

高速公路智能管控系统外部数据接入设计与实现

胡 静¹, 张广浩², 冀金科², 孙晓亮³

(1. 郑州市规划勘测设计研究院, 郑州 450052; 2. 河南交通投资集团有限公司, 郑州 450016;

3. 交通运输部公路科学研究院, 北京 100088)

摘要: 目前高速公路运营管理中, 传统机电系统中的视频监控、收费系统等已经稳定运行多年, 但功能相对单一, 信息孤岛现象比较严重; 为解决这一问题, 重点探讨了高速公路智能管控系统如何与系统外部的专用短程通信 (DSRC) 道路交通流、全程断面的交通流监测数据、气象状态的监测数据、交通事件的视频检测数据进行无缝接入进行设计; 同时, 兼顾路网层面的信息服务, 实现与交通运输部、省交通运输厅路网中心、周边高速路网、地方道路管理部门、气象部门等之间的数据共享与交换; 为高速公路运行状态监测、预警、辅助决策、应急管理、信息发布等功能提供数据支撑。

关键词: 高速公路; 智能管控; 数据接入; 状态监测; 数据共享

Design and Implementation of External Data Access for Expressway Intelligent Management and Control System

Hu Jing¹, Zhang Guanghao², Ji Jinke², Sun Xiaoliang³

(1. Zhengzhou Urban Planning Design & Survey Research Institute, Zhengzhou 450052, China;

2. Henan Transport Investment Group Co., Ltd, Zhengzhou 450016, China;

3. Research Institute of Highway, Ministry of Transport, Beijing 100088, China)

Abstract: At present, video surveillance and toll collection systems of traditional electromechanical systems have been operating stably for many years in expressway operation management, but their functions are relatively unitary and the phenomenon of information islanding is relatively serious. In order to resolve this problem, focuses on how the intelligent management and control system of the expressway seamlessly connects with the dedicated short-range communication (DSRC) road traffic flow outside the system, traffic flow monitoring data of the whole section, meteorological state monitoring data and video detection data of traffic events. At the same time, information services at the road network level are taken into account to achieve data sharing and exchange with the Ministry of Transport, the road network center of the provincial department of transport, the surrounding expressway network, local road management departments, meteorological departments, etc. It provides data support for expressway operation monitoring, early warning, auxiliary decision-making, emergency management, information release and other functions.

Keywords: expressway; intelligent management and control; data access; condition monitoring; data sharing

0 引言

目前高速公路运营管理中, 传统机电系统中的视频监控、收费系统等已经稳定运行多年, 但功能相对单一, 随着通信信息技术的发展, 基于视频基础上的智能处理技术以及 DSRC 技术的迅速发展, 已经对全面挖掘现有技术, 充分复用现有设施提出了强烈的需求^[1]。一方面, 全国高速公路联网不停车收费系统已经建成, 绝大部分省份已经实现了全国高速公路联网不停车收费系统的对接, 基于 ETC-OBU 的交通信息抽样的平均速度信息技术已经成熟等条件; 另一方面, 利用技术视频摄像头开展了交通事件

监测以及能见度交通信息的监测, 综合利用重点区域的气象站设施, 构造路面状况温度谱以及能见度监测预警体系^[2]。

实现高速公路智能管控系统与外部数据互联互通, 有利于改变当前的信息孤岛现象, 打通各种数据源之间的关联, 发现潜在事件链, 为高速公路的安全运行与指挥管理提供决策支持^[3]。将有力提升高速公路的运营效率, 实现资源的最优化配置。因此, 本文将依托全国第一个高速公路智能管控项目——京港澳高速公路 (G4) 河南境内驻马店市境至信阳市境段改扩建工程进行研究, 期望其成功实施后对京港澳全段乃至全国高速公路的数据共享机制建设起到示范作用^[4]。

1 智能管控系统与外部数据对接设计

智能管控系统通常依托现有机电系统 (包括监控系统、通信系统和收费系统) 通过统一的、标准的通讯接口进行

收稿日期: 2019-04-22; 修回日期: 2019-05-14。

基金项目: 河南省基础与前沿技术研究项目 (162300410214)。

作者简介: 胡 静 (1987-), 女, 河南社旗人, 硕士, 工程师, 主要从事工程规划设计方向的研究。

数据获取, 并通过省级高速公路联网收费机构与区域内其他路段或外单位 (包括公安、交管、气象等) 的系统进行数据共享交换^[5], 同时对接本地监控中心的已有系统, 实现交通流、气象等相关数据迁移。

1.1 外部系统数据对接设计

1) 与省级高速公路联网收费机构等上级管理部门的数据对接: 主要包括两类数据的对接: 道路事件的上报、应急事件的处理指令等。以数据交换中间库或 Web 服务的形式, 提供满足上级管理部门的数据标准接口, 完成数据对接。

2) 与公安交警部门的数据对接: 主要完成四类数据的对接: 道路运行状态、道路发生的各类事件、事件的处理指、事件处理结果等。可建立以数据交换中间库或 Web 服务, 也可由系统自动生成文本文件的形式, 完成数据对接。

3) 与气象部门的数据对接, 主要包括三类数据的对接: 向气象局发送道路气象环境信息, 接收气象局经过相应计算或繁衍后的气象结果信息; 或接收气象局发布的城市等天气信息。可建立以数据交换中间库或 Web 服务, 也可通过 GIS 地图图层的形式, 完成数据对接^[6]。

4) 与电信、移动、联通等运营商的数据对接: 主要包括手持终端相关的业务数据对接, 例如手机定位、事故报警等信息; 系统可提供满足运营商需求的各类标准数据接口。

1.2 智能管控系统接口模块延伸设计

此外, 如果涉及到与外系统的相关视频对接, 智能管控软件系统应提供视频播放、视频控制、视频切换等一整套标准的视频 API 接口及相应的开发 SDK 包, 满足外系统对于视频的需求^[7]。

为了更好地实现智能管控系统与现有机电系统无缝对接, 智能管控系统最好具有以下功能模块:

1) 基于收费系统数据进行交通运行态势分析模块。该模块应实现利用收费数据对整个高速公路的交通运行态势进行综合分析, 不仅可以量化评估道路整体运行情况, 还可对某一条路段进行专题分析, 并且实现道路交通运行态势的预测功能、出行诱导方案评估等多种功能。

2) 与传统高速公路监控系统的数据接口模块: 主要包括现有系统的视频数据、外场设备控制信息、外场设备采集信息等。

3) 与传统高速公路通信系统的数据接口模块: 主要为了实现和现有应用系统、外场设备的正常通讯。

1.3 智能管控系统与外部系统对接总体设计

高速公路智能管控的系统软件与各系统的对接主要通过以下几种方式: 数据交换中间库接口、Web 服务接口、视频 API 接口、系统自动生成标准格式文档接口等得以实现^[8] (见图 1)。

2 道路交通流数据接入设计

通过智能管控系统布置的基于 DSRC 的 ETC 车辆电子

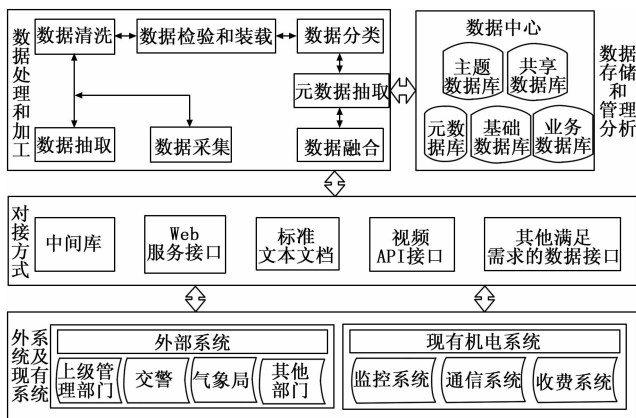


图 1 智能管控系统与外部系统对接图

标签 (OBU) 检测设备 (以下简称 DSRC 设备), 以高速公路运行状态监测、旅行时间准确估计为目标, 研发基于专用短程通信 (DSRC) 的道路交通流获取模块^[9]。

2.1 DSRC 设备信息采集过程

通过 DSRC 检测器采集的 ETC 车辆的 OBU_ID 数据 (简称为 DSRC 数据), 及其与 ETC 收费数据的融合处理, 获得交通运行指数和点到点之间的行程时间估计结果 (见图 2)。

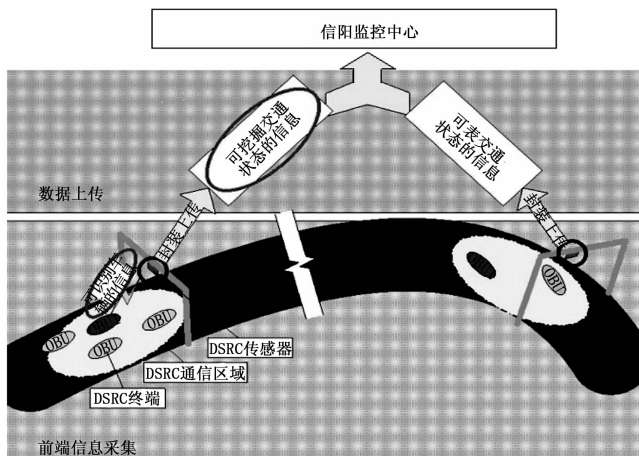


图 2 DSRC 设备信息采集过程示意图 (以京港澳高速驻信段为例)

在获取车辆通行时间及 OBU-ID 的基础上, 通过分析算法实现路径的行程时间估计, 主要有如下过程:

- 1) 在以收费站、互通为节点划分的路段基础上, 分析计算历史数据, 形成节点间的数据匹配集;
- 2) 根据节点间的数据匹配集计算获取车辆的行程时间;
- 3) 按一定的时间周期对节点间的平均行程时间进行计算;
- 4) 基于时空相关算法, 计算选定起点、终点的路径行程时间。

2.2 DSRC 设备信息功能设计

通常情况下, 智能管控系统以高速公路沿线布置的 DSRC 设备为依托, 应实现以下功能:

1) 实时接入 DSRC 设备瞬间读取的 ETC 车辆电子标签 (OBU) ID 和时间信息, 实现当车辆以不低于每小时 100 公里以上的行驶速度通过时, 可以读取完整且稳定的数据;

2) 为高速公路收费数据预留接口, 在条件具备的情况下采集高速公路收费数据, 作为本模块的有效补充;

3) DSRC 检测器采集的数据为安装有 ETC 电子标签车辆的行驶数据, 同一辆车在经过不同 DSRC 检测器时将采集到相应的 OBU-ID。通过计算车辆通过相邻两个 DSRC 检测器 (或检测断面) 的时间, 得到车辆的运行速度参数, 并融合高速公路收费数据, 从而计算出车辆在不同区间的平均旅行时间和平均速度^[8]。

4) 将获取的数据及其他子系统采集到的交通流量数据进行融合, 最终在 GIS 地图中进行直观展示。

3 断面交通流数据接入

全程断面交通流数据来自于布设于道路沿线的微波检测器, 微波检测器能够实时准确监测车流量、车道占有率、车辆类型、平均速度等重要交通信息, 具有高可靠性, 低误差, 检测精度依环境调整的特点。其中流量、占有率和车速三大指标的检测准确率均 > 95%, 可检测最多 8 种车型, 横跨 12 车道。

3.1 微波检测器数据采集内容

根据高速公路所在路段地形和环境情况、交通流运行情况, 以及具体点段 (经常事故的路段、服务区的出入口、沿线桥梁等) 供电通信设施等, 构建全程断面交通流检测系统, 实现低成本、高可靠的交通流信息实时采集 (见表 1)。

表 1 微波检测器数据采集内容

类型	数据项	采集周期	数据来源	备注
交通流数据	交通流量	30 秒~5 分钟	微波检测器	分为上下行双方向
	车道占有率	30 秒~5 分钟		
	车辆类型	30 秒~5 分钟		
	平均车速	30 秒~5 分钟		

3.2 断面交通流数据采集功能设计

高速公路智能管控系统的断面交通流数据接入功能包括但不限于以下功能:

- 1) 实时接入微波交通流检测器采集的数据, 主要包括车道流量、车道占有率、车辆类型、平均速度等;
- 2) 微波交通流检测器采集数据的阈值设定与报警;
- 3) 通过接入交通流量检测、视频检测等交通流数据, 实现对全线交通状况的实时监测、查询, 包括但不限于交通的实时流量、通过的平均车速、路网的饱和度、路网的拥堵情况等, 所有结果均可以列表形式展现或者通过 GIS 地图进行实时展示。

4 基于视频的交通事件检测数据接入

4.1 交通事件数据采集内容

高速公路智能管控系统利用视频事件检测系统对高速

公路突发事件进行监测和识别, 并对交通事件进行报警, 通过该系统提供的接口, 将视频事件信息接入高速公路运行状态监测与预警系统中 (见表 2)。

表 2 交通事件数据采集内容

类型	数据项	采集周期	数据来源	备注
交通事件	交通拥堵	30 秒~5 分钟	视频事件检测器	分为上下行双方向
	车辆驶出道路	30 秒~5 分钟		
	停车	30 秒~5 分钟		
	车辆超速	30 秒~5 分钟		
	车头时距过小	30 秒~5 分钟		
	车辆慢行	30 秒~5 分钟		
	车辆逆行	30 秒~5 分钟		
	交通拥堵	30 秒~5 分钟		
	交通事故	30 秒~5 分钟		
	非机动车	30 秒~5 分钟		
	行人	30 秒~5 分钟		
	抛撒物	30 秒~5 分钟		
	车辆排队超限、 烟雾和火灾	30 秒~5 分钟		

4.2 交通事件数据采集功能设计

基于视频的交通事件监测系统的功能主要包括:

1) 可以在高速公路路段环境下根据用户的要求按车道、方向检测交通事件, 并且在多种事件并发情况下, 能够根据优先级的设置分级处理和报警, 防止对同一事件重复报警。

2) 交通事件图像自动录像功能

当系统检测到交通事件时, 可以根据预先设置自动记录在交通事件发生那一时刻之前和之后各一段时间的连续图像, 并把图像存储在硬盘设备中。

所记录的图像时间是交通事件发生那一时刻之前和之后各一段时间的总和。前后时间段的长度可以由用户在客户端管理软件中设置。事件录像可以按摄像机、按事件类型、按时间归档、存储、由中心管理系统进行统筹调用。

3) 系统具有变焦实时检测功能。当远程遥控对摄像机进行画面远/近切换时, 系统可以迅速适应新背景, 清晰展示画面, 2 min 左右即可进行交通时间的自动检测。

4) 系统具有故障自动诊断等功能。当出现信号丢失、设备故障、通讯中断等故障, 系统可以以多种方式实现自动提醒、报警^[10]。

5 气象状态监测数据接入

5.1 气象检测设备数据采集内容

通过设置在高速公路线路上的两要素检测 (能见度和路面状况) 和全要素检测气象装置, 以及路面状况遥感式检测设备等, 接入气象检测数据^[11]。提供气象状况检测、预警等数据支撑, 从而综合提升高速公路沿线易发生雾、危险路面状况的不良气象条件路段安全监管水平 (见表 3)。

表 3 气象监测设备数据采集内容

类型	数据项	采集周期	数据来源	备注
气象数据	温度	30 秒~5 分钟	两要素和全要素气象监测设备、常规能见度监测和视频式能见度监测设备	
	湿度	30 秒~5 分钟		
	风速	30 秒~5 分钟		
	风向	30 秒~5 分钟		
	雨量	30 秒~5 分钟		
	雪量	30 秒~5 分钟		
	路面温度	30 秒~5 分钟		
	路面状态	30 秒~5 分钟		
	能见度	30 秒~5 分钟		

5.2 气象检测设备数据采集功能设计

气象状态监测数据采集后可以实现以下主要功能:

1) 实时接入各类气象检测设备采集的气象数据, 主要包括能见度、路面状况、路面温度等, 并基于 GIS 地图将气象设备进行展示, 同时实现操作人员通过鼠标悬停查看实时监测数据的功能。

2) 为所在省份、市、县气象部门提供的气象监测与预警数据预留接口, 在数据完备后可以接入本系统, 并基于 GIS 地图进行展示。

3) 通过气象数据接入, 可以判别高速公路关键点段的异常交通环境因素变化和气象状况, 实现中宏观层面的公路沿线动态气象环境状态的监测、报警与预警, 实现高速公路路面结冰状态的 0~3 小时预警。

4) 气象数据可以向就近向雾天行车诱导系统推送本地能见度检测数据, 为触发雾天行车诱导系统工作提供数据支持。

5) 可以基于搭载红外温度探测器等检测设备的路况检测车, 采集路面温度等数据, 运用气象预测预报模型或算法, 完成“热谱地图”绘制, 并进行展示, 实现全线路面状况预测 (见图 3)。

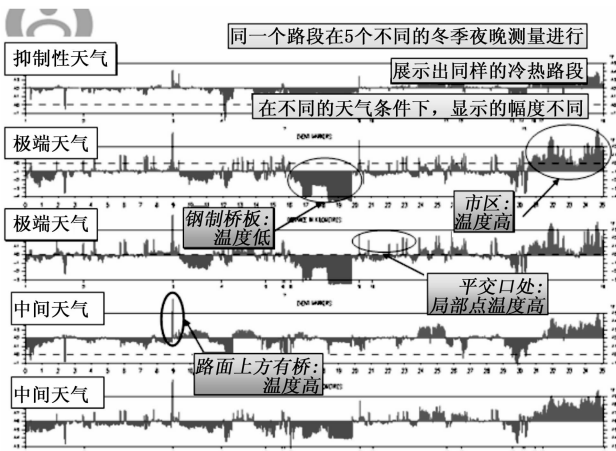


图 3 路面热谱地图

通过移动监测车和车载式的路面状态监测设备对低温、湿滑危险路面状况进行数据采集和分析, 然后根据路面温

度的变化规律, 综合考虑道路周边的环境, 得出整个路线的温度差异曲线, 从而根据某一点的温度值推算出其他路线的预估温度值。

路面状态移动监测预报方法是基于在相似的外部条件下, 路面温度有相似模式的原理 (路面温度低的地方的经历相对较低的温度, 路面温度高的地方也有保持相对较高的温度的趋势)。除当前天气条件外, 影响路面温度的主要因素有: 海拔高度、与水域临近程度、遮挡因素 (树木、建筑物、桥梁等造成的对路面的遮挡)、城市热岛效应、地表状况 (地表植被覆盖、起伏等状况) 等。由于这些影响因素都是相对固定的, 在近似的天气条件下, 路面吸收和辐射能量的大小遵循同样的模式, 则可以建立起路面温度与天气条件, 以及上述影响因素间的量化模型, 实现对路面温度的预测。

6) 通过综合分析系统的多项预测结果, 可以向管理者提供恶劣气象条件关键点段信息发布策略, 以及融雪剂投撒量、投撒时间等管理与养护辅助决策等信息。

6 工程实例

京港澳高速公路驻马店至信阳段高速公路改扩建工程通过基于专用短程通信 (DSRC) 的道路交通流数据、全程断面交通流监测数据、气象状态监测数据、视频事件检测数据等多方位的数据获取技术, 研发基于 GIS 平台的运行状态监测、运行态势分析展示、预警信息显示等功能, 实现该路段高速公路运行状况及沿线气象状况的实时监测功能, 同时针对交通突发事件、恶劣气象状况等警情, 实现的快速发现、快速响应、及时预警、及时发布等功能 (见图 4)。

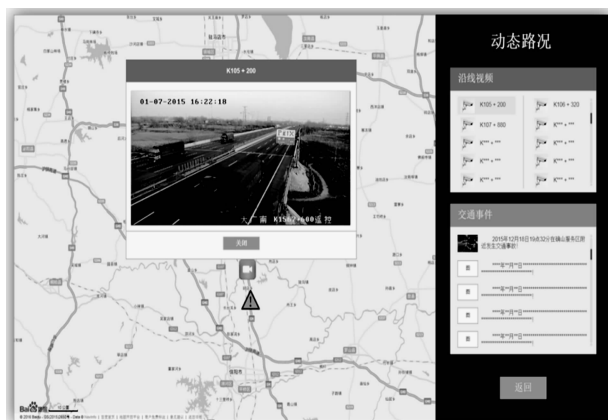


图 4 京港澳高速驻马店至信阳段智能管控系统外部数据接入模块

解决高速公路智能管控系统与外部数据无缝接入问题, 构建的数据交换与共享平台, 立足路段范围内的主动化管理和精细化服务, 同时, 兼顾路网层面的信息服务, 逐步实现与上级管理单位、周边道路运营单位、气象部门等之间的数据共享与交换。在日常管理方面, 能够为途前、途中出行者提供衔接路网的交通运行信息; 在应急救援方面, 能够面向衔接路网提供统一的救援服务。

(下转第 276 页)