

项目编号: G2007012

**东南大学**  
**国家大学生创新性实验计划项目认定书**

项目名称: 基于异构网络融合的无线传感器网络及其应用

项目负责人: 周斌 学号: ( 04005606 )

身份证号: ( 320282198608032411 )

电话: 13805194538

E-mail: binchouseu@163.com

项目参加者: 张文策 (学号: 04005516, 身份证号 130603198710241819)

王明萱 (学号: 04005302, 身份证号 320482198611157304)

杨 旻 (学号: 04205706, 身份证号 320982198611170020)

周 浩 (学号: 04006416, 身份证号 320303198801010417)

项目指导教师 1: 沈连丰 (所属院系: 信息科学与工程学院)

电话: 13809032608

E-mail: lfshen@seu.edu.cn

项目指导教师 2: 胡静 (所属院系: 信息科学与工程学院)

电话: 13951705360

E-mail: louy@seu.edu.cn

项目迄止时间: 2007 年 11 月 ~ 2009 年 11 月

东南大学教务处

## 一、 项目内容简介

无线传感器网络 (Wireless Sensor Network, WSN) 是由部署在监测区域内大量的廉价微型传感器结点组成, 通过无线通信技术自组织构成的网络系统, 其目的使协作地感知、采集和处理网络覆盖区域中感知对象的信息, 并发送给观察者。WSN 与 Internet 相整合, 可以实现现实世界和网络世界的无缝连接。美国商业周刊和 MIT 技术评论在预测未来技术发展的报告中, 分别将无线传感器网络列为 21 世纪最有影响的 21 项技术和改变世界的 10 大技术之一。

无线传感器网络在工业控制, 交通监控, 仓储物流, 环境和构筑物监测、抢险救灾以及军事等多个方面有着广泛的应用前景。我国是农业大国, 农作物的优质高产对国家的经济发展意义重大。在这些方面, 无线传感器网络有着卓越的技术优势。无线传感器网络具有的通信便利、部署方便、覆盖范围广等优点, 使其特别适合于大田作物生态监测与管理, 可为农业生产企业与农民增产丰收增添高科技的辅助手段, 带来可观的经济效益与社会效益。无线传感器网络的农业应用一般是将大量的传感器节点构成监控网络, 通过各种传感器采集信息, 以帮助农民及时发现问题, 并且准确地确定发生问题的位置, 这样农业将有可能逐渐地从以人力为中心、依赖于孤立机械的生产模式转向以信息和软件为中心的生产模式, 从而大量使用各种自动化、智能化、远程控制的生产设备。

限于项目经费与软硬件条件, 项目拟以农业水资源管理, 即节水灌溉作为系统主要监控目标, 自主研究开发无线传感器节点及配套的开发平台、管理系统等。系统在农田中分布 6-10 个带土壤湿度传感器的节点进行土壤墒情监控, 通过节点的无线收发装置将土壤含水量信息传送至网关, 网关将 WLAN/以太网/蜂窝网与无线传感器网络相融合, 将信息远程传送至控制中心, 控制中心根据一定的策略远程控制农田中的灌溉电磁阀的打开和关闭, 从而实现一个低成本高效率的智能灌溉系统。以此系统作为开发平台, 以后可进一步实现风、光、水、电、热和农药等的数据采集和环境控制, 有效提高农业集约化生产程度, 简化系统复杂性, 降低设备成本。

## 二、研究技术路线

鉴于整个应用系统涉及到嵌入式系统技术、计算机网络技术、无线通信技术以及数据库技术等等各项关键技术,难度较高,层面较广,系统的研究与实施拟采用从简到繁、从易到难、从点到面、分步实施的办法,首先搭建一个由 5-6 个左右传感器节点与一个网关和基本的网络管理应用程序的实验平台,实现基本的数据采集与处理功能,实验平台系统结构如图 1 所示。

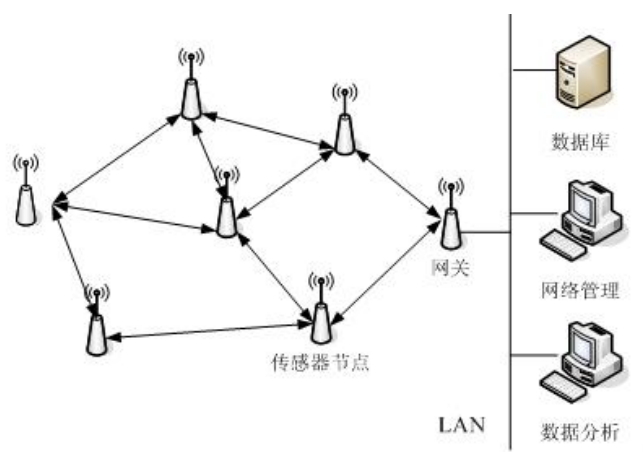


图1 实验平台系统结构

这一阶段的研究重点之一是传感器节点和网关的研制开发。硬件研制成功后,在中小试验田块中搭建一个由 6-10 个传感器节点和一个网关、无线 WLAN 网桥和控制中心组成的应用系统原型,实现对大田农情信息的数据采集与处理、远程控制等较完善的功能。系统体系结构如图 2 所示。

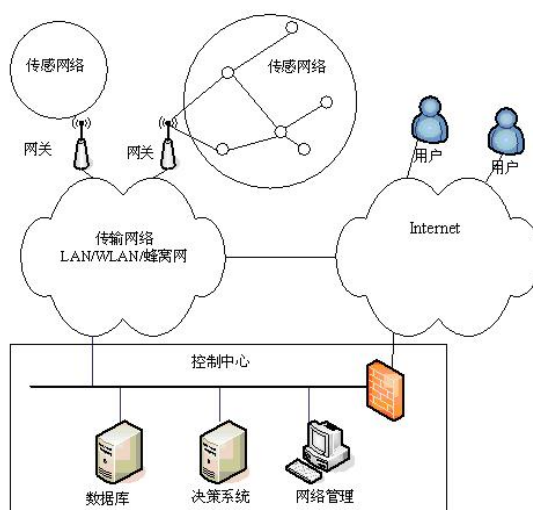


图2 系统体系结构

在技术路线上,项目组拟采取先分解后组合,先难后易的原则,将研究内容分解为几个子课题,分别加以研究,然后将研究成果有机集成,最终完成整个示范系

统的完整实现。

(1) 传感器节点软硬件设计

传感器节点由传感器模块、处理器模块、无线通信模块和能量供应模块四部分组成，如图 3 所示。传感器模块负责监测区域内信息的采集和数据转换；处理器模块负责控制整个传感器节点的操作，存储和处理本身采集的数据以及其他节点发来的数据；无线通信模块负责与其他传感器节点进行无线通信，交换控制信息和收发采集数据；能量供应模块为传感器节点提供运行所需的能量。

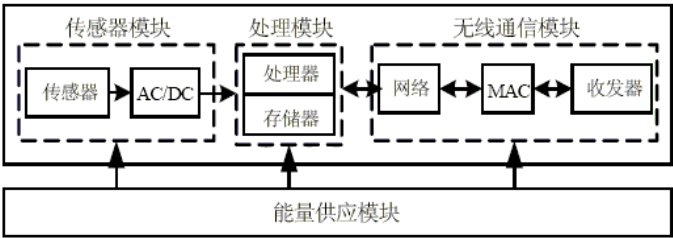


图 3 传感器节点体系结构

处理器模块拟采用 ATMEL 公司的 AVR 系列单片机，该系列处理器体积小、集成度高、功耗低且支持睡眠模式、速度较快、外部接口通用且成本较低，很适合传感器节点的硬件需要。无线收发器拟采用 Chipcon 或 Freescale 公司的符合 IEEE 802.15.4/ZigBee 标准的 2.4GHz 射频模块。传感器模块将采用传感器扩展板，使传感部分与处理、射频部分在物理上分离，土壤水分传感器选用 AQUA-TEL-TDR，具有精度高，量程宽，稳定性好；线性度好，传输距离长，抗干扰能力强等特点。电源部分拟采用 2 节 AA 电池供电。

传感器节点软件由面向 WSN 的嵌入式操作系统 TinyOS、支持 IEEE 802.15.4/ZigBee 的协议栈以及相应的应用程序组成。总体结构如图 4 所示。

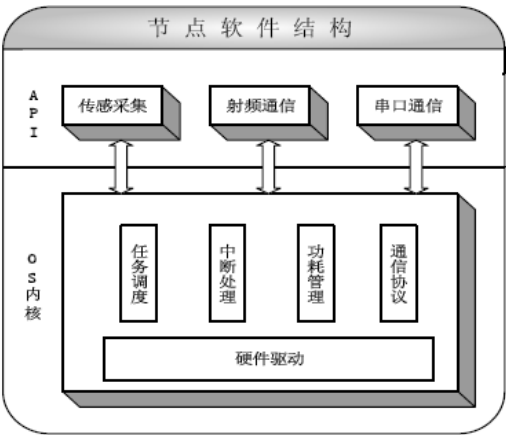


图 4 节点软件结构

传感器网络具有应用环境多样、硬件功能受限、资源受限、节点微型化和分布式任务协作等特点，所以传感器节点有两个突出的特点：一是并发性很密集，需要操作系统能够有效地处理发生频繁、并发长度高、执行过程比较短地逻辑控制流程；二是节点模块化程度很高，在不影响整体开销的情况下，应用程序地各个部分要能够比较方便地重新组合。已有的 VxWorks、嵌入式 Linux、QNX、VRTX 等都很难在这样的硬件资源上运行，而专为 WSN 系统而设计的 TinyOS 基本能够满足上述要求。

节点软件具有以下特点：

- 利用内核提供的 API，可快速进行上层的应用开发，既可支持工程开发，也适用于学术研究。
- 利用串口通信 API，可使节点方便地与 PC 机相连，方便用户开发与调试
- 利用传感采集 API，可方便得到监控数据
- 利用射频通信 API，可方便地组成无线传感器网络，传输、收集传感数据
- 提供符合工业标准的 IEEE 802.15.4/ZigBee 网络协议栈
- 利用内核的其他单元模块，用户可实现自己的通信协议和算法

## (2) 网关节点软硬件设计

网关节点负责将传感节点采集到的数据转发到传输网进而发送至控制中心，同时也将控制中心的相关命令转发给对应目标传感器节点。网关的数据处理工作任务繁重，资源需求较高，要求成熟的网络协议栈支持，且外部接口较为复杂，所以拟采用功能较强的 ARM9 开发平台。在设计时，采用最小系统核心板（CPU+SDRAM+FLASH）加底板（外围接口电路）的方案，有利于适用于不同层次的应用，针对不同的应用只要增删底板上的功能即可，同时也方便了系统硬件的调试。硬件系统框图如图 5，图中虚线框中的是可选模块。

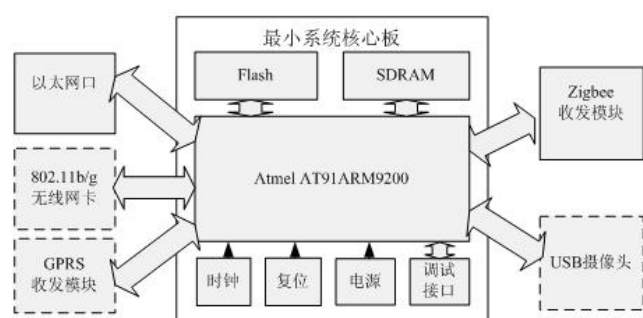


图 5 网关硬件系统框图

嵌入式操作系统采用 Linux。ARMLinux 是目前应用最为广泛的嵌入式 Linux 系

统之一，相比于 uCLinux，ARMLinux 上进行软件开发更近似于 PC 的 Linux 下的软件开发，支持的应用软件更为丰富。系统采用的 AT91RM9200 嵌入式处理器带有 MMU 单元可支持 ARMLinux，外括的 16M 的 FLASH 存储 1M 左右的 ARMLinux 内核及 Ramdisk 完全有余。

因为需要较多能量，网关的电力供应采用太阳能供电，节点接收太阳能光的有效时间一般而言只有 6 小时。这就需要太阳能电池要有很高的太阳能转换成电能的能力，目前市面上所见到的最高的太阳能电池转换率在 25% 左右，用的材质是单晶硅，但是其造价过高，其他替代品有 CdS 或 CdTe 材质的，虽然转换率略低点，但是性价比很高。太阳能电池的电能存储也是一个很重要的问题。就江苏地区而言，它的全年日照时间为 1400 ~ 2200 小时，有的时候会有连续一周的阴雨天气，遇到这种天气太阳能电池就很难获得充足的光照。这就需要太阳能电池能在阳光充足的时候存储足够的电能以备恶劣天气或者是夜晚的需求，可选用以铅钙合金为材质的铅酸蓄电池。

### （3）控制中心软件开发

控制中心是整个自动灌溉系统的大脑，实时或定时通过无线数据传输网络和数据采集控制设备，采集田间的土壤水分、土壤湿度、空气温湿度等数据，实时显示，形成数据库、报表，供灌溉预报和决策使用，根据监测到的数据计算灌水时间与灌水量，通过无线传输对管网中的电磁阀实施定时定量自动控制，对系统中出现的故障实施报警与控制。控制中心系统逻辑结构如图 6 所示。

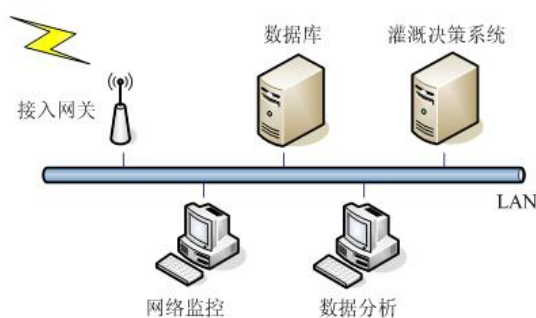


图 6 控制中心系统逻辑结构

控制中心系统软件运行于 PC 上，主要由操作界面、数据库、数据通信 3 大模块组成，软件结构如图 7 所示。

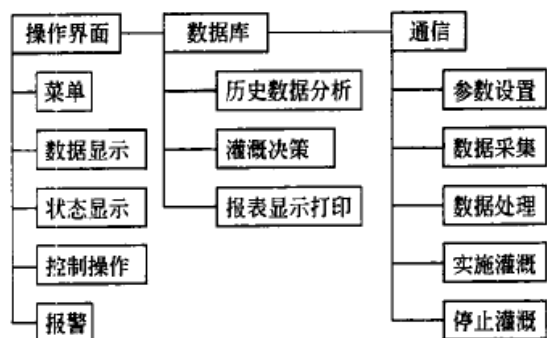


图 7 控制中心系统软件结构

应用程序开发拟采用 Delphi 7，数据库拟采用 Microsoft SQL Server 2000。灌溉决策系统因为设计到复杂的农业科技问题，目前只采用简单的软件模拟，留下软件 API 接口，方便以后与真正的决策系统对接。

### 三、项目预期成果形式及数量

☒ 文献资料综述 \_\_\_\_\_ 1 \_\_\_\_\_ 份；  
☐ 调研报告 \_\_\_\_\_ 份；  
☒ 研究或设计方案 \_\_\_\_\_ 1 \_\_\_\_\_ 份；  
☒ 图纸 \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ 套；  
☐ 实验记录 \_\_\_\_\_ 份；  
☒ 论文 \_\_\_\_\_ 1—2 \_\_\_\_\_ 篇；  
☒ 实物：名称 \_\_\_\_\_ 无线传感器节点及网关 \_\_\_\_\_  
 主要技术指标 \_\_\_\_\_ 可实现温湿度等数据的采集、无线传送及 Internet 接入 \_\_\_\_\_  
☒ 软件 \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_ 件；  
☒ 心得体会 \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_ 份；  
☒ 展板(电子稿) ★ \_\_\_\_\_ 1 \_\_\_\_\_ 幅；  
☐ 其它 \_\_\_\_\_

### 四、项目进度安排

起止时间  
☐ 一年期：本年 5 月至第二年 4 月  
☐ 半年期：本年 5 月至 12 月

项目内容及时间安排	项目内容及时间安排
<input checked="" type="checkbox"/> (文献查阅) 2007.12—2008.01	<input checked="" type="checkbox"/> (研制开发) 2008.10—2009.03
<input type="checkbox"/> (社会调查)	<input checked="" type="checkbox"/> (撰写论文或研究报告) 2009.04—2009.05
<input checked="" type="checkbox"/> (方案设计) 2008.02—2008.05	<input checked="" type="checkbox"/> (结题和答辩) 2009.06—2009.07
<input checked="" type="checkbox"/> (实验研究) 2008.06—2008.09	<input checked="" type="checkbox"/> (成果推广或论文发表) 2009.08—2009.10
<input type="checkbox"/> (数据处理)	<input type="checkbox"/> (其它)

五. 经费用途	科目	金额(元)	科目	金额(元)	备注
	材料(试剂)费	6000	论文版面费	2000	
	加工费	3500	市内公交	500	
	工具费	1000	上机上网费	500	
	专利申请费	2000	试验(实验)费	3000	
	资料费	1500			
			合 计	20000	

六、指导教师意见:

推荐该同学本次项目的申报。

签字 沈连丰 2007 年 12 月 14 日

七、院系“研学指导小组”意见:

该项目紧密结合工程实际需求,目标明确,前期准备工作充分,方案详细可行,特色创新点突出。同意申报。

组长签字 孟 桥 2007 年 12 月 14 日

八、学校主管部门意见:

同意该项目立项为国家级大学生创新训练项目,批准经费 20000 元。

负责人签章 年 月 日

★展板的电子稿用 photoshop 软件,按(900mm×1200mm)尺寸绘制