

城市空间分析论坛暨第三届中国空间句法研讨会- 深圳大学 2017.11.24-26

三维视线分析与运用

Graph-based 3D visibility analysis

陆毅

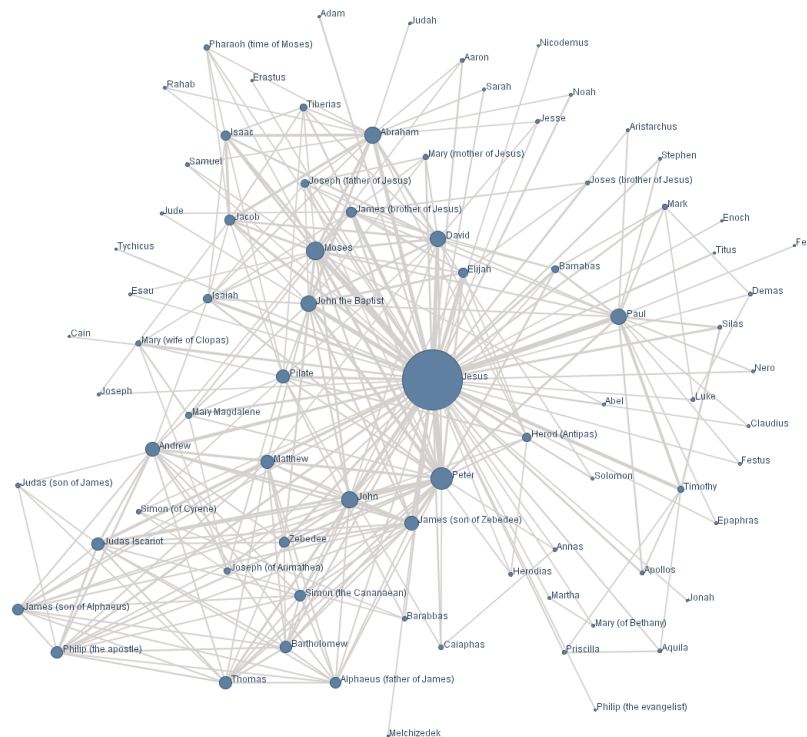
建筑及土木工程学系

香港城市大学

yilu24@cityu.edu.hk

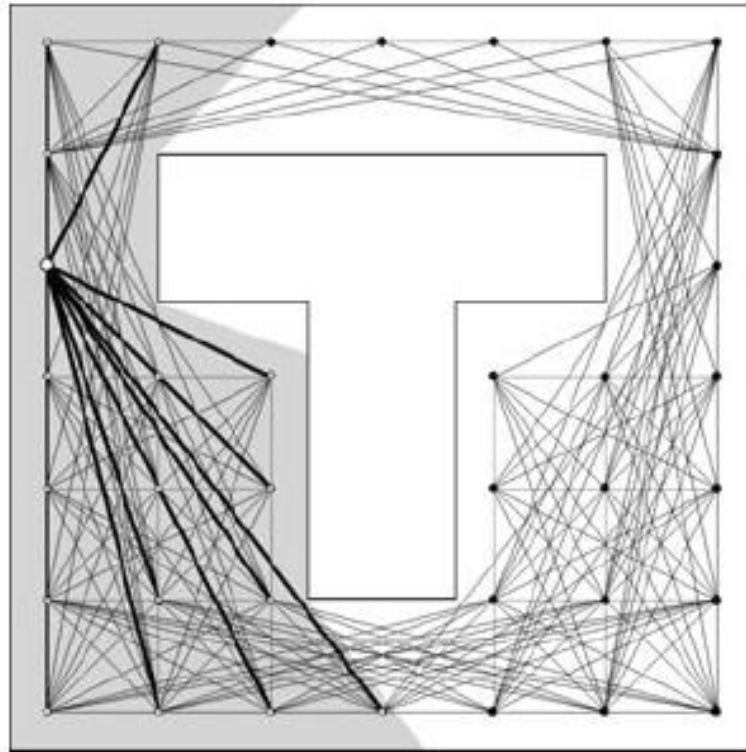
2D visibility graph analysis (VGA)

- **Turner** (2001) 将isovist 和空间句法集合起来。
- developed from space syntax and social network theory
- 采用了源于社会学科分析人际网络关系的图论(graph)分析。
- graph-based representation
- 用点代表事物，用连接两点的线表示相应两个事物间具有某种关系。



2D visibility graph analysis (VGA)

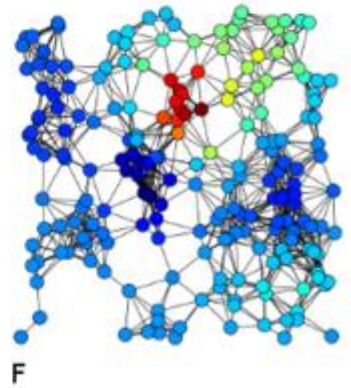
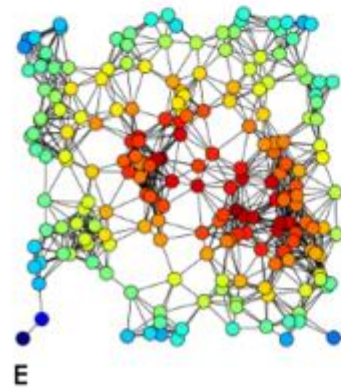
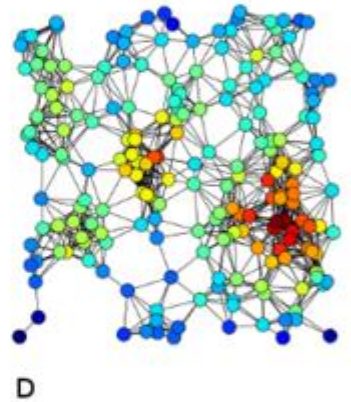
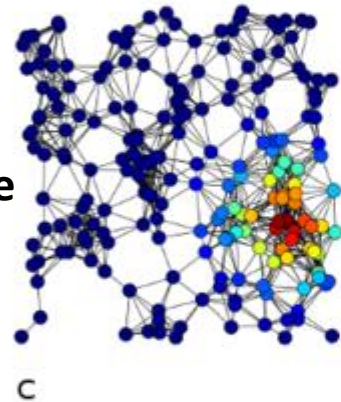
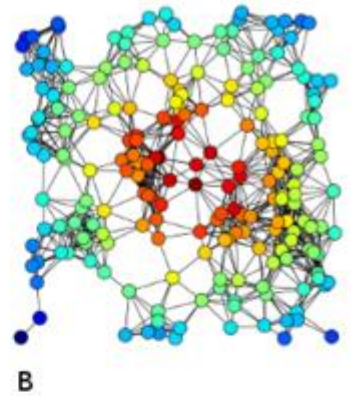
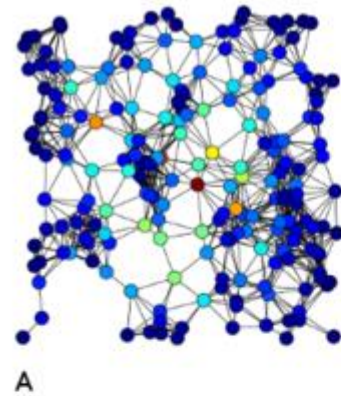
- 任何二维平面中的所有可到达空间都可以用均值等距的网格表示，比如以0.3米为间隔。
- 这些点构成图论中的“节点”
- 代表所有节点之间视线的连线则构成图论中的“边”
- Those points form the nodes in a graph; the mutual visibilities between the points form the edges in a graph



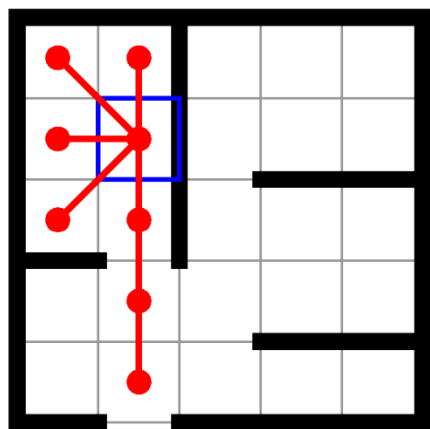
(Turner, 2001)

- 图论与网络分析参数
- 测量各点在网络中的重要程度。

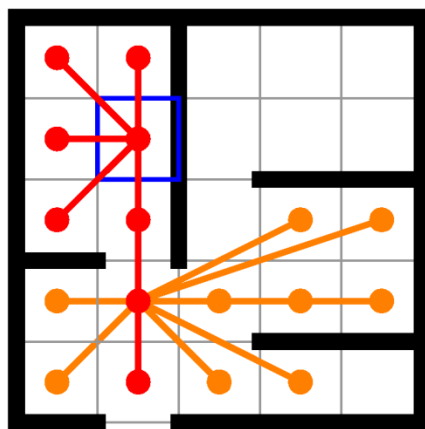
A) Betweenness centrality, **B) Closeness centrality**, C) Eigenvector centrality, **D) Degree centrality**, E) Harmonic Centrality and F) Katz centrality



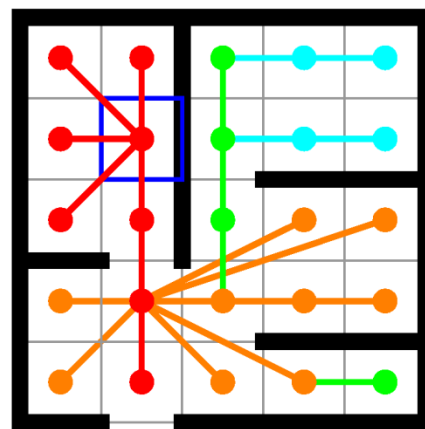
总深度 (Total depth) : 从一点出发到达其它各点的深度之和(**visual distance**)



One visual step



Two visual steps



Three / four visual steps

总深度(total depth)越小 -> 整合度(integration)越高

可以比较各点的可达性

一个点直接连接点的数量 越多 -> 连接度(connectivity)越高

可以比较各点的视域范围大小

研究问题 Key issue



- 二维视线分析->到三维视线分析的转变
- 技术和理论上的难度



研究问题 Key issue

如何区别可视空间和可达空间

- 二维平面： 可视空间=可达空间
- 三维平面： 可视空间 \neq 可达空间

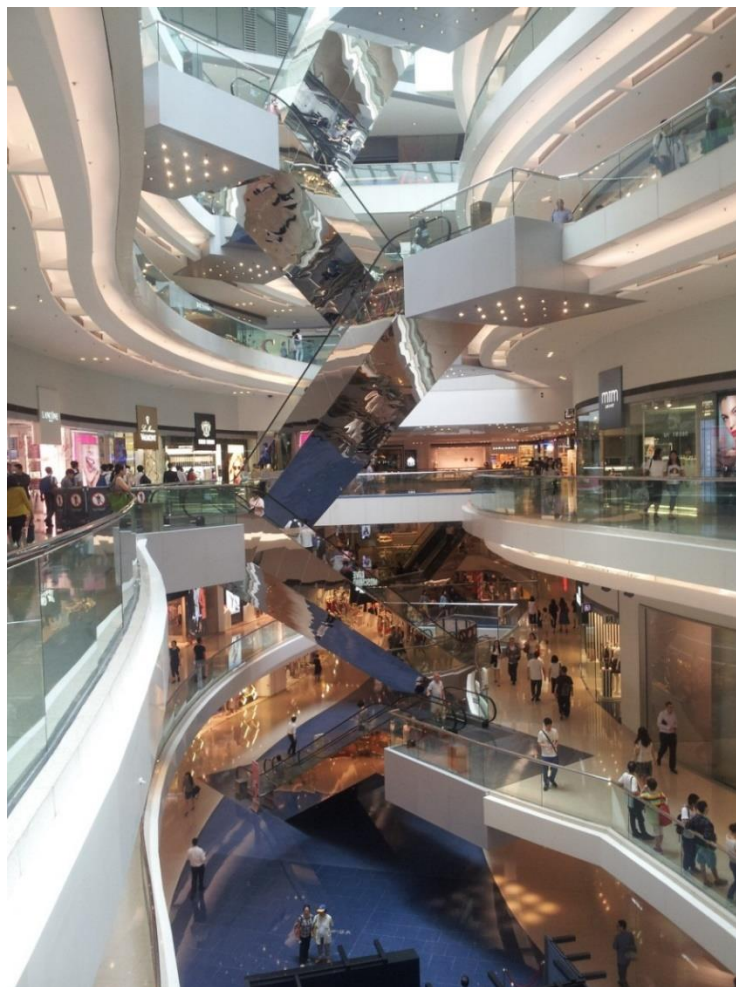
两种解决方案

1. 通用可视性分析 generic visibility graph
2. 目标可视性分析-关注空间中的特殊目标
targeted visibility graph

Generic visibility graph

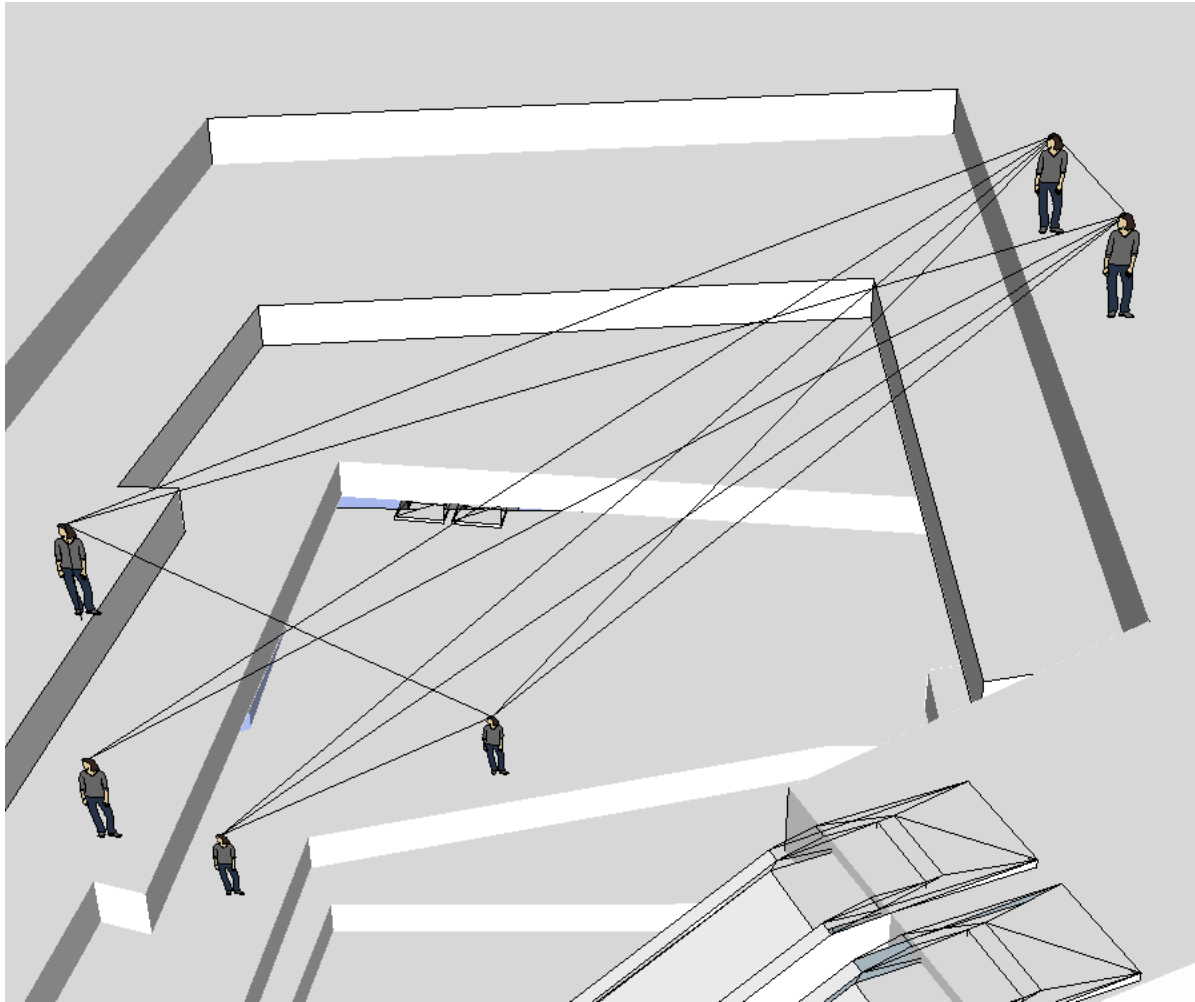
只分析可达空间

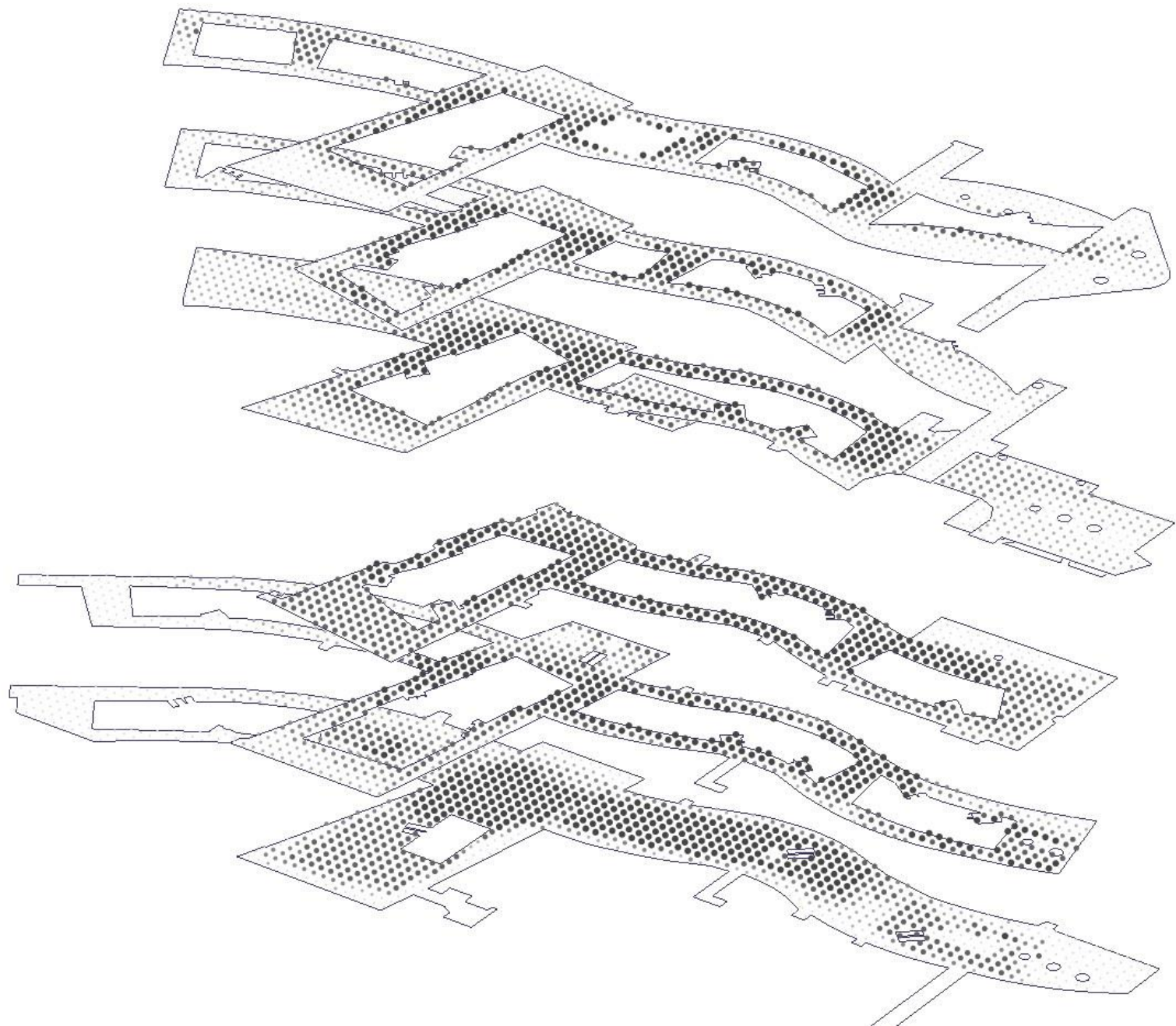
适用于多层空间的每层都较大并水平舒展。同时可达空间是研究的重点。



Generic visibility graph

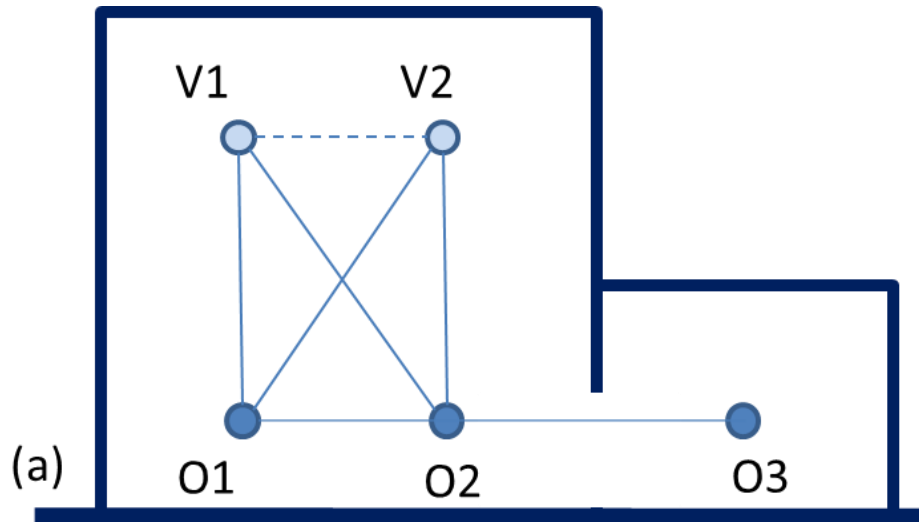
- 只关注可达空间



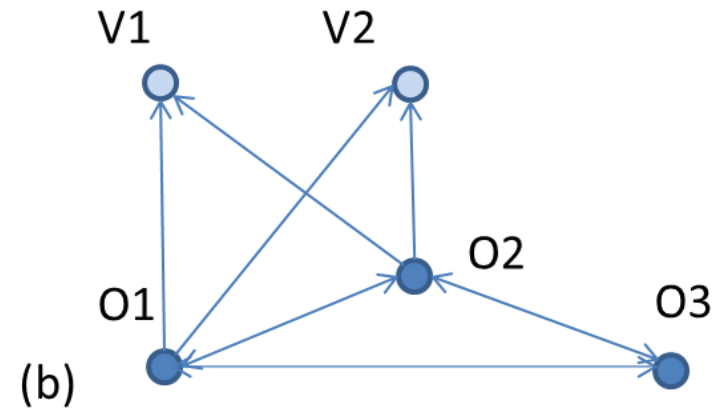


targeted visibility graph

- 在图论中区分可达和可视空间
- 三种视线关系：
 - 可达点-可达点 **O1-Q2**
 - 可达点-可见点 **O1-V1**
 - 可见点-可见点 **V1-V2** ×



O1,O2,O3: occupiable points



V1, V2: visible points

targeted visibility graph

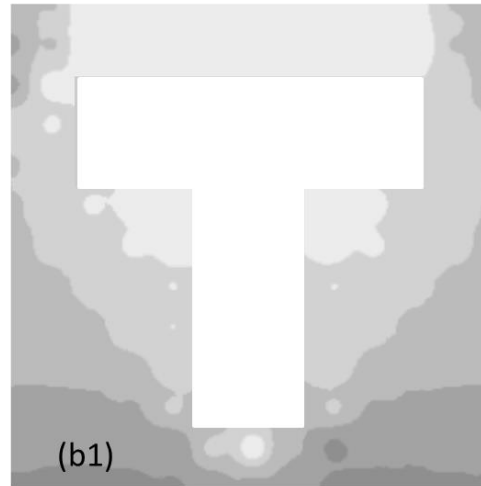
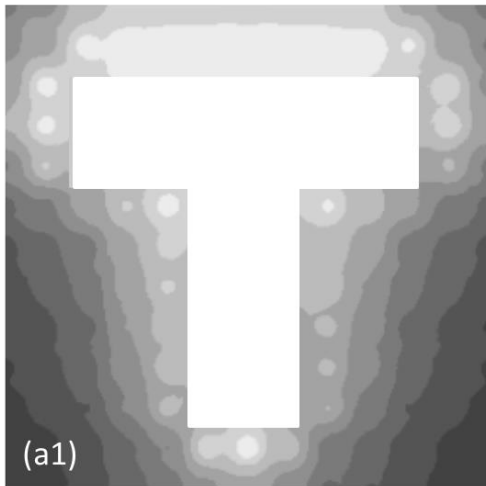
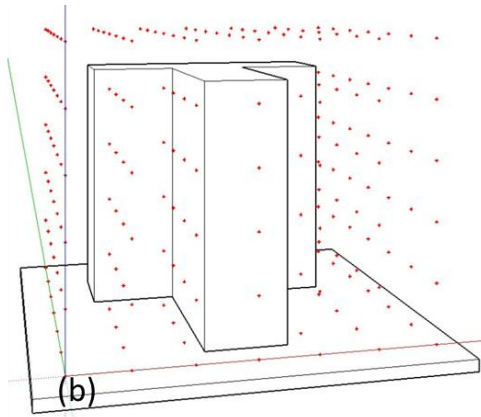
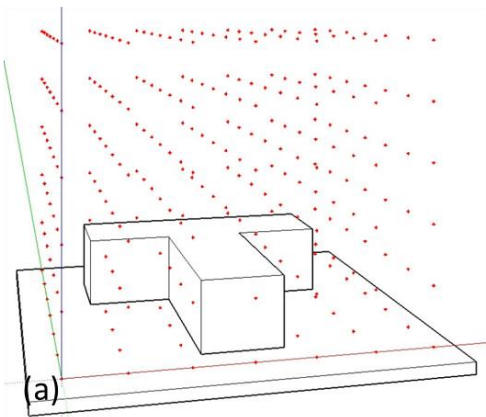
- 可视空间中的所有点都可视为目标点的特定形式。
- all points in visible spaces can be regarded as a particular form of targets.
 - 博物馆-展品
 - 城市环境-地标
 - 购物中心-店招

targeted 3D visibility graph

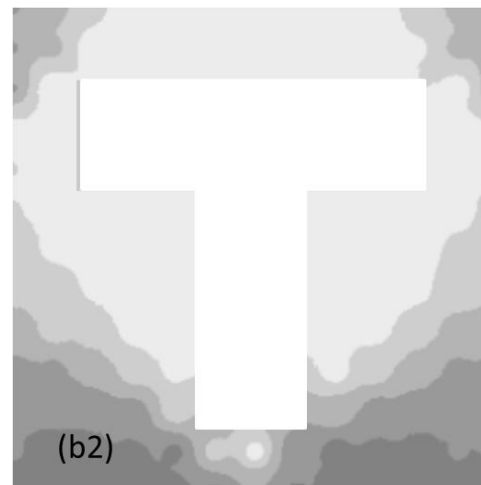
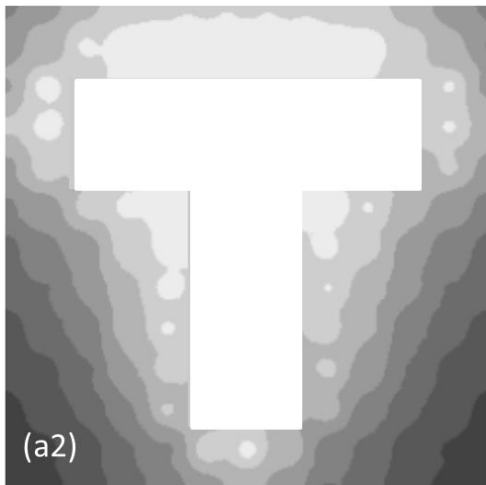
- 三个变量：
 - 目标连通性 targeted connectivity
 - 目标连接性指数 targeted connectivity index
 - 目标整合度 targeted integration

$$Targeted_Connectivity_Index_x = \frac{Number_of_visible_targets_x}{M}$$

$$Targeted_Integration_x = \frac{M}{\sum_t^M Distance(t, x)}$$



连接度 connectivity



整合度 integration

- House NA- 藤本壮介 (Sou Fujimoto)

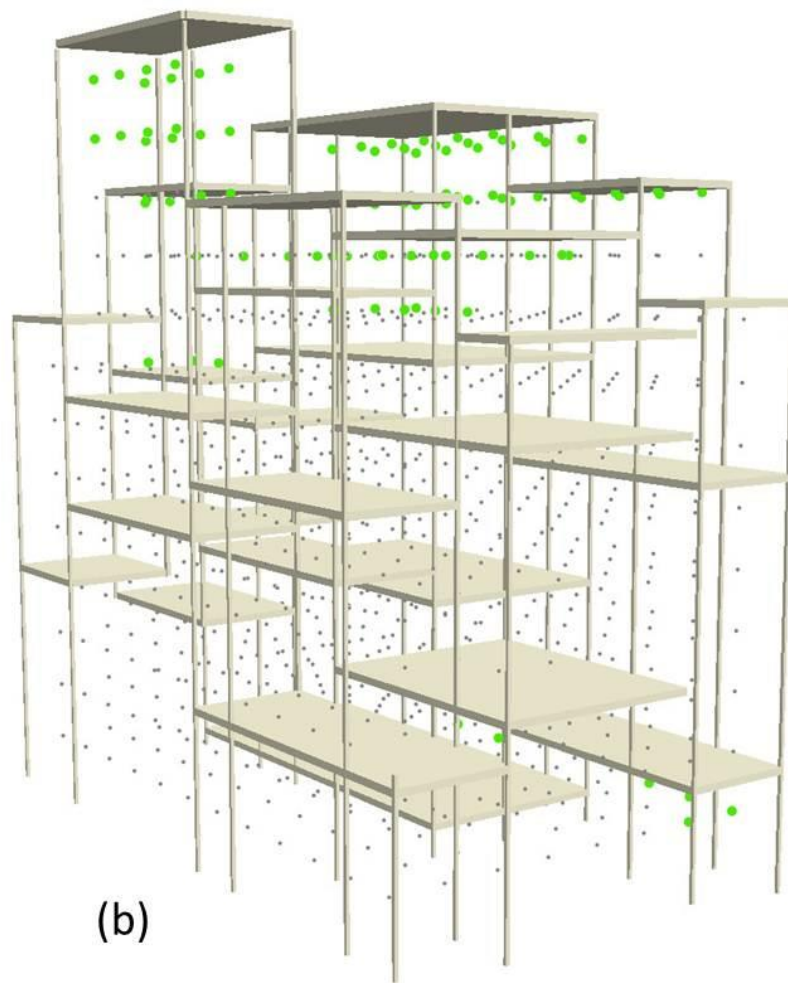
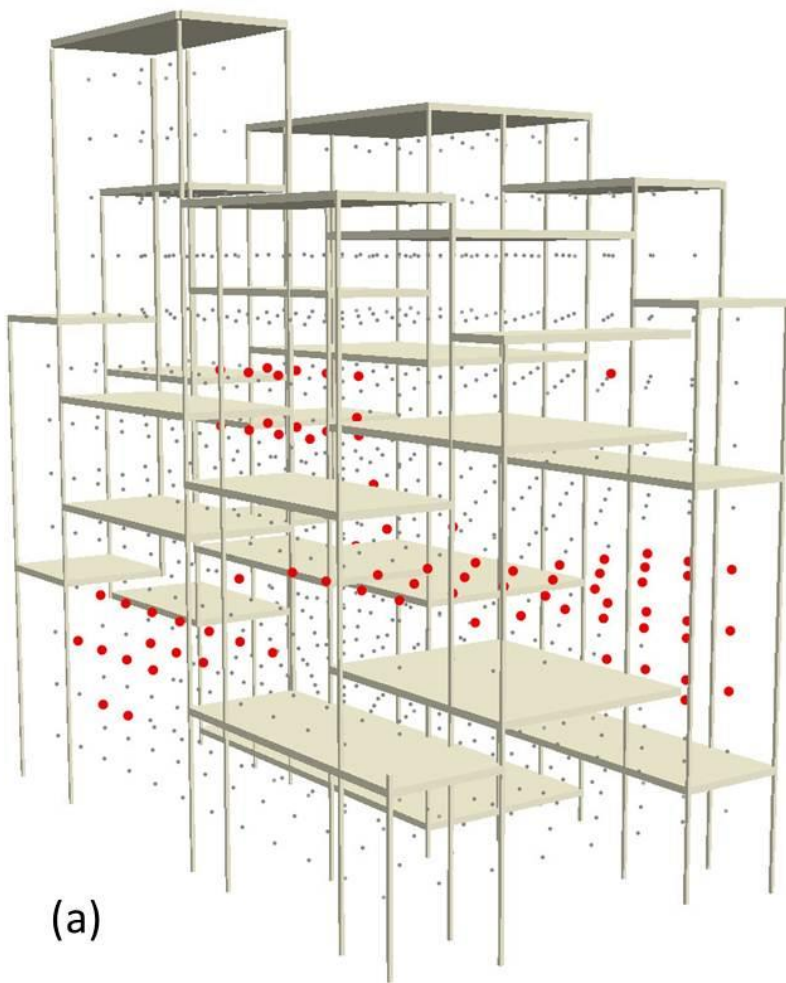


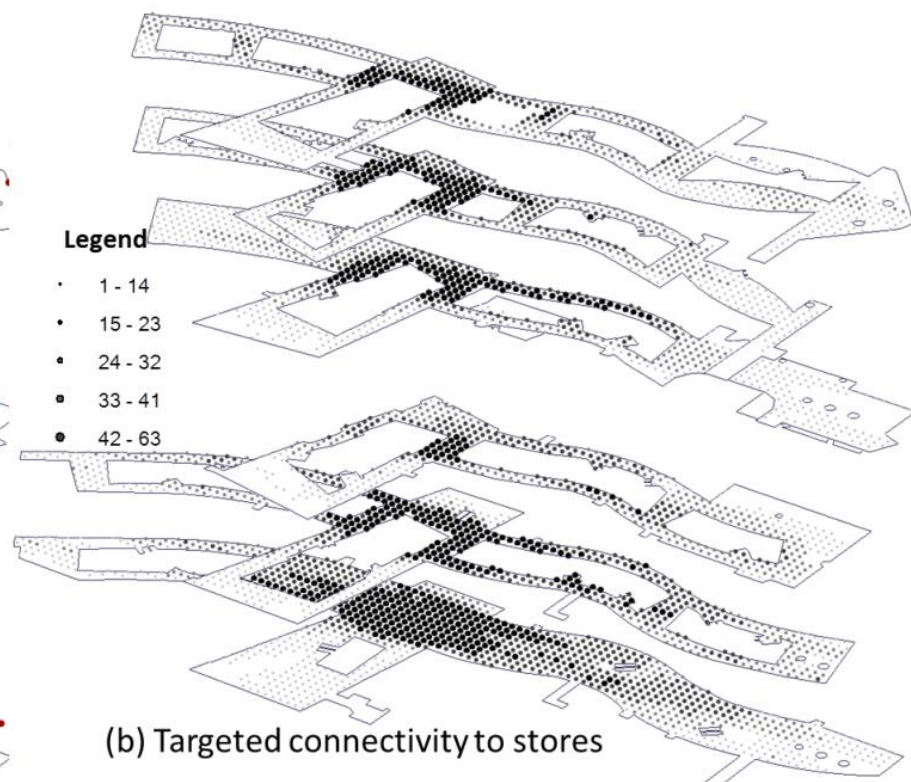
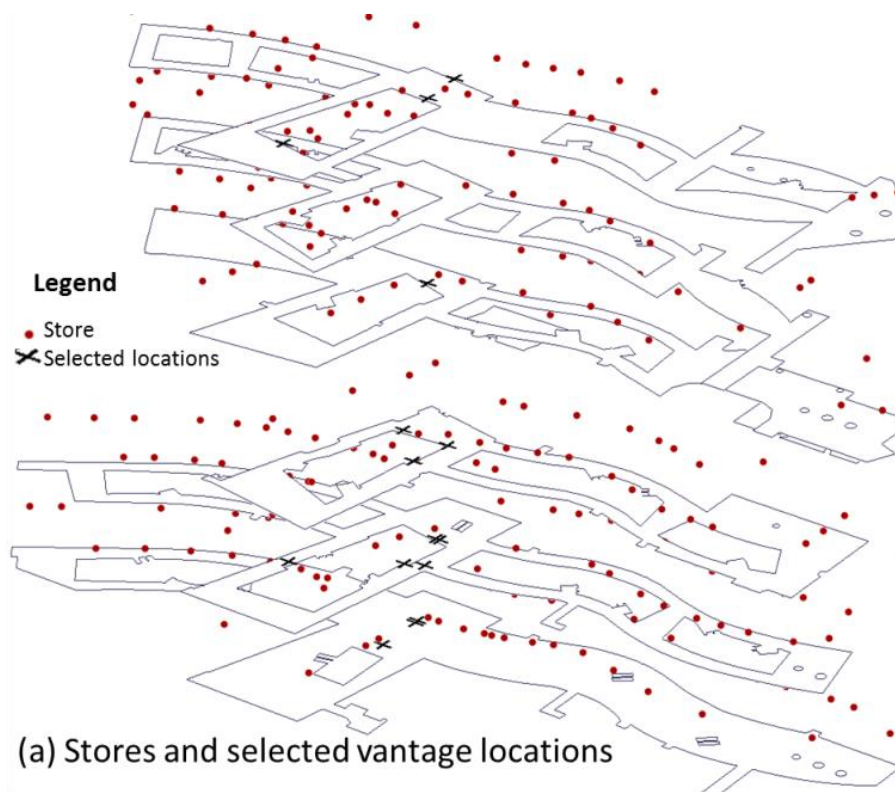
这是一个被形容为是“独立性与连贯性融为一体”的住宅。

设计师表示这个像树一般的住宅的精妙之处就是它们的每个空间不是垂直层面上独立的，而是以一种独特的关系相连着。

- House NA- 藤本壮介 (Sou Fujimoto)

视线的整合度与建筑师设计空间私密需要相符合。

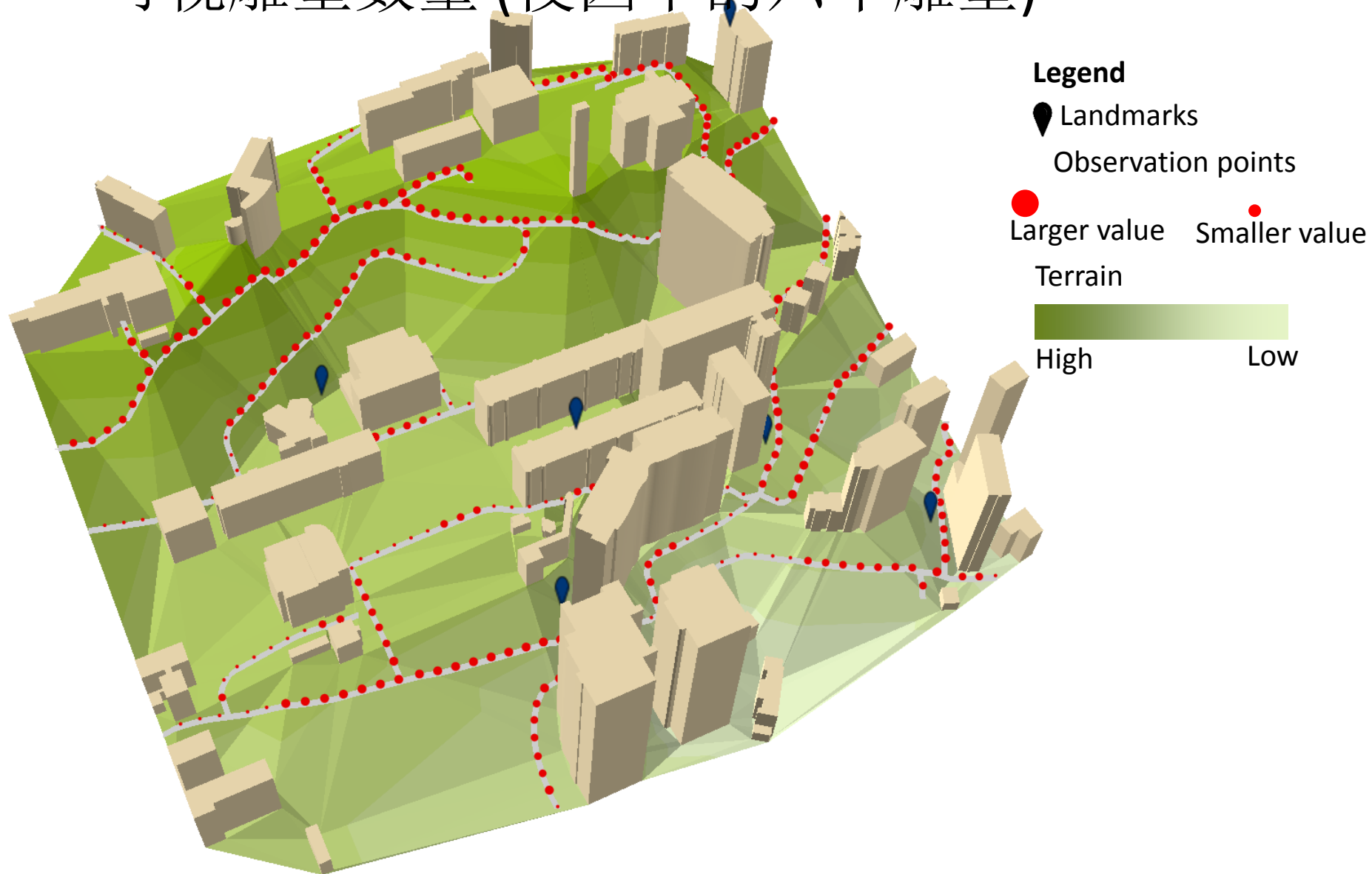




(a) 实验被试被要求定位寻找到一处可以看到商场内的尽可能多的店铺（包括其他楼层的商店）的有利位置。（b）店铺的目标连通性与选定的有利位置正相关。

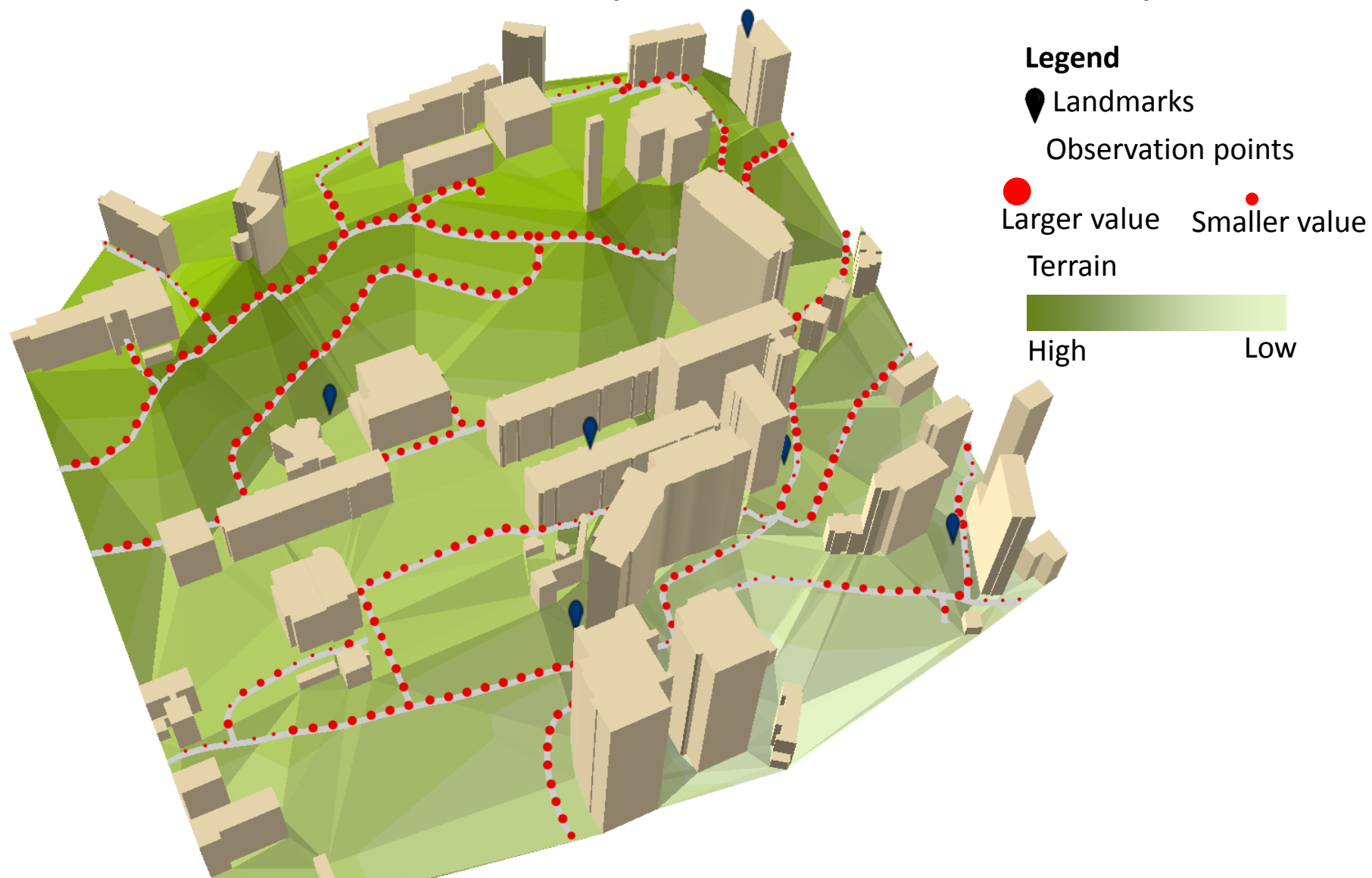
城市设计分析

- 可视雕塑数量 (校园中的六个雕塑)



城市设计分析

- 雕塑的可视整合度 (校园中的六个雕塑)





结论 Conclusion

- 提出任何三维空间系统都可以细分为等距离（沿x, y, z轴）的三维网格点矩阵。这种方法可以处理任何复杂的三维建筑环境。
- 区分了通用可视性与目标可视性分析之间的差异。
- 正如吉布森(Gibson)所说，人们可以敏感地感知环境为“价值丰富环境客体” (value-rich ecological object)

• 相关文章和插件下载：

- Lu, Y., et al., *Three-dimensional visibility graph analysis and its application*. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 2017. **0**(0): p. 2399808317739893.
- Lu, Y. and Y. Ye, *Can people memorize multilevel building as volumetric map? A study of multilevel atrium building*. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 2017: p. Advance online publication.
- 时代建筑 | 2017年第5期 陆毅 | 基于图论的三维可视性分析及其应用
https://www.researchgate.net/profile/Yi_Lu26/publications?category=data





Yi Lu 18.23
B.Arch, M.A.(Arch), PhD
Assistant Professor
City University of Hong Kong, Kowloon · Department of Ci...

Overview

Contributions

Info

Stats

Scores

Research Interests

Your data Edit list

Sorted by: **Newest**

3D visibility graph

Code Jan 2017

Yi Lu