



# 白皮书

## 轻松进行颜色检测

### 有关颜色检测设置的背景信息

当谈及工业图像处理中的颜色检测任务时，人们首先想到的通常并不是颜色测量——特别是当安装了颇具价格优势的视觉传感器时。事实上，人们更关心的是确保指定位置或目标物体具有正确的颜色。3D参数形式的颜色相当复杂，所以通常很难找到一种用于区分颜色的简单解决方案。本白皮书以采用VeriSens®视觉传感器进行颜色检测设置为例，旨在解决这一难题。

# 目录

1 概述	3
2 图像处理中的颜色复杂性	3
2.1 为什么颜色参数如此复杂？	3
2.2 色容差及其影响	3
2.3 不可缺少的白平衡	3
3 轻松进行颜色检测：一种创新方法	4
3.1 应用取代技术，成为焦点	4
3.2 微调以实现最佳结果	4
4 总结	4
5 作者	5

## 1 概述

在日常工业流程中，与颜色相关的应用可谓五花八门，例如：验证接线端子上的电线颜色是否正确、发光二极管组件的颜色检测、装瓶设备中瓶盖颜色检测等，不胜枚举。但是，如果进一步深入思考颜色主题，事情就立刻变得复杂起来。简单且性价比高的颜色检测解决方案令人梦寐以求——尤其是涉及到视觉传感器时更是如此。

## 2 图像处理中的颜色复杂性

### 2.1 为什么颜色参数如此复杂？

工业图像处理通常并不完全利用所提供的光学信息。许多应用根本不考虑颜色，除非万不得已。然而，颜色信息具有许多优点，比如可以清楚地区分相似物体。那么，为什么颜色在许多应用中可有可无呢？

基于轮廓和灰度的图像处理技术利用了一维或二维参数，例如灰度、数字、位置等，而用户界面则充当一种滑块控件。例如，一个滑块定义为不得超过三个对象。另外两个滑块设置了下限与上限，并允许进行相应的特征检查。然而，参数“颜色”并不能通过滑块或另一个一维图形用户界面（GUI）实现简单的解决方案。这是为什么呢？

颜色是一种视觉感知——一种只能通过特定的解剖学部位才能实现的感觉。日光为我们的大脑提供了关于色调和饱和度的附加信

息。为了通过颜色模型进行颜色映射，在测试组与统计量中对人眼视力与感知能力进行了“标准化”。所谓的HSV颜色模型（色调、饱和度和亮度）是通过色调、饱和度和亮度（与明度有关）以模拟方式实现颜色映射。众所周知的RGB颜色模型虽然有所不同，但如果缺少第三个维度，任何模型均无法实现。然而，单一滑块无法处理三维颜色参数。为了找到解决办法，通常采用三组双滑块或类似的GUI要素，以确定每个颜色维度的上限与下限值，这样每种颜色就需要6个限值。

### 2.2 色容差及其影响

要确保结果精确，图像处理系统需要准确的颜色参数值。为了区分两种颜色，至少需要2×6个限值；此外，还必须消除3D颜色空间中的重叠部分。不恰当的限值可能造成在随后的颜色检测中出现识别误差。最坏的情况是，错误的颜色会被分配给已定义的目标颜色——这样，“不合格”对象将被识别为“合格”。甚至更为糟糕的是，由于表面特性、形状和照明会形成反光，造成物体表面映射通常不均匀，从而使问题更复杂，更易产生误差。

### 2.3 不可缺少的白平衡

颜色检测之前不可缺少的一步：白平衡。与相机不同，人眼具有颜色适应性——可以理解为全自动运行的白平衡操作。即使在光线的色温发生变化时，白纸仍然会被识别为白色。在完成白平衡前，物体颜色通常具有特定的“偏色”。目前普遍使用的现场照明与默认设定的偏色很有可能不同，例如LED照明可能在图像上形成相当强的蓝色偏色。理想情况下，使用白平面或灰阶色卡，并且只需轻点一下鼠标，图像处理系统即可进行白平衡。白平

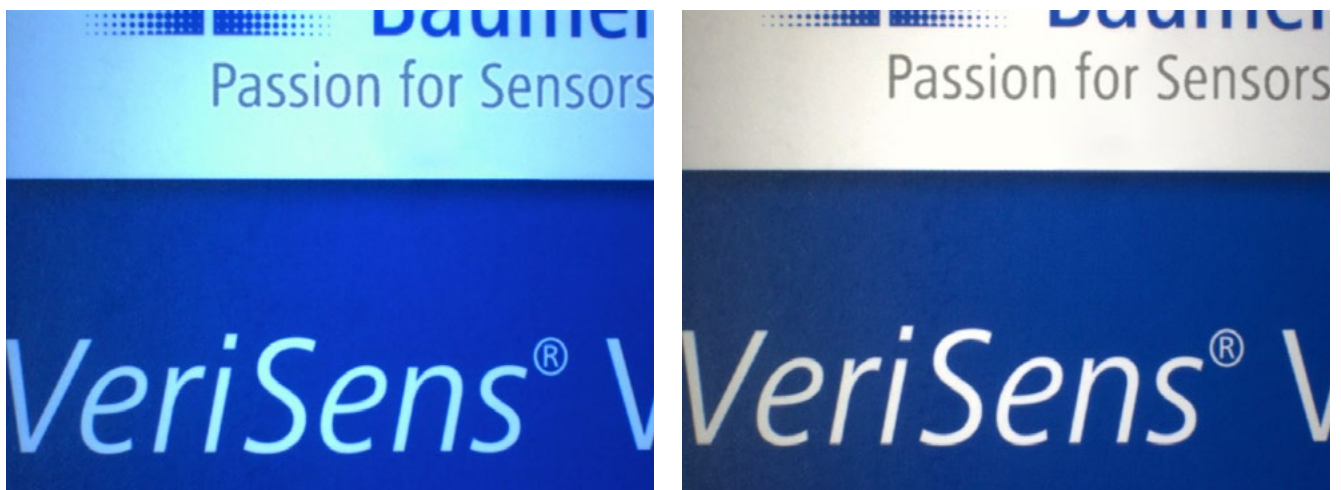


图3: 白平衡（左图：前，右图：后）

衡操作完成后，表面呈现出白色（一种“非彩色”），并消除了图像中的一切偏色。至此，图像处理系统已做好配置准备。

## 3 轻松进行颜色检测：一种创新方法

### 3.1 应用取代技术，成为焦点

在工业图像处理中，复杂的配置及由此可能带来的高误差，是尽量不考虑颜色参数的部分原因。尤其是涉及视觉传感器时更是如此，因为用户不太情愿了解颜色理论。

采用直观的视觉传感器VeriSens®，堡盟成功克服了颜色检测设置中的障碍。例如，对于某个用户来说，应用中唯一重要的事就是区分“橙色”和“棕色”，从而确保橙色物体不会出现在棕色物体的位置。这不仅要求清楚地识别颜色和位置，而且还必须同步消除任何颜色重叠部分。在橙色和棕色的例子中，亮度水平可能会阻碍正确的颜色识别。

您可能会说“橙色”和“棕色”，而不会说“颜色空间维度”。这正是VeriSens®传感器在颜色自学习（Teach-in）中教会用户的地方：在本系统背景下，颜色自学习以智能和三维方式进行，同时从一个定义好的调色板中分配颜色名称（出现在感知范围内的颜色列表）。自学习操作完成后，色容差为 $\Delta E$ 的色球用于映射某个颜色及其色容差，每一个色球都在颜色坐标系中的一个特定点予以定义，并允许每次减少一个色容差。这是使该系统准备启动的唯一步骤。

### 3.2 微调以实现最佳结果

回到我们的“橙色”和“棕色”例子。在3D颜色空间（ $L^*a^*b$ ）内，这些颜色非常接近。为了确保精确区分，VeriSens®提供了一种创新方法，使颜色检测设置变得异常简单。自学习颜色可能是具有重叠部分的类似颜色。在这种情况下，由于未确保对该物体进行准确的颜色检测，所以“调色板”将发出警告。用户可以选择切换至交互3D视图模式。与行星系类似，色球出现在一个3D“宇宙”中，以便监测到可能的重叠部分并进行直接干预，从而在必要时减少色容差。色容差越窄，色球越小。这就对物体的目标颜色面积产生了影响：如果色容差紧密，则限值以外的像素就不会分配给自学习颜色。同样，如果色容差太窄并且物体表面不规则，则可能会削弱颜色识别能力。因此，色容差通常不应低于5。反之亦然，如果色容差太高，则会使其他颜色的像素分配给目标颜色，也会造成识别误差。因此，对存在的每种颜色（甚至准备消除的颜色）进行自学习，对于在颜色检测任务中发现与目标颜色在颜色空间内可能的重叠部分非常重要。

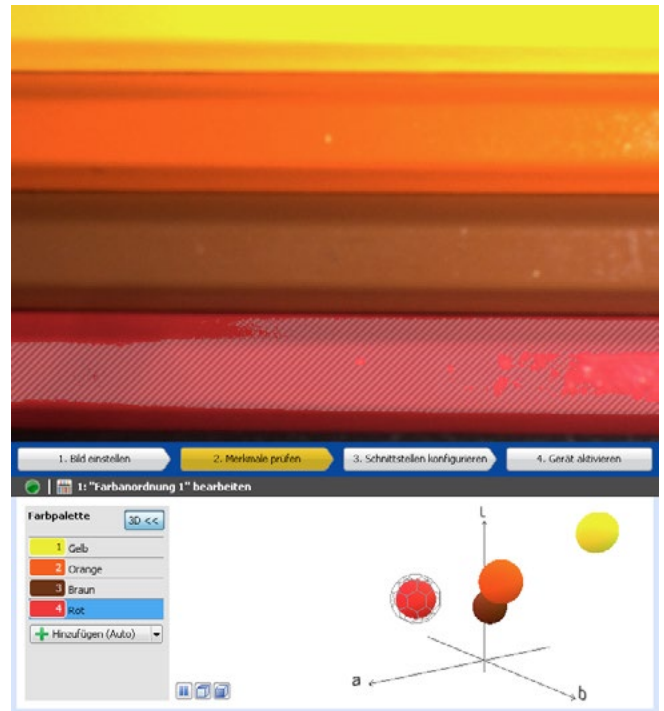


图2：“橙色”和“棕色”的例子

## 4 总结

在行业惯例中，由于颜色性质千差万别，所以基于颜色的应用是一个复杂的主题。VeriSens®视觉传感器是颜色检测的一种简单且高性价比的方法。与之前需要定义6个限值相比，用户只需定义1个限值。这种简单直观的解决方案成功克服了准确的颜色识别的关键问题，让用户能够充分利用“颜色”参数所带来的好处。

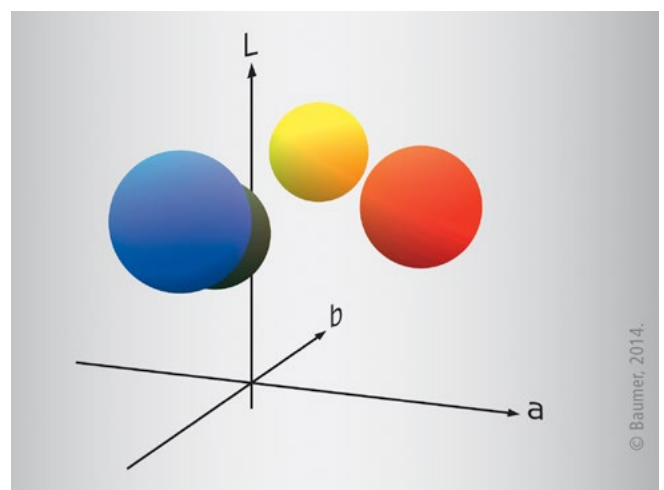


图3: VeriSens® 视觉传感器的颜色映射原理以球体为依据；各个球体的半径代表了所确定的色容差。

## 5 作者



Michael Steinicke  
产品管理

Baumer Optronic GmbH  
Badstrasse 30  
DE-01454 Radeberg  
电话：+49 3528 4386 0  
传真：+49 3528 4386 86

### 堡盟集团

堡盟集团在传感器，编码器，测量仪表和自动化图像处理元件的开发和生产领域居于世界领先地位。堡盟将创新技术和客户至上的服务理念融合于工厂和过程自动化智能解决方案中，同时提供足够多样的产品和技术。作为一家由所有者经营管理的家族企业，我们在19个国家拥有38家分公司，这使我们更接近客户，更方便快捷的为客户服务。众多工业领域的客户从堡盟全球统一的高品质产品标准和无限的创新潜力中直接获得明显的优势和可衡量的高附加值。更多信息，请访问我们的官方网站：[www.baumer.com](http://www.baumer.com)