

文章编号: 1002-0268 (2006) 06-0116-05

基于 UTC/SCOOT 的城市交通控制管理平台设计与应用

王明军, 李志恒, 张 毅

(清华大学 自动化系系统工程研究所, 北京 100084)

摘要: 首先分析了 UTC/SCOOT 系统产生数据类型和城市交通管理中存在的主要问题, 在此基础上结合现代城市交通控制管理需求, 以提高 SCOOT 系统综合利用率、充分发挥 SCOOT 系统效益、提高交通控制管理水平、丰富交通控制信息来源和节省建设资金为目的, 设计了一种基于 UTC/SCOOT 的城市交通信号控制平台。最后给出此平台在北京市城市交通控制管理上的初步应用。

关键词: UTC/SCOOT; 交通控制; 管理平台

中图分类号: U491

文献标识码: A

Design and Application of Traffic Control Management Platform Based on UTC/SCOOT

WANG Ming-jun, LI Zhi-heng, ZHANG Yi

(Department of Automation, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: Many kinds of data can be generated by UTC/SCOOT and it is the keystone for modern urban traffic control management. But until now, the traffic control management and data have not been abridged effectively, i.e. the data is not effectively processed and inferred. In this paper, a traffic control management platform based on UTC/SCOOT system is designed. This platform can integrate the UTC/SCOOT and provide useful information, which is deduced from the data that UTC/SCOOT generates, to traffic management. The approach supports the real time traffic control, traffic equipment maintenance, etc. And it also augments efficiency of traffic control and channelization decision-making. This work introduces the development of the platform with its kernel technology and its application in Beijing Urban Traffic Control (BJ-UTC).

Key words: UTC/SCOOT; traffic control; management platform

0 引言

SCOOT 系统由英国运输研究所 (TRL) 于 1975 年研制成功。经过多年的推广应用, 迄今全球已经有超过 160 个城市在使用该系统^[1]。

UTC/SCOOT 系统随时向操作人员提供各路口正在执行的配时方案、车辆排队情况、车流到达图示、车辆延误等实时信息; 同时它还能对设备进行监控,

将设备故障和各种错误信息输出到相应的日志中。

UTC/SCOOT 虽能对城市交通实施有效控制, 但其产生的很多数据没有被处理、归类和选择性的保存, 不能为城市交通控制管理直接提供有力支持, 使得城市交通控制系统与交通管理存在一定的脱节。

有效的城市交通控制管理需将交通控制系统纳入其中, 充分利用系统能提供的各种信息, 为实时交通控制、交通控制设备的维护和监控、交通参数合理性

收稿日期: 2005-02-28

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (60374059)

作者简介: 王明军 (1980-), 男, 湖北孝感人, 硕士研究生, 主要研究方向为智能交通控制。(mingjun.wang@hotmail.com)

评价、交通参数配置调整、路网规划和道路渠化的决策支持、分析报表的生成以及相关人员的工作评估提供强有力的支持。

本文第1部分首先介绍UTC/SCOOT系统和现代城市交通信号控制管理需求;在此基础上分析和设计交通信号控制管理平台等内容,这也是作为本文重点的第2部分;该管理平台的初期实现及仿真演示作为第3部分;最后检验论证该管理平台的合理性、展望其应用前景并给出相应结论。

1 SCOOT系统和交通管理需求

1.1 SCOOT系统应用现状

UTC/SCOOT通过安装于各交叉路口每条进口道上游的检测器所采集的车辆到达信息,联机处理形成控制方案,连续地实时调整绿信比、周期长和相位差3个控制参数,使之与变化的交通状况适应。系统根据交通模型进行实时信号优化配时。交通模型包括交通环境、交通过程和交通预测3个部分。交通环境指受控区域的道路网结构及参数,并注明检测器位置,由此形成模型的基本几何结构。交通参数用来描述交通过程,如车队在各路段上通行时间、饱和占有率、信号相位组合及顺序、绿灯时间间隔、最大最小绿灯时间等。这些都是静态参数,预先存储在SCOOT数据库中。交通环境和交通过程服务于交通预测,交通预测是形成配时参数的最直接来源。

SCOOT系统根据检测器得到的实时数据计算交通量、占用时间、占有率及拥挤程度。同时,它结合检测数据和预先存储的交通参数对各路口进行车队预测,由此利用交通环境对子区和路网的信号配时进行优化。SCOOT系统因其在应用中的良好表现得到了普遍认可,应用越来越广泛。

1.2 SCOOT系统特点

UTC/SCOOT系统有很多独到的特点,在数据的生成、发送等方面亦是如此。系统的某些特点在使其性能的到优化的同时,也给交通控制综合管理带来了不便:

(1) 系统能产生大量信息,但就当前大多数系统应用情况来看,存入系统数据库的主要是长时段统计信息。

(2) 流量、配时参数、路段拥堵等实时信息没有有效的分析和保存,设备故障、路段错误等信息不能得到有效利用。

(3) 许多的实时信息仅能在屏幕上以极快的速度滚动显示,无法有效显示给管理者。

(4) 控制系统仅能对相位的时间长度进行调整,而不能及时地对不合适的相位组合进行重组。

(5) 将这些信息或仅仅是其中几类信息输出到屏幕显示都会大量耗费UTC/SCOOT系统主机的计算和缓存资源。

(6) 系统可通过多种方式输入、输出数据,如telnet、Socket和Samba等。

当前绝大多数城市并没有有效的控制平台能充分利用UTC/SCOOT系统,使得可用于城市交通可视化监控、设备管理、道路规划决策支持、道路渠化、交通基础设施建设决策支持和工作评估等方面所需的信息未能有效地提取和保存。系统自身的上述特点也给交通控制管理平台的设计带来了一定的难度。

1.3 交通控制的管理需求

交通控制管理对底层数据信息的需求也十分迫切。城市交通控制的管理需求从时效性方面大致可分为实时类和统计类。实时类需求主要服务于实时的交通控制和路况显示;统计类需求主要服务于系统升级和人员管理^[4]。

1.3.1 实时类信息需求

以图形化可视的方式为管理者提供各路口实时信息,如车辆排队情况、当前信号执行状态、拥挤程度、流量、路段出口驶出率、饱和度、路段出口是否阻塞及路段是否阻塞等,对于路口的有效控制有重要的意义。这种可视化显示使交通控制管理者更有效地对路况实行监控,更加快速和有效地对交通拥堵、突发交通事故造成的堵塞等情况进行处理,能最大程度降低道路拥堵造成的延误和交通事故造成的损失。

同时将这些实时信息经过适当处理对今后的交通规划等也具有重要意义。

1.3.2 统计类信息需求

设备错误、拥堵频率统计、配时失败、时刻表执行情况统计等属于统计类信息。

从系统LOGO中提取设备错误、设备错误恢复、通讯故障等信息,在归类入库的同时显示到网页上,提交给相关部门和人员进行故障排除和设备检修,提高内部管理效率、最大程度减少设备故障对交通控制带来的不利影响。最后还能根据数据库记录的工作完成情况对其工作进行考核评估。

将拥堵路段的信号配时和流量等参数入库统计,分析路段拥堵频发的原因,如交通环境和交通过程参数是否正确、道路规划合理性、相位配置是否合适等。这些数据对于系统参数调整设置、交通规划和路口相位组合配置等有重要的参考价值。

利用配时失败的统计数据对系统参数设置、道路渠化、路网规划合理性和相位配置等提供修改参考。利用时刻表执行情况对各路口交通负荷状况和周期长度等进行统计归类,为今后交通控制子区的划分修改提供决策支持。

1.3.3 其他需求

提交报表是强化管理的重要手段。将统计的各类信息,如拥堵频发的路段、设备故障信息、配时失败等,定期作为报表通过邮件和打印稿的方式提交到相关部门,实现信息共享。

综合考虑系统信息产生和输出的特点,设计交通控制管理平台的底层输入数据通过合适的方式输出保存,使其既能满足交通控制管理的需要,又不使系统长期大负荷运行是基本的要求。

2 系统设计

系统设计包括底层输出数据选取、系统框架确定和各个子模块功能设计。

2.1 底层输出数据选取

在满足管理需求的前提下不给系统带来过多压力是选取底层输出数据须遵循的原则。同时由于受系统输出端口的速度限制,为不同类型的数据设置输出方式也是需要考虑的问题。

综合考察 SCOOT 系统特点和管理需求,选取 M02、M08、M14、U07、E02、W 系列信息和系统 logo 信息作为输出。

其中 M 系列信息为 SCOOT 消息类数据^[3]: M02 每个信号周期输出一次,它含有路段周期、周期内停车次数、车辆延误、流量、拥挤度和出错的车道; M08 在亮红灯时刻产生,它包含饱和度、拥挤度、绿灯时间的最大排队长度、红灯点亮时刻排队车辆数等; M14 每 4 s 产生一次,它输出产生流量图式,在系统配时中具有重要的意义。

U07 为 5 min 输出一次的统计信息,它包含路段行车速度、路段流量、占有率和饱和度信息,它与存入数据库中 15 min 间隔数据的唯一区别在于间隔时间长度。

E02 为系统错误信息。它以不同的错误代码的报告系统中出错原因和出错路段的编号。

W 系列为系统警告信息,其中 W07 和 W01 分别警告路段拥堵和路段拥堵清除、W05 和 W06 分别报告路段错误和路段错误清除、W08 和 W09 路段出口阻塞和出口阻塞清除、W10 在路段有拥堵趋势(交通负荷超过一定强度)时发出提示。

系统设备故障、通讯故障、配时出错、路口是否有人工干预等重要信息均被记入系统日志。用 logos 命令输出进行处理。

考虑各类输出数据量和系统各种输出方式的发送能力,将 U07 和 LOGO 信息通过 Ftp 方式取出,取数间隔为 1 min; M02、M08 信息通过 Socket1 发送; M14 通过 Socket2 发出; 配时表信息由 Samba 发出。同时预留 telnet 方式用于管理者向系统发送各种的指令。

2.2 系统结构及模块功能

设计基于 UTC/SCOOT 的交通控制管理平台系统结构如图 1 所示。

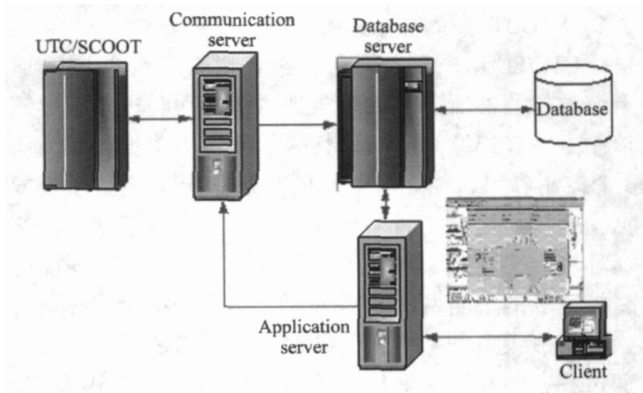


图 1 系统结构图

Fig 1 System structure

如图所示,用户由通讯服务器向 UTC/SCOOT 系统发送指令,系统通过通讯服务器将相应数据发往数据库服务器,发到这里的实时信息在被发往应用服务器用于实时显示的同时,也被分析处理存入数据库。交通管理和设备故障信息在发布的同时也被统计分析,统计结果将和系统直接发出的统计数据一起送往数据库存储。应用服务器一方面将输入的信息在 GIS 地图上动态显示,同时它还作为管理者和通讯服务器之间的桥梁。用户利用 Web 连接到应用服务器浏览各种动态信息,同时直接在页面上发送相应的指令,应用服务器将这些指令传递到通讯服务器,最后由通讯服务器发往 UTC/SCOOT 系统。

为了将用户需求与底层输入数据对应,需从功能层次上划分不同的功能模块,模块输入为系统发出的数据信息,输出可满足用户相应的需求。基于底层输入信息和管理需求设计的系统功能层次模型如图 2 所示。

图 2 中最上端为底层的 SCOOT 系统,它输出选定的 6 类信息。根据信息量大小选定合适的输出方式,如 E02、M02、M08 数据一起通过 Socket1 输出。没有实时性要求的统计类信息经过分析处理后直接存

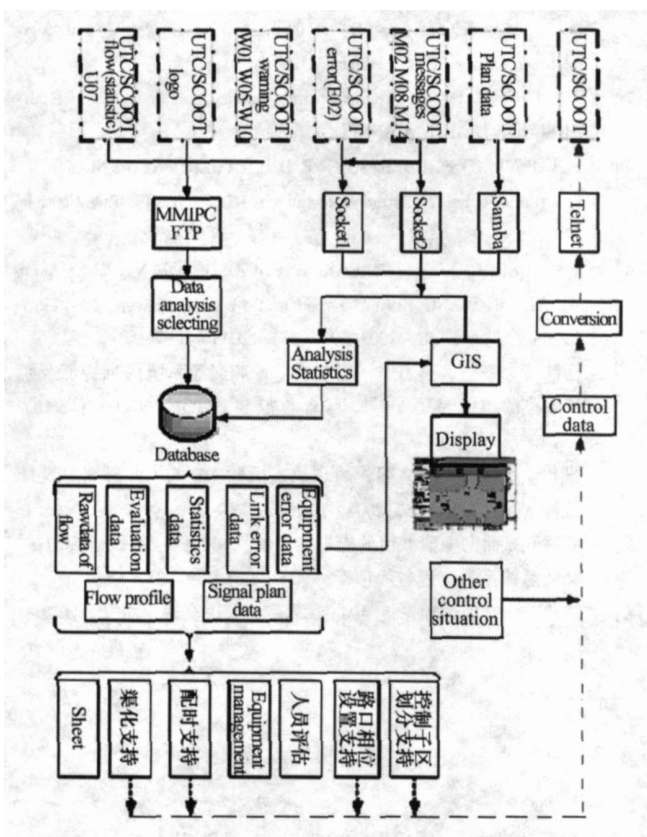


图 2 功能层次模型图

Fig 2 Model of system function

入数据库; 实时类信息一方面经过统计分析存入数据库, 同时在 GIS 平台构建的地图上进行显示; 进入数据库的统计信息如设备错误、流量图式等均可直接进行显示^[5], 同时这些统计信息还能为数据报表生成、设备管理、人员评估、控制设备管理、人员评估、控制子区划分、道路渠化等提供决策支持。上述数据分析结果在合适的时候可对 SCOOT 系统中特定的参数提供重要依据, 命令均通过预留的 telnet 方式送入控制系统。若有其他控制需求, 如数据操作命令、特殊情况下某路口的控制方案调整等, 经过 Conversion 环节转为系统能理解的命令后发送到 UTC/SCOOT 系统以实现控制目的。

3 平台应用仿真

结合北京市 UTC/SCOOT 系统构建该管理平台并进行了应用验证,图 3 为北京市西单路口实时交通状态监控的 4 张截屏图。

访问应用服务器首先得到北京市二环缩略图 (GIS 地图), 如图 3 (a) 左上角所示。用鼠标点击缩略图或在缩略图上按左键拖动, 界面右半部分将显示鼠标选中区域的路网结构, 同时页面左下角会显示该子区域内包含的路口名称和路口在 SCOOT 中的编号。

局部**GIS**地图（右半部分）和左下角的路口列表中的每个路口标示都以超链接形式供用户点击，鼠标指向的超链接会突出显示（如图中西单路口）。

点击相应路口即可将路口各类信息呈现在用户面前, 如当前执行相位 (左下角双条上的绿色竖线表示当前时刻, 它随时间推移而逐渐移动)、相位及周期长度、排队图式和排队车辆数 (LPU 单位)、车道划分、路边设施等相关信息均在图上显示出来, 如图 3(b) 和图 3(c) 所示。

在图 3 (d) 中我们可以看到, 西单南入口路段上车辆排队长度已超出正常范围, 即将蔓延到下游路口, 此时页面的最左下角出现红色的“Warning: N52121G congested”警告信息并发出警告声响(路段拥堵或系统错误、设备故障等警告发生时, 即使用户没有观测发生拥堵的路口, 页面也会给出提示并发出警告声响)。此时交通控制管理人员可直接通过 telnet 发送控制命令或调度执勤交警进行干预, 避免造成大范围的交通堵塞。同时这类拥堵警告信息会经过相应处理入库统计, 对今后的交通规划和控制系统参数调整有重要的指导意义。

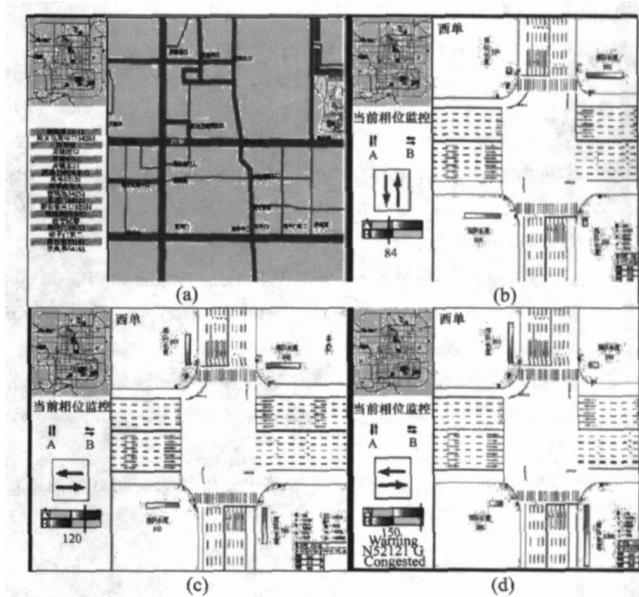


图 3 系统应用实例

Fig 3 System application

其他信息如 5 min 间隔流量图式等, 用户只需选择点击相应的菜单即可显示 (篇幅所限不一一展示)。这类数据对于交通数据压缩、数据融合、交通模式判定、交通配时参数等研究有重要的价值。

试验表明: 基于 UTC/SCOOT 系统设计的该交通控制管理平台能对路口状态等信息实时显示, 实现实时有效的交通流控制和交通状态监控; 各类统计信息

也能有效地被保存和处理, 这为今后的信号控制系统参数调整、交通基础设施建设、交通规划等提供重要的决策依据, 也为交通管理人员评估等提供了强有力的支持。

4 结论

基于 UTC/SCOOT 系统设计的城市交通控制管理平台综合考虑了 UTC/SCOOT 系统特点和城市交通控制管理者需求, 在保证系统稳定运行和满足交通控制管理需求的前提下设计了该平台。该平台的应用将 UTC/SCOOT 系统纳入了统一的交通控制整体管理, 能为交通控制管理提供大量的动态基础数据信息, 对交通信号控制系统数据信息的综合利用和效益发挥, 以及解决交通控制管理系统信息采集和丰富信息来源途径、节省建设资金具有十分重大的意义。试验结果也表明了其有效性。

参考文献:

[1] EVANS RG. The identification and control of recurrent urban traffic con-

gestion using SCOOT data [D] . PhD thesis, Department of Civil Engineering, University of Nottingham, 1995.

[2] TRL Limited, Siemens Traffic Controls Limited and Peek Traffic Limited. SCOOT TRAFFIC HANDBOOK [S] .
[3] P B HUNT, D I ROBERTSON, R D BRETHERTON. The SCOOT on-line traffic signal optimization technique [J] . Traffic Eng. Control, 1982, 23: 190—192.
[4] PAPAGEORGIOU M, DIAKAKI C, DINOPOULOU V, KOTSIALOS A, YIBING WANG. Review of road traffic control strategies [J] . Proceedings of the IEEE, 2003, 91 (12): 2043—2067.
[5] 任江涛, 张毅, 李志恒, 胡东成. 智能交通系统信息特征及亟待解决的相关问题 [J] . 信息与控制, 2001, 30 (6): 500—554.
[6] 张和生, 张毅, 胡坚明, 胡东成. 面向 ITS 的 GIS 研究与设计 [J] . 公路交通科技, 2004, 21 (3): 71—74.
[7] 杨晓光. 面向中国城市的先进的交通控制与管理系统研究 [J] . 交通运输系统工程与信息, 2004, 4 (2): 79—83.
[8] 陆化普. 智能运输系统 [M] . 北京: 人民交通出版社, 2002.

(上接第 115 页)

偏离预警提供更快、更准确的车道标识线参数。

参考文献:

[1] YUE WANG, DINGGANG SHEN, EAM KHWANG TEOH. Lane detection and tracking using B-Snake [J] . Image Vision Comput, 2004, 22 (4): 269—280.
[2] JOEL C MCCALL, MOHAN M TRIVEDI. An Integrated, Robust Approach to Lane Marking Detection and Lane Tracking [C] . Pama: Proc. IEEE Intelligent Vehicle Symposium, 2004.
[3] 田俊霞, 穆国燕, 陈树中. 基于边界特征的一维最大熵图像分割算法的研究与实现 [J] . 计算机工程与科学, 2002, 24 (6): 46—48.
[4] 景晓军, 蔡安妮, 孙景鳌. 一种基于二维最大类间方差的图像

分割算法 [J] . 通信学报, 2001, 22 (4): 71—76

[5] 景晓军, 李剑峰, 刘郁林. 一种基于三维最大类间方差的图像分割算法 [J] . 电子学报, 2003 (9): 1281—1285.
[6] 罗诗途, 罗飞路, 等. 基于梯度调整的矩不变自动阈值图像分割算法 [J] . 电子技术应用, 2004 (6): 11—13.
[7] 于利云, 姜桂祥. 基于最大模糊总熵准则自动选择灰度图像分割的最优阈值 [J] . 上海海运学院学报, 2003, 24 (6): 161—167.
[8] 常辉, 胡荣强. 基于 B 样条小波的图像边缘检测 [J] . 武汉理工大学学报, 2002, 24 (3): 31—33.
[9] MEI CHEN, TODD JOCHEM, DEAN POMERLEAU AURORA. A Vision-Based Roadway Departure Warning System [J] . IEEE Conference on Intelligent Robots and Systems, Human Robot Interaction and Cooperative Robots, 1995, 8 (1): 243—248.