

# 基于 ZigBee 和 LabVIEW 的雪情监测系统的研究

赵化启, 刘晓敏\*, 温达志, 耿春伟, 王智军, 张凯强 (佳木斯大学, 黑龙江佳木斯 154007)

**摘要** 针对近年来蔬菜大棚因为降雪而出现的大面积减产问题, 设计了一种基于无线传感器网络 ZigBee 和 LabVIEW 的蔬菜大棚积雪量检测系统。系统的传感器节点、路由节点、协调器节点都以 CC2530 为核心, 分别分布在不同位置的终端节点, 采集积雪厚度后, 通过路由节点将数据传送到协调器节点; 协调器通过以太网网关将数据发送到上位机检测; 上位机界面采用 LabVIEW 开发, 可实现实时检测、历史数据查询及报警等功能。实地测试结果表明, 该系统具有数据采集准确、低功耗、安装简便、可扩展性强和成本低等优点, 具有实际应用和推广价值。

**关键词** 雪情检测; ZigBee; LabVIEW; 无线传感网络

中图分类号 S126 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)27-0106-02

## Snowfall Monitoring System Based on ZigBee and LabVIEW

ZHAO Hua-qi, LIU Xiao-min\*, WEN Da-zhi et al (Jiamusi University, Jiamusi, Heilongjiang 154007)

**Abstract** In view of the problem of large area reduction in greenhouse in recent years due to snowfall, the snowfall detection system based on the wireless sensor networks ZigBee and LabVIEW was designed. Sensor node, routing node, coordinator node all take CC2530 as the core. After collecting the snow thickness of the terminal nodes in different locations, the data is transmitted to the coordinator node through the routing node. The coordinator sends the data to the host computer through the Ethernet gateway. PC interface using LabVIEW development, can achieve real-time detection, historical data query and alarm functions. After field testing, the system has the advantages of accurate data acquisition, low power consumption, easy installation, strong expansibility, low cost and so on, with practical application and promotion value.

**Key words** Snowfall situation detection; ZigBee; LabVIEW; Wireless sensor networks

蔬菜大棚的存在使人们在寒冷的冬天也能食用新鲜的蔬菜, 但是每年冬天因为降雪导致蔬菜大棚坍塌致使菜农经济损失的新闻屡见不鲜。若积雪压垮大棚, 不但棚内蔬菜会绝收, 而且重建大棚的费用也很高。为此, 笔者针对蔬菜大棚降雪量检测提出了可行方案。该系统基于 ZigBee 的无线传感器, 实现对蔬菜大棚积雪覆盖厚度的检测, 通过无线多跳网络将数据送到服务器并存储分析, 利用 LabVIEW 上位机软件经过算法将数据显示和分析<sup>[1-3]</sup>, 并对系统的运行进行了现场实地测试。

## 1 系统整体设计

ZigBee 组网结构有星状、网状、树状 3 种拓扑结构<sup>[4]</sup>, 根据蔬菜大棚雪情监测系统实际应用场合的特点, 选择星状结构。系统结构见图 1。

协调器节点位于网络的中心位置, 终端节点将数据利用 ZigBee 技术传到路由节点, 再传给协调器。协调器主要作用是选择一个信道和网络标识(PAN ID), 然后开始这个网络。因为协调器是整个网络的开始, 具有网络最高权限, 是整个网络的维护者, 可以保持间接寻址用的表格绑定, 同时还可以设计安全中心和执行其他动作, 保持网络其他设备的通信。

## 2 系统硬件设计

**2.1 处理器** 该系统使用的微处理芯片为结合了德州仪器的业界领先的黄金单元 ZigBee 协议栈(Z-Stack™)的

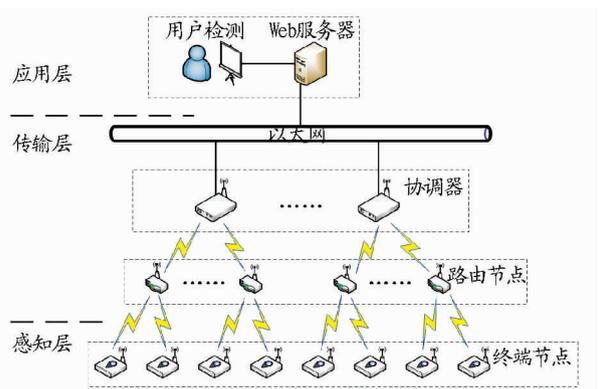


图 1 蔬菜大棚雪情监测系统结构

Fig. 1 Structure of vegetable greenhouse snowfall monitoring system

CC2530 芯片, 此芯片用于 2.4 - GHz IEEE 802.15.4 和 ZigBee 应用的一个真正的片上系统解决方案。它能够以非常低的成本建立强大的网络节点。CC2530 结合了领先的 RF 收发器的优良性能, 拥有业界标准的增强型 8051 CPU、系统内可编程闪存、8 - KB RAM 和许多其他强大的功能。CC2530 具有不同的运行模式, 使得它尤其适应超低功耗要求的系统。运行模式之间的转换时间短进一步确保了低能源消耗<sup>[5-6]</sup>。

**2.2 测距传感器** 该系统中测距传感器采用的是工业级低功耗高精度的 KS103 超声波传感器。使用纳瓦技术省电, 5 s 未收到 I2C 控制指令自动进入 uA 级休眠, 并可随时被主机 I2C 控制指令唤醒。具有实时温度补偿的距离探测功能, 工作温度范围为 -30 ~ +85 °C, 具有非常高的探测精度。其利用 I2C 接口, 能自动响应主机的 I2C 控制指令。采用独特的可调滤波降噪技术, 电源电压受干扰或噪音较大时, 仍可正常工作。并且正常工作电压宽度为 3.0 ~ 5.5 V, 节省了电源电平转化电路。

**基金项目** 国家自然科学基金项目(51278227); 黑龙江省自然科学基金项目(QC2015072); 2016 年黑龙江省大学生创新创业训练计划项目(201610222061); 佳木斯大学校级人才培养基金项目(RC2010-027); 佳木斯大学教育科研重点项目(JKA2012-092)。

**作者简介** 赵化启(1973-), 男, 黑龙江齐齐哈尔人, 副教授, 博士, 硕士生导师, 从事农业电气化与自动化研究。\* 通讯作者, 讲师, 硕士, 从事人工智能研究。

**收稿日期** 2016-07-15

2.3 硬件设计 该系统由 ZigBee 协调器、路由节点和传感节点组成,终端节点硬件设计见图 2。

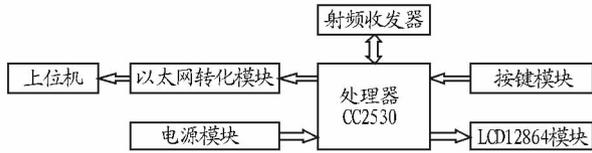


图 2 协调器硬件设计

Fig.2 Design of coordinator hardware

终端节点由处理器 CC2530、电源模块、测距传感器、按键模块和射频收发器组成。其主要负责将所测到的积雪量数据通过协议发送到对应的协调器或者经过路由节点再传送到协调器。协调器硬件设计见图 3,由处理器 CC2530、电源模块、按键及显示模块、以太网模块和射频收发器组成。处理器 CC2530 将射频接收到的包含积雪厚度的数据包解析后通过以太网传给上位机进行检测,其中显示模块可以显示新加入的节点信息和正在连接的节点信息,利于查看节点的工作情况。

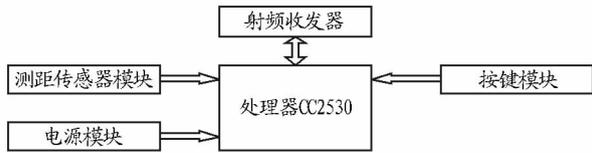


图 3 终端节点硬件设计

Fig.3 Design of terminal node hardware

### 3 系统软件设计

软件是系统的灵魂。该系统以 IEEE 802.15.4 协议为基础,利用 TI 公司开发的 Z-stack 协议栈进行开发,不但缩短了开发时间也使系统更加的稳定可靠。协调器软件流程见图 4。

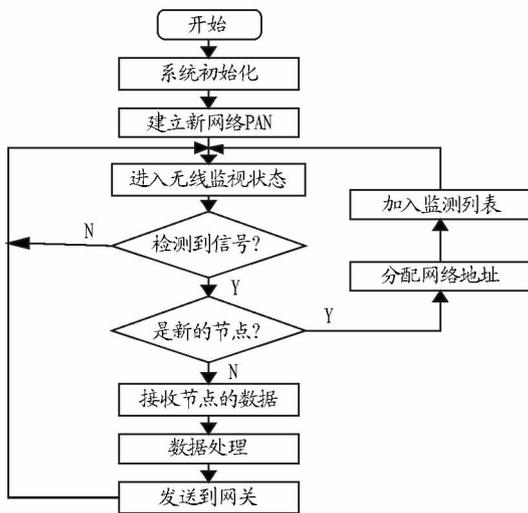


图 4 协调器软件流程

Fig.4 Coordinator software flow

系统上电后各个模块的初始化,系统准备就绪后,通过主动扫描发送信标请求命令来检测该网络中是否存在协调器,如果扫描期限内检测到协调器就发送关联请求,此时协

调器的地址资源足够的话就分配给该节点 16 位的短地址,并产生包括新连接和连接状态的响应命令,从而完成了节点与协调器的连接。终端节点负责将所测大棚的实时降雪数据发送到协调器或者路由节点。终端节点软件流程见图 5。

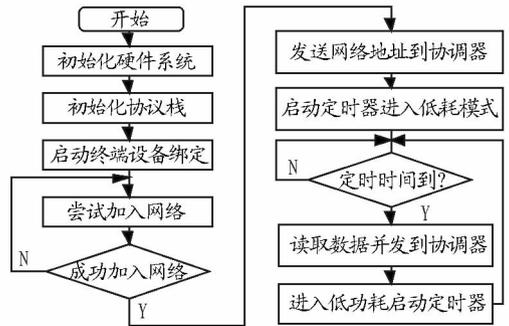


图 5 终端节点软件流程

Fig.5 Terminal node software flow

### 4 上位机数据处理及试验结果分析

该系统上位机利用 LabVIEW 软件进行可视化开发。如图 6 所示,将各个节点所测的降雪厚度和温度等数据分页处理,每一页都有历史数据存储栏和实时数据曲线栏。每个节点的报警值可以分开设置,根据不同蔬菜大棚所能承受的压力不同设置不同的报警值,当有报警时自动跳到报警节点界面同时报警灯点亮。利用 LabVIEW 软件开发周期短,维护性强,经现场实地验证,性能和可靠度都非常出色。该软件也是目前国际上唯一的编译型图形化程序设计语言,它结合了简单易用的图形式开发环境与灵活强大的 G 编程语言,提供了一个非常直观的编程环境,有专供大型应用开发、集成开发及应用配置所设计的附加开发工具。在这个平台上,各领域的专家们可以通过定义和连接代表各种功能模块的图标来方便迅速地建立高水平的应用程序。

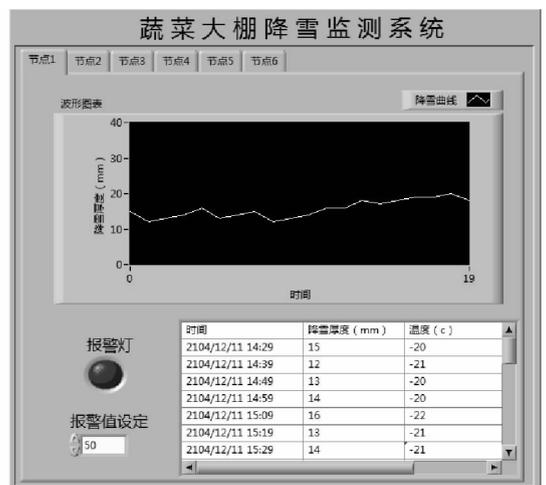


图 6 LabVIEW 上位机软件界面

Fig.6 LabVIEW upper monitor software interface

### 5 结语

该研究基于 ZigBee 和 LabVIEW 设计了蔬菜大棚雪情监测系统,提出了针对蔬菜大棚降雪量测量的可行策略,是未 (下转第 138 页)

- [2] 易诚. 藤茶制作工艺初探[J]. 中国林副特产, 2003(1): 46-47.
- [3] 姚茂君, 曹庸, 李国章. 无糖型茅岩莓速溶茶的加工技术[J]. 食品与发酵工业, 2004, 30(11): 110-113.
- [4] 张雁. 显齿蛇葡萄保健果冻的研制[J]. 食品科技, 2002(7): 22-23.
- [5] 付明, 黎晓英, 王登宇, 等. 显齿蛇葡萄叶中黄酮类化合物的研究[J]. 中国药理学杂志, 2015, 50(7): 574-578.
- [6] 白秀秀, 夏广萍, 赵娜夏, 等. 张家界产莓茶中的酚性化学成分[J]. 中药材, 2013, 36(1): 65-67.
- [7] 张友胜, 杨伟丽, 崔春. 显齿蛇葡萄化学成分的研究[J]. 中草药, 2003, 34(5): 402-403.
- [8] 熊皓平, 何国庆, 杨伟丽, 等. 显齿蛇葡萄生化成分分析[J]. 中国食品学报, 2004, 4(3): 68-71.
- [9] 罗祖友, 陈根洪, 郑小江, 等. 藤茶多糖 ACP-3 的分离纯化与结构的初步鉴定[J]. 时珍国医国药, 2009, 20(7): 1707-1709.
- [10] 何桂霞, 裴刚, 杜方麓, 等. 藤茶化学成分的研究[J]. 中国现代中药, 2008, 9(12): 11-13.
- [11] 王定勇, 刘佳铭, 章骏德, 等. 显齿蛇葡萄(藤茶)化学成分研究[J]. 亚热带植物通讯, 1998, 27(2): 39-44.
- [12] 王岩, 王婴. 显齿蛇葡萄化学成分的研究[J]. 中药材, 2002, 25(4): 254-256.
- [13] 袁阿兴, 黄筱美, 陈劲. 显齿蛇葡萄化学成分的研究[J]. 中国中药杂志, 1998, 23(6): 359-360.
- [14] 苏素娇. 显齿蛇葡萄品质评价及其相关药效学研究[D]. 福州: 福建中医药大学, 2014.
- [15] WANG Y F, YING L, SUN D, et al. Supercritical carbon dioxide extraction of bioactive compounds from *Ampelopsis grossedentata* stems: Process optimization and antioxidant activity[J]. International journal of molecular sciences, 2011, 12(10): 6856-6870.
- [16] 梁翔, 邱岚, 赵成刚. 梵净山野生藤茶中二氢杨梅素的提取及体外抗氧化研究[J]. 广州化工, 2015, 43(3): 48-50.
- [17] ZHENG X J, XIAO H, ZENG Z, et al. Composition and serum antioxidation of the main flavonoids from fermented vine tea (*Ampelopsis grossedentata*) [J]. Journal of functional foods, 2014, 9: 290-294.
- [18] KOU X J, SHEN K, AN Y, et al. Ampelopsin Inhibits H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced apoptosis by ERK and Akt signaling pathways and up-regulation of Heme oxygenase-1[J]. Phytotherapy research, 2012, 26(7): 988-994.
- [19] 肖浩, 郑小江, 朱玉婷. 藤茶多酚体外抗氧化作用[J]. 食品与生物技术学报, 2011, 30(5): 679-682.
- [20] 罗祖友, 严奉伟, 薛照辉, 等. 藤茶多糖的抗氧化作用研究[J]. 食品科学, 2005, 25(11): 291-295.
- [21] 陈立峰, 陈莉萍, 徐琳本, 等. 显齿蛇葡萄总黄酮对口腔常见致病菌抑菌作用的研究[J]. 中南药学, 2003, 1(2): 83-86.
- [22] 曾春晖, 杨柯, 林启云, 等. 广西藤茶提取物 APS 抗菌机制研究[J]. 山东中医杂志, 2007, 26(6): 415-417.
- [23] 熊大胜, 朱金桃. 显齿蛇葡萄幼嫩茎叶提取物抑菌作用的研究[J]. 食品科学, 2000, 21(2): 48-49.
- [24] 张亚兵. 蛇葡萄素、白芍总苷减轻大鼠实验性结肠炎的作用及机制研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2013.
- [25] HOU X L, TONG Q, WANG W Q, et al. Suppression of inflammatory responses by dihydromyricetin, a flavonoid from *Ampelopsis grossedentata*, via inhibiting the activation of NF- $\kappa$ B and MAPK signaling pathways[J]. Journal of natural products, 2015, 78(7): 1689-1696.
- [26] 钟正贤, 周桂芬, 陈学芬, 等. 藤茶总黄酮药理作用的实验研究[J]. 中国中医药科技, 2004, 11(4): 224-225.
- [27] 林建峰, 李双富, 朱惠, 等. 藤茶的抗炎镇痛作用的研究[J]. 福建医药杂志, 1995, 17(4): 39-40.
- [28] JEON S H, CHUN W, CHOI Y J, et al. Cytotoxic constituents from the bark of *Salix hulteni* [J]. Archives of pharmacal research, 2008, 31(8): 978-982.
- [29] 姚欣, 林静瑜, 倪峰, 等. 藤茶提取物对人前列腺癌 LNCap 细胞凋亡作用研究[J]. 中国民族民间医药杂志, 2015, 24(5): 26-27.
- [30] 杨秀芬, 钟正贤, 廖梅春, 等. 蛇葡萄素与苯并芘合用对大鼠肝组织内 CYP 和 GST 基因表达的影响[J]. 中国药理学通报, 2009, 25(7): 135-137.
- [31] ZHOU F Z, ZHANG X Y, ZHAN Y J, et al. Dihydromyricetin inhibits cell invasion and down-regulates MMP-2/-9 protein expression levels in human breast cancer cells [J]. Progress in biochemistry and biophysics, 2012, 39(4): 352-358.
- [32] ZHAO Z Q, YIN J Q, WU M S, et al. Dihydromyricetin activates AMP-activated protein kinase and P38(MAPK) exerting antitumor potential in osteosarcoma [J]. Cancer prevention research, 2014, 7(9): 927-938.
- [33] ZENG G F, LIU J, CHEN H G, et al. Dihydromyricetin induces cell cycle arrest and apoptosis in melanoma SK-MEL-28 cells [J]. Oncology reports, 2014, 31(6): 2713-2719.
- [34] XIA J X, GUOI S, FANG T, et al. Dihydromyricetin induces autophagy in HepG2 cells involved in inhibition of mTOR and regulating its upstream pathways [J]. Food and chemical toxicology, 2014, 66: 7-13.
- [35] 陈玉琼, 向班贵, 倪德江, 等. 恩施富硒藤茶降血脂作用研究[J]. 营养学报, 2006, 28(5): 448-449.
- [36] 梁柱第, 曾宪彪, 韦桂宁, 等. 藤茶双氢杨梅素对动脉粥样硬化大鼠的炎症因子及主动脉弓 sPLA2-IIA 表达的影响[J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, 21(4): 120-123.
- [37] 黄先菊, 王文英, 王贵林, 等. 蛇葡萄素对 2 型糖尿病大鼠 NO/NOS 水平及抗氧化能力的影响[J]. 中国现代应用药学杂志, 2008, 25(2): 95-98.
- [38] SHI L Y, ZHANG T, LIANG X Y, et al. Dihydromyricetin improves skeletal muscle insulin resistance by inducing autophagy via the AMPK signaling pathway [J]. Molecular and cellular endocrinology, 2015, 409(5): 92-102.
- [39] JIANG B P, LIANG L, PAN H M, et al. Dihydromyricetin ameliorates the oxidative stress response induced by methylglyoxal via the AMPK/ GLUT4 signaling pathway in PC12 cells [J]. Brain research bulletin, 2014, 109: 117-126.
- [40] MURAKAMIA T, MIYAKOSHIA M, ARAHOA D, et al. Hepatoprotective activity of tocha, the stems and leaves of *Ampelopsis grossedentata*, and ampelopsin [J]. Bio Factors, 2004, 21(1/2/3/4): 175-178.
- [41] 徐静娟, 姚茂君, 郭敏辰. 二氢杨梅素生物功效的研究[J]. 食品科学, 2008, 29(11): 622-625.
- [42] CHEN S H, ZHAO X L, WAN J, et al. Dihydromyricetin improves glucose and lipid metabolism and exerts anti-inflammatory effects in nonalcoholic fatty liver disease: A randomized controlled trial [J]. Pharmacological research, 2015, 99: 74-81.
- [43] 阎利, 郑作文, 卫智权. 广西藤茶总黄酮对正常小鼠免疫功能的影响[J]. 中国药物应用与监测, 2008, 5(4): 5-7.
- [44] 曾春晖, 杨柯, 王燕. 广西藤茶提取物 APS 对免疫功能的影响[J]. 中成药, 2007, 29(7): 976-978.
- [45] 罗祖友, 陈根洪, 陈业, 等. 藤茶多糖抗肿瘤及免疫调节作用的研究[J]. 食品科学, 2007, 28(8): 457-461.
- [46] 阎利, 郑作文. 藤茶双氢杨梅素抗鸭乙型肝炎的实验研究[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(7): 908-910.
- [47] TOWATARI K, YOSHIDA K, MORI N, et al. Polyphenols from the heartwood of *Cercidiphyllum japonicum* and their effects on proliferation of mouse hair epithelial cells [J]. Planta medica, 2002, 68(11): 995-998.
- [48] 方会龙, 王俊杰, 陈美姿, 等. 藤茶提取物对血吸虫肝纤维化的影响[J]. 中国全科医学, 2010, 13(18): 2004-2006.
- [49] 陈立峰, 陈莉萍, 徐琳本, 等. 显齿蛇葡萄总黄酮对兔口腔黏膜溃疡的作用[J]. 中国药理学与毒理学杂志, 2007, 21(1): 49-54.
- [50] MENG G L, YANG S J, CHEN Y, et al. Attenuating effects of dihydromyricetin on angiotensin II-induced rat cardiomyocyte hypertrophy related to antioxidative activity in a NO-dependent manner [J]. Pharmaceutical biology, 2014, 53(6): 904-912.
- [51] 高辉, 李春艳. 二氢杨梅素对小鼠运动性疲劳的影响[J]. 食品科学, 2012, 33(21): 295-297.
- [52] 潘人琦, 郁建平. 二氢杨梅素解酒作用的研究[J]. 山地农业生物学报, 2012, 31(3): 247-249.

(上接第 107 页)

来蔬菜大棚防雪灾过程中不可缺少的一部分。该系统在实际使用过程中表现非常出色, 所测的降雪量准确, 而且将不同节点放置到蔬菜大棚的不同位置, 利于实现全方位监测。

#### 参考文献

- [1] 吕治安. ZigBee 网络原理与应用开发[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008.
- [2] 青岛东合信息技术有限公司. ZigBee 开发技术及实践[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2014.
- [3] ZOU X F, JIANG X Q. An empirical study of the allocation efficiency of rural financial resources in Hubei Province from the perspective of agricultural loans [J]. Asian agricultural research, 2014(8): 38-41.
- [4] 蒋挺, 赵成林. 紫蜂技术及其应用[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2006.
- [5] 徐勇军. 物联网实验教程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.
- [6] 吴大鹏, 舒毅. 物联网技术与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2012.