

(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
2022 年 2 月 3 日 (03.02.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/021912 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06T 7/593 (2017.01) **G06T 7/30** (2017.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/083603
- (22) 国际申请日: 2021 年 3 月 29 日 (29.03.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202010762904.3 2020 年 7 月 31 日 (31.07.2020) CN
- (71) 申请人: 南方科技大学(SOUTHERN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区学苑大道 1088 号, Guangdong 518055 (CN)。
- (72) 发明人: 安丰伟(AN, Fengwei); 中国广东省深圳市南山区学苑大道 1088 号, Guangdong 518055 (CN)。付宇哲(FU, Yuzhe); 中国广东省深圳市南山区学苑大道 1088 号, Guangdong 518055 (CN)。

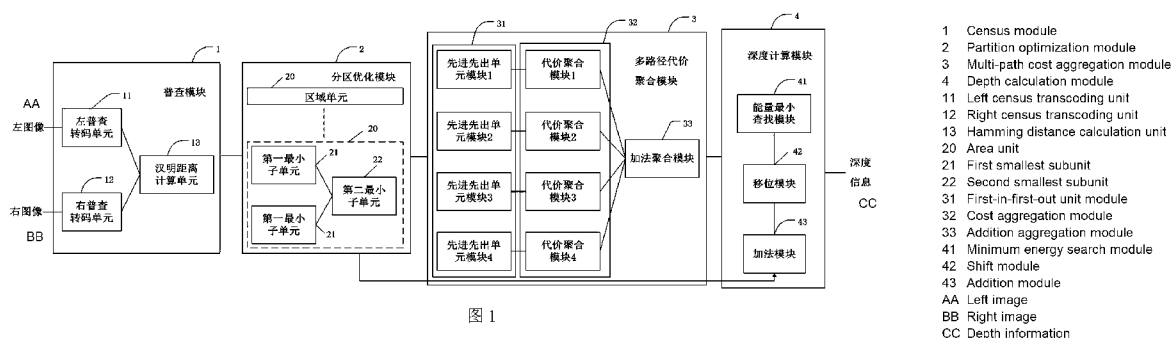
董平成(DONG, Pingcheng); 中国广东省深圳市南山区学苑大道 1088 号, Guangdong 518055 (CN)。
陈卓宇(CHEN, Zhuoyu); 中国广东省深圳市南山区学苑大道 1088 号, Guangdong 518055 (CN)。
李卓奥(LI, Zhuoao); 中国广东省深圳市南山区学苑大道 1088 号, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市君胜知识产权代理事务所(普通合伙)(JOHNSON INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY(SHENZHEN)); 中国广东省深圳市南山区粤海街道高新区社区高新南七道 20 号深圳国家工程实验室大楼 A503, 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, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,

(54) Title: LOW POWER CONSUMPTION STEREO MATCHING SYSTEM AND METHOD FOR OBTAINING DEPTH INFORMATION

(54) 发明名称: 一种低功耗立体匹配系统及获取深度信息的方法



(57) Abstract: A low power consumption stereo matching system and a method for obtaining depth information. The system comprises a census module (1), a partition optimization module (2), a multi-path cost aggregation module (3), and a depth calculation module (4) which are connected in sequence. A census algorithm is used as an initial pixel cost value calculation function, and the partition optimization module (2) is added between the census module (1) and the multi-path cost aggregation module (3) to simplify initial pixel cost values. On the basis of partition processing and optimal parallax position, the amount of initial pixel cost values transmitted into the multi-path cost aggregation module (3) is reduced without affecting precision, thereby reducing algorithm time consumption and resource consumption, and ensuring accuracy.

(57) 摘要: 一种低功耗立体匹配系统及获取深度信息的方法, 该系统包括依次连接的普查模块 (1)、分区优化模块 (2)、多路径代价聚合模块 (3) 以及深度计算模块 (4)。通过使用Census算法作为初始像素代价值计算函数, 并在Census普查模块 (1) 与多路径代价聚合模块 (3) 之间加入分区优化模块 (2) 简化初始像素代价值, 基于分区域处理以及最优视差位置, 在不影响精度的情况下减少传入多路径代价聚合模块 (3) 的初始像素代价值数量, 进而降低算法耗时以及资源消耗, 并确保精度。

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,
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, 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))。

一种低功耗立体匹配系统及获取深度信息的方法

技术领域

本申请涉及立体视觉技术技术领域，特别涉及一种低功耗立体匹配系统及获取深度信息的方法。

背景技术

在计算机视觉领域中立体匹配是主要研究方向，其研究从二维图像的信息中提取并重建目标物体的三维信息，被广泛应用于智能机器人系统，无人车系统，工业测量等领域。因此，在立体视觉系统中，立体匹配算法的精度及速度直接影响到三维重建的效果，其通过建立一个能量代价函数寻找像素间一一对应的关系，通过此能量代价函数最小化来估计像素点视差值。然而目前立体匹配测试平台中往往由于复杂高精度算法所需的计算量与资源消耗量较大，难以在硬件上移植。

因此，现有技术还有待改进和提高。

发明内容

基于此，有必要针对现有技术中立体匹配中资源开销大、移植难的技术问题，提供一种低功耗立体匹配系统及获取深度信息的方法。

为了解决上述技术问题，本申请所采用的技术方案如下：

第一方面，本申请提供一种低功耗立体匹配系统，其包括普查模块、多路径代价聚合模块以及深度计算模块，还包括：设置在所述普查模块和所述多路径代价聚合模块之间的分区优化模块；

所述普查模块用于输入目标的左图像和右图像，输出目标像素的多个初始像素代价值；所述普查模块包括用于转换左图像的像素流的左普查转码单元、用于转换右图像的像素流的右普查转码单元以及用于确定每个目标像素的多个初始像素代价值的汉明距离计算单元；其中，以左图像或右图像作为目标图像，所述目标图像包括若干目标像素；

所述分区优化模块包括多个用于确定能够代表区域代价值的最小区域代价值以及该最小区域代价值的区域最佳匹配点位置的区域单元，每个所述区域单元均包括并行设置的两个第一最小子单元和与两个第一最小子单元的输出端共接的第二最小子单元；

所述多路径代价聚合模块包括用于传递每个区域的代价聚合值并辅助每个区域代

价更新的若干先进先出单元、用于确定每个区域对应的不同预设路径方向上的路径代价值并分别聚合同一区域的多个路径代价值的若干代价聚合模块以及用于确定每个区域的多个能量函数值的加法聚合模块；

所述深度计算模块包括用于确定每个区域的多个能量函数值中最小能量函数值的能量最小查找模块、用于确定对应区域该最小能量函数的视差区域的移位模块以及用于基于所述移位模块的每个视差区域以及所述分区优化模块的对应区域的区域最佳匹配点位置所确定的每个目标像素的深度信息的加法模块。

进一步地，所述右普查转码单元包括右行缓存单元、右普查窗口单元以及右普查对比单元，所述左普查转码单元包括左行缓存单元、左普查窗口单元以及左普查对比单元，其中，所述右行缓存单元与所述左行缓存单元的结构相同，所述右普查窗口单元和所述右普查对比单元分别与所述左普查窗口单元、所述左普查对比单元的结构不同。

进一步地，当以左图像为目标图像，以右图像为非目标图像时，所述左普查窗口单元包括一个用于遍历左图像的左滑动窗口，该左滑动窗口包括若干个寄存器，所述左普查对比单元包括一个左对比窗口，所述左对比窗口包括若干个比较器；所述右普查窗口单元包括用于遍历右图像中距离目标像素预设视差阈值区域内每个视差像素的右视差窗口，所述右视差窗口的个数为预设视差阈值，每个所述右视差窗口均包括若干个寄存器；所述右普查对比单元包括预设视差阈值个右对比窗口，每个所述右对比窗口包括若干个比较器；

或当以右图像为目标图像，以左图像为非目标图像时，所述右普查窗口单元包括一个用于遍历右图像的右滑动窗口，该右滑动窗口包括若干个寄存器，所述右普查对比单元包括一个右对比窗口，所述右对比窗口包括若干个比较器；所述左普查窗口单元包括用于遍历左图像中距离目标像素预设视差阈值区域内每个视差像素的左视差窗口，所述左视差窗口的个数为预设视差阈值，每个所述左视差窗口均包括若干个寄存器；所述左普查对比单元包括预设视差阈值个左对比窗口，每个所述左对比窗口包括若干个比较器。

进一步地，每个所述第一最小子单元均包括第一比较器、第一数据复用器以及第一位置复用器，所述第一数据复用器用于输出所输入的多个初始像素代价值中的最小初始像素代价值，所述第一位置复用器用于输出所述最小初始像素代价值对应的位置信息；所述第二最小子单元包括一个第二比较器、一个第二数据复用器、两个第二位置复用器以及一个与门单元，所述第二数据复用器用于获取两个所述第一最小子单元输出数据中最小初始像素代价值，所述第二位置复用器用于输出该最小初始像素代价值对应的最佳

匹配位置信息。

进一步地，每个所述先进先出单元均包括三个传输单元以及一个方向先进先出单元，所述方向先进先出单元的个数与所述代价聚合模块的个数相同。

第二方面，本申请还提供一种低功耗立体匹配系统获取深度信息的方法，其方法包括以下步骤：

采集目标的左图像和右图像；其中，以左图像或右图像作为目标图像，所述目标图像包括若干目标像素；

针对目标图像中若干目标像素中每一个目标像素，确定非目标图像中该目标像素对应的预设视差阈值个视差像素，并基于该目标像素及所有视差像素，确定该目标像素的第一二进制码流和每个视差像素的第二二进制码流，并将第一二进制码流分别与每个第二二进制码流进行汉明距离计算，得到该目标像素的多个初始像素代价值；

基于预设区域代价阈值，确定该目标像素的若干区域以及每个区域的若干初始像素代价值，并基于若干区域中每个区域的若干初始像素代价值，确定每个区域的最小区域代价值以及每个所述最小区域代价值的区域最佳匹配点位置；

基于每个区域的最小区域代价值的多个预设路径方向，确定每个区域对应预设路径方向上的路径代价值，并将同一区域的多个预设路径方向上对应的路径代价值进行聚合，得到每个区域的能量函数值；

基于所有区域对应的能量函数值以及所有区域中每个区域对应的区域最佳匹配点位置，确定所有能量函数值中最小能量函数值对应的视差区域，并基于该最小能量函数值所在区域对应的区域最佳匹配点位置以及所述视差区域，得到该目标像素的深度信息。

进一步地，所述基于该目标像素及所有视差像素，确定该目标像素的第一二进制码流和每个视差像素的第二二进制码流，并将第一二进制码流分别与每个第二二进制码流进行汉明距离计算，得到该目标像素的多个初始像素代价值具体包括：

获取预设视差阈值并确定目标图像中的一目标像素；

在目标图像的图像区域确定该目标像素自身的所有邻域像素以及在非目标图像的图像区域搜索距离该相同目标像素一预设视差阈值区域内所有视差像素；

基于所有视差像素，确定每个视差像素自身的所有邻域像素；

比较目标像素与该目标像素自身对应的所有邻域像素的灰度值大小，输出该目标像素的第一二进制码流；

将每一个视差像素均作为参考像素，比较每个参考像素与每个参考像素对应的所

有邻域像素的灰度值大小，输出该目标像素的多个第二二进制码流；

计算所述第一二进制码流与每个第二二进制码流的汉明距离，确定该目标像素的多个初始像素代价值。

进一步地，所述比较目标像素与该目标像素自身对应的所有邻域像素的灰度值大小，输出该目标像素的第一二进制码流具体包括：

当某邻域像素的灰度值小于或等于目标像素的灰度值，其比较结果为 0，则输出 0；

当某邻域像素的灰度值大于目标像素的灰度值，其比较结果为 1，则输出 1；

将所有比较结果按位输出，得到该目标像素的第一二进制码流。

进一步地，所述计算所述第一二进制码流与每个第二二进制码流的汉明距离，确定该目标像素的多个初始像素代价值具体包括：

将所述第一二进制码流并行与每个第二二进制码流进行异或运算，得到多个异或运算结果；

统计每个异或运算结果的比特位不为 1 的个数，得到该目标像素的多个初始像素代价值。

进一步地，所述确定该目标像素的若干区域以及每个区域的若干初始像素代价值，并基于若干区域中每个区域的若干初始像素代价值，确定每个区域的最小区域代价值以及每个所述最小区域代价值的区域最佳匹配点位置具体包括：

获取预设区域代价阈值；

基于所述预设区域代价阈值划分目标像素的多个初始像素代价值，确定该目标像素的若干区域以及对应区域的多个初始像素代价值；

选取若干区域中每个区域的多个初始像素代价值中值最小的初始代价值，作为对应区域的最小区域代价值；

基于对应区域的最小区域代价值，获取目标图像中所述最小区域代价值的区域最佳匹配点位置。

进一步地，所述基于每个区域的最小区域代价值的多个预设路径方向，确定每个区域对应预设路径方向上的路径代价值，并将同一区域的多个预设路径方向上对应的路径代价值进行聚合，得到每个区域的能量函数值具体包括：

选定多个预设路径方向；其中，所述预设路径方向包括 0° 、 45° 、 90° 以及 135° ；

针对多个区域中的每一个区域，计算该区域的最小区域代价值多个预设路径方向上的路径代价，得到该区域对应预设路径方向上的最小路径代价值；

将该区域的多个最小路径代价值聚合处理，得到该区域的能量函数值。

进一步地，所述基于所有区域对应的能量函数值以及所有区域中每个区域对应的区域最佳匹配点位置，确定所有能量函数值中最小能量函数值对应的视差区域，并基于该最小能量函数值所在区域对应的区域最佳匹配点位置以及所述视差区域，得到该目标像素的深度信息具体包括：

获取所有区域对应的能量函数值；

选取出所有能量函数值中最小值，并对该最小能量函数值采用模拟乘法操作，确定该最小能量函数值对应的最优视差区域；

接收该最优视差区域对应的区域最佳匹配点位置；

基于该目标像素的区域最佳匹配点位置以及最优视差区域，得到该目标像素的深度信息。

有益效果：与现有技术相比，本申请提供了一种低功耗立体匹配系统及获取深度信息的方法，该系统包括依次连接的普查模块、分区优化模块、多路径代价聚合模块以及深度计算模块。本申请通过使用 Census 算法作为初始像素代价值计算函数，并在 Census 普查模块与多路径代价聚合模块之间加入分区优化模块简化初始像素代价值，基于分区处理以及最优视差位置，在不影响精度的情况下减少传入多路径代价聚合模块的初始像素代价值数量，进而降低算法耗时以及资源消耗，并确保精度。

附图说明

图 1 为本申请提供的一种低功耗立体匹配系统的结构框图。

图 2 为本申请中低功耗立体匹配系统中普查模块的结构框图。

图 3 为本申请分区优化模块中区域单元的结构框图。

图 4 为本申请分区优化模块中第一最小子单元的结构框图。

图 5 为本申请分区优化模块中第二最小子单元的结构框图。

图 6 为本申请多路径代价聚合模块的结构框图。

图 7 为本申请目标像素四个方向示例图。

图 8 为本申请提供的一种低功耗立体匹配系统获取深度信息的方法的流程图。

图 9 为低功耗立体匹配系统获取深度信息的方法步骤 S30 的流程图。

图 10 为低功耗立体匹配系统获取深度信息的方法步骤 S40 的流程图。

图 11 为低功耗立体匹配系统获取深度信息的方法步骤 S50 的流程图

图 12 为一应用场景一目标的左图像。

图 13 为一应用场景同一目标的右图像。

图 14 为一应用场景输出同一目标的深度图。

具体实施方式

本申请提供一种低功耗立体匹配系统及获取深度信息的方法，为使本申请的目的、技术方案及效果更加清楚、明确，以下参照附图并举实施例对本申请进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

本技术领域技术人员可以理解，除非特意声明，这里使用的单数形式“一”、“一个”、“所述”和“该”也可包括复数形式。应该进一步理解的是，本申请的说明书中使用的措辞“包括”是指存在所述特征、整数、步骤、操作、元件和/或组件，但是并不排除存在或添加一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元件、组件和/或它们的组。应该理解，当我们称元件被“连接”或“耦接”到另一元件时，它可以直接连接或耦接到其他元件，或者也可以存在中间元件。此外，这里使用的“连接”或“耦接”可以包括无线连接或无线耦接。这里使用的措辞“和/或”包括一个或更多个相关联的列出项的全部或任一单元和全部组合。

本技术领域技术人员可以理解，除非另外定义，这里使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)，具有与本申请所属领域中的普通技术人员的一般理解相同的意义。还应该理解的是，诸如通用字典中定义的那些术语，应该被理解为具有与现有技术的上下文中的意义一致的意义，并且除非像这里一样被特定定义，否则不会用理想化或过于正式的含义来解释。

该立体匹配系统的基本原理为：利用标定后不同位置的摄像头对同一物体目标进行拍摄，以得到不同角度的二维图像；利用同一空间点在二维图片中对应像素位置的不同以得到深度信息，由深度信息组成的图像称为深度图像。

经发明人研究表明，通用立体匹配算法可按能量代价函数不同可分为全局立体匹配算法，半全局立体匹配算法（SGM），以及局部立体匹配算法。其中，全局立体匹配

算法主要是采用了全局的优化理论方法估计视差，建立全局能量函数，通过最小化全局能量函数得到最优视差值，其结果比较精准，但计算量大，运行时间长。局部匹配算法主要是采用局部优化方法进行视差值估计，也是通过能量最小化方法进行视差估计，其运行速度快，但是在能量函数中，只有数据项，而没有平滑项，导致精度较差。半全局立体匹配算法用到了像素点本身以及其邻点的约束信息（局部立体匹配算法的特点），又使用了动态规划思想，由多个方向的一维平滑约束来模拟二维平滑约束（全局立体匹配的特点），再将各个一维路径上的数据合并，并且引入根据深度不同而不同的惩罚因子作为平滑项，从而在确保精度情况下使算法对噪音有较强的鲁棒性。

目前立体匹配测试平台中大多算法都基于半全局立体匹配思想，但由于复杂高精度算法所需的计算量与资源消耗量因其较大，使其难以在硬件上移植，而现在众多应用均要求硬件系统拥有实时性，因此，为了解决上述问题，本申请提供一种低功耗立体匹配系统及获取深度信息的方法，通过使用 Census 算法作为初始像素代价值计算函数，并在 Census 普查模块与多路径代价聚合模块之间加入分区优化模块简化初始像素代价值，基于分区域处理以及最优视差位置，在不影响精度的情况下减少传入多路径代价聚合模块的初始像素代价值数量，进而降低算法耗时以及资源消耗，并确保精度。

请参阅图 1，图 1 是本申请提供的一种低功耗立体匹配系统的结构框图，如图 1 所示，所述低功耗立体匹配系统包括普查模块 1、分区优化模块 2、多路径代价聚合模块 3 以及深度计算模块 4，这样，通过分区优化模块 2 简化普查模块 1 中初始像素代价值的匹配数量，从而减少传入多路径代价聚合模块 3 的初始像素代价值数量，并基于最优视差位置以及多路径代价聚合，最终得到每个目标像素高精度的深度信息。

相应地，所述普查模块 1（又称 Census 模块）用于输入目标的左图像和右图像，输出目标像素的多个初始像素代价值。如图 1 所示，所述普查模块 1 包括用于转换左图像的像素流的左普查转码单元 11、用于转换右图像的像素流的右普查转码单元 12 以及用于确定每个目标像素的多个初始像素代价值的汉明距离计算单元 13；其中，以左图像或右图像作为目标图像，所述目标图像包括若干目标像素。

也就是说，通过左普查转码单元 11 和右普查转码单元 12 分别实现 Census 变换，

即左普查转码单元 11 和右普查转码单元 12 分别将对应输入的左图像和右图像中像素点的灰度值分别编码成二进制码流，其中，左普查转码单元 11 将输入的左图像中像素点的灰度值编码成左像素流，右普查转码单元 12 将输入的右图像中像素点的灰度值编码成右像素流，以此来获取邻域像素灰度值相对于中心像素灰度值的大小关系，而通过汉明距离计算单元 13 实现每个目标像素的初始像素代价值的输出。

本申请实施例中，所述初始像素代价值指的是双目摄像头获取的两幅图像中像素块的相似程度。例如：预先设定一个视差搜索范围，若以标定后的右摄像头为基准，则在右摄像头获取的图像中依次选定一个像素点，并在标定后的左摄像头获取的图片中相同坐标像素点及其右边视差范围内的所有像素点进行匹配代价的计算，获取初始像素代价值。通常，初始像素代价值越低，说明右图像中像素点在所设定的视差下与左图像对应的像素点越匹配。

请参阅图 2，图 2 是低功耗立体匹配系统中普查模块 1 的结构框图。如图 2 所示，所述右普查转码单元 12 包括右行缓存单元 121、右普查窗口单元（图未标示）以及右普查对比单元（图未标示），所述左普查转码单元 11 包括左行缓存单元 111、左普查窗口单元（图未标示）以及左普查对比单元（图未标示），其中，所述右行缓存单元 121 与所述左行缓存单元 111 的结构相同，所述右普查窗口单元（图未标示）和所述右普查对比单元（图未标示）分别与所述左普查窗口单元（图未标示）、所述左普查对比单元（图未标示）的结构不同。

所述右行缓存单元 121、右普查窗口单元（图未标示）、右普查对比单元（图未标示）以及汉明距离计算单元 13 组成一个四级流水线结构，使得每四个周期完成一右图像中所有像素点在预设的视差搜索范围内所有 Census 变化以及汉明距离值（也即初始像素代价值）的计算。

进一步地，所述右行缓存单元 121（linebuffer）用于依次缓存右图像像素流中连续两行像素值信息，其包括第一行缓存单元 1211（linebuffer1）和第二行缓存单元 1212（linebuffer2），所述第一行缓存单元 1211 和所述第二行缓存单元 1212 的深度值相同，且均由一个先进先出队列构成。这样，将所述右图像输入至右行缓存单元，通过所述右

行缓存单元以像素流先进先出的传入方式依次缓存所述右图像中两行像素值信息。需要说明的是，每一个像素有一个灰度值，深度信息取决于输入图像的列数。

例如：以输入右图像为例，假设右图像的像素为 640×480 ，则一行有 640 个像素点，此时 linebuffer1 与 linebuffer2 的深度均为 640；右图像输入以左上角为初始传入点，右下角为结束传入点，以像素流的方式一个时钟周期传入一个像素灰度值至 Linebuffer1 中，经过 640 个周期右图像第一行像素传输完毕且填满 linebuffer1；到 1280 个周期时，右图像第二行像素值信息传输完毕，此时，linebuffer1 中填充的是右图像第二行像素值信息，linebuffer2 中填充的是右图像第一行像素值信息。

请继续参阅图 2，标定右图像为目标图像，因此，如图 2 所示，所述右普查窗口单元（图未标示）包括一个用于遍历右图像的右滑动窗口 1221，所述右普查窗口单元（图未标示）通过该右滑动窗口 1221 对整个右图像进行遍历操作，输出该右滑动窗口 1221 所包含的所有像素的灰度值。该右滑动窗口 1221 由若干个寄存器组成，该右滑动窗口 1221 的尺寸大小根据用户需要预先定义，在本申请实施例中，所述右滑动窗口 1221 较佳为 3×3 的矩形窗口，与比特流最小 8 位数吻合，开销最小。所述右普查窗口单元（图未标示）是一个三级流水线结构，因此，所述右滑动窗口 1221 在本申请实施例中较佳包括 9 个寄存器，形成 3×3 矩阵，每一层滑动窗口均包括 3 个相同的寄存器，第一层滑动窗口由寄存器 1，寄存器 2，寄存器 3 构成，第二层滑动窗口由寄存器 4、寄存器 5、寄存器 6 构成，第三层滑动窗口由寄存器 7，寄存器 8，寄存器 9 构成。需要说明的是，寄存器 5 用于处理该右滑动窗口 1221 对应的中心像素，而寄存器 1，寄存器 2，寄存器 3，寄存器 4，寄存器 6，寄存器 7，寄存器 8，寄存器 9 用于处理该右滑动窗口 1221 的中心像素对应邻域内的 8 个像素。因此，这 8 个像素又称为该中心像素的邻域像素。中心像素即为目标像素。

请继续参阅图 2，所述右普查对比单元（图未标示）用于将该右滑动窗口 1221 遍历右图像区域过程中每次的中心像素作为参考像素并将该参考像素的灰度值与该右滑动窗口 1221 的该中心像素对应的邻域中每一个像素的灰度值进行比较，若该邻域像素的灰度值小于或等于参考像素的灰度值，则右普查对比单元（图未标示）输出 0，若该

邻域像素的灰度值大于参考像素的灰度值，则右普查对比单元（图未标示）输出为 1。所述右普查对比单元（图未标示）与右普查窗口单元（图未标示）相对应，其同样是一个三层级联而成，所述右普查对比单元（图未标示）包括一个右对比窗口 1231，所述右对比窗口 1231 包括若干个比较器。所述右对比窗口 1231 在本申请实施例中较佳包括 8 个寄存器，同样形成 3*3 矩阵，但第一层对比窗口和第三层对比窗口均包括 3 个相同的比较器，即第一层对比窗口由比较器 1，比较器 2，比较器 3 构成；第三层对比窗口由比较器 7，比较器 8，比较器 9 构成，但第二层对比窗口仅由 2 个比较器构成，即比较器 4 和比较器 6。

进一步地，右滑动窗口 1221 的寄存器 5 的输出端共同连接 8 个比较器的输入端。而除右滑动窗口 1221 的寄存器 5 外的其余 8 个寄存器均与所述右对比窗口 1231 的 8 个比较器一一对应，即寄存器 1 的输出端连接比较器 1 的输入端，寄存器 2 的输出端连接比较器 2 的输入端，寄存器 3 的输出端连接比较器 3 的输入端，寄存器 4 的输出端连接比较器 4 的输入端，寄存器 6 的输出端连接比较器 6 的输入端，寄存器 7 的输出端连接比较器 7 的输入端，寄存器 8 的输出端连接比较器 8 的输入端，寄存器 9 的输出端连接比较器 9 的输入端。

接着将 8 个比较器的输出值从左到右、从上到下的顺序按位连接，通过右普查对比单元（图未标示）得到一个 8bit 的比特串，即由 0 和 1 组成的二进制码流（又称右二进制码流）。

这样，右图像的像素流通过所述右普查窗口单元（图未标示）获取每个目标像素的灰度值以及对应目标像素的邻域像素的灰度值，通过所述右普查对比单元（图未标示）对每个目标像素的灰度值与对应目标像素的邻域每个像素的灰度值进行大小比较，从而通过所述右普查对比单元按位顺序输出所述右图像每个目标像素对应的右二进制码流。

同样的，所述左普查转码单元 11 与所述右普查转码单元 12 采用同样的 **Census** 变换方法，即将左图像的图像像素转换为二进制码流。所述左普查转码单元 11 包括左行缓存单元 111、左普查窗口单元（图未标示）以及左普查对比单元（图未标示），其中，所述左行缓存单元 111 与所述右行缓存单元 121 的结构相同，所述左普查窗口单元（图

未标示)和所述左普查对比单元(图未标示)分别与所述右普查窗口单元(图未标示)、所述右普查对比单元(图未标示)的结构不同。

具体地,所述左行缓存单元 111 同样用于依次缓存左图像像素流中连续两行像素值信息,其包括第一行缓存单元 1111 和第二行缓存单元 1112,所述左行缓存单元 111 与所述右行缓存单元 121 采用相同的方法,具体参照上述所述右行缓存单元 121 实现过程。

然而,所述左普查窗口单元(图未标示)包括用于遍历左图像中距离目标像素预设视差阈值区域内每个视差像素的左视差窗口 1121,也就是说,在标定右图像为目标图像中,右图像中每一个目标像素都对应预设视差阈值个左视差窗口 1121(又称 Disparity Range 窗口)。所述左视差窗口 1121 的个数为预设视差阈值。在本申请实施例中,所述预设视差阈值较佳为 96 个,可以获取该目标像素最优匹配,开销小。该预设视差阈值并非限定的,可根据用户需求自行设定,如 48 个,24 个等。

举例:右图像中某目标像素 1,对应一个右滑动窗口,一个右对比窗口,与此同时,搜索左图像的该目标像素 1,确定距离该目标像素预设视差阈值区域(即邻域),则该邻域内具有预设视差阈值(96)个视差像素,每个视差像素都对应一个左视差窗口 1121,因此,在本申请实施例中,当确定右图像中一个目标像素 1,则左图像该目标像素 1 具有 96 个视差像素,即 96 个左视差窗口 1121。

因此,本申请的左视差窗口 1121 不是一个,具有预设视差阈值个窗口对应,本申请并发处理,不仅提高搜索速率,而且更进一步提高目标像素的精度。

进一步地,每个所述左视差窗口 1121 均包括若干个寄存器;在本申请实施例中,每个所述左视差窗口 1121 均包括 9 个寄存器,所述左普查对比单元(图未标示)包括预设视差阈值个左对比窗口 1131,也就是说,左视差窗口 1121 的个数与左对比窗口 1131 的个数相同,均为预设视差阈值个,例如 96 个左对比窗口 1131。每个所述左对比窗口 1131 均包括 8 个比较器,每个所述左对比窗口 1131 均与对应所述左视差窗口 1121 的寄存器对应:

例如:以一个左视差窗口 1121 和一个左对比窗口 1131 为例,左滑动窗口 1121(即左视差窗口 1121)的寄存器 5 的输出端共同连接 8 个比较器的输入端。而除左视差窗口

1121 的寄存器 5 外的其余 8 个寄存器均与所述左对比窗口 1131 的 8 个比较器一一对应，即寄存器 1 的输出端连接比较器 1 的输入端，寄存器 2 的输出端连接比较器 2 的输入端，寄存器 3 的输出端连接比较器 3 的输入端，寄存器 4 的输出端连接比较器 4 的输入端，寄存器 6 的输出端连接比较器 6 的输入端，寄存器 7 的输出端连接比较器 7 的输入端，寄存器 8 的输出端连接比较器 8 的输入端，寄存器 9 的输出端连接比较器 9 的输入端。接着将 8 个比较器的输出值从左到右、从上到下的顺序按位连接，通过左普查对比单元（图未标示）得到一个 8bit 的比特串，即由 0 和 1 组成的二进制码流。这样，右图像中一个目标像素，输出一个右二进制码流，对应左图像中并发通过 96 个左视差窗口 1121 和 96 个左对比窗口 1131 输出 96 个右二进制码流。

请继续参阅图 1 和图 2，所述汉明距离（Hamming Distance）计算单元 13 用于接收所述左普查转码单元 11 和所述右普查转码单元 12 分别输出的比特串，采用以计算汉明距离的方式计算目标像素的一个右二进制码流与每个左二进制码流的初始像素代价值，从而通过该汉明距离计算单元 13 确定每个目标像素的多个初始像素代价值。在本申请实施例中，该汉明距离值即为初始像素代价值，其指的是两个比特串的对应位不相同（即一个为 1，另一个为 0）的数量。所述汉明距离计算单元 13 包括并列设置的多个异或门以及与所有异或门的输出端共接的加法器（图未标示）。在本申请实施例中，该异或门的个数较佳为 9 个，分别为异或门 1、异或门 2、异或门 3、异或门 4、异或门 5、异或门 6、异或门 7、异或门 8、异或门 9，无异或门 5，每个异或门具有两个输入端和一个输出端，异或门的两个输入端分别连接左普查对比单元（图未标示）的一个比较器的输出端和右普查对比单元（图未标示）的对应比较器的输出端，每个异或门的输出端与加法器连接。也就是说，对于一个目标像素来说，一个右二进制码流和 96 个左二进制码流并行输入至每个异或门的两输入端，通过每个异或门进行异或运算，输出至所述加法器，从而输出一个目标像素的 96 个初始像素代价值。

为了便于理解上述获取每个目标像素的初始像素代价值，下面一具体实施例加以说明：

以输入右图为例，右摄像头读取到图像数据后，通过右图像像素流 pixelstream 依

次传入 linebuffer1（第一行缓存单元）和 linebuffer2（第二行缓存单元），当 linebuffer2 充满以后，pixelstream 在进入 linebuffer1 的同时，pixelstream、linebuffer1 最右边的数据和 linebuffer2 最右边的数据分别进入 census 窗口单元里 stage1（状态 1）的三个寄存器，在接下来的一个个时钟到来时依次向右传递；当 Census 窗口单元填满之后，下一个时钟周期到来时，Census 窗口单元里除寄存器 5 外的 8 个寄存器，分别传入 Census 对比单元里对应位置的 8 个比较器，同时寄存器 5 传入 Census 对比单元里的 8 个比较器中进行比较，接着将 Census 对比单元里的 8 个比较器的比较结果，按照从左到右、从上到下的顺序进入 Hamming 计算单元与左图普查对比单元 113（Census）传来的 96 个结果分别进行异或操作，最终结果输出 96 个 Hamming distance（汉明距离），即每个目标像素具有 96 个初始像素代价值。例如：对于右图像某一像素点，在左图像中将有若干个像素点与之对应，以模拟不同视差取值下对应的代价值，其代价值数量为预设的视差范围值，此代价值也被称为像素点的初始像素代价值。

请继续参阅图 1，所述分区优化模块 2 用于将每个目标像素的多个初始像素代价值划分为多个区域，并对每个区域进行优化处理，得到每个区域的最小区域代价值以及对应最小区域代价值的区域最佳匹配点位置，其目的是减少所述普查模块输出的初始像素代价值的数量。所述优化处理指的是将目标像素的多个初始像素代价值划分为多个区域，每个区域包含多个初始像素代价值，所述分区优化模块 2 包括多个用于确定能够代表区域代价值的最小区域代价值以及该最小区域代价值的区域最佳匹配点位置的区域单元 20。

每个区域单元 20 使用树状结构处理区域单元包含的所有初始像素代价值 C1~C4，请参阅图 3，图 3 为每个区域单元的结构框图，如图 3 所示，每个所述区域单元 20 均包括并行设置的两个第一最小子单元 21（min_first）和与两个第一最小子单元 21 的输出端共接的第二最小子单元 22（min_second）。

请参阅图 4 和图 5，图 4 为第一最小子单元 21 的结构框图，图 5 为第二最小子单元 22 的结构框图。如图 4 所示，所述第一最小子单元 21 均包括第一比较器、第一数据复用器 mux 以及第一位置复用器 mux，所述第一数据复用器用于输出任意 2 个初始像素

代价值中最小的初始像素代价值，所述第一位置复用器用于输出该最小的初始像素代价值对应的位置值（最佳匹配像素点位置，用 1bit 表示）。具体应用时，所述第一比较器包括两个输入端和一个输出端，所述第一数据复用器包括三个输入端和一个输出端，所述第一位置复用器包括三个输入端和一个输出端。如图 3 和图 4 所示，所述第一比较器的两个输入端和第一数据复用器的两个输入端共接任意 2 个初始像素代价值如 C1、C2，所述第一数据复用器的第三个输入端和所述第一位置复用器的第三个输入端共接所述第一比较器的输出端，所述第一数据复用器的输出端和所述第一位置复用器的输出端共接第二最小子单元的输入端。

例如：若输入 c1, c2，当 $c1 < c2$ 时，第一比较器输出 c1，并且第一位置复用器输出 0，代表最佳匹配像素点位置；反之，若 $c1 > c2$ ，第一比较器输出 c2，并且第一位置复用器输出 1，代表最佳匹配位置。

同样地如图 5 所示，所述第二最小子单元 22 包括一个第二比较器、一个第二数据复用器 mux、两个第二位置复用器 mux 以及一个与门单元，所述第二数据复用器用于输出两个第一最小子单元的输出数据中最小初始像素代价值，2 个第二位置复用器用于输出该最小初始像素代价值对应的最佳匹配位置值，用 2bit 表示。具体地，所述第二比较器包括 3 个输入端和 1 个输出端，所述第二数据复用器包括三个输入端和一个输出端，两个第二位置复用器均包括三个输入端和一个输出端，所述与门单元包括两个输入端和一个输出端。

具体实施时，所述第二比较器的两个输入端和所述第二数据复用器的两个输入端共接两个第一最小子单元 min_first 分别输出的最小初始像素代价值，如 C1 和 C2；所述第二数据复用器的第三输入端、两个第二位置复用器的第三输入端共接所述第二比较器的输出端，两个第二位置复用器的输出端共接所述与门单元的两个输入端，其中一个第二位置复用器的两个输入端输入 0 和 1，另一个第二位置复用器的两个输入端与第二位置复用器的两个输入端对应输入 p1 和 P2。

例如：若输入 c1, c2, p1, p2，当 $c1 < c2$ 时，第二比较器输出 c1，两个第二位置复用器分别输出 p1 0 代表最佳匹配位置；反之，若 $c1 > c2$ ，第二比较器输出 c2，两个第

二位置复用器分别输出 p2 1 代表最佳匹配位置。

这样，基于分区域处理以及最优视差位置，通过分区优化模块 2 简化初始像素代价值，在不影响精度的情况下减少传入多路径代价聚合模块 3 的初始像素代价值数量，从而减少资源开销，加快处理速率。

请参阅图 6，图 6 为多路径代价聚合模块的结构框图。如图 1 和图 6 所示，所述多路径代价聚合模块 3（SGM 模块）用于对每个最小区域代价值的多个预设路径方向进行路径代价计算，得到对应预设路径方向的多个路径代价值，并将对应预设路径方向的所有路径代价值进行聚合，得到目标像素的对应区域的能量函数值。所述多路径代价聚合模块 3 包括用于传递每个区域的代价聚合值并辅助每个区域代价更新的若干先进先出单元 31（FIFO 单元）、用于确定每个区域对应的不同预设路径方向上的路径代价值并分别聚合同一区域的多个路径代价值的若干代价聚合模块 32 以及用于确定每个区域的多个能量函数值的加法聚合模块 33。

在本申请实施例中，所述先进先出单元 31 的个数较佳为 4 个，所述代价聚合模块 32 的个数较佳也为 4 个，分别为代价聚合模块 1（Agg1）、代价聚合模块 2（Agg2）、代价聚合模块 3（Agg3）、代价聚合模块 4（Agg4）。其中，每个所述先进先出单元 31 均包括三个传输单元以及一个方向先进先出单元，所述方向先进先出单元的个数与所述代价聚合模块 32 的个数相同，对应于 4 个方向上代价聚合。这 4 个方向为目标像素的 0°、45°、90°以及 135°，如图 7 所示。每个传输单元由 24 个寄存器构成，因此，FIFO 单元由 0°、45°、90°以及 135°四个方向先进先出单元以及 12 个传输单元构成。

进一步地，如图 6 所示，四个代价聚合模块构成四层平行二级流水线结构：第一层为第二代价聚合模块 agg2 自身聚合，由第二代价聚合模块 agg2 到第二代价聚合模块 agg2，第二层为第二代价聚合模块 Agg2 到第四代价聚合模块 Agg4，第三层为第二代价聚合模块 Agg2 到第三代价聚合模块 Agg3，第四层为第一代价聚合模块 Agg1 到第四代价聚合模块 Agg4。

需要说明的是，由于每一帧图像的第一行只需要进行 0°的方向的代价聚合，如图 6 所示，因此通过一个计数器 counter 计数。当图像第一行到来时，24 个区域代价值传入

FIFO 单元而不是 Agg4，当第一行最后一个像素的区域代价值传入 Agg2 后，第二行的像素的区域代价值开始传入 Agg4 而不是 FIFO 单元，这是因为第二行以后的像素的区域代价值都需要进行 4 个方向的聚合；同时 Agg3 的输出跳过 FIFO 单元里的前两个传输单元而是直接传入相同方向对应的第三个传输单元，这是因为当第二行像素的区域代价值从 Agg4 传入时，相当于替代了 FIFO 单元的两个深度，因此只需从第三个传输单元传入。通过 FIFO 单元，可将代价聚合模块 32 中的代价聚合值依次传递下去，帮助代价聚合模块 32 进行代价的更新。

请继续参阅图 1 和图 6，所述加法聚合模块（Sum）33 由加法器构成，Agg1 中含有 4 个方向的更新后的 24×4 个区域聚合值，也称为路径代价值，以一个区域为例，加法聚合模块 33 通过加法器将区域的 4 个方向对应的路径代价值相加得到总路径代价值，继而得到 24 个区域的 24 个能量函数。

请继续参阅图 1 和图 6，所述深度计算模块 4 用于确定多个能量函数值中最小能量函数值对应的视差区域，并基于所述区域最佳匹配点位置以及所述视差区域，得到深度信息。所述深度计算模块 4 包括能量最小查找模块 41、移位模块 42 和加法模块 43，所述能量最小查找模块 41 用于寻找最小能量值，即确定每个区域的多个能量函数值中最小能量函数值，所述移位模块 42 用于确定对应区域该最小能量函数的视差区域，即采用模拟乘法操作（*4），形成最小能量函数对应的视差区域，所述加法模块 43 用于基于分区优化模块 2 输出的区域最佳匹配点位置和移位模块 42 输出的最小能量函数对应的视差区域，计算出每个目标像素的深度信息。

所述深度计算模块 4 为三级流水线结构，即在三个时钟周期完成 24 个聚合能量值到深度信息的计算，其中前两个时钟周期完成 24 个能量值最小值寻找，第三个时间周期完成深度信息计算。

能量最小查找模块 41 为两级流水线结构，以树状结构实现，其中每一个时间周期处理三个对比阶层，输入为 24 个能量函数值，输出其中的最小值。

基于上述低功耗立体匹配系统，本申请还提供一种低功耗立体匹配系统获取深度信息的方法，请参阅图 8，图 8 是本申请提供的低功耗立体匹配系统获取深度信息的方法。

法的具体实施例的流程图。如图 8 所示，所述低功耗立体匹配系统获取深度信息的方法包括以下步骤：

S10、采集目标的左图像和右图像；其中，以左图像或右图像作为目标图像，所述目标图像包括若干目标像素。

在本申请实施例中，通过双目摄像头采集同一目标的左图像和右图像。该双目摄像头是模拟人的双眼，由两个单目摄像头即左摄像头和右摄像头组成，每个单目摄像头对同一目标拍摄以输出一图像，分别对应左图像和右图像。因此，所述左图像与所述右图像为同一目标（例如同一个像素块）不同角度下对应的图像。在拍摄前，预先标定某一单目摄像头以使得其所拍摄的图像作为目标图像，如标定双目摄像头中的右单目摄像头作为目标摄像头，然后双目摄像头对同一物体目标进行拍摄，得到作为目标图像的右图像，作为非目标图像的左图像。继而将左右图像输入至低功耗立体匹配系统，得到每个目标像素高精度的深度信息。

由于同一物体目标下的左图像和右图像在同一空间点具有一距离视差，因此，预先设定一视差阈值（即同一目标像素的视差搜索范围），可以通过标定的目标图像中同一目标像素及非目标图像中对应邻域该目标像素对应的视差阈值范围内的所有视差像素点进行匹配代价和一系列计算、优化，得到同一目标像素的深度信息。

S20、针对目标图像中若干目标像素中每一个目标像素，确定非目标图像中该目标像素对应的预设视差阈值个视差像素，并基于该目标像素及所有视差像素，确定该目标像素的第一二进制码流和每个视差像素的第二二进制码流，并将第一二进制码流分别与每个第二二进制码流进行汉明距离计算，得到该目标像素的多个初始像素代价值。

在本申请实施例中，获取预设视差阈值并确定目标图像中的一目标像素；在目标图像的图像区域，确定目标像素自身的所有邻域像素，即右图像中一目标像素 1，通过右滑动窗口 1221 搜索右图像区域中该目标像素 1 的其他 8 个邻域像素。然后获取目标像素 1 的灰度值以及该目标像素 1 的所有邻域像素的灰度值，通过右比较窗口 1231 比较目标像素与该目标像素自身对应的所有邻域像素的灰度值大小，若某邻域像素的灰度值小于或等于目标像素的灰度值，输出 0，若某邻域像素的灰度值大于目标像素的灰度值，

输出 1，将 8 个比较结果按位（即从上到下、从左到右）连接，输出该目标像素的第一二进制码流（即上述右二进制码流）。

与此同时，基于该目标像素 1 以及预设视差阈值，在非目标图像的图像区域搜索距离该相同目标像素一预设视差阈值区域内所有视差像素，即在左图像的图像区域距离该相同坐标像素的预设视差阈值内的 96 个视差像素，也就是说，一个目标像素 1，对应 96 个视差像素，即对应 96 个左视差窗口 1121。然后基于所有视差像素，以每个视差像素为中心，通过对应的左视差窗口 1121，在左图像的图像区域搜索每个视差像素自身的 8 个邻域像素。通过 96 个左对比窗口 1131，同样将每一个视差像素均作为参考像素，比较每个参考像素与每个参考像素对应的所有邻域像素的灰度值大小，若某邻域像素的灰度值小于或等于参考像素的灰度值，输出 0，若某邻域像素的灰度值大于参考像素的灰度值，输出 1，然后每个视差像素的比较结果按位（即从上到下、从左到右）连接，输出每个视差像素的第二二进制码流，也就该目标像素的第二二进制码流，共 96 个第二二进制码流（即上述左二进制码流）。

二进制码流转换可用公式（1）和公式（2）表示：

$$C_s(u, v) = \bigotimes_{i=-n'}^{n'} \bigotimes_{j=-m'}^{m'} \xi(I(u, v), I(u+i, v+j)) \quad (1)$$

$$\xi(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq y \\ 1 & \text{if } x > y \end{cases} \quad (2)$$

其中， (u, v) 为中心像素坐标， $\bigotimes$ 为位拼接符，将得到的 0、1 字符拼接成一个 8bit

比特串，其中， $n' = 1, m' = 1$ ， $(u+i, v+j)$ 为邻域像素坐标， $i \in [-n', n']$ ， $\xi(x, y)$

为 0、1 比较公式， x, y 为相比较的两个数值， $C_s(u, v)$ 为坐标 (u, v) 下的普查转换后得

到的 8bit 比特串， $I(u, v)$ 为坐标 (u, v) 下的像素值。

接着，计算所述第一二进制码流与 96 个第二二进制码流的汉明距离，确定该目标

像素的 96 个初始像素代价值。即将所述第一二进制码流并行与 96 个第二二进制码流分别进行异或运算，若所述第一二进制码流的某位数据与第二二进制码流的对应位数据不同，则输出 1，若所述第一二进制码流的某位数据与第二二进制码流的对应位数据相同，则输出 0，然后通过加法器（图未标示）统计 96 个异或运算结果的比特位中不为 1 的个数，该个数值即为初始像素代价值，即输出 96 个初始像素代价值。

该异或运算和统计用公式（3）表示：

$$C(u, v, d) = \oplus (C_l(u, v), C_r(u - d, v)) \dots \dots (3)$$

公式（3）表示将两个比特串进行异或运算，再统计异或运算结果的比特位中不为 1 的个数。其中， $\oplus$ 为异或运算符， $C(u, v, d)$ 为像素点 (u, v) 在深度 d 下的初始匹配代价， $d \in [0, \text{disparityrange} - 1]$ ，其中， disparityrange 表示视差范围。

S30、基于预设区域代价阈值，确定该目标像素的若干区域以及每个区域的若干初始像素代价值，并基于若干区域中每个区域的若干初始像素代价值，确定每个区域的最小区域代价值以及每个所述最小区域代价值的区域最佳匹配点位置。

在本申请实施例中，预设设置区域代价阈值。所述区域代价阈值较佳为 4，即定义每个区域包括至少 4 个初始像素代价值，以一个目标像素为例说明，因此，一个目标像素的 96 个初始像素代价值按 4 个初始像素代价值为一区域，可划分为 24 个区域单元，因此，通过分区优化模块 2 输出为 24 个区域代价值与 24 个区域最佳匹配点位置。这样，通过所述分区优化模块 2 的优化后输入至多路径代价聚合模块 3 的数据量将减少至少 4 倍，由此减少整体的资源消耗量。

每个区域单元 20 由 4 个初始像素代价值 $C1$ 、 $C2$ 、 $C3$ 、 $C4$ 组成，用该区域单元内最小的初始像素代价值表示该区域代价值，并保持该最小的初始像素代价值对应的位置，该最小的初始像素代价值所在位置成为该区域单元 i 内最匹配点即最佳匹配像素点位置。

该区域单元 i 用公式 (4) 和公式 (5) 表示为:

$$p_i' = position(\min(c_i, c_{i-1}, c_{i-2}, c_{i-3})) \quad (4)$$

$$position = \begin{cases} 0 & c_{i-3} \\ 1 & c_{i-2} \\ 2 & c_{i-1} \\ 3 & c_i \end{cases} \quad (5)$$

其中, $\min$ 为寻找最小值函数, $c_{i-3}, c_{i-2}, c_{i-1}, c_i$ 分别代表传入的 4 个初始像素代

价值, p_i' 代表区域单元内最佳匹配像素点。

因此, 如图 9 所示, 所述步骤 S30 具体包括:

S31, 获取预设区域代价阈值;

S32, 基于所述预设区域代价阈值划分目标像素的多个初始像素代价值, 确定该目标像素的若干区域以及对应区域的多个初始像素代价值;

S33, 选取若干区域中每个区域的多个初始像素代价值中值最小的初始代价值, 作为对应区域的最小区域代价值;

S34, 基于对应区域的最小区域代价值, 获取目标图像中所述最小区域代价值的区域最佳匹配点位置。

需要说明的是, 本申请中选取若干区域中每个区域的多个初始像素代价值中值最小的初始代价值是经过二次最小处理, 更进一步提高匹配精度, 保证数据准确。

S40、基于每个区域的最小区域代价值的多个预设路径方向, 确定每个区域对应预设路径方向上的路径代价值, 并将同一区域的多个预设路径方向上对应的路径代价值进行聚合, 得到每个区域的能量函数值。

在本申请实施例中, 所述多路径代价聚合模块 3 对分区优化模块 2 优化后的 24 个区域代价值, 针对其中一个区域的一个区域代价值, 选择 0° 、 45° 、 90° 以及 135° 这 4 个方向分别进行路径代价计算, 得到 0° 、 45° 、 90° 以及 135° 这 4 个方向的路径代价值, 将 0° 、 45° 、 90° 以及 135° 这 4 个方向的路径代价值进行聚合, 得到该区域的能量函数, 相

同方法计算其他区域的多路径代价,得到 24 个区域对应的 24 个能量函数值,从而确定每个目标像素的 24 个能量函数值。

具体实施时,第一个时钟周期在 Agg2 中,分别计算 0°方向聚合值的最小值、90°方向聚合值的最小值和 135°方向聚合值中的最小值,同时 Agg1 计算 45°方向聚合值的最小值。这四个不同方向聚合值中的最小路径代价值为下路径代价计算公式(6)单个方向上中的 $\min_j L_r(p-r, j)$ 。

$$L_r(p, i) = C(p, i) + \min \begin{cases} L_r(p-r, i) \\ L_r(p-r, i-1) + P_1 \\ L_r(p-r, i+1) + P_1 \\ \min_j L_r(p-r, j) + P_2 \end{cases} \quad (6)$$

其中, $L_r(p, i)$ 表示像素点 p 在路径方向 r 上视差区域 i 下的路径代价值,

$i = 1 \sim \frac{\text{range}}{n}$, 公式第一项 $C(p, i)$ 为像素 p 在视差区域 i 时的区域代价值, $p-r$ 点为

像素点 p 在路径方向 r 上的前一个像素点, $L_r(p-r, i)$ 表示像素点 $p-r$ 在路径方向 r

上视差区域 i 下的区域代价值, $L_r(p-r, i-1)$ 表示像素点 $p-r$ 在路径方向 r 上视差

区域 $i-1$ 下的区域代价值, $L_r(p-r, i+1)$ 表示像素点 $p-r$ 在路径方向 r 上视差区域

$i+1$ 下的区域代价值, P_1, P_2 为预设的惩罚系数, $\min_j L_r(p-r, j)$ 表示点 $p-r$ 的在路

径方向 r 上任意视差区域 j 下的最小路径代价值。

需要说明的是,由于第一个时钟周期内的 Agg2 对应于第二个时钟周期内 Agg2 的 0°方向上前一个 pixel, 第一个时钟周期内的 Agg2 对应于第二个时钟周期内 Agg4 的 90°方向上前一个 pixel, 第一个时钟周期内的 Agg2 对应于第二个时钟周期内 Agg3 的 135°方向上前一个 pixel, 第一个时钟周期内的 Agg1 对应于第二个时钟周期内 Agg4 的 45°

方向上前一个 pixel，因此在第二个时钟周期内 Agg2 获得上一个时钟周期中 Agg2 计算得到的 0°方向聚合值中的最小值，以及所有上个时钟周期中 Agg2 的 0°方向 24 个聚合值，同时根据前文路径代价计算公式进行代价的更新；Agg4 获得上一个时钟周期中 Agg2 计算的 90°方向聚合值中的最小值，以及所有上个时钟周期中 Agg2 的 90°方向 24 个聚合值，同时获得上一个时钟周期 Agg1 计算的 45°方向聚合值中的最小值，以及所有上个时钟周期中 Agg1 的 45°方向 24 个聚合值，再根据路径代价计算公式进行代价的更新；Agg3 获得上一个时钟周期中 Agg2 计算的 135°方向聚合值中的最小值，以及所有上个时钟周期中 Agg2 的 135°方向 24 个聚合值。在第二个时钟周期以后，Agg1 不仅使 Agg4 完成了 45°方向的代价更新，同时含有了 4 个方向都更新过的代价值，从而在此代价聚合模块中，可完成四个方向的代价更新。

接着，针对 24 个区域中每一个区域，将该区域的 4 个方向路径代价值通过公式 (7) 进行累加，形成对于目标像素 p 的该视差区域 i 的能量函数，最终得到 24 个能量函数值，

$$\text{即目标像素对应的 24 个能量函数值。} E(p, i) = \sum_r L_r(p, i) \quad (7)$$

也就是说，如图 10 所示，所述步骤 S40 具体包括：

S41，选定多个预设路径方向；其中，所述预设路径方向包括 0°、45°、90°以及 135°；

S42，针对多个区域中的每一个区域，计算该区域的最小区域代价值多个预设路径方向上的路径代价，得到该区域对应预设路径方向上的最小路径代价值；

S43，将该区域的多个最小路径代价值聚合处理，得到该区域的能量函数值。

S50、基于所有区域对应的能量函数值以及所有区域中每个区域对应的区域最佳匹配点位置，确定所有能量函数值中最小能量函数值对应的视差区域，并基于该最小能量函数值所在区域对应的区域最佳匹配点位置以及所述视差区域，得到该目标像素的深度信息。

在本申请实施例中，所述深度计算模块 4 通过公式 (8) 计算得到每个目标像素的深度信息。

$$d_{final} = 4 * i + p_i' \quad (8)$$

其中, p'_i 为区域最佳匹配点位置。

也就是说, 图中目标像素 p 的每个视差区域的能量函数 $E(p, i)$, 找出最小能量函数对应的视差区域 i , 并从第 4 步骤中找到该像素 p 视差区域 i 的最佳匹配位置 p'_i , 继而求出目标像素 p 的深大信息。

因此, 如图 11 所示, 所述步骤 S50 具体包括:

S51, 获取所有区域对应的能量函数值;

S52, 选取出所有能量函数值中最小值, 并对该最小能量函数值采用模拟乘法操作, 确定该最小能量函数值对应的最优视差区域;

S53, 接收该最优视差区域对应的区域最佳匹配点位置;

S54, 基于该目标像素的区域最佳匹配点位置以及最优视差区域, 得到该目标像素的深度信息。

进一步地, 基于深度信息以及目标图像, 最终可获取该目标的深度图。

图 12-图 14 示例了本申请该低功耗立体匹配系统获取深度信息的方法的一应用场景。

综上所述, 本申请提供了一种低功耗立体匹配系统获取深度信息的方法。所述低功耗立体匹配系统获取深度信息的方法包括以下步骤: 采集目标的左图像和右图像; 其中, 以左图像或右图像作为目标图像, 所述目标图像包括若干目标像素; 针对目标图像中若干目标像素中每一个目标像素, 确定非目标图像中该目标像素对应的预设视差阈值个视差像素, 并基于该目标像素及所有视差像素, 确定该目标像素的第一二进制码流和每个视差像素的第二二进制码流, 并将第一二进制码流分别与每个第二二进制码流进行汉明距离计算, 得到该目标像素的多个初始像素代价值; 基于预设区域代价阈值, 确定该目标像素的若干区域以及每个区域的若干初始像素代价值, 并基于若干区域中每个区域的若干初始像素代价值, 确定每个区域的最小区域代价值以及每个所述最小区域代价值的区域最佳匹配点位置; 基于每个区域的最小区域代价值的多个预设路径方向, 确定每个

区域对应预设路径方向上的路径代价值，并将同一区域的多个预设路径方向上对应的路径代价值进行聚合，得到每个区域的能量函数值；基于所有区域对应的能量函数值以及所有区域中每个区域对应的区域最佳匹配点位置，确定所有能量函数值中最小能量函数值对应的视差区域，并基于该最小能量函数值所在区域对应的区域最佳匹配点位置以及所述视差区域，得到该目标像素的深度信息。本申请通过使用 Census 算法作为初始像素代价值计算函数，并在 Census 普查模块与多路径代价聚合模块之间加入分区优化模块简化初始像素代价值，基于分区域处理以及最优视差位置，在不影响精度的情况下减少传入多路径代价聚合模块的初始像素代价值数量，进而降低算法耗时以及资源消耗，并确保精度。

最后应说明的是：以上实施例仅用以说明本申请的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的精神和范围。

权利要求书

1.一种低功耗立体匹配系统，其包括普查模块、多路径代价聚合模块以及深度计算模块，其特征在于，还包括：设置在所述普查模块和所述多路径代价聚合模块之间的分区优化模块；

所述普查模块用于输入目标的左图像和右图像，输出目标像素的多个初始像素代价值；所述普查模块包括用于转换左图像的像素流的左普查转码单元、用于转换右图像的像素流的右普查转码单元以及用于确定每个目标像素的多个初始像素代价值的汉明距离计算单元；其中，以左图像或右图像作为目标图像，所述目标图像包括若干目标像素；

所述分区优化模块包括多个用于确定能够代表区域代价值的最小区域代价值以及该最小区域代价值的区域最佳匹配点位置的区域单元，每个所述区域单元均包括并行设置的两个第一最小子单元和与两个第一最小子单元的输出端共接的第二最小子单元；

所述多路径代价聚合模块包括用于传递每个区域的代价聚合值并辅助每个区域代价更新的若干先进先出单元、用于确定每个区域对应的不同预设路径方向上的路径代价值并分别聚合同一区域的多个路径代价值的若干代价聚合模块以及用于确定每个区域的多个能量函数值的加法聚合模块；

所述深度计算模块包括用于确定每个区域的多个能量函数值中最小能量函数值的能量最小查找模块、用于确定对应区域该最小能量函数的视差区域的移位模块以及用于基于所述移位模块的每个视差区域以及所述分区优化模块的对应区域的区域最佳匹配点位置所确定的每个目标像素的深度信息的加法模块。

2.根据权利要求1所述的低功耗立体匹配系统，其特征在于，所述右普查转码单元包括右行缓存单元、右普查窗口单元以及右普查对比单元，所述左普查转码单元包括左行缓存单元、左普查窗口单元以及左普查对比单元，其中，所述右行缓存单元与所述左行缓存单元的结构相同，所述右普查窗口单元和所述右普查对比单元分别与所述左普查窗口单元、所述左普查对比单元的结构不同。

3.根据权利要求2所述的低功耗立体匹配系统，其特征在于，当以左图像为目标图像，以右图像为非目标图像时，所述左普查窗口单元包括一个用于遍历左图像的左滑动窗口，该左滑动窗口包括若干个寄存器，所述左普查对比单元包括一个左对比窗口，所

述左对比窗口包括若干个比较器；所述右普查窗口单元包括用于遍历右图像中距离目标像素预设视差阈值区域内每个视差像素的右视差窗口，所述右视差窗口的个数为预设视差阈值，每个所述右视差窗口均包括若干个寄存器；所述右普查对比单元包括预设视差阈值个右对比窗口，每个所述右对比窗口包括若干个比较器。

4.根据权利要求1所述的低功耗立体匹配系统，其特征在于，每个所述第一最小子单元均包括第一比较器、第一数据复用器以及第一位置复用器，所述第一数据复用器用于输出所输入的多个初始像素代价值中的最小初始像素代价值，所述第一位置复用器用于输出所述最小初始像素代价值对应的位置信息；所述第二最小子单元包括一个第二比较器、一个第二数据复用器、两个第二位置复用器以及一个与门单元，所述第二数据复用器用于获取两个所述第一最小子单元输出数据中最小初始像素代价值，所述第二位置复用器用于输出该最小初始像素代价值对应的最佳匹配位置信息。

5.根据权利要求1所述的低功耗立体匹配系统，其特征在于，每个所述先进先出单元均包括三个传输单元以及一个方向先进先出单元，所述方向先进先出单元的个数与所述代价聚合模块的个数相同。

6.一种如权利要求1-5任一项所述的低功耗立体匹配系统获取深度信息的方法，其特征在于，所述低功耗立体匹配系统获取深度信息的方法包括以下步骤：

采集目标的左图像和右图像；其中，以左图像或右图像作为目标图像，所述目标图像包括若干目标像素；

针对目标图像中若干目标像素中每一个目标像素，确定非目标图像中该目标像素对应的预设视差阈值个视差像素，并基于该目标像素及所有视差像素，确定该目标像素的第一二进制码流和每个视差像素的第二二进制码流，并将第一二进制码流分别与每个第二二进制码流进行汉明距离计算，得到该目标像素的多个初始像素代价值；

基于预设区域代价阈值，确定该目标像素的若干区域以及每个区域的若干初始像素代价值，并基于若干区域中每个区域的若干初始像素代价值，确定每个区域的最小区域代价值以及每个所述最小区域代价值的区域最佳匹配点位置；

基于每个区域的最小区域代价值的多个预设路径方向，确定每个区域对应预设路径

方向上的路径代价值，并将同一区域的多个预设路径方向上对应的路径代价值进行聚合，得到每个区域的能量函数值；

基于所有区域对应的能量函数值以及所有区域中每个区域对应的区域最佳匹配点位置，确定所有能量函数值中最小能量函数值对应的视差区域，并基于该最小能量函数值所在区域对应的区域最佳匹配点位置以及所述视差区域，得到该目标像素的深度信息。

7.根据权利要求6所述的低功耗立体匹配系统获取深度信息的方法，其特征在于，所述基于该目标像素及所有视差像素，确定该目标像素的第一二进制码流和每个视差像素的第二二进制码流，并将第一二进制码流分别与每个第二二进制码流进行汉明距离计算，得到该目标像素的多个初始像素代价值具体包括：

获取预设视差阈值并确定目标图像中的一目标像素；

在目标图像的图像区域确定该目标像素自身的所有邻域像素以及在非目标图像的图像区域搜索距离该相同目标像素一预设视差阈值区域内所有视差像素；

基于所有视差像素，确定每个视差像素自身的所有邻域像素；

比较目标像素与该目标像素自身对应的所有邻域像素的灰度值大小，输出该目标像素的第一二进制码流；

将每一个视差像素均作为参考像素，比较每个参考像素与每个参考像素对应的所有邻域像素的灰度值大小，输出该目标像素的多个第二二进制码流；

计算所述第一二进制码流与每个第二二进制码流的汉明距离，确定该目标像素的多个初始像素代价值。

8.根据权利要求7所述的低功耗立体匹配系统获取深度信息的方法，其特征在于，所述比较目标像素与该目标像素自身对应的所有邻域像素的灰度值大小，输出该目标像素的第一二进制码流具体包括：

当某邻域像素的灰度值小于或等于目标像素的灰度值，其比较结果为0，则输出0；

当某邻域像素的灰度值大于目标像素的灰度值，其比较结果为1，则输出1；

将所有比较结果按位输出，得到该目标像素的第一二进制码流。

9.根据权利要求7或8所述的低功耗立体匹配系统获取深度信息的方法，其特征在

于, 所述计算所述第一二进制码流与每个第二二进制码流的汉明距离, 确定该目标像素的多个初始像素代价值具体包括:

将所述第一二进制码流并行与每个第二二进制码流进行异或运算, 得到多个异或运算结果;

统计每个异或运算结果的比特位不为 1 的个数, 得到该该目标像素的多个初始像素代价值。

10. 根据权利要求 6 所述的低功耗立体匹配系统获取深度信息的方法, 其特征在于, 所述确定该目标像素的若干区域以及每个区域的若干初始像素代价值, 并基于若干区域中每个区域的若干初始像素代价值, 确定每个区域的最小区域代价值以及每个所述最小区域代价值的区域最佳匹配点位置具体包括:

获取预设区域代价阈值;

基于所述预设区域代价阈值划分目标像素的多个初始像素代价值, 确定该目标像素的若干区域以及对应区域的多个初始像素代价值;

选取若干区域中每个区域的多个初始像素代价值中值最小的初始代价值, 作为对应区域的最小区域代价值;

基于对应区域的最小区域代价值, 获取目标图像中所述最小区域代价值的区域最佳匹配点位置。

11. 根据权利要求 6 所述的低功耗立体匹配系统获取深度信息的方法, 其特征在于, 所述基于每个区域的最小区域代价值的多个预设路径方向, 确定每个区域对应预设路径方向上的路径代价值, 并将同一区域的多个预设路径方向上对应的路径代价值进行聚合, 得到每个区域的能量函数值具体包括:

选定多个预设路径方向; 其中, 所述预设路径方向包括 0° 、 45° 、 90° 以及 135° ;

针对多个区域中的每一个区域, 计算该区域的最小区域代价值多个预设路径方向上的路径代价, 得到该区域对应预设路径方向上的最小路径代价值;

将该区域的多个最小路径代价值聚合处理, 得到该区域的能量函数值。

12. 根据权利要求 6 所述的低功耗立体匹配系统获取深度信息的方法, 其特征在于,

所述基于所有区域对应的能量函数值以及所有区域中每个区域对应的区域最佳匹配点位置，确定所有能量函数值中最小能量函数值对应的视差区域，并基于该最小能量函数值所在区域对应的区域最佳匹配点位置以及所述视差区域，得到该目标像素的深度信息具体包括：

获取所有区域对应的能量函数值；

选取出所有能量函数值中最小值，并对该最小能量函数值采用模拟乘法操作，确定该最小能量函数值对应的最优视差区域；

接收该最优视差区域对应的区域最佳匹配点位置；

基于该目标像素的区域最佳匹配点位置以及最优视差区域，得到该目标像素的深度信息。

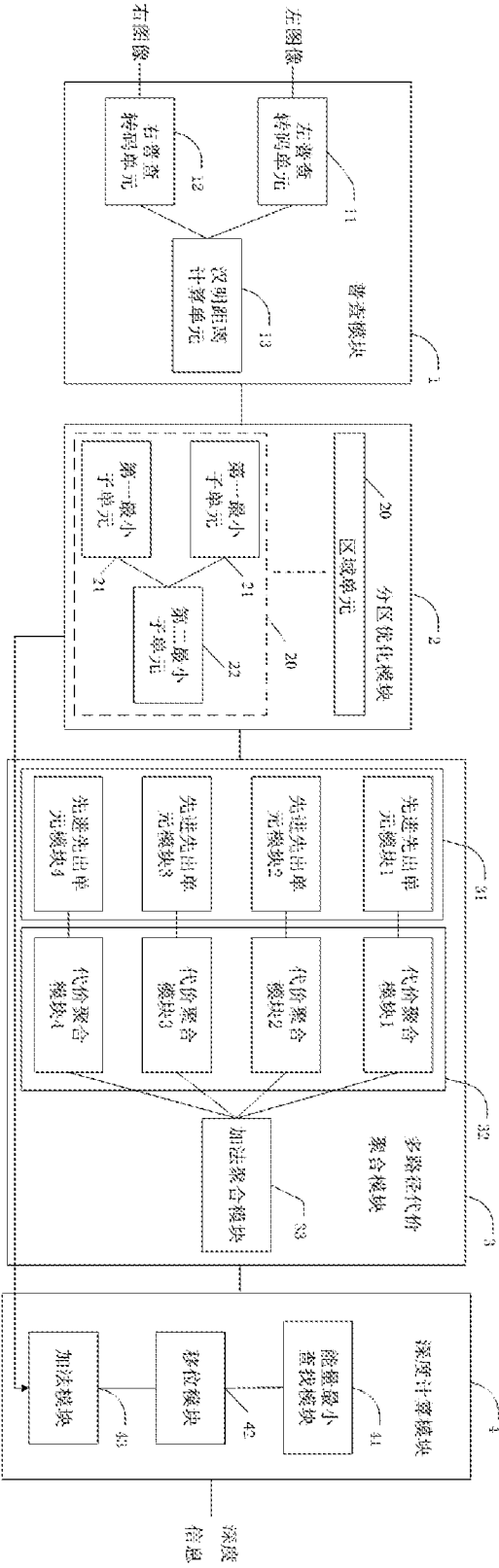


图 1

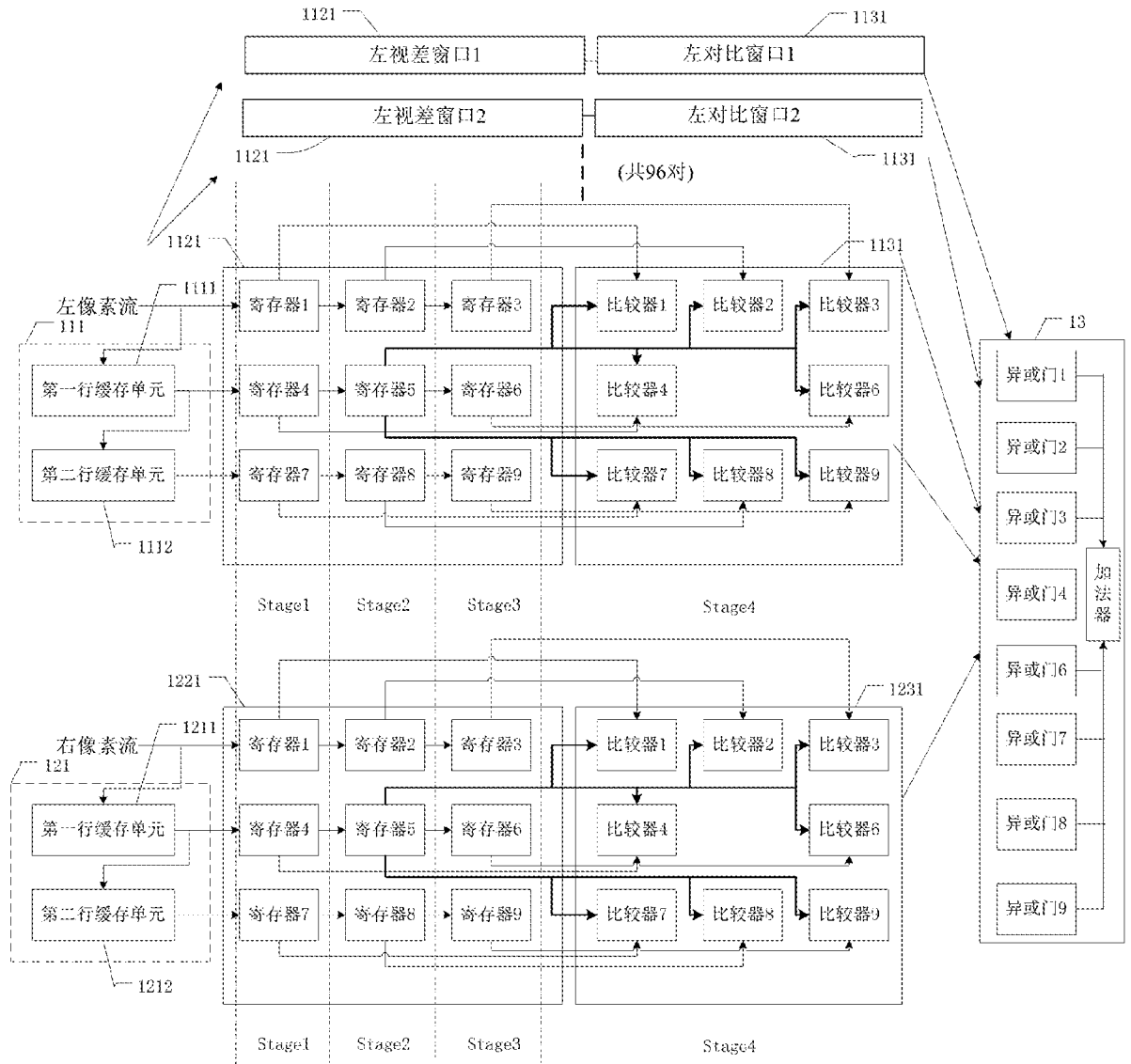


图 2

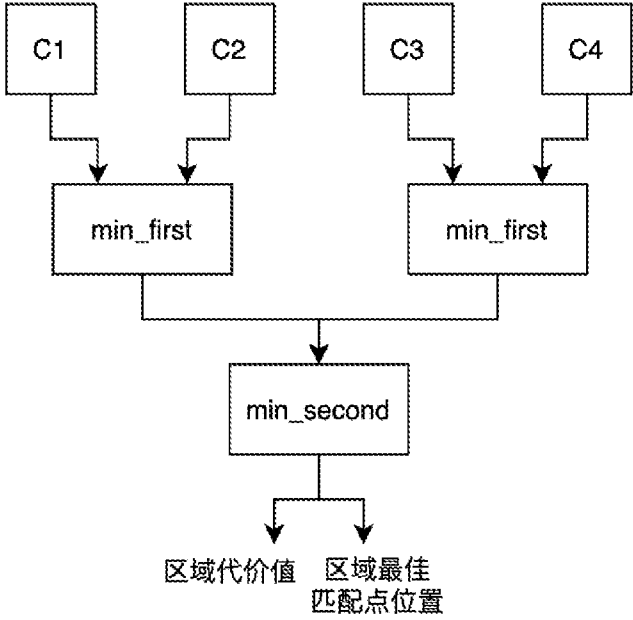


图 3

21

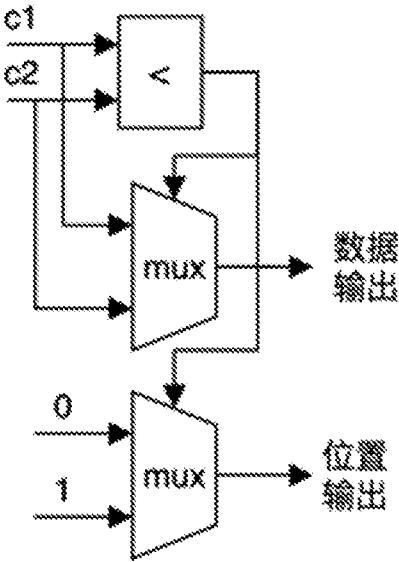


图 4

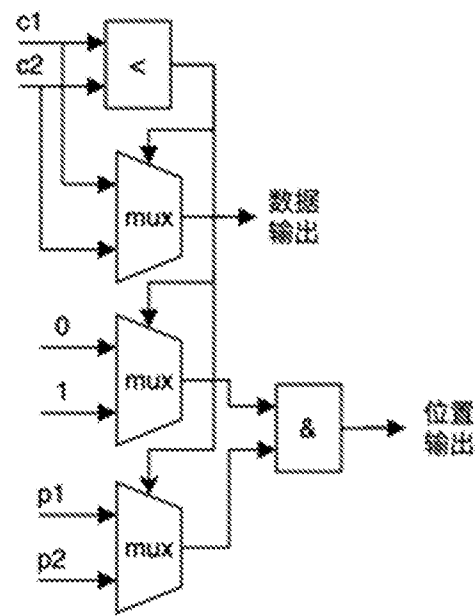


图 5

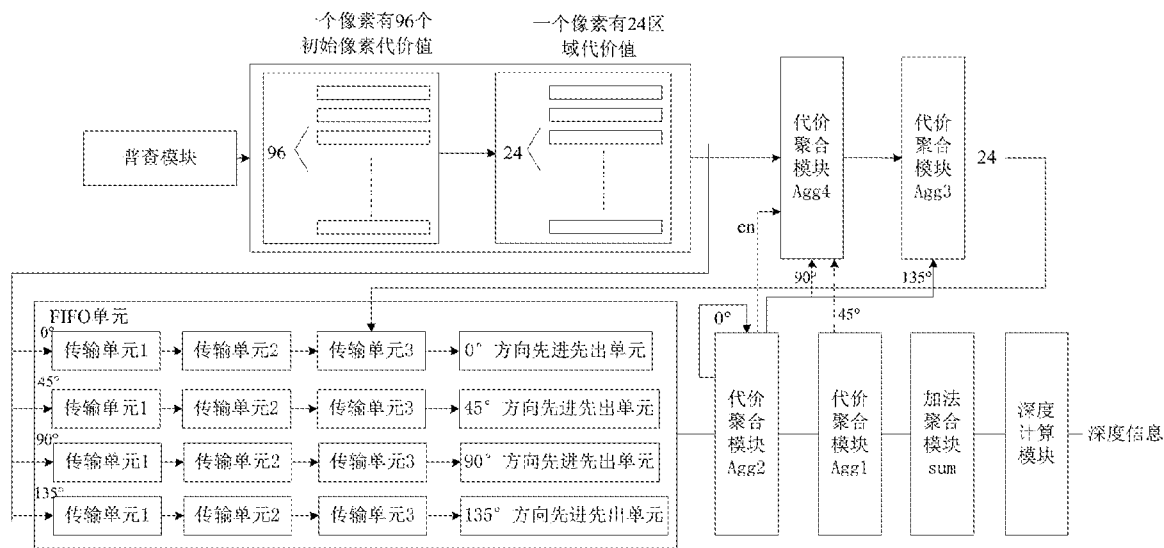


图 6

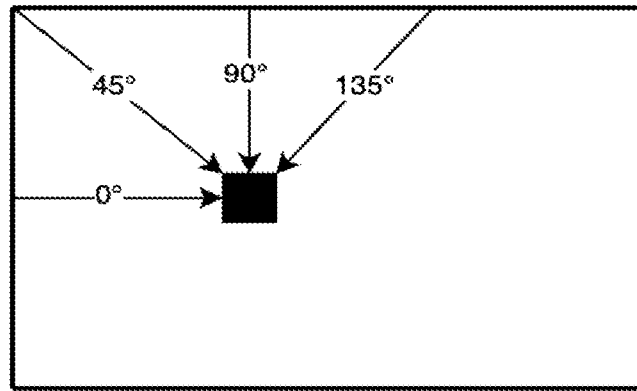


图 7

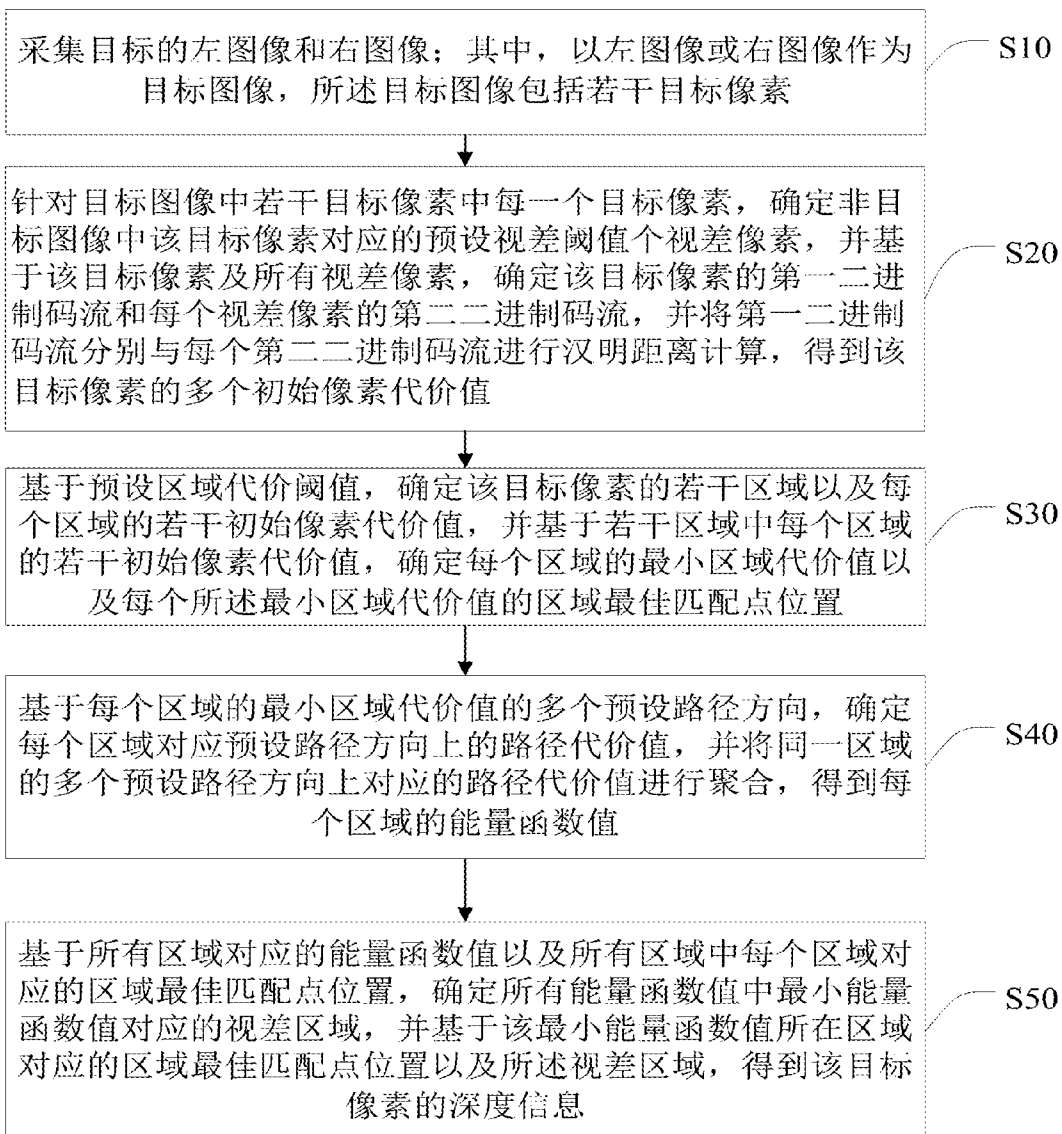


图 8

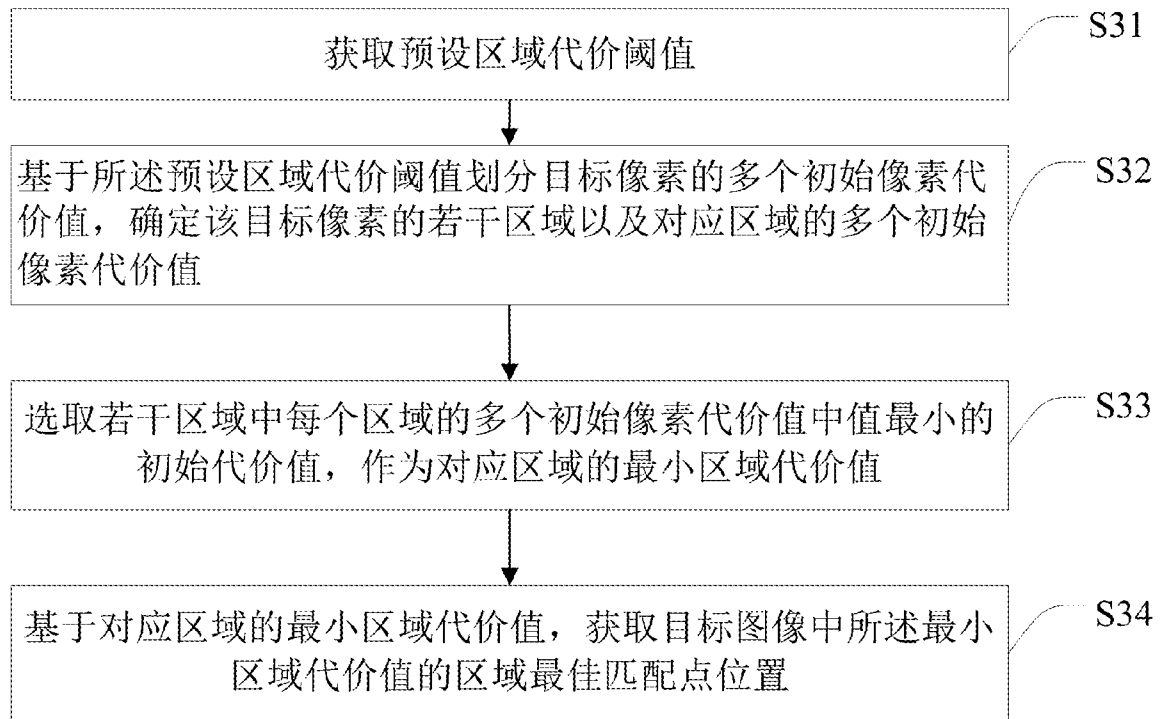


图 9

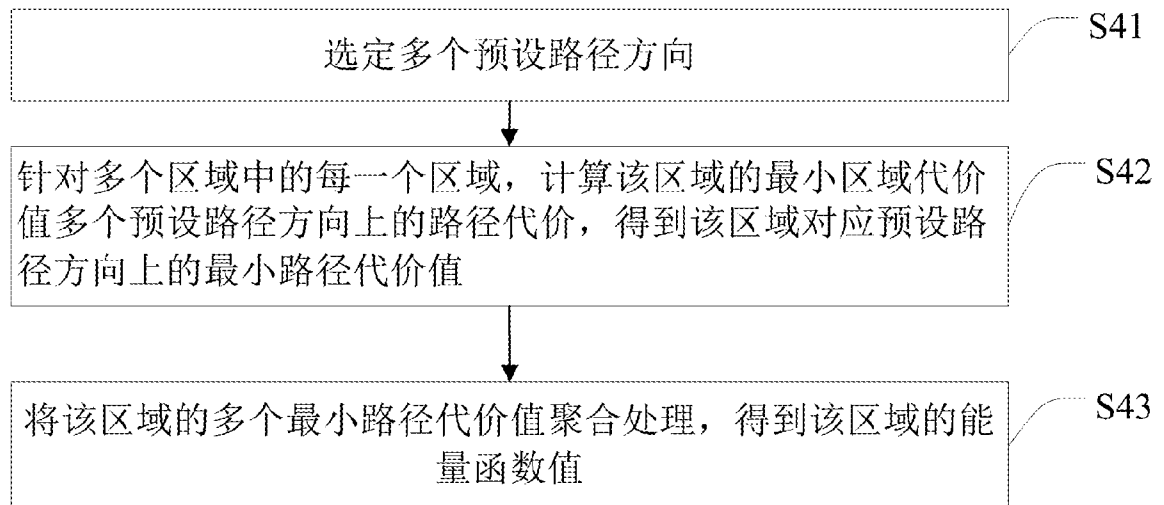


图 10

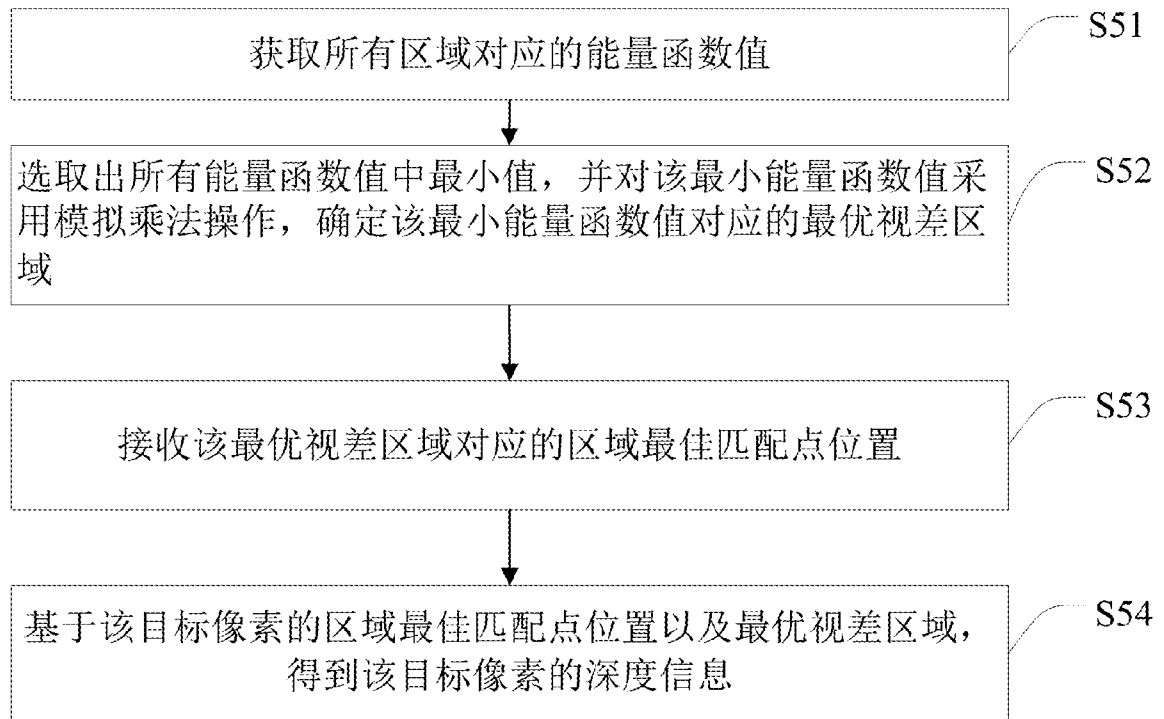


图 11

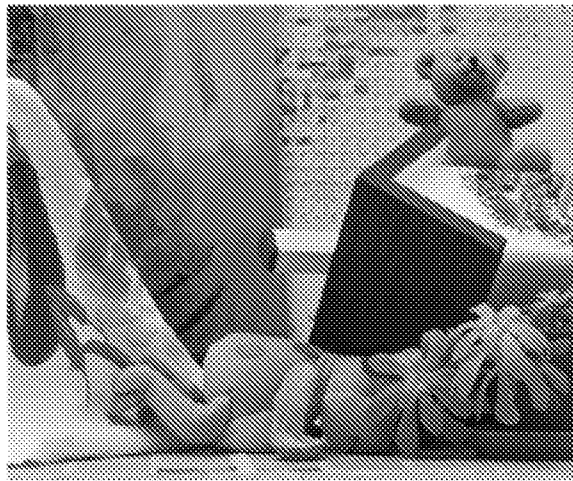


图 12

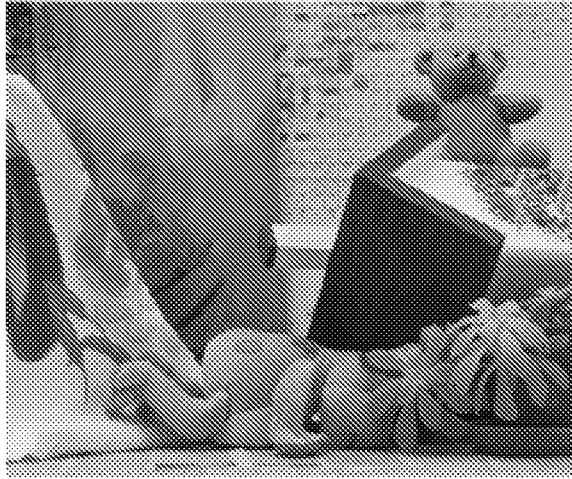


图 13



图 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/083603

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 7/593(2017.01)i; G06T 7/30(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)

G06T; H04N; G06K

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; CNKI; IEEE: 立体匹配, 深度, 区域, 分区, 最小, 最佳, 匹配点, 代价, 能量, 聚合, stereo, Census, matching, depth, region, minimum, cost, energy, aggregation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 112070821 A (SOUTH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 11 December 2020 (2020-12-11) claims 1-12	1-12
A	CN 108460792 A (NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY) 28 August 2018 (2018-08-28) description, paragraphs [0022]-[0051]	1-12
A	CN 109255811 A (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS) 22 January 2019 (2019-01-22) entire document	1-12
A	CN 110310320 A (NANJING MEIISEN INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 08 October 2019 (2019-10-08) entire document	1-12
A	CN 110473217 A (SHENYANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 19 November 2019 (2019-11-19) entire document	1-12
A	US 10554947 B1 (MARVELL INTERNATIONAL LTD.) 04 February 2020 (2020-02-04) 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

“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

16 June 2021

Date of mailing of the international search report

07 July 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/083603

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	112070821	A	11 December 2020	None	
CN	108460792	A	28 August 2018	None	
CN	109255811	A	22 January 2019	None	
CN	110310320	A	08 October 2019	None	
CN	110473217	A	19 November 2019	None	
US	10554947	B1	04 February 2020	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/083603

A. 主题的分类

G06T 7/593 (2017.01)i; G06T 7/30 (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)

G06T; H04N; G06K

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; CNKI; IEEE: 立体匹配, 深度, 区域, 分区, 最小, 最佳, 匹配点, 代价, 能量, 聚合, stereo, Census, matching, depth, region, minimum, cost, energy, aggregation

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 112070821 A (南方科技大学) 2020年 12月 11日 (2020 - 12 - 11) 权利要求1-12	1-12
A	CN 108460792 A (南京理工大学) 2018年 8月 28日 (2018 - 08 - 28) 说明书第[0022]-[0051]段	1-12
A	CN 109255811 A (南京航空航天大学) 2019年 1月 22日 (2019 - 01 - 22) 全文	1-12
A	CN 110310320 A (南京美基森信息技术有限公司) 2019年 10月 8日 (2019 - 10 - 08) 全文	1-12
A	CN 110473217 A (沈阳工业大学) 2019年 11月 19日 (2019 - 11 - 19) 全文	1-12
A	US 10554947 B1 (MARVELL INTERNATIONAL LTD.) 2020年 2月 4日 (2020 - 02 - 04) 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

“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

2021年 6月 16日

国际检索报告邮寄日期

2021年 7月 7日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(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

受权官员

金霞

电话号码 86-(10)-53961524

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/083603

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	112070821	A	2020年 12月 11日	无	
CN	108460792	A	2018年 8月 28日	无	
CN	109255811	A	2019年 1月 22日	无	
CN	110310320	A	2019年 10月 8日	无	
CN	110473217	A	2019年 11月 19日	无	
US	10554947	B1	2020年 2月 4日	无	