

面向车载导航地图的动态交通信息存储模型

李 楷^{1,2}, 钟耳顺¹

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所地理信息产业中心, 北京 100101; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘 要: 支持实时交通信息是新一代动态导航应用的基本特征。该文以现有导航电子地图物理存储格式中较成熟的分层道路模型为基础, 结合线性参照方法提出多层路网统一编码方法以及基于该方法的动态分层路网存储模型 DyHiRD, 解决交通信息在冗余数据模型下的一致性更新问题。实验结果表明, 该模型的更新效率满足支持大型城市交通信息服务的终端动态导航应用需求。

关键词: 动态导航; 存储模型; 动态分段

Vehicle Navigation Map Oriented Dynamic Traffic Information Storage Model

LI Kai^{1,2}, ZHONG Er-shun¹

(1. Geographical Information Industry Center, Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101; 2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)

【Abstract】 It's a fundament feature of the next generation dynamic navigation system to support Real-Time Traffic Information(RTTI). Based on the existing hierarchal road model of navigation electronical map, this paper proposes an uniform method for multilayer road coding and a Dynamic Hierarchal Road Model(DyHiRD) to improve the efficiency and correctness of RTTI storage. Experimental results show that this model can satisfy the requirements of dynamic navigation application in large cities.

【Key words】 dynamic navigation; storage model; dynamic segment

1 概述

支持交通信息的动态导航是目前车载导航应用研究的重点, 线性参照模型(Linear Referencing System, LRS)结合动态分段技术(Dynamic Segment, DS)是组织交通信息的合理方式。在导航应用中, 为了减小内存开销, 提高系统响应速度, 导航电子地图普遍采用“分层分块”^[1-3]的存储模型。该类模型的特点是数据读取效率高, 但模型间的差异导致交通信息在冗余且分区的模型中存储时存在一定困难。

本文结合经典动态分段模型和分层分区电子地图存储模型, 提出一种能支持动态交通数据的分层存储模型(Dynamic Hierarchal Road Model, DyHiRD), 此模型利用道路端点的线性测度合成道路要素的编码, 达到了数据更新的一致性和完整性要求。经实际系统验证, DyHiRD 模型在现有导航模型的基础上较好解决了交通信息的存储与更新问题。

线性参照系与动态分段模型的相关研究起源于交通系统信息管理, 其特点是通过事件相对参考点的沿线测度定位动态交通要素, 具有数据冗余低、能避免不同事件定位误差、查询灵活等特点^[4]。在 LRS 和 DS 的理论模型上出现了一系列解决交通信息管理的完整模型^[5-7], 被广泛应用于交通信息管理。

2 分层动态交通信息存储模型

图 1 为 DyHiRD 模型的 UML 图, 该模型在通用路网模型上进行了扩展。它考虑了动态交通信息元素和路径分析与地图显示等应用。

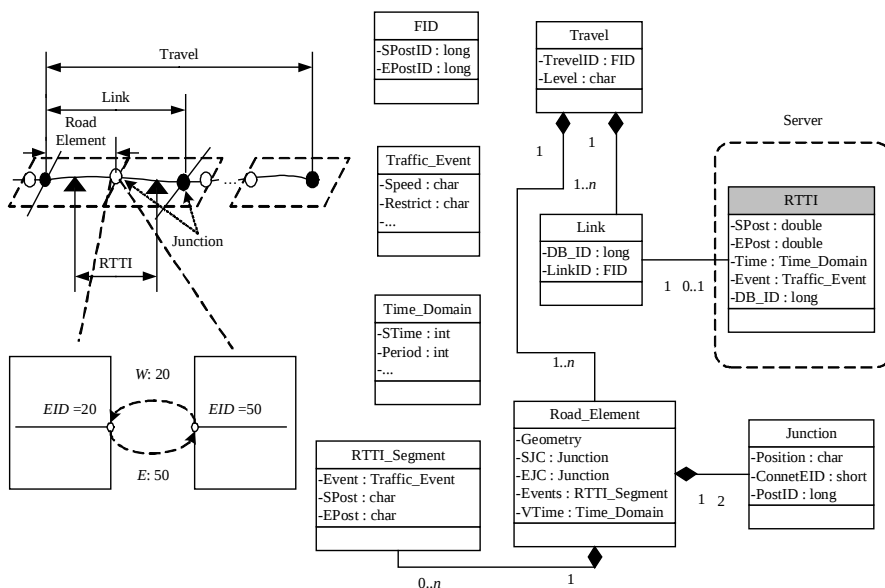


图 1 DyHiRD 模型的 UML 图

作者简介: 李 楷(1980 -), 男, 博士研究生, 主研方向: 嵌入式 GIS; 钟耳顺, 研究员、博士生导师

收稿日期: 2008-11-17 **E-mail:** likai@supermap.com

对 DyHiRD 模型说明如下：

(1)面向导航电子地图数据分层存储要求，层号记录在 Travel::Level 中，Travel 表示路线用于长距离路径分析。Road_Element 记录几何信息被 Travel 包含。因此，不同层的 Travel 间接包含了不同抽象程度的道路形状信息，满足了路网分层显示的需要。

(2)记录了中心交通信息与本地道路数据的匹配关系，Link 包含 2 个标示属性：1)DB_ID 用于记录道路在中心数据库中的记录编号；2)LinkID 记录道路在导航地图中的编码。系统接收的交通信息可以参考 DB_ID 和参考点标示(SPost 和 EPost)匹配到 Travel 包含的 Road_Element，进而准确定位并更新本地交通数据。

(3)面向导航电子地图分区存储要求，路线被格网切割成若干道路元素。本地存储的交通事件与道路元素绑定，道路元素通过起始接点(终止接点)存储属于同一路线的前驱(或后继)道路元素所在格网相对当前格网的方位及其在相邻格网内的局部存储序号，在逻辑上构成了链表结构，避免由数据分割造成交通信息更新不完整的问题。由于方位值和局部存储序号的长度远小于要素全局编号，因此该方法可以有效控制数据体积。

(4)定义的网络模型具备分层一致性。定义道路要素之间的包含关系，即

$$\forall T_1 \subseteq T_2, \text{满足: } SPostID_{T_1} \geq SPostID_{T_2}, \\ EPostID_{T_1} \leq EPostID_{T_2} \quad (1)$$

其中， i 表示网络等级； T 表示道路要素。

定义网络分层一致性为

$$\forall T_i, \exists T_{i-1}, \text{有 } T_{i-1} \subseteq T_i, (i > 1) \quad (2)$$

式(2)表示构成上层要素的道路元素在下层一定存在对应对象，保证了最下层道路元素向上映射关系是一对一的，从而避免下层道路元素无法与上层对应道路要素完整匹配的情况(由分层抽象导致当前道路在上层确实不存在的情况除外)。模型中所有道路要素通过要素编码(FID)进行标示，若 FID 的 SPostID 和 EPostID 分别对应起点和终点在线性参照系中的沿线测度值，则使用首尾道路元素的起止点合成的路线 Travel 的标示，以保证在分层前确定参考点的测度值后，该值不随数据分层发生改变，从而满足式(2)的要求。因此，本模型符合分层一致性。

分析模型类型可知，LRS&DS 模型属于单层网络模型，它没有数据冗余，便于数据更新。因此，本文在现有 LRS 模型基础上，使用两端参考点组合标示对象方法，在兼顾数据紧凑性的前提下，保证按单层模型发布的交通信息能正确匹配到导航系统的分层模型上。

分析存储技术可知，导航终端受存储介质和处理能力的限制，主要采用 Grid File 模型^[8]分区组织数据，导致道路要素在存储过程中会被分割。DyHiRD 的道路元素之间通过空间关系形成链状结构，保证了交通信息存储能完整匹配，并有效控制了关联数据的体积。

实现 DyHiRD 的过程如下：先将弧段按 1 层(最详细层)格网进行切割，构造道路元素集合 RD，然后按道路等级逐层对弧段进行编码，每层网络编码时，对尚未编码的弧段沿着其正(逆)方向对所有道路元素进行深度搜索，搜索的终止条件为前方接点不为假节点(关联的当前层出入弧段构成一一对应关系的接点为假节点)。整个算法的时间复杂度为 $O(k \cdot n)$ ，其中， K 为网络层数， n 为网络弧段数目。

3 实验与结果分析

本文基于 DyHiRD 模型，采用北京导航数据在导航设备上上进行实验。测试数据包括北京市全部道路，共 123 968 条弧段，道路分为 4 层，DyHiRD 构建耗时约 15 min，模型处理后数据大小为 10 MB。实验计算环境如下：ARM 500 MHz 处理器，64 MHz 内存，系统环境为 Linux。系统每 5 min 通过 GPRS 信道接收北京市交管中心发布的道路拥堵信息，高峰时一次更新约 4 000 条不同等级的道路。

图 2 显示了在车载导航终端上更新交通信息后，其分层显示的实际效果。本文采取全局更新策略，并从交通拥堵连续性出发，采用了时间差分、事件差分、综合差分等策略对更新算法进行优化。采用不同策略的更新时间和更新弧段数目分别如图 3、图 4 所示。

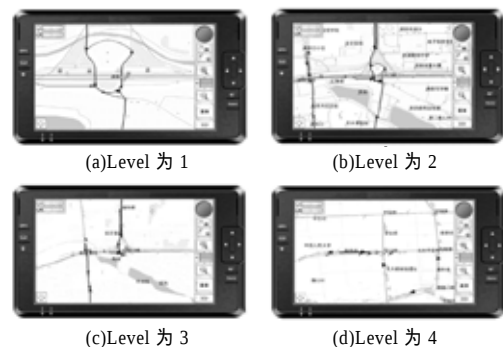


图 2 交通信息的分层显示效果

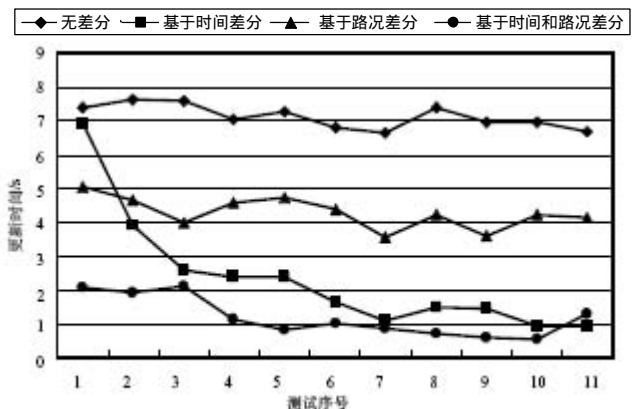


图 3 不同策略的更新时间

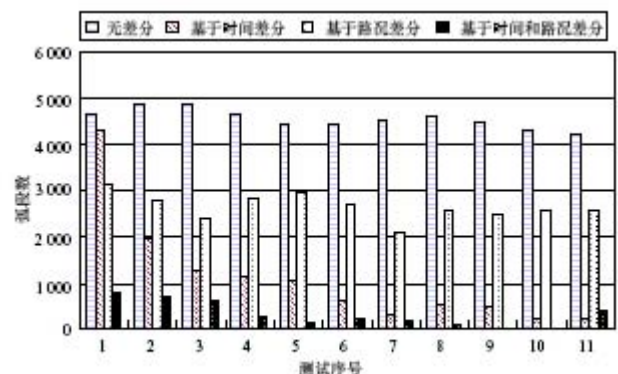


图 4 不同策略的更新弧段数目

实验结果表明，未使用差分策略时，模型的平均更新时间为 7 s；使用各种差分策略后，由于过滤了状态未发生改变的道路，使得更新速度得到了不同程度的提高。

(下转第 252 页)

井作业提供预警；检索历史资料中对于钻井事故的处理方法和经验教训，尽可能降低事故损失。其用户界面如图 3 所示。

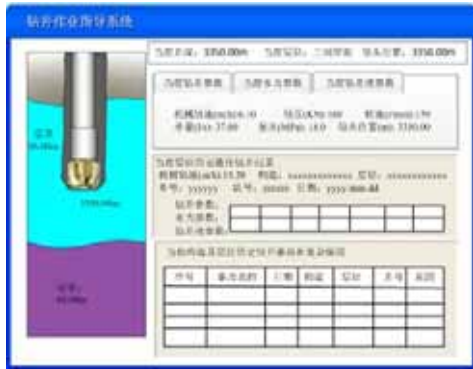


图 3 基于实时数据的钻井作业指导系统用户界面

5 结束语

网格技术的出现为展开网络环境下的数据协同提供了良好手段。本文提出利用历史资料，为钻井作业现场提供指导信息，使钻井生产过程中积累的信息反馈到实际生产过程中，

实时指导钻井作业。本文系统对数字化油田的建设具有促进作用。

参考文献

[1] 蒋光忠. 钻井工程信息的综合开发与利用[J]. 石油天然气学报, 2006, 28(2): 146-148.
[2] 孙正义, 杨传书. 钻井信息技术[J]. 钻采工艺, 2007, 27(2): 143-144.
[3] 樊洪海. 钻井工程实时监测与井场信息系统开发[J]. 石油钻探技术, 2003, 31(5): 17-19.
[4] 徐志伟, 冯百明, 李 伟. 网格计算技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
[5] Foster I, Kesselman C. The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure[M]. San Francisco, USA: Morgan Kaufmann Publishers, 1999.
[6] 南 凯, 阎保平. 扩展 OGSA-DAI 的数据集成框架及原型[J]. 计算机工程, 2007, 33(10): 55-57.

编辑 陈 晖

(上接第 238 页)

此模块可以显示电子地图，并可进行漫游、放大、缩小、全屏、查询、空间分析、编辑、专题制图等功能。示范系统管理了 20 GB 的空间数据与人口统计数据，提供近 200 幅统计专题地图，全面形象直观地表达了山东省人口的基本状况和空间分布规律。

5 结束语

VisualMap 是基于国产大型数据库 uBase 的面向人口信息的管理可视化系统，从应用结果看，系统较好地实现了完全国产化、组件式、易扩充的数据管理和可视化平台，为人口信息的管理分析及空间化表达提供了现代化工具。系统基于 uBase 空间数据库管理系统，采用了 R-tree 索引和文件缓存机制，实现了对大数据量的空间数据的快速调用与显示，解决了海量数据的管理应用问题；系统在人口数据库组织方面结构清晰，提供了对空间数据与属性数据的智能的管理模式和统计分析功能；在可视化表达方面，系统采用了地图与图表等手段，提供了较强的浏览、查询、分析和制图功能，尤其体现在专题统计制图上，提供了智能的专题地图制作模块和多种符号体系。通过山东省人口信息管理可视化示范系

统的应用实践，初步检验系统设计和实现是可行的，并且具有智能、易用等特点，可满足对海量空间数据和人口属性数据的管理分析的需求，能够比较详尽、准确地反映和揭示隐藏在人口信息中的分布特征。系统的建立提高了人口数据使用部门的工作效率，并可为人信息统计、人口发展预测和规划分析等提供科学的决策依据，拓宽了人口信息应用领域，提高了人口信息管理水平。

参考文献

[1] 金 君, 印 洁, 李成名, 等. 人口地理信息系统的设计与建设[J]. 工程勘察, 2002, 5(3): 51-54.
[2] 高寒松, 李满春. 常州市人口地理信息系统的设计与实现[J]. 现代测绘, 2006, 29(4): 3-5.
[3] 何宗宜, 贾 凉. 人口地理信息系统的研制[J]. 地理空间信息, 2005, 4(3): 3-5.
[4] 苏 莹, 王英杰, 余卓渊. 人口信息空间可视化系统设计研究[J]. 测绘科学, 2005, 30(3): 38-40.

编辑 任吉慧

(上接第 246 页)

参考文献

[1] Navigation Technologies Corporation. PSF Specification for SDAL Format Version 1.7[Z]. 1999.
[2] Koncz N. Kiwi Format Specification Version 1.2.2[Z]. 2000.
[3] Li Luqun, Li Chengming, Lin Zongjian. Data Structure of Sliced Saving Vector Data for PDA[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2002, 31(2): 170-174.
[4] Gui Zhiming, Yang Lei, Yan Ming. The Application of Linear Reference System and Dynamic Segmentation in GIS-T[J]. Computer Engineering and Applications, 2003, 39(9): 208-209.
[5] Dueker K J. GIS-T Enterprise Data Model with Suggested Implementation Choices[J]. Journal of the Urban and Regional

Information Systems Association, 1998, 10(1): 12-36.
[6] Scarponcini P. Generalized Model for Linear Referencing in Transportation[J]. GeoInformatica, 2002, 6(1): 35-55.
[7] Vonderohe A P. Results of a Workshop on a Generic Data Model for Linear Referencing Systems[D]. Wisconsin Madison, USA: University of Wisconsin Madison, 1995.
[8] Nievergelt R J, Hinterberger H. The Grid File: An Adaptable, Symmetric Multi-key File Structure[C]//Proceedings of the 3rd Conference of the European Cooperation in Informatics on Trends in Information Processing Systems. London, UK: Springer-Verlag, 1981: 236-251.

编辑 陈 晖