

城市网络分析

城市中步行 和骑行交通模拟工具

(美) 安德烈斯·塞文随克 (Andres Sevtsuk) 著
陈永辉 译

城市网络

城市中步行 和骑行交通模拟工具

(美) 安德烈斯·塞文随克 (Andres Sevtsuk) 著

陈永辉 译

 City Form Lab



 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

图书在版编目 (C I P) 数据

城市网络分析：城市中步行和骑行交通模拟工具 /
(美) 安德烈斯·塞文随克 (Andres Sevtsuk) 著；陈永
辉译. — 天津：天津大学出版社，2019.3

ISBN 978-7-5618-6356-5

I. ①城… II. ①安… ②陈… III. ①城市空间—网
络分析—软件工具 IV. ① TU984.11-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 048826 号

CHENGSHI WANGLUO FENXI: CHENGSHI ZHONG BUXING HE QIXING JIAOTONG MONI GONGJU

本书校核：陈天

联合策划：天津大学建筑学院城乡规划系

出版发行 天津大学出版社

地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内 (邮编：300072)

电 话 发行部 022-27403647

网 址 publish.tju.edu.cn

印 刷 廊坊市瑞德印刷有限公司

经 销 全国各地新华书店

开 本 160mm × 240mm

印 张 8.75

字 数 136 千

版 次 2019 年 3 月第 1 版

印 次 2019 年 3 月第 1 次

定 价 88.00 元

凡购本书，如有质量问题，请与我社发行部门联系调换

版权所有，侵权必究

目录

1. 引言	9
2. 案例分析	15
2.1 预测通往印度尼西亚泗水轻轨站点的步行路线	17
2.1.1 大运力快速交通项目	17
2.1.2 围绕轨道电车的步行网络分析	20
2.1.3 讨论	27
2.2 新加坡榜鹅的零售中心规划	33
2.2.1 榜鹅：一个公交导向的居住城镇	33
2.2.2 哈夫模型及其改进	34
2.2.3 客流量分析	34
2.2.4 考虑榜鹅的公共交通导向的特点	36
2.2.5 模拟新的商店	38
2.2.6 其他应用	43
2.3 可达性对于马萨诸塞州剑桥市和萨默维尔市的零售和餐饮设施区位模式的影响	45
2.3.1 研究范围	45
2.3.2 自变量：可达性测度	48
2.3.3 结果	53
2.3.4 应用	55
3. 下载和安装	57
3.1 下载	59
3.2 安装	61
4. 用户交互界面	63
4.1 操作属性	65
4.1.1 添加文本型属性	65


4.1.2	添加数值型属性	66
4.1.3	添加标签型属性	66
4.1.4	移除对象的属性	66
4.1.5	保存结果并将其作为权重	67
4.1.6	显示属性树	68
4.2	导入和导出功能	71
4.2.1	导入点	71
4.2.2	导入表格	73
4.2.3	导出	74
4.3	网络的生成和编辑	77
4.3.1	从网络上添加/移除曲线	77
4.3.2	添加/移除起点	78
4.3.3	添加/移除终点	79
4.3.4	添加/移除观测点	80
4.3.5	删除网络	80
4.4	分析工具	83
4.4.1	可达性指标	83
4.4.2	服务范围	92
4.4.3	冗余指标	94
4.4.4	冗余路径	97
4.4.5	中间性/客流中间性	99
4.4.6	最近设施	105
4.4.7	寻找客流量	107
4.4.8	分配权重	112
4.4.9	集群	115
4.5	显示设置	119
4.5.1	显示选项	119
4.5.2	导出权重颜色	121
5.	常见问题	123
	安装	124
	构建网络	126
	运行城市网络分析	128
	参考文献	133

城市网络分析

城市中步行 和骑行交通模拟工具

(美) 安德烈斯·塞文随克 (Andres Sevtsuk) 著

陈永辉 译

 City Form Lab

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

序言

安托万·皮肯 (Antoine Picon)

哈佛大学设计学院建筑和技术史 G. Ware Travelstead 教授

软件手册曾被视为陈旧的东西，这是因为相比于翻阅软件手册这样的技术性文档，人们更倾向于直接动手操作软件。然而，这本《城市网络分析 城市中步行和骑行交通模拟工具》体现了我们近期对于数字设计工具（特别是基于城市尺度的数字设计工具）的阐释方式发生的转变。这本书不仅对城市网络分析的步骤进行技术分解和介绍，同时也让读者思考空间网络分析真正意味着什么。

对于努力在以机动车为主导的城市交通中提高流动性的城市规划师和设计师而言，这样一种阐释数字设计工具的新方式出现得非常及时。为了实现更加适宜步行和骑行的可持续的城市交通，我们首先需要更好地理解现有的步行和骑行交通模式，同时还应当能够预测当建成环境发生变化（如引入新的公共交通线路，改变土地混合利用模式，或调整城市空间肌理）时，这些交通模式可能会如何变化。通过同时呈现城市形态、土地利用模式和交通流，城市网络分析工具成为了某一类城市建模工具崛起的重要组成部分。这类城市建模工具能够把人们对于城市物质空间布局的研究和对于城市运行方式的理解整合起来。

然而，模型并不能真正体现城市的现实情况。模型提供的是解读建成环境的方法，更重要的是模型能帮助我们进行决策，并有效地介入建成环境。模型和现实的这一关键区别常常被人们所忽视，因为许多模型模拟所得的数字图像呈现出吸引人的现实特征。不同于地图，模型还是当代城市规划和设计决策的一个重要方面。其潜力是不可低估的。通过案例研究，本书提供了富有启发性的具体例子，如在印度尼西亚、新加坡和美国这三个国家的文脉互不相同的城市中，展现了城市建模如何帮助我们作出规划设计决策。

全书有一个隐含的假设，即城市是场所与场所之间一系列关联的总和，换句话说，城市是一系列网络的总和。尽管在城市规划领域这一假设已经得到认可，但在城市设计领域依然需要实用的方法，使我们能够将现状的或未来的城市建成环境与

人们在环境中移动的实际方式联系起来。城市网络分析工具提供了一个强大的媒介，让我们能够超越传统的城市构成技术，也让我们远离对几何规律的追求，转而去加深理解城市的不同要素是如何相互影响的，以及在这种相互影响中所产生的交通流和人与人之间邂逅的种种模式。城市网络分析工具让新的城市设计方法成为可能，这种新的城市设计方法超越了典型的现代主义对构成和规律的迷恋。如同智慧城市的兴起（本书在这一过程中作出了贡献），当代的城市建模不应被视为一种限制设计选择的工具，恰恰相反，它应该被视为某种指导设计和提高设计灵活性的途径。

这样的自由要通过数字处理来实现。定量的内容对城市网络分析而言当然至关重要。但是这并不意味着设计的定性内容不再重要。从对可持续建造的探索到对城市设计未来的思考，定性方法（在以项目为基础的学科中占主导地位）和定量方法的协调实际上是相关研究人员的主要挑战。这本书巧妙地整合了几个案例，对这些案例的分析富含对文化的考量和技术分析的系统探讨。这本书对上述提到的定性方法和定量方法的整合作出了重要的贡献。

目录

1. 引言	9
2. 案例分析	15
2.1 预测通往印度尼西亚泗水轻轨站点的步行路线	17
2.1.1 大运力快速交通项目	17
2.1.2 围绕轨道电车的步行网络分析	20
2.1.3 讨论	27
2.2 新加坡榜鹅的零售中心规划	33
2.2.1 榜鹅：一个公交导向的居住城镇	33
2.2.2 哈夫模型及其改进	34
2.2.3 客流量分析	34
2.2.4 考虑榜鹅的公共交通导向的特点	36
2.2.5 模拟新的商店	38
2.2.6 其他应用	43
2.3 可达性对于马萨诸塞州剑桥市和萨默维尔市的零售和餐饮设施区 位模式的影响	45
2.3.1 研究范围	45
2.3.2 自变量：可达性测度	48
2.3.3 结果	53
2.3.4 应用	55
3. 下载和安装	57
3.1 下载	59
3.2 安装	61
4. 用户交互界面	63
4.1 操作属性	65
4.1.1 添加文本型属性	65

4.1.2	添加数值型属性	66
4.1.3	添加标签型属性	66
4.1.4	移除对象的属性	66
4.1.5	保存结果并将其作为权重	67
4.1.6	显示属性树	68
4.2	导入和导出功能	71
4.2.1	导入点	71
4.2.2	导入表格	73
4.2.3	导出	74
4.3	网络的生成和编辑	77
4.3.1	从网络上添加/移除曲线	77
4.3.2	添加/移除起点	78
4.3.3	添加/移除终点	79
4.3.4	添加/移除观测点	80
4.3.5	删除网络	80
4.4	分析工具	83
4.4.1	可达性指标	83
4.4.2	服务范围	92
4.4.3	冗余指标	94
4.4.4	冗余路径	97
4.4.5	中间性/客流中间性	99
4.4.6	最近设施	105
4.4.7	寻找客流量	107
4.4.8	分配权重	112
4.4.9	集群	115
4.5	显示设置	119
4.5.1	显示选项	119
4.5.2	导出权重颜色	121
5.	常见问题	123
	安装	124
	构建网络	126
	运行城市网络分析	128
	参考文献	133



印度尼西亚泗水城中村
Maspati 的巷道

1. 引言

建成环境的设计（即对于建筑、街区、街道、公共空间以及它们所包含的社会经济功能的空间安排）会对城市交通格局及人们的交通模式选择产生各种各样的影响。在城市蔓延式的发展中，目的地之间的距离过远、连接它们的道路过于宽阔及通行速度快，这都刺激了机动化出行。密度高且被混合利用的环境拥有多样化的目的地，这些目的地由高品质的步行道路网连接，这样的环境会刺激步行和骑行，可促进人与人之间面对面交流。城市的形态和土地利用模式影响了人们是否选择步行、选择步行的频率以及沿着什么路线步行。

大量的规划文献阐述了适宜步行和骑行的城市环境应该具备的几种特性。可步行性（walkability）一般与以下几方面相关：①在步行距离内，拥有多样的目的地（例如零售店、服务设施、工作地点以及公共交通站点等）；②路线要安全，避免对行人造成身体和心理上的威胁（例如不要让步行路线和繁忙的交通路线毗邻；不要让步行路线跨越宽阔的道路交叉口；不要省略隔离人流和危险区域的隔离带等）；③路线的物理环境要舒适（例如设置无阶梯通道、均质的地面铺装、宽敞的步行道以及遮阳和遮雨设施等）；④路线要有趣，应沿着繁华的商业设施、有趣的建筑、绿色的空间或者引人入胜的景色进行布置（Pushkarev 和 Zupan, 1975; Gehl, 1987; Speck, 2013）。已有大量文献探讨如何提高建成环境的品质以适合人们步行和骑行，然而在衡量、分析和模拟活跃的人流活动方面，还缺少具有实践性的方法。在研究步行人流的活动时，许多交通方面的文献依赖于用较为粗略的指标来估算一个地方的可步行性，如道路交叉口密度、街区大小、人口或工作人口密度以及人口普查区的土地利用混合程度经常被用作指标来对可步行性进行估测（Boaernet 等, 2011; Cervero 和 Duncan, 2003; Ewing 和 Cervero, 2010; Hess 等, 1999; Targa 和 Clifton, 2005）。尽管密度指标和地区的概括性统计数据可以有效地在地区整体层面描述可步行性，但它们无法获知建成环境在个体尺度上对人流活动的影响。然而，一系列有关步行的决策正是人们在个体尺度上作出的。

城市网络分析 (UNA) 工具软件能让设计师、规划师和交通方面的学者在个体出行精度上衡量可达性, 并预测城市网络上的非机动车交通流。这个软件可以帮助他们量化分析以下几个方面的内容: 环境设计是如何影响空间和便利设施的可达性的; 环境设计是如何促进人行道上的人流步行的; 环境设计是如何影响城市中便利设施和公共空间的活力和客流量的。这些分析不仅能让我们获知城市形态和土地利用对活跃的人流活动的影响, 还能让我们知道应该如何进行建成环境的规划和设计来实现更加可达的、更加适宜步行的、更加适于骑行的以及以公共交通为导向的城市。

几十年来, 预测出行量、路线选择和基础设施利用率的量化方法在机动车交通模拟领域已经司空见惯。城市建造者利用这些分析来指导交通政策、土地利用政策的制定以及开发权分配和基础设施投资决策等。本书所介绍的城市网络分析工具旨在让量化方法同样可用于分析步行和骑行的人流活动。通过开发这套可实际操作且易于使用的软件工具来模拟步行或自行车出行, 我们希望能使城市交通政策得到平衡, 让它从由来已久的对汽车导向和重资本系统的偏好, 转向给予依靠步行、自行车和其他个人移动设备 (PMDs) 的城市交通更多的优先权、针对性和量化上的严谨性。这是一个早应该完成的事情。

顾名思义, 城市网络分析工具的首要特征是所有的空间关系都是基于交通网络进行分析的。无论是对一栋建筑里的房间, 还是对一个地区内的街道, 抑或是对街道沿线的建筑, 城市网络分析工具都能潜在地分析出其中沿着动线、廊道、街道或基础设施纽带分布的空间关系。在建成环境中, 两个元素可能在直线距离上非常近, 但在网络距离上它们并不一定相近, 比如分布在一条没有桥的河流两岸的建筑。同样的, 拓扑关联 (如在欧几里得几何中的包含空间或被包含空间) 在网络几何中并不意味着可达。例如某一封闭社区只允许有限的社会成员进入, 那么该社区实际上是一种不可达的空间。城市网络分析工具能分析基于交通网络的空间关系, 且其描述建成环境的方式较为接近真实情境中人们感知环境的方式。

开发基于犀牛软件平台的城市网络分析工具的特定目的在于: 让步行模拟工具能为从事建成环境现状调查和积极创造新事物的建筑师、设计师和规划师所用。大多数已有的空间分析方法主要用于对城市发展现状的回溯式研究, 但如果试图让空间分析对规划和设计实践产生有意义的影响, 那么针对问题的

解决方案也是至关重要的。只有当空间分析作为一种标准化的步骤被应用到综合的、开放的和面向未来的设计情境中时，其对于设计和规划的影响才能得以实现。城市网络分析工具的开发基于设计师圈中日益流行和易于获取的犀牛软件平台。我们致力把衡量和分析整合到一个快速迭代的反馈环中，并在这样的无缝衔接的反馈环中，让空间形态能够被设计、评价和再设计，达到快速改进结果的目的。我们希望城市网络分析工具的用户能够利用好这一功能，使其不仅能够研究现状，还能对建成环境献计献策。

城市网络分析工具所作的所有分析要求用户提供 3 个关键的数据输入——人流运动分析所基于的一个 *Network*（交通网络）、出行 *Origin*（起点）和出行 *Destination*（终点）。出行 *Origin*（起点）和出行 *Destination*（终点）可以选择性地附带数值属性，用作分析时的权重。例如，当数值属性表明每栋建筑中的居民数量时，数值属性可以用作权重来估算可达性、人流或客流。建立一个网络以及给起点和终点赋上合理的权重，通常是任何城市网络分析应用的第一步。

建立网络所需要的数据可以从现有的数据源下载并导入犀牛软件中，如开放的 GIS 数据库、CAD 底图以及 Open Streetmap 文件；或者用户也可以在犀牛软件中自行手动描绘。网络可以由犀牛软件中的任何曲线要素（例如直线、多段线、弧线和样条曲线）构成，然后形成二维或三维的栅格网络。在准备网络数据的时候，需遵循本书中 4.3 节里谈到的拓扑规则。城市网络分析工具包括 *Importing*（导入）和 *Exporting*（导出）附带属性信息的 *Origin*（起点）和 *Destination*（终点）的点状数据，导出时可以表格形式输出，以便在 Excel、GIS 和其他软件中进行加工处理。

当一个带有 *Origin*（起点）和 *Destination*（终点）的网络建立好后，用户可以使用一系列工具对建成环境中的步行和骑行的人流活动进行描述和分析。城市网络分析工具可以用来分析网络上的一组 *Destination*（终点）对于一组 *Origin*（起点）的可达性。这一分析对于理解前往服务设施的非机动化出行需求是很关键的。当前往特定 *Destination*（终点）的出行总量确定以后，用户可以评价哪条街段或步行路径可能成为这些出行的途经之路；或依据给定的需求点和竞争设施的分布，估算出会有多少人会光顾这些路线上特定的服务设施或便利设施。集群分析工具可以探测出网络上互相靠近的终点所构成的组团，从而标记出

哪些服务设施可能会产生集聚效应，以吸引更多的访客。这些分析可以揭示出：城市中哪些地点较为适合（或不适合）某些特定的土地利用类型和人群活动；公共空间或基础设施投资可能惠及多少使用者以及什么样的使用者；改变城市某一地点的空间形态和土地使用类型，会如何影响该地点周边的步行活动和服务设施客流。

城市网络分析工具的开发始于2010年城市形态实验室（City Form Lab）在麻省理工学院（MIT）时的部分研究，此后在新加坡科技设计大学（SUTD）继续开展研究，最近的开发则在哈佛大学设计学院（GSD）进行。这一工具也在GSD的3门课程中进行教学和实验，这3门课程分别是：建成环境空间分析（*VIS-2129 Spatial Analysis of the Built Environment*）、高级空间分析（*SCI-6354 Advanced Spatial Analysis*）及城市形态高级研讨课（*DES-3353 Advanced Seminar in City Form*）。这一工具的开发是一项还在进行中的工作，并且会间歇地升级一些新的功能。

这本书的组织构架如下。第一部分对3个案例进行了分析，展示了城市网络分析工具如何在实践中指导真实世界中的城市设计和交通规划决策。第二部分包含了技术性的用户指南：首先涵盖了安装要求，接着详细地讨论了城市网络工具中的每一个功能和操作。在常见问题部分，本书提供了相关问题的解决技巧。如果读者想观看城市网络分析工具的简短介绍视频以及一些屏幕录制的教程，可自行搜索如下网址：

<http://cityform.gsd.harvard.edu/projects/una-rhino-toolbox>;

<http://cityform.mit.edu/projects/una-rhino-toolbox>.