

可重构车联网网络试验平台的设计

段宗涛,王 栋,康 军

(长安大学 信息工程学院,陕西 西安 710064)

摘 要: 为了测试车联网应用程序和协议在面对节点失效或节点新增时的鲁棒性,设计并实现了一种可重构的车联网网络试验平台.该试验平台包括车载终端、路侧节点和远程终端 PC.车载终端由超级节点、Telosb 传感器节点、RFID 读写卡器组成;路侧节点由超级节点和 RFID 读写卡器组成.车载终端和路侧节点的通信通过 RFID 完成,路侧节点和远程终端 PC 通信通过局域网来完成.该试验平台中车载终端中的传感器网络是以 Twist 为基础设计的, Twist 传感器网络可以很容易改变网络拓扑结构,因此本试验平台是可重构的.经过对系统命令响应时间延迟的测试,本试验平台能够在延迟时间可以接受的范围内改变网络的拓扑结构.

关键词: 智能交通;试验平台;传感器;车联网;可重构

中图分类号: TP399

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2013)08-0132-03

Design of Reconfigurable Testbed of Internet of Vehicles

DUAN Zong-tao, WANG Dong, KANG Jun

(School of Information Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: In order to check the robustness of application and protocols against node failures or addition of new nodes, a reconfigurable testbed of internet of vehicles which includes vehicle terminal, road side node and remote terminal computer is designed. Vehicle terminal includes supernode, Telosb sensor node and RFID reader card module. Road side node includes supernode and RFID reader card module. The communication between vehicle terminal and road side node is achieved by RFID, the communication between road side node and remote terminal computer is achieved by local area network. The wireless sensor network of vehicle terminal is based on Twist which can easily change topological structure, so the testbed is reconfigurable. After the system command response time delay test, the test platform can change topological structure within the range of acceptable delay time.

Key words: intelligent transportation; testbed; sensor node; internet of vehicles; reconfigurable

1 引言

车联网是指装载在车辆上的车载终端通过无线射频等识别技术,实现在信息网络平台上对所有车辆的属性信息等进行提取和有效利用,并根据不同的功能需求对所有车辆的运行状态进行有效的监管和提供综合服务^[1].车联网中的车载终端要收集大量的信息,一般用大量的传感器来完成该任务,对这些传感器如何进行管理是研究者必须面对的一个问题^[2].本文设计了一个可重构的车联网网络试验平台,可以通过远程终端 PC 控制车载终端连接的大

量传感器,改变传感器网络的拓扑结构.

2 相关研究

车联网是物联网在交通领域的具体应用,要实现车联网需要无线传感器网络.国外对无线传感器网络的研究起步较早,现在已经有了很多成熟的测试平台, Twist 就是其中之一. Twist 是由柏林工业大学的 TKN 小组开发的一个可扩展的、灵活的测试平台架构,它是一种拓扑结构可变的传感器网络试验平台,其体系结构如图 1 所示^[3].在 Twist 中,超级节点和 USB 集线器相连,再通过 USB 集线器

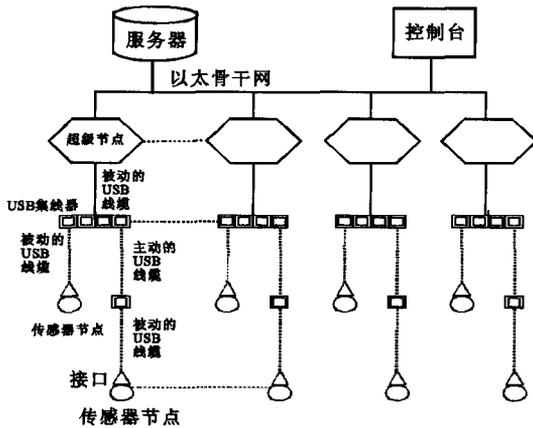


图 1 Twist 的硬件体系结构

与传感器节点相连(连接使用 USB 线缆),作为服务器/控制台的计算机通过网络与超级节点相连. 传感器节点得到的数据通过 USB 线缆经 USB 集线器汇聚到超级节点,在超级节点汇聚的信息可以传送到服务器进行处理,控制台可以通过网络发送控制信息给超级节点,超级节点再把收到的信息分发给所连接的传感器节点,这样就构成了一个传感器网络的测试平台. 控制台可以通过超级节点发送控制指令给相应的节点使其关闭或者打开,从而实现了整个传感器网络拓扑结构的改变.

本文介绍的车联网网络试验平台中的车载终端的传感器网络就是以 Twist 为基础设计的,在车联网网络试验平台中可以通过远程终端 PC 发送指令来控制某个传感器节点的打开或关闭,从而改变整个传感器网络的拓扑结构,因此本文设计的车联网网络试验平台是可重构的.

3 系统组成

车联网的一个重要功能就是实现车路的双向通信,对应着本试验平台中的车载终端和路侧节点. 车载终端连接了大量的传感器,传感器感知到的信息通过车载终端发送给路侧节点,路侧节点将该信息通过有线或者无线的方式发送给远程终端 PC,在 PC 上对这些信息进行存储、处理. 此外,还有一些控制信息需要发送给车载终端,这些控制信息是从远程终端 PC 发出,通过有线或者无线的方式发送至路侧节点,再经路侧节点发送至车载终端,这样就完成了车路的双向通信,有了一个车联网网络试验平台的雏形. 本试验平台共包括三个部分:车载终端,路侧节点和远程终端 PC.

如图 2 所示,在本试验平台中,车载终端和路侧节点的通信是通过 RFID 来实现的,路侧节点和远

程终端 PC 的通信是通过局域网实现的.

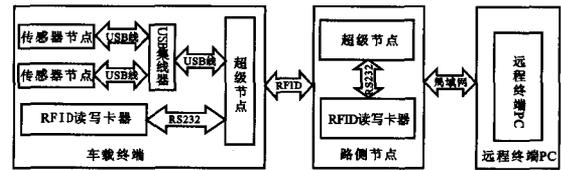


图 2 车联网网络试验平台组成

车载终端部分包括了以下几个部分:超级节点、RFID 读写卡器、USB 集线器、传感器节点. 超级节点的作用是对传感器采集来的数据存储转发,传感器节点的数据通过 USB 集线器汇聚到超级节点上,然后通过和超级节点相连的 RFID 读写卡器把数据发送出去;反过来,从 RFID 读写卡器收到的一些控制信息先通过超级节点,然后再分发到各个传感器节点.

路侧节点包括以下两个部分:超级节点和 RFID 读写卡器. 这里超级节点的作用也是对数据的转发,车载终端收集到的数据经过 RFID 传输到路侧节点的超级节点,然后再通过局域网转发到远程终端 PC 上;远程终端 PC 的控制指令经过局域网传输到路侧节点中的超级节点,然后经过 RFID 传输到车载终端.

这里的远程终端 PC 就是普通的计算机,在远程终端 PC 上可以对传感器的数据进行存储并处理,也可以从远程终端 PC 发布一些控制信息.

4 系统硬件

超级节点主要是起到了数据转发的功能,又因为它是车载终端的一部分,所以要求超级节点体积要小巧,功耗要低,还要具有一定的数据处理能力. 本文选择了台湾昭营科技(ICOP)生产的 eBox-3300MX,一款采用了低功耗 X86 嵌入式微处理器的设备,它集成了以下特点:512 MB 内存、VGA 显示、USB、PS/2 键盘、鼠标、局域网、WIFI、音频接口,另外它采用 15VDC 供电,体积为 115 mm * 115 mm * 35 mm^[4],满足车载的要求. 超级节点安装了 Windows XP 系统,方便了开发.

本测试平台所使用的无线传感器节点是 Telosb, Telosb 是由 Crossbow 公司推出的基于 IEEE802.15.4 Chipcon 无线收发器芯片的下一代超低功耗、高传输率、无线传感网络平台,它带有 16 位的 MSP430MCU 和 CC2420 射频芯片. Telosb 携带有一个容易使用的 USB 协议,使用它可以直接对 Telosb 平台进行编程、调试及数据采集^[5].

本文的 Telosb 节点采用的是电池供电,要实现
对 Telosb 传感器节点电源的控制,以改变无线传感
器网络的拓扑结构,还需要用到 USB 继电器. 将
Telosb 的供电模块和 USB 继电器的控制模块相
连,这样就实现了通过 USB 口发送指令来控制 Te-
losb 节点的电源关闭与否.

RFID 读写卡器模块采用的是北京博创兴盛科
技有限公司物联网 RFID 平台中的 ISO-18000-6
协议模块,其 UHF 超高频工作频率为 915 MHz,输
出功率可调整,在小功率下连接小增益天线的情况
下,可以稳定可靠读取 1 米距离范围内的兼容 EPC
GLOBAL 第二代(Gen2)标准和兼容 ISO-18000-
6 标准的各种无源电子标签^[6].

本平台使用的 USB 集线器是 ORICO(奥睿科)
H4928-U3 超高速 USB3.0 4 口 HUB,支持
USB2.0 和 USB3.0,另外支持 USB 电源供电模式
及 DC 电源供电模式.

5 系统软件

系统软件包括三个部分,一个部分是车载终端
中的超级节点上的程序,它的主要功能是汇总传感
器感知的数据并通过 RFID 发送出去,此外还从
RFID 接收控制信息并分发. 第二个部分是路侧节
点中的超级节点上的程序,它的主要功能是从
RFID 接收车载终端发来的数据并且通过局域网发
送给远程终端 PC,此外还将从局域网接收到的控制
信息通过 RFID 发送出去. 第三个部分是远程终端
PC 上的程序,它的作用是接收路侧节点的数据并
分析,以直观的形式把传感器的拓扑结构展示出来,
此外还完成发送控制信息给车载终端中的传感器.
由于超级节点安装了 Windows XP 系统,所以本文
开发软件采用了 VC++6.0 的 MFC 方式,有丰富
的 API 可以调用. 远程终端 PC 上的程序的界面如
图 3 所示.

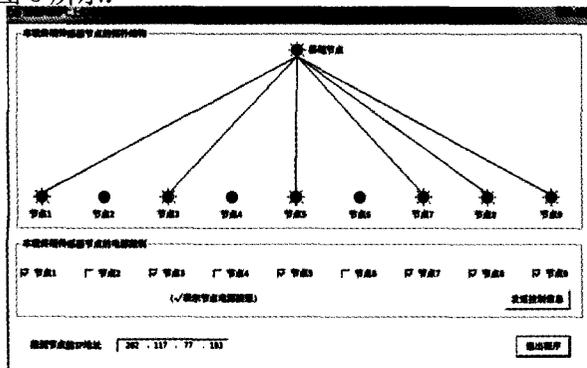


图 3 远程终端 PC 上的程序界面

6 系统测试

本系统的功能测试是使用远程终端 PC 上的程
序随机关闭一个、三个、五个、七个、九个节点,观察
车载终端上的传感器节点是否相应的关闭并记录延
迟时间;然后再使用远程终端 PC 上的程序随机打
开一个、三个、五个、七个、九个节点,观察车载终
端上的传感器节点是否相应的打开并记录延迟时间.
如果车载终端上的传感器节点能够在接收到远程终
端的指令后进行相应的关闭和打开而且延迟时间在
可以接受的范围内,则说明了本测试平台是可重构
的,满足要求.

表 1 系统测试结果 1

| 远程终端 PC 选择 要关闭的节点号 | 车载终端传感器 被关闭的节点号 | 系统延迟 时间/ms |
|-----------------------|--------------------|---------------|
| 2 | 2 | 96 |
| 1,3,9 | 1,3,9 | 98 |
| 2,3,5,8,9 | 2,3,5,8,9 | 89 |
| 1,3,4,5,6,8,9 | 1,3,4,5,6,8,9 | 99 |
| 1,2,3,4,5,6,7,8,9 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9 | 93 |

表 2 系统测试结果 2

| 远程终端 PC 选择 要打开的节点号 | 车载终端传感器 被打开的节点号 | 系统延迟 时间/ms |
|-----------------------|--------------------|---------------|
| 2 | 2 | 93 |
| 1,3,9 | 1,3,9 | 89 |
| 2,3,5,8,9 | 2,3,5,8,9 | 94 |
| 1,3,4,5,6,8,9 | 1,3,4,5,6,8,9 | 83 |
| 1,2,3,4,5,6,7,8,9 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9 | 95 |

7 部署及应用

为了能够模拟车联网的真实环境,可以将车载
终端部署到智能车上,在一条模拟环形道路旁边设
置多个路侧节点并接入局域网,当智能车在模拟道
路上行进时,可以通过接入局域网的计算机来控制
车载终端上连接的各种传感器. 因为这是一种可重
构的车联网网络试验平台,可以人为控制某些传感
器节点的开关,所以它支持模拟真实环境下的鲁棒
性测试. 可以模拟传感器节点由于电池耗尽而失效
或者在传感器网络中增加一些新的节点时的情形以
测试应用和协议的鲁棒性.

8 结束语

由表 1 和表 2 的系统测试结果来看,本车联网
(下转第 138 页)

4 结束语

虽然本文专注于讨论剔除算法,但 ABT 树在其他很多领域也是非常有用的,包括 AI 和 3D 音效管理。当前的硬件技术发展,要求我们去研究对不同的内存层访问数据时所需要的系统开销。CPU 的速度会继续大幅提升,但是内存的发展却跟不上这个脚步。计算机的性能将会变得越来越依赖于内存访问,而不是单纯的 CPU 原始性能。实时仿真需要大量的数据集,而内存瓶颈会成为它的限制,CPU 发展所带来好的影响也会因此而弱化。但是,忽略缓存的算法具有很好的适应性,它为缓存感知算法提供了一个很好的替代方案,且二者的性能不相上下。

参考文献:

- [1] Frigo, Leiserson, Ramachandran Prokop. Cache-Oblivious Algorithms[C]//Proc 40th Annual Symposium on Foundations of Computer Science. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 1999: 285-297.
- [2] Patterson J, Hennessy F. Computer organization and design second edition The Hardware/Software Interface[M]. [S. L.]Morgan Kanfmann, 1997.

- [3] Ding C. Data layout optimizations[R]. Rochester, NY: computer organization Lecture, 2004.
- [4] van Emde Boas. Preserving order in a forest in less than logarithmic time And linear space. [J]. Inf Process, 1977, 6(3): 80-82.
- [5] Szecsi. An Effective Implementation of the K-D Tree Graphics Programming Methods[M]. [S. L.]; Charles River Media, 2003: 315-326.
- [6] Uatthias Wloka Batch, Batch, Batch: What Does It Really Mean? [M]. San Jose, CA: GDC, 2003.
- [7] Sedgewick. Algorithms in C[M]. [S. L.]; Addison Wesley, 1990.
- [8] Brodal. R Cache Oblivious Searching and Sorting[D]. Copenhagen, Denmark: Seminar, ITUniversity of Copenhagen, 2003.
- [9] Gomez, Loura. Compressed axis-aligned bounding box trees[M]. [S. L.]; Charles River Media, 2001.

作者简介:

杨明 男, (1972-), 讲师。研究方向作战仿真与虚拟现实。

刘宏义 男, (1972-), 副教授。研究方向作战仿真与虚拟现实。

(上接第 134 页)

网络试验平台可以成功改变传感器网络的拓扑结构,而且命令响应的延迟时间不大,说明了这个平台是可重构的。在实际的车联网中,车载终端和路侧节点都是大量的,而且车载终端是移动的,如何明确你要发送信息的目的车载终端是一个需要解决的问题,也是作者需要进一步研究的问题。

参考文献:

- [1] 王建强, 吴辰文, 李晓军. 车联网架构与关键技术研究[J]. 微计算机信息, 2011, 27(4): 156-158.
- [2] 刘敏钰, 吴泳, 伍卫国. 无线传感网络(WSN)研究[J]. 微电子学与计算机, 2005, 22(7): 58-61.
- [3] Handziski V, Köpke A, Willig A, et al. Twist: a scalable and reconfigurable testbed for wireless indoor experiments with sensor networks[C]// Proceedings of the 2nd International Workshop on Multi-hop Ad Hoc Networks: from Theory to Reality. New York, NY, USA: ACM, 2006: 63-70.

- [4] EBOX-3300MX 产品介绍[EB/OL]. [2013-03-26]. <http://www.compactpc.com.tw/product.aspx?act=detail&id=25>.

- [5] 张保华, 李士宁, 腾文星, 等. 基于无线传感器网络的温室测控系统研究设计[J]. 微电子学与计算机, 2008, 25(5): 154-157.

- [6] 何苏勤, 张彦芬. 基于 RFID 技术及 GSM/GPS 的车台系统[J]. 微电子学与计算机, 2004, 21(10): 74-76.

作者简介:

段宗涛 男, (1977-), 博士后, 副教授。研究方向多媒体智能信息处理、交通信息综合处理与应用、多核/众核并行计算技术及其应用。

王栋 男, (1989-), 硕士研究生, 研究方向为物联网及智能交通。

康军 男, (1975-), 博士, 讲师。研究方向为网络环境下复杂系统控制理论与工程研究。