

基于有源 RFID 的造车零件运输位置追踪方法

凌颖

(工业互联网创新中心(上海)有限公司,上海 200232)

摘要:为了获取汽车零部件的精确运送位置,提出一种基于有源 RFID 技术的造车零件运输位置追踪方法。预先增加 RFID 有源标签信息,建立信息对应表,根据发送与反馈的信号判定报文队列。采用副载波调制方案对数据调节低频信号,抽取回路信号中低频成分的相位进行测距,从而避免在零件标识过程中产生的冲突;对标记进行处理,得到造车零件的运送位置,跟踪生产部件的运输位置。实验结果表明:在小范围与大范围的零件运输位置追踪过程中,该方法追踪偏差较低,满足设计需求。

关键词:有源 RFID;造车零件;运输位置;追踪;阅读器

中图分类号:TP275 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2023)03-0232-04

Tracking Method of Vehicle Parts Transportation Location Based on Active RFID

LING Ying

(Industrial Internet Innovation Center (Shanghai) Co., Ltd., Shanghai 200232, China)

Abstract: In order to obtain the precise transportation position of auto parts, a method for tracking the transportation position of auto parts based on active RFID technology is proposed. The RFID active tag information is added in advance, the information correspondence table is established, and the message queue is determined according to the signals sent and fed back. The sub-carrier modulation scheme is used to adjust the low-frequency signal to the data, and the phase of the low-frequency component in the loop signal is extracted to measure the distance, so as to avoid the conflict during the part identification process. The mark is processed to gain the transportation position of the automobile parts, and shopping positions are tracked as well. The experimental results show that the tracking deviation of the proposed method is low in the tracking process of small and large scale parts transportation positions, which meets the design requirements.

Keywords: active RFID; auto parts; transportation location; tracking; reader

0 引言

因汽车制造内部和外部供应链的复杂性,需要加快企业内部信息化建设。汽车行业已经进入了大规模定制的时代,公司按照客户的要求进行定制,并且定制的速度越来越快。因此,物流公司必须在短时间内完成汽车零部件的运输。需及时了解零部件的运输位置,才能有效控制零部件的抵达时间,并避免仿冒零件混入,达到汽车厂商对汽车零部件的运输要求。但是由于路况、发货时间以及快递公司等多方面的影响,导致运输位置追踪效果较差。针对当前现状,较多学者开展了车辆定位等方法,如文献[1]中,张颖研究了基于曲线拟合的物流仓储远程定位算法。先通过 Fang 算法初步估计位置,再利用 Taylor 算法进行优化,再次获取位置。文献[2]中,ZAINUDIN J 等提出一种使用带有验证通知的条码扫描器的物品跟踪方法。该方法通过预条形码或跟踪号对递送包裹的计算机化跟踪,使用基于网络的服务来管理和跟踪包裹。上述提出的定位方法均能够对目标追踪定位,但是在实际应用过程中,

还存在一定的不足,需要进一步优化处理。RFID 技术是一种新兴的传感器技术,它具有体积小、远距离识别、不需要人工干预、信息存储量大、读取时间短等优点,已被广泛地应用于物流、制造、交通、公共信息服务等诸多行业。基于 RFID 的优点,将其应用到造车零件运输位置追踪中,以提高零件运输位置追踪的效果。

1 基于有源 RFID 的消息队列判断及数据标准化处理

有源 RFID 内含电池供能,按照预设的规则周期性地对信号发射。其优点是支持远距离识别,信号接收距离为 120 m~150 m。当有源 RFID 标签进入读写器的作用区域时,即可获取标签发射出来的信号。本文选择了 ISO15693 协议下频率为 13.56 MHz 的远距离读写器。在采用有源 RFID 位置追踪的过程中,预先增加 RFID 有源标签信息,建立信息对应关系表、发送和反馈信号、通过信号监听转换^[3]、消息队列处理等各个环节,以便后续位置追踪。RFID 技术设备的示意图如图 1 所示。

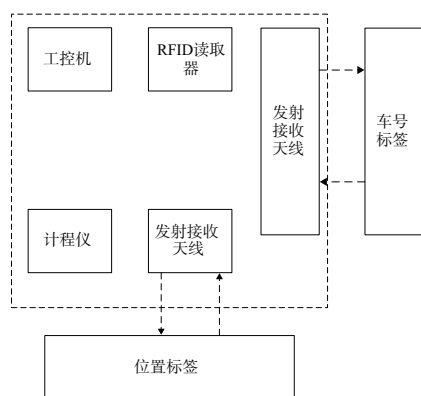


图1 RFID 技术设备示意图

位置追踪过程如下:

1) RFID 有源标签增加了对每一种标签的独特标识编号, RFID 标签分为零件标识和地面标识两类;

2) 建立 RFID 有源标签标识号与地理位置和零件编号的对应关系, 每一个标记都对应着一个特定的地理位置, 具体表现在路口的某一处、某一条直线上, 而每一个零件都对应着一个编号^[4];

3) RFID 阅读器以 4 根天线的方式将信号发送到特定的位置, RFID 有源标记在收到该信号后被启动, 并且将该信号反馈给该 RFID 有源标记;

4) RFID 阅读器在发送了一个信号之后, 开始在一个天线上监测信号, 如果在一个特定的时间(小于发送信号期间)接收到 RFID 有源标记反馈的信号, 将其转换成 RFID 有源标记 ID, 并且把天线接收到的信息设置为 RFID 有源标记 ID; 如果在一定的时间内(小于发送信号时段)没有接收到信号, 那么该天线接收到的信息是空白的。在监听完成后, 4 根天线接收到的信息组成 1 条信息, 传送至工业控制计算机信息队列。

经上述处理后对消息队列判断, 但是在处理过程中需要进一步对数据处理。假设在零件运输中, 有 n 个参考点, 有 m 个 RFID 天线覆盖的区域, 将感知到的每一个信号用 RSSI 强度序列值表示, 将其表示为

$$\begin{cases} R_{SSI,1} = (r_{SSI,11}, r_{SSI,12}, \dots, r_{SSI,1m}) \\ R_{SSI,2} = (r_{SSI,21}, r_{SSI,22}, \dots, r_{SSI,2m}) \\ \vdots \\ R_{SSI,n} = (r_{SSI,n1}, r_{SSI,n2}, \dots, r_{SSI,nm}) \end{cases} \quad (1)$$

式中 $r_{SSI,11}, r_{SSI,12}, r_{SSI,nm}$ 分别代表序列值。

在距离计算中, 射频信号强度和天线与标签之间的距离呈正相关, 将距离表示为

$$R_{SSI,i} = \left(\frac{TC_r G_r \lambda^2}{16\pi^2} \right) - 10\alpha \lg d_{ij} + X_\sigma \quad (2)$$

式中: T 代表信号的传递功率; d_{ij} 代表信号接入点 i 与参考点 j 位置之间的距离; G_r, G_i 分别代表有源 RFID 读写器的增益值和标签天线的增益值; λ 代表波长; α 代表信号的衰减系数; X_σ 代表服从高斯分布的变量值。

在此基础上, 通过对 RSSI 值标准化处理^[5], 能够提高定位的精度, 数据标准化处理公式如下:

$$R_i = \frac{R_{SSI,i} - \min(R_{SSI,i})}{\max(R_{SSI,i}) - \min(R_{SSI,i})} \quad (3)$$

式中 R_i 为处理后得到的新的参数值。

通过上述过程获得基本数据, 为后续零件追踪提供基础。

2 基于标签信息的零件运输位置追踪

为了达到相位提取的目的, 克服相位提取时出现的模糊的问题, 采用副载波调制方案进行解决, 调节低频信号, 通过提取往返信号中低频分量的相位进行测距和定位^[6]。副载波信号是一个频率较低的正弦信号, 将其调制到射频载波上用于相位提取, 计算公式为

$$S_{sub}(t) = A_0 \cos(2\pi f_{sub} t + \varphi_s) \quad (4)$$

式中: f_{sub} 代表副载波频率; φ_s 代表初相。假设阅读器与标签之间的距离为 d , 信号的半波长需要大于最大的测量距离, 以免出现相位模糊问题, 公式如下:

$$\frac{\lambda}{2} = \frac{c}{2f} \geq d_{max} \quad (5)$$

式中 c 代表距离参数。基于上述过程确定副载波频率, 由于副载波信号为一个单频正弦信号, 为此需要对信号调制。假设射频载波信号表示为

$$S_c(t) = A_1 \cos(2\pi f_c t + \theta_s) \quad (6)$$

式中: θ_s 代表射频载波初相; f_c 代表副载波初相。

将上述得到的信号作为返向散射信号的载波, 在此基础上, 分析阅读器端接收到的信号^[7]。假设标签基带数字信号为 $m(t)$, 在此过程中不考虑载波泄漏信号和信号的衰减情况^[8], 将接收到的信号表示为

$$R_{AM}(t) = A_1 m(t) \cdot \cos(2\pi f_c t + \theta_s) + n_0 \quad (7)$$

式中: n_0 代表加性白噪声; A_1 代表接收端的相位。

同时, 为了避免零件目标标签识别过程中出现碰撞问题, 做进一步处理, 过程如下。

1) 读取程序初始化比较序列号码^[9], 使得在标识区域内的所有零件目标标记都进入有效状态。

2) 读取器发送一个请求指令, 所有的交通工具对象标记接收指令以进行相应读取程序的准备, 并返回全部的自己的序号^[10]。

3) 该目标标记将自己的 ID 序号与读取器判断序号进行对比, 并找到与该目标序号相冲突的相应位^[11]。

4) 按照一定的规则, 将所有的碰撞位按照一定的规则进行分组, 并将每一组的碰撞位置都按照顺序进行统计。然后, 根据所连接的碰撞位是奇数或偶数来决定是否要将碰撞位^[12]判定为 0 或 1。根据冲突比特分组的情况, 判断出在一定范围内的目标标记序号数值较多, 并从多个区域开始进行识别。若每个序列号没有冲突, 就可以完全地标识出一个标记^[13]。目标标签识别原理如图 2 所示。

通过上述过程对相同标签的基带数字信号调制^[14], 读取标签信息, 过程如图 3 所示。

采用上述过程对位置信息读取追踪, 然后继续判断部件队列中有没有信息, 当没有信息时, 会定期地循环读信息队列, 信息队列有信息时, 读出首信息, 并移除信息队列中的首信息, 使其后信息依序上升排列^[15]。

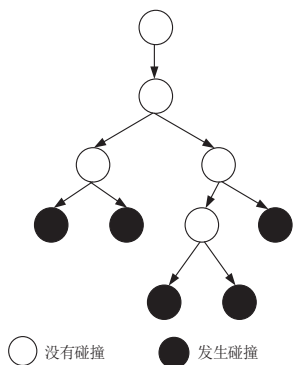


图2 目标标签识别原理

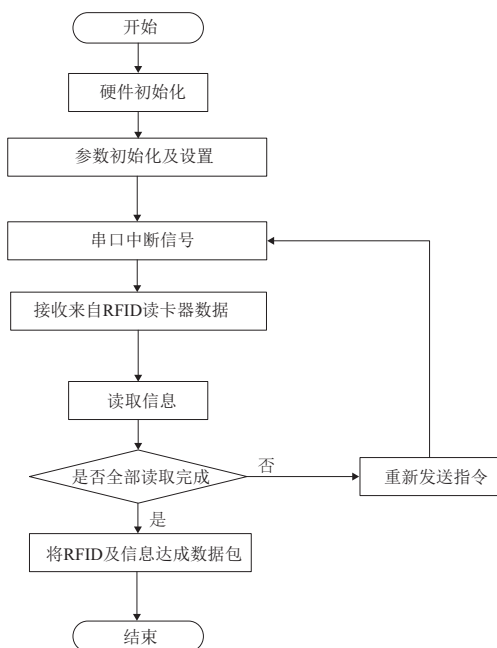


图3 位置信息追踪过程

对所读的报文作出以下的判断:判定底层天线是否收到了一个接地标记(该底层天线的信息是否为Null)。当收到地标牌时,按照标牌标识码和相应的关系表更新零件的位置信息,同时清零计时器的信息;如果没有收到,就把零件的位置信息加到前面的零件位置信息中,从而构成一个新的零件位置信息。

最后,将新的零件位置信息与工业控制计算机相连接,读取轨道上的RFID被动标识和零件末端RFID被动标识。根据RFID被动标签的信息,实时校正零件位置,最后准确地显示零件运输车辆的位置,实现了对零部件的跟踪。

3 实验对比

为验证所提基于有源RFID的造车零件运输位置追踪方法的有效性,进行实验对比,并将基于曲线拟合的物流仓储远程定位算法(文献[1]方法)、一种使用带有验证通知条码扫描器的物品跟踪方法(文献[2]方法)与所提出的方法对比,验证提出方法的追踪效果。

3.1 实验环境

设置实验环境,将某汽车零件制造厂作为实验对象,并搭建实验平台,如图4所示。

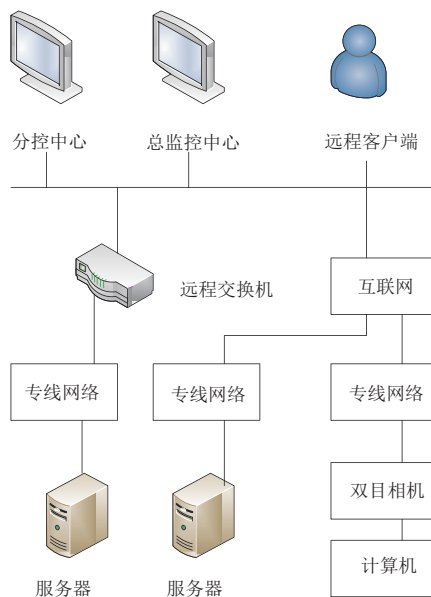


图4 实验平台

为实时提取到相关实验数据,采用相机拍摄与GPRS定位结合的方法对位置定位,将定位结果与追踪结果对比,获得相关的实验结果。

3.2 实验结果分析

在实验过程中,以实验车间中的一个长方形车间为例,进行小范围的仿真实验。



图5 小范围实验示意图

在此部分实验中,将运输零件围绕半径1m的圆形轨迹以0.8m/s的速度做匀速运动,将其运输到目标点。在这个过程中对零件的运输位置追踪,对比3种方法的追踪误差,对比结果如图6所示。

基于图6可知,在小范围内的零件运输位置追踪上,3种方法的追踪误差都较小。详细对比能够发现,所提出的零件运输位置追踪方法的追踪误差更低,能够准确地得到零件运输位置。

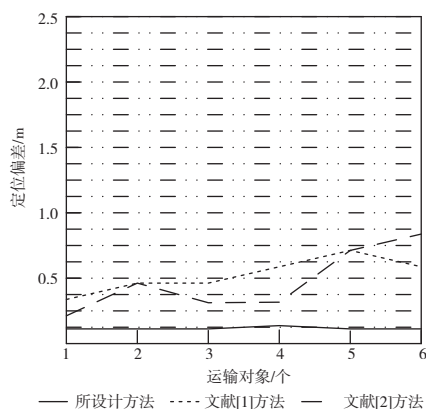


图6 小范围内追踪误差对比

接下来,进行大范围对比实验,实验区域如图7所示。



图7 大范围实验区域图

造车零件由运输起始点运输到目标点,随机对某一个位置定位,3种方法的定位误差对比结果如图8所示。

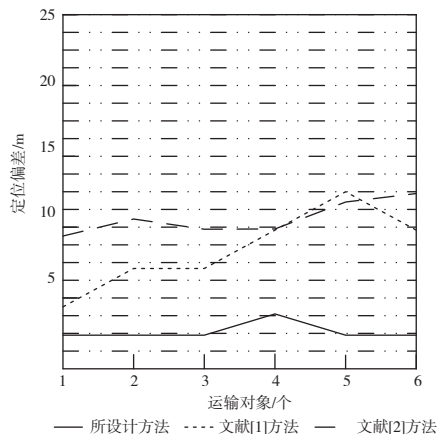


图8 大范围内定位误差对比

从上述对比结果发现,在大范围的造车零件运输中,3种方法的位置追踪误差都有所增加,而所研究方法增

加较少,与另两种方法对比发现,所提出的方法追踪误差更小。

4 结语

所研究的造车零件运输位置追踪方法在小范围与大范围的运输位置追踪上都能够保证较好的追踪效果,满足了造车零件运输位置追踪需求。但是实际零件运输位置追踪过程中会受到周围环境等影响,从而影响零件运输位置的追踪效果,为此在后续研究中还需要做进一步的研究,以提高位置追踪效果。

参考文献:

- [1] 张颖. 基于曲线拟合的物流仓储自动导引车远程定位算法[J]. 自动化与仪器仪表, 2020(12): 119-123.
- [2] ZAINUDIN J, SAMAD H, MISEROM F, et al. Parcel tracking system using barcode scanner with verified notification[J]. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2021, 1062(1): 012039.
- [3] 张焯,樊一超,许艇,等. 基于轻量化图像分割的物流车辆特征定位研究[J]. 浙江工业大学学报, 2020, 48(4): 426-434.
- [4] M'HAND M A, BOULMAKOU A, BADIR H, et al. A scalable real-time tracking and monitoring architecture for logistics and transport in RoRo terminals[J]. Procedia Computer Science, 2019, 151: 218-225.
- [5] 谭宇航,冉江云,孙丞. 基于证据理论离散滤波的机器人定位跟踪[J]. 控制工程, 2021, 28(5): 885-890.
- [6] 姜文涛,金岩,刘万军. 遮挡判定下多层次重定位跟踪算法[J]. 中国图象图形学报, 2021, 26(2): 378-390.
- [7] 张成举,王聪,王金强,等. 欠驱动水面无人艇鲁棒自适应位置跟踪控制[J]. 兵工学报, 2020, 41(7): 1393-1400.
- [8] 许高凤,安妍妍,杨丰茂,等. 基于组合线阵的近程运动小目标被动定位跟踪[J]. 应用声学, 2020, 39(1): 149-156.
- [9] 李保东,叶春明. 基于区块链的汽车供应链产品追溯系统[J]. 计算机工程与应用, 2020, 56(24): 35-42.
- [10] 卢雨,王海滨. 空基无源相干定位系统的机动目标跟踪算法[J]. 系统工程与电子技术, 2021, 43(4): 875-882.
- [11] 李国友,杭丙鹏,杨梦琪,等. 特征融合与重定位卷积算子跟踪算法研究[J]. 计算机应用研究, 2021, 38(8): 2521-2525.
- [12] 储珺,危振,缪君,等. 基于遮挡检测和多块位置信息融合的分块目标跟踪算法[J]. 模式识别与人工智能, 2020, 33(1): 59-65.
- [13] 王元慧,王海滨,张晓云. 动力定位船轨迹跟踪鲁棒自适应容错控制[J]. 控制理论与应用, 2021, 38(2): 287-300.
- [14] 何嘉,奚峥皓,阚秀. 基于地面估算与目标位置估计的多目标跟踪算法[J]. 电子技术应用, 2020, 46(8): 112-116.
- [15] 黄婷,徐明. 基于超声波测距和多普勒测速的室内无人机跟踪定位算法[J]. 弹箭与制导学报, 2021, 41(3): 105-108, 114.

收稿日期: 2022-04-08