



地铁数据可视化分析

傅嘉豪 2017年4月19日

Contents

- ▶ 引言
- ▶ 数据基础
- ▶ 可视化实现
- ▶ 实例分析
- ▶ 总结与展望



Contents

- ▶ 引言
- ▶ 数据基础
- ▶ 可视化实现
- ▶ 实例分析
- ▶ 总结与展望



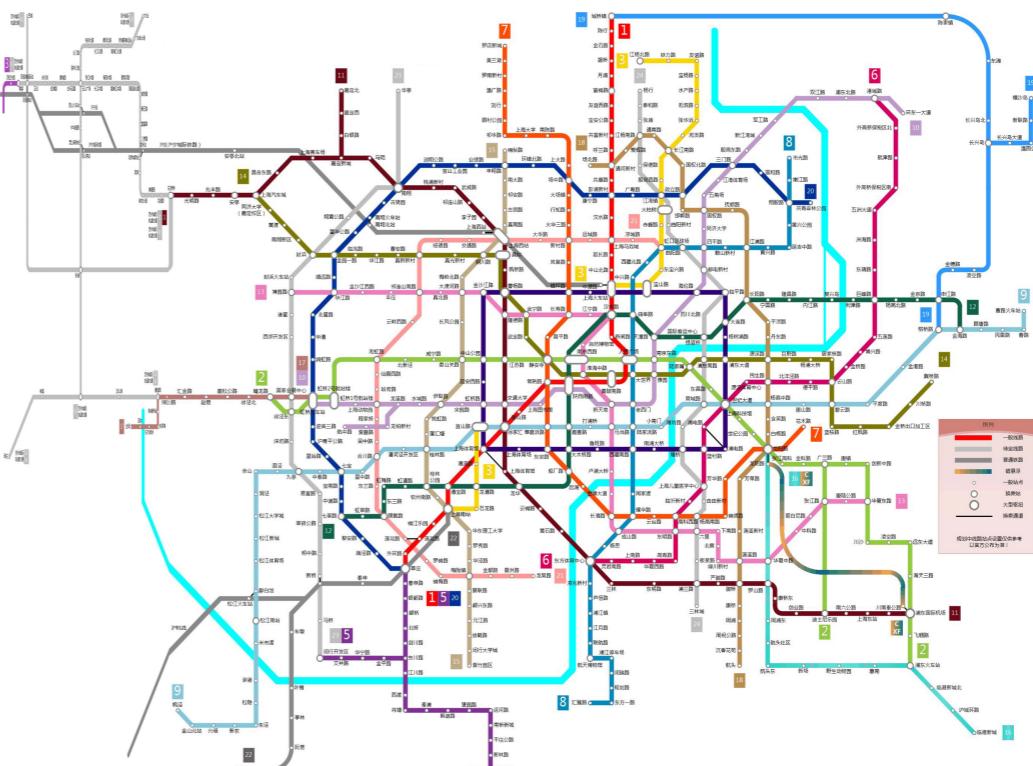
引言：背景

- ▶ 如果把城市比作人，那么**交通系统**就如同**血管**，使城市流动起来，保持活力和健康；
- ▶ 截至**2013**年末，中国大陆累计有**18**个城市建成投运轨道交通路线**87**条，运营里程**2539**公里*；
- ▶ 北京上海等 特大城市则纷纷出台规划，在近五年内要建成总里程超过**1000**公里的轨道交通网络，进一步缓解地面交通，为市民提供**方便快捷环保**的出行方式。

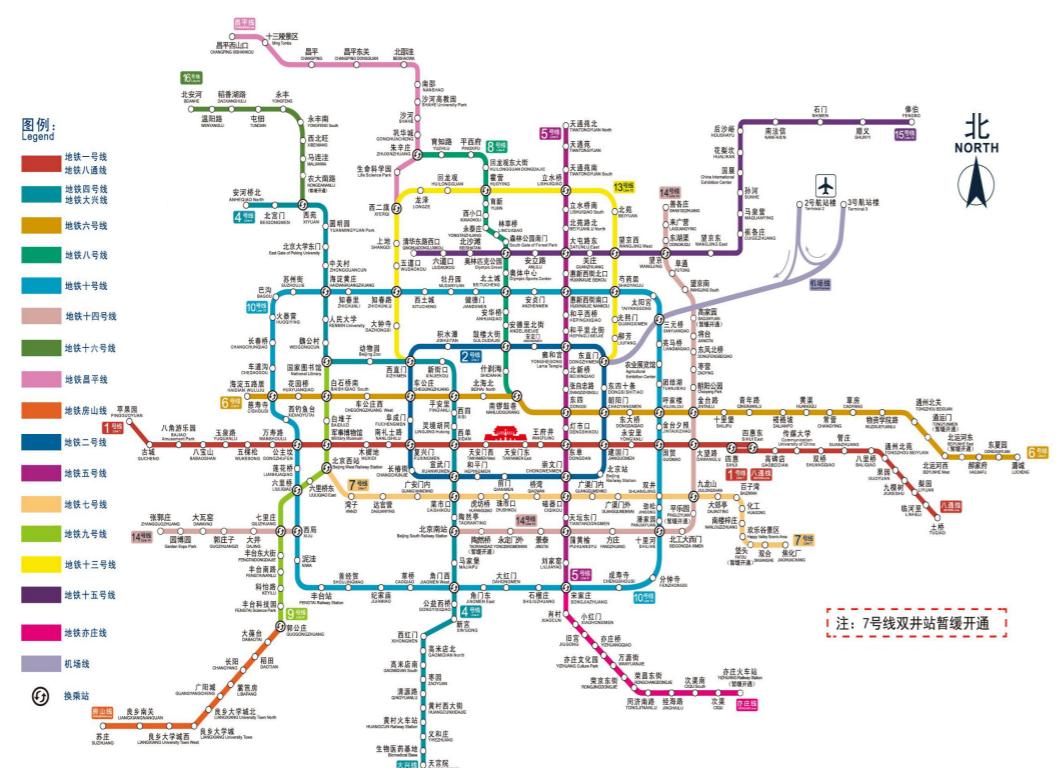
* 《2014年-2020年中国城市轨道交通行业发展模式与未来前景分析报告》



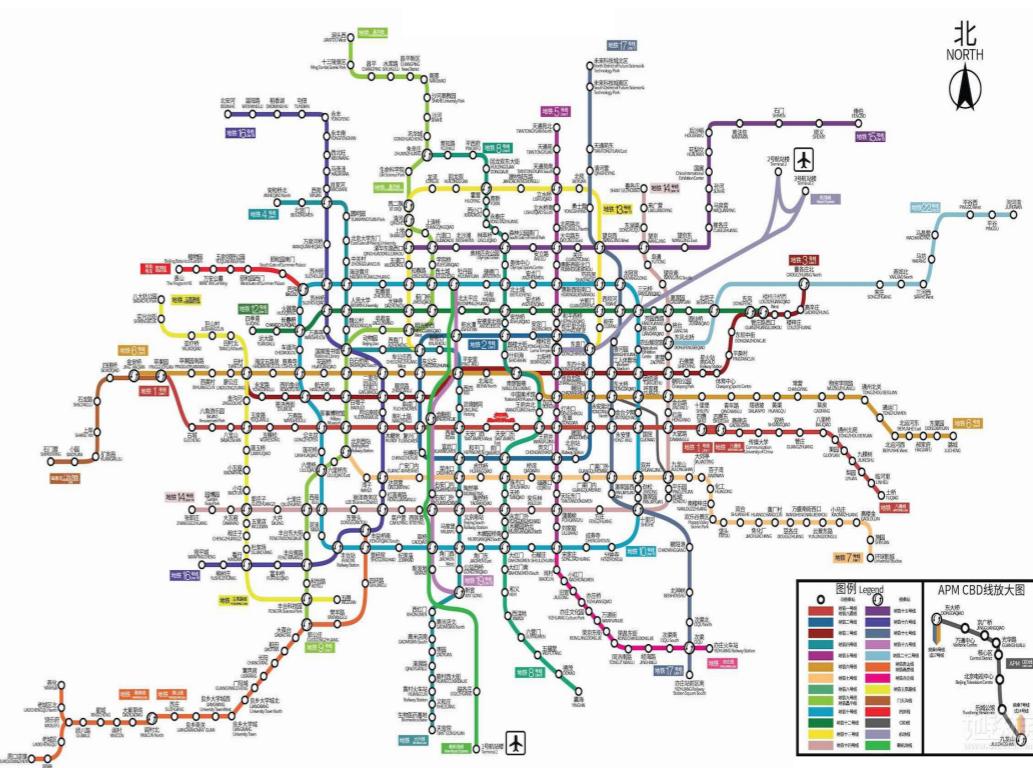
(a) 上海地铁2016年线路图



(b) 上海地铁2030年线路图



(c) 北京地铁2017年线路图



(d) 北京地铁2020年线路图

引言：地铁数据的价值

- ▶ 生活离不开地铁，地铁数据是了解人们**生活状态**的窗口
 - ▶ 时间上：生活习惯，工作需要，工作日/节假日
 - ▶ 空间上：居住，工作，商业活动
- ▶ 地铁数据 → **信息模式**
 - ▶ 市民：找出客流较小的上车站点与换乘线路
 - ▶ 商业公司：精确定位运营投入、广告投放等市场行为（ofo）
 - ▶ 政府与规划部门：还原城市生活面貌，建设**智慧城市**

引言：概述

- ▶ 通用的地铁数据可视化分析系统
 - ▶ 直观了解整体及某地某时刻的客流量情况
 - ▶ 通过周中、周末、进站、出站、换乘、不同方向等控制条件，探索不同站点和线路的特殊模式
 - ▶ 预设用户：乘客、地铁运营部门、城市规划部门、地铁广告公司、共享单车公司(如ofo)
- ▶ 利用上海市轨道交通2015年4月的一卡通(地铁)刷卡数据，采用广度优先搜索(**BFS**)还原出行路径，构建基于D3.js 的**Web** 端客流量可视化分析系统，并进行了简要的分析。

上海地铁数据可视化系统

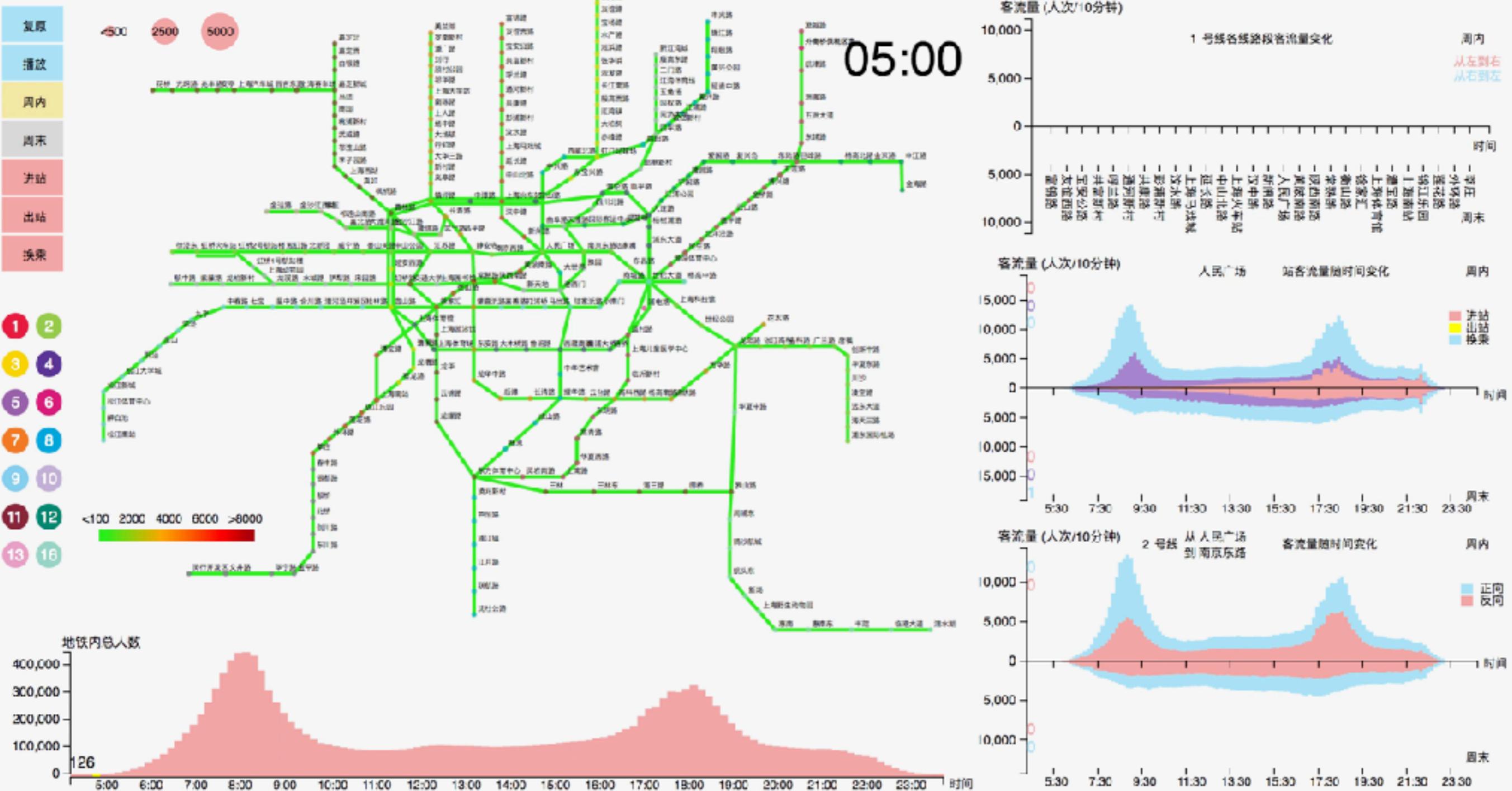


Fig. 2. 可视化分析系统界面

Contents

- ▶ 引言
- ▶ 数据基础
 - ▶ 数据简介
 - ▶ 数据预处理
 - ▶ 生成数据
- ▶ 可视化实现
- ▶ 实例分析
- ▶ 总结与展望



数据基础：数据简介

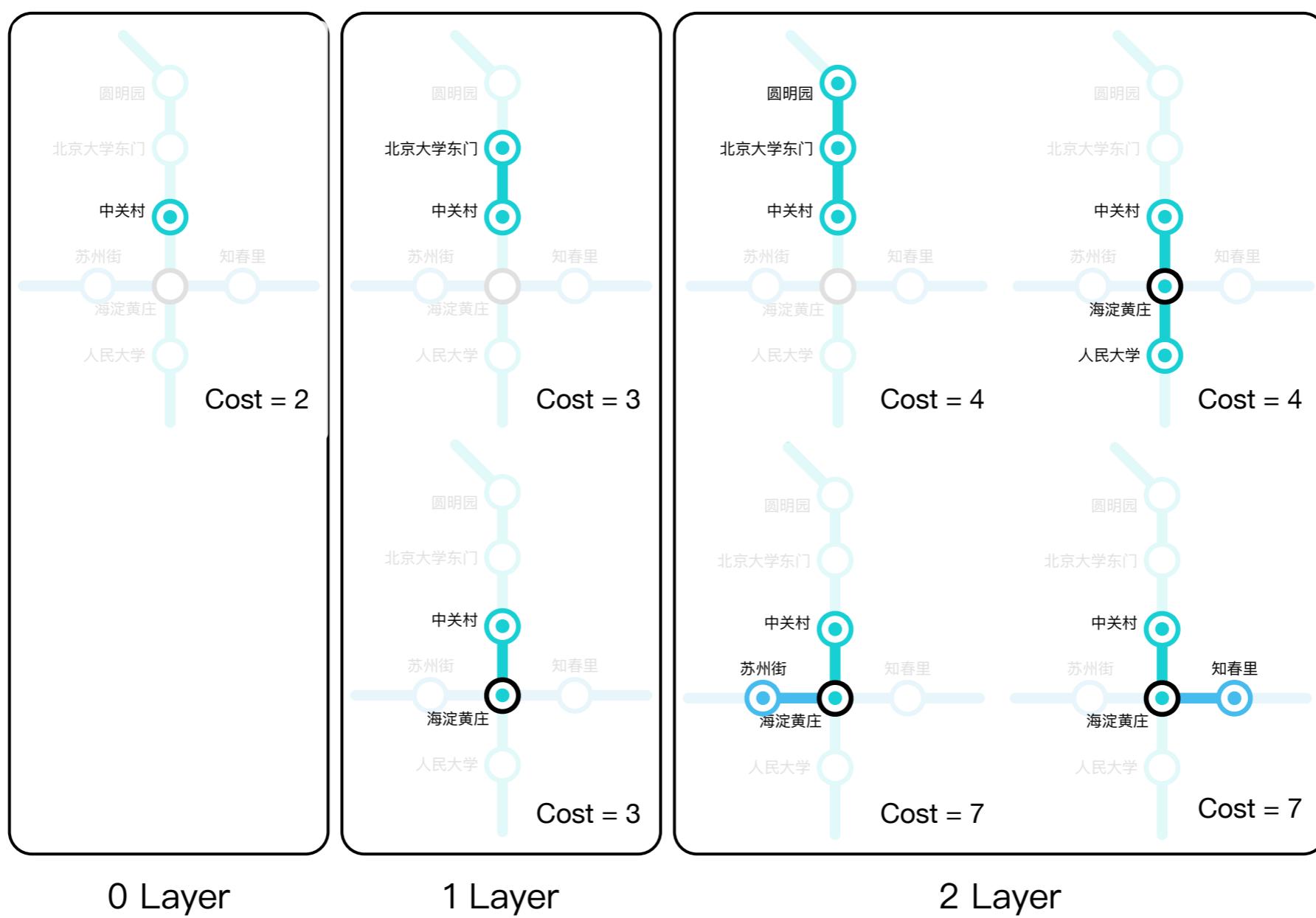
- ▶ 上海市一卡通刷卡数据：2015年4月
 - ▶ **21.44GB** (21,444,163,550 字节)
 - ▶ 与地铁有关的数据共计**223,182,966**条，
 - ▶ 单条数据格式为：乘客一卡通编号，交易日期，交易时间，地铁站点的中文名称，交易金额
- ▶ 上海市地铁基础数据
 - ▶ 站名、线路编号、经纬坐标等
 - ▶ 该时间段：**288**个运营车站，**333**个站间线路

数据基础：数据预处理

- ▶ 进出站&时间 → 具体乘车**线路**
 - ▶ 多条路径：量化路径 → 广度优先搜索**BFS** → 最优路径
 - ▶ 海量数据：换乘表**缓存** → $O(1)$
- ▶ **量化**乘车线路
 - ▶ 假设：所有站间线路段列车**运行时间相同**，记为**1**
 - ▶ $Cost = 2 + N_{stations} + 3 \times N_{Transfers}$
 - ▶ 进出站2，少换乘1次 = 多坐3站，相等则均分

数据基础：数据预处理：

▶ 广度优先搜索 (BFS) : i.e., 中关村 → 苏州街



数据基础：生成数据

- ▶ 每10分钟取样统计，划分成117个单元（4:25~23:55）
- ▶ 计算耗时 7358.0s
- ▶ 站点流量（站名，工作日/节假日、进站/出站/换乘、各个时刻客流）
- ▶ 线路流量（起点，终点，线路编号，工作日与/工作日、正向/反向、各个时刻客流）
- ▶ 实时总人数
- ▶ 线路信息



Contents

- ▶ 引言
- ▶ 数据基础
- ▶ 可视化实现
 - ▶ 界面布局
 - ▶ 图形设计
 - ▶ 交互逻辑
- ▶ 实例分析
- ▶ 总结与展望

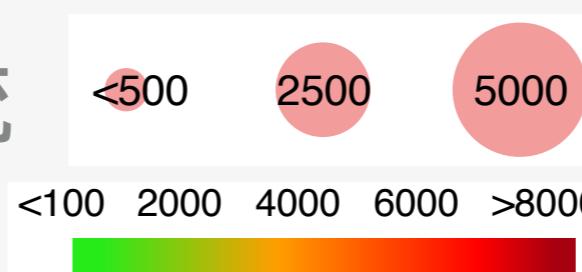
可视化实现：界面布局

- ▶ 海量数据 → 计算机处理
- ▶ 非专业用户 → 可视化查询 → **探索性强**
- ▶ JavaScript + D3.js, **Web**端呈现
- ▶ Firefox 浏览器, 1280*800 以上分辨率
- ▶ **主视图区**: 运营路线图, 时钟
- ▶ **控制按钮**: 复位, 播放, 周内/周末, 进站/出站/换乘
- ▶ **直方图区**: 总客流↓, 线路客流↗, 站点客流→, 路段客流↖

可视化实现：图形设计

▶ 主视图区

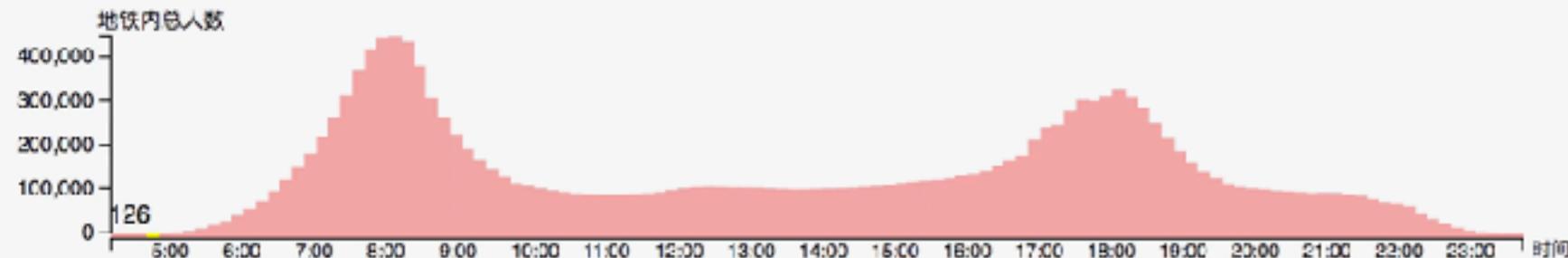
- ▶ 结点 ~ 车站，**面积** ~ 客流
- ▶ 边 ~ 路段，**颜色** ~ 客流
- ▶ 标签显示数值 & 线路突出显示



可视化实现：图形设计

复原
播放
周内
周末
进站
出站
换乘

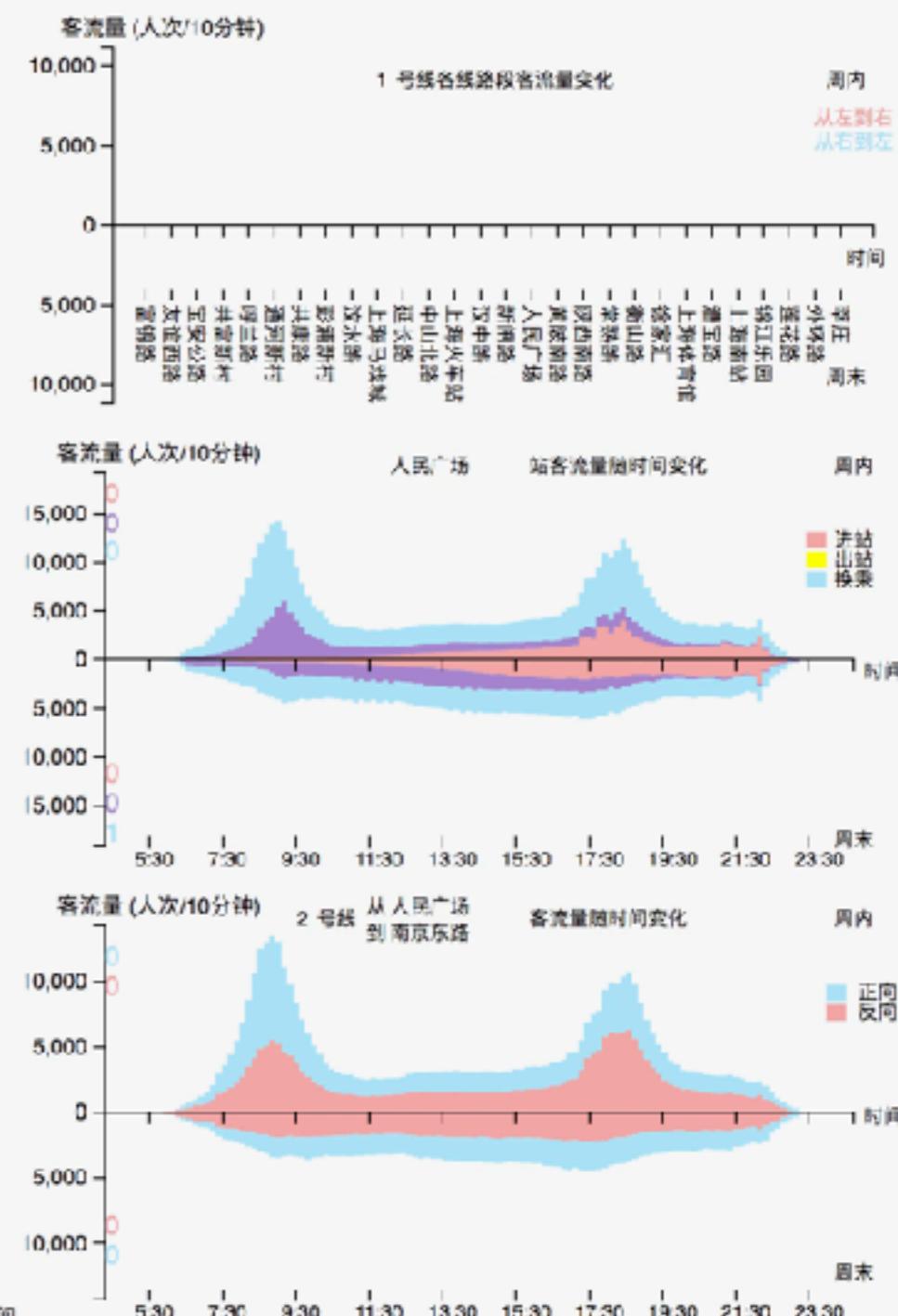
1 2
3 4
5 6
7 8
9 10
11 12
13 14



▶ 控制按钮 ←

▶ 直方图区

- ▶ ↓：地铁系统内**总客流随时间变化 & 时间轴**
- ▶ ↗：某**线路客流随空间变化，堆叠正/反向，**
标签显示数值
- ▶ →：某**站点客流随时间变化，堆叠进站/出站/**
换乘，显示数值，鼠标移动突出显示，可调堆
叠顺序
- ▶ ↘：某**路段客流随时间变化，堆叠正/反向，**
显示数值，鼠标移动突出显示，可调堆叠顺序

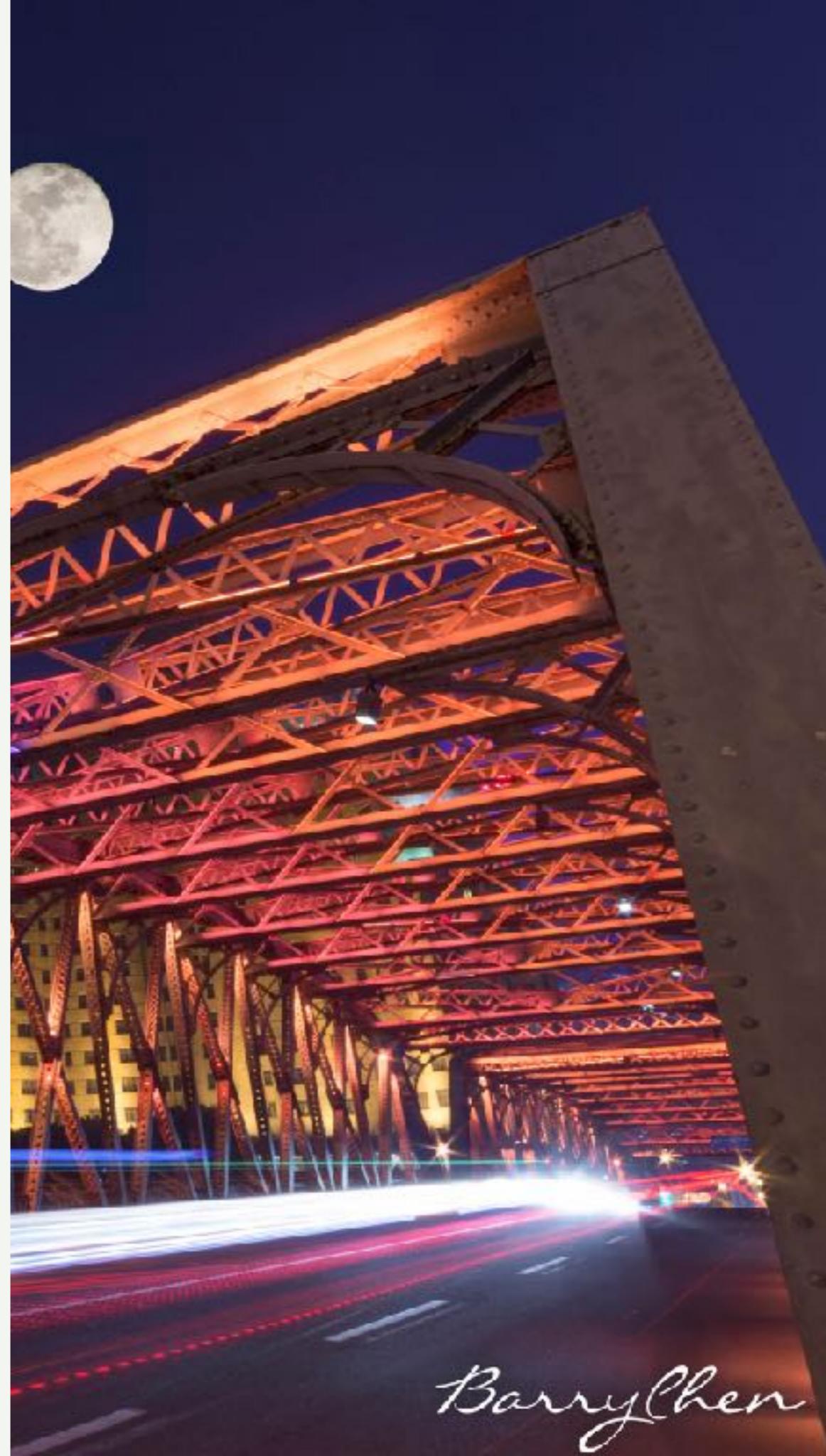


可视化实现：交互逻辑

- ▶ 高维数据 → 平面显示 → 多维度交互
 - ▶ 时间维度(117个统计区段)
 - ▶ 空间的维度(288座车站， 333个线路段)
 - ▶ 自身的统计维度(进站/出站/换乘， 正向/反向)
- ▶ 时间轴同步更迭
- ▶ 主视图选择， 直方图区显示具体信息
- ▶ 线路客流vs空间：直方图点选

Contents

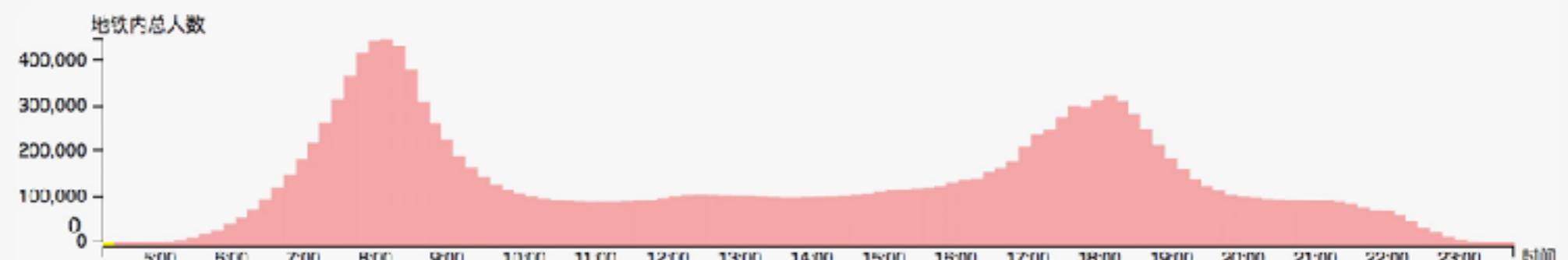
- ▶ 引言
- ▶ 数据基础
- ▶ 可视化实现
- ▶ 实例分析
 - ▶ 工作日/节假日客流变化
 - ▶ 商务区/居住区客流规律
 - ▶ 乘车方案与建设规划
- ▶ 总结与展望



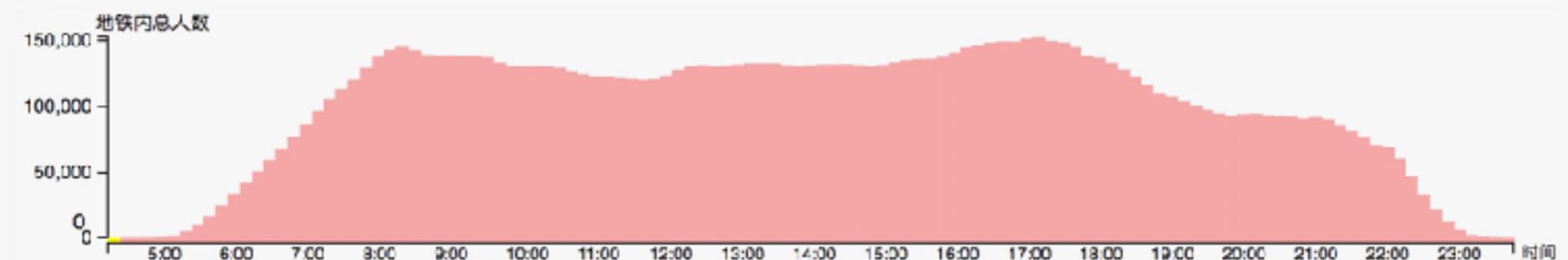
BarryChen

实例分析：工作日/节假日客流变化

▶ 工作日

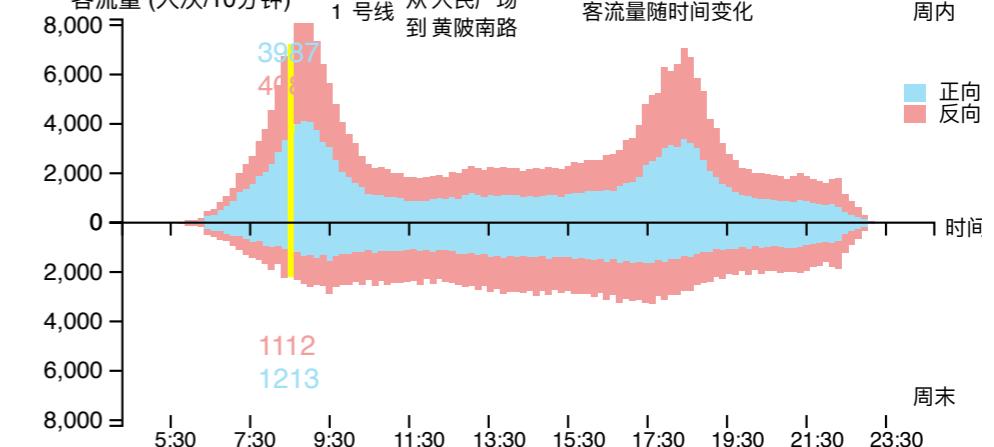
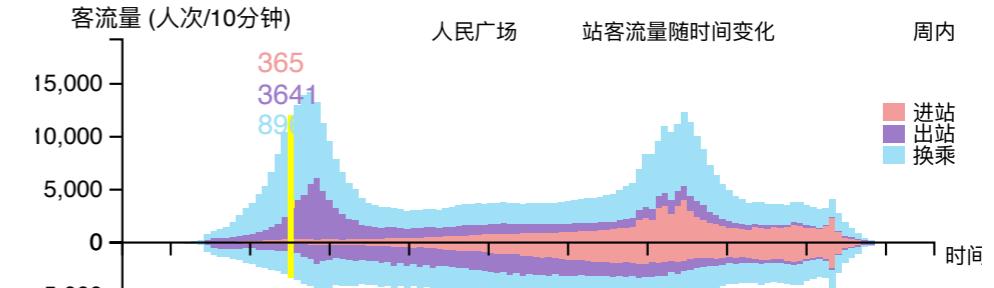
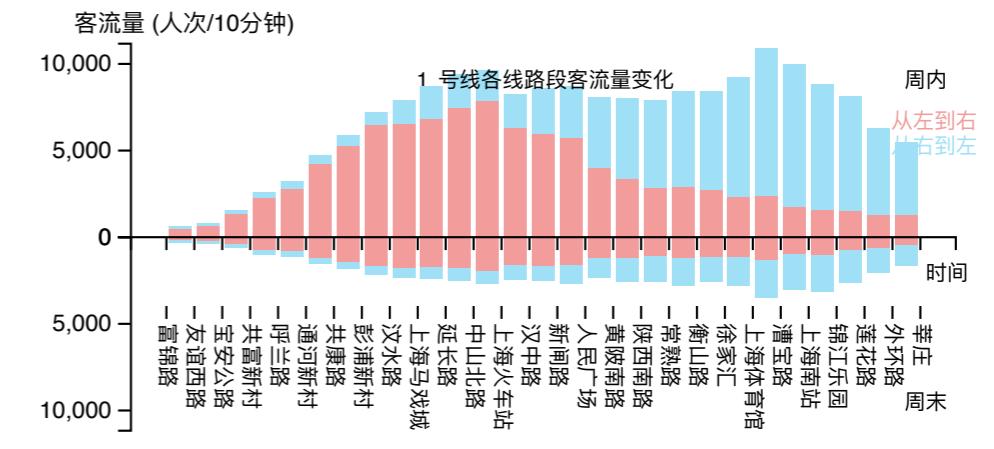
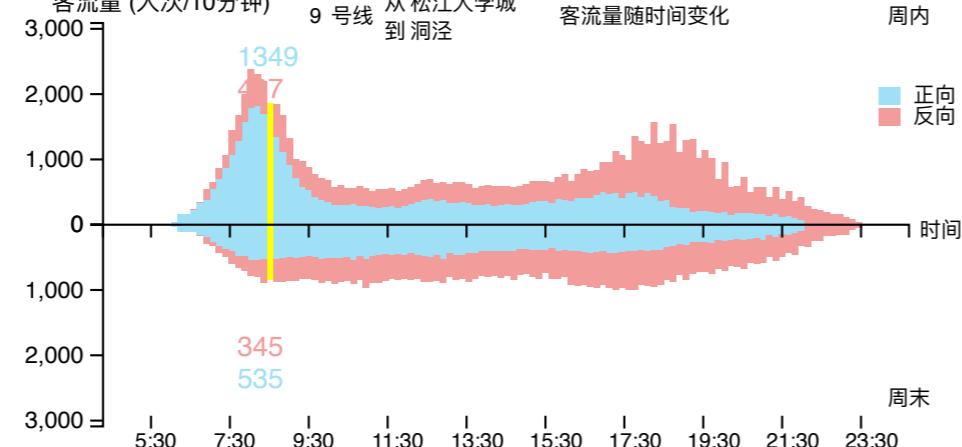
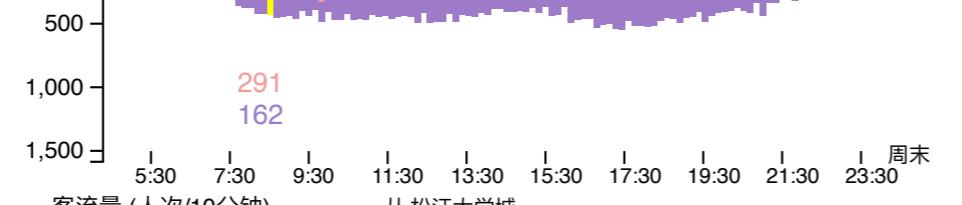
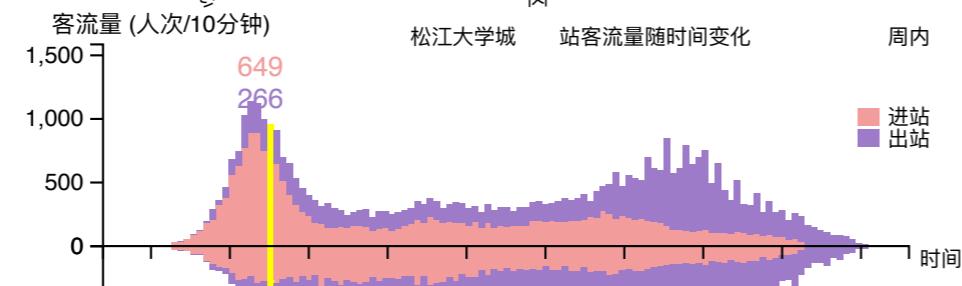
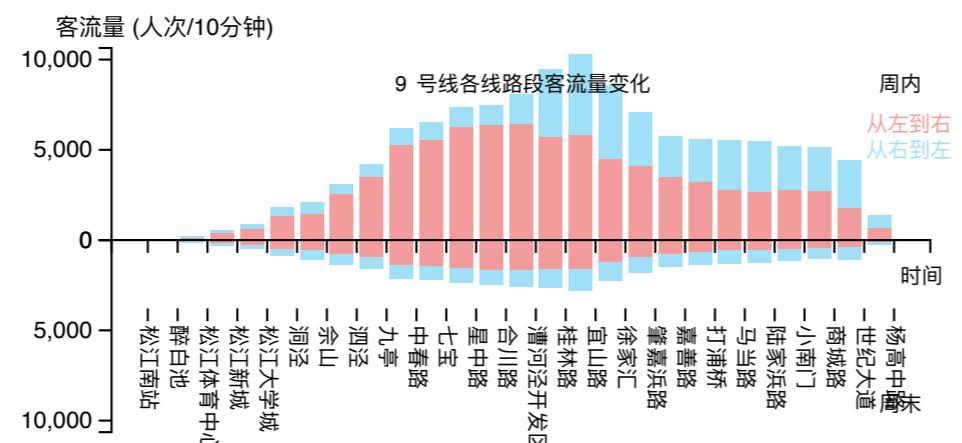


- ▶ 早高峰：8:20附近，峰值客流 **445,635** 人次/10分钟；
- ▶ 晚高峰：18:20附近，峰值客流 **323,718** 人次/10分钟
- ▶ 早高峰更加集中，而晚高峰则较为分散
- ▶ 中午时刻没有明显的波峰，说明大部分乘客中午不回家吃饭和休息
- ▶ 节假日 (纵轴尺度变化)



实例分析：工作日/节假日客流变化

工作日
节假日



(a) 9号线松江大学城附近客流

(b) 1号线人民广场附近客流

实例分析：商务区/居住区客流规律

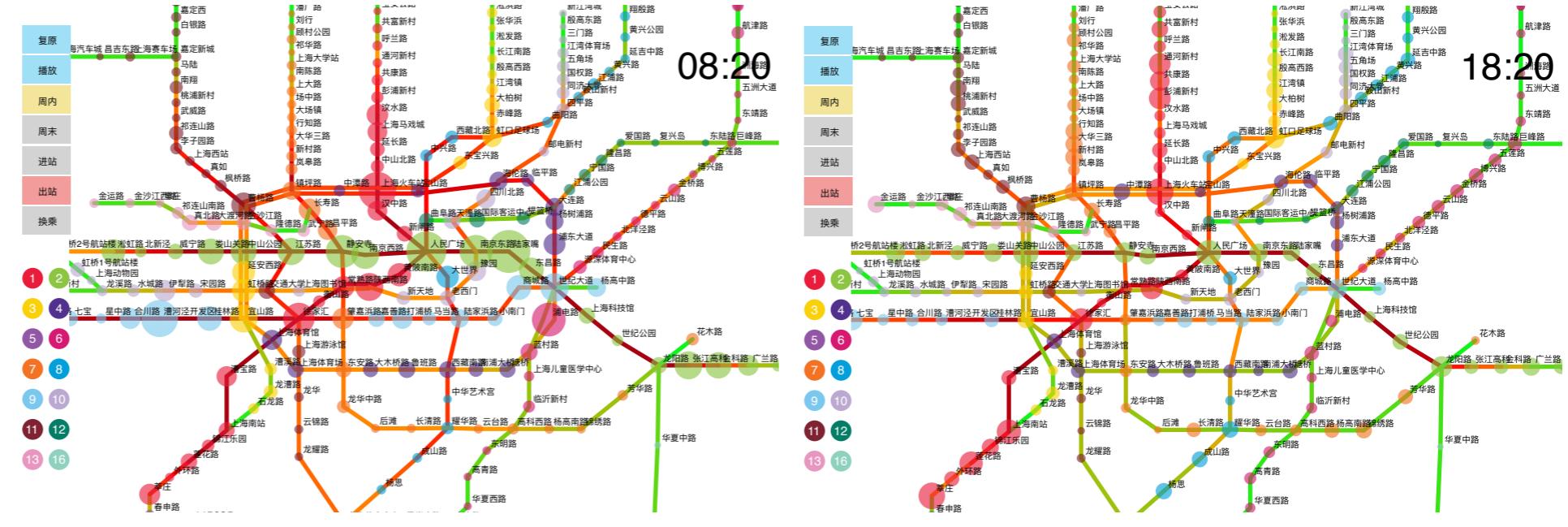
▶ 内环（4号线）
内外客流趋势变化（反转）

▶ 内：商务区
外：居住区
▶ 西北 vs 东南



(a) 早高峰进站

(b) 早高峰出站



(c) 晚高峰进站

(d) 晚高峰出站

实例分析：商务区/居住区客流规律

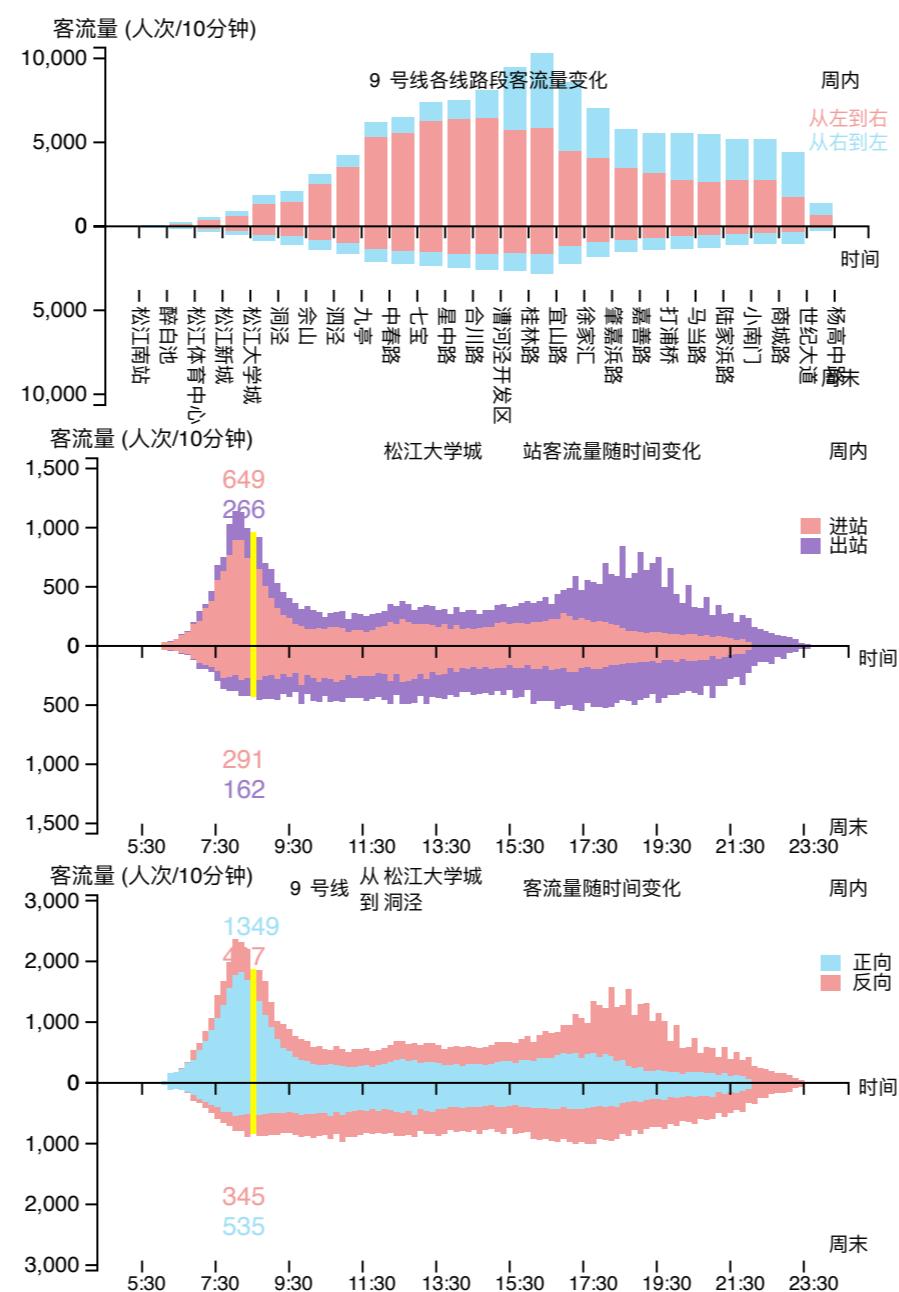
▶ 早高峰客流

▶ 居住区客流↑
(进城方向)

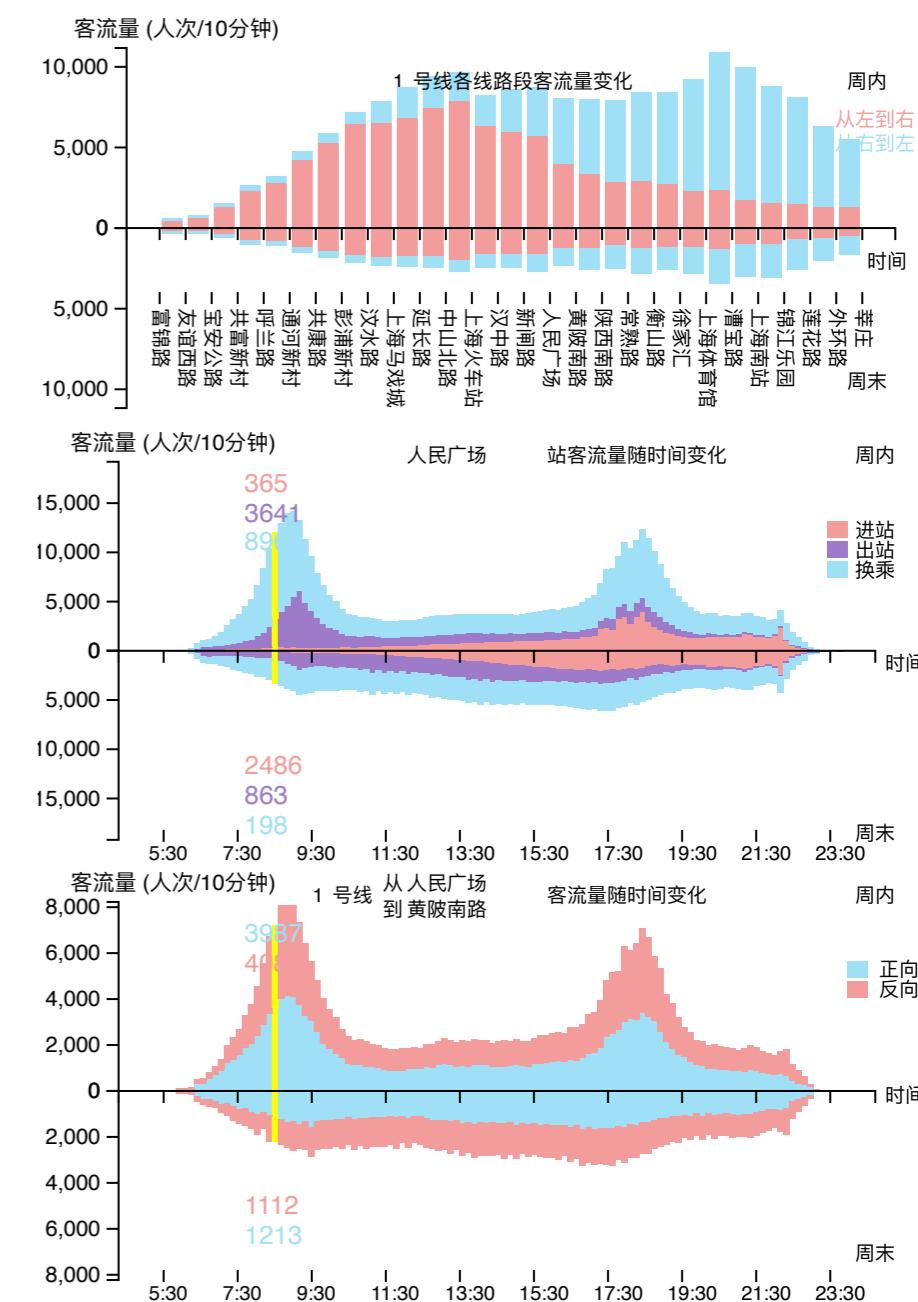
▶ 商务区客流↓

▶ 居住区相位超前

▶ 商务区相位滞后



(a) 9号线松江大学城附近客流



(b) 1号线人民广场附近客流

实例分析：乘车方案与建设规划

▶ 客流小?



实例分析：乘车方案与建设规划

▶ 客流小！



实例分析：乘车方案与建设规划

换乘



实例分析：乘车方案与建设规划

- ▶ 乘客：接近起（终）点站线路乘坐
- ▶ 地铁规划：尽量将起（终）点站设置在远离城中心的地区，以搭载更多的乘客
- ▶ 事实上，2016年底，上述12号线和13号线均已穿城而过，市中心区域再无起（终）点站；9号线西延工程也已开始施工





Contents

- ▶ 引言
- ▶ 数据基础
- ▶ 可视化实现
- ▶ 实例分析
- ▶ 总结与展望

总结与展望

优点

- ▶ 高**交互性** (i.e. 联动)
- ▶ 注重**细节** (i.e. 3&4并线)

缺点

- ▶ 文字重叠 & 美观
- ▶ 后台数据冗余
- ▶ 未处理出站换乘

后续方向

- ▶ 挖掘**更多信息**
- ▶ 尝试分析**每日数据**
- ▶ 其他**可视化或交互方法**

参考文献

- ▶ [1] 刘兰芬, 杨信丰. 地铁客流分析及列车发车间隔优化研究[J]. 武汉理工大学学报交通科学与工程版, 2015, 39(6):1119-1124.
- ▶ [2] 吴延芳. 青奥会期间南京地铁客流分析研究[J]. 住宅与房地产, 2016(15).
- ▶ [3] 史强翔. 典型地铁站客流变化规律及疏散策略研究[J]. 消防技术与产品信息, 2015(9):20-27.
- ▶ [4] 王璇, 束昱. 国内外地铁换乘枢纽站的发展趋势[J]. 地下空间与工程学报, 1998(5):387-390.
- ▶ [5] 梁宁慧, 刘新荣, 曹学山, 等. 中国城市地铁建设的现状和发展战略[J]. 土木建筑与环境工程, 2008, 30(6):81-85.
- ▶ [6] 芦毅, 翁勇南, 赵阿群. 地铁客流数据分析系统的设计与开发[J]. 轨道交通, 2013.
- ▶ [7] 王文明, 程浩. 径向基网络模型在上海地铁客流预测中的应用研究[J]. 智能计算机与应用, 2016(6):79-80.
- ▶ [8] 谭章智, 李少英, 黎夏, 等. 基于地铁客流的广州地铁站点类型识别[J]. 热带地理, 2017, 37(1):102-111.
- ▶ [9] 余昌盛, 徐硕, 杨春, 等. 北京地铁客流引导管理方案的探索[J]. 科技创新导报, 2015, 12(5):205-205.
- ▶ [10] Harrington S. Computer graphics[M]. McGraw Hill Book Company, 1987.



谢谢！

傅嘉豪 2017年4月19日