

DOI:10.13203/j.whugis20130602



文章编号:1671-8860(2019)02-0310-07

# 两种道路选取策略的比较研究

田晶<sup>1,2,3</sup> 罗云<sup>1</sup> 林镠鹏<sup>1</sup> 任畅<sup>1</sup>

1 武汉大学资源与环境科学学院,湖北 武汉,430079

2 武汉大学地理信息系统教育部重点实验室,湖北 武汉,430079

3 武汉大学数字制图与国土信息应用工程国家测绘地理信息局重点实验室,湖北 武汉,430079

**摘要:**道路选取是根据比例尺的要求,在道路网中保留相对重要道路、舍弃相对次要道路的地图综合操作。从概念层和操作层对两种不同的道路选取策略进行了比较。一种是删除后更新策略,即删除一条道路后更新其他道路的重要度;另一种是删除后不更新策略,即删除一条道路后不更新其他道路的重要度。以常用的stroke重要度排序法为道路选取方法,运用长度、连通度、接近度和中介度的加权来描述道路的重要度,采用相似性、误删率、漏删率等定量指标以及定性的目视判别评价选取结果。以深圳市1:1万道路网和1:5万道路网作为研究数据进行了实验。理论上删除后更新策略优于删除后不更新策略,然而实证表明删除后不更新策略在常用定量评价指标上优于删除后更新策略,在定性评价方面则各有优劣。

**关键词:**道路选取;删除后更新策略;删除后不更新策略;stroke

**中图分类号:**P208

**文献标志码:**A

道路选取是地理信息科学研究领域的热门研究问题,涉及导航、交通流量预测、城市形态分析、空间信息多尺度表达等多个方面的应用。根据网络化简的方式不同,可将已有的道路选取方法分为4类。第1类:点选取/合并方法,即通过选取道路交叉点或合并道路交叉点来选取相应道路<sup>[1-2]</sup>。第2类:面合并方法,即从不满足约束条件的地方(如网眼面积小于视觉阈值)开始,计算构成网眼的路段的重要程度或计算合并网眼后对道路网的影响,删除路段合并网眼<sup>[3-7]</sup>。第3类:线删除/选取方法,即直接通过删除重要程度较低或是保持网络的专题功能的道路单元来达到选取的目的<sup>[8-18]</sup>。对于删除重要程度较低的方法,这里又可细分为通过设定某个属性的阈值删除<sup>[8-9]</sup>,通过聚类的方法删除<sup>[10-11]</sup>,以及通过重要度排序方法删除<sup>[12-16]</sup>。所谓的道路单元在stroke概念提出前主要是指通视线或道路段,在stroke概念提出后一般是指stroke。第4类:线面混合方法,先后通过约束条件按面合并方法和线选取方法分别对路网中的面状结构和依附于保留网眼边的线状结构进行选取<sup>[19-20]</sup>。以往研究倾向于针对道路选取问题提出不同的解决方法。最近,出现了针

对道路选取中的一些细节问题的比较研究,如对道路描述参量与道路是否选取的关系研究<sup>[21]</sup>,度量道路重要度的参量评估<sup>[22]</sup>,stroke生成方法对选取结果的影响<sup>[23]</sup>,不同道路网模式下综合方法有效性的比较等等<sup>[16]</sup>。

渐进式综合与连续综合理论的出现<sup>[24-25]</sup>,导致在道路选取的过程中存在两种策略,一种是删除后不更新策略,按照最初确定的道路的重要度进行删除,直到满足尺度要求,例如按照某个属性的阈值或是聚类方法进行道路选取采取的就是此种策略<sup>[8-11]</sup>;另一种是删除后更新策略,每次删除一条道路后,重新计算剩余道路的重要度,然后根据新的重要度进行下次删除,直到满足尺度要求,文献<sup>[7]</sup>采用的即是此种策略。本文将从概念层和操作层对删除后不更新策略与删除后更新策略进行比较。

## 1 概念层的探讨

选取是顾及目标地理意义与上下文环境的情况下,根据比例尺的要求,保留相对重要的要素,舍弃相对次要的要素的地图综合操作。在选取过

收稿日期:2018-09-05

项目资助:国家自然科学基金(41701439);武汉大学教学研究项目(2017JG046)。

第一作者:田晶,博士,讲师,主要研究方向为地图自动综合、空间数据挖掘。tianjing\_sres@Whu.edu.cn

通讯作者:任畅,博士生。imrc@whu.edu.cn

程中,删除一个目标后,可能影响到其他目标的重要度。即在选取过程中,可能出现这样一种情况:删除一部分要素后,保留要素的重要度发生变化,甚至出现重要度排序的改变。如图 1 所示,道路 2 是连接左下部分的唯一通道,其重要度高于道路 1 和道路 3,然而,假定道路 4 被删除,那么道路 1、2、3 将会同等重要。

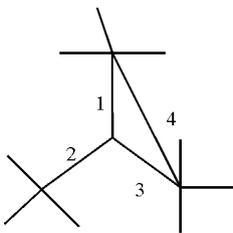


图 1 虚拟的道路网

Fig. 1 A Fictive Road Network

按照渐进式综合与连续综合的观点<sup>[24-25]</sup>,删除一条道路后,会生成源比例尺的一个粗略的表达,然后再从这个表达派生更粗略的表达,每一个中间表达是存在的。从理论上说,已经是遵循删除后更新的策略了。假定现在有两种选取过程,一种是由源比例尺  $S_0$  路网  $R_0$  对道路按照重要度函数计算和排序,删掉重要度较小的道路,直接生成目标比例尺  $S_i$  路网  $R_{i1}$ ;另一种是由源比例尺  $S_0$  路网  $R_0$  生成中间比例尺  $S_i$  路网  $R_i$ ,再由中间比例尺  $S_i$  路网  $R_i$  生成目标比例尺  $S_i$  路网  $R_{i2}$ ,那么,此过程可理解为对路网  $R_0$  中的道路按照重要度函数计算和排序后删掉一部分道路,生成中间比例尺路网  $R_i$ ,然后再对  $R_i$  按照重要度函数计算和排序后再删掉一部分,生成目标比例尺路网  $R_{i2}$ 。删除后更新策略始终保证了  $R_{i1}$  和  $R_{i2}$  的一致性,而删除后不更新策略由于按照初始的重要度去排序,可能会导致由源比例尺路网直接生成的综合结果  $R_{i1}$  和由源比例尺生成中间结果,然后由中间结果生成目标比例尺结果  $R_{i2}$  不一致的产生。

由上述讨论可知,删除后更新策略优于删除后不更新策略,那么下面将以道路选取中常用的 stroke 重要度排序法为例,从操作层面进行实证研究,验证这个观点是否正确。

## 2 操作层的实证

### 2.1 方法简介

以 stroke 重要度排序法为道路选取方法<sup>[12, 15]</sup>,研究在 stroke 生成方法和 stroke 重要度计算相对确定的情况下,两种不同策略对选取结果的影响。采用的研究方法是将控制变量固

化,研究自变量和因变量的关系,如图 2 所示,其中控制变量是 stroke 生成以及 stroke 重要度的确定,自变量是删除后更新以及删除后不更新两种选取策略,因变量是选取结果,评价指标用来对选取结果进行评价。

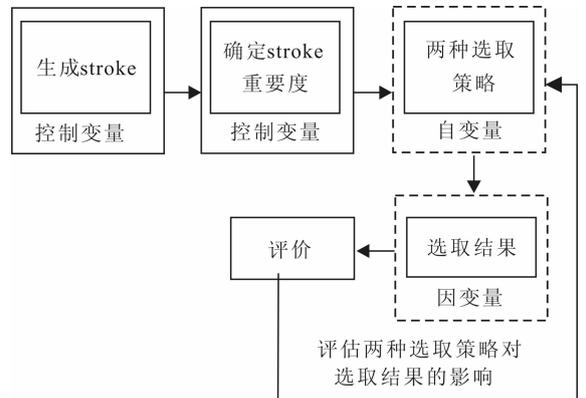


图 2 研究方法

Fig. 2 Methodology

### 2.2 控制变量——生成 stroke

stroke 的生成主要由路段连接规则和连接策略决定。连接规则主要有几何规则、专题规则以及混合规则<sup>[23]</sup>。几何规则由 Gestalt 原则中的“好的延续性”原则导出,主要指两条路段的转折角小于阈值;专题规则主要是指道路同名和道路等级相同;混合规则是指同时考虑几何规则和专题规则。连接策略主要有每对最大适合策略(every-best-fit)、自身最大适合策略(self-best-fit)、自身适合策略(self-fit)<sup>[26]</sup>。Zhou 和 Li 认为混合连接规则和每对最大适合策略的组合生成的 stroke 能得到较好的地图综合结果<sup>[23]</sup>。由于本研究也是针对地图综合,所以根据 Zhou 和 Li 的研究结论,采用混合连接规则与每对最大适合策略生成道路网 stroke。混合连接规则是路段连接时判断路段是否具有相同的等级,然后判断路段间的转折角是否小于阈值,转折角阈值设定为  $60^\circ$ 。每对最大适合策略是指互为最适应的路段相连。

### 2.3 控制变量——确定 stroke 重要度

#### 2.3.1 stroke 重要度计算方法

目前,计算 stroke 重要度主要有 3 种方法:①规则法,即定义属性参数的优先顺序来确定道路重要度<sup>[6]</sup>;②权重法,对属性参数赋予权重,重要度即为参数的加权和<sup>[15]</sup>;③参数生成法,将某一个或者某几个参量进行变换或集成,生成新的参量来描述道路重要度<sup>[14, 16]</sup>。本文采用 CRITIC 加权法<sup>[27-28]</sup>计算 stroke 的重要度。

2.3.2 已有参量的分析

表1列举了已有道路网选取文献中使用的描述参量,图3对已有文献中用到的描述参量进行了统计。这些参量具有以下特点:①描述了道路的几何、拓扑、专题和密度方面的特征;②同一个参量在不同的文献中名称有所区别。例如等级和

类型两个参量含义相近、连接度与连通中心度的概念与定义相同;③参量计算的载体主要有通视线、道路段、名字相同的道路以及 stroke,目前主要是针对 stroke;④使用较多的参量是:描述专题方面的等级和类型,描述几何方面的长度以及描述拓扑方面的连通度、中介度和接近度。

表1 道路描述参量

Tab.1 Measures for Individual Roads Existed in Literature

文献	参量	针对对象
文献[8]	连通度、控制值、深度值、集成度	通视线
文献[3]	等级、长度、蜿蜒度	道路段
文献[17]	长度、旅行时间	道路段
文献[12]	类型、长度	stroke
文献[4]	类型、长度	stroke
文献[21]	类型、长度、宽度、车道数、交通方式、连通度	道路段
文献[9]	连通度、中介度、接近度	名字相同道路
文献[10]	等级、长度、限速、连通度、中介度、接近度、车道数	名字相同道路
文献[13]	长度、连通比率、长度比率	stroke
文献[18]	等级、长度	道路
文献[14]	中介度	stroke
文献[6]	等级、连通度、长度	stroke、道路段
文献[11]	长度、等级、Voronoi 密度	stroke
文献[7]	连通度、中介度、接近度、长度、密度、交通流量	stroke
文献[22]	等级、长度、连通度、中介度、接近度	stroke
文献[15]	长度、连通度、中介度、接近度	stroke
文献[16]	路径中心度、连接度、长度	stroke

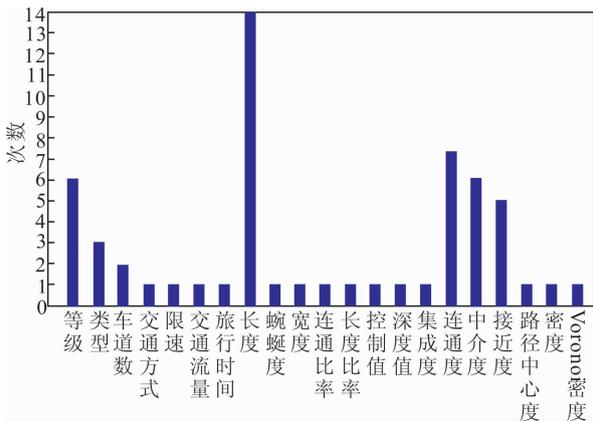


图3 参量出现的次数

Fig.3 Frequency of Occurrence of Measures

表2 参量的含义与计算方法

Tab.2 Meaning and Calculation of Measures

参量名称	意义	计算方法
长度 (Length)	该 stroke 的几何长度	
连通度 (Degree)	与该 stroke 相交的其他 stroke 的数量	$D(v_i) = \sum_{k=1}^n r_{ik}$ , 其中 $r_{ik}$ 为边的邻接矩阵第 $i$ 行第 $k$ 列的元素
接近度 (Closeness)	该 stroke 到所有其他 stroke 的最少连接数量, 反映了其他 stroke 聚集于该 stroke 的可能性	$C(v_i) = \frac{1}{\sum_{k=1}^n d(v_i, v_k)}$ , 其中 $d(v_i, v_k)$ 表示节点 $v_i$ 和 $v_k$ 的最短距离。
中介度 (Betweenness)	度量了该 stroke 处于其他 stroke 之间的程度, 度量 stroke 是否起“桥梁”作用	$B(v_i) = \frac{1}{(n-1)(n-2)} \sum_{j,k \in n, j \neq k, i \neq j, i \neq k} \frac{m_{jk}(v_i)}{m_{jk}}$ , 其中, $m_{jk}$ 表示节点 $v_j$ 和 $v_k$ 间最短路径的数量; $m_{jk}(v_i)$ 表示节点 $v_j$ 和 $v_k$ 间最短路径中经过节点 $v_i$ 的数量。

2.3.3 参量的选择

本文选择参量时顾及两个基本的原则。即: ①“有图能算”原则, 只要给定数据, 参量就能计算。②“普遍接受”原则, 即参量被很多学者采用。根据这两条原则, 本文选择的描述参量为长度、连通度、接近度和中介度。表2介绍了这4种参量的计算方法和含义。

引入对偶图的概念, 图的节点表示 stroke, 边代表 stroke 与 stroke 相交的关系。形式化定义为  $G=G(V, E)$ , 其中  $V$  是节点的集合,  $V = \{v_1, v_2 \dots v_n\}$ ;  $E$  是边的集合,  $E = \{v_i v_j | v_i, v_j \in V\}$ 。图可由其邻接矩阵表示为  $R(G) = [r_{ij}]_{n \times n}$ , 其中,

$$r_{ij} = \begin{cases} 1, v_i, v_j \in E \\ 0, \text{其他} \end{cases}$$

## 2.4 自变量——选取策略

本文主要考察两种策略。第一种是删除后不更新策略,即按照最初由参量确定的 stroke 重要度进行删除,直到满足尺度要求;第二种是删除后更新策略,即每次删除一条 stroke 后,重新计算剩余 stroke 的重要度,然后根据新的重要度进行下次删除,直到满足尺度要求。在删除过程中,如果某条道路的删除会影响路网的连通性,那么将其保留<sup>[15]</sup>。

## 2.5 因变量——选取结果

如何确定选取停止条件是研究的难点。常用的方法是:①基于统计规律的方法,即运用开方根规律估计选取数量或长度比例;②基于约束条件的方法,即通过网眼面积是否符合最小尺寸进行判断。由于开方根规律主要是针对地形图(符号化后的数据),而本研究的数据并不是符号化数据,所以选择根据实际的参照数据上的最小网眼面积作为停止条件来进行评价。

## 2.6 评价指标

对综合结果进行评价也一直是地图自动综合的难点问题<sup>[26]</sup>。路网综合的评价指标定量方面主要有相似性指标、连通性指标、漏删率和误删率等,定性方面主要是对分布模式的视觉判别<sup>[15,19]</sup>。在选取策略中通过约束条件保证了选取前后的连通性,因此本文采用相似性指标、漏删率和误删率结合目视判别模式是否保持来进行评价。

在定量评价方面,采用广泛运用的基于相似性的对照评价方法。将已有地图作为参考标准,

将选取结果与其进行对照,重合部分越多则相似性越高,证明选取结果越好<sup>[19]</sup>。相似性(Similarity)指标的取值范围为 $[0, 1]$ ,其计算式为:

$$\text{Similarity} = \frac{A \cap B}{A + B - A \cap B} \quad (1)$$

式中, $A \cap B$ 表示自动选取和参考标准上同时出现的道路总长度; $A$ 表示自动选取后保留的道路的总长度; $B$ 表示参考标准上保留的道路总长度。相似性指标越高,则选取结果越好。

漏删率与误删率是导致自动选取结果与标准图之间存在差异的两类原因,它们可以通过下列公式进行量化评价:

$$\text{Commission Error} = \frac{A \cap \neg B}{A} \quad (2)$$

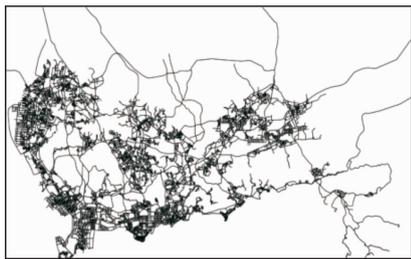
$$\text{Omission Error} = \frac{\neg A \cap B}{B} \quad (3)$$

式中,Commission Error表示漏删率; $A \cap \neg B$ 表示自动选取结果中保留的参考标准上删除的道路总长度;Omission Error表示误删率; $\neg A \cap B$ 表示自动选取结果中删除的参考标准上保留的道路总长度。这两个指标越低,则选取结果越好。

在定性评价方面,对比综合结果与参考标准图的差异,运用目视判别对路网几何模式与密度对比的保持进行评价。

## 2.7 数据实验

实验数据是广东省深圳市 1:1 万道路网,参照数据是其 1:5 万道路网,该数据由广东省深圳市基础地理信息中心提供。1:1 万道路网是选取对象,1:5 万道路网是参照数据,如图 4 所示。



(a) 1:1 万



(b) 1:5 万

图 4 深圳市道路网

Fig. 4 The Road Network of Shenzhen

## 2.8 实验结果

图 5 是选取过程中两种不同策略中间结果与参考标准图的相似性变化曲线。相似性在开始阶段随保留线要素条数的减小而上升;在上升过程中,存在一些小幅下降,是由于删除了参考标准图中保留的线划;最后,由于过度删除而下降至零。

每条曲线上存在一些关键点,即相似性取得最大值的点  $M$  与  $M'$ 、保留道路单元数与标准图相同的点  $N$  与  $N'$ 、保留道路总长度与标准图相同的点  $L$  与  $L'$ 、图面最小网眼尺寸与标准图相同的点  $S$  与  $S'$ (即本文选用停止条件下的最终结果)。由这些关键点处的相似性值、漏删率和误删率(见表 3)

可知,从定量方面评价,删除后不更新策略优于删除后更新策略。

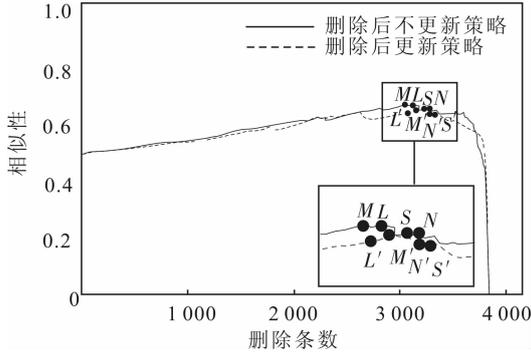


图5 两种策略的选取结果相似性值

Fig. 5 Similarity of Selection Results of Two Strategies

表3 两种策略在关键点处的定量评价指标

Tab. 3 Quantitative Evaluation Measures at Several Critical Points

关键点	删除后更新			关键点	删除后不更新		
	相似性	漏删率	误删率		相似性	漏删率	误删率
M	0.605 1	0.229 5	0.262 8	M'	0.622 8	0.248 2	0.291 6
N	0.600 4	0.213 4	0.283 8	N'	0.603 4	0.209 0	0.281 2
L	0.592 6	0.253 5	0.256 8	L'	0.620 0	0.220 7	0.235 2
S	0.597 4	0.210 9	0.289 0	S'	0.605 5	0.218 8	0.270 7

两种策略最小网眼面积停止条件下的最终选取结果对比如图6所示,其中更新策略、不更新策略、参考标准图分别用黄色、红色、蓝色表示。通过不同的叠置顺序可以显示漏删与误删的线划,结果表明,删除后更新策略与删除后不更新策略结果均存在明显的不足,各有优缺点。从道路的几何模式来看,更新策略对网格模式保留较为完好,但是低密度区的网格完全消失(图6(b));不更新策略破坏了网格模式,大量依附于主要道路的短小支路,形成了悬挂现象(图6(d))。从道路的密度变化来看,更新策略的结果中高密度区域得到更多保留,夸大了不同区域的密度对比;而不更新策略能较好保持密度对比。

视觉差异变化发生的原因是:随着综合的不断进行,初始重要度较高道路周围的次要路段被不断删除,而这些相对重要的道路由于不更新策略得以保留,最终变为悬挂边;而更新策略中,路段的重要度随周围路段的删除而下降,从而导致部分区域路网集中地被删除。

### 3 结语

本研究从概念层和操作层对两种道路选取策略进行了比较研究。以 stroke 重要度排序法为

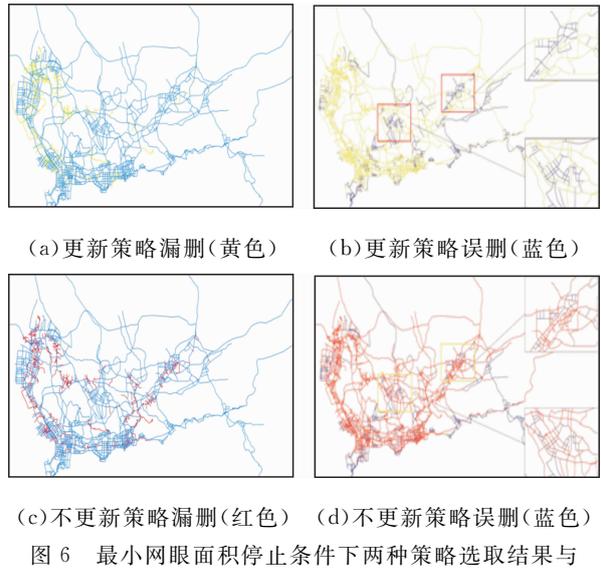


图6 最小网眼面积停止条件下两种策略选取结果与参考标准的差异

Fig. 6 Differences Between Benchmark and Selection Results of Two Strategies with Minimum Mesh Area as Stop Condition

道路选取方法,以常用的长度、连通度、接近度和中介度来描述道路重要度,对两种道路选取策略进行了比较。理论上,删除后更新策略优于删除后不更新策略,然而实证表明,常用定量评价指标上删除后不更新策略,优于删除后更新策略,在定性评价方面,两种策略各有优劣。

本研究的不足主要表现在:①数据的限制:本文仅进行了深圳市1:1万到1:5万的实验,其他尺度的情况还需进一步验证;②选取方法还需要进一步研究,如基于网眼<sup>[6]</sup>和基于线面混合<sup>[19-20]</sup>的路网综合方法是否也是这种结果。

### 参 考 文 献

[1] Björke J T. Generalization of Road Network for Mobile Map Service: An Information Theoretic Approach [C]. Proceedings of 21st International Cartographic Conference, Durban, South Africa, 2003

[2] He Zongyi. Elements and Methods of Model for Cartographical Data Processing[M]. Wuhan: Wuhan University Press, 2004(何宗宜. 地图数据处理模型的原理与方法[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2004)

[3] Peng Wanning, Muller J C. A Dynamic Decision Tree Structure Supporting Urban Road Network Automated Generalization [J]. The Cartographic Journal, 1996, 33(1): 5-10

[4] Edwardes A J, Mackaness W A. Intelligent Generalization of Urban Road Networks[C]. Proceedings of GIS Research UK Conference, New York, USA,

- 2000
- [5] Deng Hongyan, Wu Fang, Wang Huilian, et al. A Generalization of Road Networks Based on Topological Similarity [J]. *Journal of Geomatics Science and Technology*, 2008, 25(3): 183-187 (邓红艳, 武芳, 王辉连, 等. 基于拓扑相似性的道路网综合模型[J]. 测绘科学技术学报, 2008, 25(3): 183-187)
- [6] Chen Jun, Hu Yungang, Li Zhilin, et al. Selective Omission of Road Features Based on Mesh Density for Automatic Map Generalization [J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 2009, 23(8): 1 034-1 037
- [7] Touya G. A Road Network Selection Process Based on Data Enrichment and Structure Detection [J]. *Transactions in GIS*, 2010, 14(5): 595-614
- [8] Mackaness W A. Analysis of Urban Road Networks to Support Cartographic Generalization [J]. *Cartography and Geographic Information Systems*, 1995, 22(4): 306-316
- [9] Jiang Bin, Claramunt C. A Structural Approach to the Model Generalization of Urban Street Network [J]. *GeoInformatica*, 2004, 8(2): 157-173
- [10] Jiang Bin, Harrie L. Selection of Streets from a Network Using Self-Organizing Maps [J]. *Transactions in GIS*, 2004, 8(3): 335-350
- [11] Liu Xingjian, Zhan Feibing, Ai Tinghua. Road Selection Based on Voronoi Diagrams and "Strokes" in Map Generalization [J]. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2010, 12: S194-S202
- [12] Thomson R C, Richardson D E. The "Good Continuation" Principle of Perceptual Organization Applied to the Generalization of Road Networks [C]. Proceedings of 19th International Cartographic Conference, Ottawa, Canada, 1999
- [13] Zhang Qingnian. Road Network Generalization Based on Connection Analysis [C]. Proceedings of 11th International Symposium on Spatial Data Handling, Leicester, UK, 2004
- [14] Tomko M, Winter S, Claramunt C. Experiential hierarchies of Streets [J]. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2008, 32(1): 41-52
- [15] Yang Bisheng, Luan Xuechen, LI Qingquan. Generating Hierarchical Strokes from Urban Street Networks Based on Spatial Pattern Recognition [J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 2011, 25(12): 2 025-2 050
- [16] Xu Zhu, Liu Caifeng, Zhang Hong, et al. Road Selection Based on Evaluation of Stroke Network Functionality [J]. *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*, 2012, 41(5): 769-776 (徐柱, 刘彩凤, 张红, 等. 基于路划网络功能评价的道路选取方法[J]. 测绘学报, 2012, 41(5): 769-776)
- [17] Richardson D E, Thomson R C. Integrating Thematic, Geometric, and Topologic Information in the Generalization of Road Networks [J]. *Cartographica*, 1996, 33(1): 75-83
- [18] Deng Hongyan, Wu Fang, Zhai Renjian, et al. A Generalization Model of Road Networks Based on Genetic Algorithm [J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2006, 31(2): 164-167 (邓红艳, 武芳, 翟仁健, 等. 基于遗传算法的道路网综合模型[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2006, 31(2): 164-167)
- [19] Li Zhilin, Zhou Qi. Integration of Linear and Areal Hierarchies for Continuous Multi-scale Representation of Road Networks [J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 2012, 26(5): 855-880
- [20] Benz S, Weibel R. Road Network Selection for Medium Scales Using an Extended Stroke-mesh Combination Algorithm [J]. *Cartography and Geographic Information Science* 2014, 43(4): 323-339
- [21] Li Zhilin, Choi Yuenhang. Topographic Map Generalization: Association of Road Elimination with Thematic Attributes [J]. *The Cartographic Journal*, 2002, 39(2): 153-166
- [22] Zhou Qi, Li Zhilin. Evaluation of Properties to Determine the Importance of Individual Roads for Map Generalization [C]// Ruas A. Advance in Cartography and GIScience, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Berlin: Springer-Verlag, 2011: 459-475
- [23] Zhou Qi, Li Zhilin. A Comparative Study of Various Strategies to Concatenate Road Segment into Strokes for Map Generalization [J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 2012, 26(4): 691-715
- [24] Guo Qingsheng, Huang Yuanlin, Zheng Chunyan, et al. Spatial Reasoning and Progressive Cartographic Generalization [M]. Wuhan: Wuhan University Press, 2007 (郭庆胜, 黄远林, 郑春燕, 等. 空间推理与渐进式地图综合 [M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2007)
- [25] Jiang Bin, Zhao Sijian, Yin Junjun. Self-Organized Natural Roads for Predicting Traffic Flow: A Sensitivity Study [J]. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2008: P07008
- [26] Stoter J, Burghardt D, Duchêne C, et al. Methodology for Evaluating Automated Map Generalization in Commercial Software [J]. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2009, 33(5): 311-324

- [27] Diakoulaki D, Mavrotas G, Papayannakis L. Determining Objective Weights in Multiple Criteria Problems: The CRITIC Method[J]. *Computers & Operations Research*, 1995, 22(7):763-770
- [28] Luan Xuechen, Yang Bisheng, Zhang Yunfei. Structural Hierarchy Analysis of Streets Based on

Complex Network Theory[J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2012, 37(6): 728-732(栾学晨, 杨必胜, 张云菲. 城市道路复杂网络结构化等级分析[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2012, 37(6): 728-732)

## A Comparative Study of Two Strategies of Road Network Selection

TIAN Jing<sup>1, 2, 3</sup> LUO Yun<sup>1</sup> LIN Liupeng<sup>1</sup> REN Chang<sup>1</sup>

<sup>1</sup> School of Resource and Environmental Sciences, Wuhan University, Wuhan 430079, China

<sup>2</sup> Key Laboratory of Geographic Information System, Ministry of Education, Wuhan University, Wuhan 430079, China

<sup>3</sup> Key Laboratory of Digital Mapping and Land Information Application Engineering, NASG, Wuhan University, Wuhan 430079, China

**Abstract:** The road selection is a cartographic generalization operation to retain more important parts, or to omit the less important parts, of the linear features representing road network according to the cartographic scale requirement. Many researchers have paid much attention to the approaches to road network selection. This paper gives a comparative analysis of two selection strategies from conceptual and operational level. One strategy is to update the importance of the retained roads after eliminating one road and the other is not to update. The stroke ordering method is used as the road selection method, and length, connectivity, closeness, and betweenness are used to determine the importance of individual strokes. The selection results are evaluated by quantitative measures (including similarity, commission error and omission error), and qualitative visual inspection. The road network of Shenzhen city is used in the experiments. Theoretically, the update after diminution strategy is better than non-update strategy. Empirically, quantitative results shows that the non-update strategy is superior, while qualitative inspection shows that each strategy has its own advantages and disadvantages.

**Key words:** road selection; update after elimination strategy; non-update after elimination strategy; stroke

**First author:** TIAN Jing, PhD, lecturer, specializes in automated map generalization and spatial data mining. E-mail: tianjing\_sres@whu.edu.cn

**Corresponding author:** REN Chang, PhD candidate. E-mail: imrc@whu.edu.cn

**Foundation:** The National Natural Science Foundation of China, No. 41701439; Research on Teaching Reform Project of Wuhan University, No. 2017JG046.