

军用物联网在军械仓库弹药保障中的应用

卞光荣, 张洪海, 史红艳, 张沿磊
(空军勤务学院, 徐州 221000)

摘要: **目的** 为了实现弹药保障的信息化和精确化, 建立基于军用物联网的军械仓库弹药保障系统模型。**方法** 将物联网技术应用于军械仓库弹药保障, 建立军械仓库弹药保障系统的基本框架, 基于 RFID 技术设计弹药出入库管理平台, 融合 8421 编码、RFID 技术和无线多媒体传感器网络, 建立一种新型仓库目标定位与跟踪系统。**结果** 基于 RFID 技术建立的弹药出入库平台提高了弹药保障效率, 新型仓库目标定位与跟踪系统可实现对仓库内所有目标的定位与跟踪。**结论** 基于物联网架构建立的军械仓库弹药保障系统, 使得弹药保障可视、敏捷、精确。军械仓库、人员、装备、弹药和管理部门等通过军用物联网彼此可实现信息交互。

关键词: 军械仓库; 弹药保障; 军用物联网; RFID; 无线多媒体传感器网络

中图分类号: E237 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)01-0212-08

Application of Military Internet of Things in Supporting Ordnance Warehouse Ammunition

BIAN Guang-rong, ZHANG Hong-hai, SHI Hong-yan, ZHANG Yan-lei
(Air Force Logistics College, Xuzhou 221000, China)

ABSTRACT: The work aims to achieve the informatization and precision of ammunition support and establish the system model of ordnance warehouse ammunition support (OWAS) based on the military Internet of Things (IOT). While the IOT technology was applied to OWAS, the basic framework of ordnance warehouse ammunition support system (OWASS) was established. An ammunition storage management platform was designed based on RFID, and a new localization and tracking system of warehouse target was established by fusing 8421 coding technology, RFID and wireless multimedia sensor networks (WMSN). Ammunition support efficiency was increased by ammunition storage management platform designed based on RFID. All warehouse targets could be located and tracked by the new localization and tracking system. Ammunition support can become visual, quick and accurate with OWASS established based on the framework of IOT. Information interaction can be realized between ordnance warehouse, personnel, equipment, ammunition and administrative department by MIOT.

KEY WORDS: ordnance warehouse; ammunition support; MIOT; RFID; WMSN

为了满足平时战备训练和作战保障任务的需要, 空军按编制配备了大量的军械仓库, 担负着战役和战略弹药物资的储备任务^[1]。军械仓库是弹药精确保障流程的重要节点, 是机载弹药的保障基地^[2], 因此必须对军械仓库进行科学地规划与设计, 使其保障能力得到充分地发挥, 实现可持续和精确化弹药保障。文献[3]将物联网技术运用于军械

仓库的信息化管理, 提出一种军械仓库信息管理可视化系统方案。文献[4]针对军械器材保障工作中登记报批手续繁杂、数据业务处理量大等特点, 提出一种基于物联网技术的保障模式。文献[5]介绍了物联网的基本原理和关键技术, 分析了物联网技术在装备调配保障中的应用需求, 设计了基于物联网技术的装备调配保障信息系统。

收稿日期: 2016-09-02

作者简介: 卞光荣 (1972—), 男, 博士, 空军勤务学院讲师, 主要研究方向为航空弹药精确化保障、物联网技术、无线传感器网络。

在信息化战争中，信息的产生、处理、存储、传输和利用直接决定着军队的行动、武器的控制和战场的态势，信息资源的获取成为未来信息化战争中决定战争胜负的重要筹码。物联网的出现使得现实物理世界和虚拟计算机世界之间实现了信息交互，实现了人与人、人与物或者物与物之间可以随时随地进行信息交互。物联网在军事领域的应用就形成了军用物联网，军用物联网由具有自动识别、精确感知和智能处理的军事物理实体基于标准的通信协议连接而成^[6]。文中首先建立基于军用物联网（MIOT）的军械仓库弹药保障系统的基本框架，然后介绍基于 MIOT 的军械仓库弹药保障系统的组成与功能，最后对物联网技术在军械仓库弹药保障中的应用作出总结和展望。

1 基于 MIOT 的军械仓库弹药保障系统的基本框架

基于军用物联网的军械仓库弹药保障系统的基本框架由感知层、网络层和应用层组成^[7]，见图 1。最底层是感知层，由 RFID、传感器和传感器网络等组成；中间层是网络层，主要由军队有线通信网络和军事卫星通信网等组成；最顶层为应用层，主要由智能门禁、军械仓库管理系统、航空弹药出入库管理平台 and 仓库目标定位与跟踪系统等组成^[8]。这三层相互协同与配合，从而实现军械仓库弹药保障的可视化、敏捷化和精确化。

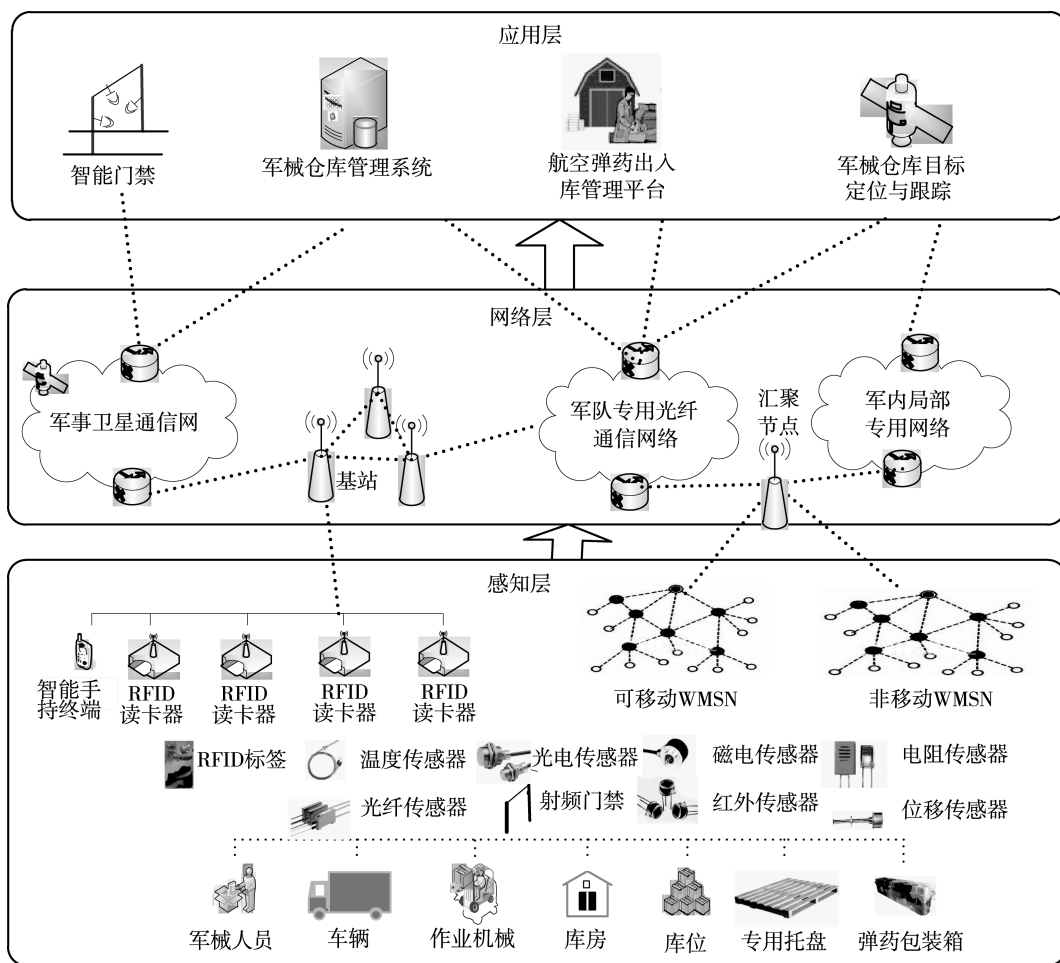


图 1 军械仓库弹药保障系统的基本框架
Fig.1 Basic framework diagram of OWASS

1.1 感知层

感知层主要组成包括军械仓库各类目标的 RFID 标签、RFID 读写器、智能手持终端、北斗卫星定位系统、监控摄像头、传感器和无线多媒体传感器网络，主要功能是完成信息采集和信号处理工作，通过射频识别技术、传感器技术、机器视觉技术、无线多媒体传感器网络技术、卫星定位技术，可随时随地对仓库

目标进行信息采集和获取，实现对仓库目标信息的全面感知。

1.2 网络层

网络层是军用物联网的重要承载网络，采用军内局部专用网、军队专用光纤通信网络、军事卫星通信网、无线多媒体传感器网络相互融合的网络技术，把

感知层的信息安全、可靠、高效地传输至应用层,实现更加广泛的信息交互功能^[9]。通过不同网络之间的无缝结合,形成端到端、对用户透明的传输与交换能力,因此,网络层需要研究通信组网技术、异构网融合技术、无线传感器组网技术、数据融合技术、信息安全技术等,构建安全、开放、分层、可扩展的网络体系结构,从而满足军用物联网的网络通信需求。

1.3 应用层

应用层根据部队需求,建立面向军械仓库弹药保障的各种管理平台和运行平台,这些平台对 RFID 和无线多媒体传感器网络采集的信息进行分析、处理并执行不同的业务,然后把信息通过网络层再返回给感知层进行更新,为部队用户提供物物互联的应用服务,实现在智能门禁、弹药出入库管理平台、仓库目标定位与跟踪等领域的物联网军事应用。

2 基于 MIOT 的军械仓库弹药保障系统的组成与功能

军械仓库弹药保障系统的总体设计目标是在规定的时间和规定的地点实现高效、快速、可持续和精确化的弹药保障。军械仓库弹药保障系统由智能门禁系统、弹药出入库管理平台和仓库目标定位与跟踪 3 个部分组成。

2.1 智能门禁系统

智能门禁系统的结构组成见图 2。它主要由智能手持终端、RFID 门禁、RFID 阅读器、视频监控系统、自动车牌识别系统、弹药管理部门服务器等组成。它能够自动记录人员、车辆、装备、弹药的出入情况,实现对出入仓库的各类目标的智能监控^[10]。智能手持终端辅助固定阅读器读取和确认各类仓库目标信息,其读取方式灵活快捷,弥补了固定阅读器读写范围受

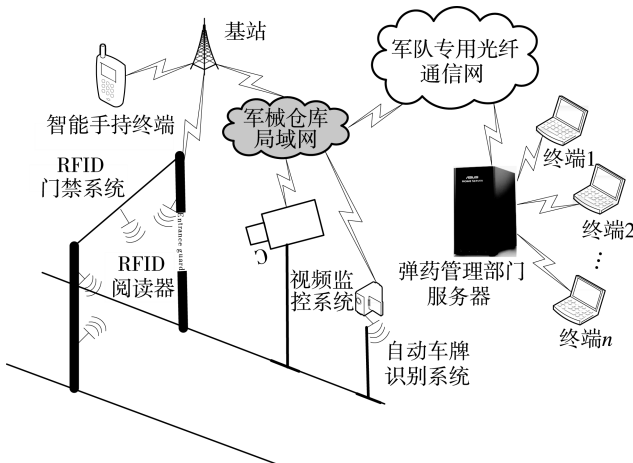


图 2 智能门禁系统结构

Fig.2 Structure diagram of intelligent access control system

限的不足。这 2 种阅读器配合使用可以实现对仓库各类目标的快速识别和状态监测。

自动车牌识别系统用于监测出入仓库车辆的车牌号码,从监控录像中正确提取最适合自动识别的帧,进行车牌的提取、分割、识别,和后台数据库登记车牌比对,然后决定是否放行。视频监控系统实时拍摄各类仓库目标的录像,智能手持终端、RFID 门禁、视频监控系统和自动车牌识别系统发送的数据,通过无线通信网、军械仓库局域网和军队专用光纤通信网等异构融合网络,实时传输至弹药管理部门的服务器^[11]。

2.2 基于 RFID 的弹药出入库管理平台

基于 RFID 的弹药出入库管理平台主要由智能手持终端、固定式读写设备、RFID 标签、无线数据传送基站和仓库后台管理终端组成。仓库的每个货架上放置一部固定式读写器,用于实时监控置于托盘上的弹药及其包装箱,并实时读取弹药及其包装箱上的标签信息,及时更新仓库管理信息系统数据库,确认弹药的出入库信息^[12]。通过 RFID 读写器可以确定弹药或搬运机械在仓库中的位置和当前的状态,便于确定弹药进库后的垛位和选择合理的运输线路,提高弹药出入库效率。理货员通过智能手持终端读取弹药或弹药包装箱上的标签,完成日常弹药库存的盘点。弹药出入库管理平台的结构见图 3。军械仓库的仓储流程包括弹药入库作业、弹药保管作业和弹药出库作业 3 个阶段。

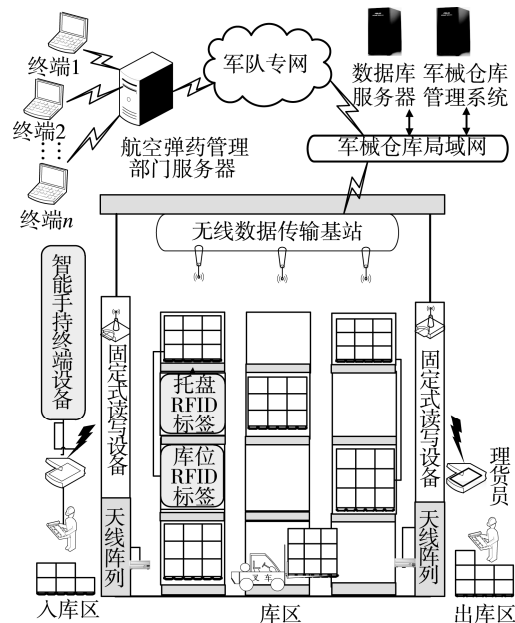


图 3 基于 RFID 的弹药出入库管理平台

Fig.3 Schematic diagram of ammunition storage management platform based on RFID

2.2.1 弹药入库

弹药入库是军械仓库管理人员接收弹药,并将弹

药安全地运送到储货区后进行卸货、查点、验收、搬运、办理入库手续等的总称，是弹药仓储作业过程的开始阶段。弹药入库按其作业顺序可分为接运（或接装）、弹药验收和办理入库手续 3 个作业环节。军械仓库在每个仓库大门放置 RFID 门禁系统，按照以下顺序进行弹药入库。

1) 将接收的弹药物资运送到理货区，仓库作业人员根据接收的弹药物资信息制作 RFID 标签，见图 4，并分别将新制作的 RFID 标签放置到对应的弹药包装箱（笼）上，见图 5。

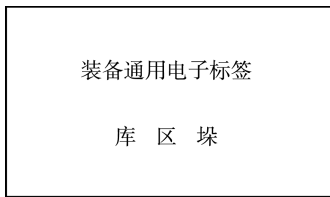


图 4 RFID 电子标签

Fig.4 Schematic diagram of RFID

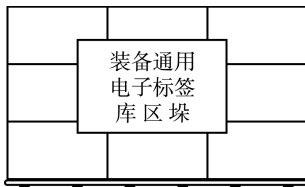


图 5 弹药包装箱

Fig.5 Schematic diagram of ammunition container

2) 仓库作业人员根据包装大小不同分别将弹药物资码放到不同的带 RFID 标签的专用托盘上，见图 6。

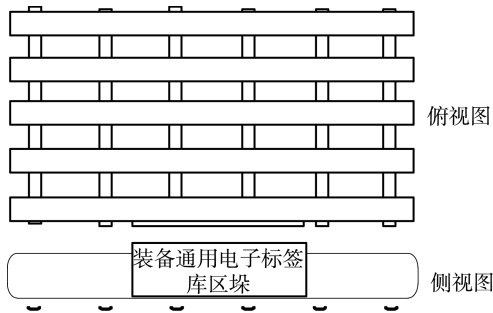


图 6 弹药托盘

Fig.6 Schematic diagram of ammunition tray

3) 将 RFID 门禁系统设置为入库操作，叉车通过门禁系统，见图 7。

4) 此时门禁系统将托盘标签及托盘上的弹药物资标签信息全部读取，并进行托盘与弹药的匹配，将入库的弹药物资信息通过军械仓库局域网传给仓库后台管理终端。托盘标签及托盘上的弹药物资标签见图 8。

5) 当叉车将托盘叉起后，叉车上的 RFID 读写器读取到托盘标签信息，然后仓库管理系统自动分配给该托盘一个合理的空货位，见图 9。

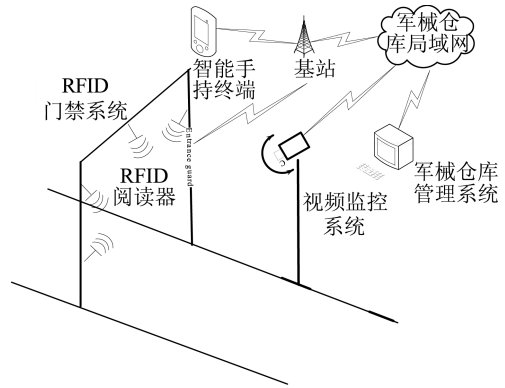


图 7 库房门禁

Fig.7 Schematic diagram of warehouse access control

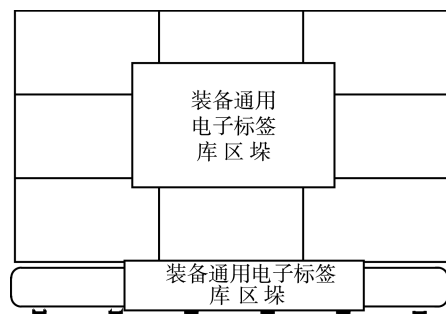


图 8 装有 RFID 的弹药包装箱和托盘

Fig.8 Container and tray of ammunition equipped with RFID

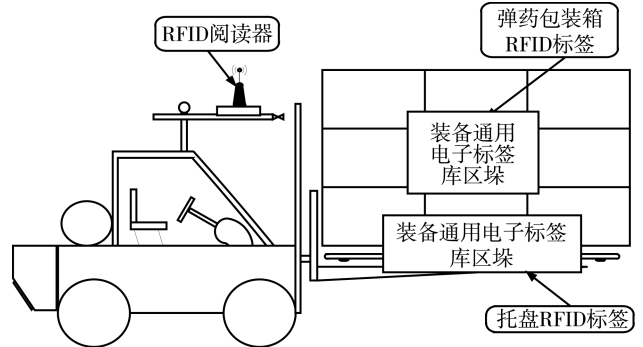


图 9 叉车和弹药包装箱

Fig.9 Schematic diagram of forklift and ammunition container

6) 叉车操作员将托盘放入货位时，叉车上的 RFID 系统读取到货位标签信息，判断该托盘与货架是否对应，若不对应则报警并在屏幕上显示，若正确则由驾驶助理员确认托盘的上架。

2.2.2 弹药保管

弹药的保管是指根据仓库的自然地理环境和弹药本身的自然属性与特点，对弹药物资进行科学储存、维护和保养的作业过程。弹药保管是弹药仓储业务工作的中心环节，是一项综合性、技术性和科学性很强的业务工作。弹药对空气的温度、湿度有较高的要求，在仓库里安装了温度和湿度传感器，在仓库后台管理终端可以实时监测库房的温湿度。弹药的种类繁多，结构各异，在保管中必须根据弹药的特点、性

能和保管要求进行科学管理,实时监测仓库环境,确保弹药的质量和安

2.2.3 弹药出库作业

弹药出库是指军械仓库根据上级管理部门调拨凭证,制定出库计划,选定发出弹药的库房、批次、配套附件、出库顺序、装卸和搬运机械,按照凭证所列弹药名称、规格、数量、时间、地点等条件所进行的制定计划、选定弹药、检查包装、核对凭证、发运交接等一系列作业过程。弹药出库按照以下顺序进行出库作业。

1) 根据上级管理部门调拨凭证选定要出库的弹药,在仓库管理系统中查询当前该弹药的库存信息,按照发旧存新和发零存整的原则选定要出库的弹药,并定位到具体货位和具体托盘。

2) 叉车操作员到指定货位将存放弹药的托盘叉出,同时叉车上的RFID系统读取到货位标签信息,判断是否为此次操作的货位,不是则报警提示,正确则允许操作。

3) 将RFID门禁系统设置为出库操作,在叉车将选定的弹药从门禁系统运出时,智能门禁系统会自动读取弹药包装箱上的标签信息或者托盘的标签信息,并将读取的信息通过军械仓库局域网实时传送到后台仓库管理系统,后台仓库管理系统会自动将出库的弹药从系统的库存中删除。

2.3 仓库目标定位与跟踪系统

仓库目标定位与跟踪系统由基于8421编码的仓库目标定位系统、基于RFID的定位与跟踪系统和基于无线多媒体传感器网络的定位与跟踪系统融合而成,主要用于对军械仓库内各类目标(包括人员、军械物资、保障车辆和作业机械等)的实时定位与跟踪,并将定位与跟踪信息通过军械仓库局域网实时上传给定位与跟踪服务器终端,见图10。

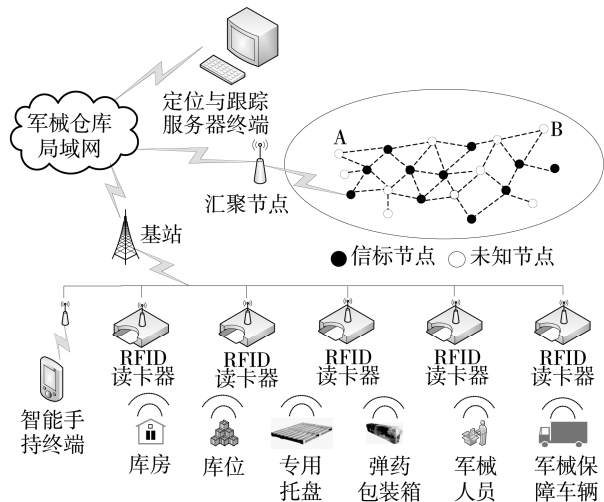


图10 仓库目标定位与跟踪系统结构

Fig.10 Schematic diagram of localization and tracking system of warehouse target

2.3.1 基于8421编码的仓库目标定位系统

在军械库房内采用8421编码技术进行定位,8421码是BCD代码中最常用的一种,亦称二进制码十进制数,它是将每个十进制数用一组4位二进制码来表示,使二进制码和十进制数之间的转换十分快捷。8421拨码开关是一个多位8421编码拨动开关,里面每个开关都有一块电路板,通过印刷电路图案产生8421编码,每一位开关下面的4个管脚输出相应的8421码,每一个8421码即可与一个库位(托盘或者物品)形成唯一的对应关系,因此只要在库房里安装若干条纵横交错的8421编码电缆,即可实现对库位、托盘及军械物资的精确定位。

2.3.2 基于RFID的仓库目标定位与跟踪系统

基于RFID的仓库目标定位与跟踪系统由RFID电子标签、阅读器、中间件、应用系统4部分组成,见图11^[13]。电子标签贴在被识别的仓库目标上,内含有芯片和天线。芯片内存有被识别目标的相关信息和全球唯一的识别码。天线的作用是使芯片可以通过无线射频与阅读器通信。电子标签分为库房电子标签、库位电子标签、托盘电子标签、弹药包装箱电子标签、车辆电子标签和人员电子标签等6种。RFID读写器在系统中是数据采集终端,它的作用主要是读取标签中的存储信息或向标签中写入信息;中间件是精确定位系统的核心设备,是处于操作系统软件和应用软件之间的一类软件,可集成在阅读器和后台仓库管理服务器中,其主要作用是将不同的应用平台和RFID物理设备相连接,提供使之能够进行数据交换的应用接口。系统正常运行时,RFID读写器将接收到的电子标签信息通过中间件传递给服务器,服务器进行一系列的处理之后,再将信息传回读写器,从而完成物品的确认。

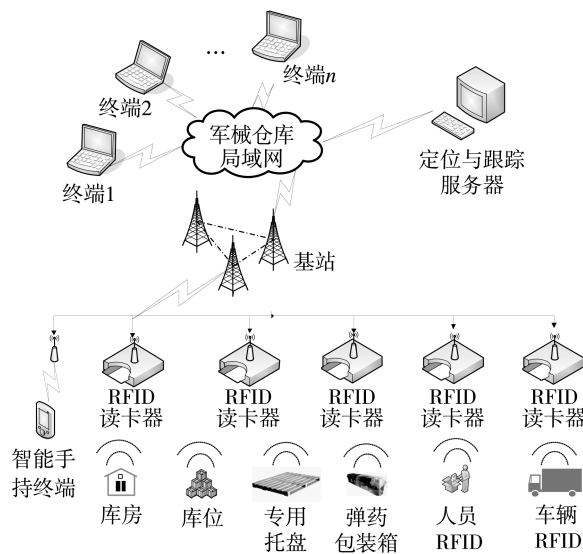


图11 基于RFID的仓库目标定位与跟踪系统模型

Fig.11 Model diagram of localization and tracking system of warehouse target based on RFID

基于 RFID 的实时定位与跟踪方法有 2 种。一种是 RFID 阅读器固定不动, RFID 标签在运动, 即由多个 RFID 阅读器组成的无线局域网, 各 RFID 阅读器预先存储了自身的位置信息, 通过与标签之间的无线射频通信, 测量出标签的相对位置信息, 通过设定的定位算法计算出标签的位置, 并上报至阅读器, 阅读器通过军队专用通信网络将标签的位置信息传输至定位与跟踪服务器。另一种是 RFID 标签不动, RFID 阅读器在运动, 例如智能手持终端是一个可以运动的 RFID 阅读器, 它存储了自身的位置信息, 当 RFID 标签进入其作用范围之内时, 阅读器通过无线射频通信测出标签的相对位置信息, 并根据设定的算法计算出标签的位置信息, 然后上报至阅读器, 最终通过军械仓库局域网传输至定位与跟踪服务器终端^[14]。

2.3.3 基于无线多媒体传感器网络的定位与跟踪系统

无线多媒体传感器网络是将音频和视频传感器集成到无线传感器节点的一种新型无线传感器网络^[15]。在数字信号处理、通信、网络和控制领域, 无线多媒体传感器网络一直是研究的重点^[16]。无线多媒体传感器网络可用于分布式和多视角可视化监控系统, 能够存储、处理和融合来自多个摄像头的图片、声音、视频等多媒体数据。基于 WMSN 的可视化监控系统比有线监控有着更广泛的军事应用前景。有线方式监控存在布线困难、工程量大、成本高、监测点固定、线路易老化和损坏、维护更换困难、在户外监测线路容易被破坏等缺点; 而无线多媒体传感器网络方式具有监测点布置灵活、布线工程量小、对仓库布局和环境影响小、具有良好的容错性和冗余性、关键监测节点更换便捷等优点, 因此无线多媒体传感器网络可以应用于军械仓库各类目标的监控、定位与跟踪^[17]。

2.3.3.1 系统的组成与功能

基于无线多媒体传感器网络的定位与跟踪系统由若干无线多媒体传感器节点组成, 这些节点包含有信标节点和未知节点, 信标节点是未知节点定位的参考节点, 可以通过携带北斗卫星定位设备等手段获得自身的精确位置^[18]。信标节点被均匀地布置于军械仓库内外, 未知节点可以是军械人员、军械物资、军械保障车辆和仓库作业机械等活动的节点, 未知节点通过与邻近信标节点之间的无线通信, 测量出自身的相对位置信息, 并通过设定的定位与跟踪算法计算出自身的位置^[19], 见图 12。

无线多媒体传感器网络从可移动性来看, 又可分为可移动无线多媒体传感器网络和非移动无线多媒体传感器网络。可移动无线多媒体传感器网络主要是指构成该网络的传感器节点具有移动性, 其地理位置处于不断变化中, 例如运输军械物资的车辆其运动速度很快, 是可移动的传感器节点, 其构成的军械保障

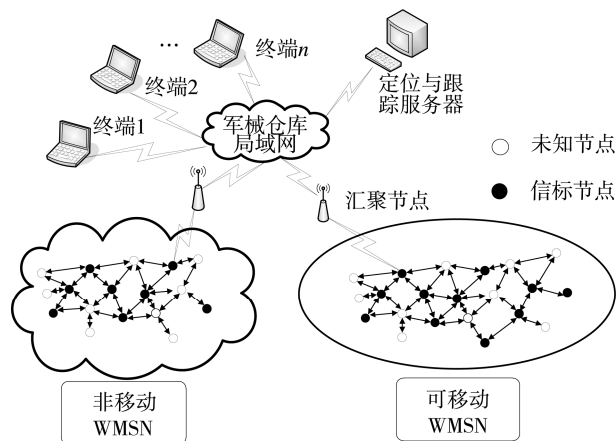


图 12 基于 WMSN 的仓库目标定位与跟踪系统模型
Fig.12 Model diagram of localization and tracking system of warehouse target based on WMSN

车辆网络可移动性较强, 属于可移动无线多媒体传感器网络; 非移动无线多媒体传感器网络则指构成该网络的传感器节点位置相对固定或移动很慢, 其地理位置变化基本不变, 如军械仓库的库房、库位、库房里存放的弹药等都是相对固定的传感器节点, 又如军械仓库里的作业机械和人员等都是移动缓慢的传感器节点, 其构成的无线多媒体传感器网络就是非移动无线多媒体传感器网络。无线多媒体传感器节点之间可以直接实现点对点的无线多媒体通信, 当某个传感器节点由于电池没电或者被敌方干扰破坏等原因无法正常工作时, 无线多媒体传感器网络能够自动抛弃该节点, 重新自组织成新的无线多媒体传感器网络。

2.3.3.2 无线多媒体传感器网络的安全分析

1) 节点安全风险。当无线多媒体传感器网络中某个节点被窃取时, 不能透过该节点而获取服务器的数据, 系统马上会知道该节点出了问题, 并马上会甩掉这个节点, 重新自组织成新的网络。

2) 数据的风险分析。无线多媒体传感器网络传输的数据都是加密的, 目前这种 128 位的数据加密方式还无法破解。

3) 管理节点的风险分析。无线多媒体传感器网络的管理节点的布置和有线方式是一样的。

4) 无线电波频率的风险分析。无线多媒体传感器网络使用的无线电波的频率是根据国家无线电安全标准设置的, 和弹药上无线电装置的无线电波频率是完全不同的。

5) 网络通信的风险分析。军事应用时网络通信采用北斗卫星通信网/海事卫星通信网, 信道和数据均采用了加密算法。北斗卫星通信网/海事卫星通信网和公网不同, 只有授权用户才能加入, 普通用户不能加入。

鉴于以上分析, 无线多媒体传感器网络的数据传输安全性和有线方式是相当的。

3 结语

文中建立了基于军用物联网的军械仓库保障系统的基本架构,研究了基于 MIOT 的军械仓库弹药保障系统的组成与功能。设计了基于 RFID 技术的弹药出入库管理平台,融合 8421 编码、RFID 技术和无线多媒体传感器网络,建立了一种新型的军械仓库目标定位与跟踪系统。基于 8421 编码的仓库目标定位系统主要用于仓库内托盘或货架上存储的弹药的定位,由于它可直接连接电源,因此不受电池能耗的影响,在库房里用于弹药定位效果比较理想,基于 RFID 的仓库目标定位与跟踪系统主要用于固定目标或移动速度较慢的目标的定位与跟踪,基于无线多媒体传感器网络的定位与跟踪系统既可用于固定目标的定位与跟踪,也可用于移动目标的定位与跟踪。

由于受有限功耗和数据处理能力的制约,无线多媒体传感器网络面临的主要挑战包括 3 个方面:无线频谱是无线通信中的有限资源,解决这个问题的方案是使用一种先进的源编码技术来降低负载的大小,从而降低带宽要求;处理单元和电源单元是多媒体传感器节点的稀缺资源,用一种复杂的源编码技术可以显著改善功耗和数据延时;与有线网络不同,无线通信由于信道干扰、多径衰落和其他的损耗机理而呈现出高误码率,因此,高效的信源和信道编码技术是解决上述提及问题的关键技术。

基于军用物联网架构建立的军械仓库保障系统,使得军械仓库的弹药保障安全、可视、敏捷,军械仓库、人员、装备、弹药和管理部门通过军用物联网彼此实现信息交互,为真正实现军械仓库弹药的信息化和精确化保障提供了理论支撑。

参考文献:

- [1] 王明. 基于物联网的仓库智能监控系统设计与实现[D]. 成都: 电子科技大学, 2015.
WANG Ming. Design and Implementation of Intelligent Monitoring System of Warehouse Based on Internet of Things[D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology of China, 2015.
- [2] 晋伊灿, 陈立云, 高秀峰, 等. 信息化条件下航空弹药复合保障模式[J]. 兵工自动化, 2014, 33(2): 11—14.
JIN Yi-can, CHEN Li-yun, GAO Xiu-feng, et al. Aerial Ammunition Complex Support Mode Based on Information Conditions[J]. Ordnance Industry Automation, 2014, 33(2): 11—14.
- [3] 孙晓梅. 基于物联网的军械仓库信息管理可视化技术研究[D]. 南京: 南京大学, 2013.
SUN Xiao-mei. Research on Visual Technologies of Information Management of The Armory Based on Internet of Things[D]. Nanjing: Nanjing University, 2013.
- [4] 陈亮, 王其林. 基于军用物联网的军械器材保障模式初探[J]. 信息通信, 2015(2): 99—101.
CHEN Liang, WANG Qi-lin. Discussion on An Ordnance Material Support Mode Based on Internet of Things Technology[J]. Information & Communications, 2015(2): 99—101.
- [5] 周泽云. 基于物联网技术的装备调配保障信息系统设计[J]. 四川兵工学报, 2014, 35(6): 47—51.
ZHOU Ze-yun. Design of Equipment Allocate Support System Based on Internet of Things Technology[J]. Journal of Sichuan Ordnance, 2014, 35(6): 47—51.
- [6] 杜建辉, 王淑萍. 物联网技术在军事物流中的应用[J]. 无线互联科技, 2016(8): 136—137.
DU Jian-hui, WANG Shu-ping. Application of Internet of Things Technologies in Military Logistics[J]. Wireless Internet Technology, 2016(8): 136—137.
- [7] 顾金星. 物联网与军事后勤[M]. 北京: 电子工业出版社, 2012.
GU Jin-xing. Internet of Things and Military Logistics[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2012.
- [8] 蓝羽石. 物联网军事应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2012.
LAN Yu-shi. Internet of Things in Military Applications[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2012.
- [9] 王宇楠, 黄继伟. 基于物联网的仓库监控系统设计[J]. 物联网技术, 2016(6): 16—18.
WANG Yu-nan, HUANG Ji-wei. Design of Monitoring and Control System of Warehouse Based on Internet of Things [J]. Internet of Things Technologies, 2016(6): 16—18.
- [10] 冯世豪, 任风云, 张百成, 等. 基于物联网技术的航空弹药储运管理研究[J]. 物流技术, 2016, 38(7): 114—115.
FENG Shi-hao, REN Feng-yun, ZHANG Bai-cheng, et al. Storage and Transportation Management Research on Aircraft Ammunition Based on Internet of Things Technology[J]. Logistics Technology, 2016, 38(7): 114—115.
- [11] 邹向阳, 邹和辉, 刘戎. 基于物联网与三维可视化的弹药实时监测系统[J]. 火力与指挥控制, 2015, 40(1): 30—33.
ZOU Xiang-yang, ZOU He-hui, LIU Rong. Research of Ammunition Depot Real-time Monitoring System Based on IoT and 3D Visualization Technology[J]. Fire Control & Command Control, 2015, 40(1): 30—33.
- [12] 王佩玮. 物联网技术在物流仓库管理中的应用研究[D]. 西安: 西安工业大学, 2016.
WANG Pei-wei. Research and Application of Internet of Things Technology in the Logistics Warehouse Management[D]. Xi'an: Xi'an technological university, 2016.
- [13] 张极. 基于物联网技术的仓库存储管理系统的研究

- [D]. 天津: 河北工业大学, 2015.
- ZHANG Ji. Research on Warehouse Storage Management System Based on Internet of Things Technology [D]. Tianjin: Hebei University of Technology, 2015.
- [14] 章瞻良, 周玉芹, 王振业, 等. 基于物联网的工程兵仓库智能管理平台设计与应用[J]. 装备学院学报, 2015, 26(2): 105—109.
- ZHANG Zhan-liang, ZHOU Yu-qin, WANG Zhen-ye, et al. Design and Application of IoT-based Intelligent Management Platform for Engineering Corps Warehouse[J]. Journal of Equipment Academy, 2015, 26(2): 105—109.
- [15] MOHSIN S, SOUDANI A A, AL-DHELAAN A. A Shape-Based Object Identification Scheme in Wireless Multimedia Sensor Networks[J]. Advances in Intelligent Systems and Computing, 2015, 314: 251—259.
- [16] HUI Luo, WANG Yu-zhen. Sparse Regularization Image Denoising Based on Gradient Histogram and Non-Local Self-similarity in WMSN[J]. International Journal for Light and Electron Optics, 2016, 127(9): 1743—1747.
- [17] ANG L M, SENG K P, LI W C, et al. Wireless Multimedia Sensor Network Technology[M]. Wireless Multimedia Sensor Networks on Reconfigurable Hardware, 2013.
- [18] 薛艳红. 物联网技术及应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2012.
- XUE Yan-hong. Internet of Things Technologies and Its Applications[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2012.
- [19] 许毅. 无线传感器网络原理及方法[M]. 北京: 清华大学出版社, 2012.
- XU Yi. Principles and Methods of Wireless Sensor Network[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2012.