

# The Design and Implementation of Greenhouse Control System Based on Raspberry pi

Wei Liu, Shijue Zheng, Hong Xu, Ya Liu

Department of Computer Science, Central China Normal University, Wuhan Hubei  
Email: [271551048@qq.com](mailto:271551048@qq.com)

Received: Oct. 1<sup>st</sup>, 2015; accepted: Oct. 18<sup>th</sup>, 2015; published: Oct. 22<sup>nd</sup>, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

With the development of things of Internet, people on the production development of information society, things of the internet proposed new requirements. There are many traditional greenhouses under manual management or using devices which have been eliminated for a century in western countries. Nowadays embedded devices have made great progress; many modules have been standardized [1]. In this paper, we use development board such as Raspberry pi which is based on Arm and Auduino Uno which is based on Atmega328, and sensor module, web technology to achieve the monitoring system based on B/S mode of greenhouse environment. This article is committed to use embedded devices and modules of common market to build a greenhouse management system quickly, and realize the watering, ventilation, video surveillance and other functions.

## Keywords

Greenhouse, Temperature and Humidity, Remote Monitoring, Greenhouse Control

---

# 基于Raspberry pi的大棚监测系统的设计与实现

刘 伟, 郑世珏, 徐 虹, 刘 亚

华中师范大学, 计算机学院, 湖北 武汉

Email: [271551048@qq.com](mailto:271551048@qq.com)

收稿日期: 2015年10月1日; 录用日期: 2015年10月18日; 发布日期: 2015年10月22日

## 摘要

随着物联网快速发展, 人们对社会生产发展信息化、物联网化提出了新要求。目前还有许多传统大棚种植还停留在人工管理, 或者使用上世纪西方国家的淘汰设备。现在嵌入式设备已经取得了长足的发展, 许多模块已经标准化[1]。本文结合基于ARM的Raspberry pi开发板和基于Atmega328的Arduino Uno开发板、传感器模块、Web技术实现了B/S模式的大棚环境监控系统。本文采用常见的嵌入式设备和模块快速搭建一个大棚管理系统模型, 该系统实现了温湿度监测, 浇水, 通风, 视频监控等功能。

## 关键词

温室, 温湿度, 远程监控, 大棚控制

## 1. 引言

21世纪科学技术飞速发展, 生产生活设备逐步信息化, 大棚也获得了长足的发展, 大棚科技含量和规模化程度不断提高, 近年来我国大棚控制系统自动化取得了较大进步, 但是我国农业现代化还处于初级阶段, 技术水平与规模化程序距发达国家还有较大差距, 控制系统稳定性, 配套设施的完善程度及产业化水平还有待提高, 大棚投入产出比较大。

随着大规模集成电路技术的发展, 嵌入式设备集成度越来越高, 设备性能越来越强, 功耗越来越低, 体积越来越小, 模块化程序越来越高, 可扩展性越来越强。嵌入式系统在物联网行业中越来越重要。假如把物联网拟人化, 那么物联网中传感器就是人的感觉器官如肌肤、眼睛等, 网络就类似于人的神经, 嵌入式系统则是人的大脑, 负责从传感器接收信息并对接收到的信息进行加工处理[2]。近年来物联网技术在我们生活领域几不可缺, 嵌入式系统已成为物联网行业的基础。总体看来, 嵌入式系统具有性价比高、性能稳定、实时性高、功耗低、体积小、嵌入性强、可靠性高等特点, 在目前的家电、工业控制系统甚至生活用品中广泛使用。

## 2. 系统方案设计

### 2.1. 系统层次结构

本系统采用分层的方案, 系统分层结构如图1所示, 各部分完成不同的功能。最低层由Arduino Uno控制, Arduino Uno完成最低层最基础的功能, 如温湿度采集、光照强度获取、步进机控制、施水、通风。中间层由Raspberry Pi完成, Raspberry Pi获取Arduino Uno上传的数据, 然后将这些数据存储至数据库服务器, Raspberry Pi根据接收的各项数据进行分析 and 处理, 然后做出相应的反馈, 向Arduino Uno发送对应的指令, 进而再对底层设备进行对应的操控, 完成施水、通风等相应的操作。另一方面, 用户也可以获取传感器收集的各项数据和抓取的视频流, 也可以主动的去发送指令人工控制设备进行大棚的相应管理工作。其中Raspberry Pi和Arduino Uno通过串口连接[3]。

### 2.2. 服务层控制

Raspberry Pi通过串口获取温度、湿度数据, 将数据存储在数据库中以备用户查询, Raspberry Pi监

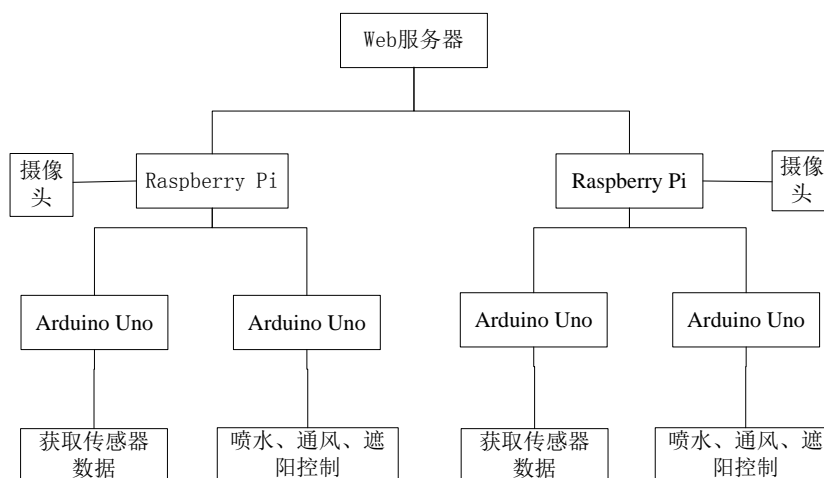


Figure 1. Hierarchical structure diagram of system

图 1. 系统分层结构图

控大棚数据，可以通过给定的阈值来触发步进电机控制遮光板，控制水泵施水，控制风机通风[4]。

Raspberry Pi 的工作流程如图 2 所示，Raspberry Pi 定期扫描串口接收温度、湿度数据和光敏模块数据，将读取的数据存入数据库以备用户查看，同时检查读取数据是否在设定的阈值内，若超过了阈值则启动相应的设备，如温度超过 35 度则启动风机降温。另一方面，Raspberry Pi 处理 Web 终端请求，将实时图片和视频展示给用户，并接受 Web 终端发来的命令，将命令发送给 Arduino Uno。Raspberry Pi 和 Arduino Uno 通过 Socket 通信。

### 2.3. 底层设计

Arduino Uno 工作在低层，通过串口和 Raspberry Pi 通信，负责温度、湿度数据获取和校验，将正确的 DHT11 数据上传给 Raspberry Pi，控制步进机转动和停止，微型水泵的启动和停止，风机启动和停止。

Arduino Uno 工作流程如图 3 所示，Arduino Uno 定时读取 DHT11 传感器数据，获得温度、湿度数据和光线强度状态，验证获得的数据是否正确，若正确，将数据发送至串口待 Raspberry Pi 读取。定时读取光敏电阻模块状态，将状态发送至 Raspberry Pi。循环读取串口数据，若有数据，根据不同的数据控制不同的设备，如关闭遮光板，打开通风设备等。

## 3. 系统设计

### 3.1. 温湿度获取流程图

Arduino Uno 采集温度、湿度流程图 4 所示，Arduino Uno 启动后定期激活 DHT11 模块，读取 DHT11 模块 40 位数字数据，取前第一个 8 位转换为整形湿度数据，第三个 8 位转换为整形温度数据，最后一个 8 位为校验数据，另外两个 8 位为保留数据，校验正确后将温度、湿度数据发送给 Raspberry Pi [5]。

### 3.2. 步进电机的控制

步进电机通过 Arduino 驱动控制，步进电机除电源接线外，通过四根信号线驱动转动。将步进电机 ULN2003 驱动板上的 1N1、2N2、3N3、4N4 分别接入 Arduino 上 digital 列的 11、10、9、8 接口，在 Arduino 1.6.1 环境中编写步进电机正向驱动函数如下以备调用，反向函数时序与此函数相反[6]。

步进电机部分封装了两个控制步进函数，以上代码为正向转动，反向转动与此时序相反。步进电动机的步进角是 5.625 度，因为这个是带减速齿轮的，所以最后在输出轴上的步进角是  $5.625/64 = 0.08789$

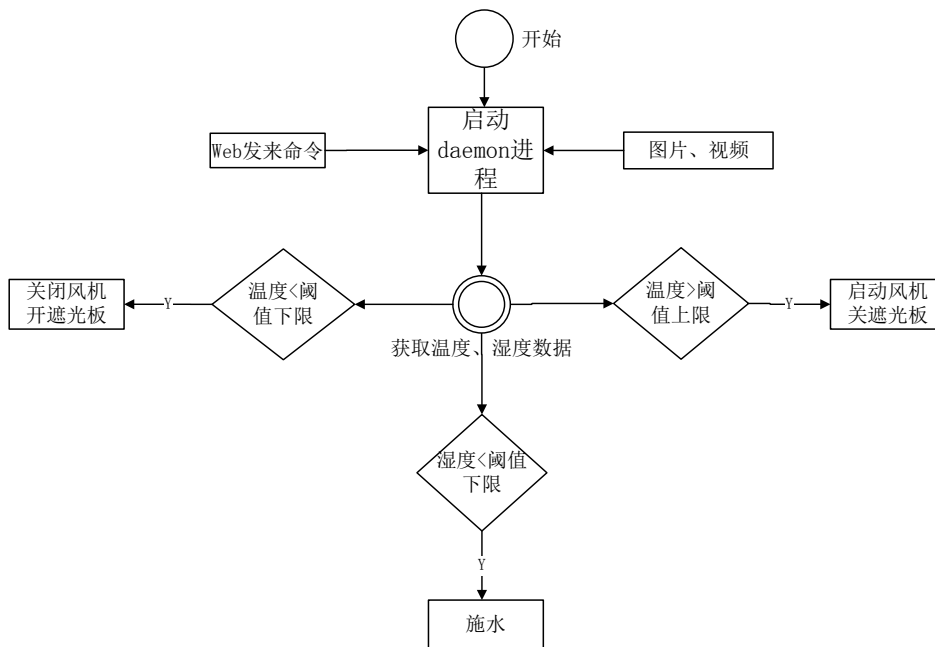


Figure 2. The work flow chart of Raspberry Pi  
图 2. Raspberry Pi 工作流程图

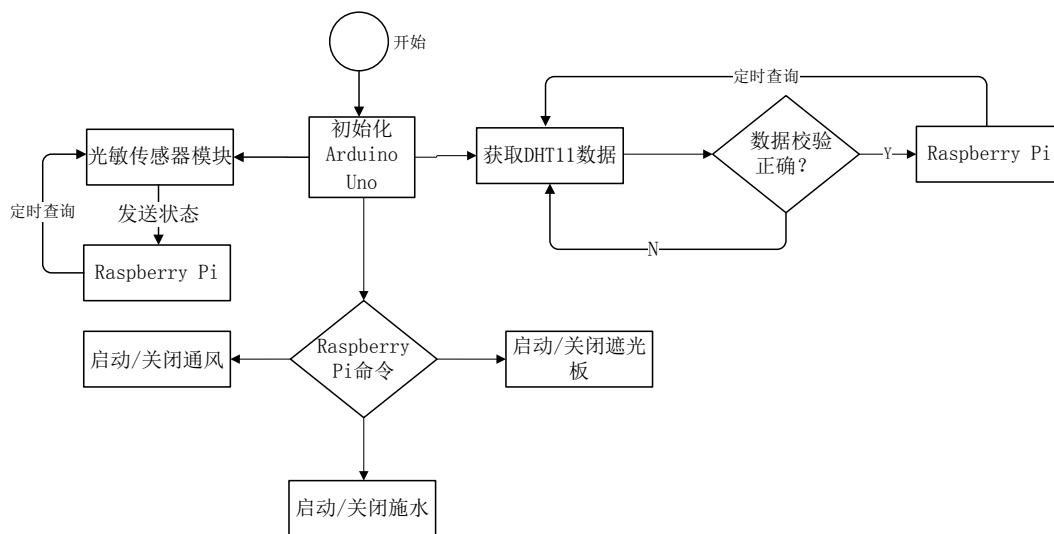


Figure 3. The work flow chart of Arduino Uno  
图 3. Arduino Uno 工作流程图

度，减速比是 1/64。对于电机，是 64 个脉冲为一圈。对于输出轴，是 4096 个脉冲为一圈(64 × 64)。电机转 64 圈，输出轴转 1 圈[7]。

## 4. 系统实现

### 4.1. 数据库的设计

```
sudo apt-get install apache2 mysql-server php5 php5-mysql
```

安装好数据库后创建数据库 dht，然后运行如下命令即可创建温度、湿度表如图 5 所示。

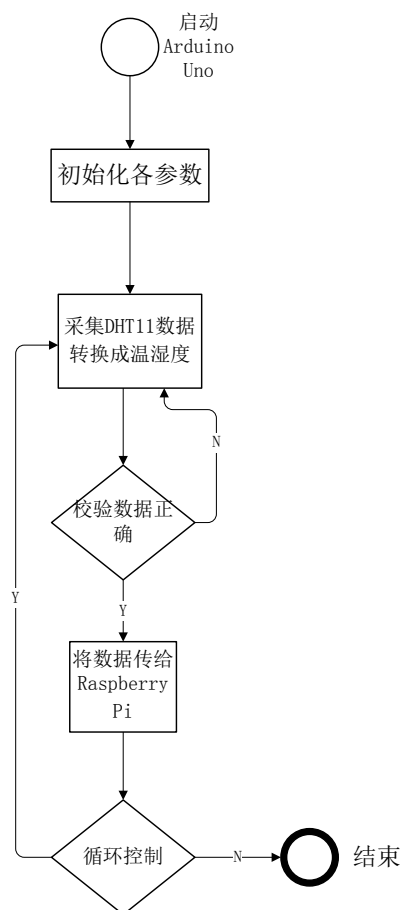


Figure 4. Diagram of Arduino Uno collecting temperature and humidity  
图 4. Arduino Uno 采集温度、湿度流程图

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
id	int(11)	NO	PRI	NULL	auto_increment
tem	int(8)	YES		NULL	
hum	int(8)	YES		NULL	
time	varchar(12)	YES		NULL	

Figure 5. Temperature and humidity chart  
图 5. 温度、湿度图

## 4.2. 获取温湿度数据

在 Raspberry Pi 上调用该脚本一次即可获得调用该函数时的时间、温度、湿度数据，并将据写入到 mysql 数据库中，Raspberry Pi 上读取数据如图 6 所示。

## 4.3. 数据显示

Web 页面是最终呈现给用户的友好界面，无论用户使用手机、平板还是电脑，只要用户可以连接互联网用户就可以使用浏览器查看 Web 管理终端。本文 Web 管理终端使用 LAMP 模式。其中 Linux 为 Debian 7.0，Apache 为 Apache/2.2.22，Mysql 为 5.5.41，PHP 为 PHP5.4.39。Web 页面如图 7 所示。

```
pi@gnu ~/gr $ ./server.py
[ 35.00, , 24.00, ]
[ 35.00, , 24.00, ]
[ 35.00, , 24.00, ]
[ 35.00, , 24.00, ]
[ 35.00, , 24.00, ]
[ 35.00, , 24.00, ]
```

Figure 6. Temperature and humidity data chart  
图 6. 获取温度湿度数据图

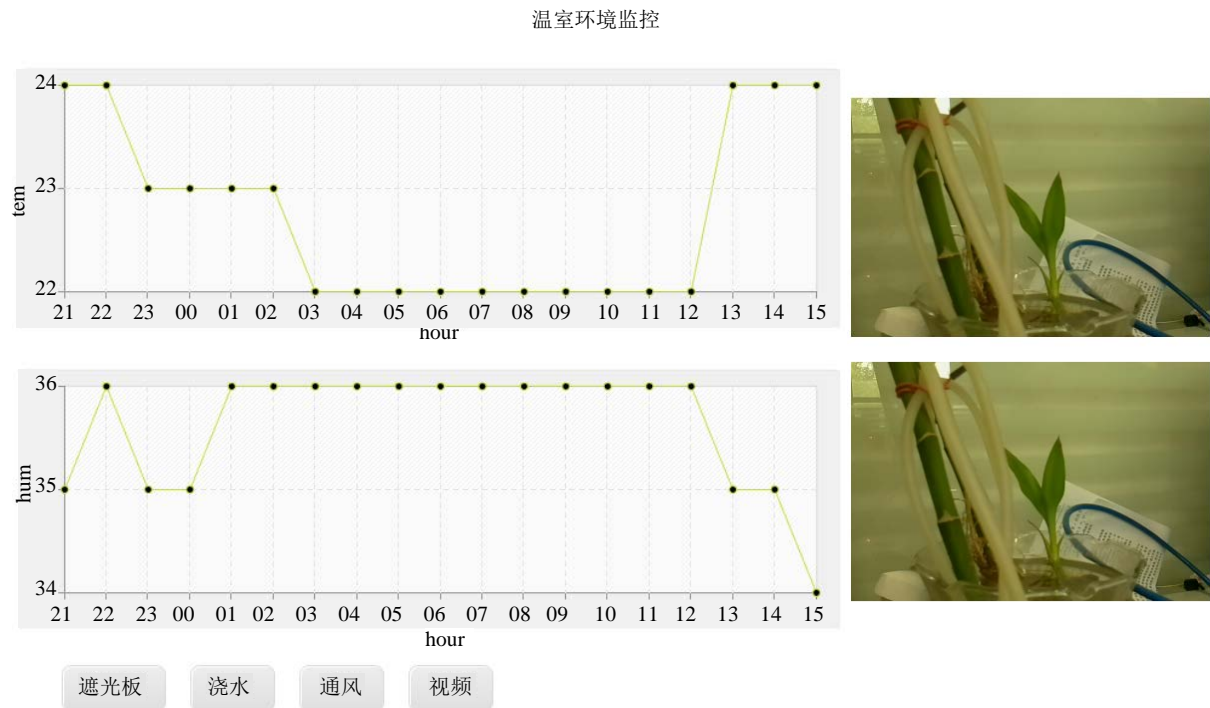


Figure 7. Web terminal chart  
图 7. Web 终端图

## 5. 系统测试

图 8 这个页面是个测试页面，Web 服务器需要查看图片时只需访问地址：

[http://raspberrypi ip:8080/?action=snapshot](http://raspberrypiip:8080/?action=snapshot) 即可获取一张实时的静态图片，若要查看实时视频只需调用 <http://raspberrypi ip:8080/?action=stream> 即可获得实时的视频。

Arduino Uno 编程语言是以 C/C++ 为基础的，用户可以使用 C 语言为 Arduino Uno 编写库文件。官方库文件代码修改后为两个文件 `dht.cpp` 和 `dht.h`，将此两个文件放入 Arduino 库文件目录中，在 Arduino 开发环境中包含 `dht.h` 文件即可使用编写好的类和库函数。再将其封装到函数中，以备调用。Arduino 定期读取 DHT11 数据并将数据写出到串口线上，Raspberry Pi 只要定期读取与 Arduino 连接的串口线上的数据即可定期获得温度和湿度数据[8]。

Arduino 集成开发环境自带串口调试工具，程序编译后烧录到 Arduino 调试模式下即可显示出串口传送的数据，烧录的时候要将 Arduino 的数字线拔下，否则不能烧录成功。如图 9 所示，可以看到已经可以在 Arduino 上正常的获取温度和湿度数据了。通过这里测试获取的数据可以看出，我们的系统正常的大棚的温度、湿度等传感器信息了。

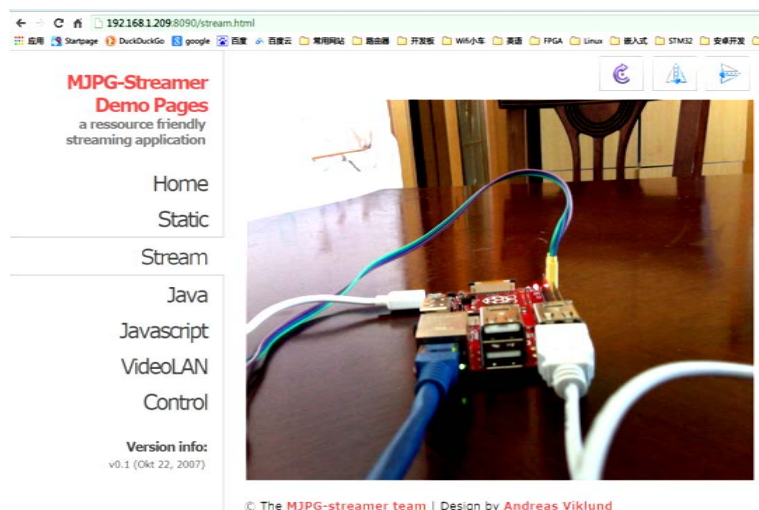


Figure 8. Mjpg-streamer test page image  
图 8. Mjpg-streamer 测试页面图

Type	Status	Humidity(%)	Temperature(C)
DHT11	OK	35.0	24.0
DHT11	OK	35.0	24.0
DHT11	OK	35.0	24.0
DHT11	OK	35.0	24.0
DHT11	OK	35.0	24.0
DHT11	OK	35.0	24.0
DHT11	OK	35.0	24.0
DHT11	OK	35.0	24.0
DHT11	OK	35.0	24.0
DHT11	OK	35.0	24.0
DHT11	OK	35.0	24.0
DHT11	OK	35.0	24.0

Figure 9. Temperature and humidity chart  
图 9. 温度、湿度获取图

## 6. 结束语

本文结合嵌入式设备和常见传感器及反馈设备设计了一种基于嵌入式设备和 Web 技术的模拟大棚实时监测与管理系统。系统使用目前国外比较流行的嵌入式设备 Raspberry Pi 和 Arduino Uno, Raspberry Pi 是性能较强的嵌入式设备, 具有较强的计算能力和扩展能力, 她支持 Linux 系统, 可以作为微型嵌入式计算机使用, Raspberry Pi 作为大棚中央控制服务器, 负责与互联网的通信、采样存储 Arduino 上报的状态数据、Arduino Uno 价格比 Raspberry Pi 低得多, 但是拥有较多的接口, 可以把处理计算交给 Raspberry Pi 而把传感器数据获取及外部设备的控制交给 Arduino Uno [9]。

本系统实现了大棚控制系统的设计, 本系统使用了温湿度等传感器, Raspberry Pi 等智能控制设备, 系统能够自动采集大棚环境参数, 如温度、湿度等数据, 系统可以稳定有效的工作, 实时性高, 系统成本较低, 在实际应用中有广阔前景。

## 基金项目

国家数字化学习工程技术研究中心，项目编号 CCNU11C01003。

## 参考文献 (References)

- [1] 林郎碟, 王灿辉 (2011) Apriori 算法在图书推荐服务中的应用与研究. *计算机技术与发展*, **5**, 22-25.
- [2] 张红艳, 都娟 (2011) 关联规则中 Apriori 算法的应用. *数字技术与应用*, **5**, 14-15.
- [3] 方兴东, 张笑容, 张静 (2013) 微信传播机制与治理问题研究. *新媒体研究*, **6**, 122-127.
- [4] 刘军, 段天山, 刘平仁 (2009) 一种改进的 Apriori 挖掘算法的研究与应用. *武汉理工大学学报*, **19**, 144-147.
- [5] 刘华婷, 郭仁祥, 姜浩 (2009) 关联规则挖掘 Apriori 算法的研究与改进. *计算机应用与软件*, **1**, 146-149.
- [6] 殷剑锋, 徐建城, 李伟强 (2010) 改进 Apriori 挖掘算法的网格实现. *计算机仿真*, **2**, 145-149.
- [7] 闫彬 (2009) 远程协同教育平台的研究和实现. 西安电子科技大学, 西安.
- [8] 徐锡明 (2013) 基于 PCB 制造业的多厂模式生产管理系统设计与实现. 电子科技大学, 成都.
- [9] 王大中 (2011) 一种通用网络安全管理系统的设计与实现. 西安电子科技大学, 西安.