

## 射频识别技术跟踪定位图书馆乱架图书的策略比较 Strategies in Using RFID to Search and Locate Disordered Books Automatically in Library

谭忠顶

TAN Zhong-ding

(广西师范学院图书馆, 广西南宁 530001)

(Library of Guangxi Teachers Education University, Nanning, Guangxi, 530001, China)

**摘要:**在阐述应用无线射频识别技术跟踪和定位图书馆乱架书基本原理的基础上,比较无线射频识别技术应用于乱架图书追踪和定位时所可能采取的5种策略,以及不同策略之间的优缺点。

**关键词:**射频识别 定位 图书乱架

**中图分类号:**TP391.45, G253 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-7378(2011)03-0228-04

**Abstract:** The RFID technology and the basic principle of locating the disordered books in library were introduced briefly. There will be 5 different strategies, when the RFID was used to search and locate a disordered book. In these 5 strategies, each one has its own advantages and shortcomings.

**Key words:** radio frequency identification, location, book disordered

图书乱架是长期影响和困扰图书馆文献开架服务的痼疾。图书馆目前一般是按照分类号/种次号的字顺对馆藏图书组织排架,每册图书在书架上都有一个固定的唯一的位置。一旦有图书被挪离原来的位置(特别是插到较远的书架上),则由于目前我们没有更好的搜寻手段,如果不是在书架上一册册地顺次查找,该书很容易成为死书。死书不仅仅是对文献资源的一种浪费,更容易引起读者对图书馆管理和服务水平的质疑,损害图书馆的形象。为防止图书乱架和死书,很多图书馆向入库的读者发放代书板。然而,代书板的使用并不能从根本上杜绝图书乱架,在开架书库中,乱架现象仍频繁发生。从以人为本、读者至上的图书馆服务理念来说,图书馆也不应该硬性要求读者一定要把书放回原来的架位上。更为合理和先进的方法是对乱架的图书进行自动追踪,对任意时刻它在书库中的当前位置进行

记录,并适时更新整个书库所有图书的当前位置数据库表。这样我们就能减小图书乱架的危害性,也从根本上杜绝了死书的产生。射频识别技术则为实现这种追踪和定位提供了可能。射频识别技术(Radio Frequency Identification,简称RFID)是一种利用射频信号通过空间耦合(电磁耦合或电磁传播)实现信息传递并通过对传递过来的信息进行分析以达到目标识别的技术<sup>[1]</sup>。一个完整的射频识别应用系统由电子标签、射频阅读器、数据处理系统三部分组成。其中,电子标签又叫射频卡、应答器,是一个由芯片和耦合及微型天线、时钟等组成的数据载体,芯片里的存储器中存储有能标识物件的唯一ID号,以及该物件的其它一些信息。这些标签被附着在物件的表面或嵌在其内部,用以识别该物件。射频阅读器由高频模块和控制单元组成,一般还集成了天线。高频模块用来产生无线电波,向其作用范围内的标签发送指令或传播信息。控制单元用来维护阅读器和标签之间的通信协议及对信号进行编码和调制等。天线则是阅读器和标签之间发射和接收信号的装置,按其方向性分可分为定向天性和全向天线。阅读器可分为手持式的和固定式的,可通

收稿日期:2011-04-25

修回日期:2011-05-15

作者简介:谭忠顶(1974-),男,馆员,主要从事图书馆学基础理论研究  
研究工作。

过 RS232、RS485 或以网卡(有线或无线)等接口与装有数据处理系统的计算机相连。RFID 诞生于二战,最初用于军事目的,上世纪 80 年代以来则转为商业应用,目前已得到很大的发展,被广泛运用于物流管理、交通监控、邮件追踪、仓储管理、高速公路收费系统、停车场管理、门禁系统等领域,在图书馆方面的应用以北美地区较为成熟,规模较大,在国内已得到初步的应用,并引起图书馆学术界的极大兴趣和关注,被认为是图书馆自动化发展的重要趋势和图书馆服务理念转变和文献管理模式改革所依托的重要技术手段<sup>[2]</sup>。如果我们在图书馆中引入射频识别技术,为书库中的每一册书都帖上 RFID 电子标签,并在书库中安装阅读器阵列,就等于是书库中的射频阅读器—电子标签之间建立了基于请求—回答机制的双向联动的无线传感器网络,利用这个网络我们可以追踪和捕捉图书的移动,从而达到对乱架图书进行定位的目的。

## 1 RFID 跟踪定位乱架书的基本原理

利用射频识别技术对乱架图书进行定位属于室内无线定位的一种。目前用于室内无线定位主要有模式匹配法及三角(边)测量法两种机制。模式匹配法需预先在待定位的标签群中间部署参考标签,然后采集参考标签与阅读器之间的信号—位置关系信息用以建立参考信号分布地图,在定位时则测试待定位标签到阅读器的应答信号度量并将其与已建立的参考地图进行比对,按某种模式匹配法(如最近邻居法、支持向量机法或统计学方法等)确定目标标签的位置<sup>[3]</sup>。这种机制需要先建立参考地图。三角(边)测量法则不需要参考地图,而是直接度量参考标签到阅读器的距离并运用三角函数关系进行计算。针对书架在书库中的排列形式,这两种机制都可应用于乱架书的定位。

### 1.1 书架在书库中呈分扇区和圆弧状排列

当书架在书库中的排列呈现出分扇区、圆弧状的形式时,可基于三角(边)测量法,使用具有方向可控的方向天线的阅读器。阅读器先扫描各个扇区搜寻需定位的标签,当找到时记下读头天线中轴相对于坐标 X 轴方向的偏角  $\alpha$ 、相对于坐标 Y 轴方向的偏角  $\beta$  和相对于坐标 Z 轴方向的偏角  $\gamma$ ,然后阅读器向标签发出测试指令,并记录收到的来自标签的应答信号的强度,运用特定的公式可计算出标签到阅读器的距离  $d$ 。利用  $d$  和  $(\alpha, \beta, \gamma)$  之间的三角函数关系即可确定标签的位置。采用三角(边)测量法

时系统中只需要一台具有方向天线的阅读器即可实现定位,它比较适用于书架在书库中分扇区、呈圆弧状排列的情形,此时,对标签的搜寻较为快速简单。缺点是由于没有参考地图,对阅读器到待定位标签之间的距离  $d$  的测算要求必须精确,这在书库向读者开放时存在多重干扰源的情况下并不容易做到。

### 1.2 书架在书库中呈矩阵状排列

在图书馆中使用得更多的是矩阵状排架方式,即每排书架在书库中占用一个面积相等的矩形投影区域,又在高度方向上利用隔板把书架划分成很多长方体形的架位单元。这种情况适合于使用模式匹配法来实现定位。首先书库四周墙壁及天花板上安装若干台固定式射频阅读器,任意 3 台阅读器不能在同一条直线上。由于确定空间一点需 3 个参数,因此,至少需安装 3 台阅读器。在每个架位单元的 8 个棱角处都贴上参考标签,然后,测试并记录每个参考标签的应答信号分别到达  $n$  台阅读器时的信号强度,得到向量集  $S = \{S_1, S_2, S_3, \dots, S_z\}$ ,此即定位系统的参考地图,其中  $S_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in})$  为第  $i$  张标签分别发出的应答信号到达  $n$  台阅读器时的信号强度。当有标签需要定位时,由  $n$  个阅读器向标签发送测试信号,然后记录接收到的应答信号的强度。由于多台阅读器同时工作会引起信号的相互干扰,因此阅读器的测试必须依序顺次进行,即第 1 台阅读器测试完毕后,第 2 台阅读器才能开始测试。标签到  $n$  台阅读器的应答信号强度构成了一个向量  $b = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ 。

分别计算参考地图中的每个向量到  $b$  的欧几里德距离:

$$d_j = \|S_j - b\| = \sqrt{(a_{j1} - b_1)^2 + (a_{j2} - b_2)^2 + \dots + (a_{jn} - b_n)^2}, j = 1, 2, \dots, z$$

取其欧几里德距离与  $b$  最小的几个向量所代表的参考标签,则它们所处的位置所决定的架位单元即为待定位标签所在的架位单元,特别地,如果不是在同一条直线上,则只需 3 个参考标签即能决定一个架位单元。正常情况下,这几个参考标签应为某个架位单元棱角处 8 个参考标签中的几个,若不是,则表明定位失败,系统需发起新一轮的测试,直到能确定一个架位单元为止。为了提高定位的成功率,可以使用读头可伸缩的阅读器或为阅读器安装滑轨,不断改变读头的位置并测绘新的参考地图。只要测试时任意 3 个阅读器的读头位置不在同一条直线上,则定位算法并不需要改变。

可见,不同的定位算法适用于不同的书架排列形式。由于矩阵式的书架排列法在图书馆中更为常见,以及针对书架单元的划分较为简单、参考标签很便宜且容易部署、模式匹配对距离的测量不要求很精确以及匹配结果一般比三角(边)法更为理想等特点,应优先考虑用模式匹配法来进行定位。目前在室内无线定位方面使用模式匹配法比较成熟的系统有香港科技大学的 LANDMARC 系统等<sup>[4]</sup>。

## 2 RFID跟踪定位乱架图书的策略比较

### 2.1 由读者驱动的定位

这是读者按索书号或架位号在图书的应在架位上找不到书后向定位系统发起对其所需图书的定位指令,从而驱动一个定位过程。在不进行定位时,系统中的所有阅读器和标签全部处于休眠状态。我们先在后端的数据处理系统中维护一张底层的图书当前位置数据库表,图书首次排架完毕后,每册书所在的初始架位单元号被写入这张表中。随着书库向读者开放,乱架图书逐渐增多,但是只要不是读者需要某册书而该册书又刚好不在原架位单元上,就不会引发一次对图书的追踪(搜索)和定位。开始搜索前,由于所有的标签都处于休眠状态,阅读器需要将它们一一唤醒。如果阅读器使用的是全向天线,则由于不能选择性地优先对某些区域进行搜索,阅读器必须从书库中的第一本书开始进行搜索,直到找到书为止,理论上需要遍历书库中一半的书。这会产生一段让读者等待时间并且可能很长。作为改进,可以使用方向可控的方向天线,用以对该书原架位的邻近区域优先进行搜索,再慢慢扩大范围。这时候阅读器实际上就相当于一台微型雷达。无论使用何种天线,由读者驱动的定位都需要系统立即启动一次搜索、定位和计算的流程,从而产生一段让读者等待的时间,这是它的最大缺点。它的另一个缺点是由于图书乱架时其新的位置信息不能被及时更新到底层的图书当前位置数据库表中,书库管理员也无法根据数据库表的改变来及时将乱架书归位。如果没有读者发起对某册乱架书的定位请求,则该书将一直得不到归位,这同样会影响该书的使用效率及读者对图书馆服务的评价。但是由读者驱动的定位对系统要求最少,对系统的性能损耗最低,系统中的阅读器和标签绝大部分时间都处于休眠状态,并且系统对电子标签的要求也最低,甚至要求其存储器中简单地保存一个ID号即可,这种情况下标签可以被设计成很瘦的客户端。

### 2.2 由乱架图书驱动的定位

这是由书中的标签自动感应和监测自身的空间位置变化,当这种变化较大时即认为已被乱架,从而唤醒自己;阅读器监测到其工作空间内有标签被唤醒,因而读取这个标签并开始定位。阅读器在等待定位请求时通过发射恒定频率的电磁波,从而在天线周围形成一个稳定的磁场,这个磁场在任意一个空间微元处的磁通显然是不同的,可以在电子标签中加入磁敏元件来感应和计算这种磁通,并与其在初始架位处的磁通进行比较。如果磁通发生了突变,则认为已被乱架,于是立刻唤醒自己以便能被阅读器监测到。电子标签对自己当前位置的磁通的测算必须周期性地不断进行,但是由于对一般图书而言乱架并不经常发生,因此其磁通大多数情况下不会有大的突变。因此为减少电子标签的能耗,需对不同的图书设定不同的测算周期,例如对入库时间较新的书及流动性较大的文学读物等设定较短的测算周期,而对入库时间较久的书以及其它较少被借的书设定较长的测算周期。这种驱动方式的定位其优缺点与由读者驱动的定位刚好相反。由于图书一旦发生乱架即马上对其进行定位,并把计算结果自动更新到底层的数据库表中,因此任一时刻表中记录的图书位置与图书的当前实际的物理位置是一致的,读者一经查询马上就可以知道,不产生等待时间。但是这种定位要求系统中必须有一台阅读器一直处于激活状态,以产生供标签用来感应自身空间位置变化的稳定磁场。电子标签必须周期性地自我监测,这增加了它的能耗;电子标签还必须增加感应元件以及用来测算磁通变化或感应电流变化的计算单元,从而成为一个很胖的客户端,这当然会增加它的成本。

### 2.3 由管理员驱动的定位

以上两种定位都是突发式的定位,一般发生在书库向读者开放的时候并且随时都有可能进行。但是当书库开放时其室内环境是比较复杂的,书库中的可见光以及走动的人体都有可能对射频形成干扰,从而引起测算的偏差,不难想象不可能每一次定位都能得到精确的结果。因此,当图书乱架不是很频繁或读者对乱架书的需求和查询不是很迫切时,可以由书库管理员选择在最适于准确定位的时候(例如在黑暗的夜间)向定位系统发起对全书库图书的定位。这种定位由管理员把握定位的时机,能得到最为精确的结果,但是由于是对全书库中所有的图书进行定位,因而当定位时阅读器及后端的数据

处理系统长时间都处于工作状态,这对于二者,尤其是对阅读器有极高的要求。因此,必须合理分配阅读器和数据处理系统的负载,把阅读器的某些功能部署到后台的数据处理系统上,由服务器来实现;必须在数据处理系统中使用多线程的技术,使用能实现快速搜索的算法和数据结构,优化定位算法;必须对书库中所有的图书进行分划并使用排队策略,如按学科类别或出版时间把图书划分为不同的集合,并对这些集合使用不同的优先级别,以便使流通性大、使用率高、易被乱架的图书能优先地和经常性地得到定位和整理。

#### 2.4 由时间机驱动的定位

这是为每张电子标签设定一个唤醒周期,一旦到了唤醒的时间,则不管有没有读者发起对该图书的定位请求,也不管电子标签有没有监测到自身空间位置的突变,电子标签都要唤醒自己,以便阅读器能找到自己,并发起一次定位。我们将这种周期性发生的定位称之为由时间机驱动的定位。由于书库中的图书很多,采用这种定位机制时,任何时候都必定有多个标签发起对自身定位的请求,因此,采用并优化防碰撞的算法非常重要。又由于不同类型的书有不同的使用概率和乱架概率,因此必须对书库中的书进行划分,对不同类型的书使用不同的唤醒周期。由时间机驱动的定位是一种系统负载最为平均的定位,对系统各部分的要求既不高又不低,通过对书库图书的精巧划分和唤醒周期的合理设定,可以使系统在可承受的范围内发挥最大的效率。它的效果也界于以上几种定位之间,如果有不常使用的书发生乱架,则有可能较长时间内得不到定位。

#### 2.5 混合驱动的定位

这是结合使用两种以上的定位策略,以实现不同策略之间的优势互补。例如在上班时间内采用由读者驱动的定位或由乱架书驱动的定位,而在下班后定期发起对全书库图书的定位和整理。

### 3 结束语

利用射频识别和室内无线定位技术追踪和定位图书馆乱架书的优点是系统自动触发完成,基本上无需人的参与。利用射频阅读器来寻找乱架图书不是一项全新的应用,一些文献提到可以手持便携式阅读器从书架前一排排快速移过,如感应到乱架书则阅读器会发出警报声<sup>[2,5,6]</sup>。这种方法是利用了阅读器的快速读取的优点,但是从其思想方法上看与用人眼从书架上一册册查找并无本质不同。如果书库很大而乱架又比较频繁时,这样查找工作量是很大的。利用无线定位系统实现乱架书的自动定位才是更好的解决方案。目前射频识别技术已被图书馆学术界高度关注,在国内一些大型的公共图书馆如深圳市图书馆和国家图书馆二期工程中,这项技术已得到全面应用。随着技术的进步,相信无线射频识别技术对乱架图书的自动追踪和定位一定能成为现实。

#### 参考文献:

- [1] 王华莲. 无线射频识别(RFID)技术在图书管理中的应用[D]. 山东大学, 2007.
- [2] 吴晞, 甘琳. 迈向智能化图书馆——无线射频识别技术在图书馆的应用和创新[J]. 中国图书馆学报, 2006, (6): 67-70.
- [3] 赵军, 李鸿斌, 王智. 无线网络室内定位系统研究[J]. 信息与控制, 2008(4): 83-89.
- [4] 邓辉舫, 马启平, 周尚伟. 使用无线射频识别(RFID)室内定位[J]. 计算机应用, 2008(7): 226-228, 233.
- [5] 刘红梅. 无线射频识别技术在图书馆中的应用[J]. 农业图书情报学刊, 2007(3): 15-17.
- [6] 詹玮. 基于射频识别技术的图书馆管理系统[J]. 情报探索, 2008(11): 64-66.

(责任编辑:邓大玉)