

城市大数据支撑：空间句法

Space Syntax

龙瀛，博士

清华大学建筑学院

2016年10月21日

Approaching the Human City: Beijing Studio
September 11 - 23, 2016
COURSE SYLLABUS

*A joint workshop between the Human Cities Initiative at Stanford University
& Tsinghua University Academy of Art and Design and the School of Engineering*

We invite you to participate in this experiment while we are holding class. Allow yourself to be fully present in the room, so you can listen to your classmates and what they have to say and share with you. Experience the freedom of not having to have your attention diverted or your mood instantly altered by whatever email or text message should come your way. You may take a phone call if it seems particularly urgent. But for most circumstances, we urge that you give yourself permission to be in control of your own time and energy— to actively choose where you want to direct your attention, as opposed to a portable device making that decision for you.

Please turn your mobile devices to “silent” or “do not disturb” mode, and do not take them out for the duration of the class. We strongly encourage you to take notes using pencil and paper— as research shows that this helps with memory retention— but If you must have a laptop to take notes, **please do not check your e-mail or browse the internet at any time.**

There will be plenty of opportunities to plug in once you leave the classroom. Let’s treat our classroom as a sacred space to enjoy the moment.

《大数据与城市规划》教学大纲

1. 大数据与城市规划概论（整合进9月23日）
2. 大数据在城市规划中应用的研究进展（9月23日）
3. 城市大数据的获取（9月30日）
4. 城市大数据的分析与统计（10月9日）
5. 城市大数据的可视化（10月14日）
6. **城市大数据支撑：空间句法（10月21日）**
7. 城市大数据挖掘：城市网络分析（10月28日，流数据、方法、操作与应用）
8. 大数据与城市规划的结合：图片城市主义（11月4日）
9. 学生作业中期汇报与点评（11月11日）

10. 数据增强设计（11月18日）
11. 战略及总体规划中的大数据应用（11月25日）
12. 控制性详细规划中的大数据应用（12月2日）
13. 城市设计中的大数据应用（12月9日）
14. 参与式规划中的大数据应用（12月16日）
15. 大模型：新数据环境下的城市研究新方法（12月23日）
16. 学生作业终期汇报与点评（12月30日）



上一堂课的回顾

- 城市大数据可视化概论
- 基于ArcGIS的二维/三维可视化
- GeoHey在线可视化
- 第一次课外沙龙（数据和大作业的深入解释）
- 第二次课外沙龙（数据抓取实际操作）



本讲大纲

1. 空间句法概论
2. 空间句法与城市大数据
3. 轴线分析与线段分析（盛强老师的课件支援）
4. 空间句法软件Depthmap（曹哲静演示）

一、空间句法概论

什么是空间句法

一种以**空间拓扑形态**为基础的空间分析**方法**及计算机软件。

一种从空间形态出发理解人类社会、经济和文化行为的城市 and 建筑**理论**。

空间句法软件的特点：

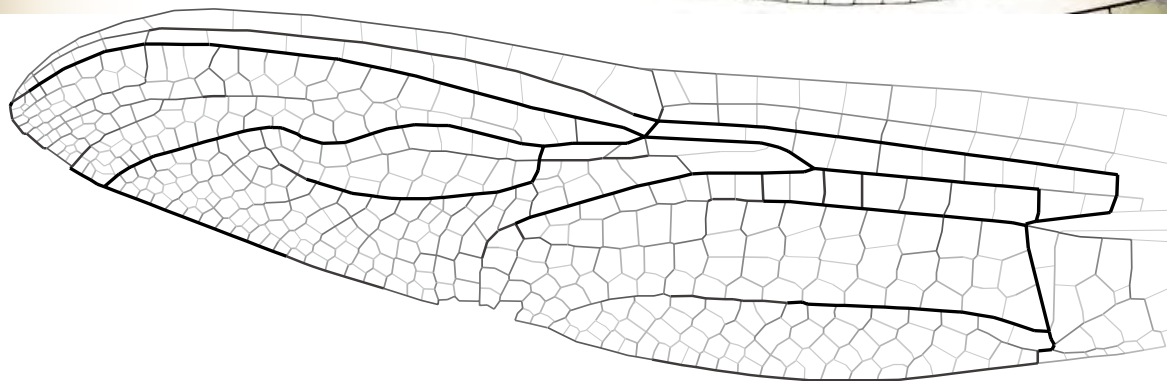
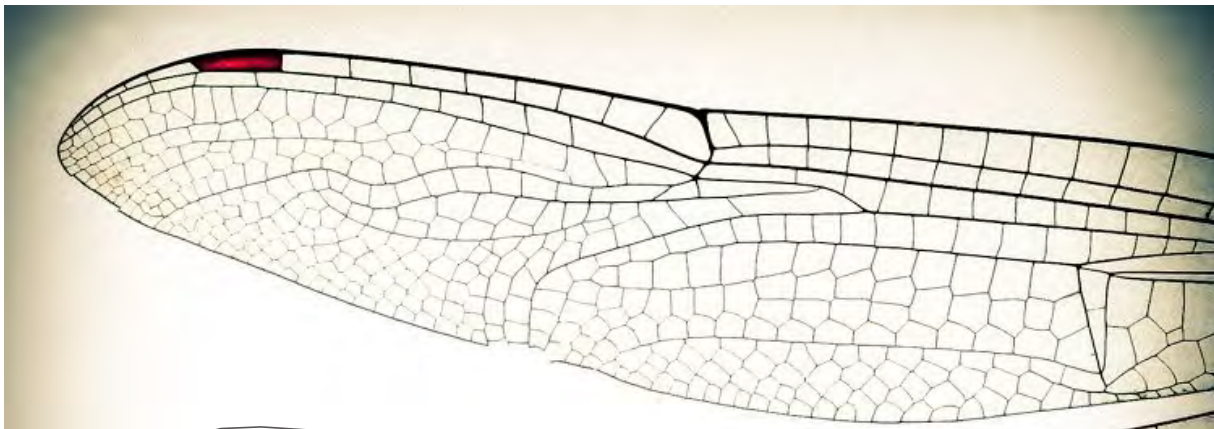
-空间句法软件不是为了完成特定的任务，而是提供一系列量化描述城市和建筑空间拓扑形态的参数。

-空间句法软件在操作和使用上相对简单，但难在分析思考的过程，不是功能指向性明确的工具型软件，而是一种**研究型软件**。

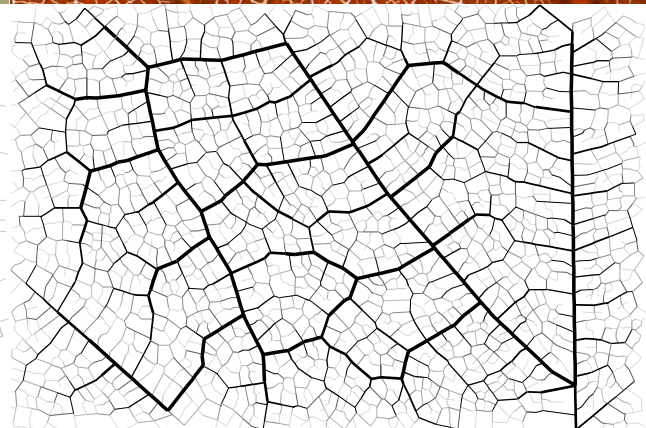
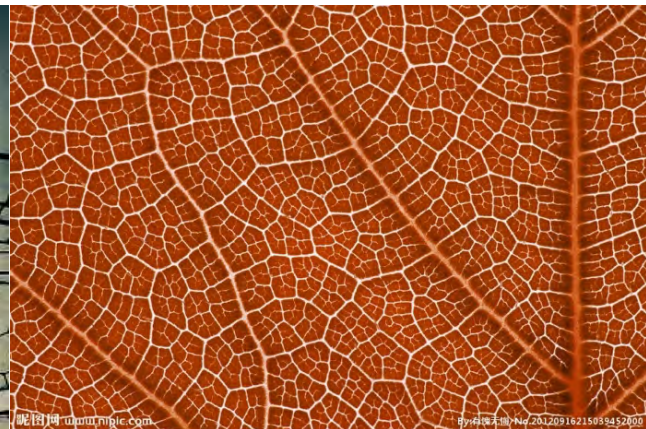
-软件发展的动力和过程源自对空间形态与人类社会、经济、文化行为的科学研究。

空间句法能做什么

对蜻蜓翅膀的标准化穿行度分析



对叶脉的标准化穿行度分析



空间句法无极限……

空间句法应用的广泛性来自于其本质是一种量化分析**拓扑网络联系**的工具。网络联系与网络内的**物质能量流**是互生的关系，这点其得以应用于上述两个例子的本质。

什么是空间句法？

一种以**空间拓扑形态**为基础的空间分析**方法**及计算机软件。

一种从空间形态出发理解人类社会、经济和文化行为的**城市**和建筑**理论**。



空间句法理论及方法的创始人

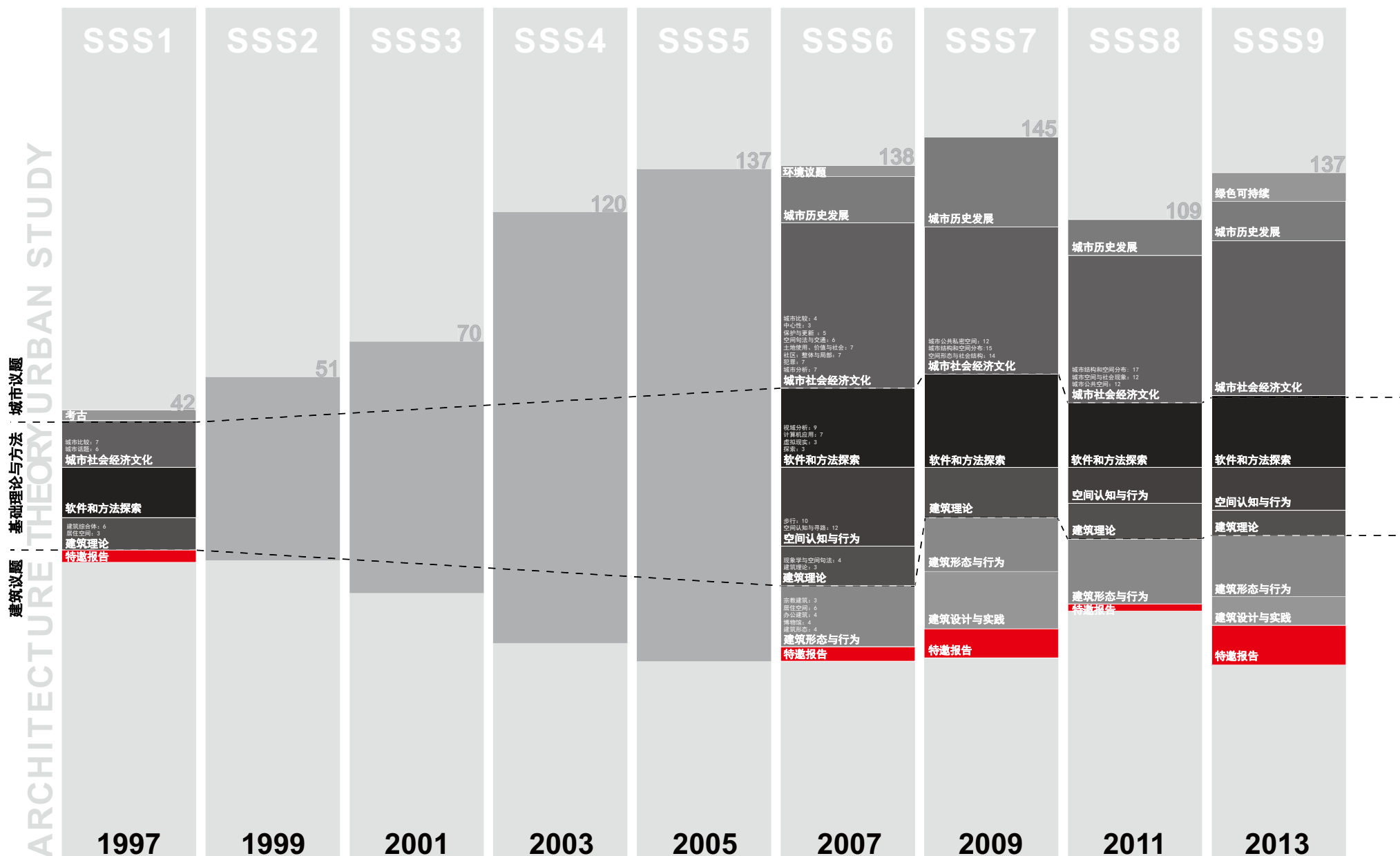
Prof. **Bill Hillier**

英国伦敦学院大学（UCL）建筑与环境学院教授

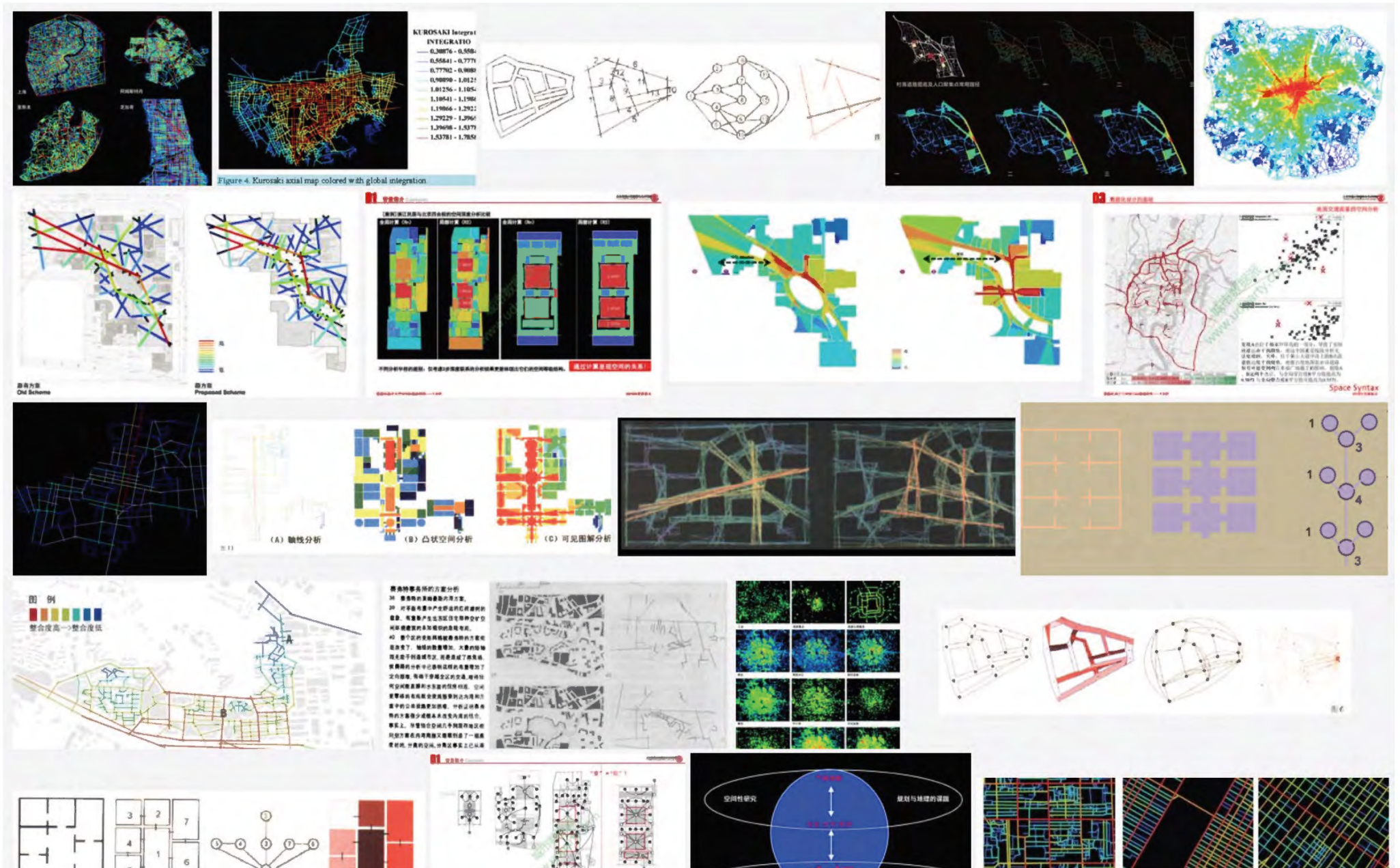


空间句法的世界影响

空间句法国际会议的主题转变



空间句法已经成为设计投标的标配



空间句法被滥用？

The Bartlett Space Syntax Laboratory



Programmes

Research

Partnerships

People

Latest

About us

The Bartlett

Centre for Advanced Spatial Analysis
School of Architecture
School of Construction & Project Mgt
Development Planning Unit
School of Planning

Space Syntax Laboratory

UCL Energy Institute
UCL Inst. for Digital Innovation
UCL Inst. for Env. Design and Eng.
UCL Inst. for Global Prosperity
UCL Inst. for Sustainable Heritage
UCL Inst. for Sustainable Resources

The Space Syntax Laboratory is the originator of the architectural research discipline of space syntax. Space syntax research has led to a fundamental understanding of the relationship between spatial design and the use of space as well as longer term social outcomes.

Search

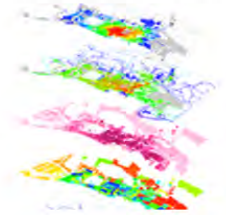


SPACE ARCHITECTURE AND SOCIETY

Space Syntax
Laboratory
Research
Seminar Series

2016/2017
Autumn Term

Room 4.13n, Bartlett School of Architecture
132 and 140 Hargrave Road



Related Links

SSS¹⁰

10th International Space Syntax
Symposium - 2015

Research

The UCL Space Syntax Laboratory is the international centre of the theory and methodology known as 'space syntax'.

Find out more about research at SSL

• <http://www.bartlett.ucl.ac.uk/space-syntax>

<http://www.spacesyntax.net>

Space Syntax Network



Academic development

Commercial application

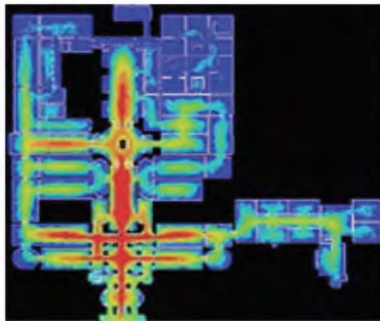
Publications

Software

Symposia

Engage

Online Training Platform



Space syntax is a science-based, human-focused approach that investigates relationships between spatial layout and a range of social, economic and environmental phenomena.

These phenomena include patterns of movement, awareness and interaction; density, land use and land value; urban growth and societal differentiation; safety and crime distribution.

Space syntax was pioneered in the 1970s by [Prof Bill Hillier](#), Prof Julienne Hanson and colleagues at [The Bartlett, University College London](#). Today, space syntax is used and developed in hundreds of universities and educational institutions as well as professional practices worldwide. Built on quantitative analysis and geospatial computer technology, space syntax provides a set of theories and methods for the analysis of spatial configurations of all kinds and at all scales.

清华大学研究生课程《大数据与城市规划》，龙瀛，ylong@tsinghua.edu.cn 13

Username

Password

Remember Me

[Register](#) [Lost Password](#)



空间句法软件 Depthmap

The Bartlett Space Syntax Laboratory



Programmes

Research

Partnerships

The Bartlett

People

Latest

About us

Centre for Advanced Spatial Analysis
School of Architecture
School of Construction & Project Mgt
Development Planning Unit
School of Planning
Space Syntax Laboratory

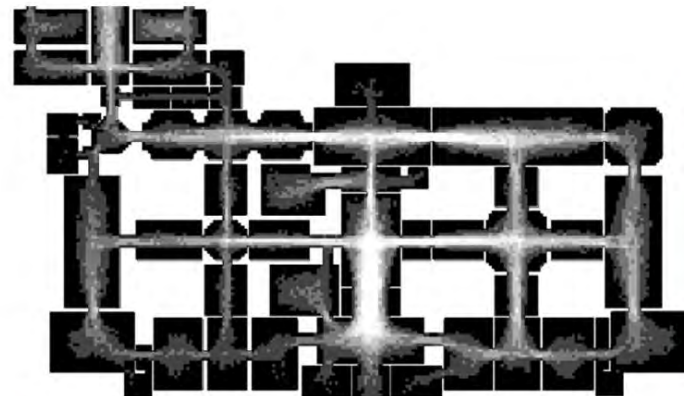
UCL Energy Institute
UCL Inst. for Digital Innovation
UCL Inst. for Env. Design and Eng.
UCL Inst. for Global Prosperity
UCL Inst. for Sustainable Heritage
UCL Inst. for Sustainable Resources

Search →

depthmapX

Research projects

Research publications



Publications



Spatial Cultures: Towards a New

那个搞代码的希腊人不太给力

以前的死了

我用depthmapx的初代

11年的

turner死前最后一版

Overview

People

Outputs

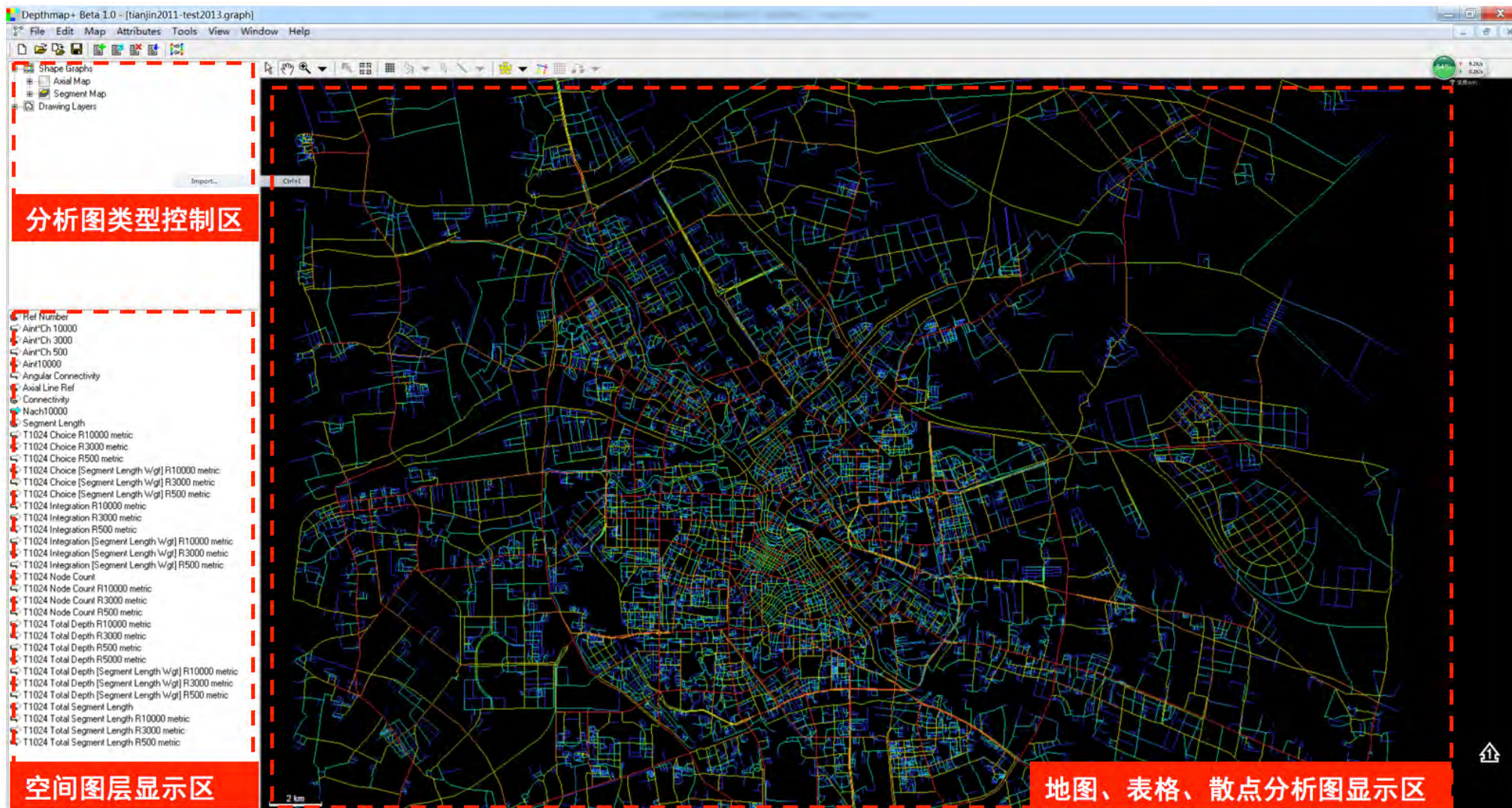
Impact

Overview

depthmapX is free for academic use. The software is on the way to become open source. For full information see:
<https://github.com/varoudis/depthmapX>

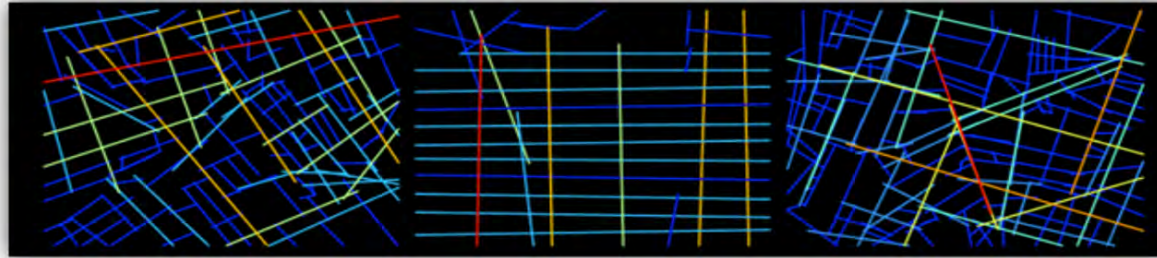
- <https://www.bartlett.ucl.ac.uk/space-syntax/research/projects/ucl-depthmap>

空间句法软件 Depthmap



- 简单：一切不必要的功能都被弱化，充分利用电脑的计算能力。
- 研究型软件：作为计算结果的各个图层并不明确指向建筑或城市学中特定的功能，而是纯粹的形态特征指标。

空间句法软件 Axwoman



[Home](#)

[Download](#) 10.4.0 

[Research](#)

[Tutorials](#)

Axwoman 6.3

Axwoman 6.3 integrates installer and functionality of both Axwoman 5.0 and [AxialGen 1.0](#) for recent ArcGIS versions. It is free for academic purposes. To unpack or install, one must contact bin DOT jiang AT hig DOT se for password due to copyright concerned.

If you used Axwoman in your research, recommended citation is as follows:

Jiang B. (2015), Axwoman 6.3: An ArcGIS extension for urban morphological analysis, <http://fromto.hig.se/~bjg/Axwoman/>, University of Gävle, Sweden.

Users Group

There is an on-line [Axwoman Users Group](#) where you can discuss thoughts and questions with other users via email or the web, and also a place where you can send us feedback which is very valuable to us in improvement. We'd like to hear from you. Follow the above link to browse the group, or follow [this link](#) to join.

Research papers

Axwoman 6.3 is a research prototype evolved from several research papers:

- *Jiang B. (2015b), Wholeness as a hierarchical graph to capture the nature of space, International Journal of Geographical Information Science, 29(9), 1632–1648.*
- *Jiang B. (2015a), Head/tail breaks for visualization of city structure and dynamics, Cities, 43, 69-77.*

- <http://fromto.hig.se/~bjg/Axwoman/index.html>
- ArcGIS插件形式、轴线/自然道路模型但不支持角度模型

空间句法软件 sDNA

sDNA

About Software Training Questions Search

CARDIFF UNIVERSITY School of Planning and Geography
PRIFYSGOL CAERDYDD Sustainable Places Research Institute

sDNA is world leading spatial network analysis software, compatible with both GIS and CAD and using industry standard network representation. We compute accessibility and predict flows of pedestrians, cyclists, vehicles and public transport users; these inform models of health, community cohesion, land values, town centre vitality, land use, accidents and crime. We provide a simpler alternative to transport models, particularly for sustainable transport.

Large scale 3d network analysis

RESEARCH COLLABORATORS

THE UNIVERSITY OF HONG KONG 香港大學
faculty of architecture 建築學院

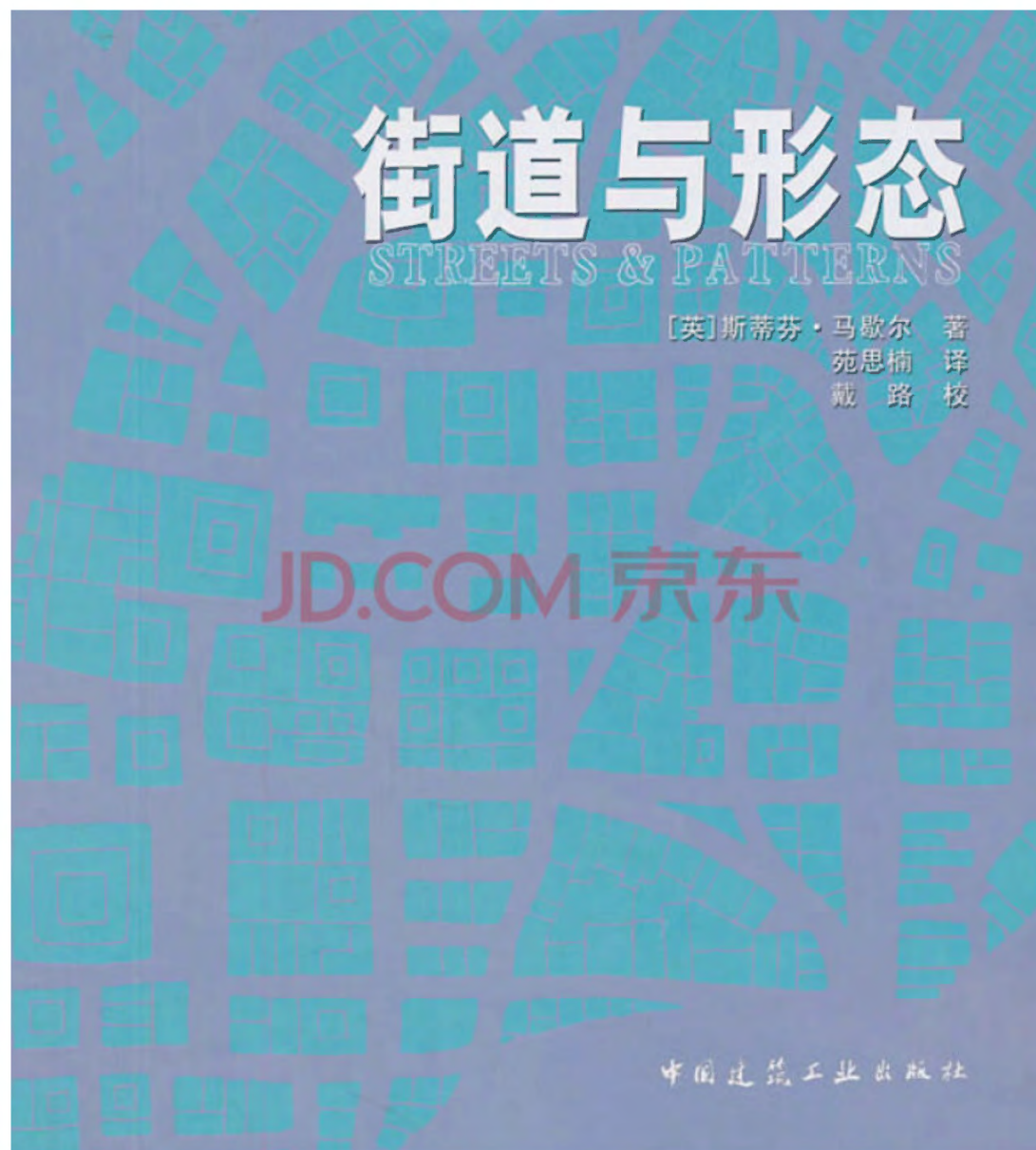
同济大学建筑与城市规划学院
COLLEGE OF ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING TONGJI UNIVERSITY

E·S·R·C
ECONOMIC & SOCIAL RESEARCH COUNCIL

ARUP WSP | PARSONS BRINCKERHOFF

- <http://www.cardiff.ac.uk/sdna/>

中文著作

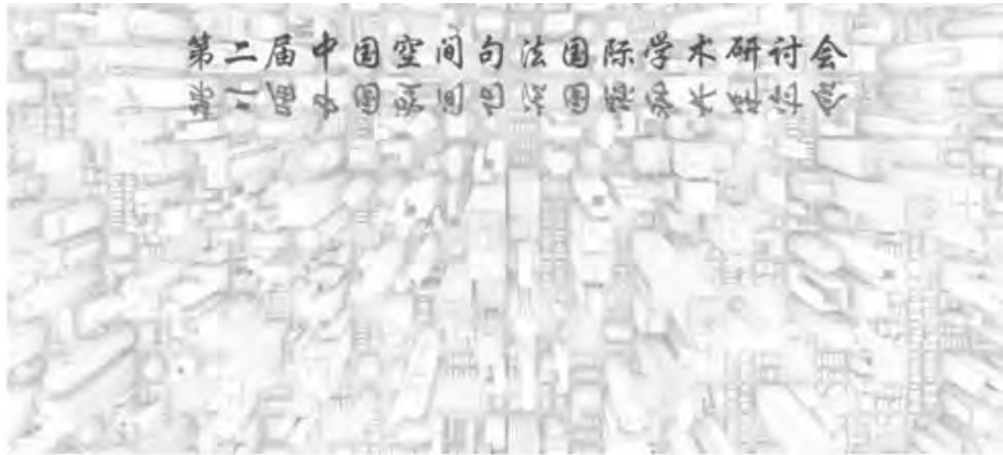


中国空间句法学术研讨会（第一届）

第一届中国空间句法学术研讨会 Conference on Space Syntax in China 数据时代的分析与设计 会议日程安排

12月5日	北京交通大学机械楼二层多功能	汇报主题	工作单位	其他学术活动
8:00-8:30		签到		
8:30-8:40	会议开始	夏海山 欢迎致辞	北京交通大学建筑与艺术学院 院长	
8:40-8:50	特邀讲座	段进 空间句法在中国的回顾与展望	东南大学建筑规划设计研究院 院长	
8:50-9:20	特邀讲座	Tim Stoner 城市的定义：空间句法的过去、现在和未来	英国空间句法公司 总经理	
9:20-9:35	理论与方法	庄宇 高密度城市：可达性与空间绩效	同济大学	
9:35-9:50	主持人：徐磊青	陆邵明 杜力 钟晨 少数民族传统聚落的空间逻辑	上海交通大学	
9:50-10:05		王浩锋 传统城市形态与中心的演变研究	深圳大学	
10:05-10:20		杨滔 空间协同：基于句法的空间规划框架	北京市建筑设计研究院有限公司	
10:20-10:35		戴晓玲 空间句法线性要素建模方法中的“技术”难题	浙江工业大学	
10:35-10:50		陆毅 3D空间句法分析方法	香港城市大学	
10:50-11:05		讨论		
11:05-11:15		茶歇		
11:15-11:30	城市交通	盛强 夏海山 地铁客流量与站点周边商业潜力的空间句法研究	北京交通大学	
11:30-11:45	主持人：凌晓红	李梦 王彬 贺慧 基于空间句法的城市轨道交通可达性评价	华中科技大学	
11:45-12:00		徐磊青 夏正伟 城市高密度环境中公共空间的可达性分析	同济大学	
12:00-12:15		李娟 万传凤 李超 空间句法在城市轨道交通中的适用性研究	北京交通大学	
12:15-12:30		魏来、苏倍庆 应用空间句法于城市轨道交通站点的分析	AECOM天津公司规划部	
12:30-12:45			讨论	
12:45-14:30		午休		
14:30-14:45	聚落研究与建筑	程明洋 陶伟 符文颖 快速城市化进程中广州城中村传统宗族文化的重构	北京市富达尔城市发展咨询研究院	
14:45-15:00	主持人：陆邵明	周兆前 “功能置换”视角下的文创园区空间构成与功能布局互动研究	东南大学	
15:00-15:15		齐飞 美术馆空间结构案例研究	同济大学	
15:15-15:30		柯纯建 云南某山区乡村公共空间营造手法相关基础研究	东南大学	
15:30-15:45		苑思楠 基于虚拟现实技术的传统村落空间形态与认知研究	天津大学	
15:45-16:00		刘俊环 大规模网络建模方法	哈尔滨工业大学	
16:05-16:20		讨论		
16:20-16:30		茶歇		
16:30-16:35	特邀版块	方飞 版块内容简介	长春规划设计研究院 院长	
16:35-16:50	城市功能与结构	刘志强 基于POI数据的长春市用地功能与空间区位研究	长春市城乡规划设计研究院	
16:50-17:05	主持人：王昊昱	陈文静 城市轨道交通与城市空间效能的联动机制	长春市城乡规划设计研究院	
17:15-17:30		陈曦 多尺度商业中心空间形态规律	长春市城乡规划设计研究院	
17:30-17:45		刘雷 空间句法视角下城市区域中心的业态分布规律研究	长春市城乡规划设计研究院	
17:45-18:00			讨论	
18:00-18:10		大合影		
12月6日	北京交通大学机械楼二层多功能	汇报主题	工作单位	其他学术活动
8:30-8:45	城市活力	褚娇 王岩 不规则城市空间形态中殖民权力的运作方式解析	哈尔滨工业大学	空间句法软件入门 Akkelies van Nes 挪威卑尔根大学 教授
8:45-9:00	主持人：王浩峰	刘星 北京前门地区城市功能空间逻辑变化研究	北京交通大学	
9:00-9:15		张豫鹏 王浩峰 中心区立体空间系统对商业人流的影响	深圳大学	
9:15-9:30		吴泉晓 空间句法在规划各阶段的应用研究	济南市规划局	
9:30-9:45		叶宇 城市设计中活力营造的形态学探究	香港大学	
9:45-10:00		肖扬 城市生长与个人财富	同济大学	
10:00-10:15		讨论		
10:15-10:25		茶歇		
10:25-10:40	居住与公共空间	翟宇佳 基于空间句法理论的城市公园空间组织分析与设计管理应用	同济大学	
10:40-10:55	主持人：戴晓玲	凌晓红和SPR小组 基于空间句法分析的建筑与城市空间形态与结构研究	华南理工大学	
10:55-11:10		潘文特 空间句法在开放式校园设计中的应用	哈工大建筑设计研究院	
11:10-11:25		Akkie 空间句法与犯罪分析	挪威卑尔根大学土木工程学院	
11:25-11:40		讨论		
11:40-13:30		午休		
13:30-13:40	特邀版块	龙瀛 夏海山 版块内容简介	北京规划设计研究院 北京交通大学	
13:40-13:55	数据增强设计	郝新华 人口活动特征与用地功能	清华同衡规划设计研究院	
13:55-14:10	主持人：张纯	姜鹏 面向未来的DAD与智慧城市	国家发展和改革委员会城市中心规划院	
14:10-14:25		龙瀛 街道城市主义与数据增强设计	北京规划设计研究院	
14:25-14:40		茅明睿 人迹地图	北京规划设计研究院	
14:40-14:55		盛强 数据游骑兵：数据增强设计教学案例	北京交通大学	
14:55-15:10		张纯 吕斌 转型期内城传统街坊社区的城市形态演变	北京交通大学建筑与艺术学院	
15:10-15:45		讨论		
15:40-15:45		闭幕式		

中国空间句法学术研讨会（第二届）



由中国城市规划学会和东南大学主办，东南大学建筑学院、东南大学城市规划设计研究院和东南大学城市空间研究所承办的“第二届中国空间句法国际学术研讨会——深化·交融·创新”，拟于2016年11月4-6日在南京召开，现将有关事项通知如下：

- 1. 讨论当前空间句法及其相关技术在中国的理论与实践领域所面临的机遇与挑战；
- 2. 交流全国各地在空间句法及其相关技术的研究和应用经验，探讨有效的理论方法和成功经验；
- 3. 梳理空间句法及其相关技术的重点学术问题，研究组织开展空间句法及其相关技术的学术研究和交流的战略思路。
- 4. 邀请荷兰代尔夫特大学Akkelies van Nes教授组织空间句法软件入门工作坊，为对空间句法研究感兴趣的专业人士和高校师生现场指导。

空间句法研究的代表性华人学者

- 盛强，北京交通大学
- 江斌，瑞典耶夫勒大学
- 段进，东南大学
- 杨滔，北京建筑设计研究院
- 沈尧，伦敦大学学院
- 其他请关注中国空间句法会议



恒隆房地产研讨会 第29期
Hang Lung Real Estate Seminar

A Mathematical Model of Beauty for Sustainable Urban Design
用C.亚历山大的客观美重新审视大数据时代的可持续城市设计

报告人: Bin Jiang, Professor
Faculty of Engineering and Sustainable Development, Division of GIScience, University of Gävle, Sweden

Abstract:
Christopher Alexander, widely known for his classic 'A city is not a tree' in 1965 and his perennially best-selling 1977 book A Pattern Language, spent 30 years in his most ambitious work of all - the four-volume magnum opus, The Nature of Order: An essay on the art of building and the nature of the universe (Alexander 2002-2005). In this masterful book, he addressed the fundamental phenomenon of order, the processes of creating order, and even a new cosmology - new conception of how the physical universe is put together. He argued that the order in nature is essentially the same as that in what we build or make, and underlying order-creating processes of building or making of architecture and design are no less importance than those of physics and biology. He discovered a new kind of beauty that exists in fine structure of space and matter, and subsequently put forward an entirely new way of doing architecture for creating beautiful buildings, streets and cities towards real urban sustainability. The new kind of beauty arises out of wholeness which is defined as a type of global structure or life-giving order emerging from the whole as a field of the centers. Based on this definition, I developed a mathematical model of beauty (Jiang 2015b) that helps address not only why a design is beautiful, but also how much beauty the design is. This presentation will draw my recent studies on geospatial big data, a new definition of fractals (Jiang 2015a), and the mathematical model of beauty in order to discuss sustainable urban design (Jiang 2016).

Biosketch:
Dr. Bin Jiang is Professor in Geoinformatics and Computational Geography at University of Gävle, Sweden. He is also affiliated to Royal Institute of Technology (KTH) at Stockholm via KTH Research School. His research interests center on geospatial analysis and modeling of urban structure and dynamics, e.g., agent-based modeling, scaling hierarchy, and topological analysis applied to street networks, cities, and geospatial big data. Inspired by Christopher Alexander's work, he developed a mathematical model of beauty, which helps address why a design is beautiful, and how much beautiful the design is.

报告时间: 2016年3月22日(周二), 下午1:00-3:00
报告地点: 清华大学建筑学院南116会议室
报告主持人: 清华大学建筑学院龙瀛博士
主办单位: 清华大学恒隆房地产研究中心

清华大学 Tsinghua University
恒隆房地产研究中心
Hang Lung Center for Real Estate
Tsinghua University

二、空间句法与城市大数据

为什么要用空间句法

尺度/维度	区域/城市/片区/ 乡镇街道办事处	街区/地块	街区/地块内部	街道	街道内部
开发：遥感解译的土地利用、用地现状图（规划）、土地利用图（国土）	城镇用地面积、建设强度、生态安全格局、适宜开发土地 [城市扩张速度、城市扩张规模]	开发年代、是否适宜开发	肌理变化	角度变化	
形态：分等级路网、道路交叉口、建筑物、土地出让/规划许可、街景	基于道路交叉口的城乡判断、建筑面积、路网密度、交叉口密度、开放空间比例 [再开发比例、扩张比例]	尺度、紧凑度、基于建筑的城市形态类型、建筑密度、容积率、是否为开放空间、开放空间类型、可达性 [再开发与否、扩张与否]	是否有小路、建筑分布规律、是否有内部围墙 [历史道路构成]	长度、区位、直线率、建筑贴线率、界面密度、橱窗比、宽高比、可达性、铺装、建筑色彩 [历史上是否存在]	建筑分布特征
功能：兴趣点、用地现状图（规划）、土地利用图（国土）、街景	各种功能总量及比例、（城镇建设用地内）各种公共服务覆盖率/服务水平、职住平衡水平、产业结构/优势/潜力	用地性质、（各种）功能密度、功能多样性、主导功能、第二功能、各种公共服务设施可达性、市井生活相关的功能密度	（各种）功能分布特征（单面、双面、三面还是四面）、内部功能相比总功能（内部+临街）占比、界面连续度	（各种）功能密度、功能多样性、主导功能、第二功能、各种公共服务设施可达性、市井生活相关的功能密度、步行指数（walk score）、绿化、等级	（各种）功能分布特征（交叉口附近还是中间）
活动：普查人口、企业、手机、微博、点评、签到、公交卡、位置照片、百度热力图、高分辨率航拍图	总体分布特征、（城镇建设用地内）各等级活动所占面积比例、人口/就业密度体现的多中心性、联系所反映的多中心性、平均通勤时间/距离、各种出行方式比例	（不同时段）活动密度、微博密度、点评密度、签到密度、与之产生联系的地块、人口密度、就业密度、热点时段、通勤时间/距离	活动分布特征（内部还是边缘）、内部联系特征	（不同时段）活动密度、与之产生联系的街道、点评密度、热点时段、（各类型）交通流量、选择度与整合度、限速	活动分布特征（交叉口附近还是中间）
活力：街景、点评、手机、位置照片、微博和房价等	平均心情、整体意象、整体活力、幸福感	平均心情、平均消费价格、好评率、意象、市井活力、平均房价、居住隔离程度		平均消费价格、好评率、设计品质、风貌特色、活力、意象、平均房价	

- 形态→功能/活动/活力等
- 形态大数据？
 - NO!
 - 功能、活动和活力大数据



有了空间句法还需要大数据么？

- **Inferred/estimated vs Observed**
- **验证句法理论、空间句法理论的转变？、空间句法应用模式的转变**

来自空间句法某位开发者的回答：

- 空间句法有优势来评价空间设计的效应
- 核心是空间互动，理论框架能用来做大数据时代的形态分析
- 数据越多越复杂，一个只需要等20分钟就能得到得到结果在咨询和实践领域意义巨大

三、轴线分析与线段分析

此处跳转至盛强老师的课件（此处表示巨大的感谢！）





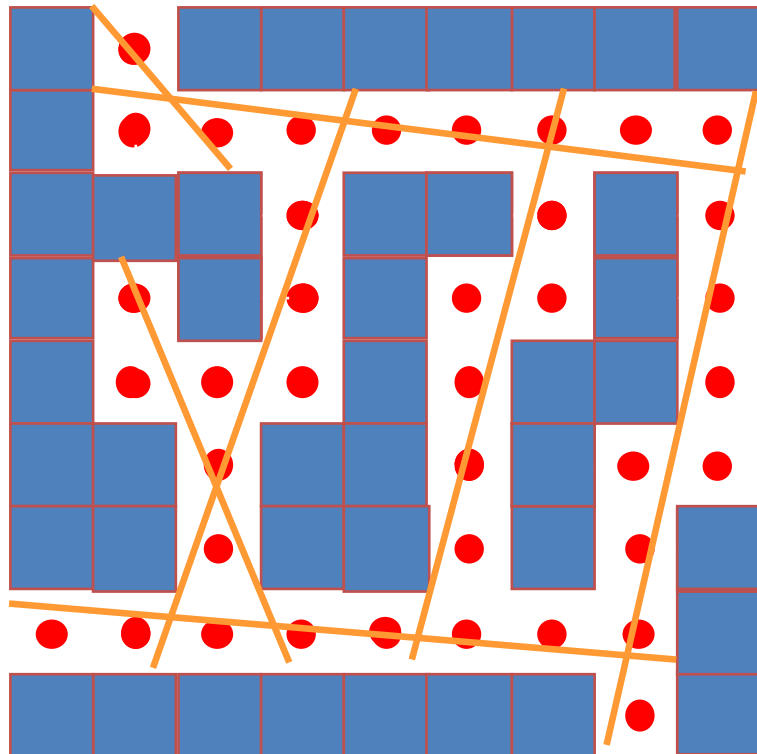
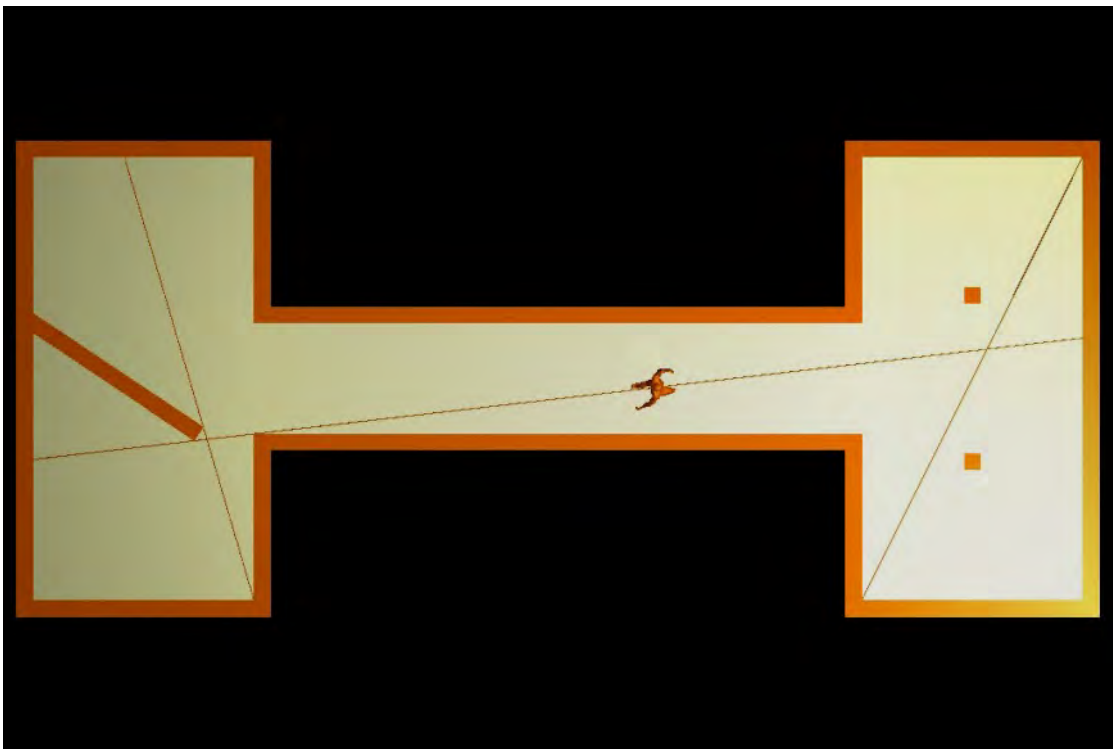
轴线分析

轴线地图画法
整合度算法及其意义
轴线分析实例



什么是轴线图？

建筑  公共空间界面 



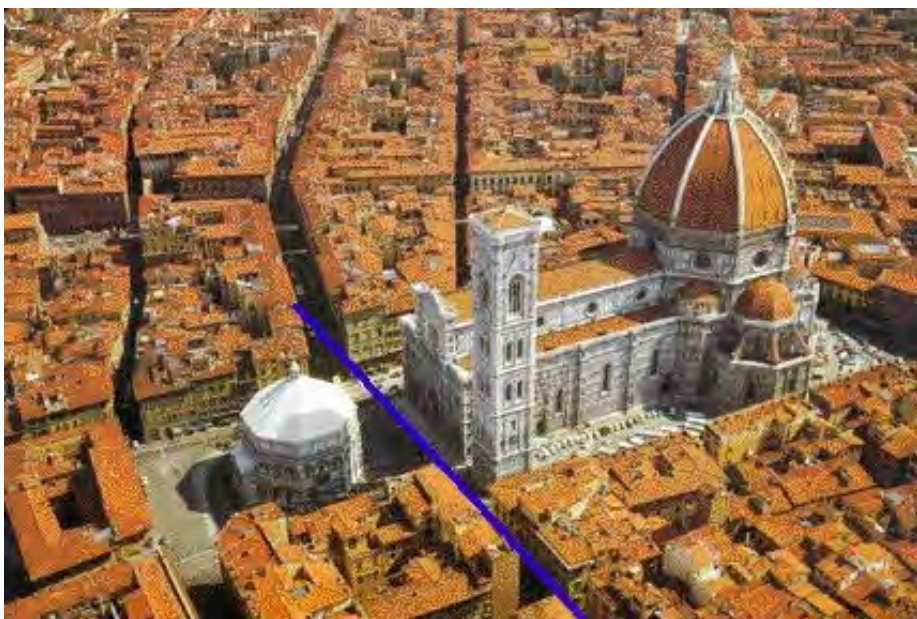
轴线图 (axial map) 的数学定义：串联一个空间系统全部空间单元的**最长且最少**数量的轴线相互连接图。

行为含义：以运动和视知觉认知一个空间拓扑结构的路径集合。

评价：轴线图及轴线分析是空间句法在城市空间分析中最重要最基本的工具，尽管目前更多的使用线段分析模式来分析轴线地图，但作为一种最接近反应抽象拓扑关系的算法，它仍有重要的理论意义和继续开发潜力。



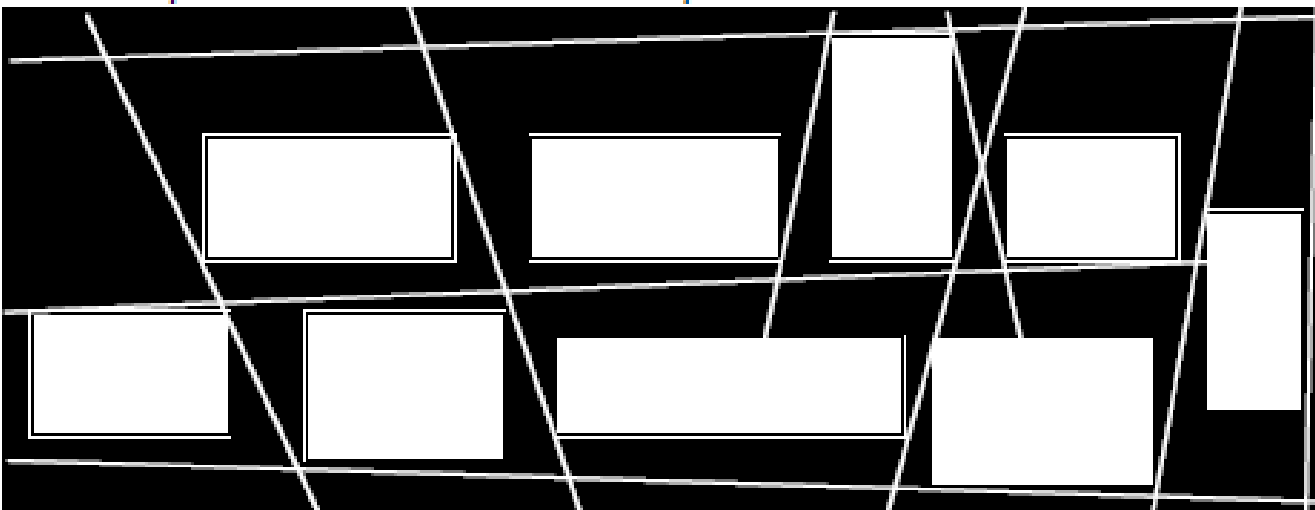
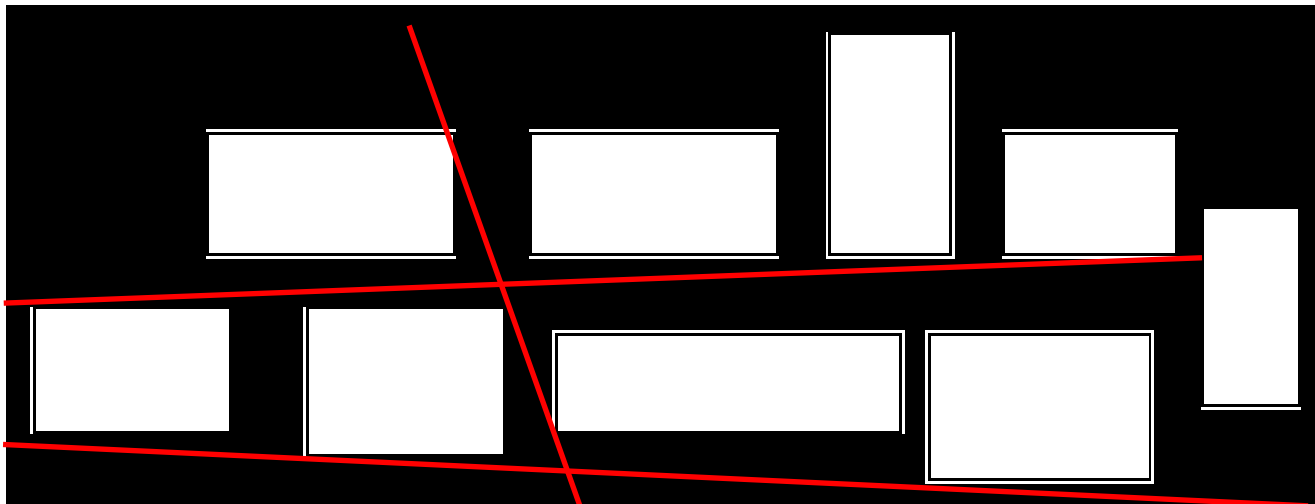
如何绘制轴线地图 (Axial map)





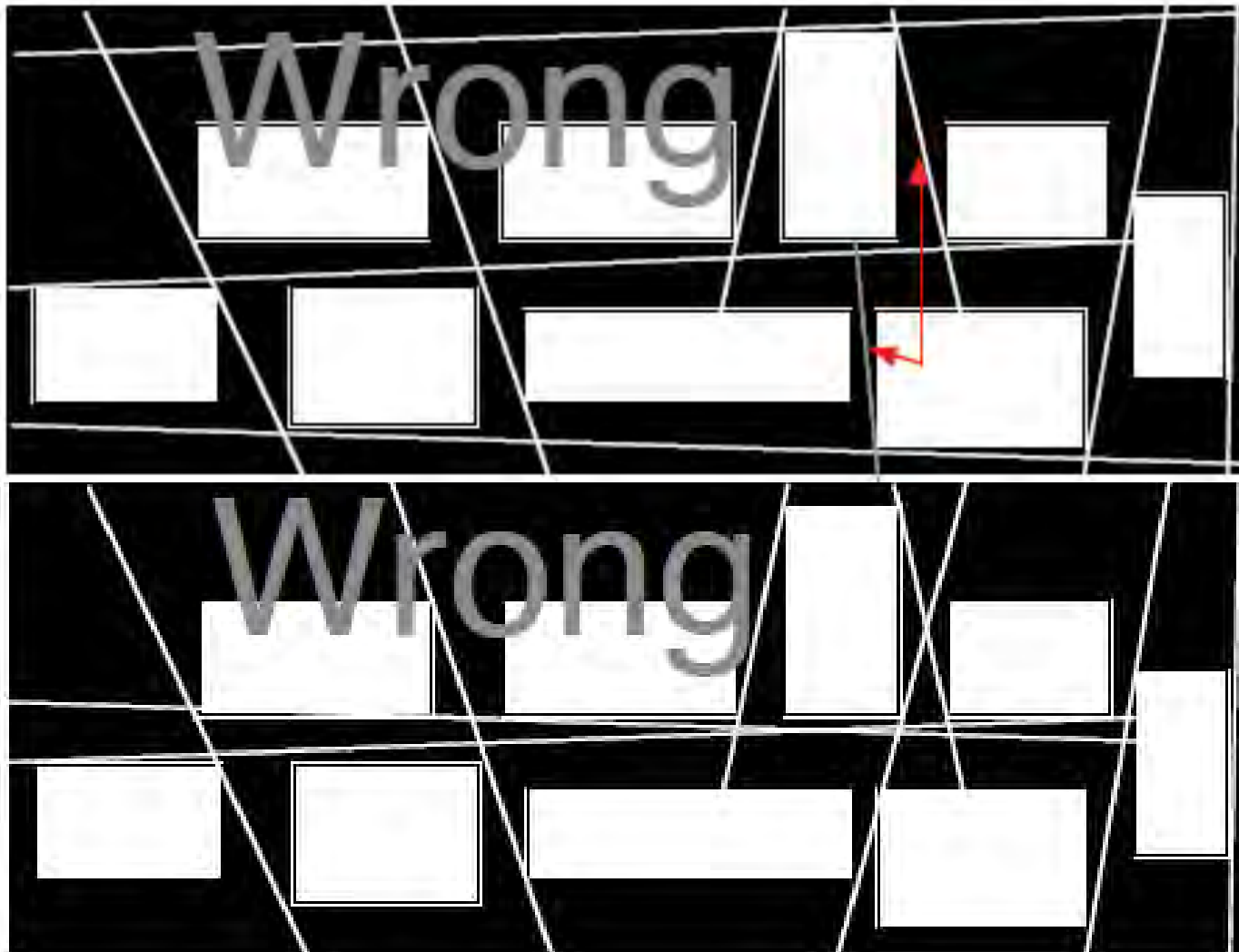
如何绘制轴线地图 (Axial map)

- 1, 第一步先画所需分析空间中最长的线。
- 2, 添加其他线时, 确定每次均是在该空间中最长的线。如有对手中的地图有疑惑, 可以采用现场核实的方式。



如何绘制轴线地图 (Axial map)

违背最少线数量原则的例子…… 力求平均深度最小化





如何绘制轴线地图 (Axial map)

为确保线段之间的相交，建议在交点处画一点出头……



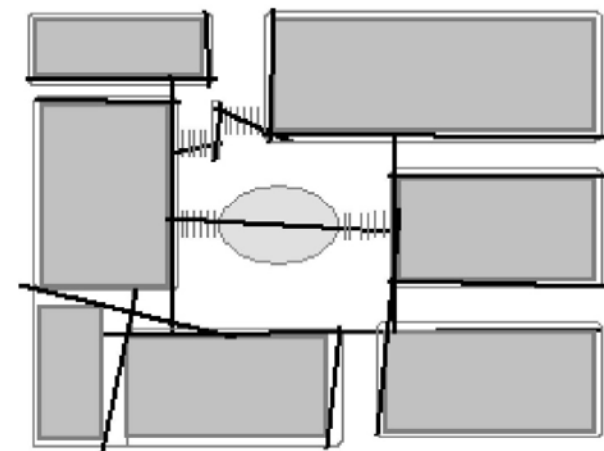
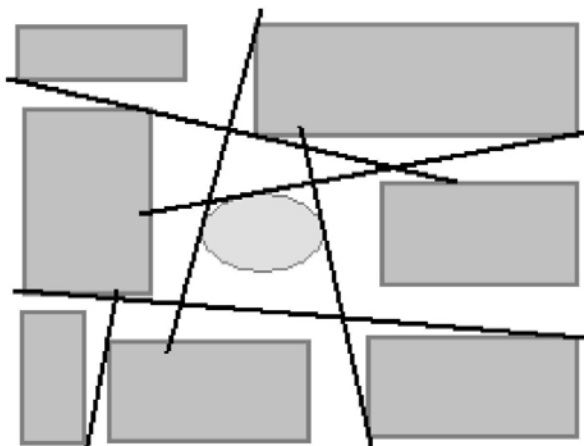
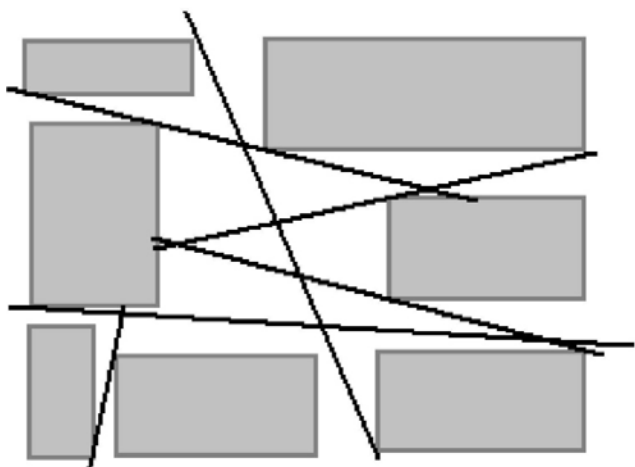


如何绘制轴线地图 (Axial map)

如何画轴线地图取决于分析的目的!

轴线图并不总是基于视线来绘制, 而是基于在地图上能够绘制的最长的直线。

如果针对你分析的对象表面上连续的空间并不可达, 则不需要连接。



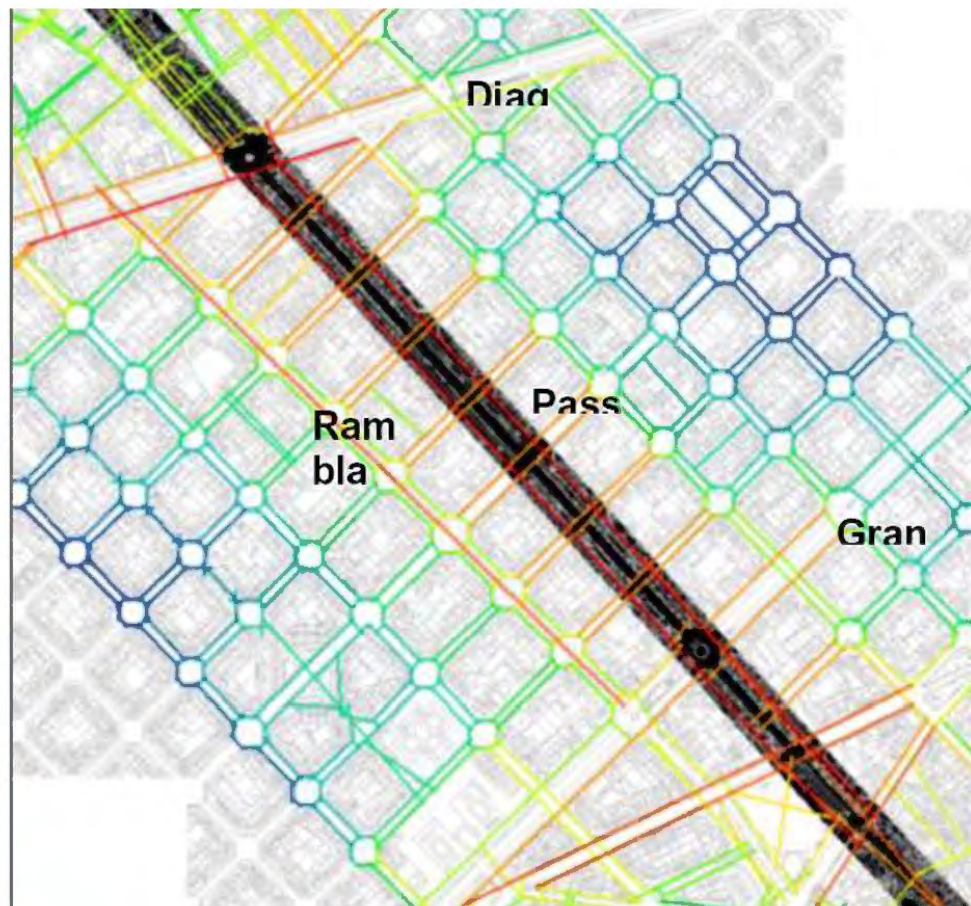
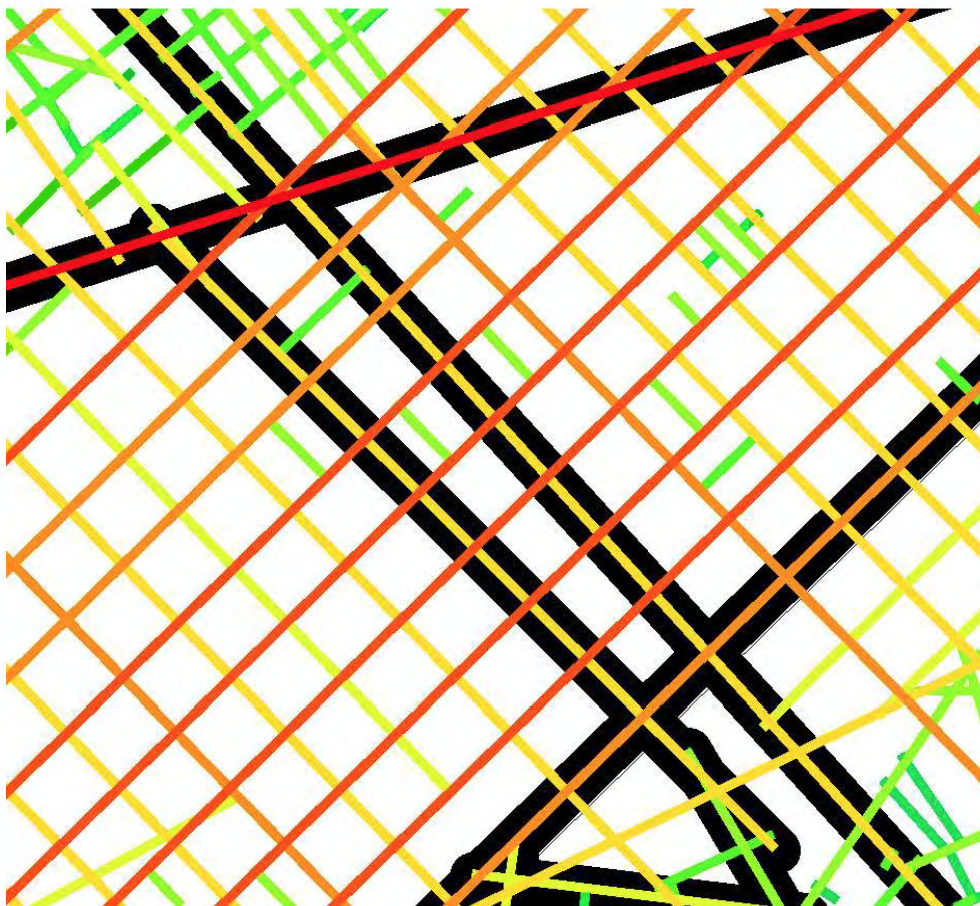


如何绘制轴线地图 (Axial map)

如何画轴线地图取决于分析的目的!

通常我们也经常把分析车行空间和人行空间分别绘制成不同的轴线图。

巴塞罗纳市的两种轴线图分析

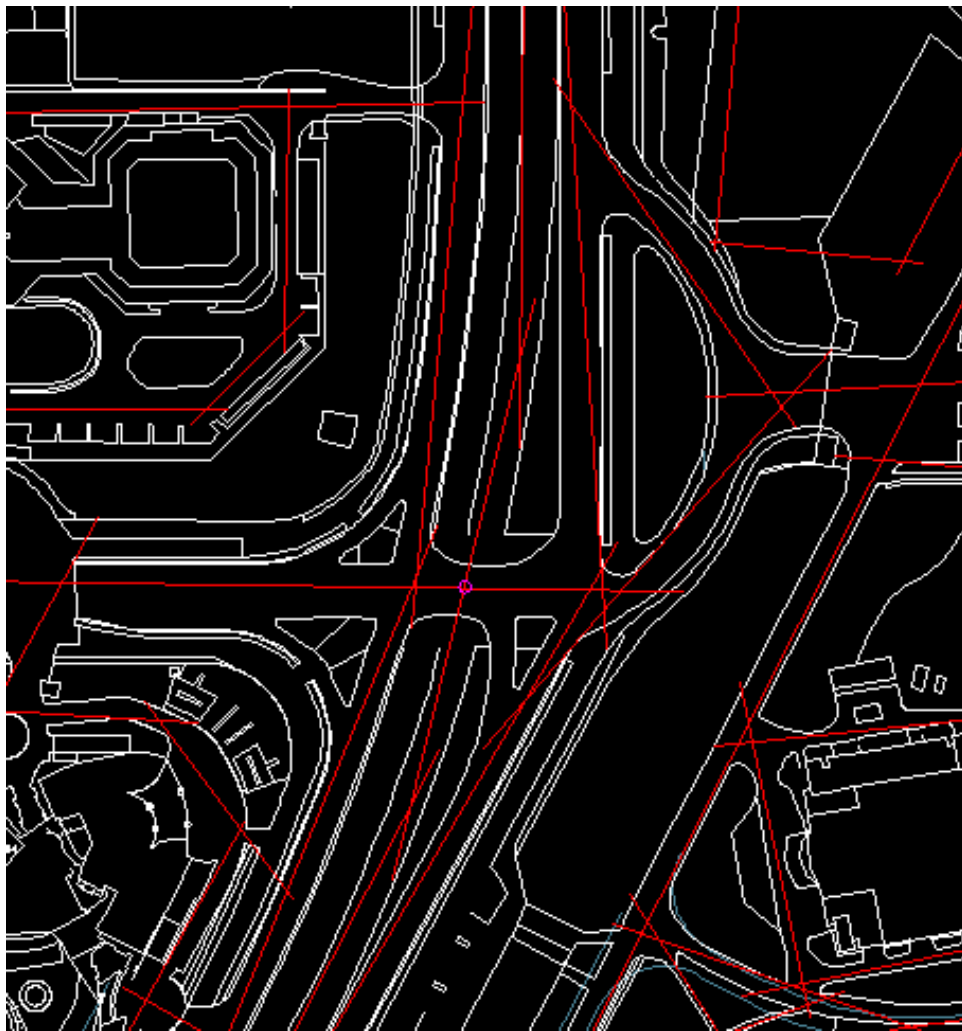




如何绘制轴线地图 (Axial map)

当处理复杂的交通系统时:

可以适当进行简化,但这种简化处理的方式在一张轴线地图中要统一。



如何绘制轴线地图 (Axial map)

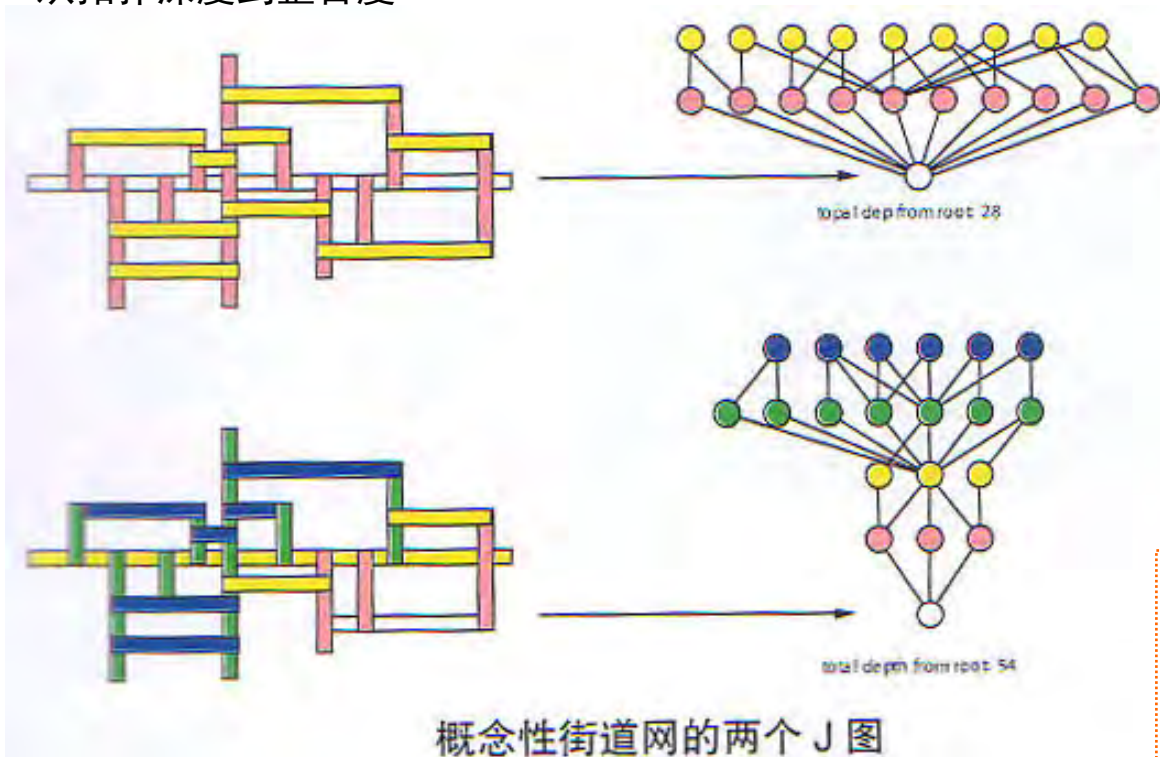
当处理公园等开放系统时：

描绘铺装的道路或人群经常使用的小径，然后将入口与外部街道直接连接





从拓扑深度到整合度



$$\text{平均深度MD} = (1 \times 10 + 2 \times 9) / (20 - 1) = 1.47$$

$$\text{整合度 Integration value} = 4.28$$

$$\text{平均深度MD} = (1 \times 3 + 2 \times 3 + 3 \times 7 + 4 \times 6) / (20 - 1) = 2.84$$

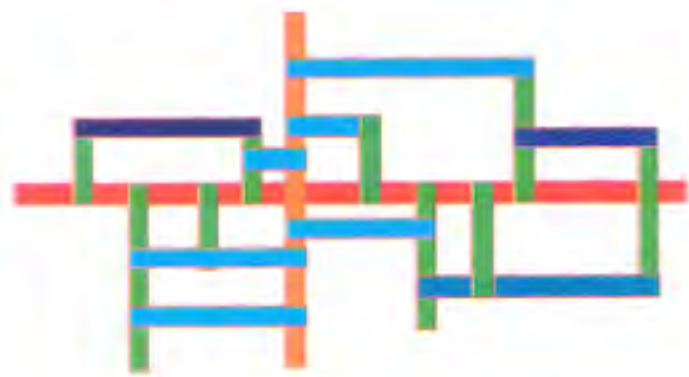
$$\text{整合度 Integration value} = 1.10$$

! 为了消除街道数量的影响，真实的把握形态

$$\text{不对称值RA} = 2(MD - 1) / (n - 2)$$

$$\text{相对不对称值RRA} = RA / Dn$$

$$\text{整合度} = 1 / RRA$$



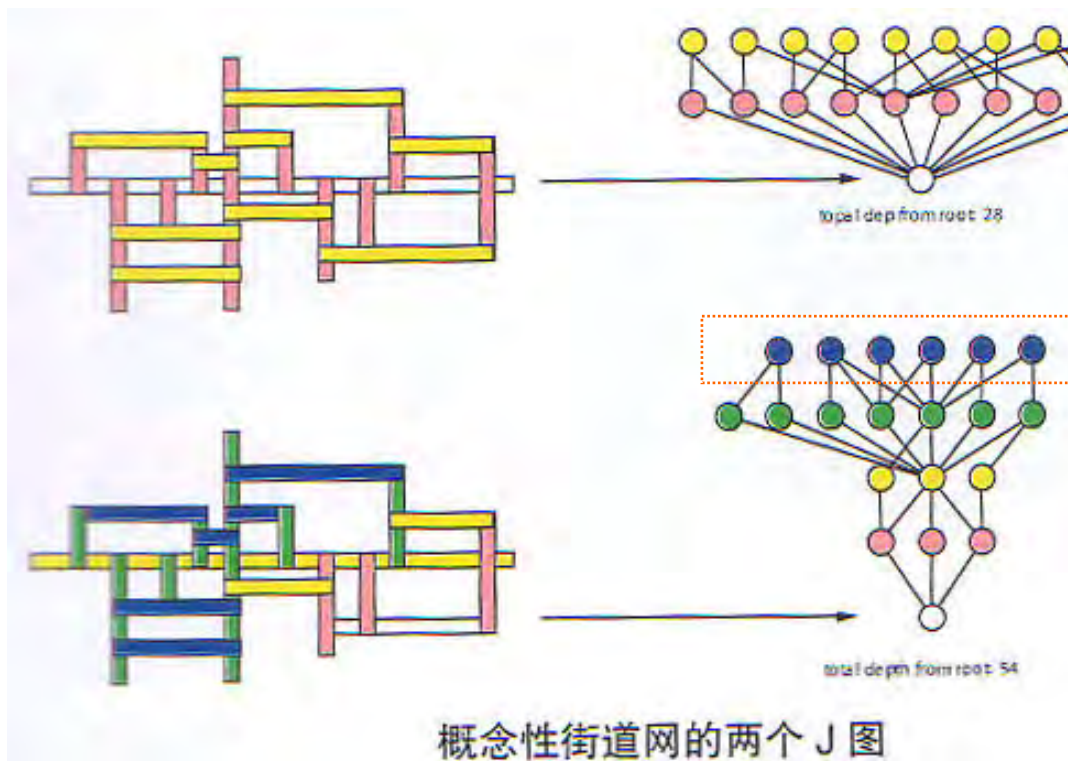
概念性街道网整合度上色图

上图中例举了分别从两条线为起点计算的整合度值，事实上，Depthmap会对**每条线**进行该计算，根据整合度数值的大小附以不同的颜色（红到蓝，见右侧图）。红色线整合度较高，平均深度较浅，在整个系统中的拓扑连接性较好。



全局整合度（半径为n）与局域整合度（以R=3为例）的区别

全局整合度与局域整合度的差别为：前者计算每条线到其他所有线的拓扑深度，而后者仅仅计算与每条线距离3个拓扑距离的线的平均深度。传统的空间句法研究认为，全局整合度可以反应出全城的商业中心；局域整合度可以避免边界作用的影响，可以反应出商业次中心。



$$\text{平均深度MD} = (1 \times 10 + 2 \times 9) / (20 - 1) \\ = 1.47$$

$$\text{整合度 Integration value} = 4.28$$

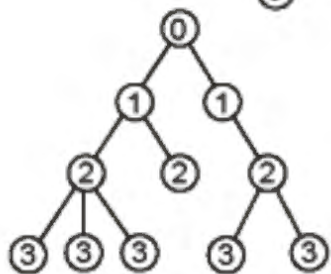
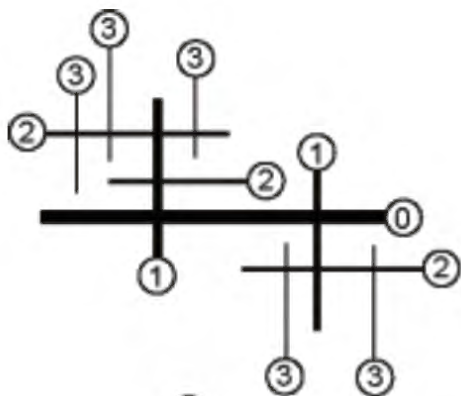
由于这条街与其他街连接均在3步以内，故其深度与全局整合度的计算方式无差别。

$$\text{平均深度MD} = (1 \times 3 + 2 \times 3 + 3 \times 7) / (14 - 1) \\ = 2.31$$

$$\text{整合度 Integration R3} = 1.22$$

由于这条街比较偏僻，如图所示，在3步以外的点被舍弃不算。

全局整合度与局域整合度



$$\text{Average depth} = (0+1+1+2+2+2+3+3+3+3+3) / (11-1) \\ = 2.3$$



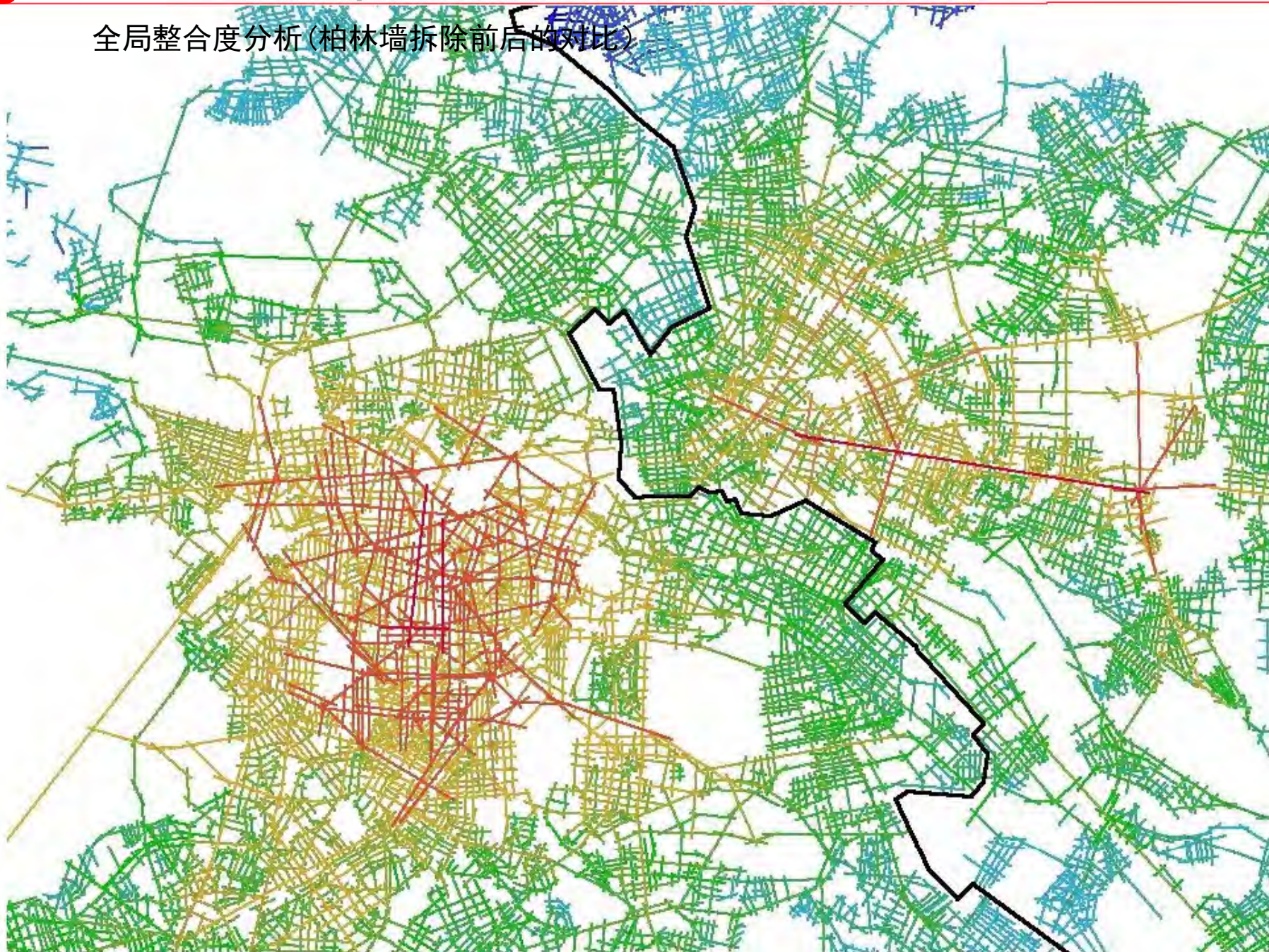


全局整合度分析(柏林墙拆除前后的对比)



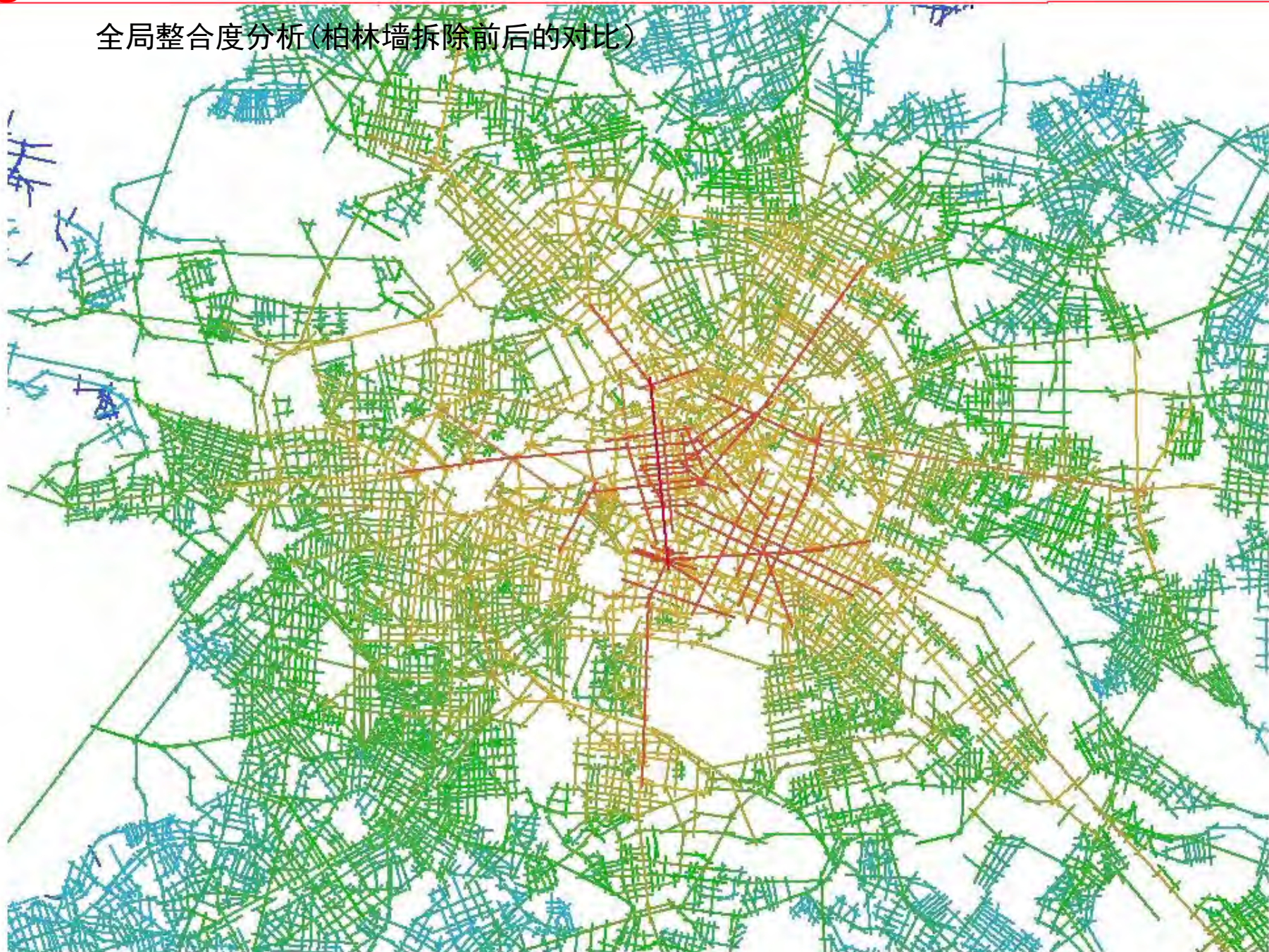


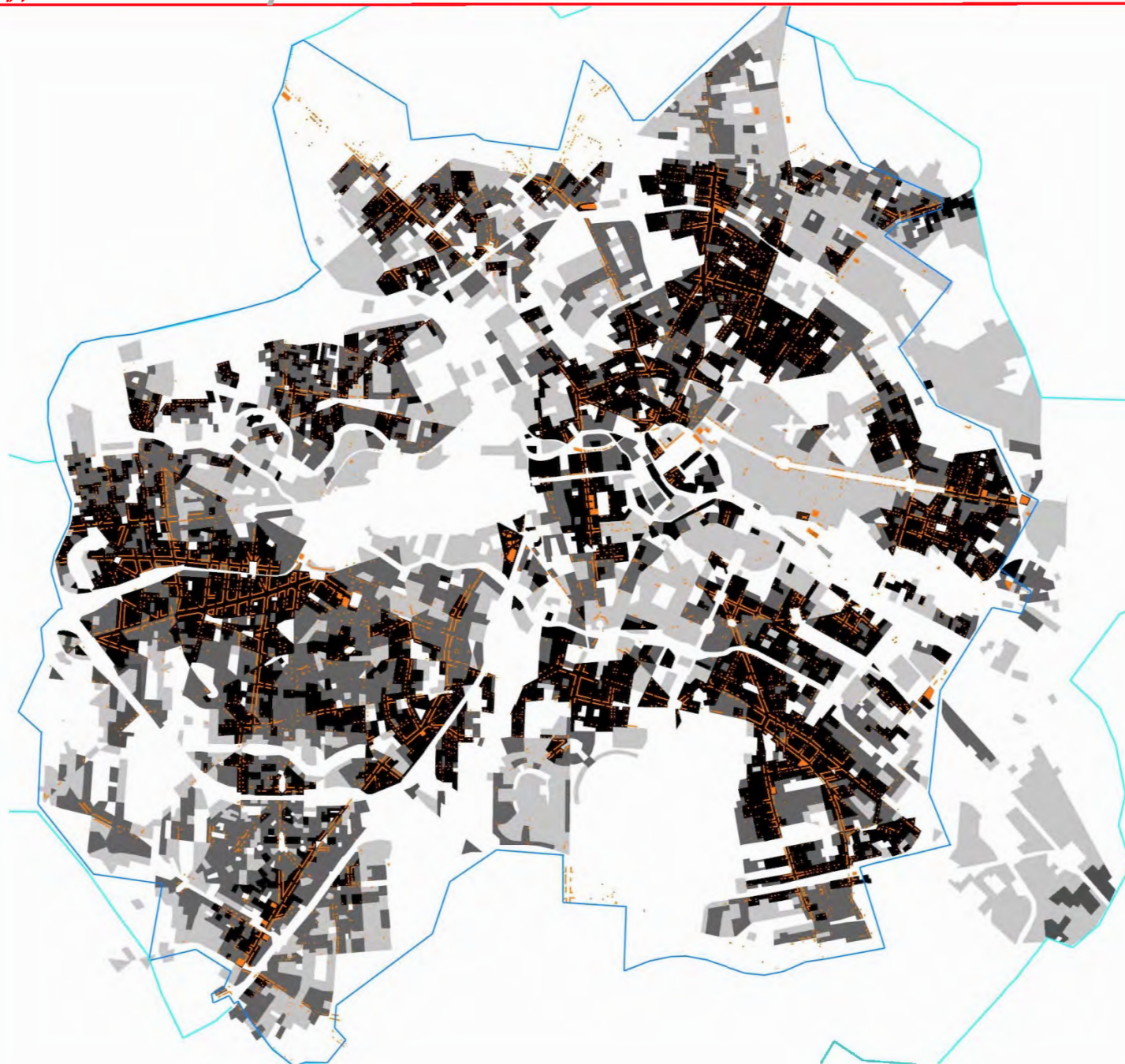
全局整合度分析(柏林墙拆除前后的对比)





全局整合度分析(柏林墙拆除前后的对比)





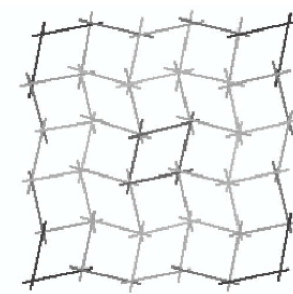
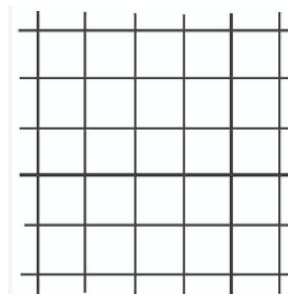
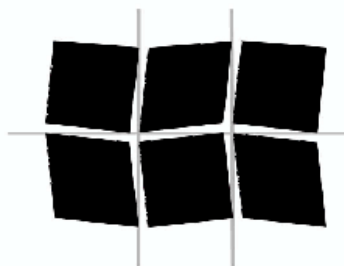
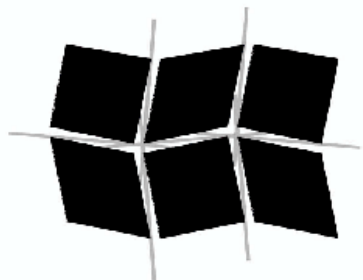
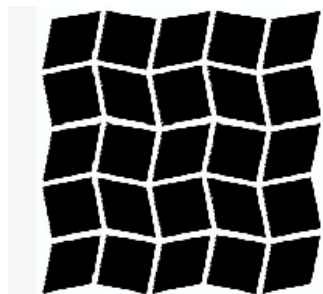


线段分析

对轴线分析的质疑
线段分析的算法及操作
标准化角度选择度算法



对轴线分析中拓扑算法的质疑



Calo Ratti (2005), Suggestions for developments in space syntax

Integration value = 3.134

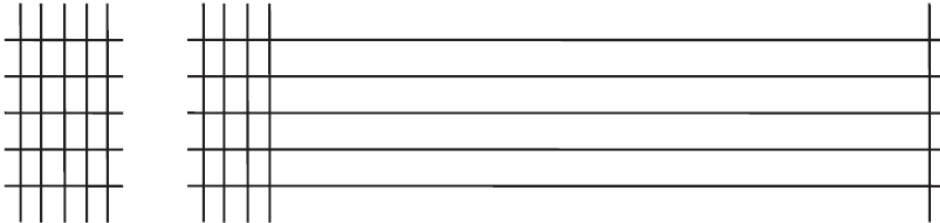
Integration value = 1.930 (central)
0.919 (corner)

绘制轴线地图中不可避免的主观性因素，直接导致了Angular analysis, Segment analysis, 及日后Depthmap的产生。



对轴线分析中拓扑算法的质疑

1, 轴线分析算法忽略了距离因素

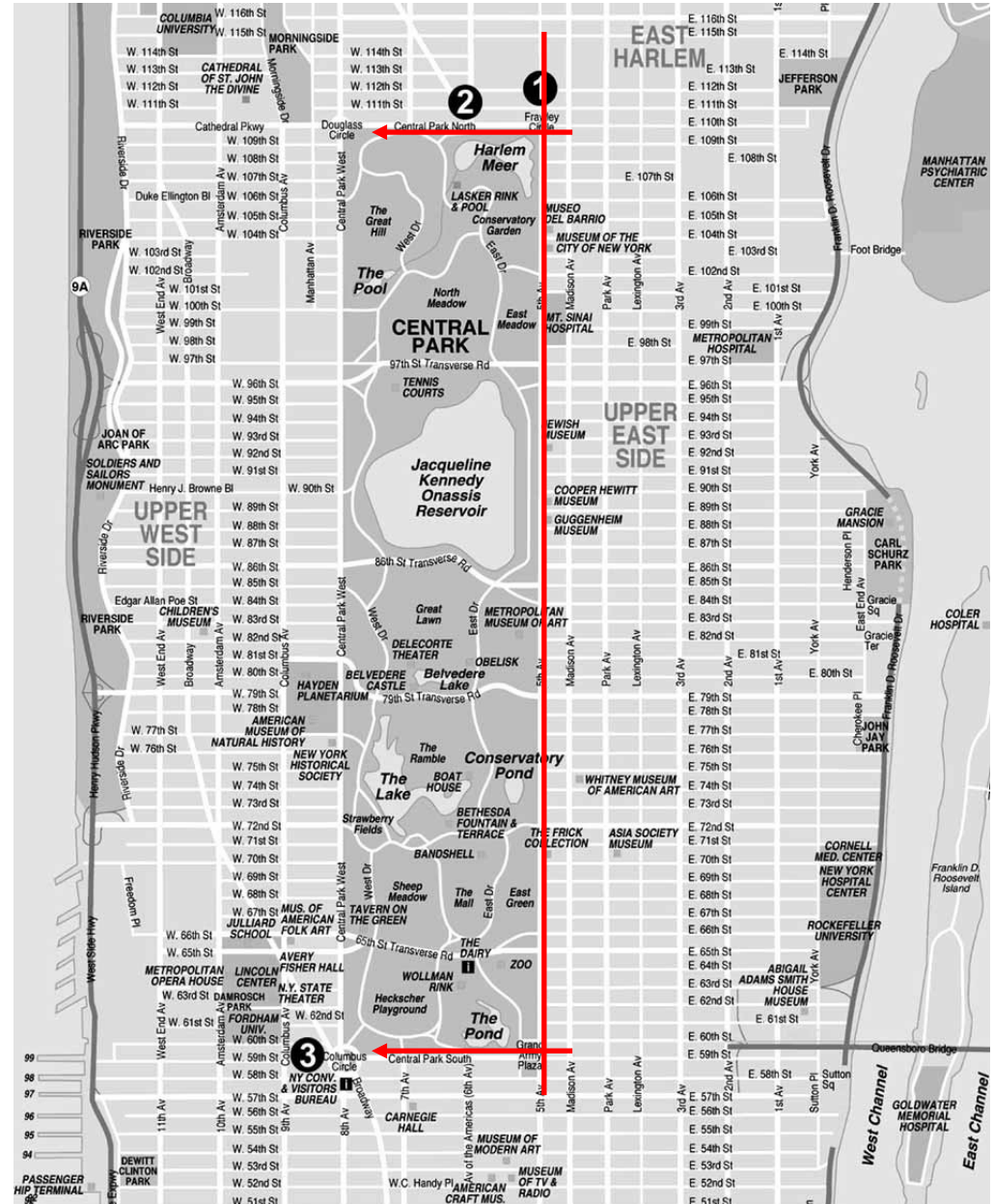


(a)

(b)

同样是五条街道的街区，b中引入的大街区没有改变该轴线地图的拓扑形态，却大幅度改变了该地区的真实地理空间。

An axial map representation five-by-five street portion of New York City (a) has been deformed by inserting a large unbuilt area between two streets (b). Topology is unchanged, but geometry is radically different.





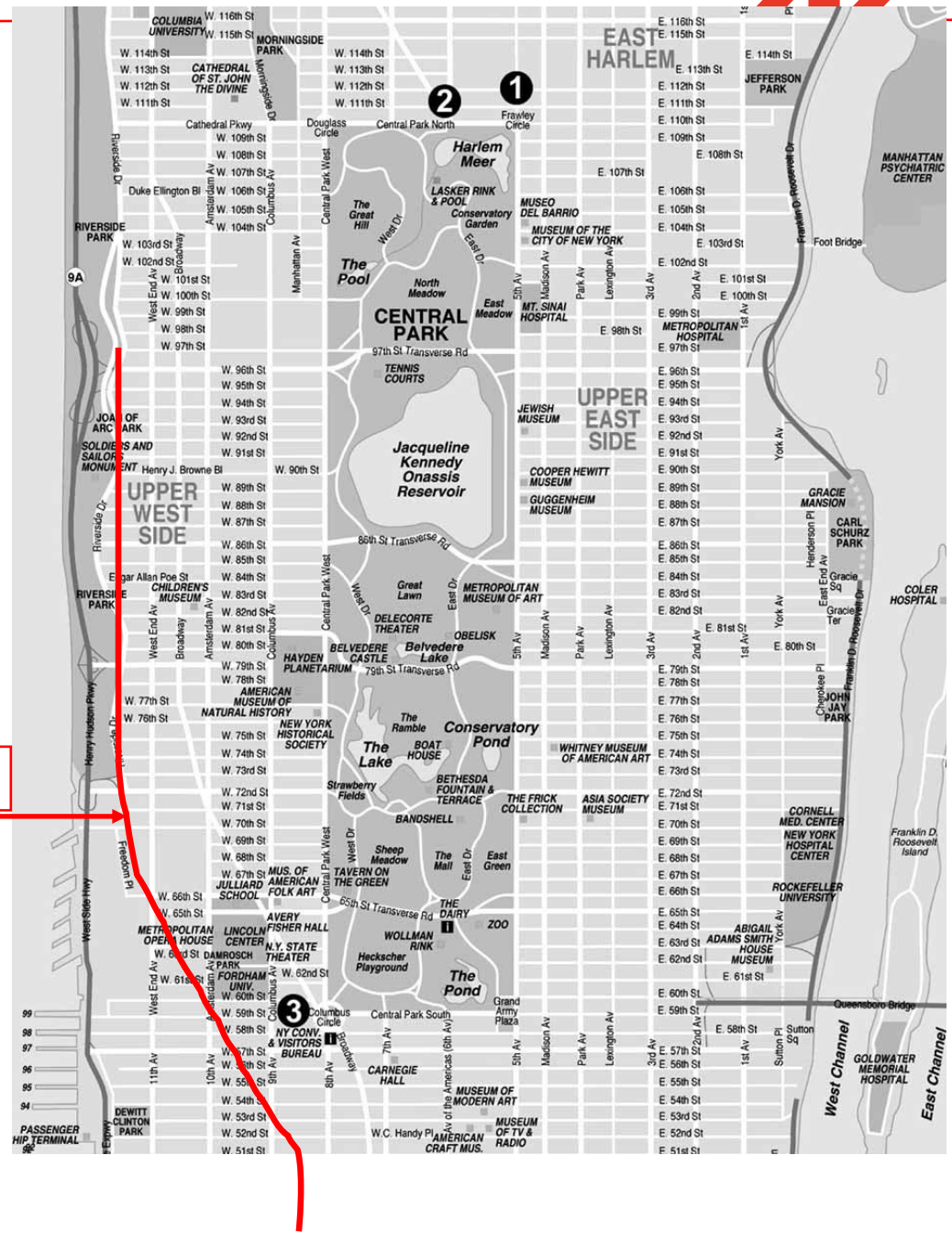
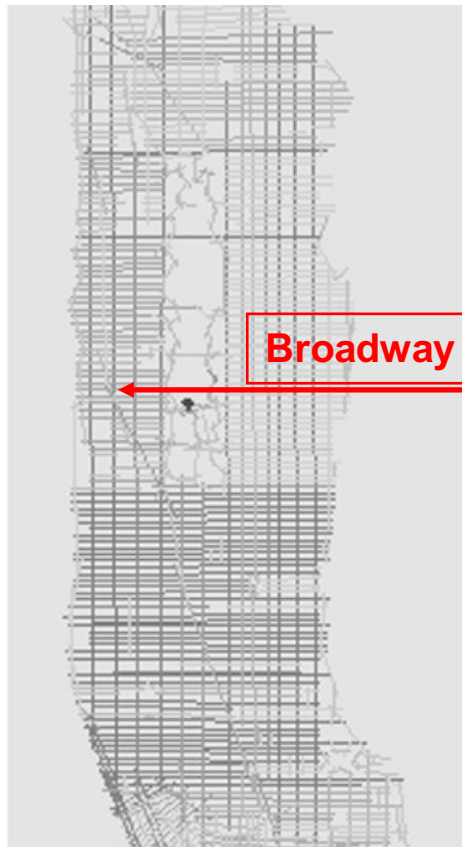
对轴线分析中拓扑算法的质疑

2, 轴线分析算法过于强调了长直线的作用



Figure 2: Three representations of the same curved path

甚至画图习惯不同也会导致分析结果的较大差异.....



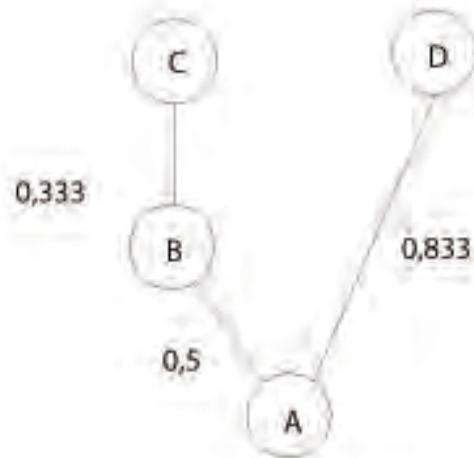
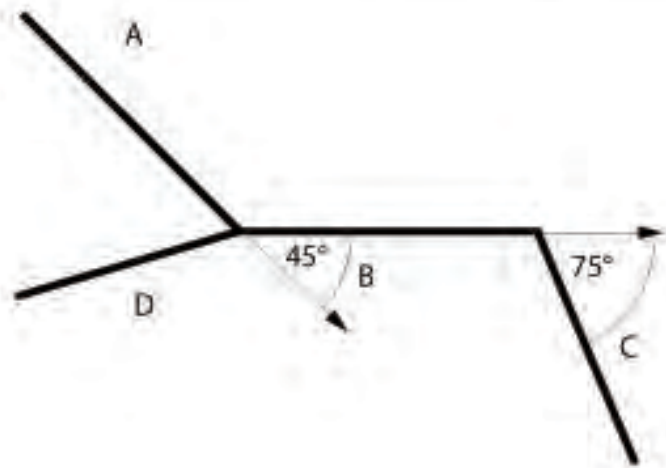
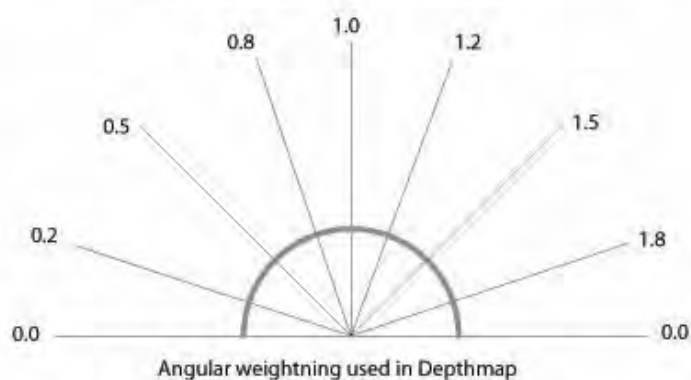
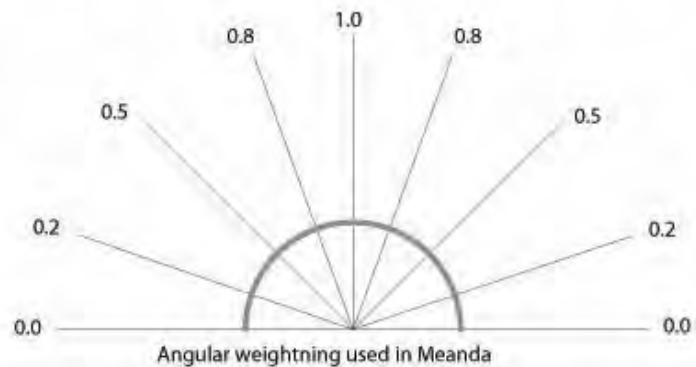
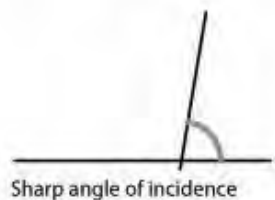
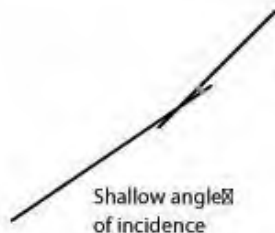


线段分析的解决方案

1, 分析方式的多元化

原有的基于Axial map的拓扑步数均为整数，而角度的引入使拓扑步数可以为小数。增加了与实际街道空间体验的吻合程度，特别是对于微曲的街道空间。

注意：在线段分析中一个线段的角度平均深度（Angular mean depth）是该线段在最小综合转角的选路规则下到其他所有线段路径的转角之和除以该地图中所有交角之和的商（而非除以总的线段数量）。



线段分析的解决方案

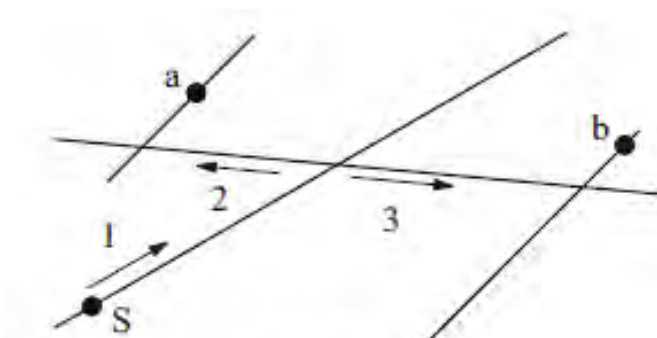
1, 分析方式的多元化

线段分析提供了下述三种分析模式，可以综合分析街道网络的拓扑、角度和距离的几何结构，这些分析模式的差异在于对“最短路径”的数学定义不同。分别列出如下：

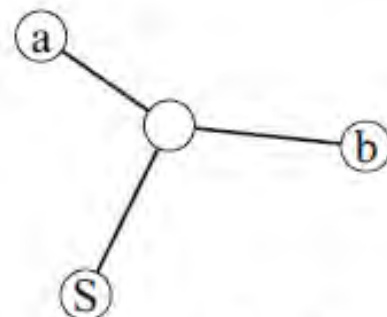
拓扑模式 (Topological) 最短路径为两线段间折转次数最少的路径，或者说是经过其他线段数最少的路径。这意味着在线段分析中的拓扑分析模式等效于轴线分析，只不过有更多的计算半径选择（关于半径见后文）。

角度模式 (Angular) 最短路径为两线段间综合折转角度最小的路径。**这是在线段分析中最常用的分析模式！**

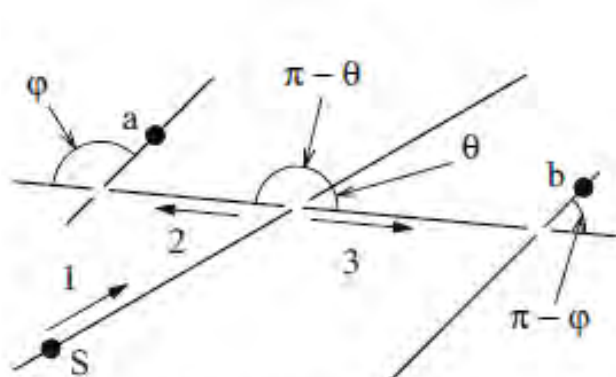
距离模式 (Metric) 最短路径为两线段间距离最短的路径。这是在线段分析中比较有争议的分析模式。



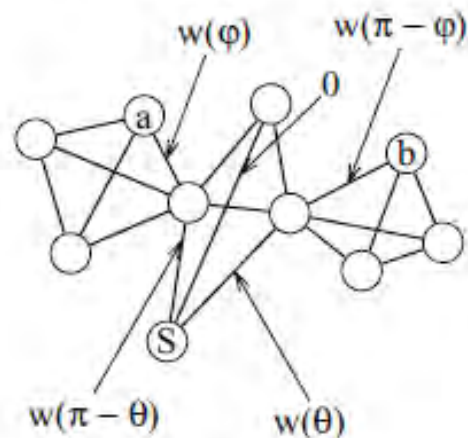
(a) line model



(b) graph of (a)



(c) segment model



(d) graph of (c)



Strong correlation



Land use/Shortest path



No such correlation



线段分析的解决方案

2, 分析半径的多元化

除分析模式外，线段分析还提供了三种分析半径，仅有在选定半径范围内的线段才参与计算。这三种半径分别为：线段步数 (Segment step)、角度 (Angular) 和距离 (Metric)。下文将通过图来分别展示三种半径的差别。

拓扑半径 (Segment step R=3)





线段分析的解决方案

2, 分析半径的多元化

不难理解，在相同半径数值下，角度半径所涵盖的范围总是大于等于拓扑半径。

角度半径 (Angular Radius $R=3$)



线段分析的解决方案

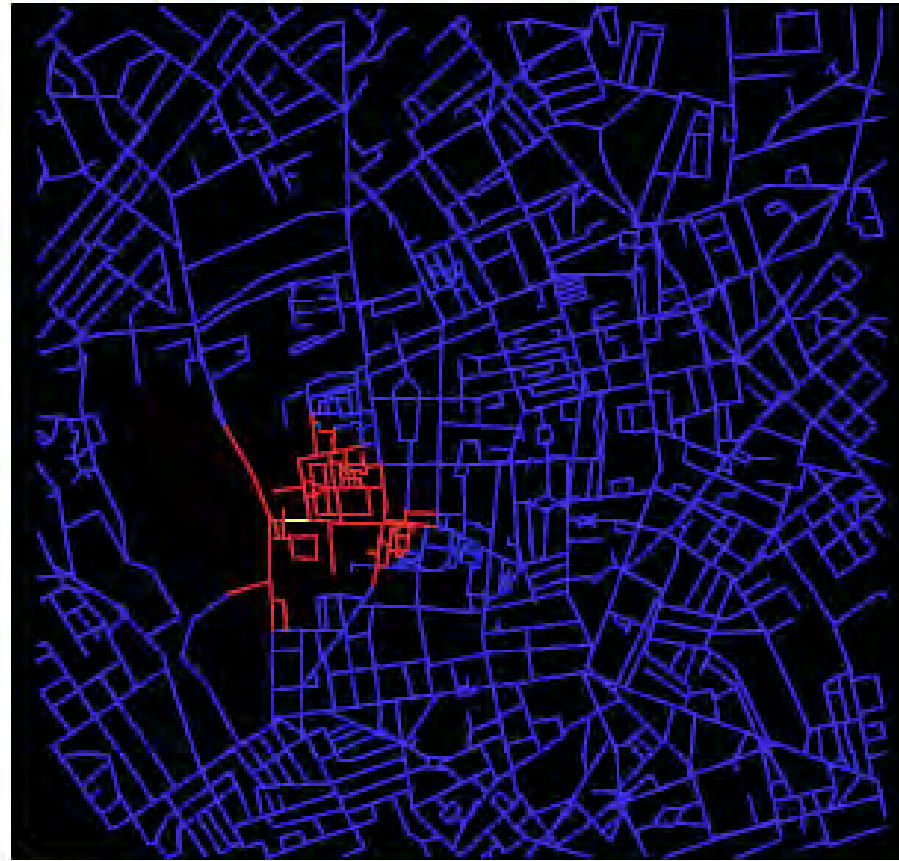
2, 分析半径的多元化

注意: 1, AutoCAD中线段的尺度和Depthmap中的尺度是对应的, 所以在将DXF格式文件导入Depthmap前需要确认比例正确。

2, 特定线段是否落入所选距离半径内的计算点在该线段的中点。

距离半径 (Metric Radius R=300m)

距离半径是在线段分析中最常用的半径设定!










线段分析的意义

线段分析与轴线分析作用相似，但却可以实现对运动和空间层级更精确的分析方式。

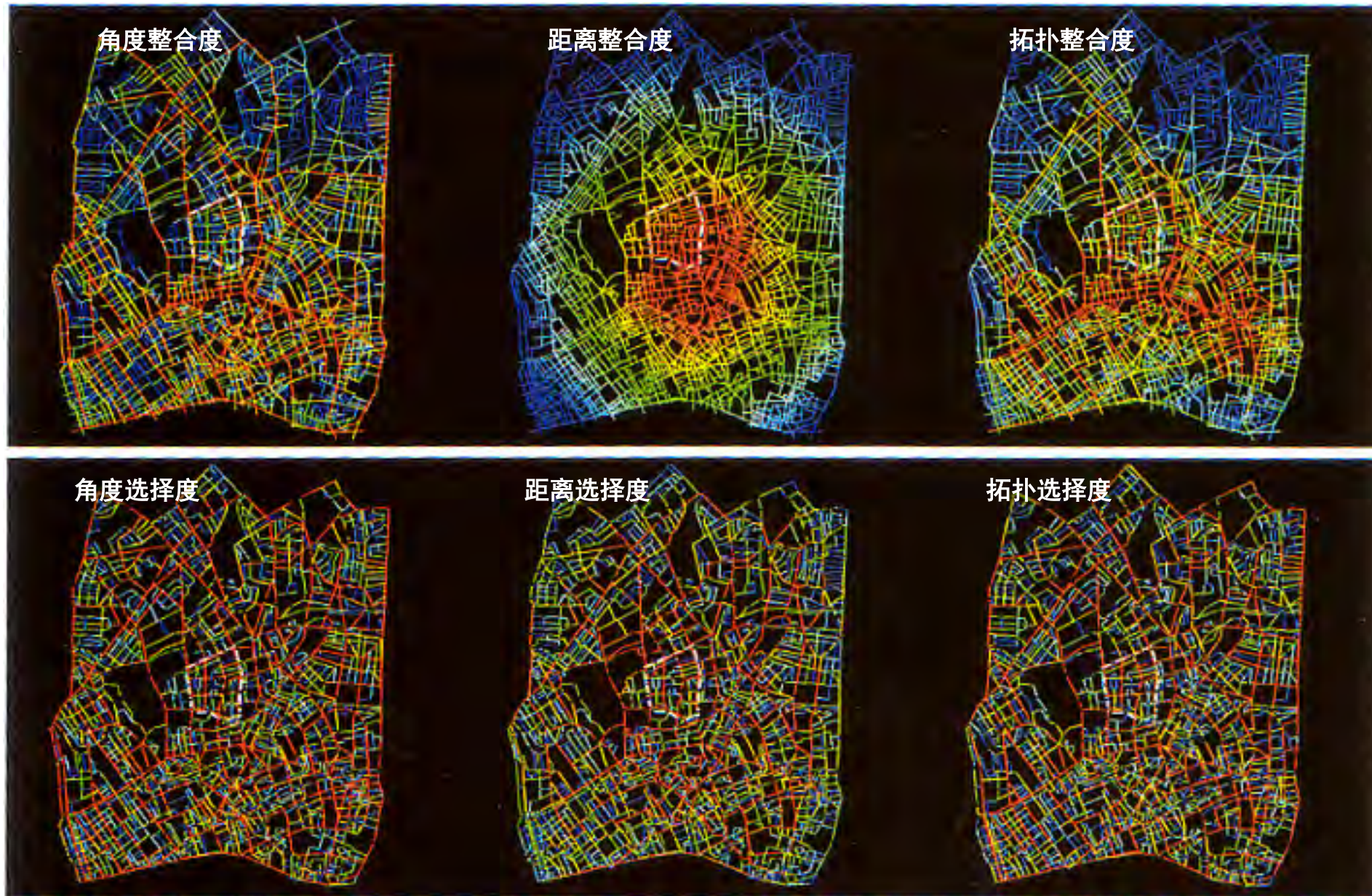
目前的分析方式集中在以下两种：在特定**距离半径下的角度分析**与特定**距离半径下的距离分析**。

		Analysis type			
		Angular	Segment	Topological	Metric
Radius type	Angular				
	Segment				
	Topological				
	Metric				



不同分析模式下整合度和选择度分析的对比

1, 角度选择度与距离选择度的区别; 2, 整合度与选择度的区别。





1, 角度选择度与距离选择度的差异?

从简单的问题开始: **为什么我们很少能真正选择近路?**

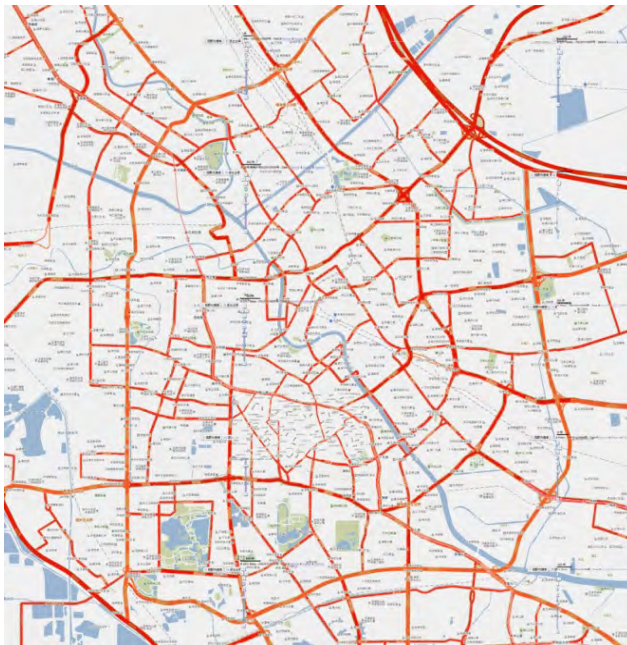
与半径3公里的角度选择度相比, 距离选择度突出了更多的“近路”, 而前者似乎更接近真实的道路等级结构。事实上, 很少有人具备“上帝”的视角来认知我们的城市空间, 刻意的选择在距离上更近的路线。相反, 长而直的街道往往有更强的方向感, 往往被尺度也更宽, 习惯上更容易被人选择。





不同距离半径的角度选择度

不同距离半径的角度选择度计算结果体现了路网的等级结构，大半径的分析往往体现出区域高速路等高等级交通路网。



1公里半径角度选择度



3公里半径角度选择度



10公里半径角度选择度





2, 整合度与选择度的区别?

首先, 从算法的直接差别来看:

■在线段分析模式下, 整合度是指每个街道段在特定半径内到其他街道区段的“距离”(常用的, 转角之和最小), 即描述了该街道段的**中心性**。

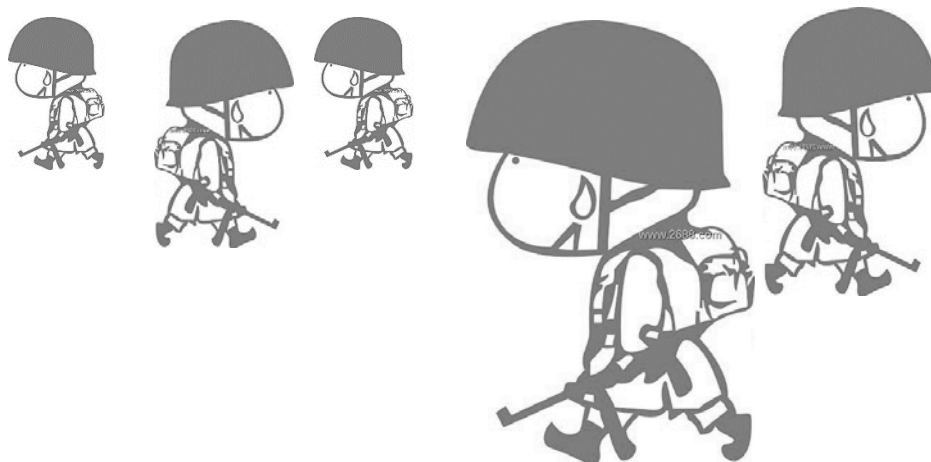
■在线段分析模式下, 选择度描述的是每个街道段在特定分析半径内被其他任意两个街道段之间最“短”路径穿过的次数, 即它描述了该街道段的**被穿过性**。

其次, 从算法隐含的空间行为来看:

■每个街道段都是中心, 只不过它们辐射和控制的范围不同, 因此整合度反映了该街道段作为**运动目的地**的潜力。

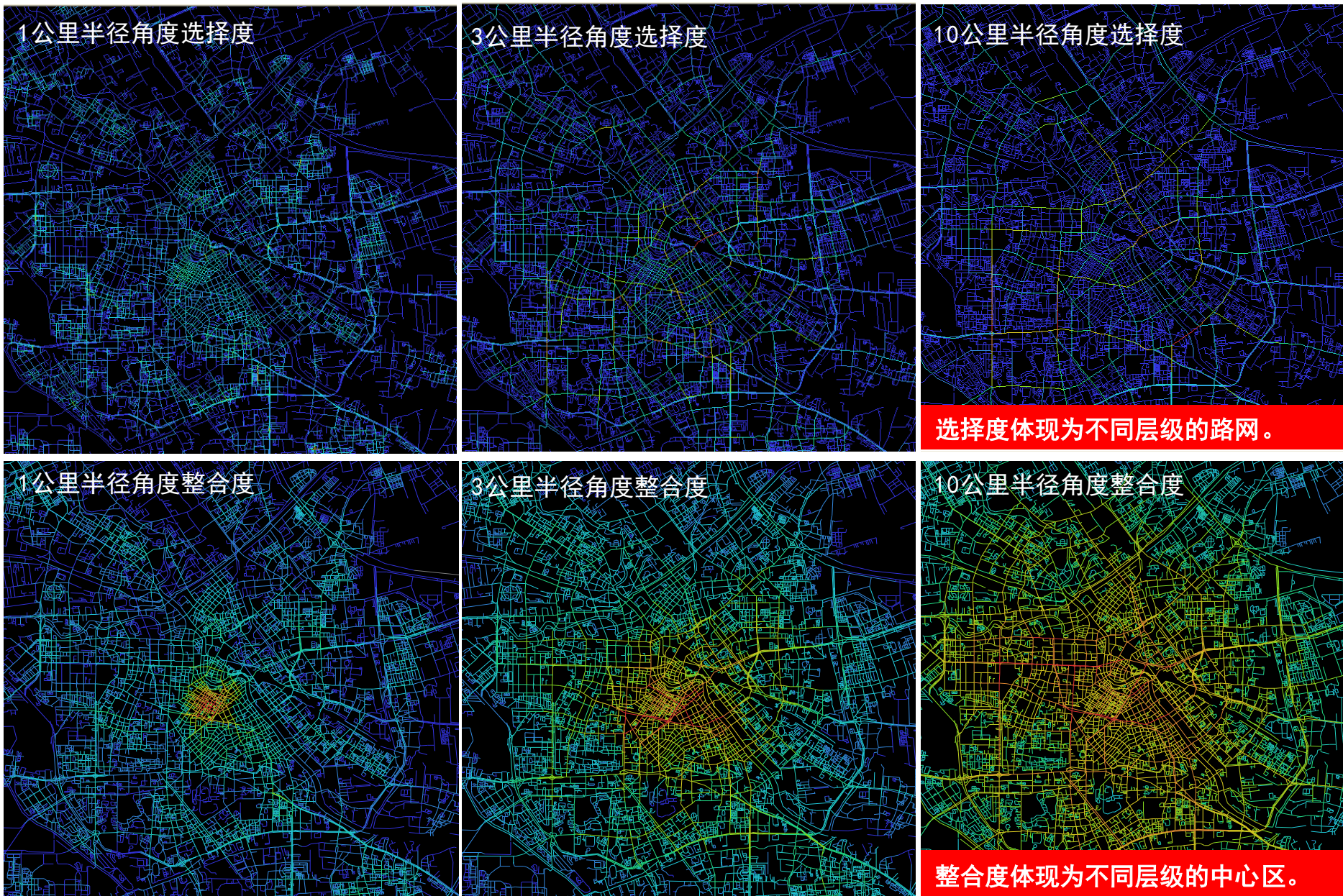
■每个街道段都是路径, 只不过它们被选择性穿过的机会不同, 因此选择度反映了该街道段作为**运动通道**的潜力。

To-Movement 和 Through-Movement





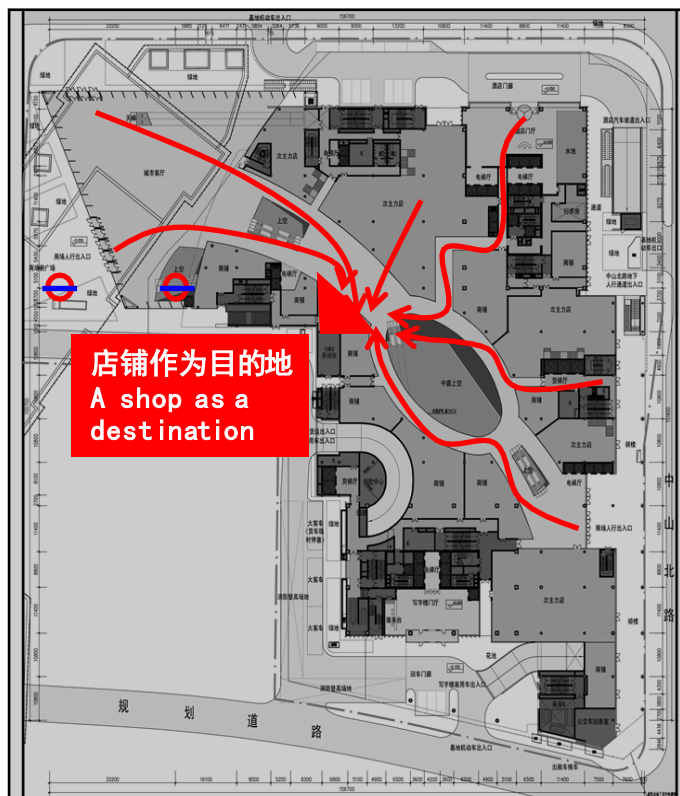
从分析分析结果来看：不同距离半径的角度选择度与整合度计算结果比较



从空间行为差异引申到功能

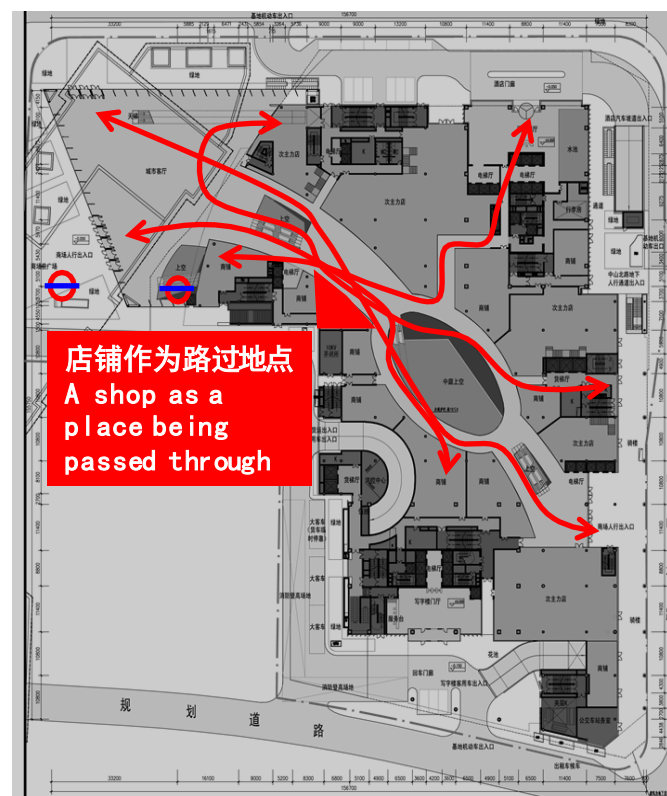
为什么要解释的如此复杂？为什么不直接说选择度用来分析路网，整合度用来分析中心区？

小尺度范围选择度的体现的局域路网本身也体现出区域特性，而大尺度范围的整合度本身隐含了路网层级。空间句法不是“性能型工具软件”，空间分析结果不单一导向特定的功能解释，不存在按键输出日照分析等明确的结果，空间句法是“研究型工具软件”。



到达性交通带来的空间潜力

高整合度的空间单元可能对应着如高吸引力餐饮娱乐购物等中心功能的聚集区域。



穿行性交通带来的空间潜力

高选择度的空间单元可能对应着一般餐饮零售娱乐业等利用穿过性交通流量等商业聚集。

真实的商业街或建筑内空间使用状态总是体现为两种空间潜力的综合。



操作步骤:

“Map+Convert Active Map“, 在 “new Map Type”中选: Segment map, 然后选 “remove axial stubs less 25% of the total length”,即生成线段地图 (segment map)。与轴线分析相比, 线段分析的计算单元数量大的多, 剪掉绘制轴线时的出头可以减少计算量, 提高速度, 同时对选择度分析来说也大幅减少了无意义的路径可能。

“Tools + segment + run Angular Segment Analyses“, 勾选: Include choice, 设定分析半径类型为metric (米为单位) ” n, 400,800,1200,1600,2400,3200...”。最后, 勾选 include weighted measures. 选择用 segment length权重, 然后 “ok”, 要等很久!! 选择用线段长度修正的目的是考虑到长的线段可能有更多的建筑从而能贡献更多的出发和目的地。

Radius	400m	800m	1.2km	1.6km	2.4km	3.2km	n
walk	5	10	15	20			
cycle		5		10	15	20	
car			5		10		infinity

Analysis Type

Tulip Analysis (Faster)

Tulip Bins (4 to 1024)

(1024 approximates full angular analysis)

Include choice [betweenness]

Full Angular (Slower)

Radius Type

Segment Steps

Metric Angular

Radius / List of radii



通过图层间的计算来获得角度整合度

- 需要线段分析结果中的 **Total Depth** 和 **Node Count**

角度整合度 (Angular Integration) 的算法由Hillier和Iida在2005年开发

Angular Integration = $(NC * NC) / TD$ 或者 = NC / MD

NC = Total Node Count; TD = Total Depth; MD = Mean Depth

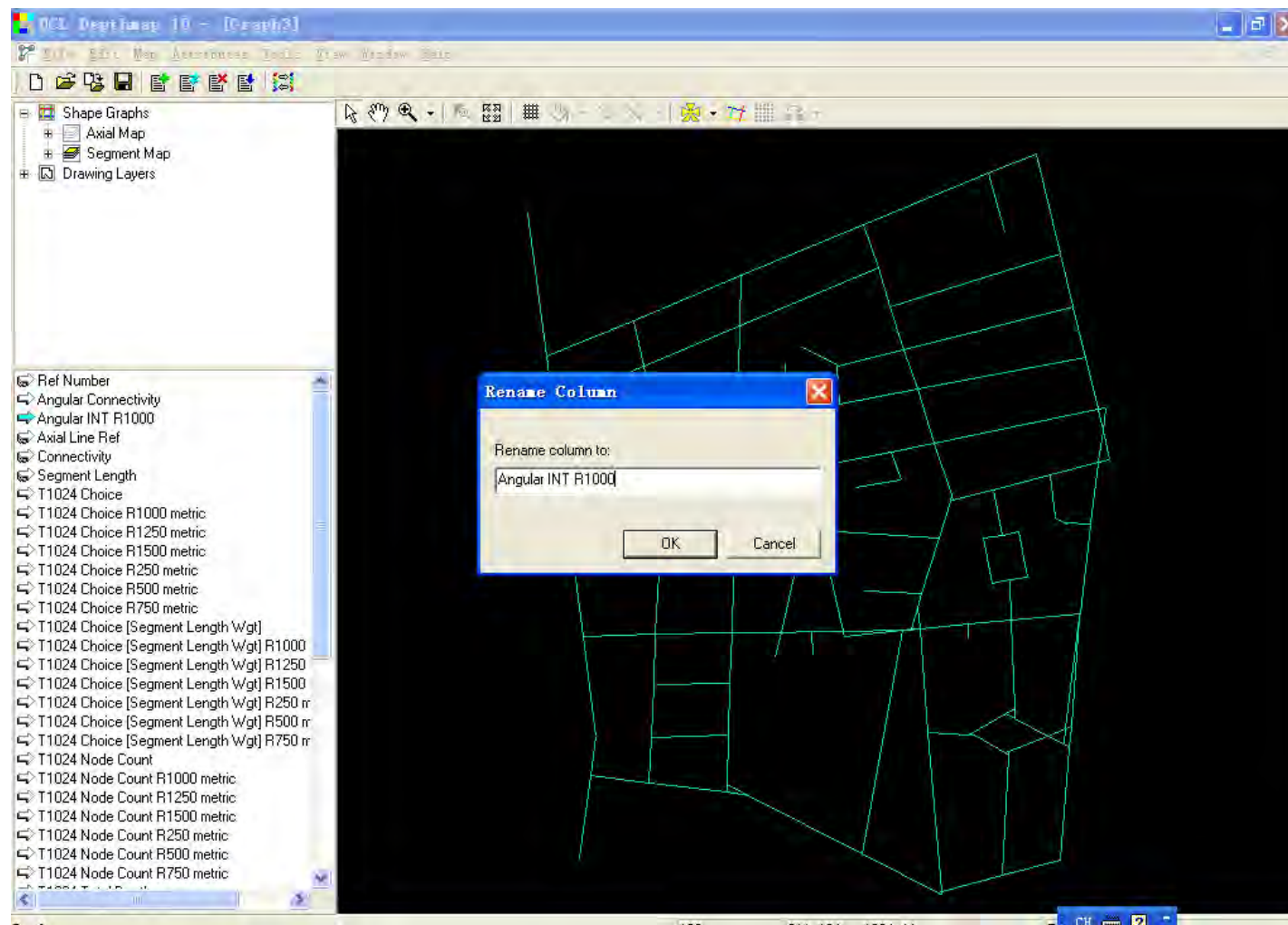
如同在轴线分析部分讲到的，mean depth 这个分析结果本身没有太大实际意义，而当与节点数 (Node Count) 结合时，才具备实际的意义。具体的做法为：‘Attributes’ > ‘Add column’ > ‘Edit’，然后在跳出的盒子中填入特定距离半径下的 $Node\ Count^2 / Total\ Depth$ ，或者 NC / MD 。

注：本质上这种算法等效于《空间的社会学逻辑》中 RA的算法，只不过被移植到了线段分析模式下。

**操作步骤:**

An example of creating Angular Integ at Radius 1000m using Scripting

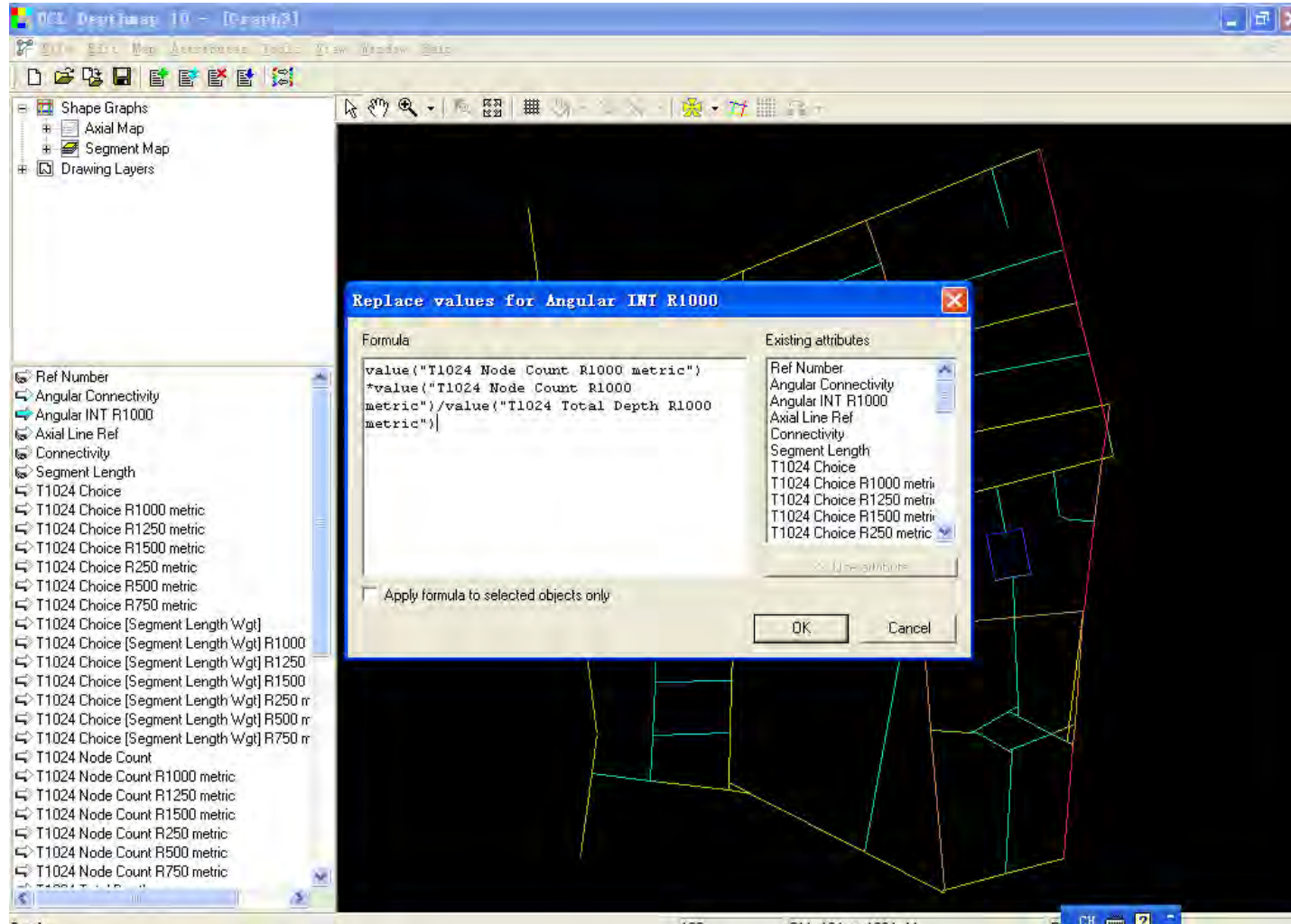
- Add a new column for Angular Integ by going to 'Attributes' > 'Add column'.
- A new column named <New attribute> will appear.
- Select it, then Right-click the mouse and 'Edit'.
- Typing "Angular INT R1000"





操作步骤:

- Right-click on “Angular INT R1000”, a formula box appears
- Scrolling down from “Existing Attributes” and Double-click attributes to create the Angular Integration formula for Radius 1000m as:
$$\text{value}(\text{"T1024 Node Count R1000 metric"})^2/\text{value}(\text{"T1024 Total Depth R1000 metric"})$$



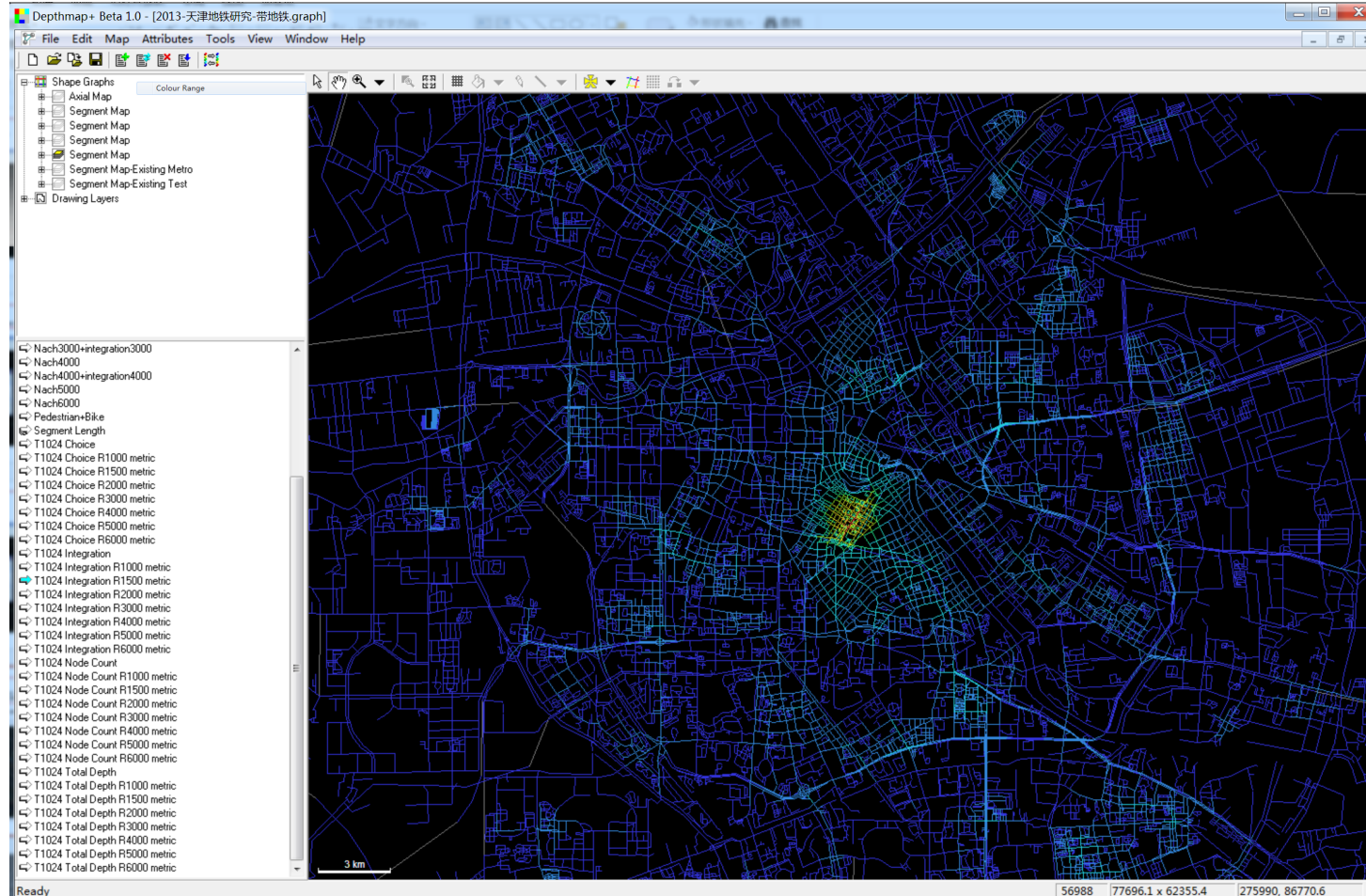


感谢空间句法的软件开发人员，现在角度整合度可以直接出结果了。

■直接选择“T1024 Integration R1500 metric”即可获得1500米半径角度整合度分析结果，无需借助图层计算。

那为什么还要这么折腾？

有研究表明角度整合度的算法Angular Integration = $(NC^2) / TD$ 过于强化了NC数据，因此考虑更改为：
Angular Integration = $(NC^{1.2}) / TD$ 。空间句法是一个研究型软件，算法需要不断的随着实证研究发展和修正。

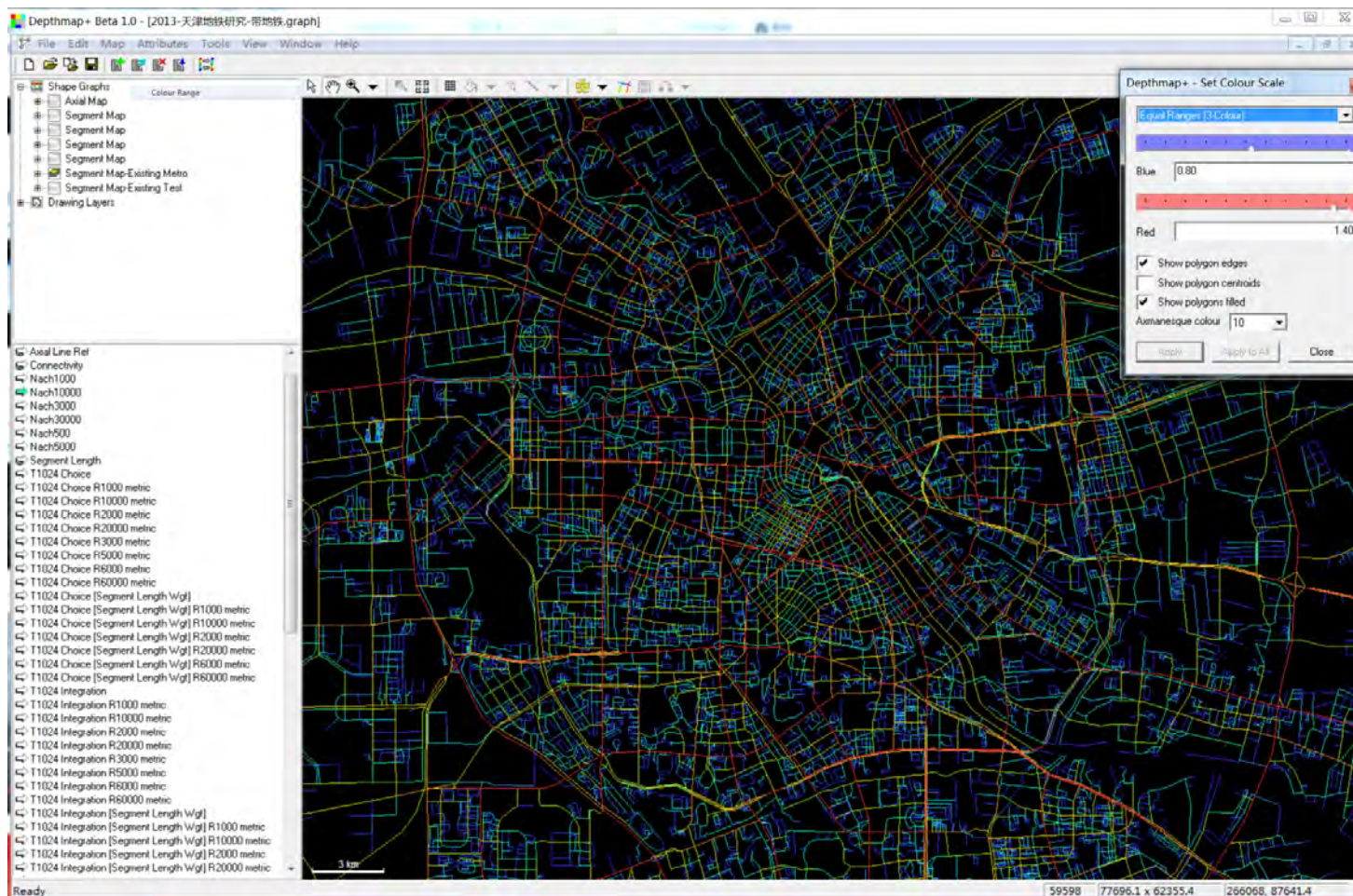




标准化角度选择度（或称穿行度）算法介绍

■目前空间句法比较流行的算法是所谓的“标准化角度选择度”分析（Normalized Angular Choice），其算法为 $\log(\text{Choice} + 1) / \log(\text{Total depth} + 3)$ 。其基本做法为：新建一个图层并命名为如“Nach 10000”，即10公里半径的标准化角度选择度，算式为： $\log(\text{value}(\text{"T1024 Choice R10000 metric"}) + 1) / \log(\text{value}(\text{"T1024 Total Depth R10000 metric"}) + 3)$

而后，需要在colour range 中将显示范围调整至0.8到1.4之间！便于横向比较和取得比较好的色差视觉效果。





标准化角度选择度（或称穿行度）算法评价

- 1, 新的穿行度算法改进了传统选择度的问题（线段数量多则路径数量多），可以实现不同空间系统，或同一空间系统内部不同形态组织间的比较。
- 2, 新的穿行度算法使得路网层级结构体现的更为清晰，从目前的实证看来对分析预测车流量有很好的效果，而在分析人流量时可与整合度配合使用提升分析效果。

线段分析与轴线分析对比评价

技术总是在进步的吗？

泛用性的理论坍缩为具体的技术手段

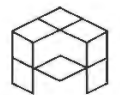
轴线分析是纯拓扑形态的分析，而线段分析则混合了米制化几何特征和拓扑特征。或者说，是一种以更为米制化的方式分析拓扑结构的分析方法。该方法对分析城市街道网络形态和运动、土地使用的关系从目前的实证研究看来更为有效，但其代价是丧失了纯拓扑网络（关联性网络）作为一种理论模型的泛用性。

“线段分析中每个街道段在绝大多数下仅有不超过6个连接，这在很大程度上限制了它的理论意义，使之沦为一种分析轴线地图的特定方法。”—— Bill Hillier

四、空间句法软件Depthmap



Depthmap实际操作

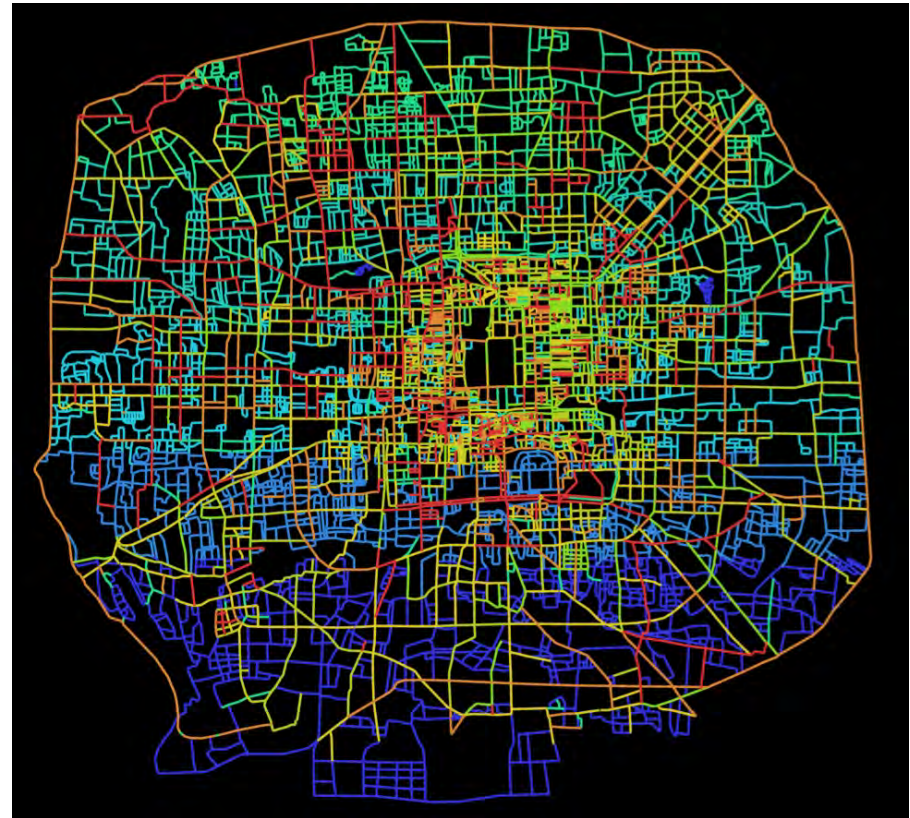


关于做研究的小窍门

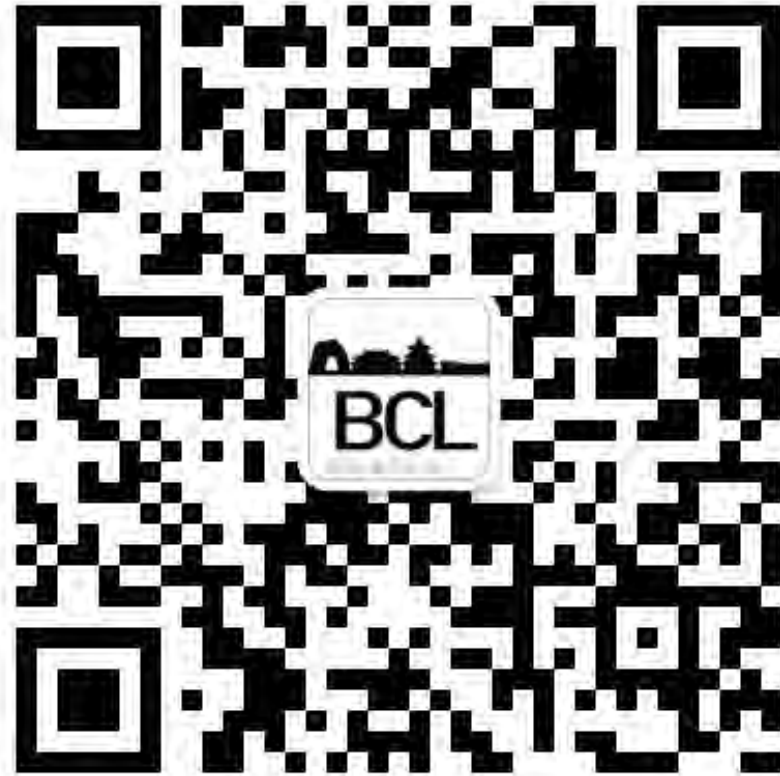
- 第一讲/第二讲：参考文献的重要性
 - 外国人的姓名写法、认真与否、文献等级
- 第三讲：
 - 论文与报告的区别（是否有科学问题）
 - 问题：Problem vs Question
- 第四讲：两类论文
 - 方法：证明方法优于已有的其他方法（效率/科学性、规划师/公众/同行评价？）
 - 实证：证明发现，与其他人发现的异同，对理论的贡献
- 第五讲：善用Google Scholar
 - <https://scholar.google.com/citations?user=4KAatI4AAAAJ>
 - 文献检索、跟踪某个学者的新发表或新引用、查看自己领域的更新updates、参考文献格式生成
- 第六讲：千里之行，始于足下。勤奋

课后安排

- 阅读材料：
 - 郝新华等 2016 上海城市规划_北京街道活力
 - 盛强老师的两个ppt
 - <http://www.beijingcitylab.com/big-data-and-urban-planning/>
- 答疑
 - ylong@tsinghua.edu.cn
 - 建筑学院新501办公室（默认每周五上午10:00-11:30）
 - 欢迎前来讨论大作业初步思路



北京五环的DepthMap源文件的共享，44,399个segments，可以直接读取并提取关注片区的数据



龙瀛, ylong@tsinghua.edu.cn, 新建筑馆501, 13661386623



北京城市实验室
Beijing City Lab

<http://www.beijingcitylab.com>



新浪微博: 龙瀛a1_b2 北京城市实验室BCL

微信公众号: [beijingcitylab](https://www.beijingcitylab.com)

清华大学

