

# (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  
2023 年 6 月 1 日 (01.06.2023)



(10) 国际公布号  
**WO 2023/093582 A1**

(51) 国际专利分类号:

**H04L 69/04** (2022.01) **H04N 19/91** (2014.01)

**H04L 69/164** (2022.01) **G01S 17/931** (2020.01)

**H04N 19/93** (2014.01) **G01S 17/08** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/132107

(22) 国际申请日: 2022 年 11 月 16 日 (16.11.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:

202111393470.5 2021 年 11 月 23 日 (23.11.2021) CN

(71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(72) 发明人: 涂晨曦 (TU, Chenxi); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。蔡康颖 (CAI, Kangying); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。曹潇然 (CAO,

Xiaoran); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(74) 代理人: 北京润泽恒知识产权代理有限公司 (BEIJING RUN ZEHENG INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 中国北京市海淀区中关村南大街甲 18 号北京国际 C 座 6 层 606, Beijing 100081 (CN)。

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

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR COMPRESSING RADAR DATA

(54) 发明名称: 雷达数据的压缩方法和装置

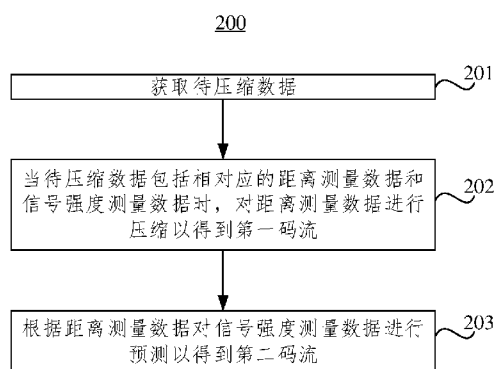


图 2

201 Acquire data to be compressed

202 When said data comprises distance measurement data and signal intensity measurement data, which correspond to each other, compress the distance measurement data to obtain a first code stream

203 Predict the signal intensity measurement data according to the distance measurement data, so as to obtain a second code stream

(57) Abstract: Provided in the present application are a method and apparatus for compressing radar data. The method for compressing radar data comprises: acquiring data to be compressed, wherein said data is collected measurement data of N transmissions of a laser radar, and  $N \geq 1$ ; when said data comprises distance measurement data and signal intensity measurement data, which correspond to each other, compressing the distance measurement data to obtain a first code stream; and predicting the signal intensity measurement data according to the distance measurement data, so as to obtain a second code stream. By means of the present application, the data volume to be compressed can be greatly reduced, and in particular, the more the 0 values are, the higher the compression efficiency is, such that occupied code streams are saved.

(57) 摘要: 本申请提供一种雷达数据的压缩方法和装置。雷达数据的压缩方法包括: 获取待压缩数据, 待压缩数据是激光雷达 N 次发射所采集到的测量数据,  $N \geq 1$ ; 当待压缩数据包括相对应的距离测量数据和信号强度测量数据时, 对距离测量数据进行压缩以得到第一码流; 根据距离测量数据对信号强度测量数据进行预测以得到第二码流。本申请可以使得待压缩的数据量大大减小, 尤其是 0 值越多压缩效率越高, 进而节省了占用的码流。

(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

## 雷达数据的压缩方法和装置

本申请要求于 2021 年 11 月 23 日提交中国专利局、申请号为 202111393470.5、申请名称为“雷达数据的压缩方法和装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

### 技术领域

本申请涉及雷达技术，尤其涉及一种雷达数据的压缩方法和装置。

### 背景技术

通过激光雷达获取点云数据在自动驾驶的各个算法模块（例如定位，壁障等）有着重要作用。近年，随着激光雷达技术的演进，激光雷达的耐用性大幅提升，单价也下沉到市场可以接受的程度，各类车规级激光雷达层出不穷。如今激光雷达已成为 4 级自动驾驶的标配传感器，被诸多量产车型所采纳。

与此同时，激光雷达的数据传输愈逐成为一大痛点。随着对高分辨点云的追求，激光雷达的线数不断提高，传输单个激光雷达的原始数据可能需要 100Mbps 以上的带宽。而出于安全性和可靠性的考虑，自动驾驶车辆通常还有搭配有摄像头、毫米波雷达等多种传感器，进而对数据的传输和存储带来更大的压力。

可见，为了能满足激光雷达数据在传输和存储方面的需求，高效的压缩算法不可或缺。

### 发明内容

本申请提供一种雷达数据的压缩方法和装置，以使得待压缩的数据量大大减小，尤其是 0 值越多压缩效率越高，进而节省了占用的码流。

第一方面，本申请提供一种雷达数据的压缩方法，包括：获取码流；根据所述码流获取与距离测量数据对应的第一码流；对所述第一码流进行解压缩以得到所述距离测量数据；根据所述距离测量数据获取信号强度测量数据。

如上所述，激光雷达的原始数据是指用户数据包协议（user datagram protocol, UDP）数据包或分组数据。对 UDP 数据进行整理得到分组数据，分组数据中仍然是一个数据块（block）对应激光雷达的一次发射，一个 block 包括一个转动角（azimuth angle）测量数据和多组距离（distance）测量数据和信号强度（intensity）测量数据，距离测量数据和信号强度测量数据之间是一一对应的。

本申请实施例中，针对不同类型的测量数据可以采用不同的压缩方式，其中，针对距离测量数据，编码端可以采用的压缩方法包括：

在一种可能的实现方式中，当待压缩数据包括多个 0 值距离测量数据时，对多个 0 值距离测量数据进行游程编码以得到第一码流。

在一种可能的实现方式中，当待压缩数据包括多个非 0 的距离测量数据时，对多个非 0 的距离测量数据进行基于残差的熵编码以得到第一码流。

同一组内的距离测量数据和信号强度测量数据之间具备对应关系，相应的，同一组内的距离测量数据和信号强度测量数据的取值也具备关联性，例如，距离测量数据为 0 时，

通常与其对应的信号强度测量数据也为 0，这是因为距离测量数据为 0 时，表示信号很弱不足以得到有效信息，因此忽略该距离测量数据，将其标记为 0，相应的其所对应的信号强度测量数据也记为 0。因此可以考虑将二者进行跨模态压缩，以达到最优的压缩效率。

在一种可能的实现方式中，当距离测量数据为 0 时，其所对应的信号强度测量数据也为 0，因此针对这一类的信号强度测量数据，编码端可以不对其进行处理，可以大大减小数据量，0 值越多压缩效率越高，进而节省了占用的码流。

在一种可能的实现方式中，同一组内的距离测量数据和信号强度测量数据的取值，除了上述 0 值对应 0 值的关系外，还可能在二者之间具备计算关系，可以大大减小数据量，与距离测量数据具备计算关系的信号强度测量数据越多压缩效率越高，进而节省了占用的码流。

在一种可能的实现方式中，当距离测量数据为非 0 时，根据一个或多个非 0 的距离测量数据对与距离测量数据对应的信号强度测量数据进行预测以得到信号强度测量数据的残差，然后根据信号强度测量数据的残差获取第二码流。

在一种可能的实现方式中，当待压缩数据包括多个非 0 的距离测量数据时，对与多个非 0 的距离测量数据对应的多个信号强度测量数据进行基于残差的熵编码以得到第二码流。

在一种可能的实现方式中，获取非 0 的距离测量数据，根据一个或多个非 0 的距离测量数据对与非 0 的距离测量数据对应的非 0 的信号强度测量数据进行预测得到第一残差，根据非 0 的信号强度测量数据对另一个非 0 的信号强度测量数据进行预测以得到第二残差，最后根据第一残差和第二残差获取第二码流。

本申请实施例，通过基于同一组内的距离测量数据和信号强度测量数据之间的关联性，采用跨模态的方式对二者进行压缩，使得待压缩的数据量大大减小，尤其是 0 值越多压缩效率越高，进而节省了占用的码流。

在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：根据所述码流获取与时间测量数据对应的第三码流；对所述第三码流进行解压缩以得到所述时间测量数据。

在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：根据所述码流获取与转动角测量数据对应的第四码流；对所述第四码流进行解压缩以得到所述转动角测量数据。

上述解压缩包括游程解码、熵解码或者基于残差的熵解码。

第二方面，本申请提供一种雷达数据的压缩方法，包括：获取待压缩数据，所述待压缩数据是激光雷达 N 次发射所采集到的测量数据， $N \geq 1$ ；当所述待压缩数据包括相对应的距离测量数据和信号强度测量数据时，对所述距离测量数据进行压缩以得到第一码流；根据所述距离测量数据对所述信号强度测量数据进行预测以得到第二码流。

码流包括第一码流、第二码流第三码流和第四码流中的至少一个，对于本申请是市里的方案，主要考虑距离测量数据和信号强度测量数据，因此码流中需要至少包括第一码流。可选的，码流中可以携带一些语法元素，用于指示码流中的不同字段的含义。可选的，编码端和解码端可以预先约定不同的码流的长度，根据当前解析到的码流的字节或比特位确定是前述四个中的哪个码流。

在一种可能的实现方式中，对第一码流进行游程解码以得到多个连续的 0 值距离测量数据。与编码端相对应，解码端可以根据语法元素的指示，对码流中的相应字段采用游程

解码，从而得到多个连续的 0 值距离测量数据。

在一种可能的实现方式中，对第一码流进行熵解码以得到除多个连续的 0 值距离测量数据之外的距离测量数据。

5 在一种可能的实现方式中，当距离测量数据为 0 时，将与距离测量数据对应的信号强度测量数据置为 0。

在一种可能的实现方式中，当距离测量数据为非 0 时，仅根据距离测量数据计算得到与距离测量数据对应的信号强度测量数据；或者，当距离测量数据为非 0 时，仅根据已解码得到的一个或多个非 0 的距离测量数据计算得到与距离测量数据对应的信号强度测量数据。

10 在一种可能的实现方式中，根据码流获取与信号强度测量数据对应的第二码流，对第二码流进行解压缩得到非 0 的信号强度测量数据的残差，根据已解码得到的一个或多个非 0 的距离测量数据和残差得到非 0 的信号强度测量数据。

在一种可能的实现方式中，根据码流获取与信号强度测量数据对应的第二码流，对第二码流进行解压缩以得到非 0 的信号强度测量数据。

15 在一种可能的实现方式中，根据已解码得到的一个或多个非 0 的距离测量数据预测得到非 0 的信号强度测量数据，根据非 0 的信号强度测量数据预测得到另一个非 0 的信号强度测量数据。

20 本申请实施例，通过基于同一组内的距离测量数据和信号强度测量数据之间的关联性，采用跨模态的方式对二者进行解压缩，由于码流中针对部分信号强度测量数据可以节省其比特流，因此大大减小了码流长度，提高压缩效率。

在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：当所述待压缩数据还包括时间测量数据时，对所述时间测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第三码流；和/或，当所述待压缩数据还包括转动角测量数据时，对所述转动角测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第四码流。

25 第三方面，本申请提供一种雷达数据的压缩方法，包括：获取待压缩数据，所述待压缩数据是激光雷达 N 次发射所采集到的测量数据， $N \geq 1$ ；当所述待压缩数据包括多个 0 值距离测量数据时，对所述多个 0 值距离测量数据进行游程编码以得到第一码流。

30 在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：当所述待压缩数据包括多个非 0 的距离测量数据时，对所述多个非 0 的距离测量数据进行基于残差的熵编码以得到所述第一码流。

在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：当所述待压缩数据还包括信号强度测量数据时，对所述信号强度测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第二码流；和/或，当所述待压缩数据还包括时间测量数据时，对所述时间测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第三码流；和/或，当所述待压缩数据还包括转动角测量数据时，对所述转动角测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第四码流。

35 第四方面，本申请提供一种雷达数据的解压缩方法，包括：获取码流；根据所述码流获取与距离测量数据对应的第一码流；对所述第一码流进行游程解码以得到多个连续的 0 值距离测量数据。

在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：对所述第一码流进行熵解码以得到除所述多个连续的 0 值距离测量数据之外的距离测量数据。

在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：根据所述码流获取与信号强度测量数据对应的第二码流；对所述第二码流进行解压缩以得到所述信号强度测量数据。

5 在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：根据所述码流获取与时间测量数据对应的第三码流；对所述第三码流进行解压缩以得到所述时间测量数据。

在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：根据所述码流获取与转动角测量数据对应的第四码流；对所述第四码流进行解压缩以得到所述转动角测量数据。

在一种可能的实现方式中，所述解压缩包括游程解码、熵解码或者基于残差的熵解码。

10 第五方面，本申请提供一种解压缩装置，包括：获取模块，用于获取码流；根据所述码流获取与距离测量数据对应的第一码流；解压缩模块，用于对所述第一码流进行解压缩以得到所述距离测量数据；根据所述距离测量数据获取信号强度测量数据。

在一种可能的实现方式中，所述解压缩模块，具体用于当所述距离测量数据为 0 时，将与所述距离测量数据对应的信号强度测量数据置为 0。

15 在一种可能的实现方式中，所述解压缩模块，具体用于当所述距离测量数据为非 0 时，仅根据所述距离测量数据计算得到与所述距离测量数据对应的信号强度测量数据；或者，当所述距离测量数据为非 0 时，仅根据已解码得到的一个或多个非 0 的距离测量数据计算得到与所述距离测量数据对应的信号强度测量数据。

20 在一种可能的实现方式中，所述解压缩模块，具体用于根据所述码流获取与所述信号强度测量数据对应的第二码流；对所述第二码流进行解压缩得到非 0 的信号强度测量数据的残差；根据已解码得到的一个或多个非 0 的距离测量数据和所述残差得到所述非 0 的信号强度测量数据。

25 在一种可能的实现方式中，所述获取模块，还用于根据所述码流获取与所述信号强度测量数据对应的第二码流；所述解压缩模块，还用于对所述第二码流进行解压缩以得到非 0 的信号强度测量数据。

在一种可能的实现方式中，所述解压缩模块，具体用于根据已解码得到的一个或多个非 0 的距离测量数据预测得到非 0 的信号强度测量数据；根据所述非 0 的信号强度测量数据预测得到另一个非 0 的信号强度测量数据。

30 在一种可能的实现方式中，所述解压缩模块，具体用于对所述第一码流进行游程解码以得到多个连续的 0 值距离测量数据。

在一种可能的实现方式中，所述解压缩模块，具体用于对所述第一码流进行熵解码以得到除所述多个连续的 0 值距离测量数据之外的距离测量数据。

35 在一种可能的实现方式中，所述获取模块，还用于根据所述码流获取与时间测量数据对应的第三码流；所述解压缩模块，还用于对所述第三码流进行解压缩以得到所述时间测量数据。

在一种可能的实现方式中，所述获取模块，还用于根据所述码流获取与转动角测量数据对应的第四码流；所述解压缩模块，还用于对所述第四码流进行解压缩以得到所述转动角测量数据。

在一种可能的实现方式中，所述解压缩包括游程解码、熵解码或者基于残差的熵解码。

第六方面，本申请提供一种压缩装置，包括：获取模块，用于获取待压缩数据，所述待压缩数据是激光雷达  $N$  次发射所采集到的测量数据， $N \geq 1$ ；压缩模块，用于当所述待压缩数据包括相对应的距离测量数据和信号强度测量数据时，对所述距离测量数据进行压缩以得到第一码流；根据所述距离测量数据对所述信号强度测量数据进行预测以得到第二码流。

在一种可能的实现方式中，所述压缩模块，具体用于当所述距离测量数据为非 0 时，根据一个或多个非 0 的距离测量数据对与所述距离测量数据对应的信号强度测量数据进行预测以得到所述信号强度测量数据的残差；根据所述信号强度测量数据的残差获取所述第二码流。

在一种可能的实现方式中，所述压缩模块，具体用于当所述待压缩数据包括多个非 0 的距离测量数据时，对与所述多个非 0 的距离测量数据对应的多个信号强度测量数据进行基于残差的熵编码以得到所述第二码流。

在一种可能的实现方式中，所述压缩模块，具体用于获取非 0 的距离测量数据；根据一个或多个非 0 的距离测量数据对与所述非 0 的距离测量数据对应的非 0 的信号强度测量数据进行预测得到第一残差；根据所述非 0 的信号强度测量数据对另一个非 0 的信号强度测量数据进行预测以得到第二残差；根据所述第一残差和所述第二残差获取所述第二码流。

在一种可能的实现方式中，所述压缩模块，具体用于当所述待压缩数据包括多个 0 值距离测量数据时，对所述多个 0 值距离测量数据进行游程编码以得到所述第一码流；或者，当所述待压缩数据包括多个非 0 的距离测量数据时，对所述多个非 0 的距离测量数据进行基于残差的熵编码以得到所述第一码流。

在一种可能的实现方式中，所述压缩模块，还用于当所述待压缩数据还包括时间测量数据时，对所述时间测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第三码流；和/或，当所述待压缩数据还包括转动角测量数据时，对所述转动角测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第四码流。

第七方面，本申请提供一种压缩装置，包括：获取模块，用于获取待压缩数据，所述待压缩数据是激光雷达  $N$  次发射所采集到的测量数据， $N \geq 1$ ；压缩模块，用于当所述待压缩数据包括多个 0 值距离测量数据时，对所述多个 0 值距离测量数据进行游程编码以得到第一码流。

在一种可能的实现方式中，所述压缩模块，还用于当所述待压缩数据包括多个非 0 的距离测量数据时，对所述多个非 0 的距离测量数据进行基于残差的熵编码以得到所述第一码流。

在一种可能的实现方式中，所述压缩模块，还用于当所述待压缩数据还包括信号强度测量数据时，对所述信号强度测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第二码流；和/或，当所述待压缩数据还包括时间测量数据时，对所述时间测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第三码流；和/或，当所述待压缩数据还包括转动角测量数据时，对所述转动角测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第四码流。

第八方面，本申请提供一种解压缩装置，包括：获取模块，用于获取码流；根据所述码流获取与距离测量数据对应的第一码流；解压缩模块，用于对所述第一码流进行游程解

码以得到多个连续的 0 值距离测量数据。

在一种可能的实现方式中，所述解压缩模块，还用于对所述第一码流进行熵解码以得到除所述多个连续的 0 值距离测量数据之外的距离测量数据。

5 在一种可能的实现方式中，所述获取模块，还用于根据所述码流获取与信号强度测量数据对应的第二码流；所述解压缩模块，还用于对所述第二码流进行解压缩以得到所述信号强度测量数据。

在一种可能的实现方式中，所述获取模块，还用于根据所述码流获取与时间测量数据对应的第三码流；所述解压缩模块，还用于对所述第三码流进行解压缩以得到所述时间测量数据。

10 在一种可能的实现方式中，所述获取模块，还用于根据所述码流获取与转动角测量数据对应的第四码流；所述解压缩模块，还用于对所述第四码流进行解压缩以得到所述转动角测量数据。

在一种可能的实现方式中，所述解压缩包括游程解码、熵解码或者基于残差的熵解码。

15 第九方面，本申请提供一种电子设备，包括：一个或多个处理器；存储器，用于存储一个或多个程序；当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行，使得所述一个或多个处理器实现如上述第一至四方面中任一项所述的方法。

第十方面，本申请提供一种计算机可读存储介质，包括计算机程序，所述计算机程序在计算机上被执行时，使得所述计算机执行上述第一至四方面中任一项所述的方法。

20 第十一方面，本申请提供一种计算机程序产品，所述计算机程序产品包括计算机程序代码，当所述计算机程序代码在计算机上运行时，用于执行上述第一至四方面中任一项所述的方法。

## 附图说明

- 图 1 为本申请实施例的编解码系统 10 的示例性框图；
- 25 图 2 为本申请实施例的雷达数据的压缩方法的过程 200 的流程图；
- 图 3a 为本申请实施例的 UDP 数据的格式示意图；
- 图 3b 为本申请实施例的分组数据的格式示意图；
- 图 3c 为本申请实施例的二维矩阵的示意图；
- 图 4 为本申请实施例的雷达数据的解压缩方法的过程 400 的流程图；
- 30 图 5 为本申请实施例的雷达数据的压缩/解压缩方法的适宜性流程图；
- 图 6 为本申请实施例压缩装置 600 的一个示例性的结构示意图；
- 图 7 为本申请实施例解压缩装置 700 的一个示例性的结构示意图。

## 具体实施方式

35 为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本申请中的附图，对本申请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申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，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，都属于本申请保护的范围。

本申请的说明书实施例和权利要求书及附图中的术语“第一”、“第二”等仅用于区分描

述的目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性，也不能理解为指示或暗示顺序。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排除他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元。方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

应当理解，在本申请中，“至少一个（项）”是指一个或者多个，“多个”是指两个或两个以上。“和/或”，用于描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，“A 和/或 B”可以表示：只存在 A，只存在 B 以及同时存在 A 和 B 三种情况，其中 A，B 可以是单数或者复数。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。“以下至少一项（个）”或其类似表达，是指这些项中的任意组合，包括单项（个）或复数项（个）的任意组合。例如，a，b 或 c 中的至少一项（个），可以表示：a，b，c，“a 和 b”，“a 和 c”，“b 和 c”，或“a 和 b 和 c”，其中 a，b，c 可以是单个，也可以是多个。

以下是本申请实施例涉及到的相关术语：

原始数据：激光雷达的原始数据是指用户数据包协议（user datagram protocol，UDP）数据包或分组数据。

UDP 数据：基于 UDP 协议的网络传输数据。激光雷达的直接输出数据是以 UDP 数据的形式对外传输。对 UDP 数据进行解析和整理即可得到分组数据。

分组数据（packet data）：激光雷达的原始数据的存储形式，可以由 UDP 数据包整理得到。分组数据包含每个点的距离、信号强度、转动角、镭射标识（identity，ID）和时间戳等信息。分组数据通常包含多次发射的信息。分组数据可以被直接输入校准算法，经过校准后得到点云，前述校准过程不可逆。

点云（point cloud）：点云是某个坐标系下的点的数据集。其包含了丰富的信息，例如，点的三维坐标(X,Y,Z)、颜色、分类值、强度值等信息。使用密集的点云可以还原三维的现实世界。激光雷达的点云通常由分组数据经过校准得到。

一次发射：激光雷达发射所有镭射并接受到反射的过程称作一次发射。一次发射可以获得的点数和雷达的线数有关，例如，32 线雷达的一次发射理论上可以发射 32 条镭射，接收 32 个反射，共得到 32 个点。

针对激光雷达的数据的压缩方法大致分为两个类，一类是压缩点云，另一类是压缩激光雷达的原始数据，即 UDP 数据包或者分组数据。

其中，压缩激光雷达的原始数据的算法多是利用雷达的工作原理和数据格式，将分组数据排列成 2D 矩阵的形式，再借用图像压缩方法进行压缩。但是，矩阵化的分组数据和图像的像素数据还是会有很不一样的分布，因此，图像的编解码技术中的很多算法并不适用于矩阵化的分组数据。

基于此，本申请实施例提供了一种雷达数据的压缩方法，以实现激光雷达数据的高效的压缩。

图 1 为本申请实施例的编解码系统 10 的示例性框图。编解码系统 10 中的压缩器 12 和解压缩器 16 代表可用于根据本申请实施例中描述的各种示例执行各技术的设备等。

如图 1 所示，编解码系统 10 包括编码端和解码端，编码端用于压缩雷达数据，将压缩后得到的码流提供给解码端，解码端对码流进行解压缩得到重建的雷达数据。

编码端包括压缩器 12，另外即可选地，可包括数据源 11 和通信接口 13。

数据源 11 可以包括或可以为任意类型的激光雷达，用于获取测量数据。数据源 11 也可以包括或可以为任意类型的内存或存储器。数据源 11 输出的数据为雷达的原始数据，该原始数据可以是 UDP 数据，也可以是经分组处理的分组数据。

压缩器 12 用于接收原始数据，对原始数据压缩后得到码流。

5 通信接口 13 可用于接收码流，并通过通信信道 14 向解码端发送该码流。

解码端包括解压缩器 16，另外即可选地，可包括通信接口 15 和后处理器 17。

通信接口 15 用于直接从编码端或从存储设备等任意其它设备接收码流，并将码流提供给解压缩器 16。

10 通信接口 13 和通信接口 15 可用于通过编码端与解码端之间的直连通信链路，例如直接有线或无线连接等，或者通过任意类型的网络，例如有线网络、无线网络或其任意组合、任意类型的私网和公网或其任意类型的组合，发送或接收码流。

15 通信接口 13 和通信接口 15 均可配置为如图 1 中从编码端指向解码端的对应通信信道 14 的箭头所指示的单向通信接口，或双向通信接口，并且可用于发送和接收消息等，以建立连接，确认并交换与通信链路和/或例如编码后的图像数据传输等数据传输相关的任何其它信息，等等。

后处理器 17 用于对解码后的数据（也称为重建后的雷达数据）进行后处理，得到后处理雷达数据。后处理器 17 执行的后处理可以包括例如 UDP 数据/分组数据到点云的转换。

20 尽管图 1 示出了编码端和解码端作为独立的设备，但设备实施例也可以同时包括编码设备和解码设备或同时包括编码和解码的功能，即同时包括编码端或对应功能和解码端或对应功能。在这些实施例中，编码端或对应功能和解码端或对应功能可以使用相同硬件和/或软件或通过单独的硬件和/或软件或其任意组合来实现。

根据描述，图 1 所示的编码端和/或解码端中的不同单元或功能的存在和（准确）划分可能根据实际设备 and 应用而有所不同，这对技术人员来说是显而易见的。

25 编码端和解码端可包括各种设备中的任一种，包括任意类型的手持设备或固定设备，例如，笔记本电脑或膝上型电脑、智能手机、平板或平板电脑、台式计算机，等等，并可以不使用或使用任意类型的操作系统。在一些情况下，编码端和解码端可配备用于无线通信的组件。因此，编码端和解码端可以是无线通信设备。

30 需要说明的是，图 1 所示的编解码系统 10 仅仅是示例性的，在一些情况下，编码端和解码端可以应用于同一设备或不同设备，本申请实施例对雷达数据的编解码系统不做具体限定。

35 基于此，图 2 为本申请实施例的雷达数据的压缩方法的过程 200 的流程图。过程 200 可由编解码系统 10 中的编码端（尤其是压缩器 12）执行。过程 200 描述为一系列的步骤或操作，应当理解的是，过程 200 可以以各种顺序执行和/或同时发生，不限于图 2 所示的执行顺序。假设激光雷达 N 次发射所采集到的测量数据正在使用编解码系统 10，执行包括如下步骤的过程 200 来对上述测量数据进行压缩。过程 200 可以包括：

步骤 201、获取待压缩数据。

如上所述，激光雷达的原始数据是指用户数据包协议（user datagram protocol，UDP）数据包或分组数据。图 3a 为本申请实施例的 UDP 数据的格式示意图，如图 3a 所示，UDP

数据包括附加信息和测量数据,其中,附加信息包括全球定位系统(global positioning system, GPS)时间戳、回波和协调世界时(universal time coordinated, UTC),用于获取时间信息;测量数据包括10个数据块(block),一个block对应激光雷达的一次发射,每次发射可以得到1个转动角(azimuth angle)测量数据和40个(表示40线激光雷达有40个辐射发射模组)频道单元(channel unit)测量数据。图3b为本申请实施例的分组数据的格式示意图,如图3b所示,对图3a所示的UDP数据进行整理得到分组数据,分组数据中仍然是一个block对应激光雷达的一次发射,一个block包括1个转动角(azimuth angle)测量数据和40组距离(distance)测量数据和信号强度(intensity)测量数据,可见距离测量数据和信号强度测量数据之间是一一对应的。

基于此,本申请实施例中的待压缩数据是激光雷达N次发射所采集到的测量数据, $N \geq 1$ ,上述示例中 $N=10$ 。有多少组距离测量数据和信号强度测量数据与激光雷达的线数相关联,本申请实施例对此不做具体限定。此外,本申请实施例中的待压缩数据可以是指上述UDP数据,也可以是指上述分组数据,但为了便于后续步骤处理,如果待压缩数据是UDP数据,可以现将UDP数据整理成分组数据,再执行后续步骤。

在得到分组数据后,编码端可以将待压缩数据包含的多类测量数据分别排列成二维矩阵形式。示例性的,图3c为本申请实施例的二维矩阵的示意图,如图3c所示,矩阵的一行对应激光雷达的一个激光(laser),矩阵的一列对应激光雷达的一次发射。按照上述示例,激光雷达共有40线(激光),用发射10次,如果将距离测量数据表示成矩阵,那么该矩阵为 $40 \times 10$ 的二维矩阵。矩阵中的每个元素对应一个距离测量数据,编码端在对距离测量数据进行压缩时,可以按照图3c所示箭头的方向依次从矩阵中提取元素。

需要说明的是,图3c所示的元素提取顺序只是一种示例,其并不对实现方法构成限定,本申请实施例对此不做具体限定。另外,图3c以距离测量数据为例说明了二维矩阵和测量数据之间的对应关系,待压缩数据中的信号强度测量数据也可以采用相同的方法表示成二维矩阵,并且分别以相同或不同的顺序从矩阵中提取元素。

步骤202、当待压缩数据包括相对应的距离测量数据和信号强度测量数据时,对距离测量数据进行压缩以得到第一码流。

本申请实施例中,针对不同类型的测量数据可以采用不同的压缩方式,其中,针对距离测量数据,编码端可以采用的压缩方法包括:

在一种可能的实现方式中,当待压缩数据包括多个0值距离测量数据时,对多个0值距离测量数据进行游程编码以得到第一码流。

如上所述,待压缩数据可以包括多个距离测量数据,将该多个距离测量数据排列成二维矩阵的形式后,按照矩阵元素的提取顺序,可能存在连续的、多个0值的距离测量数据,此时可以考虑对这些0值距离测量数据进行游程编码。例如,有连续10个0值距离测量数据,那么可以将其压缩表示成“0,10”,0表示距离测量数据的值为0,10表示有10个0值距离测量数据;或者,可以将其压缩表示成“0,(0,9),10”,0表示距离测量数据的值为0,(0,9)表示这一组0值距离测量数据中的首个0值的位置,10表示有10个0值距离测量数据;或者,可以将其压缩表示成“0,(0,9),(9,9)”,0表示距离测量数据的值为0,(0,9)表示这一组0值距离测量数据中的首个0值的位置,(9,9)表示这一组0值距离测量数据中的最末0值的位置。可见,采用游程编码可以大大减少压缩后的数据量,连续的0值距离测

量数据越多，压缩效率越高。需要说明的是，还可以采用其它的游程编码方式对多个 0 值距离测量数据进行压缩，本申请实施例对此不做具体限定。

在一种可能的实现方式中，当待压缩数据包括多个非 0 的距离测量数据时，对多个非 0 的距离测量数据进行基于残差的熵编码以得到第一码流。

5 当距离测量数据为非 0 值时，可以按照图 3c 所示的元素提取顺序，依次提取非 0 值距离测量数据，计算相邻两个非 0 值距离测量数据的残差，然后基于残差进行熵编码。需要说明的是，本申请实施例中对多个非 0 的距离测量数据进行基于残差的熵编码，还可以采用其它的实现方式计算，例如，基于之前的多个非 0 值距离测量数据计算当前非 0 值距离测量数据的残差，本申请实施例对此不做具体限定。

10 步骤 203、根据距离测量数据对信号强度测量数据进行预测以得到第二码流。

同一组内的距离测量数据和信号强度测量数据之间具备对应关系，相应的，同一组内的距离测量数据和信号强度测量数据的取值也具备关联性，例如，距离测量数据为 0 时，通常与其对应的信号强度测量数据也为 0，这是因为距离测量数据为 0 时，表示信号很弱不足以得到有效信息，因此忽略该距离测量数据，将其标记为 0，相应的其所对应的信号强度测量数据也记为 0。因此可以考虑将二者进行跨模态压缩，以达到最优的压缩效率。

15 在一种可能的实现方式中，当距离测量数据为 0 时，其所对应的信号强度测量数据也为 0，因此针对这一类的信号强度测量数据，编码端可以不对其进行处理，即，编码端对 0 值距离测量数据对应的信号强度测量数据放弃处理，码流中将不给这样的信号强度测量数据保留位置。这样相当于编码端在压缩待压缩数据时，0 值距离测量数据对应的信号强度测量数据可以视为不存在，可以大大减小数据量，0 值越多压缩效率越高，进而节省了占用的码流。

在一种可能的实现方式中，同一组内的距离测量数据和信号强度测量数据的取值，除了上述 0 值对应 0 值的关系外，还可能在二者之间具备计算关系，例如， $y=a \times x+b$ ， $y$  表示信号强度测量数据， $x$  表示与  $y$  对应的距离测量数据， $a$  和  $b$  可以时预先设定的参数；  
25 又例如， $y=a_1 \times x_1+a_2 \times x_2+b$ ， $y$  表示信号强度测量数据， $x_1$  表示与  $y$  对应的距离测量数据， $x_2$  表示  $x_1$  之前的距离测量数据， $a_1$ 、 $a_2$  和  $b$  可以时预先设定的参数。需要说明的是，同一组内的距离测量数据和信号强度测量数据之间的计算关系还可以采用其它方式表示，本申请实施例对此不做具体限定。

此时也可以参照上述方法，即，编码端对与距离测量数据具备计算关系的信号强度测量数据放弃处理，码流中将不给这样的信号强度测量数据保留位置。这样相当于编码端在压缩待压缩数据时，与距离测量数据具备计算关系的信号强度测量数据可以视为不存在，可以大大减小数据量，与距离测量数据具备计算关系的信号强度测量数据越多压缩效率越高，进而节省了占用的码流。

30 在一种可能的实现方式中，当距离测量数据为非 0 时，根据一个或多个非 0 的距离测量数据对与距离测量数据对应的信号强度测量数据进行预测以得到信号强度测量数据的残差，然后根据信号强度测量数据的残差获取第二码流。

可选的，可以根据同一组内的距离测量数据对信号强度测量数据进行预测，例如计算同一组内的距离测量数据和信号强度测量数据的残差，将该残差作为信号强度测量数据的残差进行熵编码。

可选的,可以根据同一组内的距离测量数据、以及该距离测量数据之前的距离测量数据共同对信号强度测量数据进行预测,例如根据前述多个距离测量数据计算中间值,再计算该中间值和信号强度测量数据的残差,将该残差作为信号强度测量数据的残差进行熵编码。

5 需要说明的是,本申请实施例可以采用多种方法得到信号强度测量数据的残差,对此不做具体限定。

在一种可能的实现方式中,当待压缩数据包括多个非 0 的距离测量数据时,对与多个非 0 的距离测量数据对应的多个信号强度测量数据进行基于残差的熵编码以得到第二码流。

10 按照上述理论,当距离测量数据为 0 时,其所对应的信号强度测量数据也为 0,反之,当距离测量数据为非 0 时,其所对应的信号强度测量数据也为非 0。因此,编码端可以借鉴对非 0 的距离测量数据的压缩方式对非 0 的信号强度测量数据进行压缩,即

当信号强度测量数据为非 0 值时,可以按照图 3c 所示的元素提取顺序,依次提取非 0 值信号强度测量数据,计算相邻两个非 0 值信号强度测量数据的残差,然后基于残差进行熵编码。需要说明的是,本申请实施例中对多个非 0 的信号强度测量数据进行基于残差的熵编码,还可以采用其它的实现方式计算,例如,基于之前的多个非 0 值信号强度测量数据计算当前非 0 值信号强度测量数据的残差,本申请实施例对此不做具体限定。

15 在一种可能的实现方式中,获取非 0 的距离测量数据,根据一个或多个非 0 的距离测量数据对与非 0 的距离测量数据对应的非 0 的信号强度测量数据进行预测得到第一残差,根据非 0 的信号强度测量数据对另一个非 0 的信号强度测量数据进行预测以得到第二残差,最后根据第一残差和第二残差获取第二码流。

本申请实施例是对上述两种方式的结合,即多个非 0 的信号强度测量数据中,一部分非 0 的信号强度测量数据可以基于一个或多个非 0 的距离测量数据预测得到其残差值(第一残差),另一部分非 0 的信号强度测量数据可以基于已压缩的、排在前面的非 0 的信号强度测量数据进行预测得到其残差值(第二残差),最后对上述第一残差和第二残差进行熵编码。例如,排在首位的非 0 的信号强度测量数据可以基于与其对应的非 0 的距离测量数据预测得到其残差值,排在非首位的非 0 的信号强度测量数据可以基于排在其前面的非 0 的信号强度测量数据预测得到其残差值。

25 需要说明的是,同一组内的距离测量数据和信号强度测量数据的取值具备关联性,因此基于这种关联性,本申请实施例还可以采用其它方式跨模态的压缩距离测量数据和信号强度测量数据,对此不做具体限定。

此外,本申请实施例中,编码端还可以对待压缩数据中的时间测量数据和转动角车测量数据进行压缩:

35 当待压缩数据还包括时间测量数据时,对时间测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第三码流;和/或,

当待压缩数据还包括转动角测量数据时,对转动角测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第四码流。

游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码的具体实现方式均可以参照上述距离测量数据的编码方式,此处不再赘述。

本申请实施例，通过基于同一组内的距离测量数据和信号强度测量数据之间的关联性，采用跨模态的方式对二者进行压缩，使得待压缩的数据量大大减小，尤其是0值越多压缩效率越高，进而节省了占用的码流。

图4为本申请实施例的雷达数据的解压缩方法的过程400的流程图。过程400可由编解码系统10中的解码端（尤其是解压缩器16）执行。过程400描述为一系列的步骤或操作，应当理解的是，过程400可以以各种顺序执行和/或同时发生，不限于图4所示的执行顺序。假设码流正在使用编解码系统10，执行包括如下步骤的过程400来对上述码流进行解压缩。过程400可以包括：

步骤401、获取码流。

码流包括第一码流、第二码流第三码流和第四码流中的至少一个，对于本申请是市里的方案，主要考虑距离测量数据和信号强度测量数据，因此码流中需要至少包括第一码流。

步骤402、根据码流获取与距离测量数据对应的第一码流。

可选的，码流中可以携带一些语法元素，用于指示码流中的不同字段的含义。例如，在第一码流的开始位置打上标签，以提示解码端此处开始之后的码流均是与距离测量数据对应的第一码流；又例如，用语法元素指示第一码流的起始位置（字节或比特位等）。

可选的，编码端和解码端可以预先约定不同的码流的长度，例如，与距离测量数据对应的第一码流、与信号强度测量数据对应的第二码流、与时间测量数据对应的第三码流、与转动角测量数据对应的第四码流，预先设置这四种码流的长度相同，并且顺序已定，那么解码端可以根据当前解析到的码流的字节或比特位确定是前述四个中的哪个码流。

需要说明的是，本申请实施例还可以采用其它方法获取第一码流，对此不做具体限定。

步骤403、对第一码流进行解压缩以得到距离测量数据。

在一种可能的实现方式中，对第一码流进行游程解码以得到多个连续的0值距离测量数据。与编码端相对应，解码端可以根据语法元素的指示，对码流中的相应字段采用游程解码，从而得到多个连续的0值距离测量数据。

在一种可能的实现方式中，对第一码流进行熵解码以得到除多个连续的0值距离测量数据之外的距离测量数据。

同样的，与编码端相对应，解码端可以根据语法元素的指示，对码流中的相应字段采用熵解码得到距离测量数据的残差，再采用与编码端相反的计算方式得到对应的距离测量数据，例如，将前述残差与上一个得到的距离测量数据相加即为当前距离测量数据，又例如，根据已得到的多个距离测量数据计算中间值，将前述残差与中间值相加即为当前距离测量数据。

步骤404、根据距离测量数据获取信号强度测量数据。

在一种可能的实现方式中，当距离测量数据为0时，将与距离测量数据对应的信号强度测量数据置为0。

与步骤203中的第一种实现方式相对应，当距离测量数据为0时，其所对应的信号强度测量数据也为0，因此解码端针对解压缩后的0值距离测量数据，可以直接将其对应的信号强度测量数据置为0，而不需要从码流中解压缩得到，这样可以节省占用的码流，大大减小数据量，0值越多压缩效率越高。

在一种可能的实现方式中，当距离测量数据为非0时，仅根据距离测量数据计算得到

与距离测量数据对应的信号强度测量数据；或者，当距离测量数据为非 0 时，仅根据已解码得到的一个或多个非 0 的距离测量数据计算得到与距离测量数据对应的信号强度测量数据。

与步骤 203 中的第二种实现方式相对应，同一组内的距离测量数据和信号强度测量数据的取值，除了上述 0 值对应 0 值的关系外，还可能在二者之间具备计算关系，因此解码端可以在得到非 0 值距离测量数据后，根据相应的计算关系计算得到与其对应的信号强度测量数据，例如， $y=a \times x+b$ ， $y$  表示信号强度测量数据， $x$  表示与  $y$  对应的距离测量数据， $a$  和  $b$  可以时预先设定的参数；又例如， $y=a_1 \times x_1+a_2 \times x_2+b$ ， $y$  表示信号强度测量数据， $x_1$  表示与  $y$  对应的距离测量数据， $x_2$  表示  $x_1$  之前的距离测量数据， $a_1$ 、 $a_2$  和  $b$  可以时预先设定的参数。需要说明的是，同一组内的距离测量数据和信号强度测量数据之间的计算关系还可以采用其它方式表示，本申请实施例对此不做具体限定。这样同样可以节省占用的码流，大大减小数据量。

在一种可能的实现方式中，根据码流获取与信号强度测量数据对应的第二码流，对第二码流进行解压缩得到非 0 的信号强度测量数据的残差，根据已解码得到的一个或多个非 0 的距离测量数据和残差得到非 0 的信号强度测量数据。

与步骤 203 中的第三种实现方式相对应，可以根据同一组内的距离测量数据对信号强度测量数据进行预测，也可以根据同一组内的距离测量数据、以及该距离测量数据之前的距离测量数据共同对信号强度测量数据进行预测，基于此解码端可以通过解析码流得到信号强度测量数据的残差，再根据预测的方式通过残差和相应的距离测量数据得到信号强度测量数据。

在一种可能的实现方式中，根据码流获取与信号强度测量数据对应的第二码流，对第二码流进行解压缩以得到非 0 的信号强度测量数据。

与步骤 203 中的第四种实现方式相对应，解码端可以借鉴对非 0 的距离测量数据的解压缩方式对非 0 的信号强度测量数据进行解压缩。

在一种可能的实现方式中，根据已解码得到的一个或多个非 0 的距离测量数据预测得到非 0 的信号强度测量数据，根据非 0 的信号强度测量数据预测得到另一个非 0 的信号强度测量数据。

与步骤 203 中的第五种实现方式相对应，本申请实施例是对上述两种方式的结合，即多个非 0 的信号强度测量数据中，一部分非 0 的信号强度测量数据可以基于一个或多个非 0 的距离测量数据预测得到其残差值（第一残差），另一部分非 0 的信号强度测量数据可以基于已压缩的、排在前面的非 0 的信号强度测量数据进行预测得到其残差值（第二残差），因此解码端得到上述两种残差后，可以根据预测的方式通过残差和相应的距离测量数据得到信号强度测量数据。

此外，解码端还可以根据码流获取与时间测量数据对应的第三码流，对第三码流进行解压缩以得到时间测量数据。和/或，还可以根据码流获取与转动角测量数据对应的第四码流，对第四码流进行解压缩以得到转动角测量数据。解码端的处理与编码端相对应，此处不再赘述。

本申请实施例，通过基于同一组内的距离测量数据和信号强度测量数据之间的关联性，采用跨模态的方式对二者进行解压缩，由于码流中针对部分信号强度测量数据可以节省其

比特流，因此大大减小了码流长度，提高压缩效率。

此外，本申请实施例还提供了一种雷达数据的压缩/解压缩方法，即，编码端获取待压缩数据，待压缩数据是激光雷达  $N$  次发射所采集到的测量数据， $N \geq 1$ 。当待压缩数据包括多个 0 值距离测量数据时，对多个 0 值距离测量数据进行游程编码以得到第一码流。解码端获取码流，根据码流获取与距离测量数据对应的第一码流；对第一码流进行游程解码以得到多个连续的 0 值距离测量数据。

针对待压缩数据包括多个 0 值距离测量数据时，可以不多其采用熵编码的方式，而是游程编码，这样可以大大减少数据量，提高压缩效率。相应的，解码端可以根据码流中的语法元素的指示，对其中的部分码流采用游程解码的方式得到距离测量数据，同样可以提高解压缩的效率。

此时，针对非 0 的距离测量数据、信号强度测量数据、时间测量数据和转动角测量数据分别进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码中的任意一种压缩处理，此处不再赘述。

示例性的，图 5 为本申请实施例的雷达数据的压缩/解压缩方法的适宜性流程图，如图 5 所示，激光雷达测量得到的 UDP 数据经整理得到分组数据（packet data），分组数据包括时间测量数据、转动角测量数据、距离测量数据和信号强度测量数据（intensity），编码端的压缩器可以包括多个编码模块，时间编码模块对时间测量数据进行压缩处理，转动角编码模块对转动角测量数据进行压缩处理，距离编码模块和信号强度编码模块依次对时间测量数据和信号强度测量数据进行压缩处理。压缩后得到的数据传输给解码端。

解码端的解压缩器也包括多个解码模块，时间解码模块对时间测量数据对应的码流进行解压缩处理得到时间测量数据，转动角解码模块对转动角测量数据对应的码流进行解压缩处理得到转动角测量数据，距离解码模块和信号强度解码模块依次对距离测量数据对应的码流和信号强度测量数据对应的码流进行解压缩处理得到距离测量数据和信号强度测量数据。最后将时间测量数据、转动角测量数据距离测量数据和信号强度测量数据重建的分组数据转化为点云。

图 6 为本申请实施例压缩装置 600 的一个示例性的结构示意图，如图 6 所示，本实施例的装置 600 可以应用于压缩器 12。该装置 600 可以包括：获取模块 601 和压缩模块 602。其中，

获取模块 601，用于获取待压缩数据，所述待压缩数据是激光雷达  $N$  次发射所采集到的测量数据， $N \geq 1$ ；压缩模块 602，用于当所述待压缩数据包括相对应的距离测量数据和信号强度测量数据时，对所述距离测量数据进行压缩以得到第一码流；根据所述距离测量数据对所述信号强度测量数据进行预测以得到第二码流。

在一种可能的实现方式中，所述压缩模块 602，具体用于当所述距离测量数据为非 0 时，根据一个或多个非 0 的距离测量数据对与所述距离测量数据对应的信号强度测量数据进行预测以得到所述信号强度测量数据的残差；根据所述信号强度测量数据的残差获取所述第二码流。

在一种可能的实现方式中，所述压缩模块 602，具体用于当所述待压缩数据包括多个非 0 的距离测量数据时，对与所述多个非 0 的距离测量数据对应的多个信号强度测量数据进行基于残差的熵编码以得到所述第二码流。

在一种可能的实现方式中，所述压缩模块 602，具体用于获取非 0 的距离测量数据；根据一个或多个非 0 的距离测量数据对与所述非 0 的距离测量数据对应的非 0 的信号强度测量数据进行预测得到第一残差；根据所述非 0 的信号强度测量数据对另一个非 0 的信号强度测量数据进行预测以得到第二残差；根据所述第一残差和所述第二残差获取所述第二码流。

在一种可能的实现方式中，所述压缩模块 602，具体用于当所述待压缩数据包括多个 0 值距离测量数据时，对所述多个 0 值距离测量数据进行游程编码以得到所述第一码流；或者，当所述待压缩数据包括多个非 0 的距离测量数据时，对所述多个非 0 的距离测量数据进行基于残差的熵编码以得到所述第一码流。

在一种可能的实现方式中，所述压缩模块 602，还用于当所述待压缩数据还包括时间测量数据时，对所述时间测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第三码流；和/或，当所述待压缩数据还包括转动角测量数据时，对所述转动角测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第四码流。

在一种可能的实现方式中，获取模块 601，用于获取待压缩数据，所述待压缩数据是激光雷达 N 次发射所采集到的测量数据， $N \geq 1$ ；压缩模块 602，用于当所述待压缩数据包括多个 0 值距离测量数据时，对所述多个 0 值距离测量数据进行游程编码以得到第一码流。

在一种可能的实现方式中，所述压缩模块 602，还用于当所述待压缩数据包括多个非 0 的距离测量数据时，对所述多个非 0 的距离测量数据进行基于残差的熵编码以得到所述第一码流。

在一种可能的实现方式中，所述压缩模块 602，还用于当所述待压缩数据还包括信号强度测量数据时，对所述信号强度测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第二码流；和/或，当所述待压缩数据还包括时间测量数据时，对所述时间测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第三码流；和/或，当所述待压缩数据还包括转动角测量数据时，对所述转动角测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第四码流。

图 7 为本申请实施例解压缩装置 700 的一个示例性的结构示意图，如图 7 所示，本实施例的装置 700 可以应用于解压缩器 16。该装置 700 可以包括：获取模块 701 和解压缩模块 702。其中，

获取模块 701，用于获取码流；根据所述码流获取与距离测量数据对应的第一码流；解压缩模块 702，用于对所述第一码流进行解压缩以得到所述距离测量数据；根据所述距离测量数据获取信号强度测量数据。

在一种可能的实现方式中，所述解压缩模块 702，具体用于当所述距离测量数据为 0 时，将与所述距离测量数据对应的信号强度测量数据置为 0。

在一种可能的实现方式中，所述解压缩模块 702，具体用于当所述距离测量数据为非 0 时，仅根据所述距离测量数据计算得到与所述距离测量数据对应的信号强度测量数据；或者，当所述距离测量数据为非 0 时，仅根据已解码得到的一个或多个非 0 的距离测量数据计算得到与所述距离测量数据对应的信号强度测量数据。

在一种可能的实现方式中，所述解压缩模块 702，具体用于根据所述码流获取与所述

信号强度测量数据对应的第二码流；对所述第二码流进行解压缩得到非 0 的信号强度测量数据的残差；根据已解码得到的一个或多个非 0 的距离测量数据和所述残差得到所述非 0 的信号强度测量数据。

5 在一种可能的实现方式中，所述获取模块 701，还用于根据所述码流获取与所述信号强度测量数据对应的第二码流；所述解压缩模块 702，还用于对所述第二码流进行解压缩以得到非 0 的信号强度测量数据。

在一种可能的实现方式中，所述解压缩模块 702，具体用于根据已解码得到的一个或多个非 0 的距离测量数据预测得到非 0 的信号强度测量数据；根据所述非 0 的信号强度测量数据预测得到另一个非 0 的信号强度测量数据。

10 在一种可能的实现方式中，所述解压缩模块 702，具体用于对所述第一码流进行游程解码以得到多个连续的 0 值距离测量数据。

在一种可能的实现方式中，所述解压缩模块 702，具体用于对所述第一码流进行熵解码以得到除所述多个连续的 0 值距离测量数据之外的距离测量数据。

15 在一种可能的实现方式中，所述获取模块 701，还用于根据所述码流获取与时间测量数据对应的第三码流；所述解压缩模块 702，还用于对所述第三码流进行解压缩以得到所述时间测量数据。

在一种可能的实现方式中，所述获取模块 701，还用于根据所述码流获取与转动角测量数据对应的第四码流；所述解压缩模块 702，还用于对所述第四码流进行解压缩以得到所述转动角测量数据。

20 在一种可能的实现方式中，所述解压缩包括游程解码、熵解码或者基于残差的熵解码。

在一种可能的实现方式中，获取模块 701，用于获取码流；根据所述码流获取与距离测量数据对应的第一码流；解压缩模块 702，用于对所述第一码流进行游程解码以得到多个连续的 0 值距离测量数据。

25 在一种可能的实现方式中，所述解压缩模块 702，还用于对所述第一码流进行熵解码以得到除所述多个连续的 0 值距离测量数据之外的距离测量数据。

在一种可能的实现方式中，所述获取模块 701，还用于根据所述码流获取与信号强度测量数据对应的第二码流；所述解压缩模块 702，还用于对所述第二码流进行解压缩以得到所述信号强度测量数据。

30 在一种可能的实现方式中，所述获取模块 701，还用于根据所述码流获取与时间测量数据对应的第三码流；所述解压缩模块 702，还用于对所述第三码流进行解压缩以得到所述时间测量数据。

在一种可能的实现方式中，所述获取模块 701，还用于根据所述码流获取与转动角测量数据对应的第四码流；所述解压缩模块 702，还用于对所述第四码流进行解压缩以得到所述转动角测量数据。

35 在一种可能的实现方式中，所述解压缩包括游程解码、熵解码或者基于残差的熵解码。

在实现过程中，上述方法实施例的各步骤可以通过处理器中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。处理器可以是通用处理器、数字信号处理器(digital signal processor, DSP)、特定应用集成电路(application-specific integrated circuit, ASIC)、现场可编程门阵列(field programmable gate array, FPGA)或其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑

器件、分立硬件组件。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。本申请实施例公开的方法的步骤可以直接体现为硬件编码处理器执行完成，或者用编码处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存储器，闪存、只读存储器，可编程只读存储器或者电可擦写可编程存储器、寄存器等本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器，处理器读取存储器中的信息，结合其硬件完成上述方法的步骤。

上述各实施例中提及的存储器可以是易失性存储器或非易失性存储器，或可包括易失性和非易失性存储器两者。其中，非易失性存储器可以是只读存储器（read-only memory, ROM）、可编程只读存储器（programmable ROM, PROM）、可擦除可编程只读存储器（erasable PROM, EPROM）、电可擦除可编程只读存储器（electrically EPROM, EEPROM）或闪存。易失性存储器可以是随机存取存储器（random access memory, RAM），其用作外部高速缓存。通过示例性但不是限制性说明，许多形式的 RAM 可用，例如静态随机存取存储器（static RAM, SRAM）、动态随机存取存储器（dynamic RAM, DRAM）、同步动态随机存取存储器（synchronous DRAM, SDRAM）、双倍数据速率同步动态随机存取存储器（double data rate SDRAM, DDR SDRAM）、增强型同步动态随机存取存储器（enhanced SDRAM, ESDRAM）、同步连接动态随机存取存储器（synchlink DRAM, SLDRAM）和直接内存总线随机存取存储器（direct rambus RAM, DR RAM）。应注意，本文描述的系统和方法的存储器旨在包括但不限于这些和任意其它适合类型的存储器。

本领域普通技术人员可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的系统、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，所述单元的划分，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，例如多个单元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，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个计算机可读存储介质中。基于这样的理解，本申请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（个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本申请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（read-only memory, ROM）、随机存取存储器（random access memory, RAM）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

- 5       以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

## 权利要求书

1. 一种雷达数据的压缩方法，其特征在于，包括：  
获取码流；  
根据所述码流获取与距离测量数据对应的第一码流；  
5 对所述第一码流进行解压缩以得到所述距离测量数据；  
根据所述距离测量数据获取信号强度测量数据。
2. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述根据所述距离测量数据获取信号强度测量数据，包括：  
当所述距离测量数据为0时，将与所述距离测量数据对应的信号强度测量数据置为0。
- 10 3. 根据权利要求1或2所述的方法，其特征在于，所述根据所述距离测量数据获取信号强度测量数据，包括：  
当所述距离测量数据为非0时，仅根据所述距离测量数据计算得到与所述距离测量数据对应的信号强度测量数据；或者，  
当所述距离测量数据为非0时，仅根据已解码得到的一个或多个非0的距离测量数据  
15 计算得到与所述距离测量数据对应的信号强度测量数据。
4. 根据权利要求1或2所述的方法，其特征在于，所述根据所述距离测量数据获取信号强度测量数据，包括：  
根据所述码流获取与所述信号强度测量数据对应的第二码流；  
对所述第二码流进行解压缩得到非0的信号强度测量数据的残差；  
20 根据已解码得到的一个或多个非0的距离测量数据和所述残差得到所述非0的信号强度测量数据。
5. 根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：  
根据所述码流获取与所述信号强度测量数据对应的第二码流；  
对所述第二码流进行解压缩以得到非0的信号强度测量数据。
- 25 6. 根据权利要求1或2所述的方法，其特征在于，所述根据所述距离测量数据获取信号强度测量数据，包括：  
根据已解码得到的一个或多个非0的距离测量数据预测得到非0的信号强度测量数据；  
根据所述非0的信号强度测量数据预测得到另一个非0的信号强度测量数据。
- 30 7. 根据权利要求1-6中任一项的方法，其特征在于，所述对所述第一码流进行解压缩以得到所述距离测量数据，包括：  
对所述第一码流进行游程解码以得到多个连续的0值距离测量数据。
8. 根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述对所述第一码流进行解压缩以得到所述距离测量数据，包括：  
35 对所述第一码流进行熵解码以得到除所述多个连续的0值距离测量数据之外的距离测量数据。
9. 根据权利要求1-8中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：  
根据所述码流获取与时间测量数据对应的第三码流；

对所述第三码流进行解压缩以得到所述时间测量数据。

10. 根据权利要求 1-9 中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

根据所述码流获取与转动角测量数据对应的第四码流；

对所述第四码流进行解压缩以得到所述转动角测量数据。

5 11. 根据权利要求 1-10 中任一项所述的方法，其特征在于，所述解压缩包括游程解码、熵解码或者基于残差的熵解码。

12. 一种雷达数据的压缩方法，其特征在于，包括：

获取待压缩数据，所述待压缩数据是激光雷达  $N$  次发射所采集到的测量数据， $N \geq 1$ ；

10 当所述待压缩数据包括相对应的距离测量数据和信号强度测量数据时，对所述距离测量数据进行压缩以得到第一码流；

根据所述距离测量数据对所述信号强度测量数据进行预测以得到第二码流。

13. 根据权利要求 12 所述的方法，其特征在于，所述根据所述距离测量数据对所述信号强度测量数据进行预测以得到第二码流，包括：

15 当所述距离测量数据为非 0 时，根据一个或多个非 0 的距离测量数据对与所述距离测量数据对应的信号强度测量数据进行预测以得到所述信号强度测量数据的残差；

根据所述信号强度测量数据的残差获取所述第二码流。

14. 根据权利要求 12 所述的方法，其特征在于，所述根据所述距离测量数据对所述信号强度测量数据进行预测以得到第二码流，包括：

20 当所述待压缩数据包括多个非 0 的距离测量数据时，对与所述多个非 0 的距离测量数据对应的多个信号强度测量数据进行基于残差的熵编码以得到所述第二码流。

15. 根据权利要求 12 所述的方法，其特征在于，所述根据所述距离测量数据对所述信号强度测量数据进行预测以得到第二码流，包括：

获取非 0 的距离测量数据；

25 根据一个或多个非 0 的距离测量数据对与所述非 0 的距离测量数据对应的非 0 的信号强度测量数据进行预测得到第一残差；

根据所述非 0 的信号强度测量数据对另一个非 0 的信号强度测量数据进行预测以得到第二残差；

根据所述第一残差和所述第二残差获取所述第二码流。

30 16. 根据权利要求 12-15 中任一项所述的方法，其特征在于，所述对所述距离测量数据进行压缩以得到第一码流，包括：

当所述待压缩数据包括多个 0 值距离测量数据时，对所述多个 0 值距离测量数据进行游程编码以得到所述第一码流；或者，

当所述待压缩数据包括多个非 0 的距离测量数据时，对所述多个非 0 的距离测量数据进行基于残差的熵编码以得到所述第一码流。

35 17. 根据权利要求 12-16 中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

当所述待压缩数据还包括时间测量数据时，对所述时间测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第三码流；和/或，

当所述待压缩数据还包括转动角测量数据时，对所述转动角测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第四码流。

18. 一种雷达数据的压缩方法，其特征在于，包括：

获取待压缩数据，所述待压缩数据是激光雷达  $N$  次发射所采集到的测量数据， $N \geq 1$ ；

当所述待压缩数据包括多个 0 值距离测量数据时，对所述多个 0 值距离测量数据进行游程编码以得到第一码流。

5 19. 根据权利要求 18 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

当所述待压缩数据包括多个非 0 的距离测量数据时，对所述多个非 0 的距离测量数据进行基于残差的熵编码以得到所述第一码流。

20. 根据权利要求 18 或 19 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

10 当所述待压缩数据还包括信号强度测量数据时，对所述信号强度测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第二码流；和/或，

当所述待压缩数据还包括时间测量数据时，对所述时间测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第三码流；和/或，

当所述待压缩数据还包括转动角测量数据时，对所述转动角测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第四码流。

15 21. 一种雷达数据的解压缩方法，其特征在于，包括：

获取码流；

根据所述码流获取与距离测量数据对应的第一码流；

对所述第一码流进行游程解码以得到多个连续的 0 值距离测量数据。

22. 根据权利要求 21 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

20 对所述第一码流进行熵解码以得到除所述多个连续的 0 值距离测量数据之外的距离测量数据。

23. 根据权利要求 21 或 22 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

根据所述码流获取与信号强度测量数据对应的第二码流；

对所述第二码流进行解压缩以得到所述信号强度测量数据。

25 24. 根据权利要求 21-23 中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

根据所述码流获取与时间测量数据对应的第三码流；

对所述第三码流进行解压缩以得到所述时间测量数据。

25. 根据权利要求 21-24 中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

根据所述码流获取与转动角测量数据对应的第四码流；

30 对所述第四码流进行解压缩以得到所述转动角测量数据。

26. 根据权利要求 23-25 中任一项所述的方法，其特征在于，所述解压缩包括游程解码、熵解码或者基于残差的熵解码。

27. 一种解压缩装置，其特征在于，包括：

获取模块，用于获取码流；根据所述码流获取与距离测量数据对应的第一码流；

35 解压缩模块，用于对所述第一码流进行解压缩以得到所述距离测量数据；根据所述距离测量数据获取信号强度测量数据。

28. 根据权利要求 27 所述的装置，其特征在于，所述解压缩模块，具体用于当所述距离测量数据为 0 时，将与所述距离测量数据对应的信号强度测量数据置为 0。

29. 根据权利要求 27 或 28 所述的装置，其特征在于，所述解压缩模块，具体用于当

所述距离测量数据为非 0 时,仅根据所述距离测量数据计算得到与所述距离测量数据对应的信号强度测量数据;或者,当所述距离测量数据为非 0 时,仅根据已解码得到的一个或多个非 0 的距离测量数据计算得到与所述距离测量数据对应的信号强度测量数据。

30. 根据权利要求 27 或 28 所述的装置,其特征在于,所述解压缩模块,具体用于根据所述码流获取与所述信号强度测量数据对应的第二码流;对所述第二码流进行解压缩得到非 0 的信号强度测量数据的残差;根据已解码得到的一个或多个非 0 的距离测量数据和所述残差得到所述非 0 的信号强度测量数据。

31. 根据权利要求 28 所述的装置,其特征在于,所述获取模块,还用于根据所述码流获取与所述信号强度测量数据对应的第二码流;

所述解压缩模块,还用于对所述第二码流进行解压缩以得到非 0 的信号强度测量数据。

32. 根据权利要求 27 或 28 所述的装置,其特征在于,所述解压缩模块,具体用于根据已解码得到的一个或多个非 0 的距离测量数据预测得到非 0 的信号强度测量数据;根据所述非 0 的信号强度测量数据预测得到另一个非 0 的信号强度测量数据。

33. 根据权利要求 27-32 中任一项的装置,其特征在于,所述解压缩模块,具体用于对所述第一码流进行游程解码以得到多个连续的 0 值距离测量数据。

34. 根据权利要求 33 所述的装置,其特征在于,所述解压缩模块,具体用于对所述第一码流进行熵解码以得到除所述多个连续的 0 值距离测量数据之外的距离测量数据。

35. 根据权利要求 27-34 中任一项所述的装置,其特征在于,所述获取模块,还用于根据所述码流获取与时间测量数据对应的第三码流;

所述解压缩模块,还用于对所述第三码流进行解压缩以得到所述时间测量数据。

36. 根据权利要求 27-35 中任一项所述的装置,其特征在于,所述获取模块,还用于根据所述码流获取与转动角测量数据对应的第四码流;

所述解压缩模块,还用于对所述第四码流进行解压缩以得到所述转动角测量数据。

37. 根据权利要求 27-36 中任一项所述的装置,其特征在于,所述解压缩包括游程解码、熵解码或者基于残差的熵解码。

38. 一种压缩装置,其特征在于,包括:

获取模块,用于获取待压缩数据,所述待压缩数据是激光雷达  $N$  次发射所采集到的测量数据,  $N \geq 1$ ;

压缩模块,用于当所述待压缩数据包括相对应的距离测量数据和信号强度测量数据时,对所述距离测量数据进行压缩以得到第一码流;根据所述距离测量数据对所述信号强度测量数据进行预测以得到第二码流。

39. 根据权利要求 38 所述的装置,其特征在于,所述压缩模块,具体用于当所述距离测量数据为非 0 时,根据一个或多个非 0 的距离测量数据对与所述距离测量数据对应的信号强度测量数据进行预测以得到所述信号强度测量数据的残差;根据所述信号强度测量数据的残差获取所述第二码流。

40. 根据权利要求 38 所述的装置,其特征在于,所述压缩模块,具体用于当所述待压缩数据包括多个非 0 的距离测量数据时,对与所述多个非 0 的距离测量数据对应的多个信号强度测量数据进行基于残差的熵编码以得到所述第二码流。

41. 根据权利要求 38 所述的装置,其特征在于,所述压缩模块,具体用于获取非 0 的

距离测量数据；根据一个或多个非 0 的距离测量数据对与所述非 0 的距离测量数据对应的非 0 的信号强度测量数据进行预测得到第一残差；根据所述非 0 的信号强度测量数据对另一个非 0 的信号强度测量数据进行预测以得到第二残差；根据所述第一残差和所述第二残差获取所述第二码流。

5       42. 根据权利要求 38-41 中任一项所述的装置，其特征在于，所述压缩模块，具体用于当所述待压缩数据包括多个 0 值距离测量数据时，对所述多个 0 值距离测量数据进行游程编码以得到所述第一码流；或者，当所述待压缩数据包括多个非 0 的距离测量数据时，对所述多个非 0 的距离测量数据进行基于残差的熵编码以得到所述第一码流。

10       43. 根据权利要求 38-42 中任一项所述的装置，其特征在于，所述压缩模块，还用于当所述待压缩数据还包括时间测量数据时，对所述时间测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第三码流；和/或，当所述待压缩数据还包括转动角测量数据时，对所述转动角测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第四码流。

44. 一种压缩装置，其特征在于，包括：

15       获取模块，用于获取待压缩数据，所述待压缩数据是激光雷达 N 次发射所采集到的测量数据， $N \geq 1$ ；

压缩模块，用于当所述待压缩数据包括多个 0 值距离测量数据时，对所述多个 0 值距离测量数据进行游程编码以得到第一码流。

20       45. 根据权利要求 44 所述的装置，其特征在于，所述压缩模块，还用于当所述待压缩数据包括多个非 0 的距离测量数据时，对所述多个非 0 的距离测量数据进行基于残差的熵编码以得到所述第一码流。

25       46. 根据权利要求 44 或 45 所述的装置，其特征在于，所述压缩模块，还用于当所述待压缩数据还包括信号强度测量数据时，对所述信号强度测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第二码流；和/或，当所述待压缩数据还包括时间测量数据时，对所述时间测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第三码流；和/或，当所述待压缩数据还包括转动角测量数据时，对所述转动角测量数据进行游程编码、熵编码或者基于残差的熵编码以得到第四码流。

47. 一种解压缩装置，其特征在于，包括：

获取模块，用于获取码流；根据所述码流获取与距离测量数据对应的第一码流；

解压缩模块，用于对所述第一码流进行游程解码以得到多个连续的 0 值距离测量数据。

30       48. 根据权利要求 47 所述的装置，其特征在于，所述解压缩模块，还用于对所述第一码流进行熵解码以得到除所述多个连续的 0 值距离测量数据之外的距离测量数据。

49. 根据权利要求 47 或 48 所述的装置，其特征在于，所述获取模块，还用于根据所述码流获取与信号强度测量数据对应的第二码流；

所述解压缩模块，还用于对所述第二码流进行解压缩以得到所述信号强度测量数据。

35       50. 根据权利要求 47-49 中任一项所述的装置，其特征在于，所述获取模块，还用于根据所述码流获取与时间测量数据对应的第三码流；

所述解压缩模块，还用于对所述第三码流进行解压缩以得到所述时间测量数据。

51. 根据权利要求 47-50 中任一项所述的装置，其特征在于，所述获取模块，还用于根据所述码流获取与转动角测量数据对应的第四码流；

所述解压缩模块，还用于对所述第四码流进行解压缩以得到所述转动角测量数据。

52. 根据权利要求 48-51 中任一项所述的装置，其特征在于，所述解压缩包括游程解码、熵解码或者基于残差的熵解码。

53. 一种电子设备，其特征在于，包括：

5 一个或多个处理器；

存储器，用于存储一个或多个程序；

当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行，使得所述一个或多个处理器实现如权利要求 1-26 中任一项所述的方法。

10 54. 一种计算机可读存储介质，其特征在于，包括计算机程序，所述计算机程序在计算机上被执行时，使得所述计算机执行权利要求 1-26 中任一项所述的方法。

55. 一种计算机程序产品，其特征在于，所述计算机程序产品包括计算机程序代码，当所述计算机程序代码在计算机上运行时，用于执行权利要求 1-26 中任一项所述的方法。

1/4

10

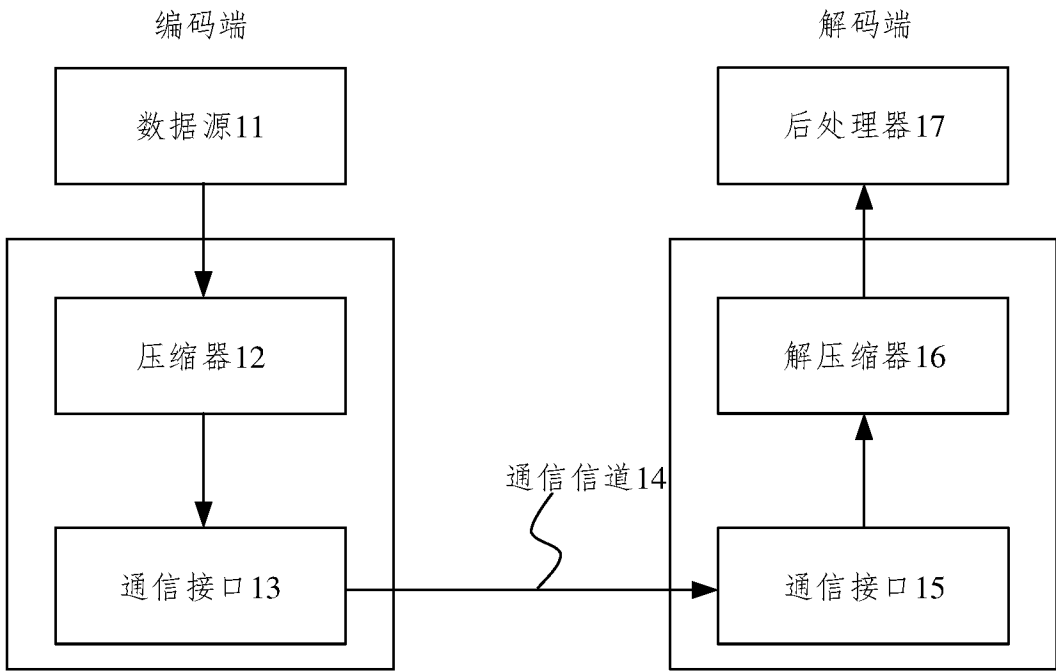


图 1

200

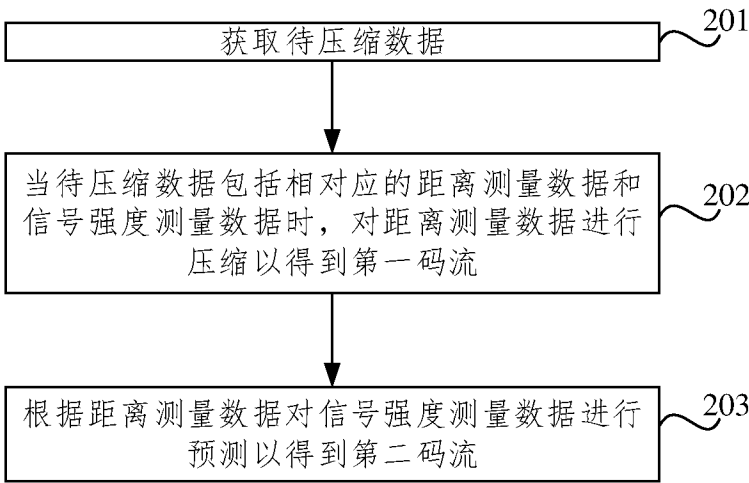


图 2

| 附加信息: 22 bytes |         |         |         |         |        |        |            |
|----------------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|------------|
| 预留             | 高温警告标志位 | 预留      | 电机转速    | GPS时间戳  | 回波     | 广测信息   | UTC:年月日时分秒 |
| 5 bytes        | 1 byte  | 2 bytes | 2 bytes | 4 bytes | 1 byte | 1 byte | 6 bytes    |

| 测量数据: 1240 bytes (10 block)   |                               |                               |       |                                |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------|--------------------------------|
| Block 1                       | Block 2                       | Block 3                       | ..... | Block 10                       |
| 0xFFEE                        | 0xFFEE                        | 0xFFEE                        | ..... | 0xFFEE                         |
| Azimuth Angle 1<br>(2 bytes)  | Azimuth Angle 2<br>(2 bytes)  | Azimuth Angle 3<br>(2 bytes)  | ..... | Azimuth Angle 10<br>(2 bytes)  |
| Channel 1 Unit 1<br>(3 bytes) | Channel 1 Unit 2<br>(3 bytes) | Channel 1 Unit 3<br>(3 bytes) | ..... | Channel 1 Unit 10<br>(3 bytes) |
| .....                         | .....                         | .....                         | ..... | .....                          |
| Channel 40 Unit 1             | Channel 40 Unit 2             | Channel 40 Unit 3             | ..... | Channel 40 Unit 10             |

红色部分为需要的信息。  
一个block对应一次发射  
其中GPS时间戳、回波和  
UTC用于计算时间。  
Azimuth: 转动角  
Channel Unit: 距离 (2  
bytes) 和Intensity (1  
byte)

图 3a

| 时间相关信息 (Utcsec, Echo, Year, Mon, Day, Hour, Min, Sec)<br>0.160bps (bit per point) |                                    |                                    |       |                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------|------------------------------------|
| Block 1                                                                           | Block 2                            | Block 3                            | ..... | Block 10                           |
| Azimuth<br>0.4bps                                                                 | Azimuth<br>0.4bps                  | Azimuth<br>0.4bps                  | ..... | Azimuth<br>0.4bps                  |
| Distance: 16bps<br>Intensity: 8bps                                                | Distance: 16bps<br>Intensity: 8bps | Distance: 16bps<br>Intensity: 8bps | ..... | Distance: 16bps<br>Intensity: 8bps |
| Distance: 16bps<br>Intensity: 8bps                                                | Distance: 16bps<br>Intensity: 8bps | Distance: 16bps<br>Intensity: 8bps | ..... | Distance: 16bps<br>Intensity: 8bps |
| .....                                                                             | .....                              | .....                              | ..... | .....                              |
| Distance: 16bps<br>Intensity: 8bps                                                | Distance: 16bps<br>Intensity: 8bps | Distance: 16bps<br>Intensity: 8bps | ..... | Distance: 16bps<br>Intensity: 8bps |

共40组，  
对应40线  
laser

图 3b

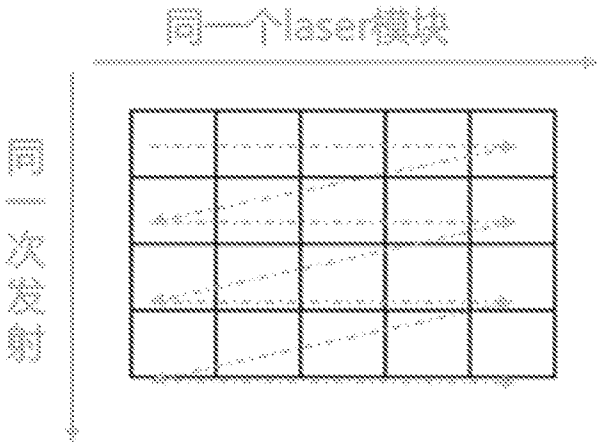


图 3c

3/4

400

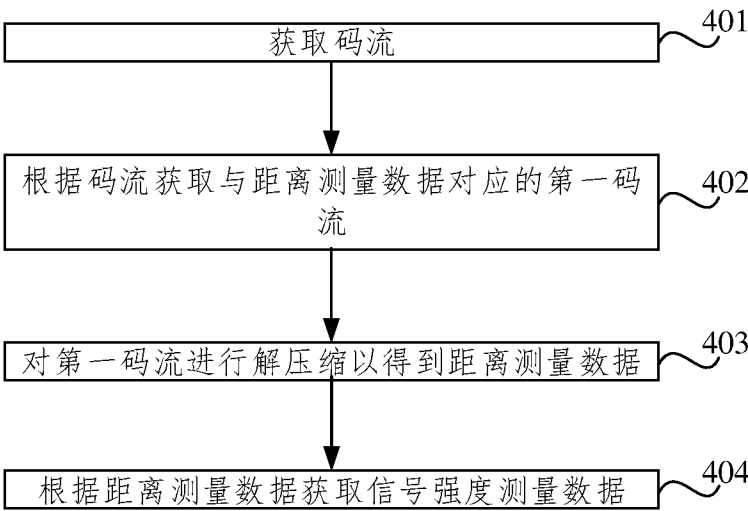


图 4

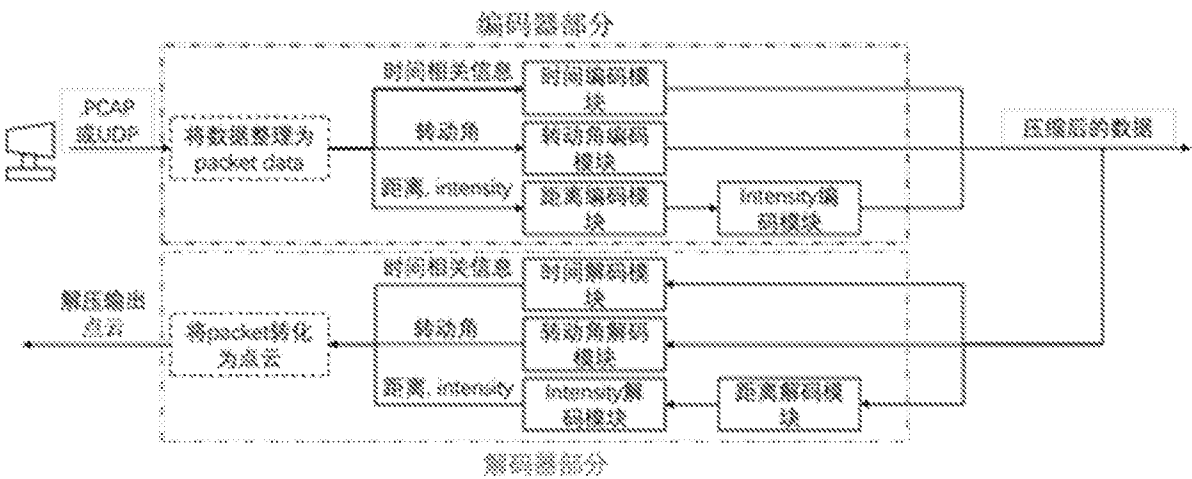


图 5

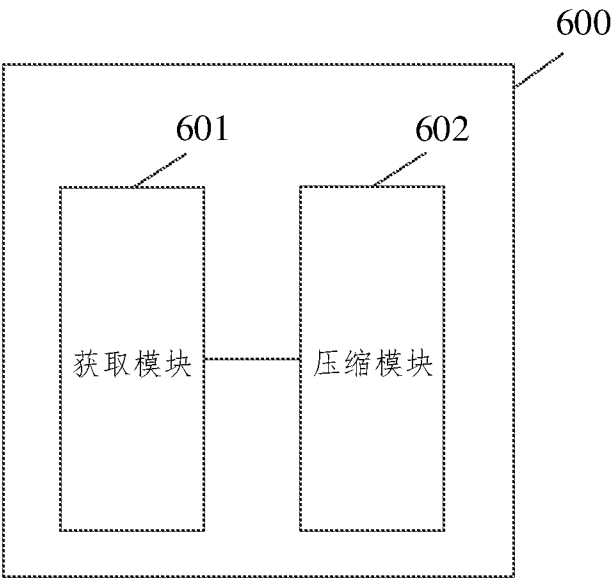


图 6

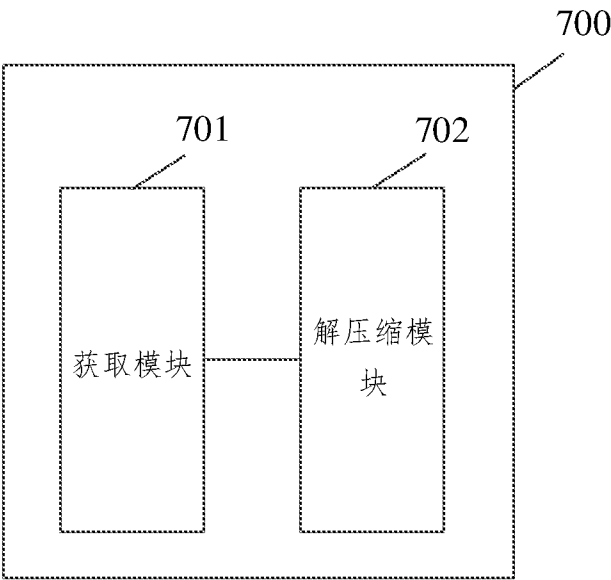


图 7

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/132107

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H04L 69/04(2022.01)i; H04L 69/164(2022.01)i; H04N 19/93(2014.01)i; H04N 19/91(2014.01)i; G01S 17/931(2020.01)i; G01S 17/08(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)

H04L; H04N; G01S

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)

USTXT; EPTXT; WOTXT; CNTXT; CNABS; VEN; CNKI; IEEE: 激光雷达, 数据, 压缩, 距离, 信号强度, 减少, 减小, 降低, 数量, 计算, 预测, 估计, 估算, laser radar, data, compress, distance, signal strength, RSSI, reduce, data amount, calculate, estimate

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                        | Relevant to claim No. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| PX        | CN 114244907 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 25 March 2022 (2022-03-25)<br>claims 1-55                                                  | 1-55                  |
| X         | US 2020284883 A1 (OSRAM GMBH) 10 September 2020 (2020-09-10)<br>description, paragraphs [0402], [3538], [3765]-[3771], [4004], and [4336] | 18-26, 44-55          |
| A         | US 8306747 B1 (GAGARIN NICOLAS et al.) 06 November 2012 (2012-11-06)<br>entire document                                                   | 1-55                  |
| A         | CN 111882623 A (FUDEKANG (BEIJING) TECHNOLOGY CO., LTD.) 03 November 2020<br>(2020-11-03)<br>entire document                              | 1-55                  |
| A         | CN 111736114 A (WUHAN KYLE OPTICS TECHNOLOGY CO., LTD.) 02 October 2020<br>(2020-10-02)<br>entire document                                | 1-55                  |



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

**06 January 2023**

Date of mailing of the international search report

**17 January 2023**

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/CN2022/132107**

| Patent document<br>cited in search report |            |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |              |    | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|------------|----|--------------------------------------|-------------------------|--------------|----|--------------------------------------|
| CN                                        | 114244907  | A  | 25 March 2022                        | None                    |              |    |                                      |
| US                                        | 2020284883 | A1 | 10 September 2020                    | DE                      | 112020001131 | T5 | 27 January 2022                      |
|                                           |            |    |                                      | EP                      | 3963355      | A1 | 09 March 2022                        |
|                                           |            |    |                                      | CN                      | 113795773    | A  | 14 December 2021                     |
|                                           |            |    |                                      | WO                      | 2020182591   | A1 | 17 September 2020                    |
| US                                        | 8306747    | B1 | 06 November 2012                     | None                    |              |    |                                      |
| CN                                        | 111882623  | A  | 03 November 2020                     | None                    |              |    |                                      |
| CN                                        | 111736114  | A  | 02 October 2020                      | CN                      | 111736114    | B  | 13 November 2020                     |

## 国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/132107

## A. 主题的分类

H04L 69/04(2022.01)i; H04L 69/164(2022.01)i; H04N 19/93(2014.01)i; H04N 19/91(2014.01)i; G01S 17/931(2020.01)i; G01S 17/08(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)

H04L; H04N; G01S

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))

USTXT; EPTXT; WOTXT; CNTXT; CNABS; VEN; CNKI; IEEE: 激光雷达, 数据, 压缩, 距离, 信号强度, 减少, 减小, 降低, 数量, 计算, 预测, 估计, 估算, laser radar, data, compress, distance, signal strength, RSSI, reduce, data amount, calculate, estimate

## 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 114244907 A (华为技术有限公司) 2022年3月25日 (2022 - 03 - 25)<br>权利要求1-55                                           | 1-55        |
| X    | US 2020284883 A1 (OSRAM GMBH) 2020年9月10日 (2020 - 09 - 10)<br>说明书第[0402]、[3538]、[3765]-[3771]、[4004]、[4336]段 | 18-26、44-55 |
| A    | US 8306747 B1 (GAGARIN NICOLAS等) 2012年11月6日 (2012 - 11 - 06)<br>全文                                          | 1-55        |
| A    | CN 111882623 A (富德康北京科技股份有限公司) 2020年11月3日 (2020 - 11 - 03)<br>全文                                            | 1-55        |
| A    | CN 111736114 A (武汉煜炜光学科技有限公司) 2020年10月2日 (2020 - 10 - 02)<br>全文                                             | 1-55        |

☐ 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

2023年1月6日

国际检索报告邮寄日期

2023年1月17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

授权官员

高胜凯

电话号码 (86-512)88996426

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/132107

| 检索报告引用的专利文件 |            |    | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利 | 公布日<br>(年/月/日)             |
|-------------|------------|----|----------------|------|----------------------------|
| CN          | 114244907  | A  | 2022年3月25日     | 无    |                            |
| US          | 2020284883 | A1 | 2020年9月10日     | DE   | 112020001131 T5 2022年1月27日 |
|             |            |    |                | EP   | 3963355 A1 2022年3月9日       |
|             |            |    |                | CN   | 113795773 A 2021年12月14日    |
|             |            |    |                | WO   | 2020182591 A1 2020年9月17日   |
| US          | 8306747    | B1 | 2012年11月6日     | 无    |                            |
| CN          | 111882623  | A  | 2020年11月3日     | 无    |                            |
| CN          | 111736114  | A  | 2020年10月2日     | CN   | 111736114 B 2020年11月13日    |