

基于 NFC 的抗干扰农业物联网监测系统开发

麻 灵¹,孙红敏^{2*}

(1. 重庆工业职业技术学院 信息工程学院,重庆 401120; 2. 东北农业大学
电气与信息学院,黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要:为了解决农业物联网通信难以布线、操作复杂、多传感器发送数据相互干扰等问题,构建了基于近场通信(NFC)的抗干扰农业物联网监测系统。该系统采用由ZigBee抗干扰网络和NFC技术构成的两级农业监测信息物联通信方案,通过Zigbee抗干扰网络实现从数据监测点到集控中心的抗干扰远场无线传输;采用NFC技术实现集控中心系统与NFC移动终端的近距离无线传输,从而大大降低布线的复杂性,在有限资源条件下提高农场环境参数集控监测的安全性、可靠性。通过试验对该系统进行验证发现,该系统在不同信噪比下均能捕获目标信号,实现对农场环境参数的采集。

关键词:农业物联网; ZigBee; 自组织网络; NFC

中图分类号: S685 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2016)08-0149-06

Development of Anti-disturbance Agricultural Internet of Things Monitoring System Based on NFC

MA Ling¹, SUN Hongmin^{2*}

(1. Department of Information engineering, Chongqing Industry Vocational Technical College, Chongqing 401120, China; 2. Department of Electrical and Information, Northeast Agriculture University, Harbin 150030, China)

Abstract: By means of agricultural Internet of Things, agricultural production can achieve fine management and efficient operation. However, there are some problems such as difficulty in routing and operation of Internet of Things in agriculture. In this paper, the anti-disturbance agricultural Internet of Things monitoring system based on close range wireless communication (NFC) was constructed. The communication scheme of the agricultural monitoring which was composed of ZigBee self organizing network and NFC technology was adapted. In this scheme, the ZigBee self organization network realized the anti-interference far-distance wireless transmission from the data acquisition node to the host module; the NFC technology realized the close range wireless transmission of the whole system and the NFC mobile terminal, thus decreased the complexity in routing, improved the monitoring security, reliability of the farm environment parameter under the condition of limited resource. Through a set of experiments, the proposed communication scheme could capture a target signal under different SNR, realize the collection of the farm environment parameters.

Key words: agricultural Internet of Things; ZigBee; self organizing network; NFC

农业是我国保障国计民生的战略性与支柱性产业,与发达国家相比,我国农业种植方式为粗放型,

导致自然资源利用率低下、不少农作物品质不高和单产低等问题。许多发达国家借助农业物联网技

收稿日期:2016-01-20

基金项目:国家“863”计划项目(2013AA102303)

作者简介:麻 灵(1985-),女,重庆人,讲师,硕士,主要从事农业信息技术方面的研究。E-mail:maling450@163.com

* 通讯作者:孙红敏(1971-),女,黑龙江哈尔滨人,教授,硕士,主要从事农业信息技术方面的研究。

E-mail:Sunhongmin111@126.com

术,广泛施行精准农业种植,使农业生产效率得到了显著提高^[1-4]。对于我国而言,精细化农业种植和科学农业种植正处于起步阶段,研究重要农作物在获得较高产量情况下所处的生长环境因素(如空气温湿度、土壤温度、光照度等)信息具有重要意义^[5-7]。通过对农作物的生长环境进行数据采集和跟踪,可得到该作物在高产量和高品质情况下的某些环境参数数据。这些数据对于种植者而言,有助于优化种植过程、提高种植效率,从而有望在较大程度上提高作物产量与经济效益^[8-13]。近年来,已经出现了多种借助 RS485、WIFI 或移动通信网络等技术的农业物联网参数采集系统^[14-16]。但上述研究通常需要农场集控中心对监控点实时参数进行通信、保存、计算等工作,除此之外,还需在监控点中添加网络管理功能,增加了采集系统的成本与复杂度^[17-22]。为了解决农业物联网布线困难、操作复杂、多传感器发送数据相互干扰等问题,本研究采用由 ZigBee 抗干扰网络和近场通信(NFC)技术构成的两级农业监测信息物联通信方案,通过 Zigbee 抗干扰网络实现从数据监测点到集控中心的抗干扰远场无线传输;采用 NFC 技术实现集控中心系统与 NFC 移动终端的近距离无线传输,大大降低布线的复杂性,在有限资源条件下提高农场环境参数集控监测的安全性、可靠性。

1 基于 NFC 的抗干扰农业物联网监测系统设计

1.1 结构设计

基于 NFC 的抗干扰农业物联网监测系统由 1 个集控中心系统和多个数据监测点构成,数据监测点采集到的数据参数信息通过 ZigBee 抗干扰网络发送至集控中心系统,然后通过 NFC 无线传输技术将数据发送至 RFID 射频扫描移动终端,该系统总体框架如图 1 所示。其中,集控中心系统主要包括微机系统和 ZigBee 抗干扰通信系统(图 2)。微机系统作为整个系统的核心部分,在对各种数字信号进行判断、分析后,合理地调度各个功能模块的运作以保证各个监测点数据的计算、存储等操作的实现。各数据监测点采集的环境参数数据主要包括空气温湿度、土壤温度、日照强度,并以数字信号的形式传送至微机系统。ZigBee 抗干扰网络采用基于匹配滤

波的目标信号捕获技术设计,用于实现从数据监测点到集控中心的抗干扰远场无线传输。

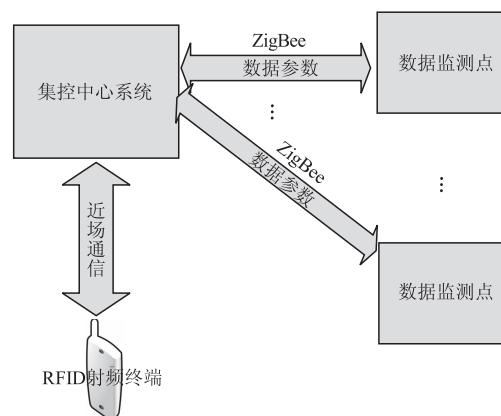


图 1 基于 NFC 的抗干扰农业物联网监测系统总体框架

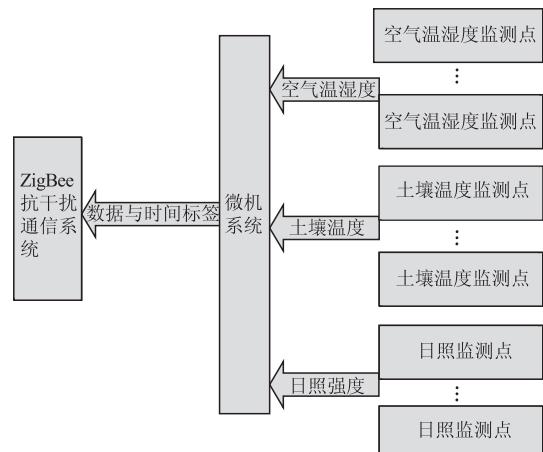


图 2 数据采集集控中心系统结构

1.2 ZigBee 网络的抗干扰设计

为了解决 ZigBee 远距离通讯网络在通信过程中存在的多类型、多尺度参数数据之间的相互干扰,本研究采用匹配滤波方法对收发双方传输信号的载波频率按照预定规律进行离散变化,通信中使用的载波频率根据伪随机变化码的控制而随机转移,从而实现实时、准确地捕获 ZigBee 网络中传输的目标信号。

1.2.1 匹配滤波器算法 匹配滤波器是频率响应与输入的信号频谱相一致的滤波器,其功能是将不同相位的本地码与输入数据进行相关运算,得到不同码相位的相关能量。本研究采用迭代计算匹配滤波器^[23],该匹配滤波器具有速度快、抗干扰强等优点。

1.2.2 基于匹配滤波的目标信号捕获 利用本地载波数字控制振荡器(NCO)将模拟数字转换器(ADC)获得的数字中频数据经过变频传输到基带,同本地扩频伪码一起传送到 ZigBee 网络中进行远距离通信,并在接收端采用上述匹配滤波器算法捕

获目标信号。当接收信号的伪码和本地伪码相位对齐时,部分匹配滤波器输出结果是频率值,为收发双方频差的复正弦信号,用时短且为定值,此固定频率即为载波多普勒频率。将匹配滤波器组输出的部分相关值进行快速傅里叶变换(FFT),从而获得功率谱分析结果。由于一个固定频率的正、余弦信号在频谱图上是一条单一的谱线,而高斯白噪声含有所有的频率,其进行快速傅里叶变换后是无限宽的频谱。因此,对该复正弦信号进行最大似然概率最优检测^[23],检测是否含有该频率成分。若含有该频率成分,则收发双方码相位对准,实现码捕获,并计算多普勒频率;若不含该频率成分,则收发双方码相位未对准,从而将原来的频率、相位的二维搜索变成一维搜索,大大减少了捕获时间。

1.3 NFC 网络优化设计

为了提高 NFC 的可靠性和效率,本研究对 NFC 设备参数进行了优化设计,主要包括 NFC 线圈电感、反射系数,这些参数的优化配置有助于提高发射效率、降低源噪声的引入。

本研究使用 HFSS 天线仿真软件优化配置 NFC 线圈参数。在电感耦合中,天线线圈可被等效成串联谐振电路进行分析。LC 串联谐振电路的谐振点与 NFC 天线的工作频率一样为 13.56 MHz。一般 13.56 MHz 天线线圈的 2 个重要参数电感 L 和电阻 R 分别介于 300 nH ~ 3 μH 和 0.5 ~ 5 Ω。图 3 为 HFSS 软件中的线圈仿真图,本研究的所有线圈仿真实验都是以此为基础通过 2 种变量的设置来探讨天线线圈的特性。

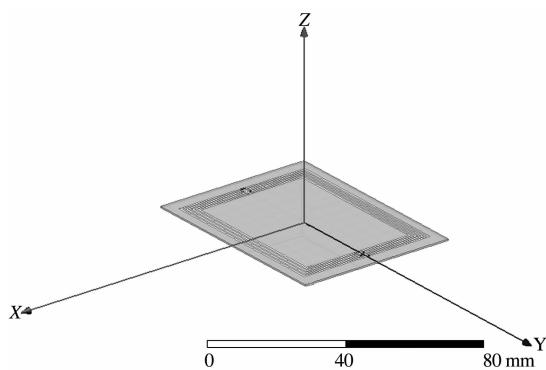


图 3 NFC 线圈的仿真结果

1.3.1 NFC 线圈电感参数配置 设置线圈长度 Al = 120 mm, 线圈宽度 Aw = 46 mm, 线圈直径 Lw 分别为 0.4、0.6、0.8 mm, 观察线圈直径对线圈电感的影响。由图 4 可知, 随着 Lw 的增大, 线圈电感随之减小, 但减幅不是很大, 因此可以认为线圈直径对线圈电感的影响不大。在天线的工作频率 13.56 MHz

处, 对应 Lw 分别为 0.4、0.6、0.8 mm 的电感为 2.289 7、1.942 2、1.634 4 mH。

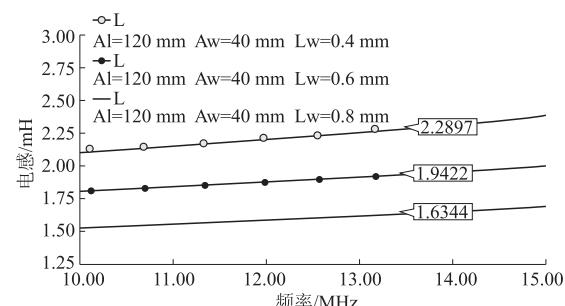


图 4 Lw 的电感仿真结果

1.3.2 NFC 线圈反射系数配置 设置 Al = 120 mm, Aw = 40 mm, Lw 分别 0.4、0.6、0.8 mm, 观察线圈走线的宽度对线圈反射系数的影响。由图 5 可知, 随着 Lw 的增大, 天线线圈的反射系数的最小值离工作频率 13.56 MHz 变远, 能量传递效果变差, Lw 的大小对天线线圈的反射系数的影响较为明显。其中, m1 点的反射系数最小值的频率为 13.15 MHz, 最接近工作频率 13.49 MHz。

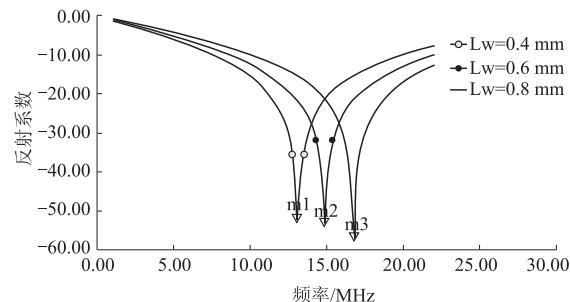


图 5 Lw 的反射系数仿真结果

1.3.3 NFC 线圈参数优化配置 综合以上观察分析和多次调试发现, 在 Lw = 0.6498 2 mm, Aw = 46 mm, Al = 122 mm 时取得的谐振点最接近 13.56 MHz(反射系数最小时的频率值), 且天线线圈的 2 个重要参数 L 和 R 分别介于 300 nH 至 3 μH 和 0.5 Ω 至 5 Ω, 都满足工艺要求的取值范围, 且反射系数在 13.6 MHz 处达到最小值(图 6—7)。

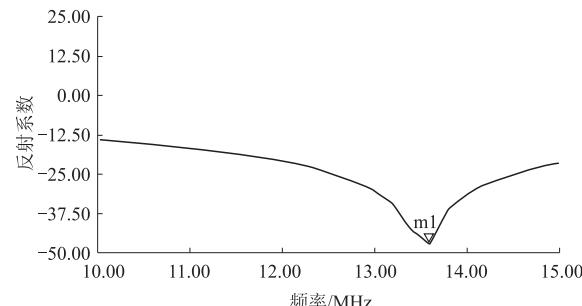


图 6 反射系数仿真结果

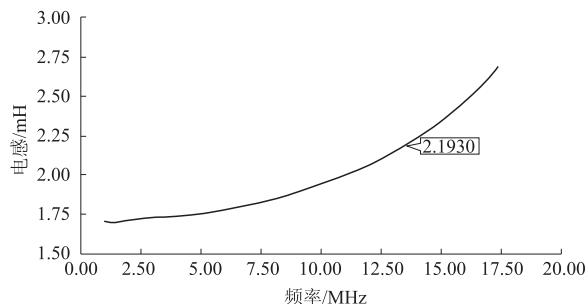


图 7 电感系数仿真结果

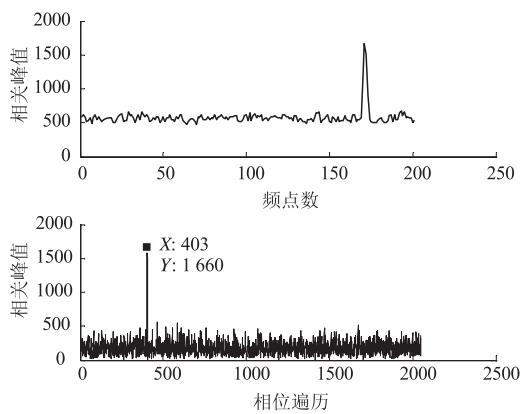
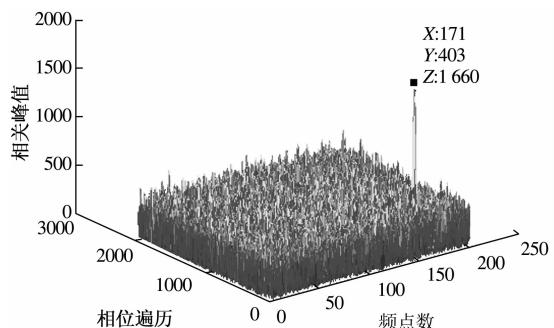
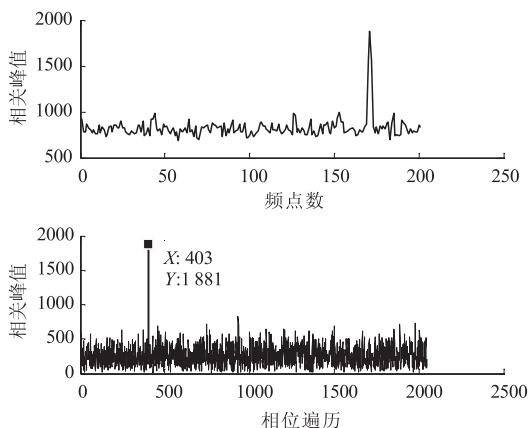
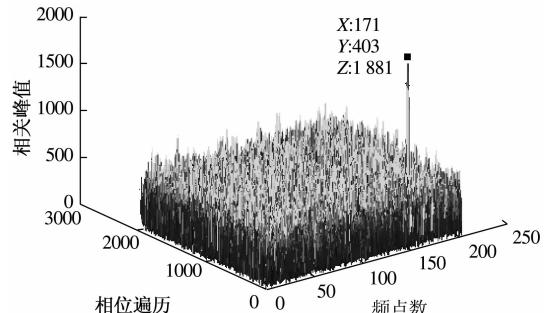
2 基于 NFC 的抗干扰农业物联网监测系统的测试

为了验证 ZigBee 网络远距离通信的抗干扰性能,本研究通过试验检验不同信噪比下目标信号的捕获质量以及 NFC 近场数据监测的性能,分别设置信噪比为 -25 、 -25 、 -30 dB。

2.1 数据抗干扰试验

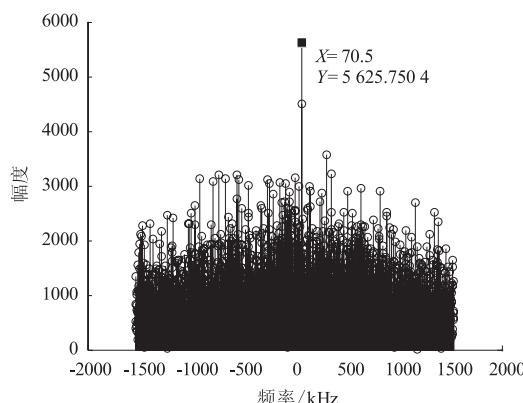
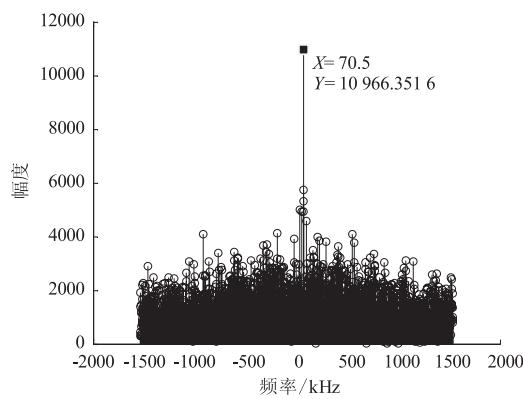
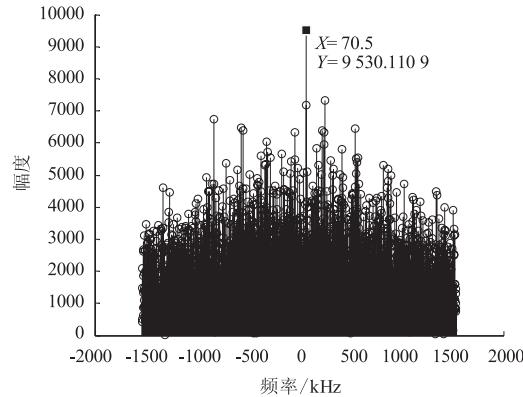
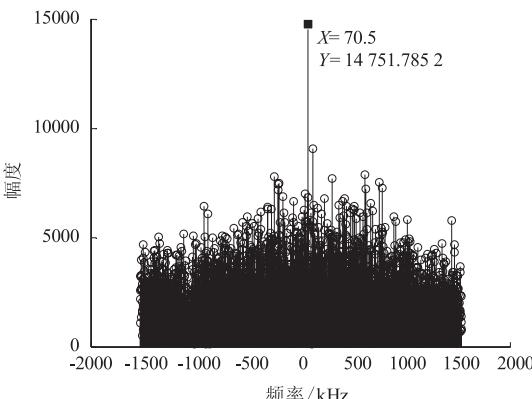
2.1.1 时频分析 通过对不同信噪比下的捕获信号时频分析可以检验检测系统的抗干扰能力。CIC 滤波器抽取因子 D 为 9, 捕获频率搜索范围介于 -100 kHz ~ 100 kHz, 频率搜索间隔为 1 kHz, 码相位搜索精度为 $1/2$ 码片; 相关积分时间为 1 个码周期, 未进行非相干累加; 分别仿真了在不同信噪比下时域、频域和时频二维内的捕获相关值, 都能够准确地捕获到频率和码相位。其中, 频率搜索是从 -100 kHz 开始, 70 kHz 为第 171 个频点; 码相位显示刻度从 1 开始, 相关峰值所在相位为 403。

从仿真结果(图 8—11)可以看出, 当信噪比从 -25 dB 降低到 -30 dB 时, 各个频点下的相关峰值几乎未变, 表明运用 PMF-FFT 捕获算法能够提高二维搜索速度, 获得的信号相关度高。

图 8 信噪比为 -25 dB 时的时频分析图 9 信噪比为 -25 dB 时的两维时频分析图 10 信噪比为 -30 dB 时的时频分析图 11 信噪比为 -30 dB 时的两维时频分析

2.1.2 FFT 频偏估计 CIC 滤波器抽取因子 D 为 9, 每 9 个点取 1 个, 所以 1 个码周期做 FFT 的点数为 2 048, 频率估计精度为 $F_s/(2 \times 9 \times 2 048) = 1.5$ kHz。频偏估计模块的加入大大缩短了后续捕获模块所需搜索的频率点数, 也为后续进一步缩小搜索频率间隔提供了充足时间。分别仿真在不同信噪比和相关累加次数下的频率估计性能, 搜索到的频率为 70.5 kHz, 误差为 0.5 kHz, 在 SNR 为 -30 dB 的情况下相关累加 20 次已不能正确估计频率。

从图 12—15 可以看出, 当信噪比从 -25 dB 降低到 -30 dB 时, 30 次累加后的频偏估计幅度有了明显增加, 这说明频偏估计模块的加入不仅缩短了后续捕获模块所需搜索的频率点数, 而且该方法能在较低信噪比下准确地估计出信号频率和码相位。

图 12 信噪比为 -25 dB 时 20 次累加结果图 13 信噪比为 -25 dB 时 30 次累加结果图 14 信噪比为 -30 dB 时 20 次累加结果图 15 信噪比为 -30 dB 时 30 次累加结果

2.2 数据监测结果

通过系统软硬件的设计,移动智能设备即可以实现通过 NFC 来查看各数据采集节点采集回的数据,如图 16 为带 NFC 功能的移动终端收到的来自其中 1 个节点的传感数据。由此可见,NFC 能够实现农场环境参数的采集。



图 16 移动终端数据监测结果

3 结论

本研究在传统农业物联网通信系统的基础上,构建了由 Zigbee 抗干扰网络与 NFC 构成的二级抗干扰农业物联网监测系统。该系统的特点是采用 Zigbee 网络实现远程、抗干扰通讯,采用 NFC 实现近场数据采集,从而克服了数据采集过程中的难以布线、操作复杂、多传感器发送数据相互干扰等问题,节约了成本,降低了复杂性,并且能够在有限资源条件下提高农场环境参数集控监测的安全性与可靠性。

参考文献:

- [1] 袁芬,徐从富.基于机会协作的农业物联网大数据处理系统设计[J].计算机应用,2014,34(7):2136-2139.
- [2] Jung C,Jikon K,Jae K,*et al*. An NFC transceiver with RF-powered RFID transponder mode [C]// IEEE. Solid-State Circuits Conference. Washington: IEEE Press, 2007: 172-175.
- [3] 田立勤,林闯,张琪,等.物联网监测拓扑可靠性设计与优化分析[J].软件学报,2014,23(8):1625-1639.
- [4] 秦怀斌,李道亮,郭理.农业物联网的发展及关键技术应用进展[J].农机化研究,2014,19(4):246-248,252.
- [5] 韩丽英.基于 NFC 系统的 SWP 接口设计与实现[D].北京:北京邮电大学,2010.
- [6] 何勇,聂鹏程,刘飞.农业物联网与传感仪器研究进展

- [J]. 农业机械学报,2013,44(10):216-226.
- [7] 刘洋,张钢,韩璐. 基于物联网与云计算服务的农业温室智能化平台研究与应用 [J]. 计算机应用研究, 2013,30(11):3331-3335.
- [8] 戴起伟,曹静,凡燕,等. 面向现代设施农业应用的物联网技术模式设计 [J]. 江苏农业学报,2012,28(5): 1173-1180.
- [9] Li P, Cheng J, Li Z, et al. Correlated PLSA for image clustering [M]//Laplace K. Advances in multimedia modeling. Berlin Heidelberg: Springer, 2011:307-316.
- [10] Hastie T, Tibshirani R, Friedman J. The elements of statistical learning [M]. New York: Springer-Verlag, 2001: 323-324.
- [11] 柳平增,孟祥伟,田盼,等. 基于物联网的精准农业信息感知系统设计 [J]. 计算机工程与科学,2012,34(3):137-141.
- [12] 王静. 面向物联网的虚拟供应链系统开发与实现机制 [J]. 华中科技大学学报(自然科学版),2012,40(S2):109-112.
- [13] 吴秋明,缴锡云,潘渝,等. 基于物联网的干旱区智能化微灌系统 [J]. 农业工程学报, 2012, 28 (1): 118-122.
- [14] 许江成. 具有 NFC 功能的移动通信终端电路设计 [D]. 成都:电子科技大学,2013.
- [15] 张长利,沈维政. 物联网在农业中的应用 [J]. 东北农业大学学报,2011,42(5):1-5.
- [16] 柳平增,毕树生,薛新宇,等. 基于物联网的农业生产过程智能控制系统研究 [J]. 计算机测量与控制, 2011,19(9):2154-2156.
- [17] He X, Yung N. Curvature scale space corner detector with adaptive threshold and dynamic region of support [C]. IEEE. Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition. Seoul: IEEE Press, 2004:10-16.
- [18] 徐刚,陈立平,张瑞瑞,等. 基于精准灌溉的农业物联网应用研究 [J]. 计算机研究与发展,2010,47(S2): 333-337.
- [19] 孙彦景,丁晓慧,于满,等. 基于物联网的农业信息化系统研究与设计 [J]. 计算机研究与发展,2011,48(S2):326-331.
- [20] 杨功元. 基于物联网技术的农业信息化管理平台的构建 [J]. 中国农机化学报,2013,18(4):222-225.
- [21] 王浩,李玉,秘明睿,等. 一种基于监督机制的工业物联网安全数据融合方法 [J]. 仪器仪表学报,2013,34(4):817-824.
- [22] 曹明勤,张涛,王健. 基于 ZigBee 的农业物联网监测系统的设计与实现 [J]. 电子技术应用, 2013, 39 (12):86-89.
- [23] 彭宇,高志峰,彭喜元. 最小方差谱估计中匹配滤波器迭代求解算法 [J]. 仪器仪表学报,2013, 34(7): 1479-1484.