

# 水果品质智能化实时检测分级生产线的研究

蒋焕煜, 应义斌, 王剑平, 饶秀勤, 徐惠荣, 汪懋华

(浙江大学)

**摘要:** 一种用于水果动态、实时检测的水果品质智能化实时检测分级生产线, 由水果输送翻转系统、计算机视觉识别系统、分级系统组成。水果输送翻转系统的双锥式滚筒水果输送翻转装置, 使水果以一定速度向前输送, 并使水果绕水平轴自由转动, 保证检测系统能检测到水果整个表面, 获得足够的水果图像信息。通过计算机视觉系统的视觉智能识别, 综合判断每一水果的等级, 并确定每个水果的位置信息, 由计算机识别系统的控制模块将指令传输给分级系统, 完成水果的分级。

**关键词:** 水果; 机器视觉; 实时检测; 分级

中图分类号: TP274.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2002)06-0158-03

机器视觉在农业上的应用是国际上正在研究的课题。目前, 发达国家在农业生产及农业现代化方面已开始应用机器视觉系统, 如获取作物的生长状态信息, 农业种质资源管理, 植物病理研究, 遗传细胞工程研究等。国际上在 20 世纪 70 年代末期以后开始进行机器视觉在农业工程中的应用研究, 研究对象的范围极其广泛, 从早期的植物种类的鉴别, 谷物谷粒的表面的裂纹检测, 从部分遮挡的图像中确定水果的位置, 农作物种子的分级, 根据梅、鸡蛋、黄瓜、玉米、竹笋、西红柿、辣椒、苹果和土豆等的大小、形状、颜色和表面损伤与缺陷等进行分级等等。机器视觉技术的特点是速度高、信息量大、功能多, 以水果为例, 可一次性完成果梗完整性、果形、水果尺寸、果面损伤、成熟度等分级, 而且可以测量定量指标, 可测量水果大小、果面损伤面积的具体数值, 根据其数值大小进行分类。

国外从 20 世纪 90 年代就开始研究基于计算机视觉技术的水果分级系统, 到现在已有部分实用的产品, 如美国的 OSCAR<sup>TM</sup> 型和 MERLIN 型高速水果分级生产线, 用于苹果、梨、橘子、桃子等水果的分等定级和品质检测<sup>[1-5]</sup>。国内从 20 世纪 90 年代开始利用计算机视觉技术进行水果的分级, 应义斌等人对苹果、柑橘、黄花梨等水果进行了较深入的研究<sup>[6-11]</sup>, 但研究对象主要是静态的水果, 至今还没有水果品质智能化实时检测和分级生产线。

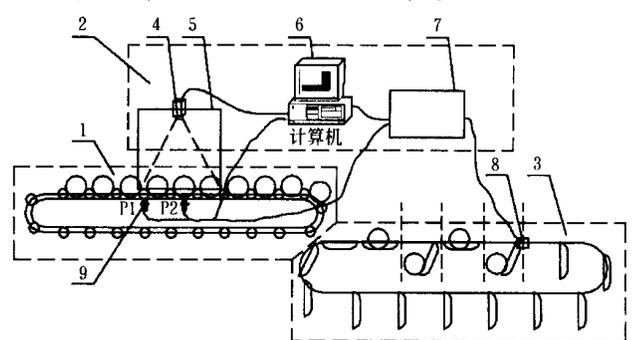
本文介绍一种自主创新的、适合国内农业生产现状的水果品质智能化实时检测和分级生产线, 已申报国家发明专利。

## 1 水果品质智能化实时检测和分级生产线系统

水果品质智能化实时检测和分级生产线系统的要求是使水果能快速、均匀的翻转和输送, 将水果以合适

的且不断变化的位置和姿态呈现在计算机视觉处理系统内, 使计算机视觉系统能准确、有效、全面的获取被测对象的品质特征信息; 计算机视觉系统能从快速运动的水果群体中实时提取、分析和判断水果的形状、大小、色泽、表皮光滑度、果面缺陷和损伤等全部外观品质特征信息, 并给出分系统的控制信号; 分级系统接受计算机视觉系统发出的信号, 使带有位置信息的水果在对应的分级口位置落下, 实现果品的分级。

本文提出的水果品质智能化实时检测和分级生产线的总体组成如图 1 所示。在图 1 中, 水果输送翻转系统、计算机视觉识别系统、分级系统组成了整个水果品质智能化实时检测分级生产线。根据水果的大小、形状、色彩、缺陷和表面光洁度进行外部品质的综合检测, 可按照不同水果的国家分级标准所需的外部特征信息进行分等、分级, 生产率可达到 3~5 t/h。



1 水果输送翻转系统 2 计算机视觉识别系统  
3 分级系统 4 光照箱动态 5 图像采集系统  
6 微机 7 控制模块 8 分级执行机构 9 位置传感

图 1 水果品质智能化实时检测和分级生产线系统简图

Fig. 1 Real time intelligent inspecting and grading line of fruit quality

## 2 水果输送翻转系统

水果输送翻转系统如图 2 所示, 包括双锥式滚筒、摩擦带、倾斜条、水平轴及传动件等。整个输送系统由链传动完成, 双锥式滚筒通过水平轴装在链条上, 并能随链条向前运动。装在双锥式滚筒下面的摩擦带由另一电动机驱动, 与双锥式滚筒紧密接触, 当摩擦带和双锥式

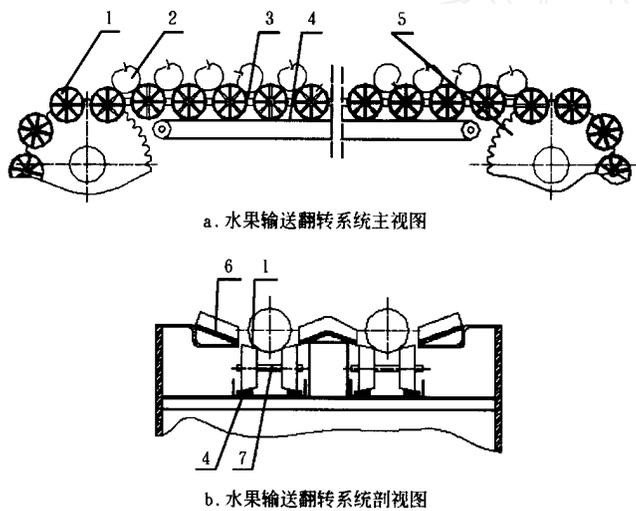
收稿日期: 2002-05-29

基金项目: 国家“863”计划(2001AA42223); 国家自然科学基金(30270763)

作者简介: 蒋焕煜, 男, 博士生, 讲师, 杭州市凯旋路 268 号 浙江大学农业工程与食品科学学院, 310029

滚筒具有速度差时, 双锥式滚筒就会在摩擦带上绕水平轴转动, 调节摩擦带的速度可以控制双锥式滚筒的旋转速度。

为提高水果分级的生产率, 该装置采用双排双锥式滚筒同时输送和翻转水果。水果从上料端进入此机构后, 由于双锥式滚筒本身的斜度, 水果能自动进入每一对双锥式滚筒的中间, 与 4 个锥筒同时接触, 在一对双锥式滚筒的作用下, 以既向前输送又同时翻转的运动方式进入计算机视觉识别系统。倾斜条的作用是保证水果在输送过程中, 水果能自动单个成行进入每对双锥式滚筒中, 水果输送翻转系统的速度可以根据生产线工作的需要进行调整。



1. 双锥式滚筒 2 水果 3 链条 4 摩擦带  
5 传动链轮 6 倾斜条 7 水平轴  
图 2 水果输送翻转系统简图

Fig 2 Fruit feeding and rolling installation

### 3 计算机视觉识别系统

计算机视觉识别系统(见图 1)由光照箱、动态图像采集系统、微机、控制模块和位置传感器组成, 光照箱通过选取合适的光源频谱和空间位置, 使整个视场内的光照均匀一致, 并可根据不同的识别对象进行调节。动态图像采集系统安装在光照箱内, 通过调整位置, 使之可以获得多个水果的图像信息, 图像处理分析软件对在视场内的每个水果的形状、大小、色泽、表皮光洁度、表面

缺陷、损伤等外观品质特征进行提取、分析和判断, 确定该水果的按国家标准分类的等级, 并由位置传感器确定水果位置的信息, 然后通过控制模块将指令传递到水果分级系统中的分级执行机构, 使该水果在对应分类级别的位置落下, 从而实现水果的分级。

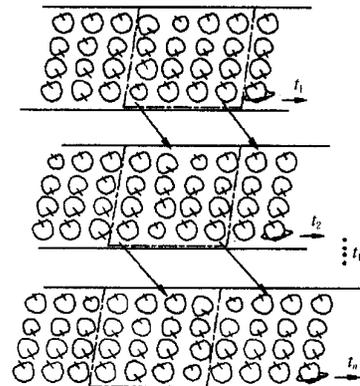
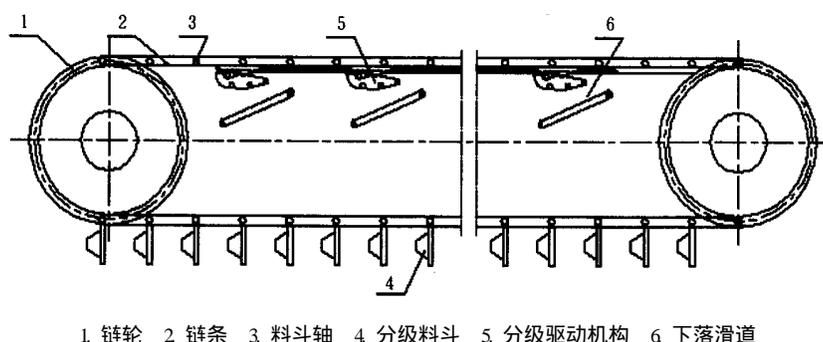


图 3 时间序列连续场扫描所获得的动态渐进水果图像  
Fig 3 Progressing time-series digital images of fruits

为实现从快速运动的群体中实时提取、分析和判断每个水果的全部外观品质特征信息, 采用时间序列连续场扫描的方式来采集水果图像。在图 3 中, 计算机视觉系统采集从时间  $t_1$  到时间  $t_n$  期间视场内连续运动的水果图像, 这些渐进的时间序列水果图像在计算机内被综合后即可检测水果整个表面的品质指标。同时, 连续场扫描可以使得图像连续地覆盖较多的水果, 以提高视觉系统的工作效率, 从而提高生产率。

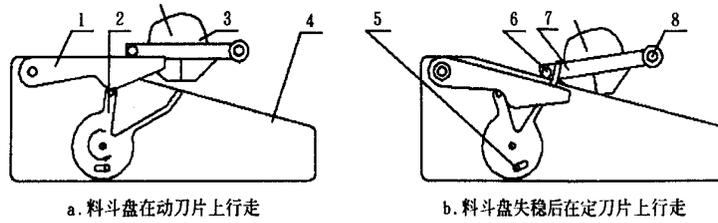
### 4 分级系统

分级系统由输送链轮、链条、料斗轴、分级料斗、分级驱动机构、水果的下落滑道等组成(图 4)。分级料斗通过料斗轴安装在链条上, 由链传动带动分级料斗和分级料斗中的水果输送, 当带有位置信息的水果输送到对应级别的水果收集箱的位置时, 由计算机视觉识别系统的控制模块发出的水果位置信号和分级信息驱动分级驱动机构, 使该分级料斗失稳, 水果在对应的分级口沿下落滑道落下, 并通过分级输出机构输送到水果收集箱中, 实现水果的分级。图 5 是分级驱动机构控制水果落下的结构示意图, 分级料斗由链条带动向前输送, 料斗前轴支撑在导轨或动刀片上, 当分级料斗输送带有位置



1 链轮 2 链条 3 料斗轴 4 分级料斗 5 分级驱动机构 6 下落滑道  
图 4 分级系统简图

Fig 4 Grading system



1. 动刀片 2 偏心盘 3 水果 4 动刀片 5 偏心盘定位销 6 料斗前轴 7 分级料斗 8 料斗轴

图 5 分级驱动机构

Fig 5 Grading drive system

信息的水果到对应的分级口位置时,由控制模块发送指令,控制步进电机驱动偏心盘偏转,使动刀片落下,在动刀片输送的分级料斗中失稳,料斗前轴沿带有斜度的定刀片行走,到定刀片末端时,水果沿着下落滑道落入水果收集箱。偏心盘定位销控制偏心盘的偏转角度,料斗前轴在定刀片上行走并接触偏心盘的长端时,可使偏心盘向回偏转,动刀片回位。

## 5 结 论

水果品质智能实时检测和分级生产线是在国家“863”计划和国家自然科学基金资助下进行的。该项目的成功实施,将有利于改变国产水果和农产品的外观质量较差,同一批产品中良莠不齐,混等混级的现状,提高我国水果的品质,增加参与国际竞争的能力,并大大降低工人的劳动强度,具有较高的理论和实际意义。

### [参 考 文 献]

[1] Tao Y. Photonics in fruits and vegetable quality assessment[J]. SPIE 2000, Vol 4203: CR82: 04  
 [2] Wen Z, Tao Y. Building a rule-based machine-vision system for defect inspection on apple sorting and packing lines. Expert System with Application, 1999, 16: 299~307.  
 [3] Crowe T G, et al Real-time defect detection in fruit-part I: Design Concepts and Development of Prototype Hardware[J]. Transactions of the ASAE, 1996, 39 (6):

2299~ 2318

[4] Crowe T G, et al Real-time defect detection in fruit-part II: an algorithm and performance of a prototype system [J]. Transactions of the ASAE, 1996, 39 (6): 2309~2308  
 [5] Tao Y. Closed-loop search method for on line automatic calibration of multi-camera inspection systems [J]. Transactions of the ASAE, 1998a, 41 (5): 1549~ 1555  
 [6] Ying Yibin, et al Application of machine vision in inspecting stem and shape of fruits[A]. Proceedings of 2000 SPIE's International Symposium on Environmental and Industrial Sensing[C], 2000, 4203: 122~ 130  
 [7] Ying Yibin, Jing Hansong, Tao Yang Identifying size and surface defect of huanghua pear with machine vision [A]. Proceedings of the ASAE 2000 Annual International Meeting [C], Milwaukee, Wisconsin, USA. 2000 No. 003141.  
 [8] 应义斌, 饶秀勤等 机器视觉技术在农产品品质自动识别中的应用研究进展[J]. 农业工程学报, 2000, 16(3): 4~ 7.  
 [9] 应义斌, 饶秀勤等 机器视觉技术在农产品品质自动识别中的应用(1)[J]. 农业工程学报, 2000, 16(1): 103~ 108  
 [10] 应义斌, 景寒松等 黄花梨果形的机器视觉识别方法研究[J]. 农业工程学报, 1999, 15(1): 192~ 19 .  
 [11] 应义斌, 景寒松等 机器视觉技术在黄花梨尺寸和果面缺陷中的应用[J]. 农业工程学报, 1999, 15(1): 192~ 196

## Real Time Intelligent Inspecting and Grading Line of Fruits

Jiang Huanyu, Ying Yibin, Wang Jiangping, Rao Xiuqin, Xu Huirong, Wang Maohua  
 (College of Biosystems Engineering and Food Science, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China)

**Abstract** Real time intelligent inspecting and grading line of fruits was designed, which consists of a feeding and rolling system, a machine vision inspecting system and grading system. The fruit feeding and rolling installation with bicone rollers allows fruit to be fed and rolled at the required speed; then the machine vision inspecting system can scan the whole surface of fruits and acquire quality information from the image. With the intelligent inspecting of the machine vision inspecting system, we can attain the quality and position information of each fruit. At last, the controller sends all the information to the grading system, which carries out the grading of fruits.

**Key words:** fruits; machine vision; real time inspection; grading