

72-74
地理信息系统与其相关科学和技术

李志伟

(空军第一航空学院 信阳市)

王峰 陈火旺

(国防科技大学 长沙市)

摘要 This paper provides a general overview of the development of computer-based Geographic Information Systems, and make an approach to some relations with their development and related frontier, as well as the effect to present sciences.

关键词 Geographic Information Systems, GIS, Spatial data.

一、地理信息系统——GIS

长期以来,人们一直在特定的空间-时间范围内对事物进行分析和处理。对于这些基于坐标信息的存储和显示所用的最一般媒介,一直是传统的模拟地图文献,即最常见的纸质地图,对空间数据的处理也毫不例外。这种纸质地图(包括各种地形图和专题图)可看作是地形数据库,各种描述地理信息的文献著作可看作是属性数据库,而这两种数据库的结合,则可看作是一种模拟的地理信息系统。

但是,这种模拟的、基于地图的空间信息系统用起来既不方便又很复杂。首先,要经过专门的学习和培训才能看懂和用好地图,地图的阅读和使用主要依赖于用户的水平;其次,模拟形式的、表示在图面上的空间数据不便于作多层叠置分析,不便于作精确和快速的量算,也不便于经常和及时地更新。此外,图形数据和属性数据不便于相互作用和相关分析。因此,末级用户,包括非地理和测绘专业的各级领导和管理人员以及广大百姓是不可能用好这种模拟形式的地理信息系统的。

五十年代,由于计算机科学的兴起和它在航空摄影测量和地图制图学中的应用,使人们有可能用计算机来收集、存储和处理各种与空间和地理分布有关的图形和属性数据,并希望通过用计算机对数据的分析来直接为管理和决策服务,这样就导致了地理信息系统的问世。

1963年,加拿大测绘学家 R. T. Tomlinson 博士首先提出了地理信息系统这一术语,并且建立了世界上第一个 GIS——加拿大地理信息系统(CGIS),用于自然资源的管理和规划,这标志着地理信息系统的诞生。

地理信息系统(Geographic Information Systems, GIS)是以采集、存储、管理、分析和描述整个或部分地球表面(包括大气层在内)与空间和地理分布有关的数据的空间信息系统。由于地球是人类赖以生存的基础,所以 GIS 是与人类的生存、发展、进步

密切相关的一门信息科学与技术,越来越受到人们的重视。

二、GIS 的研究领域和应用范围

从世界上第一个 GIS 系统问世到现在, GIS 已经走过了三十年的发展历程,并已成为一门集计算机科学、地理学、测绘遥感学、环境科学、城市科学、空间科学、信息科学和管理科学为一体的新兴边缘学科。从宏观上看,它包括硬件、软件、人才、数据、方法五大要素,从微观上看,它是一个可以输入、存储、查询、操作、分析、输出包括空间信息在内的所有信息的计算机信息系统。从应用目的上看,它是一个支持空间规划、管理和决策的系统。

GIS 的应用范围极广。大到全球变化与监测的研究。例如,美国地质测量局(USGS)的地球资源观测卫星数据中心(EROS Data Center)和加拿大遥感中心(CCRS)合作,将连续十天的 NOAA ANHRR 数据融合在一起,形成北美植被指数图,将它与 GIS 中各种数据结合,从而建立起北美土地覆盖数据库,供全球变化研究之用。又如联合国粮农组织(FAO)在意大利建立的遥感与 GIS 中心,负责对欧洲和非洲农作物生产的病虫害防治提供实时的监测技术服务。

在一个国家范围内, GIS 可用来进行全国范围的自然资源调查、环境研究、土地利用状况、森林管理、农作物生产、各种灾害预报与防治、国民经济调查和宏观决策分析等。

在一个城市范围内, GIS 可用作土地管理、房地产经营、污染治理、环境保护、交通规划、地面地下管线管理、市政工程服务和城市规划等。

在一个企业范围内, GIS 可用作生产和经营管理。例如德国的露天煤矿,利用航测方法建立和更新矿区 GIS(包括 DEM),在此基础上设计开采面作业计划,矿石运输路线、废矿石堆放位置,从而使生产达到最佳化作业。

GIS 与 GPS(全球定位系统)结合,利用 GPS 接收机,可以直接测定地面任一点的三维坐标,实现电

子导航,用于交通管理、公安侦破、自动导航等,也可用于GIS实时更新。如果再加上CCD摄像机进行实时摄像,并配以自动影像处理,则可以形成实时GIS运行系统,用于公路、铁路线路状况的自动监测和管理,以及作战时的自动指挥系统等。例如在海湾战争中美国国防部制图局(DMA)的战场GIS实时服务。该局为战争需要,在工作站上建立了GIS与遥感的集成系统,它能用自动影像匹配和自动目标识别技术,处理卫星和高低空侦察机实时获得的战场数字影像,及时地(不超过四个小时)将反映战场现状的正射影像图叠加到数字地图上,数据直接传送到海湾前线指挥部和五角大楼,为军事决策提供二十四小时的实时服务。

GIS一改人们的传统商业战线中制图用图的模式,用现代计算机技术来管理和分析空间数据,并将结果可视化,成为现代企业和各级政府管理部门制定科学经营和管理决策的重要手段,给人以耳目一新的感觉。GIS作为商业产品,属于高技术的范畴,它提高了企业对错综复杂的外界和市场经济的认知能力和信息处理能力,从而创造了企业在空间上的竞争优势。一个典型的例子是我国南方沿海开放地区和有关省份,为了有偿使用和转让土地使用权、引进外资和企业、开发新的产业,自下而上、主动地投资建立GIS和LIS(土地信息系统),充分显示了GIS的商业价值。

三、GIS的发展与其它技术的关系

基于计算机技术的GIS的发展已经影响到了其它许多相关的技术领域,并且这些技术领域的发展又对GIS的发展起到了推动的作用。可以想象,如果没有这些学科之间的相互交流,将不可能有GIS的今天。

1. 计算机图形/图象处理

地理信息系统的输出、显示等在很大程度上依赖于快速、高分辨率图形显示技术和显示设备的可用性,但令人幸运的是这些已经在其它很多领域进入了实用,这种高标准的需求已经引起了低成本、复杂的计算机图形系统的飞速发展,这种图形系统现在能够显示所需的任意空间数据。的确,这项技术(尤其在彩色表演和动态显示方面)现在已经远远超过了我们的实际应用能力。

计算机图形学,尤其是图象处理,大大推动了复杂的硬件的发展。事实证明,在空间数据处理中,将很多算法用于计算机图形学,并将数据结构用于图象处理是非常有用的,相反,对空间数据的处理计算机图形学的发展又与很多算法和数据结构有着密切的关系。

2. 计算几何学

这是一个专门的、相当小的计算机科学领域。它与处理几何实体的算法分析有关,其研究成果已经引起了地理信息系统的重大进展(如由ESRI研制

的ARC/INFO系统),并且对用于空间数据处理系统的高效显式算法分析逐渐产生了兴趣。

尽管从事这个计算机科学领域的人数很少,但他们的工作都对GIS的发展产生了不同程度的影响。

3. 数据库管理系统

与计算几何学不大相同,有很多学术界和商业界的研究人员为管理大量的数据系统从事计算机科学方面的理论和实践工作,尽管有很多系统已经用到了空间数据的简单形式(例如点数据),但其重点是对一维数据的研究,这就限制了对一般空间数据的处理。对空间数据的存储、恢复和操作,当前主要探讨利用一般的数据库管理系统(DBMS)来处理空间属性信息和专业性软件,ARC/INFO是一个很好的事例,因为它由INFO(一个商用的,半关系DBMS)和ARC(一个专业的空间数据处理系统)组成。

现有的DBMS无法高效地处理大量的空间数据,并在开发全球数据库中表现出了真正的弊端。DBMS对图象处理领域也有类似的影响,并与图象的数据管理有重要的关系。

4. 软件工程

最近十几年来,对于如何有效地设计大型软件系统越来越引起计算机界的关注,这就是著名的软件工程。通过系统生存周期的概念,已经引起了实际系统设计概念模型和工具的发展,这是一项急需要做的工作,因为在六十年代末和七十年代,曾经遇到过大量的系统灾难。当时的很多系统都失败了,而失败的原因大多是由于系统低劣的设计引起的:超预算,超计划,并对所要求的工作失效。

当然,这些问题也同样使地理信息系统感到苦恼。早期的很多系统大都由于性能不良而失败,在一些情况下,这些低劣的系统也被淘汰掉了,而另外一些系统,则由于好的机遇和一些好的设计而设法生存了下来。当初,对系统设计和选择问题曾引起了GIS领域的极大关注,并对这些早期的设计模型很感兴趣,当时的很多概念已经在现代软件工程实践中得到了应用(例如,结构化功能需求分析)。

在空间数据处理方面,结构化设计方法变得越来越普遍,其最初意图是用于构造工程开闭评估函数的类型,现在用于减少专业化的大型软件系统开支。在GIS操作的个别的部分,软件工程也被用到更有效的结构开发上(例如,手工数字化)。

5. 遥感和摄影测量学

在某种意义上,包含在数字空间数据库中的绝大多数数据都来自遥感,误差是间接的,因为大部分数据是由地图文献经过数字化(人工的或自动的)后获得的,而这些地图文献又常常是由航空拍摄,并经摄影测量处理而得到。然而,目前只有在个别情况下才能直接使用遥感输入(尤其是那些基于轨道之上的传感器),这种方法主要有两误差来源——遥感

器和GIS管理员。GIS管理员过去常常处理这样一些地图数据——它们不附带单个元素的精确信息(并因此被解释为高度精确!),将遥感数据看作是相对不精确的,因而其用途受到了很大限制。

令人遗憾的是,在GIS和遥感系统之间缺乏相互交流,因为通过加强交流,将会有效地改进GIS,同时,通过利用现有地理信息系统空间数据库中包含的附属数据,也将改进遥感数据的质量。

四、GIS的发展对现有相关学科的挑战

由上所述,GIS是从地理学、测量学、制图学、遥感学、图象处理学、计算机科学等诸多学科的边缘处形成的,一方面它要吸取诸相关学科的精华,另一方面,随着它的发展将会跳出这些学科的种种束缚,并对这些学科提出严峻的挑战。

1. GIS对制图学的挑战

由于GIS最初是从机助制图起步的,是从地图如何在计算机中表示开始的,因此早期的GIS往往不自觉地受到地图在内容表达、处理和应用等方面习惯的影响。由于地图是客观世界地球表面自然和人文景观在纸平面上的表示,为了把地球表面上的各种地理信息压缩到平面上去本身就有很多问题,而建立在计算机中的GIS数据库并不受纸平面的限制,所以GIS绝不仅是存取地图的工具,而应当是存取地图所表示的现实世界的有效手段,这就要求人们去开拓思路。

用地图作为载体表示的地理信息都有相应的比例尺,而一旦用计算机的磁介质作为地理信息的载体,是否还需要在数据库中逐级地存储不同比例尺的地图呢?最近有些专家提出了无比例尺(Scale Independent)数据库或多比例尺(Multi-Scaling)GIS的概念,即存储一种比例尺数据库,可供多种比例尺GIS分析和输出用。但由于各种比例尺的地图所反映出的地理、地貌特征不同,所以在地图的变换、综合过程中将会带来一系列需要解决的问题。

长期以来,人们直接在地图上以肉眼精度来进行量算,在GIS时代,人们若要精确量算,可以通过键盘或菜单输入方式直接精确而快速地进行。在这种情况下,地图是一个可视产品还是可量产品呢?如果制作可视化用,则数控绘图机是否还要要求那样高的精度和为此而付出昂贵的价格呢?

现在和未来,GIS将向制图学提出一系列的挑战。

2. GIS对测绘与遥感的挑战

前面已经提到,测绘与遥感为GIS的数据采集和更新提供了丰富的数据源,但是常规的模拟方法

是将测绘与遥感的结果表示在地图上,这样就需要对地图进行数字化。GIS的发展将要求测绘与遥感能及时、快速地直接提供数字形式的产品。这种要求导致了数字化测绘生产体系的建立,并推动了GPS、全站式电子速测仪、数字摄影测量、机助测图和数字遥感图象处理等技术的发展。

3. GIS对地理学的挑战

地理科学是一门综合性的科学,研究的对象就是地球表层。地球表层是一个非常复杂的系统,不是封闭的,是与环境有交换的。地球表层学是地理的基本理论,数学地理学是地理的应用理论,直接用于改造客观世界的应用技术则是地理科学的第三个层。

由于地理信息系统是获取关于现实世界更深层知识的一种手段,是综合定量和定性分析各种地理信息来为改造世界服务的系统工程和信息科学,因此,GIS的发展将推动地理学向系统工程和信息科学方向的发展,并由此而带来一系列新的挑战 and 机遇。

五、结束语

综上所述,我们可以看到,地理信息系统是对地理信息数据(包括图形和非图形数据,几何与属性数据)进行采集、存储、加工和再现,并能回答用户一系列问题的计算机系统,是一门以技术为导向的多学科、多技术交叉的空间信息科学。它的形成和发展与这些学科和相应技术领域的发展密切相关,而且已经并将继续推进这些相关领域的发展。同时,GIS的发展也将不断吸取新的科学和技术,如多媒体技术、CCD技术、面向对象技术等,为GIS的发展注入新的活力,使GIS更加实用化和智能化。

同时,GIS又是一门以应用为目的的信息产业,除了具有基础性和公益性特点,服务于科学研究和造福人类外,它还具有实际应用并创造价值的广阔市场。随着我国四化建设和改革开放的不断深入,地理信息系统已经进入了新的发展时期,形成了一种包括硬件生产、软件研制、数据采集、空间分析及咨询服务的新兴信息产业,并开始为政府的职能转变提供宏观调控的现代化工具,并显示出了巨大的市场潜力。

参考文献

- [1]李德仁,论地理信息系统(GIS)的发展现状及趋势,西南交通大学演讲稿,1993.9.15
- [2]Duan F. Marble, Geographic information systems: an overview, Introductory readings in Geographic Information Systems, Taylor & Francis Ltd 1990