

智能交通管控系统

杨军, 刘维东

(北京圣非凡电子系统技术开发有限公司)

摘要: 本文针对智能交通系统的七个子系统之一的智能交通管控子系统进行分析, 首先提出构建系统模型的方法, 然后对系统中相关技术进行说明, 最后给出智能算法与实现方案。本论文的主要贡献在于提出一个建立交通智能化管控系统的思路与方法。

关键词: 智能交通 交通管控 ITS

0 前言

随着社会化程度的提高, 大量人口不断涌向城市, 同时经济的发展及人们生活水平的提高, 使得城市中自动车的保有量逐年增加, 交通问题已经成为一个很大的社会难题, 由于交通事故、交通堵塞引起的人员伤亡、财产损失、环境污染已经相当严重。因此解决交通是政府面临的重大难题。交通问题的解决需要从两个方面同时考虑: 一方面要合理规划并搞好道路交通基础设施建设; 另一方面要针对现有的道路交通基础设施, 加强管理, 提高现有道路的整体利用率, 挖掘其固有潜能。在交通管理方面, 过去主要借助红绿灯对过往车辆进行指挥与疏导, 红绿灯的持续时间往往是固定不变的, 最典型的问题是在某一方向上即使没有车辆等待通行, 绿灯也会出现并且时间一点也不会缩短, 红绿灯在疏导交通的同时, 自身也成为引起交通拥堵的一个原因。因此, 很多国家提出智能交通的概念, 所谓智能交通系统(ITS, Intelligent Transportation System)就是把信息、计算机、通信、自控和人工智能技术综合运用于交通管理, 解决道路交通拥挤、交通事故和环境污染的有效途径, 被视为 21 世纪道路交通的主要发展方向。

智能交通是一项巨大的系统工程, 整个系统包含七个子系统: 交通管理与控制系统、交通信息服务系统、公共交通系统、车辆控制系统、货运管理系统、电子收费系统和紧急救援系统。完整的智能交通系统太过庞大与复杂, 已经超出本文标题范围。本文仅针对智能交通管控子系统进行分析、讨论。

智能交通管控系统通过对道路系统中的交通状况、交通事故、交通环境进行实时的监视, 根据收集到的信息, 对交通进行控制, 如: 信号灯、发布诱导信息、道路管制、事故处理等。

1. 智能交通在我国的发展及目前存在的主要问题

1.1. 智能交通在我国的发展

智能交通的概念最早是由美国在上世纪六十年代提出的, 八、九十年代得到快速发展。我国从 1996 年开始有关 ITS 方面的研究, 并组建由交通部、科技部、建设部等十多个相关部门组成了国家智能交通系统工程技术研究中心, “九五”期间, 国家把“中国智能运输系统体系框架的研究”作为科技攻关项目之一, 基于项目研究取得的成果, 于 2000 年, 制定了《国家 ITS 体系框架》, 用以规范与指导交通智能系统的建设, 在“十二五”期间, 智能交通仍然被列入国家发展规划。

虽然从“九五”开始, 国家就正式将智能交通作为交通建设和发展的优先领域予以重点支持, 但由于智能交通是一项巨大的系统工程, 不但涉及很多不同技术领域, 本身比较复杂, 更关联到不同的管理部门, 以及经济利益关系, 比如前期投资保护等等, 因此, 目前只有高速公路收费子系统发展比较成熟, 其他子系统的智能化水平仍然比较落后, 比如城市交通管理系统。即使在北京这样的城市, 城市交通管控仍然停留在依靠固定时间间隔的交通红绿灯进行指示、发生拥堵状况下由交通警察进行疏导的管理方式, 其智能化水平已经远远不能满足时代发展的要求。

1.2. 智能交通管控系统存在的问题

智能交通管控系统主要包括道路状况信息收集与交通信号控制两个方面, 其中道路状况信息收集主要

利用视频监视录像与地面感应线圈。目前存在的问题主要是：①视频监视录像和交通信号控制是相互独立的系统，信号控制规则是静态的，无法根据交通状况进行动态调节；②视频录像画面中的信息无法实时反馈，导致决策延迟；③无法对不同摄像机视频录像进行关联性判断，决策可信度低；④关联信号灯控制关联度低，无法实现全局自动优化调度；⑤无法仅把包含交通违章画面（如闯红灯、超速行驶、违章停车、逆行、不按道行使、交通阻塞等）的图像直接传输到控制中心。

2. 智能交通管控模型与关键技术

交通管控实现智能化的目标就是将先进的计算机处理技术、信息技术、数据通讯传输技术及电子自动控制技术等有效地综合运用于整个交通管理体系，将人、路、车有机结合起来，以达到最佳的和谐统一，从而建立起一种在大范围内、全方位发挥作用的实时、准确、高效的交通运输综合管理系统。

2.1. 智能交通管控模型

建立大规模智能交通系统，是一项很复杂的工程，技术含量很高，仅仅盲目购买、简单使用大量先进设备并不能实现交通系统的智能化，建立理想的智能交通管控系统，首先需要了解应用区域对象，因为区域结构不同、规模不同、基础设施建设不同，需要的管控系统结构也不同，本文以普通城市为研究对象，提出一种智能管控系统分析模型。

对于某一区域道路交通系统，如图一所示，在基础设施建设方面，要求在所有可左转路口设置交通灯，可左转路口包括：标准的“十字型”路口，以及“T”与“┣”型路口，其中，后两种形式的路口可以看作是标准“十字”路口的特例。相邻两个交通灯之间的路段为“单元路段”，在单元路段内，不能进行左转，仅能右转，不包含控制交通灯。



图1 道路交通示意图

在每个“十字”路口，布置交通灯、摄像机、感应线圈等控制与探测设备，如如图二所示；在单元路段，主出、入口起、止于“十字”路口，所有右转出、入口处设置摄像机，如图三所示。

图2 “十字”路口车流状况控制、检测设备布置示意图

图3 单元路段交通状况控制、检测设备布置示意图

因此，任何一个区域交通网络都可以看作是由“十字”路口与单元路段相互交替连接而成的网状结构。对于单元路段，在 Δt 时间间隔内，进入车辆数为：

$$N_{IN} = \sum n_j, j=1, \dots, M_{in}, n_j \text{ 为从第 } j \text{ 个入口进入车辆数, } M_{in} \text{ 为入口总数}$$

同理，在 Δt 时间间隔内，离开车辆数为：

$$N_{OUT} = \sum n_l, l=1, \dots, M_{out}, n_l \text{ 为从第 } l \text{ 个出口离开车辆数, } M_{out} \text{ 为出口总数}$$

比较 N_{IN} 与 N_{OUT} ，如果 $N_{IN} > N_{OUT}$ ，单元路段内车辆数在增加，表明存在拥堵发生的可能，需要重点观察；反之，单元路段内车辆数在减少，表明道路通畅。如果在较长的一段时间 t 内， ΣN_{IN} 持续大于 ΣN_{OUT} ，则判定为拥堵发生，差值越大表明拥堵越严重，需要对出口处信号灯进行及时调控，适当延长绿灯通行时间，在入口处，由于一般不设置进入该路段的信号灯，无法直接进行调控，但可以在前方多个路段内所有入口处设置的电子板进行某路段拥堵提示，建议大家绕行，避免加重拥堵。

一个城市或大的区域，交通网络包含成千上万个单元路段，如果一旦某个单元路段或局部出现拥堵，就重新调整全部节点处交通灯的时间间隔，既没必要也不可能。本文建议的做法是：把每一个发生拥堵的单元路段看作一个扰动点，仅对扰动点周边相隔距离在 3~4 之内的所有单元路段相关的交通灯红绿灯时间整体进行重新计算，算法采用基于模糊原理的方法。

通常情况下，交通状况同时具有相对稳定性与动态随机性，所谓相对稳定性是指通过每一条道路的车辆基本维持一个相对稳定的状态，即每一周的平均车流基本相同，但一周中，工作日与休息天的车流状况有较大区别，而每一天，上、下班高峰期与非高峰期的车流状况也明显不同等等，因此需要对于不同路段交通灯的转换时间进行差别化设置与智能化调节，整体性计算工作量很大，需要较长的计算时间，计算工

作可以在实现智能化之前完成,也可以利用夜间 2~5 点之间的时间段进行计算,这段时间车辆少,基本不会发生拥堵现象,担负核心计算的服务器处于空闲状态。

2.2 关键技术

(1) 智能视频分析技术

智能视频分析技术(IVS, Intelligent video surveillance)就是借助计算机视觉与模式识别技术,对视频图像中目标的行为进行识别、筛选及监测,自动分析和抽取关键信息,当提取到符合预设的某种规则的行为发生时,实时地提供信息,便于及时采取相应对策。

视频分析技术可以用于:行为分析、车牌识别、人数统计、车辆统计等。本文利用视频分析技术主要用于路口进、出车辆的统计。

(2) 网络单元控制技术

在一个复杂的交通网络系统中,系统输入信息是通过架设在各个路口的摄像机所获取的进出车辆数量、速率,输出信息是对网络中交通信号不同色彩指示灯的开关时间长,属于典型的多输入、多输出复杂系统,对系统实现全局一体化智能调节,需要借助先进的模糊控制理论,科学设计控制网络,合理配置系统参数。

3. 智能交通管控系统构成

智能交通管控系统在物理架构上分前端设备、后台设备,前端设备布置在管控路段现场,包括交通信号灯、摄像机、感应线圈、电子提示板及前端设备控制器;后台设备布置在交通系统管控中心,包括管理终端、交通灯管控服务器、网络服务器等设备。

4. 总结

本文针对智能交通大系统中的智能交通管控子系统进行了详细分析,并对相关技术进行了深入探讨,并提出提高交通管控智能化水平的解决方案。该系统可以在智能交通管理中单独使用,也可以与其他子系统进行集成形成完整的智能交通系统。

参考文献:

- [1] 张振东,《智能交通系统概述及国内外发展状况》,科学之友,2010 年 03 月
- [2] 王笑京,《考察欧洲智能交通系统的发展》
- [3] 鲍晓东,《智能交通系统的现状及发展》
- [4] 《我国智能交通的现状及发展趋势展望》,康维调查
- [5] 张梦文,冯喆,《大力推进智能交通系统建设提高滨海新区交通管理水平》
- [6] 薛艳丽,《国外的智能交通系统》