

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



(43) 国际公布日
2017 年 11 月 16 日 (16.11.2017)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2017/193624 A1

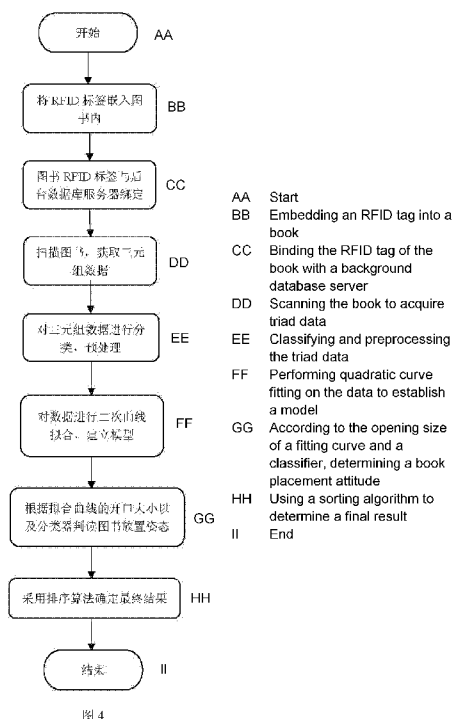
- (51) 国际专利分类号:
G06K 17/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/070930
- (22) 国际申请日: 2017 年 1 月 11 日 (11.01.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201610318946.1 2016年5月13日 (13.05.2016) CN
- (71) 申请人: 南京大学(NANJING UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国江苏省南京市栖霞区仙林大道163号, Jiangsu 210023 (CN)。
- (72) 发明人: 陈力军(CHEN, Lijun); 中国江苏省南京市栖霞区仙林大道163号, Jiangsu 210023 (CN)。
罗园洁(LUO, Yuanjie); 中国江苏省南京市栖霞区仙林大道163号, Jiangsu 210023 (CN)。
刘佳

(LIU, Jia); 中国江苏省南京市栖霞区仙林大道163号, Jiangsu 210023 (CN)。
万凌昊(WAN, Linghao); 中国江苏省南京市栖霞区仙林大道163号, Jiangsu 210023 (CN)。
陈曦(CHEN, Xi); 中国江苏省南京市栖霞区仙林大道163号, Jiangsu 210023 (CN)。
曾阿凡(ZENG, Afan); 中国江苏省南京市栖霞区仙林大道163号, Jiangsu 210023 (CN)。
李颖(LI, Ying); 中国江苏省南京市双龙街2号双龙科技园2栋6楼, Jiangsu 210000 (CN)。
施庆朴(SHI, Qingpu); 中国江苏省南京市栖霞区仙林大道163号, Jiangsu 210023 (CN)。
黄嘉琪(HUANG, Jiaqi); 中国江苏省南京市栖霞区仙林大道163号, Jiangsu 210023 (CN)。

(74) 代理人: 江苏圣典律师事务所(JIANGSU SUNDAY LAW FIRM); 中国江苏省南京市建邺区南湖路58号10楼, Jiangsu 210017 (CN)。

(54) Title: BOOK PLACING ATTITUDE RECOGNITION METHOD BASED ON RSSI SIGNAL VALUE OF RFID

(54) 发明名称: 基于RFID的RSSI信号值的图书放置姿态识别方法



(57) Abstract: A book placing attitude recognition method based on an RSSI signal value of an RFID, comprising: step 1, using an RFID device to laterally and movably read an RFID tag signal placed in a book; step 2, classifying triads with the same tag EPC number into a category to serve as an RSSI signal value, acquired by the book at different times, of an internal RFID tag thereof; step 3, preprocessing data acquired in step 2; step 4, establishing a model, so as to obtain a time-varying rule of the RSSI value of the RFID tag of the book; step 5, sampling the data, training a classification model, establishing a good model and the classification model according to test data, and determining a placement attitude of the book; and step 6, using the RFID device to vertically and movably read the RFID tag signal placed in the book, and using a sorting algorithm to finally determine the position of the book, and determining whether a result in step 5 is incorrect.

(57) 摘要: 一种基于RFID的RSSI信号值的图书放置姿态识别方法, 包括: 步骤1, 使用RFID设备横向移动读取放置在图书内的RFID标签信号; 步骤2, 将带有相同标签EPC号的三元组归为一类, 作为一本图书在不同时刻获取到的其内部RFID标签的RSSI信号值; 步骤3, 对步骤2获取的数据进行预处理; 步骤4, 建立模型, 得到图书RFID标签RSSI值随时间的变化规律; 步骤5, 采样数据, 训练出分类模型, 根据测试数据建立好的模型和分类模型, 判断图书的放置姿态; 步骤6, 使用RFID设备竖向移动读取放置在图书内的RFID标签信号, 利用排序算法最终确认图书的位置, 判断步骤5结果是否有误。



(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格 (细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

基于 RFID 的 RSSI 信号值的图书放置姿态识别方法

技术领域

本发明涉及一种 RFID 技术领域，特别是基于 RFID 的 RSSI 信号值的图书放置姿态识别方法。

背景技术

RFID(Radio Frequency Identification, 射频识别)是一种非接触式的自动识别技术，又称无线射频识别，是一种通信技术，可通过无线电信号识别特定目标并读写相关数据，而无需识别系统与特定目标之间建立机械或光学接触。RFID 技术应用前景广，目前正在逐步地应用于工业生产和日常生活的各个方面，尤其在图书馆方面，越来越多的图书馆开始采用 RFID 技术来取代原有的条形码系统。

传统图书馆的条形码系统具有以下缺点：1.条形码采用激光技术，在需要扫描一本图书信息的时候，必须依靠人为的翻开书本，用扫描器扫描图书内的条形码，需要耗费大量的人工；2.条形码可存储的数据比较少，而且数据未经过编码，数据的保密性和安全性不高；3.条形码只能识别生产者和产品，并不能辨认具体的商品。无线射频识别(RFID)技术可以解决这些问题，其突出的优点主要有以下几点：1.非接触阅读：RFID 标签可以透过非金属材料阅读，而且不需要与标签直接接触，因此能够无需人工干预地完成识别工作，实现自动化；2.数据存储容量大：RFID 标签的数据存储容量大，标签上的数据可以加密、随时更新及可读可写，特别适合于存储大量数据或物品上所需存储的数据经常改变的情况；3.读写速度快：RFID 技术可识别高速运动物体并可同时识别多个标签，操作快捷方便；4.数据安全性高：标签除了密码保护外，数据部分可用一些算法实现安全管理，如 DES、RSA、DSA、MD5 等，读写器与电子标签之间也可相互认证，实现安全通信和存储。可以说，RFID 技术的引入给图书馆管理带来了极大的便利，目前图书馆还没有将 RFID 标签的 RSSI 信号用于图书放置姿态的识别。在图书馆中，由于部分读者的粗心，偶尔会将图书随意横放在其他图书上，造成了图书排放紊乱，影响了图书馆图书的管理，可以利用 RFID 标签信号，自动识别这些被错误的横放的图书，方便了图书管理员对图书的管理，使得图书馆呈现整洁有序的面貌，也给读者查找图书带来了便利。

发明内容

发明目的：本发明所要解决的技术问题是针对现有技术的不足，提供基于 RFID 的 RSSI 信号值的图书放置姿态识别方法，利用 RFID 技术中的 RSSI 值来自动识别图书馆中错误地横放于书架上的图书。

为了解决上述技术问题，本发明公开了基于 RFID 的 RSSI 信号值的图书放置姿态识别方法，包括：基于 RFID 标签 RSSI 值随时间的变化规律对图书放置姿态识别的方法，具体步骤如下：

步骤 1，使用 RFID 设备读取放置在图书内的 RFID 标签，RFID 标签包括：图书 RFID 标签的 EPC 号 epc ，RFID 标签 RSSI 值 $rssi$ ，读取 RFID 标签的时刻 t ，将以上三个信息表示为一个三元组 $p = \{epc, rssi, t\}$ ，代表一本图书在 t 时刻读取到的放置在其内部的 RFID 标签的 RSSI 值；

步骤 2，将带有相同 EPC 号的三元组归为一类，作为一本图书在不同时刻获取到的内部 RFID 标签的 RSSI 信号值；

步骤 3，对步骤 2 获取的三元组进行预处理，平滑数据，剔除杂质；

步骤 4，对步骤 3 中预处理好的数据建立二次曲线模型，得到图书 RFID 标签 RSSI 值随时间的变化规律；

步骤 5，利用步骤 4 建立的二次曲线模型进行训练，利用朴素贝叶斯、SVM 等算法得出分类模型；采集待识别图书 RFID 标签信号，根据分类模型，判断待识别图书的放置姿态为垂直于书架放置或平躺于书架放置；

步骤 6，利用排序算法最终确认图书的位置，判定出步骤 5 是否判断有误。

其中，步骤 2 包括：

将步骤 1 得到的三元组根据 EPC 号进行分类，将持有相同 EPC 号的三元组划分为一类 P ，表示一本图书在不同时刻读取到的 RSSI 信号值。

其中，步骤 3 包括如下步骤：

步骤 3-1，对步骤 2 中每类 P 中的三元组根据时间排序，三元组时间 t 小的三元组在前，时间 t 大的三元组在后；

步骤 3-2，对数据进行平滑处理；

步骤 3-3，获取每类 P 中的最大 RSSI 值以及对应的时间 t ，标记为 $maxindex$ ；

步骤 3-4, 对于每类 P, 由 maxindex 向前后的三元组遍历, 如果相邻的两个三元组 p 的时间差 Δt 大于一个阈值, 就剔除在此三元组之外的三元组的数据, 以此去除较离散的数据。

步骤 3-5, 对于每类 P, 由 maxindex 向前后的三元组遍历: 向前遍历过程中, 三元组中的 rssi 值应该越来越小, 如果遍历到 rssi 值开始变大的三元组, 就剔除此三元组之前的三元组数据; 向后遍历过程中, 三元组中的 rssi 值也应该越来越小, 如果遍历到 rssi 值开始变大的三元组, 剔除此三元组之后的三元组数据。

其中, 步骤 4 包括:

对步骤 3 中预处理好的数据进行二次曲线拟合, 建立二次曲线模型, 得到图书 RFID 标签 RSSI 值随时间的变化规律, 二次曲线模型表示为如下形式:

$$\text{rssi} = a \times t^2 + b \times t + c。$$

其中 a, b, c 分别表示二次曲线的系数。二次曲线模型的系数 a, b, c 采用最小二乘法求解。

其中, 步骤 5 包括如下步骤:

步骤 5-1, 随机取出一定数量的图书 (一般选取 5%~30%左右) 横放于其他竖直放置的图书上, 读取这些图书的 RFID 标签并进行预处理, 建立二次曲线模型;

步骤 5-2, 利用 SVM 分类算法、朴素贝叶斯分类算法等分类算法对步骤 5-1 建立的二次曲线模型进行训练, 得到分类模型;

步骤 5-3, 得到分类模型后, 读取待识别图书 RFID 标签, 进行预处理, 建立二次曲线模型, 将二次曲线模型放入分类模型中, 进行分类判断, 识别图书的放置姿态为垂直于书架放置或平躺于书架放置。

其中, 步骤 6 包括如下步骤:

步骤 6-1, 如果步骤 5-3 中判断图书为平躺于书架放置, 则使用 RFID 设备竖向移动读取放置在图书内的 RFID 标签信号;

步骤 6-2, 利用 RSSI 图书排序算法最终确认图书的位置, 判断步骤 5 结果是否有误。

其中, 步骤 6-2 包括如下步骤:

步骤 6-2-1, 将有相同 EPC 号的三元组归为一类, 进行数据预处理和二次曲线拟合;

步骤 6-2-2, 得出拟合后的曲线的波峰即最高点所在的时间 T, 将所有 RFID 标签的时间 T 进行排序, 得出 RFID 标签对应的每本图书的位置顺序;

步骤 6-2-3, 如果 RFID 标签的时间按序排列, 且被判断为平躺于书架放置的图书的所在的时间为排在最后, 则表明步骤 5 判断正确, 否则说明步骤 5 判断有误, 图书是垂直于书架放置。

有益效果: 本发明利用 RFID 标签信号的 RSSI 信号用于图书放置姿态的识别, 准确判断出图书放置于书架上的状态, 检测出平躺于书架其他图书上的图书, 方便了图书管理人员纠正图书的错误放置姿态, 让图书馆图书处于整洁有序的状态。

附图说明

下面结合附图和具体实施方式对本发明做更进一步的具体说明, 本发明的上述和/或其他方面的优点将会变得更加清楚。

图 1 是天线与书架的位置关系俯视图。

图 2 是横放于书架的图书与垂直放置于书架的图书的主视图。

图 3 是 RSSI 值随时间变化图。

图 4 是实施例的流程图。

图 5 是图书排序的流程图。

具体实施方式

实施例 1

RFID 技术包括三个部分: 天线, 阅读器和 RFID 标签。天线通过发射出射频信号查询 RFID 标签, 射频信号到达 RFID 标签后会被标签反射回来, 阅读器通过接收到的反射信号识别 RFID 标签, RSSI 信号就是反射信号的一种。本实施例利用标签反射的 RSSI 信号值实现图书馆图书放置姿态的识别。距离与 RSSI 信号值得关系如下:

$$d = 10^{((\text{abs}(\text{RSSI}) - A) / (10 \times n))}$$

其中, d 为计算所得距离, RSSI 为接收信号强度(负值), A 为发射端和接收端相隔 1 米时的信号强度, n 为环境衰减因子。由上述公式可以转换得出:

$$\text{RSSI} = -\log(10 \times n \times d + A)$$

上述公式表明, 距离 d 越小, RSSI 值越大, 在本实施例中也就意味着天线与图书 RFID 标签的距离越近, 获取到的 RSSI 值越大。

在对图书馆书架上的图书进行放置位置姿态的识别的过程中,应该让天线平行放置在距离图书不远的位置,否则 RSSI 值对于一本图书在不同时刻的大小不会有很大的差别,影响模型的建立。在本实施例中天线距离图书的距离设置为 10cm。在扫描图书的过程中,匀速地将天线从书架的一侧缓慢移动至书架的另一侧,俯视图如图 1 所示。

在图书馆中,图书有时候会被读者错误地横放在其他正确垂直放置的图书上,导致了图书馆图书排放紊乱,图 2 显示了这种放置状态的现象。

通过理论分析及实验, RSSI 信号值随着时间变化规律如图 3。

通过图 3 可以得出以下结论:

当天线靠近 RFID 标签时,读取到的 RFID 标签的 RSSI 值呈递增趋势;当天线远离 RFID 标签时, RSSI 值呈递减趋势,在 RFID 标签处读取的 RSSI 值最大;

本实施例提供了一种基于 RFID 技术 RSSI 信号值的图书放置姿态识别方法,其中数据采集的过程如下:

- 1、在每本图书中事先嵌入一个 RFID 标签,标签中写有包括图书 id 号的 epc 号,通过读取 RFID 标签的 epc 号,从其中提取出相应的图书 id 号,再从后台数据库服务器中查询相应的 id 号对应的图书信息。

- 2、将天线放置在距离书架约 10cm 的距离,以恒定的速度平行于书架,缓慢从书架的一端横向移动至另一端,采集标签的数据。

- 3、每次采集到的信息都包括三个数据: RFID 标签的 EPC 号 epc,标签反射的 RSSI 信号 rssi 值和读取标签信号的时间 t,将此三个数据标记为一个三元组 $p = \{epc, rssi, t\}$,保存在后台数据库文件中。

在对图书放置姿态进行探测之前,要先确定一个分类模型,以便后续步骤根据此分类模型分析判断图书的放置姿态,具体过程如下:

- 1、随机选取部分图书,将这些图书横放于其他正常垂直于书架放置的图书上,记录下这些横放图书的信息。

- 2、按照上述数据采集的过程,采集图书的信息,包括横放图书信息和垂直放置的图书信息。

- 3、对上述采集的信息进行数据的处理,分别建立二次曲线模型,用朴素贝叶斯算法、SVM 算法等,对二次曲线模型进行分类,构建一个分类模型。

数据采集完毕以后，要对数据进行预处理和建立模型，具体过程如下：

1、将采集到的三元组根据 epc 号进行分类，将持有相同 epc 号的三元组划分为一类 P，表示一本图书在不同时刻读取到的 RSSI 信号值。

2、将每类 P 中的三元组根据时间排序，三元组时间 t 小的三元组 p 在前，时间 t 大的三元组 p 在后。

3、由于环境因素对标签反射的 RSSI 值会产生干扰，造成数据的不理想，需要对数据进行平滑处理，每个三元组中 RSSI 的值取其与相邻两个三元组 RSSI 值的平均值，以此减小数据的抖动现象。

4、获取每类 P 中的最大 RSSI 值以及对应的时间 t，标记为 maxindex，此时间表明天线最靠近 RFID 标签的时刻；

5、由于环境因素的影响，每本图书对应的 rssi 值曲线中，可能在某些时间出现的 RSSI 值的点偏离曲线较远，出现一些离散的点或者小的波，所以要先对这些稀疏的点进行处理。对于每类 P，由 maxindex 向前后的三元组遍历，如果相邻的两个三元组 p 的时间差 Δt 大于一个阈值，就剔除在此三元组之外的三元组的数据，以此去除较离散的数据。此处阈值根据时间的大小设置，在此实施例中，时间的单位是秒，所以此阈值设置为 0.1 秒。

6、只需要得到最高点所在的波，对于其他较小的波，应该剔除。对每类 P，由 maxindex 向前后的三元组遍历：向前遍历过程中，三元组中的 rssi 值应该越来越小，如果遍历到 rssi 值开始变大的三元组，就剔除此三元组之前的三元组数据；向后遍历过程中，三元组中的 rssi 值也应该越来越小，如果遍历到 rssi 值开始变大的三元组，剔除此三元组之后的三元组数据。

7、在对数据进行预处理以后，建立数据的二次曲线模型，得到 RSSI 值相对时间变化的曲线模型，此模型应该是开口向下的二次曲线，开口越大，表明读取到的对应的 RFID 标签的时间越长，读取次数越多，意味着此 RFID 标签处于横放的姿态的概率越大。如果二次曲线的二次项系数 a 的绝对值与上述训练过程得出的阈值相差在一个范围内，在此实施例中，此范围设置在 0.005 以内，具体范围视具体环境设置。

根据二次曲线模型和分类模型，判断出图书的放置姿态，需要最后通过图书排序算法确认图书的放置状态，具体过程如下：

1、将天线放置在距离书架约 10cm 的距离，在判断有横向摆放的图书的位置处，以恒定的速度平行于书架，缓慢从该层的书架底端移动至该层书架的上端，采集标签的数据。

2、数据分类、预处理以及建立二次曲线模型的过程同图书放置姿态识别的数据处理过程。

3、根据建立好的二次曲线模型，取其最高点所在的时间，对所有 RFID 标签对应的时间进行从小到大的排序，如果 RFID 标签有时间先后顺序的差别，且被判断横放的图书所在的时间最大，则判断此图书确实是被错误的横放在了其他图书上，而没有被误判。

本实施例的基于 RFID 标签 RSSI 值的图书馆图书放置姿态识别流程如图 4 所示。

1、将 RFID 标签嵌入图书中，标签 epc 号和图书 id 号绑定，并将图书信息和后台数据库服务器绑定

图书中的 RFID 标签 epc 号的格式设置为：

0BCXXXXXXXXX0000000000

0：表示标签的类型为图书 RFID 标签

B：书的借出状态

0：表示未借出

1：表示借出

2：表示不准外借

C：表示长度，目前图书的编码长度为 8

XXXXXX：表示图书 ID 号，由图书的条形码获得

00000：因 RFID 编码要求，不足双字节需要进行补零操作；

在获取标签的 epc 号之后，提取 epc 号第 4 位开始的 8 位数字，作为图书的 id 号，后台数据库中包含图书的 id 信息和图书的具体信息如书名、作者等。从读取到的标签的 epc 号中提取出图书的 id 号以后，可以根据此 id 号到后台数据库进行图书信息的查询。

2、用天线扫描图书，获取图书内标签的数据

图书馆书架上的图书应该整齐排放，否则会影响识别的效果。将所有的图书摆放

整齐以后，让天线平行放置于距离图书 10cm 左右的位置。天线不能离图书太远，否则在移动的过程中，一本书返回的 RSSI 信号值不会有太大的区别，因为在一定范围内天线相对于图书的距离没有发生大的变化。移动的速度也不应该过快，移动速度快，天线读取标签的次数会减少，本实施例将速度控制在 0.1m/s 左右。

数据的采集应该分为两次，一次是采集训练数据，得出分类模型和阈值，为后面的识别过程做准备，另一次就是采集要识别放置姿态的图书的数据，所以相应的数据处理和模型建立过程也要进行两次。

3、对采集的数据进行分类、预处理，剔除杂质数据，为构建理想的模型建立基础

采集数据的过程中，往往是多本图书交替反射信号，所以后台数据库记录的数据通常是多本图书的数据交错排列，需要将这些交错的数据分类，提取出每本图书对应的三元组集合，采用的分类方法就是将有相同 **epc** 号的数据划分为一类，然后按照时间的大小在划分好的三元组集合内进行数据的排序。由于环境因素对 **RFID** 标签的 **RSSI** 信号的干扰较大，加上书的厚薄程度不同，每本书采集到的 **RSSI** 信号数据不会很理想，有杂质数据，需要通过预处理剔除。理想的数据排列应该呈现近似二次曲线的形状，所以需要剔除比较离散的点和小的波峰。

4、对预处理好的数据拟合曲线，建立二次曲线模型，识别图书放置姿态

根据预处理的数据构建二次曲线模型，此模型应该是开口向下的二次曲线，开口越大，表明读取到的对应的 **RFID** 标签的时间越长，读取次数越多，意味着此 **RFID** 标签处于横放的姿态的概率越大。模型的构建分为两次，一次用于数据训练得出分类模型和分类的阈值，另一次就是图书放置姿态的识别，如果识别过程中得到的曲线的二次项系数与分类模型得出的阈值相差在一定小的范围内，就可以判断此图书是横放的状态。

5.利用图书排序算法最终判断图书的放置姿态

上述过程的判断结果可能会因为环境因素对 **RSSI** 信号的影响，有一定的误差，造成判断错误，为了最后确定图书确实是横放在其他竖直放置的图书上的，需要通过二次判断来做出最终的判别。在判断有横放图书的位置，进一步竖直扫描图书，采集数据，对图书进行排序。如果在此位置只有一本竖直放置的图书，那么最终的排序结果应该有且只有一个时间，或者几个相似的时间值，那么就证明判断错误，图书放置正

确。如果在此位置有横放在其他图书上的图书，那么最后的排序结果应该是有超过一本图书的时间，且时间间隔相差不小，被判断为横放的图书所在的读取时间在后。

本实施例的基于 RFID 标签 RSSI 值的图书馆图书排序的流程如图 5 所示。

1.扫描图书，获取数据

不同于图书放置姿态识别的数据采集过程，图书排序扫描图书的方向与图书姿态识别过程中的扫描图书方向垂直，为从一层书架的底端向上扫描到该层书架的上端为止。其余步骤都和图书放置姿态的识别过程一样。

2.对数据进行分类，画出 RSSI 值曲线图

获取的数据是多本书的数据交错在一起，需要将数据进行提取分类，将有相同 epc 号的数据归为一类，代表一本书的 RSSI 标签在不同时间返回的 RSSI 值。将分好类的数据分别按照时间顺序得到 RSSI 值的变化曲线图。

3.对数据进行预处理

由于环境因素的干扰，再加上书的厚薄程度不同，导致上述步骤得到的曲线图会有离散的点，或者会出现一些小的波峰，这些都是对后续步骤的干扰因子，需要将这些点进行剔除，只留下拥有最高值的一段连续曲线。

4.曲线拟合，图书排序

预处理好的曲线还不是能对其进行分析的最好模型，需要对曲线要进行二次曲线拟合，得到完整的随时间先递增，后递减的波段，取其最大值所在的时间为 T 。对得到的 T_1 、 T_2 、 T_3 ... T_n 按照从小到大的顺序进行排序，这个顺序就是标签所在的图书的位置顺序。

本发明提供了基于 RFID 的 RSSI 信号值的图书放置姿态识别方法，具体实现该技术方案的方法和途径很多，以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。本实施例中未明确的各组成部分均可用现有技术加以实现。

权利要求书

1、基于 RFID 的 RSSI 信号值的图书放置姿态识别方法，其特征在于，包括如下步骤：

步骤 1，使用 RFID 设备读取放置在图书内的 RFID 标签，RFID 标签包括：图书 RFID 标签的 EPC 号 epc ，RFID 标签 RSSI 值 $rssi$ ，读取 RFID 标签的时刻 t ，将以上三个信息表示为一个三元组 $p = \{epc, rssi, t\}$ ，代表一本图书在 t 时刻读取到的放置在其内部的 RFID 标签的 RSSI 值；

步骤 2，将带有相同 EPC 号的三元组归为一类，作为一本图书在不同时刻获取到的内部 RFID 标签的 RSSI 信号值；

步骤 3，对步骤 2 获取的三元组进行预处理；

步骤 4，对步骤 3 中预处理好的数据建立二次曲线模型，得到图书 RFID 标签 RSSI 值随时间的变化规律；

步骤 5，利用步骤 4 建立的二次曲线模型进行训练，得出分类模型；采集待识别图书 RFID 标签，根据分类模型，判断待识别图书的放置姿态为垂直于书架放置或平躺于书架放置；

步骤 6，利用排序算法最终确认图书的位置，判定步骤 5 是否判断有误。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，步骤 2 包括：将步骤 1 得到的三元组根据 EPC 号进行分类，将持有相同 EPC 号的三元组划分为一类 P ，表示一本图书在不同时刻读取到的 RSSI 信号值。

3、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，步骤 3 包括如下步骤：

步骤 3-1，对步骤 2 中每类 P 中的三元组根据时间排序，三元组时间 t 小的三元组在前，时间 t 大的三元组 p 在后；

步骤 3-2，对数据进行平滑处理；

步骤 3-3，获取每类 P 中的最大 RSSI 值以及对应的时间 t ，标记为 $maxindex$ ；

步骤 3-4，对于每类 P ，由 $maxindex$ 向前后的三元组遍历，如果相邻的两个三元组 p 的时间差 Δt 大于一个阈值，就剔除在此三元组之外的三元组的数据；

步骤 3-5，对于每类 P ，由 $maxindex$ 向前后的三元组遍历：向前遍历过程中，如果遍历到 $rssi$ 值开始变大的三元组，就剔除此三元组之前的三元组数据；向后遍历过程中，如果遍历到 $rssi$ 值开始变大的三元组，剔除此三元组之后的三元组数据。

权利要求书

4、根据权利要求3所述的方法，其特征在于，步骤4包括：对步骤3中预处理好的数据进行二次曲线拟合，建立二次曲线模型，得到图书RFID标签RSSI值随时间的变化规律，二次曲线模型表示为如下形式：

$$\text{rss}i = a \times t^2 + b \times t + c,$$

其中待求解的a, b, c分别表示二次曲线的系数。

5、根据权利要求4所述的方法，其特征在于，步骤5包括如下步骤：

步骤5-1，随机取出一定数量的图书横放于其他竖直放置的图书上，读取这些图书的RFID标签并进行预处理，建立二次曲线模型；

步骤5-2，利用分类算法对步骤5-1建立的二次曲线模型进行训练，得到分类模型；

步骤5-3，读取待识别图书RFID标签，进行预处理，建立待识别图书的二次曲线模型，将待识别图书的二次曲线模型放入分类模型中，进行分类判断，识别图书的放置姿态为垂直于书架放置或平躺于书架放置。

6、根据权利要求5所述的方法，其特征在于，步骤6包括如下步骤：

步骤6-1，如果步骤5-3中判断图书为平躺于书架放置，则使用RFID设备竖向移动读取放置在图书内的RFID标签；

步骤6-2，利用RSSI图书排序算法最终确认图书的位置，判断步骤5结果是否有误。

7、根据权利要求6所述的方法，其特征在于，步骤6-2包括如下步骤：

步骤6-2-1，将有相同EPC号的三元组归为一类，进行数据预处理和二次曲线拟合；

步骤6-2-2，得出拟合后的曲线的波峰即最高点所在的时间T，将所有RFID标签的时间T进行排序，得出RFID标签对应的每本图书的位置顺序；

步骤6-2-3，如果RFID标签的时间按序排列，且被判断为平躺于书架放置的图书的所在的时间为排在最后，则表明步骤5判断正确，否则说明步骤5判断有误，图书是垂直于书架放置。

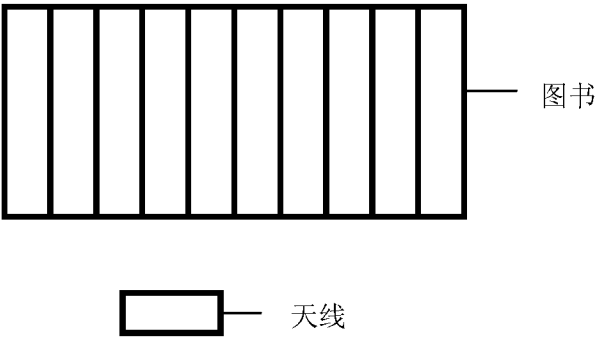


图 1

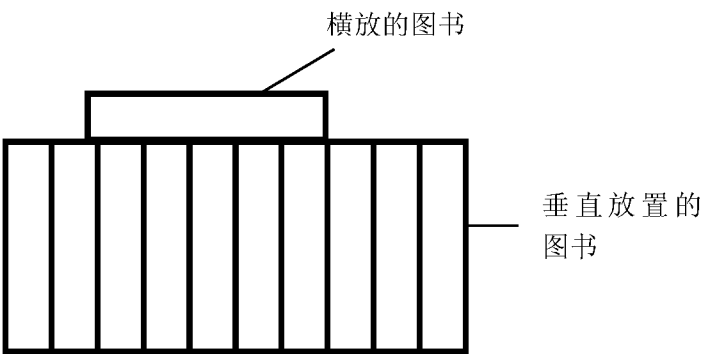


图 2

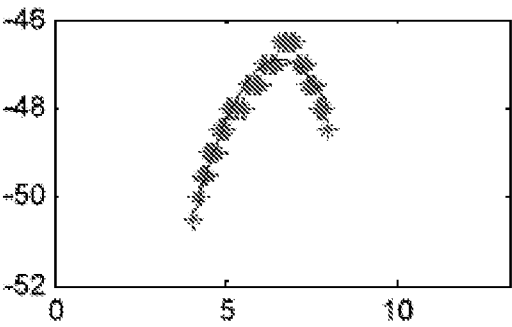


图 3

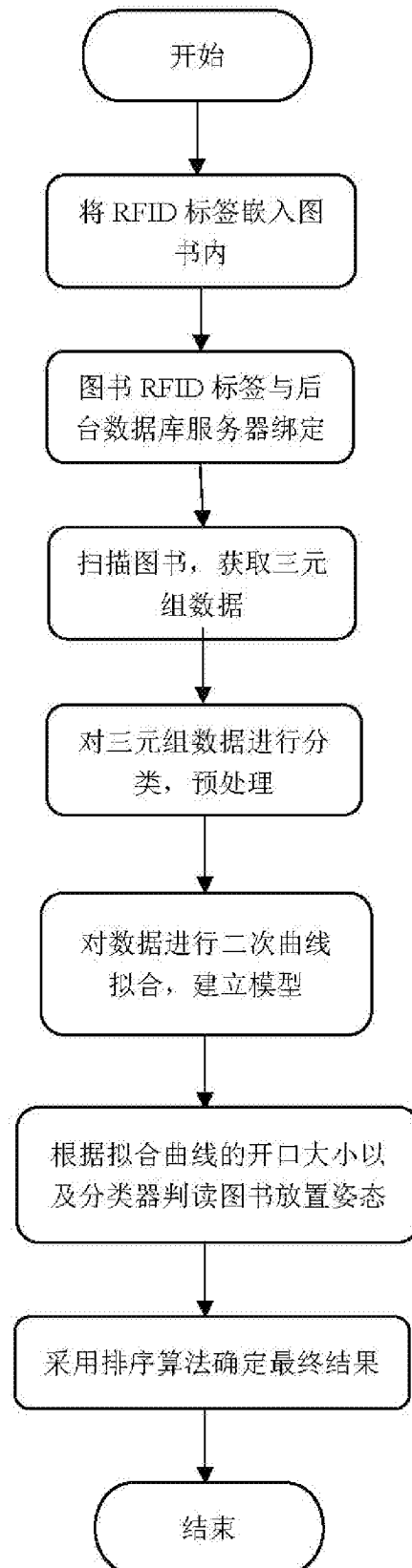


图 4

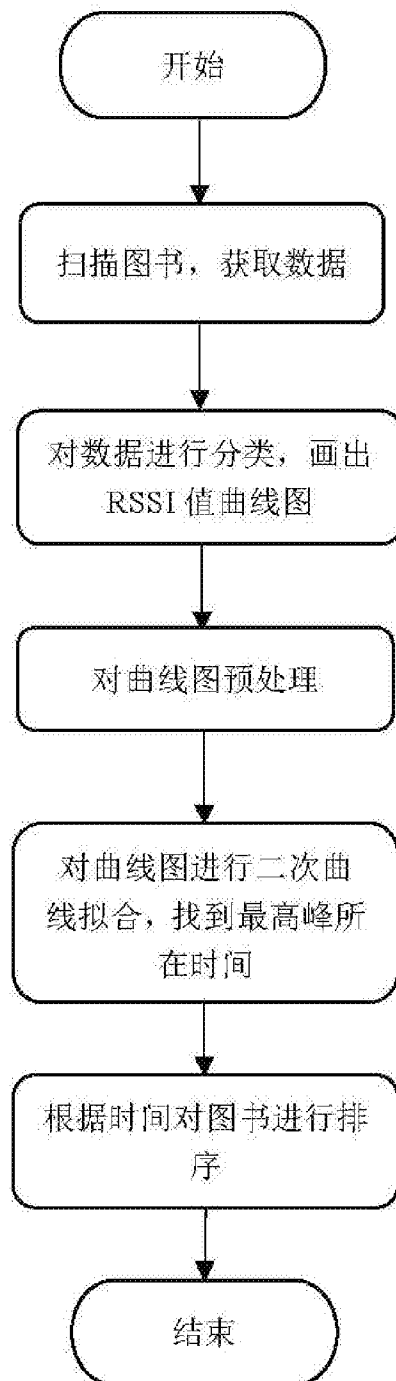


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2017/070930

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06K 17/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC, GOOGLE: traverse, curve, radio frequency, sequencing, RFID, RSSI, book, attitude, position, place, identify+, time, model, horizontal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 106022404 A (NANJING UNIVERSITY), 12 October 2016 (12.10.2016), claims 1-7	1-7
A	CN 104933458 A (NANJING UNIVERSITY), 23 September 2015 (23.09.2015), description, paragraphs [0045]-[0076], and figures 1-3	1-7
A	CN 104915618 A (NANJING UNIVERSITY), 16 September 2015 (16.09.2015), the whole document	1-7
A	US 2014266608 A1 (WAL-MART STORES, INC.), 18 September 2014 (18.09.2014), the whole document	1-7
A	LI, Xiangchen, "A Book Auto Inventory Method Design and Implementation Based on Variation of RSSI in RFID Library", ELECTRONIC TECHNOLOGY & INFORMATION SCIENCE, CHINA MASTER'S THESES FULL-TEXT DATABASE, no. 03, 15 March 2015 (15.03.2015), ISSN: 1674-0246, pages 28-41	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 01 April 2017 (01.04.2017)	Date of mailing of the international search report 17 April 2017 (17.04.2017)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer MENG, Zishan Telephone No.: (86-10) 82246936

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2017/070930

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 106022404 A	12 October 2016	None	
CN 104933458 A	23 September 2015	None	
CN 104915618 A	16 September 2015	WO 2017005127 A1	12 January 2017
US 2014266608 A1	18 September 2014	WO 2014159978 A1	02 October 2014
		GB 2526233 A	18 November 2015
		CA 2906609 A1	02 October 2014
		US 2016188931 A1	30 June 2016

A. 主题的分类 G06K 17/00 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G06K 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNPAT, CNKI, WPI, EPDOC, GOOGLE: 图书, 书籍, 姿态, 横放, 放置, 位置, 定位, 识别, 时间, 曲线, 射频, 排序, 模型, RFID, RSSI, book, attitude, position, place, identify+, time, model, horizontal		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 106022404 A (南京大学) 2016年 10月 12日 (2016 - 10 - 12) 权利要求1-7	1-7
A	CN 104933458 A (南京大学) 2015年 9月 23日 (2015 - 09 - 23) 说明书第[0045]-[0076]段, 附图1-3	1-7
A	CN 104915618 A (南京大学) 2015年 9月 16日 (2015 - 09 - 16) 全文	1-7
A	US 2014266608 A1 (WAL-MART STORES, INC.) 2014年 9月 18日 (2014 - 09 - 18) 全文	1-7
A	李相臣. “一种基于RSSI变化率的RFID图书自动典藏算法与实现” 中国优秀硕士学位论文全文数据库 (信息科技辑), 第03期, 2015年 3月 15日 (2015 - 03 - 15), ISSN: 1674-0246, 第28-41页	1-7
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2017年 4月 1日		国际检索报告邮寄日期 2017年 4月 17日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10) 62019451		受权官员 孟子山 电话号码 (86-10) 82246936

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/070930

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	106022404	A	2016年 10月 12日	无			
CN	104933458	A	2015年 9月 23日	无			
CN	104915618	A	2015年 9月 16日	WO	2017005127	A1	2017年 1月 12日
US	2014266608	A1	2014年 9月 18日	WO	2014159978	A1	2014年 10月 2日
				GB	2526233	A	2015年 11月 18日
				CA	2906609	A1	2014年 10月 2日
				US	2016188931	A1	2016年 6月 30日