



交通大数据理论与应用丛书

**VISUALIZATION
TECHNOLOGY**
FOR PASSENGERS OF URBAN RAIL TRANSIT

城市轨道交通客流出行 可视化技术

刘 浩 葛启彬 李民伟 著
隋莉颖 张 勇 陈艳艳 ◆



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.



交通大数据理论与应用丛书

**VISUALIZATION
TECHNOLOGY**
FOR PASSENGERS OF URBAN RAIL TRANSIT

城市轨道交通客流出行 可视化技术

刘浩 葛启彬 李民伟
隋莉颖 张勇 陈艳艳 ◆ 著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书基于北京市轨道交通一卡通刷卡数据,结合轨道交通多个应用案例,利用可视化分析方法,挖掘北京市轨道交通的时空出行规律及分布特征。全书共分七章,包括绪论、城市轨道交通空间功能可视化、城市轨道交通网络客流统计分析可视化、城市轨道交通客流移动轨迹可视化、城市轨道交通客流出行特征可视化、城市轨道交通客流类别可视化、结束语等内容。

本书可供交通科研院所、交通运输行业管理及技术人员使用,亦可作为交通运输规划与城市规划相关专业师生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通客流出行可视化技术 / 刘浩等著. —
北京:人民交通出版社股份有限公司, 2016. 11

ISBN 978-7-114-13415-9

I. ①城… II. ①刘… III. ①城市铁路—旅客运输—
客流—交通特征—研究 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 259687 号

书 名:城市轨道交通客流出行可视化技术

著 者:刘 浩 葛启彬 李民伟 隋莉颖 张 勇 陈艳艳

责任编辑:张 鑫 张 洁

出版发行:人民交通出版社股份有限公司

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京盛通印刷股份有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:7.5

字 数:250 千

版 次:2016年11月 第1版

印 次:2016年11月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-13415-9

定 价:60.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

前 言

2015年两会上,“大数据(big data)”一词首次写入政府工作报告。2015年9月5日,国务院印发了《关于促进大数据发展的行动纲要》。一时间,大数据成为了各领域的重点工作之一。在交通领域,大数据成为提升政府治理能力的新途径,围绕缓解交通压力的数据分析工作再次成为新的起点。应用大数据有助于了解城市交通拥堵问题中人的出行规律和原因,实现交通和生活的和谐,提高城市的宜居性,为政府精准管理提供基于数据的科学决策。

新的支付技术手段的应用,也为交通领域的深度分析工作提供了越来越精确的数据。城市交通一卡通的应用,记录下了每一个持卡人精确的出行信息,这样的珍贵数据是以前纸质票据时代完全无法提供的。由此带来的潜在应用,使得以前无法精确分析的工作,例如出行OD精确获取、公共交通线网运力分析、线网最优规划等,又有了新的活力。精确的交通出行数据资源,也对分析能力提出了新的挑战,尤其是海量、高维和动态数据的分析。

如何让人明白并理解数据分析结果中的规律,常常利用形象思维将数据映射为形象视觉符号,也就是所谓“一幅图胜过千言万语”。人类对于图形的理解远远超过文字。现代的数据可视化技术综合运用计算机图形学、数据挖掘、可视化、人机交互等技术,将海量、高维的复杂数据变换为容易区分和理解的图形符号、图像、视频或动画,并以此挖掘对用户有价值的信息,洞察数据内部的规律。

轨道交通一卡通数据因其涵盖了海量丰富的、实时全面的客流刷卡出行信息而在大数据时代受到社会的广泛关注。因此,轨道交通数据可视化逐渐成为一个炙手可热的研究方向。它是数据可视化与公共交通学科、地理信息系统学科与计算机图形学的交叉方向。对这类数据的深入挖掘和可视化分析可揭示出行数据背后隐含的移动个体的自然属性和社会属性,对掌握轨道交通客流时空分布规律和保障轨道交通高效运营管理具有广泛而深远的社会意义。

本书作者在该领域研究成果的基础上,针对北京市轨道交通一卡通刷卡数据,利用可视化分析方法,挖掘北京市轨道交通的时空出行规律及分布特征,并结合具体应用案例做了进一步诠释和分析。其中,第一章绪论,主要介绍了交通数据可视化的背景和意义、研究现状以及章节安排,主要由刘浩撰写。第二章主要介绍了城市轨道交通空间功能可视化,分析了轨道交通站点的功能类别,并进一

步介绍了交通小区、行政区的空间分布特性,主要由葛启彬撰写,张勇协助完成。第三章重点介绍了城市轨道交通网络客流统计分析可视化,通过多个可视化案例分析的方式,介绍了多种可视化方法在轨道客流可视化中的应用,主要由李民伟撰写。第四章详细介绍了城市轨道客流移动轨迹可视化方法,采用了直接可视化、聚集可视化和特征可视化方法,对轨道中单一或群体客流的移动轨迹进行多角度、多维度的可视化分析,主要由隋莉颖撰写,张勇协助完成。第五章城市轨道交通客流出行特征可视化,介绍了如何提取轨道客流的 multidimensional 出行特征,如出行次数、停留时间、出行距离或出行时间等,对各类特征进行可视化分析,并进一步可视化分析轨道出行与房价波动间的关联性,主要由刘浩完成,陈艳艳协助完成。第六章城市轨道交通客流类别可视化,在第五章提取的轨道客流的出行特征的基础上,对客流进行类别划分,同时通过可视化的方式分析各客流类别的时空分布属性,主要由葛启彬撰写,张勇协助完成。第七章对本书的内容进行了总结,由刘浩撰写。全书的统稿工作由刘浩完成,书中可视化程序主要由张勇完成。书稿撰写过程中,赵霞、吴克寒、王学慧、王文婷、王柳、王笑吉等研究生参与了相关章节的编写工作。

本书在整理的过程中参阅了大量国内外著作、学位论文和有关文章,有的文献可能由于疏忽未能在参考文献中列出,在此谨向本书直接或间接引用的研究成果的作者一并表示深切的谢意。此外,本书的出版得到了交通运输行业高层次人才培养项目“新一代交通视频监控可视化技术”、交通运输部建设科技项目“基于个体出行链的公交客流动态感知与特征提取技术(课题编号:2015318J37130)”、北京市科委“高影响天气下城市骨干路网交通出行精细化预报关键技术研究与应用(课题编号:Z131106002813012)”、交通运输部信息化技术研究“北京综合交通一体化出行服务关键技术研究与应用示范(课题编号:2014364X14040)”、中国博士后科学基金(一等资助)“基于视频图像处理的路网交通状态监测技术研究(课题编号:2014M560060)”、北京博士后科学基金“基于视频信号处理的交通网态势感知技术研究(课题编号:2014ZZ-65)”等项目资助。

限于作者的理论水平和实践经验,书中难免存在不妥和错误之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

作者

2016年11月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 数据可视化的概念	1
第二节 数据可视化类别	2
第三节 数据可视化的特点	3
第四节 交通数据可视化研究现状	4
第五节 轨道交通数据可视化	10
第六节 本书主要内容	11
第二章 城市轨道交通空间功能可视化	13
第一节 名词解释	13
第二节 轨道站点功能区可视化	16
第三节 站点关联性分析	19
第三章 城市轨道交通网络客流统计分析可视化	27
第一节 客流指标统计维度	27
第二节 客流指标概念	28
第三节 基于类别分布的轨道交通客流可视化	33
第四节 基于时间维度的轨道交通客流可视化	45
第五节 基于空间维度的轨道交通客流可视化	51
第四章 城市轨道交通客流移动轨迹可视化	56
第一节 移动轨迹直接可视化	56
第二节 移动轨迹聚集可视化	58
第三节 移动轨迹特征可视化	63
第五章 城市轨道交通客流出行特征可视化	67
第一节 客流出行特征定义	67
第二节 客流特征关联可视化	68
第三节 平均出行次数可视化	69
第四节 片区平均停留时间轴可视化	72

第五节	平均出行距离频率分布条形图可视化	74
第六节	平均出行时间分布可视化	75
第七节	房价空间可视化	78
第六章	城市轨道交通客流类别可视化	80
第一节	相关研究综述	80
第二节	客流类别划分	82
第三节	轨道交通客流类别比例分布可视化	85
第四节	基于时间维度的客流类别分布可视化	93
第五节	轨道交通客流类别的空间分布可视化	94
第六节	轨道交通通勤出行可视化分析	97
第七节	轨道交通异常出行客流空间分布热力图	103
第七章	结束语	108
参考文献	110

第一章 绪论

CHAPTER 1



第一节 数据可视化的概念

人类从外界获得的信息约有 80% 以上来自于视觉系统^[1]。人类的创造性不仅取决于逻辑思维，还与形象思维密切相关。人类利用形象思维将数据映射为形象视觉符号，从中发现规律，正所谓“一幅图胜过千言万语”。信息时代带给人们前所未有的复杂海量信息，因此，运用直观便捷的数据可视化方法分析海量数据尤为重要^[2]。

新兴的数据可视化技术能够应对分析海量、高维、多源和动态数据的挑战。浙江大学陈为教授指出，现代的数据可视化技术综合运用计算机图形学、图像处理、人机交互等技术，将采集或模拟的数据变换为可识别的图形符号、图像、视频或动画，并以此呈现对用户有价值的信息。用户通过可视化的感知，使用可视化交互工具进行数据分析，获取知识，并进一步提升为智慧^[3]。北京大学袁晓如教授指出，数据是人类对客观事物的抽象，而可视化是通过把复杂的数据转化为可以交互的图形，帮助用户更好地理解分析数据对象，发现、洞察内在规律。人类对数据的理解和掌握是需要经过学习训练才能达到的。理解更为复杂的数据，必须越过更高的认知壁垒，才能对客观数据对象建立相应的心理图像，完成认知理解过程。好的可视化能够极大地降低认知壁垒，使复杂未知

数据的交互探索变得可行^[4]。中国石油大学陈明教授指出,数据可视化技术是指运用计算机图形学和图像处理技术,将数据转换为图形或图像在屏幕上显示出来,并利用数据分析和开发工具发现其中未知信息的交互处理的理论、方法和技术^[3]。美国加州大学洛杉矶分校邱南森教授认为,可视化数据就是根据数值,用标尺、颜色、位置等各种视觉暗示的组合来表现数据^[5]。

可见,数据可视化的基本思想是将数据的各个属性值以多维数据的形式表示,借助图形化手段从不同的维度观察数据,从而对数据进行更深入的观察和分析,以便分析者获悉数据背后隐藏的信息并转化为知识以及智慧^[5,7]。它需要综合可视化、图形学、数据挖掘理论与方法,研究新的理论模型、新的可视化方法和新的用户交互手段,结合用户的主观认知和实践经验,将大尺度、复杂、矛盾、不完整、难以被直观理解的数据转化为图形或图像的形式,并在此基础上增加人与数据交互处理的理论、方法和技术,快速挖掘出贴近用户自然感知的图形化的信息,并支持交互可视化表达,可为科学研究提供创新型工具和技术手段。数据可视化已被广泛应用于商业智能分析、数据分析、数据挖掘、统计等领域^[6,8-10]。

第二节 数据可视化类别

目前,数据可视化有三个主要的研究方向,分别为科学可视化、信息可视化及可视分析。下面对这三类可视化研究方向进行简单介绍。

科学可视化出现于20世纪50年代,典型例子是利用计算机创造出了图形图表。1987年,布鲁斯·麦考梅克等撰写的《Visualization in Scientific Computing》促进了可视化技术的发展,将科学计算中的可视化称为科学可视化^[8]。科学可视化主要面向自然科学,如物理、化学、气象、航空航天、医学、生物等各个学科,这些学科通常需要对数据和模型进行解释、操作与处理,旨在寻找其中的模式、特点、关系以及异常情况^[3]。

20世纪90年代初期,出现了信息可视化。信息可视化通过人类的视觉能力,来理解抽象信息的意思,从而加强人类的认知活动,达到驾驭日益增多的

数据的能力。信息可视化结合计算机图形学、视觉设计、人机交互、心理学等跨学科领域中的技术和理论,运用视觉呈现方法将数据映射为视觉符号^[11],使用户能够处理和理解复杂数据中蕴含的信息^[12]。信息可视化主要处理抽象的、非结构化、非几何的数据集合,如图表、文本、层次结构、地图、软件、复杂系统等,主要关注如何在有限的展现空间中以直观有效的方式传达大量的抽象信息,帮助领域相关的用户理解和分析数据。信息可视化更关注抽象、高维度、多层次、时空、动态的复杂数据^[4],因此需要根据特定的数据分析需求,决定数据元素的空间布局。信息可视化中的交互方法允许用户与数据的快速交互,更好地验证假设和发现内在联系。

可视分析综合运用计算机图形学、数据挖掘和人机交互等技术,将数据直观展现给用户,通过交互方式,为用户提供有效、透明的数据分析过程,以支持其分析、推理和探索数据研究^[3,9]。在一个典型的可视分析流程中,系统将自动分析的结果通过可视化展示给用户,用户通过人机交互技术评价、修改和改进自动分析模型,从而得到新的自动分析结果^[9]。

第三节 数据可视化的特点

在进行数据可视化之前,需要考虑以下4个基本问题^[4]:

①研究目的。分析人员预设研究问题、研究目的及研究结果。

②研究对象。考虑拥有什么数据,并予以收集。

③研究方法。选用一种或多种可视化方式展示问题。

④研究结果及结论。分析人员判定从上述所得的可视化图表中获取的内容是否与预设的研究目的吻合,是否具有切实意义。

尽管可视化的具体步骤随数据集和项目的不同而不同,但是任何一种可视化方案都包含了4项基本组件:视觉暗示、坐标系、标尺以及背景信息。任何图谱都在数据支持的基础上,显式或隐式地由这4种组件协同创建。

(1) 视觉暗示。可视化最基本的形式就是简单地把数据映射成彩色图形。它的工作原理就是大脑倾向于寻找模式。不同展示目的可选取不同的可视化视

觉暗示元素，如形状、位置、长度、角度、方向、面积、体积、饱和度和色调等。其中，用醒目的颜色突出显示数据，淡化其他视觉元素，把它们当作背景。用线条和箭头引导视线移向兴趣点。这样就可以建立一个视觉层次，帮助读者快速关注数据图形的重要部分，把周围的东西都当作背景信息。利用色阶与饱和度，构建层次清晰、视觉易懂的图表，聚焦客户关注点。连续渐近色阶用来表示没有分隔需求的单一变量。深色表示较高的值，浅色表示较低的值。如果数据有着自然、清晰的分割，比如增加和减少，或者有两种不同的政治倾向，则可以用发散色阶。发散色阶就像两个或多个连续色阶的组合，相互之间的分隔表示中性值，比如零点的变化或者政治施舍的平衡。高亮显示可以引导客户在茫茫数据中马上就能够看到重点，既可以加深人们对已看到东西的印象，也可以让人们关注到应该注意的东西。

(2) 坐标系。编码数据时，需要把物体放在一个结构化的空间，常用的坐标系为直角坐标系（也称为笛卡尔坐标系）、极坐标系和地理坐标系。构建不同的坐标系通常有益于从不同视角观察数据。

(3) 标尺。坐标系指定了可视化的维度，而标尺则规定了在每一个维度里数据映射的物理空间范围。常用标尺有数字标尺、分类标尺（内含顺序标尺）和时间标尺，也可以用数学函数定义自己的标尺^[4-5]。

(4) 背景信息。背景信息可以更好地帮助用户理解数据中的5W信息，即何人（Who）、何事（What）、何时（When）、何地（Where）、为何（Why），使数据清晰，并且能正确引导客户。有时背景信息是直接画出来的，有时它们则隐含在媒介中。

第四节 交通数据可视化研究现状

交通数据的可视化可以分成基于时间维度、空间维度、时空维度的可视化。下面对交通数据可视化的研究现状进行简单介绍。

一、基于时间维度的交通数据可视化

一般来说，时间可划分为线性时间、周期性时间和分支时间。基于时间维

度的数据可视化方式强调在可视化的过程中展现数据的时变特性，如线性变化趋势、周期性变化趋势和分支变化趋势。

图 1-1a) 采用基于线性时间维度的方式可视化美国纽约市一周内出租车行驶轨迹的数量统计。从时序表中能轻易获取某统计特征（如行驶轨迹数量）的时变特性^[13]。图 1-1b) 采用事件河流图的方式可视化某一道路交叉口处的流量

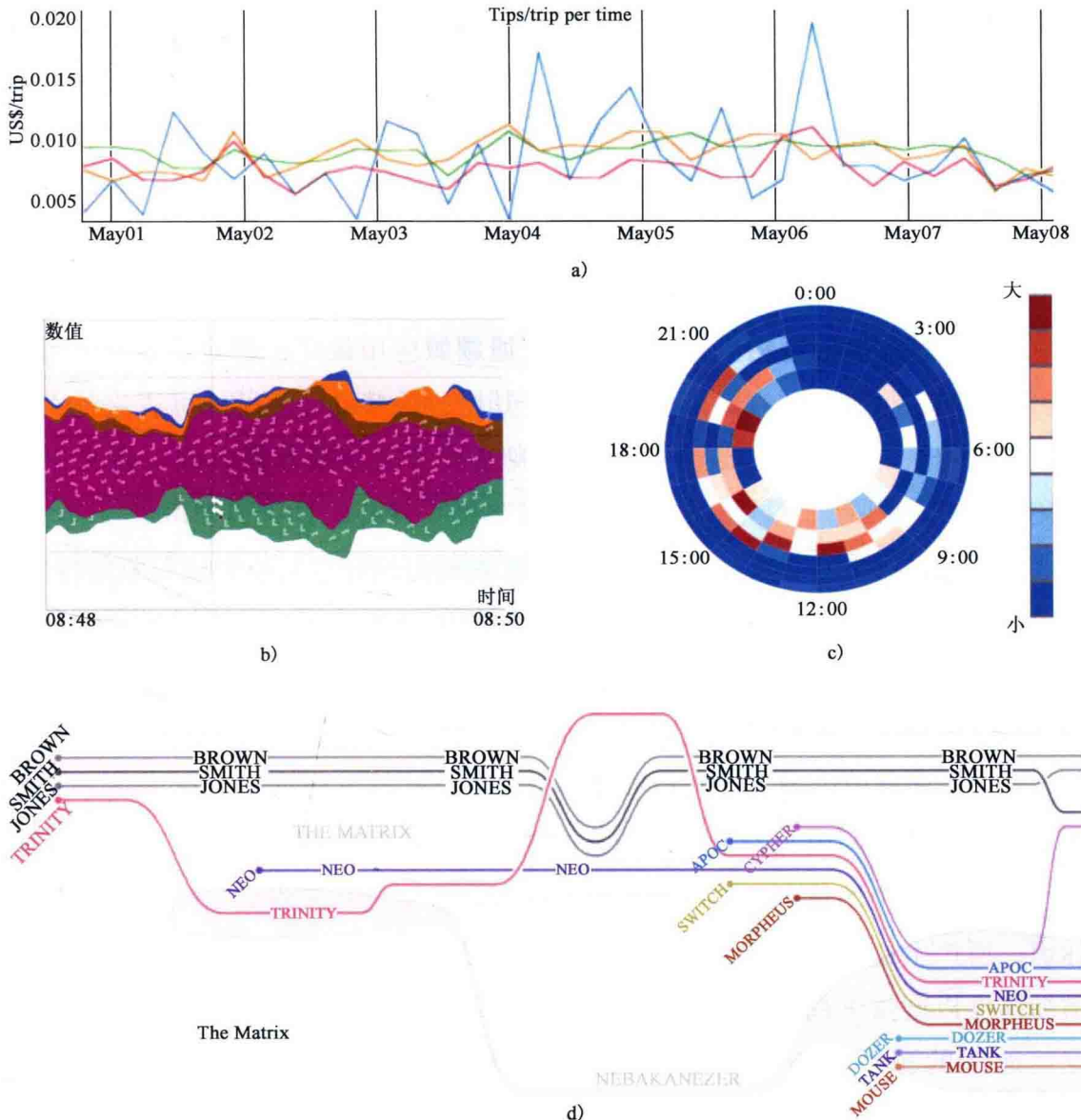


图 1-1 基于时间维度的交通数据可视化

a) 出租车行驶轨迹数量统计折线图^[13]; b) 某一道路交叉口处的流量流向事件河流图^[14]; c) 交通量的周期性变化极坐标图^[15]; d) 电影故事情节发展叙事线图^[16]

流向（如左转、直行、右转、掉头等）信息。事件河流图是另一种流行的可视化形式。它通过创建平滑、对称，并具有艺术欣赏特性的堆叠图来展现多维统计量的时变特性^[14]。图 1-1c) 采用极坐标的布局方式可视化交通量的周期性变化特性。图中，最外圆的刻度是一天内的 24h，以 1h 为时间间隔^[15]。图中由红蓝颜色渐变表示流量由大到小。极坐标系的布局方式虽能反映某统计量的周期性变化特性，但其空间使用率较低，不利于在有限空间展示多维信息。图 1-1d) 采用时间分支（也称为“叙事线”）的方式可视化某一个事件或故事随时间的衍变或发展特性，常用于电影故事情节发展介绍，但目前还未应用于交通数据可视化^[16]。

二、基于空间维度的交通数据可视化

基于空间维度的数据可视化方式在交通领域应用最广，研究最多。空间数据可视数的三个基本要素为点、线和面。其中，最基础、常见的可视化元素为点数据的可视化。以下分别介绍这三类视觉元素在交通数据空间可视化中的应用。

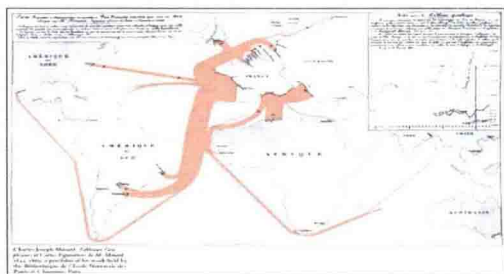
在交通数据空间可视化中，点数据通常表现为地理空间位置或对象属性值。其中，地理空间位置一般具有经纬度坐标，但不具备大小尺寸。对象属性值一般表现为某一特征参数在某种外界条件下的属性大小值或统计值。通常对这类数据的点可视化是根据空间位置坐标或对象属性值大小，将其直接标识在地图上。不同的属性值可用不同的符号或颜色标识。这类点数据可视化方式非常适用于在有限的空间内对若干统计特征或重要地理位置的突出表现，便于读者能够快速抓取图中的重点。但点数据可视化方法并不适用于对海量点数据的空间标识，所产生的严重堆叠现象不利于读者有效获取图片中的内容，需要进一步增加维度以增强可视化的表现能力。如图 1-2a) 所示，Migurski 可视化美国乌克兰地区的犯罪地点空间分布图，并采用不同颜色表征不同种类的案件分布^[17]。

线数据为两个或两个以上的点连接而成的线段。由于线数据是点数据在维度上的扩展，因此它通常包含更多维属性。在交通数据可视化中，线数据可表

示为人或物体所经过的实体路径或行驶轨迹。同时，线数据也可表示为某对象属性的数值分布或关联分布。在线数据可视化中，为减少或避免在有限的图展示空间中出现线段交叉、堆叠、遮掩现象，通常会对线段中的相似部分进行类别划分、同类聚集、相似合并等抽象或聚合操作，以降低线数据的复杂度，提高线数据的计算能力，避免视觉零乱。但线数据一般维度高、量极大、计算速度慢、渲染效果差，且极易受缺失数据的干扰。对海量线数据的抽象、聚集和渲染能力极大受限于计算机的性能和数据质量好坏。因此需要进一步对线数据进行属性归纳，描述其在区域分布上的特征。如图 1-2b) 所示，Charles Joseph Minard 的 1864 年法国葡萄酒出口图，图中的连线表示从法国出口到世界各地的葡萄酒的数量^[18]。有向连线从法国出发指向相应的进口地区，连线的宽度表示出口数量，这些连线按照走势被绑定在一起。如图 1-2c) 所示，Pual Butler 在可视化社交网络 Facebook 的好友关系时，按照用户所在的城市来聚合好友关系。线条颜色从黑色到蓝色再到白色之间的过渡，表示好友关系的数量^[19]。如图 1-2h) 所示，Gruendl 等使用三维平行坐标系绘制了每条轨迹在时序变化的多属性输入时，输出属性的时变特性，其中输入参数包括速度、加速度、鲁棒参数，输出参数包括起始时间、移动物体类别、平均速度、最大加速度等。他们研究了这些属性之间的时变特性，并通过属性筛选寻找出了一些异常事件^[20]。图 1-2f) 中利用弯曲的曲线替代柔性的气泡，采用 LinKernighan 方法近似计算最短路径。此方法的难点在于如何将一个集合的所有点用一条曲线连接，且曲线之间尽量避免自相交或弯曲。图中为美国某州内餐馆的可视化，利用颜色不同区分不同类别的餐馆，将同一类别的餐馆用一条曲线连接起来^[21]。



a)

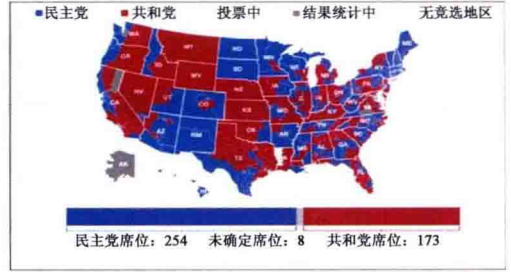


b)

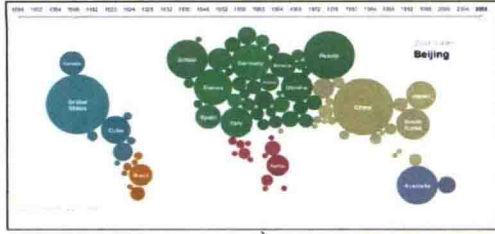
图 1-2



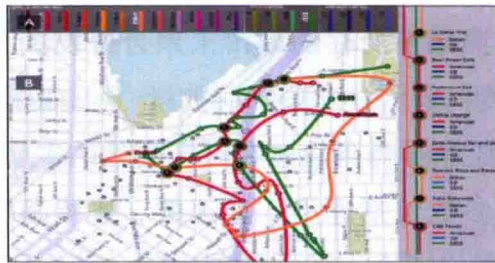
c)



d)



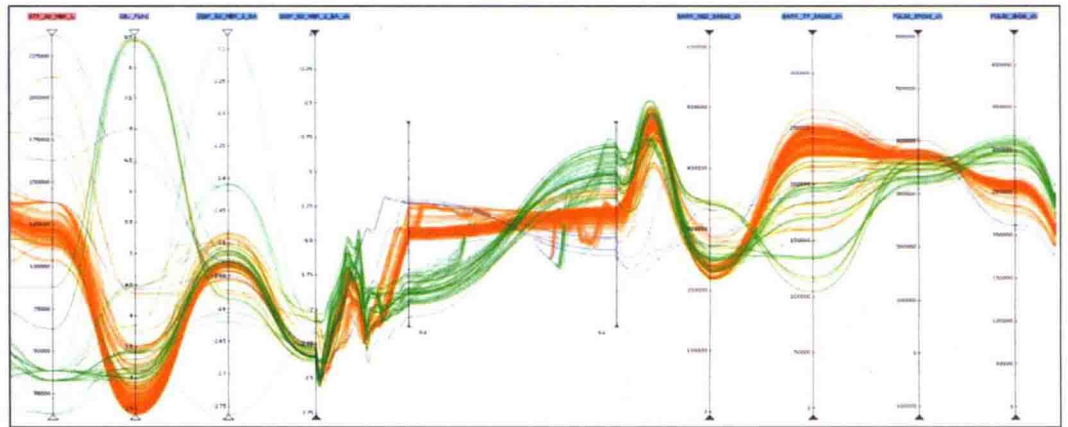
e)



f)



g)



h)

图 1-2 基于空间维度的交通数据可视化

a) 美国奥克兰地区犯罪分布图^[17]; b) Charles Joseph Minard 的 1864 年法国葡萄酒出口图^[18]; c) 社交网络 Facebook 的好友关系^[19]; d) 纽约时报关于 2008 年美国总统大选结果^[22]; e) 2008 年北京奥运会奖牌排名^[23]; f) 美国某州内餐馆可视化配套设施曲线图^[21]; g) 曼哈顿地区配套设施气泡图^[24]; h) 多属性时序变化三维平行坐标系图^[20]

区域数据包含了相比点数据和线数据更多的信息。区域是由一系列点所标识的一个二维封闭空间，它既有长度也有宽度。在交通数据可视化中，区域数据可视化可表现为某对象属性在某特定区域的数值分布或关联关系分布，如各行政区出行次数分布、各交通小区人均密度分布等。最常用的方法是采用颜色表示这些属性值。在区域数据可视化中，为减少或避免在有限的展示空间中出现区域交叉、堆叠、遮掩的现象，并彰显区域之间的多元关联，需要事先对区域数据进行特征抽象、聚集合并、关联连续等操作，以降低区域数据的维度，提高其计算能力。图 1-2d) 为根据出行规律相似性，《纽约时报》关于 2008 年美国大选结果的可视化，用不同颜色表示民主党候选人奥巴马与共和党候选人麦凯恩在全美国各州的选举结果^[22]。对于某些区域数据，也可以使用简单的几何形状来表示，例如矩形或者圆形，采用这种标准的几何图形使用户能更容易地判断区域的面积大小。图 1-2e) 为纽约时报关于 2008 年北京奥运会奖牌排名可视化^[23]。圆表示国家，其大小表示所获的奖牌数量，颜色表示国家所在的大洲。图 1-2g) 为美国纽约曼哈顿地区配套设施的可视化结果，采用气泡集表示各类设施点，其中，橙色展示的是该区的酒店，棕色区域是地铁站，紫色区域包含了该区的所有诊所^[24]。

三、基于时空维度的交通数据可视化

基于时空维度的可视化方式可以全面地描述交通数据的时间变化特性和空间变化特性，但这种可视化方法的实现也是最复杂的。时空立方体是展示三维轨迹的时空变化特性的有效模型。时空立方体由 x 轴、 y 轴、 z 轴三个轴组成。其中， x 轴和 y 轴组成空间面板，代表物体的空间地理信息； z 轴则代表物体运动的时间轴。通过时空立方体的表现形式，可展示任意形状物体（如行驶轨迹）的时空变化特性。图 1-3 所示为通过构建时空立方体可视化小汽车的行驶轨迹数据^[25]。

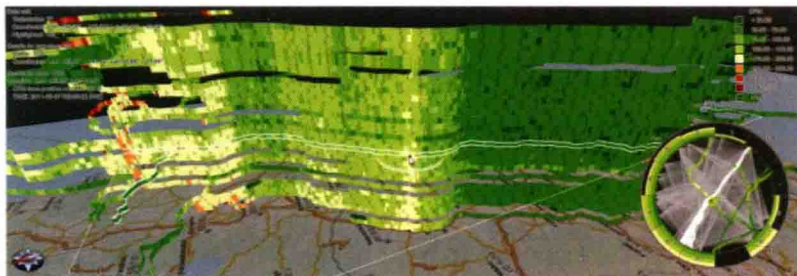


图 1-3 基于时空维度的交通数据可视化^[25]

第五节 轨道交通数据可视化

近年来，城市轨道交通以其大运量、快捷、准时、安全、环保的特点，在我国乃至世界范围内极速发展。轨道交通逐渐成为城市居民日常出行的公共交通媒介，且与居民的社会经济活动息息相关。发展轨道交通是促进城市发展、提高轨道交通出行服务水平和保证城市可持续发展的重要环节^[26]。

同时，移动采集技术的普及和迅猛发展也极大促进了轨道交通大数据的采集、存储、计算和分析工作。轨道交通数据因其涵盖了海量、实时的客流刷卡出行信息而在大数据时代受到社会的广泛关注。因此，轨道交通数据可视化逐渐成为一个炙手可热的研究方向。它是数据可视化与公共交通学科、地理信息系统学科与计算机图形学科的交叉方向。对这类数据的深入挖掘和可视化分析可揭示出行数据背后隐含的移动个体的自然属性和社会属性，对掌握轨道交通客流时空分布规律和保障轨道交通安全运营管理具有广泛而深远的社会意义。

目前，轨道交通大数据在城市空间移动、居民时空行为和乘客出行分析等研究领域的应用也愈发广泛。然而，如何可视化这些海量复杂数据的挖掘结果已成为一项挑战。可视化技术提供了一种直观有效的方法，它将复杂的交通数据及其分析结果通过可视化方式直观地展现出来，帮助研究者发现数据中的潜在规律，并支持对结果的交互式筛选和浏览。因此，数据可视化的意义在于通过可视化方法，有效挖掘、传播和沟通数据中蕴含的信息、知识，并将数据转换为可识别的图形符号、图像、视频或动画，使用户借助人眼快速的视觉感知和人脑的智能认知能力，清晰、快捷、有效地从数据中获取有价值的信息与知