

7-2-2020

Research of Visualization of Road Guide Sign Panel Based on Combination of Guiding Information

Zhongming Niu

1. Guangdong Provincial Key Laboratory of Intelligent Transportation System, Guangzhou 510006, China;;2. School of Engineering, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510006, China;;

Huang Min

1. Guangdong Provincial Key Laboratory of Intelligent Transportation System, Guangzhou 510006, China;;2. School of Engineering, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510006, China;;

Yuan Yuan

3. Shenzhen Polytechnic, Shenzhen 518055, China;;

Li Min

4. China Merchants Chongqing Communications R&D Institute Co., Ltd., Chongqing 400067, China;;

Follow this and additional works at: <https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal>



Part of the Artificial Intelligence and Robotics Commons, Computer Engineering Commons, Numerical Analysis and Scientific Computing Commons, Operations Research, Systems Engineering and Industrial Engineering Commons, and the Systems Science Commons

This Paper is brought to you for free and open access by Journal of System Simulation. It has been accepted for inclusion in Journal of System Simulation by an authorized editor of Journal of System Simulation.

Research of Visualization of Road Guide Sign Panel Based on Combination of Guiding Information

Abstract

Abstract: In order to realize the intelligent management of road guide signs, a method of visualization of road guide sign panel based on the flexible combination of guiding information was proposed. As a consequence of analysis for structures of guide sign panel, *the message on the guide sign panel was decomposed into guiding information*, and then *visualization function* was proposed. *The panel style was determined by the physical and logical topology of guiding intersection dynamically* with the help of guide sign system database. Then *the composition of geography information and guiding information was utilized in the process of visualization*. The visualization method was tested in the Guangzhou Higher Education Mega Center, and the visual panels created by the method shared the most widely features with guide panels in reality. The result reveals that the algorithm is feasible and effective.

Keywords

intelligent transportation, guide sign panel, guiding information, visualization

Recommended Citation

Niu Zhongming, Huang Min, Yuan Yuan, Li Min. Research of Visualization of Road Guide Sign Panel Based on Combination of Guiding Information[J]. Journal of System Simulation, 2016, 28(4): 914-919.

基于指引信息组合的指路标志牌可视化研究

钮中铭^{1,2}, 黄敏^{1,2}, 袁媛³, 李敏⁴

(1. 广东省智能交通系统重点实验室, 广州 510006; 2. 中山大学工学院, 广州 510006;
3. 深圳职业技术学院, 深圳 518055; 4. 招商局重庆交通科研设计院有限公司, 重庆 400067)

摘要: 为了实现智能化管理指路标志牌, 提出了基于指引信息组合的指路标志牌可视化方法。基于对指路标志牌结构化分析, 粒度化了指路标志牌上的指引信息, 并提出可视化函数。结合指路标志系统数据模型, 提出依据指引交叉口特征的指路标志牌板面样式自适应方法。利用地理方位信息和指示对象信息在指路标志牌上弹性组合形成完整的指路标志牌。可视化方法应用到广州大学城, 获得与现实相近的可视化指路标志牌, 证明了方法的有效性和可行性。

关键词: 智能交通; 指路标志牌; 指引信息; 可视化

中图分类号: U491.5

文献标识码: A

文章编号: 1004-731X (2016) 04-0914-06

Research of Visualization of Road Guide Sign Panel Based on Combination of Guiding Information

Niu Zhongming^{1,2}, Huang Min^{1,2}, Yuan Yuan³, Li Min⁴

(1. Guangdong Provincial Key Laboratory of Intelligent Transportation System, Guangzhou 510006, China;
2. School of Engineering, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510006, China; 3. Shenzhen Polytechnic, Shenzhen 518055, China;
4. China Merchants Chongqing Communications R&D Institute Co., Ltd., Chongqing 400067, China)

Abstract: In order to realize the intelligent management of road guide signs, a method of visualization of road guide sign panel based on the flexible combination of guiding information was proposed. As a consequence of analysis for structures of guide sign panel, the message on the guide sign panel was decomposed into guiding information, and then visualization function was proposed. The panel style was determined by the physical and logical topology of guiding intersection dynamically with the help of guide sign system database. Then the composition of geography information and guiding information was utilized in the process of visualization. The visualization method was tested in the Guangzhou Higher Education Mega Center, and the visual panels created by the method shared the most widely features with guide panels in reality. The result reveals that the algorithm is feasible and effective.

Keywords: intelligent transportation; guide sign panel; guiding information; visualization

引言

信息技术的迅速发展给城市交通的发展带来了新的契机, 计算机技术被广泛应用于智能交通领

域。作为静态交通诱导的最主要交通设施, 大量的学者致力于指路标志的信息化研究。指路标志通过视觉传递指引信息, 指路标志的可视化贯穿于指路标志的规划设计、施工以及管理维护。前人在指路标志系统数字化的研究给指路标志的可视化提供了可能。在指路标志数据模型研究方向, 黄敏提出指路标志点、指路标志牌和指路标志项三层指路标志数据模型^[1-2]; 沙志仁、张小兰等提出了面向指路标志的路网数据模型^[3-4]。国内外多个专家和机



收稿日期: 2014-11-18 修回日期: 2015-03-03;
基金项目: 国家科技支撑计划(2014BAG01B04); 中央高校基本科研项目(15lgpy10);
作者简介: 钮中铭(1989-), 男, 湖北襄阳, 硕士生, 研究方向为路网建模与指路标志智能布设; 黄敏(1975-), 女, 广东顺德, 博士, 副教授, 研究方向为智能交通系统。

<http://www.china-simulation.com>

构在指路标志的可视化上提供了多种解决方案,加拿大的 Transoft Solution 公司在 CAD(Computer Aided Design)基础上开发了 GuidSIGN 软件,该软件提供了多种基于美国交通控制手册(MUTCD)规定的指路标志牌模版,并支持指引信息创建和编辑,但是该方法需要人工参与每个指路标志牌的绘制;国内在指路标志的规划和施工阶段常采用手工绘制指路标志牌 CAD 图,在维护管理阶段把图片格式的指路标志牌同其他道路交通设施集成在道路交通设施管理系统中^[5-7],这种策略需要重复绘制采集数据,大大增加平台建设的成本和工程周期。虽然上述指路标志的可视化策略能够满足一定的工程需求,但是,在某些特定情况下,如道路名称变化、新建道路或新交通管制政策实施等,使得原有的路网属性发生变化,指路标志需要局部更新时,工作量显极为巨大,并且很难保证数据的准确性和完备性。

因此,数字化指路标志数据,并且动态更新显示指路标志牌显得极其重要。在数字化的基础上,无论是按照一定布设规则生成的指路标志布设方案还是现行的指路标志布设方案,都能够利用指引信息的弹性组合实现指路标志牌的可视化。上述的需求背景下,本文的目标是实现指路标志牌可视化。首先,结构化分析指路标志牌特征;然后,利用前人指路标志系统数据模型实现指路标志的数字化;进一步,分别利用基于交叉口特征的指路标志牌板面样式自适应选择方法指路标志牌样式,获取指示对象集和地理方位信息;最后利用指示对象集在指路标志牌上的弹性组合得到指路标志牌,并利用 GDI+绘图技术绘制标志牌。为验证方法的有效性,本文以广州大学城为实验区域,在 C#+ArcEngine 平台上,实现指路标志的可视化。

1 指路标志牌结构化分析

在道路交通标志标线的国家标准中,交叉口告知标志需要告知前方交叉口几何形式、道路名称、通往方向、地理方位信息以及到指示对象的诱导路

径长度^[8]。指路标志牌样式繁多,指示内容各不相同,通过结构化分析,明确标志牌显示内容包括板面样式和指引信息两部分,为可视化奠定基础。

1.1 板面样式

驾驶员视认指路标志分为 5 个阶段:发现、识别、认读、理解、行动^[9]。通过视觉感受,驾驶员能够在识别阶段认清指路标志牌外形轮廓,解读前方交叉口的形式。因此,指路标志牌的板面样式需要体现指示交叉口的几何轮廓以及当前指示路段与相邻路段的逻辑连通关系。

国标中列举了城市道路指路标志 41 类^[8],但是不同类型的指路标志牌在其指示交叉口的几何类型、拓扑连通上极其相似。标志牌板面样式按照指引交叉口类型就可分为:十字交叉口、丁字交叉口、Y 型交叉口、环形交叉口和互通式立交五种类型。

1.2 指引信息

驾驶员视认指路标志牌的认读和理解阶段就是在把指路标志牌分解成一个个指示对象,再在这些指示对象中找到自己需要到达的目的地或途径道路,理解后做出判断并采取行动。因此,基于对驾驶员视认指路标志牌的信息处理单元的认识,指路标志牌可以粒度化为指引信息。

标志牌的指引信息又可进一步粒度化为指示对象信息集和地理方位信息。驾驶员在驾驶过程中常常需要获取自身所处的地理方位信息,其中最主要的获取途径就是识别指路标志牌上指示的地理方位。指示对象信息包含指示对象名、通往方向、诱导路径长度。国标中详细规定了指路标志牌上显示的指示对象名应包含道路的名称、编号,并规定了指示对象的通往方向^[8]。如图 1 所示的指路标志牌的指引信息包含:指北针表示的地理方位信息,6 个指示对象信息。图中外环东路为一个指示对象,包含的信息包含:道路名称为中环东路;通往方向为直行。

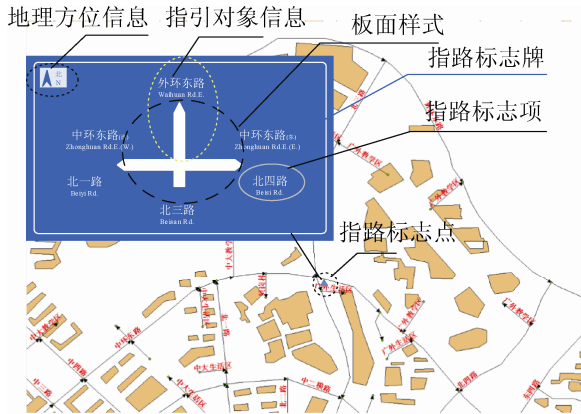


图 1 标志牌的指引信息弹性组合

2 数据模型

无论是采集现实中指路标志数据, 还是通过布设模型算得的指路标志数据, 都需要按照特定的结构存储在指路标志系统数据库中。指路标志系统数据库为标志牌可视化提供数据基础。指路标志系统数据模型分为 2 部分: 指路标志数据模型和路网数据模型。

2.1 指路标志系统数据模型

文献[1]给出了指路标志系统数据模型, 模型把指路标志分为 3 个层次: 指路标志点, 指路标志牌和指路标志项。指路标志点 loc 的属性包括 loc.id(编号); loc.arc(所处的路段); loc.node(指示的

交叉口)。指路标志牌 pnl 的属性包括 pnl.id(编号); pnl.loc(所属的指路标志点)。指路标志项 item 的属性包括 item.id(编号); item.pnl(所属的指路标志牌); item.node(指示的交叉口); item.larc(标志牌所处的路段); item.garc(指示对象路段); item.narc(通过指示交叉口到达的路段)。

2.2 路网数据模型

文献[10]给出了面向指路标志的路网数据模型, 模型用结点-弧段夹角集、邻近路段集和连通路段集表述交叉口的相邻路段的几何方位关系、物理连通关系和逻辑连通关系^[10]。本文路网采用节点-弧段路网模型: $G = (V, A)$ 是有向图, $V = \{v_i | i = 1, 2, \dots, n\}$ 是 G 的节点集, 用结点 v_i 表述抽象后的交叉口; $A = \{a_{ij} = (v_i, v_j) | i, j = 1, 2, \dots, n; v_i, v_j \in V\}$ 是 G 的弧段集, 交叉口 v_i 与 v_j 之间的路段用有向弧 a_{ij} 表述。定义两个交叉口间只有一个路段, 用有向弧的相同和相反方向表述一个路段的两个流向。交叉口结点 v_k 的属性包括: $v_k.id$ (编号); $v_k.angles$ (相邻弧段的北偏角集); $v_k.arcs$ (相邻路段集); $v_k.connarcs$ (逻辑连通路段集)。路段 a_{ij} 的属性包括 $a_{ij}.id$ (编号); $a_{ij}.name$ (路段名称); $a_{ij}.len$ (路段长度); $a_{ij}.level$ (路段等级)。如图 2 所示为指路标志系统数据模型的关系实体图(ER 图)。

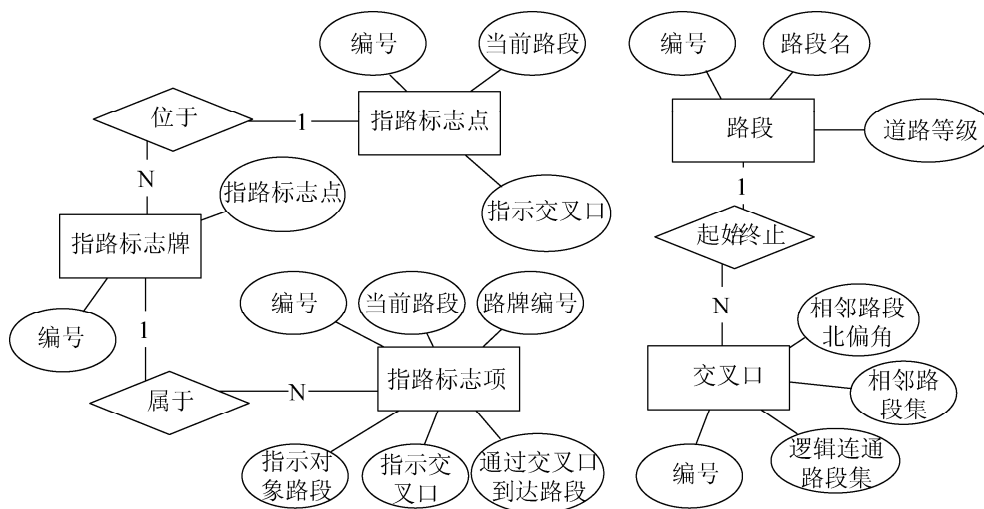


图 2 指路标志系统 ER 图

3 可视化实现流程

在指路标志系统数据库的基础上, 即可实现指路标志牌的可视化。本节首先引入指路标志牌可视化函数, 包含 3 个自变量: 标志牌样式, 地理方位信息和指示对象集; 进一步给出了指路标志牌自适应方法, 并详细描述了标志牌的指引信息的推理方法; 最后, 给出在指路标志设计和智能化管理中指路标志牌可视化流程。

3.1 可视化函数

对指路标志牌结构化分析后, 可知指路标志牌由 3 部分信息组成, 即样式、地理方位信息和指示对象集, 由此提出如(1)式所示的可视化函数。

$$P_v = F(\text{type}, \text{geo}, \text{infor}) \quad (1)$$

$$\text{type} = f(v_i, a_{ji})$$

$$\text{geo} = g(a_{ji})$$

$$\text{infor} = \{\text{infor} | \text{infor} = \langle \text{name}(a_{nm}), \text{dir}(a_{ji}, a_{ik}), \text{len}(a_{ik}, a_{nm}) \rangle\}$$

可视化函数包含 3 部分: **type** 是指路标志牌板面样式, 可由指路标志指示交叉口 v_i 和关联路段 a_{ji} 推理得到; **geo** 表示指路标志牌上的地理方位信息, 可表示为指路标志路段 a_{ji} 的函数; **infor** 为指示对象信息集, 指示对象信息 **infor** 是由 **name**, **dir**, **len** 组成的三元组, 其中 **name** 为指示对象名, 可由指示路段 a_{nm} 算得; **dir** 为指引方向, 即指路标志所在路段 a_{ji} 与通过交叉口到达的一个路段 a_{ik} 之间的夹角, **len** 为诱导路径长度, 可由下一路段 a_{ik} 与指示路段 a_{nm} 得到指示对象的诱导路径, 具体算法可参照文献[11]。如图 1 所示的指路标志牌, **type** 为十字形交叉口; **geo** 为指北针; 牌中含有 6 个指示对象。

3.2 板面样式自适应方法

可视化函数中 **type** 可表示为指路标志所处路段 a_{ji} 和指示交叉口 v_i 推断而来。从指示交叉口的类型角度划分, 指路标志牌的板面样式可分为 5 大类。因此, 结合指路标志系统数据库, 板面的样

式自适应方法步骤如下:

1) 获取标志牌所在标志点 loc 的属性 $loc.node$ 和 $rsloc.arc$, 得到指路标志牌指示的交叉口 v_i 和当前所处路段 a_{ji} ;

2) 查看 $v_i.arcs$ 和 $v_k.connarcs$ 属性, 设路段 v_i 的相邻弧段集 $arcs = \{a_{ji}, a_{il} \dots\}$, 逻辑连通路段集为 $connarcs$ 。若 $arcs = connarcs$, 则指示牌需显示与相邻路段数相同的指示方向, 否则, 说明集合 $arcs - connarcs$ (集合差) 中路段为交通管制方向, 只需显示集合 $connarcs$ 中包含的路段方向, 并增设对 $arcs - connarcs$ 中路段诱导的绕行标志牌;

3) 查看 $v_i.angles$ 属性, 计算 a_{ji} 与集合 $connarcs$ 中路段的夹角, 确定步骤 2 中需要显示的指示方向与当前指示路段 a_{ji} 的相对转向;

4) 组合步骤 3 中所有的指示方向, 得到可视化函数中的板面样式 $panel.type$ 。

如图 3 所示的交叉口 v_2 处, 路段 a_{12} 的 $arcs = \{a_{27}, a_{23}, a_{12}, a_{26}\}$, 由于在该交叉口处实施禁止左转的交通管制, 所以 $connarcs = \{a_{27}, a_{23}, a_{12}\}$, 计算 a_{12} 与 $connarcs$ 中路段的转向分别是直行、右转和掉头, 因此得到 $panel_2$ 所示的指路标志牌样式, 并增设对 a_{26} 方向路径诱导的绕行标志牌 $panel_3$ 。因此, 指路标志样式自适应方法取决于指示交叉口的几何形态和相邻路段与标志设置路段的联通关系。

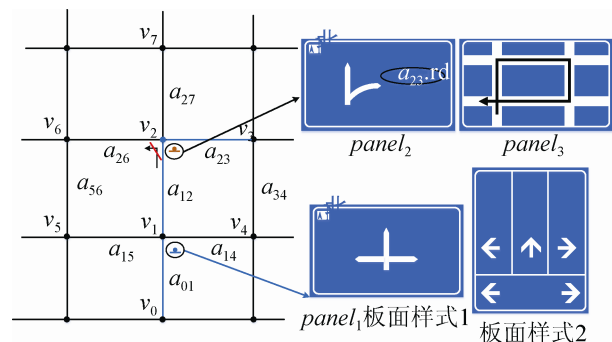


图 3 标志牌板面样式和指引信息

3.3 指引信息推理

在指路标志数据库的支持下, 指引信息 **infor** 可由指路标志项 **item** 推理得到: **infor.name** 可由

item.garc 获得指引路段 a_{nm} , $a_{nm}.name$ 即为需要在标志牌上显示的指示对象名; 获取 item.arc 和 item.narc, 即可获得 a_{ji} 和 a_{ik} , 通过计算 a_{ji} 和 a_{ik} 在 $v_i. angles$ 中的角度差, 即可得到指示对象的指示方向 infor.dir; 诱导路径长度 infor.len 可由通过交叉口到达的第一个路段 a_{ik} 开始查找, 在到达下一路口时查找是否有设置指向该指示对象的标志牌, 如果有则继续按照指示牌的方向查找, 否则按照默认直行方向查找, 直到找到 a_{nm} , 这个搜索路径的长度即为诱导路径长度。获取所有与标志牌关联的指示对象信息后, 即得到可视化函数中指示对象信息集 infors。

地理方位信息 geo 可通过计算指路标志牌所处路段 a_{ji} 的北偏角算得。到此为止, 已推理出可视化函数的所有参数。最后, 把指示对象信息集

infors 中的所有指示对象信息根据 infor.dir 匹配到上一小节得到的指路标志牌的各个指示方向上, 并配上与地理方位关系 geo 对应的指向针。这样就实现了指路标志牌的可视化。

3.4 可视化流程

在道路交通设施管理或指路标志设计中, 通常需要查看某一交叉口前的指路标志设置情况。由指路标志 3 层结构模型中, 可知标志点与标志牌是一对多的关系, 这样就决定了该模型支持一个指路标志点处设置多个指路标志牌; 标志牌与标志项的关系也是一对多的关系。查看一个指路标志点处的指路标志牌的算法流程如图 4 所示, 图中 M 和 N 分别表示与指路标志点 loc 关联的指路标志牌 panel 的个数与指路标志牌 panel_i 上指示对象的个数。

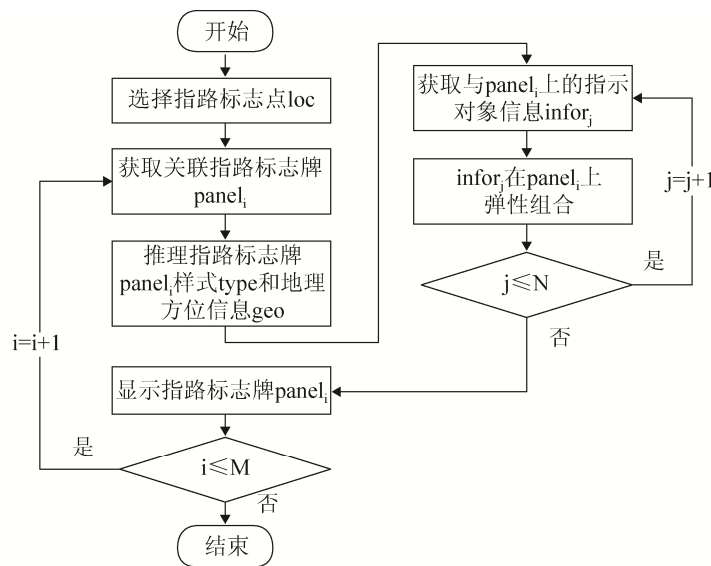


图 4 指路标志牌可视化流程

4 实例应用

以广州大学城为实验区域, 把利用上述可视化方法, 在 C# 和 ArcEngine 平台上, 实现了大学城的指路标志牌可视化。广州大学城内的平面道路指路标志牌大致分为两种板面样式: 指示道路等级较高的路段采用横纵线表示指示方向的标志牌; 等级较低的路段采用箭头表示导向的分区指示的标志牌。非平面交叉口采用单箭头标志牌, 单箭头指示

方向为通过高架或隧道可到达的路段或兴趣点。

在现有广州大学城指路标志系统数据库基础上, 弹性组合指引信息, 实现指路标志牌的可视化。首先, 应用 GDI+ 技术绘制与板面样式对应的指路标志牌; 然后, 在各个指示方向上, 弹性组合与标志牌关联的指示对象信息; 最后, 根据指路标志所在路段的北偏角, 添加表示地理方位的指向针。如图 5 所示为广州大学城官洲隧道入口处的指路标

志牌设置现状, 交叉口相交的四条道路, 中环东路、中环西路、官洲隧道为高等级道路, 中心大街北为较低等级道路; 其中, 官州隧道路段为隧道入口, 因此该交叉口为非平面交叉口。在中环东路上设置两个指路标志牌, 如图 5 中的标志牌 1 和 2, 标志牌 1 指示平面相交路段; 标志牌 2 指示非平面交叉口路段; 标志牌 3 设置在较低等级的中心大街北。由图可见可视化方法能够依据指示交叉口和当前指示路段的等级, 自适应选择指路标志牌, 并在相应的指示方向组合相应的指示对象。



图 5 指路标志牌可视化示例

图 6 为现实中指路标志牌与利用采集的数据构建的广州大学城指路标志数据库生成的可视化标志牌的对比, 由图可见该方法能够完整的表达现实中指路标志呈现的指引信息, 满足指路标志设计与智能化管理对可视化的需求。



图 6 实际标志牌与可视化标志牌对比

5 结论

本文在指路标志系统数据模型基础上研究了指路标志牌的可视化, 通过动态匹配指示交叉口的

几何物理特性和逻辑连通关系, 实现指路标志牌版面样式自适应方法, 再通过指路标志项在标志牌上的弹性组合, 得到贴近现实情况的指路标志牌。本文的指路标志牌的可视化为指路标志牌数字化管理以及指路标志布设方案设计和分析提供了形象具体的展示指路标志牌的方法; 并且在指路标志系统数据库的支持下, 能够随着道路属性及路网拓扑变化实时更新指路标志牌指示内容, 极大的降低了人工处理带来的经济成本和数据准确度的缺失, 实现指路标志牌的智能化管理。本文的指路标志牌绘制参照了文献[8]中的国家标准, 现在指路标志牌可视化能够满足大部分情况下的工程需要, 但是在指路标志制作和施工时仍需 CAD 图。因此, 下阶段将在本文研究的基础上把主要研究集中在 CAD 施工图的自动生成。

参考文献:

- [1] 黄敏, 吴海斌, 饶明雷, 等. 城市道路指路标志数据模型设计及应用 [J]. 测绘科学技术学报, 2011, 28(6): 454-457.
- [2] 黄敏, 饶明雷, 李敏. 面向仿真的车道级基础路网模型及其应用 [J]. 系统仿真学报, 2014, 26(3): 657-661.
- [3] 沙志仁, 余志, 黄敏, 等. 面向指路标志系统的非平面交通路网模型 [J]. 测绘科学技术学报, 2011, 28(6): 442-445.
- [4] 张小兰, 黄敏. 面向指路标志系统的非平面路网数据模型级应用 [J]. 交通信息与安全, 2009(3): 133-137.
- [5] 段征宇, 符铎. 集成化程度道路基础设施管理系统开发 [J]. 中外公路, 2007, 27(1): 203-205.
- [6] 徐天东, 郝媛, 孙立军, 等. 公路交通自管理的方法和系统研究 [J]. 交通与计算机, 2007, 25(5): 93-96.
- [7] 李水良, 马心坦, 童镭, 等. 基于GIS的城市交通设施管理系统开发 [J]. 交通运输工程与信息学报, 2010, 8(3): 1-5.
- [8] 中国国家标准化管理委员会. GB5768.7-2009. c道路交通标志和标线 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009: 70-75.
- [9] 王炜, 过秀成. 交通工程学 [M]. 南京: 东南大学出版社, 2000: 242-243.
- [10] 黄敏, 余志, 张小兰. 基于交叉口特征的指路标志建模方法 [J]. 西南交通大学学报, 2007, 42(1): 110-114.
- [11] 黄敏, 饶明雷, 李敏. 指路标志诱导系统指引连贯性的分析评价 [J]. 公路交通科技, 2012, 29(11): 110-114.