

(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
2018 年 11 月 1 日 (01.11.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/196304 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06T 9/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/107277
- (22) 国际申请日: 2017 年 10 月 23 日 (23.10.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201710293917.9 2017年4月28日 (28.04.2017) CN
- (71) 申请人: 深圳大学(SHENZHEN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。
- (72) 发明人: 刘晓利(LIU, Xiaoli); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。

王若曦(WANG, Ruoxi); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。彭翔(PENG, Xiang); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。蔡泽伟(CAI, Zewei); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。汤其剑(TANG, Qijian); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市恒申知识产权事务所(普通合伙)(HENSEN INTELLECTUAL PROPERTY FIRM); 中国广东省深圳市福田区南园路 68 号上步大厦 10H, Guangdong 518000 (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,

(54) Title: THREE-DIMENSIONAL IMAGE RECONSTRUCTION METHOD AND APPARATUS BASED ON DEBRUIJN SEQUENCE

(54) 发明名称: 基于DeBruijn序列的三维图像重建方法及装置

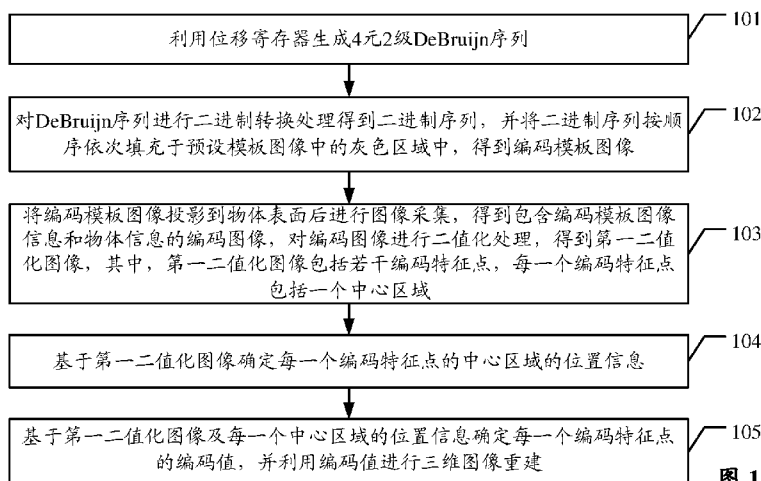


图 1

- 101 Use a shift register to generate a four-element two-level DeBruijn sequence
- 102 Carry out binary conversion on the DeBruijn sequence to obtain binary sequences, and fill the binary sequences in a gray area in a pre-set template image in sequence to obtain a coded template image
- 103 Carry out image collection after the coded template image is projected onto a surface of an object to obtain a coded image including coded template image information and object information, and binarize the coded image to obtain a first binarized image, wherein the first binarized image comprises a plurality of coded feature points, and each of the coded feature points comprises one central area
- 104 Based on the first binarized image, determine position information about the central area of each of the coded feature points
- 105 Based on the first binarized image, and the position information about each central area, determine a coded value of each of the coded feature points, and use the coded value for three-dimensional image reconstruction

(57) Abstract: Disclosed are a three-dimensional image reconstruction method and apparatus based on a DeBruijn sequence. The method comprises: using a shift register to generate a four-element two-level DeBruijn sequence (101); carrying out binary conversion on the DeBruijn sequence to obtain binary sequences, and filling the binary sequences in a gray area in a pre-set template image in sequence to obtain a coded template image (102); carrying out image collection after the coded template image is projected onto a surface of an object to obtain a coded image including coded template image information and object information, and binarizing the

GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))。

coded image to obtain a first binarized image, wherein the first binarized image comprises a plurality of coded feature points, and each of the coded feature points comprises one central area (103); based on the first binarized image, determining position information about the central area of each of the coded feature points (104); and based on the first binarized image, and the position information about each central area, determining a coded value of each of the coded feature points, and using the coded value for three-dimensional image reconstruction (105). A higher anti-noise capacity and better robustness are achieved when the method is used for three-dimensional image reconstruction.

(57) 摘要: 一种基于DeBruijn序列的三维图像重建方法及装置, 所述方法包括: 利用位移寄存器生成4元2级DeBruijn序列(101); 对DeBruijn序列进行二进制转换处理得到二进制序列, 并将二进制序列按顺序依次填充于预设模板图像中的灰色区域中, 得到编码模板图像(102); 将编码模板图像投影到物体表面后进行图像采集, 得到报刊编码模板图像信息和物体信息的编码图像, 对编码图像进行二值化处理, 得到第一二值化图像, 其中, 第一二值化图像包括若干编码特征点, 每一个编码特征点包括一个中心区域(103); 基于第一二值化图像确定每一个编码特征点的中心区域的位置信息(104); 基于第一二值化图像及每一个中心区域的位置信息确定每一个编码特征点的编码值, 并利用编码值进行三维图像重建(105)。使用该方法在三维图像的重建时具有更高的抗噪能力和较好的鲁棒性。

基于DeBruijn序列的三维图像重建方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及三维图像重建技术领域，尤其涉及一种基于DeBruijn序列的三维图像重建方法及装置。

背景技术

[0002] 现有技术中，常用的三维图像重建技术是结构光三维图像重建技术，结构光三维图像重建技术主要分为两类：空域编码和时域编码，其中，空域编码往往只需要投影一幅图案，图案中每一点的码字即可根据它周围临近点的信息（如像素、颜色和几何信息等）得出，但是在解码阶段因受到像素和颜色等信息的干扰，具有噪声干扰，从而影响解码鲁棒性。

[0003] 因此，现有的三维图像重建方法存在着具有较差的抗噪能力和较差的鲁棒性。

发明内容

[0004] 本发明的主要目的在于提供一种基于DeBruijn序列的三维图像重建方法及装置，旨在解决现有的三维图像重建方法存在的具有较差的抗噪能力和较差的鲁棒性的技术问题。

[0005] 为实现上述目的，本发明第一方面提供一种基于DeBruijn序列的三维图像重建方法，所述方法包括：

[0006] 利用位移寄存器生成4元2级DeBruijn序列；

[0007] 对所述DeBruijn序列进行二进制转换处理得到二进制序列，并将所述二进制序列按顺序依次填充于预设模板图像中的灰色区域中，得到编码模板图像；

[0008] 将所述编码模板图像投影到物体表面后进行图像采集，得到包含编码模板图像信息和物体信息的编码图像，对所述编码图像进行二值化处理，得到第一二值化图像，其中，所述第一二值化图像包括若干编码特征点，每一个编码特征点包括一个中心区域；

[0009] 基于所述第一二值化图像确定每一个编码特征点的中心区域的位置信息；

[0010] 基于所述第一二值化图像及所述每一个中心区域的位置信息确定所述每一个编

码特征点的编码值，并利用所述编码值进行三维图像重建。

[0011] 为实现上述目的，本发明第二方面提供一种基于DeBruijn序列的三维图像重建装置，所述装置包括：

[0012] 生成模块，用于利用位移寄存器生成4元2级DeBruijn序列；

[0013] 转换模块，用于对所述DeBruijn序列进行二进制转换处理得到二进制序列，并将所述二进制序列按顺序依次填充于预设模板图像中的灰色区域中，得到编码模板图像；

[0014] 采集模块，用于将所述编码模板图像投影到物体表面后进行图像采集，得到包含编码模板图像信息和物体信息的编码图像，对所述编码图像进行二值化处理，得到第一二值化图像，其中，所述第一二值化图像包括若干编码特征点，每一个编码特征点包括一个中心区域；

[0015] 第一确定模块，用于基于所述第一二值化图像确定每一个编码特征点的中心区域的位置信息；

[0016] 第二确定模块，用于基于所述第一二值化图像及所述每一个中心区域的位置信息确定所述每一个编码特征点的编码值，并利用所述编码值进行三维图像重建。

[0017] 本发明提供一种基于DeBruijn序列的三维图像重建方法，本发明实施例利用位移寄存器生成4元2级DeBruijn序列，对DeBruijn序列进行二进制转换处理得到二进制序列，并将二进制序列按顺序依次填充于预设模板图像中的灰色区域中，得到编码模板图像，将编码模板图像投影到物体表面后进行图像采集，得到包含编码模板图像信息和物体信息的编码图像，对编码图像进行二值化处理，得到第一二值化图像，其中，第一二值化图像包括若干编码特征点，每一个编码特征点包括一个中心区域，基于第一二值化图像确定每一个编码特征点的中心区域的位置信息，基于第一二值化图像及每一个中心区域的位置信息确定每一个编码特征点的编码值，并利用编码值进行三维图像重建，与现有技术相比，本发明实施例将基于DeBruijn序列进行编码后得到的编码模板图像投影到物体表面后进行图像采集，得到编码图像，对编码图像进行二值化处理，其中，利用二值化处理可以克服物体表面的颜色干扰，三维图像的重建时具有更高的抗噪

能力和较好的鲁棒性。

附图说明

- [0018] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。
- [0019] 图1为本发明第一实施例提供一种基于DeBruijn序列的三维图像重建方法的流程示意图；
- [0020] 图2为本发明实施例中的预设模板图像；
- [0021] 图3为为图1中的步骤S102中的对DeBruijn序列进行二进制转换处理得到二进制序列的细化步骤的流程示意图；
- [0022] 图4为对DeBruijn序列进行二进制转换处理得到二进制序列的转换处理示意图；
- [0023] 图5为第一二值化图像；
- [0024] 图6为步骤S104的细化步骤的流程示意图；
- [0025] 图7为外围区域的结构图；
- [0026] 图8为步骤S105的细化步骤的流程示意图；
- [0027] 图9为编码特征点的结构图；
- [0028] 图10为本发明第二实施例提供一种基于DeBruijn序列的三维图像重建装置的功能模块示意图；
- [0029] 图11为图10中的转换模块1002的细化功能模块示意图；
- [0030] 图12为第一确定模块1004的细化功能模块示意图；
- [0031] 图13为第二确定模块1005的细化功能模块示意图。

具体实施方式

- [0032] 为使得本发明的发明目的、特征、优点能够更加的明显和易懂，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而非全部实施例。基于本发明中的实施例，本领域技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0033] 为了说明本发明所述的技术方案，下面通过具体实施例来进行说明。

[0034] 请参阅图1，图1为本发明第一实施例提供的一种基于DeBruijn序列的三维图像重建方法的流程示意图，包括：

[0035] 步骤S101、利用位移寄存器生成4元2级DeBruijn序列；

[0036] 在本发明实施例中，利用位移寄存器生成生成4元2级DeBruijn序列，生成DeBruijn序列的方法为：首先利用位移寄存器确定第一个子序列，利用原本多项式获取迭代函数，并利用迭代函数进行迭代运算，生成后续子序列，在当前的子序列与第一个子序列相同时迭代结束，得到4元2级DeBruijn序列。

[0037] 其中，该4元2级DeBruijn序列是一个元素个数为4、总长度为16、任意长度、子序列不重复出现的伪随机序列，该4元2级DeBruijn序列元素取值为0、1、2和3。

[0038] 步骤S102、对DeBruijn序列进行二进制转换处理得到二进制序列，并将二进制序列按顺序依次填充于预设模板图像中的灰色区域中，得到编码模板图像；

[0039] 在本发明实施例中，请参阅图2所示的预设模板图像，该预设模板图像为黑白相间的棋盘格图案，并以每个角点为中心设置待填充的灰色区域203，灰色区域203的面积应小于黑色棋盘格区域202的面积及白色棋盘格区域201的面积。

[0040] 其中，将二进制序列按顺序依次填充于预设模板图像中的灰色区域中，得到编码模板图像，例如，图2所示的预设模板图像中共有7行待填充的灰色区域203，每一行有7个格子的灰色区域203，假设第一行二进制序列为1100110，将第一行二进制序列1100110按顺序依次填充于预设模板图像中的第一行待填充的7个灰色区域203中，二进制序列1100110中的码字1使得灰色区域203变成黑色的，二进制序列1100110中的码字0使得灰色区域203变成白色的，则第一行填充后的7个灰色区域203的颜色显示为黑黑白白黑黑白，按照上述方法，将所有的二进制序列按照顺序依次填充于预设模板图像中，就会得到编码模板图像。

[0041] 进一步的，请参阅图3，图3为图1中的步骤S102中的对DeBruijn序列进行二进制转换处理得到二进制序列的细化步骤的流程示意图，包括：

[0042] 步骤S301、将DeBruijn序列中的每一个码字转换成上下分布的二进制数，并排列成上下两行；

[0043] 步骤S302、将排列成上下两行的所有二进制数中的偶数列的二进制数进行上下

位置换，得到二进制序列。

[0044] 在本发明实施例中，请参阅图4，图4为对DeBruijn序列进行二进制转换处理得到二进制序列的转换处理示意图，该4元2级DeBruijn序列元素取值为0、1、2及3，对应的二进制数分别为00、01、10及11，假设某一行DeBruijn序列401为3300311320210122，则将该行DeBruijn序列401中的每一个码字转换成上下分布的二进制数，并排列成上下两行，如402所示，将排列成上下两行的所有二进制数中的偶数列的二进制数进行上下位置换，得到如403所示的二进制序列。

[0045] 步骤S103、将编码模板图像投影到物体表面后进行图像采集，得到包含编码模板图像信息和物体信息的编码图像，对编码图像进行二值化处理，得到第一二值化图像，其中，第一二值化图像包括若干编码特征点，每一个编码特征点包括一个中心区域；

[0046] 在本发明实施例中，请参阅图5，为第一二值化图像，第一二值化图像包括若干编码特征点，每一个编码特征点包括一个中心区域，有的编码特征点包括的中心区域的颜色为黑色，如501，有的编码特征点包括的中心区域的颜色为白色，如502。

[0047] 步骤S104、基于第一二值化图像确定每一个编码特征点的中心区域的位置信息；

[0048] 进一步地，请参阅图6，图6为步骤S104的细化步骤的流程示意图，包括：

[0049] 步骤S601、对第一二值化图像进行闭运算，并去除每一个编码特征点的外围区域，得到第二二值化图像；

[0050] 步骤S602、确定第二二值化图像中的颜色为黑色的中心区域的位置信息；

[0051] 步骤S603、将第一二值化图像中的每一个像素进行黑白反转处理，并对进行黑白反转处理后的第一二值化图像进行闭运算，去除每一个编码特征点的外围区域，得到第三二值化图像；

[0052] 步骤S604、确定第三二值化图像中的颜色为黑色的中心区域的位置信息。

[0053] 在本发明实施例中，每一个编码特征点包括4个外围区域，请参阅图7，4个外围区域分别为701、702、703及704，对第一二值化图像进行闭运算，并去除每一个编码特征点的外围区域，得到第二二值化图像，确定第二二值化图像中的

颜色为黑色的中心区域的位置信息，因为只能对颜色为黑色的中心区域进行闭运算，所以为了确定第一二值化图像中的颜色为白色的中心区域的位置信息，首先将第一二值化图像中的每一个像素进行黑白反转处理，并对进行黑白反转处理后的第一二值化图像进行闭运算，去除每一个编码特征点的外围区域，得到第三二值化图像，确定第三二值化图像中的颜色为黑色的中心区域的位置信息，第三二值化图像中的颜色为黑色的中心区域的位置信息即为第一二值化图像中的颜色为白色的中心区域的位置信息，从而确定了第一二值化图像中的所有中心区域的位置信息。

[0054] 步骤S105、基于第一二值化图像及每一个中心区域的位置信息确定每一个编码特征点的编码值，并利用编码值进行三维图像重建。

[0055] 进一步地，请参阅图8，图8为步骤S105的细化步骤的流程示意图，包括：

[0056] 步骤S801、基于第一二值化图像及当前中心区域的位置信息确定与当前中心区域的颜色相同的4个邻近中心区域；

[0057] 步骤S802、连接当前中心区域及4个邻近中心区域，得到连线上的4个外围区域；

[0058] 步骤S803、计算4个外围区域的灰度值，将4个外围区域的灰度值作为当前中心区域所对应的编码特征点的编码值。

[0059] 在本发明实施例中，请参阅图9，当前中心区域为901，基于第一二值化图像及当前中心区域901的位置信息确定与当前中心区域的颜色相同的4个邻近中心区域分别为902、903、904及905，连接当前中心区域及4个邻近中心区域，得到连线上的4个外围区域，4个外围区域为906、907、908及909，计算4个外围区域的灰度值，如图9中，906的颜色为黑色，则906的灰度值为1，907的颜色为白色，则907的灰度值为0，908的颜色为白色，则908的灰度值为0，909的颜色为白色，则909的灰度值为0，将4个外围区域的灰度值1、0、0、0作为当前中心区域所对应的编码特征点的编码值，即当前中心区域所对应的编码特征点的编码值为1、0、0、0。

[0060] 在本发明实施例中，与现有技术相比，本发明实施例基于DeBruijn序列进行编码，能够有效的避免编码的奇异性，将编码后得到的编码模板图像投影到物体

表面后进行图像采集，得到编码图像，对编码图像进行二值化处理，其中，利用二值化处理可以克服物体表面的颜色干扰，三维图像的重建时具有更高的抗噪能力和较好的鲁棒性。

[0061] 请参阅图10，图10为本发明第二实施例提供的一种基于DeBruijn序列的三维图像重建装置的功能模块示意图，包括：

[0062] 生成模块1001，用于利用位移寄存器生成4元2级DeBruijn序列；

[0063] 在本发明实施例中，生成模块1001利用位移寄存器生成生成4元2级DeBruijn序列，生成DeBruijn序列的方法为：首先利用位移寄存器确定第一个子序列，利用原本多项式获取迭代函数，并利用迭代函数进行迭代运算，生成后续子序列，在当前的子序列与第一个子序列相同时迭代结束，得到4元2级DeBruijn序列。

[0064] 其中，该4元2级DeBruijn序列是一个元素个数为4、总长度为16、任意长度、子序列不重复出现的伪随机序列，该4元2级DeBruijn序列元素取值为0、1、2和3。

[0065] 转换模块1002，用于对DeBruijn序列进行二进制转换处理得到二进制序列，并将二进制序列按顺序依次填充于预设模板图像中的灰色区域中，得到编码模板图像；

[0066] 在本发明实施例中，请参阅图2所示的预设模板图像，该预设模板图像为黑白相间的棋盘格图案，并以每个角点为中心设置待填充的灰色区域203，灰色区域203的面积应小于黑色棋盘格区域202的面积及白色棋盘格区域201的面积。

[0067] 其中，转换模块1002将二进制序列按顺序依次填充于预设模板图像中的灰色区域中，得到编码模板图像，例如，图2所示的预设模板图像中共有7行待填充的灰色区域203，每一行有7个格子的灰色区域203，假设第一行二进制序列为1100110，将第一行二进制序列1100110按顺序依次填充于预设模板图像中的第一行待填充的7个灰色区域203中，二进制序列1100110中的码字1使得灰色区域203变成黑色的，二进制序列1100110中的码字0使得灰色区域203变成白色的，则第一行填充后的7个灰色区域203的颜色显示为黑黑白白黑黑白，按照上述方法，将所有的二进制序列按照顺序依次填充于预设模板图像中，就会得到编码模板图像。

[0068] 进一步的，请参阅图11，图11为图10中的转换模块1002的细化功能模块示意图

，包括：

- [0069] 转换单元1101，用于将DeBruijn序列中的每一个码字转换成上下分布的二进制数，并排列成上下两行；
- [0070] 置换单元1102，用于将排列成上下两行的所有二进制数中的偶数列的二进制数进行上下位置换，得到二进制序列。
- [0071] 在本发明实施例中，请参阅图4，图4为对DeBruijn序列进行二进制转换处理得到二进制序列的转换处理示意图，该4元2级DeBruijn序列元素取值为0、1、2及3，对应的二进制数分别为00、01、10及11，假设某一行DeBruijn序列401为3300311320210122，转换单元1101则将该行DeBruijn序列401中的每一个码字转换成上下分布的二进制数，并排列成上下两行，如402所示，置换单元1102将排列成上下两行的所有二进制数中的偶数列的二进制数进行上下位置换，得到如403所示的二进制序列。
- [0072] 采集模块1003，用于将编码模板图像投影到物体表面后进行图像采集，得到包含编码模板图像信息和物体信息的编码图像，对编码图像进行二值化处理，得到第一二值化图像，其中，第一二值化图像包括若干编码特征点，每一个编码特征点包括一个中心区域；
- [0073] 在本发明实施例中，请参阅图5，为第一二值化图像，第一二值化图像包括若干编码特征点，每一个编码特征点包括一个中心区域，有的编码特征点包括的中心区域的颜色为黑色，如501，有的编码特征点包括的中心区域的颜色为白色，如502。
- [0074] 第一确定模块1004，用于基于第一二值化图像确定每一个编码特征点的中心区域的位置信息；
- [0075] 进一步地，请参阅图12，图12为第一确定模块1004的细化功能模块示意图，包括：
- [0076] 第一闭运算单元1201，用于对第一二值化图像进行闭运算，并去除每一个编码特征点的外围区域，得到第二二值化图像；
- [0077] 第一确定单元1202，用于确定第二二值化图像中的颜色为黑色的中心区域的位置信息；

- [0078] 第二闭运算单元1203，用于将第一二值化图像中的每一个像素进行黑白反转处理，并对进行黑白反转处理后的第一二值化图像进行闭运算，去除每一个编码特征点的外围区域，得到第三二值化图像；
- [0079] 第二确定单元1204，用于确定第三二值化图像中的颜色为黑色的中心区域的位置信息。
- [0080] 在本发明实施例中，每一个编码特征点包括4个外围区域，请参阅图7，4个外围区域分别为701、702、703及704，第一闭运算单元1201对第一二值化图像进行闭运算，并去除每一个编码特征点的外围区域，得到第二二值化图像，第一确定单元1202确定第二二值化图像中的颜色为黑色的中心区域的位置信息，因为只能对颜色为黑色的中心区域进行闭运算，所以为了确定第一二值化图像中的颜色为白色的中心区域的位置信息，第二闭运算单元1203首先将第一二值化图像中的每一个像素进行黑白反转处理，并对进行黑白反转处理后的第一二值化图像进行闭运算，第二闭运算单元1203去除每一个编码特征点的外围区域，得到第三二值化图像，确定第三二值化图像中的颜色为黑色的中心区域的位置信息，第三二值化图像中的颜色为黑色的中心区域的位置信息即为第一二值化图像中的颜色为白色的中心区域的位置信息，第二确定单元1204从而确定了第一二值化图像中的所有中心区域的位置信息。
- [0081] 第二确定模块1005，用于基于第一二值化图像及每一个中心区域的位置信息确定每一个编码特征点的编码值，并利用编码值进行三维图像重建。
- [0082] 进一步地，请参阅图13，图13为第二确定模块1005的细化功能模块示意图，包括：
- [0083] 第三确定单元1301，用于基于第一二值化图像及当前中心区域的位置信息确定与当前中心区域的颜色相同的4个邻近中心区域；
- [0084] 连接单元1302，用于连接当前中心区域及4个邻近中心区域，得到连线上的4个外围区域；
- [0085] 计算单元1303，用于计算4个外围区域的灰度值，将4个外围区域的灰度值作为当前中心区域所对应的编码特征点的编码值。
- [0086] 在本发明实施例中，请参阅图9，当前中心区域为901，第三确定单元1301基于

第一二值化图像及当前中心区域901的位置信息确定与当前中心区域的颜色相同的4个邻近中心区域分别为902、903、904及905，连接单元1302连接当前中心区域及4个邻近中心区域，得到连线上的4个外围区域，4个外围区域为906、907、908及909，计算单元1303计算4个外围区域的灰度值，如图9中，906的颜色为黑色，则906的灰度值为1，907的颜色为白色，则907的灰度值为0，908的颜色为白色，则908的灰度值为0，909的颜色为白色，则909的灰度值为0，将4个外围区域的灰度值1、0、0、0作为当前中心区域所对应的编码特征点的编码值，即当前中心区域所对应的编码特征点的编码值为1、0、0、0。

[0087] 在本发明实施例中，与现有技术相比，本发明实施例基于DeBruijn序列进行编码，能够有效的避免编码的奇异性，将编码后得到的编码模板图像投影到物体表面后进行图像采集，得到编码图像，对编码图像进行二值化处理，其中，利用二值化处理可以克服物体表面的颜色干扰，三维图像的重建时具有更高的抗噪能力和较好的鲁棒性。

[0088] 在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，所述模块的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个模块或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，装置或模块的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

[0089] 所述作为分离部件说明的模块可以是或者也可以不是物理上分开的，作为模块显示的部件可以是或者也可以不是物理模块，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络模块上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。

[0090] 另外，在本发明各个实施例中的各功能模块可以集成在一个处理模块中，也可以是各个模块单独物理存在，也可以两个或两个以上模块集成在一个模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能模块的形式实现。

[0091] 所述集成的模块如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用
时，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。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或者该技术方案的全部或部分
可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，
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方法的全部或部分步骤。而前述的存储
介质包括：U盘、移动硬盘、只读存储器（ROM，Read-Only Memory）、随机
存取存储器（RAM，Random Access Memory）、磁碟或者光盘等各种可以存储
程序代码的介质。

[0092] 需要说明的是，对于前述的各方法实施例，为了简便描述，故将其都表述为一
系列的动作组合，但是本领域技术人员应该知悉，本发明并不受所描述的动作
顺序的限制，因为依据本发明，某些步骤可以采用其它顺序或者同时进行。其
次，本领域技术人员也应该知悉，说明书中所描述的实施例均属于优选实施例
，所涉及的动作和模块并不一定都是本发明所必须的。

[0093] 在上述实施例中，对各个实施例的描述都各有侧重，某个实施例中未详述的
部分，可以参见其它实施例的相关描述。

[0094] 以上为对本发明所提供的一种基于DeBruijn序列的三维图像重建方法及装置的
描述，对于本领域的技术人员，依据本发明实施例的思想，在具体实施方式及
应用范围上均会有改变之处，综上，本说明书内容不应理解为对本发明的限制
。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种基于DeBruijn序列的三维图像重建方法，其特征在于，所述方法包括：
- 利用位移寄存器生成4元2级DeBruijn序列；
- 对所述DeBruijn序列进行二进制转换处理得到二进制序列，并将所述二进制序列按顺序依次填充于预设模板图像中的灰色区域中，得到编码模板图像；
- 将所述编码模板图像投影到物体表面后进行图像采集，得到包含编码模板图像信息和物体信息的编码图像，对所述编码图像进行二值化处理，得到第一二值化图像，其中，所述第一二值化图像包括若干编码特征点，每一个编码特征点包括一个中心区域；
- 基于所述第一二值化图像确定每一个编码特征点的中心区域的位置信息；
- 基于所述第一二值化图像及所述每一个中心区域的位置信息确定所述每一个编码特征点的编码值，并利用所述编码值进行三维图像重建。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述对所述DeBruijn序列进行二进制转换处理得到二进制序列的步骤包括：
- 将所述DeBruijn序列中的每一个码字转换成上下分布的二进制数，并排列成上下两行；
- 将排列成上下两行的所有二进制数中的偶数列的二进制数进行上下位置换，得到所述二进制序列。
- [权利要求 3] 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，每一个编码特征点包括4个外围区域，所述基于所述第一二值化图像确定每一个编码特征点的中心区域的位置信息的步骤包括：
- 对所述第一二值化图像进行闭运算，并去除所述每一个编码特征点的外围区域，得到第二二值化图像；
- 确定所述第二二值化图像中的颜色为黑色的中心区域的位置信息

;

将所述第一二值化图像中的每一个像素进行黑白反转处理，并对进行黑白反转处理后的第一二值化图像进行闭运算，去除所述每一个编码特征点的外围区域，得到第三二值化图像；
确定所述第三二值化图像中的颜色为黑色的中心区域的位置信息。

[权利要求 4]

根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述基于所述第一二值化图像及所述每一个中心区域的位置信息确定所述每一个编码特征点的编码值的步骤包括：

基于所述第一二值化图像及当前中心区域的位置信息确定与所述当前中心区域的颜色相同的4个邻近中心区域；
连接所述当前中心区域及所述4个邻近中心区域，得到连线上的4个外围区域；
计算所述4个外围区域的灰度值，将所述4个外围区域的灰度值作为所述当前中心区域所对应的编码特征点的编码值。

[权利要求 5]

一种基于DeBruijn序列的三维图像重建装置，其特征在于，所述装置包括：

生成模块，用于利用位移寄存器生成4元2级DeBruijn序列；

转换模块，用于对所述DeBruijn序列进行二进制转换处理得到二进制序列，并将所述二进制序列按顺序依次填充于预设模板图像中的灰色区域中，得到编码模板图像；

采集模块，用于将所述编码模板图像投影到物体表面后进行图像采集，得到包含编码模板图像信息和物体信息的编码图像，对所述编码图像进行二值化处理，得到第一二值化图像，其中，所述第一二值化图像包括若干编码特征点，每一个编码特征点包括一个中心区域；

第一确定模块，用于基于所述第一二值化图像确定每一个编码特征点的中心区域的位置信息；

第二确定模块，用于基于所述第一二值化图像及所述每一个中心区域的位置信息确定所述每一个编码特征点的编码值，并利用所述编码值进行三维图像重建。

[权利要求 6] 根据权利要求5所述的装置，其特征在于，所述转换模块包括：
转换单元，用于将所述DeBruijn序列中的每一个码字转换成上下分布的二进制数，并排列成上下两行；
置换单元，用于将排列成上下两行的所有二进制数中的偶数列的二进制数进行上下位置换，得到所述二进制序列。

[权利要求 7] 根据权利要求5所述的装置，其特征在于，每一个编码特征点包括4个外围区域，所述第一确定模块包括：
第一闭运算单元，用于对所述第一二值化图像进行闭运算，并去除所述每一个编码特征点的外围区域，得到第二二值化图像；
第一确定单元，用于确定所述第二二值化图像中的颜色为黑色的中心区域的位置信息；
第二闭运算单元，用于将所述第一二值化图像中的每一个像素进行黑白反转处理，并对进行黑白反转处理后的第一二值化图像进行闭运算，去除所述每一个编码特征点的外围区域，得到第三二值化图像；
第二确定单元，用于确定所述第三二值化图像中的颜色为黑色的中心区域的位置信息。

[权利要求 8] 根据权利要求7所述的装置，其特征在于，所述第二确定模块包括：
第三确定单元，用于基于所述第一二值化图像及当前中心区域的位置信息确定与所述当前中心区域的颜色相同的4个邻近中心区域；
连接单元，用于连接所述当前中心区域及所述4个邻近中心区域，得到连线上的4个外围区域；
计算单元，用于计算所述4个外围区域的灰度值，将所述4个外围

区域的灰度值作为所述当前中心区域所对应的编码特征点的编码值。

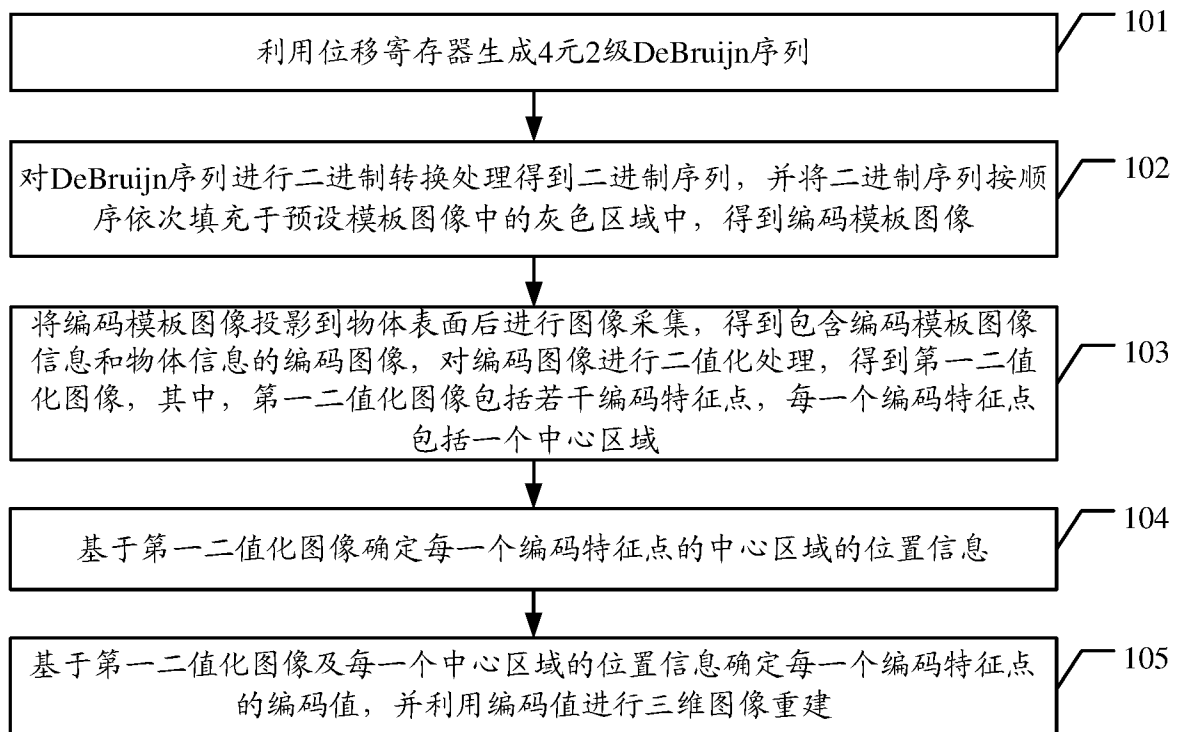


图 1

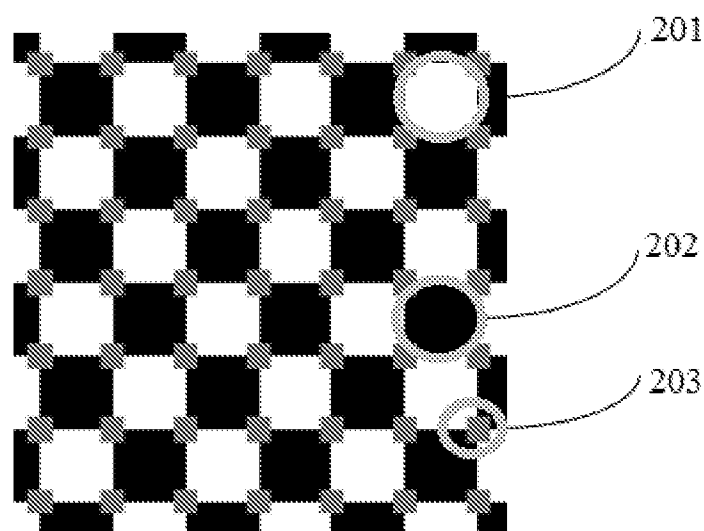


图 2

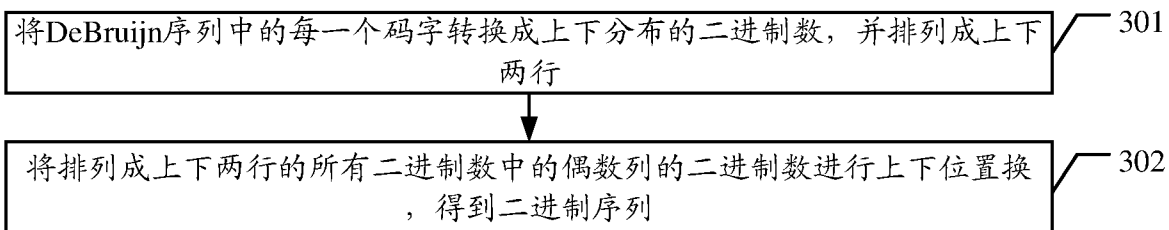


图 3

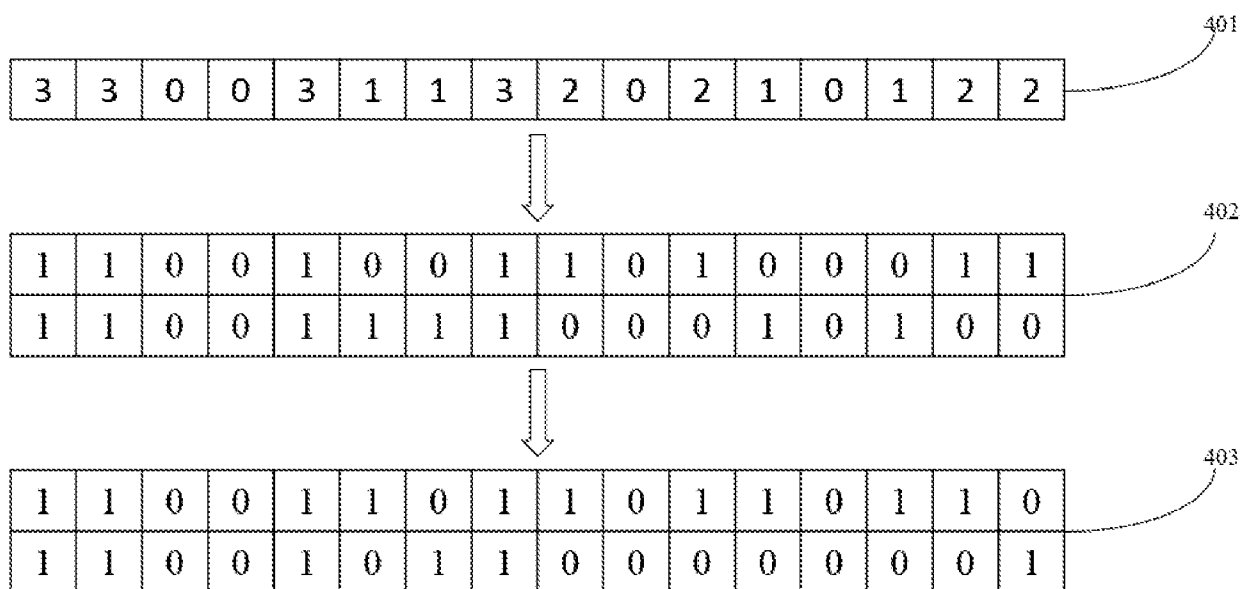


图 4

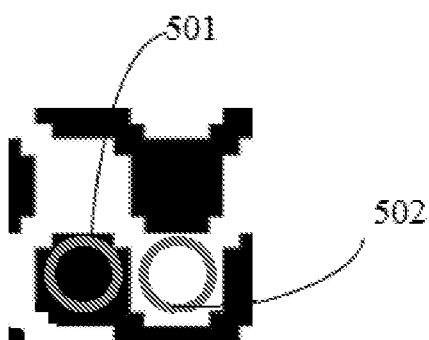


图 5

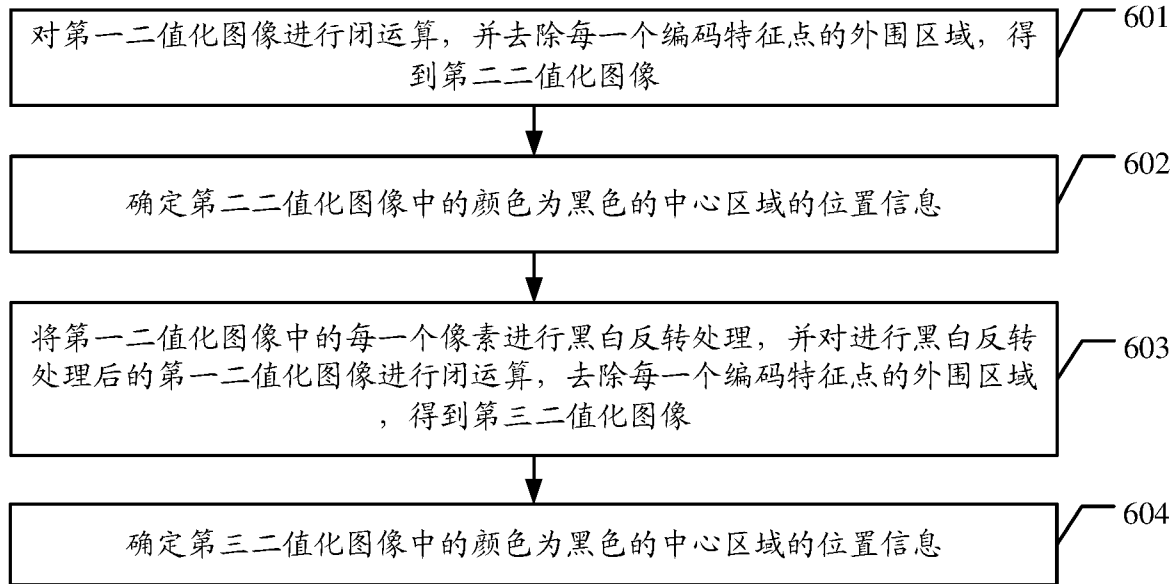


图 6

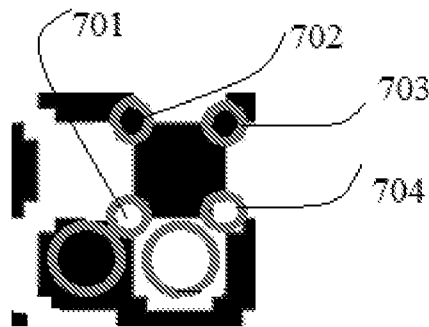


图 7

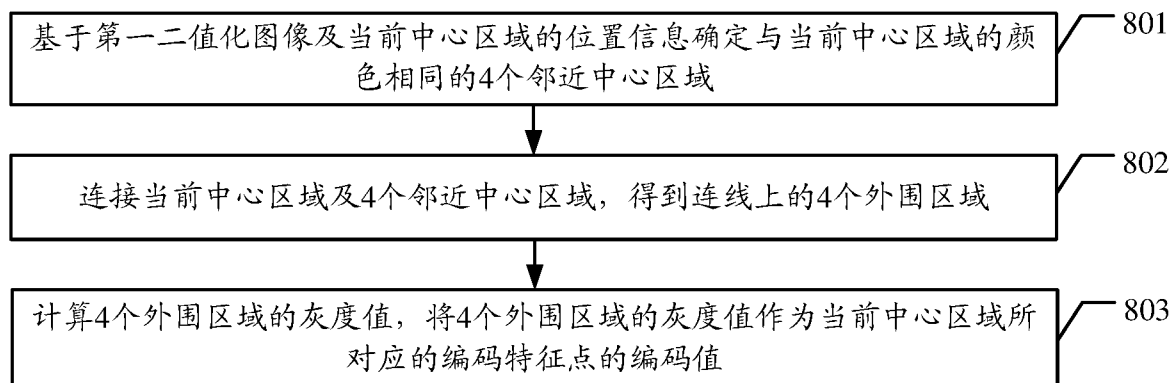


图 8

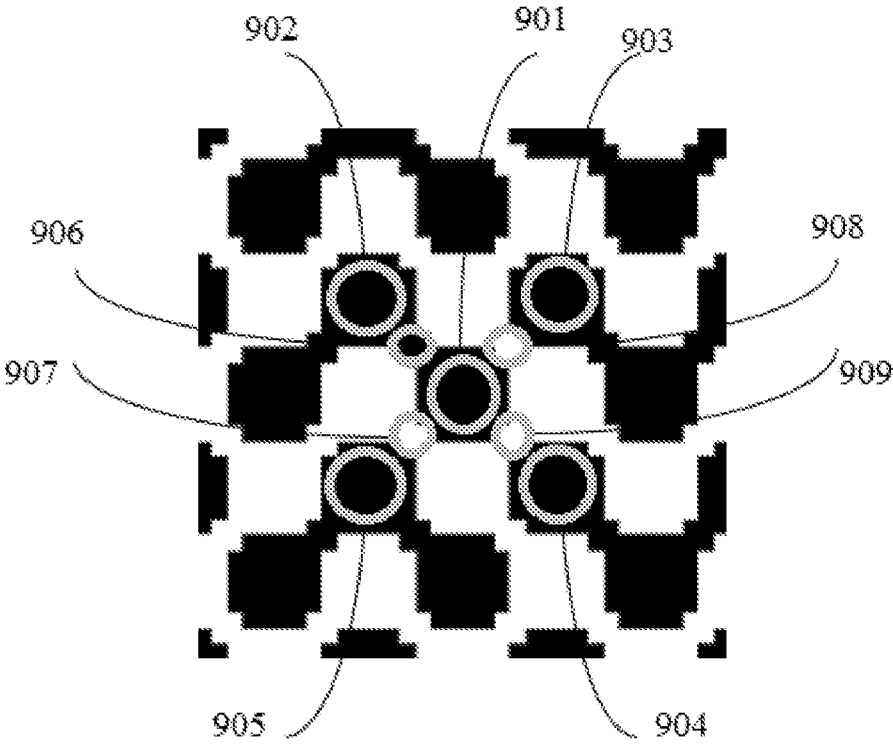


图 9

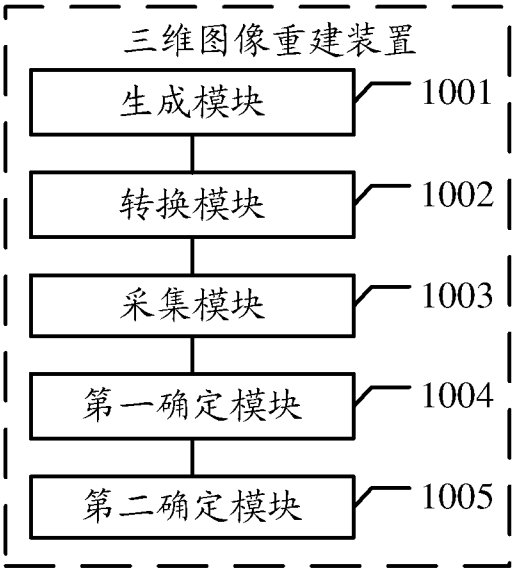


图 10

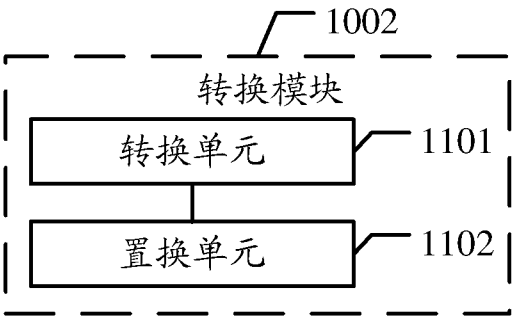


图 11

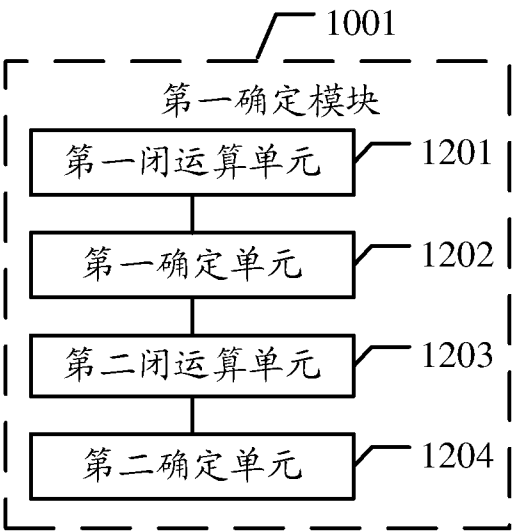


图 12

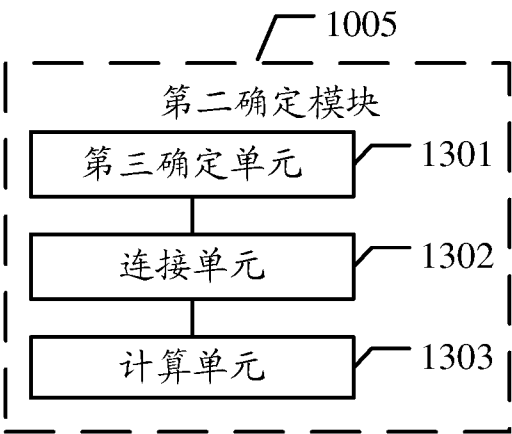


图 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/107277

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 9/00 (2006.01) 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)

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)

CNPAT, WPI, EPODOC, IEEE, CNKI: debuijn, 三维, 3D, 图像, 重构, 重建, 模板, 编码, 解码, 棋盘格, 灰色, 角点, 填充, 中心位置, 3 dimension, image, restructuring, reconstruct, templet, coding, decode, chessboard, gray, angular point, fill, center

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 107240135 A (SHENZHEN UNIVERSITY), 10 October 2017 (10.10.2017), claims 1-8	1-8
X	CN 103776392 A (MANTIS VISION LTD.), 07 May 2014 (07.05.2014), description, paragraphs [0369]-[0370] and [0426]-[0435], and figures 2, 12A, 12B and 13B1	1-8
A	CN 105357511 A (SHANGHAI PERCIPIO TECHNOLOGY LIMITED), 24 February 2016 (24.02.2016), entire document	1-8
A	CN 103400366 A (XIDIAN UNIVERSITY), 20 November 2013 (20.11.2013), entire document	1-8
A	CN 105069789 A (XIDIAN UNIVERSITY), 18 November 2015 (18.11.2015), entire document	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 16 January 2018	Date of mailing of the international search report 31 January 2018
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer ZHENG, Ning Telephone No. (86-10) 53961313

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/107277

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 107240135 A	10 October 2017	None	
CN 103776392 A	07 May 2014	EP 2084491 A2	05 August 2009
		US 2010074532 A1	25 March 2010
		US 2015262411 A1	17 September 2015
		CN 101627280 A	13 January 2010
		SG 176440 A1	29 December 2011
		CA 2670214 A1	29 May 2008
		EP 2618102 A2	24 July 2013
		WO 2008062407 A2	29 May 2008
		US 2016364903 A1	15 December 2016
		US 2013329018 A1	12 December 2013
		US 2008118143 A1	22 May 2008
		US 2012063672 A1	15 March 2012
		IL 198896 A	27 February 2014
		IL 230541 A	27 February 2014
		SG 152659 A1	29 June 2009
		IL 230540 A	27 February 2014
CN 105357511 A	24 February 2016	None	
CN 103400366 A	20 November 2013	None	
CN 105069789 A	18 November 2015	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/107277

A. 主题的分类 G06T 9/00 (2006.01) 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) 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)) CNPAT, WPI, EPDOC, IEEE, CNKI; debruijn, 三维, 3D, 图像, 重构, 重建, 模板, 编码, 解码, 棋盘格, 灰色, 角点, 填充, 中心位置, 3 dimension, image, restructuring, reconstruct, templet, coding, decode, chessboard, gray, angular point, fill, center		
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
PX	CN 107240135 A (深圳大学) 2017年 10月 10日 (2017 - 10 - 10) 权利要求1-8	1-8
X	CN 103776392 A (曼蒂斯影像有限公司) 2014年 5月 7日 (2014 - 05 - 07) 说明书第[0369]-[0370]、[0426]-[0435]段, 附图2、12A、12B、13B1	1-8
A	CN 105357511 A (上海图漾信息科技有限公司) 2016年 2月 24日 (2016 - 02 - 24) 全文	1-8
A	CN 103400366 A (西安电子科技大学) 2013年 11月 20日 (2013 - 11 - 20) 全文	1-8
A	CN 105069789 A (西安电子科技大学) 2015年 11月 18日 (2015 - 11 - 18) 全文	1-8
☐ 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 “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		国际检索报告邮寄日期
2018年 1月 16日		2018年 1月 31日
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员
中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		郑宁 电话号码 (86-10)53961313

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/107277

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	107240135	A	2017年 10月 10日	无			
CN	103776392	A	2014年 5月 7日	EP	2084491	A2	2009年 8月 5日
				US	2010074532	A1	2010年 3月 25日
				US	2015262411	A1	2015年 9月 17日
				CN	101627280	A	2010年 1月 13日
				SG	176440	A1	2011年 12月 29日
				CA	2670214	A1	2008年 5月 29日
				EP	2618102	A2	2013年 7月 24日
				WO	2008062407	A2	2008年 5月 29日
				US	2016364903	A1	2016年 12月 15日
				US	2013329018	A1	2013年 12月 12日
				US	2008118143	A1	2008年 5月 22日
				US	2012063672	A1	2012年 3月 15日
				IL	198896	A	2014年 2月 27日
				IL	230541	A	2014年 2月 27日
				SG	152659	A1	2009年 6月 29日
				IL	230540	A	2014年 2月 27日
CN	105357511	A	2016年 2月 24日	无			
CN	103400366	A	2013年 11月 20日	无			
CN	105069789	A	2015年 11月 18日	无			