

doi:10.6041/j.issn.1000-1298.2013.03.026

# 基于GPS的农产品原产地定位与标识系统\*

解 菁 孙传恒 周 超 李文勇 吴晓明 杨信廷

(北京农业信息技术研究中心,北京 100097)

**摘要:** 针对区域特色农产品和受到“指定原产地保护”的农产品,设计了应用GPS的农产品产地定位与标识系统。通过将GPS模块集成到多功能溯源电子秤中,实现对农产品产地信息的获取、存储、加密以及标识打印。通过该系统,可以将产地名称与客观地理位置信息相关联,验证产品标识与实际信息的相符程度,将其反映至农产品标签中,并最终提供给用户,供其查询与验证。系统的实际测试结果表明,其产地判断准确率可以达到97%。

**关键词:** 农产品 产地定位与标识 GPS

**中图分类号:** S126 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2013)03-0142-05

## GPS-based Origin Positioning and Identification System for Agricultural Products

Xie Jing Sun Chuanheng Zhou Chao Li Wenyong Wu Xiaoming Yang Xinting

(Beijing Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100097, China)

**Abstract:** With the aim to ensure the integrity and objectivity of agricultural products traceability chain and provide agricultural information to consumers, a GPS-based origin positioning and identification system was designed for agricultural products, especially for the regional agricultural products and products labelled with protected destination of origin. The GPS model was integrated with electronic scales with the information of agricultural products. The practical application shows that the system can effectively verify the labeled information with GPS information to realize the origin positioning and identification for agricultural products.

**Key words:** Agricultural products Origin positioning and identification GPS

### 引言

农产品可追溯性是消费者和食品安全监管部门目前广泛关注的焦点。为农产品建立溯源体系,符合当前食品安全和消费者需求<sup>[1]</sup>。

农产品产地是农产品溯源系统的起点,也是消费者所关注的食品安全的一项重要内容。2002年以来,欧盟、美国等发达国家逐步确立了食品和农产品可追溯制度。建立农产品质量安全追溯体系,除了可以保证食品安全和消费者的利益外,也是打破国外因农产品安全追溯而设置的贸易壁垒的重要手

段<sup>[2-4]</sup>。为了完善农产品标识信息、建立完整的农产品溯源系统,获取农产品原产地信息,并将该信息体现至防伪标识成为保障农产品安全的一项重要环节<sup>[5-6]</sup>。

不同区域土质特性和气候的差异造就了许多区域特色农产品,这些特定区域农产品本身的较高品质,以及消费者对这些农产品的普遍信任,往往使其愿意支付比同类产品更高的价钱去购买。因此,需要有客观准确的追溯信息向消费者提供,确保其区域特色农产品的真实性<sup>[7]</sup>。与此同时,农产品原产地信息,是农产品跟踪的起点和溯源的终点,是保证

收稿日期:2012-08-16 修回日期:2012-09-20

\* 国家高技术研究发展计划(863计划)资助项目(2011AA100706、2012AA101905)

作者简介:解菁,助理工程师,主要从事农业信息高精度测量研究,E-mail: xiej@nercita.org.cn

通讯作者:杨信廷,研究员,主要从事农产品质量安全溯源研究,E-mail: yangxt@nercita.org.cn

农产品流通链客观、完整的必要信息之一<sup>[8]</sup>。现阶段已有机构开始研究农产品产地信息的标识与防伪<sup>[8-9]</sup>。

GPS全球定位系统是支持精准农业实践的重要科技手段之一<sup>[10-11]</sup>。本文将GPS用于农产品溯源体系中,应用其精确定位的功能,实时、有效地为溯源体系提供客观地理位置信息,以实现在地理位置上对农产品的跟踪与追溯,提高农产品安全和监控的水平。

## 1 GPS基本原理与数据提取解析

### 1.1 GPS定位原理

GPS(Global position system)即全球定位系统,该系统是以GPS卫星为基础的无线电导航定位系统。其基本原理是接收并解析卫星回传电波中的轨道信息和时刻信息,计算出GPS接收器所在位置的经度、纬度、水平高度及移动速度。GPS系统主要包括3大部分:空间部分、地面监控部分和用户接收机部分<sup>[12]</sup>。

该项目采用Gstar GS-216型GPS接收机模块。该模块实物图如图1所示。



图1 GPS接收机模块GS-216

Fig.1 GPS receiver module GS-216

该接收器采用低噪声、高灵敏度、低功耗、最新MTK 3329芯片,外观为紧凑型防水设计。可通过RS-232串口、航空接头、PS2或者通用USB接口与其他主设备通信。直接输出国际标准NMEA 0183协议电平(可选:RS-232、TLL、USB)。接收器采用低功耗技术,可同时跟踪接收32颗卫星并且具有极快的TTFF(首次定位时间),重捕获小于1s(平均值),数据更新时间为1次/s。

### 1.2 GPS数据提取解析

GPS所采集的数据遵循NMEA 0183协议标准<sup>[14]</sup>。本系统主要使用输出GPS定位信息的GPRMC格式,其具体格式为:

\$ GRMC , <1> , <2> , <3> , <4> , <5> , <6> , <7> , <8> , <9> , <10> , <11> , <12> , <13> <CR> <LF>

其中:<1>定位UTC时间(hhmmss.ss);<2>定位状态,“A”表示数据可用,“V”表示不可用;<3>纬度值(DDmm.mm);<4>纬度方向,N北纬,S南纬;<5>经度值(DDDmm.mm);<6>经度方向,E东经,W西经;<7>速度,单位:节;<8>航向值,单位:度;<9>日期(ddPmmPyy);<10>磁变,单位:度;<11>地球磁变方向,EPW;<12>校验和。

由于帧内各数据段由逗号分割,因此在处理缓存数据时通过搜寻ASCII码“\$GPRMC”来判断是否是帧头,在对帧头的类别进行识别后再通过对所经历逗号个数的计数来判断当前正在处理的定位导航参数种类,并作出相应的处理<sup>[15]</sup>。图2是GPS信息提取的程序流程,按照此流程图提取出的信息为字符串格式,为满足计算需要,可用函数将其转换为数值格式。

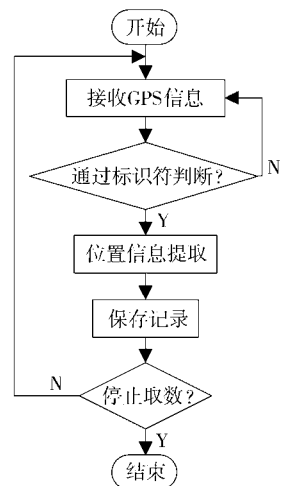


图2 GPS信息提取软件流程图

Fig.2 Flow chart of GPS information extraction

## 2 系统结构与实现

基于地理位置的农产品产地定位与标识,主要面对特定区域农产品和“指定原产地保护”农产品,这2种农产品对产地信息的准确度有较高要求。本文所采用方法,是在农产品从生产进入流通的阶段,通过GPS获取地理位置信息,将产地信息与农产品关联起来,即验证农产品从产地进入流通时,通过多功能溯源电子秤打印的包含农产品信息的标签中,所标注的产地名称是否与其实际地理位置信息相符。并将该验证结果通过农产品溯源标签加密、打印、存储以及上传。其验证步骤包括:首先,将目标农产品产地名称固化进多功能溯源电子秤当中;其次,获得目标产地的地理位置信息,以及在农产品从生产阶段进入流通阶段时,多功能溯源电子秤称量时所在位置的GPS信息。通过判断该信息与事前

获得的目标产地地理位置信息的关系,控制农产品溯源标签中产地名称和二维码的打印,来达到应用 GPS 对农产品产地进行定位和标识的目的。

## 2.1 硬件系统设计

在农产品生产、流通和交易阶段,电子秤是一项必不可少的工具。为了节约成本,整合溯源信息,设计开发了应用 GPS 模块的多功能溯源电子秤。该电子秤以 LPC1766 芯片为硬件核心,实现电子秤称量基本功能的同时,设计多功能硬件接口模块,包括 GPS 接收机模块、RFID 身份识别模块、打印模块和无线通信模块,实现 GPS 定位、电子交易、产品跟踪、RFID 身份识别、二维条码打印等多种功能,并通过 UDP 的方式实现了分布式控制。硬件组成框图如图 3 所示。

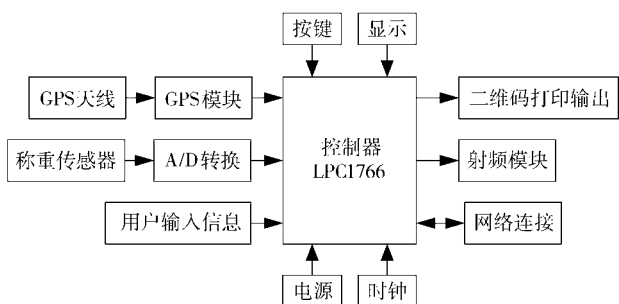


图3 多功能溯源电子秤硬件组成框图

Fig.3 Composition of traceable electronic scales

该电子秤在实现普通电子秤称量、显示、打印等功能的基础上,增加了 GPS 模块、射频模块、网络通信模块。GPS 模块采集当前地理位置信息,射频模块用来识别使用者信息,网络连接模块则实现对电子秤获得信息的多种方式传输。

## 2.2 软件系统设计

实现产地地理位置定位与标识,需要两部分 GPS 信息。一部分是目标农产品原产地的地理位置信息,一部分是农产品从生产进入流通阶段,进行称量时,应用多功能溯源电子秤记录的所处地理位置信息。通过对这两者的比对,实现对产地信息的记录和标识。为了实现该目的,在该系统中,应用两种标识验证准则:区域包含性验证与特定轨迹验证。

根据农产品从产地进入流通时的特性,农产品称量一般在产地附近进行,因此,区域包含性验证是通过判断称量时电子秤所在位置的 GPS 信息,是否在预先测定的农业基地边界范围内,来达到对农产品产地进行定位与标识的目的。

特定轨迹验证针对区域检验中的特殊情况,当电子秤使用位置不在目标产地区域范围内时,通过提供管理员认证密码,人工核实、记录电子秤特殊应用地点,将当前所处地理位置信息保存至电子秤中。

在使用一段过程后,可以通过分析偶然性位置出现的频率,将高频率出现的地理位置写入电子秤,作为预置地点,之后的应用当中,可以通过判断是否为预置地点,确定是否通过检验,提高判断的客观性和准确性。

软件实施的整体流程如图 4 所示。

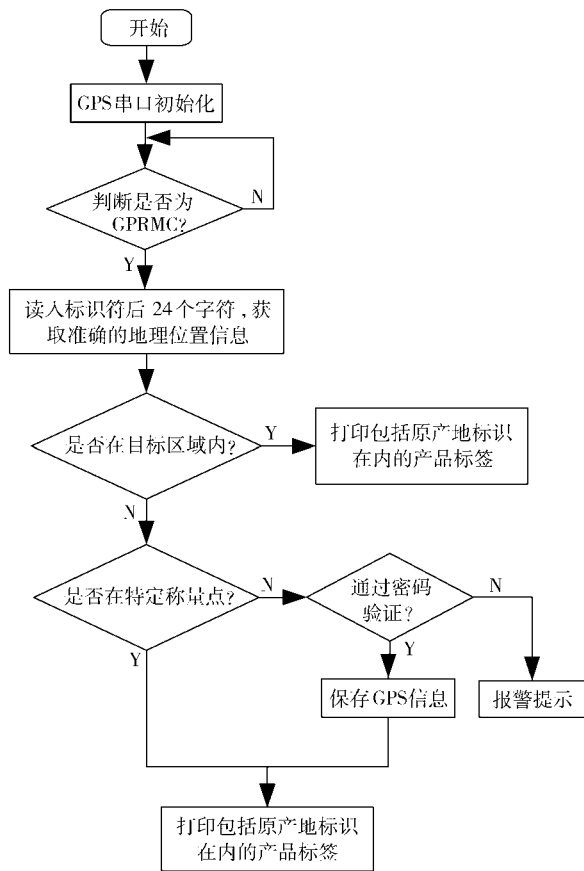


图4 定位与标识流程图

Fig.4 Flow chart of positioning and identification

### 2.2.1 区域包含性检验

农产品生产基地的边界,可以通过便携式 GPS 接收机获得其边界上的特征点坐标,经计算得到。农产品从产地进入流通时,需对农产品进行称量。一般情况下,农产品的称量地点基本位于农业基地附近,即包含在农产品产业基地的边界范围里,这种情况下,可以通过判断称量时电子秤所在位置的当前 GPS 信息,是否在预先测定的农业基地边界范围内,来达到对农产品产地进行定位的目的。这样,产地定位检验即转化为点与图形的包含性检验问题。

点的包含性检验是指:判断一个点是否被包含在某一个区域内。农产品生产基地形状基本可以用多边形来表示。常见的点与多边形的包含性检验方法有 3 种:叉积判断法、夹角之和检验法以及交点计数检验法。叉积判断法仅适用于凸多边形,对于任意多边形检测法和交点计数法比较适用,故本文采用夹角之和检验法。夹角之和检验法的原理是:若

区域内任意点与边角点之间连线的夹角和等于  $360^\circ$ , 则可认为点在区域内部, 否则点在区域外部<sup>[16-17]</sup>。

假设某平面上有点  $P$  和多边形  $ABCDE$ , 如图 5 所示。将点  $P$  分别与  $A、B、C、D、E$  相连, 令  $\alpha_i$  分别为  $\angle APB, \angle BPC, \angle CPD, \dots$ , 如果  $\sum_{i=1}^5 \alpha_i = 0$ , 则点  $P$  在多边形之外, 如图 5a 所示。如果  $\sum_{i=1}^5 \alpha_i = 2\pi$ , 则点  $P$  在多边形之内, 如图 5b 所示。

以  $\angle APB$  为例,  $|\alpha_i|$  可以由余弦定理求出, 即

$$|\alpha_1| = \arccos \frac{l_{AP}^2 + l_{BP}^2 - l_{AB}^2}{2l_{AP}l_{BP}}$$

而  $\alpha_i$  的方向定义为

$$T_1 = \begin{vmatrix} x_A - x_P & y_A - y_P \\ x_B - x_P & y_B - y_P \end{vmatrix}$$

式中,  $x_A、x_B、x_P, y_A、y_B、y_P$ , 分别是  $A、B、P$  的横纵坐标。若  $T_1 < 0$ , 则  $\alpha_1$  为顺时针方向角; 若  $T_1 > 0$ , 则  $\alpha_1$  为逆时针方向角<sup>[16-17]</sup>。

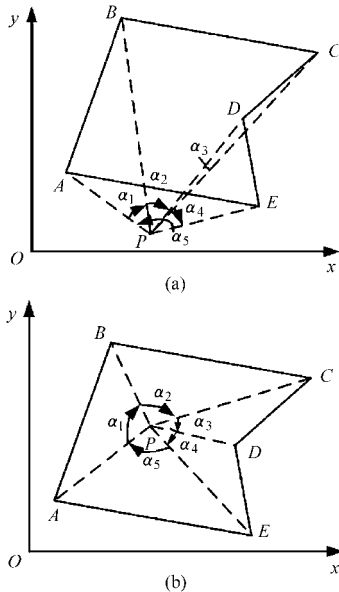


图 5 夹角之和检验法原理图

Fig. 5 Test principle of angle summation

(a)  $\sum_{i=1}^5 \alpha_i = 0$  (b)  $\sum_{i=1}^5 \alpha_i = 2\pi$

为了验证这种算法, 在北京农林科学院农田实验基地进行试验。应用手持 GPS 设备, 对农田实验基地的特征点进行测量, 并应用 arcGIS 软件, 得到图 6。

图中, 区域 2 为农业实验用地。因此, 将其作为目标区域, 并把边界坐标写入电子秤中, 在获得电子秤当前所处位置坐标之后, 应用夹角之和检验法, 验证称量点与目标区域的位置关系, 通过区域包含性验证实现对农产品产地的定位与标识。

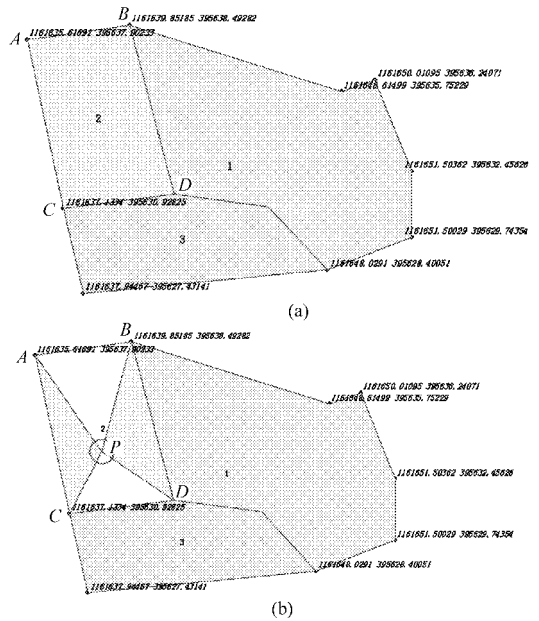


图 6 夹角之和检验法应用示意图

Fig. 6 Application of angle summation test

(a) 试验区区域示意图 (b) 称量点与试验区位置关系检验

### 2.2.2 特定轨迹检验

通常情况下, 农产品产地面积巨大, 现场情况比较复杂, 因此会出现在农业基地以外位置的称量情况。因此, 在设置了采用区域包含性检验之后, 补充管理员验证步骤, 如果在特殊点进行称量, 且该特殊点并没有包含在目标区域内, 则设置管理员验证密码, 人工判断当前称量农产品产地是否符合标识农产品原产地信息, 并保存当前 GPS 信息至电子秤。

在使用一段时期之后, 电子秤中会保存这段时期内所有特殊称量点的 GPS 信息, 应用统计分析方法处理这部分信息, 可以得到电子秤在特殊称量点的使用轨迹, 以及轨迹检验的最大允许偏差。为了更好地说明这个过程, 同样在北京农林科学院实验基地进行试验, 一个月的初始轨迹记录阶段之后, 得到的一部分数据绘图如图 7 所示。

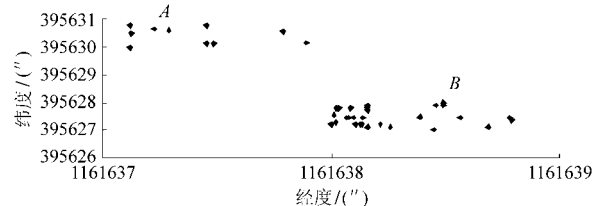


图 7 特殊称量点分布示意图

Fig. 7 Distribution diagram of special points

根据地理信息数据绘制的地点分布图中可以看出, 电子秤在该段时间内的特殊使用地点, 主要集中在  $A、B$  两个特定位置。因此, 需要在这 2 个数据集内, 找到其分布中心。在本文中, 选用坐标点的算数平均中心作为特殊称量点的基本坐标, 以坐标点与算数平均中心坐标的经纬度偏差的最大平方和作为

判断误差,即

$$\Delta = \max \left( (X_i - \bar{X})^2 + (Y_i - \bar{Y})^2 \right) \\ (i = 1, 2, \dots, n)$$

$\bar{X}$  为横坐标的平均值,  $\bar{Y}$  为纵坐标的平均值,  $X_i$ 、 $Y_i$  为各点坐标,  $\Delta$  为最大允许偏差。将计算得到数据写入电子秤中,作为轨迹判断的依据。针对以上两组试验数据,计算并绘图(图8)得到

$$\bar{X}_A = \sum_{i=1}^{10} \frac{X_i}{10} = 1161637.39805$$

$$\bar{Y}_A = \sum_{i=1}^{10} \frac{Y_i}{10} = 395630.43765$$

$$\Delta_A = 0.325125604 \approx 0.4$$

$$\bar{X}_B = \sum_{i=1}^{10} \frac{X_i}{10} = 1161638.25472$$

$$\bar{Y}_B = \sum_{i=1}^{10} \frac{Y_i}{10} = 395627.49196$$

$$\Delta_B = 0.32061261 \approx 0.4$$

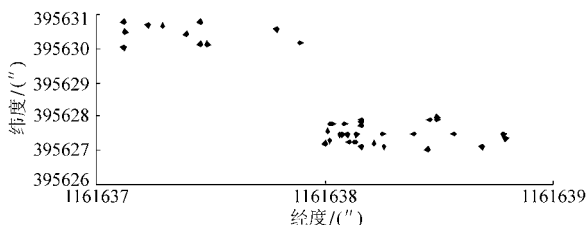


图8 特殊称量点及其算数平均中心分布示意图

Fig. 8 Distribution diagram of special points and arithmetic means

将上述特殊点坐标以及该点的最大允许偏差写入电子秤的判断程序中,实现在特殊称量位置的标识标准。

将预置了称量区域以及特殊称量点坐标的电子秤样机,在北京农林科学院农业生产基地进行测试。测试结果显示,应用了GPS的多功能溯源电子秤,在产地位置与生产企业相符程度判断上,可以达到97%以上的准确率。

与此同时,产品信息以及产地地理位置信息通过混合条码标签打印,标签实物图如图9所示。同时将数据上传至网络数据库,消费者可以通过网络查询,实现对农产品产地信息、销售信息、商户信息等的追溯。



图9 包含GPS信息的混合标签

Fig. 9 Label with GPS information

### 3 结束语

将GPS模块应用到多功能溯源电子秤中,在农产品从生产进入流通期间,应用该设备,除可完善溯源信息的同时,还为具有区域性的农产品和受“指定原产地保护”的农产品提供了一种产地定位与标识技术。将所获得的农产品基本信息、GPS信息等信息通过标签加密打印,提供给最终用户,达到追溯农产品起源的目的。对该定位标识系统进行了实际测试,验证了该方案的可行性。

### 参 考 文 献

- 董雪. 有机蔬菜质量控制及可追溯体系研究综述[J]. 吉林农业科学, 2010, 35(3): 51~56.  
Dong Xue. A review of studies on controlling of quality of organic vegetable and traceable system[J]. Journal of Jilin Agricultural Sciences, 2010, 35(3): 51~56. (in Chinese)
- 谭广巍,王熙,庄卫东. 基于ASP的有机农产品质量追溯系统研究[J]. 农机化研究, 2010(1): 24~25.
- 周星. 安全农产品认证监管信息系统的设计与实现[D]. 武汉:华中农业大学, 2008.
- Harper L, Souta P, Ince J, et al. Foodlabelling consumer research: what consumers want—a literature review[M]. London: Foods Standards Agency, 2007.
- 赵杰文,蒋培,陈全胜. 雪莲花产地鉴别的近红外光谱分析方法[J]. 农业机械学报, 2010, 41(8): 111~114.  
Zhao Jiewen, Jiang Pei, Chen Quansheng. Discrimination of snow lotus from different geographical origins by near Infrared spectroscopy[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2010, 41(8): 111~114. (in Chinese)
- 魏春阳,张云鹤,宋瑜冰,等. 基于颜色分形的不同产地烟叶聚类分析[J]. 农业机械学报, 2010, 41(8): 178~183.  
Wei Chunyang, Zhang Yunhe, Song Yubing, et al. Hierarchical cluster analysis of tobacco leaves from different areas based on fractal Color[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2010, 41(8): 178~183. (in Chinese)
- Xi Wang C W, Xinzhong Wang, Weidong Zhuang. Study for organic soybean production information traceability system based on web[J]. International Federation for Information Processing 2011, 2011.
- 高添,龙怀玉,汪景宽,等. 中国无公害农产品信息数据库的设计[J]. 中国农业通报, 2009, 25(23): 464~472.  
Gao Tian, Long Huaiyu, Wang Jingkuan, et al. Design and realization of database for nuisanceless agro-food information in China—a case study in planting[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2009, 25(23): 464~472. (in Chinese)

- 6 刘晶晶,孙永海,陈莉,等. 基于云模型的玉米饮料感官鉴评[J]. 农业机械学报, 2013, 44(1):113~118,112.  
Liu Jingjing, Sun Yonghai, Chen Li, et al. Sensory evaluation of corn juices based on cloud model[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2013, 44(1):113~118,112. (in Chinese)
- 7 石礼娟,文友先,牟同敏,等. 逆向云在歪白识别中的应用[J]. 农业机械学报, 2009, 40(12):196~199.  
Shi Lijuan, Wen Youxian, Mou Tongmin, et al. Application of backward cloud to chalkiness detection[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2009, 40(12):196~199. (in Chinese)
- 8 陈昊,李兵. 基于逆向云和概念提升的定性评价方法[J]. 武汉大学学报:理学版, 2010, 56(6):683~688.  
Chen Hao, Li Bing. Qualitative evaluation method based on backward cloud and concept generalizing[J]. Journal of Wuhan University:Natural Science Edition, 2010, 56(6):683~688. (in Chinese)
- 9 刘晶晶,孙永海,丁健峰,等. 玉米汁分类辨识中的传感器阵列优化[J]. 吉林大学学报:工学版, 2013, 43(1):538~543.  
Liu Jingjing, Sun Yonghai, Ding Jianfeng, et al. Optimization of sensor array for classification of corn juices[J]. Journal of Jilin University:Engineering and Technology Edition, 2013, 43(1):538~543. (in Chinese)
- 10 宿莎莎,汪飞星,王彩凤. 改进的标准模糊神经网络的工程造价快速估算[J]. 系统仿真学报, 2008, 20(5):1151~1154.  
Su Shasha, Wang Feixing, Wang Caifeng. Fuzzy neural network based on improved standard model and its application in calculating project's cost quickly[J]. Journal of System Simulation, 2008, 20(5):1151~1154. (in Chinese)
- 11 关海鸥,许少华,谭峰. 基于遗传模糊神经网络的植物病斑区域图像分割模型[J]. 农业机械学报, 2010, 41(11):163~167.  
Guan Haiou, Xu Shaohua, Tan Feng. Image segmentation model of plant lesion based on genetic algorithm and fuzzy neural network[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2010, 41(11):163~167. (in Chinese)
- 12 关海鸥,衣淑娟,焦峰,等. 农作物缺素症状诊断的正则化模糊神经网络模型[J]. 农业机械学报, 2012, 43(5):162~167,156.  
Guan Haiou, Yi Shujuan, Jiao Feng, et al. Diagnosis model of crop nutrient deficiency symptoms based on regularized adaptive fuzzy neural network[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2010, 41(11):162~167,156. (in Chinese)

(上接第 146 页)

- 9 唐建华. 西湖龙井茶农茶标识产地防伪管理系统的设计与实现[J]. 农业网络信息, 2009(6):13~17.  
Tang Jianhua. Design and implementation of anti-fake original label management system[J]. Agriculture Network Information, 2009(6):13~17. (in Chinese)
- 10 裘正军,应霞芳,何勇. 基于 GPS 模块的便携式农田面积测量仪[J]. 浙江大学学报:农业与生命科学版, 2005, 31(3):333~336.  
Qiu Zhengjun, Ying Xiafang, He Yong. A portable instrument for measuring field area based on GPS module[J]. Journal of Zhejiang University: Agriculture & Life Science, 2005, 31(3):333~336. (in Chinese)
- 11 刘根深. GPS 节水灌溉系统的研究[J]. 农业工程学报, 2000, 16(2):24~27.
- 12 刘前刚. GPS 定位算法及其在智能公交中的应用[D]. 长沙:湖南大学, 2009.  
Liu Qian'gang. The Research on GPS location arithmetic and its application in intelligent public transport[D]. Changsha: Hunan University, 2009. (in Chinese)
- 13 陈龙. 基于 ARM 的 GPS 定位系统的研究与实现[D]. 西安:西安电子科技大学, 2008.  
Chen Long. Resezrch and realize on GPS positioning system based on ARM[D]. Xi'an: Xidian University, 2008. (in Chinese)
- 14 于英杰,张书慧,齐江涛,等. 基于传感器的变量施肥机定位方法[J]. 农业机械学报, 2009, 40(10):165~168.  
Yu Yingjie, Zhang Shuhui, Qi Jiangtao, et al. Positioning method of variable rate fertilizer applicator based on sensors[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2009, 40(10):165~168. (in Chinese)
- 15 张文军. GPS 与嵌入系统软硬件接口及导航信息提取软件[J]. 计算机工程, 2005, 31(18):210~212.  
Zhang Wenjun. Development of interface & program of navigation information retrieval between embedded system and GPS[J]. Computer Engineering, 2005, 31(18):210~212. (in Chinese)
- 16 方兴,方建勋,吴小欣. 利用叉积判断法实现安全管道判断[J]. 战术导弹技术, 2011(2):58~61.  
Fang Xing, Fang Jianxun, Wu Xiaoxin. Application of cross-multiply method to judgement of safety channel[J]. Tactical Missile Technology, 2011(2):58~61. (in Chinese)
- 17 翟建勇,王党,卫张伟. 飞行目标与区域的位置关系探讨[J]. 导航, 2003(4):56~62.
- 18 周超,孙传恒,赵丽,等. 农产品原产地防伪标识包装设计及应用[J]. 农业机械学报, 2012, 43(9):125~130,172.  
Zhou Chao, Sun Chuanheng, Zhao Li, et al. Design and application of agricultural products' original habitat anti-counterfeiting identification packaging system[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2012, 43(9):125~130,172. (in Chinese)