

基于无线传感器网络的智能交通系统介绍

钱 锁

(上海理工大学 光电信息与计算机工程学院 上海 200093)

摘 要: 提出了一种基于无线传感器网络的智能交通检测系统。详细介绍了无线传感器网络、智能交通系统的结构,对智能交通系统的主要硬件功能模块做了详细的介绍及对软件功能做了简要的阐述。硬件部分是基于 CC2430 微控制射芯片设计的。软件部分基于 C++ 技术设计的人机交互图形界面及基于 TinyOS 系统 nesC 语言开发的信息采集系统。对该测速系统进行了实物实验,并用 MATLAB 对实验数据进行处理,实验结果达到了预期的要求,当节点快速移动时,系统的误差率提高。分析结果表明这个系统具有一定的实用性。

关键词: 无线传感器网络;智能交通;TinyOS;nesC

中图分类号: TN929.5 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.40

Introduction on intelligent transportation system based on WSN

Qian Suo

(School of Optical-Electrical and Computer Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: This paper introduces a kind of traffic speed measuring system based on wireless sensor network(WSN). The structure of wireless sensor network and intelligent transportation system is introduced in detail. The main hardware function module of intelligent transportation system is introduced in detail and made a brief elaboration of the software function. The hardware part is designed based on CC2430 micro control of chip. The design software part is man-machine interactive graphic interface based on C++ technology and information collection system based on TinyOS system which use nesC language development. The experimental results achieved the expected requirement, and the error rate of the system increased when the node moved rapidly. The physical experiment was carried out the speed measuring system, and use MATLAB to deal with the experimental data, the analysis results show that the system is practical.

Keywords: WSN; ITS; TinyOS; nesC

0 引 言

随着中国机动车辆的增加及人口流动越来越频繁,道路交通管理问题日益突出。建立一个自动监测车辆行驶速度,统计道路交通流量,并进一步分析控制道路的智能系统,是现代自动控制急需解决的一个问题^[1]。目前应用比较广泛的测速系统是地感线圈和雷达原理,地感线圈的缺点是需要将线圈埋在地下,施工、维护不方便、线圈寿命短,雷达测速对测速角度要求太高。随着技术的发展出现的视频测速法受光的影响大,夜间测量精度较低。都有一定的局限性。

随着传感器、嵌入式技术和短距离无线通信的发展和进步,无线传感器网络已经被应用于各个领域。无线传感器网络是一种短距离、低速率、低复杂度、低功耗和低成本

的无线通信网络主要用于分布式测量和远程控制。基于这些优点,通过无线传感器网络技术解决生活、生产问题是未来社会发展的趋势。基于无线传感器网络的智能交通测速系统是将先进的信息技术、数据通信技术、电子控制技术以及计算机处理技术等有效的集成运用于整个交通安全管理体系,而建立起实时、精确、高效的车速控制系统^[2]。

本文运用无线传感技术,设计了一种车辆及路况信息采集交通系统的方案,通过传感节点定位算法采集道路上车辆的位置信息,并计算汽车行驶速度。该系统网络设置 3 种类型的节点:装在车辆上的移动节点、布设在道路两边的中继转发节点、与交通管理服务服务器相连的网关节点。由移动节点采集信息,通过中继转发节点汇总到网关节点,最后与交通管理服务服务器相连,在服务器端进行数据处理和分析^[3]。

收稿日期:2017-12

• 102 •

1 无线传感器网络

无线传感器网络(wireless sensor network, WSN)是微电子技术、嵌入式技术、无线通信技术、现代网络技术和分布式信息处理技术等融合在一起的一个综合性技术,主要任务是协同对指定区域内的监测对象信息进行实时监测、感知、采集以及处理,并将处理后的数据通过自组多跳的网络形式用无线的形式传送给观测者^[4]。经过多年的研究与开发及无线传感器网络具有超大规模、无人值守、无中心和自组织性、动态变化的网络拓扑、成本低等特点,近年来无线传感器网络在各个领域的应用已层出不穷。其中智能交通系统是无线传感器网络应用的一个重要领域,智能交通系统(intelligent transport system, ITS)是利用现代高新技术管理,改造传统的交通运输系统而形成的新型的现代交通系统。是将先进的信息技术、传感技术、数据通信技术、自动控制技术、运筹学、图像分析技术、计算机网络以及人工智能有机的结合在一起,综合运用的交通管理系统。是人、交通工具、交通设施、环境四位一体的体现^[5]。

2 基于无线传感器网络的智能交通系统

我国智能交通还有很大的发展空间,现阶段对数据采集、处理、决策方面的研究显得尤为重要。无线传感器网络的技术的快速发展,为解决该类问题提供了一种先进的技术支持。目前基于无线传感器网络的智能交通系统还没有一个统一的规范^[6]。在对相关领域知识及已有研究的了解和分析后,本文提出了一种基于无线传感器网络的智能交通系统方案。该方案旨在解决数据采集、通信、处理问题。通过对车辆信息的可靠采集处理为管理者和行人提供数据信息服务,该系统主要实现以下功能。

1)定位(位置信息采集),车辆位置信息可以通过分布式传感网络中的若干个固定节点,通过无线定位确定,交通管理者可以随时获知车辆的具体位置。当出现交通事故或者交通堵塞时,能使他们及时的做出应急措施从而提高道路通行率^[7]。

2)解决行车规范及事故责任问题(速度信息),通过对当时时间和车辆位置信息进行处理,可以获得车辆在任何路段的速度信息,这在一些环境相对恶劣,工作人员不易到达的地方显得尤为重要,通过对车辆速度的准确掌握,管理者可以很容易解决超速等行车不规范问题。

3)提高道路利用率(指定路段指定时间内车流量统计),通过这个信息可以知道道路使用状况,可以为管理者临时解决交通拥堵,提高行车效率提供参考。例如在十字路口(假设是东西,南北交叉路口),东西方向比较拥堵,南北方向道路比较空闲,管理者就可以根据这个信息通过改变红绿灯时间或者安排交警等方式来改善通行状况^[8]。

4)改善安全行车(语音提示),设定一个距离阈值,车载节点通过判断附近是否有其他车载节点,当发现有其他车

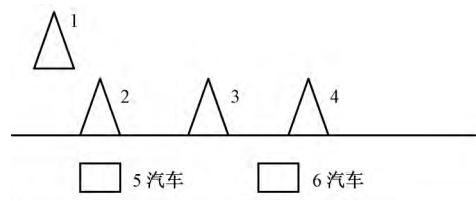
辆在附近并且距离小于设定的距离阈值时发出报警器,提醒行人注意安全,这样就可以减少追尾和交叉路口碰撞事故,提高交通安全^[9]。

通过对本系统的研究,作者将无线传感器网络技术应用用于交通领域,完成了对交通数据的智能采集、处理工作,为管理者提供了可靠的交通数据。这些数据可以为后来开发的便民应用和信息服务提供数据支持。

3 基于无线传感器网络的智能交通系统结构

3.1 简介

本系统主要是根据接收信号强度指示值及车载节点、路边节点携带的特有信息,结合无线定位技术获取车辆的位置信息和计算车辆的速度信息及车辆数目。为了提高数据采集、传输的可靠性、实时性,本系统使用了具有大规模、自组网的无线传感器网络技术,网络节点采用 TI 公司的 CC2430 芯片作为数据传输和简单的数据处理芯片。考虑到传感器能耗问题,为了提高系统的系统寿命,将大量的数据计算、处理交由 PC 完成,为了获得友好的人机交互效果,本文在 PC 上对采集到的数据进行了处理,将接收到的数据如时间、车辆信息(车辆节点 ID)等进行了实时显示,同时计算出车辆的速度信息、统计车辆的数量并绘制其随时间变化的动态图,便于交通决策者对道路交通状态的实时掌握^[10]。W-ITS 实验的节点布置图及系统设备分别如图 1 和 2 所示。



1 号节点是网关节点;2~4 是路由节点;5、6 是车载节点

图 1 WSN-ITS 实验节点布置

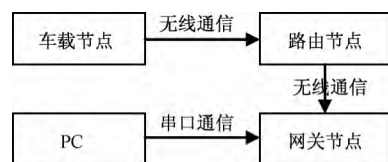


图 2 WSN-ITS 系统设备

3.2 系统的硬件组成

考虑到成本和功耗的问题,本系统的硬件部分主要采用 TI 公司提供的 CC2430 芯片,它是一个安全意义上的 SoC,支持 ZigBee 等无线传感器网络协议软件工具,是现在少有的全面且具有竞争优势的无线传感器网络应用开发解决方案,是一款专门为实现无线传感器网络应用提供解决方案的芯片,它集成了高性能、低功耗的 8051 微控制器内

核、支持 IEEE802.15.4 标准 2.4 GHz 频段的 RF 无线射频芯片 CC2420 收发器及一系列外设资源。外设资源主要有定时/计数器、DMA、AES-128 协处理器、ADC、复位电路、usART、21 个可编程 I/O 口、晶振为 32 kHz 的休眠定时器、128 KB Flash 闪存等。具有高性能、低功耗、抗干扰能力强、DMA 支持、CSMA/CA 支持等特点,能同时对数据进行传输和处理并且传输速率可高达 250 Kbps^[11]。

在 W-ITS 中的通过对节点进行不同的软件编号标识,把它们分成不同的功能节点:车载节点、路由节点、网关节点。其中为了便于实验网关节点需嵌入到一块扩展了功能的底板上。车载节点负责信息的传送,路由节点负责数据的转发和位置参考、网关负责将接收数据与 PC 通信^[12]。各节点的功能结构如图 3~5 所示。

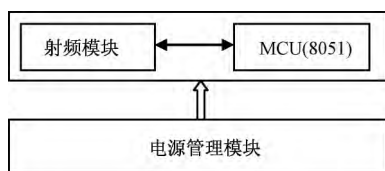


图 3 车载节点功能结构

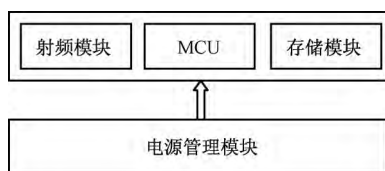


图 4 路由节点功能结构

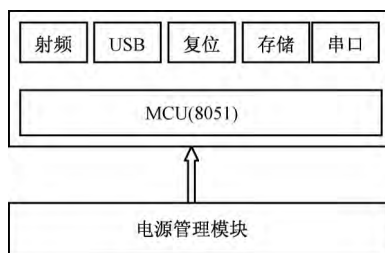


图 5 网关节点的功能结构

3.3 系统的软件组成

W-ITS 系统主要由无线传感器网络节点、PC 端、数据库服务器组成。节点程序是基于 TinyOS 系统采用 C 语言开发的,PC 端程序是在 Microsoft Visual Studio(VS2010)平台上采用 C++ 技术开发的图形化界面程序,数据库用的是用 Microsoft Access 2010 开发的^[13]。软件系统框图如图 6 所示。

TinyOS 系统是目前业界公认的最成功的开源 WSN 操作系统,已成为无线传感器网络研究的一个标准平台。它起源于美国的加利福尼亚大学伯克利分校(UCB)到如今已成为了一个国际性的合作项目。

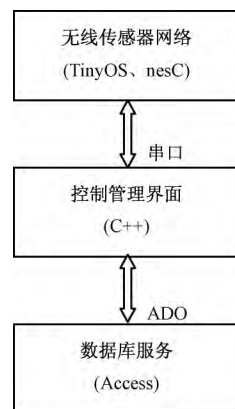


图 6 软件系统

TinyOS 操作系统在功能上具有可在有限的资源上运行、允许高度的并发性、适应硬件升级、支持多样化的应用程序、鲁棒性强、支持多个硬件平台等特点;在技术方面采用组件化的编程思想、事件驱动机制、轻量级线程技术及两层调度方式、基于事件驱动模式的主动消息通信方式等特点;TinyOS 系统拥有一套功能完善的组件模块库,包括网络协议类组件(如 CTP)、分布式服务器类组件、传感器驱动类组件及数据识别工具类组件等。这些特点是 TinyOS 系统能成为无线传感器网络研究开发标准的基础^[14]。

nesC 语言是 C 语言的扩展好改进,是为 TinyOS 系统专门设计的一门语言,它体现了 TinyOS 系统的结构化概念和执行模型。nesC 语言主要特点有程序的构造和组合相互分离;组件行为规范由一组接口规定;接口都是双向性的;组件通过接口静态相连;程序的并发模型是在没有中断的情况下只要作业开始就要保持到结束^[15]。

4 实验及实验结果分析

本文节点部署共布置了 5 个路由节点,它们的间隔都是 5 m。本实验是通过人拿着移动节点模拟车辆在路由节点连线所在直线上运动,然后在 PC 端得到实验数据,通过对数据的分析评估系统的性能。实验的第 1 部分是单路由转发实验,在 PC 端观察并记录数据,评估节点通信质量。第 2 部分是逐个增加路由节点重复进行第 1 部分的工作,比较网络中路由节点数量不同对传输数据和系统性能的影响,寻找网络最佳路由数量。并用这个值对整个网络的路由节点进行分簇,使得簇的大小等于最佳路由节点数。通过多次试验证明当簇内有 5 个节点时,系统效果较好。

由实验结果分析可知:

1)节点间距离越近,节点间的信号强度越强,上位机列别信息与数据库一致;

2)当速度慢使通信可靠性可以达到 100%(前提是选择一个比较好的实验环境)。速度快时偶尔会有丢包发生,但在承受范围内,不会影响应用。

本文通过实验测得的平均速度和实际速度进行比较来评价系统性能。实验测得的平均速度和实际速度如表 1 所示。

表 1 实验结果

项目	慢速	快速
实验值/($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	1.40	2.36
实际值/($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	1.32	2.52
误差率/%	6.06	6.35

由表 1 可知,系统对低速运动的测量精度要高。当增大速率及增加距离时,实验误差率增大。总的来说,结果测得的速度值,精度是能够满足应用的需求的,实验达到了预期的目的。相对于地感线圈和雷达测速原理,此系统在能够保证测速精度的条件下,具有的便捷性、低速率、低复杂度、低功耗、低成本的优点,十分适合于实际应用。

5 结 论

本文简述了当代交通存在的问题,说明了智能交通研究的必要性。在实验的情况下虽然测得速度,可以满足交通系统的测速需求,但是受无线传感器网络本身以及实验环境制约,实验有一定的局限性,本实验只完成了简单的部分,为了使系统更完善,还要做很多后续工作。

参考文献

- [1] 杨波,邹富强. 异向性磁阻传感器检测车流量的新方法[J]. 浙江大学学报(工学版), 2011, 45(12): 2109-2114, 2158.
- [2] 张帆. 面向公路交通的无线传感器网络节能关键技术研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2011.
- [3] 徐立锋. 基于无线传感器网络技术在交通信息采集系

统的应用[J]. 计算机应用与软件, 2012, 29(4): 236-241, 262.

- [4] 陈艳艳,王东柱. 智能交通信息采集分析及应用[M]. 北京:人民交通出版社, 2011, 12: 23-46.
- [5] 潘浩,董齐芬,张贵军,等. 无线传感器网络操作系统 TinyOS[M]. 北京:清华大学出版社, 2011.
- [6] 王慧斌,肖贤建,严锡君. 无线传感器检测网络信息处理技术[M]. 北京:国防工业出版社, 2010, 34-66.
- [7] 赵成. 无线传感器网络应用技术[M]. 北京:清华大学出版社, 2016, 58-79.
- [8] 刘明,陶正苏. 基于 TinyOS 的 CC2430RSSI 定位的设计及实践[J]. 电子设计工程, 2012(20): 155-158.
- [9] 青岛东合信息技术有限公司. TinyOS 操作系统开发技术及实践[M]. 西安:西安电子科技大学出版社, 2014.
- [10] 吴成东. 智能无线传感器网络原理与应用[M]. 北京:科学出版社, 2011, 45-67.
- [11] 杜晓通. 无线传感器网络技术与工程应用[M]. 北京:机械工业出版社, 2010, 47-69.
- [12] 张振东. 智能交通系统概述及国内外发展状况[J]. 科学之友, 2010(6): 97-99.
- [13] 石峰. 无线传感器网络应用平台的研究与设计[D]. 西安:西安科技大学, 2010.
- [14] 任晓莉. 基于 WSN 的路口交通信号控制设计[J]. 计算机技术与发展, 2011, 21(10): 193-196.
- [15] ANDREW S, JENNIFER G. Head First c++ 2nd edition [M]. O'Reilly Media, 2010: 2-3.

作者简介

钱锁, 1991 年出生, 硕士研究生, 主要研究方向无线传感器网络、智能交通。

E-mail: 1002290664@qq.com