

RFID 自助收银研究和设计

郑方伟¹, 周明天¹, 张宇威²

(1 电子科技大学 计算机科学与工程学院, 四川 成都 610074; 2 北京交通大学 电子工程学院, 北京 100044)

摘 要: 介绍了当前流行的自助收银技术并对其优缺点进行了分析, 提出了基于 RFID 的自助收银和随时随地支付的方案. 对该方案进行了详细设计和分析, 并总结了这种方案的优势, 最后对相关技术问题作了分析.

关键词: 射频识别; 自助收银; 电子产品码

中图分类号: TP311.11

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2011)03-0186-04

Research and Design on RFID Self-checkout

ZHENG Fang-wei¹, ZHOU Ming-tian¹, ZHANG Yu-wei²

(1 School of Computer Science and Engineering,

University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610074, China;

2 School of Electronics and Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract: Introduced the current Self-checkout technology and analyzed its advantages and disadvantages. Proposed the solution of RFID based Self-checkout and Paying anytime anywhere, gave the detailed design and analysis of its process and summarized its advantages. Relative technology problems were also analyzed.

Key words: RFID; self-checkout; EPC

1 引言

自助收银系统主要包括扫描和收银终端两部分. 顾客自行对所购商品逐一扫描, 并在完成后付款, 付款手段包括各种卡, 现金和钞票, 甚至可以使用优惠券. 此外, 自助收银系统还包括一个打包区, 其作用除了使顾客可以在这里进行商品打包外, 还将对商品称重, 如果包装后的重量和通过条形码扫描后从系统中记录的商品重量不一致则说明顾客没有完全付费^[1]. 除了重量检查外, 其他安全措施可以包括摄像头监视和店员的监控等. 由于上述优点, 自助收银系统已经在发达国家得到了广泛的应用.

当前的自助收银系统虽然具有提供一定的隐私保护, 使购物比较少的顾客可以绕过等待队列等优点, 但并没有真正提高收银效率. 如何加快收银速度, 为顾客提供快捷、方便、能保护隐私的收银环境就是商场改善服务, 提高竞争力的一个重要部分, 自

助收银就是基于这种需求产生的. 文中对当前流行的自助收银技术进行分析, 并在此基础上设计了一种基于 RFID 的自助收银方案, 方案包含两个部分: ①基于 RFID 的自动收银; ②随时随地支付.

2 基于 RFID 的自助收银

RFID 已经广泛应用于流通领域, 用于对商品的跟踪, 自动识别等. 由于成本原因, RFID 目前主要应用于较为昂贵的商品, 但是随着 RFID 标签的价格逐渐降低, 未来将有可能应用于单个商品, 从而使基于 RFID 的自动收银成为可能. 将 RFID 应用于自动收银并不是一种新的思路, 零售设备供应商 NCR 在 Metro 的 RFID 创新中心安装了集成 RFID 功能的自动收银系统^[2], 该 RFID 功能用于使顾客在收银过程中, 在扫描商品条形码的同时使安全功能失效. 不过 RFID 在该系统中不是用于商品识别, 而只是起到一种安全功能开关的作用.

收稿日期: 2010-04-06; **修回日期:** 2010-06-18

基金项目: 国家自然科学基金项目(60473090); 中国国家留学基金(20073020)

如果利用 RFID 阅读器自动识别商品上的 RFID 标签,顾客就不用再对商品进行手动扫描。RFID 阅读器还具有同时读取多个标签的能力,一旦读取到商品上的标签,后台系统就可快速计算出相应的商品价格,这就使大幅提高收银效率成为可能。但是这种技术上的可能成为商业现实还需要满足更严格的要求,具体说来,需要解决以下问题:

(1) 误读。包括两种情况,一种是阅读器读取到错误的标签 ID,比如传输中受到干扰等。另一种是 RFID 阅读器除了读取到当前顾客所购商品上的标签,还读取到商场内的,排队等候的,或者平行通道的其他顾客所购商品上的标签,这就会使顾客为自己没有购买的商品买单。第一种情况通常通过阅读器和标签之间的协议来解决,本文主要研究第二种情况。

(2) 漏读。即 RFID 阅读器没有将顾客购物车中的所有商品都读到。

(3) 系统安全性。即顾客不能不支付便能顺利携带商品离开。

下面对这些问题进行分析并提出相应的解决思路。

减少误读的方法之一是限制阅读距离。阅读器的阅读距离除了和使用的频率有关之外,还跟阅读器的功率,天线的形状,天线的方向有关,经过仔细设计可以将阅读范围控制在一定距离之类,比如 UHF(Ultra High Frequency)是当前在零售和制造领域使用最广泛的频率^[3],而被动 UHF 阅读器的阅读距离通常只有几米,这就比较适合自动收银使用。同时还可以根据需要设计通道的长度和通道间的间隔,一旦阅读距离确定了,就可以对收银区(POS zone)的面积和收银通道之间的间隔进行相应的设计,从而避免误读,此外,在 UHF 频段,射频波还易于被水或者很薄的金属层吸收^[4],可利用这个特性进一步使用屏蔽门和屏蔽挡板隔离排队等候的和两侧通道的其他顾客,从而使收银区成为一个完全屏蔽的区域,完全杜绝误读的可能。根据上述分析,收银通道如图 1 所示。

漏读主要通过提高标签读取率来解决。标签读取率受许多因素影响,比如射频频率,RFID 阅读器和标签的协议,天线敏感度,标签和阅读器的位置等。这些因素可以分类为标签性能,标签的依附对象,阅读器设置和环境等^[5]。在所有的因素都确定的情况下,标签的读取率就基本确定了,在此基础上,可以采用多天线或者使用多个阅读器来提高 RFID



图1 收银通道设计

波的覆盖范围。期望进行 100% 的标签读取率也许是不现实的,但是根据概率原理,读取 6 次就可以使 90% 的读取率达到 100% 的性能^[6],基于这个原理,加上 RFID 的扫描速度远远快于手动扫描,在实际部署中可以增加阅读的次数来换取更好的读取性能。

系统安全性按照图 1 的设计可细化为三个更明确的需求:①所有商品未被支付之前,安全门不能打开。②安全门打开之后,当前顾客不能增加商品并携带未付款的商品离开。③安全门打开之后,其他顾客无法携带未付款的商品离开。设计方案如下:第一个顾客进入屏蔽门,屏蔽门关闭,支付通道的阅读器开始扫描用户购物车,在读取到所有的商品标签后,处理程序会查询后台数据库,计算商品总价格,但对已经付款的商品将不再计费。如果用户的金额不足,或者不想购买某些商品,可以打开屏蔽门,将不想购买的商品取出,每次开关屏蔽门,系统都会自动重新读取标签并计算价格。支付完成后,屏蔽门将会暂时锁死,即从通道内外都无法打开,这时前面的安全门将会打开,用户离开后,安全门关闭,这时屏蔽门恢复正常,开始下一次循环。如果顾客在付款完成后想继续购物,也可主动关闭安全门,使屏蔽门解锁,系统开始下一个循环,由于已付款的商品在系统中有记录,所以该操作不会为顾客增加额外的工作量。以上过程的流程如图 2 所示。

由于每次屏蔽门的开关都会触发重新读取标签并计算价格的操作,顾客可以根据需要增加或减少商品,因此在当前顾客付款之前其他顾客试图进入收银区并无意义,而在当前顾客付款之后,屏蔽门将暂时锁死,商场内的其他顾客将无法进入收银区。但是考虑到第一个顾客可能在付款的同时立即打开屏蔽门让其他顾客进入,从而使其他顾客利用这种方式逃避付款,将屏蔽门开闭事件作为高优先级事件,由于打开安全门前需要关闭并锁死屏蔽门,即使前

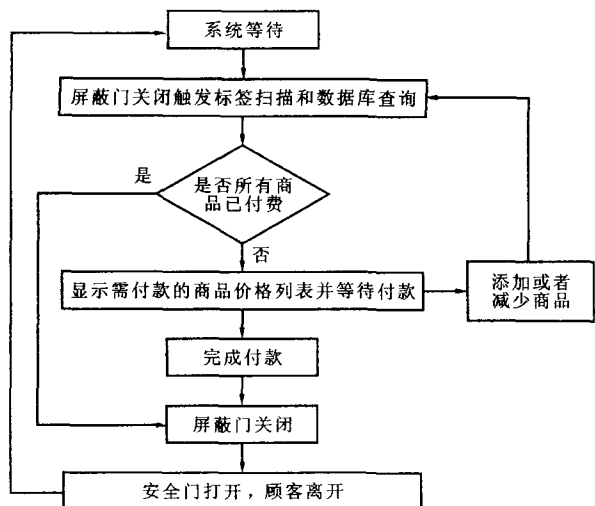


图2 收银过程流程图

一个顾客付款完成,也必须将屏蔽门再次关闭才可能打开安全门,但是这样将触发重新读取标签并计算价格的事件,这时系统将进入一个新的收银过程,前一个顾客将等他放进来的顾客支付完成后才能离开。如果顾客自己不小心在支付的同时打开了屏蔽门,只要没有新的商品进入 POS 区,只要再关闭屏蔽门,系统如果检查到所有的商品都付款成功,就会直接进入支付完成的程序:即屏蔽门锁死,安全门打开,顾客仍然可以正常离开。

从以上分析可以看出,该方案不仅可以利用 RFID 快速安全地进行收银,也可以应对顾客在收银过程中可能遇到的各种复杂情况。文中提出的收银通道在结构上虽然和传统收银通道有很大不同,可能需要顾客去适应,但是这种屏蔽的收银区的设置更充分地保护顾客的消费隐私,屏蔽区域的设置也会增加顾客对 RFID 扫描的信心,更重要的是,这种由阅读器自动扫描商品的自助收银方式不仅可以减少人力成本,还会大大减少顾客所需要花费的时间。

3 随时随地支付

虽然基于 RFID 的自助收银大大提高了收银效率,但在繁忙的商场,顾客可能仍然需要排队等待,因此,文中提出了一种随时随地支付的方案,即顾客可以在购物过程中一边选择一边支付,选择完成后,购物过程就完成了,顾客可以从快速出口直接离开,而无须排队等候。设计如下:

商场内分布许多服务终端。这些服务终端集信息查询平台,RFID 阅读器和 POS 机于一体,并与后台系统直接相连。当用户把商品靠近服务终端,

RFID 阅读器读取到电子标签后便可以通过后台系统查询该标签对应的信息并在终端显示屏上显示出来。除了显示更丰富的商品的信息外,由于与后台系统直接相连,服务终端还可以为顾客提供各种复杂的查询和比较,比如同类商品搜索,价格比较,商品位置查询等,这将充分发挥后台数据库系统的优势,为顾客提供更为丰富的购物体验。此外,由于信息终端同时具有 POS 机的功能,顾客可以在购物过程中一边选择一边支付,商品选择完成后,支付也就完成,顾客可以直接离开商场,不用再经过收银通道,因此购物较少的顾客可以在完成支付后通过快速出口直接离开,给顾客提供了很大的方便。

快速出口的功能和普通商场里的未购物出口类似,但是实现时,仍然有一些不同的考虑:(1)由于服务终端支付方式适合购物较少的顾客和喜欢一边挑选一边支付的顾客,因此通过快速出口的顾客会比普通商场未购物的顾客要多,必要时可以设置多个快速出口通道。(2)快速出口的安全系统更复杂。快速出口处设置有 RFID 阅读器,顾客在服务终端完成支付后,服务终端将标签 ID 码和用户的支付状态纪录在后台系统中,当用户走向快速出口时,安全系统检测到 RFID 标签后会立即进行查询,判断对应的商品是否已购买,如果没有,就会采取相应的措施,比如发出报警声,安全门关闭或者保持关闭(如果默认的情况是关闭,根据商场的策略决定)。还有一种更简单的方案是所有商品购买的同时就“杀死”其标签(使用 EPC class1 Gen2 标签的 kill 命令),这样安全系统只需要读取到 RFID 标签,即可采取措施,而不用查询后台系统。但是,考虑 RFID 标签对顾客来说具有售后使用价值,比如方便退换或其他可能的应用等^[7]。建议将决定权留给顾客,比如在支付系统中设置选项,用户可以根据商品的性质决定是否保留商品的 RFID 标签,比如通常食品类的不需要保留,而价值较高,有较长保修期的电器类商品可以保留。为了方便,在顾客未作选择的情况下可默认对标签进行全部杀死或保留。

随时随地支付使顾客可以根据自己购物的多少,收银通道的繁忙程度自由地选择收银的方式,避免了不必要的等待,同时有效的分流了需要集中收银的顾客。值得指出的是这种方案是独立于信息输入媒介的,虽然分析是基于使用 RFID 标签,但在条件不具备的情况下,使用条形码也可以完成上述随时随地支付的过程。

4 需要考虑的问题

隐私问题目前已成为在 RFID 能够更深入的渗透进商业世界之前需要解决的最重要的问题^[3]. 通过使用 EPCglobal 的 EPC class1 gen2 标签,可把标签杀死从而保护隐私. 要杀死一个标签,RFID 阅读器需要提供一个 32 位的密码^[8],但是采用统一的密码或者固定不变的密码会大大增加密码暴露的风险,一旦别有用心者获得了密码,就可以通过杀死标签而逃避付款. 因此从安全角度考虑,需要对密码的管理进行仔细的设计.

文中利用超高频 RFID 射频波易于被水或者很薄的金属吸收这个物理特性来设计屏蔽门,但是相应地,在购物车中放置几瓶可乐也可能阻碍商品的准确识别^[4]. 为了避免有些商品扫描不到,可在收银区的不同位置设置多个 RFID 阅读器同时进行扫描.

相对于超市商品的利润来说,对单个商品使用 RFID 标签仍然相对较为昂贵. 但随着技术的进步,我们可以预见更可靠、更便宜的 RFID 标签出现,而且大规模的应用也必将进一步促使 RFID 标签的价格下降,这就会降低 RFID 自助收银的成本,更重要的是,对顾客满意度的投资从长期来看必然是有回报的.

参考文献:

- [1] MILETIC D. A new way to shop — check it out for yourself[EB/OL]. (2008-04-21)[2010-04-07]. <http://www.theage.com.au/news/national/a-new-way-to-shop-151-check-it-out-for-yourself/2008/04/21/1208742852723.html?page=fullpage>.
- [2] Collins J. Self-checkout gets RFID upgrade[EB/OL].

[2010-04-06]. <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/1082/1/1/>.

- [3] Bhattacharya M, Chu C H, Mullen T. A comparative analysis of RFID adoption in retail and manufactural sectors[C]//IEEE International Conference on RFID. Las Vegas: IEEE, 2008:241-249.
- [4] Roussos G, College B. Enabling rfid in retail[J]. IEEE Computer, 2006, 39(3):25-30.
- [5] Mitsugi J, Hada H. Experimental study on UHF passive RFID readability degradation[C]//Proc of the International Symposium on Applications and the Internet Workshops (SAINTW'06). Phoenix, Arizona: IEEE, 2006:52-55.
- [6] Cook C, Brown M. Practical performance expectations for SMART packaging[EB/OL]. [2010-04-06]. Texas Instruments Incorporated, 2006. http://www.ti.com/rfid/docs/manuals/whtPapers/wp-Performance_expectations_for_SMART_packaging.pdf.
- [7] Garfinkel S L, Juels A, Pappu R. RFID privacy: an overview of problems and proposed solutions[J]. IEEE Security & Privacy, 2005, 3(3): 34-43.
- [8] The EPCglobal Architecture Framework[EB/OL]. [2010-04-06]. EPCglobal Final Version 13, Approved, 2009. http://www.epcglobalinc.org/standards/architecture/architecture_1_3_framework-20090319.pdf.

作者简介:

郑方伟 男,(1977-),讲师,博士研究生. 研究方向为普适计算、网络安全.

周明天 男,(1939-),教授,博导. 研究方向为分布式计算、信息安全.

张宇威 女,(1977-),讲师. 研究方向为普适计算.