

# 基于物联网的农场信息接收与发布平台设计与实现

朱望纯, 曹健, 宋辉

(桂林电子科技大学 电子工程与自动化学院, 广西 桂林 541004)

**摘要:** 为了远程实时监测农场无线传感器网络的环境数据, 使用 B/S、C/S 混合架构设计了农场信息接收与发布平台; 系统由 C/S 服务器、数据库、B/S 服务器、客户端浏览器组成; 介绍了 Socket 数据通信、用户控制模块、节点分布显示模块的实现; 重点阐述了平台数据异常检测、数据实时发布等关键技术; 功能验证表明: 平台通过友好的人机交互界面准确呈现农场实时环境数据, 并具备管理员远程控制能力; 信息发布与接收平台满足远程实时监控的要求, 具有一定使用价值。

**关键词:** Socket; 远程控制; 混合架构; Ajax

## Design and Realization of Farmland Data Transceiver Platform Based on M2M

Zhu Wangchun, Cao Jian, Song Hui

(School of Electronic Engineering and Automation, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)

**Abstract:** In order to real-time remote monitor the environmental data of the wireless sensor network, a platform for receiving and publishing the farmland information is designed on the basis of the mixed architecture of both B/S and C/S. The system is composed of C/S server, data base, B/S server and client browser. Besides of displaying the realization of Socket data communication, user control module and node distribution display module, the thesis also emphasizes the key techniques of detecting the data exception in the platform as well as real-time publishing the data. By verifying the functions, a conclusion can be drawn that the platform not only can accurately display the real-time environmental data of the farmland through friendly user interface, but also allows the administrator to control remotely. In short, the information publish-and-recv platform meets the demand of real-time remote control and is of certain use value.

**Keywords:** Socket; remote control; mixed architecture; Ajax

### 0 引言

随着物联网时代的到来, 物联网的身影已经出现在环境监测、工业监测、智控交通等各个领域。而中国作为农业大国, 农业信息化还处于起步期, 将物联网运用到农业生产中也将成为热点。随着国内外对物联网农业的发展, 智能检测环境变量和远程控制成为农业温室大棚中重点发展的方向。

传统农业信息平台主要采用 C/S (Client/Server) 模式, C/S 模式优势在于处理信息能力突出, 适用于大量数据连续通信, 但是 C/S 模式存在模块扩展不便、分布性弱、维护成本高等弊端<sup>[1]</sup>。在当前广域网相当普及的环境下, 客户需要更方便、更灵活的方式来实现对远程传感器网络的远程检测。B/S (Browser/Server) 模式只需要客户端有浏览器就可以完成远程检测<sup>[2]</sup>, 同时, B/S 模式共享性和扩展能力强, 但是其对大量数据的处理能力不及 C/S 模式, 而传感器网络需要进行数据实时传输<sup>[3]</sup>。针对这一问题, 使用 B/S、C/S 混合架构设计了农场信息接收与发布平台。

### 1 系统整体结构设计

整个系统有数据采集和数据发布两大部分组成: 传感器网络和信息接收与发布平台, 系统的整体框架如图 1 所示。

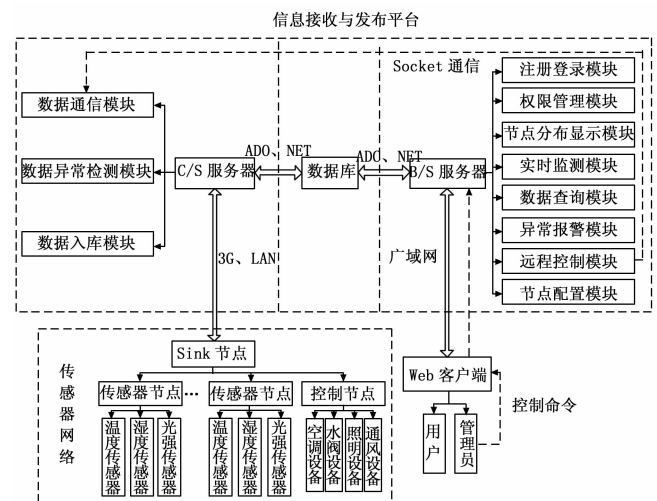


图 1 系统整体框架图

传感器网络包括两个部分, 首先, 农场区域内分布大量传感器节点和控制节点, 各节点组成能够自组网、多跳的网络系统, 采集环境数据。其次, 数据汇聚到 Sink 节点进行原始数

收稿日期: 2015-01-27; 修回日期: 2015-03-20。

基金项目: 广西自动检测技术与仪器重点实验室基金项目 (YQ14106); 广西壮族自治区教育厅科学技术研究项目 (2013ZD024)。

作者简介: 朱望纯 (1976-), 男, 湖南邵阳人, 副教授, 硕士研究生导师, 主要从事无线传感器网络方向的研究。

据处理,并通过 3G 或 LAN 的方式发送至远程的信息发布平台。

信息接收与发布平台由 C/S 服务器、数据库、B/S 服务器 3 个部分组成。其中 C/S 服务器主要功能是:数据通信模块主要是与传感器网络中 Sink 节点进行数据通信,持续接收环境数据,转发控制命令;对接收到的环境数据用分布图法和欧式距离相似性进行数据异常检测,将数据按是否通过检测进行分类;将分类后的农场环境数据通过 ADO.NET 存入 SQL Server2010 数据库。数据库在功能上是存储数据的容器,在整个信息发布平台中更是担当“桥梁”的角色,B/S 服务器、C/S 服务器实现上是独立的两部分,两者之间不具备耦合性,两部分共用同一个数据库,通过数据将 B/S、C/S 联系起来。B/S 服务器有 8 个功能模块,功能介绍如下。

注册登录模块:根据客户端输入的用户名、密码验证是否能够登录。具备防重复登陆功能。

权限管理模块:权限管理将用户分为普通用户和管理员,只有管理员才具备控制权限,普通用户只能监控实时数据和查询历史数据。通过不同权限的划分,使得整个平台更好管理。

节点分布显示模块:为客户端提供了直观的节点分布图,清晰的将节点在传感器网络中的位置、周边节点、状态呈现给用户。

实时监测模块:定时查询数据库中实时数据表,通过 Ajax 技术将数据传输至客户端,实时数据通过数据曲线、数据列表的形式呈现。

数据查询模块:为客户端提供数据历史数据查询的功能,方便用户进行数据对比。

异常报警模块:客户端自行设置环境正常区间,根据从数据库中读取实时数据表,若数据超过正常区间,或者该条数据标识为未通过数据监测,就触发报警模块,发出提示音和直观的视觉变化。

远程控制模块:管理员通过远程控制模块,进行设备的远程控制,使温室维持在正常的环境区间。

节点配置模块:管理员对新入网的节点进行初始化配置,通过网络节点在网络中的节点名称、坐标将节点数据存入数据库,并进行数据初始化。

信息接收与发布平台的功能指标:接收传感器网络环境因子数据,进行数据分析,提高数据的可信度;发布远程农场的实时环境数据;具备数据图表、数据列表的数据呈现方式;提供查询、报警、控制功能。

## 2 系统主要模块的实现

### 2.1 socket 服务器模块

信息接收与发布平台的基础是数据,确保从无线传感器网

络中获取到数据,才能保障平台的后续工作,选择一种可靠、成熟、稳定的通信方式是前提。

本平台与传感器网络通信方式采用 TCP 通信,使用 socket 编程方式。C/S 服务器为 socket 服务器端 (ServerSocket),传感器网络中的 Sink 节点为 socket 客户端 (ClientSocket)。TCP 通信流程为:SeverSocket 建立套接字,绑定 19999 端口,并侦听该端口,循环等待客户端的连接请求。当 ClientSocket 向 SeverSocket 发出连接请求之后,通信双方进行“三次握手”,握手成功之后才能进行通信。通信双方根据约定的通信协议,进行数据传输。具体数据的通信协议如表 1。

根据节点的不同类型,将节点分为数据节点 (0x44)、控制节点 (0x43)。数据节点上有温度、湿度、光强传感器,负责采集环境数据,控制节点负责设备的控制。通信协议根据携带数据内容的不同,分为数据帧 (0x55)、应答帧 (0x4B)、经纬帧 (0x4D)、控制帧 (0x56)、重发帧 (0x41)。其中数据帧、应答帧、经纬帧都是携带传感器网络向信息发布与接收平台发送的数据;控制帧和重发帧都是信息发布平台向传感器网络发送的控制命令。

表 1 中①到⑦分别代表如表 2:

通信协议中帧头、帧尾、数据长度、校验和都是作为数据安全检测的机制,来提高报文的可信度。通过约定的帧头、帧尾来识别报文的起始与结束;不同的帧类型有不同的数据内容,故报文长度根据不同类型的报文形式有不同的值;校验和采用 BBC 逐位异或校验方法,根据通信双方计算的校验和时候相同,来判断报文是否被修改。

### 2.2 节点分布模块

在新节点加入平台时,通过参数配置模块对其进行初始化配置,根据该节点在传感器网络中的位置,设定坐标,节点信息存入数据库。在客户端发布数据时,B/S 服务器根据客户选定的农场编号,读取该农场中节点信息,包括节点名称、节点类型、节点坐标,并根据读取到的坐标给节点在 Table 中定位,直观的呈现出节点的具体分布情况。数据节点采集的数据在客户端设定的正常范围内,节点显示为绿色,一旦数据超过了设定的范围,节点就由绿色变成红色并闪烁,提醒用户进行后续操作。通过节点分布显示模块,用户能够清晰的看到传感器网络中的节点分布、节点状态,用户能够同时掌握整个农场的节点状态,及时的处理报警信息。

### 2.3 控制模块

当呈现到页面上的传感器节点环境变量的数据不在设定范围内,页面就会报警。此时就需要管理员对农场传感器网络中的设备进行远程的控制。远程控制流程如下:

1) 管理员在 Web 客户端选择设备控制编号、控制内容,提交给 B/S 服务器。

表 1 通信协议

名称	帧头	编号	节点类型	帧类型	命令	数据长度	数据	校验和	帧尾
长度	1 字节	4 字节	1 字节	1 字节	1 字节	1 字节	N 字节	1 字节	1 字节
内容	0x53	节点编号	数据	数据帧	0x00	数据长度	②	逐位异或 (BCC 校验)	0x57
			节点	应答帧			③		
			节点	经纬帧			④		
			...	...	...				
			控制节点	控制帧	①		⑤		
				重发帧					

表 2 协议内容

编号	名称	内容	长度	标识符	解释
①	设备控制位	空调、水阀、通风、照明开关	1 字节	0x61— 0x6A	控制命令的设备控制方式
②	数据帧数据位	温度	4 字节	0x54	传感器采集到的温度、湿度、电量、光强数据
		湿度	4 字节	0x48	
		电量	3 字节	0x42	
		光强	2 字节	0x4c	
③	应答帧数据位	控制编号	7 字节	0x4E	根据控制编号回执设备状态
		设备状态	1 字节	0x59	
④	经纬帧数据为	经度	5 字节	0x45	经纬度信息
		纬度	5 字节	0x4A	
⑤	控制帧、重发帧数据位	控制编号	7 字节	0x4E	唯一控制编号

2) B/S 服务器控制模块对控制信息进行处理: 首先, 判断客户端的权限, 若非管理员操作, 提示权限不够, 操作不能进行。其次, 对控制请求进行编码。按约定协议与 C/S 服务器进行 Socket 通信, 连接 C/S 服务器端口 12345, 将控制命令转发给 C/S 服务器。最后, 将控制命令存入数据库的控制记录表, 制记录表包括控制节点、操作方式、控制编号、控制时间、应答起始时间、设备状态 6 列。其中控制编号唯一, 设置为主键, 控制时间和应答起始时间都存为控制当前时间。

3) C/S 服务器接收 B/S 服务器发送的控制命令, 并通过端口 19999 与 Sink 节点进行 Socket 通信, 将控制命令转发给 Sink 节点。

4) 开始计时, 等待 Sink 节点发送应答帧。若时间阈值范围内收到应答帧, 进行 5)。若阈值范围内未收到应答帧, 跳转至 6)。

5) C/S 服务器接收并处理应答帧, 根据控制编号, 修改数据库控制记录表中应答起始时间、设备状态。

6) 判断是否发送了重发帧, 若未发送重发帧, 发送重发帧给 Sink 节点, 跳转至 4)。若已发重发帧, 则可判断为控制的设备出现故障。根据控制编号, 修改数据库中控制记录表的设备状态。

7) 客户端一定时间间隔后自动请求控制记录表中数据, 将控制节点设备状态呈现到客户端。

数据库列表如图 2。

控制编号	节点编号	控制类型	控制时间	应答起始时间	控制状态
1	1000003	A2c2	2014-11-26 15:14:46.000	2014-11-26 15:14:46.000	操作信息发送
2	1000005	A2c1	2014-11-26 15:16:09.000	2014-11-26 15:16:09.000	操作信息发送
3	1000006	A2c1	2014-11-26 15:16:32.000	2014-11-26 15:17:11.000	设备启动正常

图 2 控制记录表

第三行的操作是开空调, 并且得到了应答帧, 表明空调正常开启。而前两列发送超时, 没有收到应答帧, 系统将会发送重发帧, 若在重发帧阈值时延内, 还未收到应答帧, 则可判断为控制设备出现故障。界面中显示内容: 设备关闭状态显示黑灯, 设备开启显示黄灯, 设备故障就亮红灯。

### 3 关键技术

#### 3.1 数据异常检测

在传感器网络中, 存在大量的传感器, 不能确保传感器时刻都正常工作, 检测传感器网络中传感器数据异常也是当前传感器网络的热点。

传感器异常可以分为硬异常和软异常<sup>[4]</sup>。硬异常即传感器由于硬件设备的老化或者松动, 导致不能正常采集数据。软异常即表面上看是有数据的采集过程, 但实际上采集的数据却与实际环境不符。在农业生产中, 软异常导致的危害要远远大于硬异常。例如: 在温室大棚中, 农作物一般维持在一个相对稳定的环境下, 如果由于软异常的出现, 传感器采集到不具有参考价值的数据, 致使用户产生错误的判断。在本平台中, 通过对数据库中数据的分析, 加入了软异常的检测, 提高的可信度。

数据分析分为两个部分, 自身纵向对比和邻近点横向对比。纵向对比使用分布图法, 横向对比使用欧式距离相似性。

分布图法主要的参数有: 中位数  $F_m$ , 上四分位数  $X_i$ , 下四分位数  $X_d$ , 四分位数离散度。读取数据库中该节点前  $n$  组环境数据, 按数值的从小到大大排列, 分别为  $F_0, F_1, \dots, F_n$ 。则中位数  $F_m$  为:

$$\begin{cases} F_m = F_{(n+1)/2}, n \text{ 为奇数} \\ F_m = (F_{(n+1)/2} + F_{n/2}), n \text{ 为偶数} \end{cases} \quad (1)$$

上四分位数  $X_i$  是区间  $[F_0, F_m]$  的中位数, 下四分位数  $X_d$  是区间  $[F_m, F_n]$  的中位数, 则离散度  $D_F = X_i - X_d$ , 则传感器数据软异常数据为:

$$Xp = \{X_{n=1,2,3,\dots,n} \mid |X_n - F_m| > \beta * D_F\} \quad (2)$$

$X_n$  为新收到的数据, 系统中  $\beta = 2$ , 从而可以通过纵向对比检测出异常数据。

欧式距离相似性, 即通过对数据相似度的分析, 判断出最具备参考价值的邻近节点。参照物的选取是横向对比的关键。

待检测节点  $A$ , 邻近节点  $B$ 。节点  $A$  的前  $N$  组环境数据分别为  $A_0, A_1, \dots, A_n$ , 节点  $B$  的前  $N$  组数据分别为  $B_1, B_2, \dots, B_n, d(A, B)$  为  $A, B$  之间的数据距离。

$$d(A, B) = \sqrt{\left(\sum_{i=0}^n (A_i - B_i)^2\right)} \quad (3)$$

$A, B$  之间的数据相似度  $Sim(A, B)$  为:

$$Sim(A, B) = \frac{1}{1 + d(A, B)} \quad (4)$$

通过设定  $Sim(A, B)$  的大小, 筛选出能当节点  $A$  参照物的节点, 并从中选出最具备参考价值的节点。

把接收到的数据进行异常数据检测, 把数据按有异常和无异常进行分类, 给定标识位, 存入数据库, 数据发布也能够直观的看到数据是否通过异常检测。通过对数据进行异常数据检测, 提高了数据的可信度。

### 3.2 数据实时发布

实时数据的呈现，是通过读取数据库中传感器节点采集到的各节点的最新数据，用数据曲线和数据列表的形式来呈现到客户端。传统的页面刷新方式，是将整个页面都进行刷新，但是发布平台要求刷新间隔短，通过传统的方式，进行数据的实时发布，会给客户端浏览器产生巨大的压力。而且，页面会长期保持在“白屏”的状态，在用户体验不佳。但是，通过 Ajax 技术，可以很好的解决这一问题。

Ajax 技术全称 Asynchronous JavaScript and XML (异步 JavaScript 和 XML)<sup>[5-6]</sup>。工作模式可以理解为，在服务器和客户端之间增加了一个过滤层，页面中重复的部分都不能通过 Ajax 的筛选，只有需要重新从服务器读取的数据，才会产生一个异步请求，通过服务器从数据库中读取所需数据，再通过 XML 或者 JSON 传输到客户端，供页面呈现。用户无需页面全部刷新，只需刷新部分数据，不会出现等待的现象。传统 Web 工作方式和 Ajax 工作方式的区别如图 3 所示。

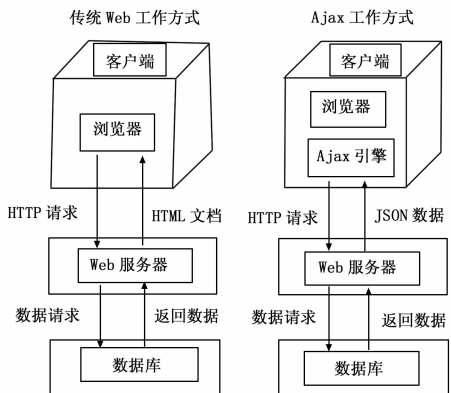


图 3 Ajax 技术与传统 Web 工作方式的对比

传统工作流程是客户端向服务器发送 Http 请求，服务器处理请求，从数据库中读取相应的数据，服务器反馈整个 HTML 页面给客户端。而通过 Ajax 技术，Web 服务器反馈给客户端的是用 Json 技术编码的数组，Json 能够在客户端和服务器之间进行大量的数据通信，客户端在收到 Json 数组之后，再通过 JQuery 库中的 parseJSON 函数，对 Json 进行解码，并通过 JavaScript 来将数据显示到页面中的指定位置。

在信息发布平台中，使用 Ajax 技术进行数据监测，客户端通过 Ajax 技术向服务器请求选定农场各节点的温度、湿度、电量、光强的数值，服务器读取到数据之后，以 Json 的形式将数据传递到客户端，客户端使用 JavaScript 控制 DOM，实现图表和列表的数据更新。整个过程页面不会全部刷新，用户只会看到数据的变化，大大的减轻了客户端的压力，提高了整个系统的效率。

### 4 系统的实现与测试

平台 C/S 服务器和 Web 服务器都使用 Microsoft Visual Studio 2010 开发平台，使用 C# 语言进行代码编写；客户端 Web 页面的代码编写部分使用 HTML+CSS+JavaScript 的经典开发模式，运用了 JQuery 库；数据的实时曲线调用了 Highcharts 控件；前后台数据传输使用了轻量级脚本语言 Json。数据库使用 SQL Server 2010。

实验中过程中，A1 场地共放置 5 个传感器节点和 3 个控制节点。选定节点 a5，观测其实时数据，数据列表显示其当前温度为 18 摄氏度、湿度为 36、电量 3.6 伏、光强为 90。

数据曲线反映出环境数据没有明显的变化，环境因子稳定。信息发布平台客户端最终主界面如图 4。



图 4 Web 信息发布主界面

图 5 区域①为动态节点分布图，直观的呈现出节点在传感器网络中的分布图，绿色为数据节点、蓝色为控制节点。在节点的数据超出用户设置的范围时，节点由绿色变为红色。区域③为实时数据显示列表，显示用户选定节点的实时数据。包括温度、湿度、电量、光强。区域④为参数设置栏，供用户设置正常区间，根据不同的作物，方便、灵活的设置范围。数据曲线栏在区域⑥。根据用户选定的节点，实时呈现节点的数据曲线，供用户直观的观察数据的变化。区域⑦为设备状态栏，根据管理员的操作，显示设备的开启状态。关闭为黑灯，正常开启亮黄灯，设备异常亮红灯。区域⑧为控制列表，为用户提供控制节点选项、操作方式选项。

### 5 总结

本文设计了一种基于 B/S、C/S 架构的远程信息接收与发布平台，实现了接收和发布远程农场传感器网络的环境数据信息，该平台的主要优势体现在以下几个方面：

- 1) 使用 B/S、C/S 混合架构，通过数据库把两个服务器完全隔离，两个服务器不具备耦合性，只通过数据把两个系统联系起来，平台有很好的可移植性和扩展性。
- 2) 对数据进行分布图和欧式距离相似性的计算，对传感器采集到的数据进行检测，为客户端提供可靠数据。
- 3) 通过 Ajax 技术，实现客户端农场环境的实时刷新。相对于传统技术，Ajax 技术能够定时自动刷新页面数据，提高了客户端的效率和用户体验。

通过混合架构体系，系统较 C/S 架构具备良好的开放性、便于移植、易扩展性等优点，且较 B/S 架构具有更好的处理数据能力。随着传感器网络和 Web 技术的发展，混合架构在农业中的应用会更加的广泛。

#### 参考文献：

[1] 熊迎军. 混合架构智能温室信息管理系统的设计 [J]. 农业工程学报, 2012 (5): 181-185.

[2] 陈 煜. 远程分布式医药品温度实时监测报警系统的框架设计与实现 [J]. 计算机测量与控制, 2013, 21 (9): 2382-2384.

[3] 李 超. 基于 3G 无线网络混合结构的远程控制研究 [J]. 计算机测量与控制, 2013, 21 (11): 2960-2962.

[4] 张丽霞, 周宏伟, 邓让钰. 无线传感器网络故障诊断技术综述 [A]. 第十六届计算机工程与工艺年会第二届微处理器技术论坛论文集 [C].

[5] 仰燕兰, 金晓雪, 叶 桦. ASP.NET AJAX 框架研究及其在 Web 开发中的应用 [J]. 计算机应用, 2011 (6): 195-198.

[6] 龙腾飞. Ajax 技术与 WebGIS [J]. 计算机技术与发展, 2008 (4): 165-167.