

涵盖各种机器视觉图像处理技术及
常用检测技术

对机器视觉图像处理的各种技术做了
原理上的分析和代码实现

机器视觉算法原理 与编程实战

案例典型，实战性强，大量可重用代码，
可应用于真实场景

杨青◎著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

Halcon

机器视觉算法原理 与编程实战

本书非常适合初学者、工程师和对机器视觉技术感兴趣的读者，书中用大量的实例介绍了机器视觉的算法和应用，有助于读者学习机器视觉的原理并快速上手。

虞志益 中山大学电子与信息工程学院 教授、博士生导师

机器视觉是工业领域发展的动力和方向，本书用成熟的方法和案例，介绍机器视觉的编程方法，值得一读。

陈小军 开异智能技术（上海）有限公司 前销售主管

“机器人”“智能驾驶”“无人机”“大数据”等词汇越来越多地出现在人们的生活中，追根溯源，这些都离不开机器视觉的飞速发展。本书围绕如何运用机器视觉开展项目这一主题，采取讲事实、举案例的形式来讲解，是一本值得参考的入门书籍。

张阳 原中国电子视像行业协会智能显示车联网分会 副主任



资源下载



“北京大学出版社”
微信公众号

上架建议：计算机/机器视觉

ISBN 978-7-301-30904-9



9 787301 309049 >

定价：89.00元

机器视觉算法原理 与编程实战

杨青◎著

贵州师范学院内部使用



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

随着机器视觉技术的飞速发展,大量需要使用机器视觉代替人工检测的需求应运而生。Halcon在开发机器视觉项目中表现出的高效性和稳定性,使其应用范围非常广泛。本书将针对机器视觉的原理和算法,以及如何应用算法解决问题进行探讨和说明,并利用Halcon对各种机器视觉算法进行举例,让读者全面、深入、透彻地理解Halcon机器视觉开发过程中的各种常用算法的原理及其应用方法,提高实际开发水平和项目实战能力。同时,也为机器视觉项目的管理者提供项目管理和技术参考。

本书适合需要全面学习机器视觉算法的初学者,希望掌握Halcon进行机器视觉项目开发的程序员,需要了解机器视觉项目开发方法的工业客户、机器视觉软件开发项目经理、专业培训机构的学员,以及对机器视觉算法兴趣浓厚的人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

Halcon机器视觉算法原理与编程实战 / 杨青著. —北京: 北京大学出版社, 2019.12
ISBN 978-7-301-30904-9

I. ①H… II. ①杨… III. ①计算机视觉-计算方法 IV. ①TP302.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第235934号

书 名 Halcon机器视觉算法原理与编程实战

Halcon JIQI SHIJUE SUANFA YUANLI YU BIANCHENG SHIZHAN

著作责任者 杨青著

责任编辑 吴晓月

标准书号 ISBN 978-7-301-30904-9

出版发行 北京大学出版社

地 址 北京市海淀区成府路205号 100871

网 址 <http://www.pup.cn> 新浪微博: @北京大学出版社

电子信箱 pup7@pup.cn

电 话 邮购部 010-62752015 发行部 010-62750672 编辑部 010-62570390

印 刷 者 北京宏伟双华印刷有限公司

经 销 者 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 17.25印张 392千字

2019年12月第1版 2019年12月第1次印刷

印 数 1-4000册

定 价 89.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

图书如有印装质量问题,请与出版部联系。电话: 010-62756370



为什么要写这本书?

随着机器视觉技术的飞速发展，大量需要使用机器视觉代替人工检测的需求应运而生。Halcon 在开发机器视觉项目中表现出的高效性和稳定性，使其应用范围非常广泛。程序员要想进入机器视觉开发行业，除了需要有基础的图像处理知识、理论知识，融会贯通各种图像处理算法外，最好还要熟悉有典型意义和实际价值的各类开发实例。这样才能在开发机器视觉项目的过程中游刃有余地解决各种图像处理问题，使开发结果达到理想的效果。

目前图书市场上关于图像处理的图书不少，但是结合 Halcon 进行算法分析和实际项目应用的图书却非常少。本书便是以实战为主旨，通过 Halcon 开发机器视觉项目中常见的 10 种典型算法模块，并列举了应用实例，让读者全面、深入、透彻地理解 Halcon 机器视觉开发过程中的各种常用算法的原理及其应用方法，提高读者的实际开发水平和项目实战能力。



本书有何特色?

1. 涵盖各种机器视觉图像处理技术及常用检测技术

本书涵盖图像预处理、图像的形态学处理、颜色与纹理、图像分割与分类、立体视觉、深度学习、表面检测、完整性检测、模板匹配、三维定位等常用机器视觉图像处理技术和检测技术。

2. 对机器视觉图像处理的各种技术做了原理上的介绍和编程代码举例

本书从一开始便对机器视觉项目开发和软硬件环境配置做了基本介绍，并对各种机器视觉图像处理技术和常用检测技术进行了原理分析和代码举例，便于读者理解书中的项目开发实例。

3. 模块驱动，应用性强

本书提供了 10 个机器视觉项目中的算法模块，这些算法模块都是机器视觉图像处理中经常用到的，具有超强的实用性，开发人员可以随时查阅和参考。

4. 项目案例典型，实战性强，有很高的应用价值

本书在第 2 篇介绍了多个案例，并对各种算法进行了代码举例。第 3 篇提供了 4 个项目实战案例。这些案例来源于作者所开发的实际项目，具有很高的应用价值和参考性。而且这些案例将不同的图像处理算法组合使用，便于读者理解本书中所介绍的技术。将这些案例稍加修改，便可用于实际项目开发。

5. 提供完善的技术支持和售后服务

本书提供了专门的技术支持邮箱：ginnyyang@qq.com。读者在阅读本书的过程中有任何疑问都可以通过该邮箱获得帮助。

本书内容及知识体系

第 1 篇 基础篇（第 1 ~ 4 章）

本篇介绍了机器视觉概述、如何做机器视觉项目、硬件环境搭建和软件图像采集等基础知识，主要包括机器视觉项目开发流程、机器视觉项目的硬件环境搭建方法、软件图像采集方法等。

第 2 篇 算法篇（第 5 ~ 14 章）

本篇介绍了机器视觉图像处理中常用的 10 个典型算法模块及其代码实现，主要包括图像预处理、图像分割、颜色与纹理、图像的形态学处理、特征提取、边缘检测、模板匹配、图像分类、相机标定与三维重建、机器视觉中的深度学习等。

第 3 篇 应用案例篇（第 15 ~ 18 章）

本篇主要介绍了 4 个项目案例的开发过程，主要包括印刷完整性检测、布料表面缺陷检测、仪表数值智能识别、双目立体视觉与定位。在具体剖析这 4 个案例时，涉及系统功能、检测算法、具体实现的详细过程。



适合阅读本书的读者

- ◆ 想要全面学习机器视觉算法的初学者。
- ◆ 希望使用 Halcon 进行机器视觉项目开发的程序员。
- ◆ 想要了解机器视觉项目开发方法的工业客户。
- ◆ 机器视觉软件开发项目经理。
- ◆ 希望提高图像处理水平的人员。
- ◆ 对机器视觉算法兴趣浓厚的人员。
- ◆ 需要一本关于机器视觉算法的案头必备查询手册的人员。



阅读本书的建议

- ◆ 没有机器视觉算法基础的读者，建议从第 1 章顺次阅读，并演练每一个实例。
- ◆ 有一定机器视觉算法基础的读者，可以根据实际情况，有重点地选择阅读各个章节和编程实例。
- ◆ 对于每一个章节和编程实例，先自己思考一下实现的思路，然后再阅读，学习效果会更好。
- ◆ 阅读完书中的章节和编程实例后，可以结合学习资源中提供的代码实际演练一遍，这样理解起来会更加容易，印象也会更加深刻。可扫描以下二维码关注“博雅读书社”微信公众号，找到“资源下载”栏目，根据提示获取本书资源。



资源下载



第 1 篇 基础篇 001

第 1 章 机器视觉概述 002

- 1.1 什么是机器视觉 003
- 1.2 机器视觉与计算机视觉的区别 003
- 1.3 机器视觉的工作原理 005
- 1.4 机器视觉的应用领域 006

第 2 章 如何做机器视觉项目 008

- 2.1 项目的前期准备 009
 - 2.1.1 从 5 个方面初步分析客户需求 009
 - 2.1.2 方案评估与验证 009
 - 2.1.3 签订合同 010
- 2.2 项目规划 011
 - 2.2.1 定义客户的详细需求 011
 - 2.2.2 制订项目管理计划 011
 - 2.2.3 方案评审 012
- 2.3 详细设计 012
 - 2.3.1 硬件设备的选择与环境搭建 012
 - 2.3.2 软件开发平台与开发工具的选择 013
 - 2.3.3 机器视觉系统的整体框架与开发流程 013
 - 2.3.4 交互界面设计 014

2.3.5 Halcon 与开发工具 014

2.4 项目交付 015

- 2.4.1 软件功能测试 015
- 2.4.2 现场调试 015
- 2.4.3 系统维护 016

第 3 章 硬件环境搭建 017

3.1 相机 018

- 3.1.1 相机的主要参数 018
- 3.1.2 相机的种类 019
- 3.1.3 相机的接口 020
- 3.1.4 相机的选型 020

3.2 图像采集卡 022

- 3.2.1 图像采集卡的种类 022
- 3.2.2 图像采集卡的选型 023

3.3 镜头 023

3.4 光源 024

3.5 实例：硬件选型 025

第 4 章 软件图像采集 026

4.1 获取非实时图像 027

4.1.1	读取图像文件	027
4.1.2	读取视频文件	028
4.2	获取实时图像	030
4.2.1	Halcon 的图像采集步骤	030
4.2.2	使用 Halcon 接口连接相机	030
4.2.3	使用相机的 SDK 采集图像	033

4.2.4	外部触发采集图像	033
4.3	多相机采集图像	034
4.4	Halcon 图像的基本结构	035
4.5	实例：采集 Halcon 图像并进行简单处理	036

第 2 篇 算法篇 039

第 5 章 图像预处理 040

5.1 图像的变换与校正 041

5.1.1	二维图像的平移、旋转和缩放	041
5.1.2	图像的仿射变换	042
5.1.3	投影变换	042
5.1.4	实例：透视形变图像校正	043

5.2 感兴趣区域 (ROI) 045

5.2.1	ROI 的意义	045
5.2.2	创建 ROI	045

5.3 图像增强 046

5.3.1	直方图均衡	046
5.3.2	增强对比度	048
5.3.3	处理失焦图像	049

5.4 图像平滑与去噪 049

5.4.1	均值滤波	049
5.4.2	中值滤波	050
5.4.3	高斯滤波	051

5.5 光照不均匀 052

第 6 章 图像分割 054

6.1 阈值处理 055

6.1.1	全局阈值	055
6.1.2	基于直方图的自动阈值分割方法	056
6.1.3	自动全局阈值分割方法	057
6.1.4	局部阈值分割方法	058

6.1.5	其他阈值分割方法	060
-------	----------	-----

6.2 区域生长法 062

6.2.1	regiongrowing 算子	062
6.2.2	regiongrowing_mean 算子	064

6.3 分水岭算法 065

第 7 章 颜色与纹理 067

7.1 图像的颜色 068

7.1.1	图像的色彩空间	068
7.1.2	Bayer 图像	069
7.1.3	颜色空间的转换	070

7.2 颜色通道的处理 070

7.2.1	图像的通道	071
7.2.2	访问通道	071
7.2.3	通道分离与合并	071
7.2.4	处理 RGB 信息	073

7.3 实例：利用颜色信息提取背景相似的字符区域 074

7.4 纹理分析 075

7.4.1	纹理滤波器	075
7.4.2	实例：织物折痕检测	076

第 8 章 图像的形态学处理 077

8.1 腐蚀与膨胀 078

8.1.1	结构元素	078
-------	------	-----

8.1.2	腐蚀	078
8.1.3	膨胀	080
8.2	开运算与闭运算	082
8.2.1	开运算	082
8.2.2	闭运算	084
8.3	顶帽运算与底帽运算	085
8.3.1	顶帽运算	086
8.3.2	底帽运算	086
8.3.3	顶帽运算与底帽运算的应用	087
8.4	灰度图像的形态学运算	089
8.4.1	灰度图像与区域的区别	089
8.4.2	灰度图像的形态学运算效果及常用算子	089
8.5	实例：粘连木材图像的目标分割与计数	091
第9章 特征提取 095		
9.1	区域形状特征	096
9.1.1	区域的面积和中心点	096
9.1.2	封闭区域（孔洞）的面积	097
9.1.3	根据特征值选择区域	098
9.1.4	根据特征值创建区域	100
9.2	基于灰度值的特征	103
9.2.1	区域的灰度特征值	103
9.2.2	区域的最大、最小灰度值	105
9.2.3	灰度的平均值和偏差	106
9.2.4	灰度区域的面积和中心	107
9.2.5	根据灰度特征值选择区域	107
9.3	基于图像纹理的特征	109
9.3.1	灰度共生矩阵	109
9.3.2	创建灰度共生矩阵	110
9.3.3	用共生矩阵计算灰度值特征	111
9.3.4	计算共生矩阵并导出其灰度值特征	111
9.3.5	实例：提取图像的纹理特征	112

第10章 边缘检测		115
10.1	像素级边缘提取	116
10.1.1	经典的边缘检测算子	116
10.1.2	边缘检测的一般流程	117
10.1.3	sobel_amp 算子	117
10.1.4	edges_image 算子	120
10.1.5	其他滤波器	122
10.2	亚像素级边缘提取	124
10.2.1	edges_sub_pix 算子	125
10.2.2	edges_color_sub_pix 算子	126
10.2.3	lines_gauss 算子	127
10.3	轮廓处理	129
10.3.1	轮廓的生成	130
10.3.2	轮廓的处理	130
第11章 模板匹配		134
11.1	模板匹配的种类	135
11.1.1	基于灰度值的模板匹配	135
11.1.2	基于相关性的模板匹配	136
11.1.3	基于形状的模板匹配	136
11.1.4	基于组件的模板匹配	137
11.1.5	基于形变的模板匹配	138
11.1.6	基于描述符的模板匹配	138
11.1.7	基于点的模板匹配	139
11.1.8	模板匹配方法总结	139
11.2	图像金字塔	140
11.3	模板图像	142
11.3.1	从参考图像的特定区域中创建模板	142
11.3.2	使用 XLD 轮廓创建模板	143
11.4	模板匹配的步骤	143
11.4.1	基于灰度值的模板匹配	143
11.4.2	基于相关性的模板匹配	145
11.4.3	基于形状的模板匹配	147
11.4.4	基于组件的模板匹配	149

11.4.5	基于局部形变的模板匹配	150
11.4.6	基于透视形变的模板匹配	152
11.4.7	基于描述符的模板匹配	153
11.4.8	优化匹配速度	155
11.4.9	使用 Halcon 匹配助手进行匹配	156
11.5	实例：指定区域的形状匹配	159

第 12 章 图像分类 163

12.1	分类器	164
12.1.1	分类的基础知识	164
12.1.2	MLP 分类器	166
12.1.3	SVM 分类器	166
12.1.4	GMM 分类器	166
12.1.5	k-NN 分类器	167
12.1.6	选择合适的分类器	167
12.1.7	选择合适的特征	168
12.1.8	选择合适的训练样本	168
12.2	特征的分类	169
12.2.1	一般步骤	169
12.2.2	MLP 分类器	170
12.2.3	SVM 分类器	176
12.2.4	GMM 分类器	176
12.2.5	k-NN 分类器	177
12.3	光学字符识别	178
12.3.1	一般步骤	179
12.3.2	OCR 实例	179

第 13 章 相机标定与三维重建 183

13.1	立体视觉的基础知识	184
13.1.1	三维空间坐标	184
13.1.2	3D 位姿	185
13.2	相机标定	186
13.2.1	相机标定的目的和意义	186
13.2.2	标定的参数	187
13.2.3	准备标定板	188
13.2.4	采集标定图像的过程与操作细节	189

13.2.5	使用 Halcon 标定助手进行标定	190
13.2.6	使用 Halcon 算子进行标定	193
13.2.7	使用自定义的标定板	194

13.3 双目立体视觉 195

13.3.1	双目立体视觉的原理	195
13.3.2	双目相机的结构	196
13.3.3	双目立体视觉相机的标定	198
13.3.4	校正立体图像对	198
13.3.5	获取视差图	199
13.3.6	计算三维信息	201
13.3.7	多目立体视觉	202

13.4 激光三角测量 203

13.4.1	技术原理	203
13.4.2	使用 Halcon 标准标定板标定 sheet-of-light	204
13.4.3	使用 sheet-of-light 进行测量	206

13.5 DFF 方法 207

第 14 章 机器视觉中的深度学习 209

14.1 深度学习的基本概念 210

14.1.1	Halcon 中深度学习的应用	210
14.1.2	系统需求	210
14.1.3	搭建深度学习环境	210
14.1.4	Halcon 的通用深度学习流程	212
14.1.5	数据	213
14.1.6	网络与训练过程	214
14.1.7	随机梯度下降法	215
14.1.8	迁移学习	215
14.1.9	设置训练参数：超参数	216
14.1.10	验证训练结果	217

14.2 分类 218

14.2.1	准备网络和数据	219
14.2.2	训练网络并评估训练过程	219
14.2.3	分类器的应用与评估	220
14.2.4	实际检测	221
14.2.5	评估分类检测的结果	221

14.3 物体检测	222	14.4 语义分割	226
14.3.1 物体检测的原理	222	14.4.1 语义分割概述	226
14.3.2 物体检测的数据集	223	14.4.2 语义分割的数据集	227
14.3.3 模型参数	224	14.4.3 模型参数设置	228
14.3.4 评估检测结果	224	14.4.4 语义分割的一般流程	228
14.3.5 物体检测步骤	225	14.4.5 评估语义分割的结果	230

第3篇

应用案例篇

231

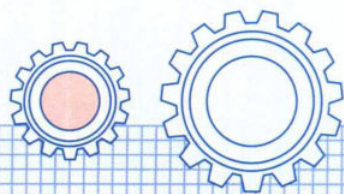
第15章 实例分析：印刷完整性检测	232	17.1.2 图像对齐	249
15.1 系统结构	233	17.1.3 创建形状模板	251
15.2 检测算法	233	17.1.4 基于形状特征的模板匹配	251
15.2.1 差异模型	234	17.2 指针识别	252
15.2.2 算法步骤	234	17.2.1 识别指针	252
15.2.3 实例分析	236	17.2.2 识别方法	252
第16章 实例分析：布料表面缺陷检测	240	17.3 字符识别	254
16.1 检测算法	241	17.3.1 离线训练	254
16.1.1 功能说明	241	17.3.2 在线检测	254
16.1.2 算法原理	241	17.4 数值分析	255
16.2 检测布料表面划痕	241	17.4.1 确定刻度	255
16.3 检测布料表面破洞	243	17.4.2 数值分析	255
16.4 检测周期纹理图像的缺陷	244	第18章 实例分析：双目立体视觉与定位	256
16.5 检测周期纹理图像的污染区域	246	18.1 系统结构	257
第17章 实例分析：仪表数值智能识别	248	18.1.1 硬件组成	257
17.1 检测算法	249	18.1.2 软件结构	257
17.1.1 采集图像与显示	249	18.2 图像采集与标定	258
		18.2.1 图像采集	258
		18.2.2 相机标定	259
		18.2.3 图像校正	261
		18.3 双目测距	262
		18.3.1 提取视差	262
		18.3.2 计算深度和距离	262



基 础 篇

本篇将介绍机器视觉的基础知识，如什么是机器视觉、如何开发机器视觉项目、硬件环境和软件模块等基础知识。具体内容包括机器视觉的工作原理与应用领域、机器视觉项目的开发流程、机器视觉项目的硬件环境搭建及软件图像采集方法等。

贵州师范学院内部使用



第1章

机器视觉概述

近年来，人工智能渐渐成为一个热点话题。作为人工智能领域的一个分支，图像处理技术也随之发展到了一个新的高度，各种新的软件工具、算法库、开源资料不断涌现，各行各业也渐渐开始进行技术变革。比较典型的例子是，一些传统的需要人工检测的行业，开始逐步采用自动化的智能检测方式。比如，使用相机代替人眼去观察检测的对象；采用软件算法代替人的主观判断，针对图像信息进行分析推理，得到客观的结果。

这种技术目前已经在传统行业逐渐被应用起来，大量的需求应运而生。本章就针对机器视觉的算法原理以及如何应用的问题进行详细的解释和说明。

本章主要涉及的知识点如下。

- ◆ 什么是机器视觉。
- ◆ 机器视觉与计算机视觉的区别。
- ◆ 机器视觉的工作原理。
- ◆ 机器视觉的常用领域。

1.1 什么是机器视觉

什么是机器视觉 (Machine Vision)? 笔者个人的理解, 它是一种使用计算机来模拟人类视觉, 并使用软件算法对相机采集到的图像进行分析和理解, 以进行自动识别和判断的过程。更具体的解释需要从“机器”和“视觉”两方面来谈。

1. 机器

与“机器”相反的一个词是“人工”。人工固然有灵活、智能等优点, 但是也存在着一个无法忽视的缺点——不稳定。依赖人工检查的任务, 无论如何加强质量监管, 都难免出现失误和遗漏。人会疲劳和疏忽, 并且某些工作场景并不合适人工作业。

这时机器的优点就体现出来了。机器视觉依靠工业相机和光学设备采集真实物体的图像, 使用软件分析和测量各种特性以获得所需信息或帮助制定决策。因此, 使用机器代替人工, 不仅能在危险场景中作业, 排除人力的不稳定因素, 还能提高检测的速度和准确率。概括来说, 就是作业过程能够“受控”了。

在应用方面, 机器视觉也与“机器”联系紧密。当视觉软件完成图像检测后, 紧接着就要和外部单元进行通信, 以完成对机器设备的运动控制。实际项目中, 机器视觉在许多工业和非工业领域都有应用, 许多传统的用人眼进行判断的工作都有被机器视觉代替的可能。

例如, 在零件缺陷检测中, 利用人眼来判断, 显然是效率低下的。人工完成这些任务, 可能会由于个体差异和疲劳等因素产生判断误差和遗漏, 而且相当耗费体力。但是使用机器视觉来进行检测则可以使效率大大提高, 机器会连续无休地、持续稳定地运行下去。只要算法、光照、硬件等条件配置得当, 机器检测的准确率甚至可以超过人眼。

2. 视觉

机器视觉是机器的“眼睛”, 通俗地说, 机器视觉就是用机器模拟人类视觉, 但其功能又不仅仅局限于模拟视觉对图像信息的接收, 还包括模拟大脑对图像信息的处理与判断。机器视觉也是人工智能的“眼睛”, 无人机、自动驾驶、智能机器人等的发展也都是以机器视觉为第一步的。可以预见, 未来的机器视觉发展一定有非常广阔的前景。

1.2 机器视觉与计算机视觉的区别

说起机器视觉, 很容易想到与它类似的一个名称——计算机视觉。二者本质上是相似的, 但是又各

有不同。从名称上来看，计算机视觉翻译成英文是 Computer Vision，关键词是计算机（Computer）；机器视觉翻译成英文是 Machine Vision，关键词是机器（Machine），而这间接表达了二者的侧重领域不同。通俗地说，计算机视觉比较侧重于对图像的分析，回答“是什么”的问题；而机器视觉则更关注图像的处理结果，目的是控制接下来的行为，回答“怎么样”的问题。

计算机视觉一般使用相机设备，这里的设备可以是工业相机、高速摄像机，也可以是简易摄像头等，主要是对人眼的生物视觉进行模拟。如同人眼把看到的图像转化为脑海中的画面一样，计算机视觉的任务就是把数字图像转化成生动、有意义、有语境的场景，输出的内容是计算机模拟人类对图像的观察和理解，如图 1.1 所示。

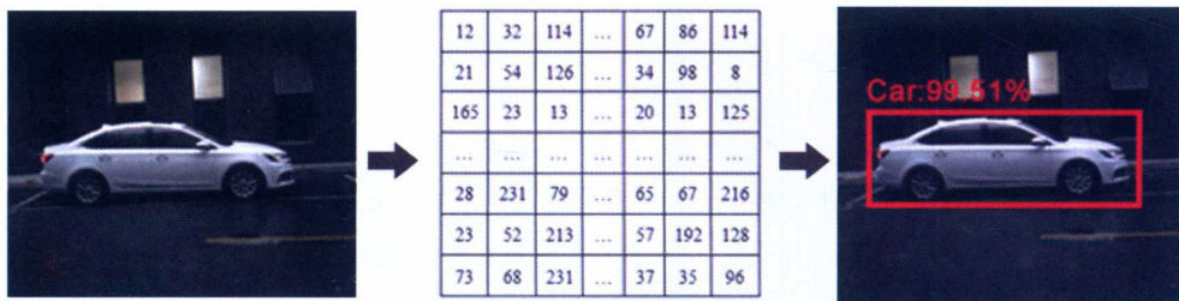


图 1.1 计算机视觉中的图像处理

相机拍摄所得的画面（图 1.1 左图）存储在计算机中只是一个数字的集合。计算机视觉所做的就是从这个数字的集合中提取出需要的信息，如图中有什么物体，分别在什么位置，处于何种状态等，目的是实现对客观世界中场景的感知、识别和理解。简言之，计算机视觉主要强调给计算机“赋能”，使其能看到并理解这个世界中的各个物体。

而机器视觉更像是一套包括了硬件和软件的设备。它由照明系统、相机、采集卡和图像处理系统等模块组成，涉及光学成像、传感器、视频传输、机械控制、相机控制、图像处理等多种技术。每一个环节都会影响到最终的检测结果。

从功能上看，机器视觉可能并不像计算机视觉那样关注对象“是什么”，而是重点观测目标的特征、尺寸、形态等信息，其目的在于根据判断的结果来控制现场的设备动作。举个例子，同样是检测一个包装贴纸画面，计算机视觉可能更关注包装上的文字内容，识别目标，解释图像含义等。而机器视觉可能更关注画面形状是否与标准参考图像完全匹配，是否有缺损或错字等异常，然后将关于异常的判断结果传送给硬件设备，以做出下一步机械操作。

图 1.2 是机器视觉应用于表面检测的例子，通过使用图像处理算法，如傅里叶变换、纹理滤波器以及阈值处理等，分析局部灰度的差异，以此判断是否存在印染缺陷，并提取出发生缺陷的图像区域。

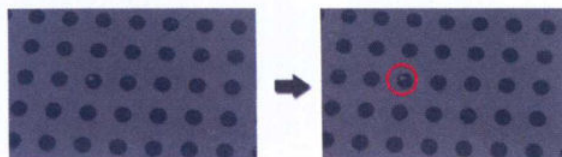


图 1.2 机器视觉中的图像处理

从本质上说，二者都属于视觉技术，共用同一套理论系统。但计算机视觉更侧重于对理论算法的研究，如深度学习在计算机视觉领域已经有了许多前沿的算法，但是这些算法在实际应用中仍有各种局限，离在实际工程中应用还有很长的路要走。因此，计算机视觉的理论研究虽然超前，但暂时没有完全用于实际工程中。而机器视觉是落地的技术，它更侧重于实际应用，强调算法的实时性、高效率和高精度。

机器视觉的优势还在于，在一些不方便使用人工或人工无法满足要求的场合，机器视觉可以很好地代替人眼，在各种恶劣环境下进行高速实时检测，同时还能够在长时间内不间断地进行工作。此外，机器视觉还广泛应用于机器人研究，是机器人的“眼睛”，能指引机器人的移动和操作行为。因此，机器视觉和计算机视觉的发展方向和应用领域是各不相同的。

1.3 机器视觉的工作原理

如上文所述，机器视觉的工作原理就是使用光学系统和图像处理设备来模拟人类视觉功能，从采集到的目标图像中提取信息并进行处理，获得所需的检测对象信息，并加以分析和判断，将最终结果传输给硬件设备，以指引设备的下一步动作。

一个完整的机器视觉系统由多个模块组成，一般包括光学系统（光源、镜头、相机）、图像采集模块、图像处理系统、交互界面等，如图 1.3 所示。

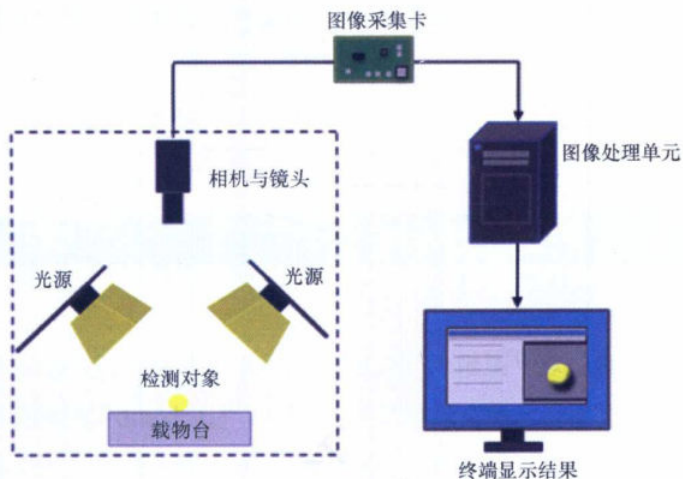


图 1.3 机器视觉系统的组成