

无线传感器网络在公路军事运输战场环境中的应用研究

杨竹苹, 黄琦志, 王敏
(军事交通学院, 天津 300161)

摘要: **目的** 研究无线传感器网络在公路军事运输战场环境中的应用。**方法** 通过分析无线传感器网络的组成和主要优势,根据公路军事运输战场环境的构成和特性情况进行研究。**结果** 提出了公路军事运输战场侦察与监控、战场目标跟踪、战场核生化监测等3个方面的应用构想。**结论** 研究提出的应用构想前景广阔,能在多种场合满足公路军事运输信息获取的实时性、准确性和全面性。

关键词: 无线传感器网络; 公路军事运输; 战场环境; 应用前景

DOI:10.7643/issn.1672-9242.2014.03.015

中图分类号: TP212.9 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2014)03-0071-05

Study on Application of Wireless Sensor Networks in Military Highway Transportation Battlefield Environment

YANG Zhu-ping, HUANG Qi-zhi, WANG Min
(Military Transportation University, Tianjin 300161, China)

ABSTRACT: Objective To study the application of wireless sensor networks in military highway transportation battlefield environment. **Methods** The study was based on the composition and the main advantages of wireless sensor networks, the composition and characteristics of the military highway transportation in the battlefield environment. **Results** Applications in the three aspects including the military highway transportation battlefield reconnaissance and surveillance, battlefield target tracking, battlefield nuclear and biological monitoring were suggested. **Conclusion** The scheme prospect was broad, which met the timeliness, accuracy and completeness requirements of information retrieval of military highway transportation in multiple occasions.

KEY WORDS: wireless sensor networks; military highway transportation; battlefield environment; application prospect

收稿日期: 2014-04-26; 修订日期: 2014-05-10

Received: 2014-04-26; Revised: 2014-05-10

基金项目: 军事交通学院资助科研项目(2013C36)

Fund: Supported by the Military Transportation University Research Fund (2013C36)

作者简介: 杨竹苹(1978—),女,天津人,硕士,讲师,主要研究方向为军事通信、公路运输及计算机模拟仿真。

Biography: YANG Zhu-ping(1978—), Female, from Tianjin, Master, Lecturer, Research focus: military communication, highway transportation, computer simulation.

无线传感器网络(Wireless Sensor Networks, WSN)具有密集型、随机分布的特点,适合应用于恶劣的战场环境中,从而受到很多国家的普遍重视。主要在军事、工业、农业、医疗等多方面有着巨大的应用价值,被认为是21世纪最重要的新兴技术之一^[1]。分析和研究无线传感器网络在公路军事运输战场环境中的应用前景,对于提高基于信息系统体系作战军交运输保障能力具有重要的现实意义。

1 无线传感器网络简介

1.1 概念及组成

无线传感器网络是由一组基于数据为中心的无线网络,它由部署在监测区域内的大量廉价的节点组成,这些节点具有无线通信与计算的能力,能够协作地实时监测、感知和采集各种监测对象的信息^[1]。系统中的每一个传感器节点都具有一种或多种感知器,如声感应器、红外线感应器、磁感应器等,可采集和初步处理数据,各节点之间通过专用网络协议实现信息的交流、汇集和处理,实现战场环境的探测、识别与跟踪。该系统通常情况下包含传感器节点、汇聚节点和管理节点,每类节点承担的功能各不相同^[2]。在需要监测的特殊区域随机部署大量微型传感器节点,所采集的数据通过这些传感器节点采用逐跳地方式在网络中传输,传递到汇聚节点,最后利用互联网或卫星无线传输方式把信息传递到数据处理中心的管理节点,用户再对收集到的数据进行分析处理,以便做出判断或决策。

1.2 主要优势

1) 精度高。为了获取精确信息,在监测区域会部署大量造价低廉的微型传感器节点,可能达到成千上万,这样可有效地减少网络空洞或盲区。同时大量的分布式节点可提供多角度和多方位的信息,可有效提高信号的信噪比,形成丰富的信息,减少虚假信息,提高了监测区域的精确度^[2]。

2) 灵活性强。由于无线传感器节点有统一完整的外部接口,必要时在现有节点基础上直接添加新的硬件功能模块,不需要开发新的节点,不需人为干预,很适合恶劣战场环境的监测,它远远强于传统

的传感器手段。另外,节点传感器成本低廉,可实现批量生产,甚至可作为一次性使用的通信设备,免维护。

3) 可靠性高。传感器节点的小型化和微型化,以及网络应具备的容错能力,可以使之大规模部署于指定的恶劣环境或无人区域。再加上它的自动识别组网特点,使得对网络实施传感器节点替换或增补成为可能。虽然单一节点的可靠性差一些,但使用分布式放置和密集部署,则大大提高了网络体系的冗余性,使系统在环境因素变化不可预知的情况下具有较强的抗毁能力,增高了网络信息获取的可靠性。

4) 无人值守。在当今复杂的电磁战场环境下,如果各种设备都由人员来操控的话会很大程度上增加操作人员的伤亡数量,因此无线传感器网络的无人值守特性显得尤为重要。一些廉价的包括声、光、电、红外等无需人员操作的地面传感器将被撒布在战场上,自动与各类平台和单兵组成网络,使每一名士兵都能提前知晓战场的势态。网络化的部队可以共享战场图像和目标数据,得以更好地作战协同和资源配置。

2 公路军事运输战场环境

2.1 构成

1) 自然环境。自然环境是由自然要素在空间有机组合形成的景观,对军事活动有深刻影响。当然,在公路军事运输活动中它也是必不可少的客观条件。公路军事运输战场环境中的自然环境要素,主要指与战场公路运输活动密切相关的地形、天候、水文、气象和生物等,以及相关要素在运输行动地区的分布情况。

2) 社会环境。公路军事运输战场环境中的社会环境要素,主要指由人口与居民地、民族与宗教、经济与科技、交通网、通信网、文化与医疗机构等要素构成的整体。公路军事运输力量在一个战役方向或地区担负运输保障任务,建立军民整体保障体系,形成军民保障合力,离不开与这一区域的社会联系,离不开这一区域广大人民群众的支持。

3) 军事环境。未来战场公路运输军事环境不仅决定着运输活动地域的不同和范围的大小,同时

也决定着不同地域、不同范围的天然条件,并对其自身产生不同的影响。公路军事运输战场环境中的军事环境要素,是由不同的作战、后勤、装备等力量,武器平台、技术装备等军事要素,在与自然和社会环境诸要素的相互作用中形成的。由于未来作战流动性强,使公路运输力量配置更加分散,且有可能被敌人层层分割,因而对运输保障快速反应能力的要求空前提高。相对于有形战场汽车运输空间的有形要素,无疑已突破了原有的战场公路运输空间结构,并以其特有的作用形式触及不同层次的战场公路运输领域,从而使这一无形的环境要素成为战场公路运输环境中具有独特影响性能的重要组成部分。也就是说,信息环境要素的出现使未来战场汽车运输环境更趋复杂化、信息化。

自然环境、社会环境和军事环境是一个有机联系的整体,三者的相互联系、相互作用构成了完整的公路军事运输战场环境体系。

2.2 特性^[3,6]

1) 客观性。客观性是公路军事运输战场环境最为本质的属性。因为,任何运输活动都是在一定时空条件构成的军事运输战场环境下进行的,公路军事运输战场环境对运输行动的制约和影响作用是客观必然的,古今中外的所有公路军事运输战场环境都不能例外。从公路军事运输战场环境的构成来看,无论其构成要素是自然性的,还是社会性和军事性的,这些军事运输战场环境要素都是相对于运输活动而客观存在的,从而形成了一种主客观的矛盾关系。此外,公路军事运输战场环境对运输活动的影响具有一定的规律性,而且这种规律是可以认识并指导人们能动地利用军事运输战场环境,提高公路军事运输对战场环境的适应性。

2) 多元性。公路军事运输战场环境是一个由自然、社会 and 军事诸要素构成的整体。其构成要素充分反映了多元的地理空间特性(包括点、线、面、体特征)、动态时间特性、光电频谱特性(包括声光信号、电磁信号、数字信号)和信息网络特性。它是自然环境、社会环境与军事环境、宏观环境与微观环境、有形环境与无形环境、静态环境与动态环境的有机结合。随着信息技术的飞速发展,公路军事运输战场环境将不再局限于传统的地理空间,而是与具有丰富内涵的信息空间相结合,构成一个全新的多

元化的军事运输战场环境。

3) 可变性。任何一种环境条件都是随时间而不断变化的,如随着时间的顺延,运输行动所经过地区的地貌、季节、气候、水文、植被等自然环境有可能发生变化。公路军事运输战场环境诸要素作为运输环境整体的组成部分,其内部又有各自不同的运动形式,构成了随时间变化的动态变化条件。一方面,公路军事运输战场环境有其自身的变化规律,如地形地貌和人文要素多以渐变方式变化;特大暴雨造成的洪涝、山体滑坡以及敌方打击所造成的运输力量损失、运输行动受阻等则多表现为突变方式。另一方面,公路军事运输战场环境在与运输活动的交互作用下,也会发生变化。因为公路军事运输战场环境既是公路军事运输系统的外部状况和条件,而其本身也是一个开放系统,可以接受外界的信息、能量,并依此而发生相应的变化。

3 应用前景

3.1 战场侦察与监控^[7,11]

战场侦察与监控重在围绕战场态势感知、智能分析判断和行动过程控制等因素,使系统实现全方位、全时域的有效运行,从而破除“战争迷雾”,提高战场对己方的透明度。美国国防部重点研发的“智能微尘”项目就是一个典型例子,它由微处理器、双向无线电收发装置和使它们能够组成一个无线网络的软件共同组成。该系统是通过在敌军驻地和可能的进攻路线上采用无人飞机或火炮把大量装有智能微尘的宣传品、子弹或炮弹在目标地点撒落下去,形成严密的监视网络,近距离侦察感知目标地区作战地形、敌军部署、装备特性及部队活动行踪、动向等。再结合其他无线网络传输方式将大量信息汇集到指挥中心,形成一幅公路军事运输战场态势图,以满足作战保障力量“知己知彼”的要求,为军交运输指挥员提供重要数据。有效弥补卫星、雷达等远程侦察设备的不足,全面提升联合战场感知能力。

3.2 战场目标跟踪

在军事领域对战场目标的识别与跟踪主要是利用声震传感器被动地监测到运动目标(如各种车

辆)后,再对目标进行识别、跟踪^[12]。美国陆军于2003年8月开发了“沙地直线”系统(A Line in the Sand),这种无线传感器网络系统具有密集型、分布式的特征,多种异构的传感器节点采用了松散连接的传感器阵列,提供现地探测、评估、数据压缩和发送信息的功能^[13]。该系统不仅可以侦测到运动的或静止的高金属含量目标,而且可以感觉到声音、光线、温度、化学物品,以及动植物的生理特征。例如跟踪和定位徒手人员、携带兵器的士兵或车辆。在基于无线传感器网络的运动目标检测识别应用中,利用运动目标行进时发出的声音和地面震动信号,对运动目标进行检测和分类,单个传感器节点将对目标的识别结果发送到汇聚中心,汇聚中心根据检测到同一个目标的节点发送过来的分类结果进行融合。在数据中心,每次记录都包含:声音、震动和红外等3种感知信号。通过对这些信号的分析,可以得到运动目标的类别和行驶轨迹^[14]。

3.3 战场核生化监测

对于未来战场环境,防“核生化”攻击是必不可少的重要内容。能否在最短的时间内监测到核爆炸中心的相关参数,迅速估算出该爆炸所产生的破坏情况,是使损伤程度降到最低关键要素^[15]。而为了获得重要数据经常是需要专业人员穿上防护服,携带专业设备进入沾染区。如果使用无人机或火箭弹等方式向被污染区域撒放无线传感器网络的传感器节点,而这些节点芯片中存有化学剂检测和数据解释。它们可以自主捕获和解释数据,并提供实时告警,以应付使用化学武器进行的攻击,这样就可以实现无需派遣人员进入“核生化”污染区即可快速获取相关数据,从而避免汽车部(分)队在运输过程中直接暴露在“核生化”环境中而受到威胁^[16]。

4 结语

信息化战争要求军事信息系统“看得明,反应快,打得准”,谁在信息上取得制信息权,谁就能掌握战争的主动权。无线传感器网络以其独特的优势,可以协助实现有效的公路军事运输战场态势感知,能在多种场合满足公路军事运输信息获取的实时性、准确性和全面性等需求,但还存在能量供应、系统成本以及网络拓扑等技术上的挑战,需要继续

深入研究和探索。

参考文献:

- [1] 李善仓,张克旺. 无线传感器网络原理与应用[M]. 北京:机械工业出版社,2008.
LI Shan-cang, ZHANG Ke-wang. Principle and Application of Wireless Sensor Network[M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2008.
- [2] 景博,张劼,孙勇,等. 智能网络传感器与无线传感器网络[M]. 北京:国防工业出版社,2011.
JING Bo, ZHANG Jie, SUN Yong, et al. Intelligent Sensor Networks and Wireless Sensor Networks[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2011.
- [3] 刘帅,李智,周立新. 战场电磁环境复杂性内涵分析与研究[J]. 装备环境工程, 2011(4): 25—28.
LIU Shuai, LI Zhi, ZHOU Li-xin. Analysis and Research on Complex Connotation of the Battlefield Electromagnetic Environment[J]. Equipment Environmental Engineering, 2011(4): 25—28.
- [4] 张为华,汤国建,文援兰,等. 战场环境概论[M]. 北京:科学出版社,2013.
ZHANG Wei-hua, TANG Guo-jian, WEN Yuan-lan, et al. the Battlefield Environment Introduction[M]. Beijing: Science Press, 2013.
- [5] 全富龙. 基于WSN的战场环境气象信息监测与管理系统设计[J]. 导弹气象, 2013(1): 47—49.
QUAN Fu-long. Based on WSN the Battlefield Environment Weather Information Monitoring and Management System Design Scheme[J]. Missile Meteorology, 2013(1): 47—49.
- [6] 齐志国,张锦才. 未来战场汽车运输环境的主要特点刍议[J]. 军用汽车管理, 2006(5): 27—28.
QI Zhi-guo, ZHANG Jin-cai. Discussion on the Main features of Automobile transportation environment in Future battlefield[J]. Management of Military Vehicle, 2006(5): 27—28.
- [7] 李敏,罗挺,向群. 美军无线传感器网络研究现状及发展前景[J]. 数字国防, 2011(3): 56—57.
LI Min, LUO Ting, XIANG Qun. Current Situation and Development Prospect of Wireless Sensor Network of US Army[J]. Digital Defense, 2011(3): 56—57.
- [8] 张西红,周顺,陈立云. 无线传感网技术及其军事应用[M]. 北京:国防工业出版社,2010.
ZHANG Xi-hong, ZHOU Shun, CHEN Li-yun. Wireless Sensor Network Technology and Its Military Application

- [M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2010.
- [9] 田海静, 成坚, 高章平. 无线传感器网络的军事应用研究[J]. 重庆通信学院学报, 2011(5): 2—3.
TIAN Hai-jing, CHENG Jian, GAO Zhang-ping. The Military Applications Research of Wireless Sensor Network [J]. Journal of Chongqing Communication Institute Quarterly, 2011(5): 2—3.
- [10] 党月芳. 无线传感器网络在军事领域中的应用研究[J]. 信息通信, 2011(3): 153—154.
DANG Yue-fang. Research and Application of Wireless Sensor Network in Military Field [J]. Information & Communication, 2011(3): 153—154.
- [11] 王子龙, 袁慎芳, 胡步清, 等. 用于大规模实时连续监测的 WSN 多信道基站设计[J]. 振动·测试与诊断, 2013(3): 494—498.
WANG Zi-long, YUAN Shen-fang, HU Bu-qing, et al. Design of WSN Multi-channel Sink Node for Widespread Real-Time Continuous Monitoring [J]. Journal of Vibration, Measurement & Diagnosis, 2013(3): 494—498.
- [12] 杨烜. 基于传感器网络的战场环境下目标识别技术的研究[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2006.
YANG Huan. Research on Target Recognition Technologies of Battlefield Based on Neutral Networks [D]. Xi'an: Xidian University, 2006.
- [13] 崔逊学, 赵湛, 王成. 无线传感器网络的领域应用与设计技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 2009.
CUI Xun-xue, ZHAO Zhan, WANG Cheng. Field Applications and Design Technologies of Wireless Sensor Networks [M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2009.
- [14] PAOLO M, GIANLUIGI F, VINCENT G, et al. Cross-layer Design and Analysis of WSN-based Mobile Target Detection Systems [J]. Ad Hoc Networks, 2013 (11): 712—732.
- [15] 李洋伟, 谭敏生, 屈国普, 等. 基于 WSN 的核辐射监测系统路由算法研究[J]. 网络安全技术与应用, 2013(4): 10—13.
LI Yang-wei, TAN Min-sheng, QU Guo-pu, et al. The Route Algorithm for Nuclear Radiation Monitoring System Based on Wireless Sensor Network [J]. Network Security, 2013(4): 10—13.
- [16] 孟器宇. 战场环境下的移动自组织网络拓扑控制研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2011.
MENG Qi-yu. Research on Topology Control in Mobile Ad Hoc Networks under the Battle Environment [D]. Chongqing: Chongqing University, 2011.
- ~~~~~
- (上接第 51 页)
- [45] 李毅, 李远才, 刘景平. 高原车用散热器的传热计算[J]. 华中科技大学学报(自然科学版), 2009, 37(9): 90—93.
LI Yi, LI Yuan-cai, LIU Jing-ping. Calculating Heat Transfer of Radiators for Plateau Vehicles [J]. Huazhong Univ. of Sci. & Tech. (Natural Science Edition), 2009, 37(9): 90—93.
- [46] 安相璧, 刘瑞林, 孙武全, 等. 海拔高度对电磁风扇离合器工作特性影响的试验研究[J]. 汽车技术, 2007(1): 28—30.
AN Xiang-bi, LIU Rui-lin, SUN Wu-quan, et al. Research for Effects of Altitude on Working Characteristic of Electromagnetic Fan Clutch [J]. Vehicle Technology, 2007(1): 28—3040.
- [47] 汪茂海, 陈涛, 张扬军, 等. 高原发动机热管理系统性能分析研究[J]. 汽车工程, 2010, 32(10): 851—853.
WANG Mao-hai, CHEN Tao, ZHANG Yang-jun, et al. A Research on the Performances Analyses of Engine Thermal Management System at Plateau [J]. Automotive Engineering. 2010, 32(10): 851—853.
- [48] PEREZ P L, BOEHMAN A L. Performance of a Single-cylinder Diesel Engine Using Oxygen-enriched Intake Air at Simulated High-altitude Conditions [J]. Aerospace Science and Technology. 2010, 14: 83—94.
- [49] 张永虎, 熊云, 刘晓, 等. 富氧进气改善高原汽车发动机动力性和经济性研究[J]. 汽车技术, 2011(3): 24—27.
ZHANG Yong-hu, XIONG Yun, LIU Xiao, et al. Research on Dynamic Property and Fuel Economy Improvement of Automotive Engine with Oxygen-enriched Intake Air in Highland [J]. Vehicle Technology, 2011(3): 24—27.
- [50] 肖广飞, 乔信起, 黄震, 等. 膜法富氧技术在内燃机上应用的研究进展[J]. 农业机械学报, 2007, 38(2): 183—188.
XIAO Guang-fei, QIAO Xin-qi, HUANG Zhen, et al. Research Process on the Application of Membrane-based Oxygen-enrichment Technology to IC Engine [J]. Transactions of the Chinese Society for Agriculture Machinery, 2007, 38(2): 183—188.