

文章编号: 1671-6906(2008)01-0009-04

机器视觉的现状与发展趋势

张五一, 赵强松, 王东云

(中原工学院, 郑州 450007)

摘要: 介绍了机器视觉的概念和机器视觉的组成, 阐述了机器视觉技术的发展现状, 如光源照明技术、光学镜头、摄像机及图像采集卡、图像信号处理、执行机构等, 分析了机器视觉技术在工业、民用、科学、军事领域的应用状况, 展望了机器视觉的发展趋势。

关键词: 机器视觉; CCD 摄像机; 图像信号处理; 检测

中图分类号: TP391 **文献标识码:** A

机器视觉是一门涉及人工智能、神经生物学、心理学、物理学、计算机科学、图像处理、模式识别等诸多领域的交叉学科^[1]。机器视觉主要利用计算机来模拟人或再现与人类视觉有关的某些智能行为, 从客观事物的图像中提取信息进行处理, 并加以理解, 最终用于实际检测和控制。主要应用于如工业检测、工业探伤、精密测控、自动生产线、邮政自动化、粮食选优、显微医学操作以及各种危险场合工作的机器人等^[2]。

一个典型的机器视觉应用系统包括图像捕捉、光源系统、图像数字化模块、数字图像处理模块、智能判断决策模块和机械控制执行模块, 如图1所示^[3-4]。首先采用 CCD 摄像机获得被测目标的图像信号, 然后通过 A/D 转换成数字信号传送给专用的图像处理系统,

根据像素分布、亮度和色彩等信息, 进行各种运算来抽取目标的特征, 然后再根据预设的判别标准输出判断结果, 去控制驱动执行机构进行相应处理。

1 机器视觉关键技术的发展现状

图1表明机器视觉是一项综合技术, 包括图像处理、机械工程技术、控制、电光源照明、光学成像、传感器、模拟与数字视频技术、计算机软硬件技术(图像增强和分析算法、图像卡、I/O 卡等)。这些技术在机器视觉中是并列关系, 相互协调应用才能构成一个完整的工业机器视觉应用系统。机器视觉强调能够适应工业现场恶劣的环境、有合理的性价比、较强的通用性和可

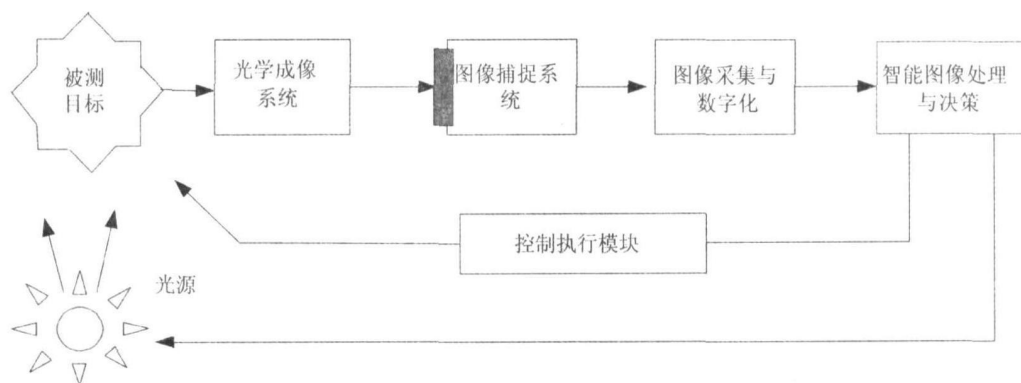


图1 典型工业机器视觉系统

收稿日期: 2007-09-12

基金项目: 河南省科技攻关项目(0721002210032)

作者简介: 张五一(1955-), 男, 河南洛阳人, 副教授。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

移植性,即实用性;它更强调高速度和高精度,即实时性.

机器视觉应用系统中,用到很多技术,但关键技术主要体现在光源照明、光学镜头、摄像机(CCD)、图像采集卡、图像信号处理以及执行机构等.下面对这些关键技术的发展现状进行阐述.

1.1 光源照明

好的光源和照明是目前机器视觉应用系统成败的关键,应当具有以下特征:①尽可能突出目标的特征,在物体需要检测的部分与非检测部分之间尽可能产生明显的区别,增加对比度;②保证足够的亮度和稳定性;③物体位置的变化不应影响成像的质量.

光源按其照射方法可分为背向照明、前向照明、结构光照明和频闪光照明等.背向照明是被测物放在光源和摄像机之间,其优点是能获得高对比度的图像;前向照明是光源和摄像机位于被测物的同侧,这种方式便于安装;结构光照明是将光栅或线光源等投射到被测物上,根据它们所产生的畸变,解调出被测物的三维信息;频闪光照明是将高频率的光脉冲照射到物体上,摄像机拍摄要求与光源同步,这样能有效地拍摄高速运动物体的图像^[5].照明亮度、均匀度、发光的光谱特性要符合实际的要求,同时还要考虑光源的发光效率和使用寿命.

表 1 列举了几种主要光源的相关特性^[3-4]:

表 1 各种光源对比				
光源	颜色	寿命/h	发光亮度	特点
卤素灯	白色,偏黄	5 000—7 000	很亮	发热多,较便宜
荧光灯	白色,偏绿	5 000—7 000	亮	较便宜
LED 灯	红,黄,绿,白蓝	60 000—100 000	较亮	固体,能做成很多形状
氙灯	白色,偏蓝	3 000—7 000	亮	发热多,持续光
电致发光管	由发光频率决定	5 000—7 000	较亮	发热少,较便宜

其中,LED 光源具有显色性好、光谱范围宽(可覆盖整个可见光范围)、发光强度高、稳定时间长等优点,而且随着制造技术的成熟,其价格越来越低,必将在现代机器视觉领域得到越来越广泛的应用.

1.2 光学镜头

光学镜头一般称为摄像镜头或摄影镜头,简称镜头,其功能就是光学成像.镜头是系统中的重要组件,对成像质量有着关键性的作用,在组建机器视觉系统时,硬件设备要根据实际需要选择合适口径和焦距的镜头^[6].表 2 是几种常见镜头型号及其相关参数.

表 2 镜头型号及相关参数

型号	焦距/mm	相机孔径/f	接口	像面尺寸/inch	视场	最近摄影距离/m
CS—S0420F	4.0	2.0	CS/C	1/3"	76°16'	0.2
CS—S0620F	6.0	2.0	CS/C	1/3"	51°36'	0.2
CS—S0820F	8.0	2.0	CS/C	1/3"	42°	0.2
CS—S1220F	12.0	2.0	CS/C	1/3"	28°16'	0.2
CS—S1620F	16.0	2.0	CS/C	1/3"	21°14'	0.2
CS—B0636GL	6.0—36	1.2	CS/C	1/3"	50°55'~9°18'	1.3
CS—B08551GL	8.5—51	1.6	CS/C	1/3"	56°50'~9°48'	1
CS—B0660GL	6.0—60	1.2	CS/C	1/3"	52°13'~5°44'	1
CS—B10200GL	10—200	1.9	CS/C	1/3"	3°4'~1°73'	2

注:1 英寸=2.54 cm

1.3 CCD 摄像机及图像采集卡

CCD(Charge coupled device)摄像机及图像采集卡共同完成对目标图像的采集与数字化.

目前,CCD、CMOS 等固体器件已经是成熟的应用技术.线阵图像敏感器件,像元尺寸不断减小,阵列

像元数量不断增加,像元电荷传输速率得到极大提高.表 3 所示为一种高性能线阵 CCD 器件的参数^[7].从中可以看到,线阵器件像元数和数据的传输率大大提高,而且器件设计集成了新的功能,具有可编程能力,如增益调整、曝光时间选择、速率调节以及维护等.

表 3 线阵 CCD 参数

器件名称	像元数	像元分辨率	Data rate/M Hz	阵列数	数据格式	动态范围	标称增益范围
P2-80-12K40	12 288	7 μ m \times 7 μ m	320	8 taps 双阵列 CCD	8-bit Full Camera Link	210:1	\pm 10dB

在线阵器件性能提高的同时, 高速面阵图像器件性能也在快速提高. 某种超高速面阵 CCD 器件, 允许的最大分辨率达 1 280 \times 1 024 像素, 最大帧率 1 MHz, 可采集 4 帧图像, 且像素灵敏度达 12 bits^[8].

在基于 PC 机的机器视觉系统中, 图像采集卡是控制摄像机拍照完成图像采集与数字化, 协调整个系统的重要设备. 一般具有以下功能模块: ①图像信号的接收 A/D 转换模块, 负责图像放大与数字化; ②摄像机控制输入输出接口, 主要负责协调摄像机进行同步或实现异步重置拍照、定时拍照; ③总线接口, 负责通过计算机内部总线高速输出数字数据, 一般是 PCI 接口, 传输速率可达 130Mbps, 完全能胜任高精度图像的实时传输, 且占用较少的 CPU 时间; ④显示模块, 负责高质量的图像实时显示; ⑤通讯接口, 负责通讯.

目前, 图像采集卡种类很多, 按照不同的分类方法, 有黑白图像和彩色图像采集卡, 有模拟信号和数字信号采集卡, 有复合信号和 RGB 分量信号输入采集卡. 在选择图像采集卡时, 主要应考虑到系统的功能需求、图像的采集精度和与摄像机输出信号的匹配等因素.

1.4 图像信号处理

图像信号的处理是机器视觉系统的核心. 视觉信息的处理技术主要依赖于图像处理方法, 它包括图像变换、数据编码压缩、图像增强复原、平滑、边缘锐化、分割、特征抽取、图像识别与理解等内容. 随着计算机技术、微电子技术以及大规模集成电路的发展, 为了提高系统的实时性, 图像处理的很多工作都可以借助硬件完成, 如 DSP 芯片、专用图像信号处理卡等, 软件主要完成算法中非常复杂、不太成熟或尚需不断探索和改进的部分.

处理时间上, 要求处理速度必须大于等于采集速度, 才能保证目标图像无遗漏, 完成实时处理.

1.5 执行机构

要实现工业领域机器视觉系统的最终目的还需执行机构来完成. 不同的应用场合, 执行机构可能不同, 比如机电系统、液压系统、气动系统, 无论哪一种, 除了要严格保证其加工制造和装配的精度外, 在设计时还应对动态特性, 尤其是快速性和稳定性给予充分重视.

2 机器视觉技术的应用

视觉技术的最大优点是与被观测对象无接触, 因此, 对观测与被观测者都不会产生任何损伤, 十分安全可靠, 这是其它感觉方式无法比拟的. 理论上, 人眼观察不到的范围机器视觉也可以观察, 例如红外线、微波、超声波等, 而机器视觉则可以利用这方面的传感器件形成红外线、微波、超声波等图像. 另外, 人无法长时间地观察对象, 机器视觉则无时间限制, 而且具有很高的分辨精度和速度. 所以, 机器视觉应用领域十分广泛, 可分为工业、科学研究、军事和民用 4 大领域.

2.1 工业领域

工业领域是机器视觉应用中比重最大的领域, 按照功能又可以分成 4 类: 产品质量检测、产品分类、产品包装、机器人定位. 其应用行业包括印刷包装、汽车工业、半导体材料/元器件/连接器生产、药品/食品生产、烟草行业、纺织行业等.

下面以纺织行业为例具体阐述机器视觉在工业领域的应用^[9].

在纺织企业中, 视觉检测是工业应用中质量控制的主要组成部分, 用机器视觉代替人的视觉可以克服人工检测所造成的各种误差, 大大提高检测精度和效率. 正是由于视觉系统的高效率和非接触性, 机器视觉在纺织检测中的应用越来越广泛^[10-12], 在许多方面已取得了成效.

机器视觉可用于检测与纺织材料表面有关的性能指标见表 4. 目前主要的研究内容可分为 3 大类: 纤维、纱线、织物. 由于织物疵点检测(在线检测)需要很高的计算速度, 因此, 设备费用比较昂贵. 目前国内在

表 4 离线检测内容

纤维取向度	纱线细度	绸类织物的起皱效果
纤维直径(熔喷纺)	纱线均匀度	绸类织物的反射特性
棉网均匀度	纱线混纺不均	织物外观的综合评定
棉纤维成熟度		西服外观质量
羊毛、羊绒鳞片结构分析		织物疵点
高分子纤维截面分析		地毯变旧程度
纤维弯曲形态分析		
纤维异形度分析		

线检测的应用比较少,主要应用是离线检测(如表 4),主要的检测有纺织布料识别与质量评定、织物表面绒毛鉴定、织物的反射特性、合成纱线横截面分析、纱线结构分析等。此外还可用于织物组织设计、花型纹板、棉粒检测、分析纱线表面摩擦。

2.2 民用领域

机器视觉技术可用在智能交通、安全防范、文字识别、身份验证、医疗设备等方面。在医学领域,机器视觉用于辅助医生进行医学影像的分析,主要利用数字图像处理技术、信息融合技术对 x 射线透视图、核磁共振图像、CT 图像进行适当叠加,然后进行综合分析,以及对其它医学影像数据进行统计和分析。

2.3 科学研究领域

在科学研究领域可以利用机器视觉进行材料分析、生物分析、化学分析和生命科学,如血液细胞自动分类计数、染色体分析、癌症细胞识别等。

2.4 军事领域

视觉技术可用在航天、航空、兵器(敌我目标识别、跟踪)及测绘。在卫星遥感系统中,机器视觉技术被用于分析各种遥感图像,进行环境监测,根据地行、地貌的图像和图形特征,对地面目标进行自动识别、理解和分类等。

3 机器视觉发展趋势

3.1 价格持续下降

目前,在我国机器视觉技术还不太成熟,主要靠进口国外整套系统,价格比较昂贵。随着技术的进步和市场竞争的激烈,价格下降已成必然趋势,这意味着机器视觉技术将逐渐被接受。

3.2 功能逐渐增多

更多功能的实现主要是来自于计算能力的增强,更高分辨率的传感器(10Mpixels),更快的扫描率(500 次/s)和软件功能的提高。PC 处理器的速度在得到稳

步提升的同时,其价格也在下降,这推动了更快的总线的出现,而总线又反过来允许具有更多数据的更大图像以更快的速度进行传输和处理。

3.3 产品小型化

产品的小型化趋势让这个行行业能够在更小的空间内包装更多的部件,这意味着机器视觉产品变得更小,这样他们就能在厂区内提供的有限空间内应用。例如在工业配件上 LED 已经成为主导光源,它的小尺寸使成像参数的测定变得容易,他们的耐用性和稳定性非常适用于工厂设备。

3.4 集成产品增多

智能相机的发展预示了集成产品增多的趋势。智能相机是在一个单独的盒内集成了处理器、镜头、光源、输入/输出装置及以太网、电话和 PDA 推动了更快、更便宜的精简指令集计算机(RISC)的发展,这使智能相机和嵌入式处理器的出现成为可能。同样,现场可编程门阵列(FPGA)技术的进步为智能相机增添了计算功能,并为 PC 机嵌入了处理器和高性能帧采集器。智能相机结合处理大多数计算任务的 FPGA, DSP 和微处理器则会更具有智能性。

小型化与集成产品正在一起为实现“芯片上的视觉系统”的最终目标而努力。尺寸更小、更密集的存储卡及成像器分辨率的提高有助于智能相机的开发和扩展。

4 结 语

机器视觉技术经过 20 年的发展,已成为一门新兴的综合技术,在社会诸多领域得到广泛应用。大大提高了装备的智能化、自动化水平,提高了装备的使用效率、可靠性等性能。随着新技术、新理论在机器视觉系统中的应用,机器视觉将在国民经济的各个领域发挥更大的作用。

参考文献:

- [1] 章炜. 机器视觉技术发展及其工业应用[J]. 红外, 2005, 27(2): 11—17.
- [2] Forsyth D A, Jean Ponce. Computer Vision[M]. Inc: Prentice Hall, 2003.
- [3] 唐向阳, 张勇, 李江有, 等. 机器视觉关键技术的现状及应用展望[J]. 昆明理工大学大学学报(理工版), 2004, 29(2): 36—39.
- [4] 段峰, 王耀南, 雷晓峰, 等. 机器视觉技术及其应用综述[J]. 自动化博览, 2002(3): 59—62.
- [5] 刘焕军, 王耀南. 机器视觉中的图像采集技术[J]. 电脑与信息技术, 2003(1): 18—21.
- [6] 贾云得. 机器视觉[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 1—15.
- [7] 颜发根, 尹华, 陈乐, 等. 基于 PC 的机器视觉系统[J]. 可编程控制器与工厂自动化, 2004(7): 129—131.

- [4] Salembier P, Serra J. Flat Zones Filtering, Connected Operator, and Filters by Reconstruction [J]. IEEE Transactions on Image Processing, 1995, 4(8): 1153—1160.
- [5] 卢官明. 区域生长型分水岭算法及其在图像序列分割中的应用[J]. 南京邮电学院学报(自然科学版), 2000, 20(3): 51—54.
- [6] 夏德深, 傅德胜. 现代图像处理技术与应用[M]. 南京: 东南大学出版社, 2001: 80—100.

Application of Image Segmentation Based on Improved Watershed Segmentation Algorithm

LIU Zhou-feng, XU Qing-wei, LI Chun-lei
(Zhongyuan University of Technology, Zhengzhou 450007, China)

Abstract: There is over-segmentation phenomenon based on watershed segmentation algorithm, so this paper presents a new segmentation algorithm, which is followed with floating-point moving image based on morphological grad image, then watershed transformation is done, edge orientation will be more precise. The region growth algorithm is followed for further image segmentation next. This algorithm can well restrain over-segmentation phenomenon, interested region is also reserved. The experimental results indicate that this algorithm is simple and effective, which can make us get ideal segmentation results.

Key words: watershed segmentation algorithm; over-segmentation; morphological grad image; floating-point moving image; region growth algorithm

(上接第 12 页)

- [8] 关胜晓. 机器视觉及应用发展[J]. 自动化博览, 2005, 22(3): 88—92.
- [9] 刘曙光, 屈萍鸽, 费佩燕. 机器视觉在纺织检测中的应用[J]. 纺织学报, 2003, 24(6): 89—91.
- [10] LIN Jeng-jong, LIN Chung-hua, TSAI I SHOU. Applying Expert System and Fuzzy Logic to an Intellect Diagnosis System for Fabric Inspect[J]. Textile Research Journal, 1995(12): 697—709.
- [11] TSAI I S. Applying an Artificial Neural Network to Pattern Recognition in Fabric Defects[J]. Textile Research Journal, 1995(3): 123—130.
- [12] TSAI I S. Automatic Inspection of Fabric Defects Using and Artificial Neural Network Technique[J]. Textile Research Journal, 1996(7): 474—482.

Actualities and Developing Trend Of Machine Vision

ZHANG Wu-yi, ZHAO Qiang-song, WANG Dong-yun
(Zhongyuan University of Technology, Zhengzhou 450007, China)

Abstract: The concept of machine vision and the configuration of a typical machine vision system have been briefly introduced in this paper, and the developing trend of machine vision's techniques have been explained, such as illuminating resource, optical lens, camera, image frame grabber, image signal processing, executive framework, and so on. The technique of machine vision has found an increasingly wide utilization in many fields, such as industrial detection, folk using, science research and military affairs and so on. In the end, the developing trend of machine vision in future is put forward.

Key words: machine vision; CCD camera; image signal processing; inspection