

前言

图像处理是一个重要的研究领域，因为它能改善和操纵各种应用中的图像，如在分析和诊断中起着重要作用的 X 射线、CT 扫描和 MRI 图像等医学影像。图像处理算法可以用于监控系统，以检测和跟踪物体，增强图像质量，并进行面部识别。在遥感中，图像处理技术用于分析各种情况下的卫星和航空图像，以实现诸如环境监测和资源管理等目的。在多媒体系统，如照片编辑软件和视频游戏中，它应用于增强和操纵图像显示。总体而言，图像处理具有广泛的应用，并已成为许多行业的关键工具，这使其成为一个重要的研究领域。

机器学习 (ML) 是人工智能的一个研究领域，它允许在没有明确编程的情况下从数据中学习并做出预测或决策。ML 的一些主要应用包括自动化，其中 ML 算法可以自动完成原本需要人工干预的任务，减少错误并提高效率。在预测分析中，ML 模型可以分析大量数据，以识别模式并进行预测，这可以用于各种应用，如股市分析、欺诈检测和客户行为分析。在决策中，ML 算法可以根据数据提供见解和建议，帮助机构做出更好、更明智的决策。

图像处理和机器学习的结合涉及使用两个领域的技术来分析和理解图像。图像处理技术用于对图像进行预处理，如滤波、分割和特征提取，而 ML 算法用于分析和解释处理后的数据，如分类、聚类和目标检测。目的是利用每个领域的优势构建计算机视觉系统，在无需人工干预的情况下自动分析和理解图像。通过这种组合，图像处理技术可以提高图像的质量，从而提高 ML 算法的性能。另一方面，ML 算法可以自动分析和解释图像，这可减少手动干预的需要。

我们的主要目标是创建一本全面的教科书，将之作为图像处理课程的有用资源。考虑到这一目的，我们精心安排内容，涵盖了最流行图像处理方法的理论基础和实际应用。从像素运算到几何变换，从空间滤波到图像分割，从边缘检测到彩色图像处理，完全涵盖了处理和理解图像所必需的广泛主题。此外，因为认识到 ML 在图像处理中日益增强的相关性，所以引入了基本的 ML 概念及其在该领域的应用。通过介绍这些概念，旨在为读者提供必要的知识，利用 ML 技术执行各种图像处理任务。我们的最终愿望是让全书成为学生和从业者的有用工具，让他们对图像处理的基本原理有一个扎实的理解，并使他们能够在现实世界中应用这些技术。

为了涵盖所有重要信息，有必要包括许多章节和程序。因此，全书包含了大量的内容和编程示例。然而，一本包含多个章节和程序的单册书可能会让读者应接不暇，因此决定将全书分为两册。进行这一拆分的主要目的是确保读者恰当地处理和理解全书内容。通过将内容分为两册，全书变得更容易理解和使用，防止读者被巨量信息所淹没。这种深思熟虑的划分有助于获得更顺畅的学习体验，使读者能够更有效地浏览和深入研究内容，并以自己的节奏掌握概念和技术。总的来说，将全书分为两册的决定旨在优化读者对本书提供的大量材料和程序的理解效果和参与感。

为了确保读者能够有效地浏览和领悟全书内容，我们决定将其分为两册：上册为“图像处理基础”；下册为“图像分析和机器学习”。

上册涵盖了图像处理的基本概念和技术，从像素运算及其特性开始，探索空间滤波、边缘检测、图像分割、角点检测和直线检测。它为有兴趣了解图像处理核心原理和实际应用的读者提供了坚实的基础。通过重点关注上册的 6 章内容，可为对该领域的进一步探索奠定必要的基础。在从上册获得的知识的基础上，下册更多关注图像分析的内容。它涵盖了一系列主题，包括形态滤波器、彩色图像处理、几何变换、图像匹配识别、基于特征使用均移算法的分割以及奇异值分解 (SVD) 在图像压缩中的应用。除了介绍图像处理的先进概念和技术外，下册还提供了应用于该领域的几个重要的 ML 技术。因为认识到 ML 在图像分析中日益重要的意义，并了解其在增强图像处理任务方面的潜力，下册中引入了相关的 ML 方法。

将全书分为两册的目的是确保每一册都能单独作为独立的资源。这意味着读者可以灵活地独立学习或温习每一册的内容，而不必依赖另一册的上下文或理解。通过保持独立的结构，读者可以按模块化的方式处理材料，根据需要关注特定方面或重新阅读特定章节。

本册介绍图像处理的基本概念和技术。它为理解图像处理的核心原理和实际应用奠定了基础。通过关注这些基本主题，上册旨在让读者对图像处理的核心概念和基本技术有一个扎实的理解。它构成了在下册中进一步探索更深入主题和 ML 应用程序的基础。无论您是该领域的学生还是从业者，本册都将为您提供必要的知识，使您能够自信地领会和完成图像处理任务。

许多关于图像处理技术的书籍都是面向具有强大数学背景的读者的。在回顾了各种相关书籍后，作者注意到需要对这些主题采取更通用、技术性较低的方法，以吸引更多广泛的读者和学生。全书包含了其他类似书籍中的所有主题，但更强调解释、实践和使用方法，而较少强调数学细节。

全书不仅涵盖了图像处理的关键概念和技术，还提供了大量的代码和实现。作者认为这是本书的一个重要特点。即使是那些数学能力很强的读者，当他们在代码中看到它之前，也很难完全掌握一种特定的方法。通过在代码中实现算法和方法，可消除任何混淆或不确定性，使技术更容易理解和传播。采用这种方式，当读者在书中从较简单的方法进展到更复杂的方法时，对计算（实现的代码）的关注使他们能够看懂各种模型，并加强他们的数学理解。

许多类似的书籍只关注理论内容，而那些涵盖实际实现的书籍通常提供了从头开始的开发算法的通用方法。教学经验表明，当学生能够访问他们可以实验和修改的代码时，他们会更快地理解书中的内容。全书使用 MATLAB[®]作为编程语言来实现系统，因为它在工程师中很受欢迎，并且它为各个学科收集了大量的函数库。在工程中也会使用其他编程语言，如 Java、R、C++ 和 Python，但 MATLAB 以其独特的表现脱颖而出。

对于初学者来说，由于涉及大量的数学概念和技术，图像处理中所使用的众多计算方法可能会让人应接不暇。一些实用书籍试图通过提供已有的各种方法来解决这个问题。然而，如果问题的假设没有得到满足怎么办？在这种情况下，有必要修改或调整算法。为了实现这一点，至关重要，全书提供了领会和理解基础数学所需的概念。全书的目的是通过提供最常用的、全面和可接受的算法和流行的图像处理方法来实现平衡，重点是严谨性。

尽管图像处理方法涉及大量的数学概念，但在不深入了解其数学基础的情况下使用这些模型是可能的。对许多读者来说，通过编程而不是复杂的数学模型来学习图像处理是一个更可行的目标。全书旨在实现这一目标。

通过将理论知识与计算机实践练习相结合，允许学生编写自己的图像数据处理代码，从而有效地完成图像处理教学。随着图像处理原理被广泛地应用于各种领域，如 ML 和数据分析，对精通这些概念的工程师的需求越来越大。许多大学通过提供涵盖使用最广泛的技术的图像处理综合课程来满足这一需求。图像处理被认为是一门非常实用的学科，它启发学生了解如何将图像变换等转换为代码，以产生吸引人的视觉效果。

全书中的材料是从教学角度选取的。出于这个原因，全书主要作为科学、电气工程或计算数学的本科生和研究生的教科书。全书适用于图像处理、计算机视觉、人工视觉和图像理解等课程。全书旨在为一个完整的学期提供支持涵盖整个课程的必要材料，并确保研读这些科目的学生获得全面的学习体验。

上册的组织方式使读者能够轻松地理解每一章的目标，并通过使用 MATLAB 程序的实践练习来加强他们的理解。它由 6 章组成；每一章的细节如下。

第 1 章探讨了像素运算、它们的性质以及它们在图像处理中的应用。它还解释了图像直方图和像素运算之间的关系，并使用 MATLAB 的数值示例来帮助说明这些概念。

第 2 章重点分析了空域滤波，即不仅考虑图像像素本身的原始值，还考虑其相邻元素的值来修改图像的每个像素。

第 3 章描述了图像的边缘或轮廓的概念，这对应于图像分析的一个重要组成部分。它还介绍了现有的主要边缘定位方法、其性质和特殊性，这些方法是在 MATLAB 中实现的，更便于读者理解。

第 4 章介绍了图像分割和二值图像的处理。分割包括隔离图像中的每个单独的二值目标。隔离开这些目标后，可以评估其各种特性，如目标的数量、位置和组成目标的像素数量。

第 5 章概述了鉴别角点的主要方法、它们的关键特性、定义方程及其在 MATLAB 中的实现。

第 6 章介绍了检测几何形状，如直线或圆的主要方法。

在 5 年多的时间里，我们进行了广泛的测试和实验，以有效地将这些内容呈现给不同的受众。此外，非常感谢我们的学生，特别是墨西哥瓜达拉哈拉大学的 CUCEI 学生对我们坚定不移的支持和理解。在本书的编写过程中，我们的同事所提供的宝贵的合作、协助和讨论令人印象深刻。我们向所有为这一成果做出贡献的人表示最诚挚的感谢。

埃里克·奎亚斯

阿尔玛·纳耶丽·罗德里格斯

瓜达拉哈拉，哈利斯科，墨西哥