

前言

图像处理具有重要意义，因为它能够增强和处理各个领域的图像。图像处理发挥关键作用的一个突出领域是医学成像。在这里，它对医学图像的分析 and 诊断做出了重大贡献，包括 X 射线、CT 扫描和 MRI 图像。通过使用图像处理技术，医疗保健专业人员可以提取有价值的信息，实现更准确的诊断和治疗计划。监控系统也严重依赖图像处理算法。这些算法有助于物体检测、跟踪和图像质量的提高，从而提高监视操作的有效性。此外，图像处理算法支持面部识别，增强了各种应用中的安全措施。遥感应用也极大地受益于图像处理技术。通过使用这些技术，可以分析卫星和航空图像，以监测环境、管理资源，并为科学研究和决策提供有价值的见解。多媒体应用程序，包括照片编辑软件和视频游戏，利用图像处理来增强和操纵图像，以获得最佳显示质量。这些应用程序利用算法来调整亮度、对比度、颜色和其他视觉属性，可增强用户的视觉体验。

机器学习 (ML) 是人工智能 (AI) 的一个分支，它使系统能够从数据中学习，并在不需要常规编程的情况下做出明智的预测或决策。ML 在各个领域都有广泛的应用。例如，在自动化中，ML 算法可以自动地执行原本依赖人工干预的任务，从而减少错误并提高整体效率。预测分析是 ML 发挥关键作用的另一个领域。通过分析庞大的数据集，ML 模型可以检测模式并进行预测，推动股市分析、欺诈检测和客户行为分析等应用。ML 也有助于决策过程，因为它的算法基于数据提供了有价值的见解和建议，帮助机构做出更明智和优化的决策。总体来说，ML 是人工智能中一个强大的领域，为自动化任务、生成预测和支持各个领域的决策过程提供了巨大的潜力。

图像处理和机器学习的集成利用两个领域的技术来分析和理解图像。采用图像处理技术，包括滤波、分割和特征提取，对图像进行预处理。随后，ML 算法开始发挥作用，通过分类、聚类和目标检测等任务来分析和解释处理后的数据。最终目标是利用每个领域的优势，构建能够在无须人工干预的情况下自主分析和理解图像的计算机视觉系统。这种融合允许图像处理技术提高图像质量，从而提高 ML 算法的性能。同时，ML 算法使图像的分析 and 解释自动化，从而减少了对人工干预的依赖。通过将这两个领域结合起来，实现了强大的协同作用，从而开发出稳健高效的图像分析和理解系统。

我们的主要目标是编写一本全面的教科书，将之作为图像处理课程的有用资源。为此，我们精心安排内容，涵盖了最流行的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，为读者提供必要的知识，以利用 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宝贵伴侣，让他们对图像处理的基本原理有一个扎实的理解，并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。这一划分的主要目标是确保读者适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。总体来说，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，包括像素操作、空间滤波、边缘检测、图像分割、角点检测和几何变换。它为读者理解图像处理的核心原理和实际应用奠定了坚实的基础，并为该领域的进一步探索奠定了必要的基础。在从上册获得的知识的基础上，下册涉及图像分析中更深入的内容，包括形态学滤波器、彩色图像处理、几何变换、图像匹配识别、基于特征使用均移 (MS) 算法

的的分割以及奇异值分解（SVD）在图像压缩中的应用。此外，下册还结合了应用于图像处理的几种重要 ML 技术。认识到 ML 在图像分析中日益增长的重要性及其增强图像处理任务的潜力，下册中整合了相关的 ML 方法。综合性的下册扩展了上册的基础知识，使读者能够深入研究图像处理的更复杂方面，同时也融入了 ML 技术的力量。

将全书分为两册的目的是确保每册都能作为一个独立的、自包含的资源。这使读者能够独立地学习或温习每一册的内容，而不需要借助另一册的上下文或理解。独立的结构使读者能够采用模块化的方法，根据需求关注特定主题或重新阅读特定章节。这一划分使读者能够根据个人需求和偏好灵活地使用全书，增强他们的学习体验，并促进对内容的更有针对性的探索。

基于从上册获得的基础知识，下册探讨图像分析中更深入的主题，以及这些主题与 ML 强大技术之间的相互关系。除了这些深入的图像处理概念和技术外，下册还探讨了 ML 技术在图像分析中的集成。认识到 ML 在该领域日益增长的重要性，本册中纳入了相关的 ML 方法。通过理解和应用这些 ML 技术，可以解锁图像分析的新维度，并增强图像处理工作流的功能。

在回顾了大量考虑图像处理技术和 ML 概念的书籍后，作者发现它们的一个共同趋势是以具有坚实数学背景的读者为目标。认识到需要一种更具包容性、技术重点更少的方式，作者考虑创作一本能够吸引更多读者和学生的书。全书涵盖了其他可比文献中的所有基本主题，但特别强调了方法的清晰解释、实际实施和现实应用。其目的是尽量减少对复杂数学细节的强调，同时优先考虑对概念的全面理解和实际应用。通过采用这种方式，全书旨在使图像处理技术和 ML 概念更容易被更广泛的读者所接受和吸引，并确保读者获得充实和启发性的学习体验。

全书不仅涵盖了图像处理和 ML 方面的高级概念和技术，还强调了对大量代码和实现的包含。作者认识到这一方面促进了对内容全面理解的重要性。即使是数学能力很强的读者，在观察到代码中实现的方法之前，也可能会遇到完全掌握特定方法的挑战。通过提供算法和方法的代码实现，可以减少混淆或不确定性，从而增强理解和知识转移。这种方法使读者能够在全书中不断进步，从较简单的方法开始，逐渐进展到更复杂的方法。借助实现的代码关注计算方面，读者可以直观地观察各种模型，增强数学领悟力，更深入地理解主题。

虽然其他可比较的书籍通常优先考虑该学科的理论方面，或提供算法开发的一般方法，但本书根据我们的教学经验采取了不同的方法。我们观察到，当学生能够访问他们可以操作和实验的代码时，会更有效地掌握内容。与此相一致，本书使用 MATLAB®作为实现系统的编程语言。MATLAB 在工程师中广受欢迎，并为各个学科提供了广泛的函数库。尽管其他编程语言，如 Java、R、C++ 和 Python 也在工程中使用，但 MATLAB 因其独特的功能和在该领域从业者中的熟悉度而脱颖而出。通过使用 MATLAB，我们旨在为读者提供实用和动手的体验，使他们能够修改和探索代码，进一步增强他们对概念的理解，并培养他们在现实世界场景中应用这些技术的能力。

图像处理和 ML 中使用的大量计算方法对初学者来说可能过于困难，这主要是由于其中涉及大量数学概念和技术。虽然一些实用书籍试图通过介绍已有的各种方法来应对这一挑战，但它们可能无法充分满足问题假设的情况，因此需要修改或调整算法。为了突破这一局限性，全书能否提供领会和理解基础数学所需的概念变得至关重要。本书的目的是通过对常用算法、流行的图像处理和 ML 方法进行全面而可接受的探索，并强调保持严谨性，从而达到一种平衡。通过实现这种平衡，全书旨在为读者提供必要的概念基础，使他们能够在图像处理和 ML 的复杂环境中导航，同时培养他们修改和调整算法以适应特定要求的能力。

虽然图像处理方法通常涉及复杂的数学概念，但即使不深入了解其数学基础，也可以使用这些模型。对许多读者来说，学习图像处理和 ML 的一种更容易实现的方法是通过编程，而不是复杂的数学方程。认识到这一点，本书旨在满足这一目标，提供实用和方便的学习体验。通过强调编程实现和应用程序，我们努力使读者能够以可接近的方式掌握图像处理和 ML 的概念和技术。我们的目标是弥合理论和实践之间的差距，使读者能够在现实世界中有效地应用这些方法，即使他们的数学知识可能有限。

为了有效地教授图像处理和 ML，将理论知识与实际的计算机练习相结合是有益的，可以使學生能够编写自己的图像数据处理代码。这种实践方法使學生能够更深入地理解所涉及的原理和技术。鉴于图像处理原理在 ML 和数据分析等各个领域都有应用，因此对精通这些概念的工程师的需求越来越大。因此，许多大学通过提供涵盖最常用的图像处理技术的综合课程来满足这一需求。图像处理被广泛认为是一门非常实用的学科，它通过展示如何将图像变换转换为代码来激发學生的灵感，从而产生视觉上吸引人的效果。通过将理论与实践练习相结合，读者可掌握在现实世界场景中有效应用图像处理技术的必要技能和知识，为应对该领域的挑战和机遇做好准备。

本书的内容选择经过深思熟虑，重点是它在教学环境中的适用性。因此，它是一本为科学、电气工程和计算数学领域的本科生和研究生量身定制的综合性教材。它特别适合“图像处理”“计算机视觉”“人工视觉”和“图像理解”等课程。本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，并确保攻读这些科目的學生获得全面的学习体验。

下册的组织方式使读者能够轻松地理解每一章的目标，使用 MATLAB 程序的实践练习可加强理解。下册共 6 章；每一章的细节如下：

第 1 章分析、应用和操作形态学滤波器，该滤波器使用结构元素来改变图像结构。这些滤波器用于二值图像和灰度图像。

第 2 章讨论了彩色图像的处理。本章的中心点是借助彩色表达和转换将现有的图像处理方法用于颜色图像处理的编程技术。

第 3 章描述了图像像素之间的几何运算。使用几何运算，可以使图像变形。换句话说，像素值可以改变它们的位置。这类操作的示例包括位移、旋转、缩放或扭曲。几何运算在实践中被广泛使用，特别是在当前和现代的图形用户界面与视频游戏中。

本书的后半部分考虑了图像处理与 ML 的集成，探讨了如何使用 ML 算法求解图像处理公式。这一部分由 3 章组成，每一章的细节如下：

第 4 章讨论了图像匹配或定位图像中已知部分的问题，该部分通常被描述为模式。为了检测模式，选择了相关方法。这种类型的问题在诸如在立体视觉中搜索参考点、确定场景中特定目标的位置或对图像序列中目标的跟踪等应用中是典型的。

第 5 章讨论了从特征的角度对图像进行分割。均值偏移 (MS) 方案对应已经广泛用于分割的聚类方法。本章讨论了使用 MS 算法进行分割的方法。

第 6 章考虑了将奇异值分解 (SVD) 用于图像压缩。SVD 是计算中重要的矩阵分解范式之一。SVD 提供了一种数值稳定的矩阵分解，可以用于多种目的，并可保证其存在。这些 ML 概念可以应用于图像处理，例如压缩和模式鉴别。

在 5 年多的时间里，我们测试了将这些材料展现给不同受众的多种方式。此外，我们的學生，主要是墨西哥瓜达拉哈拉大学的 CUCEI 學生，给予了极大的宽容。所有与同事的合作、协助和讨论也可以写成一章。致所有人，我们的感恩见证。

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