图像颜色的校正方法、装置、颜色校正机器人和存储介质

本公开要求于 2024 年 12 月 23 日提交中国专利局、申请号为 202411902317.4、发明名称为“图像颜色的校正方法、装置、颜色校正机器人和存储介质”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本公开中。

技术领域

本公开涉及图像处理技术领域，尤其涉及一种图像颜色的校正方法、装置、颜色校正机器人和存储介质。

背景技术

随着人工智能的技术进展，医学图像在临床诊断中的作用日益凸显。然而，医学图像的质量直接影响医生的诊断准确性，特别是在颜色信息对诊断至关重要的领域，如皮肤病、口腔医学、眼科等。例如：高质量的舌头图像是后续所有舌诊智能化和辅助诊断的数据基础，舌头图像颜色的准确性直接关系到诊断结果的可靠性。

在采集舌头图像时，摄像头在成像过程中，由于光照条件、焦距变化、拍摄环境等多种因素会对图像质量产生影响。为了补偿上述不利因素，摄像头通常会通过内置各种图像处理算法自动调整图像质量。现有的图像处理算法主要是让拍摄图像更易于人类观看以及看起来更加美观，而在实际医学应用中，图像处理算法可能导致舌头图像颜色的偏差和失真。由于图像处理算法内置在摄像头中，且采用自动调整机制，成像颜色并不准确，尤其是在复杂的光照和背景条件下，这种偏差可能会体现在舌头图像色彩饱和度、对比度，甚至是白平衡的偏移上。

上述颜色偏差不仅影响舌头图像的视觉真实性，还会严重降低了舌头图像的诊断价值，特别是在需要精准颜色信息的中医舌诊智能化分析和辅助诊断领域，舌头图像颜色的准确性至关重要，细微的色差可能增加病变部位识别的难度，甚至引发误诊或漏诊。对舌头图像进行准确的颜色校正是一个亟待解决的问题。

发明内容

要解决的技术问题

为了解决上述技术问题，本公开提供了一种图像颜色的校正方法、装置、颜色校正机器人和存储介质，提升图像的颜色准确性，确保图像信息的可靠性与真实性，从而为后续的智能化分析和辅助诊断提供可靠的数据支撑。

用于解决问题的手段

第一方面，本公开提供了一种图像颜色的校正方法，该方法包括：获取待处理图像，其中，待处理图像包括比色卡区域，比色卡区域中包括多个颜色块；提取多个颜色块中各个像素点的颜色值，得到颜色值列表；对颜色值列表中的各个颜色值设置权重系数；利用带权重系数的颜色值列表进行多项式回归模型的拟合，得到拟合后的多项式回归模型；利用拟合后的多项式回归模型生成颜色转换矩阵，颜色转换矩阵用于表示待处理图像中的颜色值与比色卡中标准颜色值的映射关系；利用颜色转换矩阵对待处理图像中的像素点的颜色值进行校正，得到校正图像。

第二方面，本公开提供了一种图像颜色的校正装置，该装置包括：图像获取模块，用于获取待处理图像，其中，待处理图像包括比色卡区域，比色卡区域中包括多个颜色块；颜色值提取模块，用于提取多个颜色块中各个像素点的颜色值，得到颜色值列表；权重设置模块，用于对颜色值列表中的各个颜色值设置权重系数；拟合模块，用于利用带权重系数的颜色值列表进行多项式回归模型的拟合，得到拟合后的多项式回归模型；矩阵生成模块，用于利用拟合后的多项式回归模型生成颜色转换矩阵，颜色转换矩阵用于表示待处理图像中的颜色值与比色卡中标准颜色值的映射关系；颜色校正模块，用于利用颜色转换矩阵对待处理图像中的像素点的颜色值进行校正，得到校正图像。

第三方面，本公开提供了一种颜色校正机器人，该颜色校正机器人包括：一个或多个处理器；存储装置，用于存储一个或多个程序；摄像头，用于采集待处理图像并传输至处理器；当一个或多个程序被一个或多个处理器执行，使得一个或多个处理器实现如上述第一方面中

的图像颜色的校正方法。

第四方面，本公开提供了一种存储介质，该存储介质可以是计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，该程序被处理器执行时实现如上述第一方面中的图像颜色的校正方法。

第五方面，本公开实施例提供一种计算机程序产品，该计算机程序产品包括计算机程序或指令，该计算机程序或指令被处理器执行时实现如上述第一方面中任一项所述图像颜色的校正方法。

有益效果

本公开实施例提供的技术方案与现有技术相比具有如下优点：

本公开实施例提供了一种图像颜色的校正方法、装置、颜色校正机器人和存储介质，该方法包括：获取待处理图像，其中，待处理图像包括比色卡区域，比色卡区域中包括多个颜色块；提取多个颜色块中各个像素点的颜色值，得到颜色值列表；对颜色值列表中的各个颜色值设置权重系数；利用带权重系数的颜色值列表进行多项式回归模型的拟合，得到拟合后的多项式回归模型；利用拟合后的多项式回归模型生成颜色转换矩阵，颜色转换矩阵用于表示待处理图像中的颜色值与比色卡中标准颜色值的映射关系；利用颜色转换矩阵对待处理图像中的像素点的颜色值进行校正，得到校正图像。本实施例提升图像的颜色准确性，确保图像信息的可靠性与真实性，从而为后续的智能化分析和辅助诊断提供可靠的数据支撑。

附图说明

此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分，示出了符合本公开的实施例，并与说明书一起用于解释本公开的原理。

图 1 为本公开实施例提供的图像颜色的校正方法的流程示意图；

图 2 为本公开实施例提供的颜色校正机器人的构建流程的示意图；

图 3 为本公开实施例提供的原始图像的样例示意图；

图 4 为本公开实施例提供的图像预处理前后对比示意图；

图 5 为本公开实施例提供的原始图像中标注比色卡区域的示意图；

图 6 为本公开实施例提供的比色卡区域图像中标注颜色块的示意图；

图 7 为本公开实施例提供的颜色校正机器人程序嵌入到标准机器人中的流程示意图；

图 8 为本公开实施例提供的比色卡检测模型的结构示意图；

图 9 为本公开实施例提供的颜色块分割模型的结构示意图；

图 10 为本公开实施例提供的从比色卡检测到颜色块分割的完整的流程示意图；

图 11 为本公开实施例提供的生成颜色值列表的流程示意图；

图 12 为本公开实施例提供的权重系数调整的流程示意图；

图 13 为本公开实施例提供的多项式回归模型拟合流程示意图；

图 14 为本公开实施例提供的生成颜色转换矩阵的流程示意图；

图 15 为本公开实施例提供的颜色值转换的流程图；

图 16 为本公开实施例提供的图像颜色的校正装置的结构示意图；

图 17 为本公开实施例提供的电子设备的结构示意图。

具体实施方式

为了能够更清楚地理解本公开的上述目的、特征和优点，下面将对本公开的方案进行进一步描述。需要说明的是，在不冲突的情况下，本公开的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

随着人工智能的技术进展，医学图像在临床诊断中的作用日益凸显。然而，医学图像的质量直接影响医生的诊断准确性，特别是在颜色信息对诊断至关重要的领域，如皮肤病、口腔医学、眼科等。例如：舌头图像作为中医舌诊的重要依据，其颜色准确性直接关系到诊断结果的可靠性。

在实际的舌头图像数据采集过程中，光照条件、成像设备设置以及拍摄环境等因素会导致舌头图像颜色出现偏差。这种颜色偏差严重降低了舌头图像的诊断价值，特别是在需要精准颜色信息的中医舌诊智能化分析和辅助诊断领域，对舌头图像进行准确的颜色校正是一个亟待解决的问题。为了应对这些问题，相关技术中，舌头图像颜色校正的方法，主要包括在以下几类：基于多项式回归和比色卡的颜色校正的方法、基于机器学习和比色卡的颜色校正方法、基于深度学习和比色卡的颜色校正方法。

在上述三种颜色校正方法中，提取颜色值的步骤大多基于图像的灰度转换及边缘检测算

法（如 Canny 边缘检测），以找到颜色块的边界并确定比色卡各颜色块的轮廓位置。通过计算每个颜色块的中心区域的平均颜色值，能够有效减少成像过程中的边缘效应对校正结果的影响。

尽管基于多项式回归、机器学习和深度学习的颜色校正方法能够在一定程度上提高图像的颜色准确性。由于在中医舌诊的实际应用中，高度依赖舌头图像的真实颜色还原度，上述颜色校正方法仍然存在很多问题。中医舌诊对舌色、苔色等颜色特征的准确呈现极为敏感，任何颜色偏差都可能影响医生的诊断，因此，上述颜色校正方法在实际应用中仍然无法满足中医舌诊智能化分析和辅助诊断的需求，上述颜色校正方法主要存在如下缺陷：

（1）基于多项式回归和比色卡的颜色校正方法的缺点

多项式回归模型通过拟合标准颜色值与采集图像中颜色值之间的关系来校正图像颜色。然而，该方法在多项式阶数的选择上存在不足。当阶数较高时，模型可能过拟合，即对训练数据中的噪声过于敏感，导致在新图像上的表现较差；而阶数过低时，又无法捕捉到复杂的颜色变化，校正效果不理想。此外，多项式回归模型通常对每个颜色通道独立建模，忽视了颜色通道之间的关联性，导致校正后的图像可能显得不自然。

（2）基于机器学习和比色卡的颜色校正方法的缺点

支持向量机（SVM）等机器学习方法能够处理复杂的非线性问题，但在应对高维度数据和复杂颜色映射时可能面临挑战。尤其是，模型的性能高度依赖于训练数据的质量和多样性，这意味着若缺少充足的标注数据或数据的多样性不足，模型的校正效果会受到影响。此外，SVM 模型的训练和调优过程复杂，通常需要大量计算资源和时间。

（3）基于深度学习和比色卡的颜色校正方法的缺点

深度学习模型能够学习到采集图像颜色值与标准颜色值之间的复杂映射关系，在颜色校正中具有一定优势。然而，深度学习模型的训练往往需要大量高质量的标注数据，训练过程耗时且计算资源需求较高。此外，深度学习模型面临过拟合问题，在处理背景和光照多样化的舌头图像时可能缺乏良好的泛化能力。

上述三种颜色校正方法都存在两个共同的显著问题：（1）训练数据量有限；（2）比色卡与被拍摄物体位于同一平面的假设。

（1）数据量限制

上述三种颜色校正方法均使用比色卡的颜色值进行校正，通常仅获取每个颜色块的平均颜色值。以常用的 24 色标准比色卡为例，最终用于校正的数据仅有 24 个颜色值。这种数据量的限制会导致模型在训练时面临数据不足的问题，无法充分学习图像中复杂的颜色变化。此外，实际图像中的颜色变化往往是渐变和多维度的，仅凭少量颜色块的数据难以捕捉这些细微的变化，从而影响校正的细节表现和整体效果。

（2）比色卡与被拍摄物体位于同一平面的假设

现有方法普遍假设比色卡与被拍摄物体处于同一平面，光照强度和角度一致。然而，实际拍摄过程中，光照和视角条件往往存在变化，这会导致颜色块的颜色值产生偏差。由于上述三种颜色校正方法通常使用比色卡区域的均值作为颜色块的代表色，未能考虑光照变化和视角差异带来的影响，因而限制了颜色校正的准确性和适用性。

为解决上述技术问题，本公开实施例提供了一种图像颜色的校正方法，下面结合附图和具体实施方式，对本公开实施例提供的图像颜色的校正方法进行详细说明。

图 1 为本公开实施例中的一种图像颜色的校正方法的流程图，本实施例可适用于对拍摄图像中的颜色进行校正的情况，该方法可以由图像颜色的校正装置执行，该图像颜色的校正装置可以采用软件和/或硬件的方式实现，该图像颜色的校正装置可配置于颜色校正机器人中。该颜色校正机器人可以包括：具备医疗健康监测或者医疗辅助治疗的标准机器人。

本公开实施例提供的图像颜色的校正方法，主要由颜色校正机器人内置的颜色校正机器人程序来实现。首先对构建颜色校正机器人的过程进行介绍。

本实施例中的颜色校正机器人主要用于解决传统颜色校正方法中的训练数据量不足以及比色卡与拍摄对象处于同一平面假设的缺陷。通过引入检测与分割模型，设计了一种智能的、精确的一体化的图像颜色校正方法，能够在复杂成像环境下保持高精度的颜色还原。颜色校正机器人的主要组成部分包括以下模块：图像采集模块、标准比色卡、检测分割模块以及颜色校正模块。

颜色校正机器人配备高分辨率摄像头及摄像头控制单元，用于采集高精度图像。该颜色校正机器人能够在不同环境下调整拍摄角度和光照条件，确保对场景中的颜色信息进行准确捕捉，并将拍摄的图像存储在内部存储单元中，以便后续处理。

在颜色校正机器人中使用标准比色卡作为颜色校正的基准。比色卡包含多个具有已知标准颜色值的颜色块，这些颜色块为图像颜色校正提供可靠的参考点，确保颜色调整的准确性。

检测分割模块主要包括比色卡检测模型和颜色块分割模型，比色卡检测模型基于深度学习算法，能够自动识别并定位图像中的比色卡位置。该模型确保比色卡在图像中的位置被精确检测，为后续的颜色块分割和颜色值数据提取奠定基础。颜色块分割模型同样基于深度学习算法，负责对比色卡中的颜色块进行像素级精确分割。该模型通过逐像素分析颜色块内的颜色信息，提取每个颜色块的全部像素数据，显著提升了用于颜色校正的数据量和精度。

颜色校正模块是基于比色卡检测模型和颜色块分割模型提取的颜色块像素数据，计算并生成颜色转换矩阵。该颜色转换矩阵被应用于原始图像的每个像素点，修正其颜色值，最终实现高精度的图像颜色校正。通过这种方式，颜色校正机器人能够有效应对复杂的光照和环境变化，确保图像颜色还原的准确性。

本实施例提供的颜色校正机器人的构建过程主要包括：数据预处理、模型训练、构建检测分割模块、构建颜色校正模块以及模块嵌入五个步骤，构建颜色校正机器人的具体流程如下图 2 所示，具体内容如下：

a、数据预处理

在数据预处理阶段，将执行数据采集、数据处理及数据标注三大步骤，为后续模型训练和模块构建提供数据支持。具体步骤如下：

步骤（1）：数据采集。通过标准机器人内置的高清摄像头采集大量包含比色卡的图像作为原始图像，确保原始图像涵盖多种光照条件、拍摄角度和不同的场景。为确保数据质量，对采集的原始图像进行筛选，剔除模糊或光照不均匀的图像，保留比色卡区域清晰可见的原始图像。经过此步骤，获取高质量的原始图像。

准确、全面的原始图像为后续的模型训练和颜色校正奠定了坚实的基础。原始图像的采集主要围绕包含比色卡的图像采集展开，旨在确保颜色校正机器人在各种光照条件、角度和场景下都能稳定工作。因此，通过内置的高分辨率摄像头采集大量包含标准比色卡的原始图像。并且需要确保比色卡在不同的环境条件下进行拍摄，包括各种光照条件以及不同拍摄角度，确保采集数据的广泛性和代表性。具体的原始图像的采集策略表如下表 1 所示。

表 1 原始图像的采集策略表

项目	内容	详细	说明
采集设	高清摄像	内置高清摄像头	—
环境	光照条件	自然光（弱光）100~500Lux、2,000~3,000K	清晨（黄昏）
		自然光(强光)50,000~100,000Lux、3,000~5,500K	正午
		白炽灯 300~800Lux、2700K	室内（夜晚）
		荧光灯 500~2,000Lux、4000K	室内（办公）
		LED 灯 300~3,000Lux、3,000~6,500K	室内（多种）
		混合光源 2,000~50,00Lux	室内（窗边、白天）
		低光照 10~300Lux	室内（黄昏）
角度	拍摄角度	正视	—
		左视 15°倾角	
		右视 15°倾角	
		俯视 10°倾角	
		仰视 10°倾角	
距离	拍摄距离	0.5m	—
		1m	
		1.5m	

采用上述原始图像的采集策略，共采集了 12000 张分辨率为 1080×1000 像素的原始图像，为保证图像质量，在图像筛选过程中剔除模糊、光照不均匀或其他可能影响比色卡识别的图像共 492 张，最终保留 11508 张比色卡区域清晰可见的原始图像。原始图像的采集样例如下图 3 所示。如图 3 所示，以该图像颜色的校正方法应用于舌诊领域为例，原始图像 30 中包括舌头区域 31 和比色卡区域 32。

步骤（2）：数据预处理。对步骤（1）中采集的原始图像进行处理，主要操作是对原始图

像中的比色卡区域进行裁剪，生成比色卡区域图像，供颜色块分割模型训练使用。裁剪过程中需确保比色卡区域图像中颜色块的完整性，避免比色卡的外框或其他物体影响图像质量。经过此步骤，获得适用于颜色块分割模型训练的比色卡区域图像。

数据预处理阶段是确保数据质量和适用性的重要步骤，为后续模型训练和颜色校正提供基础支持。数据预处理主要是对步骤（1）中采集的原始图像进行适当的裁剪，另存为颜色块分割模型训练所需的比色卡区域图像，作为后续步骤（3）的颜色块分割模型的数据标注来源。预处理过程中应注意，在保持比色卡区域图像中颜色块完整性的同时，可以适当剔除一些比色卡的外框，避免除标准比色卡外的物体包含在裁剪图像中。数据预处理示例图如图 4 所示，在数据预处理前，如图 4 左侧图，原始图像 30 中包括舌头区域 31 和比色卡区域 32，在数据预处理后，如图 4 右侧图，比色卡区域图像 40 中仅包括比色卡区域，并不包括舌头区域。

步骤（3）：数据标注。本步骤包含比色卡检测数据标注与颜色块分割数据标注两部分。其中比色卡检测数据标注使用步骤（1）中数据采集的包括舌头区域和比色卡区域的原始图像，颜色块分割数据标注使用步骤（2）中裁剪得到的比色卡区域图像。使用开源标注工具 Labelme 作为比色卡检测与颜色块分割的标注工具。标注过程中，需要明确比色卡的边界以及每个颜色块的具体位置，为后续的颜色值提取和模型训练提供准确的参考。经过本步骤，得到比色卡检测数据集与颜色块分割数据集。

在步骤（3）中，比色卡检测数据标注需要使用步骤（1）采集的原始图像进行标注，明确比色卡的边界和位置。标注后的数据集将用于训练比色卡检测模型，确保模型能够准确识别图像中的比色卡位置。颜色块分割数据标注需使用步骤（2）中经过预处理的比色卡区域图像，进行颜色块分割数据的标注。同样使用 Labelme 标注工具，对比色卡中的各个颜色块进行精确标注，记录每个颜色块的具体位置和边界。标注后的数据集将用于训练颜色块分割模型，确保模型能够精准分割比色卡中的颜色块区域。比色卡检测数据标注样例如图 5 所示，对原始图像中的比色卡区域进行标注，颜色块分割数据标注样例如图 6 所示，对每个颜色块的具体位置和边界进行标注。

需要说明的是，图 3-6 为灰度图，仅用于说明在进行图像颜色的校正过程中图像处理过程的关键步骤。在实际使用过程中，进行模型训练和图像颜色的校正的图像均是包含比色卡的彩色图像，比如 RGB 格式的图像。

在完成比色卡检测的数据标注与颜色块分割的数据标注工作后，将标注好的数据集进行合理划分，以确保模型训练、验证和测试的科学性和有效性。具体而言，就是将比色卡检测数据标注后的原始图像按照 8：1：1 的比例随机划分为训练集、验证集与测试集，得到比色卡检测数据集；将颜色块分割数据标注后的比色卡区域图像按照 70：15：15 的比例随机划分为训练集、验证集与测试集，得到颜色块分割数据集。比色卡检测数据集与颜色块分割数据集的详细内容如下表 2 所示。

表 2 比色卡检测数据集与颜色块分割数据集内容表

数据集名称	总数据量	类型	数据量	分类数	描述
比色卡检测数据集	11508 张 4.54GB	训练集	9206 张	1	比色卡检测标注，用于模型训练
		验证集	1151 张		比色卡检测标注，用于模型验证
		测试集	1151 张		比色卡检测标注，用于模型测试
颜色块分割数据集	11508 张 2.37GB	训练集	8056 张	24	颜色块分割标注，用于模型训练
		验证集	1726 张		颜色块分割标注，用于模型验证
		测试集	1726 张		颜色块分割标注，用于模型测试

b.模型训练阶段

在模型训练阶段，主要目标是构建自动化检测与分割系统，使得图像颜色校正能够在各种复杂场景下更加精确和高效，减少人为干预。以下是具体的步骤：

步骤（4）：比色卡检测模型训练。使用步骤（3）所得的比色卡检测数据集对预训练检测模型进行训练，构建一个能够在不同光照条件、角度和场景中自动识别比色卡位置的模型。该比色卡检测模型的作用是自动定位比色卡区域，为后续的颜色块分割和颜色校正提供基础。训练过程中，需对比色卡的边界、位置等信息进行训练学习，确保比色卡检测模型在实际应用中具有较高的准确性和鲁棒性。比色卡检测模型训练的过程主要是通过大量带标注的原始图像，建立输入图像与输出结果之间的映射关系。经过此步骤，将得到一个能够自动检测比色卡位置的比色卡检测模型。

步骤（5）：本步骤使用步骤（3）中得到的颜色块分割数据集，对预训练分割模型进行训练，构建一个能够精确分割比色卡区域图像中颜色块区域的模型。该颜色块分割模型的主要任务是将比色卡区域图像中每个颜色块单独分割出来，确保每个颜色块的像素值能够被准确提取。这一步的关键在于通过颜色块分割模型获取到比色卡区域图像中的精细颜色数据，远远超过传统方法中使用的 24 个颜色值，相比使用区域均值，颜色值数据可以达到原来的一万倍甚至十万倍，极大丰富了颜色校正所需的数据资源。经过此步骤，将得到一个能够准确分割颜色块的颜色块分割模型。精准有效的颜色块分割模型，能实现精确分割比色卡中各个颜色块的区域，确保对每个颜色块内所有像素值的准确提取，提供大量且多样的颜色值数据，用于后续的颜色校正。

c.构建检测分割模块阶段

为了实现比色卡检测模型与颜色块分割模型的交互式处理，并有效提取比色卡颜色块内的像素值，构建一个检测分割模块，将比色卡检测模型、颜色块分割模型以及颜色值提取算法进行整合，以便后续实现自动化图像颜色的校正流程。通过将比色卡检测模型、颜色块分割模型以及颜色值提取算法交互整合，能够实现从比色卡检测、颜色块分割、颜色值提取的完整自动化流程。

d.构建颜色校正模块阶段

颜色校正模块是系统的核心组成部分，其目的是将前述步骤中获得的丰富颜色数据应用于实际的图像校正中，以提高舌头图像的颜色准确性。颜色校正模块主要用于对提取的颜色值进行权重调整，并以调整后的权重与颜色值作为输入数据，对多项式回归模型进行拟合，最终根据拟合后的多项式回归模型和颜色转换矩阵将其应用于待校正舌头图像，以实现高质量的舌头图像颜色校正。

e.模块嵌入阶段

在这一阶段，将检测分割模块与颜色校正模块整合，并嵌入到标准机器人中，得到颜色校正机器人，以使颜色校正机器人实现全自动化的图像颜色校正流程。此阶段确保系统的各个部分能够协调工作，使颜色校正机器人在拍摄图像的同时进行颜色校正处理。

将检测分割模块与颜色校正模块嵌入到标准机器人中，赋予标准机器人一体化图像颜色校正的能力，使得该标准机器人具备颜色校正的能力。换句话说，将检测分割模块与颜色校正模块嵌入到标准机器人中，得到颜色校正机器人。其中，标准机器人配备高分辨率摄像头及摄像头控制单元，用于高精度舌头图像的采集。该标准机器人能够在不同环境下调整拍摄角度和光照条件，确保对场景中的颜色信息进行准确捕捉，并将拍摄的图像存储在内部存储单元中，以便后续处理。

可选的，标准机器人的主要结构及功能如表 3 所示，颜色校正机器人的主要结构及功能如表 4 所示。由表 3 和表 4 可知，标准机器人和颜色校正机器人的硬件结构以及附件都是相同，且软件配置中均包括摄像头控制模块；与标准机器人相比，颜色校正机器人的软件配置中增加了检测分割模块和颜色校正模块。

表 3 标准机器人主要结构及功能表

分类	名称	功能描述	备注
硬件	高清摄像头	捕捉高分辨率的图像	标配
	补光灯	确保拍摄对象清晰可见	标配
	触摸显示屏	信息展示与人机交互	标配
	处理器	核心计算单元	标配
	存储器	存储数据和程序	标配
	电池	断电时给机器人供电	标配
软件	摄像头控制模块	控制摄像头拍摄	标配
附件	电源线	供电与电池补电	标配
	标准比色卡	颜色校正参考物	标配

表 4 颜色校正机器人主要结构及功能表

分类	名称	功能描述	备注
硬件	高清摄像头	捕捉高分辨率的图像	标配
	补光灯	确保拍摄对象清晰可见	标配
	触摸显示屏	信息展示与人机交互	标配
	处理器	核心计算单元	标配
	存储器	存储数据和程序	标配
	电池	断电时给机器人供电	标配
软件	摄像头控制模块	控制摄像头拍摄	标配
	检测分割模块	对色卡进行检测分割	颜色校正机器人配置
	颜色校正模块	对图像进行颜色校正	颜色校正机器人配置
附件	电源线	供电与电池补电	标配
	标准比色卡	颜色校正参考物	标配

检测分割模块和颜色校正模块嵌入标准机器人的具体流程如图 7 所示：首先，获取标准机器人内的标准机器人程序；接着，将检测分割模块与颜色校正模块以串联的方式嵌入到标准机器人程序中，形成颜色校正机器人程序；最后将颜色校正机器人程序覆写入标准机器人内，形成颜色校正机器人。其中，标准机器人程序包括：摄像头基于拍摄信号进行拍摄，然后成像模块输出采集图像，输出模块将输出的采集图像存储。颜色校正机器人程序包括：摄像头基于拍摄信号进行拍摄，然后成像模块输出采集图像，检测分割模块对采集图像进行处理并输出颜色块坐标和颜色值数据，颜色校正模块根据颜色块坐标和颜色值数据对采集图像进行颜色校正，输出模块输出颜色校正后的图像并存储。

下面对利用颜色校正机器人进行图像颜色的校正方法进行介绍。如图 1 所示，本公开实施例提供的图像颜色的校正方法主要包括步骤 S101-S106。

S101、获取待处理图像，其中，待处理图像包括比色卡区域，比色卡区域中包括多个颜色块。

待处理图像可以理解为是电子设备拍摄到的存在颜色偏差的图像。该电子设备是指部署颜色校正机器人程序的电子设备。例如：颜色校正机器人。比色卡包括标准比色卡，通常由一系列预定义的标准颜色块组成。这些颜色块按照一定的排列方式印刷或展示出来，每种颜色都有一个唯一的编号或名称，方便用户查找和引用。使用标准比色卡作为颜色校正的基准，比色卡包含多个具有已知标准颜色值的颜色块，颜色块为图像颜色校正提供可靠的参考点，确保颜色调整的准确性。

进一步的，待处理图像包括目标对象区域，该目标对象区域用于展示目标对象。目标对象是需要进行颜色校正的目标，对目标对象区域进行颜色校正，以提高目标对象颜色的正确性。目标对象根据颜色校正机器人的用途进行具体确定，例如：颜色校正机器人是用于舌诊的辅助设备，那么目标对象为舌头，颜色校正机器人是用于眼睛诊断的辅助设备，那么目标对象为眼睛。本公开实施例中不具体限定目标对象类型，本公开实施例中以目标对象是舌头为例进行说明。

在实际应用场景中，将目标对象和比色卡放置于同一场景中，然后利用摄像头对该场景进行拍摄，并获取摄像头拍摄的图像作为待处理图像。在舌诊应用场景中，将患者的舌头和比色卡放置于同一场景中，例如：将比色卡放置在舌头下方，然后利用摄像头对该场景进行拍摄，并获取摄像头拍摄的图像作为待处理图像。如图 3 所示，该待处理图像中包括比色卡区域和舌头区域，比色卡区域中包含多个具有已知标准颜色值的颜色块，颜色块为待处理图像的颜色校正提供可靠的参考点，确保颜色调整的准确性。

进一步的，颜色校正机器人配置高分辨率摄像头及摄像头控制单元，摄像头用于采集高精度的图像作为待处理图像。该颜色校正机器人能够在不同环境下调整拍摄角度和光照条件，确保对场景中的颜色信息进行准确捕捉，并将拍摄的图像存储在内部存储单元中，以便后续处理。

S102、提取多个颜色块中各个像素点的颜色值，得到颜色值列表。

比色卡区域中包括多个颜色块，每个颜色块由多个像素点组成。在比色卡区域中每个颜

色块均有其对应的标准颜色值，即颜色块与标准颜色值是一一对应的关系。针对每个颜色块，对该颜色块内的像素点进行遍历，提取出每个像素点的颜色值，并将颜色块编码与各个像素点对应的颜色值都存储到颜色值列表中。

在一个可能的实现方式中，提取多个颜色块中各个像素点的颜色值，得到颜色值列表，包括：利用比色卡检测模型对待处理图像进行检测，得到比色卡区域的位置信息；基于比色卡区域的位置信息对待处理图像进行剪裁，得到比色卡区域图像；利用颜色块分割模型对比色卡区域图像进行识别分割，得到每个颜色块中各个像素点的坐标；基于每个颜色块的各个像素点的坐标，提取每个颜色块中各个像素点的颜色值，得到颜色值列表。

首先使用训练得到的比色卡检测模型，对待处理图像进行自动检测，识别出比色卡区域在待处理图像中的位置。检测完成后，基于比色卡区域的位置信息对待处理图像中的比色卡区域进行裁剪，并将裁剪后的比色卡区域图像，传递给训练得到的颜色块分割模型。颜色块分割模型会对裁剪后的比色卡区域图像进行精细的分割，将每个颜色块区域精确识别出来。颜色块分割完成后，输出每个颜色块的位置信息，颜色块的位置信息包括：颜色块的编码及其在图像中的具体区域位置。这一步确保了能够精确获取比色卡区域中每个颜色块的全部像素信息。

比色卡检测模型基于深度学习算法训练得到，能够自动识别并定位待处理图像中的比色卡区域。比色卡检测模型用于确保比色卡在待处理图像中的位置被精确检测，为后续的颜色块分割和颜色值提取奠定基础。具体的，比色卡检测模型是一个能够自动识别并定位待处理图像中比色卡区域的检测模型，为后续的颜色块分割和颜色校正提供基础。

比色卡检测模型的结构如图 8 所示，比色卡检测模型的输入是待处理图像，比色卡检测模型输出的是位置信息（x，y，w，h）以及图像类型是比色卡，即输出的比色卡区域的位置信息，该位置信息包括比色卡区域中的横坐标、纵坐标、宽度和高度（x，y，w，h）等等。比色卡检测模型使用卷积神经网络（CNN）作为特征提取网络，全连接层进一步处理和组合这些特征，而输出层则生成最终的检测结果。如图 8 所示，比色卡检测模型对输入的待处理图像，进行特征提取之后，得到第一特征图，对第一特征图进行特征提取之后，得到第二特征图，对第二特征图进行特征提取之后，得到第三特征图，对第三特征图进行特征提取之后，得到第四特征图，将第四特征图输入至第一全连接层；同时对第四特征图进行上采样处理，得到第五特征图，将第五特征图与第三特征图进行融合，得到第六特征图，将第六特征图输入至第二全连接层；对第五特征图进行上采样处理，得到第七特征图，将第二特征图与第七特征图进行融合，得到第八特征图，将第八特征图输入至第三全连接层；将三个全连接层的输出数据输入到检测头中进行处理，得到位置信息和分类结果，其中位置信息为：横坐标、纵坐标、宽度和高度（x，y，w，h）；分类结果为比色卡。

上述网络结构使得模型能够准确地检测比色卡区域及其特征，从而提升颜色校正机器人的检测能力。

颜色块分割模型基于深度学习算法训练得到，主要用于对比色卡区域图像中的颜色块进行像素级精确分割。颜色块分割模型通过逐像素分析颜色块内的颜色信息，提取每个颜色块的全部像素点的位置信息，显著提升了用于颜色校正的数据量和精度。

精准有效的颜色块分割模型，能实现精确分割比色卡区域图像中各个颜色块的区域，确保对每个颜色块内所有像素值的准确提取，为后续提供大量且多样的颜色值奠定基础，用于后续的颜色校正。

如图 9 所示，颜色块分割模型的输入是比色卡区域图像，颜色块分割模型的输出是各个颜色块的编码以及各个颜色块中各个像素点的坐标。其中，颜色块的编码用于指示该颜色块对应的标准颜色值。进一步的，颜色块分割模型采用卷积神经网络（CNN）作为主要的特征提取网络，并结合了特征金字塔网络（FPN）结构，颜色块分割模型首先通过多层 CNN 进行特征提取，提取到图像的不同层次信息，包括颜色块的边缘、形状和内部细节。然后，使用上采样技术恢复特征图的尺度，并在特征金字塔网络的帮助下，构建了一个多尺度的特征表示。

具体的，如图 9 所示，颜色块分割模型的输入为比色卡区域图像，颜色块分割模型对比色卡区域图像进行卷积处理，得到第九特征图，对第九特征图再次进行卷积处理，得到第十特征图，对第十特征图再次进行卷积处理，得到第十一特征图，对第十一特征图再次进行卷积处理，得到第十二特征图，对第十二特征图进行上采样处理，得到第十三特征图，将第十一特征图和第十三特征图融合，得到第十四特征图，对第十四特征图进行上采样处理，得到第十五特征图；将第十特征图和第十五特征图融合，得到第十六特征图，对第十六特征图进

行卷积处理，得到第十七特征图，将第十四特征图与第十七特征图融合，得到第十八特征图，对第十八特征图进行卷积处理，得到第十九特征图，将第十九特征图与第十二特征图融合，得到第二十特征图，将第二十特征图、第十八特征图和第十六特征图输入到分割头中，分割头输出分类结果和各个分类结果对应的像素点坐标。其中，分类结果包括各个颜色块的标号，各个分类结果对应的像素点坐标包括该标号颜色块内各个像素点坐标。

这种特征金字塔结构能够更好地捕捉图像的多层次信息，使模型在不同尺度下都能准确理解和分割颜色块区域。

通过多层次的特征提取与多尺度的特征融合，颜色块分割模型能够在复杂的光照和角度条件下，精确识别并分割比色卡中的 24 个颜色块，包括：暗肤色（Dark skin）、肤色（Skin）、天蓝色（Blue sky）、叶绿色（Foliage）、蓝花色（Blue flower）、蓝绿色（Bluish green）、橙色（Orange）、紫蓝色（Purplish blue）、中红色（Moderate red ）、紫色（Purple）、黄色（Yellow）、绿色（Green）、橙黄色（Orange yellow）、蓝色（Blue）、红色（Red）、品红色（Magenta）、青色（Cyan）、白色（White）、中性 8 号（Neutral8）、中性 6.5 号（Neutral6.5）、中性 5 号（Neutral5）、中性 3.5 号（Neutral3.5）、黑色（Black）。上述颜色块在比色卡中，从左到右再从上到下，依次编码为 1-24。颜色块分割模型确保了每个颜色块区域内的所有像素值都能被准确提取，为后续的颜色校正提供了坚实而可靠的数据基础。

在本公开实施例中，将模型训练得到比色卡检测模型与颜色块分割模型交互整合，能够实现从比色卡检测到颜色块分割的完整自动化流程。比色卡检测模型与颜色块分割模型融合工作流程如下图 10 所示：首先，将待处理图像输入到已经训练好的比色卡检测模型，比色卡检测模型对待处理图像进行推理，得到比色卡检测结果，输出比色卡区域的位置和边界（x，y，w，h），基于比色卡区域的位置和边界对待处理图像中的比色卡区域进行自动裁剪，得到比色卡区域图像并将比色卡区域图像传递给颜色块分割模型。这样，比色卡检测模型生成的检测框会作为颜色块分割模型的输入，为后续的精确分割提供准确的区域信息。将裁剪后的比色卡区域图像输入到颜色块分割模型中，颜色块分割模型使用特征金字塔网络（FPN）结构，在不同尺度下对颜色块进行分割，确保能够精确识别每个颜色块的边界和内部区域，得到颜色块分割结果，并输出每个颜色块坐标。通过这种方式，颜色校正机器人能够获得每个颜色块的精确位置。

在一个可能的实现方式中，基于每个颜色块的各个像素点的坐标，提取每个颜色块中各个像素点的颜色值，得到颜色值列表，包括：基于各个像素点的坐标值在待处理图像中提取各个像素点的颜色值；将颜色块的编号与各个像素点的颜色值建立关联关系，存储到颜色值列表。

在本公开实施例中，基于每个颜色块中各个像素点坐标，结合颜色值提取算法，从比色卡区域图像中提取对应坐标位置的颜色值。提取的颜色值将被汇总为一个颜色值列表，为后续的颜色校正提供数据支持。颜色值列表包含比色卡中每个颜色块中大量的颜色值，远远超过传统方法仅使用单一区域平均颜色值的局限性，通常可以达到区域平均颜色值数量的一万倍到十万倍。通过这种方式，能够捕捉到更多的颜色细节，为后续的颜色校正提供更为丰富和精确的数据支撑。最终，将输出所有颜色块的颜色值列表，作为后续颜色校正步骤的基础数据输入。这样确保了颜色校正流程的自动化与高精度执行。

进一步的，在比色卡检测模型与颜色块分割模型的融合之后，下一步是将颜色值提取算法与前述模型的输出结果相结合，以实现高精度的颜色数据提取。颜色值提取算法的主要任务是从分割后的颜色块中提取出每个颜色块内各个像素点的准确颜色值（RGB 值），这些颜色值将用于后续的颜色校正过程。具体流程如下图 11 所示，在完成颜色块的分割之后，已经获取了每个颜色块的区域信息，包括每个颜色块的边界和内部区域。颜色值提取算法首先读取这些区域信息，并识别出每个颜色块内的所有像素点的坐标。其次，对每个颜色块内的像素点坐标进行遍历，提取出每个像素点的颜色值（RGB 值），并将颜色块编码与颜色值都存储到颜色值列表中。最后，将颜色值列表输出到颜色校正模块中。如图 11 右侧图所示，为颜色值列表结构的示意图，颜色值列表结构中包括多个颜色值信息，该颜色值信息包括颜色块标号以及该标号对应的颜色块内各个像素点的颜色值。例如：图 11 中的 01、06、24 标识颜色块的标识，各个标号之后的（R，G，B）标识该标号对应的颜色块一个像素点的颜色值。

S103、对颜色值列表中的各个颜色值设置权重系数，得到带权重系数的颜色值列表。

为了适应不同的拍摄条件（如光照强度、角度变化等），根据不同颜色块的分布情况，对颜色值进行权重调整。权重调整的目的是根据实际场景中的光照和拍摄角度信息，对颜色块内的颜色值赋予权值系数，降低或增加其加入在多项式回归模型拟合时的权重影响。具体而

言，就是根据颜色值列表中的颜色值分布，调整不同颜色值的权重系数。

具体的，根据颜色值列表，通过分析颜色值的分布情况，进行权重调整。不同颜色块在图像中的表现受光照强度和角度的影响，因此需要通过权重系数的调整，使得多项式回归模型拟合时能够更好地反映实际场景下的光照条件。为每个颜色值添加权重系数后，形成带权重系数的颜色值列表。通过权重调整，避免模型对某些异常或极端的颜色值过于敏感，使拟合更平滑且符合实际拍摄时的光照情况。

在一个可能的实现方式中，对颜色值列表中的各个颜色值设置权重系数，包括：对颜色值列表中各个像素点的颜色值进行统计，得到各个通道的颜色分布；基于各个通道的颜色分布进行分析，得到各个通道分别对应的第一参数和第二参数，其中，第一参数是通道宽度的二分之一，第二参数为通道中占比最多的通道值；基于各个通道分别对应的第一参数和第二参数以及设定权重计算公式，计算各个通道的权重系数。

本公开实施例中，分别对采用超高像素摄像机的待处理图像和实际拍摄图像中的 24 个颜色块进行颜色分布统计，可以得知，无论是使用超高像素摄像机拍摄的待处理图像，还是实际拍摄图像，比色卡中的颜色块像素点中，R、G、B 三个通道的像素点分布均基本符合正态分布。

如图 12 所示，权重调整策略具体流程如下：首先对所有颜色块包含的像素点颜色值进行统计，分别得到颜色块中 R 通道的像素值分布情况、G 通道的像素值分布情况、B 通道的像素值分布情况，并删除各个通道中的奇异值；其次，根据通道颜色值分布，调整像素点的权重系数，权重系数 k 的调整公式如下：

$$k=F(v)=\begin{cases} e^{-\left(0.632+\frac{3(|v-v_m|-0.632\sigma)}{0.736\sigma}\right)} & v\in[v_m-0.865\sigma,v_m-0.632\sigma)\cup(v_m+0.632\sigma,v_m+0.865\sigma] \\ e^{-\frac{|v-v_m|}{\sigma}} & v\in[v_m-0.632\sigma,v_m+0.632\sigma] \\ e^{-\left(0.581728+e^{\frac{(|v-v_m|-0.865\sigma)}{0.135\sigma}}\right)} & v\in[0,v_m-0.865\sigma)\cup(v_m+0.865\sigma,255] \end{cases}$$

其中：

e 是自然对数；

v 是像素点当前通道的通道值，即此时的横坐标值；

v_m 是单个通道中占比最多的通道值，即最大纵坐标值的对应横坐标值；

σ 是单个通道宽度的二分之一，即二分之一最大横坐标值减去最小横坐标值。

经过统计颜色值分布后，得到 σ、v_m 以及权重转换函数 $F(v)$。经过 $F(v)$ 进行权重调整后，颜色值列表转换为带权重系数的颜色值列表，该带权重系数的颜色值列表将作为输入传递到多项式回归模型拟合过程，对多项式回归模型进行拟合。

S104、利用带权重系数的颜色值列表进行多项式回归模型的拟合，得到拟合后的多项式回归模型。

多项式回归模型拟合目的是根据经过权重调整的颜色值列表，构建适用于不同拍摄场景的颜色校正模型，从而将待处理图像的颜色调整到标准状态。

使用带权重系数的颜色值列表，对多项式回归模型进行拟合。根据比色卡的标准颜色值与拍摄图像中的颜色值之间的差异，建立一个多项式回归模型，并在损失函数计算中考虑权重系数，以减少拟合误差。通过迭代优化模型的多项式系数，确保模型能够准确反映待处理图像中每个像素点的颜色偏差与标准颜色之间的数学关系。最终，经过优化后的多项式回归模型能够更好地反映舌头图像的整体颜色偏移情况。

在一个可能的实现方式中，利用目标颜色值列表进行多项式回归模型的拟合，得到拟合

后的多项式回归模型，包括：利用颜色值列表中的颜色值和颜色块的编号进行拟合，得到初始多项式回归模型；利用颜色值列表中的各个颜色值的权重系数对初始多项式回归模型进行迭代调整，得到拟合后的多项式回归模型，其中，拟合后的多项式回归模型包括最小化损失函数的多项式回归模型。

具体的多项式回归模型拟合流程如下图 13 所示，首先，提取出带权重系数的颜色值列表中的权重值、颜色值和颜色块标号，使用颜色值和颜色块标号进行多项式回归模型的拟合；使用带权重系数的颜色值列表中的权重值修正多项式回归模型拟合时的损失函数（Loss）输出；第三，迭代调整模型参数使得拟合的多项式曲线能够尽可能精确地反映颜色块之间的颜色变化规律；最后，输出经过拟合后的多项式回归模型。

其中，图 13 中损失函数 Loss 表示多项式回归模型的损失函数，其中R'、G'、B'分别表示目标的红、绿、蓝通道值的实际颜色值；x，y，z 为多项式回归模型 f 的初始化系数；k_R、k_G、k_B分别为红、绿、蓝通道的加权系数；$f = \mathrm{x}'R + y'G + z'B$为经过最小化损失函数后的多项式回归模型,这个模型主要通过最小化损失函数来调整多项式回归模型中的系数，以实现对颜色数据的最佳拟合；x'、y'、z'为拟合后多项式回归模型的系数；$f = (\mathrm{a}+b+\mathrm{c})\ R+(e+f+g)G+(i+j+k)B$为多项式回归模型系数拆分后的拟合函数；a、b、c 表示红色通道的系数拆分后的结果，e、f、g 表示绿色通道的系数拆分后的结果，i、j、k 表示蓝色通道的系数拆分后的结果。

S105、利用拟合后的多项式回归模型生成颜色转换矩阵，颜色转换矩阵用于表示待处理图像中的颜色值与比色卡中标准颜色值的映射关系。

生成颜色转换矩阵的目的是将经过拟合的多项式回归模型转换为适用于舌头图像颜色校正的转换矩阵，用于将待处理图像中的颜色值调整到标准比色卡的颜色状态。使用拟合后多项式回归模型生成颜色转换矩阵。使拟合后的多项式回归模型，生成一个用于实际颜色校正的颜色转换矩阵。该颜色转换矩阵包含了多项式回归模型中的系数，并将其作为一个整体传递到后续的舌头图像颜色转换步骤中。颜色转换矩阵的作用是在 RGB 空间中，对舌头图像的每个像素颜色值进行校正处理。

在一个可能的实现方式中，利用拟合后的多项式回归模型生成颜色转换矩阵，包括：对拟合后的多项式回归模型中的系数进行拆分，得到系数拆分后的多项式回归模型；将系数拆分后的多项式回归模型的系数组合成颜色转换矩阵。

生成颜色转换矩阵的具体流程如下图 14 所示。首先，提取拟合好的多项式回归模型中的系数。这些系数是描述颜色变化规律的关键参数，决定了颜色值在不同光照条件和拍摄角度下的调整方式；其次，通过将多项式回归模型中的系数组合成一个标准化的颜色转换矩阵。该矩阵将表示从待处理图像颜色值到标准比色卡颜色值的映射关系。通常，颜色转换矩阵的维度取决于颜色空间的维度（RGB 空间为 3x3 矩阵）。最后，输出最终的颜色转换矩阵（M），用于后续舌头图像颜色转换的计算。

其中，图 14 中$f = (\mathrm{a}+b+\mathrm{c})\ R+(e+f+g)G+(i+j+k)B$为多项式回归模型系数拆分后的拟合函数，其中 R、G、B 分别表示输入的红、绿、蓝色分量，a、b、c、e、f、g、i、j、k 为模型系数。并且经过矩阵换算，将公式 f 表示成矩阵乘法的形式，输出矩阵 Matrix，并将矩阵 Matrix 转换为颜色转换矩阵 M，其中$\mathrm{a} = M_{11}, \mathrm{b} = M_{21}, \mathrm{c} = M_{31}, \mathrm{e} = M_{12}, \mathrm{f} = M_{22}, \mathrm{g} = M_{32}, i = M_{13}, j = M_{23}, k = M_{33}$。

S106、利用颜色转换矩阵对待处理图像中的像素点的颜色值进行校正，得到校正图像。

使用颜色转换矩阵对待处理图像中的所有像素点进行颜色校正。将颜色转换矩阵应用于待处理图像的 RGB 值，并生成经过颜色校正后的图像。通过这种方式，待处理图像中的每个像素都会根据多项式拟合的结果进行颜色值调整，确保校正后的图像与比色卡的标准颜色值相匹配，从而生成最终的校正图像。

使用生成的颜色转换矩阵，对待处理图像中的 RGB 值进行颜色校正转换，将待处理图像中的所有像素点颜色值调整为校正后的颜色值，从而生成最终的校正图像。如图 15 所示，具

体操作流程如下：读取待处理图像，提取待处理图像中每个像素点的 RGB 值。这些待处理图像中的原始颜色值将在后续步骤中被调整到标准状态；使用颜色转换矩阵，对每个像素点的 RGB 值进行颜色转换；将待处理图像中所有像素点的校正后颜色值重新组合成一幅完整的图像。此时，校正图像中的所有像素点颜色都已与标准比色卡中的颜色进行了映射调整；最后，输出经过颜色转换的校正图像。校正图像的颜色分布更加符合实际标准，可以用于后续的中医舌诊智能化分析和辅助诊断。其中，在使用颜色转换矩阵进行颜色转换时对于每个像素点，应用以下矩阵运算：

$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_{11} & M_{12} & M_{13} \\ M_{21} & M_{22} & M_{23} \\ M_{31} & M_{32} & M_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

其中：

$[R,G,B]$是待处理图像中的原始像素点的 RGB 值，$[R',G',B']$是校正图像中的校正后的像素值；M_{ij}是颜色转换矩阵 M 中的对应元素。

进一步的，在颜色校正完成后，将校正图像保存到颜色校正机器人的内置存储空间中。存储后的校正图像数据会被系统妥善保存，以备后续使用或进一步分析。确保校正图像数据的安全性和可追溯性，包括校正图像的版本信息、生成日期和时间等。此外，生成文件的哈希值（如 MD5）进行完整性校验，并定期备份到安全的存储介质或云端，以防数据丢失或损坏。

为方便后续使用或进一步分析，将颜色校正后的校正图像输出到颜色校正机器人的内置存储空间中，确保校正后的舌头图像数据的安全性和可追溯性。为确保校正图像在质量和存储效率之间取得平衡，将图像存储为无损压缩的 PNG 格式，并采用具有可追溯性的文件命名格式，其中包含版本信息、日期、时间以及图像编号。例如：Corrected_ver001_20240101_001.png。为了确保图像的安全性，保存后将生成文件的哈希值（MD5）进行完整性校验，并定期备份到安全的存储介质或云端，以防止数据丢失。

为了让使用人员能够直观地查看和评估颜色校正的效果，设计了校正图像的可视化功能。该功能可以帮助用户快速理解颜色校正的结果，并判断其是否符合预期标准。

从存储空间中读取已保存的校正图像，并将其输出到机器人自带的显示屏上。通过显示屏，使用人员可以直观地查看和评估颜色校正的效果，判断校正图像是否符合预期标准。这一功能提供了直接的交互方式，使得颜色校正过程更加透明和易于理解，确保最终舌头图像符合中医舌诊的质量要求。

为直观展示颜色校正的效果，将为使用人员提供一个便捷的评估和分析界面。将从颜色校正机器人的内置存储空间中读取已保存的校正图像，并将其输出到机器人自带的显示屏上，进行可视化展示。通过显示屏，使用者可以清晰地看到颜色校正后的舌头图像，并结合对比原图，快速评估校正效果。

本公开实施例提供的图像颜色的校正方法，主要包括如下优点：

第一、通过颜色值的权重调整，提升颜色校正模型的精度与适应性。

通过多项式回归模型拟合颜色值，并结合权重调整算法来优化拟合过程进行颜色校正。针对待处理图像在不同光照条件和拍摄角度下出现的颜色偏差问题，提供了一个能够自适应调整的校正机制。权重调整算法通过对不同颜色块的颜色值进行优化调整，使得模型在拟合时能够更精确地反映出颜色块之间的颜色变化规律，从而实现更高精度的颜色校正。基于权重调整的多项式回归模型拟合方法具有强大的适应性，能够应对复杂的光照和角度变化，具有极高的实用价值和创新性。

第二、通过检测分割模块提取的大量颜色值原始数据，增强系统的稳定性和可靠性。

基于大量颜色值原始数据的多项式回归模型拟合，利用大量颜色值原始数据进行多项式回归模型拟合，以构建高精度的颜色校正模型。通过丰富的颜色值原始数据，模型能够更全面地捕捉实际拍摄场景中的颜色变化规律。使得多项式回归模型在不同拍摄条件和环境下展现出更好的稳定性和可靠性。大量颜色值原始数据覆盖了更多的光照条件和拍摄角度变化，使模型在处理复杂光照条件和不同角度时表现更加准确。这种精确拟合能力显著提高了颜色校正的精度，使最终的颜色校正结果更接近实际的颜色值。

第三、实现比色卡检测与颜色块分割的自动化，提高效率和精度。

在图像颜色的校正流程中，通过将比色卡检测模型与颜色块分割模型相结合，提出了一种模块化、自动化的图像中比色卡和颜色块数据处理方案，为后续的颜色校正模块提供了大量的颜色值原始数据。比色卡检测模型用于自动识别待处理图像中比色卡的位置和边界，而颜色块分割模型则进一步对比色卡区域图像中的每个颜色块进行精准分割。通过这种有机结合，系统能够高效、准确地提取比色卡的颜色信息，极大地减少了人工标注和干预的工作量。这种自动化的检测与分割流程具有高度的灵活性和扩展性，能够适用于各种不同的图像处理场景，不仅提高了处理效率，还保证了结果的精度，适用于图像的颜色校正任务。

第四、通过机器人系统实现全流程自动化和一体化，减少人工成本并提升整体处理效率。

将比色卡检测分割模块与颜色校正模块嵌入到机器人系统中，形成了一个全阶段的一体化的机器人图像颜色校正系统解决方案。机器人通过摄像头自动采集待处理图像，并依次执行比色卡检测、颜色块分割、颜色校正等流程，确保每一步骤无缝衔接。该系统设计涵盖了从图像采集到处理、校正、存储、最后可视化的全流程，医疗使用人员只需通过机器人系统即可完成整个图像的数据采集和颜色校正工作。这种高度自动化的设计不仅减少了人工干预，降低了操作成本，还提升了处理速度和精度，极大地提高了系统的稳定性和可靠性，适用于多种医疗和科研应用场景。系统中嵌入的存储与可视化功能还使得使用者能够方便地进行数据管理和实时评估校正效果，进一步增强了系统的实用性和便捷性。

图 16 为本公开实施例中的一种图像颜色的校正装置的结构示意图，如图 16 所示，本公开实施例提供的图像颜色的校正装置 40 主要包括：图像获取模块 41、颜色值提取模块 42、权重设置模块 43、拟合模块 44、矩阵生成模块 45 和颜色校正模块 46。

其中，图像获取模块 41，用于获取待处理图像，其中，待处理图像包括比色卡区域，比色卡区域中包括多个颜色块；颜色值提取模块 42，用于提取多个颜色块中各个像素点的颜色值，得到颜色值列表；权重设置模块 43，用于对颜色值列表中的各个颜色值设置权重系数；拟合模块 44，用于利用带权重系数的颜色值列表进行多项式回归模型的拟合，得到拟合后的多项式回归模型；矩阵生成模块 45，用于利用拟合后的多项式回归模型生成颜色转换矩阵，颜色转换矩阵用于表示待处理图像中的颜色值与比色卡中标准颜色值的映射关系；颜色校正模块 46，用于利用颜色转换矩阵对待处理图像中的像素点的颜色值进行校正，得到校正图像。

本公开实施例提供了一种图像颜色的校正装置，该装置用于执行如下流程：获取待处理图像，其中，待处理图像包括比色卡区域，比色卡区域中包括多个颜色块；提取多个颜色块中各个像素点的颜色值，得到颜色值列表；对颜色值列表中的各个颜色值设置权重系数；利用带权重系数的颜色值列表进行多项式回归模型的拟合，得到拟合后的多项式回归模型；利用拟合后的多项式回归模型生成颜色转换矩阵，颜色转换矩阵用于表示待处理图像中的颜色值与比色卡中标准颜色值的映射关系；利用颜色转换矩阵对待处理图像中各个像素点的颜色值进行校正，得到校正图像。本实施例提升图像的颜色准确性，确保图像信息的可靠性与真实性，从而为后续的智能化分析和辅助诊断提供可靠的数据支撑。

在一个可能的实现方式中，颜色值提取模块 42，具体用于利用比色卡检测模型对待处理图像进行检测，得到比色卡区域的位置信息；基于比色卡区域的位置信息对待处理图像进行剪裁，得到比色卡区域图像；利用颜色块分割模型对比色卡区域图像进行识别分割，得到每个颜色块中各个像素点的坐标；基于每个颜色块的各个像素点的坐标，提取每个颜色块中各个像素点的颜色值，得到颜色值列表。

在一个可能的实现方式中，颜色值提取模块 42，具体用于基于各个像素点的坐标值在待处理图像中提取各个像素点的颜色值；将颜色块的编号与各个像素点的颜色值建立关联关系，存储到颜色值列表。

在一个可能的实现方式中，权重设置模块 43，具体用于对颜色值列表中的各个颜色值设置权重系数，包括：对颜色值列表中各个像素点的颜色值进行统计，得到各个通道的颜色分布；基于各个通道的颜色分布进行分析，得到各个通道分别对应的第一参数和第二参数，其中，第一参数是通道宽度的二分之一，第二参数为通道中占比最多的通道值；基于各个通道分别对应的第一参数和第二参数以及设定权重计算公式，计算各个通道的权重系数。

在一个可能的实现方式中，权重计算公式如下所示。

$$k=F(v)=\begin{cases} e^{-\left(0.632+\frac{3(|v-v_m|-0.632\sigma)}{0.736\sigma}\right)} & v\in[v_m-0.865\sigma,v_m-0.632\sigma)\cup(v_m+0.632\sigma,v_m+0.865\sigma] \\ e^{-\frac{|v-v_m|}{\sigma}} & v\in[v_m-0.632\sigma,v_m+0.632\sigma] \\ e^{-\left(0.581728+e^{\frac{(|v-v_m|-0.865\sigma)}{0.135\sigma}}\right)} & v\in[0,v_m-0.865\sigma)\cup(v_m+0.865\sigma,255] \end{cases}$$

其中，k 表示权重系数，e 是自然对数，σ 为第一参数，V_m 为第二参数。

在一个可能的实现方式中，拟合模块 44，具体用于利用颜色值列表中的颜色值和颜色块的编号进行拟合，得到初始多项式回归模型；利用颜色值列表中的各个颜色值的权重系数对初始多项式回归模型进行迭代调整，得到拟合后的多项式回归模型，其中，拟合后的多项式回归模型包括最小化损失函数的多项式回归模型。

在一个可能的实现方式中，矩阵生成模块 45，具体用于对拟合后的多项式回归模型中的系数进行拆分，得到系数拆分后的多项式回归模型；将系数拆分后的多项式回归模型的系数组合成颜色转换矩阵。

本公开实施例所提供的图像颜色的校正装置可执行本发明任意实施例所提供的图像颜色的校正方法，具备执行方法相应的功能模块和有益效果。

图 17 是本实施例提供的一种电子设备的结构示意图。该电子设备可以包括图像颜色的校正设备，如图 17 所示，该电子设备 500 包括处理器 510、存储器 520、输入装置 530 和输出装置 540；电子设备中处理器 510 的数量可以是一个或多个，图 17 中以一个处理器 510 为例；电子设备中的处理器 510、存储器 520、输入装置 530 和输出装置 540 可以通过总线或其他方式连接，图 17 中以通过总线连接为例。

存储器 520 作为一种计算机可读存储介质，可用于存储软件程序、计算机可执行程序以及模块，如本发明实施例中的图像颜色的校正方法对应的程序指令/模块。处理器 510 通过运行存储在存储器 520 中的软件程序、指令以及模块，从而执行电子设备的各种功能应用以及数据处理，即实现本发明实施例所提供的图像颜色的校正方法。

存储器 520 可主要包括存储程序区和存储数据区，其中，存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需的应用程序；存储数据区可存储根据终端的使用所创建的数据等。此外，存储器 520 可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非易失性存储器，例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非易失性固态存储器件。在一些实例中，存储器 520 可进一步包括相对于处理器 510 远程设置的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至电子设备。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

输入装置 530 可用于接收输入的数字或字符信息，以及产生与电子设备的用户设置以及功能控制有关的信号输入，可以包括键盘、鼠标等。输出装置 540 可包括显示屏等显示设备。

本实施例还提供了一种包含计算机可执行指令的存储介质，所述计算机可执行指令在由计算机处理器执行时用于实现本发明实施例所提供的图像颜色的校正方法。

当然，本发明实施例所提供的一种包含计算机可执行指令的存储介质，其计算机可执行指令不限于如上所述的方法操作，还可以执行本发明任意实施例所提供的图像颜色的校正方法中的相关操作。

通过以上关于实施方式的描述，所属领域的技术人员可以清楚地了解到，本发明可借助软件及必需的通用硬件来实现，当然也可以通过硬件实现，但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解，本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品可以存储在计算机可读存储介质中，如计算机的软盘、只读存储器（Read-Only Memory, ROM）、随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）、闪存（FLASH）、硬盘或光盘等，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本发明各个实施例所述的方法。

值得注意的是，上述图像颜色的校正装置的实施例中，所包括的各个单元和模块只是按

照功能逻辑进行划分的，但并不局限于上述的划分，只要能够实现相应的功能即可；另外，各功能单元的具体名称也只是为了便于相互区分，并不用于限制本发明的保护范围。

需要说明的是，在本文中，诸如“第一”和“第二”等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

以上所述仅是本公开的具体实施方式，使本领域技术人员能够理解或实现本公开。对这些实施例的多种修改对本领域的技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本公开的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本公开将不会被限制于本文所述的这些实施例，而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

工业实用性

本公开提供一种图像颜色的校正方法，能够提升图像的颜色准确性，确保图像信息的可靠性与真实性，从而为后续的智能化分析和辅助诊断提供可靠的数据支撑，具有很强的工业实用性。

权 利 要 求 书

1、一种图像颜色的校正方法，其特征在于，所述方法包括：

获取待处理图像，其中，所述待处理图像包括比色卡区域，所述比色卡区域中包括多个颜色块；

提取多个所述颜色块中各个像素点的颜色值，得到颜色值列表；

对所述颜色值列表中的各个颜色值设置权重系数，包括：对所述颜色值列表中各个像素点的颜色值进行统计，得到各个通道的颜色分布；基于所述各个通道的颜色分布进行分析，得到各个通道分别对应的第一参数和第二参数，其中，所述第一参数是通道宽度的二分之一，所述第二参数为通道中占比最多的通道值；基于各个通道分别对应的所述第一参数和所述第二参数以及设定权重计算公式，计算各个通道的权重系数；

利用带权重系数的颜色值列表进行多项式回归模型的拟合，得到拟合后的多项式回归模型；

利用拟合后的多项式回归模型生成颜色转换矩阵，所述颜色转换矩阵用于表示待处理图像中的颜色值与比色卡中标准颜色值的映射关系；

利用所述颜色转换矩阵对所述待处理图像中的像素点的颜色值进行校正，得到校正图像。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述提取多个所述颜色块中各个像素点的颜色值，得到颜色值列表，包括：

利用比色卡检测模型对待处理图像进行检测，得到比色卡区域的位置信息；

基于所述比色卡区域的位置信息对所述待处理图像进行剪裁，得到比色卡区域图像；

利用颜色块分割模型对所述比色卡区域图像进行识别分割，得到每个颜色块中各个像素点的坐标；

基于所述每个颜色块的各个像素点的坐标，提取所述每个颜色块中各个像素点的颜色值，得到颜色值列表。

3、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述基于所述每个颜色块的各个像素点的坐标，提取所述每个颜色块中各个像素点的颜色值，得到颜色值列表，包括：

基于所述各个像素点的坐标值在所述待处理图像中提取所述各个像素点的颜色值；

将所述颜色块的编号与所述各个像素点的颜色值建立关联关系，存储到颜色值列表。

4、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述设定权重计算公式如下所示：

$$k = F(v) = \begin{cases} e^{-\left(0.632 + \frac{3(|v - v_m| - 0.632\sigma)}{0.736\sigma}\right)} & v \in [v_m - 0.865\sigma, v_m - 0.632\sigma) \cup (v_m + 0.632\sigma, v_m + 0.865\sigma] \\ e^{-\frac{|v - v_m|}{\sigma}} & v \in [v_m - 0.632\sigma, v_m + 0.632\sigma] \\ e^{-\left(0.581728 + e^{\frac{(|v - v_m| - 0.865\sigma)}{0.135\sigma}}\right)} & v \in [0, v_m - 0.865\sigma) \cup (v_m + 0.865\sigma, 255] \end{cases}$$

其中，k 表示权重系数，e 是自然对数，σ 为第一参数，v_m 为第二参数，v 是像素点当前通道的通道值。

5、根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述利用所述带权重系数的颜色值列表进行多项式回归模型的拟合，得到拟合后的多项式回归模型，包括：

利用所述颜色值列表中的颜色值和颜色块的编号进行拟合，得到初始多项式回归模型；

利用所述颜色值列表中的各个颜色值的权重系数对所述初始多项式回归模型进行迭代调整，得到拟合后的多项式回归模型，其中，拟合后的多项式回归模型包括最小化损失函数的多项式回归模型。

6、根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述利用拟合后的多项式回归模型生成颜色转换矩阵，包括：

对拟合后的多项式回归模型中的系数进行拆分，得到系数拆分后的多项式回归模型；

将系数拆分后的多项式回归模型的系数组合成颜色转换矩阵。

7、一种图像颜色的校正装置，其特征在于，所述装置包括：

图像获取模块，用于获取待处理图像，其中，所述待处理图像包括比色卡区域，所述比色卡区域中包括多个颜色块；

颜色值提取模块，用于提取多个所述颜色块中各个像素点的颜色值，得到颜色值列表；

权重设置模块，用于对所述颜色值列表中的各个颜色值设置权重系数，其中，所述对所述颜色值列表中的各个颜色值设置权重系数，包括：对所述颜色值列表中各个像素点的颜色值进行统计，得到各个通道的颜色分布；基于所述各个通道的颜色分布进行分析，得到各个通道分别对应的第一参数和第二参数，其中，所述第一参数是通道宽度的二分之一，所述第二参数为通道中占比最多的通道值；基于各个通道分别对应的所述第一参数和所述第二参数以及设定权重计算公式，计算各个通道的权重系数；

拟合模块，用于利用带权重系数的颜色值列表进行多项式回归模型的拟合，得到拟合后的多项式回归模型；

矩阵生成模块，用于利用拟合后的多项式回归模型生成颜色转换矩阵，所述颜色转换矩阵用于表示待处理图像中的颜色值与比色卡中标准颜色值的映射关系；

颜色校正模块，用于利用所述颜色转换矩阵对所述待处理图像中的像素点的颜色值进行校正，得到校正图像。

8、一种颜色校正机器人，其特征在于，所述颜色校正机器人包括：

一个或多个处理器；

存储装置，用于存储一个或多个程序；

摄像头，用于采集待处理图像并传输至所述处理器；

当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行，使得所述一个或多个处理器实现如权利要求 1-6 中任一项所述的图像颜色的校正方法。

9、一种存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，该程序被处理器执行时实现如权利要求 1-6 中任一项所述的图像颜色的校正方法。