

## 基于 LabVIEW 的自助式购物结算系统

陈钰琦, 张慧妍, 许继平, 李爽, 曹利红

(北京工商大学, 北京 100048)

**摘要:** **目的** 针对目前超市高峰时段结算排队拥堵、价签不符修正耗时的弊端,设计一款辅助顾客购物的自助式结算系统,以提高购物结算效率。**方法** 采用摄像头输入商品条码进行识别,以获得对应商品的价格、库存及质量等信息。结合压力传感器获取商品的质量信息,对比与扫描商品质量的一致性,不一致则提示“码重”出错。**结果** 选用低成本传感器,对超市内质量大于 15 g 的商品,采用将条码扫描质量与压力传感器获取质量进行一致性匹配校验的方法,可以进一步提高确认购买商品类别的有效性和准确性。**结论** 系统具有友好的交互界面,便于顾客及时核对商品的单价与总价,在出口收款台无需进行第 2 次扫码,直接结算可节省时间与人力成本;系统采用 LabVIEW 编程实现与超市中央数据库的关联,为数据更新的零时间等待提供了良好的技术支撑。

**关键词:** 购物结算系统;自助式;数据库;LabVIEW

**中图分类号:** TP391.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2014)17-0102-05

## Design of the Self-service Shopping Settlement System Based on LabVIEW

CHEN Yu-qi, ZHANG Hui-yan, XU Ji-ping, LI Shuang, CAO Li-hong

(Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China)

**ABSTRACT: Objective** To solve the problem of the peak hours queuing congestion and the long correct time when the price was not consistent with the tag which were prevalent in the supermarket checkout system, a self-service shopping settlement system was provided in this paper. **Methods** The commodity barcode was recognized after being input by camera though scanning to obtain the corresponding information such as price, inventory and weight. In combination, the pressure sensor was used to obtain weight information which was compared to the scanned weight of the goods to test consistency and the "wrong weight" would be indicated if inconsistency was revealed. **Results** Using the low cost pressure sensor for the goods with weight of more than 15 g in the supermarket, the method of matching the bar code with the weight could further improve the effectiveness and accuracy of the commodity information. **Conclusion** The user-friendly interactive interface was convenient for customer to check the unit price and total value of the goods in a timely manner. Without scanning the codes again at the cashier's desk, the payment could be accomplished in a manner that saved time and manpower cost. The system could conveniently and flexibly implement the connection with supermarket central database by LabVIEW, which provides a good technical support for no waiting of data update.

**KEY WORDS:** shopping settlement system; self-service; database; LabVIEW

目前,很多传统超市卖场收银员采用手动扫描商品条码的方式进行商品类别、金额的信息统计,在

收稿日期: 2013-11-07

基金项目: 北京市教委科技发展计划项目(KM201210011005); 国家级大学生科学研究与创业行动计划(SJ201301009); 北京市教委科技发展计划项目(KM201110011006)

作者简介: 陈钰琦(1991—),女,北京人,北京工商大学硕士生,主攻商业自动化数据信息处理与挖掘。

通讯作者: 张慧妍(1973—),女,黑龙江齐齐哈尔人,博士,北京工商大学副教授,主要研究方向为物流系统的风险分析与优化控制。

高峰售卖时段不仅劳动强度大,同时一旦出现价签不符等问题还很容易诱发各类纠纷。随着计算机技术的发展,开发一款以消费者为导向,可以辅助顾客购物过程中实时核对商品信息、统计购物金额的“自助式”购物结算系统,可以帮助卖场实现出口无须扫码,直接按结算系统显示的金额付费,节省顾客时间及卖场劳动资源。笔者应用虚拟仪器技术,按照在超市等卖场调研中青年顾客对结算的高效需求,利用LabVIEW软件结合myDAQ数据采集设备、免费数据库工具包LabSQL,采用条码扫描结合商品称重信息协同校验的方式,对放入购物筐内的商品类别、件数、重量等信息进行采集、识别、校验、查询及统计处理。商品结算付款后,每一单购买商品的信息再上传至卖场中央数据库,实现数据库中商品信息的及时更新,以便后续可进行商品销售库存查询、预测、补货及进一步的数据分析,为卖场经营决策提供科学的基础技术支撑。

## 1 系统硬件组成

系统采用小型便携式PC机、NI-myDAQ数据采集卡、S型压力传感器及普通摄像头组成硬件平台,耗电少、体积小。购物车中的商品结算后,其购物清单中含有的商品种类、数量等信息可采用Zigbee无线传输方式实现与卖场中央数据库的连接而进行信息更新。系统整体硬件架构设计见图1。

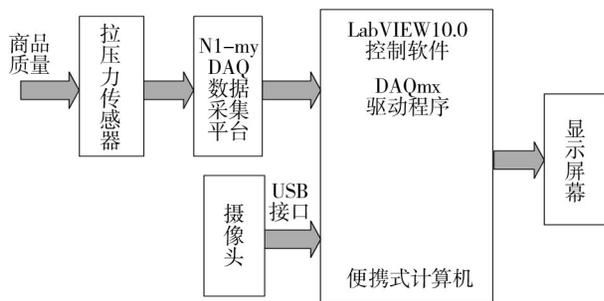


图1 系统硬件组成结构

Fig.1 Frame diagram of the system hardware

电子显示屏幕、摄像头设置在购物车的前端,顾客可以通过浏览其显示的“自助式”购物结算系统使用方法及功能菜单,查询所关注商品类别的位置、促销信息,在拣选所需购买商品后,通过摄像头扫描商品条码。选用价格低廉的普通摄像头配合LabVIEW

软件,能在顾客扫描位置摆放不对时进行提示,软件识别条码的速度约为0.8 s,出错率为万分之一。其准确率的提高还有待于图像识别条码技术的突破。扫码后的商品放入购物车后则可以借助压力传感器监测到的压力变化来校验放入购物车的商品质量是否与扫码商品对应的质量一致,不一致则提示“码重”出错。这种实时显示购物车中的商品名称、数量及总价信息的友好购物界面,方便顾客检验是否存在误购、价签不符、超出预算等问题,能够及时发现问题以便在最后的购物结算过程中节省时间。购物结束后,在出口处收银员仅需根据结算系统给出的总金额要求顾客付款,而后对整车货物进行警报清除操作。

选用的CFBLSM型拉压力传感器安装容易、价格低廉且使用方便,其量程为50 kg,精度达到0.03%,可以对大于15 g的商品进行准确测量。由于目前大部分超市主要是小克重商品,如“5克装酵母”采用10个打包出售的方式,因此,此款压力传感器具有一定的适用性。选用HD 720P Webcam USB型摄像头具有辅助顾客在购物过程中进行扫码的功能,同时,由于摄像头的设置对于预防顾客在购物过程中存在的偷换标签等不规范行为具有监测与威慑作用。数据采集卡采用NI公司的myDAQ,其体积小,通过USB供电,功能上完全可以满足众多便携式设备的需求<sup>[1-2]</sup>。通过A/D转换,设定采样时钟,以确保高速、精确地进行电压模拟时域信号采样。DAQmx驱动程序可将采集到的压力信号作为计算机中LabVIEW软件的变量,以实时分析压力变化。商品条码通过摄像头传入LabVIEW软件中的视觉采集软件Vision Acquisition Software进行图像处理<sup>[3]</sup>。系统采用12 V, 20 Ah的锂电池供电,通过电压警示灯变红提示电池需要充电续航,后续可结合超市购物车的检修统计数据,对锂电池容量进行优化配置。

## 2 系统软件设计与实现

### 2.1 程序总体架构与设计

LabVIEW是当前应用最为广泛的虚拟仪器开发平台<sup>[4-5]</sup>,以简单易学的图形化编程语言和与传统仪器类似的用户操作界面,便于设计者实现模块化的程序开发。此外,LabVIEW软件不仅便于与硬件进行连

接,还能提供强大的数据处理接口,便于实现数据的处理,并可及时将结果显示给用户。

系统软件功能的实现由不同模块完成,通过主界面可以调用和观测到各个子模块的运行结果<sup>[6-7]</sup>。软件部分的设计主要是实现对放入购物车内商品的相关数据进行采集分析、数据筛选统计和记录等功能,同时为消费者提供美观实用的操作界面。系统软件设计框图见图2。

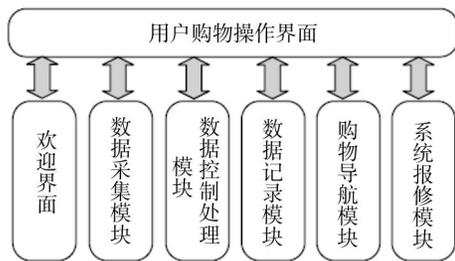


图2 系统软件模块功能结构

Fig.2 System function structure diagram of software modules

系统运行流程见图3。在购物车进入购物状态后,由于数据采集模块需要实时进行数据监控,因此需要持续采集通过 myDAQ 数据采集卡输入压力传感器传递的电压值,然后将采集到的电压进行滤波处理并换算成实际质量,与通过摄像头扫码获得的对应条码商品在数据库中的标示质量进行比对,若依据条码检索到的商品质量与压力传感器检测到的质量一致,则表明购物操作过程正确、无异议,选购商品的条码编号、名称、单价、购买数量等信息会在电子屏幕购物清单处显示;反之,电子屏幕上显示“扫码不符,请拿出商品重新扫码”,以防止扫描条码与实际商品不符这类弊端的出现。持续读取数据与滤波的程序限于篇幅从略。

## 2.2 条码信息与数据库的关联实现

条码技术是目前应用最广泛的自动识别与数据采集技术之一,在超市等卖场的数据库系统中广泛应用<sup>[8]</sup>。虽然 LabVIEW 本身不能直接访问数据库,但是通过数据格式的转换以及工具包的配合,可实现外部数据库调取,以及与设备后台进行数据传递的目的<sup>[9-10]</sup>。这里选用开发过程简便、开发成本低廉的免费数据库工具包 LabSQL,实现对超市条码数据库的访问。

LabSQL<sup>[11-12]</sup>是一个免费开源的数据库访问工具

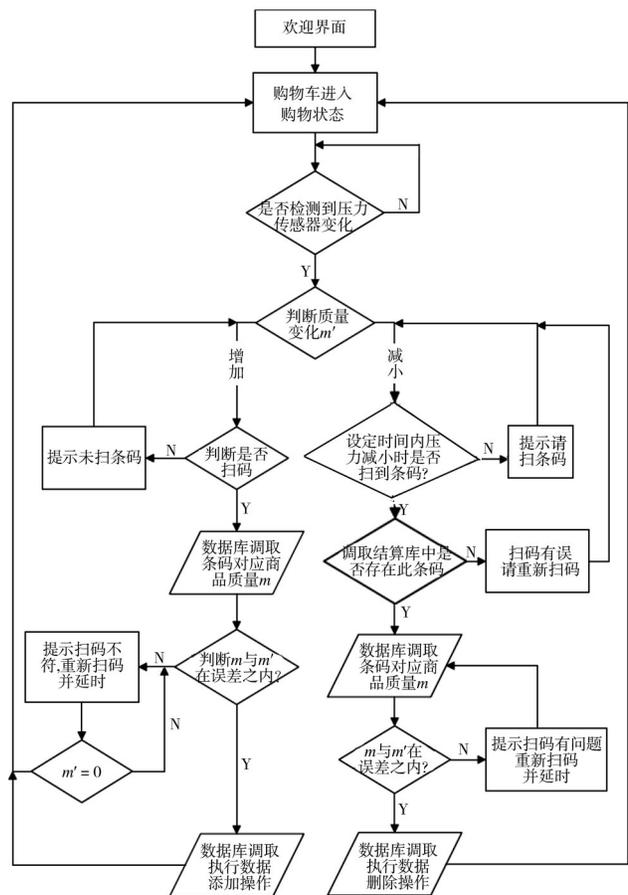


图3 自助式购物结算系统流程

Fig.3 The flow chart of self-service shopping settlement system

包,支持 Windows 操作系统中任何基于 ODBC 的数据库,如 Access, SQL Server 和 Oracle 等。使用 LabSQL 访问数据库,实质是通过 Microsoft ADO 以及 SQL 语言来完成数据库的访问,将复杂的底层 ADO 及 SQL 操作封装成一系列的 LabSQL VIs,直接在 LabVIEW 中通过调用这些子 VI 实现对数据库的访问。LabSQL VIs 按照功能可以分为 Command VIs, Connection VIs, Recordset VIs 和 Top Level VIs 等 4 类。系统使用的是最新的 LabSQL Release 1.1a。建立数据库连接的步骤如下所述。

1) 数据库连接。首先将所调用的数据库通过“ODBC 数据资源管理器”在系统 DSN 中命名为 myDB,而后通过 ADO Connection Create. Vi 建立 Connection 对象,利用 ADO Connection Open.vi 就可以实现与指定数据库的连接。

2) 数据库操作命令执行。利用 ADO Connection Execute.vi 执行数据库查询、删除、添加及更新。如查

询总库商品信息:将“select\* from 超市商品总库 where 条码=”和条码子字符串通过连接字符串的指令进行连接,作为LabSQL数据库访问的查询字。见图4,商品扫码后经过图像处理得到的条码输入到前面板控件中,即可通过ADO Connection Execute. vi执行查询操作;对数据进行查询时,可以通过SQL Fetch Data (GetString). vi获得查询结果,并送至前面板窗口的表格中予以显示。

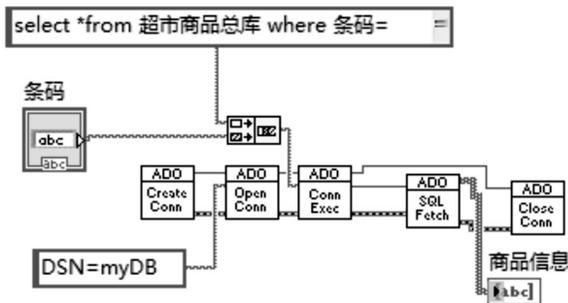


图4 数据库访问流程

Fig.4 The block diagram of database access

3) 断开与数据库的连接。利用ADO Connection Close.vi关闭连接对象,并使用ADO Connection Destroy.vi删除连接对象。获取商品对应的条码信息,进行查询后的系统运行显示界面见图5。

条码							
9712189054734							
商品信息							
条码	产品名称	单产品说明	序列号	分类标识	单价	数量	废止
9712189054734	华旗果茶	0.5升	1	1	18	9	0

图5 数据库访问前面板

Fig.5 The front panel of database access

经过市场调查,超市数据库多是采用Access实现的,由此为适应与超市数据库的无缝联接,系统也采用Access数据库实现与LabVIEW软件的对接,并将所调用的.mdb文件通过“ODBC数据资源管理器”在系统DSN中进行命名,程序中通过LabSQL子vi中的ConnectionString字符串进行该DNS的指定,以此将数据库连接至LabVIEW<sup>[13-15]</sup>。

运用LabSQL VIs,可实现在LabVIEW中对数据库的访问、数据查询、修改及存储。Access数据库中涉

及的最基本表为超市商品总库表及售卖商品结算表,分别用于存储超市全部商品的信息,以及用户购物操作产生的商品信息清单。

在调取数据库执行商品信息添加操作中,调用了添加数据到数据库的子vi,在结算表中查询扫描条码并输出,通过对其输出进行是否为空的判断确定后续操作。

若“空”为真,则表明结算表(即购物清单)中不存在此商品,需要通过insert in语句将此商品信息插入结算表,而后采用update……set语句设定购买数量加1,并令“更新总价=原总价+添加商品单价”。此后,就可以通过查询语句将更新后的结算表数据调取出来显示在购物清单中,并对清单中的商品总价以及总数量进行显示。

若“空”为假,则表明购物清单中已存在此商品,购入的为重复商品,查询该商品在结算表中的完整信息,通过update……set语句将购买数量加1,“更新总价=原总价+添加商品单价\*(购买数量+1)”。此后通过查询语句将此时结算表中数据调取出来显示在购物清单中。

此外,商品结算前,若顾客在购物过程中基于预算超支或发现更满意的替换商品而不想购买已放入购物车内的某商品时,可通过将商品移出购物车并扫描条码来实现。这样,数据库会收到一系列需要删除购物单内某一商品的命令,将商品从结算表中移除。具体数据库操作时需调用删除数据库数据的子vi,在结算表中根据条码查询该商品的购买数量,进行减1操作,并判断是否为0,若为0表示逻辑判断为真,则说明此类商品只购买过1件,直接删除结算表中此商品的全部信息,通过查询语句将此时结算表中更新后的数据调取出来显示在购物清单中;若非0表示逻辑判断为真,则说明此商品的购买数量超过1件,查询该商品在结算表中的完整信息,通过update……set语句将购买数量减1,“更新总价=原总价+添加商品单价\*(购买数量-1)”后再调取数据显示程序在购物清单中及时显示,方便顾客及时核对。

### 3 结语

基于目前超市高峰时段结算时耗费时间等现实问题,设计开发了一款“自助式”智能结算系统,主要

实现了以下功能。

1) 采用摄像头对所购商品进行扫码,并且与称重传感器互相校验确定放入购物车内商品购买的有效性和准确性;

2) 利用免费的LabSQL工具实现了对Access数据库的连接,可以方便、快捷地对所采集到的有效商品信息数据进行统计、管理与分析;

3) 系统采用易于入门、开发便捷的LabVIEW软件进行模块化方法编程,方便后续功能增加与扩展。

#### 参考文献:

- [1] WANG Ju. Based on NImy DAQ Sound Processing System [C]// Procedia Engineering, 2012: 3487—3490.
- [2] COTFAS P A, COTFAS D T, SAMOILA C. Mobile Virtual Laboratory for Renewable Energy[C]// 10th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation, 2013: 1—4.
- [3] 张桐,陈国顺,王正林. 精通LabVIEW程序设计[M]. 北京:电子工业出版社,2008.  
ZHANG Tong, CHEN Guo-sun, WANG Zheng-lin. Proficient in LabVIEW Programming[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2008.
- [4] 陈超,唐善华. 基于LabVIEW压力试验机测试系统的设计与实现[J]. 包装工程, 2008, 29(8): 91—93.  
CHEN Chao, TANG Shan-hua. Design and Implementation of Test System of Pressure Tester Based on LabVIEW[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(8): 91—93.
- [5] LANG Li-ying, SHEN Lan. Study on System of Fiber Optic Strain Signal Sampling and Processing Based on LabVIEW [C]// 5th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2009: 1—4.
- [6] 刘乘,李彩娟,沈训乐. 组合秤仿真及优化研究[J]. 包装工程, 2011, 32(3): 53—59.  
LIU Cheng, LI Cai-juan, SHEN Xun-yue. Simulation and Optimization of Combined Balance[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(3): 53—59.
- [7] 刘乘,沈训乐,李勤. 跌落试验数据采集及分析系统研究[J]. 包装工程, 2010, 31(17): 1—3.  
LIU Cheng, SHEN Xun-yue, LI Qin. Research on Drop Test Data Acquisition and Analysis System[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(17): 1—3.
- [8] 李辉. 基于LabVIEW的自动条码数据采集系统[J]. 包装工程, 2005, 26(3): 71—73.  
LI Hui. The LabVIEW-based Data Acquisition System for BarCode[J]. Packaging Engineering, 2005, 26(3): 71—73.
- [9] 刘乘,董殿明,薛伟静. 基于LabVIEW的缓冲材料数据库设计[J]. 包装工程, 2008, 29(12): 141—142, 156.  
LIU Cheng, DONG Dian-ming, XUE Wei-jing. Design of Cushioning Materials Database Based on LabVIEW[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(12): 141—142, 156.
- [10] 王业,王聪,许加庆. 基于LabVIEW与SQL Server的心电数据库设计[J]. 计算机技术与自动化, 2013, 32(2): 128—132.  
WANG Ye, WANG Cong, XU Jia-qing. Design of the ECG Database Based on LabSQL and SQL Server[J]. Computer Technology and Automation, 2013, 32(2): 128—132.
- [11] WEN Hao, DONG Xiao-rui, MA Yu-cheng. The Research of the Databases Connection Methods in LabVIEW based on ADO[C]// 2010 International Conference on Computer Application and System Modeling, 2010: 229—233.
- [12] SONG Qiang, SHI Yuan-fang, LV Chen-guang. Database Design in Data Acquisition System for Electric Vehicle's Driving Motor Test Bench[C]// Fifth Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation, 2013: 420—422.
- [13] 吴松涛,龚家伟. 在LabVIEW中利用LabSQL实现数据库访问[J]. 国外电子测量技术, 2006, 25(4): 53—56.  
WU Song-tao, GONG Jia-wei. Using LabSQL Tools to Access Database in LabVIEW[J]. Foreign Electronic Measurement Technology, 2006, 25(4): 53—56.
- [14] 李文涛,曹彦红,卜旭芳,等. LabVIEW数据库访问技术的实现及应用[J]. 工矿自动化, 2012(3): 69—72.  
LI Wen-tao, CAO Yan-hong, BO Xu-fang, et al. Implementation of Database Accessing Technique of LabVIEW and Its Application[J]. Industry and Mine Automation, 2012(3): 69—72.
- [15] 张捍东,纪文志. 数据采集系统中的LabVIEW数据库访问技术[J]. 工业仪表与自动化装置, 2009(4): 63—66.  
ZHANG Han-dong, JI Wen-zhi. The Database Access Technology Based on LabVIEW in Data Acquisition System[J]. Industrial Instrumentation & Automation, 2009(4): 63—66.