

Control System of Prison Labor Tools Based on UWB Technology

Chang'an Ju Likun Zou

The National Police University for Criminal Justice, Baoding, Hebei, 071000, China

Abstract

Use the positioning function of UWB technology to combine with labor tools to maximize the efficiency of the prison, facilitate the prison police to clarify the location and dynamics of labor tools at all times, understand whether the equipment has a record of crossing the electronic area fence, and facilitate the police's subsequent inventory of tools. If an accident occurs, the prison police present can control the scene in time to avoid future trouble. Improve the construction of "smart prison" and the prison Internet of Things, and reduce the work pressure of prison police.

Keywords

smart prison; UWB communication technology; prison management

基于 UWB 技术的监狱劳动工具的管控系统

据长安 邹立坤

中央司法警官学院, 中国·河北 保定 071000

摘要

利用UWB技术的定位功能,与劳动工具进行结合,最大化提升监狱的工作效率,方便监狱民警时刻明确劳动工具的位置及动态,了解该设备是否有跨越电子区域围栏的记录,以及方便民警后续对工具的清点工作。如果有意外情况发生,在场的监狱民警可以及时控制住现场,以绝后患。完善“智慧监狱”和监狱物联网的建设,减轻监狱民警的工作压力。

关键词

智慧监狱; UWB通信技术; 监狱管理

1 引言

监狱作为国家暴力机关,是关押、改造罪犯的场所,监狱各项工作的规范化和标准化有利于维护狱内安全稳定,消除社会安全隐患,发挥监狱治理功效。所以,为建成以人工智能、物联网、大数据等新一代信息技术应用与监狱业务融为一体的监狱智能化安防体系,司法部司法行政改革布局“数字法治”和“智慧司法”信息化战略的重点工程“智慧监狱”应运而生^[1]。本课题的研究,是在“智慧监狱”的背景下,帮助监狱解决管控劳动工具这一问题,利用新型的技术UWB室内定位技术,将其应用在监狱中罪犯进行劳动改造的场所和工具的存放场所,来辅助监狱的劳动工具管理工作。

2 监狱劳动工具管控现状及存才问题

关于对狱内劳动工具管控的研究,一直是国内十分重视的方向。但从近年来全国监狱系统所发生的各种事故来

看,无论是监管事故还是生产事故,大多数都跟罪犯劳动现场管理有密切的联系,究其原因,主要还是监狱对于劳动工具的管控工作做得有些不足。对于很多事故的发生,罪犯的作案工具都是直接来源于劳动场所的^[2]。对于大多数监狱来说,管控劳动工具还是靠人力清点。这样不仅费时费力,还存在许多安全隐患。其中有些监狱提出了利用Rfid技术来辅助管控劳动工具,与本课题不同的是:对监狱民警要求的操作步骤较多,还需要监狱民警很多工作,不利于解放警力;且无法做到实时把握劳动工具的精准位置动态。

对这些事故的根本原因进行总结,问题主要表现在以下几个方面:①劳动工具被罪犯带出劳动场所,并使用该劳动工具故意伤害他人或恶意损坏监狱设施的狱内犯罪问题;②监狱平台不明确劳动工具的实时动态,监狱物联网系统不够完善;③平时监狱民警管理工具的工作量过大,导致其工作效率降低,在工具管理的工作上出差错以造成事故。

3 UWB 技术及在监狱劳动工具的管控方面应用的必要性和可行性

3.1 UWB 室内定位技术简介及发展状况

UWB(超宽带)技术是一种新型的采用无限载波通信技术,它基于3GHz~10GHz频段和使用纳秒级的非正弦波

【基金项目】中央司法警官学院全国大学生创新创业训练计划专项项目(项目编号:s202211903036)。

【作者简介】据长安(2002-),男,中国河南新乡人,本科,从事监狱学(劳动改造方向)研究。

窄脉冲传输数据。具有定位精确度高、抗干扰能力强、安全性高、传输速度快、功耗低等优点^[3]。UWB室内定位系统需建立信号基站，通过目标节点与基站之间的信号传输来获取目标节点的位置。

关于UWB技术的发展，国际上组织建立了Fi Ra联盟(Fine Ranging)，旨在通过制定标准和认证，建立跨芯片组、设备和基础设施服务的UWB生态系统，推动UWB技术应用场景标准规范化。该联盟中既有上游芯片厂商，也有中游方案商，还有下游应用商。而在国内的UWB技术的发展，多家公司积极参与其技术研究并取得相应成果。国内的多家技术公司都已经加入了Fi Ra联盟，共同推动UWB技术的继续发展。UWB技术这样的发展局面，为该课题所研究的方向提供了坚实的技术基础，也为该课题的后续发展提供了保障。且UWB定位技术有望从二维定位向三维定位发展。

3.2 UWB技术在监狱劳动工具的管控方面应用的必要性与可行性

将UWB技术融合监狱的实际情况，建立起一套适合监狱的管控方案，对劳动工具在室内精准定位以及建立起电子区域围栏来防止罪犯利用劳动工具进行狱内犯罪。在劳动工具的定位管控上引入UWB室内定位技术，UWB定位设备实时上传位置信息，使得监狱民警时刻把握劳动工具的位置动态，完善“智慧监狱”和监狱物联网的建设。建设电子区域围栏，防止工具被他人恶意带出劳动场所而造成狱内事故的发生。该围栏不需要在现场增加其他设备，只需要通过监狱网络平台，把握工具的实时位置即可实现，直接防止工具被带出劳动场所，减少监狱民警的工作压力。一旦有意外情况发生，如工具被带出劳动场所，系统发出警报。监狱民警可以当场抓住问题根源，迅速解决问题，同时也可以达到解放警力的目的。

国内多家UWB技术公司积极参与其技术研究并取得相应成果，既有上游芯片厂商，也有中游方案商，还有下游应用商，共同推动UWB技术的继续发展。UWB技术发展局面繁荣，为该课题所研究的方向提供了坚实的后盾保障。

4 基于UWB技术的监狱劳动工具的管控系统建立

首先需要对劳动工具进行分类，分类出不同种类的劳动工具，不同类别的劳动工具使用相应的安装UWB定位设

备的方法^[4]。然后需要在劳动场所或工具存放场所中安装UWB信号基站，通过设备与信号基站之间的信号传输及反馈，再将数据传输至UWB定位引擎(位置解析服务器)即可获得设备的位置信息。并且UWB定位设备可以实时主动上传位置信息。其次通过网络，UWB定位引擎将设备的位置信息传输至PC端，使得设备的位置信息在监狱网络平台显现。最后通过监狱网络平台设置，根据人为评定，建立起UWB定位设备的电子区域围栏，一旦在PC端设备反馈的位置信息跨越电子围栏所管控的区域，将立刻上传设备的位置信息并通过系统反馈情况进行报警处理。这样监狱的监管人员会立即得知系统反馈情况，而且还可以立刻了解到设备的动态去向。这时监管人员需立即联系在场的负责民警，及时控制住现场情况，避免劳动工具被他人蓄意带出到其他地方以造成狱内安全事故问题。系统实现途径如图1所示。

4.1 对劳动工具的分类及其安装UWB定位设备的方法

可以将劳动工具分类为大物件和小物件。

大物件比如有剪刀、锤子、螺丝刀、扳手、工具箱等工具。这类工具可以直接采用UWB定位设备内嵌式装备。在这类工具的手持端采用塑料制品，然后将UWB定位设备嵌入塑料制品中，方便其信号的收发。

小物件比如各类针具等各类细小的工具。这类工具可以采用集中式收纳集中的方式进行管理。比如对于针具来说，可以购买使用针具收纳箱，在其收放针具的底座通过安装接触感应装置来判断针具是否在位。在收纳箱的顶部嵌入UWB定位设备，来对这种细小的工具进行集中管控。

4.2 UWB室内定位技术算法

本课题所研究的UWB室内定位主要采用TDOA算法。

TDOA(Time Difference of Arrival)即到达时间差定位算法，指选定一个基站作为参考基站，结合其他基站与参考基站建立以基站为焦点的多条双曲线，与双曲线上的点到焦点的距离差为目标节点，到其他基站的距离差的双曲线方程，通过多条双曲线的交点可得到目标节点所在的位置。其中目标节点到各基站的距离是通过测出目标节点发出的无线电波到达信号基站的时间，无线电波在空气中是以光速传播的，再乘以光速即可得到目标节点到信号基站的距离^[5]。TDOA定位不必进行基站和目标节点之间的同步，而只需要基站之间进行同步。因为基站的位置是固定的，所以基站之间进行同步比基站和目标节点之间进行同步更容易实现^[6]。

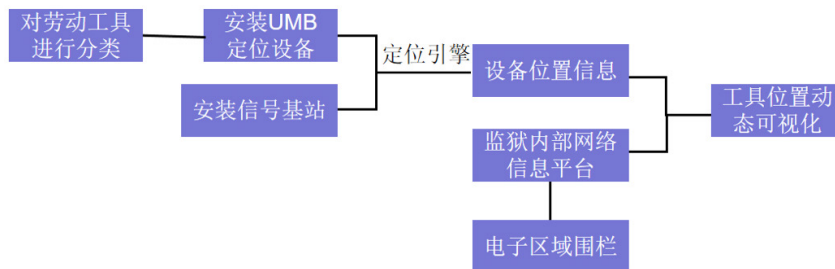


图1 实现途径

TDOA 定位算法模型见图 2。

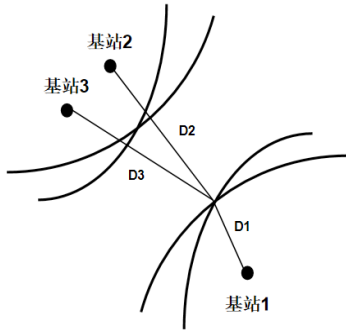


图 2 TDOA 定位算法模型图

已知基站 1、基站 2 和基站 3 的坐标，分别为 (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) 和 (x_3, y_3) ，假设待测目标节点坐标为 (x, y) ，则可得到 TDOA 算法公式，根据公式可求的目标节点的位置。

$$\begin{cases} D_1 - D_2 = \sqrt{(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2} - \sqrt{(x-x_2)^2 + (y-y_2)^2} \\ D_1 - D_3 = \sqrt{(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2} - \sqrt{(x-x_3)^2 + (y-y_3)^2} \end{cases}$$

4.3 信号基站在室内的安装

关于 UWB 信号基站的安装，可以在劳动工具的使用场所和存放场所的墙壁上进行安装。这样既方便信号传输，提高了定位的精准度，而且还不易被破坏，如图 3 所示。

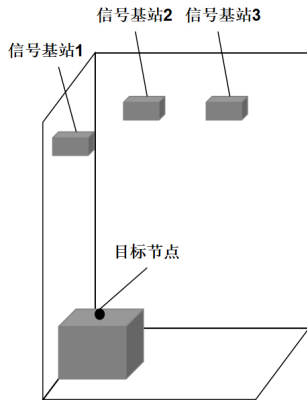


图 3 设备安装设计

4.4 接收设备位置信息的网络平台

由 UWB 定位设备与 UWB 信号基站之间的信号交流后上传至位置定位引擎（即解析服务器）获得 UWB 定位设备的位置信息，然后上传至 PC 端其位置信息，通过提前模拟其场所的建筑结构和空间设计的二维平面，通过网络传播以及数据处理后形成其在平面上的可视化位置信息，从而使监控 PC 端监控人员能够清晰的观察其动态。信号传播途径如图 4 所示。

4.5 电子区域围栏的划分及报警

首先要在 PC 端模拟出定位场所的建筑结构以及空间设计，然后通过人工评测去划分电子区域围栏及围栏所存在的

时间段。该围栏的作用是：当 PC 端收到的设备位置信息跨越了该划分的区域，电脑将自动报警提醒监控人员注意，再由监控人员立即联系在场的监狱民警，结合 PC 端设备的位置信息和现场的监控画面，立即获取其动态去向，从而达到对劳动工具位置的有效管控。

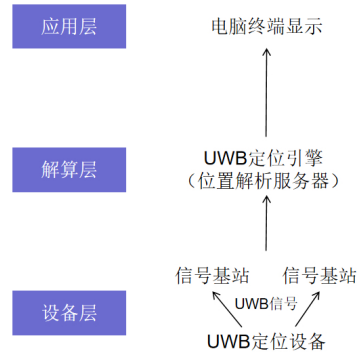


图 4 信号传播途径

4.6 已废弃的劳动工具解决办法

对于个别已损坏的劳动工具，由现场负责管理的人员立即上报，在 PC 端登录其信息，然后立即将已损坏的工具进行废弃处理。

5 结语

从监狱的实际劳动改造工作中入手，以使劳动改造的工作效率更高为出发点，从而探索到了如何利用 UWB 技术对监狱劳动工具的管控进行改进，通过上述的技术路线，研究出关于利用 UWB 技术对监狱劳动工具的管控系统。利用 UWB 技术的定位功能，与劳动工具进行结合，最大化提升监狱的工作效率，方便监狱民警时刻明确劳动工具的位置及动态，了解该设备是否有跨越电子区域围栏的记录，以及方便民警后续对工具的清点工作。如果有意外情况发生，在场的监狱民警可以及时控制住现场，以绝后患。完善“智慧监狱”和监狱物联网的建设，减轻监狱民警的工作压力。

参考文献

- [1] 李惠忠.关于深化智慧监狱建设的思考[J].中国司法,2021(6): 37-40.
- [2] 蒋兵.罪犯劳动现场规范化管理研究[J].中国监狱学刊,2016(5): 133-136.
- [3] 贾非.UWB超宽带技术与运营商发展建议[J].通信企业管理,2022(3):78-80.
- [4] 刘宏涛,杨春.基于物联网技术的监狱劳动现场工具管理标准化探究[J].中国监狱学刊,2022(1):108-113.
- [5] 丁亚男,张旭,徐露.基于UWB的室内定位技术综述[J].智能计算机与用,2019,9(5):91-94.
- [6] 王争,蒋浩晨,高娟,等.超宽带室内定位算法综述[J].电子设计工程,2021(21):141-145.