

基于神经网络的黄瓜等级判别

王红永 曹其新 刘文秀 永田雅辉

【摘要】 在瓜果的等级判别中尚存在机器人挑选与人挑选结果不一致的问题。作者基于图像处理技术和神经网络理论开发了一种适用于长型瓜果的判别系统,该系统通过对各对象标准样本的学习即可实现对学习过的长型瓜果的等级判别,达到一机多用的目的,试验结果表明,开发的系统对黄瓜等级判别的准确率在96%以上,而且操作方便。

叙词: 神经网络 图像处理 机器人 黄瓜

引言

瓜果挑选机器人出现挑选误差主要问题在于视觉判断技术。人是通过对判别对象的色彩、形状等有关信息进行综合后作出判断的,而目前的机器视觉识别技术一般是采用模板匹配法、统计特征法、句法结构方法及逻辑特征识别法等进行判别的。在工业制造业中传统的视觉技术的检测对象是固定的图像和参数,这时机器人的视觉系统以速度快、均一性好和不受情绪和疲劳的影响等特点优于人工挑选,但是,在瓜果的品质判别上,传统的机器人视觉技术无法像人那样根据经验对非固定形状的瓜果进行综合判断。

本文基于神经网络理论和图像处理技术,提出了一种适用于长型瓜果的形状判别算法,以解决这一问题。该算法是模仿人对长型瓜果的形状判断方式,先抽出长型瓜果的形状特征,然后对其特征参数进行综合判断。由于神经网络具有学习功能和很强的模式识别能力,通过对机器人视觉系统进行判别训练,只要标准长型瓜果的样本选择正确,就可得到非常接近人的判别效果^[1-3]。



图1 黄瓜检查标准规格

1 试验材料和方法

1.1 长型瓜果品种和分级标准

选用具有长型瓜果代表性的黄瓜作为试验材料。黄瓜品质等级参照产地的经济农业协同连合会(日本)制订的《瓜果检查标准规格》(图1)。从图1可知黄瓜的品质等级标准是以文字和照片形式表现的,具体说明如下:黄瓜的品质等级分为A、B、C级:A级形状匀称,弯度不超

收稿日期: 1998-08-18

王红永 中国农业机械化科学研究院 博士, 100083 北京市

曹其新 上海交通大学机器人研究所 博士, 200030 上海市

刘文秀 中国农业机械化科学研究院 高级工程师

永田雅辉 日本宫崎大学农学部 教授, 8892192 宫崎市

过1.5 cm, 色泽和鲜度品质良好, 无病虫害; B 级形状较为匀称, 弯度不超过3 cm, 鲜度品质良好, 无病虫害; C 级畸形, 弯度超过3 cm, 过熟, 有疤痕。大小按质量分为 2L、L、M 和 S, 质量分别为130 g、110 g、95 g和80 g左右。

1.2 试验装置的构成

试验装置的硬件构成如图 2 所示, 由 CCD 摄像机 (ELMO, EC - 202, Lens: 16 mm, f: 1.5~ 16)、图像采集卡 (PHOTRON, FCM 2 - RGB, 2 × 3 × 640 × 480 × 8 的帧存体)、PC 计算机 (NEC, PC9801RA, 50 MHz)、日光灯型的照明装置 (京都电机, LSB - L 40, 30 kHz, 40 W)、监视器 (SONY, PVM - 9221, 512 × 512) 组成。



图 2 试验装置

1.3 形状特征抽出法

计算机要像专业人员那样判别长型瓜果等级, 关键在于如何从采集到的判别图像中正确地检出形状特征参数。

本文提出的形状特征是一组从图 3 所示的二值图像中, 从粗细、长度和弯曲度 3 个方面抽出的参数, 具体说明如下: 定义瓜果根部到顶部的距离为 H , 从根部开始分别在 $0.1H$ 、 $0.25H$ 、 $0.5H$ 、 $0.75H$ 和 $0.9H$ 相应的位置, 找出果实的中心点 A 、 B 、 C 、 D 和 E , 连接各点得到 l_1 、 l_2 、 l_3 、 l_4 。再从根部开始在 $0.2H$ 、 $0.3H$ 、 $0.7H$ 、 $0.8H$ 的位置, 分别作 l_1 、 l_2 、 l_3 、 l_4 的垂线, 然后检出果实的宽度 W_1 、 W_2 、 W_3 、 W_4 。C 点的宽度 W 按水平方向检出。点 A 和 E 之间的距离定义为 L 。

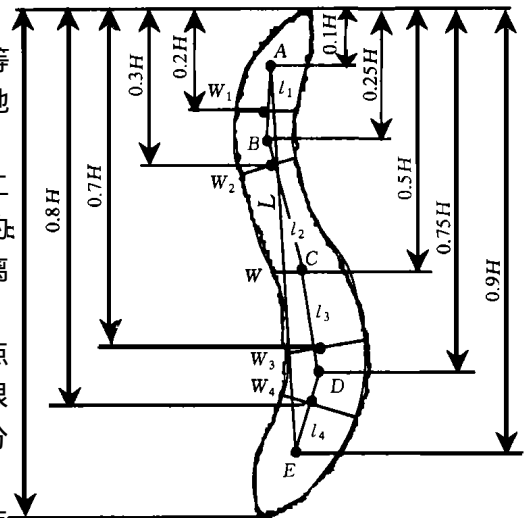


图 3 形状特征的抽出法

根据以上抽出的因素, 定义形状特征函数如下

$$\begin{aligned}
 F_1 &= W_1/W & F_2 &= W_2/W & F_3 &= W_3/W & F_4 &= W_4/W \\
 F_5 &= L / (l_1 + l_2 + l_3 + l_4) & F_6 &= W / (l_1 + l_2 + l_3 + l_4)
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

式中 $F_1 \sim F_4$ ——果实均匀性的特征参数 F_5 ——果实的弯曲特征参数

F_6 ——果实的粗细特征参数

1.4 基于神经网络的判别

向前多层神经网络是具有较强模式识别功能的工具。本研究采用的网络形式如图 4 所示, 包含输入层、隐层和输出层。每层上的神经元称为节点或单元。网络的信号传播是由输入单元传到隐单元, 再传到输出单元。每个隐单元的活性取决于输入单元的活性及输入单元与隐单元

之间的连接权值; 输出单元的行为取决于隐单元的活性及隐单元与输出单元之间的连接权值。

为了按以上特征参数划分出 A、B、C 三个等级, 这里定义向前多层神经网络的输入端为与 6 个参数相对应的 6 个输入单元, 输出端为 2 个输出单元 (用于表示 3 种等级状态), 隐层的单元数则根据训练状况决定。所谓多层神经网络的判别功能, 其实是给神经网络的输入端输入一组品质特征参数, 从而在网络的输出端得到一组所希望的输出信号。理论上说只要赋予向前多层神经网络足够的隐层、隐单元数和示教信号, 网络经过训练后就可以实现所需的判别功能^[4]。

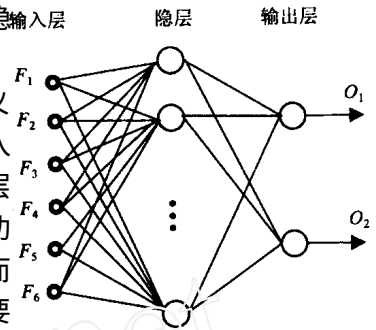


图 4 神经网络

1.5 长型瓜果等级的判别程序

长型瓜果等级判别程序从功能上可分为学习部分和判别部分。学习部分包括图像处理、特征抽出和网络训练; 判别部分包括图像处理、特征抽出、特征判断及结果显示。整个系统程序用 Microsoft C 语言按图 5 编成, 程序启动后通过计算机上的屏幕和键盘, 以人机对话的方式引导挑选机器人进入学习训练或挑选判别状态。

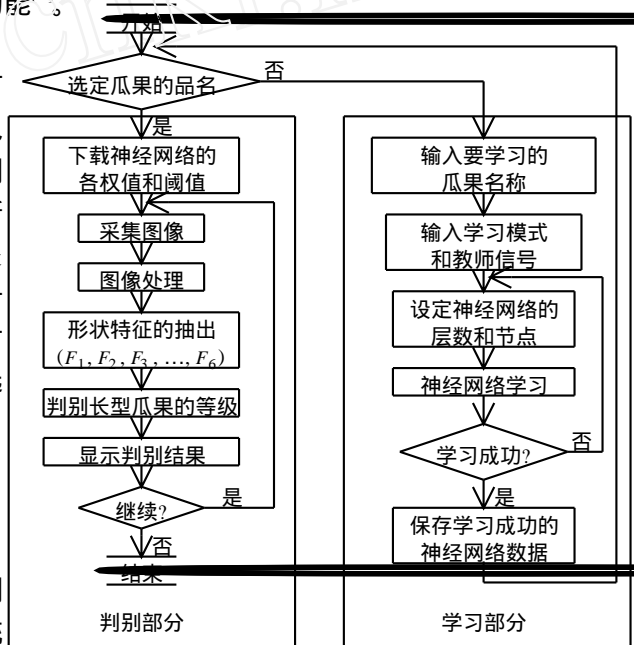


图 5 系统程序流程图

2 试验结果和分析

2.1 等级判别系统的学习

要使试验系统具有长型瓜果的判别功能, 必须让系统学习标准的模式, 系统的判别准确率由学习效果决定。为了验证本文提出的长型瓜果等级判别方法的性能, 在此选择黄瓜为代表的长型瓜果作为系统的试验对象。判别系统的学习过程如下。

2.1.1 学习模式的制成

标准模型是根据日本宫崎县经济农业协同连合会的《青果物自主检查标准规格》中的实物照片制成。教师信号的定义: A 级为 (0, 0), B 级为 (0, 1), C 级为 (1, 0)。根据以上条件得出了表 1 所示的黄瓜学习模式。

表 1 学习模式

等级	输入(标准模式)	输出(教师信号)	
	F_1, F_2, \dots, F_6	O_1	O_2
A		0	0
B		0	1
C		1	0

2.1.2 学习模式的输入

把黄瓜的标准模型放在 CCD 摄像机下, 使计算机采集该图像信号, 然后通过键盘键入教师信号, 得到计算机输入的确认证号后, 再输第 2 组模式。

2.1.3 学习模式的训练

系统学习前设定神经网络隐层的神经单元数为 10 个, 学习误差设在 0.001 以下。学习成功后保存神经网络的数据。

2.2 系统的判别

试验材料是直接从菜农手中购入的未经挑选的黄瓜(30支),系统的判别试验步骤如下。

2.2.1 系统的设定

根据计算机显示的主菜单,输入长型瓜果的名称(本文为黄瓜)。程序自动下载黄瓜的训练后神经网络数据,然后进入判别状态。

2.2.2 系统的判别

首先把要判别的黄瓜放在CCD摄像机下,键入执行判别的命令,根据计算机显示的判别结果,把判别后的黄瓜分别放入标有A、B和C的盘子中。图6是30支黄瓜的判别结果。

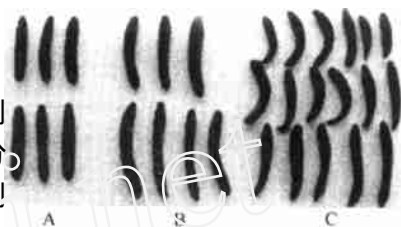


图6 判别结果

2.3 与人工判别结果进行比较

为了评价系统判别的准确性,这里把系统的判别结果与人工判断的结果进行比较。需要说明的是,长型瓜果的等级划分是一个比较模糊的概念,没有一个明显的界限。为此,实验时定义人的判断正确结果是:让学生甲、乙、丙及教师丁、戊共5位实验者对每一个试验长型瓜果的等级进行评价,如果其中3人以上的结论一致,则确定为正确的判断结果。例如对于某一支黄瓜,5位实验者评价的结果是A、A、B、A、B,即认为该黄瓜的等级为A。根据以上的规则,人和系统的判别准确率分别为:甲93.3%,乙90%,丙90%,丁93.3%,戊93.3%,系统96.7%。相对于5位实验者来说,本系统的判别准确率最高(96.7%)。

试验结果表明,本次研制成的基于神经网络的长型瓜果等级判别系统,由于具有学习功能,操作人员不需对系统作任何调整,只需正确地提供长型瓜果的标准模型供系统学习,即可达到按人的要求判别各种长型瓜果的功能。其判别的结果与人的判别结果很接近,符合长型瓜果上市的规格要求,与传统蔬菜、水果挑选机器人的判别系统相比,体现了本系统的准确性、通用性和简便性。

3 结束语

由于果蔬生产过程中收割、挑选和包装所占的劳动力比例很大,传统的瓜果挑选机器人在解放劳动力方面起到了积极的作用。为了提高机械判断精度,本研究提出了一个基于神经网络的长型瓜果等级判别法。用该方法研制成的判别系统,不是靠对系统调整和设置来提高判别的准确性,而是像人一样通过对标准模型的学习来提高系统的判别准确率,只要标准模型选择正确,可以使系统的判别准确率很接近于人的判别。在理论上解决了人机判别不一致的问题。

参 考 文 献

- 1 Cao Q, Nagata M, Kinoshita O. A analysis of image recognition by multiple-valued neural network for automatic strawberry sorting system. Proceedings of International Agricultural Mechanization Conference. Beijing, China: 1995
- 2 Nagata M, Cao Q, Mitarai M et al. Application of the multiple-valued neural network for judgement of strawberry's size and shape. International Symposium on Automatic and Robotics in Bioproduction and Processing. Kobe, Japan: 1995
- 3 永田雅輝, 曹其新, 御手洗正文等. マシンビジョンによる果菜の等級判定に関する研究(第1報, 第2報). 植物工場學會誌, 1996, 8(4): 219~236

- 4 Perntonis S J, Lisboa P. Translation rotation and scale invariant pattern recognition by high-order NN and moment classifiers IEEE Trans NN, 1992, 3: 241~ 251

NEURAL NETWORK BASED ON CUCUMBER GRADER JUDGEMENT

Wang Hongyong Liu Wenxiu

(Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences)

Cao Qixin

Nagata Masateru

(Shanghai Jiaotong University)

(Miyazaki University, Japan)

Abstract

Judging results are not always the same between robot and human in sorting vegetable and fruits. The reason is that the shape and quality of most agricultural products can not be easily expressed mathematically to give a constant judging standard. In order to upgrade the robot sorting accuracy and minimize the difference between robot and human, a judging system based on image processing and neural network technologies was developed for long shape fruit and vegetable sorting. After training with sample patterns of different objects, the system can accurately sort different kind or variety of long shape fruit and vegetables. As a result, the judging system is suitable for multiple purposes. The experimental results show that the judging accuracy of the developed system increase to 96.7% for cucumber. Moreover, the system is easy to operate and does not require any special skilled operators.

Key words Neural network, Image processing, Robot, Cucumber