

地理信息学的形成及带来的机遇和挑战

Geomatics: Formation, Chance and Challenge

李德仁

(武汉测绘科技大学, 中国科学院、中国工程院院士 武汉 430070)

一、地理信息学的形成

经过几年来有关国家高校中测绘专业改名为 Geoinformatics (荷兰, ITC, 香港理工学院)、Geomatics (加拿大拉瓦尔大学, 卡尔加里大学) 和 Geomatic Engineering (澳大利亚新南威尔士大学) 后, 加拿大矿产资源能源部 (EMR) 下的测绘局 (Sector of Surveying and Mapping) 又于 1994 年 6 月 4 日正式改为加拿大地理信息署 (Geomatics Canada)。这些标志着地理信息学 (Geomatics) 作为一门科学、技术和产业已经形成。

地理信息学 (或地球信息学) 是一个现代的科学术语, 代表了用各种现代化方法来采集、量测、分析、存贮、管理、显示、传播和应用与地理和空间分布有关的数据的一门综合和集成的信息科学、技术和产业实体, 是测绘学、摄影测量与遥感、地图学、地理信息系统、计算机图像图形学、卫星定位技术、专家系统技术与现代通讯技术等有机结合。

地理信息来自多种数据源, 如地球轨道资源卫星、空间定位卫星、机载和舰载传感器以及地面测量和调查结果。

地理信息系统 (GIS) 是以上多学科集成的基础平台, 用作搜集、存贮、管理和分析空间信息与数据。卫星定位、摄影测量与遥感是快速获取和更新地理信息的主要技术手段, 目前正走向全数字化道路。地图学与图像图形学既用作地理信息的分析和处理, 也用于地理信息成果的显示与表达。专家系统的引入将力求使数据采集、更新、分析和应用更加自动化和智能化。现代通讯技术, 尤其是正在兴建的信息高速公路 (Information Superhighway) 将为地理信息在各部门的传播和应用提供保证。因此, 地理信息学的形成和发展是整个信息科学和技术发展的一个重要组成部分, 将会给相关学科的发展带来机遇和挑战。

二、计算机科学与地理信息学

长期以来, 地图被用作对空间和地理分布信息的描述。电子计算机的问世, 使我们能够将各种图形与图象数据连同对它们的描述, 一起存放到电子计算机中去, 这才有了地理信息学。计算机技术的不断进步正在给地理信息学带来各种机遇与挑战。

目前, 计算机硬件发展十分迅速。计算机处理器速度和内外存贮空间每年翻一番, 其体积不断缩小; 但成本却不增加。各种型号工作站和超级微机已成为数字摄影测量、遥感和 GIS 的标准硬件。计算机工作站与局部地区网络或全球计算机网络相连接可以实现地理信息和数据的共享和交换。

到本世纪末, 供个人用的计算机工作站可以达到以下性能: 500~1000 兆条指令/秒速度的中央处理器 (CPU); 500 MB 内存; 5 吉字节硬盘和 50 吉字节以上的光盘; 2000×2000 像素的图形显示屏幕; 每秒 100 兆比特的传输速率; 与目前高档 PC 机相当的价格。

但是与之相反的是, 供地理信息学用的计算机软件的发展却十分费时费钱而又缓慢。软件 and 硬件的发展产生的鸿沟形成了所谓的“软件危机”。造成这种现象的重要原因是:

1. 编程语言变化太快给软件研制和用户带来许多困难

从机器码向高级语言的过渡无疑是一个进步, 但计算机语言一直在变化, 早期的 ALGOL 算法语言已不再使用, 用了 35 年的 COBOL 和 FORTRAN, 以及 20 年来作为新语言出现的 Pascal 和 C 也正在逐步被取代, 全新的 C++ 和 Object C 这一类面向对象的语言正为地理信息学所引用。熟悉、掌握和运用新语言需要花大量时间和精力。

2. 计算机操作系统的变化也带来软件研制的困难

今日通用的 VMS、MS-DOS 和 UNIX 操作系统

是在 10 年到 20 年之前研制成的,而今后的潮流向何方仍然令人难以捉摸。是采用 UNIX 或是采用 WINDOWS NT, 这个问题几乎难以得到一致的回答,而地理信息系统的软件却必须建立在它们的基础上。选择的错误,可能导致大量的损失。

3. 适用于地理信息系统的数据库管理系统尚未问世

目前的数据库管理系统如 ORACLE 等是服务于以属性数据为主的系统数据库。对于一个图形、影像和属性高度集成的一体化数据库,用什么样的数据库管理系统呢? 目前人们的期望是放在面向对象的方法上。但是它们能否有效处理各种复杂类型的数据与关系,管理海量的地理信息,支持带智能的空间分布与决策,尚需拭目以待。

4. 现代社会的持续发展,要求对地理信息进行自动、实时和智能的处理,这与全自动化软件研制的进度形成矛盾

在社会持续发展的状况下,全球变化研究和地理信息参与日常国民经济营运,对系统的自动化和实时化提出了极高的要求;而从计算机视觉和数字摄影测量发展水平看,要实现全自动的语义和非语义信息的提取,尚需 30~50 年的努力。地理信息的应用十分广泛,几乎无所不能,各个专业各种级别的用户希望地理信息系统能提供有效的空间分析和决策支持,然而软件工程师们要做到这一点,却是十分困难的。

计算机硬件的迅速进步和计算机软件研制的落后给我们带来了机遇和挑战的并存。我们应当充分利用这个机遇,狠抓地理信息系统基础和应用软件的研制。地理信息系统软件科学是计算机科学与地理信息学相结合的产物,目前在发达国家,如美、英、德、加拿大、瑞典等国,都有自己的基础 GIS 软件,用于国土基础信息和国家地理信息数据库的存贮、管理和分析。这样的软件必须自立更生,以保证本国地理信息的独立自主性。它们可以与国际上流行的商用软件相连接和相互交换,但不应当把一个国家的空间信息和数据库建立在某一个外国的商业软件上。否则的话,一旦出现紧急情况(如战争或两国关系破裂),本国所有的地理信息数据将可能由于没有与新计算机硬件相配套的软件支撑而成为无法利用的垃圾。因此,建立我国的地理信息系统软件研究和产业队伍是极为重要的。

目前全世界范围内,GIS 软件正面临着更新换代,在这个时刻,如果我们抓住机遇,完全有可能在较短的时间内,赶上国际先进水平。中国应当有志气做 GIS 软件大国,而不应当成为外国商人们倾销 GIS 软件的市场。

三、遥感技术与地理信息学

随着计算机技术和空间技术的发展,卫星遥感

和卫星定位技术经历了 30 年的发展和进步,目前正在进入一个能快速、及时提供多种对地观测海量数据的新阶段。

遥感图像的空间分辨率、光谱分辨率和时间分辨率都有了极大的提高。利用 CCD 阵列传感器,可望达到 1 米分辨率(Eyeglass),军用甚至达到 10 厘米。带侧向倾斜的一行 CCD 影像只能提供由两个轨道上获取的立体像对;利用二行或三行 CCD 阵列可由同一轨道上获取几乎无时差的立体像对;可任意方向旋转 45° 的一行 CCD,则可提供同轨或异轨立体像对。成像光谱仪可以达到 5~10 纳米的分辨率。EOS 计划中装有 0.4~1.04 微米的 64 波段中分辨率和 0.4~2.5 微米的 192 波段高分辨率成像光谱仪,从而获得图像立方体的丰富图谱数据。微波遥感,尤其是合成孔径雷达,可以包括 L 波段(24 厘米)、C 波段(5.7 厘米)和 X 波段(3.1 厘米)及四种不同极化方式,以解决阴天、云雾、雨天下的遥感信息获取。各种不同空间分辨率传感器具有不同的时间分辨率,如 METEOSAT 每 30 分钟即可获得同一地区图像,NOAA 气象卫星每天收到两次图像,EOS 重复周期为 1~3 天,ERS-1 为 3 天,陆地卫星为 16 天,MOS-1 为 17 天,SPOT 为 26 天,印度的 IRS-1 为 22 天,日本 JERS-1 为 44 天。

未来的卫星遥感计划将尽可能地集多种传感器、多级分辨率、多谱段和多时相为一体,并与 GPS、INS 激光测高及激光断面扫描技术相集成,形成智能传感器。

面对如此大量的信息量和地理信息系统实时和动态分析的需要,当前的瓶颈问题仍然是遥感数据自动处理系统软件问题。目前的商用遥感图像处理系统,多采用低水平的基于数据的方法,需要发展高水平的基于知识的方法来提高它的自动化和智能化水平,而且需要将针对不同传感器影像的处理方法集成在一起,才能给地理信息系统的多时相数据获取和数据更新,以及变化监测提供必需的几何和属性数据。

我国遥感应用在过去 15 年中取得了辉煌的成绩,如气象遥感用于气象预报、航空遥感实时监测系统用于重大洪水灾害等。但比较多的遥感应用仍然是示范性的、一次性的而没有构成实时运行系统。地理信息产业的形成,必将给遥感应用运行系统的建立带来机遇和挑战,并使我国的遥感应用上一个新台阶。

四、发展我国地理信息产业的道路

未来的社会是一个信息社会。地理信息,由于它具有区域性、多维性和时序性,是连接各种信息,形成一个在空间和时间上连续分布的综合信息的

基础,故在信息社会中是极为重要的基础信息。地理信息主要是一种公益性产品,但又具有市场价值。因此大力发展我国地理信息产业是一项十分重要和紧迫的战略任务。为此必须抓好以下几件大事:

1. 建立一支以现代高新技术武装的地理信息产业队伍

我国现有 30 万人从事测绘工作,加上遥感应用队伍,大约有 50 万人可以作为我国地理信息产业的基本队伍。但是,这个队伍需要从常规的模拟方法、目视解译和手工作业方法向数字化方向过渡,使他们能适应在计算机网络环境中,及时采集、更新、分析、传输和应用地理信息。为此,国家应适时地投入足够的资金以实现行业向数字化系统的转换。

2. 制定我国地理信息产业发展的战略和政策

我国地大人多,在经济飞速增长和社会持续发展过程中,既十分需要地理信息又不可能对地理信息产业有足够的投入。因此,仍然要坚持抓住一头、放开一片的方针。既要大力支持和保证国土基础地理信息产业队伍的建设和发展,又要放开一大片,让有可能创造市场价值的地理信息队伍,从直接的市场服务中发展自己。两支队伍分工合作,避免重复,互为补充。

地理信息数据库及其各种数字或图解产品,具有精确性、可靠性、时效性和法律效力,必须建立统一的数据格式、标准、规范、质量控制和成果验收规程。不加控制的粗制滥造将会导致地理信息数据不可信,成为信息高速公路上的垃圾,并可能由这些数据导致错误的决策和行动。

地理信息要发挥其公益性,必须有相应的数据政策,凡国家投入得到的地理信息数据应当在政府部门、高等学校和科研机关内按需要实现共享,凡作为商品而建立的地理信息数据库应承认其应有的价值,允许其在市场上流通和销售。

3. 建立一支支撑我国地理信息产业的高新技术研究和开发队伍

地理信息系统的建立和地理信息的采集、更新、分析和应用需要涉及到许多高技术领域,如计算机科学、空间科学、遥感技术、卫星定位技术、人工智能与专家系统及数字图像处理与计算机视觉技术等,这是一个多学科边缘上的高新技术。我们不可能等待和依赖西方的技术和产品的进口,而应当充分利用我国十几年来已逐步形成的中青年科研和开发队伍。除适当引进国外典型的、有代表性的系统和软件外,应立足于国内。要吸取我国遥感发展中曾大量(带一定盲目性)引进外国设备的教训,特别是由于系统硬件 3~5 年必定要更新一次,软件 5~10 年也要更新一次,如不发展我国的地理

信息高技术队伍(这是一个人才密集的无污染的产业),将会导致对外国的依赖性和我国高技术人才外流。为此应在“九五”期间大力加强对此的投入,将它列入“九五”国家重点发展和“八六三”计划。

4. 分阶段分步骤推动地理信息系统在各行各业中的应用

地理信息的数据库建设,工程量大,耗费大,根据国外经验,建立一个实用的地理信息系统需要长期投资,而且在前七年之内,投入大于产出,七年之后产出才会超出投入,且有飞快上升的效益。根据我国目前国力,不宜一哄而上。“过热”的后果,将反而会阻碍地理信息系统的正常发展,这是其一。其二是地理信息系统对用户有一定要求。如果系统建起来而不会使用或道路不通畅(这主要指信息共享、信息交换和信息传输等环节),也不可能发挥它的强大效能。

因此,我们应当根据财力人力和用户使用环境分阶段、分步骤地推动地理信息系统在各行各业中的应用。在“九五”期间,建议抓好一批国家级的地理信息系统(1:25 万比例尺以下),如 9202 二期工程、全国资源环境(动态)信息系统、亚太地区全球变化研究信息系统、全国自然灾害监测和防治信息系统等。同时抓好一批地区性或省级地理信息系统(1:1 万至 1:5 万),并支持小型多样的地理信息系统通过市场经济方式投入运行,逐步获得经验。

5. 抓好多层次地理信息人才的教育和培训工作

康尼斯内曾形象地比喻地理信息系统是行驶在高速公路上的汽车,计算机软硬件相当于汽车本身,数据相当于汽油,GIS 用户就是汽车驾驶员,数据通讯、交换与共享就是高速公路,缺一不可。显然,GIS 各级水平的用户,包括系统设计人员、系统管理人员、系统操作人员,及末级各行各业用户在内,是一个需要进行长期教育和培训的庞大群体。

国际上许多知名的大地理信息系统工程,总投资的 30% 以上用于人员培训,而在我国情况完全相反。因此,应引起各级领导的重视。美国为了加强此方面人才培养和科学研究,于 1988 年建立了包括加州大学(Santa Barbara)、纽约州立大学(布法罗分校)和缅因州大学在内的,由美国国家科学基金会资助的国家地理信息和分析中心(NCGIA)。

我国目前有两个国家级开放实验室以地理信息为其研究主题,高校中也有几个以地理信息为主方向的专业,但要对现有的几十万测绘遥感人员进行地理信息培训和知识更新,无疑是一项十分艰巨的工作,建议政府主管部门给予必要的支持和投入。我国的地理信息学终将随着信息高速公路的建设成为信息科学和技术的一个重要组成部分。

(责任编辑 王宏章)