

虚拟地球在态势感知中的应用

马新亚¹, 周友生², 董志^{2,3}

(¹ 河南省周口市国土资源局, 河南 周口 466100; ² 浙江省第一测绘院, 浙江 杭州 310012;

³ 武汉大学资源与环境科学学院, 湖北 武汉 430000)

摘要 地理信息科学是现代地理学与计算机信息科学之间的一个交叉学科,其主要理论、方法来源于这两门学科。随着地理信息科学自身的发展,“虚拟地球”的理念越来越被大家所关注。“虚拟地球”以基础地理信息数据为基础,集成了其它各学科的专题数据,大大地拓展了地理信息科学本学科的研究范围,吸引了众多的研究者投入到其中进行各类相关研究,产生大量的地理信息成果。针对这一热点问题,本文从虚拟地球的发展历史和当前研究状态入手,通过分析研究该领域内典型实例成果,探究了虚拟地球的内涵和目前发展状态。

关键词 地理信息科学 虚拟地球 KML 本体论 空间认知 态势感知

中图分类号: P208

文献标识码: A

文章编号: 1672-4097(2011)05-0018-04

1 引言

地理信息科学所属各科学的难点之一就是怎么能有效地将该科学与其它科学进行联系与结合。随着对地球环境质量的日益关注,部门专题地学研究活动也日益成为公众关注的热点。无论他们是研究区域环境的脆弱生态系统结构,还是全球气候模型、陆地冰川覆盖或者是区域地震力学等等。在如此的研究热点下,Internet 的有效应用使地学数据的数量和格式丰富无比。虚拟地球(在计算机世界中描述真实的世界)自然而然的出现是如何更好地使用以上这些丰富数据所带来的必然结果。

2 虚拟地球的发展历史

事实上,用计算机来模拟地球的理念与 Internet 发展的历史一样长。在 1962 年, Buckminster Fuller 提出的“Geoscope”概念;麻省理工学院在 1970 年代启动了“活动多媒体地图”的项目,这个项目计划使用计算机模拟整个地球。这些有关虚拟地球的研究项目关键内容是怎么能够展示真实的外部物理世界,即如镜子一样反映我们日常生活所看到的内容还是展示社会结构、经济结构或者自然环境。

在这些研究中的第一个成功者是 Mark Pesce,他发明了虚拟现实语言(VRML)并且使用 VRML 创建了“WebEarth”。“WebEarth”建模数据来源于卫星合成影像。接着, Matt Giger 发布了产品“Planet Earth”(后来被命名为 EarthBrowser)。“Planet Earth”首次商业化实现了虚拟地球的产品,利用数据更新,动态地展现地球数据(云)。这个产

品提高了虚拟地球软件的开发技术和数据的影响力,推动了 IT 相关方向的广泛研究兴趣,使虚拟地球这一理念进入到了公众视野中。

Ikonos(1999)和 QuickBird(2001)两大公司发射了引导“地球图像获取新纪元”到来的卫星。卫星获取了空间分辨率为几米的平台数据,或多或少地满足了当时商业用途的部分需求。同时,电子游戏领域的需求引导了高分辨率显示卡的研发,这种显示卡成为了台式机的标准配置。1990 年代,随着计算机科学和互联网全球爆炸式的发展,为虚拟地球奠定了技术基础。

“虚拟地球”起始于 2001 年,在这一年,有几家公司开始推出自己的相关应用产品。在这些产品中,尤其值得一提的是 Keyhole 公司的产品“EarthViewer”。“EarthViewer”后来被 Google 公司收购,重新打包推出了“Google Earth”。虽然其它的产品在此后陆续推出(最引人注目的是在 2004 年发布的“NASA World Wind”),并且显现出潜在的用户兴趣。Goole Earth 推出的虚拟地球引起了全世界的关注。不到五年的时间,Goole Earth 的数据被下载了 50 亿次,并且被我们接受,成为日常生活习惯的组成部分。

Goole Earth 成功的原因之一是:该产品不仅仅提供了地球卫星影像和地形数据,更重要的是通过 KML(Keyhole Markup Language)向用户提供了数据接口,可以通过该接口将自己的数据进行直观的可视化、可定位的产品功能。2008 年,KML 语言成为了 OGC(Open Geospatial Consortium)的标准之一。用户不需要精通虚拟地球的建模编程语言,就可以进行嵌入式 GIS 开发。无需成为 GIS 专家和

程序员,各类学科的专业人员就可以掌握动态、互动的建模方法。这个事实已经由许多相关领域的人员使用 KML 进行的研究并且将其撰写的成果论文所证明。

从 2006 年至 2009 年的统计来看,美国地理联合会秋季年会共提交有关 KML、虚拟地球及其它地学浏览器的各类科学应用共计论文接近 200 篇。参加这些会议的与会者来自于从事于虚拟地球项目或者对它很感兴趣的各种不同领域。他们的研究作为这个产业的发展 and 学术交流提供了机会。现在举办的各类 GIS 国际大会中,没有看到一到几个有关虚拟地球应用的幻灯片或者实例演示是不可想象的事情。

3 虚拟地球应用的实例概述

虚拟地球的技术应用主要分布在两方面:1. 研究集中聚焦于本学科所特定的地球科学应用(如大气学、火山学、水文学、地震学);2. 另一部分集中在非常宽泛的领域,主要是利用虚拟地球作为工具和方法来解决跨学科、边缘学科的问题。最近几年的研究热点集中在冰川学、水文学、自然灾害学和地质学。

当前,虚拟地球技术的初始应用之一就是地球气候的可视化模型。GIS 学者 Smith 和 Lakshmanan 使用 KML 作为剧烈气候变化分析的框架,研究并讨论了虚拟地球技术作为气候信息表达的优点和缺点。GIS 学者 Turk 等人的研究重点放在了热带飓风中,他们用了将近十年档案数据和影像资料,追踪了热带飓风的形成和演化过程。Webley 参考大气环流过程,构造了火山灰的分布传播模型,他利用 Google Earth 提供的工具验证了火山灰对空中交通的潜伏威胁。Chien 和 Tan 使用 KML 描述了 AnuGA 水力模型,他们在仔细分析 Google Earth 潜在的缺点后,在模型应用中提供了用户输入 KML,进行交互式创建水力模型对象。Postpischl 等人使用 KML 定义了地震数据。特别值得一提的是 Postpischl 等人的工作,他们创建了一系列的断层模型库和自 1997 年以来欧洲的地震张力数据库。Ballagh 等人使用 KML 进行可视化数据探索以此寻找科学发现,他们利用美国国家冰雪数据中心的实例来实证他们的创意与想法。

还有的相关研究是关注于虚拟地球的方法与工具,而不是特定学科的数据集。Chiang 等人描述了 ForTran 编程的类库(WKML),想用这种方法提高 KML 的功能。Bernardin 等人指出当前的虚拟地球缺点之一是:缺乏对基础地形数据的管理。他们对于这个缺点提出了自己的解决方案。他们开

发出的成果 Crusta 作为虚拟地球的选择功能之一,这个系统允许用户自定义地形模型和影像,同时能够在多比例尺环境下观察数据。

在当下的研究项目中,有一类型研究工作也在日益增多,这就是把虚拟地球作为集成多源数据的接口工具。Tomaszewski 根据实时动态数据,研究了基于位置服务自然适应性支持的疾病管理系统。Heavner 建立了美国阿拉斯加东南部科学、通讯、教育和研究的监控网络,建立了传感器的 Web 网站,这个网站把冰川分水岭区域数据整合到了虚拟地球的在线数据中。De Paor 和 Whitmeyer 收集了各类通过 KML 描述地质与地理数据的方法,据此,他们改进了由 Google Earth 支持的 COLLADA 格式,这种格式文件创建的动态模型可以表示地球内部的构造。

4 利用虚拟地球进行态势感知的研究实例

我们通过几个具体的应用实例来透析目前虚拟地球的应用内涵。

4.1 虚拟地球在灾害管理中的态势感知

20 世纪 90 年代以来,随着人口激增、能源资源短缺、环境恶化、生态失衡和恐怖主义的兴风作浪,人类面临日益严峻的公共安全问题。2003 年惊心动魄的“SARS”疫情、2005 年的卡特里娜飓风、2008 年的汶川地震和 2010 年的海地地震、达尔福尔(苏丹西部一地区)人权危急,以及每年在我国东南沿海肆虐的台风,加上空难、海难、矿难各种突发事件让公共安全问题越来越成为人们关注的焦点。以上所述的事实及对其救援工作也向我们证实了灾害管理是一项极其复杂的工作。

目前,对突发事件应急响应已经不能依赖于个别部门完成全部工作,而必须依靠相关部门的联合行动。但是现在众多公共安全部门的应急系统还处于各自独立的状态,这些系统专业单一、力量分散,难以及时有效处理重大的、综合性的突发事件。因此,在 GIS 技术的支持下,建立一个适应公共安全应急联动机制、统一的管理与调度的虚拟地球平台是当前灾害应急建设中十分迫切的需求。虚拟地球通过融合各类地理信息及对异构信息的处理,进行灾害的态势感知,做出合理科学的应急决策。灾害周期分为预备、发生、恢复、正常四个阶段(Cutter, 2003),虚拟地球为这四个阶段提供和维持态势感知,为决策行为的有效性提供标准支持。

4.1.1 什么是态势感知(situation awareness)

简而言之,“态势感知”就是人们头脑中经常有的念头——“我的周边发生什么”。态势感知这条术

语最初来自于军事领域的研究。这个研究主要是提高战机飞行员对周边环境及发生过、正在发生以及将要发生的事物进行认识、理解以及分析。这些认识、理解以及分析往往要在压力中完成,比如在激战中。态势感知放在管理学上语境中,可以划分为两个阶段:第一阶段叫态势评估(situation assessment),工作任务主要是获取的环境信息提供给下一阶段使用;第二阶段的工作是对所提供到的时空信息进行理解即“态势感知”(Endsley,1995;2000)。

4.1.2 问题的提出

来源于新闻资讯、静态地图、团体组织活动报告缺乏态势感知能力,这是灾害应急管理中经常发生的问题(Committee On Homeland Security And Governmental Affairs,2006)。发生在2005年的美国卡特里娜飓风就验证了这一点。怎样利用诸如在线新闻媒体等这样类似的开放性资源信息进行灾害管理的态势感知研究工作是很少的。相关文档中的文字信息提供了隐含的地理信息(从文本格式中很难获取可视化的地图以及所在定位点)来支持地理信息的态势感知。从文本中抽取地理信息是一项很具有挑战性的工作,也是一个研究热点。Jones 等人在2002年进行该方面的研究工作,他们实现了从文字中抽取了关键字和村、乡、城市、国家的定位坐标。这些数据与大量结构化的地理空间数据库相结合能够解释隐藏的信息(Purves and Jones,2006)。

利用GIS技术使用隐含的地理信息提供了解决缺乏态势感知能力问题的方法。使用隐含信息支持态势感知主要目的有两个:1.大量与态势感知相关的地理信息数据只存在于文本数据中。例如,在美国联邦紧急事务管理中心的报告中显然很少含有地图或者根本就没有地图,但是其字里行间就充满了大量地理信息数据。2.大量隐含的地理信息数据包含了大量地图与地理信息数据,告诉了我们态势的“有什么”、“在那里”、“什么时候”,而没有告知“为什么”、“如何解决”。当支持态势的地图因为例如现势性问题而无效时,我们把空间和时间数据结合隐含的地理数据使用可以有效支持对态势的感知。而当仅仅使用GIS数据不能满足要求时,就需要从隐藏信息中提取所缺少的数据。

在现阶段,用虚拟地球提取隐含数据进行态势感知的研究工作主要难点在于:信息识别、信息可视化、最终用户对文本信息提取的控制(Tanev et al.,2008;Pan and Mitra,2007)。

4.1.2 问题的解决方案

在利用虚拟地球解决灾害管理中的态势感知问题之前,必须先要讨论在灾害管理语境中与虚拟

地球相关内容。

以Google Earth TM为代表虚拟地球为态势感知提供了有效的应用环境。因为Google Earth具备友好的系统接口、高效的交互性能等产品特点,使得非专业的灾害管理者相对比较容易学习相应的功能开发(Allendoerfer等,2005)。Google Earth TM提供了灵活的数据流过程和可视化编程的脚本环境,这可以提高灾害管理设计的态势感知能力。使用KML(Keyhole标记语言)定义在Google Earth TM中定创建可视化结构,动态渲染用户视图。KML是OGC(open geospatial consortium)的标准,因此可以在基于地图的灾害管理选择作为一种有效应用,从而大大提高了web地图应用的互操作性能。Google Earth TM作为商业软件,是封闭、非开源的产品,这阻碍了提高用户个性化和智能的提升。而开源虚拟地球系统World Wind(National Aeronautics and Space Administration(NASA),2008)可以作为另外一种选择方案,可是可惜它却不支持KML。

提供地理信息上下文支持功能是具有态势感知的虚拟地球系统成为最有力应用方向之一。虚拟地球提供的地理信息上下文可以成为态势感知的要素。例如洪水、泥石流、海啸、地震会影响大量受灾人群,如此突发的灾害需要快速的态势感知信息,因此使用虚拟地球进行识别受灾人群、分析地形、分析救援线路以及针对资源(捐款、援助资金等)分配的决策(Darcy and Hofmann,2003;Tomaszewski and Czarán,2009)。此外,虚拟地球也可以将预期状态与发生的灾害进行比较,用来预测未来的灾害区域影响。这个思路曾经应用在美国卡特里娜飓风的行进路线的预测。

4.1.3 解决方案

集成开源信息支持的“态势感知”解决方案称为“上下文发掘应用”(CDA)。CDA通过隐藏的和其它的信息资源发掘态势感知支持灾害管理。由虚拟地球提供的地理上下文处理是虚拟地球关键点。

4.1.3.1 通过动态信息构架支持真实灾害事件的态势感知

CDA的隐含信息处理过程使用了地理编码算法(Li等,2003;Amitay等,2004)、自动推理算法(Wang等,2004;Turhan等,2006)、灾害本体论(Smart等,2007)。CDA通过RSS(real simple syndication)从Web网站的文本中提取地理数据和专题数据。RSS作为主要的信息来源,并且很容易转换成XML结构(Grossnickle等,2005)。RSS缺点之一是不能传送网站全部内容,只能提供一部

分有效的网站内容。

4.1.3.2 应用实例

在 RSS 数据检索的基础上,罗彻斯特理工学院信息科学与技术系的 Brian Tomaszewski 进行地理文本提取和编码算法^[1],将处理的结果通过网络连接到 CDA 信息处理服务器上,然后 Google Earth TM 中进行渲染并显示。如下图 1 为在某国自然灾害的态势感知显示结果:

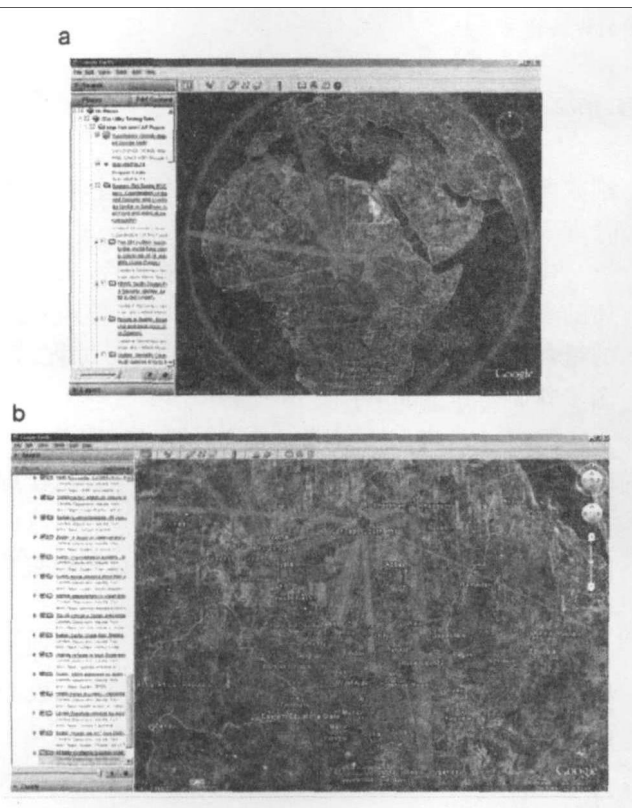


图 1a 为全球范围内的态势信息,主要是某国与洲级之间的灾害管理态势感知信息;图 1b 为某国与国家级之间的态势感知信息,主要包括是某国及其周边两国情况。

在文本中发现的地名以点的形式标注在地图,将该点与原始点以直线相连。原始点由 RSS 标题中的内容生成,表示国家或者相关的地理区域。如果原始点不存在,则不用生成表示频度的连接线。如图 1a、b 所示,如果原始点存在,则厚度表示文本中两点之间的相关频度。点表示地理实体,点和线的透明度表示文本之间的相关度,这个信息是由 CDA 中 KML 文件创建。这种可视化的编码方法作用是:在快速排除潜在的不相关或者不需要信息,可以作为事态感知的参考与提示。

5 结论

虚拟地球作为新一代的地图技术,在应急灾害管理中提供非常好的态势感知方法。虚拟地球是强有力的可视化工具,能够方便地与地理信息文本进行交互,为灾害救援提供了良好的决策工具。而从另一个角度来说,态势感知在虚拟地球中的应用,反过来也促进了地理信息科学的发展,而且能够提高人们地理信息的感知,缩短灾害救援决策时间,更多地挽回人的生命。推而广之,让各种专业深程度地与地理信息集成,是能够更大地发挥地理信息作为人们认识客观世界的工具作用^[2]。

参考文献

- 1 Brian Tomaszewski. Situation awareness and virtual globes: Applications for disaster management [J]. Computers & Geosciences, 2011, 37(1): 86 - 92.
- 2 董志, 邹文明. 电子地图的多源数据导入与坐标地址的自编辑[J]. 测绘信息与工程, 2009, 34(4): 50 - 51.

The Application of Virtual Earth in the Situational Awareness

MA Xing-ya¹, ZHOU You-shen², DONG Zhi^{2,3}

⁽¹⁾ Zhoukou City Land Resources Bureau of Henan Province; Zhoukou Henan 466100, China

⁽²⁾ The First Surveying and Mapping Institute of Zhejiang Province, Hangzhou Zhejiang 310012, China;

⁽³⁾ Wuhan University School of Resource and Environmental Science, Wuhan Hubei 430000, China)

Abstract Geographic information science is the science of modern geography and computer information, the new interdisciplinary, which methods from two disciplines. With the developing of geographic information science itself, "Virtual Earth" concept is increasingly of concern to everyone. "Virtual Earth" is based on geographic information data base and integrating the various disciplines of other thematic data (such as geology, hydrology, climate, ocean currents, glaciers and other data) which makes greatly expanding the field of geographic information science. It is attracting a large number of researchers into various research which produce large amounts of geographic information results. For this hot issue, this article is presents from Virtual Earth's history and current status of research by analyzing a typical example of the field study results and explore the meaning and the current state of development of "virtual Earth".

Key words geographic information science; virtual earth; KML; ontology; spatial cognition; situational awareness