

第三讲：交互技术与动画

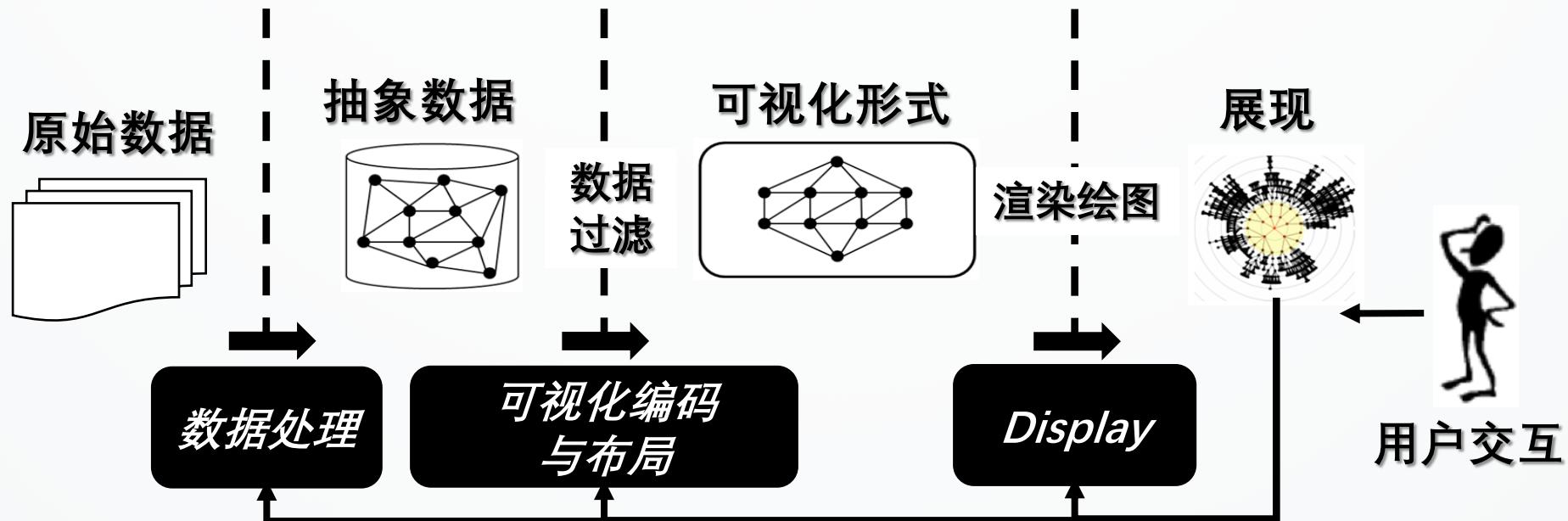
信息可视化

曹楠（教授），石洋（研究员）

<https://idvxlab.com>

同济大学

如何创建可视化



信息可视化参考模型

交互

- 常见交互类型
- 交互范式1：概览+细节
- 交互范式2：焦点+上下文

常见交互类型

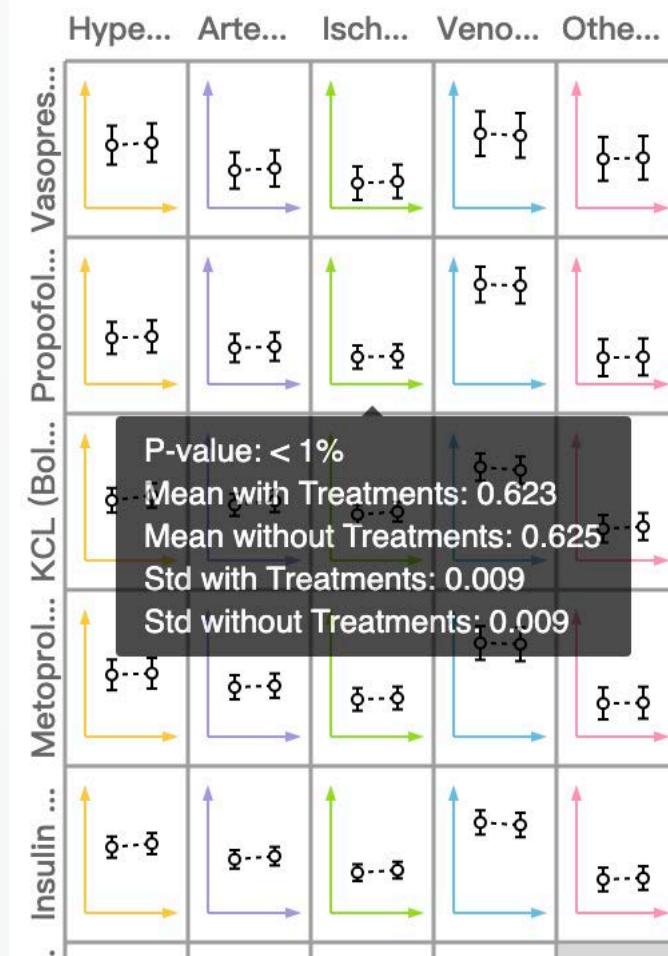
- Ji Soo Yi et al (TVCG 2007)
 1. 选择 (Select)
 2. 导航 (Explore)
 3. 重配 (Reconfigure)
 4. 编码 (Encode)
 5. 抽象/具象 (Abstract/Elaborate)
 6. 过滤 (Filter)
 7. 关联 (Connect)

1. 选择

- 任务：标记感兴趣的数据点以追踪其变化
- 例如：
 - 在地图上找一个地点标记



选择的具体方式：鼠标悬停并显示提示框



Patients

Query

Diagnosis
ICD-9: 428
Name: Systolic hrt failure NOS

Hep

Patients

Name: PID: 11236

Eso Cor Mal
Ac lat AMI
Sys Ome Fur
EKG Pos Eno
Mag Mag Ins

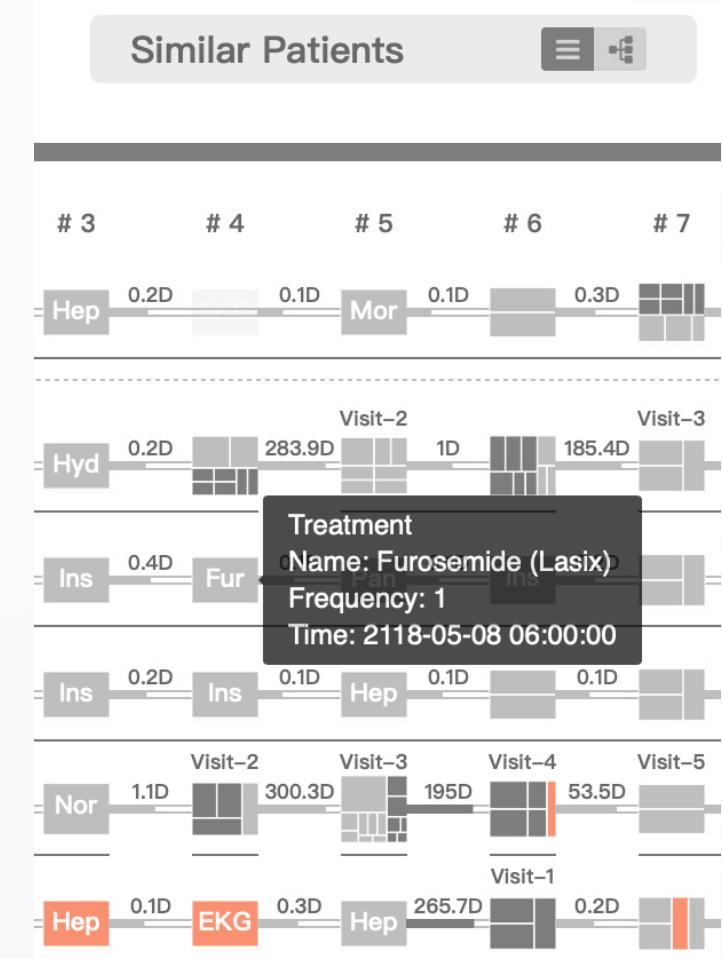
Patients

Name: PID: 13401

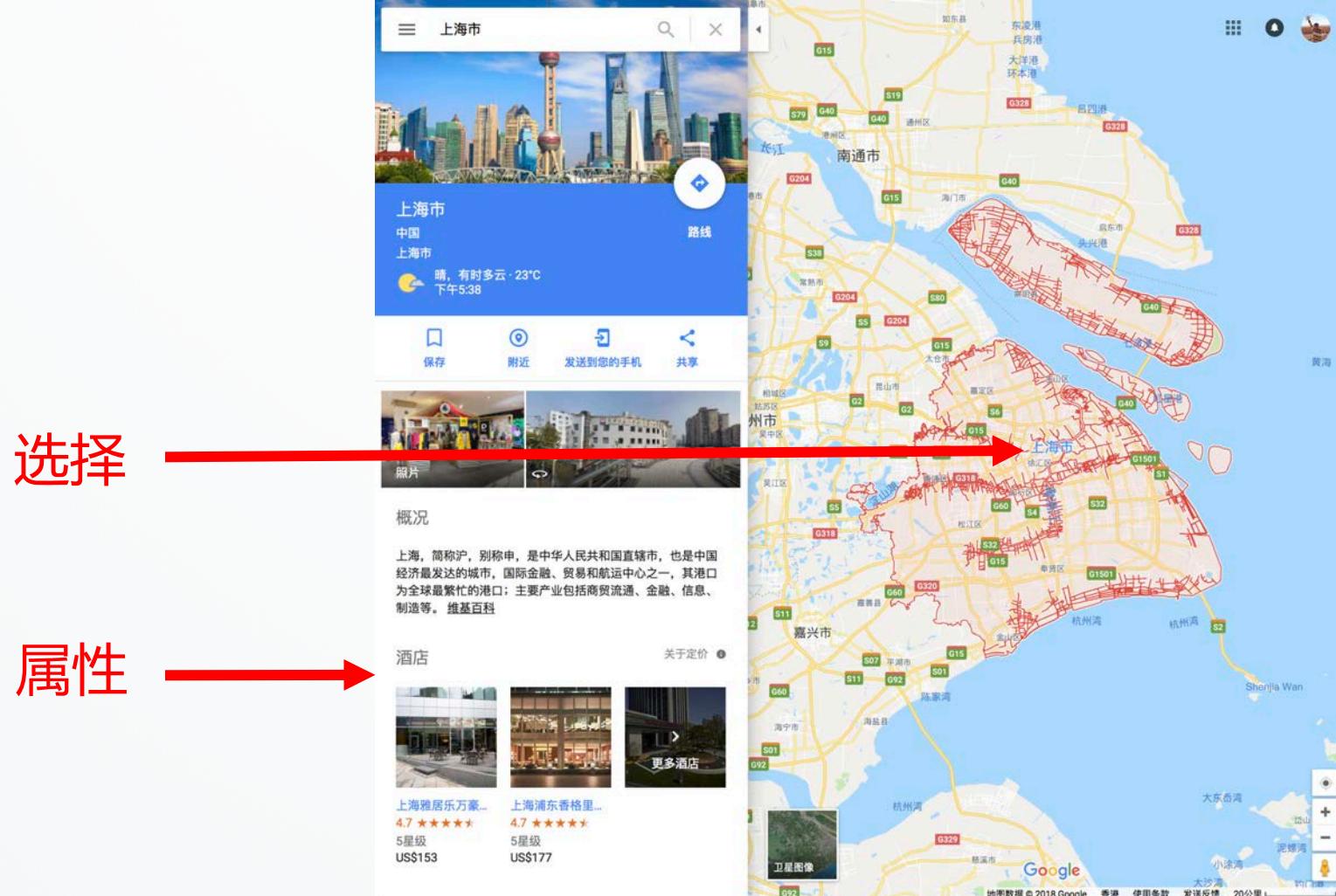
Ac Eso AMI
EKG Ins Nep
Hep Na Ins
Hep Ins Fur
Mag Pan Dis
Mal Acu

Patients

Cor Eso AMI

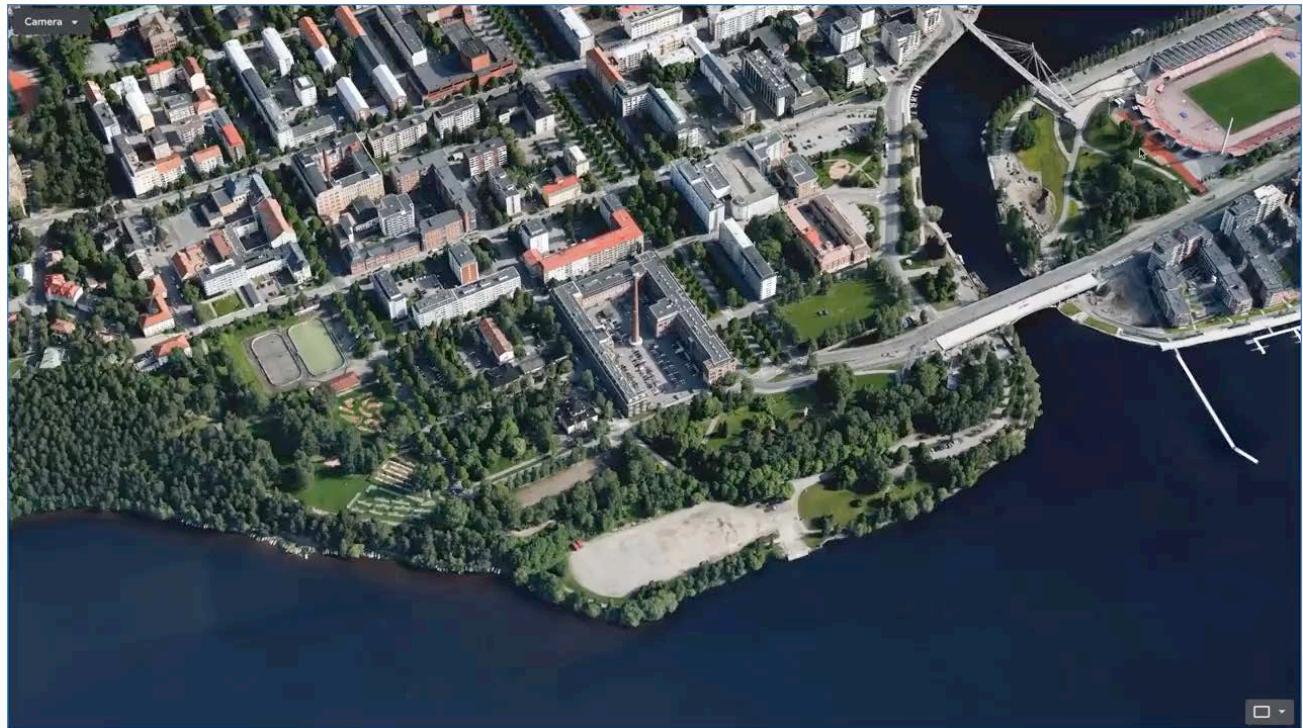


选择的具体方式：鼠标点击



2. 导航

- 任务：展示数据的不同子集
- 例如：
 - 在谷歌地球中查看地理信息



导航的具体方式：直接引导 (Direct Walk)

导航栏 →

智能大数据可视化实验室
Intelligent Big Data Visualization Lab (iDV^X)

HOME PROJECTS PUBLICATIONS TEACHING MEMBERS TALKS NEWS

INTRODUCTION (简介)



同济大学智能大数据可视化实验室 (Intelligent Big Data Visualization Lab, 即 iDV^X Lab) 成立于 2016 年 9 月, 是同济大学中一个跨“设计创意学院”及“软件学院”的以信息及数据科学为研究方向的创新科研型实验室。实验室旨在打造数据科学领域中具有世界一流水准的智能化数据分析、可视化、设计以及人机交互技术, 并开展相关技术在智慧医疗 及 智能设计 等领域的广泛应用。近些年, 实验室在数据科学及人工智能相关领域发表高水平国际会议及期刊论文 70 余篇, 申请专利近 40 项, 累计获得 1 项 最佳论文奖 及 4 项 最佳论文提名奖。通过本科生暑期实习计划, 实验室先后培养出了一大批优秀人才, 先后收到包括 哈佛、耶鲁、UIUC、CMU、UCSD、佐治亚理工 等美国著名大学的硕士及博士学位的录取通知书。近年来, 在学术界, 实验室先后建立了与 美国麻省理工 工大学媒体实验室、北卡罗来纳州立大学信息学院、佐治亚理工大学、亚利桑那州立大学信息系统学院、匹兹堡大学信息学院、以及香港科技大学 在智慧医疗、数据分析、以及信息可视化等领域的长期紧密合作;在工业界, 实验室先后与 IBM、微软、Adobe、西门子、阿里巴巴 等国内外大型企业建立合作关系。目前, iDVx Lab 正在成为一个具有国际影响力的集产学研为一体的创新研究型实验室。[\[更多详情\]](#)

ANNOUNCEMENT

Intern Application
(2019年暑期实习计划)

Assistant Professor Application
(助理教授招聘启事)

Postdoc Application
(博士后招聘启事)

NEWS

Dec 2019
Doctor Panpan Xu from Bosch is invited to give a talk about "Tackle the Complexity of Data and Model in Visualization Research" for our students.

Dec 2019
Professor Xiang Chen from UCLA is invited to give a talk about "Expanding the Interaction Bandwidth between Human and AI" for our students.

Dec 2019
Our paper entitled "EmoG: Supporting the Sketching of Emotional Expressions for Storyboarding" is conditionally accepted for publication in CHI2020.

Nov 2019
PhD student Dangqing Shi presents our paper entitled "Task-Oriented Optimal Sequencing of Visualization Charts" at Visualization in Data

导航的具体方式：拖拽与缩放



3. 重构

- 任务：改变可视化的空间布局以提供不同的视角
- 例如：
 - 改变散点图的数据轴映射
- **数据本身不会发生变化**

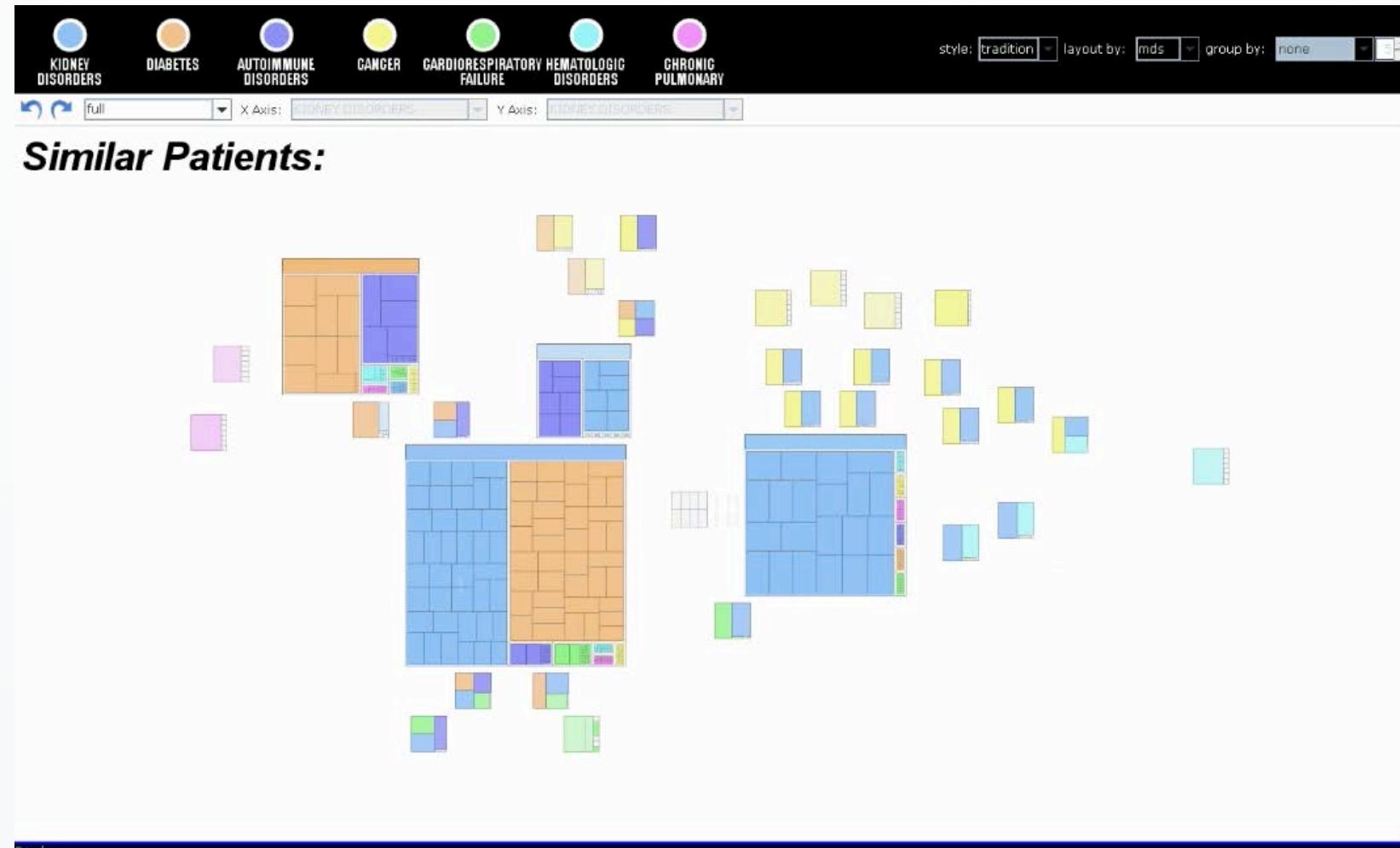
Rolling the Dice

Multidimensional Visual Exploration
using Scatterplot Matrix Navigation

Niklas Elmqvist
Pierre Dragicevic
Jean-Daniel Fekete

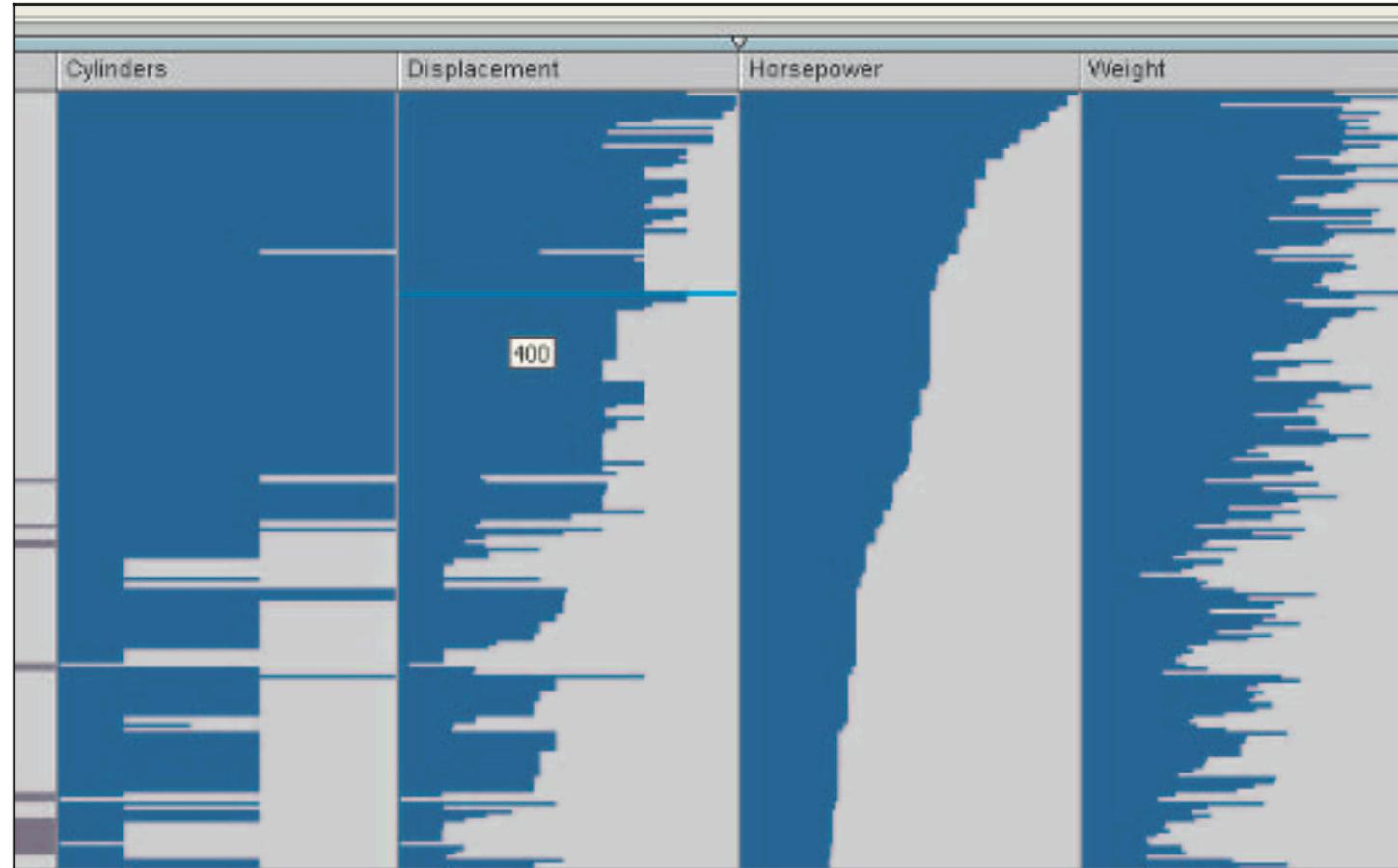
INRIA

重构的具体方式：重组视图



Cao, Nan, et al. "Dicon: Interactive visual analysis of multidimensional clusters." IEEE transactions on visualization and computer graphics 17.12 (2011): 2581-2590.

重构的具体方式：排序

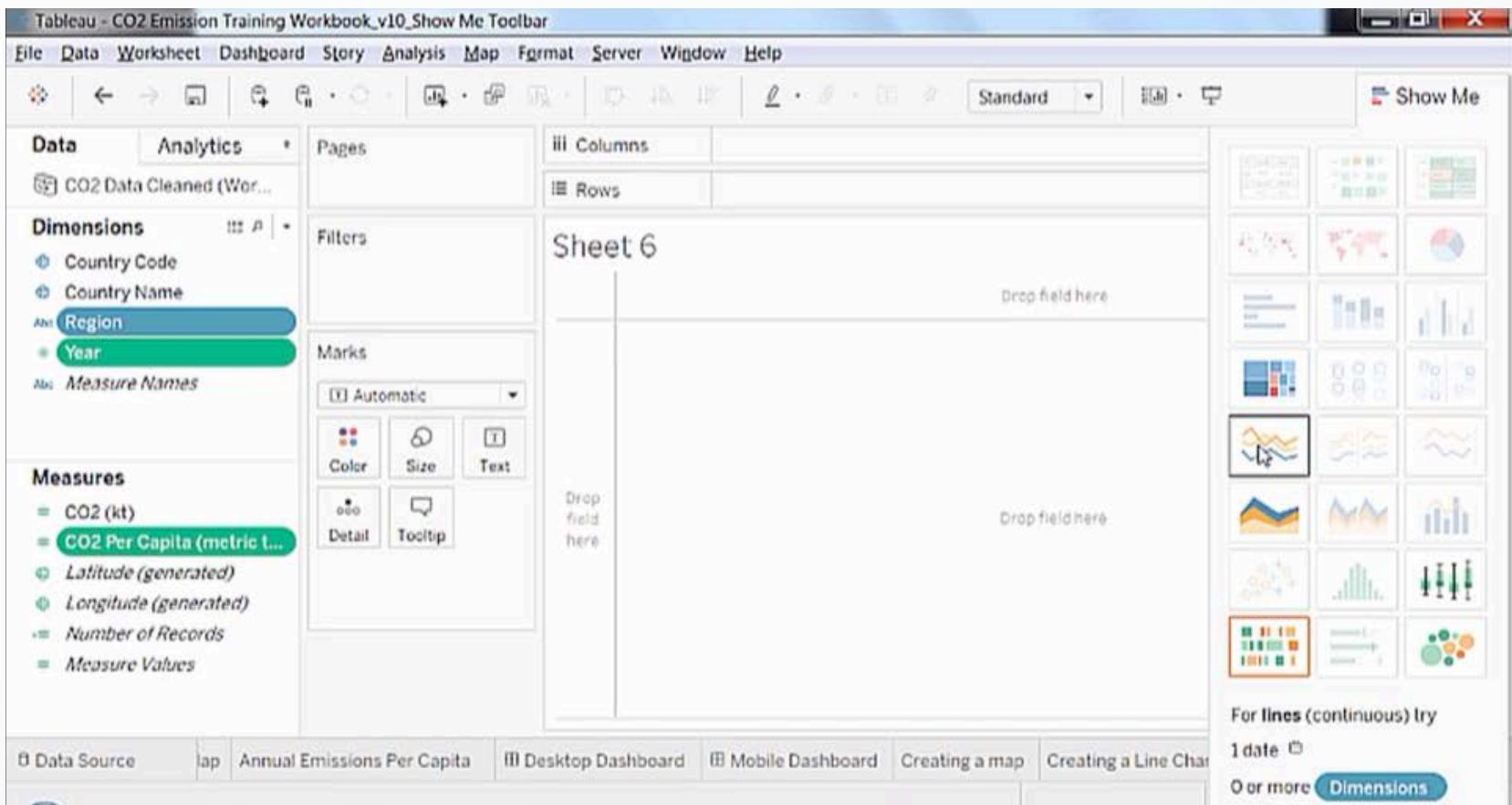


针对图表中的horsepower列进行排序

Yi, Ji Soo, Youn ah Kang, and John Stasko. "Toward a deeper understanding of the role of interaction in information visualization." *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 13.6 (2007): 1224-1231.

4. 编码

- 任务：改变可视化的视觉外观以展现不同的表示形式
- 例如：
 - 改变颜色、大小、方向、形状
- 数据本身不会被改变



4. 抽象/具象

- 任务：展示更多或更少的数据细节以提供不同细节等级的信息
- 例如：
 - 课程层次结构

Booc.io

Michail Schwab, Hendrik Strobelt, James Tompkin, Colin Fredericks
Connor Huff, Dana Higgins, Anton Strezhnev, Mayya Komisarchik,
Gary King, Hanspeter Pfister



HARVARD
John A. Paulson
School of Engineering
and Applied Sciences

HarvardX



5. 过滤

- 任务：基于限定条件展示数据

- 例如：
 - 查询
 - 动态查询

数据库查询

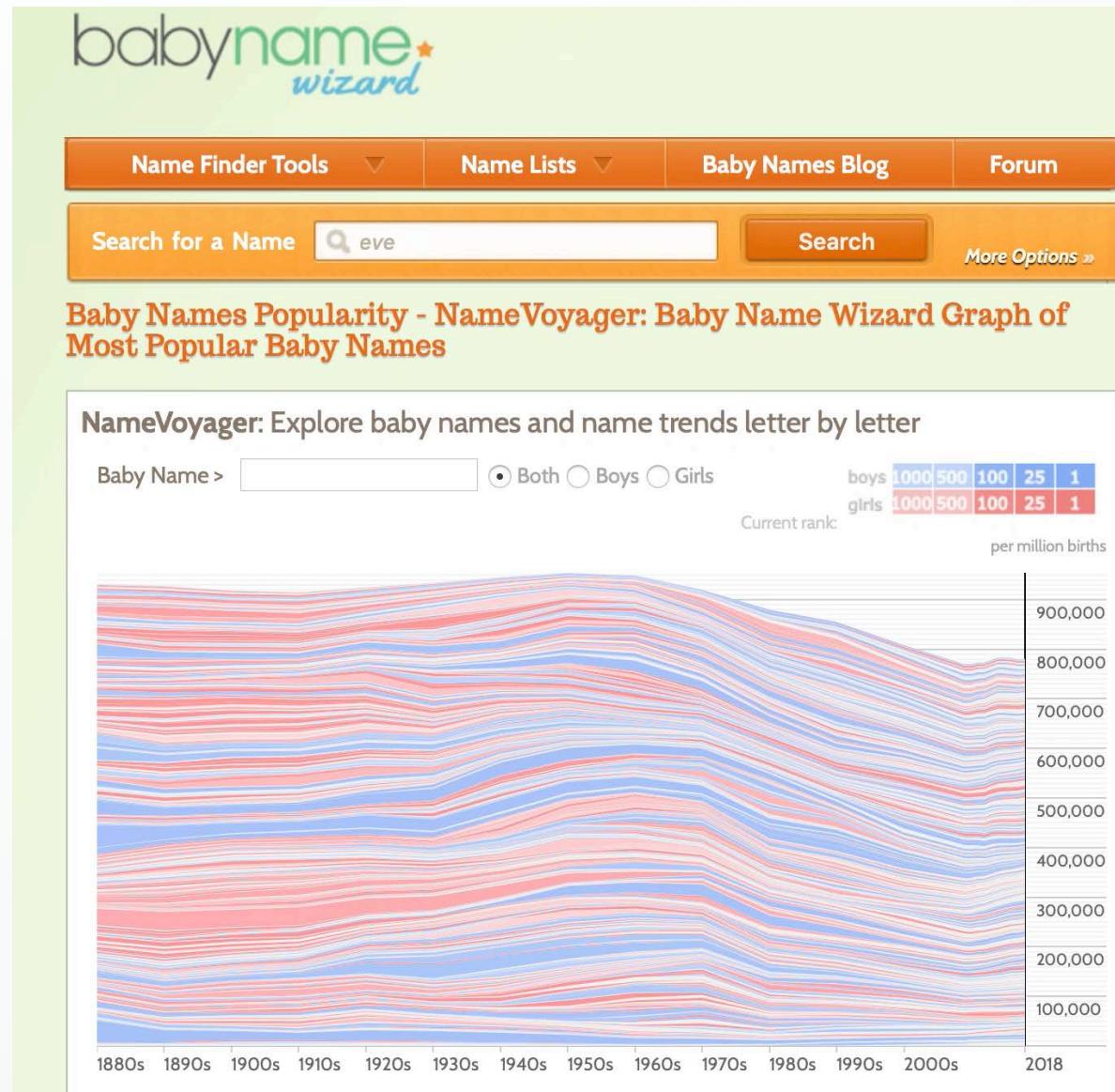
Query language

```
- Select house-address  
From atl-realty-db  
Where price >= 200,000 and  
    price <= 400,000 and  
    bathrooms >= 3 and  
    garage == 2 and  
    bedrooms >= 4
```

- 124 hits found
 - 1. 748 Oak St. - a beautiful ...
 - 2. 623 Pine Ave. -
 - ...
- 0 hits found

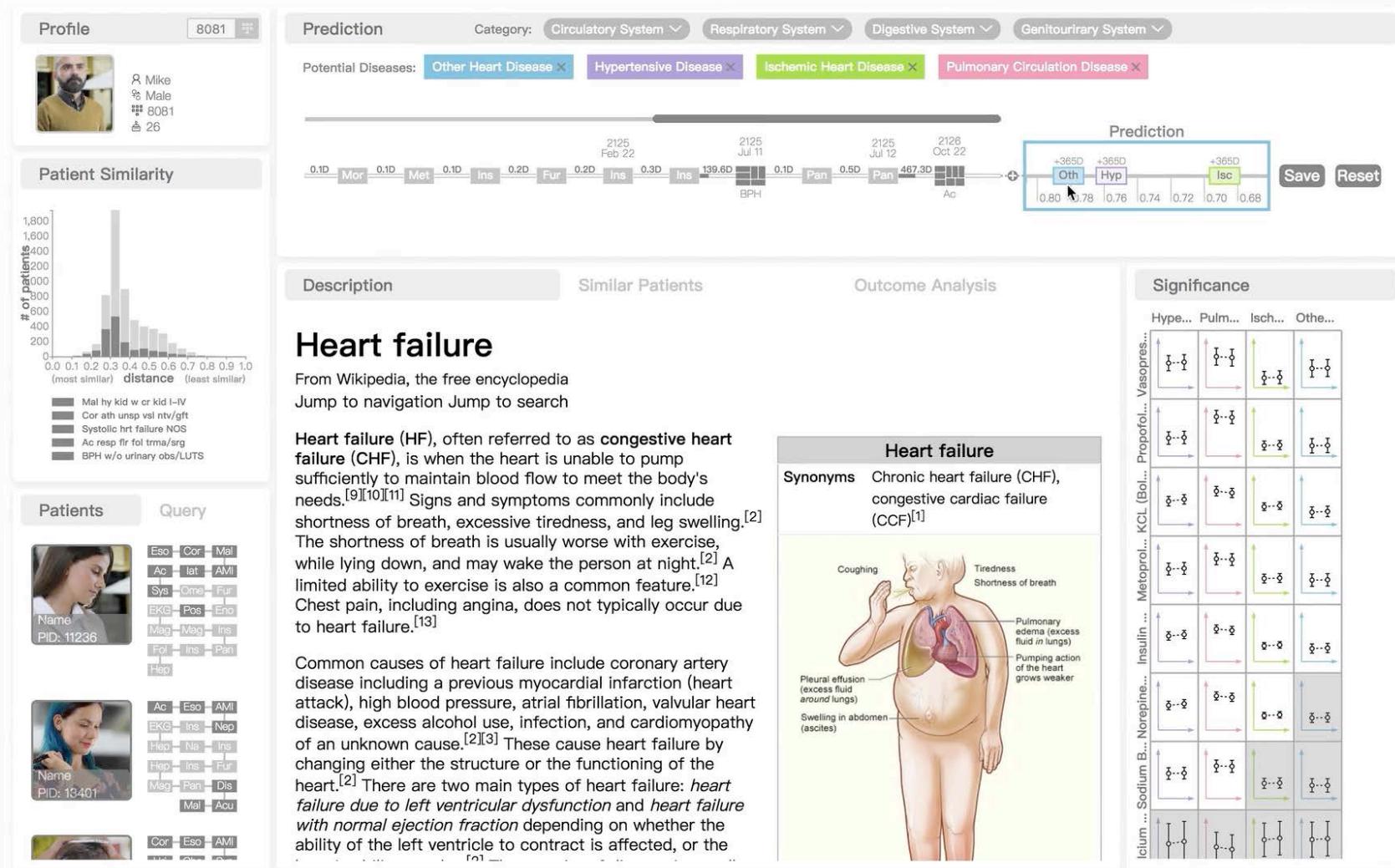
过滤的具体方式：动态查询

- 通过交互过滤，将结果数据高效实时地返回给用户



过滤的具体方式：刷选直方图

- 通过直方图显示数据分布，并以此知道用户对数据进行刷选过滤

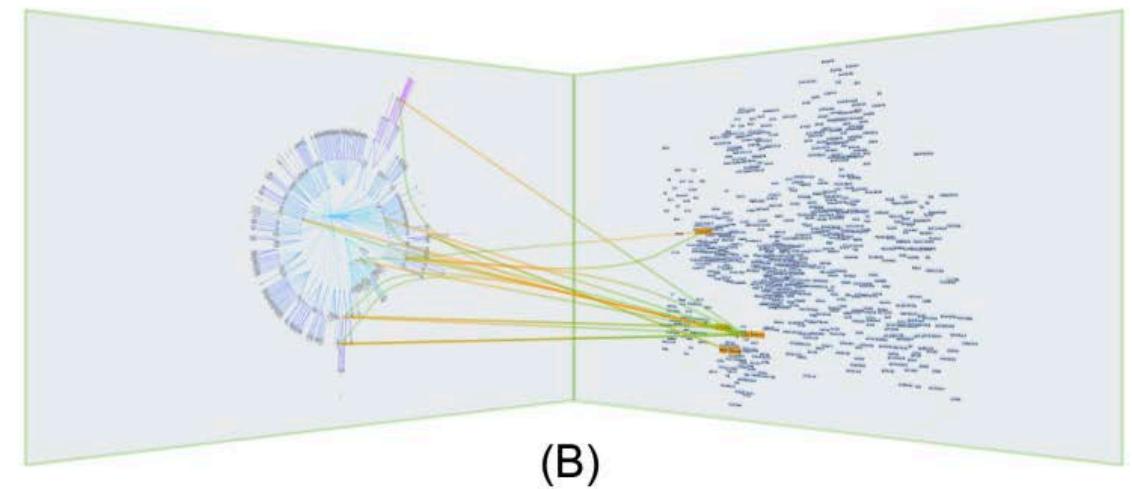


6. 关联

- 任务：显示数据之间的联系
- 例如：
 - 连接高亮



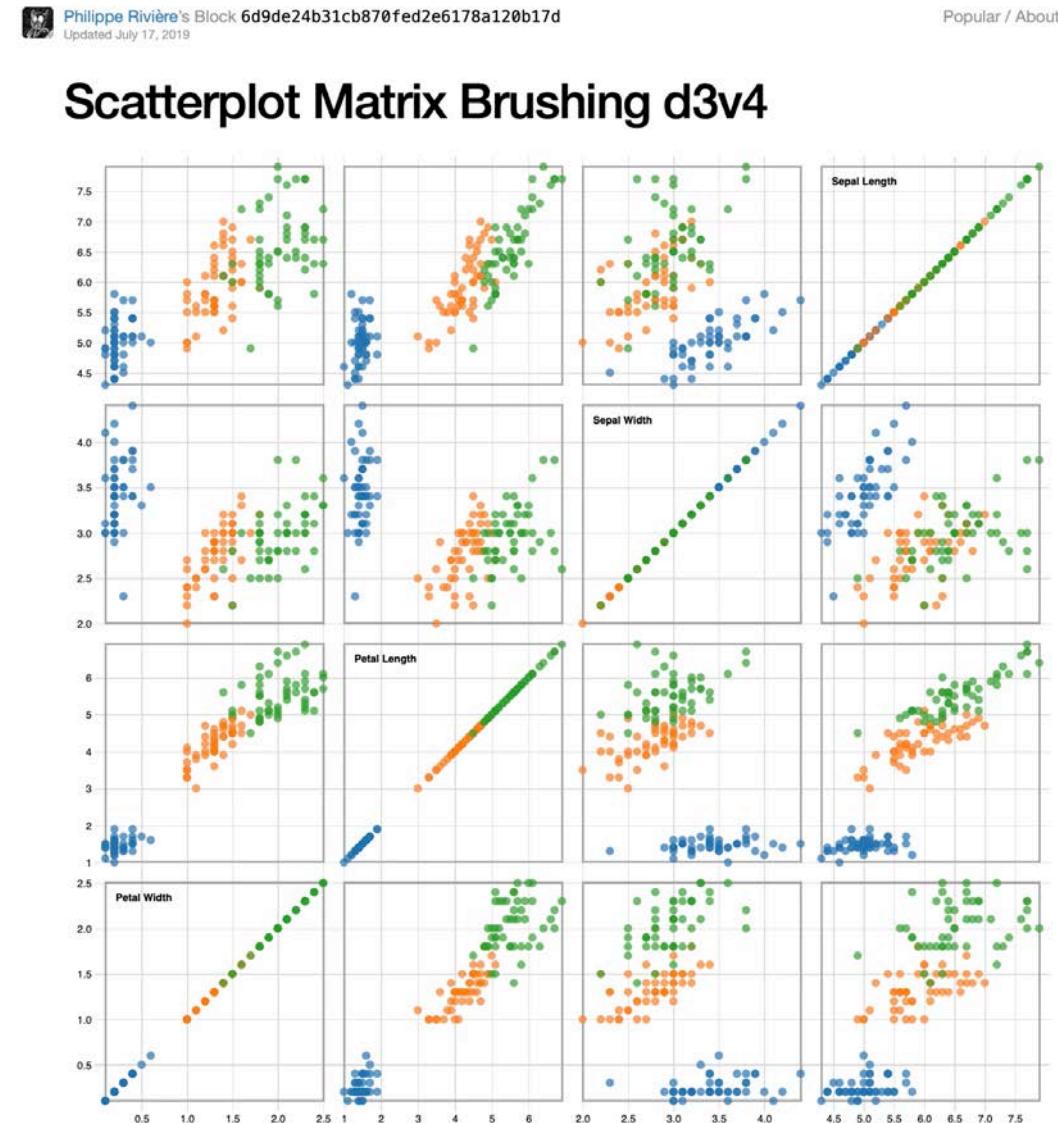
(A)



(B)

Collins, Christopher, and Sheelagh Carpendale. "VisLink: Revealing relationships amongst visualizations." *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 13.6 (2007): 1192-1199.

关联的具体方式：刷选&连接（Brush & Link）



交互

- 常见交互类型
- **交互范式1：概览+细节**
- **交互范式2：焦点+上下文**

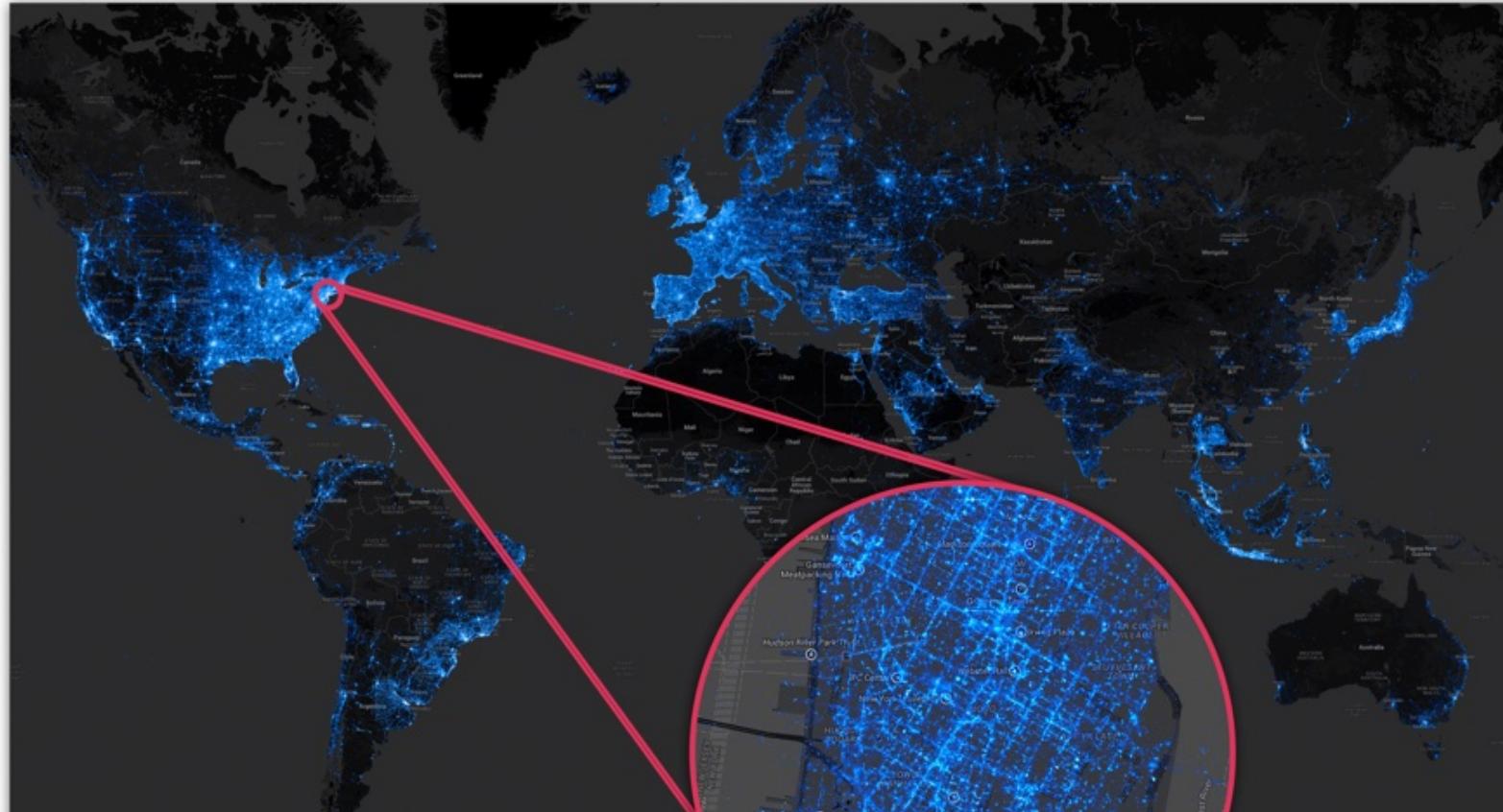
交互范式1: 概览+细节 (Overview + Detail)

- 任务：显示全局概览的同时展示部分细节
- 实现手段：
 - 可视化
 - 交互方式
 - 两者兼用

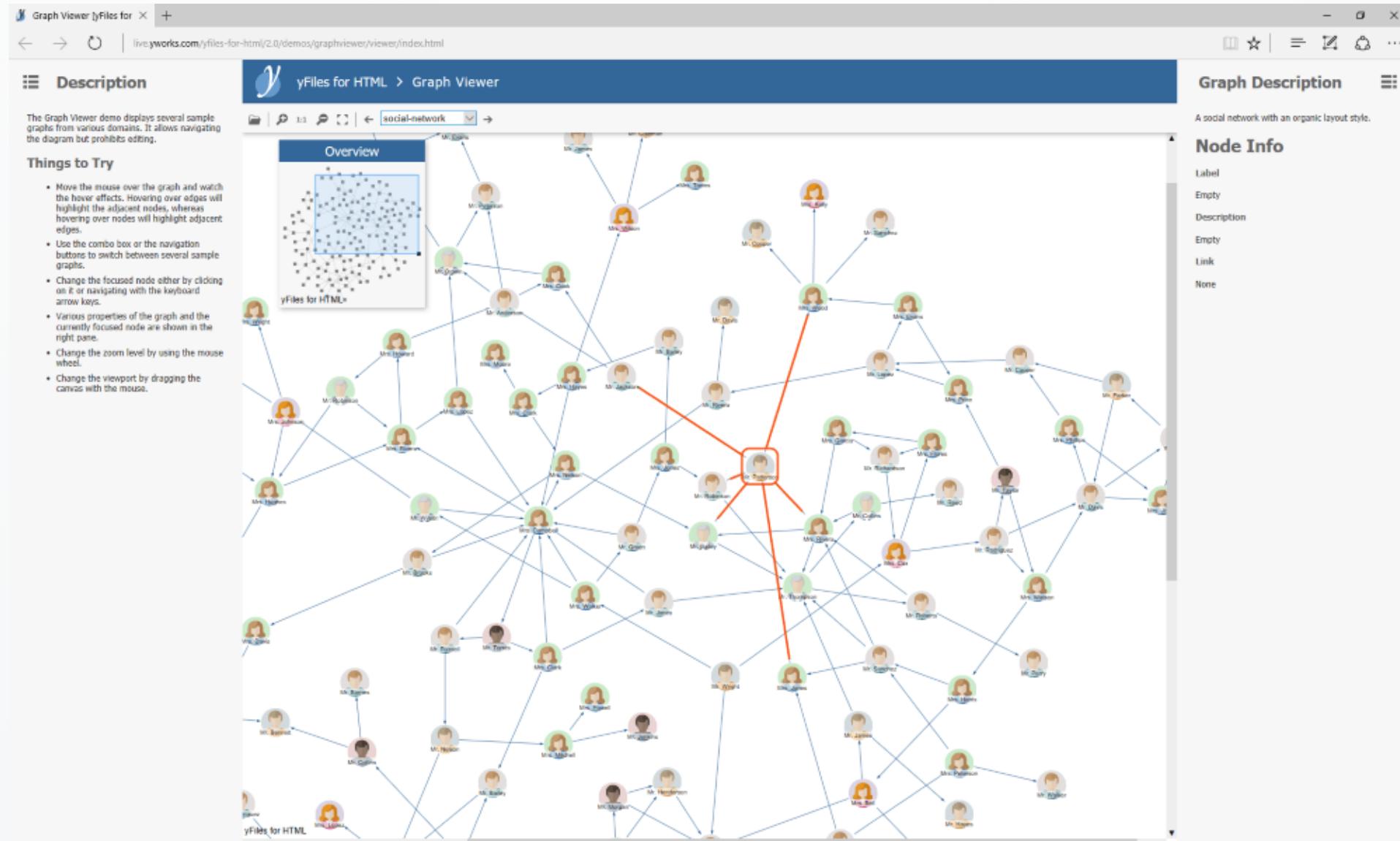
概览 + 细节的具体方法：滚动

- 提供更大的虚拟屏幕，允许用户鼠标滚动至不同区域
- 仍然存在的一些问题
 - 交互的流畅性仍需提高
 - 每次只能看到数据的一部分

概览 + 细节的案例

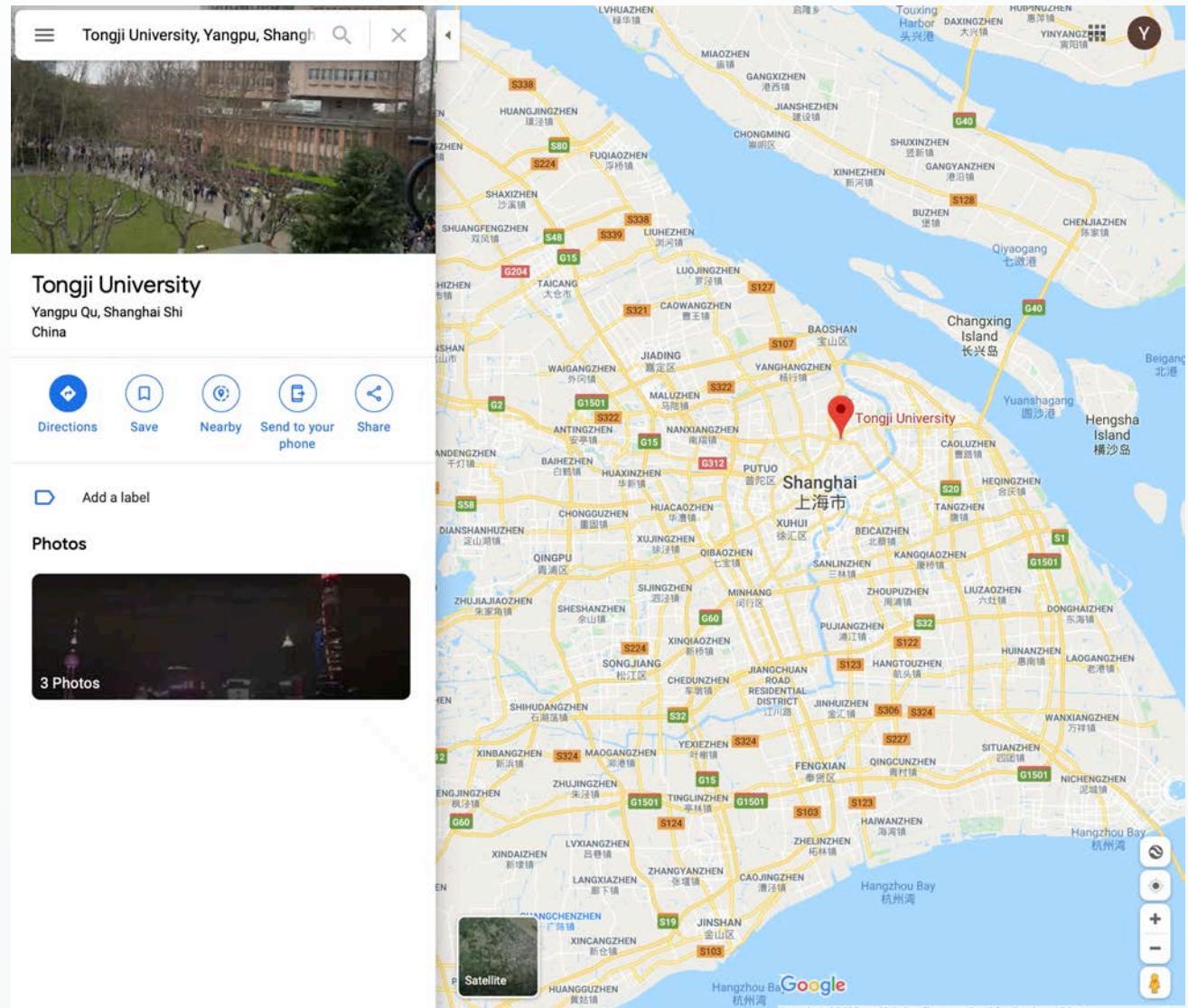


概览 + 细节的案例



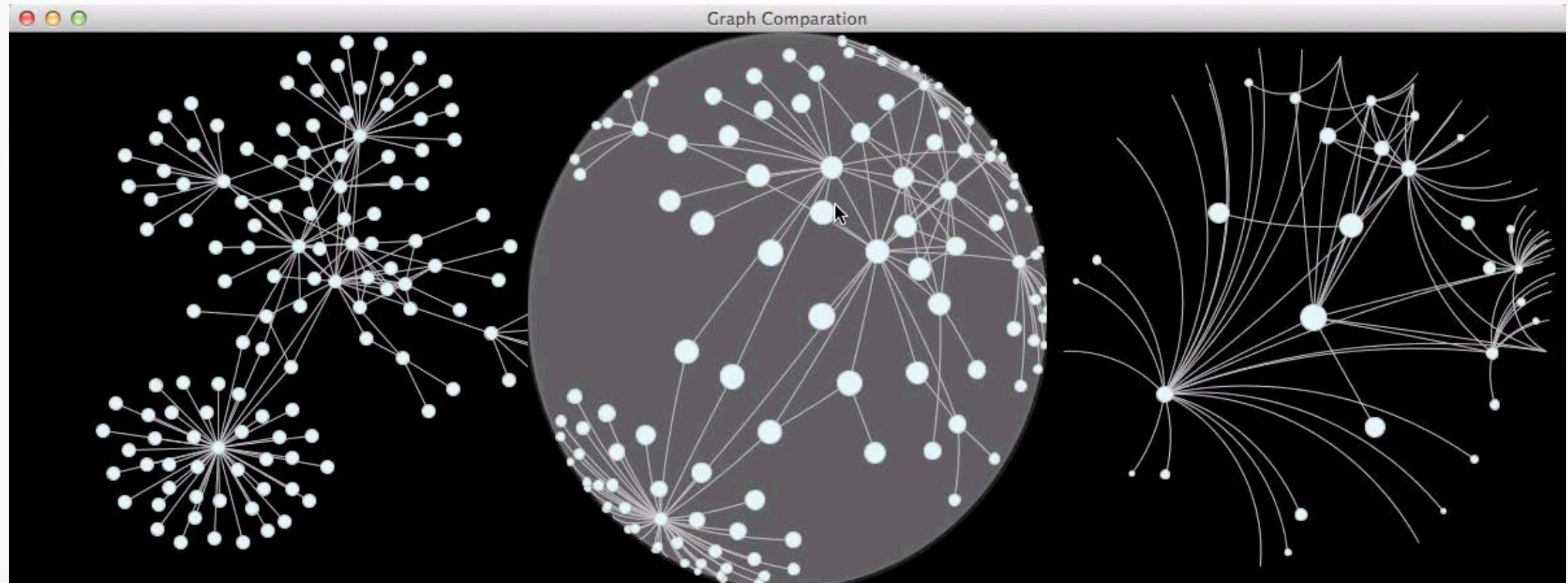
概览+细节的具体方法：缩放和平移

- 缩放: 增加或删除像素来改变图片的尺寸
- 平移: 改变图片在窗口中显示的部分
- 例如: 在谷歌地图中查看地理信息



交互范式2: 焦点+上下文 (focus + context)

- 任务：显示焦点的细节信息，同时显示焦点周边的信息



焦点+上下文的具体方式：可视化形变

- 通过压缩可视化视图中不重要的部分，为重点内容留出更多的展示空间
- 基本原理
 - 形变函数：决定了形变的方法
 - 放大函数：决定了形变的尺度

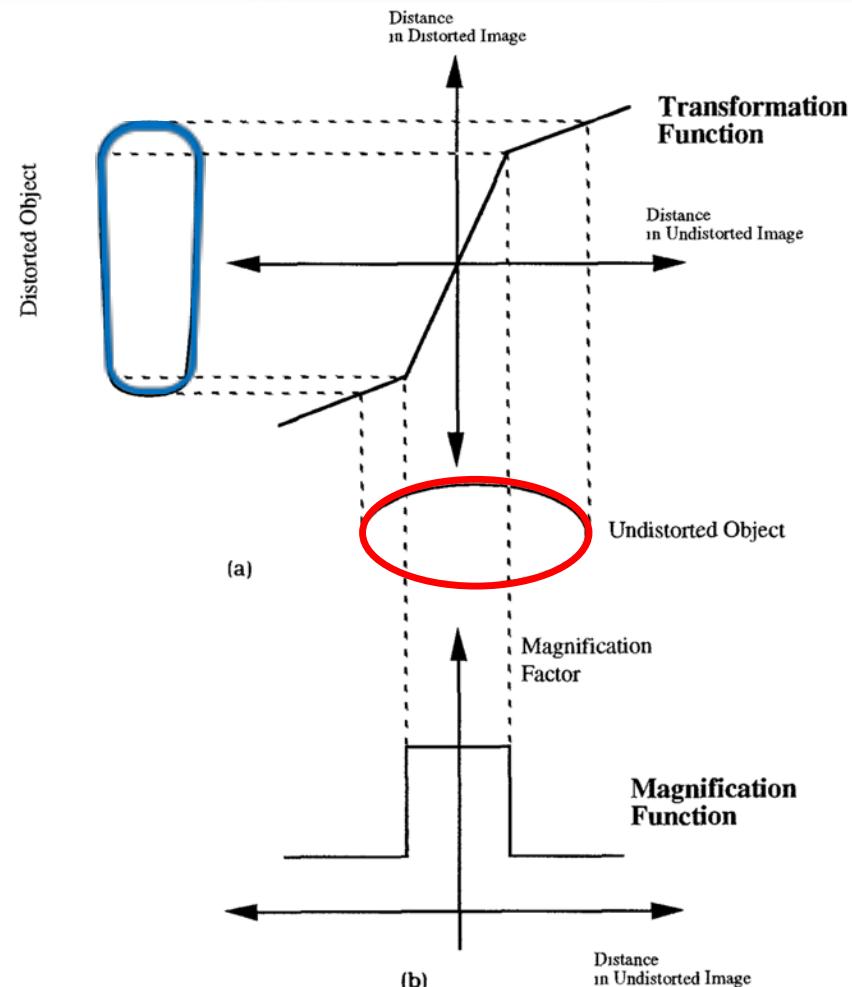
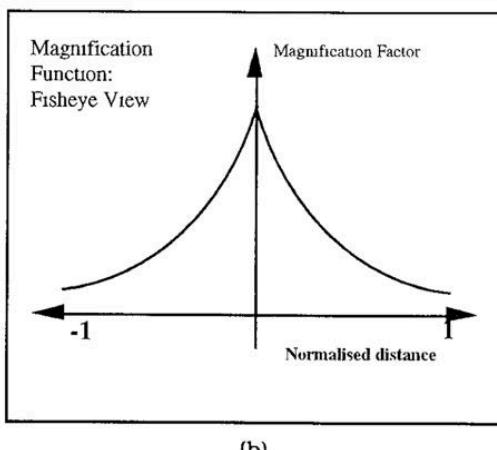
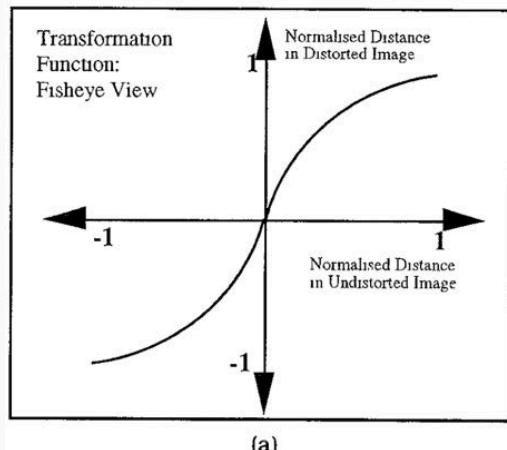


Fig. 3. (a) The transformation of an elliptic object by applying the transformation function of a Bifocal Display in one dimension; (b) the corresponding magnification function of the Bifocal Display.

焦点+上下文的具体方式：可视化形变

- 鱼眼形变

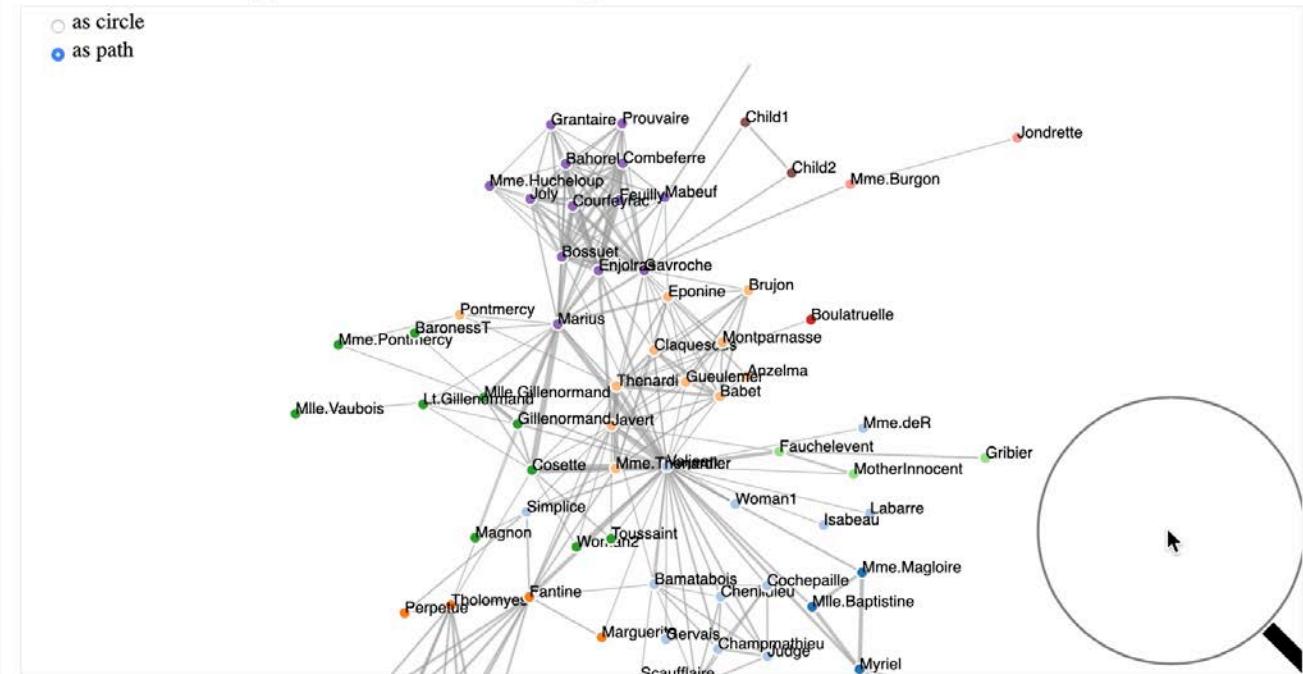


形变函数

放大函数

$$T(x) = \frac{(d+1)x}{(dx+1)} \quad \text{and} \quad M(x) = \frac{(d+1)}{(dx+1)^2}$$

Encircling D3's Fisheye Distortion

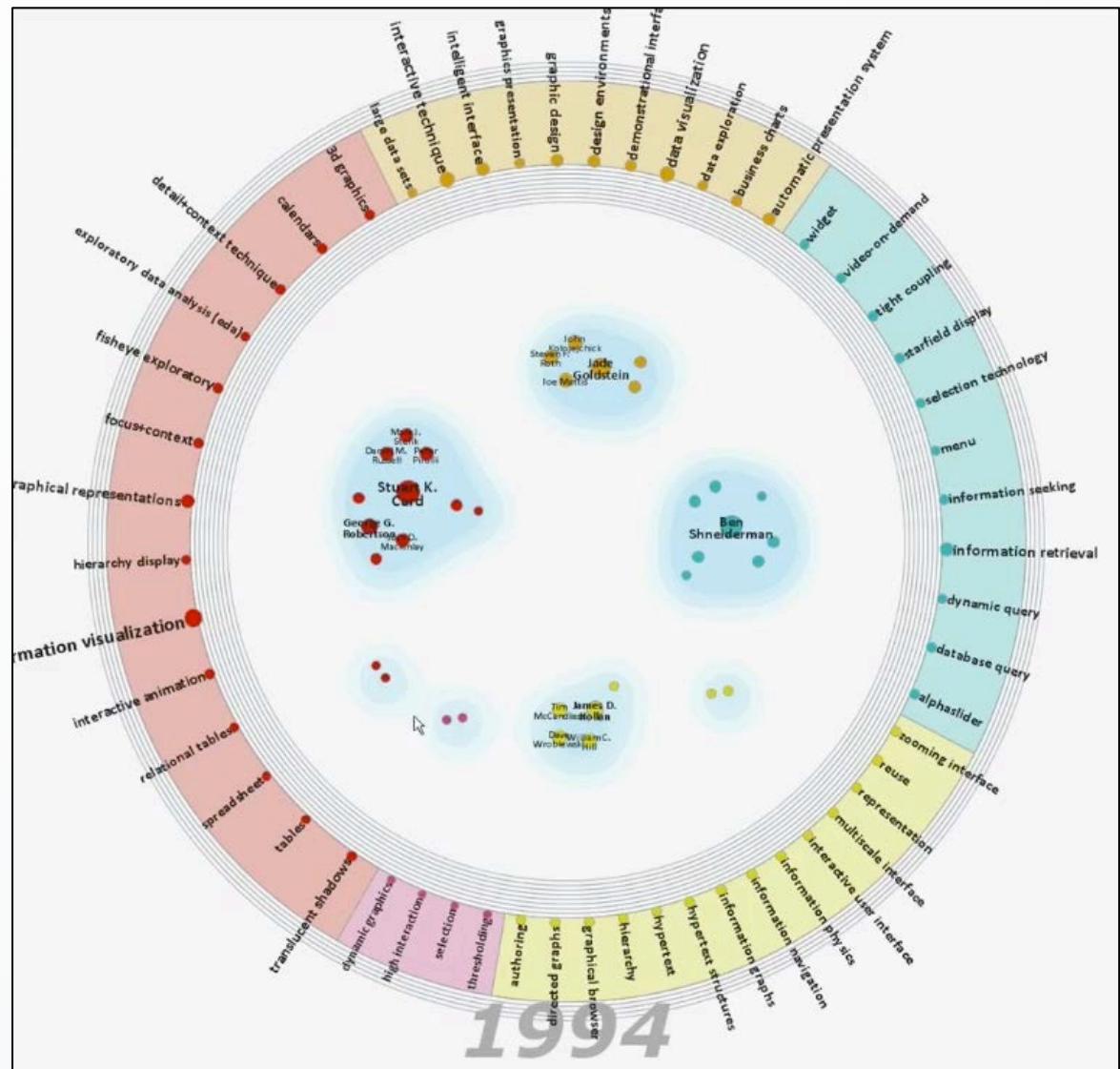


动画

- **可视化中的动画**
- 动画的设计原则
- 动画的实现方式

可视化中的动画

- 帮助理解数据的变化
 - 通过展示中间步骤和过渡，或者展示随时间变化数据收集情况



可视化中的动画

- 提升用户关注度
 - 提供新的视角，或者辅助用户更深入地查看数据



可视化中的动画

- 关联相关视图
 - 在两个视图之间实现平滑过渡

Rolling the Dice

Multidimensional Visual Exploration
using Scatterplot Matrix Navigation

Niklas Elmquist
Pierre Dragicevic
Jean-Daniel Fekete

INRIA

动画

- 可视化中的动画
- 动画的设计原则
- 动画的实现方式

动画中的基本认知原则

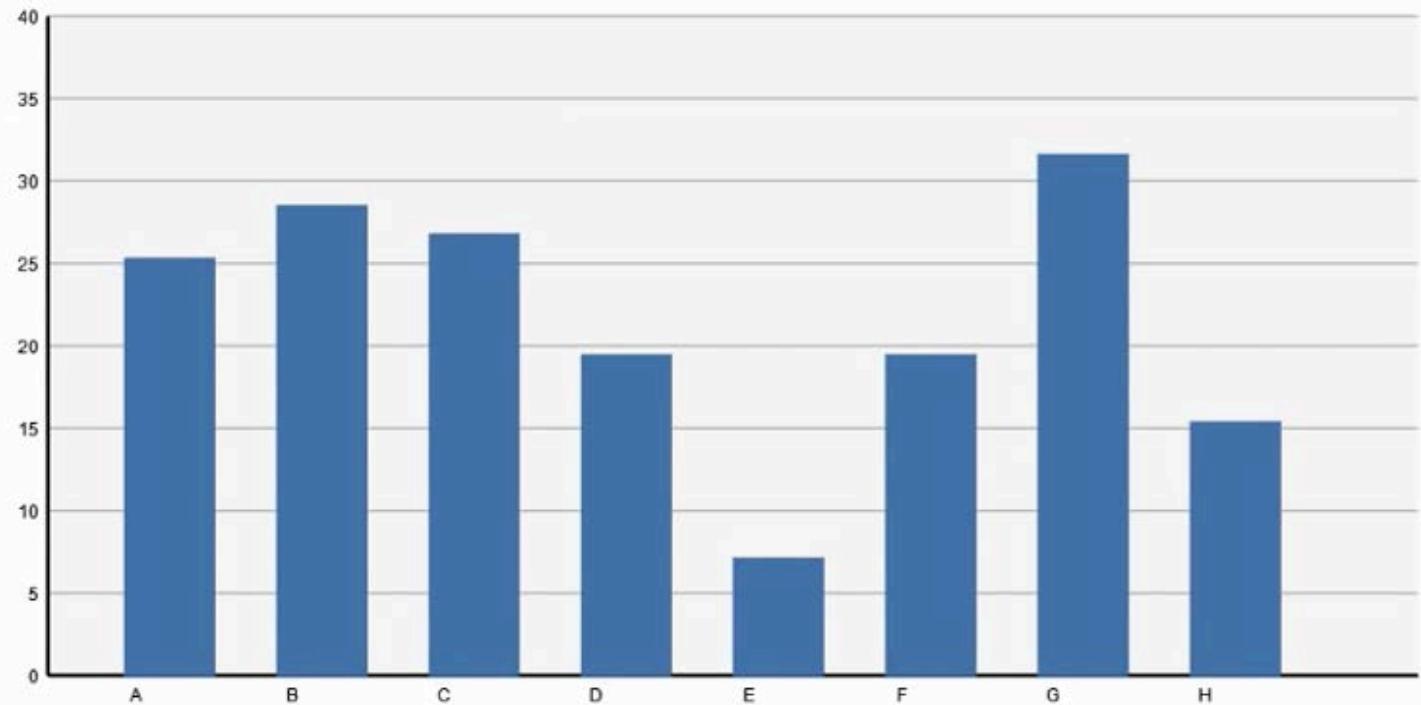
- 运动物体的追踪原则
 - 用户难以同时分别追踪四个或者五个以上的运动物体
- 共同命运原则 (common fate)
 - 用户能够识别朝着同一方向以同一速度运动的多个物体

动画的设计原则

- 阶段性原则
 - 一次只展示一个动画；如果需要同时展示多个动画，需要分阶段展示
- 兼容性原则
 - 动画必须与其载体，即所对应的可视化形式保持兼容
- 必要性原则
 - 只展示发生改变的数据，且动画的设计能让用户理解
- 合理性原则
 - 动画的每个步骤必须有具体的含义，动画的产生必须有明确的原因

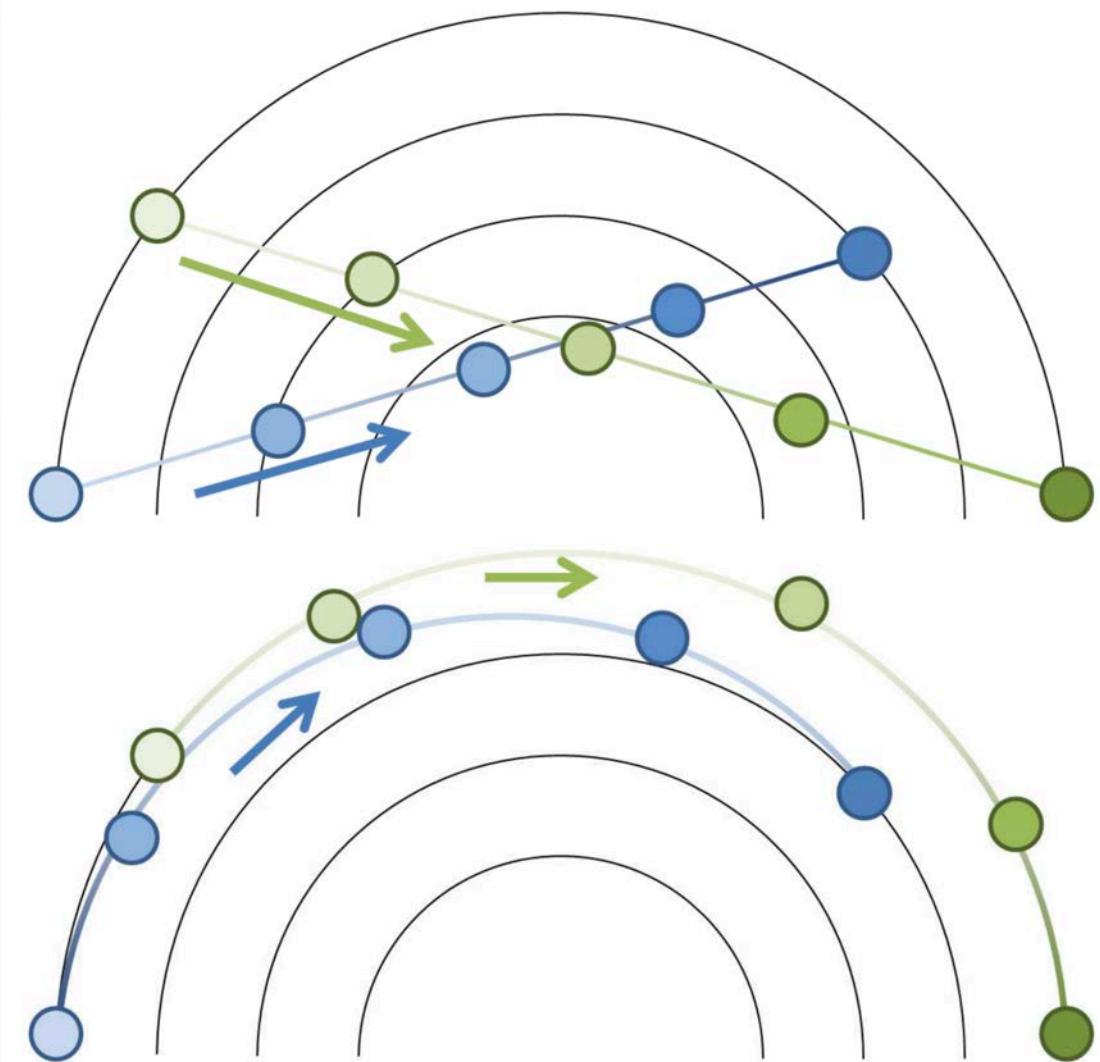
动画设计案例 1

- 阶段性
 - 不同时展示多个动画，即现阶段动画完成后再开始下一阶段的动画
- 必要性
 - 如果数据未发生改变，则不需要用动画表示
- 合理性
 - 动画的每个步骤必须有具体的含义，需要保留数据到可视化的合理映射



[Animated Transitions in Statistical Data Graphics](#), Jeffrey Heer, George Robertson

动画设计案例 2



Animated Exploration of Graphs with Radial Layout

IEEE InfoVis 2001

Ka-Ping Yee
Rachna Dhamija
Danyel Fisher
Marti Hearst

University of California, Berkeley

动画设计案例 3

- 基本思想：若多个物体朝着同一方向，则将他们的运动路径绑定在一起
- 遵循了共同命运原则

Trajectory Bundling for Animated Transitions

Fan Du, Nan Cao, Jian Zhao, Yu-Ru Lin



UNIVERSITY OF
TORONTO

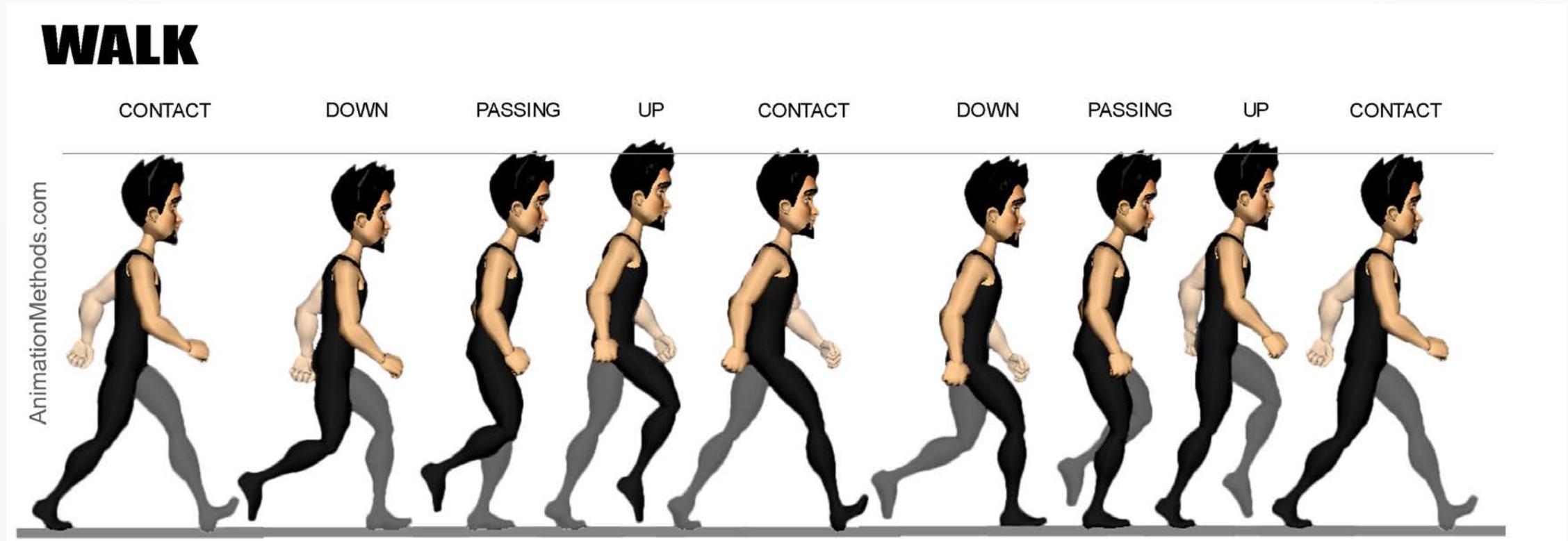


动画

- 可视化中的动画
- 动画的设计原则
- 动画的实现方式

动画的实现方式

- 动画是通过一系列连续的逐渐的变化组成的



动画的实现方式

- 数值的线性插值:

$$X = (X_t - X_s) * \text{factor} + X_s$$

- X_s 动画起始状态时的 坐标/尺寸/角度/颜色 等
- X_t 动画结束状态时的 坐标/尺寸/角度/颜色 等
- $\text{factor} \in [0, 1]$, 定义了动画的步速, 当 $\text{factor} = 0$ 时对应起始状态;
当 $\text{factor} = 1$ 时对应结束状态
- 动画的过程就是控制 factor 从 0 渐变至 1 的过程

动画的实现方式

- 步速控制 (Pacing) :

- 匀速:

$$\text{factor} = k * (t / \text{duration})$$

- 慢入 (Slow In)

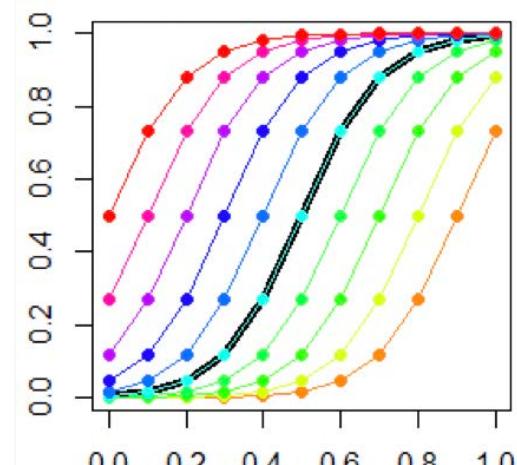
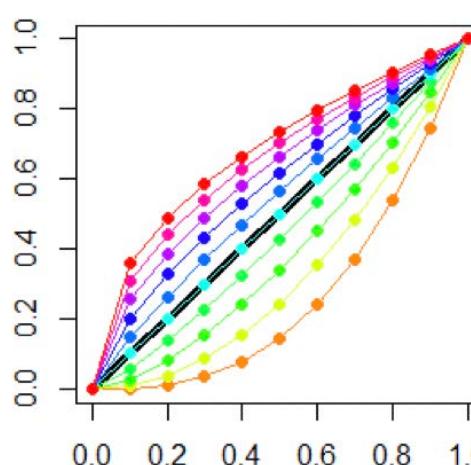
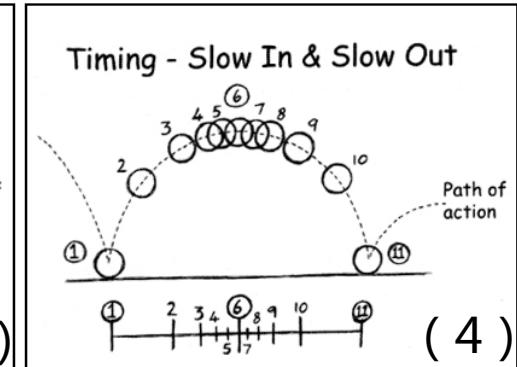
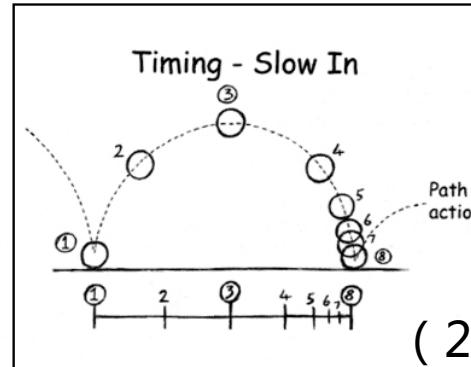
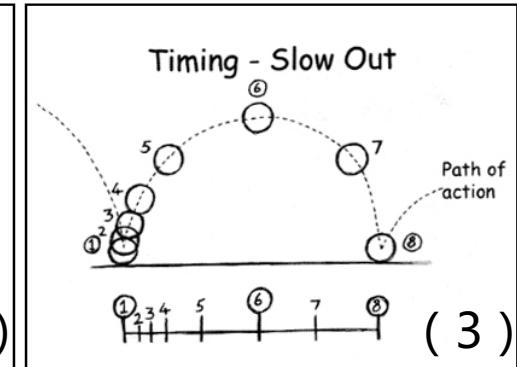
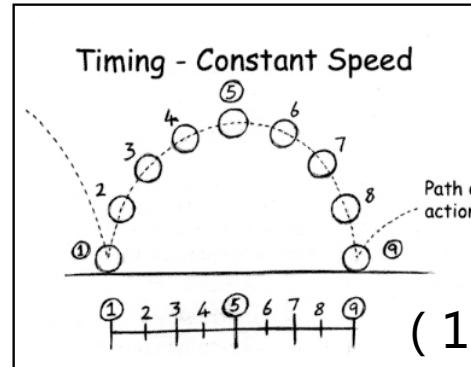
$$\text{factor} = k * (t / \text{duration})^2$$

- 慢出 (Slow Out)

$$\text{factor} = k * \sqrt{t / \text{duration}}$$

- 慢入慢出 (Slow In Slow Out)

$$\text{factor} = 1 + \text{sigmod}(t / \text{duration})$$



课程总结

- 本节课
 - 交互
 - 常见交互类型
 - 交互范式1：概览+细节
 - 交互范式2：焦点+上下文
 - 动画
 - 可视化中的动画
 - 动画的设计原则
 - 动画的实现方式
- 下节课
 - 针对不同数据类型的可视化技术

第三讲：交互技术与动画

信息可视化

曹楠（教授），石洋（研究员）

<https://idvxlab.com>

同济大学