

采用图像处理技术对鱼体健康状况监视和预报

刘星桥, 孙玉坤, 赵德安, 赵不贻, 成 立, 黄永红

(江苏大学电气信息工程学院, 镇江 212013)

摘 要: 该文采用两台 PC 工业控制计算机分别为现场上位机和远程监控机, 以多个 PLC 可编程控制器和多个单片机系统作为下位机, 构成计算机集散监控系统。对养殖水体的多环境因子进行自动监测和控制。特别是当鱼类出现不适或死亡时, 鱼体会侧翻, 腹部白色的区域会暴露, 根据其特点, 利用数字图像处理技术可以实现对养殖现场中鱼类的健康状况进行实时监视和预报。首先将摄像头拍摄的现场图像灰度化, 然后去除各种噪声干扰, 得到质量较好的图像, 最后对该图像进行数据统计和识别。对如何实现这种图像处理进行了具体描述, 结果表明该系统具有良好的实用效果。

关键词: 水产养殖; Matlab; 监视; 图像处理

中图分类号: S96; S969

文献标识码: B

文章编号: 1002-6819(2005)06-0118-04

刘星桥, 孙玉坤, 赵德安, 等. 采用图像处理技术对鱼体健康状况监视和预报[J]. 农业工程学报, 2005, 21(6): 118- 121.

Liu Xingqiao, Sun Yukun, Zhao De'an, et al. Monitoring and predicting the health condition of fish using image processing technology[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(6): 118- 121. (in Chinese with English abstract)

0 引言

随着中国水产养殖的快速发展, 多环境因子智能监控系统应用在现代工厂化水产养殖正受到越来越多的关注。本文综合分析了国内外多环境因子监控系统的应用现状, 研制出一套工厂化水产养殖多环境因子智能监控系统^[1]。在对鱼体健康状况监视和预报方面, 国内外一般采用人工现场监视和抽样鱼体进行化验, 将其结果用来判断鱼体健康状况^[2], 这种方法不能连续的监控, 对于鱼塘中溶解氧过低和病虫害造成鱼体不适或死亡, 不能进行及时的报警和采取相应的补救措施。本监控系统借用计算机图像处理技术对鱼体健康状况进行自动诊断, 实现对养殖现场中鱼类的健康状况进行实时监视, 具有快速、简易、成本低、准确等优点^[6,9]。

1 多环境因子智能监控系统框图

本监控系统是以两台 PC 工业控制计算机分别为远程监控机和现场上位机, 以多个 PLC 可编程控制器和多个单片机控制器作为现场鱼塘下位机, 采用移动 GPRS 无线通讯技术和互联网技术进行远程监控和现场上位机进行数据通信, 构成计算机集散监控系统。对养殖鱼塘多环境因子进行自动监测和控制^[3]; 其智能监控系统框图如图 1 所示。

在水产养殖多环境因子智能监控系统中, 借用计算机图像处理技术, 实现对养殖现场中鱼类的生长实时监控, 当鱼类出现不适或死亡时, 能够及时报警。

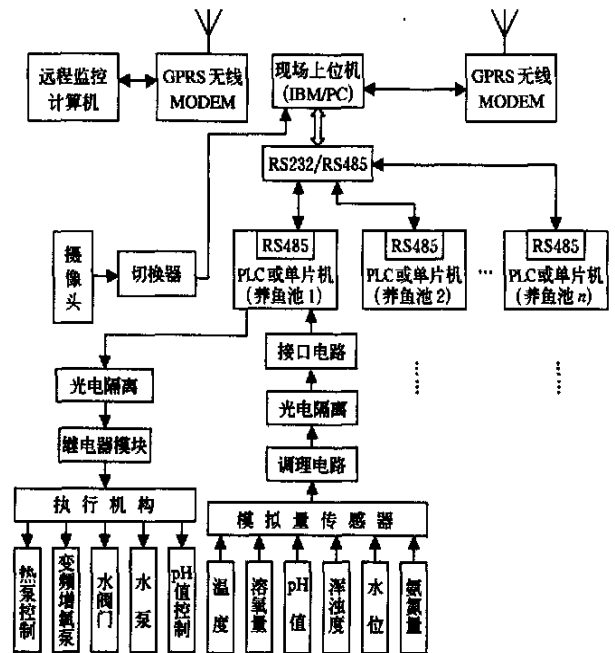


图 1 系统硬件结构

Fig 1 Structure of the system hardware

2 采用图像处理技术对鱼体进行健康状况监视和预报

2.1 计算机图像处理系统硬件构成

由于图像处理的运算复杂, 占用较多 CPU 资源, 为了能将该图像处理功能与整个水产养殖计算机监控系统融合, 本文所述的图像处理方法将本着快速、简易、成本低、准确的原则。系统硬件构成示意图如图 2 所示^[5]。

该图像处理系统由若干个电荷耦合 CCD 方式摄像头、多路视频切换器、视频图像采集卡、计算机和打印机等基本硬件组成。

收稿日期: 2004-07-25 修订日期: 2005-04-26

基金项目: 江苏省 2001 年农业科技攻关计划项目 (BE2001380) 资助

作者简介: 刘星桥 (1960-), 男, 江苏涟水县人, 副教授, 博士生, 主要研究方向为农业电气化与自动化。江苏镇江 江苏大学电气信息工程学院, 212013。Email: xqliu@ujss.edu.cn

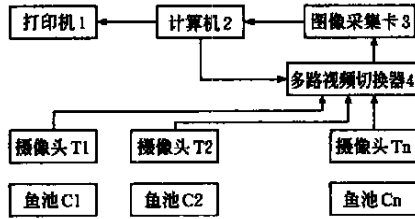


图 2 图像处理硬件系统结构

Fig 2 Structure of the hardware system for image processing

系统中 CCD 摄像头是由电荷耦合元件组成的图像探测器, 具有体积小、质量轻、结构紧凑等优点。选用的是 NEP 彩色 CC-200B CCD 摄像头, 单价约为 1200 元。

多路视频切换器是监控系统中的常用设备, 它可以在多路输入视频信号中(自动/手动)选择出一路送往视频处理装置, 如视频图像采集卡、视频压缩卡和监视器等设备。在监控点比较多的情况下可以显著节省监控中心的设备以及传输设备。我们选用的是 SN-804, 它可以把四路输入视频信号中选择出一路送往视频图像采集卡处理, 它的单价约为 1100 元。

视频图像采集卡可以将摄像机得到的模拟图像信号转换成数字图像信号, 供计算机处理。本系统采集速度约为 1 帧/s。我们选用的是 RELONGM P4, 单价约为 1350 元。

本系统的工作过程: 摄像头拍摄池塘的实时画面, 经过多路视频切换器, 传送给视频图像采集卡, 图像采集卡负责将模拟图像信号转换成计算机能处理的数字图像信号, 计算机根据编制好的程序进行处理、识别、报警, 将处理结果存入数据库, 需要时打印出图像。

2.2 图像处理系统设计思想

计算机图像判别鱼体健康状况的设计思想是: 当鱼类生活的水质被污染、溶解氧过低, 鱼类生病或药物中毒, 健康状况下降, 出现鱼体不适或死亡时, 鱼会侧翻, 腹部颜色较浅部分会浮在水面, 与水池较深的背景颜色有较大的区别, 容易区分。并且在养殖场中统一放养, 鱼具有品种相同, 大小相近等特点, 这就可以利用统计方法, 得出分割病鱼与池塘水背景色的阈值, 同时也可以得到某一段时期池塘内鱼的大小及腹部白色区域的大小。因此, 只要将得到原始图像二值化, 将鱼体的白色腹部与背景分割开, 然后统计白色区域部分的数目和大小, 当最小白色区域大于或等于该段时间内的统计值的下限, 且小于统计值的上限时, 即认为有鱼出现不适反应或已经死亡, 需要及时预报, 采取措施救治。

2.3 软件设计

本系统的图像处理程序由 Matlab 语言组成^[6], Matlab 是一种应用广泛的编程工具, 语法简单, 函数丰富, 具有优秀的图形显示功能及强大的人机交互能力。特别在图像处理方面更具有明显的优势: 强大的矩阵运算功能、图形显示方便, 有专门的灰度及彩色图像显示函数, 丰富的图像处理函数库^[7]。大大降低了程序开发难度, 缩短了开发周期。程序流程图如图 3 所示。

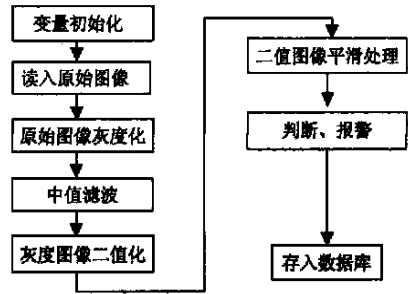


图 3 图像处理系统程序流程图

Fig 3 Flow chart of image processing system program

首先, 清除 Matlab 所有的工作平台变量, 关闭已打开的图形窗口, 读入一幅图像。

```
clear;
close all;
I= imread('5.jpg'); % 读入待处理图片
Y= rgb2gray(I); % RGB 图转换为灰度图
```

图像在输入、传送、处理过程中难免会有干扰, 形成噪声, 降低图像质量, 造成图像处理的困难或者产生不良的视觉效果, 中值滤波可以抑制干扰, 消除噪声^[7]。其函数如下:

```
medfilt2(Y);
```

把读入的图像经以上程序处理得到的灰度化后的图像, 如图 4a、4b 所示。图 4a 是灰度化后健康状况下降(鱼体已侧翻)的鱼体图像, 图 4b 是灰度化后健康状况良好鱼体图像。

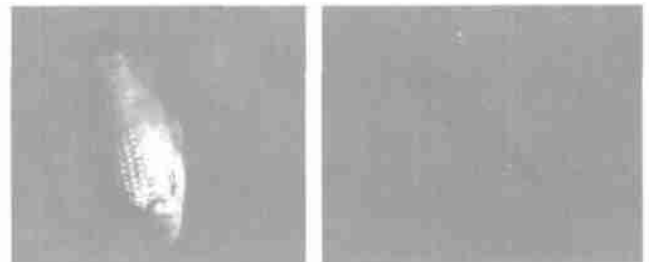


图 4 灰度化后健康状况下降鱼体及良好鱼体的图像

Fig 4 Unhealthy fish and healthy fish image after gray-scale transformation

下一步是灰度图像二值化。灰度图像二值化的关键是选择好分割阈值, 把病鱼翻肚皮的白色区域与背景或较黑色区域分割开。根据多次实验得到统计数据, 阈值为 225 时, 可以较好的把待处理对象与背景分割开^[7], 程序如下:

```
[m n]= size(Y); % 取灰度图片的大小
for i= 1:m
for j= 1:n
if Y(i, j) < 225 % 根据统计数据, 得 225 为阈值分割点, 将图像分割成二值图像
Y(i, j)= 0;
else Y(i, j)= 255;
```

end
end
end

灰度图像二值化后的图像如图 5a、5b 所示。图 5a 是二值化后健康状况下降(鱼体已侧翻)的鱼体图像,图 5b 是二值化后健康状况良好鱼体图像。

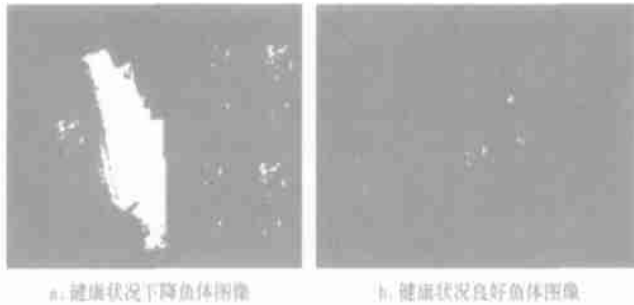


图 5 二值化后健康状况下降鱼体及良好鱼体图像

Fig 5 Unheathy and heathy fish image after binary transformation

再下一步是去除不必要的白色斑点。二值化后的图像中还含有不少白色斑点,很明显这些白色斑点不是病鱼造成的,所以必须去除掉,否则将会影响下一步处理^[7]。根据经验将该二值图像反复收缩扩张 4 次后能得到较好的去除不必要的白色斑点,执行 zaikuo zhanghanshu (G) 扩张函数和 shousuo hanshu (G) 收缩函数,得到最终待分析图像如图 6a、6b 所示。

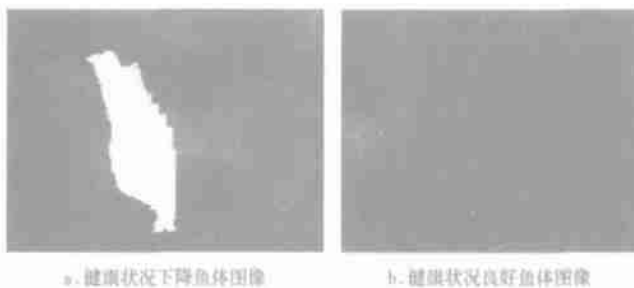


图 6 用于最终分析的健康状况下降及良好鱼体图像

Fig 6 Unheathy and heathy fish image used in final analysis

最后对图像进行统计分析,利用力学中矩的概念,将区域内部的像素作为质点,像素的坐标作为力臂,从而以各阶矩的形式来表示区域特征。设图像各像素的质量为 1,即 1—像素的质量就等于它的像素值; S 为图形面积; i, j 为图形内像素坐标。矩的公式可表示为:

$$M(p, q) = \sum_{(i, j) \in S} i^p j^q f(i, j)$$

式中 M —— p, q 值下的图形的矩; $p = 0, 1, 2, \dots; q = 0, 1, 2, \dots; f(i, j)$ ——相当于一个像素质量,当 p, q 取值不同,可得阶数不同的矩。若 $p = 0, q = 0$ 时

$$M(0, 0) = \sum_{(i, j) \in S} f(i, j)$$

即为图像中 1- 像素之和,也就是图像的面积。

利用 Matlab 中的函数: $[Y, bw] = bwlabel(G)$, 将图 6a 和图 6b 中的白色区域,分别进行计算,得到图 6a

和图 6b 中的白色区域面积的大小分别是 1032 和 0。根据实验统计数据,在本段时期单条鱼体健康状况下降,出现鱼体不适或死亡时所暴露的白色区域面积为 $M(0, 0) = 1000 \pm 200$, 将图 6a 和图 6b 中白色区域面积分别与 $M(0, 0)$ 值下限和上限比较,显然图 6a 中的白色区域面积值落在两者之间,鱼体健康状况下降,出现鱼体不适或死亡现象,系统报警;图 6b 中的白色区域面积值小于 $M(0, 0)$ 值下限,鱼体健康状况良好,鱼体正常。

在养殖鱼池中,对鱼体健康和鱼体不适或死亡的鱼类分别进行多批次摄像,对这些图像进行图像处理,所得到的鱼体健康状况结论和实际所摄像的鱼体相吻合,判断的正确率达到 95% 以上。

2.4 图像处理程序与系统程序的结合

数字图像处理程序是由 MATLAB 语言编写的,而系统程序则是由 Visual C++ 6.0 编写而成,要想使之成为一个有机整体,必须对这两种语言编写的程序进行整合,令人高兴的是 MATLAB 提供了这种机会^[9]。C++ 可以通过 MATLAB 提供的接口函数: engine, 用户可以在 C++ 的应用程序中实现对 MATLAB 的控制。这样,快速的编译程序就可以利用 MATLAB 中强大的矩阵或图形命令,通过编写部分的 C++ 程序,并进行编译,就可以避免 MATLAB 程序的瓶颈现象。

3 结论

在水产养殖智能监控系统中,借用计算机图像处理技术对鱼病进行自动诊断,实现对养殖现场中鱼类的生长情况进行实时监控^[6,9]。通过长时间、多次、反复、对比等方法进行监视测试,对鱼体健康状况自动诊断,正确率达到 95% 以上。因此该方法具有快速、简易、成本低、准确等优点,程序编制简单,可以方便地嵌入到 VC++ 系统监控程序中^[9],满足监控现场更高的要求,能有效地监视鱼体健康状况,具有良好的应用前景。

[参 考 文 献]

- [1] 李萍萍,毛罕平. 智能温室综合环境因子控制的技术效果及合理的参数研究[J]. 农业工程学报, 1998, 14(3): 197-201.
- [2] 教育部科技查新报告. 水产工厂化养殖多环境因子的智能控制[R]. 2004.
- [3] 刘星桥,赵德安,全力,等. 水产养殖多环境因子控制系统的研究[J]. 农业工程学报, 2003, (3): 205-208.
- [4] L Derosé. A Matlab to fortran90 translator and its effectiveness[C]. Proc 10th ACM Int. Conf May 1996: 489-494.
- [5] 方如明,蔡健荣,许俐. 计算机图象处理技术及其在农业工程中的应用[M]. 北京:清华大学出版社, 1999: 112-202.
- [6] 张兆礼,赵春晖,梅晓丹,等. 现代图像处理技术及 Matlab 实现[M]. 北京:人民邮电出版社, 2001: 158-232.
- [7] MATLAB is a software package produced and supported by The MathWorks[Z]. Inc, Natick, MA.
- [8] David J Kruglinski(美)著,潘爱明,王国印译. VC++ 技

- 术内幕[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999: 210- 250
- [9] 李罗生, 白立芬. 用VC++和MATLAB语言混编开发图像处理实验软件[J]. 实验技术与管理, 2001, 4: 50- 53
- [10] Aini Hussain. MATLAB based image analysis software for characterization of microstructure materials [C]. ICSE2002 Penang Malaysia: 500- 504

Monitoring and predicting the health condition of fish using image processing technology

Liu Xingqiao, Sun Yukun, Zhao De'an, Zhao Buhui, Cheng Li, Huang Yonghong

(School of Electrical and Information Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang, Jiangsu 212013, China)

Abstract: The paper analyzes actuality and existing problems of aquaculture in China and presents the distributed control system which uses two personal industrial computers as a spot host computer and a remote supervision and control computer respectively and many S7-224 programmable logic controllers as well as many single chip processors as secondary computers. The system can automatically supervise and control many environmental factors. Especially when fishes are unwell or dead, they will turn side and the white area of their bellies will be seen. According to features then using the technology of digital image processing, situation of fishes' growth in aquafarm can be real-time supervised and predicted in time. First, the field image shot by video camera was grayed, afterwards, all kinds of noise interference were removed to gained good-quality image, finally the image was statistically calculated and recognized. The result indicates that the system works well.

Key words: aquaculture; Matlab; monitoring; image processing