

基于 WSN 的路口交通信号控制设计

任晓莉

(宝鸡文理学院 计算机科学系, 陕西 宝鸡 721016)

摘要:为了缓解道路交通拥堵,减少车辆延误,节约交通能源,控制车辆在交叉路口顺畅通行,提出了一种基于无线传感器网的智能交通信号控制设计。利用传感器节点收集的交通信息,结合多 agent 的协同方法,控制中心进行综合处理,在不同的时段采用不同的路口控制模式,调整各交叉路口的绿信比,协调干线各路口周期的确定和各路口之间的相位差,自适应地控制车辆通行时间。实现了交通信号灯的无线智能控制,从而提高车辆通行效率。实现交通信号控制的智能化、网络化。

关键词:无线传感器网;多 agent;路口控制模式;智能交通

中图分类号: TP39

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2011)10-0193-04

Intelligent Traffic Control Design Based on Wireless Sensors Network

REN Xiao-li

(Department of Computer and Science, Baoji University of Arts and Science, Baoji 721016, China)

Abstract: In order to reduce traffic jam, decrease vehicle delay, economize traffic energy resources, control the vehicles to pass the crossing smoothly, the intelligent traffic signal control design based on wireless sensors network is proposed. Capturing the traffic information by the sensor nodes, combing the cooperation method of multi-agent, adopting the crossing control modes in the periods of time, the control terminal may control the vehicles' passing time adaptively. So the wireless intelligent control of the traffic signal lamp is realized, by which the vehicles' traffic efficiency is improved, and the intelligent and netting traffic control function is implemented.

Key words: wireless sensors network; multi-agent; the crossing control mode; intelligent traffic

0 引言

为了缓解道路交通拥堵,减少交通事故,减少车辆延误,节约交通能源,减轻驾驶焦虑,实现安全、快速、经济、和谐的交通环境,在原有道路的基础上,设计智能交通信号控制是建设资源节约型社会的必然选择^[1]。

传统的定时控制方式不能根据车辆的流量动态地对信号灯进行合理的配时,可能会造成十字路口的交通拥堵,延误车辆通行时间;目前研究的感应式控制可以根据车流的状态采用不同的控制模式,但大部分只能进行局部的控制,并不能动态、全局的控制。

文中设计了一种基于无线传感器网的智能交通控制,利用传感器节点采集交通信息,智能交通控制终端根据同一区域内的传感器节点采集到的交通信息,选择合适的路口控制模式,调整各交叉路口的绿信比,协

调干线各路口周期的确定和各路口之间的相位差,自适应地控制车辆通行时间,从而保证车辆通行质量,实现交通信号控制的智能化、网络化。

1 路口交通信号控制设计

1.1 路口控制模式

传统的路口控制模式是定时控制,先进的路口控制模式是感应式控制,主要有模糊控制、绿波带模式、夜间模式和急停模式^[2]。模糊控制模式通过比较交叉路口各个方向的车辆流量多少,经模糊化处理来增减交通信号控制时间。绿波带模式规定某路段的车速,信号控制机根据路段距离,对各路口绿灯起始时间进行相应的调整,可以确保该路段的车流一路绿灯,适合于主干道车流高峰期。夜间控制模式适用于夜晚车辆流量较小的情况下,仅使用黄灯信号警示司机。急停模式在紧急车辆方向开启绿灯,为紧急车辆提供优先,保证紧急车辆快速通行。本设计采用多时段、多模式控制,在 9:00~11:30, 14:30~17:30 和 20:30~24:00 时段采用模糊控制模式;在 5:30~9:00, 11:30~

收稿日期:2011-01-11;修回日期:2011-04-25

基金项目:宝鸡文理学院院级重点项目(ZK10165)

作者简介:任晓莉(1978-),女,硕士,讲师,研究方向为信号与信息处理。

14:30 和 17:30 ~ 20:30 时段采用绿波带模式;在 0:00 ~ 5:30 时段采用夜间控制模式;在检测到紧急车辆时采用急停控制模式。具体的时段设置可以根据具体的区域或车辆流量由信号机重设或修改。选择多种控制模式可以实现交通控制的合理化,从实际上缓解交通路口的压力。

1.2 基于多 Agent 的智能交通控制模型

Agent 是一个具有控制问题求解机理的计算单元,它可以指一个机器人、一个专家系统、一个过程、一个模式或求解单元^[3]。每个 Agent 根据当前的状态决定自己的行为,既能完成各自的局部问题求解,又能通过协作求解全局问题,Agent 相互协作产生不同的行为,适应不断变化的环境。多 Agent 系统(MAS)具有主动性、层次性、动态性和可操作性等优点^[3]。在 MAS 中,协作不仅能提高单个 Agent 以及由多个 Agent 所形成系统的整体行为的性能,还能使系统具有更好的灵活性。MAS 建模可以应用于复杂系统分析中^[4],多 Agent 个体,在开放、动态环境下相互交互和协作可以表现复杂情况(个体有复杂的、不同的行为,并存在交互)^[5],实现多目标的优化。

交通信号控制系统是一个典型的复杂大系统,具有时变、非线性等特点,它是由许许多多关系密切而复杂的不同领域、不同功能的子系统按不同层次综合集结而成的。目前,各种交通子系统按自身的优化目标运作,不考虑与其他系统的集成与协作,使得交通系统难以达到最优。综合分析协调各交通子系统,是智能交通的发展趋势。文中构建了基于多 Agent 的智能交通信号控制模型,控制模型如图 1 所示。

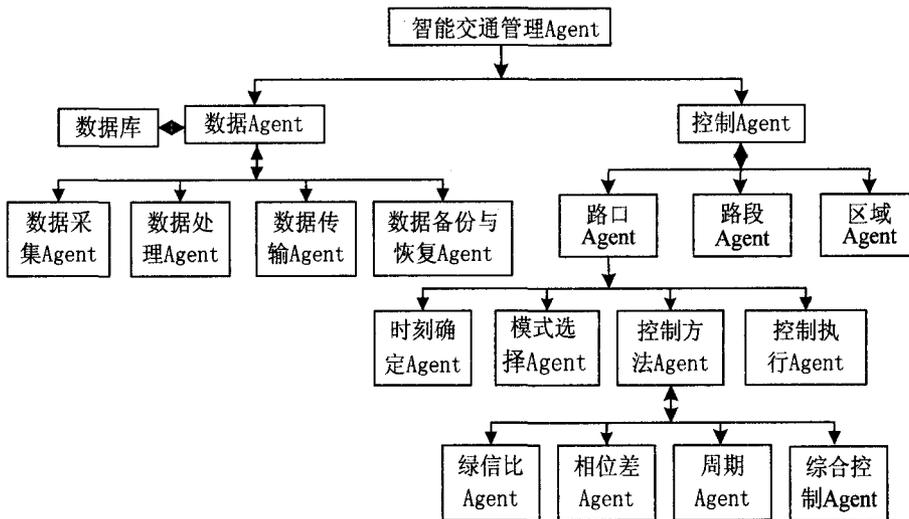


图 1 基于多 Agent 智能交通信号控制模型
智能交通控制模型中各 Agent 的功能如下:

(1)管理 Agent:负责各 Agent 之间的通信和多 Agent 的管理等。

(2)数据 Agent:数据采集 Agent 利用传感器节点

对路面的车辆流量等状态向量信息进行采集;数据处理 Agent 将收集到的车辆信息数据进行计算处理,计算出各交叉路口交通控制的各种控制向量;数据传输 Agent 将各控制 Agent 的数据传输给智能交通控制数据库,并实现各控制 Agent 数据的交互;数据备份与恢复 Agent 备份和还原交通控制数据库中的数据。

(3)控制 Agent:由路口 Agent、路段 Agent、区域 Agent^[6]组成。

①路口 Agent。路口 Agent 根据采集的数据作出控制决策。交通信息采集系统采用感应技术检测各路口各个方向上的车流量、车速等信息。采集数据包括通过车辆检测器对路口车辆进行检测得到的信息,以及通信模块所提供的上下游的信息。数据采集 Agent 将其信息传送给数据处理 Agent 的同时,也传送给数据 Agent 进行存储。路口 Agent 与相邻路口 Agent 等其他 Agent 进行通信,得到最终的控制决策方案,路口 Agent 包括时刻确定、模式选择、控制方法、控制执行等 Agent。通过控制执行 Agent 作用于路口信号灯。

在路口 Agent 中,时刻确定 Agent 获取控制时间段;模式选择 Agent 生成路口控制模式;控制方法 Agent 将控制任务分解,发送给绿信比 Agent、相位差 Agent、周期 Agent、综合控制 Agent,完成单个控制向量的单独控制或多个的控制向量的综合控制,并将综合控制 Agent 的控制结果输出。绿信比 Agent、相位差 Agent、周期 Agent 是完成控制任务的主体,进行绿信比、相位差和周期控制,然后将结果送给综合控制 Agent。综合控制 Agent 获取绿信比、相位差和周期控制 Agent 的输出结果并利用综合控制方法将结果汇总,汇总得

出各交叉路口智能控制值,生成交叉路口智能控制汇总数据报表,并将最终结果发送给控制执行 Agent。控制执行 Agent 对各交叉路口智能控制结果进行执行。

②路段 Agent。路段 Agent 由路段基本信息^[7],实时采集到的交通流信息,以及与各路口 Agent 和区域 Agent 的协调组成。

③区域 Agent。路口 Agent 的优化只能实现局部优化,并不能保证整个路网的全局优化。区域 Agent 可以控制、协调并引导路口 Agent 和路段 Agent 达到全局最优。

1.3 基于无线传感器网的交通信号控制

无线传感网是集计算机、通信、网络、智能计算、传

感器、嵌入式系统、微电子等多个领域交叉综合的新兴学科,它将大量多种类传感器节点(传感、采集、处理、收发、网络于一体)组成自治的无线网络,实现对物理世界的动态协同感知。它能实时、动态获得物理世界的传感信息,并且将相关信息与通讯主干网融合,实现了现有的计算机网络虚拟世界向真实物理世界的延伸,改变了人类和自然界交互的方式^[8]。

无线传感器网络用于构建交通信息系统具有以下优点:

(1)其无线自组、泛在协同的特点使系统布设和维护十分方便,可以降低用户成本,布设和维护时不会影响车辆的正常行驶,便于提高交通信息采集系统的可扩展性;

(2)规模的分布式监测和协同计算技术在能力上优于传统的单点或局部监测技术。

1.3.1 基于 WSN 的交通信号控制层次结构

在交通信号控制中,需要进行信息采集、处理、传输,控制模式选择,输出综合控制结果并执行等操作。在无线传感器网中,传感器节点的主要任务是信息采集、信息处理和无线通信^[9]。针对多路口交通信号灯控制系统,采用三层 WSN 组织结构^[10]:第 1 层为信息采集层,负责采集各路口车辆信息;第 2 层是控制层,控制各交叉路口信号的绿信比;第 3 层是协调层,协调干线各路口信号周期和各路口之间的相位差的确定。

多路口交通信号灯控制系统 WSN 组织结构如图 2 所示。相邻路段的信息采集节点组成信息采集层,路口交通信号灯控制节点组成控制层。信息采集层和控制层传感器节点自组织成簇:交通信号灯控制节点作为簇首,信息采集节点作为簇成员。簇首将簇内信息采集节点采集的数据进行融合,并与相邻簇首节点进行通信;簇成员节点采集路面车辆信息。汇聚节点是从簇首节点中选取一个节点,汇聚节点与控制中心组成协调层。汇聚节点以多跳的方式与各簇首节点通信,收集各路口车流量信息,将数据送到控制中心,控制中心进行综合处理,协调各路口工作。

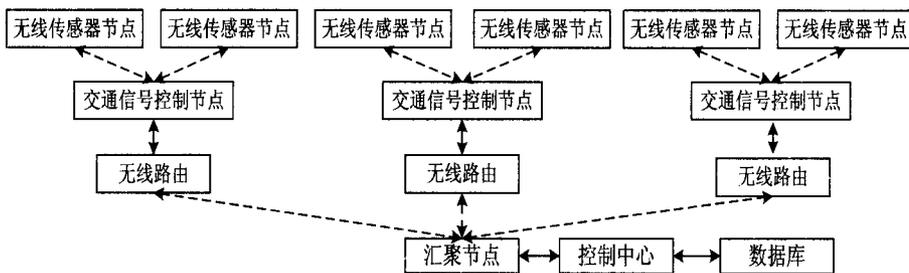


图 2 多路口交通信号控制系统 WSN 组织结构

1.3.2 车辆信息检测

车辆信息检测系统是交通信号控制的一个子系统,它通过数据采集和设备监控等方式,在道路上实时

检测车流量、车辆速度等交通参数,这些是交通控制中最基础的参数,是道路状况实时监控不可缺少的数据。所以,车流量检测系统及其检测水平的高低直接影响到交通信号控制的效率和水平。

目前,我国交通系统中对车辆检测主要采用环形线圈探测器、微波探测器、声学、红外、超声波和视频探测器。各种检测器的特点如表 1 所示。

根据表 1 所示,综合比较各种检测技术的优缺点,选择微波传感器来检测车辆流量。微波传感器探测精度高、抗干扰能力强、全天候、易于安装、体积小,非常适合完成智能交通中车流量和车速等检测与监控功能。车辆流量检测微波传感器通过对含有路面目标信息的回波进行处理来获取路面某个路段交通情况。微波传感器采集到车辆数据后,以多跳通信的方式将此数据信息传递给交通信号控制节点,数据信息经融合后传递给汇聚节点;汇聚节点收集各路口车流信息,控制中心根据设定的优化目标采用智能方法计算出最佳控制方案,并传输给各路口交通信号控制节点,决策车辆在路口的通行与否,协调实现多路口联合控制。

表 1 各种检测技术的特点

技术	优点	缺点
线圈感应	技术成熟,检测精度高,成本较低	安装和修理要切割路面,需要中断交通,影响路面寿命
微波传感器	可在恶劣环境下工作,可进行动态检测和实时处理	安装条件较高,不能准确分类车辆
音频	可识别特殊车辆	需要除去环境噪音
红外	在大雾环境下比可见光有更长的检测距离	受下雨和下雪影响
超声波	体积小,易安装	性能易受外界温度、气流影响
视频	为事故处理提供可视图像,可提供大量交通管理信息	安装条件较高,大车可能遮挡小车,阴影、积水或昼夜转换可能造成检测误差

1.3.3 基于 WSN 的交通信号控制设计

基于 WSN 的交通信号控制系统主要由无线传感器节点和无线传感器汇聚节点组成。支持 ZigBee 协议,具有数据校验和冲突检测的功能。整个系统由微处理器、传感器单元、收发单元及供电单元组成。微处理器使用 S3C44B0X, S3C44B0X 是基于 ARM7 核的 32 位嵌入式 RISC 处理器,具有实时性好、精度高、成本低的特点^[11]。传感器为微波传感器,车辆流量检测微波传感器采集某个路段车辆信息,采集信号

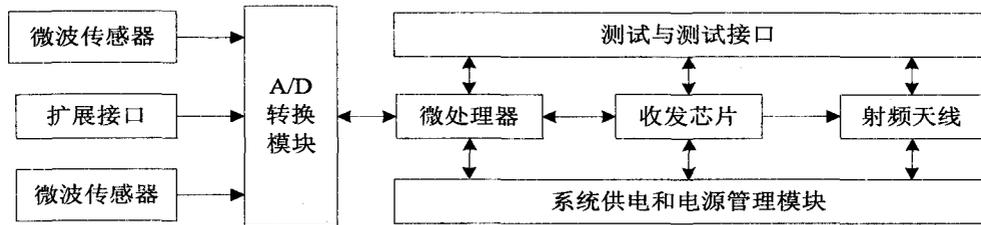


图 3 基于 WSN 的交通信号控制系统基本组成框图

经过放大后经过 A/D 转换器送入微处理器。无线收发模块采用 CC2430^[12] 芯片,CC2430 是一种超高频单片收发通信芯片,它具有低电压,极低的功耗,高灵敏度,小尺寸,灵活等特点。微处理器将信息处理后发送至收发单元,收发单元将信号发送给无线传感器汇聚节点。基于 WSN 的交通信号控制系统的基本组成框图^[13] 如图 3 所示。

2 结束语

构建了基于多 Agent 的智能交通控制模型,提出了一种基于无线传感器网的智能交通控制部署,利用传感器节点采集交通信息,交通信号控制节点进行数据融合,并将数据传送给控制中心,控制中心进行综合处理,选择合适的路口控制模式,调整各交叉路口的绿信比,自适应地协调干线各路口信号周期和相位差的确定,从而保证车辆顺畅地通行,实现交通信号控制的智能化、网络化。

参考文献:

[1] 杨兆升. 智能交通: 促进城市交通可持续发展的最佳途径[J]. 综合运输, 2010(7): 85-89.
 [2] 许其清, 朱 炼, 孙方南, 等. 多路口联控智能交通灯的设计

计与实现[J]. 控制工程, 2009, 16(S4): 34-38.
 [3] Ashrj R, Luck M, d'Inverno M, et al. From SMART to Agent Systems Development[J]. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2005, 18(2): 129-140.
 [4] 廖守亿, 戴金海. 复杂适应系统及基于 Agent 的建模与仿真方法[J]. 系统仿真学报, 2004, 16(1): 113-117.
 [5] 王文芳. 复杂适应系统演化探究——基于 agent 技术的分析[D]. 广州: 华南师范大学, 2003.
 [6] 陆小芳, 郑应平, 王令群. 交通信号控制系统的多 agent 协调研究[J]. 计算机工程与应用, 2006(2): 188-190.
 [7] 田翠华, 于天放, 刘 革. 基于 Agent 技术的交通流仿真研究[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(2): 233-236.
 [8] 于海斌, 曾 鹏. 智能无线传感器网络系统[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
 [9] 徐建闽. 交通管理与控制[M]. 北京: 人民交通出版社, 2007.
 [10] 田 丰, 杜富瑞. 基于 WSN 的智能交通灯控制系统设计[J]. 测控技术, 2009, 28(12): 56-59.
 [11] 李 岩, 荣盘祥. 基于 S3C44B0X 嵌入式 μClinux 系统原理及应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
 [12] 吕西午, 刘开华, 赵 岩. 基于 Zigbee 的无线监测系统设计与实现[J]. 计算机工程, 2010, 36(5): 243-244.
 [13] 何振兴, 熊健民, 刘么和, 等. 基于 WSN 的实时监控系统的研究[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(12): 229-232.

(上接第 192 页)

参考文献:

[1] 曹福凯, 刘景红, 闫 博. 唐山市区电子健康档案的建设策略研究[J]. 煤炭技术, 2001, 29(7): 154-155.
 [2] 陈 刚, 白尚旺, 党伟超, 等. 基于 HL7 标准的区域卫生信息平台研究[J]. 科技创新与生产力, 2010(6): 88-89.
 [3] 徐宏发, 王卫平, 郑建煌, 等. 基于 HL7 和 Web Services 的区域医疗机构间信息交换平台研究[J]. 计算机应用与软件, 2007, 24(3): 88-89.
 [4] 孙 震, 梁秀娟. 浅论基于 HL7 CDA 标准和 XML 技术在电子病历系统中的应用[J]. 当代医学, 2007(6): 134-135.
 [5] 刘剑峰, 李刚荣. 区域化电子健康档案安全交换的建设策略[J]. 重庆医学, 2009(13): 1583-1585.
 [6] 祝丽玲, 邱洪斌, 关宝生. 区域卫生信息化建设存在的问题及对策[J]. 社区医学杂志, 2009(18): 3-4.
 [7] 金 霞, 欧宗英. 基于 HL7 标准医疗信息交换消息的构建/解析[J]. 焦作大学学报, 2004(1): 66-69.

[8] 陆 波, 李伟鹏, 陈晓燕. 基于 HL7 Engine 的医疗信息网络整合方案[J]. 医疗卫生装备, 2005, 26(2): 34-35.
 [9] 杲耀景, 冯大春, 王潜平. 基于 HL7 和 XML 技术实现 HIS 间信息交换与集成[J]. 计算机应用, 2003(6): 109-111.
 [10] Berler A, Konnis G, Pavloupoulos S, et al. Use of XML technology in a virtual patient record infrastructure[C]//Information Technology Applications in Biomedicine, 2003. 4th International IEEE EMBS Special Topic Conference. [s. l.]: [s. n.], 2003: 118-121.
 [11] Huang a E, Hsiao a S, Lioub D. Design and implementation of a web-based HL7 message generation and validation system [J]. International Journal of Medical Information, 2003, 70(1): 49-58.
 [12] Zhang Donglai, Paul C, Andrew W. Binary data transfer performance over high-latency networks using web service attachments[C]//IEEE International Conference on E-Science and Grid Computing. [s. l.]: [s. n.], 2007: 261-269.