

# 前言

视觉信息是我们最自然的信息和交流源泉。除了人类的视觉之外，视觉信息在社会中也起着至关重要的和不可或缺的作用，并且是当前信息交流框架（如万维网和移动电话）的核心。随着数字视觉信息（例如文档、网站、图像、视频和电影）的生产、应用和开发不断增长，视觉过载将会发生，因此迫切需要能够（自动）理解视觉信息。此外，由于当今数字视觉信息可以以彩色格式获得，因此对于彩色视觉信息的理解非常有必要。计算机视觉涉及对视觉信息的理解。尽管色彩很早就成为了各个学科（从数学和物理学到人文和艺术）的中心话题，但是在计算机视觉领域，它只是在最近才显现出来。我们面临着从色彩角度为图像理解提供大量工具的挑战。本书的主要主题是介绍对于计算机视觉领域的图像理解必不可少的彩色理论、表示模型和计算方法。

当作者坐在俯瞰阿姆斯特丹河的露台上时，写这本书的想法就诞生了。阿姆斯特丹的丰富艺术史、河流和晴天为我们提供了启发来探讨色彩在艺术，生活以及最终在计算机视觉中的作用。在那里，我们决定对计算机视觉中缺乏色彩的教科书进行一些处理。我们一致认为，反映我们发现这一主题的最有效和最愉快的方式是一起编写本书。本书将色彩视为两个研究领域（色彩科学和计算机视觉）之间有价值的协作协同资源。这本书是四位作者在阿姆斯特丹大学十多年紧密合作（博士生、博士后、教授、同事、以及最终朋友）关于彩色计算机视觉的相同主题研究经验的成果。由于作者之间的长期合作，我们对彩色计算机视觉的研究在色彩理论、彩色图像处理方法、机器学习以及计算机视觉领域中的应用（例如图像分割、理解和搜索）都紧密相关。即使本书中的许多章节都起源于期刊文章，我们仍然确定我们的工作已被重写和精简。经过这一过程，长期的合作以及许多讨论，最终形成了这本具有统一风格，且代表了最好的内容的图书。

这本书是计算机视觉、计算机科学、色彩和工程领域的研究生、研究人员和专业人员等有价值的教科书。该书覆盖了高年级本科和研究生课程，也可以用于更高级的研究生教程。它对于任何对色彩和计算机视觉主题感兴趣的人，包括业界内的人，都是一个很好的参考。先决条件是有图像处理和计算机视觉的基本知识。此外，需要一般背景的数学知识，例如线性代数、微积分和概率论。本书的一些材料已作为阿姆斯特丹大学研究生课程的一部分进行了介绍。此外，一些材料已在图像处理会议（国际图像处理会议-ICIP 和国际模式识别会议-ICPR）、计算机视觉会议（计算机视觉和模式识别-CVPR 和国际计算机视觉会议-ICCV）和色彩会议（图形、成像和视觉中的色彩-CGIV 以及国际光学和光子学会-SPIE 举办的会议）的会议教程和短期课程中进行了介绍。计算机视觉包含比我们在本书中介绍得更多的主题，重点是图像理解。但是，图像理解这一主题已被视为我们介绍工作的途径。尽管这些材料代表了我们在计算机视觉中对色彩的看法，但我们的真实意图是要包括所有相关研究。因此，我们认为这本书是关于计算机视觉中色彩的已被 360 多次引用的首批深入著作之一。

本书包含五个部分。主题包括从（低级）彩色图像形成，（中级）彩色不变特征提取和彩色图像处理，直到（高级）用于目标和场景识别的语义描述符。这些主题依据从低级到高级处理以及从基础到应用研究进行安排。第一部分包含本书的（彩色）基础知识。这部分介绍了三色彩色处理的概念以及人与计算机视觉系统之间的相似性。此外，这部分提供了彩色成像的基础，还介绍了描述成像过程、光与物质之间的相互作用以及光度条件如何影响图像中 RGB 值的反射模型。在第二部分中，我们考虑了提取彩色不变信息的研究领域。我们建立了彩色图像形成过程的详细模型，设计了数学方法来推断感兴趣的量，讨论了基于像素和基于导数的光度不变性，并概述了光度不变性和差分信息的计算。第三部分概述了彩色恒常性。提出了用计算方法来估计照明。在大型数据集上对彩色恒常性方法进行了评估。讨论了如何选择和组合不同方法的问题。采用了统计方法来量化嘈杂数据中未知数的先验，以从视觉场景推断出照明的最佳可能估计。在第四部分中讨论了特征检测和彩色描述符。提供了彩色图像处理工具。采用代数（基于矢量）方法将标量信号处理扩展到矢量信

号处理。为提取各种局部图像特征引入了计算方法，例如圆形检测器、曲率估计和光流。最后，在第五部分中介绍了不同的应用，例如图像分割、目标识别、彩色命名和图像检索。

这本书带有大量的补充材料，可以在以下网站找到：

- <http://www.colorincomputervision.com>

在这里你可以找到：

- 本书中介绍的许多方法的软件实现。
- 数据集和指向公共图像数据集的指针。
- 与书中涵盖的材料相对应的幻灯片。
- 在会议的教程中所呈现的新材料的幻灯片。
- 指向研讨会和会议的指针。
- 对当前发展的讨论，包括最新出版物。

我们的方针是使我们的软件和数据集对研究界有所贡献。另外，如果你要共享软件或数据集，请给我们留个言，以便我们在网站上添加指向它的指针。如果你对本书有任何建议，请给我们发送电子邮件。我们希望使本书尽可能准确。

最后，我们感谢多年来与我们合作并与我们分享色彩研究和激情的所有人员。

阿姆斯特丹大学的 Arnold Smeulders 是我们有幸与之合作的最好的研究人员之一。在我们筹划本书时，他曾是小组的负责人。他对研究的激情和热烈的辩论一直是我们的灵感之源。我们喜欢和他一起工作。

我们非常感谢 Marcel Lucassen 为本书贡献了第 2 章。此外，他的全面校对和工作热情对保证本书的质量也是必不可少的。让他成为我们之中的人类（彩色）视觉科学家是一种幸运。和他一起工作确实很愉快。我们感谢 Jan van Gemert 的校对，也感谢 Frank Ladershoff 处理 LaTeX 和 Mathematica 方面的问题。

我们也感谢 NWO（荷兰科学研究组织），该组织给予 Theo Gevers 以与本书同名的人才计划的 VICI 项目（#639.023.705）支持，并给予 Jan-Mark Geusebroek 人才计划的 VENI 项目支持。这些项目对于这本书很重要。

在阿姆斯特丹大学工作期间，我们有机会与许多出色的同事合作。我们要感谢 Arnold Smeulders 在第 6 章和第 13 章中所做的工作，Rein van de Boomgaard 在第 6 章中所做的工作，Gertjan Burghouts 在第 14 章和第 15 章中所做的工作，Koen van de Sande 和 Cees Snoek 在第 16 章中所提供的帮助，以及 Harro Stokman 在第 18 章中所提供的帮助。此外，我们感谢 Virginie Mes, Roberto Valenti, Marcel Worring, Dennis Koelma 和 ISIS 组的所有其他成员。

在（巴塞罗那自治大学）计算机视觉中心，我们感谢 José M. Álvarez 和 Antonio López 对第 7 章的贡献。此外，我们还要感谢 Robert Benavente, Maria Vanrell 和 Ramon Baldrich 对第 17 章的贡献。在法国 Rhône Alpes 的 INRIA 的 LEAR 团队中，我们感谢 Cordelia Schmid, Jakob Verbeek 和 Diane Larlus 对第 5 章和第 17 章的帮助。我们也感谢意大利佛罗伦萨的媒体集成和传播中心 Andrew Bagdanov 的贡献。此外，Joost van de Weijer 感谢西班牙马德里科学技术部的支持，特别是为 Consolider MIPRCV 项目提供资金并向他提供了 Ramon y Cajal 奖学金。

最后，我们将永远记住，没有我们的家人和亲人，这本书是不可能实现的，他们的能量和爱心激发了我们，使我们的工作丰富多彩而有价值。

2011 年 10 月  
荷兰，阿姆斯特丹

Theo Gevers（西奥·杰弗斯）  
Arjan Gijsenij（阿尔扬·吉塞尼）  
Joost van de Weijer（乔斯特·范·德·韦耶）  
Jan-Mark Geusebroek（简·马克·古斯布鲁克）