



演进的城市

国土规划中的地理计算

EVOLVING CITIES

Geocomputation in Territorial Planning

[意] Lidia Diappi 编著

唐恢一 译

上海交通大学出版社

演进的城市

EVOLVING CITIES

国土规划中的地理计算

Geocomputation in Territorial Planning

[意] Lidia Diappi 编著

唐恢一 译

上海交通大学出版社

© Ashgate Publishing Limited 2004

This translation of *Evolving Cities* is published by arrangement with Ashgate Publishing Limited

Chinese (Simplified Characters) Copyright © 2007 by Shanghai Jiao Tong University Press

上海市版权局著作权合同登记号:图字 09-2007-618 号

图书在版编目(CIP)数据

演进的城市:国土规划中的地理计算/(意)戴比(Diappi, L.)著;唐恢一译. —上海:上海交通大学出版社, 2008

(城市与区域规划及发展丛书)

ISBN978-7-313-04951-3

I. 演... II. ①戴... ②唐... III. 人工智能—应用—城市规划:国土规划—研究 IV. TU984 F205

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 136920 号

演进的城市

[意]Lidia Diappi 编著

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:韩建民

常熟市文化印刷有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×960mm 1/16 印张:14 插页:4 字数:258 千字

2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷

印数:1~2050

ISBN978-7-313-04951-3/TU·073 定价:42.00 元

版权所有 侵权必究

献给 Olga, 我的母亲

中文版序

获知我所编的书《演进的城市》中文译本得以出版非常高兴。从在世界各种学术会议与工作坊中同中国科学社团的许多接触中,我可以确认,我们改进软地理计算领域以应用于规划的共同目标,对解决困难问题确实做出了有意义的贡献,且看来比许多传统方法能取得更大的效果。

当然还有大量工作有待于继续完成,尽管我们可以自信地说,对适于国土分析和规划的整个新一代算法的基础已经奠定了。

我期望本书能为相关学生和本领域的工作者提供有价值的参考,并可导致在国土与城市动力学领域中发展步伐的加速。

最后,代表本书的多位作者和我本人,对唐恢一教授的努力表示衷心感谢,他从一开始就表示了对本书的赞赏,并致力于其中文翻译和推动由享有盛誉的出版社出版发行。

Lidia Diappi

2007年8月26日

前 言

本书缘起于由意大利大学与科学研究部(MIUR)资助的于1999~2002年期间开展的科学研究项目。该项目题为“规划过程中的知识工程”,目的在于发展用于国土规划的分析、项目和评价中的人工智能技术。这种方法近来在科学文献中被定义为“地理计算”(Geocomputation),它构成国土科学中正在出现的一种新范式。

许多意大利的伙伴参与了此项研究:

Lidia Diappi(协调者,米兰多科技学院)、Giovanni Rabino(米兰多科技学院)、Silvana Lombardo(比萨大学)、Emilia Conte(巴里多科技学院)、Ferdinando Semboloni(佛罗伦萨大学)、Silvio Griguolo(威尼斯大学)。

最终的研究成果于2001年11月发表于在米兰举行的一次工作坊。除该项目的参与者外,此次研讨会还邀请了该领域的国际著名的前沿研究者与会发言。其中包括:Mike Batty(伦敦大学学院先进空间分析中心CASA)、Dino Borri(巴里多科技学院)、Chris Webster(卡尔迪夫大学)、Kai Nagel(苏黎世计算机科学研究所)、Katerina Hlavackova-Schindler(维也纳经济与企业管理大学)、Lena Sanders(巴黎CNRS)、Paul Torrence(伦敦大学学院CASA)。

本书汇集了本次工作坊的成果。我们对所有作者深表感谢。没有他们的热情参加,本书的出版是不可能实现的。

我们还要对我们本学院的支持和意大利大学与科学研究部在财政上的慷慨支持表示衷心的感谢。

Lidia Diappi
米兰多科技学院
2004年2月1日于米兰

目 录

第 1 章 序	1
---------	---

第 1 部分 神经网络的空间考察能力

第 2 章 用于识别地面覆盖物的神经分类器:汇合辐射计量与辅助信息	11
第 3 章 空间相互作用建模:神经网络方法和全局性优化	42
第 4 章 可持续性中的复杂性:用自反射神经网络对意大利城市系统的考察	57

第 2 部分 通过人工智能工具的土地利用动力学

第 5 章 考察城市与国土演化的知识发现与数据开采:工具与方法论	79
第 6 章 对罗马和比萨城市地区土地利用变化的认识	94
第 7 章 城市空间——时间动力学的识别和仿真:罗马案例研究	109
第 8 章 土地利用动力学:基于自组织图神经网络知识的随机预测模型	126

第 3 部分 多行为人系统:行动者及其行为之间的相互作用

第 9 章 区域规划中多行为人的交通仿真	151
第 10 章 城市环境中关联于交通的空气污染	171
第 11 章 城市邻里演化的混沌性质	184

书中插图	195
书中表格	198
书中作者	200
索引	203
译后记	213

第1章 序

Lidia Diappi

我们寻求一种学习系统,它把专家的行为转为模糊规则。我们寻求一种系统,它从经验中学习模糊规则。

——Bart Kosko

1.1 正在出现的国土现象

已有许多显著的变化影响着国土规划。近几十年来,它们已经越来越引人注目了。

当前的研究工作已呈现出一些主要的变化。

- 首先出现的显著现象是居住地越来越分散。这一现象被描述为扩散的城市(Secchi,2001)、超极化(Ascher,1995)或城市胶着(Urban glue,Hall,1999),并非着意于大城市的向外扩展,而是指城市之间国土的逐渐城市化。了解这种区位脉动的背景因素并寻找其隐藏的方面是一项重要的挑战,它激励着本书,特别是本书第2部分的许多作者。

- 在这种城市形态中日益增长的车流发生于路网中,其发展过程越来越像是多孔织物中的渗透(Secchi,2001),而不像是传统交通模型所解释的纳入道路网的有秩序车流。

- 居住地的新发展过程和日益增长的流动性也可就日益增长的全球化来描述。但全球化也导致越来越强调地方性,因为此过程是由差异所驱动的。扩散的城市和全球化导致标准化和差异化的相互支持。标准化发生于当人们倾向于在每个城市和国家寻求同样的经济活动家、服务和机遇之际。差异化的发生是由于驱动人口、货物和观念发生流动的归根结底乃是国土之间的差别。

- 个人日益增长的自主性意指选择和行为的扩散,尽管他们可能表现在越来越社会化和复杂的系统之中。工作时间的灵活性、家庭成员的日益自主化、新技术、从移动电话到便携式电脑,使个人越来越能自由支配时间和空间。

这并不仅仅意味着城市规划实践必须考虑新的优先性。还必须考察新的分析和评价技术,包括监督和控制程序在内。在不确定性日益增长的情况下,预测必然会越来越受到限制。因此,规划中的设计和管理原理的概念及其实施,需要比以往任何时候对各种现象有更好的理解,对影响城市与社会演变的各种因素

加以识别。需要有新的假说、新的模型以及考察现象的新尺度。现在可以提供在多维空间的巨大数据库,对之加以应用,就能有效地做到以上各点。需要再次观察、调查行为,从细至个人层级的观察出发来分类和创建模型。本书清楚地表明,通过把 GIS(地理信息系统)、数据库和地理计算方法的新处理能力所提供的强大工具结合起来,怎样才能做到这一点。

1.2 什么是地理计算(Geocomputation)

本书的目的在于表明通过应用地理计算新工具而建立有关国土现象的知识的潜能(Openshaw and Abrahart, 2000; Ficher and Leung, 2001; Longley et al, 2001)。

地理计算(GC)是一种正在出现的范式,它具有通过应用计算智能技术(CIT)大大提高城市研究效率的潜能。

最被广泛接受的关于地理计算的定义,强调新技术处理大量数据库的作用。对此次新逻辑主义之父 Stan Openshaw 来说,地理计算乃是“基于高性能计算以解决目前不可解或甚至未知问题的一种方法”。

Longley 定义地理计算为“应用计算密集方法于物质与人文地理问题。就某些重要方面而言,术语地理计算与地理信息科学是同义的,虽然前者往往更强调对高性能计算机的使用”(Longley et al, 2001)。

对 Helen Coudelis 来说,地理计算是“折衷应用计算方法与工具以解决地理问题和解释地理现象”(Coudelis, 1998)。一种更具体的定义由 Fischer 和 Leung 给出,除更大的计算效率和由计算智能技术提供的“模糊性”之外,他们还表述地理计算能够:通过使用计算密集程序以减少假定数量并消除由不再有用的计算约束条件而带来的简化,来提高研究成果的质量(Fischer and Leung, 2001, p. 5)。

在我们看来,地理计算包括人的推理方法,它尝试利用人们在决策过程中对不完全性、不确定性、不准确性和模糊性的容忍程度。除神经网络和适应的模糊系统之外,它还包含演化计算、元胞自动机、专家系统和概率推理等内容。地理计算特别关注于这些方法论的结合,并将由 GIS 发展和构成的空间维度引入软计算技术之中(Zadeh, 1965)。

有许多创新的性质形成了此方法的特性:

(1) 首先是对规则的识别。自 20 世纪 60 年代初期以来发展并很好建立起来的理论与模型体系都是基于对由理论所导出的各种假定进行明确的规则性表述。学习的目的是形成明确的规则(陈述、假说等)。它以很简明的方式实现普通化。强大的机制与一个领域中大量固有的知识相结合,通过分析具体案例,来

形成一般的假说性规则,然后形成明确的通则。地理计算方法是完全不同的,因为它假定信息处理本身应能通过学习而找出规则。

(2) 第二个主要的区别在于描述的尺度,即对系统的解析水平。微观描述,是地理计算方法的特点,以行为人代表个别的决策单位,适用于表述微观空间、社会经济假定及其他妥善形成的有关城市过程的行为理论,包括土地用途的变化。这是因为许多地理计算工具使用平行分布的计算机,它特别适于描述主体之间的相互作用。这允许产生一种新的社会基础型的知识,它能大大提高分析、仿真与规划的效率。

(3) 最后,地理计算提供了机会以重建丢失的信息,因为它是基于“……以巨量的计算作为丢失的知识或理论的替代品,并甚至增进智能”(Openshaw, 2000)。地理计算是某种高于一系列复杂数据处理的方法和技术的东西。它在某种程度上是与传统的模型构建方法不同的一种了解现象的方法。

1.3 关于本书

本书的目的在于对城市规划中的地理计算方法做出一份科学贡献,特别着重于作为对规划的一种支持的分布式人工智能原理与技术的发展(Werner, 1996)。特别是神经网络(NN)、多行为人系统(MAS)和演化算法(EA),允许通过倍增GIS的信息能力来增进知识水平,并为国土模拟提供一种新的方法。

第1部分 神经网络的空间考察能力

本书的第1部分涉及神经网络的考察能力。神经网络最突出的特性是它们从实例中进行学习的能力。使用所谓学习算法,它们通过处理一个训练数据的集合来解决问题。有些类型的神经网络可同统计回归或区别对待对象模型相比较。然而,它们并不明确地对其训练数据的分布或其输入与输出变量之间的关系做出预定。另一基本问题则是导致激活的具体图式的储存知识。在平行分布处理(PDP)模型中,图式本身并不被储存。取而代之的被储存者是允许这些图式被重建的单元之间的连接力量。

从统计的观点来说,神经网络是无参数模型,且对某些方面能表现出它们是普遍的函数近似器。当然,神经网络也有不足之处,它对某些应用会带来问题。一般来说,不能证明一个神经网络能像预期的那样工作。由于其分布的性质,一个神经网络所学习到的解并不能明确地表示出来。一个神经网络处在学习过程中,但用户却不能从网络中学习。对于用户来说,它只是一只黑匣子。

神经网络的优点是它们的学习能力及其分布的结构,它允许高度的平行软件或硬件的执行。

由 Silvio Griguolo 撰写的第 2 章表明神经网络作为图式识别器的能力。神经网络被普遍地认为是对于涉及遥感图像的巨量数据图式进行识别的多维度问题的有效分类器。

可能有一系列不同的对象,如基于一组辐射频带的地面覆盖物识别;基于多代表某种植被指标的时间序列图像的生态—气象分区或农作物监视;基于像素性质及其相邻部分特性之间的关系而识别感兴趣的特定对象,如道路、建筑等。

该方法可以是受监督的或不受监督的,取决于问题:对两种情况都有可用的神经网络。得到普遍承认的是,幸亏它们独立于具体的数据模型,它们经常比统计分类器工作得更好。

众所周知,在地面覆盖物分类的具体案例中,单独靠辐射信息不足以达到充分可靠的识别。需要使用适当的辅助信息以解决模糊的情况,通常这是通过定义一组具体的规则,作为一个后分类阶段加以应用来做到的。显而易见,此种方式有一些不可忽视的缺点。

该论文提出了一种识别地面覆盖物的方法,其操作是通过一个受监督的神经网络并在指定过程本身而不是作为一个分开的步骤来使用可得到的辅助信息。该方法具有可操作性,是通过详细描述的应用来加以说明的。

由 Manfred Fischer 和 Katerina Hlavackova, Schindler 撰写的第 3 章,陈述了应用神经网络和统计优化的两种新方法以解决参数估计的问题。这是神经空间相互作用模拟中的主要问题之一。当前的实践是由基于梯度的局部最小技术统率的。它们有效地寻找局部最小值,并在单模型最小化问题中运作得最好,但在多模型问题中可能会失败。全局搜寻程序提供了一种替代性的优化方案,它允许避开局部最小值。

这一文献提供了两种全局优化方法,微分演化和 Alopex。微分演化是当作一种为优化实数值多方式目标函数的高效直接搜寻方法而被介绍的。Alopex 为空间相互作用模拟应用中的一种适当的全局搜寻方法的第二种选择,是引自其早在 1973 年由 Tzanakou 和 Hart 提出的原始版本。对这两种全局搜寻程序在现实世界中应用的行为所知甚少。这两种方法在奥地利区域际电讯交通数据上由作者做了成功的测试。

这项工作对这两种方法应用于神经空间相互作用情况的健全性,相对于普通的地标模型并按其样本中和样本外性能的度量而进行评价。对这两种方法针对共轭梯度回传而被应用于神经网络模型且以其在样本中和样本外的性能来度量时,为其健全性和普遍化表现进行地标比较,这是以奥地利区域际电讯交通数据为基础进行的。

由 Lidia Diappi, Massimo Buscema 和 Michela Ottana 撰写的第 4 章阐述了对于意大利城市发展可持续性的复杂方面进行评价的问题。所提出的问题如下:

是否可能对许多城市的可持续性进行评价,它们具有不同的沿革,在环境条件、社会福利和经济指标以及成长和衰败的动力方面具有重要的区别?由于这些城市就其制度、历史、文化和经济变量而言相互区别,没有统一的尺度来度量可持续性且城市的排序过程也是相当任意的。有鉴于此,通过使用适当的指标来考察许多城市的不同性质及其不同发展模式之间的关系,对不同性质的影响有了较好的了解。由于可持续性应被定义为社会、经济、环境系统的积极的共同演进,现象之间的复杂相互作用引起由一系列指标所描述的正面和负面外部效应。

相互作用的复杂性要求高效率的考察工具并为使用自反射神经网络(SRNN)的科学考察新方法提供机会。这些网络是对数据库进行考察性和模拟性询问的有用工具。一旦自反射神经网络从数据库学习了权重的结构,通过用特性的具体组群的最大化或最小化来询问网络,它就能阅读相关的属性,并按照这种城市属性轮廓来对城市进行排序。

第2部分 通过人工智能工具的土地利用动力学

本书的第2部分将注意力转移到估计土地用途变化的不同研究上。作者们用智能计算会同更多已建立的统计或模拟方法进行了广泛的探索。

在由 Silvana Lombardo, Francesco Bonchi 和 Serena Pecori 撰写的第5章中,陈述了一个认识系统,它基于数据库处理中的数据开采和知识发现。此法汇聚了来自许多不同研究领域的概念和技术,诸如统计和机器学习,目的在于从城市/国土因素在空间演化中所起的作用上提炼出知识。数据开采工具的方法论在对大都会情况(罗马)和城市—农田情况(比萨地区)进行土地利用动力学的背景性质的考察中受到了检验。

由 Francesco Bonchi, Silvana Lombardo, Serena Pecori 和 Alessandro Santucci 撰写的第6章,陈示了上述方法的实验结果。

在第7章中, Ferdinando Semboloni 展示了从一组有限数据中提炼出城市的空间—时间动力学规则的一种方法。此法是基于GIS在两个时间阈值上关于一个城市中的相关变量的空间分布。最简单的空间规则,它基于时间 t_1 的情况,在时间 t_2 使之再生,而为一神经网络所认识。然后神经网络的权重为一组参数所纠正,用退火仿真法来加以校正以便在不同的时间步骤中产生出空间动力机制。此法在罗马案例研究中得到了实验性检验。

第2部分的最后一章,即由 Lidia Diappi 和 Paola Bolchi 撰写的第8章,通过城市化的一个动力模型转移到地理计算模拟上。该模型是基于自创性神经网络(SOM,即自组织图)学习的转移规则,该网络处理发生于该地区且经一定时期研究的土地利用变化。然后一个随机模型应用所学得的规则在随后的时期内分配土地利用变化(预测)。

自组织图(Self-Organizing Maps)处理允许转变的类型,即以同样方式转变并导致某种国土形态的地区种类得到识别;这是此法的一种有趣的副产品。

此模型假定,国土的微观转变的发生遵循一种局部逻辑,即利用每个国土“元胞”相对于其相邻部分的可达性、服务设施的具备性和中心性、边缘性和孤立性条件。在此陈述的方法,目的在于结合以下二者:神经网络组织知识的可观察能力和能够基于神经网络学得的规则产生城市化场景剧本的随机仿真模型。

第3部分 多行为人系统:行动者及其行为之间的相互作用

用多行为人系统(MAS)来模拟真实过程意思是从个别决策单元构建一个复杂系统,这些单元有某种程度的自主性且按照某种规则相互作用。它可被定义为“……一个弱联系的行为人网络,它共同行动以解决超出他们个人解决问题的能力问题……”(Durfee et al,1989)。原来是创建来解决信息科学中的问题的,如今该方法被广泛应用于经济学以评价市场之间的竞争或合作问题,在生态学研究物种的演化动力学而在城市研究中评价诸如城市之间的竞争(Benenson & Portugali,1997)或从个别家庭的行为开始导致的区域内城市的不同人口权重(Aschan-Leygonie et al,2000)。交通和流动性,如 Nagel 和 Raney 在本书中所表明的那样,是特别适宜于用 MAS 来处理的问题,因为它们模拟不同居民点的行为及个别旅程对基础设施的反效应。多行为人系统结构的方式表明该方法的能力:它构建模型起始于单个行为人相对于其他行为人的水平从而能允许合作、协商和竞争过程的发展,这样在更为聚合的水平形成系统的模型。

由 Kai Nagel 和 Bryan Raney 撰写的第 9 章,提出了一种创新的方法,在那里交通模拟中的经典模块(活动产生、模式和路径选择、仿真和测试、学习和反馈)在 MAS 框架内得到修正。每一个旅行者都带着他自己的一套计划和策略而被个别代表,它们被载入仿真模块。

使用先进的计算方法,特别是平行机算,它表明可能执行这些用于具有一千万或更多居民的巨大都会区域的模块。为瑞士早晨高峰交通,应用此法的部分实施被陈述于此。

由 Grazia Concilio 和 Emilia Conte 撰写的第 10 章,MAS 技术转换为决策支持系统(DSS),为的是研究基于知识的多行为人决策支持系统的体系以监督城市活动的相容性,特别是这种活动所导致的交通状况,联系于大气污染的产生或出现。该系统是提供以支持城市交通机构技术人员的任务,特别是关于数据有效性和行动策略的决策。

考虑城市水平要适合于此项研究的发展,因此选择了意大利南部的中等城市巴里来做案例研究。对市政环境监测中所用的具体决策机制进行了调查;用半结构约谈技术来认识决策过程中的行动者、他们的作用和行动水平。

最有意义的成果着重于知识的获取,以及如何通过决策常规和在人类决策者和机器二者层面上的学习题目来进行表述并使之形式化。

在第 11 章中,Chris Webster 表明应用简单的元胞自动机来表示基于新的制度经济学的理论观念的邻里演化模型。城市邻里被视为合约(非正式制度)的经常演化的连接系列,其目的是约束对共同消费资源的竞争。邻里是共同消费的范围,也是对统率共同消费的分配规则的共同协议(或合约)的范围。更正式地说,合约可视为为创造和保护消费私有和公共产品和服务的权利(产权)而出现的。元胞自动机仿真表明自愿组织的公共领域(“私人规划”的范围)如何能通过邻里双方协议而自然地出现。它表明了邻里演化的混沌性质。然而,也表示出邻里的生长(合约的扩展)能平衡于若干状态:全城稳定邻里、片断稳定邻里、片断不稳定邻里或片断混乱状态。

参考文献

Aschan-Leygonie, C., Mathian, H., Sanders, L., Mäkilä, K. (2000), “A spatial simulation of population dynamics in Southern France: a model integrating individual decisions and spatial constraints”, in G. Ballot, G. Weisbuch (eds), *Applications of Simulations to Social Sciences*, Hermès, Paris, pp. 109-125.

Ascher, F. (1995), *Métapolis ou l'avenir des villes*, Ed. Odile Jacob, Paris.

Batty, M. (2001), “Cellular Dynamics: Modelling Urban Growth as a Spatial Epidemic”, in M. M. Fischer, Y. Leung (eds), *Geocomputational Modelling: Techniques and Applications*, Springer Verlag, Berlin, pp. 109-141.

Benenson, I. Portugali, J. (1997), “Agent-based Simulations of City Dynamics in a GIS Environment”, in S. C. Hurtle, A. U. Frank (eds.), *Spatial Information Theory: A Theoretical Basis for GIS*, Springer Verlag, Berlin, pp. 501-502.

Couclelis, H. (1998), “Geocomputation in context”, in P. A. Longley, S. M. Brooks, R. McDonnell, B. Macmillan (eds.), *Geocomputation, a Primer*, John Wiley & Son, Chichester, England.

Durfee, E. H., Lesser, V. R., Corkill, D. D. (1989), “Trends in cooperative distributed problem solving”, *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.*, KOE-11(1), pp. 63-83.

Fischer, M. M., Leung, Y. (2001), (eds), *Geocomputational Modelling: Techniques and Applications*, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

Hall, P. (1999), “The future of the cities”, *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 23, 3, pp. 173-185.

Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. W. (2001), *Geographic Information Systems and Science*, John Wiley & Son, Chichester, England.

Mitchell, W. J. (1999), *E-topia*, MIT Press, Cambridge, Mass; London, England.

Openshaw, S. (2000), “Geocomputation”, in S. Openshaw, R. J. Abrahart (eds), *Geocom-*

putation, Taylor & Francis, London.

Openshaw, S. , Abrahart, R. J. (2000), *Geocomputation*, Taylor & Francis, London.

Secchi, B. (2001), “ Agir sur la ville dispersee: la ville invisible qui échappe aux aménageurs”, in A. Masbouni(ed.) *Fabriquer la ville* , La Documentation française, Paris.

Werner, E. (1996), *Logical Foundations of Distributed Artificial Intelligence*, John Wiley & Son, Chichester, England.

Zadeh, L. A. (1965), “Fuzzy Sets”, *Information and Control* , 8, pp. 338-353.

第 1 部分

神经网络的空间考察能力

