
无线传感器网络在智能交通系统中的应用

智能交通系统(ITS)应用在城市交通中主要体现在微观的交通信息采集、交通控制和诱导等方面,通过提高对交通信息的有效使用和管理来提高交通系统的效率,主要是由信息采集输入、策略控制、输出执行、各子系统间数据传输与通信等子系统组成。信息采集子系统通过传感器采集车辆和路面信息,策略控制子系统根据设定的目标(如通行量最大、或平均候车时间最短等)运用计算方法(例如模糊控制、遗传算法等)计算出最佳方案,并输出控制信号给执行子系统(一般是交通信号控制器),以引导和控制车辆的通行,达到预设的目标。

无线传感网促进智能交通的发展

智能交通系统(ITS)应用在城市交通中主要体现在微观的交通信息采集、交通控制和诱导等方面,通过提高对交通信息的有效使用和管理来提高交通系统的效率,主要是由信息采集输入、策略控制、输出执行、各子系统间数据传输与通信等子系统组成。信息采集子系统通过传感器采集车辆和路面信息,策略控制子系统根据设定的目标(如通行量最大、或平均候车时间最短等)运用计算方法(例如模糊控制、遗传算法等)计算出最佳方案,并输出控制信号给执行子系统(一般是交通信号控制器),以引导和控制车辆的通行,达到预设的目标。

无线传感器网络是一种融合短程无线通讯技术、微电子传感器、嵌入式系统的新技术,逐渐被用于智能交通系统等需要数据采集与检测的相关领域。基于 IEEE802.15.4 规范的 ZigBee 技术,具备以下良好特性:①功耗低,2 节普通 5 号电池可支持一个节点工作 6~24 个月;②组网能力强,网络最多可达个节点,并支持树状、星状、网状等多种组网方式;③传输距离远,两节点室外传输距离可达几百米,在增加发射功率后可达几千米;④可靠性高,具备多级安全模式;⑤成本低,开放的简化 ZigBee 协议栈,工作在 2.4GHz 免执照的 ISM 频段。

无线传感器网络具备优良特性,可以为智能交通系统的信息采集提供一种有效手段,可以监测路口各个方向上的车辆,根据监测结果,改进简化、改进信号控制算法,提高交通效率。无线传感器网络可以应用于执行子系统控制子系统和诱导子系统等方面。例如可以应用该技术改进信号控制器,实现智能公交系统的公交优先功能。

用于 ITS 的无线传感器网络构建

在无线传感器网络结构中,安装道路两旁的汇聚节点组成一个自组织的多跳网状 Mesh 基础网络构架,交通信息采集专用的传感器终端节点与每个临近的汇聚节点组成星型网络进行通讯,最终的数据将被汇聚到网关节点上。网关节点可以作为一个模块安装在交叉路口的交通信号控制器内,通过信号控制器的专有网络,将所采集到的数据发送到交管中心作进一步处理。

在无线传感器网络部署中,汇聚节点可以安装在路边立柱、横杠等交通设施上,网关节点可以集成再交叉路口的交通信号控制器内,专用传感器终端节点可

以埋在路面下或者安装在路边,道路上的运动车辆也可以安装传感器节点动态加入传感器网络。

采用无线传感器网络进行交通信息采集

在交通信息采集中,终端节点可采用非接触式地磁传感器来定时收集和感知区域内车辆的速度、车距等信息。当车辆进入传感器的监控范围后,终端节点通过磁力传感器来采集车辆的行驶速度等重要信息,并将信息传送给下一个定时醒来的节点。当下一个节点感应到该车辆时,结合车辆在两个传感器节点间的行驶时间估计,就可估算出车辆的平均速度。多个终端节点将各自采集并初步处理后的信息通过汇聚节点汇聚到网关节点,进行数据融合,获得道路车流量与车辆行驶速度等信息,从而为路口交通信号控制提供精确的输入信息。通过给终端节点安装温湿度、光照度、气体检测等多种传感器,还可以进行路面状况、能见度、车辆尾气污染等检测。

无线传感器网络在 ITS 中的应用

实现智能公交系统中的公交优先功能需要对现有交通信号控制器进行改造。通过添加传感器等辅助设备,交通信号控制器可以估算出公交车辆到达交叉路口的时间(旅行时间),计算出公交车辆在路口是否需要给予优先(可选择乘客数量作为优先权重),然后选择合适的优先控制策略,通过调整绿信比来优先放行公交车辆。交通信号控制器的改造包括:

- ①车载无线通讯终端节点;
- ②交叉路口交通信号控制器上集成无线网关;
- ③用于公交车辆定位的终端节点;
- ④通过构建基于 ZigBee 的无线传感器网络可以实现上述功能。

当要临近路口时,车载 ZigBee 无线终端节点进行公交车辆信息广播,路边部署的无线传感器网络获取信息后,公交车辆定位的终端节点对其跟踪获取信息并汇聚到无线传感器网络网关节点上,通过内部连接最后信息传送给交通信号控制器,进行相应的优先处理。

网络节点软件功能设计

在 ITS 无线传感器网络的设计中,网络节点按照功能不同,需要分别进行设计。终端节点、汇聚节点和网关节点的软件功能如图 3 所示。终端节点安装不同的传感器用于运动车辆信息采集和道路信息获取等。其功能实现可按照精简功能设备(RFD, ReducedFunctionDevice)标准来实现。终端节点与汇聚节点按照星型网络组网,在固定时间点由睡眠状态醒来与汇聚节点主动通讯。信息路由则交给父(汇聚)节点及网络中具有路由功能的协调器和路由器完成,降低了节点功耗和软件实现复杂度。汇聚节点是终端节点软件功能上的扩展,实现了扩展网络及路

由消息的功能，允许更多重点节点接入网络。可按照全功能设备(FFD, FullFunctionDevice)标准进行设计。

无线传感器网络节点软件功能

网关节点是网络中所需要的协调器，负责启动网络、配置网络成员地址、维护网络、维护节点的绑定关系表等，还负责将所采集的数据初步处理并交付交通信号控制器传输到上一级信息中心，需要较多存储空间、计算及通讯能力。

网络节点硬件功能设计

现有较多的无线传感网解决方案，包括各芯片产商推出的单片机外接射频芯片和集成射频、微处理器的单芯片等。在节点设计中较常采用的 ZigBee 射频芯片有 Atmel 的 AT86RF230、TI 的 CC2420、Freescale 的 MC1319x 和 MC1320x、Microchip 的 MRF24J40 等。此外，芯片产商推出了单芯片解决方案，如 TICC2430 延用了 CC2420 芯片的架构，在单个芯片上整合了 ZigBee 射频前端、内存和微控制器；Freescale 的 MC1321x/MC1322x 和 Jennic 的 JN5121/JN513x 单芯片解决方案等。

● 基于 Atmel 的 AT86RF230 射频芯片和 AVR 单片机设计方案

典型的终端节点和汇聚节点设计如图 4 所示，采用 Atmel 的 8 位 RISC 结构低功耗 ATmega1281VMCU 作为系统控制核心。采用 512KB 的 AT45DB041D 作为外部程序存储器。射频模块使用 Atmel 的支持 ZigBee 协议的 AT86RF230，RF 功率达到 3dBm，室外传输距离可达 300 米以上节点的扩展接口可连接模拟输入、数字 I/O、I2C、SPI 和 UART 接口，这些扩展接口使其易于与传感器及其它外设连接，例如外接光度、温温度、气压、声、地磁和加速度等传感器。

传感器节点设计

● 基于 TI 的 CC2420 芯片和 ARM 单片机设计方案

在设计无线传感器网络网关时，需要较强的数据处理能力，用以实现复杂路由协议以及信息处理等。如图 5 所示 Crossbow 的 imote2 节点采用了 MarvellPXA271 高性能、低功耗处理器。该处理器使用动态电压调节技术，频率范围 13MHz~416MHz，可工作于低电压(0.85V)低频率(13MHz)模式，具备了优良的动态电源管理技术。此外，该处理器封装内集成三个芯片 256KBSRAM，32MBFLASH 以及 32MBSDRAM，减小了体积。通过提供多种 I/O，能够灵活的支持不同种类的传感器。该处理器还支持一个 MMX 协处理器，提高多媒体处理能力，可以用于无线多媒体传感器网络中的语音和图像处理。Imote2 使用 TI 的 CC2420ZigBee 射频芯片，支持 2.4GHz、16 通道 250kb/s 数据传输，发送功率-24~0dBm。有效通讯距离是 30 米，可以通过 SMA 接口外接天线来增加传输距离。

● 节点设计其他考虑

在智能交通系统专用无线传感器网络节点设计时需要如下考虑：

①节点低功耗设计。终端节点都是电池(可用太阳能蓄电池)供电。

②节点成本要低廉。在进行大规模交通信息采集等部署时，节点成本将是项目关键。

③节点的数据处理及存储能力。一些节点需要进行高速信息采集并且运行识别算法，所以需要数据处理能力。还需要考虑在有限的空间之内存储程序、数据、以及支持代码在线更新等功能。

④此外，根据不同应用场合的需要，无线传感器节点要具有不同的传感器接口，能外接不同的传感器。

其中，能耗管理应该作为重点考虑。特别是采用 32 位 ARM 处理器外接射频芯片的解决方案，需要有效降低节点能耗，需要在系统级软件上进一步改善能耗管理，例如优化 TinyOS 或嵌入式 Linux 电源管理功能。

结语

无线传感器网络技术应用与研究得到更多关注。本文结合智能交通系统中的典型应用，讨论了无线传感器网络的设计等问题。随着技术与成熟，无线传感器网络技术可以在智能交通系统中更多关键性场合得到应用，例如电子收费、交通安全与自动驾驶、停车管理、交通诱导系统等，更进一步推动智能交通系统的发展。