

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2024 年 8 月 8 日 (08.08.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/160201 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06T 7/00 (2017.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2024/074707
- (22) 国际申请日: 2024 年 1 月 30 日 (30.01.2024)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202310106900.3 2023年2月2日 (02.02.2023) CN
- (71) 申请人: 人工智能设计研
究 有 限 公 司 (**LABORATORY FOR ARTIFICIAL
INTELLIGENCE IN DESIGN LIMITED**) [CN/CN]; 中
国香港特别行政区新界沙田香港科学园科技大
道西19号19W大楼16楼1613-1615室, Hong Kong
999077 (CN)。香港理工大学(**THE HONG KONG**

POLYTECHNIC UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国香港
特别行政区九龙红磡香港理工大学, Hong Kong
999077 (CN)。皇家艺术学院(**ROYAL COLLEGE
OF ART**) [GB/GB]; 英国大伦敦南肯辛顿区肯辛
顿角里, Greater London SW72EU (GB)。

(72) 发明人: 李嘉敏(**LEE, Ka Man**); 中国香港特别行政
区新界沙田香港科学园科技大道西19号19W
大楼16楼1613-1615室, Hong Kong 999077 (CN)。钟
国通(**CHUNG, Kwok Tung**); 中国香港特别行政
区新界沙田香港科学园科技大道西19号19W大
楼16楼1613-1615室, Hong Kong 999077 (CN)。钟
穗盈(**CHUNG, Sui Ying**); 中国香港特别行政区新
界沙田香港科学园科技大道西19号19W大楼16
楼1613-1615室, Hong Kong 999077 (CN)。

(54) **Title:** PRINTING DEFECT DETECTION METHOD AND APPARATUS, AND DEVICE AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 印刷缺陷检测方法、装置、设备及存储介质

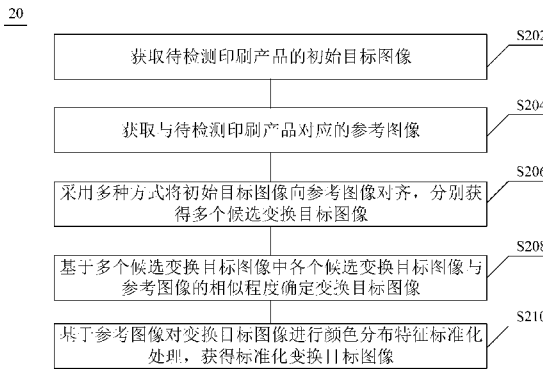


图 2

- S202 Acquire an initial target image of a printed product to be subjected to detection
- S204 Acquire a reference image corresponding to said printed product
- S206 Align the initial target image with the reference image in a plurality of modes, so as to respectively obtain a plurality of candidate transformed target images
- S208 Determine a transformed target image on the basis of the degree of similarity between each of the plurality of candidate transformed target images and the reference image
- S210 Perform color distribution feature standardization processing on the transformed target image on the basis of the reference image, so as to obtain a standardized transformed target image

(57) **Abstract:** Provided are a printing defect detection method and apparatus, and a device and a storage medium, which relate to the technical field of computers. The method comprises: acquiring an initial target image of a printed product to be subjected to detection; acquiring a reference image corresponding to said printed product; aligning the initial target image with the reference image in a plurality of modes, so as to respectively obtain a plurality of candidate transformed target images; determining a transformed target image on the basis of the degree of similarity between each of the plurality of candidate transformed target images and the reference image;

[见续页]

(74) 代理人:隆天知识产权代理有限公司(LUNG TIN INTELLECTUAL PROPERTY AGENT LTD.); 中国北京市朝阳区慧忠路5号远大中心B座18层, Beijing 100101 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

performing color distribution feature standardization processing on the transformed target image on the basis of the reference image, so as to obtain a standardized transformed target image; and obtaining a final difference result on the basis of the standardized transformed target image and the reference image, so as to detect a printing defect of said printed product according to the final difference result.

(57) 摘要: 提供一种印刷缺陷检测方法、装置、设备及存储介质, 涉及计算机技术领域。方法包括: 获取待检测印刷产品的初始目标图像; 获取与待检测印刷产品对应的参考图像; 采用多种方式将初始目标图像向参考图像对齐, 分别获得多个候选变换目标图像; 基于多个候选变换目标图像中各个候选变换目标图像与参考图像的相似程度确定变换目标图像; 基于参考图像对变换目标图像进行颜色分布特征标准化处理, 获得标准化变换目标图像; 基于标准化变换目标图像和参考图像获得最终差分结果, 以根据最终差分结果检测待检测印刷产品的印刷缺陷。

印刷缺陷检测方法、装置、设备及存储介质

本公开基于申请号为 202310106900.3、申请日为 2023 年 02 月 02 日、发明名称为《印刷缺陷检测方法、装置、设备及存储介质》的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此引入本公开作为参考。

技术领域

本公开涉及计算机技术领域，具体而言，涉及一种印刷缺陷检测方法、装置、电子设备及可读存储介质。

背景技术

如今，纸制品制造和印刷行业的机械设备已经相当齐全，但在印前、印刷、印后、装配等各个环节，仍严重依赖人工检查印刷缺陷。由于机器通常处于高速运转状态，因此在人工检查之前，大量有缺陷的产品已经生产出来了，则需要扔掉有缺陷的产品，再重新校准机器。这个过程无疑造成了时间成本和经济成本的浪费。因此，如何自动化地检测印刷缺陷成为亟待解决的问题。

在所述背景技术部分公开的上述信息仅用于加强对本公开的背景的理解，因此它可以包括不构成对本领域普通技术人员已知的现有技术的信息。

发明内容

本公开的目的在于提供一种印刷缺陷检测方法、装置、电子设备及可读存储介质，可自动化地检测印刷缺陷。

本公开的其他特性和优点将通过下面的详细描述变得显然，或部分地通过本公开的实践而习得。

根据本公开的一方面，提供一种印刷缺陷检测方法，包括：获取待检测印刷产品的初始目标图像；获取与所述待检测印刷产品对应的参考图像；采用多种方式将所述初始目标图像向所述参考图像对齐，分别获得多个

候选变换目标图像；基于所述多个候选变换目标图像中各个候选变换目标图像与所述参考图像的相似程度确定变换目标图像；基于所述参考图像对所述变换目标图像进行颜色分布特征标准化处理，获得标准化变换目标图像；基于所述标准化变换目标图像和所述参考图像获得最终差分结果，以根据所述最终差分结果检测所述待检测印刷产品的印刷缺陷。

根据本公开的一实施例，所述多个候选变换目标图像包括第一候选变换目标图像；采用多种方式将所述初始目标图像向所述参考图像对齐，分别获得多个候选变换目标图像，包括：采用迭代最近邻点算法计算所述初始目标图像到所述参考图像的仿射变换，获得初始目标图像与参考图像的初始配准结果；采用掩码方式将所述初始配准结果中初始目标图像与参考图像重合点之外的像素进行减除，获得初始目标图像向参考图像对齐的轮廓点序列；根据所述初始目标图像向参考图像对齐的轮廓点序列对所述初始目标图像进行变换，获得所述第一候选变换目标图像。

根据本公开的一实施例，所述多个候选变换目标图像包括第二候选变换目标图像；采用多种方式将所述初始目标图像向所述参考图像对齐，分别获得多个候选变换目标图像，包括：分别获得初始目标图像中的特征点和参考图像中的特征点；将所述初始目标图像中的特征点与所述参考图像中的特征点对应，获得所述初始目标图像与所述参考图像之间的第一单应性矩阵；根据所述初始目标图像与所述第一单应性矩阵分别获得第一初始变换目标图像和第一掩码图像；根据所述第一掩码图像去除所述第一初始变换目标图像中的空白像素，获得所述第二候选变换目标图像。

根据本公开的一实施例，根据所述初始目标图像与所述第一单应性矩阵分别获得第一初始变换目标图像和第一掩码图像，包括：将所述第一单应性矩阵与所述初始目标图像相乘，获得所述第一初始变换目标图像；将所述第一单应性矩阵与生成图像相乘，获得所述第一掩码图像，其中，所述生成图像为填充白色像素的、与所述初始目标图像相同大小的图像。

根据本公开的一实施例，所述多个候选变换目标图像包括第三候选变换目标图像；采用多种方式将所述初始目标图像向所述参考图像对齐，

分别获得多个候选变换目标图像，包括：分别获得初始目标图像中的标记和参考图像中的标记；将所述初始目标图像中的标记与所述参考图像中的标记对应，获得所述初始目标图像与所述参考图像之间的第二单应性矩阵；根据所述初始目标图像与所述第二单应性矩阵分别获得第二初始变换目标图像和第二掩码图像；根据所述第二掩码图像去除所述第二初始变换目标图像中的空白像素，获得所述第三候选变换目标图像。

根据本公开的一实施例，基于所述参考图像对所述变换目标图像进行颜色分布特征标准化处理，获得标准化变换目标图像，包括：获得掩码处理后的参考图像；分别将所述变换目标图像和所述掩码处理后的参考图像从 RGB 颜色空间转换至 CIELAB 颜色空间，获得 CIELAB 颜色空间的变换目标图像和 CIELAB 颜色空间的参考图像；基于所述 CIELAB 颜色空间的参考图像对所述 CIELAB 颜色空间的变换目标图像进行颜色分布特征标准化处理，获得所述标准化变换目标图像。

根据本公开的一实施例，基于所述 CIELAB 颜色空间的参考图像对所述 CIELAB 颜色空间的变换目标图像进行颜色分布特征标准化处理，获得标准化变换目标图像，包括：利用高斯卷积核对所述 CIELAB 颜色空间的变换目标图像进行去噪处理；获得去噪处理后的 CIELAB 颜色空间的变换目标图像的像素均值和标准差；获得 CIELAB 颜色空间的参考图像的像素均值和标准差；根据所述去噪处理后的 CIELAB 颜色空间的变换目标图像的像素均值和标准差、所述 CIELAB 颜色空间的参考图像的像素均值和标准差对所述 CIELAB 颜色空间的变换目标图像进行颜色分布特征标准化处理，获得所述标准化变换目标图像。

根据本公开的一实施例，基于所述多个候选变换目标图像中各个候选变换目标图像与所述参考图像的相似程度确定变换目标图像，包括：对所述参考图像进行掩码处理，获得掩码处理后的参考图像；对于所述各个候选变换目标图像，采用均方根误差度量方法获得所述候选变换目标图像与掩码处理后的参考图像的相似性得分，其中，在均方根误差度量过程中采用局部搜索方法对所述候选变换目标图像进行迭代更新；将所述多个候选变换目标图像中与掩码处理后的参考图像的相似性得分最高的候选变换目标图像的更新的图像作为所述变换目标图像。

根据本公开的一实施例，所述标准化变换目标图像为 CIELAB 颜色空间的图像；基于所述标准化变换目标图像和所述参考图像获得最终差分结果，以根据所述最终差分结果检测所述待检测印刷产品的印刷缺陷，包括：获得 CIELAB 颜色空间的参考图像；对所述标准化变换目标图像与所述 CIELAB 颜色空间的参考图像进行差分处理，获得初始差分结果；对所述初始差分结果进行阈值分割处理，获得二值化差分结果；对所述二值化差分结果进行形态运算处理，获得所述最终差分结果，以根据所述最终差分结果检测所述待检测印刷产品的印刷缺陷。

根据本公开的再一方面，提供一种印刷缺陷检测装置，包括：获取模块，用于获取待检测印刷产品的初始目标图像；所述获取模块，还用于获取与所述待检测印刷产品对应的参考图像；图像对齐模块，用于采用多种方式将所述初始目标图像向所述参考图像对齐，分别获得多个候选变换目标图像；图像校准模块，用于基于所述多个候选变换目标图像中各个候选变换目标图像与所述参考图像的相似程度确定变换目标图像；颜色标准化模块，用于基于所述参考图像对所述变换目标图像进行颜色分布特征标准化处理，获得标准化变换目标图像；差分模块，用于基于所述标准化变换目标图像和所述参考图像获得最终差分结果，以根据所述最终差分结果检测所述待检测印刷产品的印刷缺陷。

根据本公开的再一方面，提供一种电子设备，包括：存储器、处理器及存储在所述存储器中并可在所述处理器中运行的可执行指令，所述处理器执行所述可执行指令时实现如上述任一种方法。

根据本公开的再一方面，提供一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机可执行指令，所述可执行指令被处理器执行时实现如上述任一种方法。

应当理解的是，以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性的，并不能限制本公开。

附图说明

通过参照附图详细描述其示例实施例，本公开的上述和其它目标、特征及优点将变得更加显而易见。

图 1 示出本公开实施例中一种印刷缺陷检测系统结构的示意图。

图 2 示出本公开实施例中一种印刷缺陷检测方法的流程图。

图 3 示出了图 2 中所示的步骤 S206 在一实施例中的处理过程示意图。

图 4 是根据图 3 示出的一种图像对齐的过程示意图。

5 图 5 示出了图 2 中所示的步骤 S206 在另一实施例中的处理过程示意图。

图 6 示出了图 5 中所示的步骤 S506 在一实施例中的处理过程示意图。

图 7 是根据图 5 和图 6 示出的另一种图像对齐的过程示意图。

10 图 8 示出了图 2 中所示的步骤 S206 在又一实施例中的处理过程示意图。

图 9 是根据图 8 和图 6 示出的另一种图像对齐的过程示意图。

图 10 示出了图 2 中所示的步骤 S208 在一实施例中的处理过程示意图。

15 图 11 示出了图 2 中所示的步骤 S210 在一实施例中的处理过程示意图。

图 12 示出了图 11 中所示的步骤 S1106 在一实施例中的处理过程示意图。

图 13 示出了图 2 中所示的步骤 S212 在一实施例中的处理过程示意图。

20 图 14 是根据图 2 至图 13 示出的一种印刷缺陷检测流程示意图。

图 15 示出本公开实施例中一种印刷缺陷检测装置的框图。

图 16 示出本公开实施例中另一种印刷缺陷检测装置的框图。

图 17 示出本公开实施例中一种电子设备的结构示意图。

25 具体实施方式

现在将参考附图更全面地描述示例实施例。然而，示例实施例能够以多种形式实施，且不应被理解为限于在此阐述的范例；相反，提供这些实施例使得本公开将更加全面和完整，并将示例实施例的构思全面地传达给本领域的技术人员。附图仅为本公开的示意性图解，并非一定是
30 按比例绘制。图中相同的附图标记表示相同或类似的部分，因而将省略

对它们的重复描述。

此外，所描述的特征、结构或特性可以以任何合适的方式结合在一个或更多实施例中。在下面的描述中，提供许多具体细节从而给出对本公开的实施例的充分理解。然而，本领域技术人员将意识到，可以实践本公开的技术方案而省略所述特定细节中的一个或更多，或者可以采用其它的方法、装置、步骤等。在其它情况下，不详细示出或描述公知结构、方法、装置、实现或者操作以避免喧宾夺主而使得本公开的各方面变得模糊。

此外，术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本公开的描述中，“多个”的含义是至少两个，例如两个，三个等，除非另有明确具体的限定。符号“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

在本公开中，除非另有明确的规定和限定，“连接”等术语应做广义理解，例如，可以是电连接或可以互相通讯；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本公开中的具体含义。

常见的印刷缺陷有脏斑、吸墨过度、重影、齿轮印等。在人工检查出这些印刷缺陷后，会扔掉有缺陷的产品，再重新校准机器并投入运行。需要重复这个过程，直到生产出符合标准的产品，无疑大量浪费了时间成本和经济成本。

相关技术中开发了一些对于印刷缺陷的解决方案。例如，工业印刷机制造商如海德堡德鲁克马斯钦公司和柯尼格鲍尔公司，为它们自己的胶印机提供配备了高分辨率彩色照相机和 LED 照明技术的联机检查和监测系统。然而，这个系统（以下简称为该监测系统）也存在着一些问题。

首先，该监测系统为随出厂印刷机系统附带的一项特殊功能，若售后对印刷机系统进行修改、更新，该监测系统可能不会接受，而且也可能不兼容旧型号的印刷机。如果由第三方供应商进行修改，原厂商则不能提供终身售后服务和保修。

其次，该监测系统通常由多个摄像头和 LED 照明组成，安装在一台大型印刷机（如胶印机）的最后一个印刷单元或涂布机之后。如果其中一个摄像头或 LED 照明不工作，整体检测性能将大大降低。

此外，附加该监测系统的印刷机设备成本和维护费用较高。用于检查的高分辨率彩色相机是独特的和昂贵的，在市场上难以找到替代品。

最后，并不是所有的工序都能被该监测系统覆盖。如丝印、模切、铺箔和装配工序等等，这些过程通常依赖于手工检查，需要有经验的工人发现缺陷，并评估它是关键缺陷还是在可接受水平内。

在深度学习时代，计算机视觉是最热门的领域之一，其可应用于自动驾驶、面部识别等各个领域。图像处理是计算机视觉的核心，通常涉及到不同的步骤：图像采集、图像增强、图像表示、图像描述、图像识别等，具体包括哪些步骤取决于图像处理的目的是应用。

图像采集是图像处理系统的基本步骤之一，即通过合适的器件获取光学图像，并利用模数转换器将其转换为用于计算机处理的图像，然后再利用计算机对其进行进一步的处理，如增强、分割、表示、描述和识别等。图像增强是指对图像进行变换和调整，使结果图像更适合显示并进行进一步分析或操作的过程。图像分割是将图像分割成多个部分，降低其复杂度，从而进一步分析每个部分，识别图像中的目标。图像表示的目标是用适当的形式表示和描述片段，如边界、或完整的区域等，以供进一步处理。图像描述可从图像中提取结构化的、可比较的属性进行区分和分析。在增强、分割、表示、描述步骤完成后，图像识别步骤可检测和分析图像，从而实现自动化处理，例如对地点、人物和物体进行分类等。

本公开提供了一种印刷缺陷检测方法，通过采用多种方式将待检测印刷产品的初始目标图像向对应的参考图像对齐，分别获得多个候选变换目标图像，然后基于多个候选变换目标图像中各个候选变换目标图像与参考图像的相似程度确定变换目标图像，基于参考图像对变换目标图像进行颜色分布特征标准化处理，获得标准化变换目标图像，再基于标准化变换目标图像和参考图像获得最终差分结果，以根据最终差分结果检测待检测印刷产品的印刷缺陷，从而利用计算机视觉中的智能图像处理技术，可自动化对印刷品上的各种缺陷进行检测，进而对其进行识别，可降低对图像采

集硬件的要求。

图 1 示出了可以应用本公开的印刷缺陷检测方法或印刷缺陷检测装置的示例性系统架构 10。

如图 1 所示，系统架构 10 可以包括终端设备 102、网络 104 和服务
5 器 106。终端设备 102 可以是具有拍摄功能的各种设备，包括但不限于智能手机、数码相机、工业相机、扫描仪等各种设备等等。网络 104 用以在终端设备 102 和服务器 106 之间提供通信链路的介质。网络 104 可以包括各种连接类型，例如有线、无线通信链路或者光纤电缆等等。服务器 106 可以是提供各种服务的服务器或服务器集群等，例如用于数据处理的服务器、用于存储数据的数据库服务器等等。
10

终端设备 102 可以通过网络 104 与服务器 106 交互，以接收或发送数据等。例如终端设备 102 拍摄待检测印刷产品 100 获得初始目标图像，然后将初始目标图像通过网络 104 发送到服务器 106 进行处理。又例如服务器 106 执行本公开实施例中的印刷缺陷检测方法获得最终差分结果，然后
15 将最终差分结果通过网络 104 发送到如智能手机等终端设备 102 以使用户查看。再例如终端设备 102 执行本公开实施例中的印刷缺陷检测方法获得最终差分结果，然后将最终差分结果通过网络 104 发送到服务器 106 进行存储。

应该理解，图 1 中的终端设备、网络和服务器的数目仅仅是示意性的。
20 根据实现需要，可以具有任意数目的终端设备、网络和服务。

图 2 是根据一示例性实施例示出的一种印刷缺陷检测方法的流程图。如图 2 所示的方法例如可以应用于图 1 所示的系统的服务器端，也可以应用于图 1 所示的终端设备。

参考图 2，本公开实施例提供的方法 20 可以包括以下步骤。

25 在步骤 S202 中，获取待检测印刷产品的初始目标图像。

在一些实施例中，可利用图 1 中所示的终端设备 102 拍摄待检测印刷产品，获得初始目标图像。

在步骤 S204 中，获取与待检测印刷产品对应的参考图像。

在一些实施例中，可利用图 1 中所示的终端设备 102 拍摄与待检测印刷产品对应的参考（无缺陷的标准）产品，获得参考图像。
30

在一些实施例中，可利用图 1 中所示的终端设备 102 在相同的光照条件下分别采集参考图像和初始目标图像，以尽量减少变化，以便更好地比较和检测缺陷。

在步骤 S206 中，采用多种方式将初始目标图像向参考图像对齐，分别获得多个候选变换目标图像。

在一些实施例中，参考图像和初始目标图像在采集时被拍摄的产品可能不是放在统一的位置，导致参考图像和初始目标图像之间没有完全对齐。可采用多种方式将初始目标图像向参考图像对齐，分别获得对应的候选变换目标图像，再从中选择与参考图像最为相似的对齐结果。

10 在一些实施例中，多个候选变换目标图像可以包括第一候选变换目标图像、第二候选变换目标图像、第三候选变换目标图像。

例如，可采用轮廓化的方法将初始目标图像向参考图像对齐，获得第一候选变换目标图像，具体实施方式可参照图 3 和图 4。

再例如，可采用特征点匹配的方法，将初始目标图像向参考图像对齐，获得第二候选变换目标图像，具体实施方式可参照图 5 至图 7。

又例如，可采用标记匹配的方法，将初始目标图像向参考图像对齐，获得第三候选变换目标图像，具体实施方式可参照，图 8 和图 9。

在步骤 S208 中，基于多个候选变换目标图像中各个候选变换目标图像与参考图像的相似程度确定变换目标图像。

20 在一些实施例中，可分别计算第一候选变换目标图像、第二候选变换目标图像、第三候选变换目标图像与参考图像相似性得分，选择其中相似性得分最高作为变换目标图像，具体实施方式可参照图 10。

在步骤 S210 中，基于参考图像对变换目标图像进行颜色分布特征标准化处理，获得标准化变换目标图像。

25 在一些实施例中，可先将（掩码处理后的）参考图像和变换目标图像从 RGB 颜色空间转换到 CIELAB 颜色空间，再进行颜色分布特征标准化处理，具体实施方式可参照图 11 和图 12。

在步骤 S212 中，基于标准化变换目标图像和参考图像获得最终差分结果，以根据最终差分结果检测待检测印刷产品的印刷缺陷。

30 在一些实施例中，可将标准化变换目标图像与 CIELAB 颜色空间的掩

码处理后的参考图像进行差分后进行阈值分割及形态运算处理，获得最终差分结果，具体实施方式可参照图 13。

在一些实施例中，可建立大量印刷产品的最终差分结果的数据库，利用深度学习模型等算法对最终差分结果进行分类，以检测不同类型的缺陷。

5 分类算法可以软件或移动设备的应用程序等形式实现。

根据本公开实施例提供的印刷缺陷检测方法，通过采用多种方式将待检测印刷产品的初始目标图像向对应的参考图像对齐，再从中选择与参考图像的相似程度最高的变换目标图像进行颜色分布特征标准化处理，以获得最终差分结果，实现了自动化检测因素缺陷，解决了单一图像对齐方法
10 处理大量产品各种类型的缺陷时适应性较差、准确率较低的技术问题。本公开实施例采用的方法依赖于对初始目标图像和参考图像的处理，不需要高分辨率相机采集图像，硬件要求低，安装成本低，与在线检测设备相比更灵活。

图 3 示出了图 2 中所示的步骤 S206 在一实施例中的处理过程示意图。
15 如图 3 所示，本公开实施例中，上述步骤 S206 可以进一步包括以下步骤。

步骤 S302，采用迭代最近邻点算法计算初始目标图像到参考图像的仿射变换，获得初始目标图像与参考图像的初始配准结果。

步骤 S304，采用掩码方式将初始配准结果中初始目标图像与参考图像重合点之外的像素进行减除，获得初始目标图像向参考图像对齐的轮廓点序列。
20 轮廓点序列。

步骤 S306，根据初始目标图像向参考图像对齐的轮廓点序列对初始目标图像进行变换，获得第一候选变换目标图像。

图 4 是根据图 3 示出的一种图像对齐的过程示意图。如图 4 所示，参照图 3，步骤 S302 中将（有印刷缺陷 400 的）初始目标图像 4024 与参考图像 4022 进行配准，获得初始目标图像 4024 与参考图像 4022 的初始配准结果 404。然后步骤 S304 中应用二进制掩码来掩除两个图像交点以外的像素，获得初始目标图像向参考图像对齐的轮廓点序列 406。然后步骤 S306 中根据初始目标图像向参考图像对齐的轮廓点序列 406 对初始目标图像进行变换，获得变换后的初始目标图像 408。然后可对变换后的初始
25 目标图像 408 进行掩码处理以去除图像中的空白像素，获得第一候选变换
30 目标图像 408 进行掩码处理以去除图像中的空白像素，获得第一候选变换

目标图像 4102，图中 4104 为根据初始目标图像向参考图像对齐的轮廓点序列 406 和填充白色像素的、与初始目标图像相同大小的图像获得的掩码图像。

根据本公开实施例提供的图像对齐方法，采用迭代最近邻点算法计算
5 初始目标图像到参考图像的仿射变换，应用二进制掩码来掩除两个图像交点以外的像素，获得轮廓点序列使初始目标图像向参考图像对齐，可为后续差分处理提供对齐的目标图像和参考图像，从而提高了缺陷检测的准确性。

图 5 示出了图 2 中所示的步骤 S206 在另一实施例中的处理过程示意图。
10 如图 5 所示，本公开实施例中，上述步骤 S206 可以进一步包括以下步骤。

步骤 S502，分别获得初始目标图像中的特征点和参考图像中的特征点。

步骤 S504，将初始目标图像中的特征点与参考图像中的特征点对应，
15 获得初始目标图像与参考图像之间的第一单应性矩阵。单应性矩阵可以表示两个平面之间的唯一的对应变换关系。

步骤 S506，根据初始目标图像与第一单应性矩阵分别获得第一初始变换目标图像和第一掩码图像。

在一些实施例中，可将第一单应性矩阵与初始目标图像和空白图像分别相乘，分别获得第一初始变换目标图像和第一掩码图像，具体实施方式可参照图 6。
20

步骤 S508，根据第一掩码图像去除第一初始变换目标图像中的空白像素，获得第二候选变换目标图像。

在一些实施例中，可将第一初始变换目标图像表示为 T ，第一掩码图像表示为 M ，则掩码处理后的参考图像 $T'=T \times M$ 。
25

图 6 示出了图 5 中所示的步骤 S506 在一实施例中的处理过程示意图。如图 6 所示，本公开实施例中，上述步骤 S506 可以进一步包括以下步骤。

步骤 S602，将第一单应性矩阵与初始目标图像相乘，获得第一初始变换目标图像。

30 步骤 S604，将第一单应性矩阵与生成图像相乘，获得第一掩码图像，

其中，生成图像为填充白色像素的、与初始目标图像相同大小的图像。

图 7 是根据图 5 和图 6 示出的另一种图像对齐的过程示意图。如图 7 所示，参照图 5，首先在步骤 S502 中分别获得（有印刷缺陷 700 的）初始目标图像 7024 中的特征点和参考图像 7022 中的特征点。然后在步骤 S504 中将初始目标图像 7024 中的特征点与参考图像 7022 中的特征点对应，获得初始目标图像 7024 与参考图像 7022 之间的第一单应性矩阵 704。参照图 6，在步骤 S602 中将第一单应性矩阵 704 与初始目标图像 7024 相乘，获得第一初始变换目标图像 7062，并在步骤 S604 中将第一单应性矩阵 704 与填充白色像素的、与初始目标图像 7024 相同大小的生成图像 7026 相乘，获得第一掩码图像 7064。

在一些实施例中，第一掩码图像 7064 的黑色三角区域代表空白像素。初始目标图像 7024 与参考图像 7022 共享相同的空白像素区域，可通过第一掩码图像 7064 确定初始目标图像 7024 中的哪些黑色像素是空白像素。在步骤 S508 中可根据第一掩码图像 7064 去除第一初始变换目标图像 7062 中的空白像素，获得第二候选变换目标图像 708。

根据本公开实施例提供的图像对齐方法，通过匹配初始目标图像与参考图像对应的特征点，获得表示初始目标图像与参考图像之间的变换关系的第一单应性矩阵，再将第一单应性矩阵与初始目标图像相乘获得第一初始变换目标图像，并使用掩码去除第一初始变换目标图像中的背景空白像素，获得第二候选变换目标图像，可为后续差分处理提供对齐的目标图像和参考图像，从而提高了缺陷检测的准确性。

图 8 示出了图 2 中所示的步骤 S206 在又一实施例中的处理过程示意图。如图 8 所示，本公开实施例中，上述步骤 S206 可以进一步包括以下步骤。

步骤 S802，分别获得初始目标图像中的标记和参考图像中的标记。

在一些实施例中，可利用印刷品在印刷过程中的对齐、排序、定位和方向等参考标记。

步骤 S804，将初始目标图像中的标记与参考图像中的标记对应，获得初始目标图像与参考图像之间的第二单应性矩阵。

步骤 S806，根据初始目标图像与第二单应性矩阵分别获得第二初始

变换目标图像和第二掩码图像。

在一些实施例中,可将第二单应性矩阵与初始目标图像和空白图像分别相乘,分别获得第二初始变换目标图像和第二掩码图像,具体实施方式类似图 6。

- 5 步骤 S808, 根据第二掩码图像去除第二初始变换目标图像中的空白像素, 获得第三候选变换目标图像。

图 9 是根据图 8 和图 6 示出的另一种图像对齐的过程示意图。如图 9 所示, 参照图 8, 首先在步骤 S802 中分别获得 (有印刷缺陷 900 的) 初始目标图像 9024 中的特征点和参考图像 9022 中的特征点。然后在步骤
10 S804 中将初始目标图像 9024 中的特征点与参考图像 9022 中的特征点对应, 获得初始目标图像 9024 与参考图像 9022 之间的第二单应性矩阵 904。然后在步骤 S806 中将第二单应性矩阵 904 与初始目标图像 9024 相乘, 获得第二初始变换目标图像 9062, 并将第二单应性矩阵 904 与填充白色像素的、与初始目标图像 9024 相同大小的生成图像 9026 相乘, 获得第
15 二掩码图像 9064。然后在步骤 S808 中可根据第二掩码图像 9064 去除第二初始变换目标图像 9062 中的空白像素, 获得第三候选变换目标图像 908。

根据本公开实施例提供的图像对齐方法, 通过匹配初始目标图像与参考图像对应的标记, 获得表示初始目标图像与参考图像之间的变换关
20 系的第二单应性矩阵, 再将第二单应性矩阵与初始目标图像相乘获得第二初始变换目标图像, 并使用掩码去除第二初始变换目标图像中的背景空白像素, 获得第三候选变换目标图像, 可为后续差分处理提供对齐的目标图像和参考图像, 从而提高了缺陷检测的准确性。

图 10 示出了图 2 中所示的步骤 S208 在一实施例中的处理过程示意图。如图 10 所示, 本公开实施例中, 上述步骤 S208 可以进一步包括以下步骤。
25 步骤 S1002, 对参考图像进行掩码处理, 获得掩码处理后的参考图像。

在一些实施例中, 可将参考图像表示为 R , 对应的掩码图像 (例如上述的第一掩码图像和/或第二掩码图像) 表示为 M , 则掩码处理后的参考
30 图像。

图像 $R'=R \times M$ 。

步骤 S1004, 对于各个候选变换目标图像, 采用均方根误差度量方法获得候选变换目标图像与掩码处理后的参考图像的相似性得分, 其中, 在均方根误差度量过程中采用局部搜索方法对候选变换目标图像进行迭代更新。

在一些实施例中, 可将候选变换目标图像与掩码处理后的参考图像的相似性得分 SM (Similarity Metric) 表示如下:

$$SM = \frac{\sqrt{\sum_{ij} (T''_{(i,j)} - R'_{(i,j)})^2}}{\sum_{ij} M_{(i,j)}} \quad (1)$$

式中, $R'_{(i,j)}$ 表示掩码处理后的参考图像 R' 的第 i 行、第 j 列的像素, $T'_{(i,j)}$ 表示 (掩码处理后的) 候选变换目标图像 T' 的第 i 行、第 j 列的像素, $M_{(i,j)}$ 表示对应的掩码图像 (例如上述的第一掩码图像和/或第二掩码图像) 的第 i 行、第 j 列的像素, 即 $\sum_{ij} M_{(i,j)}$ 表示候选变换目标图像中去除了空白像素后的各个像素值之和则 $T''_{(i,j)}$ 表示 $T'_{(i,j)}$ 迭代更新后的像素。

步骤 S1006, 将多个候选变换目标图像中与掩码处理后的参考图像的相似性得分最高的候选变换目标图像的更新的图像作为变换目标图像。

本公开实施例提供的方法, 采用局部搜索方法在每次迭代中进行相似性度量 (即计算 SM 值), 通过平移、旋转和缩放等操作获得候选对象并从中选择最佳候选对象进行仿射变换, 然后进入下次迭代以获得更精细的搜索空间尺度, 从而实现更精确和更均匀的亚像素对齐。

采用均方根误差 (Root Mean Squared Error, RMSE) 指标度量候选变换目标图像与掩码处理后的参考图像的相似性, 代替相关技术中的平均绝对误差指标 (Mean Absolute Error, MAE), 在纯色背景上的小图案的情况下, RMSE 对离群值具有理想的敏感性, 因此图像对齐中的任何偏移都会产生显著的 RMSE 误差值。再除以去除了空白像素后总像素值提供了一个加权误差, 可用于与不同尺寸的产品图像进行比较。而且 RMSE 在度量准确的前提下计算时间也较短, 因此适用于在迭代校准过程中进行多次计算, 提高了校准过程的效率。

图 11 示出了图 2 中所示的步骤 S210 在一实施例中的处理过程示意图。如图 11 所示, 本公开实施例中, 上述步骤 S210 可以进一步包括以

下步骤。

步骤 S1102，获得掩码处理后的参考图像。

在一些实施例中，掩码处理后的参考图像可表示为 R' 。

步骤 S1104，分别将变换目标图像和掩码处理后的参考图像从 RGB
5 颜色空间转换至 CIELAB 颜色空间，获得 CIELAB 颜色空间的变换目标图像和 CIELAB 颜色空间的参考图像。

在一些实施例中，CIELAB 颜色空间的变换目标图像可表示为 T^L ，
CIELAB 颜色空间的参考图像可表示为 R^L 。

步骤 S1106，基于 CIELAB 颜色空间的参考图像对 CIELAB 颜色空
10 间的变换目标图像进行颜色分布特征标准化处理，获得标准化变换目标图像。

图 12 示出了图 11 中所示的步骤 S1106 在一实施例中的处理过程示意图。如图 12 所示，本公开实施例中，上述步骤 S1106 可以进一步包括以下步骤。

15 步骤 S1202，利用高斯卷积核对 CIELAB 颜色空间的变换目标图像进行去噪处理。

在一些实施例中，去噪处理后的 CIELAB 颜色空间的变换目标图像可表示为 $T^{L'}$ 。

步骤 S1204，获得去噪处理后的 CIELAB 颜色空间的变换目标图像的
20 像素均值和标准差。

步骤 S1206，获得 CIELAB 颜色空间的参考图像的像素均值和标准差。

步骤 S1208，根据去噪处理后的 CIELAB 颜色空间的变换目标图像的
像素均值和标准差、CIELAB 颜色空间的参考图像的像素均值和标准差
25 对 CIELAB 颜色空间的变换目标图像进行颜色分布特征标准化处理，获得标准化变换目标图像。

在一些实施例中，可将标准化变换目标图像 T^S 表示如下：

$$T^S = m_{R^L} + (T^{L'} - m_{T^{L'}}) \times \frac{s_{R^L}}{s_{T^{L'}}} \quad (2)$$

式中， m_{R^L} 表示 CIELAB 颜色空间的参考图像的像素均值， $m_{T^{L'}}$ 表示去噪处

理后的 CIELAB 颜色空间的变换目标图像的像素均值， s_{RL} 表示 CIELAB 颜色空间的参考图像的像素标准差， $s_{TL'}$ 表示去噪处理后的 CIELAB 颜色空间的变换目标图像的像素标准差。

根据本公开实施例提供的方法，将在图像采集阶段捕获的 RGB 格式
5 图像转换到 CIELAB 颜色空间，并进行像素标准化，将目标图像的颜色分布特征转移到参考图像的颜色分布特征上。虽然参考图像和初始目标图像都是在相同的光照条件下拍摄的，但无论采用何种图像采集设备，实体印刷品与数字图像之间的转换都会强化参考图像与初始目标图像之间的差异。CIELAB 色彩空间可以抵消印刷品（CMYK）向 RGB 空间数字图像
10 转换造成的影响，抵消相机的自动曝光或色彩校正等自调节设置导致的图像色差，可保证不影响参考图像和目标图像的比较，可提高后续差分结果的准确性。

图 13 示出了图 2 中所示的步骤 S212 在一实施例中的处理过程示意图。参照图 12，标准化变换目标图像可以为 CIELAB 颜色空间的图像。
15 如图 13 所示，本公开实施例中，上述步骤 S212 可以进一步包括以下步骤。

步骤 S1302，获得 CIELAB 颜色空间的参考图像。

步骤 S1304，对标准化变换目标图像与 CIELAB 颜色空间的参考图像进行差分处理，获得初始差分结果。

20 步骤 S1306，对初始差分结果进行阈值分割处理，获得二值化差分结果。

在一些实施例中，采用阈值化方法检测初始差分结果中的异常值，阈值分割输出的二值化差分结果是一个二进制掩码（例如若像素值在预设阈值以下为 0，如果大于或等于该阈值则为 1）。

25 步骤 S1308，对二值化差分结果进行形态运算处理，获得最终差分结果，以根据最终差分结果检测待检测印刷产品的印刷缺陷。

在一些实施例中，形态运算处理可以包括侵蚀、膨胀等处理。

根据本公开实施例提供的方法，通过对标准化变换目标图像与参考图像的初始差分结果阈值分割后进行形态运算处理，可以消除阈值分割时二
30 进制掩码中的噪声，提高最终差分结果的准确性。

图 14 是根据图 2 至图 13 示出的一种印刷缺陷检测流程示意图。如图 14 所示的印刷缺陷检测流程可以包括以下步骤 S1402 至步骤 S1414。

步骤 S1402，图像采集，利用拍摄设备采集待检测印刷产品及其对应参考产品的图像。

5 步骤 S1404，对拍摄设备采集图像进行预处理，例如可进行增强、分割、表示等处理，获得参考图像 14002 和初始目标图像 14004。

步骤 S1406，图像对齐，可分别采用三种方式进行图像对齐。例如轮廓化（S14062），具体实施方式可参照图 3 和图 4。例如特征点对齐（S14064），具体实施方式可参照图 5 至图 7。例如标记对齐（S14066），

10 具体实施方式可参照图 8 和图 9。

步骤 S1408，对初对齐的结果进行校准。具体实施方式可参照图 10。

步骤 S1410，对校准的结果进行颜色校正。具体实施方式可参照图 11 和图 12。

步骤 S1412，对颜色校正后的变换目标图像与参考图像的初始差分
15 结果 14006（参照步骤 S1304）进行阈值分割处理，获得二值化差分结果 14008。具体实施方式可参照步骤 S1306。

步骤 S1414，对于阈值化结果进行形态运算处理，获得最终差分结果 14010。具体实施方式可参照步骤 S1308。

图 15 是根据一示例性实施例示出的一种印刷缺陷检测装置的框图。
20 如图 15 所示的装置例如可以应用于图 1 所示的系统的服务器端，也可以应用于图 1 所示的终端设备。

参考图 15，本公开实施例提供的装置 150 可以包括获取模块 1502、图像对齐模块 1504、图像校准模块 1506、颜色标准化模块 1508 和差分模块 1510。

25 获取模块 1502 可用于获取待检测印刷产品的初始目标图像。

获取模块 1502 还可用于获取与待检测印刷产品对应的参考图像。

图像对齐模块 1504 可用于采用多种方式将初始目标图像向参考图像对齐，分别获得多个候选变换目标图像。

图像校准模块 1506 可用于基于多个候选变换目标图像中各个候选变
30 换目标图像与参考图像的相似程度确定变换目标图像。

颜色标准化模块 1508 可用于基于参考图像对变换目标图像进行颜色分布特征标准化处理，获得标准化变换目标图像。

差分模块 1510 可用于基于标准化变换目标图像和参考图像获得最终差分结果，以根据最终差分结果检测待检测印刷产品的印刷缺陷。

5 图 16 是根据一示例性实施例示出的一种印刷缺陷检测装置的框图。如图 16 所示的装置例如可以应用于图 1 所示的系统的服务器端，也可以应用于图 1 所示的终端设备。

参考图 16，本公开实施例提供的装置 160 可以包括获取模块 1602、图像对齐模块 1604、图像校准模块 1606、颜色标准化模块 1608 和差分
10 模块 1610，其中图像对齐模块 1604 可以包括轮廓化模块 16042、特征点模块 16044、标记模块 16046，差分模块 1610 可以包括阈值化模块 16102 和形态运算模块 16104。

获取模块 1602 可用于获取待检测印刷产品的初始目标图像。

获取模块 1602 还可用于获取与待检测印刷产品对应的参考图像。

15 图像对齐模块 1604 可用于采用多种方式将初始目标图像向参考图像对齐，分别获得多个候选变换目标图像。

多个候选变换目标图像可以包括第一候选变换目标图像、第二候选变换目标图像和第三候选变换目标图像。

20 轮廓化模块 16042 可用于采用迭代最近邻点算法计算初始目标图像到参考图像的仿射变换，获得初始目标图像与参考图像的初始配准结果；采用掩码方式将初始配准结果中初始目标图像与参考图像重合点之外的像素进行减除，获得初始目标图像向参考图像对齐的轮廓点序列；根据初始目标图像向参考图像对齐的轮廓点序列对初始目标图像进行变换，获得第一候选变换目标图像。

25 特征点模块 16044 可用于分别获得初始目标图像中的特征点和参考图像中的特征点；将初始目标图像中的特征点与参考图像中的特征点对应，获得初始目标图像与参考图像之间的第一单应性矩阵；根据初始目标图像与第一单应性矩阵分别获得第一初始变换目标图像和第一掩码图像；根据第一掩码图像去除第一初始变换目标图像中的空白像素，获得
30 第二候选变换目标图像。

特征点模块 16044 还可用于将第一单应性矩阵与初始目标图像相乘，获得第一初始变换目标图像；将第一单应性矩阵与生成图像相乘，获得第一掩码图像，其中，生成图像为填充白色像素的、与初始目标图像相同大小的图像。

- 5 标记模块 16046 可用于分别获得初始目标图像中的标记和参考图像中的标记；将初始目标图像中的标记与参考图像中的标记对应，获得初始目标图像与参考图像之间的第二单应性矩阵；根据初始目标图像与第二单应性矩阵分别获得第二初始变换目标图像和第二掩码图像；根据第二掩码图像去除第二初始变换目标图像中的空白像素，获得第三候选变换目标图像。
- 10 变换目标图像。

图像校准模块 1606 可用于基于多个候选变换目标图像中各个候选变换目标图像与参考图像的相似程度确定变换目标图像。

- 15 图像校准模块 1606 还可用于对参考图像进行掩码处理，获得掩码处理后的参考图像；对于各个候选变换目标图像，采用均方根误差度量方法获得候选变换目标图像与掩码处理后的参考图像的相似性得分，其中，在均方根误差度量过程中采用局部搜索方法对候选变换目标图像进行迭代更新；将多个候选变换目标图像中与掩码处理后的参考图像的相似性得分最高的候选变换目标图像的更新的图像作为变换目标图像。

- 20 颜色标准化模块 1608 可用于基于参考图像对变换目标图像进行颜色分布特征标准化处理，获得标准化变换目标图像。

- 25 颜色标准化模块 1608 还可用于获得掩码处理后的参考图像；分别将变换目标图像和掩码处理后的参考图像从 RGB 颜色空间转换至 CIELAB 颜色空间，获得 CIELAB 颜色空间的变换目标图像和 CIELAB 颜色空间的参考图像；基于 CIELAB 颜色空间的参考图像对 CIELAB 颜色空间的变换目标图像进行颜色分布特征标准化处理，获得标准化变换目标图像。

- 30 颜色标准化模块 1608 还可用于利用高斯卷积核对 CIELAB 颜色空间的变换目标图像进行去噪处理；获得去噪处理后的 CIELAB 颜色空间的变换目标图像的像素均值和标准差；获得 CIELAB 颜色空间的参考图像的像素均值和标准差；根据去噪处理后的 CIELAB 颜色空间的变换目标图像的像素均值和标准差、CIELAB 颜色空间的参考图像的像素均值和

标准差对 CIELAB 颜色空间的变换目标图像进行颜色分布特征标准化处理，获得标准化变换目标图像。

差分模块 1610 可用于基于标准化变换目标图像和参考图像获得最终差分结果，以根据最终差分结果检测待检测印刷产品的印刷缺陷。

- 5 差分模块 1610 还可用于获得 CIELAB 颜色空间的参考图像；对标准化变换目标图像与 CIELAB 颜色空间的参考图像进行差分处理，获得初始差分结果。

阈值化模块 16102 可用于对初始差分结果进行阈值分割处理，获得二值化差分结果。

- 10 形态运算模块 16104 可用于对二值化差分结果进行形态运算处理，获得最终差分结果，以根据最终差分结果检测待检测印刷产品的印刷缺陷。

本公开实施例提供的装置中的各个模块的具体实现可以参照上述方法中的内容，此处不再赘述。

- 15 图 17 示出本公开实施例中一种电子设备的结构示意图。需要说明的是，图 17 示出的设备仅以计算机系统为示例，不应对本公开实施例的功能和使用范围带来任何限制。

如图 17 所示，设备 1700 包括中央处理单元（CPU）1701，其可以根据存储在只读存储器（ROM）1702 中的程序或者从存储部分 1708 加载到随机访问存储器（RAM）1703 中的程序而执行各种适当的动作和处理。

- 20 在 RAM 1703 中，还存储有设备 1700 操作所需的各种程序和数据。CPU1701、ROM 1702 以及 RAM 1703 通过总线 1704 彼此相连。输入/输出（I/O）接口 1705 也连接至总线 1704。

- 25 以下部件连接至 I/O 接口 1705：包括键盘、鼠标等的输入部分 1706；包括诸如阴极射线管（CRT）、液晶显示器（LCD）等以及扬声器等的输出部分 1707；包括硬盘等的存储部分 1708；以及包括诸如 LAN 卡、调制解调器等网络接口卡的通信部分 1709。通信部分 1709 经由诸如因特网的网络执行通信处理。驱动器 1710 也根据需要连接至 I/O 接口 1705。可拆卸介质 1711，诸如磁盘、光盘、磁光盘、半导体存储器等等，根据需要安装在驱动器 1710 上，以便于从其上读出的计算机程序根据需要被安装
30 入存储部分 1708。

特别地，根据本公开的实施例，上文参考流程图描述的过程可以被实现为计算机软件程序。例如，本公开的实施例包括一种计算机程序产品，其包括承载在计算机可读介质上的计算机程序，该计算机程序包含用于执行流程图所示的方法的程序代码。在这样的实施例中，该计算机程序可以通过通信部分 1709 从网络上被下载和安装，和/或从可拆卸介质 1711 被安装。在该计算机程序被中央处理单元（CPU）1701 执行时，执行本公开的系统中限定的上述功能。

需要说明的是，本公开所示的计算机可读介质可以是计算机可读信号介质或者计算机可读存储介质或者是上述两者的任意组合。计算机可读存储介质例如可以是一——但不限于——电、磁、光、电磁、红外线、或半导体的系统、装置或器件，或者任意以上的组合。计算机可读存储介质的更具体的例子可以包括但不限于：具有一个或多个导线的电连接、便携式计算机磁盘、硬盘、随机访问存储器（RAM）、只读存储器（ROM）、可擦式可编程只读存储器（EPROM 或闪存）、光纤、便携式紧凑磁盘只读存储器（CD-ROM）、光存储器件、磁存储器件、或者上述的任意合适的组合。在本公开中，计算机可读存储介质可以是任何包含或存储程序的有形介质，该程序可以被指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用。而在本公开中，计算机可读的信号介质可以包括在基带中或者作为载波一部分传播的数据信号，其中承载了计算机可读的程序代码。这种传播的数据信号可以采用多种形式，包括但不限于电磁信号、光信号或上述的任意合适的组合。计算机可读的信号介质还可以是计算机可读存储介质以外的任何计算机可读介质，该计算机可读介质可以发送、传播或者传输用于由指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用的程序。计算机可读介质上包含的程序代码可以用任何适当的介质传输，包括但不限于：无线、25 电线、光缆、RF 等等，或者上述的任意合适的组合。

附图中的流程图和框图，图示了按照本公开各种实施例的系统、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上，流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段、或代码的一部分，上述模块、程序段、或代码的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。也应当注意，在有些作为替换的实现中，方框中所标注

的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如，两个接连地表示的方框实际上可以基本并行地执行，它们有时也可以按相反的顺序执行，这依所涉及的功能而定。也要注意的，框图或流程图中的每个方框、以及框图或流程图中的方框的组合，可以用执行规定的功能或操作的专用的
5 基于硬件的系统来实现，或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

描述于本公开实施例中所涉及到的模块可以通过软件的方式实现，也可以通过硬件的方式来实现。所描述的模块也可以设置在处理器中，例如，可以描述为：一种处理器包括获取模块、图像对齐模块、图像校准模块、颜色标准化模块和差分模块。其中，这些模块的名称在某种情况下并不构成对该模块本身的限定，例如，获取模块还可以被描述为“从所连接的拍摄设备获取拍摄的图像的模块”。
10

作为另一方面，本公开还提供了一种计算机可读介质，该计算机可读介质可以是上述实施例中描述的设备中所包含的；也可以是单独存在，而未装配入该设备中。上述计算机可读介质承载有一个或者多个程序，
15 当上述一个或者多个程序被一个该设备执行时，使得该设备实现：

获取待检测印刷产品的初始目标图像；获取与待检测印刷产品对应的参考图像；采用多种方式将初始目标图像向参考图像对齐，分别获得多个候选变换目标图像；基于多个候选变换目标图像中各个候选变换目标图像与参考图像的相似程度确定变换目标图像；基于参考图像对变换目标图像
20 进行颜色分布特征标准化处理，获得标准化变换目标图像；基于标准化变换目标图像和参考图像获得最终差分结果，以根据最终差分结果检测待检测印刷产品的印刷缺陷。

以上具体地示出和描述了本公开的示例性实施例。应可理解的是，本公开不限于这里描述的详细结构、设置方式或实现方法；相反，本公开意图涵盖包含在所附权利要求的精神和范围内的各种修改和等效设置。
25

权利要求

1. 一种印刷缺陷检测方法，其中，包括：

获取待检测印刷产品的初始目标图像；

获取与所述待检测印刷产品对应的参考图像；

5 采用多种方式将所述初始目标图像向所述参考图像对齐，分别获得多个候选变换目标图像；

 基于所述多个候选变换目标图像中各个候选变换目标图像与所述参考图像的相似程度确定变换目标图像；

10 基于所述参考图像对所述变换目标图像进行颜色分布特征标准化处理，获得标准化变换目标图像；

 基于所述标准化变换目标图像和所述参考图像获得最终差分结果，以根据所述最终差分结果检测所述待检测印刷产品的印刷缺陷。

 2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述多个候选变换目标图像包括第一候选变换目标图像；

15 采用多种方式将所述初始目标图像向所述参考图像对齐，分别获得多个候选变换目标图像，包括：

 采用迭代最近邻点算法计算所述初始目标图像到所述参考图像的仿射变换，获得初始目标图像与参考图像的初始配准结果；

20 采用掩码方式将所述初始配准结果中初始目标图像与参考图像重合点之外的像素进行减除，获得初始目标图像向参考图像对齐的轮廓点序列；

 根据所述初始目标图像向参考图像对齐的轮廓点序列对所述初始目标图像进行变换，获得所述第一候选变换目标图像。

 3. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述多个候选变换目标图像包括第二候选变换目标图像；

25 采用多种方式将所述初始目标图像向所述参考图像对齐，分别获得多个候选变换目标图像，包括：

 分别获得初始目标图像中的特征点和参考图像中的特征点；

 将所述初始目标图像中的特征点与所述参考图像中的特征点对应，获得所述初始目标图像与所述参考图像之间的第一单应性矩阵；

30 根据所述初始目标图像与所述第一单应性矩阵分别获得第一初始变

换目标图像和第一掩码图像；

根据所述第一掩码图像去除所述第一初始变换目标图像中的空白像素，获得所述第二候选变换目标图像。

5 4. 根据权利要求 3 所述的方法，其中，根据所述初始目标图像与所述第一单应性矩阵分别获得第一初始变换目标图像和第一掩码图像，包括：
将所述第一单应性矩阵与所述初始目标图像相乘，获得所述第一初始变换目标图像；

10 将所述第一单应性矩阵与生成图像相乘，获得所述第一掩码图像，其中，所述生成图像为填充白色像素的、与所述初始目标图像相同大小的图像。

5. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述多个候选变换目标图像包括第三候选变换目标图像；

采用多种方式将所述初始目标图像向所述参考图像对齐，分别获得多个候选变换目标图像，包括：

15 分别获得初始目标图像中的标记和参考图像中的标记；

将所述初始目标图像中的标记与所述参考图像中的标记对应，获得所述初始目标图像与所述参考图像之间的第二单应性矩阵；

根据所述初始目标图像与所述第二单应性矩阵分别获得第二初始变换目标图像和第二掩码图像；

20 根据所述第二掩码图像去除所述第二初始变换目标图像中的空白像素，获得所述第三候选变换目标图像。

6. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，基于所述参考图像对所述变换目标图像进行颜色分布特征标准化处理，获得标准化变换目标图像，包括：

25 获得掩码处理后的参考图像；

分别将所述变换目标图像和所述掩码处理后的参考图像从 RGB 颜色空间转换至 CIELAB 颜色空间，获得 CIELAB 颜色空间的变换目标图像和 CIELAB 颜色空间的参考图像；

30 基于所述 CIELAB 颜色空间的参考图像对所述 CIELAB 颜色空间的变换目标图像进行颜色分布特征标准化处理，获得所述标准化变换目标图

像。

7. 根据权利要求 6 所述的方法，其中，基于所述 CIELAB 颜色空间的参考图像对所述 CIELAB 颜色空间的变换目标图像进行颜色分布特征标准化处理，获得标准化变换目标图像，包括：

5 利用高斯卷积核对所述 CIELAB 颜色空间的变换目标图像进行去噪处理；

 获得去噪处理后的 CIELAB 颜色空间的变换目标图像的像素均值和标准差；

 获得 CIELAB 颜色空间的参考图像的像素均值和标准差；

10 根据所述去噪处理后的 CIELAB 颜色空间的变换目标图像的像素均值和标准差、所述 CIELAB 颜色空间的参考图像的像素均值和标准差对所述 CIELAB 颜色空间的变换目标图像进行颜色分布特征标准化处理，获得所述标准化变换目标图像。

 8. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，基于所述多个候选变换目标
15 图像中各个候选变换目标图像与所述参考图像的相似程度确定变换目标图像，包括：

 对所述参考图像进行掩码处理，获得掩码处理后的参考图像；

 对于所述各个候选变换目标图像，采用均方根误差度量方法获得所述
20 候选变换目标图像与掩码处理后的参考图像的相似性得分，其中，在均方根误差度量过程中采用局部搜索方法对所述候选变换目标图像进行迭代更新；

 将所述多个候选变换目标图像中与掩码处理后的参考图像的相似性得分最高的候选变换目标图像的更新的图像作为所述变换目标图像。

25 9. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述标准化变换目标图像为 CIELAB 颜色空间的图像；

 基于所述标准化变换目标图像和所述参考图像获得最终差分结果，以根据所述最终差分结果检测所述待检测印刷产品的印刷缺陷，包括：

 获得 CIELAB 颜色空间的参考图像；

30 对所述标准化变换目标图像与所述 CIELAB 颜色空间的参考图像进行差分处理，获得初始差分结果；

对所述初始差分结果进行阈值分割处理，获得二值化差分结果；

对所述二值化差分结果进行形态运算处理，获得所述最终差分结果，
以根据所述最终差分结果检测所述待检测印刷产品的印刷缺陷。

10. 一种印刷缺陷检测装置，其中，包括：

5 获取模块，用于获取待检测印刷产品的初始目标图像；

所述获取模块，还用于获取与所述待检测印刷产品对应的参考图像；

图像对齐模块，用于采用多种方式将所述初始目标图像向所述参考图
像对齐，分别获得多个候选变换目标图像；

10 图像校准模块，用于基于所述多个候选变换目标图像中各个候选变换
目标图像与所述参考图像的相似程度确定变换目标图像；

颜色标准化模块，用于基于所述参考图像对所述变换目标图像进行颜
色分布特征标准化处理，获得标准化变换目标图像；

15 差分模块，用于基于所述标准化变换目标图像和所述参考图像获得最
终差分结果，以根据所述最终差分结果检测所述待检测印刷产品的印刷缺
陷。

11. 一种电子设备，包括：存储器、处理器及存储在所述存储器中并
可在所述处理器中运行的可执行指令，其中，所述处理器执行所述可执行
指令时实现如权利要求 1-9 任一项所述的方法。

20 12. 一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机可执行指令，其
中，所述可执行指令被处理器执行时实现如权利要求 1-9 任一项所述的方
法。

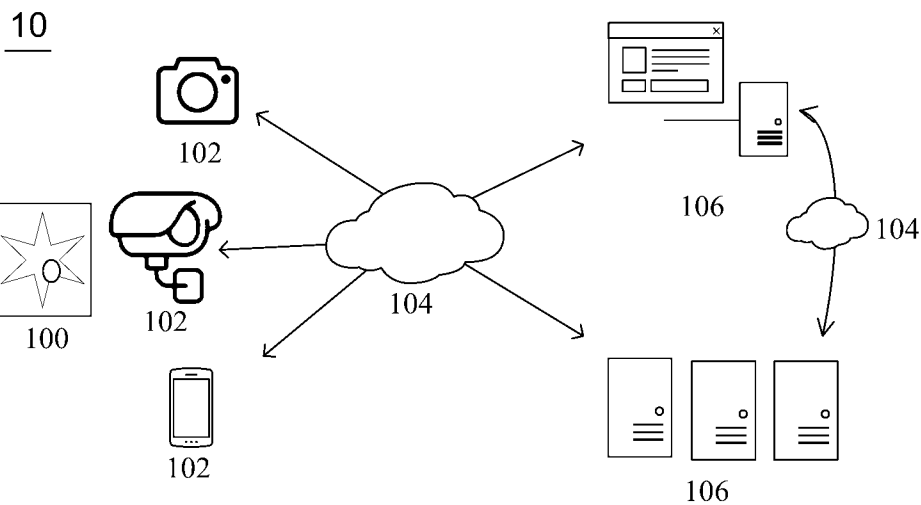


图 1

20

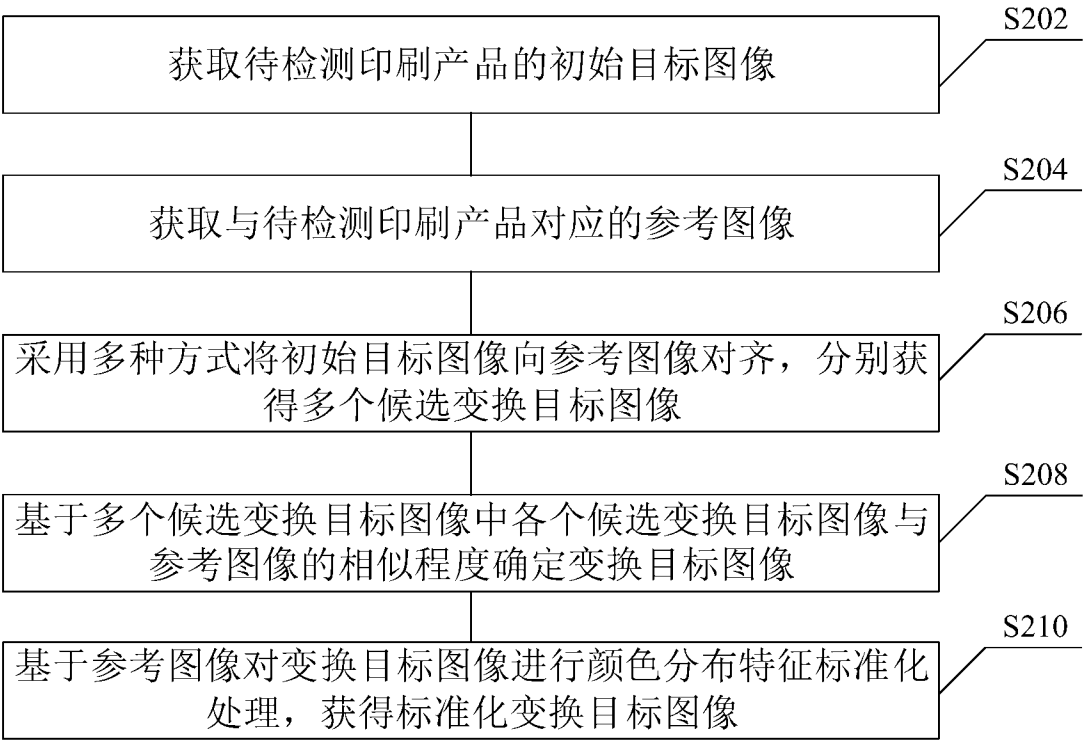


图 2

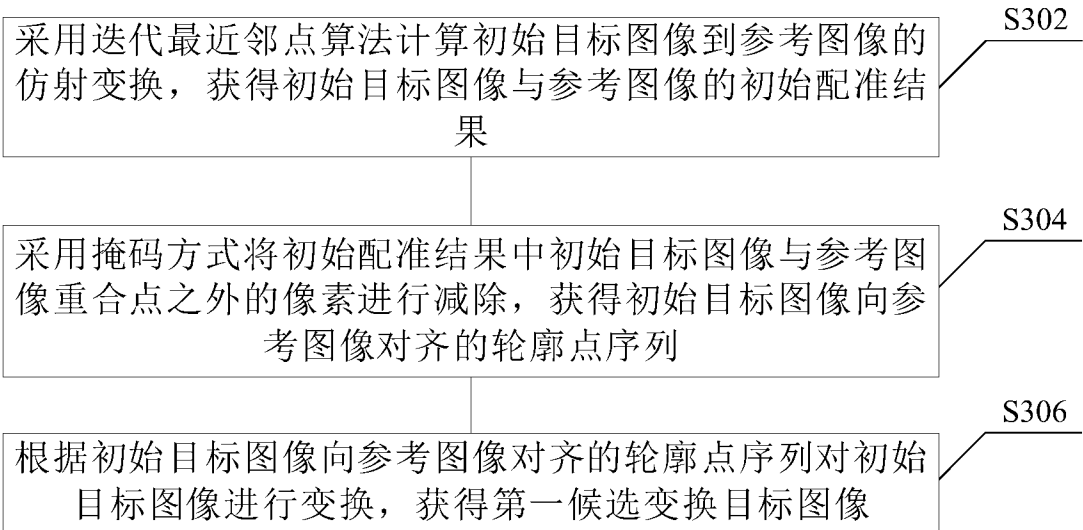


图 3

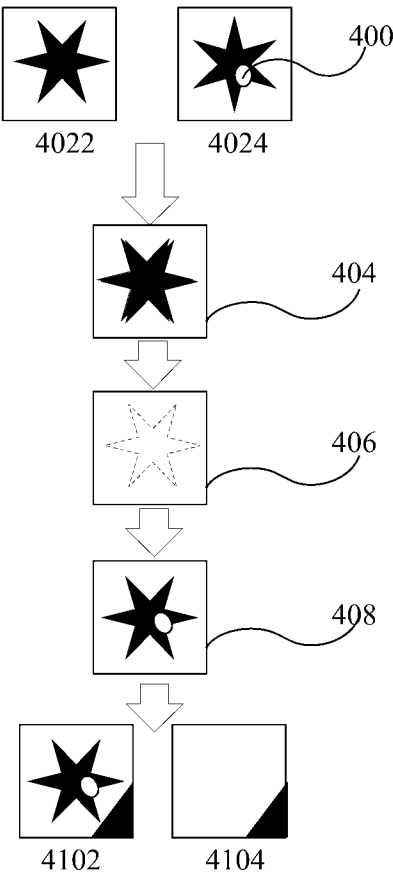


图 4

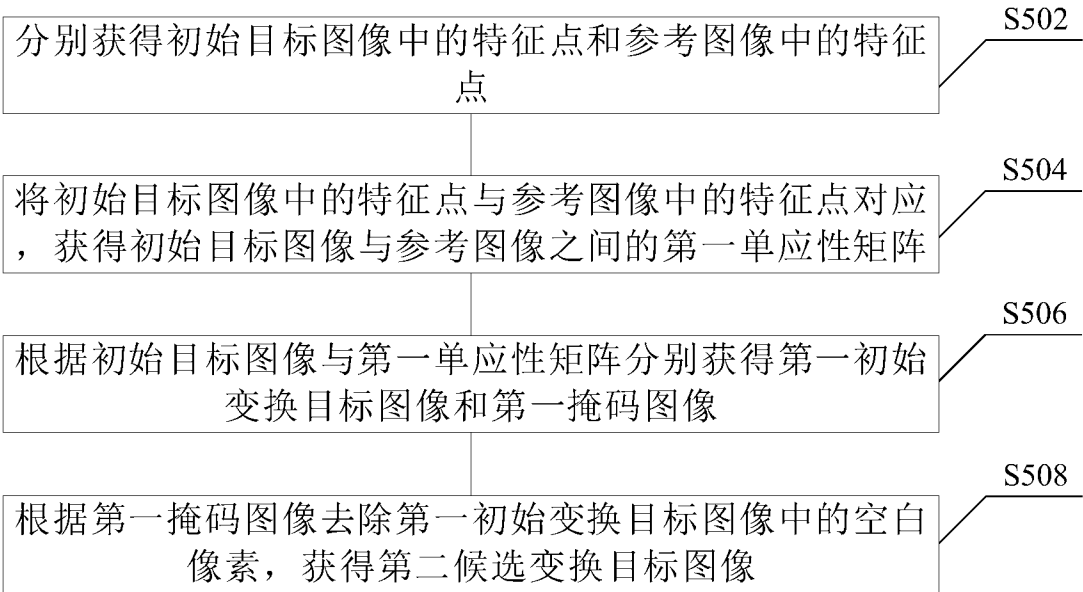


图 5

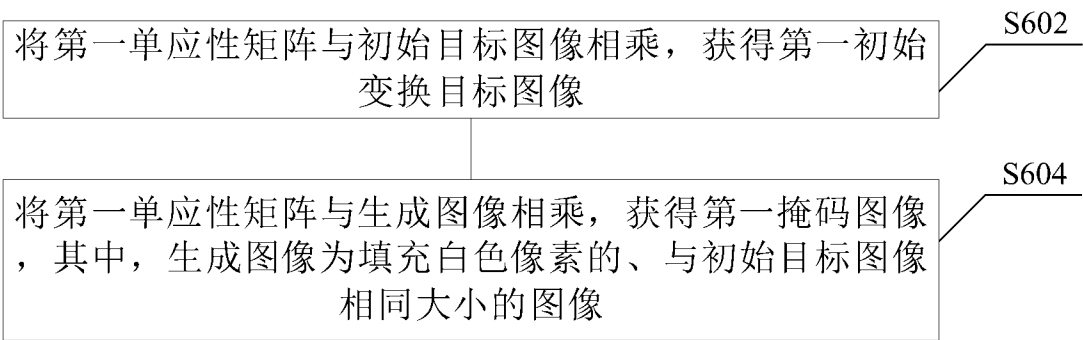


图 6

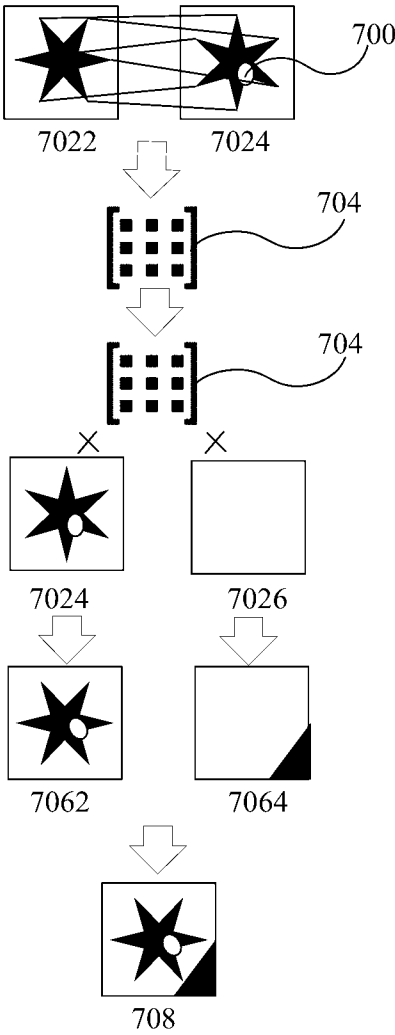


图 7

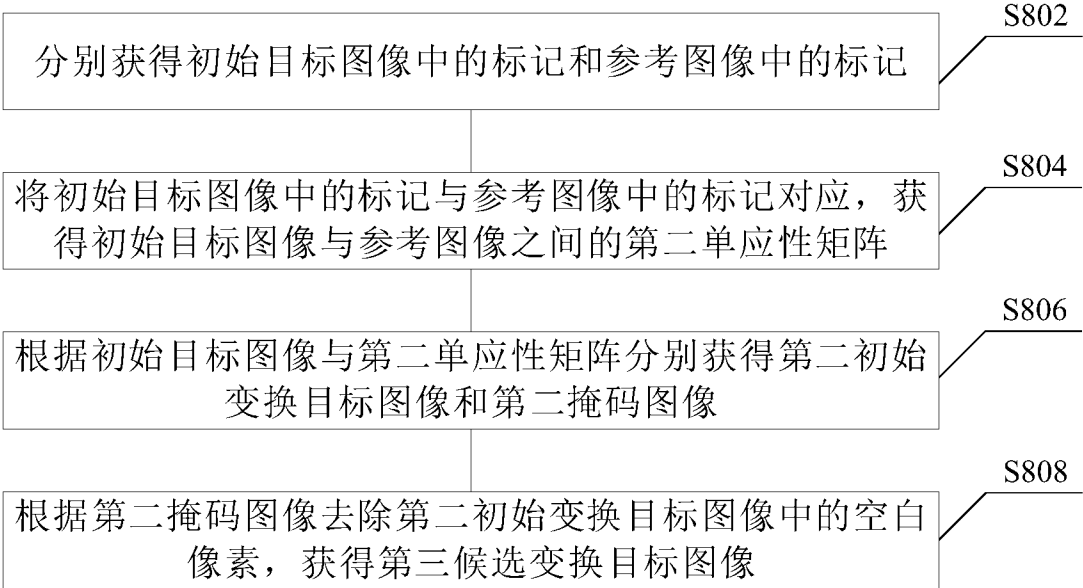


图 8

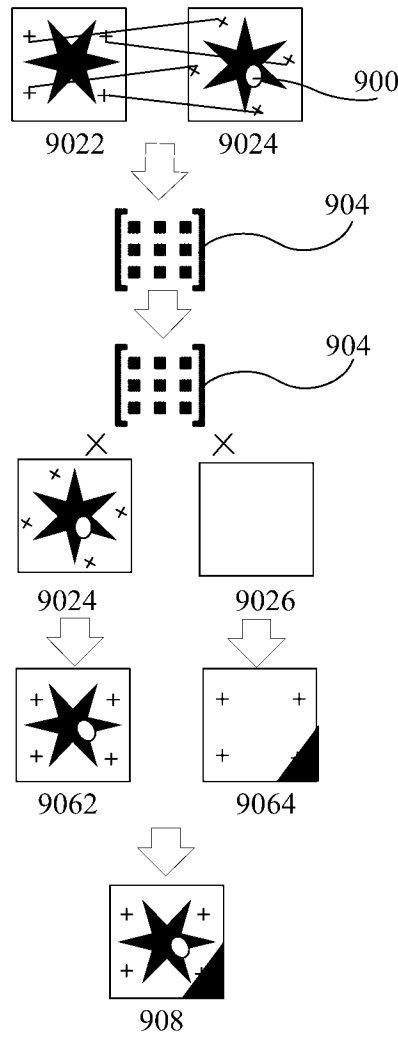


图 9

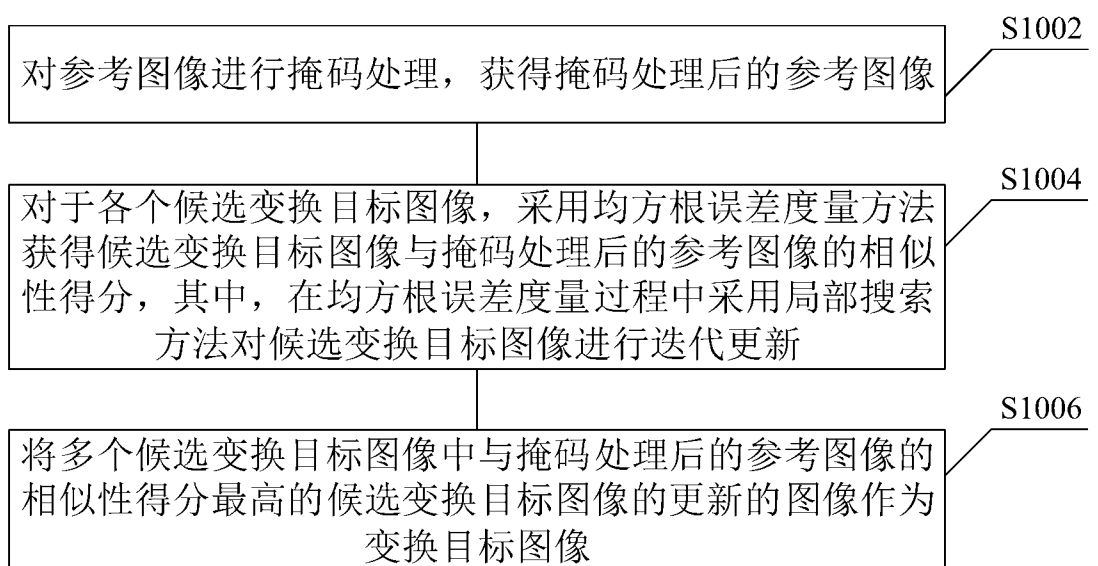


图 10

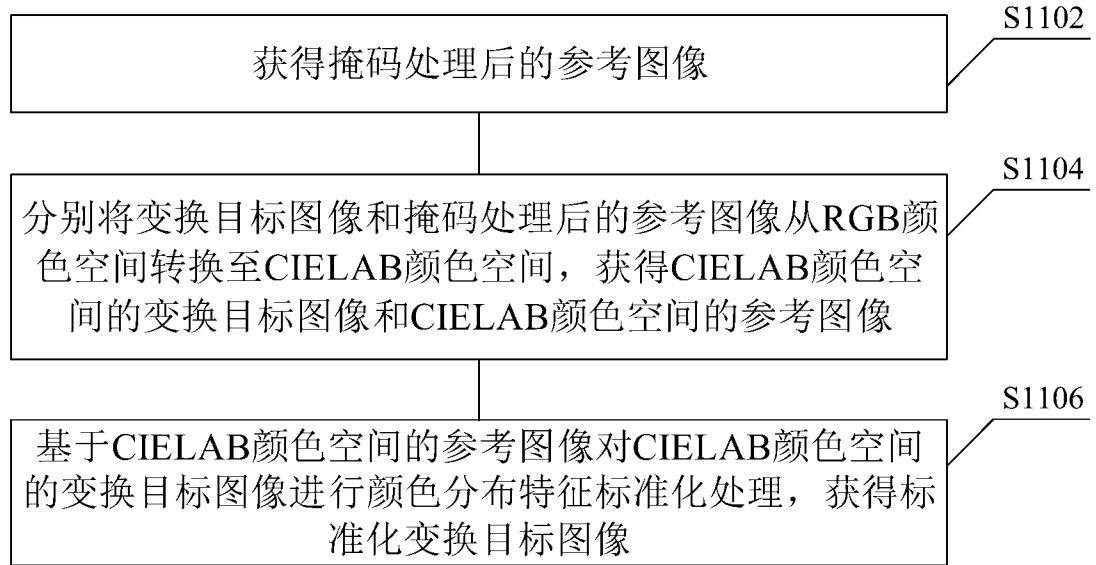


图 11

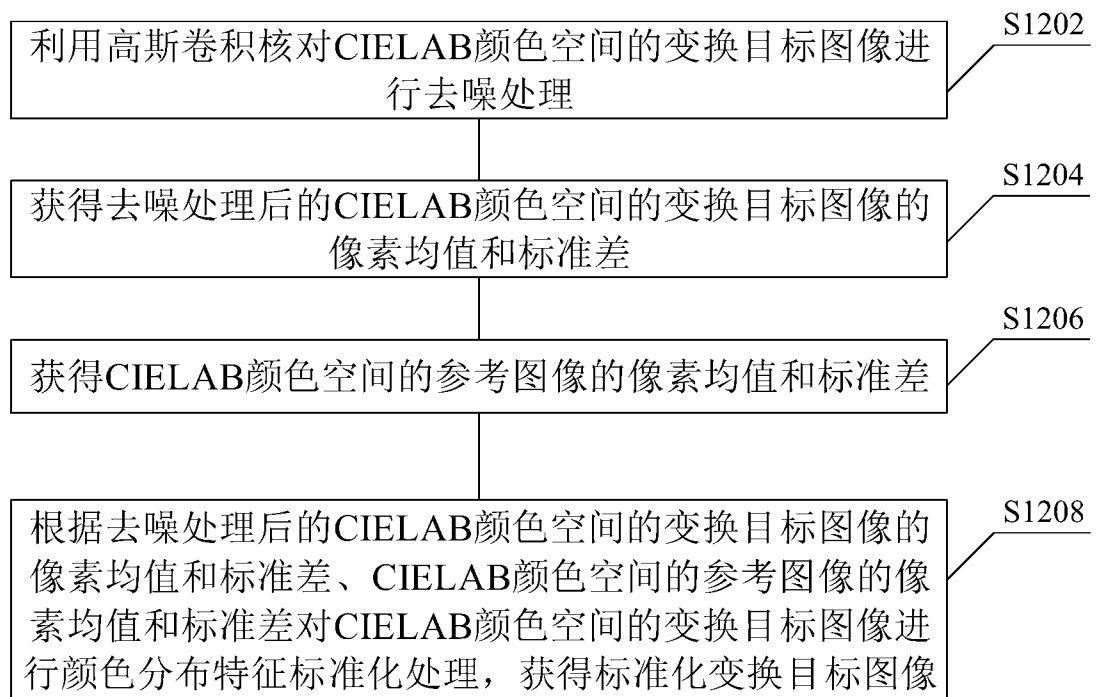


图 12

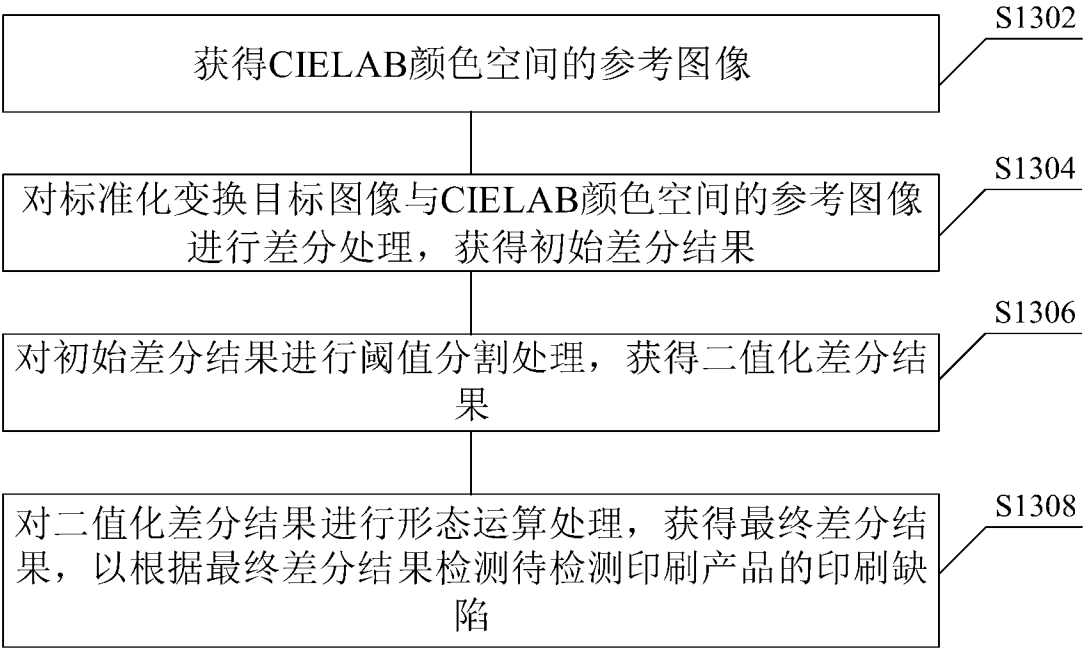


图 13

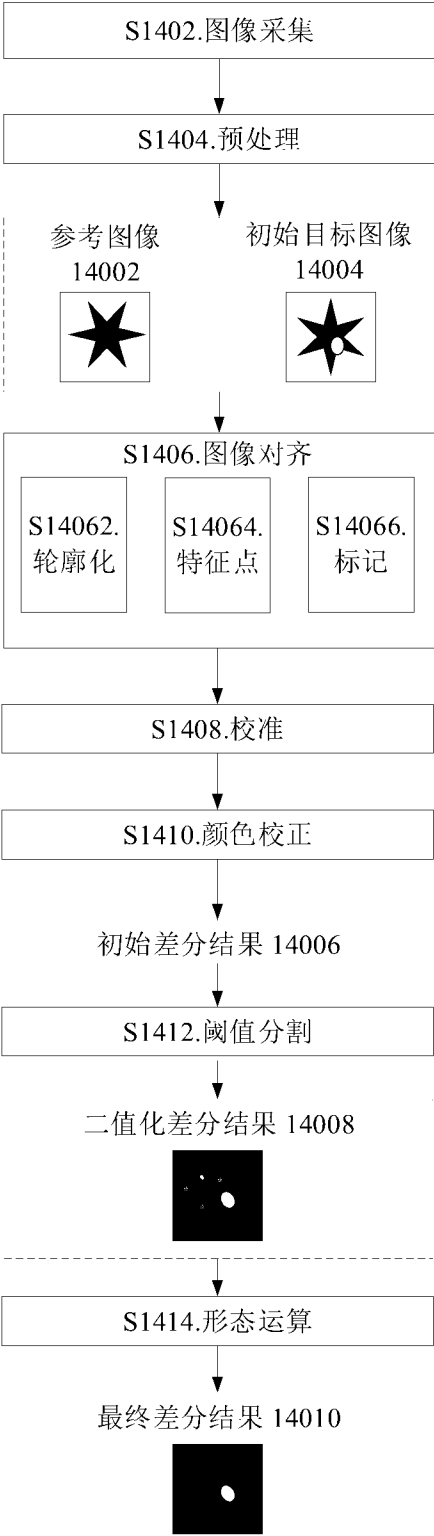


图 14

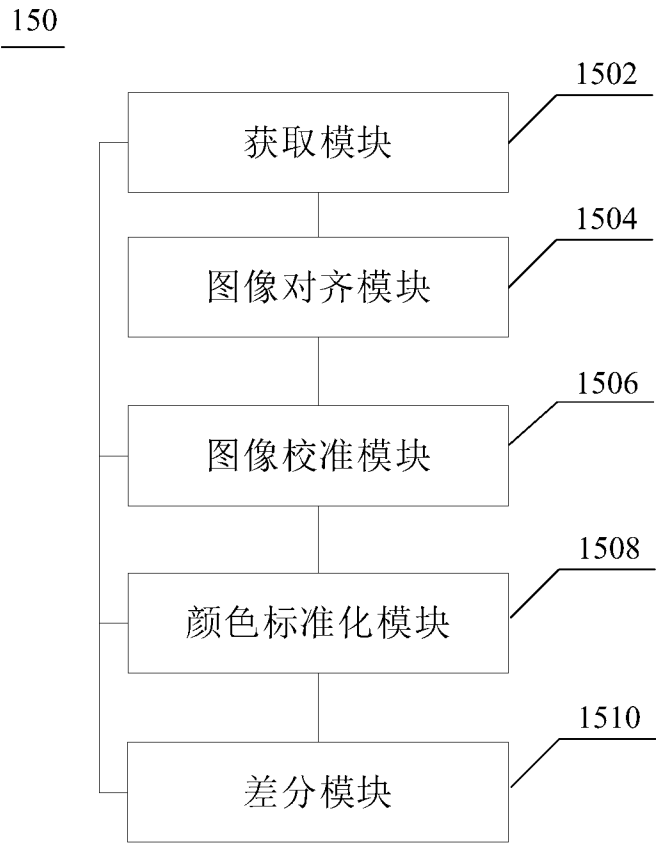


图 15

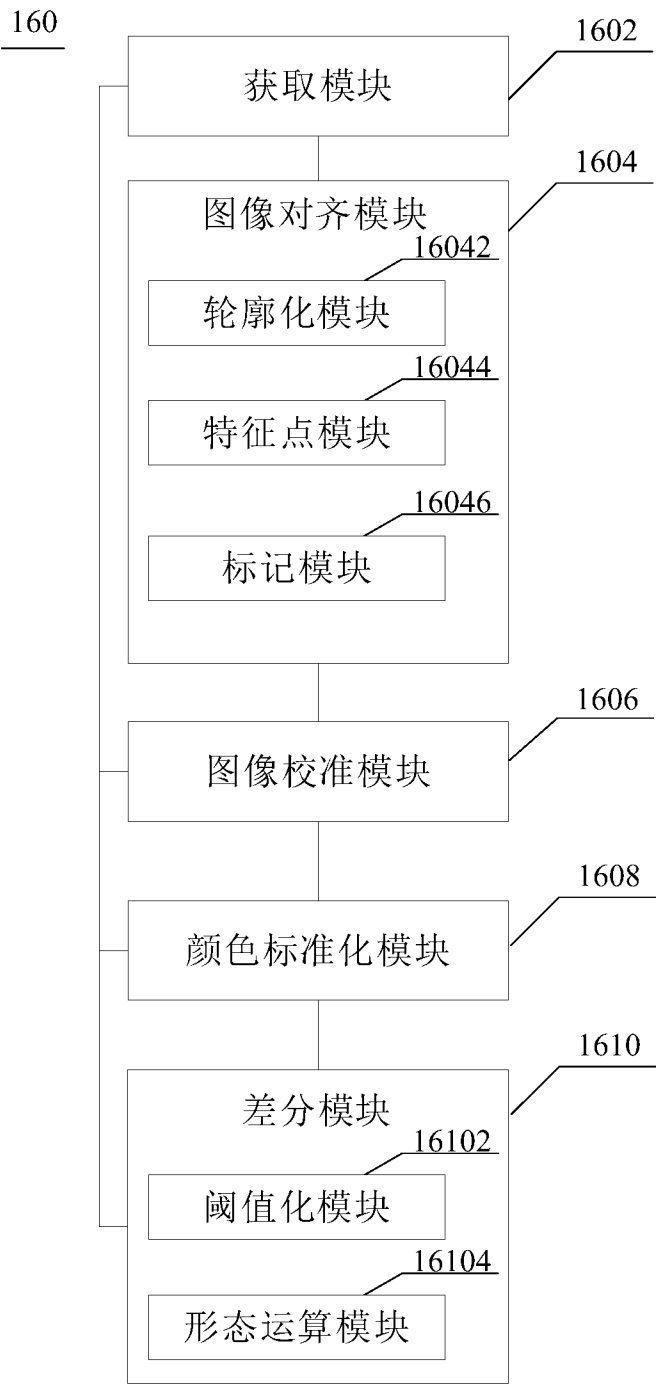


图 16

1700

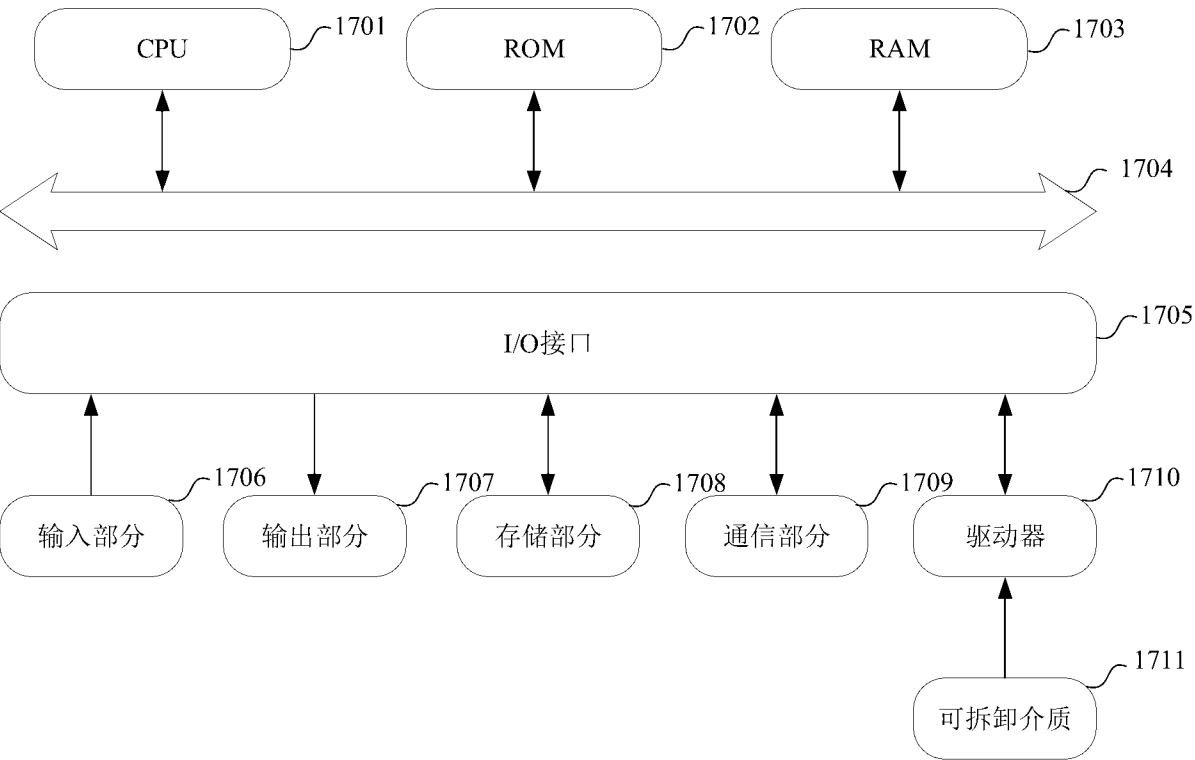


图 17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/074707

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G06T7/00(2017.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC:G06T Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNABS, CNTXT, ENTXT, VEN, WPABS, CNKI, ACM: 印刷, 图片, 图像, 相片, 缺陷, 检测, 差分, 对齐, 配准, 相似度, 欧式距离, 颜色, print, image, picture, photo, defect, detect, difference, align, registration, similar, distance, RGB		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 111028213 A (PEKING UNIVERSITY FOUNDER GROUP CO., LTD. et al.) 17 April 2020 (2020-04-17) description, paragraphs 2-247	1-12
A	CN 110956630 A (ZHEJIANG UNIVERSITY et al.) 03 April 2020 (2020-04-03) entire document	1-12
A	CN 112508826 A (HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY, SHENZHEN et al.) 16 March 2021 (2021-03-16) entire document	1-12
A	CN 115100158 A (BEIJING DAHENG IMAGE VISION CO., LTD.) 23 September 2022 (2022-09-23) entire document	1-12
A	CN 110473184 A (FUJIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 19 November 2019 (2019-11-19) entire document	1-12
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “D” document cited by the applicant in the international application “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 19 March 2024		Date of mailing of the international search report 04 April 2024
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2024/074707

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 20130068243 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 26 June 2013 (2013-06-26) entire document	1-12
A	US 2006158703 A1 (KISILEV PAVEL. et al) 20 July 2006 (2006-07-20) entire document	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2024/074707

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111028213	A	17 April 2020	CN	111028213	B	26 May 2023
CN	110956630	A	03 April 2020	None			
CN	112508826	A	16 March 2021	CN	112508826	B	01 March 2022
CN	115100158	A	23 September 2022	None			
CN	110473184	A	19 November 2019	None			
KR	20130068243	A	26 June 2013	US	2013156336	A1	20 June 2013
				US	8755624	B2	17 June 2014
				KR	101697512	B1	19 January 2017
US	2006158703	A1	20 July 2006	US	7519222	B2	14 April 2009

A. 主题的分类

G06T7/00(2017.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC:G06T

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS,CNTEXT,ENTXT,VEN,WPABS,CNKI,ACM:印刷,图片,图像,相片,缺陷,检测,差分,对齐,配准,相似度,欧式距离,颜色,print,image,picture,photo,defect,detect, difference,align,registration,similar,distance,RGB

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 111028213 A (北大方正集团有限公司等) 2020年4月17日 (2020 - 04 - 17) 说明书第2-247段	1-12
A	CN 110956630 A (浙江大学等) 2020年4月3日 (2020 - 04 - 03) 全文	1-12
A	CN 112508826 A (哈尔滨工业大学(深圳)等) 2021年3月16日 (2021 - 03 - 16) 全文	1-12
A	CN 115100158 A (北京大恒图像视觉有限公司) 2022年9月23日 (2022 - 09 - 23) 全文	1-12
A	CN 110473184 A (福建工程学院) 2019年11月19日 (2019 - 11 - 19) 全文	1-12
A	KR 20130068243 A (KOREA ELECTRONICS TELECOMM) 2013年6月26日 (2013 - 06 - 26) 全文	1-12
A	US 2006158703 A1 (KISILEV PAVEL.et al) 2006年7月20日 (2006 - 07 - 20) 全文	1-12

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2024年3月19日

国际检索报告邮寄日期

2024年4月4日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

陈娜

电话号码 (+86) 027-59371796

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/074707

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	111028213	A	2020年4月17日	CN 111028213 B	2023年5月26日
CN	110956630	A	2020年4月3日	无	
CN	112508826	A	2021年3月16日	CN 112508826 B	2022年3月1日
CN	115100158	A	2022年9月23日	无	
CN	110473184	A	2019年11月19日	无	
KR	20130068243	A	2013年6月26日	US 2013156336 A1	2013年6月20日
				US 8755624 B2	2014年6月17日
				KR 101697512 B1	2017年1月19日
US	2006158703	A1	2006年7月20日	US 7519222 B2	2009年4月14日