

(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
2020 年 12 月 17 日 (17.12.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/248243 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06T 9/40 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/091351
- (22) 国际申请日: 2019 年 6 月 14 日 (14.06.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 深圳市大疆创新科技有限公司 (SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。
- (72) 发明人: 李璞 (LI, Pu); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产

学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。郑萧桢 (ZHENG, Xiaozhen); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 北京同立钧成知识产权代理有限公司 (LEADER PATENT & TRADEMARK FIRM); 中国北京市海淀区西直门北大街32号枫蓝国际A座8F-6, Beijing 100082 (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, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,

(54) Title: CODING/DECODING METHOD AND DEVICE FOR THREE-DIMENSIONAL DATA POINTS

(54) 发明名称: 三维数据点的编解码方法和装置

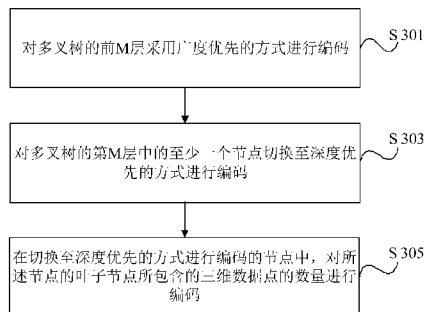


图 3

S301 Employ breadth-first approach to code first M levels of polytree
S303 Switch to depth-first approach to code at least one node in Mth level of polytree
S305 In node coded by switching to depth-first approach code number of three-dimensional data points that leaf nodes of the node comprise

(57) Abstract: A coding/decoding method and device for three-dimensional data points: employing a breadth-first approach to code first M levels of a polytree during a coding process (S301), switching to a depth-first approach to code at least one node in the Mth level of the polytree (S303), and, in the node coded by switching to the depth-first approach, coding the number of three-dimensional data points that leaf nodes of the node comprise (S305). In other words, either some or all of the nodes are coded by employing the depth-first approach, dependencies among the nodes during the coding process are eliminated, an alternate coding approach is provided; moreover, because the dependencies among the nodes during the coding process are eliminated, parallel coding approaches can be employed at a coding end, thus increasing coding efficiency.

(57) 摘要: 一种三维数据点的编解码方法和装置, 通过在编码过程中对多叉树的前M层采用广度优先的方式进行编码 (S301), 对多叉树的第M层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行编码 (S303), 在切换至深度优先的方式进行编码的节点中, 对所述节点的叶子节点所包含的三维数据点的数量进行编码 (S305)。也就是将部分或者全部节点采用深度优先的方式进行编码, 去除了编码过程中节点之间的依赖关系, 提供了另一种编码方式, 并且, 由于去除了编码过程中节点之间的依赖关系, 在编码端可以采用并行的编码方式, 提高了编码效率。

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))。

三维数据点的编解码方法和装置

技术领域

5 本发明实施例涉及图像处理技术领域，尤其涉及一种三维数据点的编码方法和装置。

背景技术

点云是三维物体或场景的一种表现形式，是由空间中一组无规则分布、表达三维物体或场景空间结构和表面属性的离散三维数据点集所构成。为了
10 准确反映空间中的信息，所需离散三维数据点的数目是巨大的。为了减少三维数据点存储所占空间和传输时所占用的带宽，需要对三维数据点进行编码压缩处理。

现有技术中，利用八叉树划分压缩三维数据点的位置坐标，在对三维数据点的位置坐标进行编码时，按照八叉树的广度优先顺序逐层编码八叉树的
15 划分情况，然而，采用现有技术的编码方法，编码效率不高。

发明内容

本发明实施例提供一种三维数据点的编解码方法和装置，以提高编解码效率。

20 第一方面，本发明提供一种三维数据点的编码方法，所述三维数据点采用多叉树的方式进行划分，所述方法包括：

对所述多叉树的前 M 层采用广度优先的方式进行编码，所述 M 为大于等于 2 的整数；

25 对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行编码，其中，对切换至深度优先的方式编码的节点的子节点采用广度优先的方式进行编码，所述节点的子节点包括对所述节点进行至少一次多叉树划分直到划分得到叶子节点过程中得到的所有子节点。

第二方面，本发明提供一种三维数据点的解码方法，所述三维数据点采用多叉树的方式进行划分，所述方法包括：

对所述多叉树的前 M 层采用广度优先的方式进行解码, 所述 M 为大于等于 2 的整数;

对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行解码, 其中, 对切换至深度优先的方式解码的节点的子节点采用广度优先的方式进行解码。

第三方面, 本发明提供一种三维数据点的编码装置, 所述三维数据点采用多叉树的方式进行划分, 所述装置包括: 处理器和存储器, 其中, 所述存储器上存储有可在所述处理器上运行的程序, 所述处理器运行所述程序执行如下步骤:

对所述多叉树的前 M 层采用广度优先的方式进行编码, 所述 M 为大于等于 2 的整数; 对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行编码, 其中, 对切换至深度优先的方式编码的节点的子节点采用广度优先的方式进行编码, 所述节点的子节点包括对所述节点进行至少一次多叉树划分直到划分得到叶子节点过程中得到的所有子节点。

第四方面, 本发明提供一种三维数据点的解码装置, 所述三维数据点采用多叉树的方式进行划分, 所述装置包括: 处理器和存储器, 其中, 所述存储器上存储有可在所述处理器上运行的程序, 所述处理器运行所述程序执行如下步骤:

对所述多叉树的前 M 层采用广度优先的方式进行解码, 所述 M 为大于等于 2 的整数; 对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行解码, 其中, 对切换至深度优先的方式解码的节点的子节点采用广度优先的方式进行解码。

本发明实施例提供的三维数据点的编解码方法和装置, 通过在编码过程中对多叉树的前 M 层采用广度优先的方式进行编码, 对多叉树的第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行编码, 也就是将部分或者全部节点采用深度优先的方式进行编码, 去除了编码过程中节点之间的依赖关系, 提供了另一种编码方式, 并且, 由于去除了编码过程中节点之间的依赖关系, 在编码端可以采用并行的编码方式, 提高了编码效率。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，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。

- 5 图 1 为本发明实施例提供的一种八叉树划分的示意图；
图 2 为本发明实施例提供的一种八叉树划分结果的示意图；
图 3 为本发明实施例提供的一种三维数据点的编码方法的流程示意图；
图 4 为本发明实施例提供的一种三维数据点的解码方法的流程示意图；
图 5 为本发明实施例提供的一种三维数据点的编码装置的结构示意图；
10 图 6 为本发明实施例提供的一种三维数据点的解码装置的结构示意图；
图 7 为本发明实施例提供的测距装置的结构示意图；
图 8 为本发明的测距装置采用同轴光路的一种实施例的示意图；
图 9 为测距装置 200 的一种扫描图案的示意图。

15 具体实施方式

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，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，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作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。

除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的，不是旨在于限制本发明。本文所使用的术语“及 / 或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

25 本发明实施例通过三维数据点的信息来反映三维物体或场景空间结构在空间中的信息，具体地，可以通过三维数据点的位置信息反映三维物体或者场景空间结构在空间中的位置信息和/或形状信息等；可以通过三维数据点的属性信息反映三维物体或者场景空间结构在空间中的属性信息，属性信息例如可以是：颜色或者反射率等。

30 在三维数据点的编码过程和解码过程中，位置信息和属性信息可以分开

进行，本发明实施例主要针对三维数据点的位置信息的编码过程和解码过程进行描述。

其中，三维数据点的位置信息可以通过三维数据点的位置坐标信息进行表征，其中，位置坐标信息可以是基于三维空间中的直角坐标系、球坐标系或者圆柱坐标系等确定的，对此，本发明实施例不做限制。

本发明实施例所描述的三维数据点可以通过采集设备得到，其中，采集设备包括但不限于测距装置。测距装置包括但不限于：基于光的测距装置、基于声波的测距装置或者基于电磁波的测距装置等。基于光的测距装置包括但不限于：光电雷达、激光雷达或者激光扫描仪等。

本发明实施例所描述的技术方案可以应用于三维数据点的编码设备和解码设备，其中，编码设备和解码设备可以独立设置，也可以集成于上述采集设备中，对此，本发明实施例不做限制。

本发明实施例在对三维数据点的位置坐标信息进行编码过程和解码过程中，对三维数据点采用多叉树划分的方式，其中，多叉树可以是二叉树、四叉树或者八叉树，多叉树划分过程中可以采用二叉树、四叉树或者八叉树中的任意一种划分方式，也可以采用任意两种划分方式的混合，也可以采用三种划分方式的混合，对此，本发明实施例不做限制。

通过多叉树划分的方式将对三维数据点的编码过程转化成多叉树的层次编码过程，每次多叉树的划分可以通过当前节点的中心点的坐标将当前节点划分为多个子节点。以基于三维空间中的直角坐标系进行八叉树划分为例，如图 1 所示，图 1 为本发明实施例提供的一种八叉树划分的示意图，对当前节点进行一次八叉树划分将当前节点划分为八个子节点。然后，判断每个子节点内是否存在三维数据点，对存在三维数据点的子节点再进行划分，直至子节点划分至预设大小停止划分，例如：可以划分到边长为 1 个计量单位的子节点时停止划分。图 2 为本发明实施例提供的一种八叉树划分结果的示意图，图 2 中仅示出第 M 层、第 M+1 层和第 M+2 层，其余层未示出，其中，对同一层节点划分得到的子节点处于同一子层，如图 2 所示，对第 M 层中的节点 B 和节点 F 进行八叉树划分的子节点均处于第 M+1 层，其中，节点 B、节点 F、子节点 B1、子节点 B2、子节点 F1、子节点 B12、子节点 B21、子节点 B22、子节点 F11 和子节点 F12 中包含三维数据点。

可选地，本发明实施例在对三维数据点进行多叉树划分之前，还包括：对三维数据点的位置坐标信息进行预处理，其中，一种可能的预处理的方式如下：

根据三维数据点的位置坐标在三个方向的最大值、最小值之间的差值，以及根据输入参数确定的量化精度，对每个三维数据点的位置坐标进行量化，将输入的三维数据点的位置坐标转换为大于等于零的整数坐标。可选地，还可以在此基础上进行去除重复坐标的操作。

本发明实施例在采用深度优先与广度优先混合的方式进行三维数据点的编码和解码。

其中，广度优先是指：编码或者解码完该层的指定范围内的多个节点的划分情况后，再逐层遍历编码或者解码该多个节点的该层之下的一层或多层子节点的划分情况，其中，指定范围内的多个节点可以是指多叉树划分过程中的该层的全部或者部分需要进一步划分的节点。

结合图 2 举例来说，假设该指定范围内的多个节点包括：第 M 层的节点 B 和节点 F，则采用广度优先的方式编码，则先编码第 M 层节点 B 和节点 F 的划分情况；再编码节点 B 和节点 F 在第 M+1 层的子节点 B1、子节点 B2 和子节点 F1 的划分情况；再编码节点 B 和节点 F 在第 M+2 层的子节点 B11、子节点 B12、子节点 B21、子节点 B22、子节点 F11 和子节点 F12 的划分情况，依次类推，逐层编码节点 B 和节点 F 在第 M+3 到最后一层的划分情况。假设，节点内包含三维数据点用二进制比特值为 1 表示，节点内未包含三维数据点用二进制比特值 0 表示，节点 B 的划分情况表示为：00100001；节点 F 的划分情况表示为：00100000；子节点 B1 的划分情况表示为：10010000；子节点 B2 的划分情况表示为：01000001；子节点 F1 的划分情况表示为：00100001；采用广度优先的方式依次编码节点 B、节点 F、子节点 B1、子节点 B2、子节点 F1、子节点 B12、子节点 B21、子节点 B22、子节点 F11 和子节点 F12 的划分情况，即：“... 0010000100100000100100000100000100100001……”。

深度优先是指：编码或者解码完某一节点在该层的划分情况后，继续编码该节点在该层之下层的划分情况。也就是在编码或者解码该节点在该层之下一层或多层的划分情况前不考虑编码或者解码该层的其他节点的划分情况。

结合图 2 举例来说，假设该节点为节点 B，则采用深度优先的方式编码，则先编码第 M 层节点 B 的划分情况；再编码节点 B 在第 M+1 层的子节点 B1 和子节点 B2 的划分情况；再编码节点 B 在第 M+2 层的子节点 B11、子节点 B12、子节点 B21 和子节点 B22 的划分情况，依次类推，编码节点 B 在第 M+3 层到最后一层的划分情况。假设，节点内包含三维数据点用二进制比特值为 1 表示，节点内未包含三维数据点用二进制比特值 0 表示，节点 B 的划分情况表示为：00100001；子节点 B1 的划分情况表示为：10010000；子节点 B2 的划分情况表示为：01000001；采用深度优先的方式依次编码节点 B、子节点 B1、子节点 B2、子节点 B12、子节点 B21、子节点 B22 的划分情况，即：“……00100001001000001000001……”。

本发明实施例采用广度优先方式和深度优先方式混合进行三维数据点的编码和解码。

应理解，本申请实施例中提到的广度优先或深度优先也可以具有其他的名称，例如，广度或深度等。

下面结合附图，对本发明的一些实施方式作说明。在不冲突的情况下，下述的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

图 3 为本发明实施例提供的一种三维数据点的编码方法的流程示意图，本实施例的三维数据点采用多叉树的方式进行划分，如图 3 所示，本实施例的方法如下：

S301：对多叉树的前 M 层采用广度优先的方式进行编码。

其中，M 为大于等于 2 的整数。

例如：假设多叉树的根节点为第 1 层，前 M 层是指第 1 层到第 M 层，本步骤是指从第 1 层开始，按照广度优先的方式，逐层遍历每层的所有节点进行编码，直至遍历完第 M 层的节点，结合图 2，第 M 层的编码结果为 01000100，则前 M 层的编码结果为“……01000100”。

S303：对多叉树的第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行编码。

其中，对切换至深度优先的方式编码的节点的子节点采用广度优先的方式进行编码，所述节点的子节点包括对所述节点进行至少一次多叉树划分直到划分得到叶子节点过程中得到的所有子节点。

其中，S303 的一种可能的实现方式：对二叉树的第 M 层中的所有节点采用深度优先的方式进行编码。

这里所描述的第 M 层中的所有节点均是指第 M 层中需要进一步划分的所有节点，也就是，第 M 层中包含三维数据点的节点。

5 可选地，对二叉树的第 M 层中的所有节点采用深度优先的方式进行编码可以是按照所有节点在第 M 层的位置顺序，依次对每个节点分别采用深度优先的方式进行编码。表 1 为编码结果的码流示意图。

表 1 编码结果的码流示意图

.....	第 M 层的第一个节点的所有子节点的码流	第 M 层第 2 个节点的所有子节点的码流.....第 M 层倒数第 2 个节点的所有子节点的码流	第 M 层的最后一个节点的所有子节点的码流
-------	----------------------	---	-----------------------

结合图 2，即先对节点 B 采用深度优先的方式进行编码结束后，再对节点 F 采用深度优先的方式进行编码；进一步地，即先对节点 B 的所有子节点采用广度优先的方式进行编码结束后，再对节点 F 的所有子节点采用广度优先的方式进行编码，也就是，对节点 B 从第 M+1 层至叶子节点层的所有子节点采用逐层编码每层的所有子节点，再对节点 F 从第 M+1 层至叶子节点层的所有子节点采用逐层编码每层的所有子节点。表 2 为编码结果的码流示意图：

表 2 编码结果的码流示意图

前 M 层的节点的码流	B 节点的所有子节点的码流	F 节点的所有子节点的码流
-------------	---------------	---------------

可选地，对二叉树第 M 层中的所有节点采用深度优先的方式进行编码也可以是并行进行的，一种实现方式为：可以采用多个线程对所述二叉树的第 M 层中的所有节点以深度优先的方式进行并行编码，每个线程对应至少一个节点，例如：可以是一个线程对应一个节点，也可以是一个线程对应多个节点，多个线程并行运行，从而，提高编码效率。

可选地，当对第 M 层的所有节点采用深度优先的方式并行编码时，还

包括：按照预设规则对并行编码结果进行拼接处理。例如：对采用深度优先的方式编码的所有节点按照节点在第 M 层中的顺序，依次拼接各节点对应的编码结果，编码结果的码流的示意图如表 1 所示。

结合图 2，可以用线程 1 对节点 B 采用深度优先的方式进行编码，用线程 2 对节点 F 采用深度优先的方式进行编码，线程 1 和线程 2 进行并行编码。也就是，线程 1 对节点 B 从第 $M+1$ 层至叶子节点层的所有子节点采用逐层编码每层的所有子节点；线程 2 对节点 F 从第 $M+1$ 层至叶子节点层的所有子节点采用逐层编码每层的所有子节点；两个线程的编码过程并行进行。依次拼接节点 B 和节点 F 的编码结果，编码结果的码流示意图与表 2 相同。

其中，S303 的另一种可能的实现方式：对二叉树的第 M 层中的至少一个节点采用深度优先的方式进行第一编码，对所述二叉树的第 M 层中的其余节点采用广度优先的方式进行第二编码。

也就是，对二叉树的第 M 层的部分节点采用深度优先的方式进行编码，对其余节点采用广度优先的方式进行编码。

这里所描述的第 M 层中的至少一个节点以及其余节点均是指第 M 层中需要进一步划分的所有节点，也就是，第 M 层中包含三维数据点的节点。

可选地，可以按照节点在第 M 层中的位置顺序，当编码到需要采用深度优先的方式编码的节点时，对该节点采用深度优先的方式进行编码，编码结束后，若接下来的 R 个节点不是采用深度优先的方式进行编码，则采用广度优先的方式对接下来的 R 个节点进行编码，编码结束后，若 R 后的下一个节点采用深度优先的方式进行编码，则继续采用深度优先的方式进行编码，编码结束后，对第 M 层接下来的节点继续进行判断是采用深度优先的方式进行编码还是采用广度优先的方式进行编码，并采用相应的编码方式进行编码，直到第 M 层的所有节点编码结束。其中， R 为大于等于 1 的整数，编码结果的码流示意图如表 3 所示。

表 3 编码结果的码流示意图

.....	第 M 层的第一个采用深度优先方式编码的节点的所有	第 M 层的第 2 至第 $R+1$ 个节点采用广度优先方式编码的	第 M 层的 R 个采用深度优先方式编码的节点的所有子	
-------	-----------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	-------

	子节点的码流	节点的码流	节点的码流	
--	--------	-------	-------	--

结合图 2，假设节点 B 采用深度优先的方式进行编码，其余节点采用广度优先的方式进行编码；即先对节点 B 采用深度优先的方式进行编码结束后，确定节点 F 不采用深度优先的方式，则对节点 F 采用广度优先的方式进行编码；进一步地，即先对节点 B 的所有子节点采用广度优先的方式进行编码结束后，再对节点 F 的所有子节点采用广度优先的方式进行编码，也就是，对节点 B 从第 M+1 层至叶子节点层的所有子节点采用逐层编码每层的所有子节点，再对节点 F 从第 M+1 层至叶子节点层的所有子节点采用逐层编码每层的所有子节点。编码结果的码流示意图如表 4 所示。

表 4 编码结果的码流示意图

前 M 层的节点的码流	B 节点的所有子节点的码流	F 节点的所有子节点的码流
-------------	---------------	---------------

10 可选地，上述第一编码可以并行进行，第一编码与所述第二编码可以并行进行，一种实现方式为：可以采用至少一个线程对二叉树的第 M 层中的至少一个节点以深度优先的方式进行并行第一编码，每个线程对应至少一个节点，例如：可以是一个线程对应一个节点，也可以是一个线程对应多个节点，多个线程并行运行；采用另一线程对所述二叉树的第 M 层中的其余节点以广度优先的方式进行第二编码，该其余节点共用一个线程。

15 可选地，当第 M 层的节点并行编码时，还包括：按照预设规则对并行编码结果进行拼接处理。例如：按照节点在第 M 层中共的顺序依次拼接采用广度优先方式的编码结果和采用深度优先方式的编码结果。，编码的码流的示意图如表 3 所示。

20 结合图 2，即用线程 1 对节点 B 采用深度优先的方式进行编码，同时，用线程 2 对节点 F 采用广度优先的方式进行编码；进一步地，即用线程 1 对节点 B 的所有子节点采用广度优先的方式进行编码，同时，用线程 2 对节点 F 的所有子节点采用广度优先的方式进行编码，也就是，用线程 1 对节点 B 从第 M+1 层至叶子节点层的所有子节点采用逐层编码每层的所有子节点，
25 同时，用线程 2 对节点 F 从第 M+1 层至叶子节点层的所有子节点采用逐层编码每层的所有子节点。依次拼接节点 B 和节点 F 的编码结果，编码的码流示意图如表 4 所示。

本步骤中，将上述码流依次送入算术编码引擎中进一步编码，可选地，以深度优先的方式进行编码的每个节点对应一个概率模型；以广度优先的方式进行编码的所有节点对应一个概率模型，结合图 2，例如：节点 B 和节点 F 采用并行的方式进行编码，则节点 B 采用一个概率模型，节点 F 采用另一个概率模型。如果还有其他节点以广度优先的方式进行编码，则其他节点共用一个概率模型。。

可选地，在上述实施例中，采用深度优先的方式编码的节点中包含的三维数据点的数目均大于预设阈值。

可选地，在 S303 之后还可以包括：

- 10 S305：在切换至深度优先的方式进行编码的节点中，对所述节点的叶子节点所包含的三维数据点的数量进行编码。

可选地，在对每个采用深度优先的方式进行编码的节点编码结束后，接着对该节点的叶子节点所包含的三维数据点的数量进行编码。

- 15 其中，对叶子节点所包含的三维数据点的数量进行编码的一种可能的实现方式为：

在叶子节点中包含 1 个三维数据点的情况下，用二进制比特值编码 0；

在叶子节点中包含 N 个三维数据点的情况下，用二进制比特值依次编码 1 和 N-1，其中，所述 N 为大于等于 2 的整数。

- 20 可选地，为了使得解码端能够获知编码端对哪些节点采用了深度优先的方式进行编码，编码端还包括编码标识符，以指示解码端编码端对哪些节点采用了深度优先的方式进行编码，具体地，包括但不限于如下两种可能的实现方式：

其中，第一种可能的实现方式为：

- 25 在对第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行编码之前，还包括：编码第一标识符，所述第一标识符用于指示对所述第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行编码。

- 30 可选地，一种情况为：第 M 层的部分节点采用深度优先的方式进行编码，则在编码至需要采用深度优先的方式进行编码的节点时，先编码一个第一标识符，再编码该节点对应的码流。另一种情况为：第 M 层的所有节点均采用深度优先的方式进行编码，则在编码第 M 层的每个节点时，先编码

一个第一标识符，再编码该节点对应的码流。

其中，所述多叉树为 N 叉树，可选地，所述第一标识符可以为 N 比特 0 或者 N 比特 1，其中，所述 N 为二、四或者八。具体地，若用二进制比特值为 0 表示节点中未包含三维数据点，则第一标识符用 N 比特 0 表示；若用二进制比特值 1 表示节点中未包含三维数据点，则第一标识符用 N 比特 1 表示。

第二种可能的实现方式：

在对第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行编码之前，还包括：编码第二标识符，第二标识符用于指示第 M 层中的所有节点采用深度优先的方式进行编码。可以在编码第 M 层的第一个节点时，编码第二标识符，再依次采用深度优先的方式编码第 M 层的所有节点的码流。在这种实现方式中，只需要编码一个第二标识符，即可指示第 M 层中的所有节点采用深度优先的方式进行编码，无需在编码第 M 层的每个节点时，都编码标识符。也可以是在对该多叉树的节点进行编码之前，先编码第二标识符，再编码到第 M 层时，直接采用深度优先的方式编码第 M 层的所有节点的码流即可，无需再编码其他标识符。

可选地，在上述实施例中，第 M 层可以是根据经验值确定的，也可以是根据预设条件确定的，对此，本发明实施例不做限制。

其中，第 M 层根据经验值确定的，可以是根据经验值确定的固定的某一层，例如：根据经验值确定第 M 层一般为第 3 层。也可以是根据经验值确定的从某一层开始之后满足预设条件的一层为第 M 层，例如：根据经验值确定从第 3 层开始，其中，满足至少一个节点包含的三维数据点的数目均大于预设阈值的一层为第 M 层。这里所描述的从某一层开始之后满足预设条件的一层，是指按照从根节点到叶子节点的顺序，从某一层开始最先满足预设条件的一层。可选地，至少一个可以是一个或者多个。

其中，第 M 层根据预设条件确定的，例如：确定满足至少一个节点包含的三维数据点的数目均大于预设阈值的一层为第 M 层。这里所描述的满足预设条件的一层，是指按照从根节点到叶子节点的层级的顺序，最先满足预设条件的一层。可选地，至少一个可以是一个或者多个。

可选地，在上述实施例中，对第 M 层的哪个节点采用深度优先的方式进行编码，可以根据第 M 层中的节点包含的三维数据点的数目确定，例如：

确定第 M 层中包含的三维数据点的数目大于预设阈值的节点采用深度优先的方式进行编码。

本发明实施例的编码端在进行多叉树的编码过程中，对多叉树的前 M 层采用广度优先的方式进行编码，对多叉树的第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行编码，也就是将部分或者全部节点采用深度优先的方式进行编码，去除了编码过程中节点之间的依赖关系，提供了另一种编码方式，并且，由于去除了编码过程中节点之间的依赖关系，在编码端可以采用并行的编码方式，提高了编码效率。

图 4 为本发明实施例提供的一种三维数据点的解码方法的流程示意图，该实施例中，所述三维数据点采用多叉树的方式进行划分，所述方法包括：

S401：对多叉树的前 M 层采用广度优先的方式进行解码。

其中，M 为大于等于 2 的整数。

按照广度优先的方式对前 M 层的码流进行解码。

S403：对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行解码。

其中，对切换至深度优先的方式解码的节点的子节点采用广度优先的方式进行解码。

其中，一种可能的实现方式为：

对所述多叉树的第 M 层中的所有节点采用深度优先的方式进行并行解码。

可选地，可以采用多个线程对所述多叉树的第 M 层中的所有节点以深度优先的方式进行并行解码，其中，每个线程对应至少一个节点，例如：可以是一个线程对应一个节点，也可以是一个线程对应多个节点，多个线程并行运行。

另一种可能的实现方式为：可以对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点采用深度优先的方式进行第一解码，对所述多叉树的第 M 层中的其余节点采用广度优先的方式进行第二解码，所述第一解码与所述第二解码并行进行。

可选地，可以采用至少一个线程对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点以深度优先的方式进行并行的第一解码，每个线程对应至少一个节点，

例如：可以是一个线程对应一个节点，也可以是一个线程对应多个节点，多个线程并行运行；采用另一线程对所述多叉树的第 M 层中的其余节点以广度优先的方式进行第二解码，所述其余节点共用一个线程。

- 5 可选地，以深度优先的方式进行解码的每个节点对应一个概率模型；以广度优先的方式进行解码的所有节点对应一个概率模型，结合图 2，例如：节点 B 和节点 F 采用并行的方式进行解码，则节点 B 采用一个概率模型，节点 F 采用另一个概率模型。如果还有其他节点以广度优先的方式进行解码，则其他节点共用一个概率模型。

可选地，S403 之后，还包括：

- 10 S405：在切换至深度优先的方式进行解码的节点中，对所述节点的叶子节点所包含的三维数据点的数量进行解码。

- 15 可选地，当解码出一个 0 时，表示叶子节点块内仅含有一个三维数据点。当解码出一个 1 时，表示叶子节点块内含有不止一个三维数据点，接着会解码数值 (N-1)，表示叶子节点块内含有 N 个三维数据点，N 为大于等于 2 的整数。

可选地，解码端可以根据编码端编码的标识符获知哪些节点在编码端采用了深度优先的方式进行编码，相应地，在解码端这些节点采用深度优先的方式进行解码，包括但不限于如下两种可能的实现方式：

其中，第一种可能的实现方式为：

- 20 若解码端在解码到第一标识符，第一标识符用于指示对第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行解码，则对第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行解码。可选地，当解码端将解码某个节点的码流时，先解码到了第一标识符，则采用深度优先的方式对该节点的码流进行解码。

- 25 其中，所述多叉树为 N 叉树，所述第一标识符为 N 比特 0 或者 N 比特 1，其中，所述 N 为二、四或者八。具体地，若用二进制比特值为 0 表示节点中未包含三维数据点，则第一标识符用 N 比特 0 表示；若用二进制比特值 1 表示节点中未包含三维数据点，则第一标识符用 N 比特 1 表示。

其中，第二种可能的实现方式为：

解码端解码到第二标识符，第二标识符用于指示第 M 层中的所有节点采用深度优先的方式进行解码，第二标识符可能是在将解码的第 M 层的第一个节点时，先解码到了第二标识符；也可以是在解码端解码八叉树的码流的最开始解码到第二标识符；解码到第二标识符后，对第 M 层的所有节点采用深度优先的方式进行解码。

可选地，上述第 M 层可是编码端和解码端预先配置一致的，也可以是根据编码端在码流中携带的第一标识符或者第二标识符确定的，对此，本发明实施例不做限制。

可选地，通过上述方式可实现对位置坐标的多叉树解码。通过多叉树解码，逆量化，得到重建的三维数据点的位置坐标。

本发明实施例的解码端在进行多叉树的解码过程中，对多叉树的前 M 层采用广度优先的方式进行解码，对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行解码，也就是，将部分或者全部节点采用深度优先的方式进行解码，去除了解码过程中节点之间的依赖关系，提供了另一种解码方式，并且，由于去除了解码过程中节点之间的依赖关系，在解码端可以采用并行的编码方式，提高了解码效率。

图 5 为本发明实施例提供的一种三维数据点的编码装置的结构示意图，本实施例的三维数据点采用多叉树的方式进行划分，本实施例的装置包括：处理器 501 和存储器 502，其中，所述存储器上存储有可在所述处理器上运行的程序，所述处理器运行所述程序执行如下步骤：

对所述多叉树的前 M 层采用广度优先的方式进行编码，所述 M 为大于等于 2 的整数；对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行编码，其中，对切换至深度优先的方式编码的节点的子节点采用广度优先的方式进行编码，所述节点的子节点包括对所述节点进行至少一次多叉树划分直到划分得到叶子节点过程中得到的所有子节点。

可选地，所述处理器 501 还用于在切换至深度优先的方式进行编码的节点中，对所述节点的叶子节点所包含的三维数据点的数量进行编码。

可选地，所述处理器 501 具体用于在所述叶子节点中包含 1 个三维数据点的情况下，编码 0；在所述叶子节点中包含 N 个三维数据点的情况下，依次编码 1 和 N-1，其中，所述 N 为大于等于 2 的整数。

可选地，所述处理器 501 具体用于对所述多叉树的第 M 层中的所有节点采用深度优先的方式进行并行编码。

可选地，所述处理器 501 具体用于采用多个线程对所述多叉树的第 M 层中的所有节点以深度优先的方式进行并行编码，每个线程对应至少一个节点。

可选地，所述处理器 501 具体用于对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点采用深度优先的方式进行并行第一编码，对所述多叉树的第 M 层中的其余节点采用广度优先的方式进行第二编码，所述第一编码与所述第二编码并行进行。

可选地，所述处理器 501 具体用于采用至少一个线程对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点以深度优先的方式进行第一编码，每个线程对应至少一个节点；采用另一线程对所述多叉树的第 M 层中的其余节点以广度优先的方式进行第二编码，所述其余节点共用一个线程。

可选地，以深度优先的方式进行编码的每个节点对应一个概率模型；以广度优先的方式进行编码的所有节点对应一个概率模型。

可选地，所述处理器 501 还用于编码第一标识符，所述第一标识符用于指示对所述第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行编码。

可选地，所述多叉树为 N 叉树，所述标识符为 N 比特 0 或者 N 比特 1，其中，所述 N 为二、四或者八。

可选地，所述处理器 501 还用于确定对第 M 层中包含的三维数据点的数目大于预设阈值的节点切换至深度优先的方式进行编码。

可选地，所述第 M 层为根据经验值确定的层级。

可选地，所述处理器 501 还用于按照预设规则对并行编码结果进行拼接处理。

可选地，所述处理器 501 具体用于采用深度优先的方式编码的所有节点按照在所述第 M 层中的顺序，依次拼接各节点对应的编码结果。

可选地，所述处理器 501 具体用于按照节点在第 M 层中的顺序依次拼接采用广度优先方式的编码结果和采用深度优先方式的编码结果。

可选地，所述处理器 501 还用于编码第二标识符，所述第二标识符用于指示所述第 M 层中的所有节点采用深度优先的方式进行编码。

本实施例的装置，对应地可用于执行图 3 所示方法实施例的技术方案，其实现原理和技术效果类似，此处不再赘述。

图 6 为本发明实施例提供的一种三维数据点的解码装置的结构示意图，本实施例的三维数据点采用多叉树的方式进行划分，所述装置包括：处理器
5 601 和存储器 602，其中，所述存储器上存储有可在所述处理器上运行的程序，所述处理器运行所述程序执行如下步骤：

对所述多叉树的前 M 层采用广度优先的方式进行解码，所述 M 为大于
10 等于 2 的整数；对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行解码，其中，对切换至深度优先的方式解码的节点的子节点采用广度优先的方式进行解码。

可选地，所述处理器 601 还用于在切换至深度优先的方式进行解码的节点中，对所述节点的叶子节点所包含的三维数据点的数量进行解码。

可选地，所述处理器 601 具体用于对所述多叉树的第 M 层中的所有节点采用深度优先的方式进行并行解码。

15 可选地，所述处理器 601 具体用于采用多个线程对所述多叉树的第 M 层中的所有节点以深度优先的方式进行并行解码，每个线程对应至少一个节点。

可选地，所述处理器 601 具体用于对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点采用深度优先的方式进行并行第一解码，对所述多叉树的第 M 层中的
20 的其余节点采用广度优先的方式进行第二解码，所述第一解码与所述第二解码并行进行。

可选地，所述处理器 601 具体用于采用至少一个线程对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点以深度优先的方式进行第一解码，每个线程对应至少一个节点；采用另一线程对所述多叉树的第 M 层中的其余节点以广度优先
25 的方式进行第二解码，所述其余节点共用一个线程。

可选地，以深度优先的方式进行解码的每个节点对应一个概率模型；以广度优先的方式进行解码的所有节点对应一个概率模型。

可选地，所述处理器 601 还用于解码第一标识符，所述第一标识符用于指示采用深度优先的方式对所述第 M 层中的至少一个节点进行解码。

30 可选地，所述多叉树为 N 叉树，所述第一标识符为 N 比特 0 或者 N 比

特 1，其中，所述 N 为二、四或者八。

可选地，所述第 M 层为根据经验值确定的层级。

可选地，所述处理器 601 还用于解码第二标识符，所述第二标识符用于指示所述第 M 层中的所有节点采用深度优先的方式进行解码。

5 本实施例的装置，对应地可用于执行图 4 所示方法实施例的技术方案，其实现原理和技术效果类似，此处不再赘述。

一些示例中，上文中的三维数据点可以是测距装置所获取到的点云数据中的任意一个三维数据点。其中，该测距装置可以是激光雷达、激光测距设备等电子设备。在一种实施方式中，测距装置用于感测外部环境信息，例如，
10 环境目标的距离信息、方位信息、反射强度信息、速度信息等。一个三维数据点可以包括测距装置所测到的外部环境信息中的至少一种。

一种实现方式中，测距装置可以通过测量测距装置和探测物之间光传播的时间，即光飞行时间（Time-of-Flight，TOF），来探测探测物到测距装置的距离。或者，测距装置也可以通过其他技术来探测探测物到测距装置的距离，
15 例如基于相位移（phase shift）测量的测距方法，或者基于频率移动（frequency shift）测量的测距方法，在此不做限制。

为了便于理解，以下将结合图 7 所示的测距装置 100 对产生本文中提到的三维数据点的测距装置举例描述。

如图 7 所示，测距装置 100 可以包括发射电路 110、接收电路 120、采样电路 130 和运算电路 140。
20

发射电路 110 可以发射光脉冲序列（例如激光脉冲序列）。接收电路 120 可以接收经过被探测物反射的光脉冲序列，并对该光脉冲序列进行光电转换，以得到电信号，再对电信号进行处理之后可以输出给采样电路 130。采样电路 130 可以对电信号进行采样，以获取采样结果。运算电路 140 可以
25 基于采样电路 130 的采样结果，以确定测距装置 100 与被探测物之间的距离。

可选地，该测距装置 100 还可以包括控制电路 150，该控制电路 150 可以实现对其他电路的控制，例如，可以控制各个电路的工作时间和/或对各个电路进行参数设置等。

应理解，虽然图 7 示出的测距装置中包括一个发射电路、一个接收电路、
30 一个采样电路和一个运算电路，用于出射一路光束进行探测，但是本申请实

施例并不限于此，发射电路、接收电路、采样电路、运算电路中的任一种电路的数量也可以是至少两个，用于沿相同方向或分别沿不同方向出射至少两路光束；其中，该至少两束光路可以是同时出射，也可以是分别在不同时刻出射。一个示例中，该至少两个发射电路中的发光芯片封装在同一个模块中。

- 5 例如，每个发射电路包括一个激光发射芯片，该至少两个发射电路中的激光发射芯片中的 die 封装到一起，容置在同一个封装空间中。

一些实现方式中，除了图 7 所示的电路，测距装置 100 还可以包括扫描模块，用于将发射电路出射的至少一路激光脉冲序列改变传播方向出射。

- 10 其中，可以将包括发射电路 110、接收电路 120、采样电路 130 和运算电路 140 的模块，或者，包括发射电路 110、接收电路 120、采样电路 130、运算电路 140 和控制电路 150 的模块称为测距模块，该测距模块可以独立于其他模块，例如，扫描模块。

- 15 测距装置中可以采用同轴光路，也即测距装置出射的光束和经反射回来的光束在测距装置内共用至少部分光路。例如，发射电路出射的至少一路激光脉冲序列经扫描模块改变传播方向出射后，经探测物反射回来的激光脉冲序列经过扫描模块后入射至接收电路。或者，测距装置也可以采用异轴光路，也即测距装置出射的光束和经反射回来的光束在测距装置内分别沿不同的光路传输。图 8 示出了本发明的测距装置采用同轴光路的一种实施例的示意图。

- 20 测距装置 200 包括测距模块 201，测距模块 201 包括发射器 203（可以包括上述的发射电路）、准直元件 204、探测器 205（可以包括上述的接收电路、采样电路和运算电路）和光路改变元件 206。测距模块 201 用于发射光束，且接收回光，将回光转换为电信号。其中，发射器 203 可以用于发射光脉冲序列。在一个实施例中，发射器 203 可以发射激光脉冲序列。可选的，发射器 203 发射出的激光束为波长在可见光范围之外的窄带宽光束。准直元件 204 设置于发射器的出射光路上，用于准直从发射器 203 发出的光束，将发射器 203 发出的光束准直为平行光出射至扫描模块。准直元件还用于会聚经探测物反射的回光的至少一部分。该准直元件 204 可以是准直透镜或者是其他能够准直光束的元件。
- 25

在图 8 所示实施例中，通过光路改变元件 206 来将测距装置内的发射光

路和接收光路在准直元件 204 之前合并，使得发射光路和接收光路可以共用同一个准直元件，使得光路更加紧凑。在其他的一些实现方式中，也可以是发射器 203 和探测器 205 分别使用各自的准直元件，将光路改变元件 206 设置在准直元件之后的光路上。

5 在图 8 所示实施例中，由于发射器 203 出射的光束的光束孔径较小，测距装置所接收到的回光的光束孔径较大，所以光路改变元件可以采用小面积的反射镜来将发射光路和接收光路合并。在其他的一些实现方式中，光路改变元件也可以采用带通孔的反射镜，其中该通孔用于透射发射器 203 的出射光，反射镜用于将回光反射至探测器 205。这样可以减小采用小反射镜的情况中小反射镜的支架会对回光的遮挡。

10 在图 8 所示实施例中，光路改变元件偏离了准直元件 204 的光轴。在其他的一些实现方式中，光路改变元件也可以位于准直元件 204 的光轴上。

 测距装置 200 还包括扫描模块 202。扫描模块 202 放置于测距模块 201 的出射光路上，扫描模块 202 用于改变经准直元件 204 出射的准直光束 219 的传输方向并投射至外界环境，并将回光投射至准直元件 204。回光经准直元件 204 汇聚到探测器 205 上。

15 在一个实施例中，扫描模块 202 可以包括至少一个光学元件，用于改变光束的传播路径，其中，该光学元件可以通过对光束进行反射、折射、衍射等等方式来改变光束传播路径。例如，扫描模块 202 包括透镜、反射镜、棱镜、振镜、光栅、液晶、光学相控阵（Optical Phased Array）或上述光学元件的任意组合。一个示例中，至少部分光学元件是运动的，例如通过驱动模块来驱动该至少部分光学元件进行运动，该运动的光学元件可以在不同时刻将光束反射、折射或衍射至不同的方向。在一些实施例中，扫描模块 202 的多个光学元件可以绕共同的轴 209 旋转或振动，每个旋转或振动的光学元件用于不断改变入射光束的传播方向。在一个实施例中，扫描模块 202 的多个光学元件可以以不同的转速旋转，或以不同的速度振动。在另一个实施例中，扫描模块 202 的至少部分光学元件可以以基本相同的转速旋转。在一些实施例中，扫描模块的多个光学元件也可以是绕不同的轴旋转。在一些实施例中，扫描模块的多个光学元件也可以是以相同的方向旋转，或以不同的方向旋转；

或者沿相同的方向振动，或者沿不同的方向振动，在此不作限制。

在一个实施例中，扫描模块 202 包括第一光学元件 214 和与第一光学元件 214 连接的驱动器 216，驱动器 216 用于驱动第一光学元件 214 绕转动轴 209 转动，使第一光学元件 214 改变准直光束 219 的方向。第一光学元件 214 将准直光束 219 投射至不同的方向。在一个实施例中，准直光束 219 经第一光学元件改变后的方向与转动轴 209 的夹角随着第一光学元件 214 的转动而变化。在一个实施例中，第一光学元件 214 包括相对的非平行的一对表面，准直光束 219 穿过该对表面。在一个实施例中，第一光学元件 214 包括厚度沿至少一个径向变化的棱镜。在一个实施例中，第一光学元件 214 包括楔角棱镜，对准直光束 219 进行折射。

在一个实施例中，扫描模块 202 还包括第二光学元件 215，第二光学元件 215 绕转动轴 209 转动，第二光学元件 215 的转动速度与第一光学元件 214 的转动速度不同。第二光学元件 215 用于改变第一光学元件 214 投射的光束的方向。在一个实施例中，第二光学元件 215 与另一驱动器 217 连接，驱动器 217 驱动第二光学元件 215 转动。第一光学元件 214 和第二光学元件 215 可以由相同或不同的驱动器驱动，使第一光学元件 214 和第二光学元件 215 的转速和/或转向不同，从而将准直光束 219 投射至外界空间不同的方向，可以扫描较大的空间范围。在一个实施例中，控制器 218 控制驱动器 216 和 217，分别驱动第一光学元件 214 和第二光学元件 215。第一光学元件 214 和第二光学元件 215 的转速可以根据实际应用中预期扫描的区域和样式确定。驱动器 216 和 217 可以包括电机或其他驱动器。

在一个实施例中，第二光学元件 215 包括相对的非平行的一对表面，光束穿过该对表面。在一个实施例中，第二光学元件 215 包括厚度沿至少一个径向变化的棱镜。在一个实施例中，第二光学元件 215 包括楔角棱镜。

一个实施例中，扫描模块 202 还包括第三光学元件（图未示）和用于驱动第三光学元件运动的驱动器。可选地，该第三光学元件包括相对的非平行的一对表面，光束穿过该对表面。在一个实施例中，第三光学元件包括厚度沿至少一个径向变化的棱镜。在一个实施例中，第三光学元件包括楔角棱镜。第一、第二和第三光学元件中的至少两个光学元件以不同的转速和/或转向

转动。

扫描模块 202 中的各光学元件旋转可以将光投射至不同的方向，例如方向 211 和 213，如此对测距装置 200 周围的空间进行扫描。如图 9 所示，图 9 为测距装置 200 的一种扫描图案的示意图。可以理解的是，扫描模块内的
5 光学元件的速度变化时，扫描图案也会随之变化。

当扫描模块 202 投射出的光 211 打到探测物 208 时，一部分光被探测物 208 沿与投射的光 211 相反的方向反射至测距装置 200。探测物 208 反射的回光 212 经过扫描模块 202 后入射至准直元件 204。

探测器 205 与发射器 203 放置于准直元件 204 的同一侧，探测器 205 用
10 于将穿过准直元件 204 的至少部分回光转换为电信号。

一个实施例中，各光学元件上镀有增透膜。可选的，增透膜的厚度与发射器 203 发射出的光束的波长相等或接近，能够增加透射光束的强度。

一个实施例中，测距装置中位于光束传播路径上的一个元件表面上镀有滤光层，或者在光束传播路径上设置有滤光器，用于至少透射发射器所出射
15 的光束所在波段，反射其他波段，以减少环境光给接收器带来的噪音。

在一些实施例中，发射器 203 可以包括激光二极管，通过激光二极管发射纳秒级别的激光脉冲。进一步地，可以确定激光脉冲接收时间，例如，通过探测电信号脉冲的上升沿时间和/或下降沿时间确定激光脉冲接收时间。如此，测距装置 200 可以利用脉冲接收时间信息和脉冲发出时间信息计算
20 TOF，从而确定探测物 208 到测距装置 200 的距离。

测距装置 200 探测到的距离和方位可以用于遥感、避障、测绘、建模、导航等。在一种实施方式中，本发明实施方式的测距装置可应用于移动平台，测距装置可安装在移动平台的平台本体。具有测距装置的移动平台可对外部环境进行测量，例如，测量移动平台与障碍物的距离用于避障等用途，和对
25 外部环境进行二维或三维的测绘。在某些实施方式中，移动平台包括无人飞行器、汽车、遥控车、机器人、相机中的至少一种。当测距装置应用于无人飞行器时，平台本体为无人飞行器的机身。当测距装置应用于汽车时，平台本体为汽车的车身。该汽车可以是自动驾驶汽车或者半自动驾驶汽车，在此不做限制。当测距装置应用于遥控车时，平台本体为遥控车的车身。当测距

装置应用于机器人时，平台本体为机器人。当测距装置应用于相机时，平台本体为相机本身。

- 最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明，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，或者对其中部分或者全部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发明各实施例技术方案的范围。
- 5

权利要求书

1、一种三维数据点的编码方法，其特征在于，所述三维数据点采用多叉树的方式进行划分，所述方法包括：

5 对所述多叉树的前 M 层采用广度优先的方式进行编码，所述 M 为大于等于 2 的整数；

对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行编码，其中，对切换至深度优先的方式编码的节点的子节点采用广度优先的方式进行编码，所述节点的子节点包括对所述节点进行至少一次多叉树划分直到划分得到叶子节点过程中得到的所有子节点。

10 2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，还包括：

在切换至深度优先的方式进行编码的节点中，对所述节点的叶子节点所包含的三维数据点的数量进行编码。

3、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述对所述节点的叶子节点所包含的三维数据点的数量进行编码，包括：

15 在所述叶子节点中包含 1 个三维数据点的情况下，编码 0；

在所述叶子节点中包含 N 个三维数据点的情况下，依次编码 1 和 N-1，其中，所述 N 为大于等于 2 的整数。

4、根据权利要求 1-3 任一项所述的方法，其特征在于，所述对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行编码，包括：

20 对所述多叉树的第 M 层中的所有节点采用深度优先的方式进行并行编码。

5、根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述对所述多叉树的第 M 层中的所有节点采用深度优先的方式进行并行编码，包括：

25 采用多个线程对所述多叉树的第 M 层中的所有节点以深度优先的方式进行并行编码，其中，每个线程对应至少一个节点。

6、根据权利要求 1-3 任一项所述的方法，其特征在于，所述对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行编码，包括：

30 对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点采用深度优先的方式进行并行的第一编码，对所述多叉树的第 M 层中的其余节点采用广度优先的方式进行第二编码，所述第一编码与所述第二编码并行进行。

7、根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点采用深度优先的方式进行第一编码，对所述多叉树的第 M 层中的其余节点采用广度优先的方式进行第二编码，包括：

5 采用至少一个线程对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点以深度优先的方式进行第一编码，其中，每个线程对应至少一个节点；

采用另一线程对所述多叉树的第 M 层中的其余节点以广度优先的方式进行第二编码，所述其余节点共用一个线程。

8、根据权利要求 5 或 7 所述的方法，其特征在于，以深度优先的方式进行编码的每个节点对应一个概率模型；以广度优先的方式进行编码的所有
10 节点对应一个概率模型。

9、根据权利要求 1-8 任一项所述的方法，其特征在于，所述对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行编码之前，还包括：

15 编码第一标识符，所述第一标识符用于指示对所述第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行编码。

10、根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述多叉树为 N 叉树，所述标识符为 N 比特 0 或者 N 比特 1，其中，所述 N 为二、四或者八。

11、根据权利要求 1-10 任一项所述的方法，其特征在于，所述对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行编码之前，
20 还包括：

确定对第 M 层中包含的三维数据点的数目大于预设阈值的节点切换至深度优先的方式进行编码。

12、根据权利要求 1-10 任一项所述的方法，其特征在于，所述第 M 层为根据经验值确定的层级。

25 13、根据权利要求 4-8 任一项所述的方法，其特征在于，还包括：
按照预设规则对并行编码结果进行拼接处理。

14、根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述按照预设规则对所述并行编码结果进行拼接处理，包括：

30 采用深度优先的方式编码的所有节点按照在所述第 M 层中的顺序，依次拼接各节点对应的编码结果。

15、根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述按照预设规则对所述并行编码结果进行拼接处理，包括：

按照节点在第 M 层中的顺序依次拼接采用广度优先方式的编码结果和采用深度优先方式的编码结果。

5 16、根据权利要求 1-5 任一项所述的方法，其特征在于，还包括：

编码第二标识符，所述第二标识符用于指示所述第 M 层中的所有节点采用深度优先的方式进行编码。

17、一种三维数据点的解码方法，其特征在于，所述三维数据点采用多叉树的方式进行划分，所述方法包括：

10 对所述多叉树的前 M 层采用广度优先的方式进行解码，所述 M 为大于等于 2 的整数；

对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行解码，其中，对切换至深度优先的方式解码的节点的子节点采用广度优先的方式进行解码。

15 18、根据权利要求 17 所述的方法，其特征在于，还包括：

在切换至深度优先的方式进行解码的节点中，对所述节点的叶子节点所包含的三维数据点的数量进行解码。

19、根据权利要求 17 或 18 所述的方法，其特征在于，所述对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行解码，包括：

20 对所述多叉树的第 M 层中的所有节点采用深度优先的方式进行并行解码。

20、根据权利要求 19 所述的方法，其特征在于，所述对所述多叉树的第 M 层中的至少两个节点采用深度优先的方式进行并行解码，包括：

25 采用多个线程对所述多叉树的第 M 层中的所有节点以深度优先的方式进行并行解码，每个线程对应至少一个节点。

21、根据权利要求 17 或 18 所述的方法，其特征在于，所述对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行解码，包括：

30 对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点采用深度优先的方式进行第一解码，对所述多叉树的第 M 层中的其余节点采用广度优先的方式进行第二解码，所述第一解码与所述第二解码并行进行。

22、根据权利要求 21 所述的方法，其特征在于，所述对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点采用深度优先的方式进行第一解码，对所述多叉树的第 M 层中的其余节点采用广度优先的方式进行第二解码，包括：

5 采用至少一个线程对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点以深度优先的方式进行并行第一解码，每个线程对应至少一个节点；采用另一线程对所述多叉树的第 M 层中的其余节点以广度优先的方式进行第二解码，所述其余节点共用一个线程。

23、根据权利要求 20 或 22 所述的方法，其特征在于，以深度优先的方式进行解码的每个节点对应一个概率模型；以广度优先的方式进行解码的所有节点对应一个概率模型。

24、根据权利要求 17-23 任一项所述的方法，其特征在于，所述对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行解码之前，还包括：

15 解码第一标识符，所述第一标识符用于指示采用深度优先的方式对所述第 M 层中的至少一个节点进行解码。

25、根据权利要求 24 所述的方法，其特征在于，所述多叉树为 N 叉树，所述第一标识符为 N 比特 0 或者 N 比特 1，其中，所述 N 为二、四或者八。

26、根据权利要求 17-25 任一项所述的方法，其特征在于，所述第 M 层为根据经验值确定的层级。

20 27、根据权利要求 17-20 任一项所述的方法，其特征在于，还包括：

解码第二标识符，所述第二标识符用于指示所述第 M 层中的所有节点采用深度优先的方式进行解码。

28、一种三维数据点的编码装置，其特征在于，所述三维数据点采用多叉树的方式进行划分，所述装置包括：处理器和存储器，其中，所述存储器上存储有可在所述处理器上运行的程序，所述处理器运行所述程序执行如下步骤：

25 对所述多叉树的前 M 层采用广度优先的方式进行编码，所述 M 为大于等于 2 的整数；对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行编码，其中，对切换至深度优先的方式编码的节点的子节点采用
30 广度优先的方式进行编码，所述节点的子节点包括对所述节点进行至少一次

多叉树划分直到划分得到叶子节点过程中得到的所有子节点。

29、根据权利要求 28 所述的装置，其特征在于，所述处理器还用于在切换至深度优先的方式进行编码的节点中，对所述节点的叶子节点所包含的三维数据点的数量进行编码。

5 30、根据权利要求 29 所述的装置，其特征在于，所述处理器具体用于在所述叶子节点中包含 1 个三维数据点的情况下，编码 0；在所述叶子节点中包含 N 个三维数据点的情况下，依次编码 1 和 N-1，其中，所述 N 为大于等于 2 的整数。

10 31、根据权利要求 28-30 任一项所述的装置，其特征在于，所述处理器具体用于对所述多叉树的第 M 层中的所有节点采用深度优先的方式进行并行编码。

32、根据权利要求 31 所述的装置，其特征在于，所述处理器具体用于采用多个线程对所述多叉树的第 M 层中的所有节点以深度优先的方式进行并行编码，每个线程对应至少一个节点。

15 33、根据权利要求 28-30 任一项所述的装置，其特征在于，所述处理器具体用于对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点采用深度优先的方式进行并行第一编码，对所述多叉树的第 M 层中的其余节点采用广度优先的方式进行第二编码，所述第一编码与所述第二编码并行进行。

20 34、根据权利要求 33 所述的装置，其特征在于，所述处理器具体用于采用至少一个线程对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点以深度优先的方式进行第一编码，每个线程对应至少一个节点；采用另一线程对所述多叉树的第 M 层中的其余节点以广度优先的方式进行第二编码，所述其余节点共用一个线程。

25 35、根据权利要求 32 或 34 所述的装置，其特征在于，以深度优先的方式进行编码的每个节点对应一个概率模型；以广度优先的方式进行编码的所有节点对应一个概率模型。

36、根据权利要求 28-35 任一项所述的装置，其特征在于，所述处理器还用于编码第一标识符，所述第一标识符用于指示对所述第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行编码。

30 37、根据权利要求 36 所述的装置，其特征在于，所述多叉树为 N 叉树，

所述标识符为 N 比特 0 或者 N 比特 1，其中，所述 N 为二、四或者八。

38、根据权利要求 28-37 任一项所述的装置，其特征在于，所述处理器还用于确定对第 M 层中包含的三维数据点的数目大于预设阈值的节点切换至深度优先的方式进行编码。

5 39、根据权利要求 28-37 任一项所述的装置，其特征在于，所述第 M 层为根据经验值确定的层级。

40、根据权利要求 31-34 任一项所述的装置，其特征在于，所述处理器还用于按照预设规则对并行编码结果进行拼接处理。

10 41、根据权利要求 40 所述的装置，其特征在于，所述处理器具体用于采用深度优先的方式编码的所有节点按照在所述第 M 层中的顺序，依次拼接各节点对应的编码结果。

42、根据权利要求 40 所述的装置，其特征在于，所述处理器具体用于按照节点在第 M 层中的顺序依次拼接采用广度优先方式的编码结果和采用深度优先方式的编码结果。

15 43、根据权利要求 28-32 任一项所述的装置，其特征在于，所述处理器还用于编码第二标识符，所述第二标识符用于指示所述第 M 层中的所有节点采用深度优先的方式进行编码。

20 44、一种三维数据点的解码装置，其特征在于，所述三维数据点采用多叉树的方式进行划分，所述装置包括：处理器和存储器，其中，所述存储器上存储有可在所述处理器上运行的程序，所述处理器运行所述程序执行如下步骤：

25 对所述多叉树的前 M 层采用广度优先的方式进行解码，所述 M 为大于等于 2 的整数；对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点切换至深度优先的方式进行解码，其中，对切换至深度优先的方式解码的节点的子节点采用广度优先的方式进行解码。

45、根据权利要求 44 所述的装置，其特征在于，所述处理器还用于在切换至深度优先的方式进行解码的节点中，对所述节点的叶子节点所包含的三维数据点的数量进行解码。

30 46、根据权利要求 44 或 45 所述的装置，其特征在于，所述处理器具体用于对所述多叉树的第 M 层中的所有节点采用深度优先的方式进行并行解

码。

47、根据权利要求 46 所述的装置，其特征在于，所述处理器具体用于采用多个线程对所述多叉树的第 M 层中的所有节点以深度优先的方式进行并行解码，每个线程对应至少一个节点。

5 48、根据权利要求 44 或 45 所述的装置，其特征在于，所述处理器具体用于对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点采用深度优先的方式进行并行第一解码，对所述多叉树的第 M 层中的其余节点采用广度优先的方式进行第二解码，所述第一解码与所述第二解码并行进行。

10 49、根据权利要求 48 所述的装置，其特征在于，所述处理器具体用于采用至少一个线程对所述多叉树的第 M 层中的至少一个节点以深度优先的方式进行第一解码，每个线程对应至少一个节点；采用另一线程对所述多叉树的第 M 层中的其余节点以广度优先的方式进行第二解码，所述其余节点共用一个线程。

15 50、根据权利要求 47 或 49 所述的装置，其特征在于，以深度优先的方式进行解码的每个节点对应一个概率模型；以广度优先的方式进行解码的所有节点对应一个概率模型。

51、根据权利要求 47-50 任一项所述的装置，其特征在于，所述处理器还用于解码第一标识符，所述第一标识符用于指示采用深度优先的方式对所述第 M 层中的至少一个节点进行解码。

20 52、根据权利要求 51 所述的装置，其特征在于，所述多叉树为 N 叉树，所述第一标识符为 N 比特 0 或者 N 比特 1，其中，所述 N 为二、四或者八。

53、根据权利要求 47-52 任一项所述的装置，其特征在于，所述第 M 层为根据经验值确定的层级。

25 54、根据权利要求 47-50 任一项所述的装置，其特征在于，所述处理器还用于解码第二标识符，所述第二标识符用于指示所述第 M 层中的所有节点采用深度优先的方式进行解码。

1/5

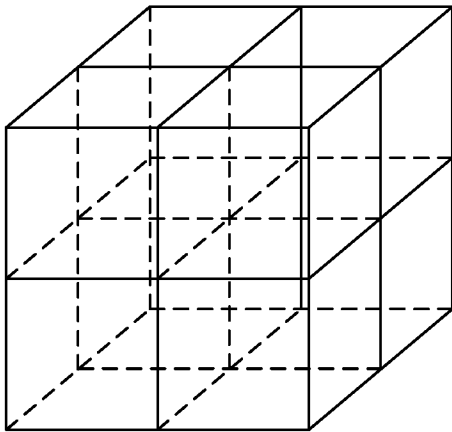


图 1

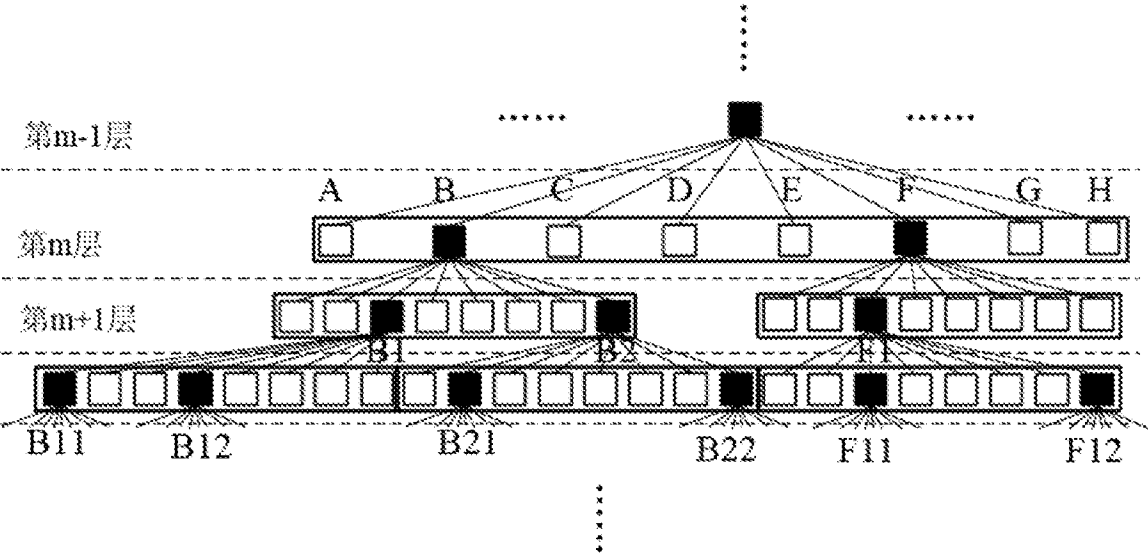


图 2

2/5

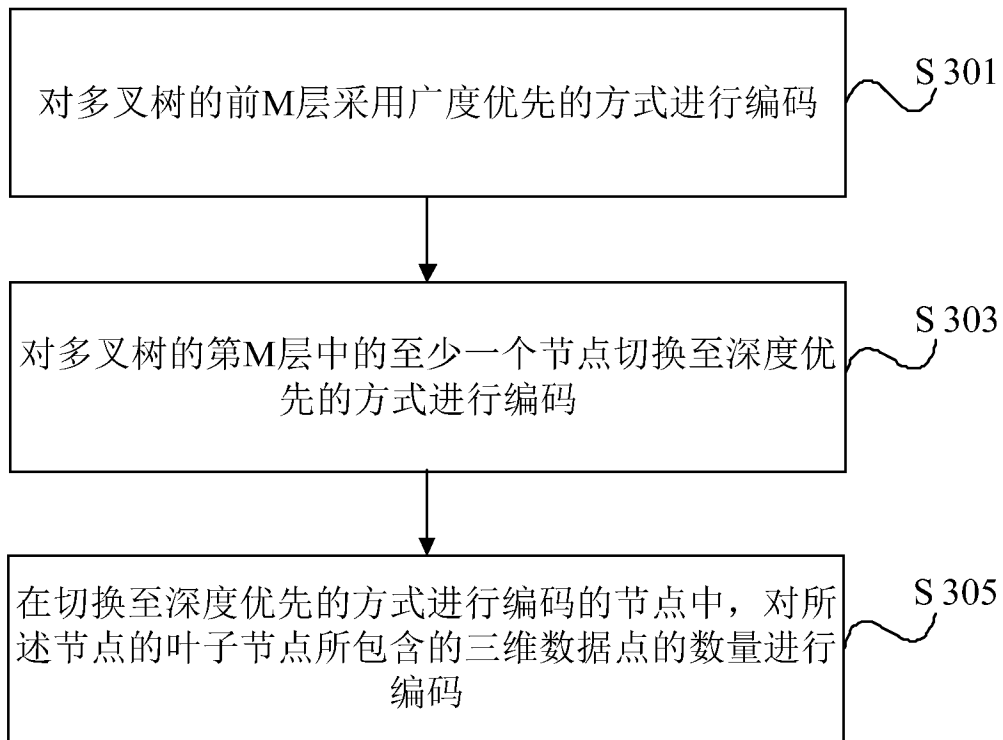


图 3

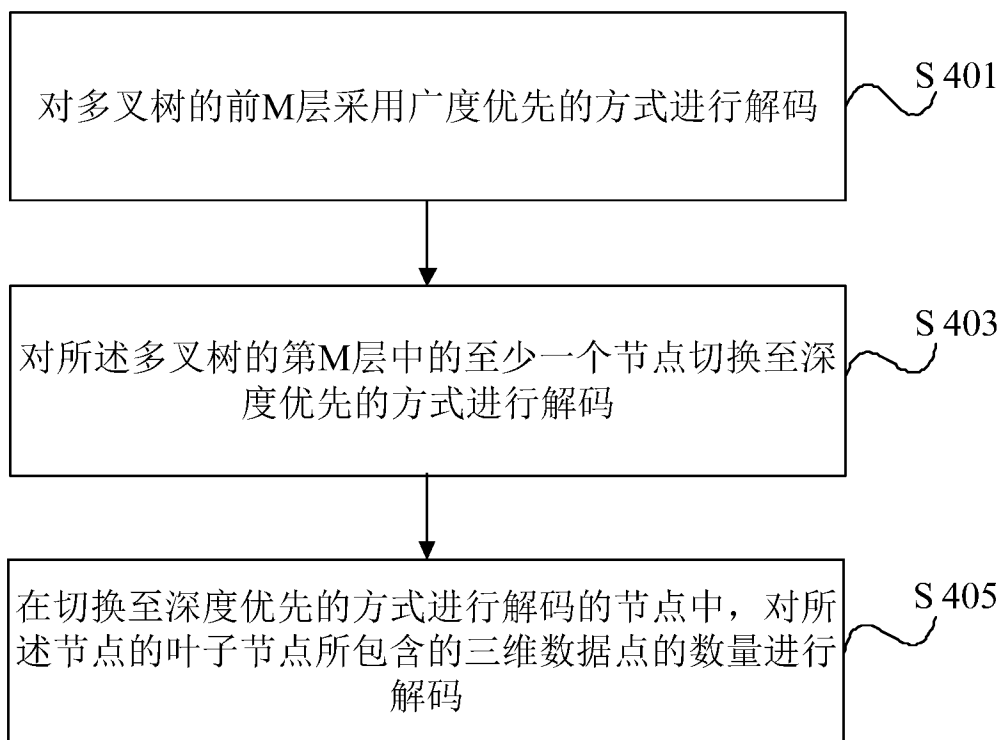


图 4

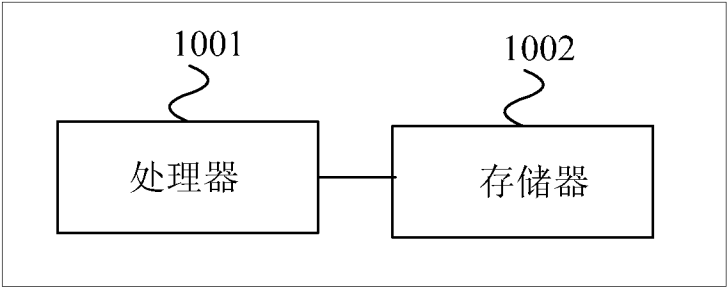


图 5

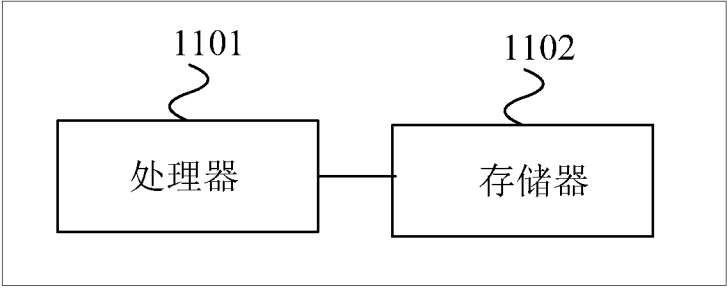


图 6

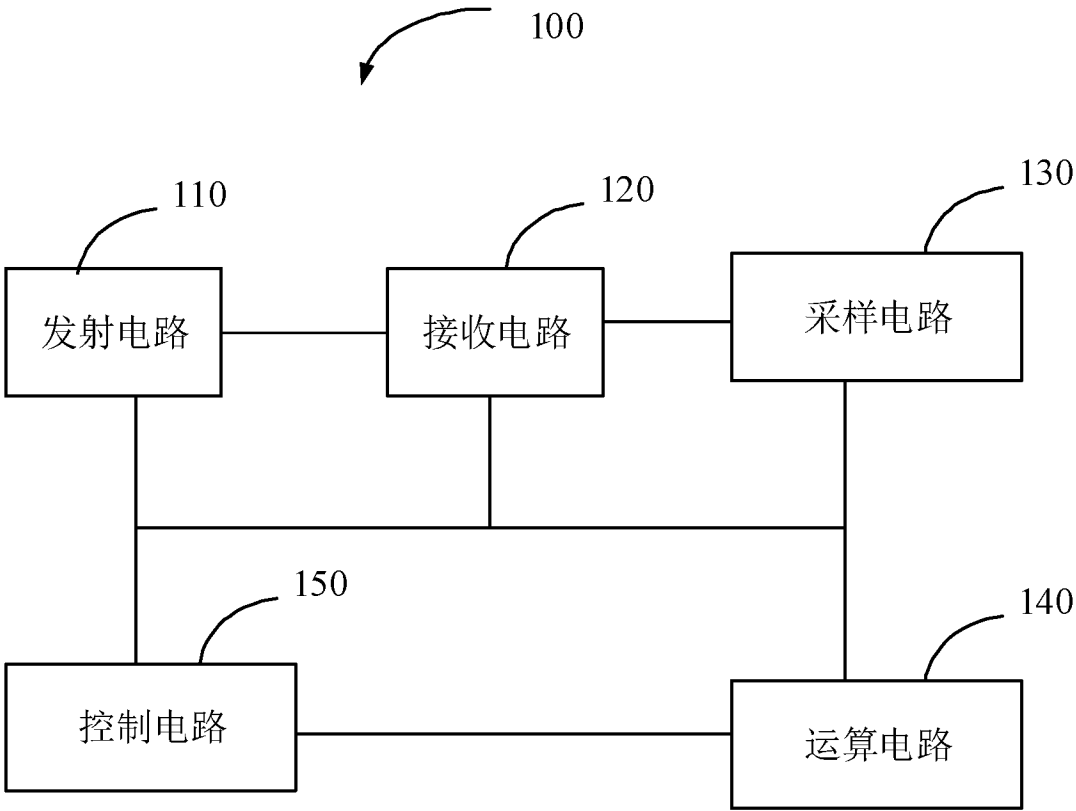


图 7

4/5

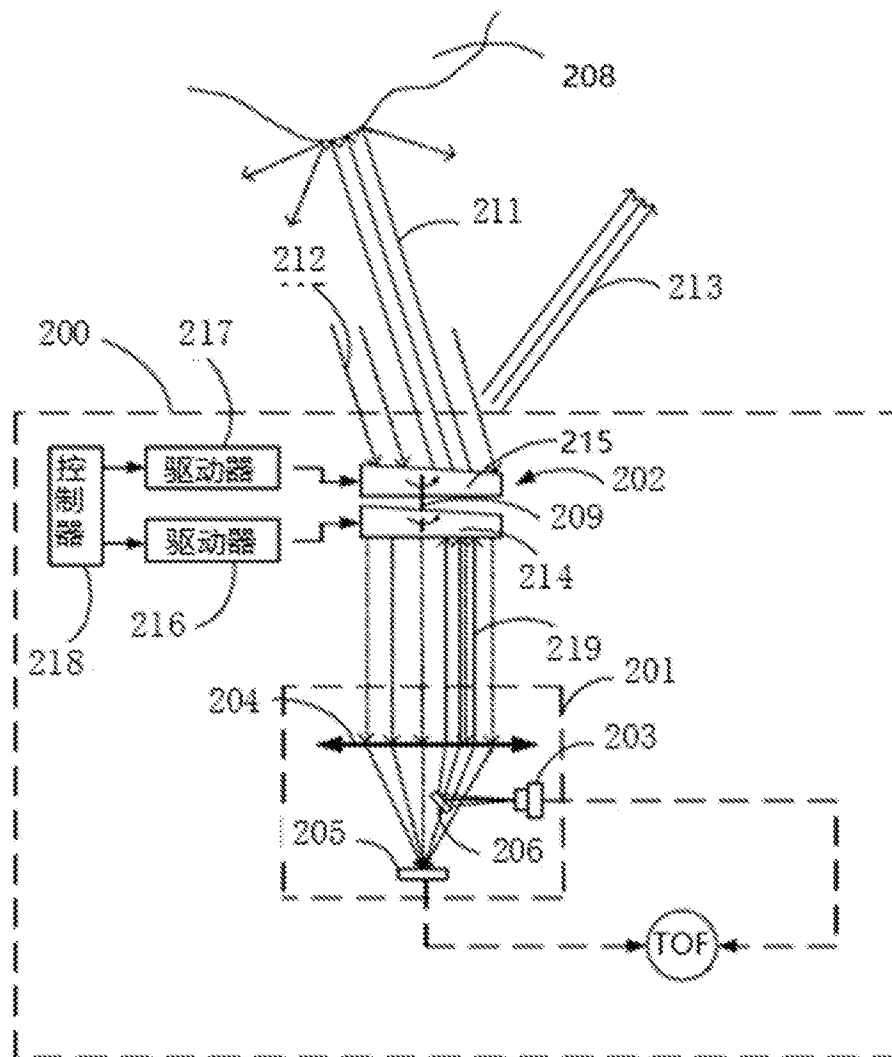


图 8

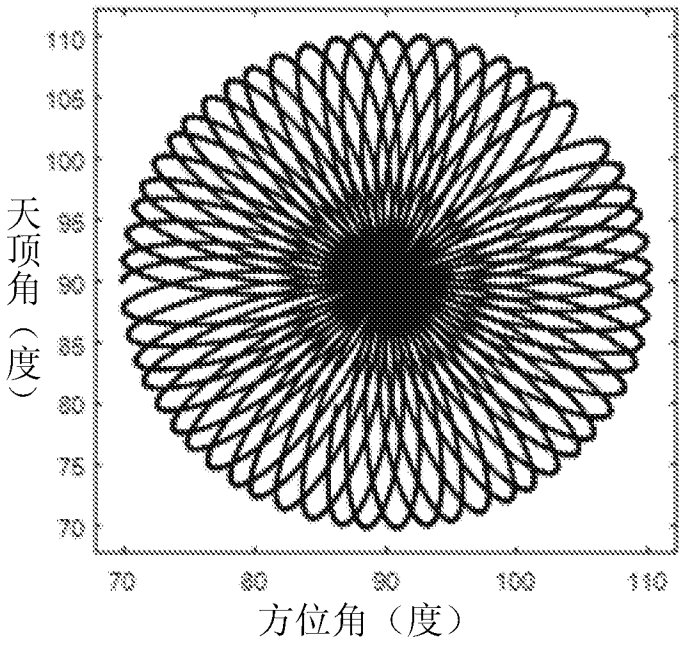


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/091351

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 9/40(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, CNKI, IEEE: 三维, 编码, 解码, 多叉树, 四叉树, 八叉树, 深度, 广度, 混合, 切换, 转换, 变换, three-dimensional, 3D, coding, decode, tree, depth, deep, extent, width, switch

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 108833927 A (PEKING UNIVERSITY SHENZHEN GRADUATE SCHOOL) 16 November 2018 (2018-11-16) description, paragraphs [0002], [0009]-[0025]	1-54
A	CN 1684109 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 19 October 2005 (2005-10-19) entire document	1-54
A	CN 106231331 A (GE VIDEO COMPRESSION LLC) 14 December 2016 (2016-12-14)	1-54
A	CN 1946180 A (BEIHANG UNIVERSITY) 11 April 2007 (2007-04-11) entire document	1-54
A	US 2006041818 A1 (TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED) 23 February 2006 (2006-02-23) entire document	1-54



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

29 February 2020

Date of mailing of the international search report

16 March 2020

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/CN2019/091351

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108833927	A	16 November 2018	WO	2019210531	A1	07 November 2019
CN	1684109	A	19 October 2005	JP	2005235210	A	02 September 2005
				US	2005180340	A1	18 August 2005
				KR	20050082052	A	22 August 2005
				EP	1566769	A2	24 August 2005
CN	106231331	A	14 December 2016	JP	2015149737	A	20 August 2015
				US	2013039422	A1	14 February 2013
				DK	2559245	T3	24 August 2015
				CN	106231328	A	14 December 2016
				WO	2011128269	A1	20 October 2011
				JP	2013526143	A	20 June 2013
				CN	106231336	A	14 December 2016
				CN	105120288	A	02 December 2015
				CN	106231326	A	14 December 2016
				US	2019045227	A1	07 February 2019
				US	2019306539	A1	03 October 2019
				BR	112012026383	A2	02 August 2016
				TW	201727581	A	01 August 2017
				KR	20190077603	A	03 July 2019
				CN	106231334	A	14 December 2016
				US	2019089992	A1	21 March 2019
				US	2016360239	A1	08 December 2016
				TW	201717163	A	16 May 2017
				CN	106231324	A	14 December 2016
				US	2019394497	A1	26 December 2019
				EP	2559245	A1	20 February 2013
				CN	106231332	A	14 December 2016
				US	2017134760	A1	11 May 2017
				TW	201541411	A	01 November 2015
				EP	2947884	A1	25 November 2015
				CN	106231329	A	14 December 2016
				US	2020007897	A1	02 January 2020
				CN	106358045	A	25 January 2017
				US	2017134761	A1	11 May 2017
				DK	2947884	T3	28 October 2019
				CN	106231337	A	14 December 2016
				KR	20170070256	A	21 June 2017
CN	1946180	A	11 April 2007	None			
US	2006041818	A1	23 February 2006	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/091351

A. 主题的分类

G06T 9/40 (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, CNKI, IEEE: 三维, 编码, 解码, 多叉树, 四叉树, 八叉树, 深度, 广度, 混合, 切换, 转换, 变换, three-dimensional, 3D, coding, decode, tree, depth, deep, extent, width, switch

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 108833927 A (北京大学深圳研究生院) 2018年 11月 16日 (2018 - 11 - 16) 说明书第[0002]、[0009]–[0025]段	1–54
A	CN 1684109 A (三星电子株式会社) 2005年 10月 19日 (2005 - 10 - 19) 全文	1–54
A	CN 106231331 A (GE视频压缩有限责任公司) 2016年 12月 14日 (2016 - 12 - 14)	1–54
A	CN 1946180 A (北京航空航天大学) 2007年 4月 11日 (2007 - 04 - 11) 全文	1–54
A	US 2006041818 A1 (TEXAS INSTRUMENTS INC) 2006年 2月 23日 (2006 - 02 - 23) 全文	1–54

☐ 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

2020年 2月 29日

国际检索报告邮寄日期

2020年 3月 16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

周亚楠

电话号码 86-(10)-53961530

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/091351

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	108833927	A	2018年 11月 16日	WO	2019210531	A1	2019年 11月 7日
CN	1684109	A	2005年 10月 19日	JP	2005235210	A	2005年 9月 2日
				US	2005180340	A1	2005年 8月 18日
				KR	20050082052	A	2005年 8月 22日
				EP	1566769	A2	2005年 8月 24日
CN	106231331	A	2016年 12月 14日	JP	2015149737	A	2015年 8月 20日
				US	2013039422	A1	2013年 2月 14日
				DK	2559245	T3	2015年 8月 24日
				CN	106231328	A	2016年 12月 14日
				WO	2011128269	A1	2011年 10月 20日
				JP	2013526143	A	2013年 6月 20日
				CN	106231336	A	2016年 12月 14日
				CN	105120288	A	2015年 12月 2日
				CN	106231326	A	2016年 12月 14日
				US	2019045227	A1	2019年 2月 7日
				US	2019306539	A1	2019年 10月 3日
				BR	112012026383	A2	2016年 8月 2日
				TW	201727581	A	2017年 8月 1日
				KR	20190077603	A	2019年 7月 3日
				CN	106231334	A	2016年 12月 14日
				US	2019089992	A1	2019年 3月 21日
				US	2016360239	A1	2016年 12月 8日
				TW	201717163	A	2017年 5月 16日
				CN	106231324	A	2016年 12月 14日
				US	2019394497	A1	2019年 12月 26日
				EP	2559245	A1	2013年 2月 20日
				CN	106231332	A	2016年 12月 14日
				US	2017134760	A1	2017年 5月 11日
				TW	201541411	A	2015年 11月 1日
				EP	2947884	A1	2015年 11月 25日
				CN	106231329	A	2016年 12月 14日
				US	2020007897	A1	2020年 1月 2日
				CN	106358045	A	2017年 1月 25日
				US	2017134761	A1	2017年 5月 11日
				DK	2947884	T3	2019年 10月 28日
				CN	106231337	A	2016年 12月 14日
				KR	20170070256	A	2017年 6月 21日
CN	1946180	A	2007年 4月 11日	无			
US	2006041818	A1	2006年 2月 23日	无			