

临界簇模型及其在地面公交线网 可达性评价中的应用

陈翔¹, 李强¹, 王运静¹, 陈晋², 唐巧³

(1. 北京师范大学资源学院, 北京 100875; 2. 北京师范大学减灾与应急管理研究院, 北京 100875;
3. 北京师范大学信息科学与技术学院, 北京 100875)

摘要: 发展公共交通对于解决城市交通问题意义重大, 提高地面公交可达性是增强公共交通吸引力的有效途径之一。用于区域疏散风险评价的临界簇模型 (Critical Cluster Model, CCM) 将需要疏散的人口与由此产生的对道路容量的需求相结合, 通过对道路网进行全局优化, 确定具有较高疏散困难度的区域。基于道路容量需求与可达性所表征的交通便捷程度意义相反的关系, 以地面公交线网为对象, 在已知城市人口分布的条件下, 考虑公交线路重复数的影响, 对 CCM 加以改进, 提出通过计算公共交通线路容量需求来评价地面公交线网可达性的方法。将 CCM 应用于北京市地面公交线网可达性评价的结果表明, 这一方法具有一定的实用性。鉴于地面公交线网可达性的重要意义和 CCM 的可扩展性, 今后需要在现有工作基础上, 对可达性评价方法进行深入探讨。

关键词: 临界簇模型 (CCM); 公共交通线网; 可达性; 地理信息系统 (GIS); 北京

1 引言

随着我国城市化和机动化进程的加快, 交通问题成为困扰城市可持续发展的重要问题之一。为此, 不仅需要从城市规划的宏观角度, 高度关注交通与土地利用整合的“公共交通导向型” (Transit-Oriented Development, TOD) 发展模式, 更需要在具体实践中着力落实“公交优先”政策, 通过发挥公共交通的作用, 达到抑制日益增多的小汽车交通的目的。公共交通中既包括大容量、定时性好的轨道交通工具, 也包括常规的地面公共汽车系统。相对于轨道交通, 地面公交具有线路设置和调整方面的灵活性、以及容易形成覆盖范围广的网络体系的特点, 使其在城市交通中占有重要地位。为了更好地发挥地面公交的作用, 需要从多方面入手, 增强公共交通的吸引力, 通过合理规划公交线网来提高其可达性是其中的重要环节。

对可达性的研究源自古典的区位理论, 随着近代城市规划和交通地理领域学者对区位以及空间研究的关注, 产生了对交通成本进行测算的需要。Hansen 首次提出了可达性的概念, 将其定义为交通网络中各节点相互作用的机会大小^[1], 并利用重力模型研究了可达性与城市土地利用之间的关系。之后, 许多学者对可达性本身的含义进行了深入研究^[2-5], 并根据不同的研究需要, 不断改进可达性的度量方法, 提出了距离度量法、拓扑度量法、重力度量法、累积机会法等^[6-11]。我国对于交通可达性的应用研究主要集中在可

收稿日期: 2008-09-19; 修订日期: 2009-02-25

基金项目: 教育部留学回国人员科研启动基金资助 (教外司留[2007]24); 科技部“十一五”科技支撑计划项目 (2006BAJ10B03) [Foundation: Scientific Research Foundation for the Returned Overseas Chinese Scholars, Ministry of Education, No. [2007]24; National Key Technology R&D Program in the 11th Five-year Plan, Ministry of Science and Technology, No.2006BAJ10B03]

作者简介: 陈翔 (1985-), 男, 硕士生, 研究方向为资源利用与管理。E-mail: peter@ires.cn

通讯作者: 李强 (1967-), 女, 副教授, 博士, 主要研究方向为城市土地利用、城市交通规划与管理。

E-mail: liqiang@ires.cn

达性对区域宏观发展的作用、特定区域的交通网络可达性变化及其影响等方面，如：陆大道院士指出提高交通可达性是区域发展的前提条件，并且以联邦德国为例，详尽分析了可达性变化对区域发展的影响^[12]；曹小曙、阎小培对珠江三角洲交通基础设施的网络演变及可达性变化进行了研究^[13]；李思明等、徐昀等研究了我国正在修建的国家高速公路干线系统、以及江苏省高等级公路网对可达性的影响^[14, 15]；金凤君等对我国 20 世纪铁路网扩展和可达性空间格局演变过程进行了研究^[16]。相对而言，国内针对可达性评价指标、评价方法的探讨比较缺乏，大多是根据网络中某一节点到达其他节点的总费用（时间、距离）或者其在所有节点总费用中所占的比例来反映可达性。而且，既有的研究更多是以公路、铁路、航空网络的可达性为对象，对于城市公共交通网络可达性的研究涉及较少。

临界簇模型 (Critical Cluster Model, CCM) 是一个应用于区域疏散风险评价的空间优化模型^[17, 18]，它将需要疏散的人口与由此产生的对道路容量的需求相结合，通过对道路网进行图结构分析，并综合区域人口统计数据作为图节点的权重，针对每个节点建立局部的临界簇，然后在局部寻优的基础上进行全局优化，确定具有较高交通困难度的区域。而公共交通网络的可达性可以简单地理解为特定区域的人口利用地面公交到达其他区域的容易程度，基于它与 CCM 刻画交通困难程度意义相反，可以间接地由后者来反映的考虑，本文借鉴 CCM 的基本思路，在已知地面公交线网分布和城市人口分布的条件下，提出一种改进 CCM 的新方法，通过建立每个公交站点对应于所需要运输人口的临界簇，达到评价地面公交线网可达性的目的。

2 临界簇模型

在疏散风险评价领域，先期的模型一般集中在特定地区风险疏散时间的估算方面。而 Thomas 和 Richard 提出的 CCM，则将重点放在估算研究区每个单独节点的疏散风险程度上^[17, 18]。其疏散风险指的是特定区域在疏散过程中发生交通拥堵和事故的潜在风险，以及布置紧急响应交通工具的难度，用紧急情况下由需要疏散的人口数所决定的道路容量需求 (Bulk Lane Demand, BLD) 来表征，可以简单地表示为：

$$BLD = \frac{P}{C} \tag{1}$$

式中： P 表示特定区域的总人口数， C 表示该区域通向外部的道路出口总数。 BLD 值越高，表示该区域的人口疏散越困难，疏散风险越大。由于在 CCM 问题求解过程中，只需引入城市道路网的空间属性以及对应区域的人口统计数据，从而有效地解决了一般疏散风险评价模型应用中难以解决的动态性和不确定性问题。

在将区域的道路网抽象成图论中的网络结构后，节点表示路口，节点间的连线表示道路区间路段，节点的权重代表所属区域的人口数。CCM 的核心就是通过求算并比较道路网中各节点的 BLD 值来确定其临界簇，即各节点的最极端、最困难的疏散条件。在求算各节点的 BLD 时，最初的起始节点叫做锚节点 (Anchor Node)；依次加入与锚节点邻接的各节点，并计算相应的 BLD 时，就形成锚节点的簇 (Cluster)；当在一个簇搜寻的阈值范围内 BLD 值达到最大时，其对应的簇即为这个锚节点的临界簇 (Critical Cluster)。

以图 1 为例来说明临界簇的确定方法。在各节点的人口权重为 1、临界簇的搜寻上界为 5 个节点的假设条件下，当只考虑锚节点 A 时，因为存在通向 B 和 C 的两条疏散出口，此时的

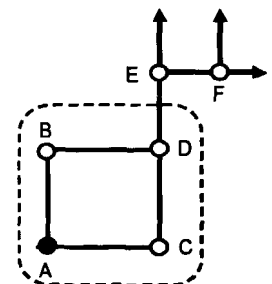


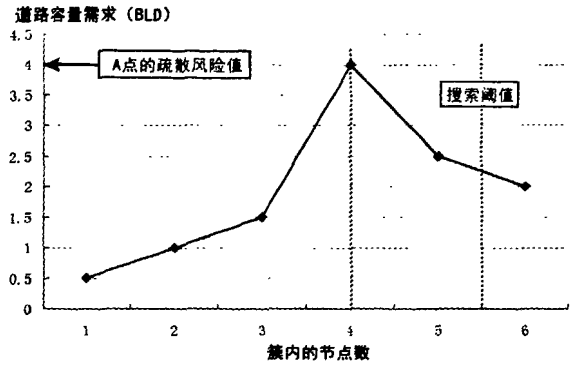
图 1 包含四个节点的 A 点的临界簇

Fig. 1 The critical cluster of anchor node A with four nodes

BLD按照式(2)计算的结果为0.5；当进一步增加B节点后，依然存在通向C和D的两条疏散出口，而人口数增加为2，按照式(3)计算得出BLD的结果为1；以此类推，可以计算得到包含图1中所有节点的簇所对应的BLD值。如图2所示，由于BLD_{ABCD}的结果最大，则认为此时的疏散风险最大，包含A、B、C、D这4个节点的簇即为锚节点A的临界簇。

$$BLD_A = \frac{P_A}{C_A} = \frac{1}{2} = 0.5 \quad (2)$$

$$BLD_{AB} = \frac{P_{AB}}{C_{AB}} = \frac{2}{2} = 1 \quad (3)$$



3 CCM在可达性评价中的应用

图2 包含不同节点的簇及其对应的道路容量需求

Fig. 2 The bulk lane demand of clusters with different nodes

按照研究对象，可达性可以分为个体可达性和地方可达性^[19]。个体可达性着眼于乘客为达到自身的出行目的，在可达范围内从出发地通过一定的交通方式到达目的地的交通便利程度。由于对便利的理解因人而异，每个单独个体对于出行方向和范围的可能性也存在显著差异^[20]，本文主要从地方可达性的角度，侧重研究城市公共交通系统和人口空间布局对公共交通可达性的影响。

地理信息系统 (Geographic Information System, GIS) 可以按照地理坐标或空间位置对空间数据进行有效的数据管理，并研究各种空间实体及其相互关系^[21]，它为公共交通线网可达性研究中空间信息的表达和处理提供了定位清晰且操作方便的工具。本研究采用的GIS平台为ESRI公司出品的ArcInfo 9.1。在应用CCM评价公共交通线网可达性时，通过运行ArcInfo的相关模块并且编译VBA语言进行二次开发，可以完成公共交通线网数据的拓扑关系建立、人口统计数据的空间分配、公交线路重复数的计算、以及综合可达性计算模块实现对属性数据的采集、修改和运算等工作。

3.1 公共交通线网数据的拓扑关系建立

CCM对数据的要求是道路存在连续性，即：道路网中任意两点间必有至少一条路径连通。因此，在建立数据拓扑关系之前，需要保证公共交通线网数据的连续性。公共交通线网数据包含两个图层：公共交通站点的离散点图层 (Point) 和公共交通线路多义线图层 (PolyLine)。建立这两个图层之间的拓扑关系，将为后续依次加入相邻节点进行簇搜寻来得到特定站点的临界簇等过程奠定基础。

公共交通线网的拓扑关系建立主要利用VBA语言编程来实现。作为ArcGIS几何对象库中的一个类，多义线可以返回起始点 (FromPoint) 和终止点 (ToPoint) 两项属性，代表一条线路的两个端点。通过全局搜寻站点数据，比较线路端点与站点的空间对应关系，可以建立起表示站点间拓扑关系的邻接矩阵。

3.2 人口统计数据的空间分配

根据统计数据可以把握城市人口的空间分布状况，但是由于人口空间分布与公交站分布的尺度不一致，需要按照图3的流程，在GIS的支持下将人口数据进一步分配到作为网络节点各公交站点。

(1) 配准：将原始人口密度分布图和公共交通线网图进行配准，完成数据的预处理。

(2) 分区：根据泰森多边形的面积内插法，生成各站点所属的泰森多边形，完成对整个公共交通线网的精确分配^[22]。

(3) 统计：叠加配准好的人口密度分布图和公共交通站点分区图，应用 ArcInfo 9.1 的空间分析 (Spatial Analysis) 模块中的分区统计命令，选择以公交站点为基础生成的泰森多边形分区为统计图层、人口密度分布图为统计值的栅格数据层，通过求和 (Sum) 的分类方法，完成人口数据的分区统计。各分区的人口数可以作为站点的一个属性，形成两者间一一对应的关系。

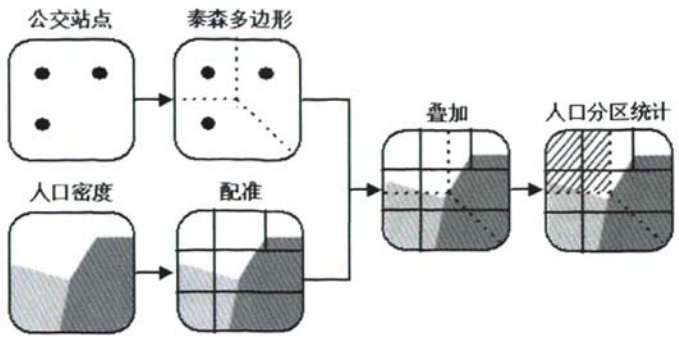


图 3 人口统计数据的空间分配流程
Fig. 3 The flowchart of spatial assignment of census data

3.3 公共交通线路容量需求的计算

如前所述，CCM 关注的是区域内的道路条件对人员疏散的影响，计算的是由需要疏散的人口数所产生的道路容量需求。将这一模型应用于城市公共交通线网可达性评价时，需要考虑公共交通线路的设置是否能够满足区域人口对公共交通的需求，计算公共交通线路容量需求。

由于公共交通线网中的每一条路段都有 ≥ 1 条公交线路通过，可以认为线路重复数越大，该路段利用公交的便利程度越高，表示公共交通的可达性越好。因此，需要考虑公交线路重复数的影响，对 CCM 加以改进。

设公共交通线网中所有站点组成的集合为 V ，计算其中任一站点 N 的公共交通线路容量需求 BLD_N ，就是要在站点的影响范围 S (即：簇搜寻上限) 内寻找一个以 N 点为中心的站点子集 V_m (即：包含 m 个站点的临界簇)，使得 V_m 中所对应的总人口数与经过 V_m 覆盖区域边界的公交线路数的比值达到最大。据此，将式 (1) 的道路容量需求转变成式 (4) 的公共交通线路容量需求。

$$BLD_N = \text{Max} \left\{ \frac{\sum_{i=1}^m P_i}{\sum_{j=1}^m L_j} \right\} \tag{4}$$

式中： $N \in V_m$ ， $V_m \in V$ ， $m \in [1, S]$ ， P_i 表示分布在第 i 个站点的人口数， C_m 表示对应于 V_m 区域边界的道路数， L_j 表示 V_m 区域边界的道路 j 的公交线路重复数 (同一线路的上下行线，只计一次)。

针对公共交通线网图，在给定临界簇的搜寻上限为 S 个站点的条件下，可以采用图 4 所示的递归方法，计算公共交通线路容量需求。

(1) 以站点 N_1 为锚节点，根据式 (4) 计算 BLD_{N_1} 。

(2) 如果 N_1 存在邻接且没有搜寻记录的站点，则将其中一个站点 N_2^k 纳入簇中 (N_2^k 表示与 N_1 通过 $i-1$ 条边连接的第 k 个站点)，并根据式 (4) 计算包含 N_1 和 N_2^k 的簇的公共交通线路容量需求 BLD_{N_1} 。将 BLD_{N_1} 和 $BLD_{N_2^k}$ 相比较，保留较大的值替代原来 N_1 的 BLD_{N_1} 。

(3) 如果 N_2^k 存在邻接且无搜寻记录的站点，则将其中一个站点 N_3^k 纳入簇中，并计算包含 N_1 、 N_2^k 和 N_3^k 的簇的 BLD_{N_1} 。继续将 BLD_{N_1} 和 $BLD_{N_3^k}$ 相比较，用较大的数值替代 BLD_{N_1} 。

(4) 如果簇中包含的站点数超过了搜寻上限，则返回上一个站点。

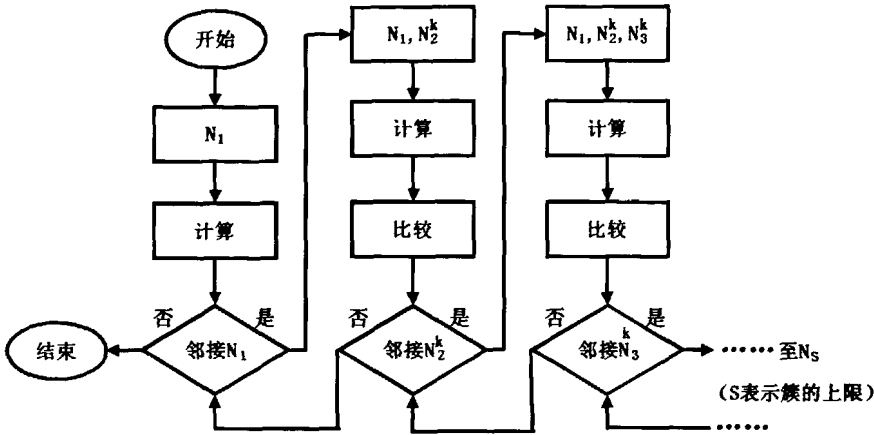


图 4 公共交通线路容量需求计算模块的逻辑结构

Fig. 4 Logical structure for calculating bulk public line demand

(5) 对于某个站点，如果不存在与其邻接且无搜寻记录的站点，则返回上一个站点，并清除该站点的搜寻记录。

(6) 如果返回站点 N_1 时仍不存在邻接且无搜寻记录的站点，则计算结束，此时 BLD_{N_1} 即为 N_1 点的最终公共交通线路容量需求。

应用改进的 CCM，在对公共交通线网中的所有站点计算公共交通线路容量需求之后，可以通过式 (5) 把路段两端公交站点的 BLD 值加载到路段上，形成整个公共交通线网的 BLD 空间分布。

$$BLD_{AB} = \frac{BLD_A + BLD_B}{2} \tag{5}$$

3.4 公共交通线网可达性评价

根据 CCM 计算得出的 BLD 是一个反映交通困难程度的指标，它与可达性所表征的交通便捷程度的含义是相反的。因此，利用 BLD 与可达性的这一关系，可以认为，公共交通线路容量需求值越高的路段，其公交线路运输能力越不能满足利用者的需要，即利用公交的便利程度越差，公共交通的可达性越弱；而公共交通线路容量需求值越低的路段，则公共交通的可达性越好。针对上文得到的公共交通线网 BLD 空间分布的差异，可以完成对公共交通线网可达性的评价。

4 应用实例

北京市的公共交通在全国处于领先水平，尤其是近些年来，为贯彻大力发展公共交通的方针政策，适应城区范围不断扩展的现实需要，不仅轨道交通的建设取得了长足的进展，地面公交线路也得以不断增加、调整和优化，形成了四通八达的公交线网。本文以北京市的公交线网为对象，尝试应用 CCM 对其可达性进行评价。

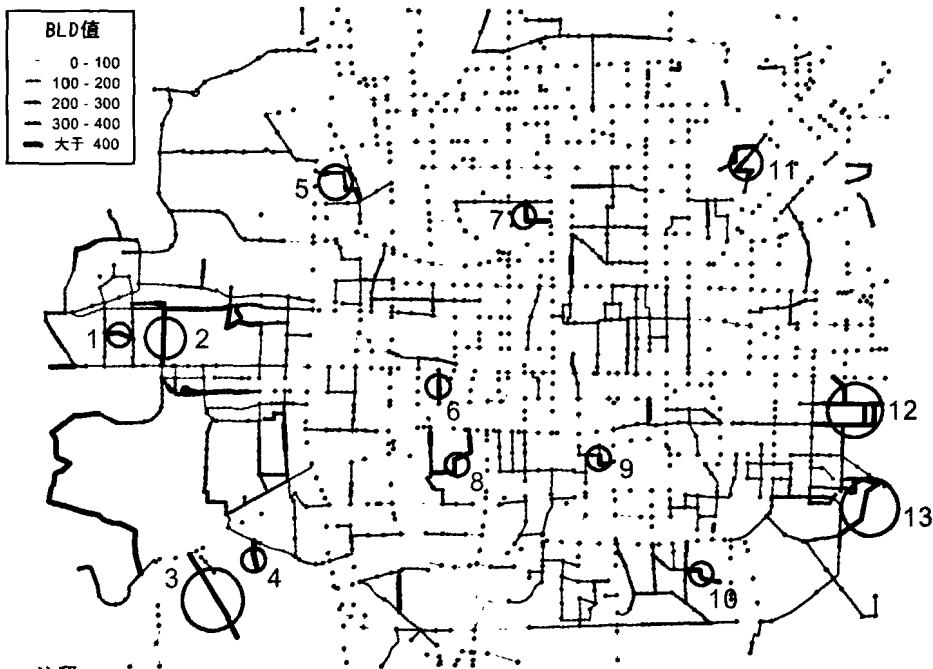
首先，以公开发行的《北京城区图》为底图，通过扫描数字化，提取城区范围内的公交线路和区域界线；其次，在 GIS 的支持下，根据北京公交网 (www.bjbus.com) 和首都公交网 (www.bjbus.org) 提供的公交线路图，完成对全部公交线路和站点相关属性的赋值，得到北京市地面公交线网络图。

特定区域的总人口数 (实际人口) 及其空间分布是 CCM 的重要参数。以 2004 年北京市主城区各街道人口普查统计资料为基础数据源，通过综合北京市城区建筑物密度分布

图(通过同期 TM 遥感影像进行混合像元分解得到)对其进行空间化处理,来获取人口密度空间分布的信息。需要说明的是,尽管街道人口普查数据是最为详细的,但其仅包含了户籍人口与长期居住的外来人口,而不包含短期流动人口。对短期流动人口数据的忽略处理虽然可能使结果与实际情况有所出入,但并不影响本文所建模型的实用性。关于人口密度空间分布的推定,目前仍是地理学中一个未完全解决的问题,尤其在城市区域,人口密度空间分布的影响因素更为复杂^[23]。考虑到人口密度与建筑物密度的宏观关联性,本文采用建筑物密度分布图作为人口空间配分的权重进行了空间内插。该处理可能会带来一定的结果误差,但不失为一种现实的估计方法。

以上述数据为基础,计算了北京市公共交通线网中各站点的公共交通线路容量需求。计算过程中,考虑到北京市公共交通线网比较庞大、节点比较多的特点,选择 10 个节点作为簇搜寻的上限。在进一步得到整个公交线网的公共交通线路容量需求分布之后,将其分为 5 个等级,并利用 ArcInfo 完善的地图表达功能,生成能够反映公共交通线网可达性的专题图。如图 5 所示,线段越粗的线路表示公共交通线路容量需求越大,相应地其可达性越差;而线段越细的线路表示公共交通线路容量需求越小,其可达性越好。

图 5 中圈定的 13 个区域为 BLD 值大于 400、可达性差的相对集中区域。通过另文的深入分析可以知道^[24],这一结果是与这些区域的公共交通线路的现实状况吻合的。表 1 给出了北京市及其城八区的公共交通线路容量需求的平均值,以及可达性较差路段的统计结果,揭示出北京市大部分地区的公共交通可达性比较好,但空间分布差异明显,中心四城区的可达性相对好于外围四城区的特征。进一步对比各城区相应的公交线路网密度和重复系数,可以证实应用 CCM 的可达性评价结果是符合实际的,CCM 在公共交通线网可达性评价中是有实用性的。



注释:

- 1) 古城北路-西街北口 2) 晋元庄-金源路口 3) 抗战雕塑园-永和庄 4) 刘庄子-丰台西站
- 5) 空军指挥学院-蓝靛厂 6) 木樨地西-羊坊店南口 7) 明光桥东-文慧园路 8) 广安门南站-马连道南口
- 9) 天桥商场-友谊医院 10) 宋家庄-铜厂 11) 西坝河-七圣庙 12) 四惠-东石门 13) 厚俸村-小武基

图 5 北京市公共交通线网可达性评价图

Fig. 5 Accessibility assessment of public bus network of Beijing City

5 结论与讨论

表 1 北京市及其城八区的公共交通线路容量需求计算结果统计

Tab. 1 Statistical results of BLD in Beijing City and its main districts

名称	BLD 平均值	BLD 大于 440 的 路段比例 (%)	BLD 为 300-440 的 路段比例 (%)	公交线路网密度 (km/km ²)	重复 系数
西城区	107.4	1.1	4.4	2.72	8.42
东城区	105.6	2.1	1.5	2.21	7.27
宣武区	136.3	9.5	5.9	2.29	11.90
崇文区	115.3	0.0	0.0	2.10	8.55
海淀区	107.3	17.9	11.8	1.43	9.18
朝阳区	132.2	25.3	35.3	1.72	8.94
石景山区	261.2	19.0	14.7	1.14	4.80
丰台区	169.3	25.3	26.5	1.27	7.66
平均	135.8	590.2	340.5	1.58	8.17

应用于区域疏散风险评价的 CCM 模型，将需要疏散的人口与由此产生的对道路容量的需求相结合，构建出一个反映交通困难程度的 BLD 指标。根据该指标与可达性所表征的交通便捷程度意义相反的关系，

本文借鉴 CCM 的基本思路，通过在 GIS 支持下建立地面公交线网的拓扑关系、分配对应于各公交站点的人口数据，并在考虑公交线路重复数的条件下，尝试通过计算公共交通线路容量需求来评价城市地面公交线网的可达性。本文还通过以北京市地面公交线网为对象的实证应用，检验了改进的 CCM 的实用性。

CCM 仅仅通过人口的空间分布及其派生的交通需求来判定道路结构的合理性，统计参数少而且简单便利，可以避免其他评价方法中人为因素限制较多、标准难以统一的弱点，为可达性研究提供了一个新的视角。同时，CCM 是一个对整个路网进行全局寻优的过程，应用这一模型对整个地面公交线网可达性进行评价，有助于深入分析公交站点、公交线路在空间分布上的合理性，为有关部门进行地面公交线网规划和调整提供有价值的参考。

当然，影响公共可达性的因素是多方面的，为更好地应用 CCM 模型，除了公交线路重复数以外，在今后的研究中还需要进一步探讨诸如道路宽度、公交车次数等因素的影响。对于公共交通线路容量需求计算中人口数据的处理，也需要在精准化和实时性等方面下功夫，以保证评价结果与实际的吻合度，提高 CCM 模型的实用性。

参考文献 (References)

[1] Hansen W G. How accessibility shapes land-use. *Journal of the American Institute of Planners*, 1959, 25(1): 73-76.
 [2] Morris J M, Dumble P L, Wigan M R. Accessibility indicators for transport planning. *Transportation Research Part A*, 1978, 13: 91-109.
 [3] Bonnie M S, Fred L M. Measuring post-disaster transportation system performance: The 1985 Kobe earthquake in comparative perspective. Washington D.C.: TRB 78th Annual Meeting Preprint CD-ROM, TRB, National Research Council, 1989.
 [4] Yang Jiawen, Zhou Yixing. Accessibility: Concept, measurement and application. *Geography and Territorial Research*, 1999, 15(2): 61-66. [杨家文, 周一星. 通达性: 概念, 度量及应用. *地理学与国土研究*, 1999, 15(2): 61-66.]
 [5] Bruinsma F. The accessibility of European cities. *Environment and Planning*, 1998, 30(3): 499-521.
 [6] Baxter R S, Leniz G. The measurement of relative accessibility. *Regional Studies*, 1975, 9: 15-26.
 [7] Vickerman R W. Accessibility, attraction and potential: A review of some concepts and their use in determining mobility. *Environment and Planning*, 1974, 6(6): 675-691.
 [8] Muraco W A. Interurban accessibility. *Economic Geography*, 1972, 48: 388-405.
 [9] Davidson K B. Accessibility in transport/land-use modeling and assessment. *Environment and Planning*, 1977, 9(12): 1401-1416.
 [10] Li Pinghua, Lu Yuqi. Review and prospectation of accessibility research. *Progress in Geography*, 2005, 24(3): 69-77. [李平华, 陆玉麒. 可达性研究的回顾与展望. *地理科学进展*, 2005, 24(3): 69-77.]
 [11] Breheny M J. The measurement of spatial opportunity in strategic planning. *Regional Studies*, 1978, 12(4): 463-479.
 [12] Lu Dadao. *Regional Development and Its Spatial Structure*. Beijing: Science Press, 1995. 117-124. [陆大道. *区域发展及其空间结构*. 北京: 科学出版社, 1995. 117-124.]
 [13] Cao Xiaoshu, Yan Xiaopei. The impact of the evolution of land network on spatial structure of accessibility in the developed areas: The case of Dongguan city in Guangdong province. *Geographical Research*, 2003, 22(31): 305-312.

- [曹小曙, 阎小培. 经济发达地区交通网络演化对通达性空间格局的影响: 以广东省东莞市为例. 地理研究, 2003, 22(31): 305-312.]
- [14] Li Siming, Shum Yiman. Impact of the national trunk highway system on accessibility in China. *Journal of Transport Geography*, 2001, 9: 39-48.
- [15] Xu Di, Lu Yuqi. Impact of the trunk highway system on accessibility of the municipalities in Jiangsu. *Economic Geography*, 2004, 24(6): 830-833. [徐昀, 陆玉麒. 高等级公路网建设对区域可达性的影响: 以江苏省为例. 经济地理, 2004, 24(6): 830-833.]
- [16] Jin Fengjun, Wang Jiao'e. Railway network expansion and spatial accessibility analysis in China: 1906-2000. *Acta Geographica Sinica*, 2004, 59(2): 293-302. [金凤君, 王娇娥. 20 世纪中国铁路网扩展及其空间通达性. 地理学报, 2004, 59(2): 293-302.]
- [17] Cova T J, Church R L. Modelling community evacuation vulnerability using GIS. *International Journal of Geographical Information Science*, 1997, 11(8): 763-784.
- [18] Church R L, Cova T J. Mapping evacuation risk on transportation networks using a spatial optimization model. *Transportation Research Part C*, 2000, 8(1): 321-336.
- [19] Kwan M P, Murray A T, O'Kelly M E et al. Recent advances in accessibility research: Representation, methodology and applications. *Journal of Geographical Systems*, 2003, 5(1): 129-138.
- [20] Kwan M P. Gender and individual access to urban opportunities: A study using space-time measures. *Professional Geographer*, 1999, 51(2): 210-227.
- [21] Cao Yu, Hu Guangdao. Application of Geographical Information System. *Computer and Modernization*, 1999, 61(3): 1-4. [曹瑜, 胡光道. 地理信息系统在国内外应用现状. 计算机与现代化, 1999, 61(3): 1-4.]
- [22] Flowerdew R, Green M. Developments in the area interpolation methods and GIS. *Annals of Regional Science*, 1992, 26: 67-78.
- [23] Zhuo Li, Chen Jin, Shi Peijun et al. Modeling population density of China in 1998 based on DMSP/OLS nighttime light image. *Acta Geographica Sinica*, 2005, 60(2): 266-276. [卓莉, 陈晋, 史培军等. 基于夜间灯光数据的中国人口密度模拟. 地理学报, 2005, 60(2): 266-276.]
- [24] Wang Yunjing, Li Qiang, Hayashi Y et al. CCM-based accessibility evaluation of the public bus network in Beijing City, China. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 2009, 7. (submitted)

The Critical Cluster Model and Its Application in Accessibility Assessment of Public Bus Network

CHEN Xiang¹, LI Qiang¹, WANG Yunjing¹, CHEN Jin², TANG Qiao³

(1. College of Resources Science and Technology, Beijing 100875, China;

2. Academy of Disaster Reduction and Emergency Management, Beijing 100875, China;

3. College of Information Science and Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: The Critical Cluster Model (CCM) is a network optimization model that can be used to identify neighborhoods facing transportation difficulties during an evacuation process. It defines the Bulk Lane Demand (BLD) as the ratio of population to exit capacity that is adversative to the meaning of accessibility. Based on this context, this paper applies CCM to assess the accessibility of public bus network by introducing multiple bus lines in the certain road sections and considering the spatial distribution of population being assigned to each bus stop. The bulk bus line demand, as the substitution of original BLD, is therefore used to reflect the people's convenience in taking public buses. An application of CCM in accessibility assessment of public bus network in Beijing tests the flexibility of this method. Considering the importance of accessibility in urban transportation, the modification of CCM by introducing other factors should be the focus of further studies.

Key words: Critical Cluster Model; public bus network; accessibility; Geographical Information System; Beijing

临界簇模型及其在地面公交线网可达性评价中的应用

中国科技论文在线

http://www.paper.edu.cn

作者: 陈翔, 李强, 王运静, 陈晋, 唐巧, CHEN Xiang, LI Qiang, WANG Yunjing, CHEN Jin, TANG Qiao
作者单位: 陈翔, 李强, 王运静, CHEN Xiang, LI Qiang, WANG Yunjing(北京师范大学资源学院, 北京, 100875), 陈晋, CHEN Jin(北京师范大学减灾与应急管理研究院, 北京, 100875), 唐巧, TANG Qiao(北京师范大学信息科学与技术学院, 北京, 100875)
刊名: 地理学报 **ISTIC PKU**
英文刊名: ACTA GEOGRAPHICA SINICA
年, 卷(期): 2009, 64(6)
引用次数: 0次

参考文献(24条)

1. Hansen W G [How accessibility shapes land-use](#) 1959(1)
2. Morris J M. Durable P L. Wigan M R [Accessibility indicators for transport planning](#) 1978
3. Bonnie M S. Fred L M [Measuring post-disaster transportation system performance:The 1985 Kobe earthquake in comparative perspective](#) 1989
4. 杨家文, 周一星 [通达性:概念,度量及应用](#)[期刊论文]-[地理学与国土研究](#) 1999(2)
5. Bruinsma F [The accessibility of European cities](#) 1998(3)
6. Baxter R S. Leniz G [The measurement of relative accessibility](#) 1975
7. Vickerman R W [Accessibility, attraction and potential:A review of some concepts and their use in determining mobility](#) 1974(6)
8. Muraco W A [Interurban accessibility](#) 1972
9. Davidson K B [Accessibility in transport/land-use modeling and assessment](#) 1977(12)
10. 李平华, 陆玉麒 [可达性研究的回顾与展望](#)[期刊论文]-[地理科学进展](#) 2005(3)
11. Breheny M J [The measurement of spatial opportunity in strategic planning](#) 1978(4)
12. 陆大道 [区域发展及其空间结构](#) 1995
13. 曹小曙, 阎小培 [经济发达地区交通网络演化对通达性空间格局的影响—以广东省东莞市为例](#)[期刊论文]-[地理研究](#) 2003(3)
14. Li Siming, Shum Yiman [Impact of the national trunk highway system on accessibility in China](#) 2001
15. 徐的, 陆玉麒 [高等级公路网建设对区域可达性的影响—以江苏省为例](#)[期刊论文]-[经济地理](#) 2004(6)
16. 金凤君, 王姣娥 [20世纪中国铁路网扩展及其空间通达性](#)[期刊论文]-[地理学报](#) 2004(2)
17. Cova T J, Church R L [Modelling community evacuation vulnerability using GIS](#) 1997(8)
18. Church R L, Cova T J [Mapping evacuation risk on transportation networks using a spatial optimization model](#) 2000(1)
19. Kwan M P, Murray A T, O' Kelly M E [Recent advances in accessibility research:Representation, methodology and applications](#) 2003(1)
20. Kwan M P [Gender and individual access to urban opportunities:A study using space-time measures](#) 1999(2)
21. 曹瑜, 胡光道 [地理信息系统在国内外应用现状](#)[期刊论文]-[计算机与现代化](#) 1999(3)
22. Flowerdew R, Green M [Developments in the area interpolation methods and GIS](#) 1992
23. 卓莉, 陈晋, 史培军, 辜智慧, 范一大, 一之瀬俊明 [基于夜间灯光数据的中国人口密度模拟](#)[期刊论文]-[地理学报](#)

24. [Wang Yunjing, Li Qiang, Hayashi Y CCM-based accessibility evaluation of the public bus network in BeijingCity, China](#) 2009

相似文献(0条)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_dlx200906006.aspx

下载时间: 2010年5月8日