*应用力学与材料卷303-306（2013）pp 621-626在线：2013-02-13*

*©（2013）Trans-Tech出版物，瑞士*内政部：10.4028/www.scientific.net/AMM.303-306.621

**基于图像处理的水位自动测量技术**

李惠平1、王伟1、a、马富昌1、b、刘红乐1、c、陶吕1

1 太原理工大学先进传感器与智能控制系统教育部重点实验室，山西，太原，030024

                             a、b、c

邮箱：bmwwangwei@126.com, 邮箱：mfc526@126.com, 邮箱：liuhongle0126@163.com

**关键词：**图像处理；水位检测；Hough变换；GPRS；ARM

**抽象的。**设计了一个实时水文监测系统。采用ARM处理器和视频服务器相结合的方法，实现对下一台机器的特征提取，然后通过GPRS连接PC机。还具有电源供电、功耗低、抗干扰等特点。系统利用Wince编程，得到二值图像，利用形态学算法去除无用的特征，然后进行边缘细化，利用hough变换提取水位直线方程和岸线进行计算，可以得到图像中二者之间的距离，根据实际坐标可以得到实际距离。实验结果表明，该系统具有实时性和高效性、有效性等特点，取得了良好的识别效果。

# 介绍

水位自动监测是水资源自动化管理的一个重要方面，近年来，由于气候异常变化，各种灾害频繁发生，其中洪涝灾害尤为严重，水资源管理极为重要重要的是传统的水测量水位在防洪中起着重要的作用。然而，传统的接触式水位测量存在着安装地点、供水方式等局限性。另一方面，传统的非接触式水位计，如超声波流量计、电磁流量计等，会出现较大的误差，不适合这种含水量高、动态变化大的状态河流水位测量。

该系统采用太阳能，安装方便。不受河流含沙量和高程变化限值的影响。在实际运行中，性能稳定可靠，不受影响温度，水可对流型进行实时检测。

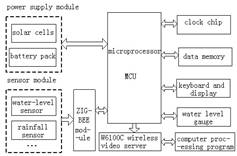
# 系统方案

水位站固定在水面上，作为中心站，利用太阳能发电。利用ZIGBEE技术从周围传感器上传到中心站的数据，由ARM处理器芯片进行处理和分析，在ARM处理器芯片内部对图像进行处理，提取和计算特征。在水面上安装摄像头进行实时监控。

**系统硬件设计。**系统结构图如图1所示。该系统主要由外围设备、处理器、电源模块和数据传输设备组成。

版权所有。未经翻译公司书面许可，不得以任何形式或方式复制或传播本文件的任何部分内容

技术出版物，www.ttp.net。（ID:128.210.126.199，普渡大学图书馆，西拉斐特，美国-07/06/15,00:40:36）



## 图1系统硬件图

**电源设计。**为了减少系统功耗浪费，我们采用了系统区域分别供电的策略，达到了设备分开控制的目的。当系统需要运行时，电源模块为整个系统提供电源；当不需要时，电源模块仅为必要的设备提供电源。此时，系统进入睡眠模式。系统采用ARM处理器引脚来控制晶体管的基极电流，当晶体管适当导通或关断时，实现对非电源设备的电源管理，从而实现对非常用电源设备的电源管理。它可以使系统的供电方式更加灵活，达到节能的效果。

**低功耗设计。**以微处理器为核心的检测系统是低功耗设计的主要问题。我们在ARM芯片中选择了休眠模式：空闲模式和电源模式。通过禁止外围功能和外围时钟分频器，可以优化额外的功耗。另外，现在有些微处理器在工作时，可以使用内部和外部时钟，一个用于高速时钟，一个用于低速时钟。利用目前比较流行的锁相环（PLL）技术&ARM处理器，通过程序控制微处理器的时钟频率。因此，微处理器使用不同的时钟在不同的时间段内工作，以实现低功耗。供电系统选用低压。根据能量和功率的公式，以及与时间的直接比例。因此，低压供电方式的选择对于低能耗系统在低功率系统中的应用具有十分重要的意义。在系统稳压芯片、芯片复位等外围器件的选择上，选择了其功耗极低的器件。

# 系统软件

由于系统采用太阳能和GPRS传输方式，视频服务器直接采集的图像不易长时间传输。为此，本系统设计了在ARM处理器上进行图像特征提取的计算，并在PC机查询或越界时进行数据传输。

**图像预处理。**灰度图像是将彩色图像转换成黑白图像。由于灰度图像比彩色图像容易操作，所以一般将彩色图像转换为灰度图像。这种转换并不能确定标准。因此系统采用加权灰色。

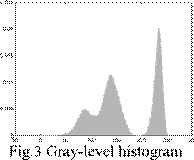
一般来说，其结果都是基于原始图像的rgb3分量以及它们的打击权。三个分量表的求解均符合威特分布的0.38、0.49、0.11系统图.2是经过灰度处理的原始RGB图像



## 图2灰度图像

**应用力学与材料卷。303-306 623**

**直方图均衡化。**直方图均衡化是通过调整直方图的对比度来增强图像的对比度。通过均衡化算法可以得到满足一定要求的直方图。均衡化算法通过非线性图像拉伸重新分配图像的pix-el值，使图像灰度均匀分布，如图3所示，然后分析直方图，选择合适的阈值，对图像进行二值化处理，分离目标和背景。





                                                                             0-50                     0                    50                100灰灰值150 200 250 300

## 图4直方图均衡化

使用大津阈值的程序。Otsu阈值法是将直方图中的一个阈值分为两组。当两组被划分为方差时，方差越大决定阈值。

现在，对于灰度值为1的图像，像素数的灰度值为n，我们可以得到：*~m我我*

*米*

*不*=∑*不我*

          像素总数：（1）*我*=1

概率的灰度值=：*第我**不我*（2）

*不*

然后将T分为两组s0={1~T}和1={+1~m}，每个概率的生成如下：*C级C级t型*

*T型*

*w型*0 =∑=( )*第我重量*

*C级*0                                                                             ：*我*=1                                                                             （3）

生成概率

*米*

*w型*1 = ∑=1−*第我w型*0

*C级*1生成概率：*我没有*= +1                                                                            （4）

*T型知识产权*µ（）吨

µ=∑ =0 *我*

            平均值：（5）*C级*0 *我*=1 *w型*0 *w T公司*( )

*米知识产权我*µ−µ（）Tµ1 =∑=

          平均值：（6）*C级*1*我没有*= +1 *w型*1                1−*w T公司*( )

*米*

                                          µ=∑µ( )=∑*知识产权我T型米知识产权我*

公式中，是整体图像的平均灰度值；是阈值为T时的平均灰度值。所以整个采样的灰度均值为*我*=1 *我*=1

µ=*w型*0 0µ+*w型我*µ*我*                                                                                                                           （7） 我们可以利用两组之间的方差得到如下公式：

δ2()=0(µ0 −µ)2 +1(µ1 −µ)2*T型w型w型*

=0 1(µ1 −µ0)= [µ( [)−µ( )(\*)]]2 (8)*w型w型重量T型**重量*( )1−*重量*

*T型*从1变为，当公式的值最大时计算，这意味着我们可以得到的值是。此时，是阈值。*米T型*\*最大值δ2(*T型*)*T型*\*

以及δ2(*T型*)是阈值选择函数。

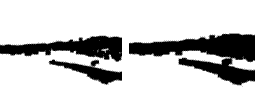
无论图像直方图中是否存在明显的双峰，该方法都能得到满意的结果。因此，该方法是自动阈值的最佳方法选择图.5是采用大津阈值法进行灰度图像处理的二值图像。



## 图5二值图像

**形态滤波。**由于银行和阴影的影响，这两个图像的价值仍然是一个黑暗的地区，在图4的一部分。为了便于下一步的边缘细化处理，需要对暗区进行填充和边缘平滑处理。该过滤器的关闭操作和腐蚀特性可用于二值图像的数学形态学处理和滤波处理。

在对二值图像进行闭合运算时，利用数学形态学将目标信息连接成一个整体。最后，将不需要的杂波信号滤除。

 图6形态处理

利用形态学膨胀，从图6中我们知道空白区域内的图像被填满以便边缘。变薄。无花果.7给出结论。



## 图7边缘细化

**应用力学与材料卷。303-306 625**

**行提取。**Hough法是最常用的线性检测方法，其基本原理是将直线上的所有数据点映射到参数平面直线或曲线上。当参数平面上的齐次数据点相交于一点时，直线的大部分相交点是最佳拟合曲线。将直线提取问题转化为计数问题。

假设：

第一行：《水浒传》线性方程组*是的*=*斧头*1 +*b类*1

第2行：岸基边线性方程组*是的*=*一个x*2 +*b类*2

利用极坐标方程避免了直线的垂直斜率问题。Hough变换算法如下：

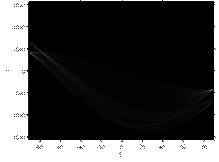
1） 参数空间是一定的量子化。

2） 将参数空间中的每个单元设置为累加器。

3） 累加器初始化为零。

4） 点满足特殊参数方程的相应累加器应为图像空间的每个点加1。

5） 最大值累加器显示相应的模型参数。



## 图8霍夫变换

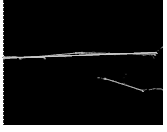
极坐标参数空间映射如图8所示。我们可以看到Hough变换的结果：参数空间在两个峰值。

ρ=−388,θ=−89ρ= 438,θ= 881 1 2 2

基于极坐标到笛卡尔坐标，将极坐标在程序中转换成笛卡尔方程。我们可以得到水边直线方程：

第1行：=15.29x+387.94*是的*

线路2:=39.05x+446.3*是的*



## 图9线性提取

由于相机的位置和拍摄角度，在图9中，两条直线没有达到平行效果。

为了达到折衷效果，通过坐标原点（0,0）垂直于str

1

*是的*= *-* *十*= *.*004倍

直线拟合（第1行）直线（第3行），公式为。*k公司*

直线3和直线1在点A相交。直线3和直线2在点B相交。然后我们可以计算出A和B之间的距离e=109.13。*d级*

距离将转换为亚像素分辨率像素距离D：

*D级*=*k公司*1×*d级*(9)

式中，是图像像素间距与坐标的数值转换因子。根据像素距离D，我们可以计算出水边距和物理距离*k公司*1

*我*=*k公司*2 ×*D级*(10)

式中，是图像像素间隔与实际物理量的换算系数坐标。使用本系统在不同距离L下的测量结果如表1所示。*k公司*2

## 表1模型仿真结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 长[m] | 实际值[m] | 模拟值[m] | 偏差[%] |
| 0.2 | 10 | 10.023 | 0.23 |
| 1 | 10 | 10.052 | 0.52 |
| 2 | 10 | 10.075 | 0.75 |

随着水边与参考边之间的物理距离L的增大，水线偏差越来越大很大，所以，标定线与水的距离越近，更多准确地说。所以呢我们在实际应用中应结合现场情况，尽量缩短两者之间的距离。在实际应用中，还需要考虑摄像机的分辨率，分辨率差的摄像机随着距离的减小会产生偏差，但会影响测量结果。本实验室使用的摄像机为MV-VD030SC，最高分辨率可达r各640\*480。

# 结论

系统采用ARM和图像处理技术。利用图像处理技术计算水位线高度。Otsu阈值法和Hough变换法比其它方法更适合于自动化系统。

实际应用表明，与人工测量水位值相比，该系统的水位值具有更高的精度。误差小于1%，取得了满意的效果。

# 参考

[1] 常法良、马思乐、乔仪征。真的-动态线边缘的时间HOUGH变换检测及其在流量测量中的应用[J].控制与决策，2004

（12） （中文）

[2] 张defeg.MATLAB软件数字图像处理[M]。北京：机械工业出版社，2009

[3] 吴仁明、杨万口、王欢等al.新基于图像处理的水位自动测量算法[J]，计算机工程与应用

申请书，2007。（22）（中文）

[4] 朱乐清张三元邢芮。手掌基于ARM和WinCE的指纹识别系统[J].中国科学仪器学报，2009，（22）（中文）

[5] 郭思玉、翟文娟、唐秋等al.组合霍夫变换与改进的最小二乘法直线检测[J].计算机科学，2012，（4）（中文）

[6] 江晓宇、华国强再君。水-基于图像处理的水平自动阅读[J].电子设计工程2011，（23）（中文）

[7] 程远，基于ARM和GPRS的水文数据采集系统设计与研究[D]。太原理工大学，2011

[8] 丹尼尔·沃尔沙和阿德里安。拉弗瑞，“图像中精确有效的曲线检测：重要采样霍夫变换”，模式识别，牛津，第35卷，1421-14312004年1月。

**传感器、测量和智能材料**

10.4028/www.scientific.net/AMM.303-306

**基于图像处理的水位自动测量技术**

10.4028/www.scientific.net/AMM.303-306.621