彭. 地理系统与地理信息系统[J]. 地理学报 1991, 46 (1): 1-7.
6. Lin Hui, An approach to the updating of a database for a geographic information system: land use and land cover data[M]. Geotechnical Applications of Remote Sensing and Remote Data Transmission, edited by Johnson and Pettersson, ASTM, 1986: 192-196.
7. Goodchild M.. Communicating geographic Information in a Digital Age [J], Annals of the Association of American Geographers, 2000, 90(2): 344-355.
8. Sui D Z and Goodchild M. GIS as Media? [J] International Journal of Geographical Information Science, 2001,15(5): 387-390.

9. 陈述彭, 地理信息系统的探索与试验[J]. 地理科学, 1983, 3 (4) : 287-302.
10. Kumaradevan P and Kumar S, Virtual Reality and Distributed GIS, <http://www.gisdevelopment.net/proceedings/gita/2001/web/tanweb007.shtml>
11. 林琿、龚建华, 论虚拟地理环境[J], 测绘学报 2002, 31(1): 1-6.
12. 龚建华、林琿、鲁学军. 虚拟地理环境研究框架初探 [M]. “虚拟现实与地理学”第二届学术研讨会论文集. 2002: II-1-7 (<http://www.vgelab.org>).
13. Gore, Al. 1998. “The Digital Earth: Understanding our planet in the 21st Century.” <http://www.digitalearth.gov/VP19980131.html>
14. 游雄. 基于虚拟现实技术的战场环境仿真[J]. 测绘学报 2002, 31(1): 7-11.

From Maps to GIS and VGE A Discussion on the Evolution of the Geographic Language

Lin Hui¹ Gong Jianhua² Shi Jingjing¹

¹Joint Laboratory of Geographic Information System, Chinese University of Hong Kong, Hong Kong

²Institute of Remote Sensing Applications, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: Geographic languages are very important medias for human beings to explore the Earth environment and to exchange geographic information. In this paper, the evolution of geographic languages and its characteristics are discussed based on the traditional maps, computer aided mapping, GIS and remote sensing, and virtual geographic environments (VGE). As the latest development of geographic languages, VGE is becoming a new type of geographic language which is more convenient for its users. It will also allow the general public to participate in the decision-making related to sustainable development programs. VGE is the virtual model of the regional physical and socio-economic environments, where the users of geographic information pursue the experience of being personally on the scene and of understanding beyond the confines of reality.

Key words: geographic language, Map, GIS, virtual geographic environment (VGE)

作者简介：林琿（1954 - ），男，教授，研究兴趣包括虚拟地理环境、空间数据挖掘、雷达遥感与交通 GIS。