

# 基于无线传感器网络的气象数据采集系统设计

张照龙<sup>1</sup>, 包容刚<sup>2</sup>, 王小飞<sup>1</sup>, 周鸿魁<sup>2</sup>

(1. 阿拉山口口岸气象局, 新疆阿拉山口 833418; 2. 吐鲁番气象局, 新疆吐鲁番 833413)

**摘要:** 针对现有的气象监测系统在测量定位、测量点数据传输方面的不足, 结合 S3C44B0X 嵌入式微处理器高速的特点, 设计了基于无线传感器网络的气象数据采集系统。在无线传感器网络设计中采用改进的 DV-Hop 无线传感器定位算法, 用仿真软件仿真验证了该算法的有效性。该系统可保证气象观测数据的准确性、可靠性。

**关键词:** S3C44B0X; 气象数据采集; 无线传感器网络

**中图分类号:** P415.1+3

**文献标识码:** A

现有的气象数据采集系统有有线传输和远程无线两种传输方式, 前者很好地实现了气象数据的自动采集, 但其采用的是有线的传输方式, 不利于系统的拓展; 后者虽然采用的是无线传输方式, 但其在测量点的定位精度稍差, 测量点的数据传输速率低。为此设计了基于无线传感器网络的嵌入式气象数据自动采集系统, 构建该系统的网络结构, 研究该无线传感器网络的节点定位算法, 使用仿真软件对该定位算法进行了仿真<sup>[1]</sup>。

## 1 系统的整体设计

嵌入式无线传感器网络气象数据采集系统主要由三部分构成: PC 机、嵌入式主机、无线数据采集节点模块。无线数据采集节点模块主要是采集气象数据, 通过无线传输方式将数据传输到系统的嵌入式主机, 嵌入式主机模块通过有线方式与 PC 机相连, 完成气象数据的采集、汇总和分析。

### 1.1 嵌入式主机的结构设计

嵌入式主机模块主要有嵌入式微处理器芯片

收稿日期: 2010-02-25

作者简介: 张照龙 (1980—), 男, 新疆博乐人, 助理工程师, 主要从事地面测报研究。

- [5] 刘海文, 丁一汇. 华北汛期日降水特性的变化分析 [J]. 大气科学, 2010, 34 (1): 12-22.
- [6] 刘海文, 丁一汇. 华北汛期的起讫及其气候学分析 [J]. 应用气象学报, 2008, 19 (6): 688-696.
- [7] Yanai M, Esbensen S, Chu J H. Determination of bulk properties of tropical cloud clusters from large-scale heat and moisture budgets [J]. J Atmos Sci, 1973, 30 (4): 611-627.
- [8] 朱玉祥, 丁一汇, 徐怀刚. 青藏高原大气热源和冬春积雪与中国东部降水的年代际变化关系 [J]. 气象学报, 2007, 65 (6): 346-958.
- [9] Nitta T. Convective activities in the tropical western pacific and their impact on the northern hemisphere summer circulation [J]. J Meteor Soc Japan, 1987, 65 (3): 373-390.
- [10] 朱抱真, 宋正山. 关于夏季东亚大气环流的研究 [J]. 大气科学, 1979, 3 (3): 219-226.
- [11] 吴国雄, 刘屹岷, 刘新, 等. 青藏高原加热如何影响亚洲夏季的气候格局 [J]. 大气科学, 2005, 29 (1): 47-56.
- [12] He H, McGinnis J W, Song Z, et al. Onset of the Asian monsoon in 1979 and the effect of the Tibetan Plateau [J]. Mon Wea Rev, 1987, 115: 1966-1995.
- [13] 叶笃正, 高由禧. 青藏高原气象学 [M]. 北京: 科学出版社, 1979: 278.
- [14] 简茂球, 罗会帮. 华南大气热源和水汽汇的时间变化 [J]. 热带海洋, 1996, 15 (1): 60-67.
- [15] 丁一汇, 蔡则怡, 李吉顺. 1975 年 8 月上旬河南特大暴雨的研究 [J]. 大气科学, 1978, 2 (4): 276-289.

S3C44B0X, 外围扩展 SDRAM 模块、FLASH 模块、JTAG 接口模块、网口模块及无线数据传输模块等。其无线传输部分采用 CC2420 低功耗单片 RF 收发芯片与 S3C44B0X 连接, 实现无线数据传输。

## 1.2 无线传感器节点模块的设计

无线传感节点模块采用 AVR 单片机实现, 结构框图如图 1 所示。系统的无线收发模块采用

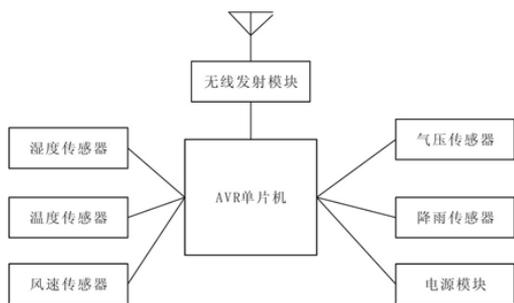


图 1 无线传感器节点的设计

CC2420。CC2420 可通过 4 线 SPI 总线 (SI、SO、SCLK、CSn) 设置芯片工作模式, 实现读/写缓存数据, 读/写状态寄存器等。通过控制 FIFO 和 FIFOP 管脚接口状态可设置发射/接收缓存器。CC2420 片内有 33 个 16 bit 状态设置寄存器, 每个寄存器的读/写周期中, SI 总线上共有 24 bit 数据, 分别为 1 bit RAM 寄存器选择位 (0—寄存器; 1—RAM), 1 bit 读/写控制位 (0—写; 1—读), 6 bit 地址选择位、16 bit 数据位。在数据传输过程中, CSn 须始终保持低电平。另外, 通过 CCA 管脚状态的设置可控制清除通道估计, 通过 SFD 管脚状态的设置可控制时钟/定时信息的输入。这些接口必须与微处理器的相应管脚相连, 实现系统射频功能的控制与管理<sup>[2]</sup>。

## 2 嵌入式主机软件的设计

系统主机软件的设计是在移植嵌入式实时操作系统  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  的基础上展开的。 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  是抢占式实时多任务内核, 是用 ANSI 的 C 语言编写的, 包含一小部分汇编语言代码, 使之可以提供给不同架构的微处理器使用。嵌入式主机任务调度软件的设计主要包括  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  操作系统在

嵌入式微处理器 S3C44B0X 上的移植, 编写嵌入式主机任务调度软件, 之后, 由  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  操作系统内核调用编写的无线数据采集任务及数据分析任务完成对各个传感器接点数据的采集汇总和分析。流程图如图 2 所示。

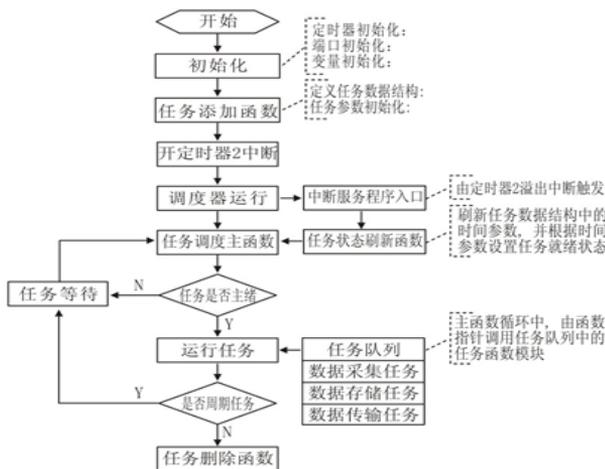


图 2 嵌入式主机任务调度软件流程图

## 3 无线传感器网络节点定位算法

### 3.1 无线传感器网络定位算法

DV-Hop 定位算法的基本思想是将待定位节点到参考节点间的距离用网络平均每跳距离和定位节点到参考节点之间的跳数的乘积表示, 使用三边计算获得节点位置信息<sup>[3-4]</sup>。DV-Hop 算法由 3 个阶段组成: ①使用典型的距离矢量交换协议, 使网络中所有节点获得距锚节点的跳数; ②获得其它锚节点位置和相隔跳距之后, 根据公式计算网络平均每跳距离; ③当未知节点获得与 3 个或更多锚节点的距离时, 执行三边测量定位算法计算出自己的位置。本文改进了传统的 DV-Hop 算法。

(1) 在第二个阶段, 每个锚节点获得其它锚节点位置和相隔跳距并计算出网络平均每跳距离后, 将网络平均每跳距离作为校正值广播至网络中。数据包格式为:  $\{I_a, H_i\}$ ,  $H_i$  是该信标节点到其它信标节点的每跳平均距离。接收到此数据的节点将此信息添加到表中, 之后继续向其相邻节点广播, 重复 ID 的数据包丢弃。经过广播后, 所有节点都已知所有信标节点计算的每跳平均距

离  $H_i$ 。将所有的每跳平均距离相加取平均

$$H_a = \frac{\sum H_i}{n} \quad (1)$$

$n$  为所有信标节点的个数，由此得到全网所有信标节点间的每跳平均距离，各个节点也得到与各个信标节点的跳数，计算该节点到信标节点的距离公式为

$$D_i = h \times H_a \quad (2)$$

$h$  为定位节点到参考节点之间的跳数。

(2) 传统的 DV-Hop 使用三边测量，需要较大的运算开销，第三阶段使用 Min-Max 方法替代三边测量法计算节点位置，形成一种改进的 DV-Hop-MinMax 方法。

### 3.2 传感器节点定位的仿真验证

采用 OMNET++ 软件编写仿真代码，运行

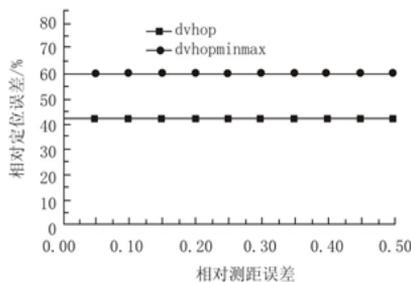


图 3 相对定位误差随相对测距误差变化曲线

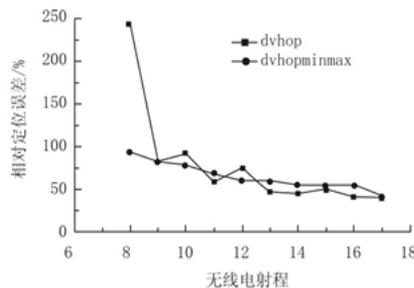


图 4 相对定位误差随无线电射程变化曲线

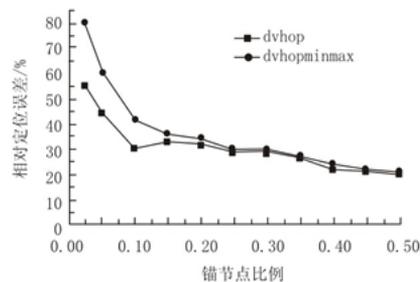


图 5 相对定位误差随锚节点比例变化曲线

## 4 小结

应用嵌入式微处理器 ARM 及实时操作系统，使得气象数据采集系统能够在采集数据的同时对已经采集到的数据进行处理，可以节约数据的存储空间。由于嵌入式实时操作系统的可靠性较高，并且嵌入式操作系统下的软件编写较为简单，在提高该系统实时性的同时降低了该系统的开发成本。同时对无线传感器节点的定位算法进行了改进，较改进前的算法，新算法具有更准确的定位精度。以上两项技术的应用使得该系统具备了高速的数据采集处理能力及良好的定位性能。

DV-Hop.exe，得到 DV-Hop、DV-Hop-MinMax 两种定位算法的相对定位误差随相对测距误差变化曲线（见图 3），相对定位误差随无线电射程变化曲线（见图 4），相对定位误差随锚节点比例变化曲线（见图 5）。

从图 3 可以看出，在标准场景下 DV-Hop 算法较 DV-Hop-MinMax 算法有相对较低的定位误差。图 4 显示，当网络连通度降到非常低时，传统的 DV-Hop 性能急剧恶化，而改进的 DV-Hop-MinMax 算法却保持较平缓的降低趋势。从图 5 可以看出，当锚节点比例值偏大时，两种算法得到的误差结果相当。由此可见当网络节点连通度较大，锚节点比例较高时，DV-Hop-MinMax 算法较原来的 DV-Hop 算法效果好。

### 参考文献：

- [1] 胡玉峰. 自动气象站原理与测量方法 [M]. 北京：气象出版社，2004：300.
- [2] 胡玉峰，罗树如，刘钧，等. 自动气象站传感器综合检测系统 [J]. 气象科技，2005，33 (3)：268-270.
- [3] 孙利民，李建中，陈渝，等. 无线传感器网络 [M]. 北京：清华大学出版社，2005：135-155.
- [4] 王建刚，王福豹，段渭军，等. 无线传感器网络分布式节点定位算法研究 [J]. 计算机应用，2005 (11)：400.
- [5] 吴剑锋，郭英，范海宁. OMNET++ 网络仿真器的设计原理分析 [J]. 微计算机应用，2006，27 (5)：550-552.