

# 日本蔬菜和水果拣选机器人的发展状况\*

上海交通大学 (上海·200030)

\* 日本宫崎大学

曹其新 吕恬生

永田雅辉

**摘要** 本文介绍了日本机器人在蔬菜、水果拣选方面的应用和发展状况,并以具体实例,概述了日本在实现全自动无人拣选蔬菜和水果的系统中引入机器人以及机器人技术的最新动向,讨论了机器人在蔬菜、水果拣选应用中亟待攻克的技术难题。

**关键词** 传感器 蔬菜和水果 拣选机器人

## 0 引言

日本是目前使用机器人密度最高的国家,机器人的安装总数占全世界的60%。1995年日本单在制造业领域,每万名雇员中就有210台机器人。1993年以前日本的机器人主要应用于汽车、机电以及半导体工业。

此后,日本的机器人制造业除了在经济上采取了降低成本,调低价格和设计上采用了模块化、通用化以及智能化外,最主要的是实行了拓宽机器人应用领域的政策,即从制造业扩大至非制造业,遍及医疗、农业、服务以及福利等范围,从而使机器人的制造业走出低谷。

本文将从一个小侧面,介绍日本机器人进入非制造业——在蔬菜和水果拣选中的应用和发展现状,希望能为振兴我国的机器人产业起到抛砖引玉的作用。

## 1 日本蔬菜和水果的上市标准和拣选的现状

在日本,蔬菜、水果除少量用于加工、出口以及杂用以外,百分之九十的产品是进入国内市场。这些蔬菜和水果在上市成为商品之前,需要对收割后产品进行清洗、加工等处理,然后按日本农林水产省所规定的蔬菜、水果的大小尺寸及品质等级标准等进行拣选、分类和包装。一般按大小或重量分2L、L、M、S和2S以及外观形状、内部品质、成熟程度和伤病等情况分为A、B、C和等外品各等级。蔬菜和水果的拣选不仅仅是为了促进市场流通的需要,还可提高食品的卫生安全以及产地的信誉。在日本,不按规定标准分出等级的蔬菜和水果就难以进入超级市场,也难以进行批发性的贸易。大型的料理店和食堂不能用自动机械设备对其进行加工,同时也不易进行通信购物。

目前,日本蔬菜和水果的挑选,除了一些易损产品例如草莓等是果菜农各自按统一的等级标准进行拣选和分类以外,绝大部分蔬菜和水果必须送到当地的经济农业协同联合会,由专业人员进行拣选和分类。蔬菜和水果的拣选、分类以及包装是一项既繁重又单调的体力劳动,又具有很强的季节性。以前这项工作主要是靠人力来完成。但是随着日本人口老年化和农业人口的减少,劳动力缺乏的现象日趋严重,另一方面日本实行农副产品进口自由化政策之后,产地之间的

竞争也更加激烈。在这种严峻的形势下,日本各地的经济农业协同组连合会在选择优良品种的同时,加强了拣选的措施,并广泛引进机器人。从技术角度看人工拣选时对蔬菜和水果的等级判定是根据个人的经验,瞬间判断的结果,其结果必然是因人而异,同时还受人的情绪和疲劳程度的影响。为了提高拣选的标准和均一性,降低产品的成本和改善劳动条件,并在剧烈的世界市场竞争中取得立足之地,日本几乎所有的农业协同组连合会都普遍引进了自动化机械和机器人设备。

## 2 蔬菜和水果的自动拣选机器人的系统及种类

在工业制造业的检测中,机器人技术的应用已经比较成熟。然而,对于蔬菜和水果的拣选方面,机器人的对象物一般都不具有固定形状或参数,因此与前者相比机器人的应用有些滞后。但是近几年来随着自动化在测量、控制方面的发展以及视觉、智能技术的开发,特别是各部门对这方面的技术投入,提高了机器人在蔬菜和水果拣选和加工业中的应用程度。

根据不同的用途,采用不同的硬件,可开发研制成各种各样的拣选机器人。它们主要是按采用的传感器的形式分类,具体如图1所示。以下将以具体实例简单地介绍目前日本蔬菜和水果拣选机器人的现状和发展动向。

### 2.1 重量计量式拣选机器人

根据蔬菜、水果的重量进行拣选的机器人,是最早开发的机种。现在广泛地使用于苹果、梨、西红柿、青椒等的拣选作业。图2是早期开发的采用机械方式与标准重量比较的重量计量式拣选机器人。

### 2.2 体积计量式拣选机器人

按对象物的体积大小进行拣选的机器人,最常见的是网孔式拣选机器人如图3所示,通常用于柑橘类、洋葱等的拣选作业。随着电子技术和计算机图象技术的发展,采用光电传感器或CCD摄像机对蔬菜、水果的体积进行测量判别已成为此类机器人的发展趋势。因为它们是对蔬菜、水果的体积进行不损伤的非接触性计量,所以适用任何种类的蔬菜和水果。

### 2.3 外观品质计量式机器人

这是一种能按蔬菜或水果的成熟度、损伤、病虫害的程度以及形状来拣选的机器人。图4是外观品质计量式拣选机器人的原理构成图。它是拣选机器人中广泛采用的类型之

\* 教育部回国人员科研基金资助

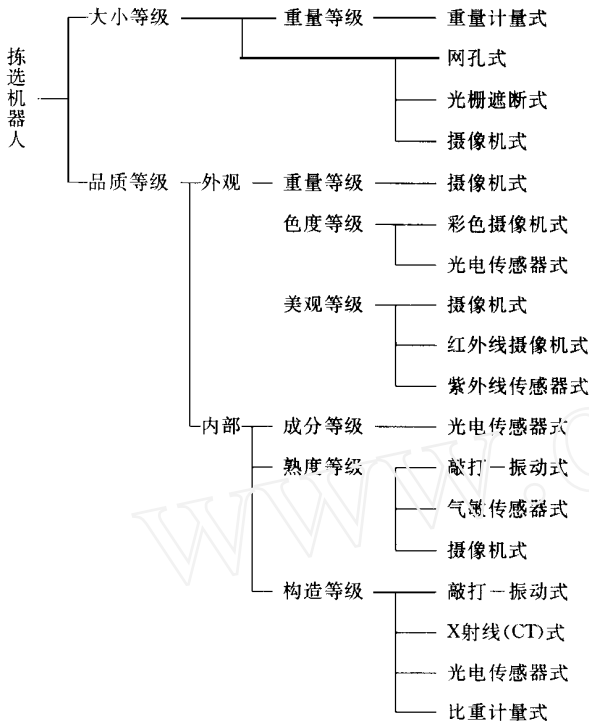


图1 荔枝 水果拣选机器人的用途和系统分类

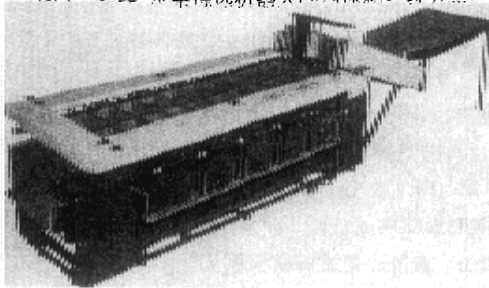


图2 重量计量式拣选机器人(武藤)<sup>[6]</sup>

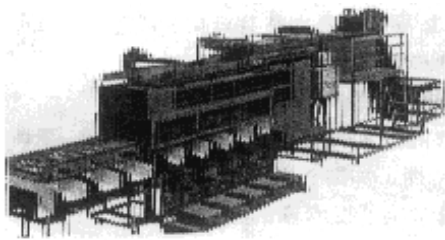


图3 网孔式拣选机器人(中村)<sup>[8]</sup>

一。从前,外观品质计量式机器人通常是采用辩色传感器提取蔬菜、水果的单一颜色信息来判别其成熟度。现在,由于PC计算机和有关图像处理硬件成本的下降,新崛起的彩色CCD摄像机已逐渐地代替了辩色传感,成为能根据蔬菜、水果成熟、损伤、病虫害以及形状的情况来综合拣选的机器人。

#### 2.4 内部品质计量式拣选机器人

许多蔬菜和水果单靠外表观察无法判定其内部品质,例如:含糖量、成熟度以及是否有空洞等。为此被开发的内部品质计量式拣选机器人采用了X射线、红外线、紫外线、气敏以及敲打振动式等传感器技术。常见的西瓜拣选机器人是利

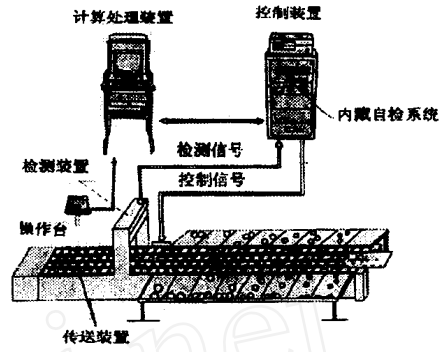


图4 外观品质计量式拣选机器人的构成原理图

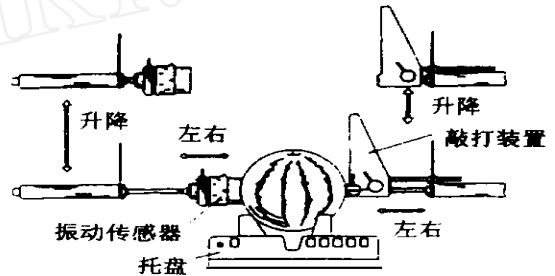


图5 敲打-振动式西瓜拣选原理图

用X射线透视成像原理判别其空洞情况,也有通过对被拣选西瓜敲打后产生的振动波的频谱分析后判定其空洞和成熟度(图5)。而水果的含糖量检测是采用电磁波(红外线或紫外线)反射或透射的频谱分析法,这类技术通常被应用在苹果、桃子、西瓜的含糖量拣选机器人上。另外,也曾有过有关采用气敏传感器测量蔬菜、水果散发香味以及光敏感传感器测量蔬菜、水果透光率来判断其成熟度的机器人的报道。

### 3 蔬菜和水果拣选机器人的难题和关键技术

通过以上介绍可知,蔬菜、水果拣选机器人实际上是通过传感器对被拣选对象进行有关的数据采集,并根据对数据的判断结果移动被拣选对象位置的装置。但是,与工业检测机器人相比,不同之处是除了在传送过程中不能损伤被拣选对象外,更主要的是要像人一样具有综合的判断能力。这也是蔬菜水果拣选机器人的开发落后于工业检测机器人的原因之一。

工业检测机器人只要根据采集到的信息,根据它们与标准数据的逻辑关系以及公式推算就可以判定被测对象是否合格。但是,人对蔬菜、水果拣选是根据经验从视觉、嗅觉、触觉以及听觉等得到的信息来进行综合判断。它们的标准也很难用具体的数据和逻辑关系公式来表达。如果蔬菜、水果拣选机器人能完全代替人的工作的话就必须具备象人一样的智能判断功能。但是目前传感器技术和计算机技术都无法达到这程度。因此,许多在工业检测机器人中成功的开发经验也不能完全适用于蔬菜、水果拣选机器人。蔬菜、水果拣选机器人要完全取代人工拣选必须突破以下几个难点。

# 机械系统智能化设计的研究

## ——用神经网络实现系统特性的预测

上海交通大学(上海·200030) 张超 王安麟

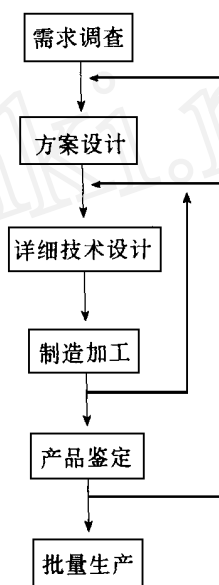
**摘要** 本文从系统设计学的角度,探讨采用神经网络的方法在机械系统设计过程中,实现对机械系统特性的预测。其目的在于在机械系统设计的方案设计阶段,相对于新产品的初步设计,设计系统基于现有产品的信息,简单,而且具有继承性地为系统提供具有反馈性的系统特性表达方法。这一研究对建立高效、短周期、智能化设计系统过程是有益的。文中以雷达的结构系统固有频率预测为例,提出运用神经网络对机械结构系统特性进行预测的方法。本文的主旨在于推介在机械系统设计的方案设计过程中,应用神经网络方法进行系统特性预测的方法。

**关键词** 神经网络 系统识别 雷达

### 1 问题的提出和分析

在机械结构设计的实际工作过程中,首先是进行方案设计,然后根据确定的结构方案,进行详细的技术设计。整个过程如图1所示。

对于机械结构方案设计者来说,在完成方案设计后,很期望对系统总体特性指标有一个比较可靠的估算,以便快速、有效地对结构方案设计参数进行更趋合理的改进和调



整。在大系统、多品种机械产品设计中,建立起结构方案设计参数与结构总体系统特性指标之间的有机联系,是总体设计中的一大课题。一旦方案设计参数确定后,进入详细技术设计阶段,设计者将根据有关的技术规范、力学解析以及经验等进行设计。假定在此阶段中,由于设计技术人员不同,仅在结构局部会出现差异,并不会对系统特性带来大的影响的话,可以认为,方案设计所确定的各参数与系统特性指标之间存在着一种必然的对应关系。实际设计中,这种对应关系很难用一数学函数的方式予以表达。

一般来说,一个机械产品的方案设计着重于产品的功能需求,而产品的详细设计则着重于其功能实现的保障。机械

#### 3.1 机器人的传感器

为了尽量多采集检测数据,需要开发传感器的种类,提高传感器的灵敏度和反应速度,同时还要使用多种传感器同时采集各种数据。如外部重量,形状和内部品质的成分。

#### 3.2 机器人的智能度

机器人要象人一样具有综合判断能力,靠一些常规的算法以及逻辑运算,很难满足要求,应该引进模糊逻辑计算、神经网络和智能模拟技术,开发一些新的算法。

#### 3.3 机器人的柔软性

拣选机器人面临的对象物是具有生命的水果和蔬菜,其传送和搬运机构要有柔软装置,能适应对象物的各种形状,保证在传送和搬运过程中不能有损伤现象的发生,同时还要保持对象物的新鲜度。

#### 3.4 机器人的通用性和适用性

适合非专业人员使用,能够通过人机对话的形式实行拣选标准的调整等功能,以及一机多用、操作简单、维护方便和价格便宜的特点。

### 4 结论和展望

近几年日本机器人的应用转向非制造业后,取得了飞速的发展,在水果、蔬菜的加工和拣选方面同样也取得了不少成功的事例。在解决劳力短缺和生产竞争的矛盾中起到了

很大的作用,已成为蔬菜、水果生产中不可缺少的一员。但是,人对水果、蔬菜等级的判断拣选是一个很复杂的脑力和体力处理过程。水果和蔬菜的加工中让拣选机器人完全代替人的作业还有许多技术难关有待攻克。有些还属于世界性的难题。

我国是一个农业大国,在21世纪将面临着比世界任何国家都要严重的人口老化的问题,农业劳动力不足也将发生。另外,生活节奏加快和饮食结构的改变,对进入市场的水果和蔬菜要按规定拣选,分级和包装将是必然的趋势。因此,可以说水果和蔬菜拣选机器人在我国有着很大的潜在市场。

#### 参 考 文 献

- 1 鹰尾宏之进 青果物の选别 农业および园艺, 1990, 65(2): 267~270
- 2 森山 博 选果技术の現状と动向 农业机械誌, 1980, 41(4): 647~654
- 3 瀬尾康久 选果选别装置のメカトロ化の現状 农业および园艺, 1992, 67(1): 80~86
- 4 大森定夫 野菜の调制作业の机械化 ハイテク农业情报オレタチの时がきた, 化学工业日报社, 1988, 170~171
- 5 相良泰行 青果物选别机の各种システムと开关动向 食品流通技术, 1994, 23(11): 4~11
- 6 (有)武藤选果机制作所 カタログ, 1996
- 7 マキ制作所(株). カタログ, 1996
- 8 中村撰果机(株). カタログ, 1996

曹其新 男, 上海交通大学博士后。

ISSN 1006-2343

Machine Design and Research

Vol 14, No. 4, Dec, 1998

Edited and Published by: Machine Design and Research  
Journal Office

Add: No. 1954 Hua Shan Road Shanghai China

Distributor: China International Book Trading  
Corporation (P. O. Box 339, Beijing)

**Current Situation and Prospect of Robot Sorting System for Vegetables and Fruits in Japan**

Cao Qixin et al

(Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China) p9

**Abstract** This paper introduces the application and the development of robot sorting system for vegetables and fruits production in Japan. The new research achievements of several Japanese institutions and manufactures have been presented and the key techniques which have been developed and applied in robot sorting system for vegetables and fruits production have also been discussed.

**Key words** Sensor Vegetables and fruits Robot sorting system

**Research of Intelligent Design of Mechanical Structure System — Predict of Characters of Mechanical System via ANN**

Zhang Chao et al

(Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China) p12

**Abstract** The paper deals with predicting the characters of mechanical system by means of neural networks during the design of mechanical system from the point of system design. Its purpose is to provide the initial design of system characters with the inheritance from the existing products in the course of initial design of new products. The research is valuable for constructing an efficient, fast and intelligent design system. In the paper the method of predicting the inherent frequency of structure system of radar by means of neural networks is presented, which can be extended to the field of design of mechanical system.

**Key words** Neural networks System identification Radar

**Study on Computing Contact Point of Point-contact Teeth in Different Coordinate System**

Sun Dianzhu et al

(Shandong Institute of Technology, zibo, china) p14

**Abstract** A whole process of computing contact point for meshing theory of point-contact teeth is proposed in this paper, and same formula for computing contact point is given when different coordinate system is selected. The formula can be used for meshing analysis and computation as coordinate system is chosen according to specific problem in meshing drive.

**Key words** Gear Point-contact Meshing theory

**A Solid Modeling for Landing Gears and Control Systems Based on AutoCAD**

Li Yi

(Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, China) p16

**Abstract** Based on the Advanced Model Extension

(AME) for AutoCAD, a solid modeling for landing gears and control systems is studied. By the implementation of the solid modeling of landing gears and control systems of a real aircraft, some errors in the original design are detected, much experience and some skill for the use of AutoCAD are accumulate and a time-saving, convenient and high efficient approach to the compilation of aircraft material catalogue is provided. In the meanwhile, some deficiencies in the software AutoCAD are revealed.

**Key words** Landing gears Control systems Computer aided design

**The Development and Application of Parametric Graph Database of Mechanical Standard Part Based on T-FLEX CAD System**

Li Zhenjie et al

(Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China) p18

**Abstract** In this paper, firstly, the function of T-FLEX CAD on the aspect of parametric designing and geometric modeling is introduced. Then, the development and appliance of mechanical part graph database is discussed in details in the system. Finally, the important usage of the system in designing of new mechanical product is pointed out.

**Key words** T-FLEX CAD system Parametric designing Parametric graph database

**CD/CAPP — Integrated System with CAPP and PPC**

Yang Hongbai et al

(Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China) p21

**Abstract** Serial integration model can not make people satisfactory, concurrent distributed functional integration has taken the foreground in current manufacturing system development. CAPP and PPC are considered as two separated function part in mechanical manufacturing system. CD/CAPP system use concurrent distributed functional integration model to compose two parts. Based on the same dynamic resource, the system can produce production plans and order process plans using decision algorithm — lower dimension multi-object algorithm.

**Key words** CAD CAPP Functional integration Heuristic algorithm Order process plan

**Encode Technology in Computer Aided Design System for Welded Structures**

Zha Degen et al

(Tongji University, Shanghai, China) p24

**Abstract** In his paper, a group encode method for welded structures is presented on the basis of utilizing the technology of group encode. These codes stand for welded