

蜂巢温湿度数据采集与分析处理系统*

王锐刚¹,和绍禹²,黄峻³,王晋¹,吴兴纯¹

(1. 云南农业大学基础与信息学院,云南昆明 650201; 2. 云南农业大学东方蜜蜂研究所,云南昆明 650201;
3. 云南省产品质量监督检验中心,云南昆明 650223)

摘要: 系统将数据采集与数据分析处理相结合,通过串行接口,实现对单片机发送的温度和湿度数据的采集,对接收的数据进行检测与分析,将采集到的数据按不同传感器号区别开来,实现在远端的PC机上存储、查询、制图、打印和显示等功能。

关键词: 数据采集; MSComm 控件; 通信协议; 串行通信; 单片机

中图分类号: TP 302.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-390X(2007)05-0699-07

Temperature and Humidity Data Acquisition and Analysis System of Nest

WANG Rui-gang¹, HE Shao-yu², HUANG Jun³, WANG Jin¹, WU Xing-chun¹

(1. Faculty of Electron Information Engineering, Yunnan Agriculture University, Kunming 650201, China;
2. Eastern Bee Research Institute, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China;
3. Yunnan Product Quality Supervision & Testing Center, Kunming 650223, China)

Abstract: This system unifies the data acquisition and data analysis processing, and realizes the temperature and humidity data gathering through the serial interface. The gathered data will be analyzed and distinguished according to the different sensor number. And the system can carries on the functions of save, inquiry, charting, printing and demonstration on the far-end PC machines.

Key words: data acquisition; MSComm controls; communication protocol; serial Communication; single-chip processor

为了获取蜂箱内温度和湿度的完整、准确的数据,以便及时了解和分析蜂箱内温度及湿度的变化规则。本文所研究的基于自动化的数据采集控制系统,它使得瞬变、多点信号的实时记录、分析变得容易了。

数据采集与处理系统,从严格的意义上来说,是用计算机控制的数据自动检测,并且能够对数据实行存储、处理、分析计算以及从检测的数据中提取可用的信息,供显示、记录、打印或描绘的系统。

1 软件系统

1.1 设计环境

本系统在 Winodws 下采用 VB6 结合 SQLSERVER 数据库开发,具有良好的人机交互功能。

1.2 功能模块

数据通信是要实现串口异常检测及串口初始化;数据发送是与单片机发送信号进行通信握手,使整个数据传输过程同步;数据接收是对从单片机传送到输入缓冲区的数据进行读取;数据转换与计算就是对采集到的原始数据进行转换、补偿及利用

收稿日期: 2007-01-09 修回日期: 2007-01-15

* 基金项目: 云南省自然科学基金资助项目。

作者简介: 王锐刚(1967-),男,云南人,工程师,主要从事自动化控制及单片机控制仪表研究。

公式计算所需量;数据检测是对数据进行检验,判断接收到的数据的正确性和完整性,并进行处理;数据存储、分析是要把采集到的数据存储起来,建立相应的数据库,并进行查询、统计。近端与远端通信过程中,采用串行 RS - 232C, RS485 标准,实现 PC 机与单片机间的数据传输^[1]。

1.3 串行通信机制

在 Windows 环境下,系统资源是共享的,以保证不同的应用的程序共享资源。Windows 系统函数包含了支持通信中断的功能^[3]。实际过程是每接收一

个字符就产生一个低级硬件中断,Windows 系统中的串行驱动程序就取得了控制权,并将接收到的字符放入输入数据缓冲区,然后将控制权返还正在运行的应用程序。如果输入缓冲区已满,串行驱动程序用当前定义的流控制机制通知发送方停止发送数据。队列中数据按“先进先出”的顺序处理。

1.3.1 实现串行通信的两种常用方法

方法 1:通过串行通信控件实现,如微软提供的 MSComm 或 SPCComm 等通信控件。使用控件的属性进行串行口配置,使用控件的事件驱动进行串口响应,使用控件的方法完成串行口接收和发送数据。

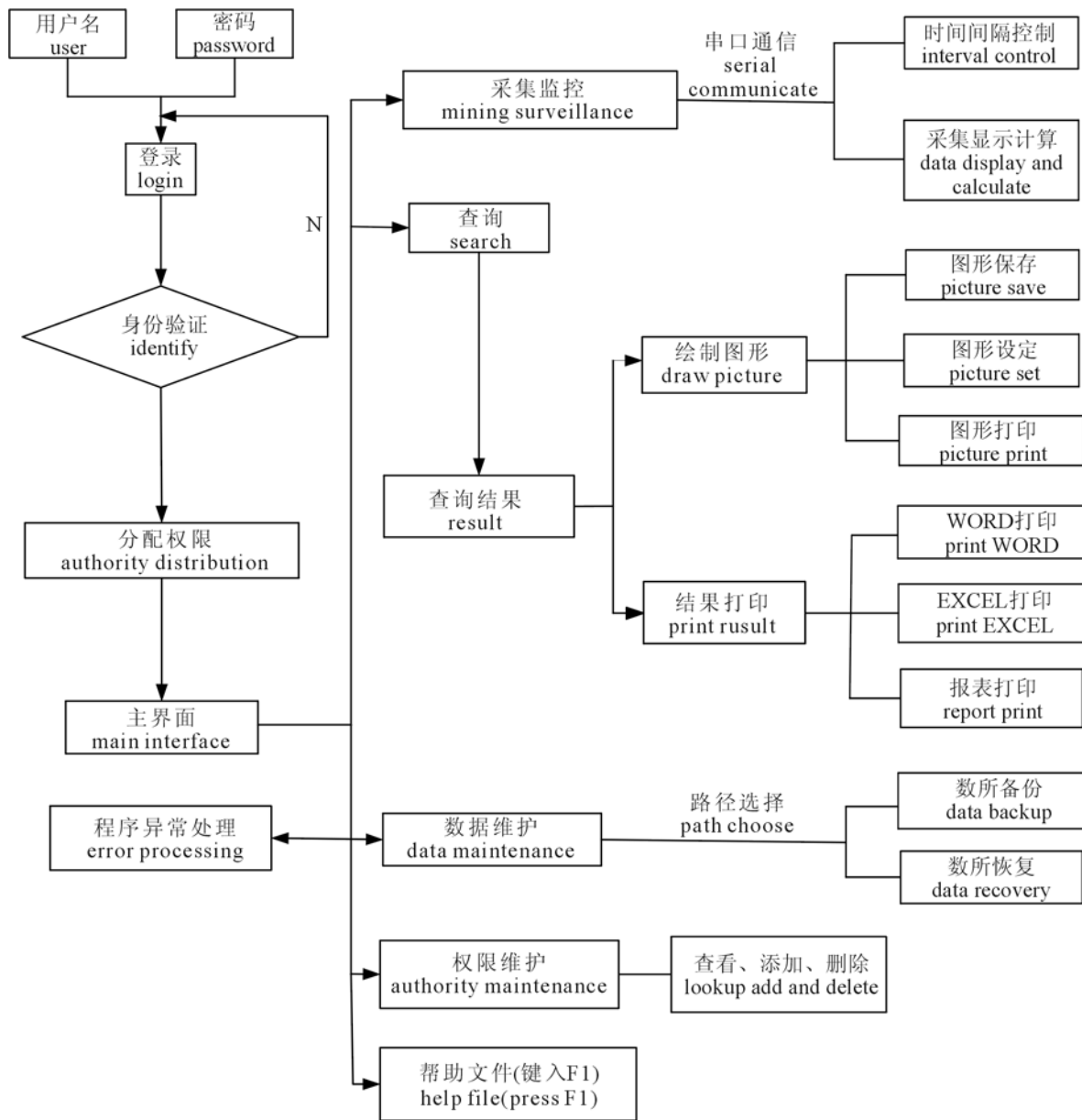


图 1 系统图
Fig.1 System diagram

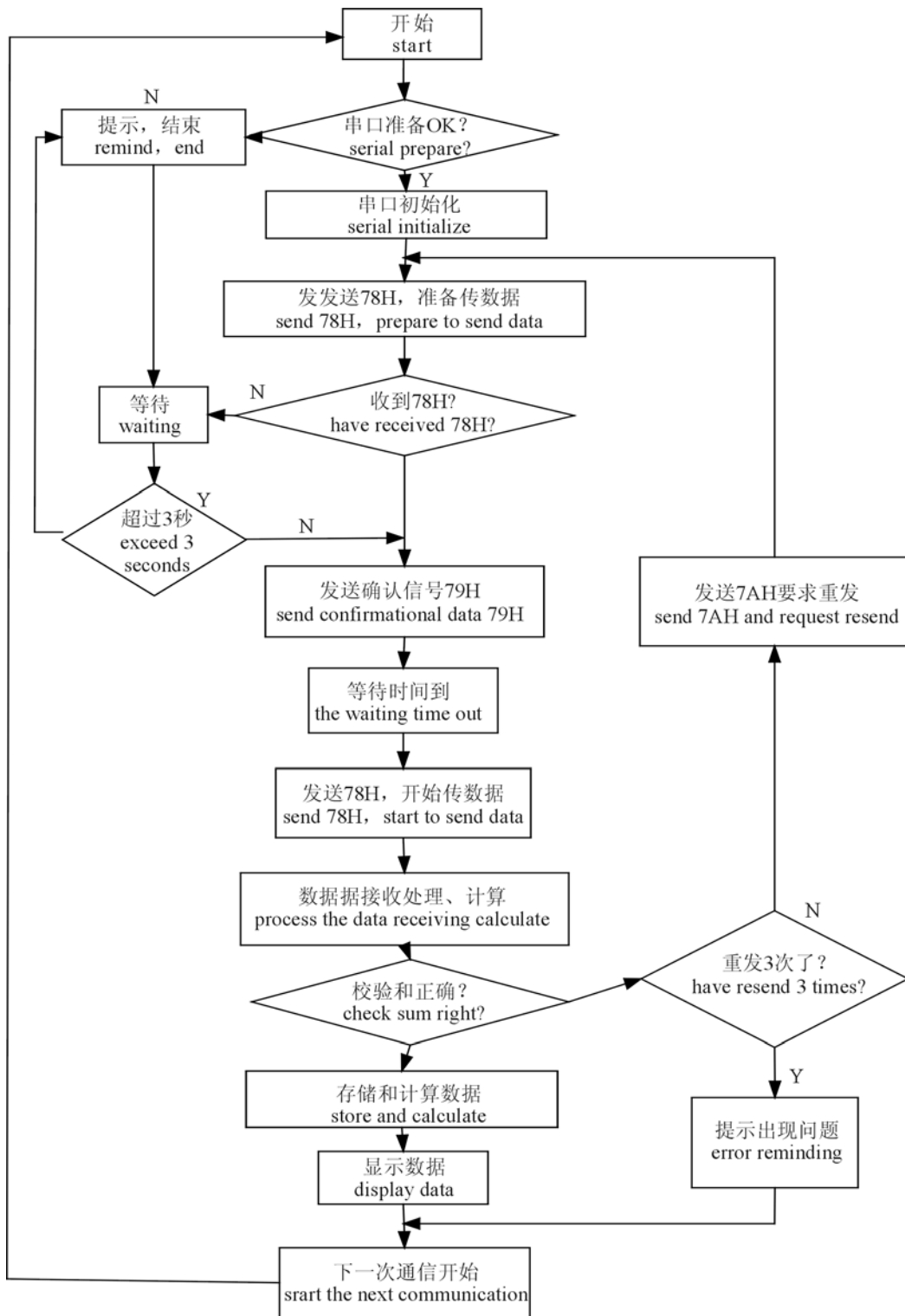


图 2 数据采集概要流程图
Fig. 2 Data acquisition outline flow chart

方法 2:以文件方式打开串口,通过 Windows 应用编程 API 提供的一整套串行通信函数来实现。

Windows 系统中,串行口和串行通信驱动程序是通过一个数据结构进行配置的,这个数据结构被

称为设备控制块(device control block),简称 DCB。

由于系统每次通信所传递的数据的长度、数据的结构是基本固定的,且数据长度较短,采用 MSComm 通信控件来实现单片机与计算机之间的

通信。

事件驱动是当串口接收到或发送完指定数据量的数据时,或当状态发生改变时,MSComm 控件都将触发 OnComm 事件,该事件也可以捕获通信中的错误。

初始化关键代码:

```
MSComm1.CommPort = 1
MSComm1.InBufferCount = 0
MSComm1.Settings = "4800,N,8,1"
MSComm1.InputLen = 1
MSComm1.InBufferSize = 80
MSComm1.SThreshold = 0
MSComm1.OutBufferSize = 80
MSComm1.RThreshold = 1
MSComm1.InputMode = comInputModeBinary
```

```
MSComm1.PortOpen = True
```

1.3.2 通信协议

准备发送数据信号 = 78 H, 确认信号 = 79 H, 开始发送数据信号 = 7 BH, 重发数据信号 = 7 AH。每收到 1 个字节触发一次事件处理过程。系统发送了准备发送数据信号 78 H 后,等待收到从单片机发送来的 78 H 确认信号,然后计算机发送 79 H 确认信号,完成第一次握手过程。然后发送开始发送数据信号 7 BH,并把 MSComm 的 Rthreshold 设为 53,即每收到 53 个字节触发一次事件处理。

1.4 数据转换和计算

1.4.1 53 个字节数据的结构和含义

传送的是 13 个传感器的数据,其中每个传感器的温度占 2 个字节,湿度占 2 个字节。总校验和的位置在第 53 个字节,大小为 1 个字节。

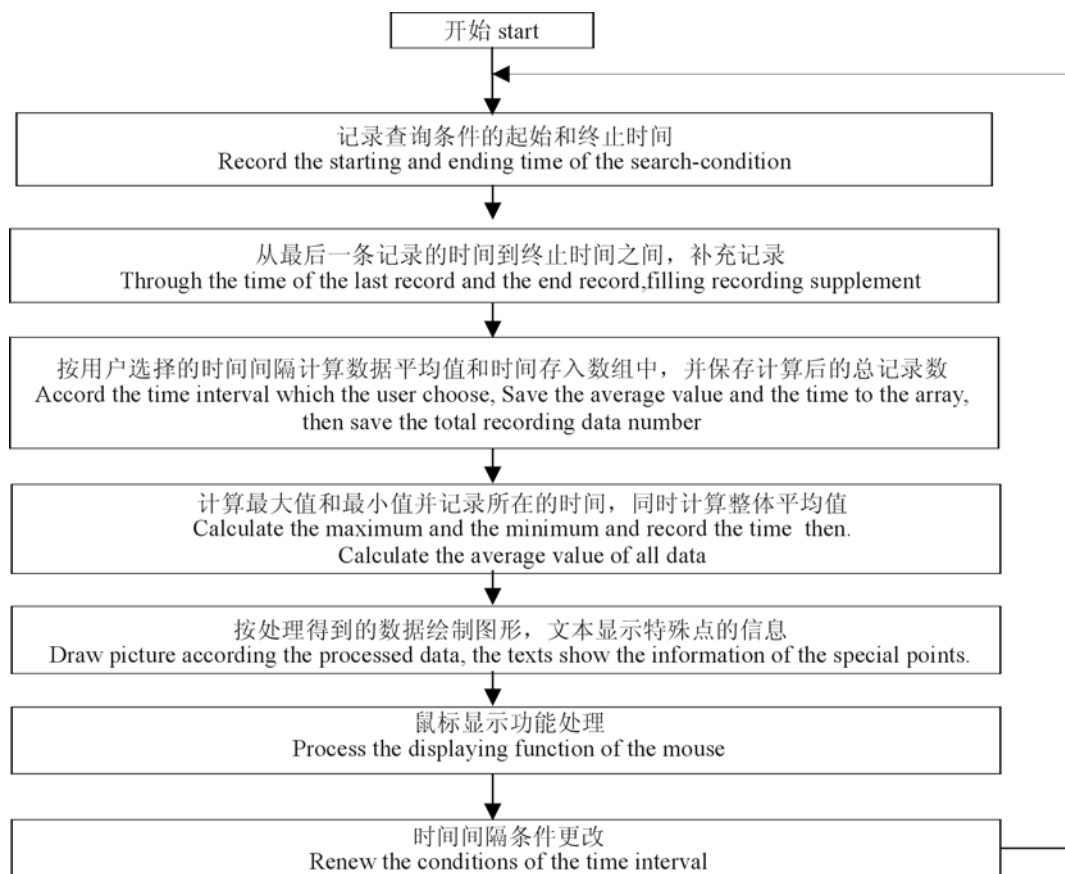


图 3 数据分析流程图

Fig. 3 Data analysis outline flow chart

1.4.2 温度转换

公式: $Temperature = d1 + d2 * sot \dots (1)$

其中 $sot = ab(j) * 16 * 16 + ab(j + 1)$,

$ab(j)$ 中放入温度的第一个字节数据, $ab(j + 1)$ 中放入温度的第 2 个字节数据, sot 表示将 2 个字节的温度转换成十进制后的值; $d1 = -40$; $d2 =$

0.01; Temperature 是计算后的真正温度值。

1.4.3 湿度转换

$$\text{rhlinear} = c1 + c2 * \text{sorh} + c3 * \text{sorh} * \text{sorh} \dots\dots$$

(2)

$$\text{rhtrue} = (T - 25) * (t1 + t2 * \text{sorh}) + \text{rhlinear} \dots\dots(3)$$

其中 sorh = ab(j + 2) * 16 * 16 + ab(j + 3), ab(j + 2) 中放入湿度的高第一个字节数据; ab(j + 3) 中放入湿度的第二个字节数据; sorh 是将 2 个字节的湿度转换成十进制后的值; T 是将 2 个字节的温度转换成十进制后的值, 即温度转换中的 sot; c1 = -4; c2 = 0.0405; c3 = -0.0000028; t1 = 0.01; t2 = 0.00008; rhlinear 是湿度补偿值; rhtrue 是计算后的真正湿度值。

1.5 数据检验与差错处理

(1) 数据检验: 把转换成 ASCII 码的 52 个字节的数据之和作为总校验和, 与接收到的第 53 个字节——单片机发送来的校验和比较, 如果一致, 则认为接收到的数据无差错, 可以进行计算和存储, 反之则认为有差错。

(2) 差错处理: 如果认为接收到的数据有差错, 则系统发送重发数据信号 7AH 给单片机, 要求重发数据, 同时计算重发次数。如果重发次数达 3 次, 则认为是数据线路或其他类型的问题, 不再要求单片机重发数据。

1.6 数据采集时间间隔的更改以及对采集过程的影响

(1) 更改: 为了使用户及时了解和分析蜂箱内温度及湿度的变化规则, 允许对采集时间间隔进行设定。把设定的采集时间, 通过计算转换成秒数, 进而控制数据采集与监控中的 Timer1 控件, 来实现采集时间间隔的变化。

(2) 影响: 由大时间间隔变为小时间间隔时, 如果当前的计时变量大于更改后的小时间间隔, 则把当前正在采集的数据立即采集进入数据库, 再开始下一次采集, 反之则继续计时, 只是时间间隔更改了。由小时间间隔变为大时间间隔时, 对采集过程基本无影响, 只是时间间隔更改了。

1.7 数据查询

依据登录时识别的权限不同, 菜单栏及工具栏的可用按钮不同。

(1) 相互约束: 选择上一级信息后, 依据上一级选择的数据, 数据库中查找该信息在下一级的信息并在选择框中显示。可只输入部分信息, 未输入的

信息采用默认值。例: 选择年份 2006, 数据库中只有 2006 年 2, 3 月的数据, 则在月份中只显示 2, 3

(2) 自身约束: 除了可以选择时间, 还可满足用户输入时间, 则对用户输入的时间应判断输入是否合法。

(3) 整体信息是否完整合法: 如未选择查询数据类型, 或起始时间晚于终止时间等应给予提示。

(4) 是否闰年的算法: 能被 4 整除并且不能被 100 整除的年份是闰年, 如 1996 年, 2004 年; 或被 400 整除的年份是闰年, 如 2000 年, 1600 年。

1.8 数据分析

数据分析是依照查询结果制定曲线图形, 同时显示和标示图形中的最大值、最小值和平均值, 并能改变图形的坐标间隔, 以方便观察和分析。

(1) 数据分析的重点: 改变图形的坐标间隔动态显示图形; 显示鼠标所在点的坐标。

(2) 数据分析的解决思路:

①若 PICTURE 控件的坐标为定值, 当数据记录很多时, 例如一个月约有 4.3 万个点, 间隔会太窄, 使得每个数据点的差距 < 0.0001 或更小, 鼠标无法精确辨别数据点; 于是以数据记录的数目设置横坐标, 则间隔最小为 1。

②数据可能因为一些外界原因变得很大或很小, 于是以查询结果中的最大值作为纵坐标的最高点, 最小值作最低点; 可避免意外数据超过设定的值或所有记录比较平均分布时曲线波动太小而不易观察。同时绘制温度和湿度曲线时, 以两个最大值中最大值作为纵坐标最高点, 最低点同理。

③更改了时间间隔单位和大小后, 转换成秒数, 用起始时间加上时间间隔量计算下一个点的纵坐标, 用时间间隔内所有点(除去 0 值点)的数据的平均值作为该点的横坐标。最后不够时间间隔量的点数计算成一个点。

④因为采集有固定时间间隔, 细化显示时没有值的点在计算时应补充出它的值和相应的时间。

⑤鼠标所在点的坐标显示时, 先取得鼠标所在点的(X, Y)值, 然后 Y 除以 10 既是该点的纵坐标即湿度或温度值, X 与起点的距离换算成时间作为横坐标值。

2 结果与分析

2.1 数据采集测试结果分析

运行系统, 并设定采集时间间隔为 1 min, 对数据进行 10 次采集并记录。

表 1 温度数据测量结果

Tab. 1 Temperature data measurement result

组别 group	温度传感器号/°C temperature sensor number													平均 average
	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	
1	30	29.7	30	29.9	29.7	29.8	29.8	30	29.6	29.5	29.6	30	30.1	29.8
2	29.8	29.6	29.9	29.8	29.6	29.7	29.7	30	29.5	29.4	29.5	29.9	30	29.7
3	29.8	29.6	29.8	29.8	29.6	29.7	29.7	29.9	29.5	29.4	29.5	29.9	30	29.7
4	29.8	29.5	29.8	29.8	29.5	29.6	29.6	29.9	29.4	29.4	29.5	29.9	29.9	29.7
5	29.8	29.5	29.8	29.7	29.4	29.6	29.6	29.8	29.4	29.4	29.5	29.8	29.9	29.6
6	29.7	29.5	29.8	29.7	29.4	29.5	29.6	29.8	29.3	29.4	29.5	29.8	29.9	29.6
7	29.7	29.4	29.7	29.6	29.4	29.5	29.5	29.8	29.3	29.3	29.5	29.8	29.9	29.6
8	29.7	29.4	29.7	29.6	29.4	29.5	29.5	29.7	29.3	29.4	29.5	29.7	29.8	29.6
9	29.6	29.4	29.7	29.6	29.4	29.5	29.5	29.7	29.3	29.4	29.5	29.7	29.8	29.5
10	29.6	29.4	29.7	29.6	29.4	29.5	29.5	29.7	29.3	29.4	29.5	29.7	29.8	29.5

表 2 湿度数据测量结果

Tab. 2 Humidity data measurement result

组别 group	湿度传感器号/% humidity sensor number													平均 average
	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	
1	32.2	32.2	31.7	31.8	32.1	31.3	32	32.3	32.6	32.7	32.7	32.8	33	32.3
2	32.3	32.3	31.8	32	32.3	31.6	32.2	32.7	32.8	32.7	32.7	33	33.3	32.4
3	32.4	32.5	31.9	32.1	32.4	31.7	32.4	32.7	32.9	32.7	32.7	33.1	33.4	32.5
4	32.4	32.5	32	32.2	32.5	31.7	32.4	32.8	33	32.8	32.8	33.2	33.4	32.6
5	32.5	32.6	32	32.2	32.5	31.8	32.4	32.8	33	32.7	32.7	33.1	33.4	32.6
6	32.6	32.7	32.1	32.4	32.6	31.9	32.6	33	33.2	32.8	32.8	32.2	33.5	32.7
7	32.7	32.8	32.3	32.5	32.8	32.1	32.7	33.1	33.3	32.8	32.8	33.3	33.6	32.8
8	32.6	32.8	32.3	32.4	32.8	32	32.7	33.1	33	33.8	32.7	33.3	33.6	32.8
9	32.8	32.9	32.4	32.5	32.8	32.1	32.8	33.1	33.3	32.9	32.8	33.4	33.7	32.9
10	32.8	32.9	32.3	32.5	32.8	32.1	32.7	33.1	33.2	33.1	33	33	33.2	32.8

从表 1,2 分析可得到各个传感器在较短时间 (10 min) 内的数据起伏程度较小。其中在后几次测量中数据都比较稳定,起伏较前几次小,说明单片机从刚开始工作到稳定状态需要一段预热的时间。从采集得到的温度和湿度数据来看,系统采集到的数据比较稳定和准确,能满足用户要求的测量点多、精度较高、速度快等需求。

2.2 数据查询与分析结果分析

选取一段时间的数据,分别以 10 min 和 15 min 为时间间隔绘制图形。

从图 4,5 中可看出,绘制出的图形以所有数据的最小值为纵坐标最低点,以最大值为纵坐标的最高点,使得图形起伏明显,数据的细节更清晰。

图 4 和图 5 比较可知,以不同的数据间隔绘制图形得到的图形波动不一样,小时间间隔使用户能

更好的从微观上把握数据变化信息,大时间间隔使用户能更好的从宏观上把握数据变化信息。

因此数据处理分析为用户提供了安全、可靠的信息,以便用户及时了解和分析蜂箱内温度及湿度的变化规则,掌握蜜蜂的生活习性及其生存环境。

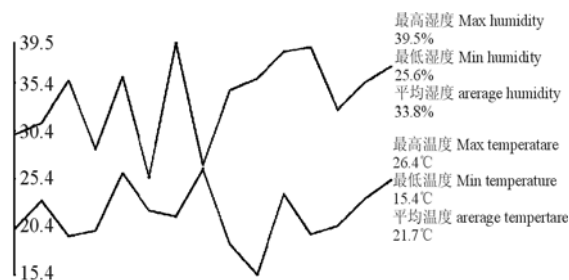


图 4 时间间隔为 10 min 的图形

Fig. 4 The time-gap is 10 minute graphs

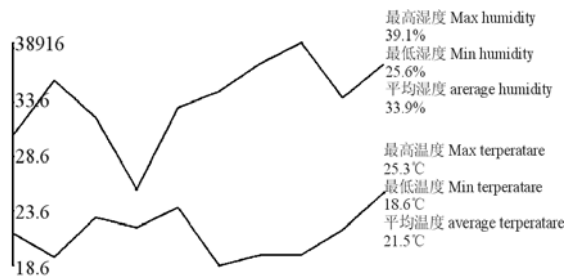


图5 时间间隔为15 min的图形
Fig. 5 The time-gap is 15 minutes graphs

3 结语

VB具有良好的图形接口并支持面向对象的编程方法和具有结构化的事件驱动编程模式,可以设计出交互界面友好、功能易扩展的程序。本文实现蜂箱内温度和湿度的数据采集、存储及查询显示,为用户提供安全、可靠的信息服,以使用户及时了解和分析蜂箱内温度及湿度的变化规则,掌握蜜蜂的生活习性及其生存环境。

整个系统采用计算机控制自动采集,从开始测量到测量结果由计算机通过接口电路送给输出设备,中间基本无需人工参与,因此大大减少了人为因素,提高了系统的可靠性。但是由于系统的最小采集时间间隔为1分钟,不能满足对实时跟踪和采集数据要求更精确的场合,因此数据采集在采集精确度上需要进一步改进。数据分析在图形处理时,

当处理数据较多时,绘制图形等待时间较长,对数据处理的算法上需要进一步研究。

[参考文献]

- [1] 王锐刚,黄峻. 单片机数据采集网络与控制系统的实现[J]. 计算机科学,2004,31(9):330-332.
- [2] 朱昊. 在VB下PC机与单片机的串行通信[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2001(1):68-70.
- [3] 张艳荣,杨玉峰,程善美,等. 用VB实现PC机与单片机的通讯[J]. 计算机应用,1999,19(11):42-44.
- [4] 李朝青. PC机及单片机数据通信技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2000.
- [5] 赵文敏,寿彩丽. 用VB6.0开发微机与多台单片机之间的串行通信程序[J]. 浙江大学学报(理学版),2000,27(2):179-183.
- [6] 薛惠珍,唐清安. PC机与单片机之间并行通讯的设计[J]. 自动化仪表,1999,14(2):60-62.
- [7] 石东海. 单片机数据通信技术从入门到精通[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2003.
- [8] 龚沛曾,陆慰民,杨志强. VISUAL BASIC 程序设计教程[M]. 北京:高等教育出版社,2003.
- [9] 汤吉群,张德民,李玲. 数据通信技术[M]. 北京:人民邮电出版社,1999.
- [10] 马宏杰. 微机通信原理与实用技术[M]. 北京:清华大学出版社,1994.
- [11] 高春艳,李艳,谷伟东. Visual Basic 数据库开发关键技术与应用[M]. 北京:人民邮电出版社,2004.