

咄咄逼人的 地理信息系统世界

- 中国测绘工程规划设计中心
- 国家测绘科技信息研究所
- 中国地理信息系统协会
- 国家测绘局外事司
- 国家测绘局国土司科技处

主办

咄咄逼人

咄咄逼人

de

地理信息系统世界

蒋景瞳 唐棣 等编

1995·北京

前 言

综观国内外地理信息系统(GIS)技术发展,形势喜人、形势逼人,呈现出广阔的发展和应用前景。

为了借鉴国外 GIS 经验,扩大视野,值此中国 GIS 协会第一届年会、国家测绘局召开的全国测绘行业科技发展战略研讨会及其他与 GIS 有关的学术会议召开之际,我们奉献给读者这本《咄咄逼人的 GIS 世界》编译专集,贡献出参与这本专集选编、翻译、校订、编辑的全体同仁的一份心意。

我们之所以为专集取这个名字,既想说明国际 GIS 技术发展迅速,形势逼人,我们需要紧紧抓住机遇,加快发展我国的 GIS 技术。也想通过对国外 GIS 现状的了解,看到我国的 GIS 与之相比虽有差距,但我们的 GIS 也正在蓬勃发展,形势同样逼人向前,我们需要相互交流、共勉,把我国的 GIS 事业推向新的阶段。

这本专集的选题取之于通过中美测绘科技合作发展 GIS 技术合作研究及其他渠道获得的《'94 International GIS Sourcebook》、《National Mapping Program User Evaluation of Selected Current Products》,以及美国总统的 12906 号行政命令、俄罗斯总统签署的信息、信息化和信息保护法等。内容侧重于 GIS 的市场化、社会化,注重从产业化角度来讨论 GIS 技术的发展和运用,介绍美国、俄罗斯的有关政策法规,以及加拿大、澳大利亚、法国、德国、英国、日本等九个国家的 GIS 发展现状。

编者特别感谢中国测绘工程规划设计中心、中国地理信息系统协会、国家测绘局外事司、国家测绘局国土司科技处的资助,感谢中国测绘科学研究院领导的关心,没有他们的大力支持,本专集是不可能问世的。

本专集由蒋景瞳负责组织和选编。唐棣、蒋景瞳、楚良才、励惠国、彭以琪、胡建国等专家对译文进行了校订。参加翻译的同志均在文中注明。焦守莉、陈常松等同志负责编辑工作,在此谨表谢意。

由于时间仓促和水平所限,错误和不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

一九九五年九月五日于北京

目 录

GIS,覆盖领域十分广泛的高新技术	(2)
GIS 产业趋势与预测	(6)
从你的职业角度指出一项最喜爱的 GIS 应用,并且说明 GIS 如何发挥作用?	(6)
提出 GIS 某些很“自然”的新的应用,并说明 GIS 是怎样被利用的?	(10)
在商业和政府部门中应用的 GIS,谁已被证明最有价值?	(11)
GIS 发展的下一个新领域是什么?	(12)
说明近期(2 年)和远期(5—10 年)影响功能的硬件和软件发展趋势	(15)
下一代 GIS 产品怎样与 GPS 和遥感技术结合?	(19)
三维(3-D)和四维(4-D)GIS 的发展前景是什么?	(20)
为便于 GIS 分析与模型化,正在做什么?	(22)
以你的观点,预期在最近的将来成熟的最大或最重要的 GIS 市场是什么?	(24)
你如何考虑 GIS 在近期(2 年)和远期(5—10 年)应用中投资与效益比率的变化?	(26)
在今后两年到三年内可能会有用的新数据库对 GIS 主要影响是什么?	(27)
你期待数据库管理方面在近期(2 年)和远期(5—10 年)会有什么进展?	(27)
学院、大学、技术学校、销售商以及其他教育者和受训者如何共同努力,去满足今后 发展与应用中对 GIS 专业知识的需求?	(28)
GIS 技术综述	(30)
GIS 在商业中的应用	(52)
金融业	(52)
保险业	(55)
不动产	(57)
制造与商品包装	(59)
零售业	(62)
卫生保健	(64)
运输与导航	(65)
移动通讯	(67)
公共事业	(69)
各国 GIS 发展现状	(72)
加拿大	(72)
澳大利亚	(77)
法国	(81)
德国	(84)
英国	(85)
日本	(88)
新西兰	(91)
瑞士	(95)
奥地利	(98)
丹麦	(101)
西班牙	(104)
巴西	(108)
美国州政府 1993 年最新地理信息系统活动	(110)
地理信息系统用户调查	(115)
美国国家制图计划现有产品用户评价	(121)
美国总统行政令 协调地理数据的获取和使用;国家空间数据基础设施	(128)
俄罗斯联邦关于信息、信息化和信息保护法	(131)
全球定位系统简介	(142)

GIS, 覆盖领域十分广泛的高新技术

第一本国际地理信息系统原始资料集出版已经五年了,在它的 1989 期,我提出这样一个问题,即“什么是 GIS?”,我试图回答这个问题时几乎没有得到任何帮助,因为还没有正式的定义。今天仍然没有。但是关于这个题目的书集比 88 年多多了,尝试性定义也很多。五年之后,我认为是简单地回顾定义问题的时候了,特别是自从 1989 年成千的新人涌入 GIS 以来。

多数专业 GIS 工作者今天认识到,作为一个 GIS 系统,必须能处理空间数据。事实上,最好而且简单的定义可能还是 MARBLE 的经典定义,即“空间数据处理系统”(MARBLE,1983)。后来 MARBLE 更新扩展了他的定义,详细说明了重要的 GIS 处理,包括空间数据输入子系统、空间数据存储和检索子系统、数据处理和分析子系统、数据报告,包括图形输出(Marble and Peuquet,1990)。

Star 和 Estes(1990)认为 GIS 是一个“设计用来处理空间或地理参考数据的信息系统”,至少接触到空间数据的概念。但是他们弄糟了这个观点,宣称 GIS 可以手工操作,一种老的看法有点类似于描述一种手工操作的计算机,是的,这样的事情是可能的,但是…Tomlin(1990)认为 GIS 是“制备、表达、解译关于地球表面现实的设施”,没有直接提到空间数据,然而后来他缩小定义,只提到制图数据,这适合他的题目,制图模型。

Cowen 辨论说任何面向过程的定义都太宽(Cowen,1990)。由于过程定义,“几乎所有的地理硕士论文都包括一个可操作的 GIS 的生成,”他写道。他也反对面向应用的定义并且作出结论“GIS 最好定义为一个在解决问题的环境中包含空间参照数据一体化的决策支持系统”。然而,对我来说,“空间参照”不足以描述 GIS 数据。任何地理坐标集,都是空间参照的,但仍然是一个字符和数字的简单集合。

我相信 GIS 不仅仅是一个系统——任何种类的系统。当加拿大人 ROGER TOMLINSON 首先使用 GIS 这个词时(CIRCA 1965),我敢打赌他没有想到将近 30 年后深远的结果。GIS 变成一种全新的技术。它是地理空间数据的数字处理技术。

更详细地说,“数字”是机器可读的格式,“处理”就是一些计算机通用功能和非空间数据处理的任何标准集合,加上更多的仅和空间数据有关的功能,例如地图制作。“地理”意味着数据是参照于地球。“空间”指空间数据模型,它源于和表示地理景观实体的物理形状、大小、形态和本质。这个空间概念可能最难概念化除非人们花时间手扶数字化地图。比较空间数据和电话簿中的数据,电话簿数据是地理的,因为它描述平面位置,但不是空间的。地址或地点的任何目录也一样,它们是真实的,它们所描述的是特征的抽象,就象土地法律文件的描述。

关于定义已足够了!如果这个题目引起你的兴趣,请看 Geographical Information

System (Macguire et al, 1991), 最小图书馆或 GIS 安装的必备品。

空间计算

GIS 技术标志着计算机发展的一个主要转变。最早的计算机处理数字。解析或数字, 它们的目的是解决数学问题。下一步, 按不同方式把数字串在一起, 建造出能处理字符的机器。自从发明了计算机程序语言, 字符和数字都被用来描述空间和地理位置, 计算机自然也一样。然而, 空间数据的文字和数字描述是抽象化的描述, 不是物体本身实质性的表示。

地理空间信息的传统资源是地图, 这就是为什么 GIS 有时被描述为“自动制图”或“桌面制图”的原因。GIS 的效用不在于它的制图能力, 而在于它能够分析包含在地图中的空间信息。GIS 使我们能处理不仅是关于地球的抽象信息, 还可以是地球实际模型的空间数据。GIS 用计算机处理除了字符和数字外的第三种数据: 空间。

空间数据并不新, 它被储存在地图中至少 2000 年了。但只在最近几年, 当计算机发展到用它的阶段, 通过 GIS 技术, 它的真正效用才可利用。地图有大量的信息, 航空相片更多, 大部分是空间的。你看一下地图或相片, 便得到它表示的地理区域的信息, 因为其中的数据要素紧密地组成了图形物体。以更复杂的方式利用地图, 比如计算机 GIS, 要求地图被数字化, 分解为基本的数据要素。在这处理过程中, 制图信息被破坏, 但生成一个强有力的空间数据集——一个可以产生比原图表示更多的信息的数据集。

GIS—它是什么或不是什么?

有些其它类型的计算机图形工具表面上似乎不同于 GIS。在 60 年代后期, IBM 公司和 COLORADO 公共服务公司开始致力于用计算机工具管理公用事业的设施, 也就是电力线、煤气管道、阀门、仪表、土地等等。紧接着的一个十年, 其他人继续挑战“计算机化的”设施管理(FM), 包括计算机制图系统, 并且诞生了自动制图(AM)。今天, 我们认识到 AM 和 FM 是所谓 GIS 技术的专业应用。GIS 技术的其它应用包括土地信息系统(LIS)、“多用途地籍”、按照一些人的观点, 甚至包括流行的计算机辅助设计(CAD)系统。然而, 事实上如果包括了 CAD, 所有的 GIS 定义都将崩溃, 因为 CAD 数据一般都不是地理数据。对 FM 也有同样问题, 它也可以称为“大比例尺”的 CAD。

CAD 和 GIS 之间有大量的技术重叠, 两者都用计算机图形, 相似的输入输出设备, 和生成漂亮的彩色图像。但是, 那一点相似性到此为止。同 GIS 相比, CAD 较简单, 这就是随着计算机图形学的发展, 它进展更快的主要原因。下面是一个对比: (Newell and Theriault, 1990),

· CAD 的几何形状主要由制图员构造, 而 GIS 的几何形状是被扫描、数字化或测量。

· CAD 几何形状包含水平和垂直线段, 通常线段间的夹角是规则的。GIS 实际上

不包含水平或垂直线段,除了直角,其它的规则夹角很少。另一方面,形状破碎的线段,例如等高线和海岸线,则很平常。

. 在 CAD 中,圆弧和曲线是基本的,在 GIS 中它们实际上不存在。一些 GIS 甚至没有表示曲线的方法,尽管在城区范围曲线频繁出现。

. 在 CAD 中,一个典型的多边形有四个顶点;在 GIS 中,一个多边形可能有上千个顶点。

. 在 CAD 中,诸如映射、旋转、比例、拷贝之类的操作频繁地用到,在 GIS 中不常用。

. 在 CAD 中图形绘制,例如那些用于表示电子电路的设计图,是特别新颖的;GIS 中,这些布局反映现实世界。然而,两者的拓扑关系很相似。

. 在 CAD 中,目标间的拓扑关系实际上不存在;GIS 中,拓扑是主要的考虑之一。

. 在 CAD 中,栅格很少用,但在 GIS 中,这是获取地图库或卫星数据的一个有效的、经济的方法。

一个通用的技术

GIS 是一个特别有用的决策支持工具。人们喜爱 GIS 图像。为什么? 因为 GIS 利用了人类对图形信息的喜爱,这些信息被早期的人类在沙土上以画一幅图的形式展现。现在,无论是与商业有关的决策,还是与一些政府职能有关的决策,地理信息系统都有不断增长的需求。为什么? 对一些人来说,包括我自己,有一种天生的、自然的吸引力。我常常被地图这种室内旅游者的动力迷住。他们取笑那些在地图集中做想象旅游即可满足的人们,而我很早就被迷住了。

但是,一个并不是意想天开的回答是,地理研究和分析变得越来越重要,因为我们的地球需要土地。今天,我们正在利用比以前更多的土地,而且我们再也不能手工管理所有的空间数据。因为每个人的生活和工作空间减少了,它们的用途变得更复杂,由于许多基础环境 and 经济理由,我们应当把它们管理得更好。

但技术变化得比人们吸收它的能力更快。今天,没有阻止 GIS 广泛使用的计算机限制,不用它于经费方面的理由几乎没有。然而人类自然的抵触似乎妨碍了这种进展。GIS 还不是美国公司计算机部门的主流,它到了那儿,但进展很慢。在某些大公司和政府机关仍然是一遍空白,主流思想是从穿孔卡和 cobol 时代遗留下来的人把计算机技术人员看作不是一个有帮助的人,而是当作他们领域的头。

今天,用户不满足于简单地信任这些头。他们想让系统在他们的控制之下,这是当今 GIS 魅力的一部分——它能做到。有一个强烈的倾向,系统允许用户生成他们自己的分析,甚至用一种轻松、高级的语言编写应用程序。

GIS 的发展依赖于硬件的发展,今天硬件发展的速度令人吃惊。工作站制造商每 15—18 个月让他们的机器能力翻一翻,这种技术跳跃已经进行了十年,还看不到尽

头。是这种令人难以置信的技术发展促使 John, Scully, 前苹果计算机的 CEO, 在去年说道, “我们一直在起跑线上竞争, 真正有趣的东西开始于这个十年。”

美国前国务卿 George Shultz 最近说, “几个月前, 我看到一家美国公司制造的集成电路的封装标签的快照, 标签上讲, ‘由以下的一个或多个国家制造: 韩国、马来西亚、新加坡、毛里求斯、泰国、印度尼西亚、墨西哥、菲律宾。’ 精确的产地国家, 并不知道。”

标签说了很多当前的倾向。我不知道在本世纪末有多少 GIS 被用到, 到下个世纪会更迷人。在公元 3000 年前, GIS 这个词将成为很好的历史, 因为空间数据处理将长久和所有的计算机数据及信息管理成为一体。也许在那时, 另一个作者将讨论 UIS, 一个通用的信息系统, ... 封装标签上将说得很简单, 由地球制造。(作者: H. DENNISON PARKER 翻译: 宋文波 校对: 唐棟)

GIS 产业趋势与预测

几乎每一个人都认为,我们正目睹着地理信息科学的一场技术革命。更让人激动的是,这场技术革命正引起科学与智力的革命。在《1994 International GIS sourcebook》书中,我们为 GIS 研究、开发和应用领域的领头人提供了一个论坛,以便告诉我们,他们认为该领域向何方发展。在以往几版中,我们选择了一主题,然后寻找合适的专家。这次,我们列出在该领域中最好的一些专家的名单,并给予他们选择各种主题的自由。为使讨论集中在主要发展趋势上,我们按一系列问题对稿件进行编辑。

我们希望你将喜欢这种形式,相信它能产生思想和信息的奇妙组合。这是一次广泛的调查,但是种类繁多的答案比一系列专题文章提供的内容更广更深。答案的范围从已经使用的到将来的,从常规技术到先进技术发展,从技术到体制。我们甚至要求一些作者介绍他们个人最喜爱的 GIS 应用,因为我们把富有创新精神的 GIS 应用与 GIS 发展同等看待。

我们衷心感谢作者,并希望你能和我们一样喜欢阅读他们的文章。

Jerome E. Dobson 是《International GIS Sourcebook》的科学编辑,并且是 Martin Marietta Energy 系统公司的高级研究人员。通讯地址如下:

Oak Ridge National Laboratory
PO Box 2008
Oak Ridge
TN 37831, USA

从你的职业角度指出一项最受喜爱的 GIS 应用 并且说明 GIS 如何发挥作用?

Cowen: 我们参与的最有意义和最有用的 GIS 应用是南卡罗来纳州基础设施规划项目(SCIP)。这项正在进行的项目的目标是,为南卡罗来纳州发展委员会建立一个决策支持系统,以辅助工业选址。该项目已获得一些国家级奖励,且在 ABC 电视台的“你好,美国”节目中作特别报导。它是资源、人、数据和技术恰当组合的最好范例。该项目是州政府和大学之间为数不多的成功的 GIS 合作例证之一。该合作确认两个组织的重要职责,并且已能建立一过程,使州发展委员会能成功地把 GIS 引入它的组织机构内。更重要的是,它代表一个真正的联合系统,作为在南卡罗来纳州的地方政府中传播 GIS 技术的促进因素。

SCIP 项目同样被公认为第一批州级 GIS 项目之一,该项目利用地质调查局(USGS)的 DLG 数据、人口调查局的 TIGER 文件和 SPOT 图像数据。通过使用这些数据资源作为基础,该州能够将注意力集中在 GIS 数据层的生成上,如只能由地方确定的

水和排水管道等数据。通过使用现有的 DLG 和 TIGER 数据,可以快速制作全州范围的输出产品。这导致即时的“概念论证”(proof of concept),即明确证明 GIS 对系统资助者和合作者的好处。全州范围 TIGER 和 SPOT 数据创造性的结合,不仅给系统提供了非常好的视觉效果,而且为一些研究项目提供了基础服务。

除了形成独特的多部门的合作外,系统同样获益于基于分布式处理和高速网络的设计原则。通过在州政府和大学之间建立工作站和文件服务器的集成网络,所有的合作者能在数据生成方面进行合作,还能共同建立工艺程序和共享外围设备。网络的可靠性对该项目的合作效果是至关重要的,可使繁杂的数据采集工作量降到最少,并能使数据库得到及时更新。

该项目的长期效益现在正显现出来。作为 GIS 技术在南卡罗来纳州的传播和促进因素,SCIP 项目形成了不断扩大的生产副产品的循环。起初仅仅是为项目收集数据的一些州政府机关以及十个区域规划委员会中的七个,现在都采用了 GIS。实质上,在州内已产生倍增效益。各级政府机构正在维护他们自己的数据库,并开发新的应用。其中包括一些创新的 GIS 应用,如应急管理、住房建筑、土地利用、房地产和政府政策。

Dobson:我不必多想,就可以说出我最喜爱的 GIS 或遥感应用,无疑它是 Bob Peplies, Dick Rush 和我在阿第朗达克(Adirandack)山脉进行的有关湖水酸化的工作(Dobson, et al., 1990)。它拥有我期望的一个项目的所有因素:

- * 一个好的有待解决的四维难题;
- * 良好的合作伙伴;
- * 吸引人的地点;
- * 对 GIS 的基本需求;
- * 对遥感的挑战性要求;
- * 足够开展这项工作的经费。

在 80 年代中期,“酸雨”研究很流行,并能得到充足的资金,直到充分的证据表明危害被夸大为止。事实上每一项著名的研究都从酸雨量开始,去寻找其影响。(仍使我感到奇怪的是,为什么人们不怀疑以他们的结论命名的研究。你会相信以嫌疑者,而不是以受害者命名的谋杀调查吗?)与之相反,我们决定,把注意力集中在湖泊上,调查与由低到高的 PH 值全部域值有关的因子。除了地理影响外,这一方法允许我们公正客观地调查种类繁多的因素。一个特别的好处是,能更好地理解水流经各个流域出现的复杂的化学过程。几年工作后,我们得出结论,被降雨或任何其他原因酸化的水在流域内被中和,对该流域的影响不及 1950 年的大风破坏严重,那场严重的暴风雨毁坏了阿第朗达克公园的 423,000 英亩(171,000 公顷)的森林。

我们非常信赖 GIS、遥感和野外工作。我们把矢量数据与栅格影像和土地覆盖数据结合起来,表示流域和被破坏的区域。通过卫星数据的图像处理 and 航空像片的目视判读解译破坏区。我们对这些数据和其他许多数据库进行统计分析,研究大气因素、地

形因素和湖泊化学之间空间和时间的联系。

由于是该领域早期应用 GIS,我们的工作是很特色的。许多通行的道路是如此崎岖,以致于只能由一辆四轮车或一辆出租车通过。大多数湖泊在保护区内,即使水上飞机也不能通过。酸度最高的湖泊多在荒地中,只能背着仪器到达。即使如此,我们在野外和 GIS 与遥感实验室的活动之间建立了相互联系,能以一种更自动化的方式,预测当今正在发生什么。当时,在便携机和 GPS 出现以前,为了减轻重量,我们用洋葱皮纸(onion skin paper)生产、携带并标记了大量纸图,并为有足够分量的资料而感到幸运。

Haddad:我在开发佛罗里达海洋资源地理信息系统(MRGIS)的经历是让人激动、有收获的、吸引人的,当然是不让人厌烦的。我想,所有 GIS 管理人员询问的最大问题是,“我们满足了周围现实世界的期望了吗?”我最喜爱的应用是使我感到我最终能勇敢地面对我的 MRGIS 的同事说:“我们做到了。”我们亲切地称其为“轰炸佛罗里达基维斯岛应用”。

这件事始于佛罗里达州长行政办公室给我们打了一个不同寻常的电话,询问我们是否能参与对海军在佛罗里达基维斯岛区域进行爆炸试验的请求进行评估,当然他们需要大约几天后与海军会谈时用的资料。佛罗里达的基维斯岛周围是美国最独特的海洋环境之一,包括湛蓝的海水、美丽的珊瑚礁、热带鱼和其它海洋生物。我的第一个反应是说:“您一定是在开玩笑。”这件事有点儿类似空军问他们是否能在大峡谷进行轰炸演习。

在最初对这件事的震惊之后,我开始理解这个问题,并考虑如何开发 GIS 应用以提供指导。海军正在清除波斯海湾战争期间布设的反舰水雷。很明显,需要在浅水湾区进行测试,以得到“水雷封锁”的技术资料。这就是为什么海军看上佛罗里达基维斯岛的原因。

考虑和需求的要点归结如下:被选择的区域必须在基维斯岛 60 海里半径以内;水深约 25 英尺;不能覆盖海草、珊瑚礁或硬底群落(hardbottom communities);不能在佛罗里达基维斯岛国家公园或佛罗里达州管辖的水域。一旦那些标准建立起来,我们基于水深 18 至 32 英尺的能满足上述条件的整个区域,进行条带分析应用。结果表明,基维斯岛北部的一个区域能满足大部分条件。但是,后来当要求我们考虑人工礁和考古地址时,该区域的面积减小了。一些 17 世纪西班牙大帆船位于那个区域!制作了分析图,并在他们会谈之前提交给州长的工作人员。

州长的工作人员带着一套地图与海军进行会谈。这些地图清晰地以图形方式描述州长关心的事情,并且显示了将开始讨论的区域及选择那些区域的原因。我只能想象海军谈判者所考虑的是是什么。尽管会议上未作出决策,GIS 分析一定产生了效果。海军的承包商已经例行地要求我们进行更多的分析并提供地图。我相信,我们把更高层次的信息带入了处理过程,那将帮助作出与佛罗里达基维斯海洋环境有关的最合理的决

策。尽管许多问题碰到了数据收集的困难,但是当你走入海洋环境,GIS 工具的能力将变得很大。我们能够从事这种多层问题的事实表明:“我们可以开始满足需要了。”

Mader:手边的任务是,从我的职业经历描述一个最受喜爱的 GIS 应用,并说明 GIS 如何帮助工作。这使我想起,在一场胜利的橄榄球比赛后,四分卫被问的那种问题,“哪一个球是至关重要的,它如何使你的球队获取胜利?”这是一个标准且合法的问题。但是,如果这样的话,记者将把矛头指向有经验的攻击型的前锋。前锋最初的反应是看一下房间的四周,当意识到周围没有其他人,并且不想触怒新闻界(新闻界不知道注意攻击型的前锋),前锋颇有哲理地从前场争夺进行回答。

片刻之后,球员,甚至是比赛不再是可以区分的单个实体。每个球员组织成有经验的整体,从成就感中享受比赛的快乐。

干好一项任务会产生一种重大的成就感。限制另外一个人,在概念上并不复杂,但是通常要某种技巧。在工作中不断成熟,会产生成就感;学会新的东西;比你以前做得更好;阻挡了去年给你教训的前锋。当球队胜利时,会有一种巨大的成就感。攻击型前锋不记录触地得分,但是,他们促成每一个得分的球。

在大的计划部门,地理信息系统处于分析深沟的中间。我们所做的就是在概念上不要感到吃惊。我们的任务是把已有的位置数据转换为信息。

绘图表示数据并不困难,但是当用技巧处理时,其结果可能会令人惊奇。我的同事和我生成的简单地图受到了难以置信的欢迎,因为地图准确地显示所需的一切。

我们经常尝试怎样改善我们的工作,GIS 应用可能是非常具有挑战性的。我们改善得越多,技术扩展得越快,我们做的工作就越好,工作组也将能作出更好响应。

工作组是十分重要的。我们中从事决策支持的一些人,并未走到前台做简要介绍,但是当简要介绍进行得很好时,我们都感到得到了回报。前台工作的人得到了大多数的荣誉,但是我们感到满意,因为工作组是成功的。

我最值得纪念或最喜欢的事件常常使用 GIS 技术并不多。许多年前,我是橡树岭国家实验室 GIS 小组的成员,该实验室有机会向吉米·卡特总统做简要介绍。这是一件非常值得纪念的事件,因为向总统做介绍。虽然过了很长时间,我都没有忘记是如何进行介绍的。

经过 15 年的商业工作,很难分离出单个的应用。但是,这是一种非常有益的经验。总之,我不是为了玩做这个工作,而是因为喜爱这种游戏。

Pace:我想其他作者会根据项目中个人的兴趣或成功项目的结论,选择一个最受喜爱的 GIS 应用。我最喜爱的 GIS 应用有一点儿不同,因为它是基于由高级管理人员表现出的非同寻常的远见和委托。我曾看到一些 GIS 项目,由于缺少这种支持而失败,这增加了我对这一特殊的 GIS 应用的崇敬之情。

在我加入 Westvaco 以前,林业部门的管理人员已经认识到该系统的价值,它能帮助跟踪森林资源,制做需要的地图和报告。在 70 年代末期和 80 年代初期,GIS 产业并

不象现在这样先进, GIS 作为解决问题的工具也不象今天这样显而易见。前林业部门经理 Scott Wallinger 是一位幻想者, 他获得了 COMARC GIS, 并于 1978 年把它安装到 16 位数字通用计算机 C330 上。

森林资源数据装入 GIS 的过程得到了林务员、GIS 工作人员和系统维护者的支持。使用美国地质调查局地图, 编制 Westvaco 的南部森林地区的地图, 包含交通、水文和财产界线等要素。这包括 520,000 多公顷的森林, 大部分分布在南卡罗来纳州。林业技术人员根据树种和大小, 在假彩色航空像片上进行了森林分类。解译像片的技术人员同样是通过森林平面图, 对“地面真实情况”负责。然后, 分类结果用于手工数字化输入到 COMARC 系统中。GIS 工作人员可进行空间叠加分析、输出分析结果和报告。

Westvaco 管理在最初的投资后, 得到多年的财政和工作计划支持, 使系统效益得以开发。尽管与今天的 GIS 功能相比, COMARC 系统存在一些缺点, 但是这个系统仍然是成功的。后来, 它被 ARC/INFO 系统代替, 改进了原始的 COMARC 数据库, 以帮助支持今天的资源管理业务, 包括采伐计划、经济分析和灾害后的恢复(特别是 Hugo 飓风后的恢复)。这些经济效益是 Westvaco 认识到“新”技术的潜力, 并长期投资给予支持的直接结果。我只是希望这样的事更经常地发生。(翻译: 吴敏 校对: 蒋景瞳)

提出 GIS 某些很“自然”的新的应用 并说明 GIS 是怎样被利用的

Berry: GIS 技术现有的和潜在的应用范围看起来似乎是无边际的, 1960 年开始作为制图工作者的一种工具, 很快在许多学科内发展为一场革命。早期的应用强调制图和空间数据库管理。逐渐地, 这些应用发展为强调制图现象间相互关系的模拟。大多数的应用都包括了制图模拟, 即利用 GIS 模仿手工制图过程的操作, 象地图再分类、叠加和简单的缓冲区的建立。新的应用浪潮集中体现在空间模拟上, 即利用空间统计和先进的分析算子进行模拟。这些新的应用可归纳为三类: 1) 数据揭露; 2) 预测模拟; 3) 动态仿真。

数据揭露是应用 GIS 找出地图现象之间的关系。例如, 一幅已死亡的和濒于死亡的云杉木或冷杉森林木材地图可以与导致因素像高程、坡度、方位、土壤类型和基岩深度地图进行统计比较, 如果某些导致因素的组合是强“空间相关”(符合), 可用这种信息来确定在这些不利条件下活着的云杉或冷杉的范围, 而这些范围内的云杉或冷杉都需要特殊的管理。数据揭露的另一种形式是经验模型派生的, 例如, 含水层的 PCB 浓度的地理分布(3-D 表面), 可以从当地水井中取水样内插, 不正常的高浓度地段(比平均值多一个标准差)就会被分离出来, 如果考虑取样的时间序列, 则高浓度地段的地图被赋予活力, 污染就会通过含水层显现移动——一个经验的地下水模型, 一个“点子”在地图上移动说明是一个偶然事件, 反之, 一条流线说明污染物的连续排出。

绝大多数预测模拟普遍是非空间性的, 因为采集数据的采样区很大, 所以降低了

标准的价值(算术平均值)。数据是用来解答一种数学模型,像回归方程。例如,树木砍伐的损耗总额的预测方程,将依据坡度百分比、树的直径、树高、树的体积和损伤程度百分比来决定,因此,陡坡上高大、年老而腐烂程度高的树损耗量大。非空间方法忽略了野外收集的数据存在地理分区上的差异这种基本知识。地理信息系统解决了将这些数值空间地插入到每个因素地图之中,然后解出所有空间位置的方程(栅格元素或复合多边形)。这个方法生成一种预测损耗的地图,它具有比期望的确切值要高些或低些的“孤立地区”。

动态仿真允许用户参与空间模型交互,如果模型参数被系统地修改,并最终追踪目标的地图产生了变化,则模拟的过程是可以查询的。这种“灵感性分析”表明在独特的地理位置范围内每个制图要素的相对重要性。在木材损耗的例子中,其方程对陡坡可能是极端灵敏的,但在最大坡度只占百分之十的计划地区,树的高度可能被认定为支配的因素。动态仿真的非训练的用法可以把 GIS 当作空间伸展传单一样活动,并提出“*What if*”问题。例如,在高速公路选址模型中,可能既要考虑回避陡坡,又要考虑对可见房屋的连接,如果陡坡被认为比较重要,那么应建议何处路线改变?何处路线不改变?但如果可见的连接性被认为比较重要那又应如何呢?在地图分析过程中这种动态仿真的非正常用法实际上包括决策者和其感兴趣的部分。引起的对话问题产生一个共同的认识,它大大地超过任何单张地图所渴望贮存的信息量。

在商业和政府部门中应用的 GIS 谁 已经被证明最有价值?

Craig: GIS 在商业和政府部门中最有价值的功能是其能保证日复一日的工作。关于 GIS 适合于规划、计划和政策的能力很多花言巧语泛滥于我们,上述使用还是比较稀少的。

我说日复一日的工作是什么意思呢?我是指这样一些世俗的事情,象保存最新的税务分区地图和绘制犯罪事件地图,为新公路建筑绘制道路网络地图和建立工程草图。

人们可能议论我描述的功能不需要 GIS,他们只比自动绘图或 CAD 稍微复杂一点儿,但这种议论忽略了一点,就是计算机已经真正走进了商业和政府领域,其中可能潜伏着 GIS 的更高级的用途,而在那些平常的领域现在已经有了成果。

为了证明我的看法,请看看 GIS 在明尼苏达州的应用情况。碰巧我居住在明尼苏达州,使我对其发展能够方便地跟踪,但最留意州平均值(如人口、面积、收入),我们可以提供一个别处将要出现的有用的计量方法。

十年以前,只有三个 GIS 在运转,其中两个是当作 CAD 每天使用。州公路部门绘制施工图和县公路图,Hennepin 县绘制一些相同的施工图,为收税人绘制税收地图。只有州计划局的土地管理信息中心在研究模型和做些分析工作,而且这种任务是少数

的,大多数土地管理中心的工作是简单的制图和描述性研究。

五年前,我们发展到 49 个 GIS 用户—GIS 有了广泛的定义。这些新的用户占有较低的软硬件花费和通用性较好的软件,主要在两个领域发展:县政府和私人部门。县政府将 GIS 用于自然资源活动方面,像准确定位具有最大侵蚀潜力的农田和管理县森林状况。在私人部门,既用作工程顾问也做为当地公共事业部门使用 CAD 系统时的替代绘图板。

到 1993 年,公共部门的系统数量增加到原来的三倍,我没有私人部门的数量,但我推断它是类似增长的。州政府机构使用的 GIS,是原来的两倍(从 6 个增加到 12 个)。市政府部门是原来的三倍(从 7 个增加到 20 个)。有经验的县成五倍增加(从 7 个增加到 35 个)。州政府各部门也有广泛的响应,但公平地说,大多数是将 GIS 当作标准的制图或 CAD 工具。市将 GIS 用于机关管理和工程管理。县扩大使用 GIS,将其应用到税收分配制图、自然资源管理和公路工程。这些应用是政府内各部门正常工作的部分。

GIS 在明尼苏达州的增长是以其帮助将任务分配给政府一级的能力为基础的那些一天到晚浪费工人时间的事情。GIS 给予政府部门和商业部门的利益多于或等于获得和补充技术的费用。在较高的水平上使用技术还可能出现额外的利益,但由于对我们的较现势的工作增加了效率,明尼苏达州的机构已经付出了代价。

Pace: 我发现 GIS 数据的结合能力是大多数 GIS 项目的基础,因此是最有价值的。有三种主要的数据结合:数据转换、存贮和检索。历史上,使同化并管理完全不同的数组的问题已经折磨了用户。今天,比以前有了更多的数据类型和格式,GIS 则具有更加适合这些数组建立空间关系和用简单的数据存取方法存储它们并使其具体化的数据结合工具。

考虑到 GIS 始终不是采集数据的,数据采集方法始终不是由任何与 GIS 相关的需求限定的。所以,数据需要一些简单同化处理的格式。将获得的数据写成地理登记的数字形式是接下去 GIS 处理的基础。我们通常从多种不同的地理数据源获取数据:扫描的航空像片,从数字像机上获取的倾斜的航空像片、卫星影像、纸质地图、数字高程模型和 CAD 绘图等。相关的属性数据库也必须要纳入 GIS,这些数组可有许多来源,并且转化成 GIS 可用的形式非常困难。但是,一旦形成数字形式,它们就可以为其它的数字形式分享。在完成所有地理登记和保存策划结果之后,真实的趣事可以开始。但它是“中心化”数据,即支持所有其它功能,例如模拟。因此,我觉得这种非常基本的 GIS 能力已经证明是有价值的。

4. GIS 发展的下一个新领域是什么?

Dobson: GIS 几乎在每个方向都正在发展,在量纲方面,像 3-D、时间和空间的相互关系等方面表现得极为需要和挑战,但就我的意见来说,特别应把它在科学和社

会上的潜在影响方面放在首位,我投票支持连接 GIS、传递模型和过程模型。

很明显,我们必须研究一种新的组合 GIS 功能的地理模型, GIS 功能要具有传统量化模型和传递模型互连性的处理能力(Dobson, 1993 年)。我称这些为“位置模型”(place models),建议每个模型代表一个有界空间位置而不是总的空间位置。甚至在它们最简单的一般形式中 a)状态变量的空间矩阵表示特定的时间条件;b)过程模型模拟某时间段内各个位置变化的条件并且预示各种输入输出;c)传递模型模拟各种输出和输入的再定位。模拟链和数据流从时间段 I 数据库到过程模型再到传递模型,然后回到过程模型,最后再到时间段 II 数据库。

下面我比较快的概括一下我们在海岸变化分析项目(C-CAP)中心正在做的工作。政策问题是:“美国海岸水域的渔业为什么下降?”关键的分析问题是“陆地变化怎样影响海洋生物栖息地?”典型的问题是“流域森林的高砍伐率如何影响港湾的盐渍沼泽?”解决办法是遥感、GIS 和模拟相结合。Oak Ridge 国家实验室(ORNL)以遥感为基础,借助 Coastal Ocean Program 计划制定了适合大范围土地覆盖变化分析的开发协议书。同时,计划中的其它部分对港湾、盐渍沼泽和海藻进行了详细的研究,最后得到基本的过程模型。现在是连接两部分形成标注土地覆盖变化和生态过程的统一模型的时候。有两组科学家之间的讨论是有成果的,但没有解决问题。今年将投资两个 GIS 或模型项目,但它们只涉及整个问题的部分内容。

在这样简短的篇幅内描述空间模型是如何设计的是比较困难的,但概念性的说明一下是可以的。技术上和制度上的障碍将更多的妨碍其发展。很明显,适合所有但又是最简单情况的计算要求,都将会超过当前硬件和软件的能力,尤其是,如果我们试图插入动态瞬间变化而且是三维(3-D)空间相关时,即使计算机能力像我们所期待的那样继续发展,单个处理器也没有管理空间模型中的多道任务的能力。GIS 界必须习惯于在多个处理器计算机环境中工作。从原理上讲,这种研究将是 GIS 取得成功最困难的一步,而且我们不能依赖用户设计的模型。我希望商业 GIS 界将继续努力,开发框架结构和适合于多处理器环境下的一般空间模型连接的合适的软件。第一个成功的卖主将为整个用户阶层打开大门,而新用户将包括自然科学和社会科学几乎每个领域的科学和分析人员。

Goodchild:我相信 GIS 的下一个新领域是所谓“消费者 GIS”,它越过某种称为“电子民主”(electronic democracy)的范围。这种结论是基于若干最新的发展趋势,包括:GIS 在 93 年商务会议和新的商业地理杂志上受到重视,近期的便携式(laptop)电脑、通俗杂志以 GIS 画面当作封面;GIS 在图书馆中被重视而且近期的图书馆的研究项目中介绍了 GIS;GIS 在高级中学被重视并且一些期待的项目将 GIS 引入到 K-12 学习计划;出现为旅游者提供地理数据的最新产品的服务部,像 Strategic Mapping Inc. 的地区服务部门;GPS 接收机在普通电子商店可以买到的事实等等。所有这些归纳在一起,说明 GIS 和空间数据已经开始被普通消费者广泛重视。

无论我们推测它向哪里发展,它都是令人兴奋的。当今,GIS 的应用与普通消费者日常生活相距太远,但找出路是我们每天生活的一部分。虽然地图通常会出现一些问题——携带不方便,表示的信息有限,商业环境每日都在快速的变化,容易过期,并且许多人读起来有困难。我最近为四年级演讲 GIS,后来有一个学生写道“我爸爸总说地图没有用处,但现在我知道他错了。”GIS 消费市场是巨大的,而且比以前任何 GIS 市场都要大若干数量级。就象报纸和电视,它将被零售商替代,也许由免费散发点代替。它需要聪明的用户接口和快速响应。它必须是便宜的,并且由廉价的存贮介质提供,像 CD-ROM。它将与其它消费者正在应用的技术连接,例如有线电视和电话,它们已经花费了成千万美元安装了通讯平台,它可能是充分便携式的或是基于汽车的,像蜂窝式电话;或安装在固定的位置,像安装在家里、工厂里或公共电话上等。上述的一切,其数据必须是现势的,消费者 GIS 市场将不能容忍传统市场中的旧的或不正确的数据。

消费者 GIS 将用来干什么?购物是明显的答案。消费者不管是在不熟悉的环境中找路或者是在家购物,不管是要找到好的餐馆和好的休息地方,买房屋和汽车,去医院和诊所还是要到电影院都要花时间。援用 Strategic Mapping Inc. 地方服务部门的介绍,消费者 GIS“使做生意和愉快的旅行变得更容易和更令人高兴,用户只需用手指选取信息就可以找到最好的餐馆、运动场、夜生活、购物场所和娱乐活动地”。商业界大致上已经安装了基本的便携机,而且双路电视具有提供上述同样信息的能力。主要汽车制造商在标准的汽车上安装 GIS 并具有足够能力提供美国市场之前,还需多长时间呢?

Openshaw: 现存世界上的一般 GIS 系统都是在计算机硬件上发展起来的,历史不久将会说明,它们比工作站和 90 年代晚期类型的计算机硬件的计算速度慢到 1000 和 10000 次之间,同样,当前 GIS 关键思想、设计概念和技术路线这些在本质上起决定作用的因素,是基于 60 年代和 70 年代的思想。未来最大的挑战是如何开发人工智能和提高计算机硬件的巨大速度以及发挥新研究成果的组合效果,以便建立能够适应 21 世纪所期望的地理处理需要的新一代智能 GIS 系统。这不只是制造比已存的 GIS 系统较好的系统问题,而是不管怎样设计新的 GIS 结构,在实际上具有无限的计算机能力的年代,那种结构应更加适应和有用途。

有若干个领域需要重点改进,而且人工智能的研究可能成为其焦点,主要包括:1) 创立自动综合错误的真正安全判定支持方法和不确定性处理器;2) 可在 GIS 数据库中自动分析和模拟的有创造力的空间分析和模拟技术;3) 适合于科学发现的高度自动化的归纳方法;4) 可以更好地发挥整体平行处理环境的新颖 GIS 构造风格和数据库结构;5) 多媒体形象化方法,它能适应复杂的空间数据智能归纳的要求;6) 用户界面以知识为基础,具有智力的、局部可修改的,也许是声音激发的,而不是现在已有的笨拙的人工用户界面。

有趣的是,好像没有人关心这类问题。它不是 NCGIA 现在的研究项目,也不是欧