基于智能交通系统的WSN结构研究

Mounib Khanafer, Mouhcine Guennoun, Hussein T. Mouftah  
School of Information Technology and Engineering  
University of Ottawa  
800 King Edward Ave., Ottawa, ON, Canada  
khanafer@site.uottawa.ca, mguennou@uottawa.ca, mouftah@site.uottawa.ca

摘要-伴随着软件系统的发展和高性能集成电路的出现，使制作一个体积小，质量轻，装载着嵌入式处理器，传感器和无线传输的无线节点成为了可能。通过深度广泛的部署这些节点，我们可以建立一个无线传感器网络(WSN)。在这个网络中，传感器监测物理因素或环境信息，像温度，声音，震动等等。传感器周期的向中心收集单元上报收集到的信息，中心节点分析处理这些数据，并且在必要的时候做出合理的反应。WSNs其独特的特征和功能为智能交通系统的出现成为了可能。在ITSs中，计算机的智能和信息技术支持着交通系统的基础设施，解决着紧急情况像交通堵塞，交通事故等等。在这篇文章中，我们研究了一个高效的基于智能交通系统的WSN架构要求，调查了这种应用推荐的WSN架构，强调了他的优缺点 ，并且提出了未来在这个领域的研究方向。

关键字：无线传感器网络；智能交通系统；网络结构；

# 介绍

硬件制造技术和MEMS技术的巨大优点就是使智能的传感器节点的制造成为了可能，它可以实现三个重要的功能：感知，处理和无线传输。这些传感器节点具有智能。小体积，低功耗，低成本并且容易安装和维修。这些特征为许多应用打开了一扇大门，通过大量部署传感器节点，形成一个独特的无线传感器网络。WSNs主要的功能就是监测物理或者环境现象，比如温度，声音，震动，相关湿度，环境污染物等等。他们也会把这些数据传输给一个能够处理和分析数据的中心节点，并且采取对应的措施。从具有争议的军事项目开始，比如服役战争，WSNs逐渐的进入大量的民用项目中，像运动追踪，交流监测，火警监测，地震监测，智能家居等等，这提到的只是一点点。WSNs的不同方向吸引着进一步的研究和更多人的学习。

智能交通领域证明了WSNs的高效。ITS依靠先进的计算机技术和信息技术证明了一种新的并且有效的交通系统是存在的。通过检测和定位技术，无论是城市或者郊区的交通环境都可以被持续的监测。通过这个技术，最直接的好处就是通过指导车辆远离高拥堵的地区，从而解决的交通堵塞问题。ITS甚至可以被用来解决停车场问题，报告紧急情况，错误方向，在高速上传播交通情况，提供旅行信息，避免车辆拥堵和增强驾驶者的安全等等。许多政府都实施了ITS项目，像加拿大[4]，美国[5]，欧洲[6],日本[7]，澳大利亚[8]，和其他一些国家。除此之外，许多教育机构，地方研究机构和公司正在进行不同的ITS项目研究。比如，CAPTIV [9], SAFESPOT[10][11],PATH[12],FLEETNET[13][14][15], CVIS [16],TRACKSS [17],和MORYNE [18]。

对ITS不断增长的兴趣促进了许多框架协议的发展(比如(ART-Wise [19]) 和标准(像WAVE (IEEE 802.11p) [20, 21] 和CALM[22, 23]))。ITS依靠传统的检测传感器包括感应线圈，摄像头，超声波，雷达[22]等等。但是，这些传感器都有主要的几个缺点，影响了与ITS系统的合并这一唯一的目的。特别的，这些传感器体积庞大，耗电量大，安装、维护成本高。并且与中心处理器通过有线连接。这些特性破坏了ITS的可扩展性和它主要的目的，像交通监测或避免拥堵。将WSNs与ITS合并，是一个解决传统有线传感器问题的有效方法。无线传感器节点体积小，成本低，安装简单，大规模部署，有效率有能源，并且可以有效地自己处理突然出现的错误[1]。一条WSN由很多的传感器节点组成，这可以解决传统ITS扩展困难的问题。无线传感器网络提供了更大的交通基础设施覆盖，因此可以做出更好的交通安排控制决定。

ITS中部署WSNs吸引了许多团体和调查，分析了这种创新的好处。在Tubaishat中，对ITS中的WSNs引用进行了分类，主要分为以下三种类型：1)停车场监测，2)交通监测和控制，3)交通情况评估。非常重要的强调下，这些应用包含了两种信息交流，V2v(Vehicle-to-Vehicle)和V2I(Vehicle-to-Infrastructure)。在V2V中，为了交换信息，车上装有传感器，这对于避免严重的情况比如交通拥堵来说非常重要[25][26][27]。在V2I中，信息从车辆传到装在路边基础设施的传感器上。这种交流对于交通情况的传播非常重要，特别在高速上，支持更安全的交通出行[26]。在这方面一个最有趣的研究是Vehicular Ad Hoc Networks (VANETs)，VANETs是一个独特的方向，用WLAN进行V2V和V2I中的信息交流。但是，VANETs超出了这篇文章的研究范围，可以在[28]中找到更多详细信息。

利用WSNs可以有更多地方式进行V2V和V2I的信息交流。这些方式用了不同的WSN架构针对不同的目的和应用。在这篇文章中，我们回顾这些方式，并且强调他们的优势和劣势。后文按以下方式展开：在第二章，我们讨论影响WSN设计的主要因素。第三章提供了WSN系统架构的概况。第四章详细展开ITS中的WSN系统架构。第五章列举了理论上可用的WSN架构并且对比这些架构，最终得出一条他们优缺点的结论。第六章举了一个仿真的例子，来评估WSN在ITS中的实际表现。最后，在第七章总结我们的工作，并提出了一些未来基于WSN的ITS系统的发展方向。

# WSN设计要求

WSNs的系统架构从自组织网络，收集，adhoc网络的结构设计经验中产生[29]。后者强调去中心化，分布式的组织形式的需要，这与WSNs的特性是相同的。他们从实时计算技术，P2P计算技术，活动网络和手机蜂窝网技术中收益。除了刚提到的网络和计算技术，许多其他因素影响着WSN的结构设计。下面，我们列举了区分不同WSN结构的关键因素。

容错性：WSNs主要用于监测重要的情况。因此，WSN维持他的工作不被打断就非常重要，即使一些节点不能正常工作或者坏掉。通常情况下，WSNs被部署在一个很容易被破坏的环境内，环境干扰，或者不可充电或电池故障最终节点逐渐死亡。WSN节点容易出错，并可能导致对网络造成严重的中断。WSN的设计必须保证他的功能和服务不会被这些错误影响。

可扩展性：传感器节点被大量部署，从而形成了一个无线传感器网络。这个巨大的网络直接影响了方案和通讯协议在不同层的设计。比如，MAC协议应该支持每个节点公平竞争，使每个节点都可以接入链路并且减小或避免拥堵，这在有大量节点时就变得非常困难。同时，基于路由交换的路由协议可能会失效，因为节点带宽无法满足大量的流量控制。

产品成本：每个节点的成本应该最小化，因为他决定了最终网络的花费。

网络拓扑：WSN网络中的大量节点提升了网络拓扑的维护与更新的难度。这个难度在网络部署的初期就体现出来。传感器节点可以同时大量部署（比如从飞机上扔下）也可以手动的一个接一个（用人或机器人）部署在这个区域。在节点部署完成后，拓扑将因为一些节点的错误，节点位置的改变，信号无法到达，电源能量的大量减少等因素而改变。WSN需要能够适应这些突然地变化，避免任何功能的损失。

安全：在不熟的环境中，传感器节点可能部署的与要检测的因素非常近，也可能就在那个因素里面。因此，我们可以看到WSN通常没有监管。这意味着安全脆弱的WSNs很可能被入侵者破解。

QoS支持：时间敏感应用(尤其在军事上)要求实时交互要保证最大延迟，最小带宽或其他QoS因素。

能源消耗：这是任何WSN设计的主要因素。能源消耗应当最小，以保障尽可能延长网络的工作时间。事实上，“电量保持能力“是一个区分WSN和其他种类的无线网络的重要因素。后者可能考虑QoS因素(比如延时，吞吐量，公平性等等)作为设计的关键。基于这个特性，研究活动将目标放在了能量感知路由协议和算法上。能量感知应该在每个设计阶段考虑。事实上，能量感知增加了传感器节点的大小和复杂程度，硬件设计应该有效地利用能量。