

地理信息系统的目前发展状况及将来趋势

G. G. Wilkinson P. F. Fisher

绪论 由于空间或地理坐标参考系数据的经济价值增长和它们被应用时的易变性,使地图学及有关学科经历了一场根本性的变化。现在的环境信息用户经常要求快速获取非常特殊组合的环境信息,传统的地图或测量信息对这种要求已无能为力,只有把这些信息与其它形式的空间数据如航空像片、卫星影像和数字地面模型结合起来才行。因此非常需要一种高级地理信息系统,为未来地理信息用户快速提供设计精美的多种类型数据组合结果的空间显示。

虽然地理信息系统已经问世多年了,但它的能力还总受到限制。传统的地理信息系统用矢量编码空间数据(如从地图数字化得到的数据),也发展了一些以栅格为基础的信息系统,用来处理遥感卫星的栅格编码数据,但是还没有系统做到把这两种数据结合起来。目前的地理信息系统也缺乏成熟的用户接口,使非专家的终端用户很容易理解。然而目前先进信息技术的发展将会使这状况改观。

例如英国Alvey先进信息技术研究和发展规划中强调了人工智能在未来地理信息系统特别是在智能用户接口和数据库咨询中的重要性。目前在数据传输、计算机网络和开放系统标准化领域也有很多进展,例如Alvey规划向顾客演示的关键项目之一,汽车信息系统,为司机提供路线指南和最新交通事故信息等,显然该系统调用了大量相关地理信息。

下面详细讨论GIS内多种数据集统一和显示的若干发展和问题。

矢量地理信息系统 环境科学家使用的传统地理信息系统,只对在半可运行或可运行服务状态下的多种空间数据集起作用,可以快速产生地图或航空像片的重叠结果。这种数据集的混合能力,引起了很大的注意。

过去建立的许多地理信息系统只适用于矢量编码空间数据的输入、处理和显示。矢量数据是由地理坐标定义的点组成的,而点的不同方式组合又定义线、多边形。因此点、线、多边形是矢量编码空间数据库的最基本项。但这些空间项必须用相关的特征属性加以定义才有意义。如电线塔或教堂(点数据),铁路线或河流(线数据),土壤或土地利用类型(多边形数据)等都是特征属性。矢量地理信息系统一般可以重叠或组合数据集,也允许对空间数据进行各种查询和处理,如
问题或政府变更之际。

至于Thompson的第二观点,虽然基础设施投资很大,不能放弃,实际上也不可能完全放弃,只不过是这些城市的人口会减少。由于多数基础设施太陈旧,或过于拥挤,要更新改造,有人反驳说,人口减少不一定不经济,因为这样一来,那些设施就不需要更新,也不要新的投资。如果大城市人口不减少,就要有一笔更新改造现有设施的投资,而缓慢的衰退则表明,这笔钱可以省下来,用于人口迁入区的建设。

Thompson还提出过两点,来支持他关于大城市不易衰退的观点。第一,“一个大的地方经济,由于产品市场广阔,所以几乎是可以自我调节的。由于存在地方市场,新工业可以建立分厂,从而支持了地方经济增长”(Thompson, 1965,)或者至少是减缓了衰退的速度。第二,在生命周期中,和小城市地区相比,大城市地区更易在临界条件下诞生新工业。这一点,也许是从大量法律条文来推断的。

帅江平节译自Alan W. Evans,《Urban Economics, An Introduction》第86-94页, Basil Blackwell

查询多边形里的点、线，多边形集合体和组分分析等。地图数据输入一般是通过人工或自动数字化进行的，输出既可用阴极射线管以软件拷贝形式，也可以用打印机、绘图机以硬件形式来完成。矢量地理信息系统应用很广，从道路建设、规划、矿产开采到森林管理等都可使用。目前可论证的最大地理信息系统是加拿大本世纪六十年代建立的国家地理信息系统，该系统具有加拿大所有居住区的自然资源信息。

遥感的发展及产生的影响 本世纪70年代早期，美国发射了第一颗调查和监测地球表面的卫星。1972年发射的第一颗地球资源卫星(陆地卫星-1)，快速提供了具有巨大价值的全球影像。陆地卫星上的多波段扫描仪系统(MSS)收集的数字影像得到了广泛应用。但是由于空间分辨率的差异，MSS影像还不能与其它图形信息结合使用。然而许多事实已经表明这即将成为现实。在过去的5—10年里，轨道卫星传感器的性能已在逐渐提高。如陆地卫星1—3上的分辨力为80米的四通道多光谱可见/红外扫描仪已经被陆地卫星-4、5上的30米分辨力的七通道专题制图仪所代替。早期气象卫星上的低分辨力被动微波传感器已经被具有25米分辨力的主动雷达系统所代替，单通道红外传感器也已经被高级气体相关辐射仪代替。现在的地球观察卫星每天能产生大约 10^{13} 比特的环境数据，地面分辨力将会逐渐提高到15—20米。但是因为传感器的技术和遥感的政治问题，目前还没做到这一点，再经过五年或十年的努力将会达到目的的(见表1)。

如果卫星影像的分辨力不提高到6米或更高，制图界将不重视它。因为这是进行制图应具备的最根本的分辨力。但是在较大的地理信息系统中，把影像和数字地图的数据集结合起来，能提供非常有用的环境信息。在综合地理信息系统中已经很好地建立了混合不同类型空间数据(影像和地图)的功能。下面从回顾矢量GIS和栅格GIS开始，讨论用新兴信息技术发展综合地理信息系统。

栅格地理信息 无论航天卫星的传感器是被动的还是主动的，它的影像数据都是栅格编码形式。这种数据具有以下特征：①数据是数列②相邻数据项具有固定的空间关系。

与矢量编码空间数据比较，栅格数据主要优点是：不同专题之间的比较非常简单，因为它是一栅格单元记录属性的。地理面积的计算也比较简单，因为栅格数据根据数列的栅格单元大小确定面积，而矢量数据要通过多边形坐标的计算来获得。

主要缺点是空间精度比矢量数据低，因为无论栅格单元大小，点的位置只能被指定在某一栅格单元内。要提高精度，栅格数据量就会猛增。

加里福尼亚喷气推进实验室20世纪70年代中期建立的IBIS系统是最著名的栅格地理信息系统之一。输入该系统的地图数据首先矢量化。IBIS已经或能在许多不同领域得到应用。如水流监测等。继IBIS以后，建立了许多用于土地利用研究和农业监测的栅格GIS。这些大部分都使用了陆地卫星影像。

追溯过去，由制图体产生的系统通常是矢量的，而由遥感产生的系统则一般是栅格形式的。

表1. 已经或将发射的卫星传感器的地面分辨力

平台名	发射日期	传感器	地面分辨力(米)
LANDSAT 1	1972	MSS	80
LANDSAT 2	1975	MSS	80
LANDSAT 3	1878	MSS	80
LANDSAT 4	1982	TM	30
LANDSAT 5	1985	TM	30
LANDSAT 6	1988	MRS	15
7			
SHUTTLE	1983	MOMS	20
MOS-1	1986	MESSR	50
SPOT-1	1985	HRV	20
SEASAT-1	1978	SAR	25
SHUTTLE	1981	SIR-A	40
SHUTTLE	1984	SIR-B	40
ERS-1	1989	SAR	30
RADARSAT	1989	SAR	25

系统迫切要求以最灵活和最有效的计算方式综合利用这两种形式的数据。

综合地理信息系统 在地理信息系统中统一矢量和栅格数据也存在不少问题，把矢量数据转化成栅格数据比较容易，但却使制图精度降低而且数据量会增加到不能接受的地步。通过提取重要意义的点、线、面及它们的属性或类型，把栅格图象矢量化是较好的方法，但目前计算又有困难。重要点、线、面的提取实质上是图形分割问题。这包括a) 查明卫星影像的重要边缘线、界线或线状要素并建立它们的矢量描述。b) 在一图象中找出相同性质的区域并建立区域界线坐标及有关属性。虽然人眼能很容易在卫星影像中识别重要的线和面，但是要机器做到这一点就比较困难。因为人眼视觉系统具有丰富的背景知识来辅助完成图象解译。因此人工智能、知识库或专家系统已成为发展地理信息系统的—个关键领域。

值得一提的是自然环境研究局和Sussex大学的系统设计专家Ltd合作的 Alvey 项目，对遥感图象知识库进行了研究。在康斯顿工业大学，我们目前的工作是研究从英国的TM影像（分辨力为30米）上提取和识别线状要素。

栅格数据转化成矢量数据，首先要提取有重要意义的线段，如道路、海岸线、河流、森林边界等。但是不考虑经常变化的线状要素如海水反射系数的突变等。其次要划分全部线段的类型，采用适当的属性值标识它们，产生矢量描述。

边界线可以用以影像差别为基础的标准算法来确定。如不同方向的象元密度值突变，就可定量地说明线状要素或边界的存在（“边界”是图象密度明显不同的两个区域之间的交界线，“线状要素”是一狭长要素，它与两边区域明显不同）。可是边界检测阈值定的太高的话，可能检测出不需要的边界或把破碎线段检测成短的不连续边界。因此需要一种方法用来连接属于同一连续线状要素的线条或删除谬误的边界。这就需要—个启发式边界跟踪方法，用来跟踪给定线段终端以外相同方向的要素，并试把相距不远在一定角度以内的相似线段与给定线段相连。

线状要素的分类和标识还需进行大量地研究，除用到以上提到的图象数据以外，还需大量外部信息。人类知识辅助也有重要作用。如铁路不直角相交在铁路描述中很有意义。有关典型连线拓朴关系和线段弯曲的知识对线状要素的分类也很重要。相关影像纹理也有用，这些知识在栅格向矢量转化的系统中是必不可少的。这就是在综合GIS中发展知识库系统的重要原因。

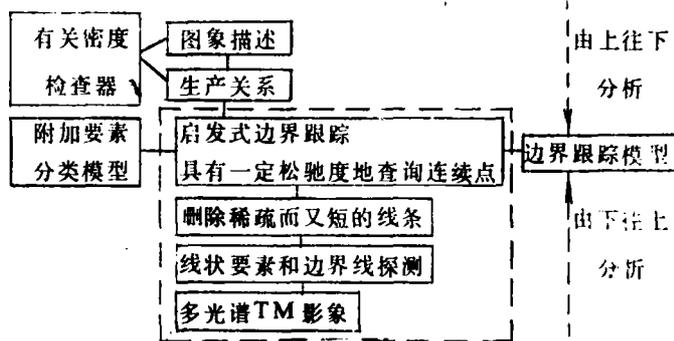


图1 综合地理信息系统提取和标识影像线状要素的知识库系统设计框图

图1是线状要素标识系统框图，它把高水平的生产规则知识库系统和低水平的边界探测算法结合起来，这系统将以大量的如下形式的逻辑关系（法则）为基础：如果……（前提），那么……（结果）。

知识库系统一般由状态模型、生产规则库和推理机组成。状态模型包含用户感兴趣问题的所有已知事实和中间推论或结论。生产规则库包括所有用来解决问题的逻辑规则。推理机是产生推

论的机械装置。在线段标识问题中，状态模型必须保留所有单独线段的一览表。生产规则则必须包括划分这些线段类型的所有直接和间接的知识。为了保证被标识的所有线段无误地连接起来，必须检查全部密度。绘制区域面类的原理也类似。虽然知识库系统仅是在GIS发展中开始有的，但是很显然它在数据统一方面会起很大作用。

综合地理信息系统的用户接口 GIS的另一主要方面是用户接口。它在近几年的主要发展是①人机对话的提高，使相应的非专家用户容易接收和处理空间数据②改善计算机的空间显示。知识库系统将给用户提供智能GIS前端处理机和智能设计图形和显示（后面这项任务，需要计算机模仿地图学家的经验）。

Alvey项目使英国在智能前端处理机的研究上做了一些工作，主要是研究知识库和人机接口。现已有几种不同适应性的终端接口与计算机环境相连（见表2）。好的智能前端处理机必须有本国语言解释，使用户以尽可能方便形式进行交流。

表2 GIS智能前端和终端的高级种类

智能前端处理机的种类

1. 统计系统——综合知识库系统（IKBS）仅对用户要求起作用，并提供解释。
2. 动态系统——IKBS根据存储的用户档案主动提示用户，并与用户对话。
3. 自组织系统——IKBS能理解和适应用户行为。

终端高级种类：

1. 闭合系统——如数据库和显示在同一计算机上。
2. 开放系统——独立的局部区域网络系统。
3. 全球即时系统——如ARPANET，给许多不同种类机器和数据源系统提供许多接口。

用户接口引人注意的第二方面课题是对多种空间数据集组合结果显示的研究。计算机显示面和观察者之间的接口方面几乎被忽视了。很显然将来综合地理信息系统的可接受程度取决于视觉产品的质量 and 数据处理的能力。空间显示是GIS的最终产品，必须以最高制图水平设计它们，使之达到最佳视觉传输。但是这工作需要使用专门的制图设计知识，因此GIS里必须有这方面的知识库软件。在康斯顿工业大学研究出了MAD—AID自动地图设计知识库系统。

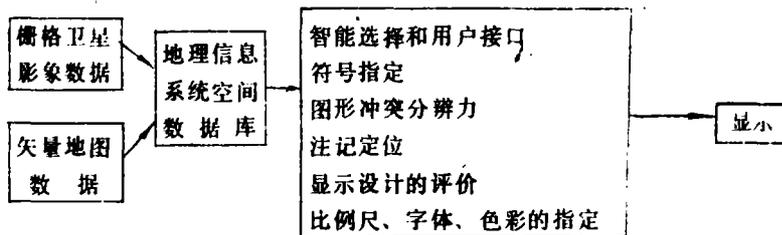


图2 用于显示具有最大量视觉信息内容的知识库系统设计框图

该系统的概括设计如图2所示。地图设计系统基本上包括下列规则：如空间要素的符号指定，比例尺及字体、色彩的配置，注记的定位，待显示数据集的智能选择等规则。显然MAD—AID系统必须能产生显示图象和评价它们的视觉变量和清晰度，并修改不理想的设计。因此有关地图设计的知识体是巨大的。

发展地图自动设计系统的主要困难在于：地理信息系统的最终视觉显示是与数据和图显示密切相关的，同时也要根据用户的不同类型改变图形设计的复杂程度。所有以上提到的地理信息系统，真正价值在于能快速处理和显示各种各样的数据集。自动设计输出地理信息系统产品是目前要解决的主要问题，而且需要大量制图学家参当这项工作。地理信息系统不能象地图专家那样高

一个新兴工业化国家的工业系统的 区域变化——南朝鲜的实例研究

朴杉沃

本研究中的主要课题是：(1) 一个NIC中的大型企业单位是如何影响制造业的区位变化的；(2) 大型国家对南朝鲜的区域经济和地方经济是否有贡献；(3) 在形成劳动地域分工方面这些公司的角色如何；(4) 大型企业单位内部的营业单位之间如何相互作用、营业单位的区位变化的主要过程如何。本研究的大多数资料来自1979、1982、1983年的《南朝鲜商业指南》和1984年进行的一次问卷调查。一个工业系统的营业单位可以进行如下分类：(1) 生产单位；(2) 联合单位，如办公室、图书馆以及研究与开发设施等；(3) 工业联系单位，如那些销售制成品、提供销售售后服务的单位。在本研究中，制造业的工厂与其总部被分别看作(1)、(2)类单位，在彼此分离的区位上进行销售产品和销售售后服务的是第三种类型。为弄清工业群在近期的南朝鲜工商业衰落和政治动荡中的状况，我们查阅了有关营业单位空间及时间变化方面的主要信息，以往的研究成果表明，较大的跨区公司一般来说是决定区位动态发展过程的主导公司，而分支工厂则是区位动态过程的主要体现者。假定南朝鲜国家公司的大多数产品是高度标准化的，则本研究认为工业群促成了劳动地域分工的形成以及南朝鲜城市系统的最终渗透过程。为考察营业单位的空间动态过

质量地完成地图设计，但是视觉质量是以降低生产速度为代价换来的。

空间数据库的发展 空间数据库的发展主要是指空间数据输入的改善和不同类型数据的统一。数据库输入和检索的改善，需要在数据库接口方面做一些基础工作，使用户在使用时不需知道物理数据结构。同样也需要一个与智能咨询语言结合的知识库管理系统，用以帮助用户快速检索需要的数据项。

为了提高各种类型数据的统一和产生一定的数据压缩，在分级数据结构方面做了大量工作，现在最好的方式是使用四叉树形(quad trees)共享地址的田形法(tesseral addressing)和算术法也被用来快速输入和处理以四叉树形存储的数据

影响GIS的另一重要技术趋势是全球范围的数据传输。如果一个用户能接受并组合分散存储在各个地点的数据库，那么GIS就达到完美的境界。要做到这一点不仅要建立适用的网络，而且要把数据形式和结构标准化。这样至少也要经过10年时间才能如愿以偿。

GIS的用户市场趋势 目前GIS的用户还相当少，而且对综合信息系统不感兴趣。但是我们相信，再经过5—10年将会改变这种状况。首先由于传感器分辨力的提高，遥感数据的价值将得到更广泛的承认。其次象上面提到的用户接口等的发展，使地理信息系统更容易被接受，对许多用户都有实用价值。

结论 在本文中，指出了必须从根本上改善地理信息系统的设备和使用，发展知识库系统。正如我们已经叙述的，除用户接口以外在数据管理，统一和显示等方面都起作用。现在已经进入高技术社会，即通过计算机很容易接受信息。空间信息是一个很有价值的信息源，我们希望地理信息系统的潜力将继续得到开发。这意味着地图学家将变成计算机图形设计专家和空间学科工程师。但是这观点很有争议，作者欢迎提出关于这观点的见解。

詹小龙、奚译译自《The Cartographic Journal》, Vol. 24, June 1987.