

地理学“空间分析导论”课程设置研究

赵 永 孔云峰

(河南大学环境与规划学院,河南 开封 475004)

摘要: 空间分析是地理学和其他相关学科的重要研究手段与方法,其重要性日益引起关注。结合1960年代以来空间分析的发展脉络及各时期的典型方法,在对国内外40多所高校、组织与机构的空间分析课程大纲对比研究和教学实践的基础上,提出了“空间分析导论”课程的教学大纲、具体内容和实习软件等问题,最后对空间分析课程设置提出几点建议:①拟定空间分析课程66学时左右,其中至少12学时左右的上机实习,实习软件可以针对不同的数据类型选用ArcGIS、GeoDa和R。②在地理学相关专业或其他学科领域的本科高年级开设入门级的空间分析导论课程,之后,根据具体情况在研究生阶段开设比如“地统计学”、“空间模型与建模”等专题课程。③为进一步完善国内空间分析课程教材,可考虑选择引进国外相关著作,并筛选、开发相关的教学案例,编写详细的上机实习操作指导。

关键词: 空间分析; 空间统计学; 课程设置; 地理信息系统

中图分类号: K901 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2011)09-1090-07

空间分析是地理学和地理信息科学领域的重要内容,在地理学及相关学科中日益受到重视,因此在地理学及相关专业中开设空间分析课程应给予更多关注。

空间分析可以追溯到20世纪60年代的地理与区域科学的计量革命,当时主要集中在对空间自相关的测度上。对空间自相关的认识,表明了地理分析中运用常规统计手段的严重局限性^[1]。代表性的分析,如Cliff和Ord^[2]文章——“空间自相关问题”,成为该时期的一个转折点^[3]。1970~1980年代是空间分析的重要组成部分——空间统计学,迅速发展的一个时期。如Ripley^[4]的K函数——一个对点模式进行描述和建模的有力工具,而Matheron^[5]则为后来地统计学的迅速发展奠定了基础。这一时期除空间统计学外,其他内容如Openshaw等^[6]提出可变面元问题(MAUP)、探索性空间数据分析(ESDA)等也引起当时人们的重视。1990年代到21世纪初期,随着计算机技术的飞速发展,尤其是地理信息系统(GIS)的广泛应用,其与空间分析相互结合与促进显示出巨大的内在潜力。1991年6月,“GIS与空间分析”和“GIS与空间建模”研究建议提交到美国国家地理信息

与分析中心(NGCIA)科学政策委员会,并在1992年4月召开会议,就空间分析与GIS的整合、空间数据分析与GIS、模式识别、复杂性和数据模型,以及用GIS进行区位分析与规划进行了探讨^[7]。1991年,Cressie^[8]对空间点模式、格(lattice)数据和地统计数据进行了全面、详细、深入的研究和阐述。1996年9月在利兹(Leeds)大学召开的第一届地理计算(Geocomputation)国际会议标志着空间分析与建模新方向的诞生,一些智能计算方法被引入空间分析,如神经网络和多智能体模型等。1999年创建的空间综合社会科学中心(CSISS)用一种综合的方法研究社会科学,并开设相关课程。2005年,在取消了地理系50多年后,哈佛大学成立了地理分析中心。中心成立的一个简单原因是:院系需要相关的空间分析技术帮助。这一时期也开发了很多软件,如GeoDa、CrimeStat、R相关软件包等,但不少软件的针对性较强。

学者和教育工作者对空间分析课程的设置还存在相当的分歧。作者在调查国内外40多所高校、机构和组织的空间分析课程设置时发现,其在课程内容、教材和实习软件选用等方面存在较大差异,不少问题需要进一步提炼和研究。结合教学实

收稿日期:2010-11-01; 修订日期:2011-05-20

基金项目:国家自然科学基金项目(40901284)资助、河南大学第十批校级教学改革项目。

作者简介:赵永(1974-),男,河南上蔡人,副教授,博士,主要从事GIS空间分析和CGE模型研究。E-mail: zhaoy@henu.edu.cn

践,探讨了“空间分析导论”课程设置的具体问题。

1 国内外空间分析课程设置比较与分析

1.1 国外空间分析课程设置

对国外空间分析课程设置的调查,主要通过两种方式:一种是通过互联网,用 Google 和国道数据搜索不同高校、组织和机构的空间分析课程提纲、讲义等进行调查;另外一种是通过公开出版的具有代表性的空间分析英文教材和相关专著进行调查及其他资料获取,如 2010 年美国得克萨斯大学达拉斯分校的 R Briggs 教授在河南大学环境与规划学院的讲义^①。

第一种方式收集到的数据有 40 多条,主要是美国大学的空间分析相关课程(表 1)。限于篇幅,只列出其中具有代表性的一部分。

虽然不同提纲所提供信息的详细程度不同,但通过表 1 大致可以看出国外空间分析课程的一些特点:① 课程名称各异,如定量空间分析、GIS 空间分析、空间统计学、空间数据分析等;② 课程开设方式也不尽相同,有的是比较系统地作为一门课程来讲,有的则采用论文选读或讨论班的形式;授课对象不同,有的是高年级本科生,有的是在研究生阶段开设;课程性质不同,有的是必修课,有的是选修课;③ 应用领域广泛,涵盖地理学、经济学、生态学、公共卫生、统计学等学科领域。如威斯康星大学麦迪逊分校地理学院、统计学院和人类与生态学院都在开设相关的空间分析课程,但侧重点不同;④ 课程内容差别较大,故课时量差异也较大,但基本都包括对点、面和地统计三类空间数据类型的分析,比较偏重于统计学,有一些还比较深;⑤ 指定或不指定教材,并且教材多样化。其中采用比较多的两本教材是 Bailey 等^[9]和 O'Sullivan 等^[10],而且选用某一教材也不一定全讲,如俄亥俄大学采用 O'Sullivan 等^[10]作为教材,但其中的第 6、10 两章不讲。在不指定教材的情况下往往给出较多参考书或文章;⑥ 基本上都有上机实习环节,但所用软件各异,用的较多的是 ArcGIS、R、GeoDa,其他软件如 GeoBUGS、S + SpatialStats、CrimeStat 等。

既然国外采用最多的教材是 Bailey 等^[9]和 O'Sullivan 等^[10],第二种方式主要考查这两本具有广泛影响的空间分析教材。Bailey 等^[9]把空间数

据分为空间点模式(point pattern)、空间连续性数据(continuous data)、空间面数据(area data)和空间相互作用数据(interaction data)4 种类型,采用 VEM(可视化、探索性分析和建模)的统一框架分别进行介绍和深入阐述。内容包括:① 空间点模式分析,介绍样方分析、核估计、最近邻距离如 G、F 和 K 函数等基本方法;② 空间面数据分析,介绍空间权重矩阵,空间自相关的概念及相关指标如 Moran's I 和 Geary's C ,空间回归模型的构建与检验等;③ 空间连续性数据即地统计数据分析中,介绍空间移动平均、协方差函数、趋势面分析,以及简单克里金(Kriging)等不同的 Kriging 方法;④ 空间相互作用数据,主要介绍重力模型及其变化形式,位置-配置和网络问题。该书分类清晰、体系合理,配有实习数据并采用作者自己编写的软件,但该软件基于 MS-DOS,并且只能处理比较小的数据集。而 O'Sullivan 等^[10]认为地理信息分析不是一个已经建立起来的学科,它至少有 4 个相互联系的广泛领域:空间数据操作(manipulation)、空间数据分析(analysis)、空间统计分析(statistical analysis)和空间建模(modeling)。具体内容包括:① 概述。空间数据的类型与属性数据的量测尺度、MAUP、尺度问题、边界效应、距离、邻接、相互作用、权重矩阵、方差云图、过程与模式等基本概念;② 点模式分析。一阶、二阶效应,样方分析、密度估计等基于密度的方法,最近邻距离、G/F/K 函数等基于距离的方法,以及扩展 K 函数等。③ 线与网络。线的长度与方向计算、分维、树、图与网络,地理线数据统计分析等。④ 面对象与空间自相关。面对象的类型以及面积、形状量算,连接数统计量,空间自相关测度指标 Moran's I 和 Geary's C ,局部空间自相关指数(LISA)。⑤ 场数据描述与分析。场数据描述的等高线与数学函数方法,倒距离权重(IDW)等空间插值方法,回归、趋势面分析和 Kriging 方法。⑥ 地图叠置、多元数据和多维空间问题。⑦ 新方法介绍:地理计算如人工神经网络和遗传算法,空间模型如元胞自动机和智能体模型等。该书思路清晰、内容丰富、难度适宜、讲解深入浅出,基本覆盖了空间分析的相关内容,书中例子恰当,且一定程度上贴近实际,是一部很好的教材,但该教材没有提供配套实习数据。

另外,国外也有一些高校把 Cressie^[8]撰写的

① <http://www.utdallas.edu/~briggs/>

表 1 国外主要空间分析教材的内容设置概况

Table 1 Overview of abroad spatial analysis syllabus

开课单位	开课时间/ 教师	课程名称/学 时	教材/参考书	主要内容	所用软件
马里兰大学地理系 ^①	2010/E. Lim	定量空间分 析/30	[10]/[11~ 13]	介绍(概率论与统计学基础、空间数据的特点等),点模式分析(空间过程、CSR 检验、聚集分析),面数据分析(空间自相关及统计检验),空间回归与 GWR,空间连续性数据分析(空间随机过程、空间插值、变异函数与 Kriging 方法) 时空数据分析与多元空间分析(主成分分析、聚类分析)	ArcGIS
威斯康星大学麦迪逊分校地理学院 ^②	2007/朱阿 兴	GIS 与空间 分析/50	/[14~16] 等 20 种	GIS 相关的基本分析功能,地图转换,空间自相关(连接数统计量、Moran's <i>I</i> 和 Geary's <i>C</i> 等),点模式分析(探索性和描述性方法、模型构建等)、空间插值(泰森多边形、移动平均、IDW、Kriging、样条等方法)、空间指数(质心、形状)与景观测度,网络分析(最短路径)、高级方法(神经网络)	ArcGIS、 IDRISI
威斯康星大学麦迪逊分校统计学院 ^③	2006/J. Zhu	空间数据统 计学/30	[8,17]/[18, 19]等 10 种	针对研究生的课程,主要包括三部分:空间点模式分析、格数据分析和地统计学或 Kriging 方法,要求有一定的统计学基础	S + Spati- al Stats R
威斯康星大学麦迪逊分校人类生态学院 ^④	2005/P. R. Voss	社会科学空 间数据分析/ 42	针对不同内 容指定大量 参考书或文 章	基本问题介绍(空间/属性数据的类型、空间依赖性和空间异质性等),不同软件介绍,空间自相关(空间权重矩阵、连接数统计量、Moran's <i>I</i> 和 Geary's <i>C</i> 等),ESDA,空间分析的局部形式(LISA、Getis's <i>G</i> 和 <i>G</i> [*] 、GWR 等),空间模型设定(SAR、CAR 和 SMA 过程,空间滞后模型、空间误差模型等)以及估计和检验,时空问题(时空依赖、时空自回归模型等),贝叶斯估计和特殊方法(MCMC、空间似不相关回归,空间相互作用与重力模型等)	ArcView、 SpaceStat、 GeoDa GWR R
密歇根大学 ^⑤	2004/D. Brown	环境空间数 据分析/30	[9]/[20]和 相关文章	基本问题介绍(平稳性、各向异性、邻接和距离等),ESDA,点模式分析,空间插值、趋势面分析、Kriging 等,景观模式测度(基于密度的方法、基于斑块的方法和分维等),空间自相关与空间回归模型	ArcGIS GeoDa
CSISS 短课程 ^⑥	2002/L. Anselin	空间数据分 析简介/30	针对不同内 容指定大量 参考书或文 章	概念(空间数据分析特点与范式、GIS 基本概念),地理可视化(ESDA、奇异值分析、空间平滑等),点模式分析(空间点过程、最近邻统计、二阶统计量、二元与时空点模式),空间自相关分析(空间自相关与可视化、空间权重、LISA 等),地统计学(变异函数、Kriging),空间回归(空间外部性、估计与检验)	SpaceStat CrimeStat Arc- GIS 等
犹他大学地理学院 ^⑦	2006/I. Yamada	空间统计学/ 30	[9]/[21, 22]	基本问题介绍(非空间统计,空间数据的类型,一阶、二阶效应等),描述性空间统计(平均中心、标准距离等),空间点模式分析(样方分析、密度估计,最近邻距离、K 函数和交叉 K 函数等),空间连续性数据分析(移动平均、空间插值和 Kriging 等),空间面数据分析(近邻、空间自相关, Moran's <i>I</i> 、Geary's <i>C</i> , LISA 和 Getis's <i>G</i> 、贝叶斯估计),空间回归与建模(SAR、GWR)	没有所用软件 的具体信息
犹他大学数理统计学院 ^⑧	2000/J. Symanzik 等	应用空间统 计学/30	[9]/	基本问题介绍,采用 Bailey 等的 VEM 模式,即“可视化-探索性分析-建模”,分别介绍空间点模式分析,空间连续性数据分析;课程当中加入相关文章的讲解	S + Spatial、St- ats、ArcView/ XGobi/XploR
得克萨斯大学达拉斯分校地理系 ^⑨	2006/D. A. Griffith	空间统计学/ 60	[23]/[8, 24]等 9 种	空间自相关,空间自回归模型、地统计模型以及两者的区别,马尔可夫链蒙特卡罗(MCMC)方法,空间滤波(正态、二项、泊松随机变量),地学数据可视化和 Kriging 方法,空间自相关下的线性和线性混合模型,GeoBUGS 的介绍与应用等	GeoBUGS
俄亥俄大学 ^⑩	2005/J. Ueland	地理信息分 析/36	[10]/	介绍,点模式分析,格数据分析(空间自相关和空间回归),地统计数据分(插值、Kriging、新方法介绍等)	没有所用软件 的具体信息
加拿大里贾纳大学地理系 ^⑪	2008/J. Piowar	高级空间分 析与建模/24	/[10]等 10 种	基本按照 O'Sullivan 等 ^[10] 的架构,但另外包括环境建模与重力模型的相关内容	ArcGIS

注: 第一列中的数字上标是网址, 参见尾注; 第四列中的“[]”对应于参考文献, “/”前、后为空分别表示没有指定教材、参考书。

① <http://terpconnect.umd.edu/~elim/>
② <http://solim.geography.wisc.edu/axing/teaching/geog579/index.html>
③ <http://www.stat.wisc.edu/courses/st575-jzhu/>
④ <http://www.ssc.wisc.edu/soc/courses/syllabi/977VossS05.pdf>
⑤ <http://www.umich.edu/~danbrown/nre543/>
⑥ <http://www.csiss.org/events/workshops/2002/data2002/outline.pdf>
⑦ <http://www.geog.utah.edu/~iyamada>
⑧ <http://www.math.usu.edu/~symanzik/>
⑨ <http://www.utdallas.edu/~dagriffith/classes.html>
⑩ <http://oak.cats.ohiou.edu/~ueland/>
⑪ <http://uregina.ca/piowarj/geog409/>

一部具有广泛影响的专著作为教材,如美国威斯康星大学麦迪逊分校统计学院针对研究生所开设的空间数据统计学,或者作为参考教材,如得克萨斯大学达拉斯分校地理系。该书包括三部分内容:地统计数据分析、格数据分析和空间点模式分析。该书综合性强,难度较高,对点模式、格数据和地统计数据 3 种类型的空间数据进行深入、详细的分析,

理论与实践并重但偏重于理论,需要有较好的统计学基础,且不提供书中案例的相关数据,不太适合作为国内地理学相关专业的空间分析教材。

1.2 国内空间分析课程设置

国内的空间分析教材不少,按时间顺序挑选了在内容上具有代表性的一些教材(表 2)。但基本上都不提供相关的上机实习数据和具体操作步骤。

表 2 国内主要空间分析教材的内容设置
Table 2 Overview of Chinese spatial analysis syllabus

教材/出版日期	主要内容
郭仁忠 ^[25] /2004 年	1. 概述(空间数据的特性、属性数据的类型、空间抽样等); 2. 空间位置; 3. 空间分布(类型、参数、检验等); 4. 空间形态(线状、面状、曲面等); 5. 空间关系(距离、方位、拓扑、空间相似性及空间相关场)
韦玉春等 ^[26] /2005 年	1. 概念/物理模型以及地理建模的相关概念; 2. 统计相关模型(相关/因子/回归分析); 3. 模糊数学和动态数据分析模型; 4. 空间数据分析模型(包括 O'sullivan 等 ^[10] 的 2.2 和 2.3 节、空间自相关、插值等); 5. 分布式机理过程模型等
王远飞等 ^[27] /2007 年	1. 绪论(概念、进展和空间数据的性质等); 2. ESDA 与可视化; 3. 空间点模式分析(样方分析与核函数、G/F/K 函数); 4. 空间面模式分析(空间权重矩阵、空间自相关、Moran's I 和 Geary's C、LISA 等); 5. 空间回归与 GWR; 6. 地统计(趋势面分析、Kriging 方法等); 7. 地图代数与基本地理计算; 8. GIS 空间建模
刘湘南等 ^[28] /2008 年	1. 概述(基础、与 GIS 的关系等); 2. 空间量测与计算(距离、形态、分布等); 3. 空间表达与变换分析(数据格式、空间坐标、尺度等); 4. 空间几何关系分析(邻近度/叠加/网络分析); 5. 空间统计学(空间自相关、插值、ESDA); 6. 空间三维建模与分析; 7. 地理格网计算; 8. 智能化空间分析(人工神经网络、遗传算法等)
王劲峰等 ^[29] /2010 年	1. 简介(空间分析的理论体系等); 2. 地图分析; 3. 探索性空间分析(线性相关/回归/主成分/层次分析等); 4. 空间相关性和异质性; 5. 空间抽样; 6. 点数据分析; 7. 格数据分析; 8. 决策树、贝叶斯网络、人工神经网络、粗糙集、支持向量机; 9. 优化算法、空间运筹等; 10. 空间分析相关软件

综上所述,鉴于空间分析的内涵丰富、应用广泛、思想多源、方法多样、技术复杂,国内外不少专家学者和教育工作者从不同角度对空间分析的理论体系、课程内容设置进行了探讨,但侧重点有所不同,内容差异较大。关于空间分析的内容,相对比较一致的意见是分为如下 3 类^[8~10,24,30~34]:

- 1) 基于图形的分析。内容包括空间数据的量算或几何操作:如长度、面积、形状的量测,空间重心计算,叠加分析等。
- 2) 空间数据统计分析。内容包括空间点模式分析、空间格数据分析和地统计学等。
- 3) 空间模型与建模。内容包括空间回归、地理加权回归(GWR),以及地理模拟与计算,如元胞自动机、神经网络等。

2 空间分析导论课程设置

根据国内外一些应用较广泛的教材,如 Bailey 等^[9]、O'sullivan 等^[10]、刘湘南等^[28]和王远飞等^[27],

和相关专著,如 Cressie^[8]、Fortin 等^[35]和 Lloyd 等^[36],并参考 40 多所国内外高校、组织和机构的教学大纲,拟定了“空间分析导论”的教学大纲和内容(表 3)。实习软件以 ArcGIS、R 和 GeoDa 为主。另外,鉴于空间分析内容的宽泛性,可以考虑开设多门空间分析相关课程,如“空间分析导论”、“地统计学”、“空间模型与建模”等。“空间分析导论”主要是一般性地介绍空间分析的基本问题、理论、技术方法和应用,其他课程如“地统计学”、“空间模型与建模”等则从不同侧面重点介绍空间分析的专题内容。当然,学习空间分析需要一定的先修课程,如 GIS、基础概率论与数理统计等,所以,建议在地理学本科相关专业高年级开设“空间分析导论”课程,而在研究生阶段针对具体专业考虑开设相关的空间分析专题课程,如“地统计学”、“空间模型与建模”,逐步培养学生的空间思维能力,以及学习和研究兴趣。

表3 “空间分析导论”课程大纲与具体内容

Table 3 "Introduction to Spatial Analysis" syllabus and the specific contents

序号	内容	具体内容	讲授/实习学时数
1	绪论	基本概念、空间分析的应用领域、空间/属性数据的类型与特征、空间自相关、空间依赖性与异质性、MAUP、边界问题、空间分析框架、过程与模式、相关软件简介(ArcGIS 的空间分析模块、GeoDa 和 R 空间分析相关软件包)	4
2	基于图形的空间分析	邻近度分析(缓冲区分析、叠加分析、泰森多边形分析)、网络分析、最优路径分析、流(flow)分析与建模、位置-配置(location-allocation)分析等。	4/2
3	空间数据几何分析	空间分布(分布中心/重心、离散度等)、空间量算(线/面状物体的形态分析、空间曲面形态参数)、空间关系(空间距离/方位/拓扑/相关)	4/2
4	探索性空间数据分析	数据分析→探索性数据分析→探索性空间数据分析、与传统数据分析和 Bayes 数据分析的比较、空间数据可视化:散点图、茎叶图、箱线图、直方图等	6/2
5	空间点模式分析	完全空间随机(CSR);样方分析、核密度估计;最近邻方法、G 函数、F 函数、K/L 函数、二元 K 函数; Monte Carlo 模拟检验	8/2
6	空间格数据分析	定性/定量空间格数据、空间权重矩阵、全局/局部统计量、连接数(joint count)统计量、Moran's I、Geary's C 和 Getis'G、局部空间自相关指数(LISA)	8/2
7	空间插值与地统计	表面建模、空间插值:确定性与随机性模型、IDW、多项式、样条函数插值、Voronoi 图、区域化变量、变异函数、普通 Kriging 等不同的 Kriging 方法、基于模型的(model-based)地统计学	8/2
8	空间回归与建模	经典回归模型、最小二乘法、空间回归模型的一般形式、SAR、MR、CAR、GWR 模型、空间相互作用数据、空间模型与建模(如重力模型、Huff 模型等)	8
9	地理计算与新方法	介绍神经网络模型、进化计算如遗传算法/遗传规划等、空间模拟模型、如元胞自动机、智能体模型、云计算	4

3 总结与讨论

空间分析的应用领域非常广泛。在对空间分析研究概括回顾基础之上,作者对国内外相关教材、专著和 40 多所高校、组织和机构教学大纲进行调查总结,设置了“空间分析导论”课程的大纲和具体内容,其开设对象是地理学或相关本科专业,采用理论讲述与上机实习相结合的教学方式,实习软件以 ArcGIS、R 或 GeoDa 为主,共 66 学时左右,其中包括至少 12 节上机实习,可以根据具体情况,如不同专业进行调整。由于空间分析本质上是一种思维方式和工具,且具有明显的多学科交叉特征,故空间分析课程的设置没有相对统一的框架。但应包括应用范围广泛、方法相对成熟、具有一般意义的空间分析技术,如空间点模式分析、空间格数据分析、空间连续性数据分析等,各章节的课时也可以根据具体情况适当调整。

鉴于空间分析应用广泛、思想多源、方法多样、技术复杂等特点,作者建议,在地理学相关专业或其他学科领域的本科高年级开设入门级的空间分

析导论课程,介绍空间分析的基本理论、技术方法与应用,理解空间分析的学科特点。之后,根据具体情况在研究生阶段开设空间分析专题课程,如“地统计学”、“空间模型与建模”等。另外,为完善国内的空间分析课程体系,应尽快组织编写具有系统性强、内容相对成熟和统一,可供地理学及相关学科专业应用的高质量教材,同时可考虑选择引进国外相关著作,如刚出版不久的 O’Sullivan 和 Unwin^[37]的《地理信息分析》,并筛选、开发相关的教学资源,如针对不同空间分析类型的案例数据,并编写详细的上机实习操作步骤。

参考文献:

[1] 约翰斯顿 R J. 地理学与地理学家[M]. 唐晓峰,李平,叶冰等,译. 北京:商务印书馆,1999.

[2] Cliff A D, Ord J K. The Problem of Spatial Autocorrelation[M] // Scott A J. Papers in Regional Science. London: Pion, 1969: 25-55.

[3] Bivand R. Applying measures of spatial autocorrelation: Computation and simulation [J]. Geographical Analysis, 2009, 41 (4): 375-384.

- [4] Ripley B D. Modelling spatial patterns[J]. Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological) , 1977 , 39(2) : 172 - 212.
- [5] Matheron G. The Theory of Regionalized Variables and Its Applications [M]. Fontainebleau , France: Ecole de Mines , 1971.
- [6] Openshaw S , Taylor P. A million or so correlation coefficients: Three experiments on the modifiable area unit problem [M] // Wrigley N. Statistical Applications in the Spatial Sciences. London: Pion , 1979: 127 - 144.
- [7] Rogerson P A , Fotheringham A S. Research Initiative 14: GIS and Spatial Analysis—Closing Report [R/OL]. http://www.nc-gia.ucsb.edu/Publications/Closing_Reports/CR-14.pdf , 1995
- [8] Cressie N A C. Statistics for Spatial Data [M]. New York: Wiley , 1991.
- [9] Bailey T C , Gatrell A C. Interactive Spatial Data Analysis [M]. New York: Wiley , 1995.
- [10] O'Sullivan D , Unwin D. Geographic Information Analysis [M]. Hoboken , New Jersey: Wiley , 2003.
- [11] Waller L A , Gotway C A. Applied Spatial Statistics for Public Health Data [M]. Hoboken , New Jersey: Wiley , 2004.
- [12] Wong D W S , Lee J. Statistical Analysis of Geographic Information with ArcView GIS and ArcGIS [M]. New York: Wiley , 2005.
- [13] Rogerson P , Yamada I. Statistical Detection and Surveillance of Geographic Clusters [M]. London: CRC Press , 2008.
- [14] Burrough P A , McDonnell R A. Principles of Geographic Information Systems [M]. New York: Oxford University Press , 1998.
- [15] Longley P A , Goodchild M F , Maguire D J , et al. Geographic Information Systems and Science [M]. (2nd ed.) . Chichester , West Sussex: Wiley , 2005.
- [16] Fotheringham A S , Brunsdon C , Charlton M. Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships [M]. Chichester , West Sussex: Wiley , 2002.
- [17] Schabenberger O , Gotway C A. Statistical Methods for Spatial Data Analysis [M]. London: CRC Press , 2005.
- [18] Diggle P J. Statistical Analysis Of Spatial Point Patterns [M]. London: Academic Press , 1983.
- [19] Cliff A D , Ord J K. Spatial Processes: Models & Applications [M]. London: Poin Limited , 1981.
- [20] Turner M G , Gardner R H , O'Neill R V. Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process [M]. New York: Springer , 2001.
- [21] Fotheringham A S , Brunsdon C , Charlton M. Quantitative Geography: Perspectives on Spatial Data Analysis [M]. London: Sage Publications Ltd , 2000.
- [22] Burt J E , Barber G M. Elementary Statistics for Geographers [M]. (2nd ed.) New York: Guilford , 1996.
- [23] Griffith D A , Layne L J. A Casebook for Spatial Statistical Data Analysis [M]. New York: Oxford University Press , 1999.
- [24] Haining R R. Spatial Data Analysis: Theory and Practice [M]. Cambridge: Cambridge University Press 2003.
- [25] 郭仁忠. 空间分析(第二版) [M]. 北京: 高等教育出版社 , 2004.
- [26] 韦玉春, 陈锁忠. 地理建模原理与方法 [M]. 北京: 科学出版社 , 2005.
- [27] 王远飞, 何洪林. 空间数据分析方法 [M]. 北京: 科学出版社 , 2007.
- [28] 刘湘南, 黄 方, 王 平. GIS 空间分析原理与方法(第二版) [M]. 北京: 科学出版社 , 2008.
- [29] 王劲峰, 廖一兰, 刘 鑫. 空间数据分析教程 [M]. 北京: 科学出版社 , 2010.
- [30] Unwin D J. Introductory Spatial Analysis [M]. London: Methuen , 1981.
- [31] Haining R. Designing spatial data analysis modules for geographical information systems [M] // Stewart Fotheringham , Peter Rogerson. Spatial analysis and GIS. London: Taylor & Francis , 1994.
- [32] 刘耀林. 从空间分析到空间决策的思考 [J]. 武汉大学学报 (信息科学版) , 2007 , 32(11) : 1050 ~ 1055.
- [33] 邬 伦, 刘 瑜, 张 晶, 等. 地理信息系统——原理、方法与应用 [M]. 北京: 科学出版社 , 2002.
- [34] 孔云峰, 秦耀辰, 乔家君 等. 高校地理学科空间分析课程设置研究 [J]. 测绘科学 2007 , 32(3) : 186 ~ 189.
- [35] Fortin M - J , Dale M R T. Spatial Analysis: A Guide for Ecologists [M]. New York: Cambridge University Press , 2005.
- [36] Lloyd C D. Local Models for Spatial Analysis [M]. New York: CRC , 2007.
- [37] O'Sullivan D , Unwin D J. Geographic Information Analysis [M]. (2nd ed.) . Hoboken , New Jersey: Wiley , 2010.

Geography Curriculum: Introduction to Spatial Analysis

ZHAO Yong , KONG Yun-Feng

(*College of Environment and Planning , Henan University , Kaifeng , Henan 475004 , China*)

Abstract: In geography and related disciplines , spatial analysis is an important research tool or method , which has attracted increasing attention in geography and many other subjects , such as ecology , public health , environments , crimes , economics , etc. Based on the concepts , contents of spatial analysis , considering the different development stages and characteristics of spatial analysis since the 1960s , this article studies more than 40 colleges , organizations or universities' syllabus of spatial analysis at home and abroad. Together with the teaching practice of spatial analysis , the authors suggest the "Introduction to Spatial Analysis" course syllabus and the related specific contents , such as the detailed contents , the selection of practice software , class hours , etc. Accordingly , some advice on the teaching of spatial analysis in China are taken: 1) The specific syllabus should include: the introduction (including types and characteristics of spatial/attribute data , spatial autocorrelation , modifiable areal unit problem , edge effects , ecological fallacy) , analysis based on maps (including overlay analysis , buffer analysis , Voronoi graph , thiesen polygon , network analysis , optimal path analysis , flow analysis and modeling , location-allocation analysis) , geometry analysis (including centrography , distance/area measure , etc.) , exploratory spatial data analysis (including visualization , scatter plot , stem-leaf plot , histogram , box plot) , spatial point pattern analysis (including completely spatial randomness , quadrat analysis , kernel density estimation , nearest neighbor method , G function , F function , K/L function , Monte Carlo simulation , and some related test methods) , area objects and spatial autocorrelation (including spatial weight matrix , global statistics , local statistics , joint count statistics , Moran's I , Geary's C and Getis'G/Gi* , local indicators of spatial association) , spatial interpolation and geostatistics (including first law of geography , surface modeling , stochastic/determine modeling , inverse distance weighted interpolation , multinomial interpolation , spline interpolation , regionalized variable , semivariogram , ordinary Kriging , simple Kriging , and other Kriging methods) , and new approaches , e. g. neural network (NN) , evolutionary computation , cellular automata (CA) , agent-based modeling (ABM) , etc. in spatial analysis. 2) For the practice software , more than one type of software should be used in the class , in which ArcGIS , and free software GeoDa and R are recommend. Some other software about NN , CA , etc. may also be introduced , if time permitting. And 3) the class hours and practice hours are suggested that all the time should be at least 66 h , of which at least 12 h are practice hours with computer.

Key words: spatial analysis; spatial statistics; syllabus; GIS