

基于神经网络的果形对称判别系统

刘 禾

周 茵

汪懋华

(华北电力大学,北京,100085)(无锡轻工大学,无锡,214036)(中国农业大学,北京,100083)

摘要 针对果形对称的相对模糊性,提出用模糊理论和神经网络相结合的方法进行果形对称判别。试验表明该方法判别准确度较高。这为果形判别奠定了基础。

主题词 神经网络;模糊理论;计算机;对称;水果

中图分类号 TP391.41

0 引言

目前,国内外普遍采用两种水果分级方法:重量分级和大小分级^[1,2]。这两种方法虽部分实现了自动分级,但是形状和果面坏损检测依然靠人工,效率低,差异大。实现水果的全自动分级可不受人为因素的影响,果形自动判别是实现水果分级全自动的关键,对称是描述果形的重要特征之一^[3]。通过对果形对称判别可为水果果形的最终判别奠定基础。

1 系统描述

本系统是以BP网络判别器为核心,集图像处理、模糊处理为一统的计算机判别系统,见图1。BP网络判别器由一个BP网络训练子系统生成。水果图像由摄像机获取后,由图像卡数字化输入计算机,经处理和特征提取获得特征参数,再经模糊处理输入到BP网络,即得对称判别结果。

1.1 硬件系统

黑白CCD摄像机 IVG-841P型,430线,配GDS-25镜头,镜头前加一窄带通近红外滤波镜,带通中心波长为815nm,带宽为20nm,以消除水果表面颜色对图像灰度值的影响,利于图像的分割^[3];图像信息处理卡V256-E型,256×256像素,256灰度级;图像监视器HS-M35B型;386微机 640KB基本内存和7168KB扩展内存;光照系统。

1.2 软件系统

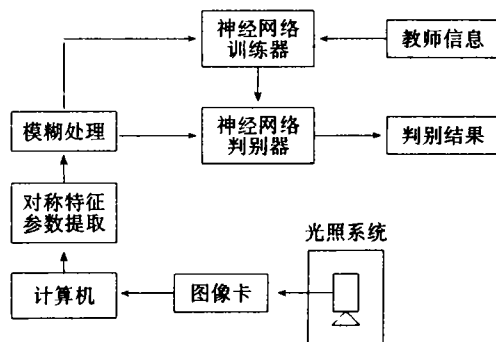


图1 水果对称判别系统

收稿日期: 1996-07-02

由若干功能模块组成,主要为图像处理、参数预处理、对称判别、网络学习系统4大模块。

图像处理完成图像采样、窗口确定、图像中值滤波及图像分割与边界跟踪等功能。参数预处理完成水果果轴空间定位、对称特征参数提取及模糊处理等特殊功能。对称判别决策知识的获取由网络学习系统模块完成,学习过程与外部信息的关系见图2。

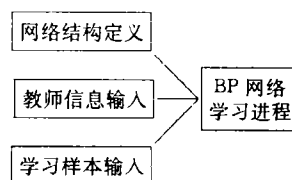


图2 网络学习系统

2 对称特征参数及模糊化处理

2.1 对称特征参数

对称是指垂直于果轴(连接水果果梗与花萼的直线)的任一直线交水果外边缘于两点,该两点到果轴的距离接近相等,距离差在一定范围内。

显然由果轴至水果图像两边缘的距离之差的绝对值可作为对称判别的特征值。因此选取一组果轴上不同位置的果轴点至苹果图像两边缘的距离差的绝对值为描述苹果对称的特征参数。

2.2 模糊化处理

水果对称判别实质上是一分类问题,其判别允许对称度有一定的变化范围,故是一种模糊判别。在决策理论中,分类问题可看作是寻找一个函数,该函数能够依据给定的输入模式估计出最佳的分类输出。但当预测与分类问题较复杂而给出的信息不完全时,构造这个函数较困难。而模糊理论则根据专家提出的语言规则进行推理决策^[4]。因此神经网络和模糊理论都是无模型的估计。

模糊系统设计涉及三个问题:第一,模糊规则的选取;第二,模糊概率函数的确定;第三,模糊决策算法的确定。在有些系统中,这些规则、概率函数、决策算法并不十分明确,而神经网络则不需要太多人为干预,只需通过实际输入、输出数据的学习即可决策。因此本系统将模糊理论与神经网络相结合,利用神经网络对一些模糊理论中难以确定的规则和决策通过学习得到的优点,构成模糊神经网络判别系统,用模糊理论把检测到的对称特征值模糊化后作为神经网络输入矢量。

水果的对称允许其果轴至水果图像两边缘的距离之差的绝对值有一定的偏差范围。距离之差的绝对值(简称距离差)用模糊语言表示。定义{大($\underline{B}$),中($\underline{M}$),小($\underline{S}$),零($\underline{Z}$)}四个语言变量为描述距离差的模糊状态。在本系统中设距离差 d 的论域为 D ,取 $D = \{d\} = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ 共7级。

在距离差的论域 D 上,定义描述距离差的各模糊状态的隶属函数为式(1)~式(4)。

$$\mu_{\underline{B}}(d) = \begin{cases} 1 & d > 6 \\ \exp[-0.23(d-6)^2] & d \leq 6 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{\underline{M}}(d) = \exp[-0.4(d-4)^2] \quad (2)$$

$$\mu_{\underline{S}}(d) = \begin{cases} \exp[-0.6(d-2)^2] & d \geq 2 \\ \exp[-0.28(d-2)^2] & d < 2 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{\underline{Z}}(d) = \exp[-0.5d^2] \quad d \geq 0 \quad (4)$$

通常实际的距离差基本论域与上述所定义的模糊状态的论域不一致。为此引入一比例

因子以对距离差进行模糊化。设距离差的基本论域为 $[0, d_m]$, 距离差模糊状态的论域为 $[0, n]$, 则比例因子 $G_c = d_p/n$ $n \leq d_p \leq d_m$, 在本系统中, $n = 6$ (当 $d_m = 24$, 对应最大的距离差约为 10.656mm)。有了比例因子, 计算所得的距离差可按式(5)进行模糊化。式(5)采用最大隶属法(即独点集)。

$$D = d/G_c \quad (5)$$

3 神经网络

由于神经网络的自学习功能、联想记忆功能、分布式并行信息处理功能可解决知识自动获取和推理决策等问题, 故本系统选用一个三层 BP 神经网络来实现对称判别功能^[5]。

神经网络输入矢量为模糊处理后的水果对称特征参数。对称判别由神经网络在正常操作时作出。对称判别决策知识的获取由神经网络在学习过程完成。学习时, 采用 BP 冲量算法, 通过反复迭代学习获得网络的连接权和阈值并存入一文件。

4 试验与结果

选形状各异的 26 个国光苹果作为训练样本对不同结构的神经网络进行训练, 以使网络获取判别与分类的知识。而后再选 38 个国光苹果对不同结构的神经网络进行对称判别准确度测试。

试验中选神经网络输入层的结点数为 20, 即将苹果垂直于果轴 20 等分, 从而有 20 个距离差数据, 模糊化处理中的比例因子 G_c 为 4。在本试验中输出层有两个神经元, 定义输出状态(1, 0)表示被检测的苹果对称, (0, 1)为苹果非对称。

表 1 是不同结构的神经网络的训练次数和对训练样本的学习率以及训练后对非训练样本对称判别的准确度。表中的判别准确度(学习精度)在下述条件下所得: 设神经网络的输出为(A, B), 当 $A > 0.8$ 且 $B < 0.3$ 则认为被检测的苹果对称; 当 $A < 0.3$ 且 $B > 0.7$ 时, 则苹果非对称。

图 3 是结构分别为 20-2-2 和 20-4-2 的神经网络的学习误差平方和随学习次数变化的曲线。

表 1 不同结构的网络学习次数、样本学习率
和非样本判别准确度

结构	学习次数	样本学习率 (%)	非学习样本判别准确度 (%)
20-2-2	11960	100	92
20-4-2	14500	100	92
20-8-2	10400	100	90
20-10-2	11440	100	92
20-12-2	11960	100	90
20-14-2	13000	100	90
20-18-2	10920	100	92
20-22-2	5720	100	90
20-28-2	9880	100	87
20-32-2	12480	100	90
20-36-2	11440	100	90

注: 学习次数(整个学习误差平方和 <1 的条件下)

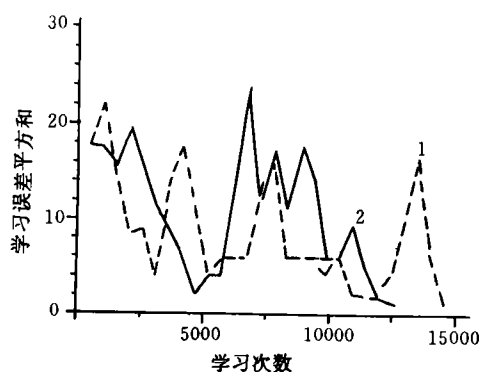


图 3 神经网络学习误差

1 BP 20-4-2 2 BP 20-2-2

对于在线实际应用来说,网络的判别精度和运行速度是首要因素,而学习过程是离线进行的,对学习次数要求不很高。从表1和图3可见,结构为20-2-2的神经网络可选作进行苹果对称判别的网络,该网络结构简单,对于用串行计算机模拟神经网络意味着运行时间短;另外较其他结构的网络具有较高的判别准确度,同时学习训练次数较少,误差衰减较快。

试验表明:用神经网络进行苹果对称判别的方法是可行的,且系统具有较高的判别准确度。

5 结 论

本文将模糊理论与神经网络相结合构成果形对称判别系统。充分利用它们的优势互补,方法科学,判别准确度较高。为果形的进一步判别与分类研究奠定了基础。

参 考 文 献

- 1 商业部济南果品所译. 国际及国外果品标准汇编. 北京:中国标准出版社,1990. 78~84
- 2 日本农业机械学会. 农业机械手册. 北京:机械工业出版社,1991. 15~40
- 3 刘 禾. 计算机视觉在水果自动分级中的应用研究. [学位论文]. 北京:北京农业工程大学, 1995. 20~39
- 4 都志杰, 鲍新福. 模糊控制原理及模糊控制系统. 中国自动化学会仪表与装置专业委员会. 1990. 30~47
- 5 张明立. 人工神经网络的模型及其应用. 复旦大学出版社,1993

Research on Judging the Symmetry of Fruit with Neural Network

Liu He

(North China Electric Power University, Beijing, 100085)

Zhou Yin

Wang Maohua

(Wuxi University of Light Industry, Wuxi, 214036) (China Agricultural University, Beijing, 100083)

Abstract To varieties of fruits, the symmetry is an important feature to describe their shape. As the symmetry is relative fuzzy concept, a comprehensive approach with fuzzy theory, neural network to detect the symmetry is proposed. The tests prove that the method has fine accuracy. It provides a basis for further study on the shape judgement of fruit.

Subject-words Neural network; Fuzzy theory; Computer; Symmetry; Fruit