

8-13-2020

## Research of Smart Shopping System

Lilong Chen

1. Strait Animation Institute of Sanming University, Sanming 365004 China;;

Jianwen Song

2. Institute of Interactive Art and Technology, China Academy of Art, Hangzhou 310024, China;;

Zhou Wei

2. Institute of Interactive Art and Technology, China Academy of Art, Hangzhou 310024, China;;

Liguo Zhang

2. Institute of Interactive Art and Technology, China Academy of Art, Hangzhou 310024, China;;

*See next page for additional authors*

Follow this and additional works at: <https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal>



Part of the Artificial Intelligence and Robotics Commons, Computer Engineering Commons, Numerical Analysis and Scientific Computing Commons, Operations Research, Systems Engineering and Industrial Engineering Commons, and the Systems Science Commons

---

This Paper is brought to you for free and open access by Journal of System Simulation. It has been accepted for inclusion in Journal of System Simulation by an authorized editor of Journal of System Simulation.

---

## Research of Smart Shopping System

### Abstract

**Abstract:** Hypermarket is quite large in area, and rich in many different kinds of goods, the customer needs to spend a lot of time looking for the products and waiting in check-out queues; And hypermarket not only needs to invest a lot of manpower and financial resources in links such as shopping guide and check-out, and the efficiency is not high, but also lack of statistical means in spending habits of each customer. It has an important significance in the hypermarket to create a smart shopping system by putting *mobile information technology, automatic identification technology (RFID technology, for example), the network and database technology together, smart cart was the core element of the system, the system could save customers time, improve the efficiency of the market activities of each link and the quality of services to improve the user experience at the same time, the shop also could earn more profits.*

### Keywords

RFID, smart shopping, indoor navigation, quick payment, buying habit

### Authors

Lilong Chen, Jianwen Song, Zhou Wei, Liguozhang, and Zhigeng Pan

### Recommended Citation

Chen Lilong, Song Jianwen, Zhou Wei, Zhang Liguozhang, Pan Zhigeng. Research of Smart Shopping System[J]. Journal of System Simulation, 2016, 28(12): 2966-2972.

## 大型商场智慧购物系统研究

陈立龙<sup>1</sup>, 宋建文<sup>2</sup>, 周伟<sup>2</sup>, 张立国<sup>2</sup>, 潘志庚<sup>3</sup>(1. 三明学院海峡动漫学院, 福建 三明 365004; 2. 中国美术学院互动艺术与技术研究所, 浙江 杭州 310024;  
3. 杭州师范大学 DMI 中心, 浙江 杭州 311121)

**摘要:** 大型商场面积大、商品种类繁多, 顾客需要花大量时间在寻找商品和排队结账上; 而商店在商品的导购和收银等环节中需要投入大量的人力和财力, 且效率不高, 同时也缺少对每位顾客的消费习惯进行统计的手段。通过将信息化移动技术、自动识别技术(射频识别技术)以及网络、数据库等技术的结合, 为商场构建一个以“智能购物车”为核心技术的智能购物系统, 使顾客快速结账无需等待, 提高商场效率和服务质量, 对大型超市具有较强的实用价值。

**关键词:** 射频识别技术; 智能购物; 室内导航; 快捷支付; 购买习惯

中图分类号: TP391.9 文献标识码: A 文章编号: 1004-731X (2016) 12-2966-07

DOI: 10.16182/j.issn1004731x.joss.201612013

## Research of Smart Shopping System

Chen Lilong<sup>1</sup>, Song Jianwen<sup>2</sup>, Zhou Wei<sup>2</sup>, Zhang Ligu<sup>2</sup>, Pan Zhigeng<sup>3</sup>

(1. Strait Animation Institute of Sanming University, Sanming 365004 China; 2. Institute of Interactive Art and Technology, China Academy of Art, Hangzhou 310024, China; 3. DMI Center, Hangzhou Normal University, Hangzhou 311121, China)

**Abstract:** Hypermarket is quite large in area, and rich in many different kinds of goods, the customer needs to spend a lot of time looking for the products and waiting in check-out queues; And hypermarket not only needs to invest a lot of manpower and financial resources in links such as shopping guide and check-out, and the efficiency is not high, but also lack of statistical means in spending habits of each customer. It has an important significance in the hypermarket to create a smart shopping system by putting mobile information technology, automatic identification technology (RFID technology, for example), the network and database technology together; smart cart was the core element of the system, the system could save customers time, improve the efficiency of the market activities of each link and the quality of services to improve the user experience at the same time, the shop also could earn more profits.

**Keywords:** RFID; smart shopping; indoor navigation; quick payment; buying habit

## 引言

近年来, 大型商场购物已经成为人们日常生活中不可或缺的一部分。目前大型超级市场, 商品种

类繁多分类复杂, 顾客在寻找商品时, 只能查看指示牌或者询问服务员, 使人不胜其烦; 结账时要排很长的队。此外, 商场方面也缺少对每位顾客购物习惯进行统计分析方法和定制个性化服务的手段。寻找商品和排队结账这两个环节是最为耗时的, 特别是对商场环境不熟悉的顾客, 购买几件商品往往要来回寻找; 而在收银环节中, 时间主要都花在收银员对商品条形码的逐个扫描上。虽然, 条形码是目前使用最广的技术, 但从商场的运营效率上



收稿日期: 2014-08-30 修回日期: 2015-03-02;  
作者简介: 陈立龙(1987-), 男, 福建尤溪, 硕士, 助教, 研究方向为网络技术与应用; 宋建文(1959-), 福建福州, 学士, 副教授, 研究方向为虚拟现实、色彩数字化及其应用。

<http://www.china-simulation.com>

• 2966 •

看,存在着许多局限:(1)只能识别商品类别,编码的信息量单一;(2)扫描器一次只能识别单件物品,且必须正对商品物件上的条形码、距离要求足够近,这是收银速度过慢,导致收银处总是排长队的主要原因;(3)顾客从查看商品到购买结算需要花费大量的时间。

因此,顾客寻找商品困难,等待收银时间太长,缺少个性化服务等,成为当前商场在运营效率方面所面临的主要问题。

伴随智慧技术的广泛应用,国内外学者在 RFID(Radio Frequency Identification)射频识别技术用于大型商场的智能化研究方向上做了诸多探索,在基于 RFID 的室内(如商场)定位算法方面,Lionel M. Ni<sup>[1]</sup>提出了 LANDMARC 算法(location identification based on dynamic active radio frequency identification calibration),该算法解决了基于 RSSI 在空间有较多障碍物各个方面的计算局限性,进一步提升了定位的精确度;Wei SONG<sup>[2]</sup>等人对 LANDMARC 算法进行了探讨;Jing Chen<sup>[3]</sup>等人还提出了基于固定阅读器的 PME 算法(prior measurement error-correcting),据仿真结果显示,该算法的精确度比 LANDMARC 还高 17.11%;在基于 RFID 的室内导航应用方面,M. Mathankumar<sup>[4]</sup>、H. Fernandes<sup>[5]</sup>等人设计和实现了在商场中为有视力障碍的顾客购物时减少对他人依赖的定位系统。

RFID 在快捷支付方面的应用已经比较广泛,如公共交通卡、高速公路收费等,Wei Dai 等人<sup>[6]</sup>探讨了 RFID 在手机端的移动支付中的应用;Erik-Oliver Blass 等人<sup>[7]</sup>提出了一个更加安全和保护隐私的 RFID 支付协议 PSP(private and secure payment);Dong Yang 等人<sup>[8]</sup>分析了基于 RFID 的手机作为物联网的终端应用,考虑了各种各样的技术指标,比较和分析了多种手机的信用卡支付方案。

在用户购物行为分析方面,Keiji Takai 等人<sup>[9]</sup>通过购物车上的 RFID 设备来收集顾客的购物路线、停留时间和最终购买的商品等数据,阐明了顾

客在商场的停留时间与购买可能性之间的关系,分析消费者的购买行为;此外也有一些文章对比较流行的 EDLP(every day low price)和 HILO(promotional price)两种价格策略的分析。

综上所述,RFID 和信息化移动技术的广泛应用为超市中智慧购物系统的研究提供了可靠的技术基础,但基于 RFID 的智能购物车在商场中的应用以及使用购物车收集到的数据分析顾客购买习惯的研究尚未见到,本文的研究旨在探讨基于智能购物车的智慧购物系统的实现方案,并以收集到的数据来对消费者的购买习惯进行分析,期待不久的将来顾客能在智慧商场中感受到新型购物系统所带来的便捷和乐趣,让顾客不再为寻找商品和排队结账而感到苦恼。

## 1 RFID 环境下的大型商场智慧购物的分析

### 1.1 业务需求分析

归纳杭州几个大型商场提出的期待在 RFID 环境下的业务需求,主要有以下几个方面:(1)让顾客能有一个新的购物体验方式,实现智能导航和快捷支付;(2)建立用户档案,自动收集每位顾客的购物行为数据:平均消费金额、在商场停留时间等,用于来分析和统计顾客购买频率较高的商品和购物偏好;(3)结合每位顾客自身基本信息(性别、年龄等),使商场和广告商对顾客购买习惯与日常消费商品有更多的关注并提供个性化服务。

### 1.2 数据管理

在商场中,商品的进、销、存各环节都是基于数据库的管理。系统针对供应链上不同的部分(厂商、经销商、零售商)以及广告商、最终消费者等,开放不同权限的操作接口。各个角色均可以通过商品管理系统(MMS)获取相应的数据,如厂商可以实时查看自己产品的销售情况、零售商可以查看各种商品的库存情况、顾客可以实时获取商场最新促销活动等。如图 1 所示。

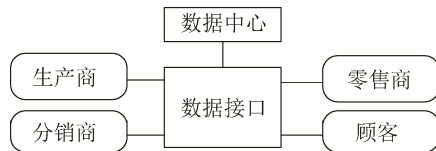


图 1 商品管理系统

### 1.2.1 RFID 环境下的商场商品数据管理

在 RFID 环境下, 商品通过仓库不同的出入口进行存货管理。进货时, 在商品入仓库之前, 门式阅读器对即将入库的物品扫描并自动核对订单、登记入库, 将其在仓库中的精确位置信息保存起来; 商品从仓库进入商店之前, 也被自动登记。货架上的商品阅读器定时扫描区域内商品的情况, 如果发现商品不足或者位置摆放错误, 自动将异常信息发送到服务器, 服务器再将信息发送到服务员的手持设备上。

### 1.2.2 互联网环境下顾客的购物数据管理

顾客可通过在线商品管理系统, 查看商场在售商品以及当前的促销活动, 还可查看以往的购物记录。

购物清单是动态的, 顾客在商场购物时, 通过商品管理系统, 将想要购买的商品添加到在线购物清单中; 而家人在家中, 也随时可以通过会员账号往购物清单中添加需要的商品, 服务器会将新的信息推送到购物车终端屏幕上。

选择智能购物车并启动智能系统, 将会员卡 (RFID 标签) 放置相应阅读器有效范围内, 进行用户识别。账号登录之后, 会显示顾客以往的购物记录, 服务器根据顾客购物习惯, 推送个性化广告和促销活动信息。如图 2 所示。

### 1.2.3 顾客购买习惯分析

在系统设计中, 收集顾客的购物数据, 并对其购物习惯和日常商品使用的频率进行分析, 可为顾客进行定制个性化服务。购物数据包括诸如顾客在商场中停留时间最长的区域、经常购买的商品或青睐的品牌等, 进而推测其饮食习惯, 顾客性格, 进一步用马尔科夫过程、泊松过程等数学模型进行科

学量化分析和预测。

在品牌的个性化推荐服务中, 根据某顾客以往一段时间购买某一件商品所选择的品牌的数据统计, 可构建出马尔可夫链的状态转移概率矩阵  $P$ , 再将该顾客最近一次购买该类商品所选择的品牌作为初始状态  $x_n$ , 即可推测出最佳的概率向量  $x_{n+1}=P*x_n, (n=0, 1, 2, \dots)$ , 作为为其个性化推荐的可靠理论依据。

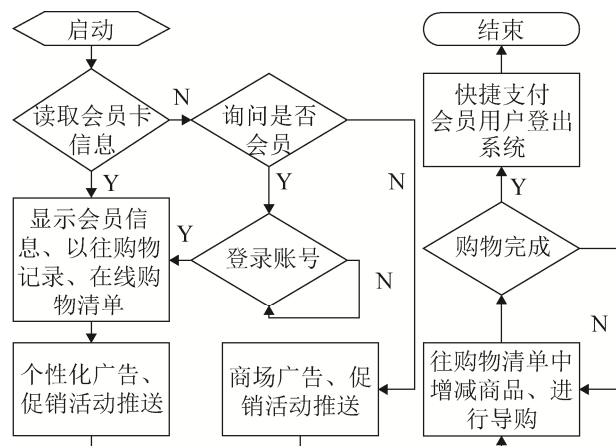


图 2 顾客个性化信息管理

## 1.3 高效导购

商品所在的位置信息(目的地), 由货架上的阅读器扫描获取, 然后返回到购物车终端系统。通过商场合理部署定位用 RFID 标签阅读器, 购物车系统内置定位用 RFID 有源电子标签, 通过无线访问接入点进行发送和接收信息, 构建商场的智能导航系统, 从而获取购物车的当前位置。有源电子标签利用自有电力在其周围形成有效活动区, 主动侦测附近阅读器发射的信号, 并将自身的资料传送给阅读器。如图 3 所示。

根据 LANDMARC<sup>[1]</sup>的核心思想, 我们在商场内设置一系列参考标签, 这些标签的位置是已知的。每个标签对每个阅读器都有一个信号强度, 由这些信号强度组成该参考标签的特征向量。同样的, 每个未知标签(固定在购物车上, 代表购物车位置)也有类似特征向量。通过计算未知标签和参考标签的特征向量差, 差值越小, 说明该未知标签

和参考标签的位置就越近, 可以将向量差最小的那个参考标签的位置近似地认为是购物车的位置。为了提高精度, 被定为购物车的位置由向量差最小的多个参考标签的位置来决定, 而不是只有一个参考标签。计算公式如下:

$$(x, y) = \sum_{i=1}^k w_i (x_i, y_i) \quad (1)$$

式中:  $k$  是特征向量差最小的参考标签个数;  $(x_i, y_i)$  代表参考标签的坐标, 该参考标签是多个参考标签中的一个。每个参考标签有一个权重因子  $w_i$ , 不同的参考标签在计算购物车位置所起到的作用不同。

$$w_j = \frac{1/E_j^2}{\sum_{i=1}^k 1/E_i^2} \quad (2)$$

式中:  $E_j$  代表购物车与参考标签  $j$  之间的特征向量差。该向量差实际上就是两个标签之间的欧几里得度量:

$$E_j = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\theta_i - S_i)^2} \quad (3)$$

式中:  $n$  代表特征向量的向量空间维度。向量差越小,  $w_i$  越大, 说明购物车离该参考标签越接近。

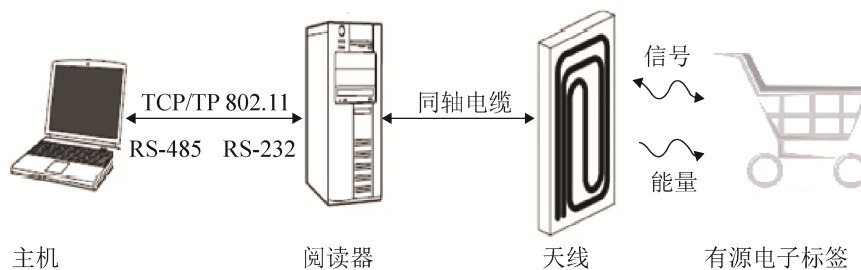


图 3 商场智能导航系统

#### 1.4 快捷支付

实现快捷支付的前提是所有的商品物件上必须固化上 RFID 电子标签, 标签只需要在读取器的有效读取范围内, 即可被快速读取, 与朝向无关, 与宿主材质(纸张、塑料、金属等)无关, 信息承载量也更大, 而且标签具有唯一性, 这些优点说明了它比条形码更加可靠和有效率。

顾客通过购物车上的可触摸显示屏和整个系统进行交互。顾客将商品(已贴无源标签)放入在购物车之前, 放置车上标签的阅读器前进行扫描, 将记录增加到已购清单中; 如将商品从购物车中取出, 则点选已购清单对应物品的减少按钮即可。时刻清楚已购商品的总价格。

商品购买完成之后, 进入收银环节, 整个已购清单中已经完整记录了购买的商品和总价, 从而免去了排长队等待的过程, 直接付款即可。支付完成之后, 通过一个门式阅读器, 对购物车中所有商品进行扫描, 并对所有商品是否已经结算进行确认,

如发现未结算物品, 则红灯警报。

关于多阅读器防碰撞的问题, 李雪<sup>[10]</sup>等人提出了基于概率功率控制的神经网络优化算法。而单个阅读器(门式阅读器)读取多个电子标签, 也必须具有抗碰撞(防冲撞)功能, 确保每个标签只被读取一次, 并且保证效率。时隙 ALOHA 方式的防碰撞算法最为常用, 步骤如下: (1) 指定电子标签上的特定位数(1~4 位左右)为次数序号; (2) 根据次数序号, 离散化成多种响应时机状态; (3) 每个时机里, 响应的电子标签只有符合当前读取序号才被读取, 读取之后对该标签发送指定时间段内不再接受响应的睡眠指令; (4) 某个读取时机内, 如果有多个电子标签同时响应, 则依序增加位数, 重复步骤二, 消除“冲突”; (5) 所有标签被正确读取后, 重新被唤醒。为了只读一个标签, 几经调整次数批量反复进行检索。

确认全部结算成功之后, 进入下一个门式阅读器, 其功能是擦除商品电子标签上的部分数据, 使

其对阅读器而言是失效的。

完成购物之后, 顾客即可通过购物车屏幕的退出操作, 登出系统。

## 2 系统实现

### 2.1 商品管理系统

开发工具与运行环境使用最为主流的 LAMP 软件包, 分别是 GNU/Linux CentOS、Apache HTTP Server、MySQL 关系型数据库管理系统以及 PHP 编程语言。

基于“用户-角色-权限”的用户管理机制, 对不同的角色(数据库管理员、厂商、零售商、顾客等)授予不同的访问权限, 针对不同顾客, 定制个性化差异的增值服务。

另外, 构建商品的评价渠道, 顾客可参考商品的评价进行选购。系统根据顾客以往购物记录推荐商品, 这在一定程度上会避免顾客遗漏想要购买的商品。根据用户注册的基本信息和购买记录, 投放个性化广告和促销活动信息, 减少顾客因看到毫无兴趣的广告和促销活动而产生的烦躁感。

系统对顾客群体的购物行为数据进行量化统计和分析, 获得改进的建议: 优化不同类型商品的最佳摆放位置; 分析顾客的需求、消费模式以及忠诚度。

### 2.2 基于 RFID 的导航与支付

#### 2.2.1 智能导航

导航系统中关于阅读器和电子标签的部署, 不同频率的射频具有不同的特性, 参考表 1, 根据需求, 选择合适频率的射频。

表 1 不同频率的射频的特性

频率	类型	范围距离	传输速率	穿透力
125~135 kHz	被动	短( $\leq 0.5$ m)	低	液体
13.56 MHz	被动	中( $\leq 1.5$ m)	中	液体
860~930 MHz	被动	中( $\leq 5$ m)	中高	液体金属
433 MHz	主动	超长( $\leq 00$ m)	高	液体金属
2.45 GHz	主动	长( $\leq 10$ m)	甚高	液体金属

系统必须满足:

(1) 中距离, 商场中购物车可能到达的区域必须能够全覆盖, 同时不需要部署太过于密集的定位设备;

(2) 低能耗, 购物车上的有源电子标签必须要有足够的续航能力, 要保证时刻能够被定位到; 当购物车没有被使用的时候, 应该自动进入睡眠状态, 使能耗降到最低;

(3) 高精度, 误差不能超过 1 m;

(4) 安全连接, 因为传输数据中包含顾客个人信息;

(5) 信号强度高, 以至于受障碍物的影响较小, 特别是金属物件。

地图采用商场水平切面图, 购物清单中商品分布在不同的位置, 每一件商品都有一条导航路线, 系统也可以根据诸如距离相关度来提供建议, 顾客也可以自己选择购买顺序。地图显示购物车所在的位置到当前选中购买的商品所在位置之间的最佳路径路线图, 系统实时监测移动中购物车的位置坐标, 根据当前坐标实时更新路线。

#### 2.2.2 快捷支付

智能购物车是整个系统的核心要件。购物车上的标签阅读器的作用范围, 在水平方向上, 不能延伸到购物车外部, 确保其他购物车或者货架上的商品不会被读取到。另外还要保证阅读器的电池续航能力。购物车系统示意, 如图 4 所示。

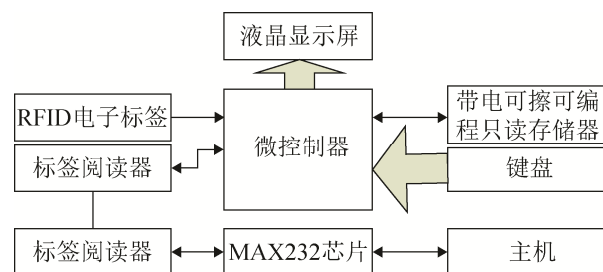


图 4 购物车系统

门式阅读器的作用范围为整个门框内所有空间, 垂直方向上, 阅读器的读取范围必须下至地面, 因为有一些购物车底部距离地面就 10 cm 左右。这

样才能确保购物车中所有的商品都被读取到。

### 3 测试与结果

通过对杭州某家大型超市的实地走访, 获得部分的商场设置数据以及顾客在实际购物实践中各环节的统计数据, 汇总成统计表, 见表 2 所示。

(1) 顾客从确定购买一件商品到明确其所在的确切位置这个过程(不需要实际取得商品)平均耗时为 37 s。

(2) 该超市共有 55 个收银台, 通常有 20~25 个在使用中, 超市规定各收银通道排队人数不超过 5 人, 顾客的平均排队等待时间不超过 7 min, 超市据此为收银台动态增减的基本规则。

(3) 通过超市对收银员的收银速率(扫描、装袋、支付)的经验统计, 收银员平均收银速率为 1.523 分钟/人, 在卖场旺期顾客排队过长的情况下, 通过适当地增加收银台数目减少排队人数, 或者通过增加装袋员的方法提高收银速率, 确保顾客的排队时间不超过 7 min。

(4) 收银员使用扫描枪对商品条形码的扫描速率范围为 0.6~12 s, 平均扫描速率为 3.8 秒/件, 顾客平均购买件数为 16 件。

对一个尺寸为 7 m 长×4 m 宽×3 m 高的实验室进行相关硬件部署来模拟真实环境, 放置 4 个 UHF 超高频阅读器和 16 个参考电子标签, 并放置 4 个有源电子标签作为购物车的模拟, 并进行实验测试。如图 5 所示, 图中白底方框表示参考标签、灰底矩形框表示阅读器、黑色圆点表示对购物车进行模拟的待定位电子标签。

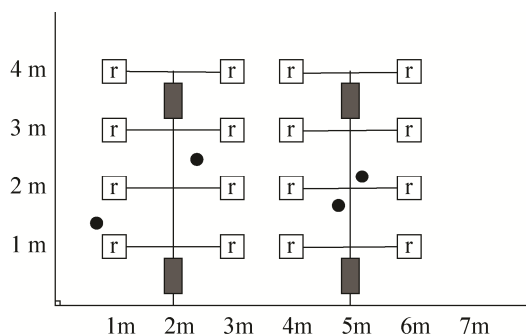


图 5 实验室中阅读器和电子标签的部署

此外, 门式阅读器采用倒 U 型天线的 UHF 超高频阅读器, 经过多次测试, 得到各个环节的平均耗费时间, 与该商场数据对比如表 2 所示。其中, 装袋和付账环节方式不变。

表 2 某大型商场与实验室模拟环境下  
对应环节的耗时比较

环节	传统方式/s	RFID 技术/s
确定商品位置	37×16=592	0.3×16=4.8
扫描	3.8×16=60.8	(1/750)×16=0.021 3
装袋	15	15
付账	15	15
长(≤10 m)	甚高	液体金属

(备注: 顾客平均购买件数为 16 件)

由表 2 可知, 将 RFID 技术应用到该商场中, 顾客的每一次购物相比于传统方式, 理论上平均能节省 10 分 40 秒左右, 实现了本研究的预期目标。

### 4 讨论

结果显示, 采用 RFID 技术在确定商品所在位置环节与商品扫描环节的效率上, 高于传统方式。

导航方面, 商场中有一类商品需要称重, 然后使用专门的标签打印机打印 RFID 标签, 粘贴到包装袋上, 这类商品包括散装米、蔬菜、水果等散装产品, 对这类商品, 导航到货架。而厂家已经包装好的商品, 则是在采购或者入库的时候就已经贴好标签, 不需要顾客购买时粘贴标签, 可以精确定位到商品所在位置。

购物和支付方面, RFID 电子标签能让顾客实时知道已购商品的总价格, 同时也避免了诸如因货架上的价格标签中的价格不符(没有及时更新)、标签丢失等原因, 造成顾客不知道价格的情况。

在增值服务方面, 商场可根据购物记录, 对顾客购买习惯进行分析和预测, 高效投放个性化广告和促销活动信息, 为顾客配置性价比更高的消费方案, 从这种高级营销中获益。商店的电商化, 使得顾客可以方便获取商店的最新信息; 而商品的唯一标识性, 使顾客可以获取更详细信息; 同时, 商品的评价渠道, 又使其可参考商品的评分信息进行选



购, 改变了人们对超市购买过程的思维习惯。

## 5 结论

本文系统探讨和研究了可用于商场智能购物的系统架构和技术原型。商场智能系统可为顾客定制更加个性化和更高质量的增值服务、节省时间和金钱、提高购物效率、提升购物体验、增加顾客对实体商场的依赖性, 为商家减少人力成本、减少针对商品的人工干预及其错误的发生、降低商品被盗而造成的损失、增加销售、赢得忠诚客户。

本实验尚处于技术原型阶段, 尚未对商场内复杂环境对本系统的噪声干扰进行探讨和研究, 尚未对购物车的大小和形状对顾客使用的舒适度进行设计与探讨。

下一步, 我们将基于这个架构进行深入开发, 对系统作进一步完善, 拓展一些其他的实用功能(如在进销存、产品防伪、电子溯源等方面), 实现一个能在实际的商场中进行测试的方案, 相信 RFID 在零售领域的应用将大有作为, 定能更加便利我们的生活。

## 参考文献:

- [1] Lionel M Ni, Yunhao Liu, Yiu Cho Lau, et al. LANDMARC: Indoor Location Sensing Using Active RFID [J]. *Wireless Networks-WINET* (S1022-0038), 2004, 10(6): 701-710.
- [2] Wei Song, Mengli Li. Localization in Supermarket Based on RFID Technology [J]. *Procedia Engineering* (S1877-7058), 2012, 29: 3779-3782.
- [3] Jing Chen, Gengmin Li, Xuejun Zhang, et al. An efficient algorithm for indoor location based on RFID [C]// *Wireless Communications and Signal Processing* (WCSP), 2011 International Conference on. New York, USA: IEEE, 2011: 1-4.
- [4] M Mathankumar, T Kavitha. Design and Implementation of Smart Supermarket [J]. *International Journal of Engineering and Technology (IJET)* (S0975-4024), 2013, 5(1): 215-219.
- [5] H Fernandes, Vitor Filipea, Paulo Costac, et al. Location based Services for the Blind Supported by RFID Technology [J]. *Procedia Computer Science* (S1877-0509), 2014, 27: 78-80.
- [6] Wei Dai, Shuo Zhou, Guangjun Luo, et al. Analyze on Mobile Payment Based on RFID [J]. *Procedia Environmental Sciences* (S1878-0296), 2011, 10(Part B): 950-955.
- [7] Erik-Oliver Blass, Anil Kurmus, Refik Molva, et al. PSP: Private and secure payment with RFID [J]. *Computer Communications* (S0140-3664), 2013, 36(4): 468-480.
- [8] Dong Yang, Qingxian Wang. The study on the application of RFID based mobile payment to the Internet of Things [C]// IEEE. International Conference on Multimedia Technology-ICMT. New York, USA: IEEE, 2011: 908-911.
- [9] Takai Keiji, Yada Katsutoshi. Relation between stay-time and purchase probability based on RFID data in a Japanese supermarket [C]//Springer-Verlag. *Proceedings of the 14th International Conference on Knowledge-based and Intelligent Information and Engineering Systems: Part III*. Berlin, Heidelberg, Germany: Springer-Verlag, 2010: 254-263.
- [10] 李雪, 陆百川, 李政. RFID 系统多阅读器防碰撞问题研究 [J]. *重庆交通大学学报(自然科学版)*, 2012, 31(3): 437-438, 442. (Li Xu, Lu Baichuan, Li Zheng. Study on Reader Anti-Collision Algorithm in RFID System [J]. *Journal of Chongqing Jiaotong University (Natural Sciences)* (S1674-0696), 2012, 31(3): 437-438, 442. DOI:10.3969/j.issn.1674-0696.2012.03.19.)