(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 114430800 B
(45)授权公告日 2024.04.02

(21)申请号 201980100162.3
(22)申请日 2019.10.02
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114430800 A
(43)申请公布日 2022.05.03
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2022.03.07
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2019/039019 2019.10.02
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2021/064925 JA 2021.04.08
(73)专利权人 富士通株式会社
地址 日本神奈川县川崎市
(72)发明人 山尾创辅
(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
专利代理师 金玲 黄纶伟
(51)Int.Cl.
G01B 11/00(2006.01)
G01C 3/06(2006.01)
G01C 15/00(2006.01)
G06T 15/08(2006.01)

(56)对比文件
CN 103984362 A,2014.08.13
CN 108779984 A,2018.11.09
CN 1445513 A,2003.10.01
JP 2014515530 A,2014.06.30
JP 2016213808 A,2016.12.15
JP 2019153863 A,2019.09.12
US 2017326739 A1,2017.11.16
US 6018696 A,2000.01.25

审查员 郑俊

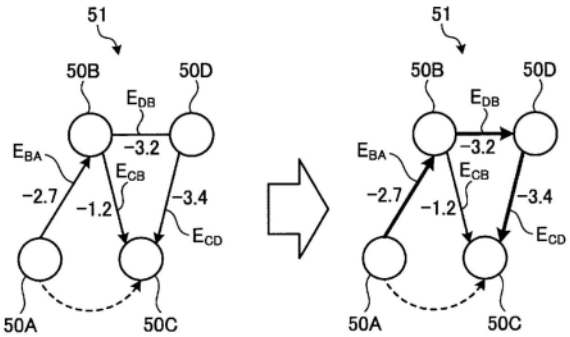
权利要求书2页 说明书19页 附图24页

(54)发明名称

生成方法、记录介质和信息处理装置

(57)摘要

信息处理装置根据在各时刻3个以上的传感器是否分别检测到目标,确定由3个以上的传感器中的、2个传感器组分别在多个时刻中的、相同时刻检测到目标的时刻的次数。信息处理装置根据针对传感器组分别所确定的次数和多个时刻的目标的配置位置的方差,生成与传感器之间的相对位置关系的估计精度相关的表示连结性的信息。信息处理装置根据表示连结性的信息,在有连结性的2个传感器之间生成表示第1相对位置关系的信息。信息处理装置根据表示连结性的信息和表示第1相对位置关系的信息,生成无连结性的2个传感器之间的表示第2相对位置关系的信息,并输出所生成的信息。



CN 114430800 B

1.一种生成方法,其特征在于,在该生成方法中,计算机执行以下处理:

取得3个以上的传感器在多个时刻对目标的检测结果;

根据在各时刻3个以上的传感器是否分别检测到所述目标,确定由3个以上的传感器中的2个传感器组分别在多个时刻中的相同时刻检测到所述目标的时刻的次数;

根据针对所述传感器组分别确定的次数和多个时刻的目标的配置位置的方差,生成表示与传感器之间的相对位置关系的估计精度相关的连结性的信息;

根据表示所述连结性的信息,在有连结性的2个传感器之间生成表示第1相对位置关系的信息;

根据表示连结性的信息和表示所述第1相对位置关系的信息,生成表示无连结性的2个传感器之间的第2相对位置关系的信息;以及

将表示所述第1相对位置关系的信息和表示所述第2相对位置关系的信息作为表示所述3个以上的传感器间的位置关系的信息输出。

2.根据权利要求1所述的生成方法,其特征在于,

所述目标的形状是球体,

该生成方法还执行检测所述检测结果中包含的球体作为目标的处理。

3.根据权利要求1所述的生成方法,其特征在于,进一步执行以下处理:

设定将由所述2个传感器组分别在多个时刻中的相同时刻检测到的目标分别建立对应而得到的多个目标组,从多个目标组中选择一部分目标组,在所选择出的一部分目标组中,一边变更所选择的目标组,一边反复执行计算各目标的位置的距离为最小的传感器的位置以及姿势的处理,根据各目标的位置的距离的最小值来排除在多个时刻检测到的各目标中的任意目标的处理。

4.根据权利要求1、2或3所述的生成方法,其特征在于,

所述目标在多个时刻配置于以除了所述3个以上的传感器以外的物体为基准的规定位置处,该生成方法进一步执行根据由所述3个以上的传感器中的任意传感器在多个时刻检测到的目标的位置来计算以所述物体为基准的坐标系的原点坐标的处理。

5.一种记录介质,其记录有生成程序,该记录介质的特征在于,使计算机执行以下处理:

取得3个以上的传感器在多个时刻对目标的检测结果;

根据在各时刻3个以上的传感器是否分别检测到所述目标,确定由3个以上的传感器中的2个传感器组分别在多个时刻中的相同时刻检测到所述目标的时刻的次数;

根据针对所述传感器组分别确定的次数和多个时刻的目标的配置位置的方差,生成表示与传感器之间的相对位置关系的估计精度相关的连结性的信息;

根据表示所述连结性的信息,在有连结性的2个传感器之间生成表示第1相对位置关系的信息;

根据表示连结性的信息和表示所述第1相对位置关系的信息,生成表示无连结性的2个传感器之间的第2相对位置关系的信息;以及

将表示所述第1相对位置关系的信息和表示所述第2相对位置关系的信息作为表示所述3个以上的传感器间的位置关系的信息输出。

6.根据权利要求5所述的记录介质,其特征在于,

所述目标的形状是球体,该生成程序还执行检测所述检测结果中包含的球体作为目标的处理。

7.根据权利要求5所述的记录介质,其特征在于,进一步执行以下处理:

设定将由所述2个传感器组分别在多个时刻中的相同时刻检测到的目标分别建立对应而得到的多个目标组,从多个目标组中选择一部分目标组,在所选择出的一部分目标组中,一边变更所选择的目标组,一边反复执行计算各目标的位置的距离为最小的传感器的位置以及姿势的处理,根据各目标的位置的距离的最小值来排除在多个时刻检测到的各目标中的任意目标的处理。

8.根据权利要求5、6或者7所述的记录介质,其特征在于,

所述目标在多个时刻配置于以除了所述3个以上的传感器以外的物体为基准的规定位置处,该生成程序进一步执行根据由所述3个以上的传感器中的任意传感器在多个时刻检测到的目标的位置来计算以所述物体为基准的坐标系的原点坐标的处理。

9.一种信息处理装置,其特征在于,具有:

确定部,其取得3个以上的传感器在多个时刻对目标的检测结果,根据在各时刻3个以上的传感器是否分别检测到所述目标,确定由3个以上的传感器中的2个传感器组分别在多个时刻中的相同时刻检测到所述目标的时刻的次数;

图生成部,其根据针对所述传感器组分别确定的次数和多个时刻的目标的配置位置的方差,生成表示与传感器之间的相对位置关系的估计精度相关的连结性的信息;以及

参数生成部,其根据表示所述连结性的信息,在有连结性的2个传感器之间生成表示第1相对位置关系的信息,根据表示连结性的信息和表示所述第1相对位置关系的信息,生成表示无连结性的2个传感器之间的第2相对位置关系的信息,将表示所述第1相对位置关系的信息和表示所述第2相对位置关系的信息作为表示所述3个以上的传感器间的位置关系的信息输出。

10.根据权利要求9所述的信息处理装置,其特征在于,

所述目标的形状是球体,该信息处理装置还具有检测所述检测结果中包含的球体作为目标的检测部。

11.根据权利要求9所述的信息处理装置,其特征在于,

该信息处理装置还具有鲁棒性估计部,该鲁棒性估计部设定将由所述2个传感器组分别在多个时刻中的相同时刻检测到的目标分别建立对应而得到的多个目标组,从多个目标组中选择一部分目标组,在所选择出的一部分目标组中,一边变更所选择的目标组,一边反复执行计算各目标的位置的距离为最小的传感器的位置以及姿势的处理,根据各目标的位置的距离的最小值来排除在多个时刻检测到的各目标中的、任意目标。

12.根据权利要求9、10或11所述的信息处理装置,其特征在于,

所述目标在多个时刻配置于以除了所述3个以上的传感器以外的物体为基准的规定位置处,该信息处理装置还具有计算部,该计算部根据由所述3个以上的传感器中的任意传感器在多个时刻检测到的目标的位置,计算以所述物体为基准的坐标系的原点坐标。

生成方法、记录介质和信息处理装置

技术领域

[0001] 本发明涉及生成方法等。

背景技术

[0002] 具有使用激光传感器等距离测量装置来测量被摄体的三维点群的现有技术。在以下的说明,将激光传感器等距离测量装置记述为“传感器”。例如,使用配置于被摄体的周围的多个传感器来从各方向感测被摄体,合并作为各传感器的测量结果的三维点群,由此能够立体地再现被摄体。

[0003] 图25是示出将由多个传感器测量出的三维点群合并而得到的结果的图。在图25所示的例子中,传感器10A、10B、10C、10D配置于被摄体1的周围(前后),传感器10A～10D测量被摄体1,得到三维点群。

[0004] 三维点群11A是基于传感器10A的测量结果的数据。三维点群11B是基于传感器10B的测量结果的数据。三维点群11C是基于传感器10C的测量结果的数据。三维点群11D是基于传感器10D的测量结果的数据。通过合并三维点群11A～11D,生成三维点群12。三维点群12立体地再现被摄体1。

[0005] 此处,在合并多个三维点群的情况下,使用外部参数。外部参数是表示多个传感器的相互位置关系的信息。作为计算外部参数的现有技术,例如,具有现有技术1、2。

[0006] 对现有技术1进行说明。现有技术1是利用球体目标来计算传感器的外部参数的外部校准的技术。在现有技术1中,使一个球体目标移动并利用第1传感器和第2传感器多次观测球体目标。

[0007] 图26是用于说明现有技术1的图。在图26中,测量结果13a、14a、15a是在时刻t＝1、2、3由第1传感器分别测量出的测量结果。根据测量结果13a、14a、15a来分别检测球体目标23a、24a、25a。省略时刻t＝4以后的测量结果的说明。

[0008] 测量结果13b、14b、15b是在时刻t＝1、2、3由第2传感器分别测量出的测量结果。根据测量结果13b、14b、15b来分别检测球体目标23b、24b、25b。省略时刻t＝4以后的测量结果的说明。

[0009] 在现有技术1中,进行球体目标23a、24a、25a与球体目标23b、24b、25b的对应,根据进行了对应的球体目标的三维点群的位置关系来估计外部参数的初始值。在初始值的估计中进行奇异值分解的对位。在现有技术1中,在进行了初始值的估计之后,使用集束估计(Bundle estimation)、最大似然估计来进行第1传感器与第2传感器之间的外部参数的优化,计算外部参数。

[0010] 图像16表示外部校准结果。通过执行外部校准,球体目标23a、24a、25a与球体目标23b、24b、25b的位置一致。

[0011] 另外,在现有技术1中,一边变更球体目标的位置,一边在最少3个时刻由第1传感器和第2传感器同时检测到球体目标,这成为用于计算外部参数的条件。

[0012] 接着,对现有技术2进行说明。现有技术2是如下技术:通过图像处理来检测目标,

以2个照相机为起点,使用DLT(Direct Linear Transform:直接线性变换)算法来依次估计各照相机的外部参数。

[0013] 图27和图28是用于说明现有技术2的图。进行图27的说明。在现有技术2中,一边在时刻t＝1～7使目标2移动,一边由传感器10A～10D观测目标2。

[0014] 例如,在时刻t＝1,目标2是由传感器10A～10D观测的。在时刻t＝2,目标2是由传感器10A～10D观测的。在时刻t＝3,目标2是由传感器10A～10D观测的。

[0015] 在时刻t＝4,目标2是由传感器10A、10B、10D观测的。在时刻t＝5,目标2是由传感器10A、10B、10D观测的。在时刻t＝6,目标2通过传感器10C、10D来观测。在时刻t＝7,目标2通过传感器10C、10D来观测。

[0016] 由此,传感器10A在时刻t＝1、2、3、4、5观测目标2,得到观测结果20A。传感器10B在时刻t＝1、2、3、4、5观测目标2,得到观测结果20B。传感器10C在时刻t＝1、2、3、6、7观测目标,得到观测结果20C。传感器10D在时刻t＝1、2、3、4、5、6、7观测目标,得到观测结果20D。

[0017] 转移到图28的说明。在现有技术2中,预先确定了估计外部参数的顺序。例如,现有技术2以传感器10A为基准,按照传感器10B、10C、10D的顺序选择传感器,估计外部参数。在估计外部参数的情况下,能够用于估计的目标2为由作为基准的传感器或者选择完毕的传感器已经观测到的时刻的目标2。

[0018] 因此,当按照传感器10B、10C、10D的顺序选择传感器时,在传感器10B的观测结果20B中,能够将在时刻t＝1、2、3、4、5观测到的目标用于外部参数的估计。在传感器10C的观测结果20C中,能够将在时刻t＝1、2、3观测到的目标用于外部参数的估计。在传感器10D的观测结果20D中,能够将在时刻t＝1～7观测到的目标用于外部参数的估计。

[0019] 现有技术文献

[0020] 专利文献

[0021] 专利文献1:日本特开2019-086476号公报

[0022] 非专利文献

[0023] 非专利文献1:M.Ruan,“Calibration of 3D Sensors Using a Spherical Target,”3DV 2014

发明内容

[0024] 发明要解决的课题

[0025] 在上述的现有技术1中,以掌握2个传感器的外部参数为前提,进而要求第1传感器、第2传感器同时观测一个目标。因此,在未共享第1传感器和第2传感器的感测范围的情况下,无法由2个传感器同时观测球体目标。此外,即使在要共享的感测范围较窄的情况下,一边使球体目标的场所移动一边进行多次拍摄也为前提,因此2个传感器难以观测充分次数的球体目标。在这样的情况下,用于估计第1传感器和第2传感器的外部参数的条件不足。

[0026] 此外,有时想要使用3个以上的传感器来在更宽的范围内从更多的方向感测被摄体。但是,在现有技术1中,由于在各时刻全部传感器同时观测目标成为前提,因此在3个以上的传感器中存在未共享感测范围的对的情况下,无法估计外部参数。

[0027] 此外,在上述的现有技术2中,预先确定了估计外部参数的顺序。例如,如图28所说明的那样,当以传感器10A为基准按照传感器10B、10C、10D的顺序选择传感器来估计外部参

数时,在观测结果20C中,能够用于外部参数的估计的目标减少,分布产生偏差。当能够用于外部参数的估计的目标偏坡地分布时,外部参数的估计精度降低。估计精度的降低也对选择后段的观测结果20D来估计外部参数的情况下的估计精度产生影响。

[0028] 在一个侧面中,本发明的目的在于提供一种生成方法、生成程序和信息处理装置,在该生成方法中,针对3个以上的传感器,能够高精度地生成配置位置关系、视场角的关系等表示相对位置关系的信息。

[0029] 用于解决课题的手段

[0030] 在第1方案中,计算机执行如下的处理。计算机取得3个以上的传感器在多个时刻的目标的检测结果。计算机根据在各时刻3个以上的传感器是否分别检测到目标,确定由3个以上的传感器中的、2个传感器组分别在多个时刻中的、相同时刻检测到目标的时刻的次数。计算机根据针对传感器组分别所确定的次数和多个时刻的目标的配置位置的方差,生成表示与传感器之间的相对位置关系的估计精度相关的连结性的信息。计算机根据表示连结性的信息,在有连结性的2个传感器之间生成表示第1相对位置关系的信息。计算机根据表示连结性的信息和表示第1相对位置关系的信息,生成无连结性的2个传感器之间的表示第2相对位置关系的信息。计算机将表示第1相对位置关系的信息和表示第2相对位置关系的信息作为表示3个以上的传感器间的位置关系的信息输出。

[0031] 发明效果

[0032] 针对3个以上的传感器,能够高精度地生成配置位置关系、视场角的关系等表示相对位置关系的信息。

附图说明

[0033] 图1是示出本实施例1的信息处理系统的一例的图。

[0034] 图2是用于说明生成传感器连结性图的处理的图(1)。

[0035] 图3是用于说明生成传感器连结性图的处理的图(2)。

[0036] 图4是用于说明将目标的方差反映到传感器联结性图中的处理的图。

[0037] 图5是用于说明未直接连结的传感器的外部参数的计算的图。

[0038] 图6是用于说明本实施例1的信息处理装置的效果的图。

[0039] 图7是示出本实施例1的信息处理装置的结构的功能框图。

[0040] 图8是示出检测结果表的数据结构的一例的图。

[0041] 图9是示出外部参数表的数据结构的一例的图。

[0042] 图10是示出外部参数生成处理部的结构的功能框图。

[0043] 图11是用于说明鲁棒性估计部的处理的图(1)。

[0044] 图12是用于说明鲁棒性估计部的处理的图(2)。

[0045] 图13是用于说明鲁棒性估计部的处理的图(3)。

[0046] 图14是用于说明鲁棒性估计部的处理的图(4)。

[0047] 图15是用于说明鲁棒性估计部的处理的图(5)。

[0048] 图16是示出本实施例1的信息处理装置的处理过程的流程图。

[0049] 图17是示出传感器连结性图生成处理的处理过程的流程图。

[0050] 图18是示出使用了球体标记的外部校准的一例的图(1)。

[0051] 图19是示出使用了球体标记的外部校准的一例的图(2)。

[0052] 图20是示出使用了球体标记的外部校准的一例的图(3)。

[0053] 图21是用于说明目标的配置位置的图。

[0054] 图22是示出本实施例2的信息处理装置的结构的功能框图。

[0055] 图23是示出本实施例2的信息处理装置的处理过程的流程图。

[0056] 图24是示出实现与信息处理装置相同的功能的计算机的硬件结构的一例的图。

[0057] 图25是示出将由多个传感器测量出的三维点群合并而得到的结果的图。

[0058] 图26是用于说明现有技术1的图。

[0059] 图27是用于说明现有技术2的图(1)。

[0060] 图28是用于说明现有技术2的图(2)。

具体实施方式

[0061] 以下,根据附图详细地说明本申请公开的生成方法、生成程序和信息处理装置的实施例。另外,本发明不受该实施例限定。

[0062] 实施例1

[0063] 图1是示出本实施例1的信息处理系统的一例的图。如图1所示,本实施例1的信息处理系统具有传感器10A、10B、10C、10D和信息处理装置100。传感器10A～10D和信息处理装置100分别通过有线或者无线连接。在图1中,示出传感器10A～10D,但信息处理系统也可以具有其他传感器。

[0064] 传感器10A是测量构成被摄体(或者目标2)的点群与传感器10A之间的距离的测量装置(激光传感器)。传感器10A将作为测量结果的距离图像的数据输出到信息处理装置100。距离图像的数据中包含将各像素与距离值分别建立对应而得到的信息。距离图像的数据被信息处理装置100转换为三维点群数据。三维点群数据是针对点群将点与三维正交坐标系的坐标分别建立对应而得到的信息。

[0065] 与传感器10B相关的说明和与传感器10A相关的说明相同。在以下的说明,适当地将传感器10A～10B统称作“传感器10”。此外,三维点群数据是对传感器10测量出的距离图像的数据进行转换而得到的数据,但适当记述为传感器10测量出的三维点群数据,省略将距离图像的数据转换为三维点群数据的意思的记载。

[0066] 本实施例1的信息处理系统是使用传感器10测量被摄体(省略图示)并对被摄体所进行的表演进行评价的系统,但作为预处理,使用目标2执行外部校准,生成外部参数。信息处理系统根据所生成的外部参数来对由传感器10测量出的三维点群数据进行合并,生成被摄体整体的三维点群数据,对被摄体所进行的表演进行评价。

[0067] 对信息处理系统的信息处理装置100生成外部参数的情况下的处理进行说明。信息处理装置100在生成外部参数的情况下,执行生成传感器连结性图的处理、将目标的方差反映到传感器连结性图中的处理、确定选择传感器的顺序的处理。

[0068] 图2和图3是用于说明生成传感器连结性图的处理的图。如图2所示,在时刻t＝1～13,一边使目标2移动,一边由传感器10A～10D观测目标2。目标2是由用户移动的。

[0069] 例如,在时刻t＝1,目标2通过传感器10A来观测。在时刻t＝2,目标2通过传感器10A来观测。在时刻t＝3,目标2通过传感器10A、10B来观测。在时刻t＝4,目标2通过传感器

10A、10B来观测。

[0070] 在时刻t＝5,目标2通过传感器10A、10B来观测。在时刻t＝6,目标2通过传感器10A、10B、10C来观测。在时刻t＝7,目标2通过传感器10B、10C来观测。在时刻t＝8,目标2通过传感器10B、10D来观测。

[0071] 在时刻t＝9,目标2通过传感器10B、10C、10D来观测。在时刻t＝10,目标2通过传感器10C、10D来观测。在时刻t＝11,目标2通过传感器10C、10D来观测。在时刻t＝12,目标2通过传感器10B、10C、10D来观测。在时刻t＝13,目标2通过传感器10C来观测。

[0072] 此处,信息处理装置100确定由传感器10A～10D中的、2个传感器组在多个时刻中的、相同时刻检测到目标2的时刻的次数(以下,称作共享数量)。

[0073] 针对传感器10A和传感器10B的组,在时刻t＝1～13中的、时刻t＝3、4、5、6,正在观测目标2。因此,传感器10A、10B的组的共享数量为“4”。

[0074] 针对传感器10A和传感器10C的组,在时刻t＝1～13中的、时刻t＝6,正在观测目标2。因此,传感器10A、10C的组的共享数量为“1”。

[0075] 针对传感器10A和传感器10D的组,没有时刻t＝1～13中的、正在观测目标2的时刻。因此,传感器10A、10D的组的共享数量为“0”。

[0076] 针对传感器10B和传感器10C的组,在时刻t＝1～13中的、时刻t＝6、7、12,正在观测目标2。因此,传感器10B、10C的组的共享数量为“3”。

[0077] 针对传感器10B和传感器10D的组,在时刻t＝1～13中的、时刻t＝8、9、12,正在观测目标2。因此,传感器10B、10D的组的共享数量为“3”。

[0078] 针对传感器10C和传感器10D的组,在时刻t＝1～13中的、时刻t＝9、10、11、12,正在观测目标2。因此,传感器10C、10D的组的共享数量为“4”。

[0079] 转移到图3的说明。信息处理装置100根据针对2个传感器组分别所确定的共享数量,生成目标共享数量图50。目标共享数量图50包含节点50A、50B、50C、50D。节点50A是与传感器10A对应的节点。节点50B是与传感器10B对应的节点。节点50C是与传感器10C对应的节点。节点50D是与传感器10D对应的节点。

[0080] 在目标共享数量图50中,节点50A～50D分别通过边缘E来连接,对各边缘E设定与共享数量对应的权重。由于传感器10A、10B的组的共享数量为“4”,因此信息处理装置100对将节点50A和节点50B连接的边缘E_{BA}设定权重“4”。由于传感器10A、10C的组的共享数量为“1”,因此信息处理装置100对将节点50A和节点50D连接的边缘E_{CA}设定权重“1”。另外,由于传感器10A、10D的组的共享数量为“0”,因此节点50A和节点50D没有通过边缘连接。

[0081] 由于传感器10B、10C的组的共享数量为“4”,因此信息处理装置100对将节点50B和节点50C连接的边缘E_{BC}设定权重“4”。由于传感器10B、10D的组的共享数量为“3”,因此信息处理装置100对将节点50B和节点50D连接的边缘E_{DB}设定权重“3”。

[0082] 信息处理装置100通过保留各边缘E中的、权重为“3”以上的边缘,生成传感器连结性图51。在图3所示的例子中,信息处理装置100通过从目标共享数量图50中删除边缘E_{CA}并保留边缘E_{BA}、E_{CB}、E_{DB}、E_{CD},生成传感器连结性图51。

[0083] 图4是用于说明将目标的方差反映到传感器连结性图中的处理的图。信息处理装置100计算在各时刻由2个传感器组观测的目标组的位置的方差σ^2。信息处理装置100将“$-2\log\sigma$”设为各边缘E的权重,将目标的方差反映到传感器连结性图中。边缘的权重越小,意

味着由2个传感器组观测到的目标组的位置的空间性方差较大(均匀地分布)。

[0084] 例如,如图2所说明的那样,针对传感器10A和传感器10B的组,在时刻t＝1～13中的、时刻t＝3、4、5、6,正在观测目标2。信息处理装置100计算传感器10A(或者传感器10B)观测到的时刻t＝3、4、5、6的目标2的位置的方差σ^2_{BA}。例如,当将“$-2\log\sigma_{BA}$”设为“-2.7”时,信息处理装置100对边缘E_{BA}设定权重“-2.7”。

[0085] 针对传感器10B和传感器10C的组,在时刻t＝1～13中的、时刻t＝6、7、12,正在观测目标2。信息处理装置100计算传感器10B(或者传感器10C)观测到的、时刻t＝6、7、12的目标2的位置的方差σ^2_{CB}。例如,当将“$-2\log\sigma_{CB}$”设为“-1.2”时,信息处理装置100对边缘E_{CB}设定权重“-1.2”。

[0086] 针对传感器10B和传感器10D的组,在时刻t＝1～13中的、时刻t＝8、9、12,正在观测目标2。信息处理装置100计算传感器10B(或者传感器10D)观测到的、时刻t＝8、9、12的目标2的位置的方差σ^2_{DB}。例如,当将“$-2\log\sigma_{DB}$”设为“-3.2”时,信息处理装置100对边缘E_{DB}设定权重“-3.2”。

[0087] 针对传感器10C和传感器10D的组,在时刻t＝1～13中的、时刻t＝9、10、11、12,正在观测目标2。信息处理装置100计算传感器10C(或者传感器10D)观测到的、时刻t＝9、10、11、12的目标2的位置的方差σ^2_{CD}。例如,当将“$-2\log\sigma_{CD}$”设为“-3.4”时,信息处理装置100对边缘E_{CD}设定权重“-3.4”。

[0088] 信息处理装置100执行根据将目标2的方差反映到传感器连结性图51中而得到的结果来确定选择作为外部参数计算对象的传感器的顺序的处理。信息处理装置100通过最短路径搜索来决定使得各边缘E之和为最小的路径。例如,信息处理装置100使用贝尔曼-福特(Bellman-Ford)法等来决定使得各边缘E之和为最小的路径。

[0089] 使得各边缘E之和为最小的路径是使得目标组的位置的空间性方差尽可能增大的、传感器的顺序。在图4所示的例子中,当将作为基准的节点设为与传感器10A对应的节点50A时,使得各边缘E之和为最小的路径为节点50A、节点50B、节点50D、节点50C的顺序。即,使得目标组的位置的空间性方差尽可能增大的、传感器的顺序为传感器10A、传感器10B、传感器10D、传感器10C。

[0090] 信息处理装置100以传感器10A为基准,按照传感器10B、传感器10D、传感器C的顺序进行选择,并估计外部参数。此处,通过预先对要连结的2个传感器组的相对位置以及姿势进行合成,能够计算未与基准的传感器直接连结的传感器的外部参数。

[0091] 图5是用于说明未直接连结的传感器的外部参数的计算的图。节点50A、节点50B、节点50D、节点50C分别与传感器10A、传感器10B、传感器10C、传感器10D对应。图4中所说明的、传感器连结性图51未将节点50A和节点50C直接连结,但通过执行下述的处理,能够计算作为基准的传感器10A与传感器10C的相对位置以及姿势。

[0092] 信息处理装置100选择传感器10A和传感器10B的组,根据传感器10A的各时刻t＝1～13的观测结果和传感器10B的观测结果,计算传感器10B相对于传感器10A的外部参数T_{BA}。

[0093] 信息处理装置100选择传感器10B和传感器10D的组,根据传感器10B的各时刻t＝1～13的观测结果和传感器10D的观测结果,计算传感器10D相对于传感器10B的外部参数T_{DB}。

[0094] 信息处理装置100选择传感器10D和传感器10C的组,根据传感器10D的各时刻t＝1～13的观测结果和传感器10C的观测结果,计算传感器10C相对于传感器10D的外部参数T_{CD}。

[0095] 信息处理装置100根据式(1),计算作为基准的传感器10A与传感器10C的相对位置以及姿势。例如,各T是包含旋转矩阵和平移矢量的矩阵。

[0096] $T_{CA}=T_{CD}T_{DB}T_{BA}\cdots\cdots(1)$

[0097] 如上所述,本实施例1的信息处理装置100一边在各时刻使目标2移动,一边执行传感器10A～10D的观测,确定表示在该时刻检测到目标2的时刻的次数的共享数量。信息处理装置100生成将共享数量设为边缘的权重的目标共享数量图50,根据目标共享数量图50来生成保留了边缘E的权重为规定的数量以上的边缘的传感器连结性图51。由传感器连结性图51连结的节点的组表示在该时刻观测到目标2的次数为规定的数量以上的传感器组。

[0098] 此外,信息处理装置100计算在各时刻由2个传感器组观测的目标组的位置的方差σ^2,将“$-2\log\sigma$”设为各边缘E的权重,将目标的方差反映到传感器连结性图中。在将该“$-2\log\sigma$”设为各边缘E的权重的传感器连结性图中,边缘的权重越小,意味着由2个传感器组观测到的目标组的位置的空间性方差越大。信息处理装置100确定使得各边缘E之和为最小的路径,根据所确定的路径,确定在计算外部参数的情况下选择的传感器10的顺序。由此,能够以传感器10的外部参数的计算稳定的方式,确定使得目标组的位置的空间性方差尽可能增大的传感器的顺序。因此,针对3个以上的传感器,能够高精度地生成配置位置关系、视场角的关系等表示相对位置关系的信息。

[0099] 图6是用于说明本实施例1的信息处理装置的效果的图。图6的上段表示使用了现有技术2的情况下的传感器10的选择的顺序。下段表示信息处理装置100所确定的、传感器10的选择的顺序。但是,与图27中所说明的条件同样,信息处理装置100一边在时刻t＝1～7使目标2移动,一边由传感器10进行观测,确定顺序。将传感器10A～10D的观测结果设为观测结果20A～20D。

[0100] 如图28所说明的那样,在现有技术2中,如传感器10A、10B、10C、10D那样按照预先设定的顺序选择传感器10。当按照该顺序选择出传感器10时,在观测结果20C中,能够用于外部参数的估计的目标减少,分布产生偏差。当能够用于外部参数的估计的目标偏坡地分布时,外部参数的估计精度降低。

[0101] 与此相对,在信息处理装置100中,通过使用传感器连结性图,可按照传感器10A、10B、10C、10D的顺序选择传感器10。当按照该顺序选择出传感器10时,在观测结果20D中,在时刻t＝6、7,无法将目标2用于外部参数的计算,但时刻t＝1、2、3、4、5的目标2在视野上均匀地分布,外部参数的估计精度变高。此外,能够抑止选择后段的观测结果20C来估计外部参数的情况下的估计精度降低。

[0102] 接着,对图1所示的信息处理装置100的结构进行说明。图7是示出本实施例1的信息处理装置的结构的功能框图。如图7所示,该信息处理装置100具有通信部110、输入部120、显示部130、存储部140和控制部150。

[0103] 通信部110是从图1所示的传感器10接收距离图像的数据的处理部。通信部110将接收到的距离图像的数据输出到控制部150。通信部110是通信装置的一例。

[0104] 输入部120是将各种信息输入到信息处理装置100的输入装置。输入部120与键盘、鼠标、触摸面板等对应。例如,每当在各时刻完成目标2的设置时,用户操作输入部120而将目标2的设置已完成的意思的信息输入到信息处理装置100。

[0105] 显示部130是显示从控制部150输出的信息的显示装置。例如,显示部130显示各种

比赛的技巧认定、打分结果等。显示部130与液晶显示器、有机EL(Electro-Luminescence:电致发光)显示器、触摸面板等对应。

[0106] 存储部140具有背景图像表141、检测结果表142和外部参数表143。存储部140与RAM(Random Access Memory:随机存取存储器)、闪存(Flash Memory)等半导体存储元件、HDD(Hard Disk Drive:硬盘驱动器)等存储装置对应。

[0107] 背景图像表141是存储在不存在目标2的状态下由各传感器10A～10D分别测量出的背景图像的数据(距离图像的数据)的表。

[0108] 检测结果表142是根据传感器10的观测结果来存储在各时刻检测到的目标2的点群以及位置的表。图8是示出检测结果表的数据结构的一例的图。如图8所示,该检测结果表142存储传感器识别信息和各时刻的、目标2的点群信息。传感器识别信息是识别传感器10的信息。例如,传感器识别信息SE10A、SE10B、SE10C、SE10D分别与传感器10A、传感器10B、传感器10C、传感器10D对应。此外,目标的点群信息是表示目标2的三维的点群与点群中包含的点的三维的坐标的关系的数据。另外,在相应的传感器识别信息中,在时刻处未检测到目标的情况下,存储“无目标”。

[0109] 外部参数表143是存储由后述的外部参数生成处理部152生成的外部参数的表。图9是示出外部参数表的数据结构的一例的图。如图9所示,该外部参数表143将传感器识别信息与外部参数建立对应。传感器识别信息是识别传感器10的信息。外部参数是表示与作为基准的传感器10的相对位置以及姿势的数据。在本实施例1中,将作为基准的传感器设为传感器10A。

[0110] 外部参数T_{BA}是表示以传感器10A为基准的传感器10B的相对位置以及姿势的数据。外部参数T_{CA}是表示以传感器10A为基准的传感器10C的相对位置以及姿势的数据。外部参数T_{DA}是表示以传感器10A为基准的传感器10D的相对位置以及姿势的数据。

[0111] 控制部150具有取得部151、外部参数生成处理部152、合并部153、拟合处理部154和评价部155。控制部150通过CPU(Central Processing Unit:中央处理器)、MPU(Micro Processing Unit:微处理单元)、ASIC(Application Specific Integrated Circuitt:专用集成电路)、FPGA(Field Programmable Gate Array:现场可编程门阵列)等硬布线逻辑等来实现。

[0112] 取得部151是经由通信部110从传感器10取得距离图像的数据的处理部。例如,取得部151取得距离图像的数据的定时是由操作输入部120的用户指示的。取得部151取得距离图像的数据与背景图像表141中存储的背景图像的数据的差分,生成背景差分图像数据。取得部151将背景差分图像数据输出到外部参数生成处理部152。

[0113] 另外,取得部151利用由传感器10A测量出的距离图像的数据和与传感器10A对应的背景图像的数据的差分,生成与传感器10A对应的背景差分数据。取得部151利用由传感器10B测量出的距离图像的数据和与传感器10B对应的背景图像的数据的差分,生成与传感器10B对应的背景差分数据。

[0114] 取得部151利用由传感器10C测量出的距离图像的数据和与传感器10C对应的背景图像的数据的差分,生成与传感器10C对应的背景差分数据。取得部151利用由传感器10D测量出的距离图像的数据和与传感器10D对应的背景图像的数据的差分,生成与传感器10D对应的背景差分数据。

[0115] 取得部151每当在各时刻从传感器10取得距离图像的数据时,反复执行上述处理。取得部151在将背景差分数据输出到外部参数生成处理部152的情况下,可以将时刻t的信息和该传感器10的传感器识别信息赋予给背景差分数据。

[0116] 取得部151在执行外部校准的情况下,将背景差分数据输出到外部参数生成处理部152。取得部151在对被摄体(省略图示)所进行的表演进行评价的情况下,将背景差分数据输出到合并部153。取得部151进行外部校准的定时、进行表演的评价的定时是从用户所操作的输入部120受理的。

[0117] 外部参数生成处理部152是通过执行图2～图5中所说明的处理来生成外部参数的处理部。外部参数生成处理部152将所生成的外部参数存储到外部参数表143中。

[0118] 图10是示出外部参数生成处理部的结构的功能框图。如图10所示,外部参数生成处理部152具有检测部160、确定部161、图生成部162、参数生成部163和鲁棒性估计部164。

[0119] 检测部160是在多个时刻检测目标2的处理部。检测部160对背景差分数据中所保留的各像素(除背景部分以外的像素)进行聚类,将各像素分类为多个集群。检测部160将各集群中的、属于集群的像素的数量小于规定数量(集群的面积小于阈值)的集群作为噪声去除。

[0120] 检测部160保持有对像素的位置及距离值与点及正交坐标系的坐标之间的关系进行了定义的转换表。检测部160根据转换表,将集群中包含的各像素转换为三维点群。检测部160针对各集群的三维点群,分别对拟合到预先设定的目标2的三维模型表面时的误差进行评价。

[0121] 检测部160将所拟合时的误差最小的集群确定为目标2。检测部160可以根据ICP(Iterative Closest Point:迭代最近点)等,执行拟合。与目标2对应的集群的三维点群具有点群与各点的正交坐标系的坐标之间的关系,与点群信息对应。

[0122] 检测部160根据赋予给背景差分数据的传感器识别信息以及时刻的信息,将上述的点群信息存储到检测结果表142中。另外,检测部160根据背景差分数据来执行上述处理,在未由传感器10观测到目标2的情况下,将无目标的信息存储到检测结果表142中。检测部160每当取得背景差分数据时,反复执行上述处理。

[0123] 确定部161是按照2个传感器10的每个组确定共享数量的处理部。

[0124] 例如,确定部161取得检测结果表142的数据,确定在各时刻传感器10A～10D是否分别检测到目标。确定部161确定由传感器10A～10D中的、2个传感器10的组在多个时刻中的、相同时刻检测到目标2的时刻的次数(共享数量)。确定部161确定共享数量的具体处理与使用图2所说明的信息处理装置100的处理对应。

[0125] 确定部161将按照2个传感器10的每个组所确定的共享数的数据输出到图生成部162。例如,在各时刻的目标2的观测结果是图2中所说明的观测结果的情况下,传感器10A、10B的组的共享数量为“4”。传感器10A、10C的组的共享数量为“1”。传感器10A、10D的组的共享数量为“0”。传感器10B、10C的组的共享数量为“4”。传感器10B、10D的组的共享数量为“3”。传感器10C、10D的组的共享数量为“4”。

[0126] 图生成部162是生成传感器连结性图51的处理部。

[0127] 例如,图生成部162根据按照2个传感器10的每个组确定出的共享数量的数据,生成目标共享数量图50。将传感器10A、10B的组的共享数量设为“4”、传感器10A、10C的组的共

享数量设为“1”、传感器10A、10D的组的共享数量设为“0”、传感器10B、10C的组的共享数量设为“4”、传感器10B、10D的组的共享数量设为“3”。然后,图生成部162所生成的目标共享数量图50为在图3中说明的目标共享数量图。

[0128] 图生成部162通过保留各边缘E中的、权重为“3”以上的边缘,生成传感器连结性图51。在图3所示的例子中,图生成部162通过从目标共享数量图50中删除边缘E_{CA}并保留边缘E_{BA}、E_{CB}、E_{DB}、E_{CD},生成传感器连结性图51。

[0129] 此外,图生成部162执行将目标的方差反映到传感器连结性图51中的处理。如图4所说明的那样,图生成部162计算在各时刻由2个传感器组观测的目标组的位置的方差σ^2。图生成部162将“$-2\log\sigma$”设为各边缘E的权重,将目标的方差反映到传感器连结性图中。

[0130] 如图2所说明的那样,针对传感器10A和传感器10B的组,在时刻t=1~13中的、时刻t=3、4、5、6,正在观测目标2。图生成部162计算传感器10A(或者传感器10B)观测到的、时刻t=3、4、5、6的目标2的位置的方差σ^2_{BA}。例如,当将“$-2\log\sigma_{BA}$”设为“-2.7”时,图生成部162对边缘E_{BA}设定权重“-2.7”。

[0131] 图生成部162根据检测结果表142来确定传感器10A观测到的、时刻t=3、4、5、6的目标2的位置。例如,也可以将目标2的点群信息中包含的各点的坐标的重心坐标设为目标2的位置。

[0132] 图生成部162针对传感器10B和传感器10C的组、传感器10B和传感器10D的组、传感器10C和传感器10D的组也同样地计算方差σ^2_{CB}、方差σ^2_{DB}、方差σ^2_{CD}。图生成部162分别对边缘E_{CB}设定权重“-1.2”、对边缘E_{DB}设定权重“-3.2”、对边缘E_{CD}设定权重“-3.4”。图生成部162将设定了边缘的权重的传感器连结性图51的数据输出到参数生成部163。

[0133] 参数生成部163根据传感器连结性图51,在有连结性的2个传感器之间生成外部参数。参数生成部163将外部参数存储到外部参数表143中。此外,参数生成部163也可以向预先设定的外部装置发送外部参数。参数生成部163根据传感器连结性图51和所生成的外部参数,生成无连结性的2个传感器之间的外部参数。以下,对参数生成部163的处理的一例进行说明。

[0134] 参数生成部163针对传感器连结性图51,通过最短路径搜索来执行使得各边缘E之和为最小的路径。例如,参数生成部163使用Bellman-Ford法等来选择使得各边缘E之和为最小的路径P。

[0135] 如图4所说明的那样,当将作为基准的节点设为与传感器10A对应的节点50A时,使得各边缘E之和为最小的路径P为节点50A、节点50B、节点50D、节点50C的顺序。

[0136] 参数生成部163将传感器10A、10B的组、传感器10B、10D的组、传感器10D、10C的组确定为有连结性的2个传感器。参数生成部163将传感器10A、10C的组确定为无连结性的2个传感器。

[0137] 参数生成部163根据传感器10A的时刻t=3、4、5、6的目标2的位置与传感器10B的时刻t=3、4、5、6的目标2的位置的关系,通过奇异值分解进行对位,计算外部参数T_{BA}的初始值。

[0138] 参数生成部163根据传感器10B的时刻t=8、9、12的目标2的位置与传感器10D的时刻t=8、9、12的目标2的位置的关系,通过奇异值分解进行对位,计算外部参数T_{DB}的初始值。

[0139] 参数生成部163根据传感器10D的时刻的目标2的位置与传感器10C的时刻的目标2

的位置的关系,通过奇异值分解进行对位,计算外部参数T_{CD}的初始值。

[0140] 参数生成部163使用光束平差法(bundle adjustment)、最大似然估计来执行外部参数T_{BA}、T_{DB}、T_{CD}的优化(目标2形状的拟合),计算最终的外部参数T_{BA}、T_{DB}、T_{CD}。有连结性的2个传感器之间的、各外部参数T_{BA}、T_{DB}、T_{CD}与“表示第1相关位置关系的信息”对应。

[0141] 参数生成部163根据式(1)和外部参数T_{BA}、T_{DB}、T_{CD},计算外部参数T_{CA}。外部参数T_{CA}是无连结性的2个传感器之间的外部参数,与“表示第2相关位置关系的信息”对应。

[0142] 参数生成部163将以传感器10A为基准的外部参数T_{BA}、T_{CA}、T_{DA}存储到外部参数表143中。另外,参数生成部163通过式(2),计算表示以传感器10A为基准的传感器10D的相对位置以及姿势的外部参数T_{DA}。

[0143] $T_{DA}=T_{DB}T_{BA}$……(2)

[0144] 鲁棒性估计部164是检测目标2的错误检测的处理部。图11～图15是用于说明鲁棒性估计部的处理的图。此处,作为一例,根据传感器10A和传感器10B来进行说明。如图11所示,一边在时刻t=1～4使目标2移动,一边由传感器10A、传感器10B观测目标2。另外,在时刻t=2,具有与目标2相似的特征的前景物体3包含于传感器10B的观测结果中。

[0145] 传感器10A和传感器10B的观测结果为在图12中示出的观测结果。观测结果30A表示传感器10A的时刻t=1～4的观测结果。观测结果30B表示传感器10B的时刻t=1～4的观测结果。例如,在观测结果30B的时刻t=2,替代目标2,错误地将前景物体3错误检测为目标2并存储到检测结果表142中。

[0146] 转移到图13的说明。将传感器10A在时刻t=1～4观测到的目标2的标记设为2A-1、2A-2、2A-3、2A-4。将传感器10B在时刻t=1、3、4观测到的目标2的标记设为2B-1、2B-3、2B-4。传感器10B在时刻t=2观测前景物体3。

[0147] 鲁棒性估计部164将在该时刻观测到的目标2(前景物体3)建立对应。即,鲁棒性估计部164将目标2A-1与目标2B-1建立对应。鲁棒性估计部164将目标2A-2与前景物体3建立对应。鲁棒性估计部164将目标2A-3与目标2B-3建立对应。鲁棒性估计部164将目标2A-4与目标2B-4建立对应。

[0148] 鲁棒性估计部164根据上述的对应关系,计算使得对应的目标的对之间的位置的距离的总和为最小的外部参数T_{BA}。例如,鲁棒性估计部164在进行了初始值的估计之后,使用集束估计(Bundle estimation)、最大似然估计来进行传感器10A与传感器10B之间的外部参数T_{BA}的优化,计算最终的外部参数T_{BA}。

[0149] 当鲁棒性估计部164使用外部参数T_{BA}来将观测结果30B的各目标2的位置校正为以传感器10A为基准的位置时,成为如图14的内容。由于错误对应(目标2A-2和前景物体3)的影响,所对应的目标2A-1、2B-1的组的位置、目标2A-3、2B-3的组的位置、目标2A-4、2B-4的组的位置不一致。

[0150] 在所对应的各目标的距离的平均值为阈值以上的情况下,鲁棒性估计部164判定为观测到噪声(前景物体3),执行如下的处理。鲁棒性估计部164在各时刻排除所对应的各目标组中的、任意组,进行外部参数T_{BA}的计算。

[0151] 例如,鲁棒性估计部164排除时刻t=1的目标2A-1和目标2B-1的组,生成外部参数T_{BA1}。鲁棒性估计部164排除时刻t=2的目标2A-2和前景物体3的组,生成外部参数T_{BA2}。鲁棒性估计部164排除时刻t=3的目标2A-3和2B-3的组,生成外部参数T_{BA3}。鲁棒性估计部164排

除时刻t＝4的目标2A-4和目标2B-4的组,生成外部参数T_{BA4}。

[0152] 鲁棒性估计部164使用外部参数T_{BA1}来将观测结果30B的各目标2(除了目标2A-1、2B-1的组以外)的位置校正为以传感器10A为基准的位置,计算所对应的各目标的距离的平均值(第1平均值)。

[0153] 鲁棒性估计部164使用外部参数T_{BA2}来将观测结果30B的各目标2(除了目标2A-2、前景物体3的组以外)的位置校正为以传感器10A为基准的位置,计算所对应的各目标的距离的平均值(第2平均值)。例如,使用外部参数T_{BA2}来将各目标2(除了目标2A-2、前景物体3的组以外)的位置校正为以传感器10A为基准的位置而得到的结果是图15所示的结果。错误对应(目标2A-2进而前景物体3)的影响消失,所对应的目标2A-1、2B-1的组的位置、目标2A-3、2B-3的组的位置、目标2A-4、2B-4的组的位置一致(第2平均值减小)。

[0154] 使用外部参数T_{BA3}来将观测结果30B的各目标2(除了目标2A-3、2B-3的组以外)的位置校正为以传感器10A为基准的位置,计算所对应的各目标的距离的平均值(第3平均值)。

[0155] 使用外部参数T_{BA4}来将观测结果30B的各目标2(除了目标2A-4、2B-4的组以外)的位置校正为以传感器10A为基准的位置,计算所对应的各目标的距离的平均值(第4平均值)。

[0156] 鲁棒性估计部165对第1平均值、第2平均值、第3平均值、第4平均值进行比较,判定是否存在与其他平均值相比充分小的平均值。例如,在第2平均值与第1平均值、3平均值、4平均值相比充分小的情况下,从目标2中排除目标2A-2和前景物体3。即,从检测结果表142中排除在时刻t＝2观测到的目标2的信息。例如,在第2平均值比第1、3、4平均值大并且差分为阈值以上的情况下,鲁棒性估计部165判定为充分小。

[0157] 例如,鲁棒性估计部165在由检测部160生成检测结果表142之后,开始确定部161、图生成部162、参数生成部163的处理之前,执行上述处理。由此,能够去除错误检测到目标以外的噪声(前景物体3)。

[0158] 返回到图7的说明。在外部校准结束,被摄体开始了表演的情况下,合并部153、拟合处理部154、评价部155通过外部参数生成处理部152执行处理。

[0159] 合并部153从取得部151取得各传感器10A～10D的背景差分数据。合并部153使用转换表来将背景差分数据中包含的各像素与距离值的关系转换为点群与各点的正交坐标系的坐标的关系。将所转换的背景差分数据记述为“三维点群数据”。转换表是对像素的位置及距离值与点及正交坐标系的坐标的关系进行了定义的表。

[0160] 合并部153将传感器10A设为基准的传感器10,使传感器10B～10D的三维点群数据与传感器10A的位置以及姿势一致。例如,合并部153使用外部参数T_{BA}来使传感器10B的三维点群数据与传感器10A的位置以及姿势一致。合并部153使用外部参数T_{CA}来使传感器10C的三维点群数据与传感器10A的位置以及姿势一致。合并部153使用外部参数T_{DA}来使传感器10D的三维点群数据与传感器10A的位置以及姿势一致。合并部153从外部参数表143取得各外部参数。

[0161] 合并部153对传感器10A的三维点群数据和与传感器10A的位置以及姿势一致的传感器10B～10D的三维点群数据进行合并而生成一个三维点群数据。合并部153将所生成的三维点群数据输出到拟合处理部154。

[0162] 合并部153每当从取得部151取得传感器10A～10D的背景差分数据时,反复执行上述处理。

[0163] 拟合处理部154是执行将被摄体的三维模型数据适用于三维点群数据的拟合的处理部。拟合处理部154根据拟合结果,确定被摄体的骨格模型数据。骨格模型数据中包含各关节的位置信息。拟合处理部将骨格模型数据输出到评价部155。拟合处理部每当从合并部153取得三维点群数据时,反复执行上述处理。

[0164] 评价部155是按时间序列取得骨格模型数据并根据骨格模型数据的各关节坐标的迁移来对被摄体的表演进行评价的处理部。例如,评价部155使用对各关节坐标的迁移、技巧的类别、技巧的是否成立进行了定义的表(省略图示)来对被摄体的表演进行评价,将评价结果输出并显示到显示部130。

[0165] 另外,评价部155所执行的技巧的评价能够应用于各种打分比赛。打分比赛除了体操表演以外,还包含蹦床、跳水、花样滑冰、空手道、交际舞、单板滑雪(snowboard)、滑板(skateboard)、空中技巧(Aerial skiing)、冲浪。此外,也可以还应用于古典芭蕾、跳台滑雪、雪上技巧(mogul air)、旋转(Turn)、棒球、篮球的姿势检查等。此外,也可以应用于剑道、柔道、摔跤、相扑等比赛。并且,也能够用于举重的杠铃是否上升的评价。

[0166] 接着,对本实施例1的信息处理装置100执行外部校准的处理过程的一例进行说明。图16是示出本实施例1的信息处理装置的处理过程的流程图。如图16所示,信息处理装置100的取得部151从传感器10取得距离图像的数据(步骤S10)。取得部151取得距离图像的数据与背景图像数据的差分,生成背景差分数据(步骤S11)。

[0167] 信息处理装置100的检测部160根据背景差分数据检测目标,将目标的点群信息登记到检测结果表142中(步骤S12)。信息处理装置100在未结束目标的检测的情况下(步骤S13:否),再次转移到步骤S10。另一方面,信息处理装置100在结束目标的检测的情况下(步骤S13:是),转移到步骤S14。

[0168] 信息处理装置100的外部参数生成处理部152(确定部161和图生成部162)执行传感器连结性图生成处理(步骤S14)。信息处理装置100的参数生成部163针对基准传感器i_{ref}和其他传感器i_{tar}的组(i_{ref}、i_{tar}),在传感器连结性图31上,通过应用贝尔曼-福特(Bellman-Ford)法来搜索最短路径(步骤S15)。例如,基准传感器i_{ref}与传感器10A对应。其他传感器i_{tar}与传感器10B、10C、10D对应。

[0169] 参数生成部163根据最短路径的搜索结果,选择传感器群的路径P(步骤S16)。参数生成部163根据路径P的顺序,使用奇异值分解来计算传感器i_{tar}的外部参数的初始值(步骤S17)。

[0170] 参数生成部163通过光束平差法和最大似然估计,使传感器i_{tar}的外部参数优化(步骤S18)。参数生成部163将外部参数存储到外部参数表143中(步骤S19)。步骤S19的处理也与向外部装置发送外部参数的处理对应。

[0171] 接着,对图16的步骤S14所示的传感器连结性图生成处理的处理过程的一例进行说明。图17是示出传感器连结性图生成处理的处理过程的流程图。如图17所示,信息处理装置100的确定部161针对全部传感器组(i、j),统计要共享观测的目标的共享数量$N_{i,j}$(步骤S101)。

[0172] 信息处理装置100的图生成部162生成将共享数量$N_{i,j}$设为边缘权重、传感器10设

为节点的目标共享数量图50(步骤S102)。图生成部162生成保留了目标共享数量图的边缘中的、如共享数量$N_{i,j}$≧3的边缘的传感器连结性图(步骤S103)。

[0173] 图生成部162针对传感器连结性图的各边缘,生成如将-2logσ设为边缘权重的传感器连结性图(步骤S104)。

[0174] 接着,对本实施例1的信息处理装置100的效果进行说明。信息处理装置100一边在各时刻使目标2移动,一边执行传感器10A～10D的观测,确定表示在该时刻检测到目标2的时刻的次数的共享数量。信息处理装置100生成将共享数量设为边缘的权重的目标共享数量图50,根据目标共享数量图50来生成保留了边缘E的权重为规定的数量以上的边缘的传感器连结性图51。由此,能够确定在该时刻观测到目标2的次数为规定的数量以上的传感器组。

[0175] 信息处理装置100计算在各时刻由2个传感器组观测的目标组的位置的方差σ^2,将"-2logσ"设为各边缘E的权重,将目标的方差反映到传感器连结性图51中。在将该"-2logσ"设为各边缘E的权重的传感器连结性图中,边缘的权重越小,意味着由2个传感器组观测到的目标组的位置的空间性方差越大。信息处理装置100确定使得各边缘E之和为最小的路径,根据所确定的路径,确定在计算外部参数的情况下选择的传感器10的顺序。由此,能够以传感器10的外部参数的计算稳定的方式,确定使得目标组的位置的空间性方差尽可能增大的传感器的顺序。因此,根据信息处理装置100,能够高精度地生成配置位置关系、视场角的关系等表示相对位置关系的信息。

[0176] 但是,本实施例1的信息处理装置100使用圆筒状的目标2作为目标来执行外部校准,生成了外部参数,但不限于此。例如,信息处理装置100也可以使用球体标记,作为目标。

[0177] 图18～图20是示出使用了球体标记的外部校准的一例的图。如图18所示,用户(省略图示)一边在各时刻使球体标记60移动,一边由传感器10A～10D观测球体标记60。球体标记60是由用户(省略图示)移动的。

[0178] 通过传感器10A观测各时刻的观测结果61A。通过传感器10B观测各时刻的观测结果61B。通过传感器10C观测各时刻的观测结果61C。通过传感器10D观测各时刻的观测结果61D。

[0179] 转移到图19的说明。此处,使用观测结果中包含的距离图像的数据来进行说明。信息处理装置100通过取得距离图像的数据62与背景图像数据的差分,生成背景差分数据63。信息处理装置100通过从背景差分数据63中去除噪声,生成背景差分数据64。信息处理装置100根据背景差分数据64来检测球体标记64a。例如,信息处理装置100通过对球体标记64a进行拟合,能够针对测量噪声鲁棒性地检测球体标记64a。

[0180] 转移到图20的说明。信息处理装置100通过在各时刻t＝1～4,反复执行上述处理,分别确定各传感器10观测到的、各时刻t＝1～4的球体标记60。例如,传感器10A在各时刻t＝1～4,观测球体标记60。传感器10B在各时刻t＝1～4,观测球体标记60。传感器10C在各时刻t＝1～4,观测球体标记60。传感器10D在各时刻t＝1～3,观测球体标记60,在时刻t＝4,错误检测噪声65。

[0181] 此处,在时刻t＝4,噪声65设为由鲁棒性估计部164去除并由传感器10D在时刻t＝4检测球体标记60的噪声。信息处理装置100根据球体标记60的共享数量、球体标记60的方差,生成传感器连结性图,并生成外部参数。

[0182] 如上所述,信息处理装置100即使使用球体标记60而替代目标2,也能够高精度地生成配置位置关系、视场角的关系等表示相对位置关系的信息(外部参数)。

[0183] 实施例2

[0184] 接着,对本实施例2的信息处理系统进行说明。在本实施例2的信息处理系统中,通过将目标配置于规定的位置并测量,除了外部参数的生成以外,还能够计算除了传感器以外的物体的位置以及姿势。在本实施例2中,作为一例,使用体操器械作为除了传感器以外的物体来进行说明,但不限于此。

[0185] 图21是用于说明目标的配置位置的图。如图21所示,配置体操器械70。此外,传感器10A～10D配置于体操器械70的周围。传感器10A～10D分别与信息处理装置200连接。

[0186] 在图21,目标Pn表示在时刻t＝n所配置的目标。目标P1配置于体操器械70的中央的正上方。目标P2在体操器械70的y轴上,配置为体操器械70的上表面的高度H。目标P3～Pn在距地面71的高度相同的垫72上配置于比P2高的位置。从地面71到目标P3～Pn的高度分别相同。将目标P3～Pn为3以上设为条件。

[0187] 与实施例1的信息处理装置100同样,信息处理装置200在执行外部校准之后,使用在外部校准执行时观测到的目标P1～Pn的位置来计算体操器械70的坐标系的Xa轴、Ya轴、Za轴和原点Oa。

[0188] 信息处理装置200将平面拟合到目标P3～Pn,将平面的法线确定为Za轴。

[0189] 信息处理装置200根据式(3)和式(4),计算Xa轴。式(3)中包含的P1、P2表示目标P1、P2的位置。

[0190] $v = (P2-P1)/|P2-P1| \cdots\cdots (3)$

[0191] $Xa = (v/|v|) \times Za \cdots\cdots (4)$

[0192] 信息处理装置200根据式(5),计算Ya轴。

[0193] $Ya = Za \times Xa \cdots\cdots (5)$

[0194] 信息处理装置200根据式(6),计算原点Oa。式(6)中包含的H与体操器械70的上表面的高度对应。式(6)中包含的dot(v、Za)是计算v与Za的内积的函数。

[0195] $Oa = P1-(H-dot(v、Za))Za \cdots\cdots (6)$

[0196] 将作为基准的传感器设为传感器10A,计算将Xa轴、Ya轴、Za轴、原点Oa转换为以传感器10A为基准的坐标的坐标转换参数T_{aA}。坐标转换参数T_{aA}包含旋转分量R和平移分量t。旋转分量R通过式(7)来定义。平移分量t通过式(8)来定义。例如,通过对根据传感器10A的观测结果得到的三维坐标乘以坐标转换参数T_{aA},能够将以传感器10A为基准的坐标系转换为体操器械70的坐标系。

[0197] [式1]

[0198] $R = [Xa\ Ya\ Za]^T \cdots (7)$

[0199] $t = R \times Oa \cdots\cdots (8)$

[0200] 如上所述,本实施例2的信息处理装置200通过将目标Pn配置于规定的位置而测量,除了外部参数的生成以外,还能够计算除了传感器以外的体操器械70的坐标系的Xa、Ya、Za和原点Oa。例如,在生成被摄体的三维模型并进行动画显示的情况下,能够利用体操器械70的坐标系对三维模型进行动画显示。

[0201] 接着,对本实施例2的信息处理装置200的结构的一例进行说明。图22是示出本实

施例2的信息处理装置的结构的功能框图。如图22所示,该信息处理装置200具有通信部210、输入部220、显示部230、存储部240和控制部250。

[0202] 通信部210是从图21所示的传感器10接收距离图像的数据的处理部。通信部210将接收到的距离图像的数据输出到控制部250。通信部210是通信装置的一例。

[0203] 输入部220是将各种信息输入到信息处理装置200的输入装置。输入部220与键盘、鼠标、触摸面板等对应。例如,每当在各时刻完成目标Pn的设置时,用户操作输入部220而将已完成目标Pn的设置的意思的信息输入到信息处理装置100。

[0204] 显示部230是显示从控制部250输出的信息的显示装置。例如,显示部230显示各种比赛的技巧认定、打分结果等。显示部230与液晶显示器、有机EL(Electro-Luminescence:电致发光)显示器、触摸面板等对应。

[0205] 存储部240具有背景图像表241、检测结果表242、外部参数表243和坐标转换参数数据244。存储部240与RAM、闪存等半导体存储元件、HDD等存储装置对应。

[0206] 背景图像表241是存储在不存在目标Pn的状态下由各传感器10A～10D分别测量出的背景图像的数据(距离图像的数据)的表。

[0207] 检测结果表242是根据传感器10的观测结果来存储在各时刻检测到的目标Pn的点群以及位置的表。检测结果表242的数据结构与图8中所说明的检测结果表142的数据结构对应。但是,目标成为目标Pn,替代目标2。

[0208] 外部参数表243是存储由后述的外部参数生成处理部252生成的外部参数的表。外部参数表243的数据结构与图9中所说明的外部参数表143对应。

[0209] 坐标转换参数数据244具有坐标转换参数T_{aA}的数据。坐标转换参数T_{aA}是将Xa轴、Ya轴、Za轴、原点Oa转换为以传感器10A为基准的坐标的参数。

[0210] 控制部250具有取得部251、外部参数生成处理部252、计算部253、合并部254、拟合处理部255和评价部256。控制部250通过CPU、MPU、ASIC、FPGA等硬布线逻辑等来实现。

[0211] 取得部251是经由通信部210从传感器10取得距离图像的数据的处理部。例如,取得部251取得距离图像的数据的定时是由操作输入部220的用户指示的。取得部251取得距离图像的数据与背景图像表241中存储的背景图像的数据的差分,生成背景差分图像数据。取得部251将背景差分图像数据输出到外部参数生成处理部252。与取得部251相关的其他说明和与实施例1中所说明的取得部151相关的说明相同。

[0212] 外部参数生成处理部252是根据检测结果表242中存储的数据来生成外部参数的处理部。外部参数生成处理部252将所生成的外部参数存储到外部参数表243中。与外部参数生成处理部252相关的说明和与实施例1中所说明的外部参数生成处理部252相关的说明相同。

[0213] 计算部253是计算体操器械70的坐标系的坐标系的Xa轴、Ya轴、Za轴和原点Oa的处理部。例如,计算部253将传感器10A设为基准的传感器10,使传感器10B～10D观测到的目标P1～Pn的三维点群数据与传感器10A的位置以及姿势一致。传感器10B～10D观测到的目标P1～Pn的三维点群数据存储到检测结果表242中。

[0214] 例如,计算部253使用外部参数T_{BA}来使传感器10B观测到的三维点群数据与传感器10A的位置以及姿势一致。计算部253使用外部参数T_{CA}来使传感器10C观测到的三维点群数据与传感器10A的位置以及姿势一致。计算部253使用外部参数T_{DA}来使传感器10D观测到的

三维点群数据与传感器10A的位置以及姿势一致。计算部253从外部参数表243取得各外部参数。

[0215] 计算部253在使传感器10B～10D观测到的目标P1～Pn的三维点群数据与传感器10A的位置以及姿势一致之后,对传感器10A～10D观测到的目标P1～Pn的三维点群数据进行合并。计算部253通过执行该处理,确定图21所示的各时刻t＝1～n的目标P1～Pn的位置和形状。例如,计算部253将目标P1～Pn的重心位置设为目标P1～Pn的位置。

[0216] 计算部253将平面拟合到目标P3～Pn,将平面的法线确定为Za轴。计算部253根据式(3)和式(4),计算Xa轴。计算部253根据式(5),计算Ya轴。计算部253根据式(6),计算原点Oa。计算部253根据式(7)、式(8),计算将Xa轴、Ya轴、Za轴、原点Oa转换为以传感器10A为基准的坐标的坐标转换参数T_{aA}。计算部253将坐标转换参数T_{aA}存储到存储部240中。

[0217] 接着,转移到合并部254、拟合处理部255、评价部256的说明。在外部校准结束,被摄体开始了表演的情况下,合并部254、拟合处理部255、评价部256通过外部参数生成处理部252执行处理。

[0218] 合并部254是对传感器10A的三维点群数据和与传感器10A的位置以及姿势一致的传感器10B～10D的三维点群数据进行合并而生成一个三维点群数据的处理部。与合并部254相关的说明和与实施例1中所说明的合并部153相同的说明相同。

[0219] 另外,合并部254在从评价部256受理到转换为体操器械70的坐标系的意思的指示的情况下,对所合并的三维点群数据的坐标乘以坐标转换参数T_{aA}。由此,能够将以传感器10A为基准的坐标系的三维点群数据转换为体操器械70的坐标系的三维点群数据。

[0220] 拟合处理部255是执行将被摄体的三维模型数据适用于三维点群数据的拟合的处理部。拟合处理部255根据拟合结果,确定被摄体的骨格模型数据。骨格模型数据中包含各关节的位置信息。拟合处理部将骨格模型数据输出到评价部256。拟合处理部255每当从合并部254取得三维点群数据时,反复执行上述处理。

[0221] 评价部256是按时间序列取得骨格模型数据并根据骨格模型数据的各关节坐标的迁移来对被摄体的表演进行评价的处理部。例如,评价部256使用对各关节坐标的迁移、技巧的类别、技巧的是否成立进行了定义的表(省略图示)来对被摄体的表演进行评价,将评价结果输出并显示到显示部230。

[0222] 此外,评价部256也可以使用时间序列的骨格模型数据来生成被摄体的三维模型,在进行动画显示的情况下,利用体操器械70的坐标系动画显示三维模型。此外,评价部256可以将转换为体操器械70的坐标系的意思的指示输出到合并部254,将被摄体的坐标转换为体操器械70的坐标系并显示。

[0223] 接着,对本实施例2的信息处理装置200的处理过程的一例进行说明。图23是示出本实施例2的信息处理装置的处理过程的流程图。如图23所示,信息处理装置200的取得部251从传感器10取得距离图像的数据(步骤S201)。取得部251取得距离图像的数据与背景图像数据的差分,生成背景差分数据(步骤S202)。

[0224] 信息处理装置200的外部参数生成处理部252根据背景差分数据来检测目标,将目标的点群信息登记到检测结果表242中(步骤S203)。信息处理装置200在未结束目标的检测的情况下(步骤S204:否),再次转移到步骤S201。另一方面,信息处理装置200在结束目标的检测的情况下(步骤S204:是),转移到步骤S205。

[0225] 信息处理装置200的外部参数生成处理部252执行传感器连结性图生成处理(步骤S205)。步骤S205的传感器连结性图生成处理与实施例1的图17中所说明的传感器连结性图生成处理的处理过程对应。

[0226] 信息处理装置200的外部参数生成处理部252针对基准传感器i_{ref}和其他传感器i_{tar}的组(i_{ref}、i_{tar}),在传感器连结性图31上,通过应用Bellman-Ford法来搜索最短路径(步骤S206)。例如,基准传感器i_{ref}与传感器10A对应。其他传感器i_{tar}与传感器10B、10C、10D对应。

[0227] 外部参数生成处理部252根据最短路径的搜索结果,选择传感器群的路径P(步骤S207)。外部参数生成处理部252根据路径P的顺序,使用奇异值分解来计算传感器i_{tar}的外部参数的初始值(步骤S208)。

[0228] 外部参数生成处理部252通过光束平差法和最大似然估计,使传感器i_{tar}的外部参数优化(步骤S209)。外部参数生成处理部252将外部参数存储到外部参数表243中(步骤S210)。

[0229] 信息处理装置200的计算部253计算体操器械70的Xa轴、Ya轴、Za轴(步骤S211)。计算部253计算体操器械70的原点0a(步骤S212)。计算部253计算坐标转换参数T_{aA}(步骤S213)。计算部253将坐标转换参数T_{aA}存储到坐标转换参数数据244中(步骤S214)。

[0230] 接着,对本实施例2的信息处理装置200的效果进行说明。信息处理装置200能够在执行外部校准之后,使用在执行外部校准时观测到的目标P1～Pn的位置来计算体操器械70的坐标系的Xa轴、Ya轴、Za轴和原点0a。例如,通过使用坐标转换参数T_{aA},生成被摄体的三维模型,在进行动画显示的情况下,能够利用体操器械70的坐标系对三维模型进行动画显示。

[0231] 接着,对实现与上述实施例所示的信息处理装置100(200)相同的功能的计算机的硬件结构的一例进行说明。图24是示出实现与信息处理装置相同的功能的计算机的硬件结构的一例的图。

[0232] 如图24所示,计算机300具有:CPU 301,其执行各种运算处理;输入装置302,其受理来自用户的数据的输入;以及显示器303。此外,计算机300具有:通信装置304,其从传感器10接收距离图像的数据;以及接口装置305,其与各种装置连接。计算机300具有临时存储各种信息的RAM 306和硬盘装置307。而且,各装置301～307与总线308连接。

[0233] 硬盘装置307具有取得程序307a、外部参数生成处理程序307b、计算程序307c、合并程序307d、拟合处理程序307e和评价程序307f。CPU 201读出取得程序307a、外部参数生成处理程序307b、计算程序307c、合并程序307d、拟合处理程序307e、评价程序307f并展开到RAM 306中。

[0234] 取得程序307a作为取得进程306a发挥功能。外部参数生成处理程序307b作为外部参数生成处理进程306b发挥功能。计算程序307c作为计算进程306c发挥功能。合并程序307d作为合并进程306d发挥功能。拟合处理程序307e作为拟合处理进程306e发挥功能。评价程序307f作为评价进程306f发挥功能。

[0235] 取得进程206a的处理与取得部151、251的处理对应。外部参数生成处理进程306b的处理与外部参数生成处理部152、252的处理对应。计算进程306c的处理与计算部253的处理对应。合并进程306d的处理与合并部153、254的处理对应。拟合处理进程306e的处理与拟合处理部154、255的处理对应。评价进程306f的处理与评价部155、256的处理对应。

[0236] 另外,针对各程序307a～307f,不一定从最初就存储到硬盘装置307中。例如,在计算机300所插入的软盘(FD)、CD-ROM、DVD盘、磁光盘、IC卡等“可移动用的物理介质”中预先存储各程序。而且,计算机300也可以读出并执行各程序307a～307f。

[0237] 标号说明

[0238] 10A、10B、10C、10D:传感器;

[0239] 100:信息处理装置;

[0240] 110:通信部;

[0241] 120:输入部;

[0242] 130:显示部;

[0243] 140、240:存储部;

[0244] 141、241:背景图像表;

[0245] 142、242:检测结果表;

[0246] 143、243:外部参数表;

[0247] 150、250:控制部;

[0248] 151、251:取得部;

[0249] 152、252:外部参数生成处理部;

[0250] 153、254:合并部;

[0251] 154、255:拟合处理部;

[0252] 155、256:评价部;

[0253] 160:检测部;

[0254] 161:确定部;

[0255] 162:图生成部;

[0256] 163:参数生成部;

[0257] 164:鲁棒性估计部;

[0258] 244:坐标转换参数数据;

[0259] 253:计算部。

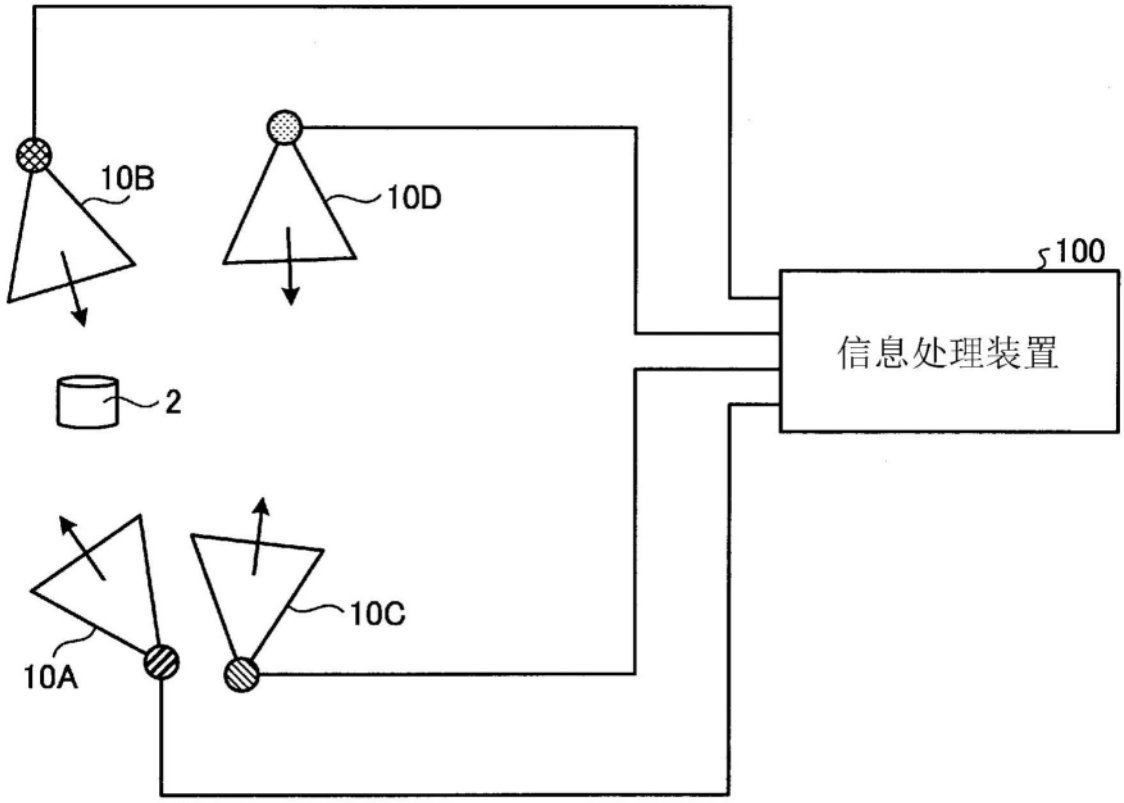


图1

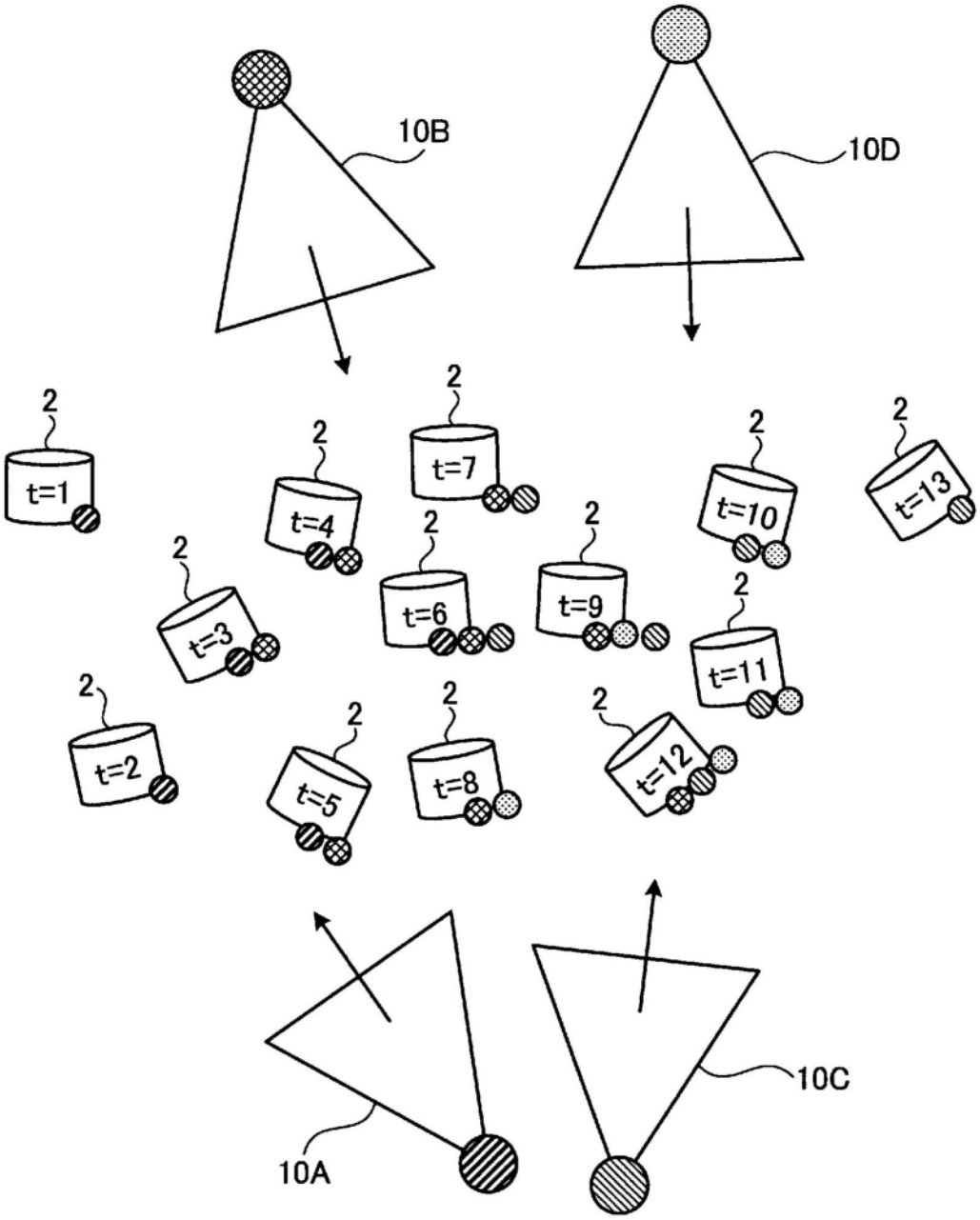


图2

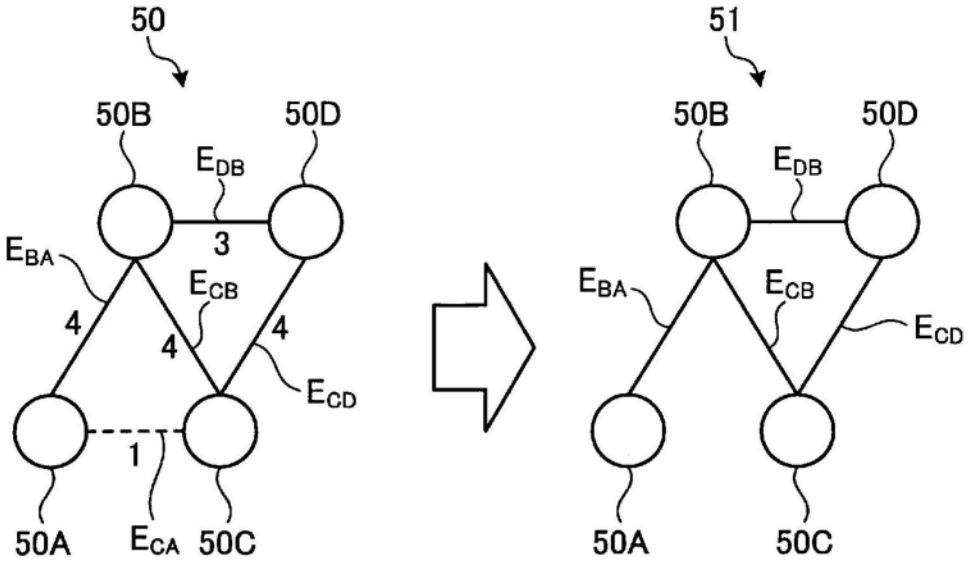

50
50B
50D
E_{DB}
3
E_{BA}
E_{CB}
4
4
4
E_{CD}
1
50A
E_{CA}
50C
51
50B
50D
E_{DB}
E_{BA}
E_{CB}
E_{CD}
50A
50C

图3

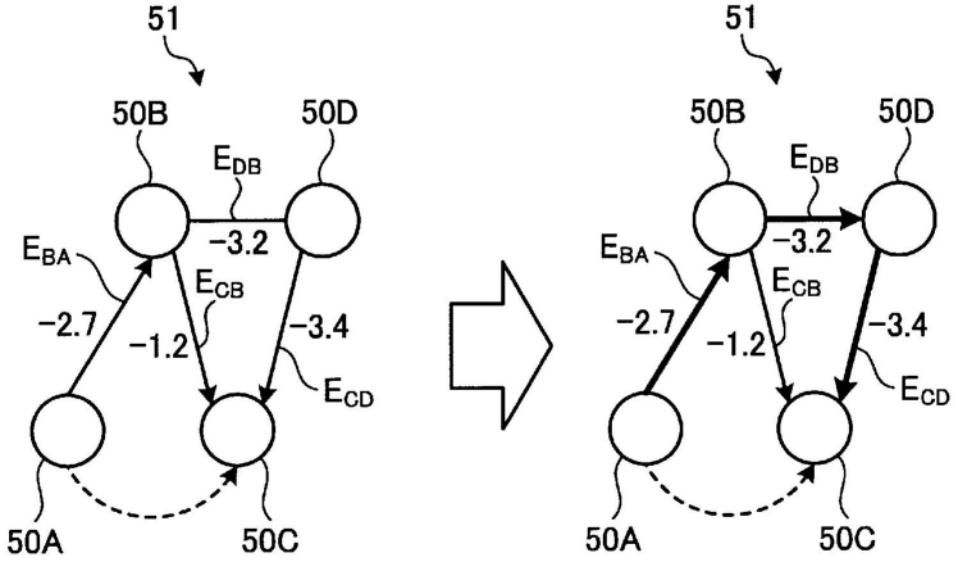

51
50B
50D
E_{DB}
-3.2
E_{BA}
E_{CB}
-2.7
-1.2
-3.4
E_{CD}
50A
50C
51
50B
50D
E_{DB}
-3.2
E_{BA}
E_{CB}
-2.7
-1.2
-3.4
E_{CD}
50A
50C

图4

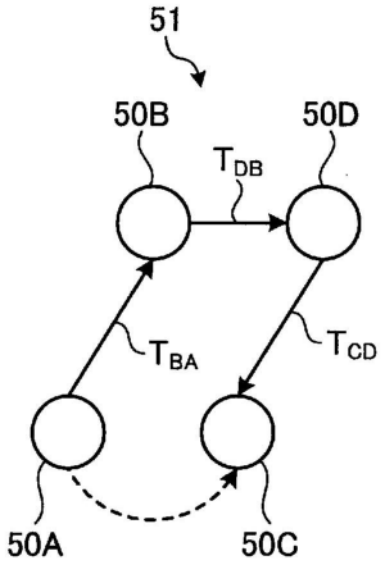


图5

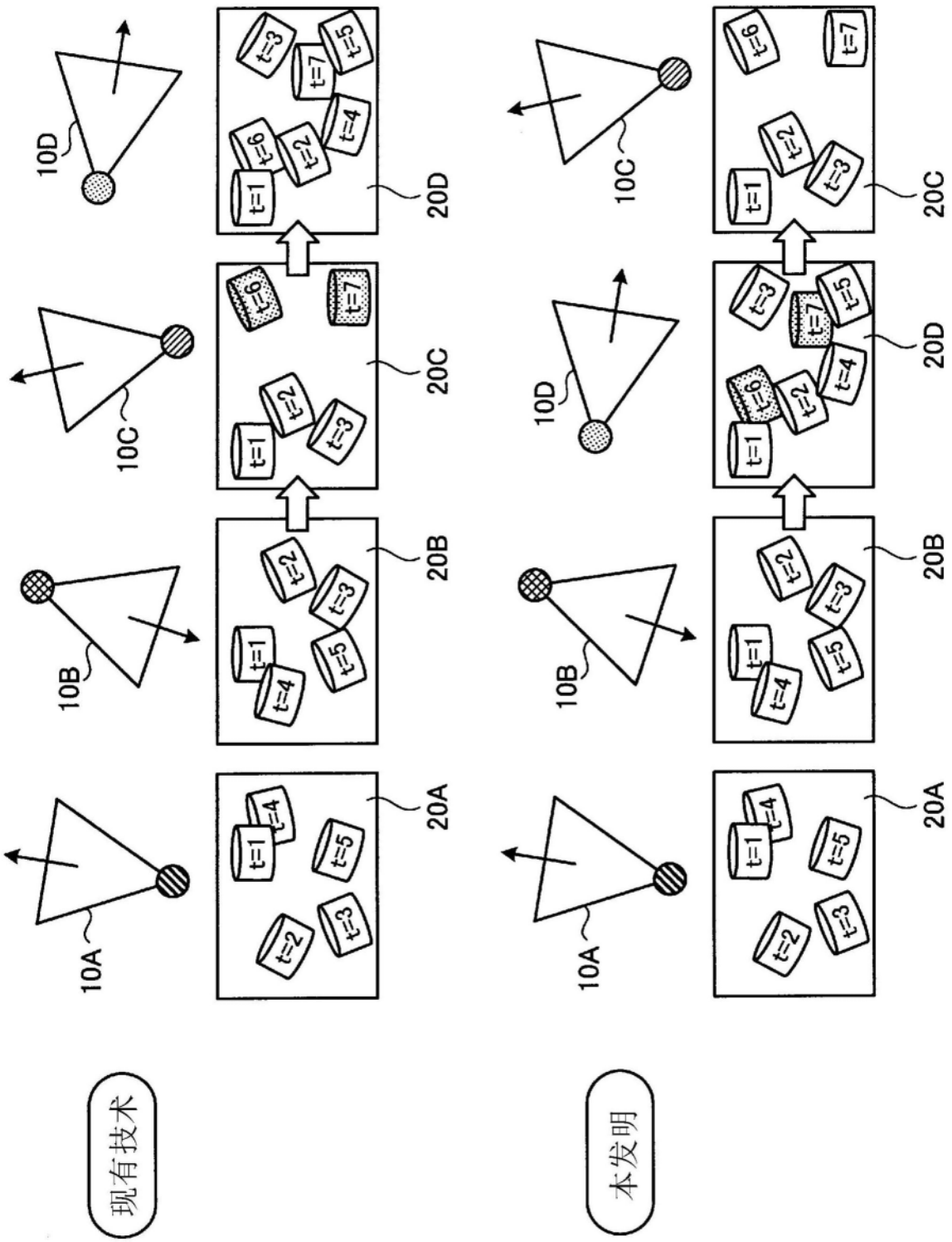


图6

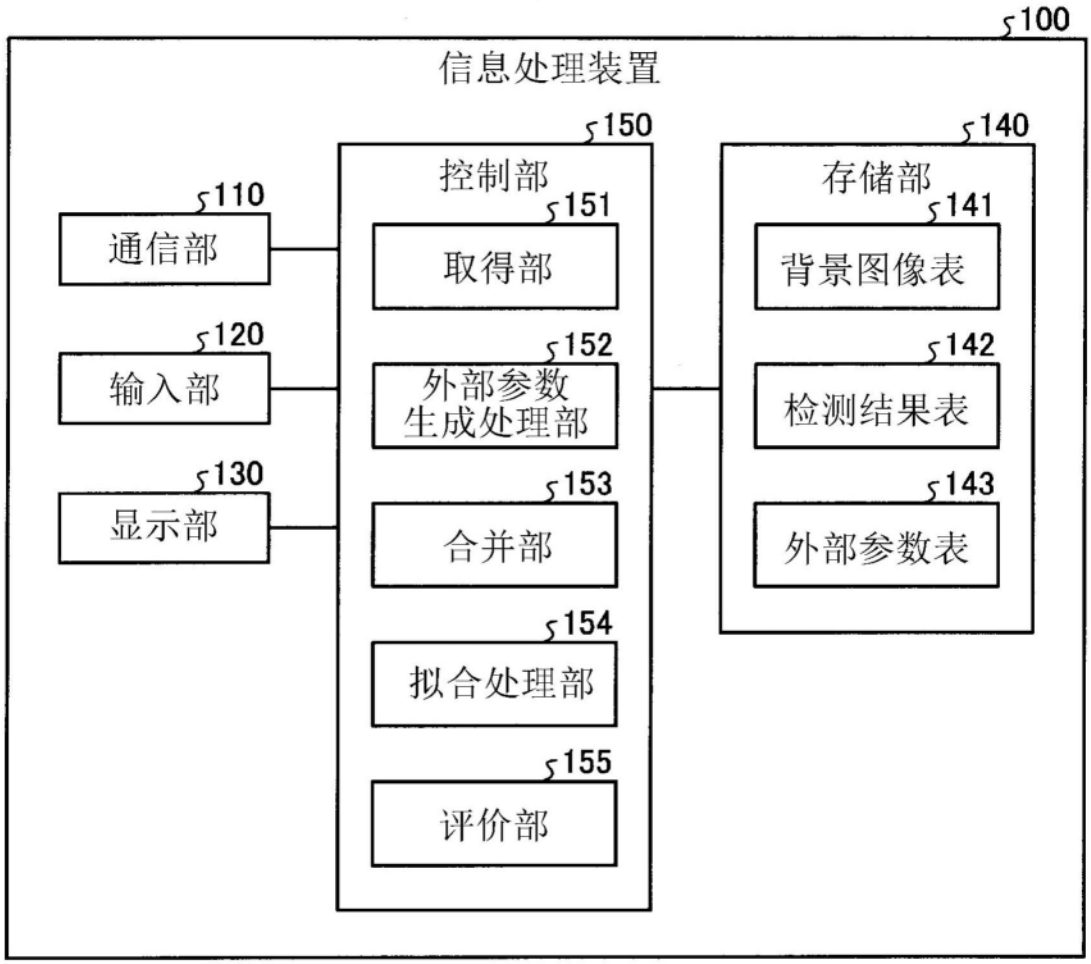

100
信息处理装置
150
控制部
151
取得部
152
外部参数
生成处理部
153
合并部
154
拟合处理部
155
评价部
140
存储部
141
背景图像表
142
检测结果表
143
外部参数表
110
通信部
120
输入部
130
显示部

图7

142

传感器识别信息	时刻t					
	t=1	t=2	…	t=6	…	t=13
SE10A	传感器10A观测到的时刻t=1处的目标的点群信息	传感器10A观测到的时刻t=2处的目标的点群信息	…	传感器10A观测到的时刻t=6处的目标的点群信息	…	无目标
SE10B	无目标	无目标	…	传感器10B观测到的时刻t=6处的目标的点群信息	…	无目标
SE10C	无目标	无目标	…	传感器10C观测到的时刻t=6处的目标的点群信息	…	传感器10C观测到的时刻t=13处的目标的点群信息
SE10D	无目标	无目标	…	无目标	…	无目标

图8

143

传感器识别信息	外部参数
SE10B	T_{BA}
SE10C	T_{CA}
SE10D	T_{DA}

图9

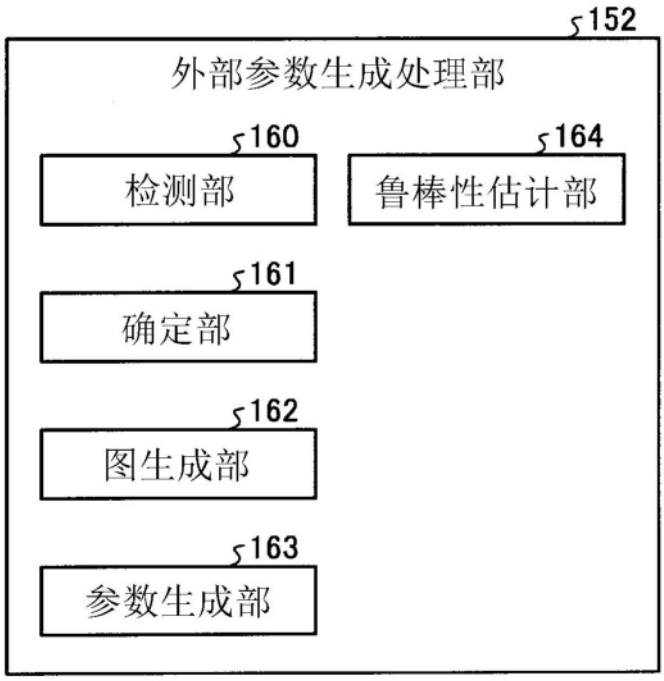


图10

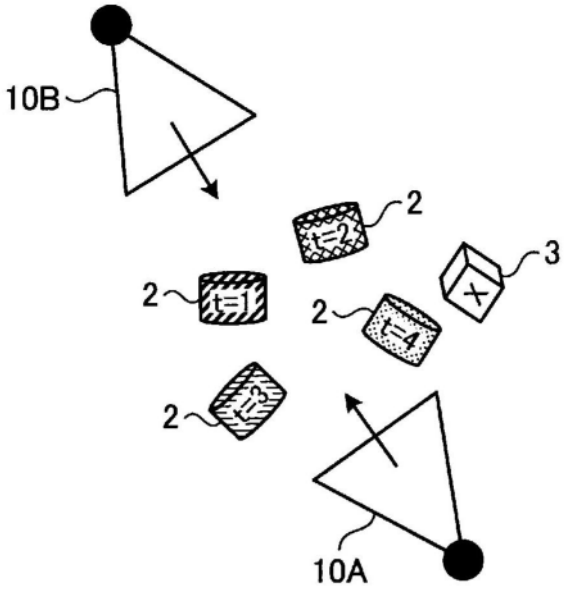


图11

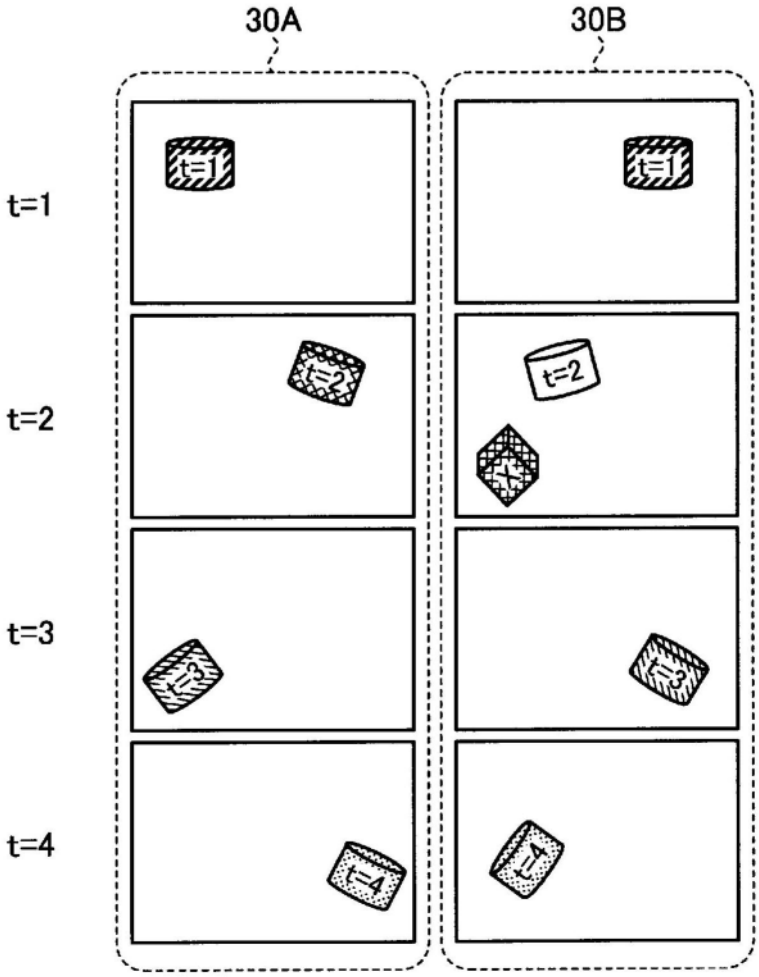


图12

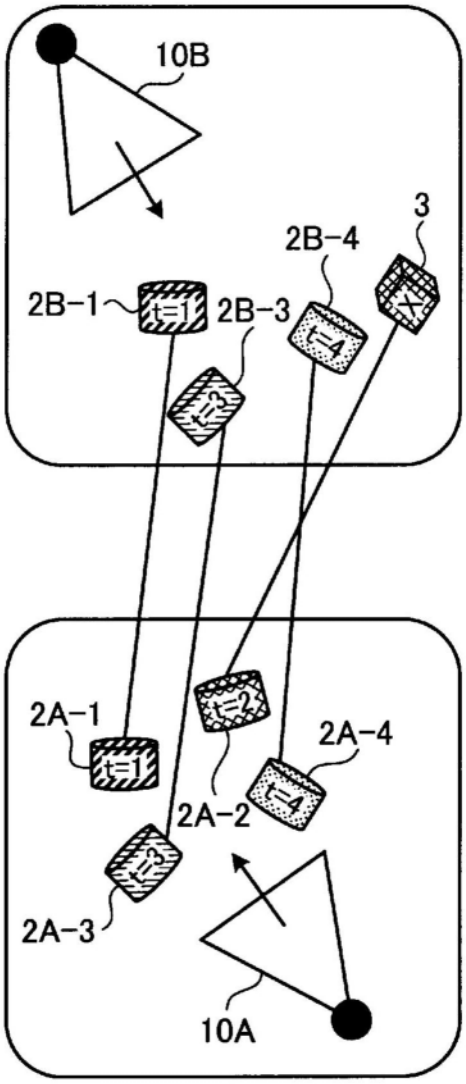


图13

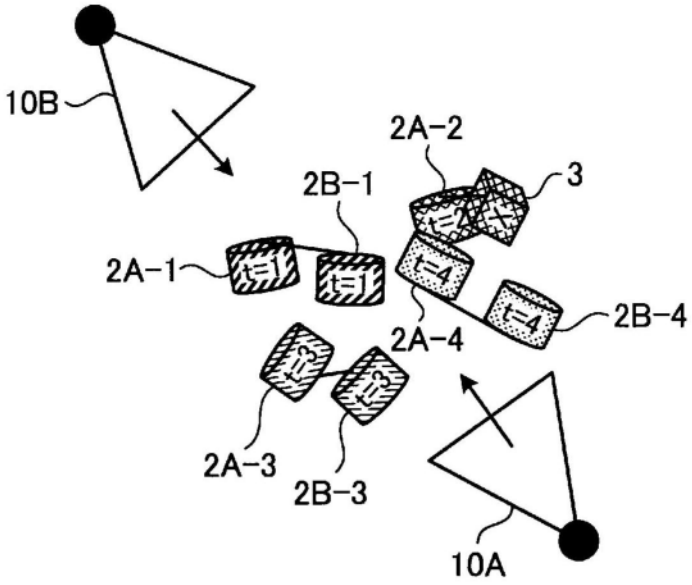

10B
2A-2
3
2B-1
2A-1
t=1
t=1
t=2
t=4
t=4
2B-4
2A-4
t=3
t=3
2A-3
2B-3
10A

图14

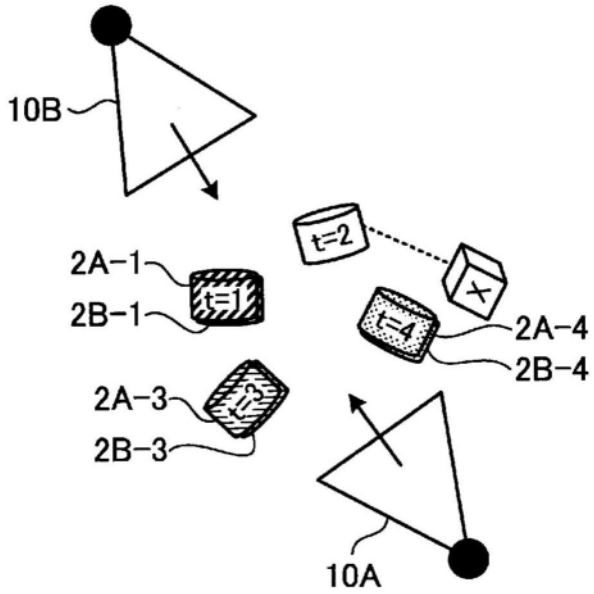

10B
t=2
2A-1
X
t=1
2B-1
t=4
2A-4
2B-4
2A-3
t=3
2B-3
10A

图15

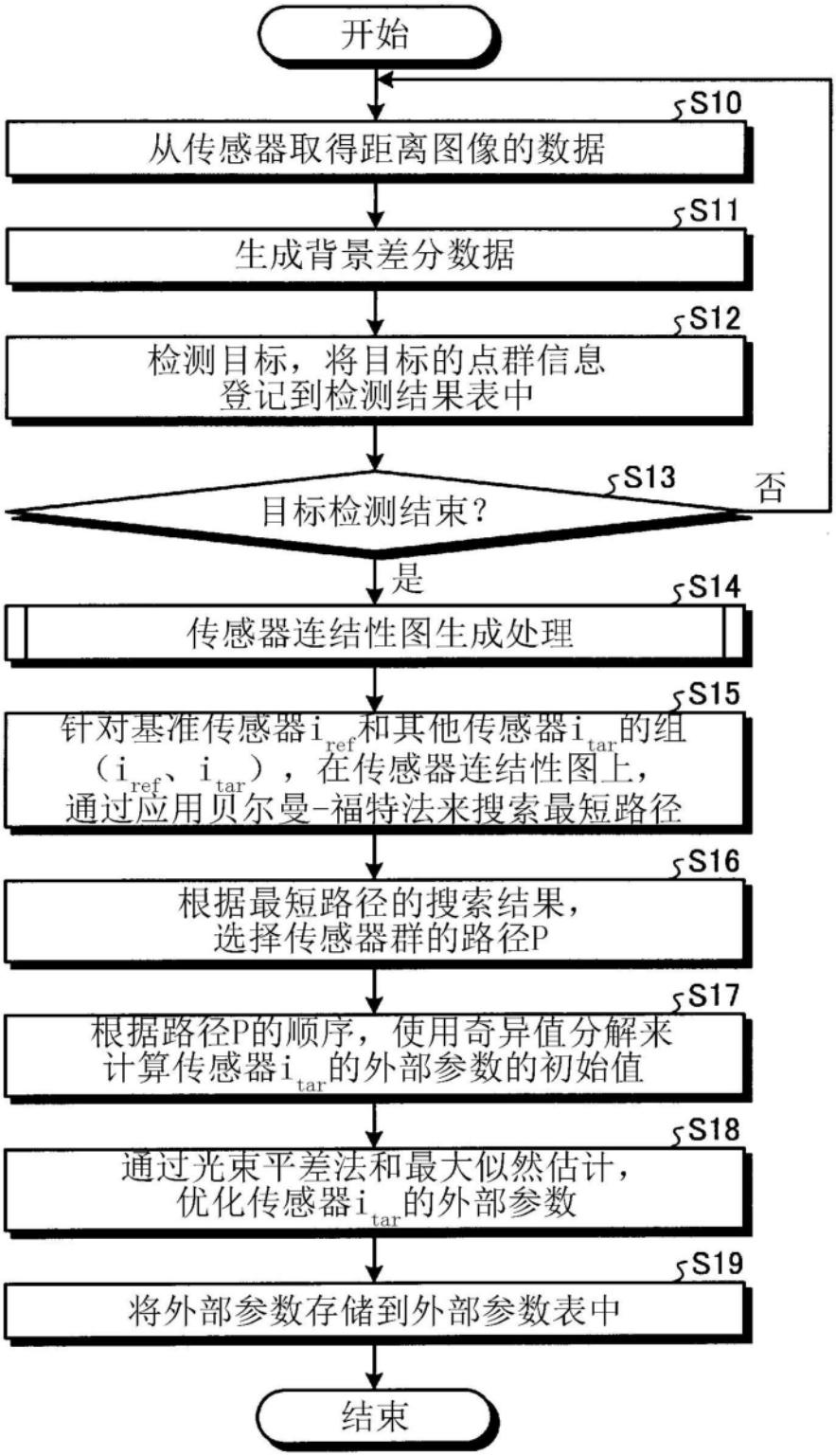

开始
S10
从传感器取得距离图像的数据
S11
生成背景差分数据
S12
检测目标，将目标的点群信息
登记到检测结果表中
S13
目标检测结束？
否
是
S14
传感器连结性图生成处理
S15
针对基准传感器i_{ref}和其他传感器i_{tar}的组
（i_{ref}、i_{tar}），在传感器连结性图上，
通过应用贝尔曼-福特法来搜索最短路径
S16
根据最短路径的搜索结果，
选择传感器群的路径P
S17
根据路径P的顺序，使用奇异值分解来
计算传感器i_{tar}的外部参数的初始值
S18
通过光束平差法和最大似然估计，
优化传感器i_{tar}的外部参数
S19
将外部参数存储到外部参数表中
结束

图16

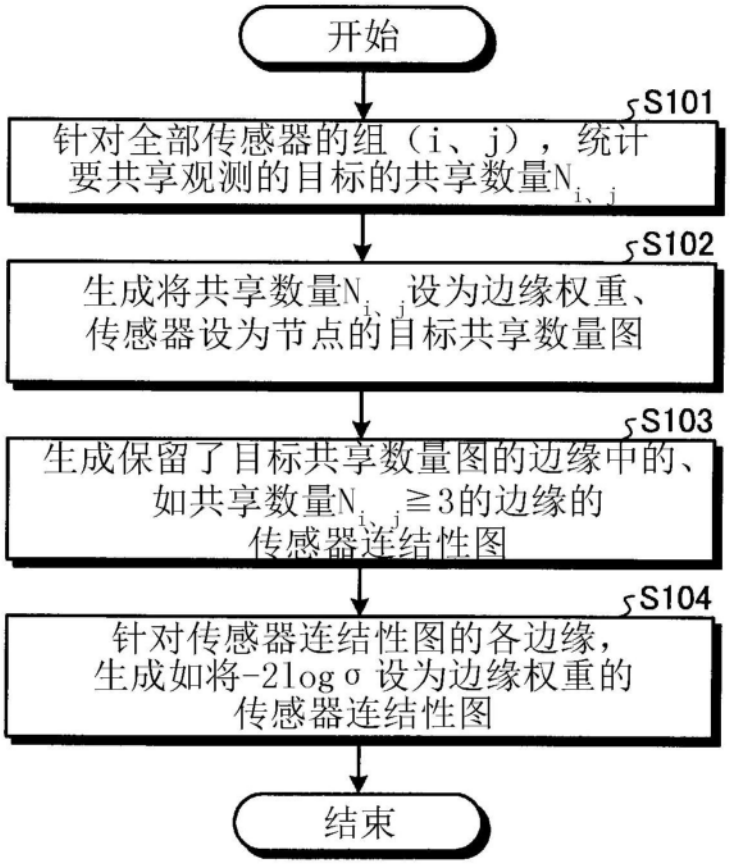

开始
S101
针对全部传感器的组（i、j），统计要共享观测的目标的共享数量$N_{i,j}$
S102
生成将共享数量$N_{i,j}$设为边缘权重、传感器设为节点的目标共享数量图
S103
生成保留了目标共享数量图的边缘中的、如共享数量$N_{i,j}\geqq 3$的边缘的传感器连结性图
S104
针对传感器连结性图的各边缘，生成如将$-2\log\sigma$设为边缘权重的传感器连结性图
结束

图17

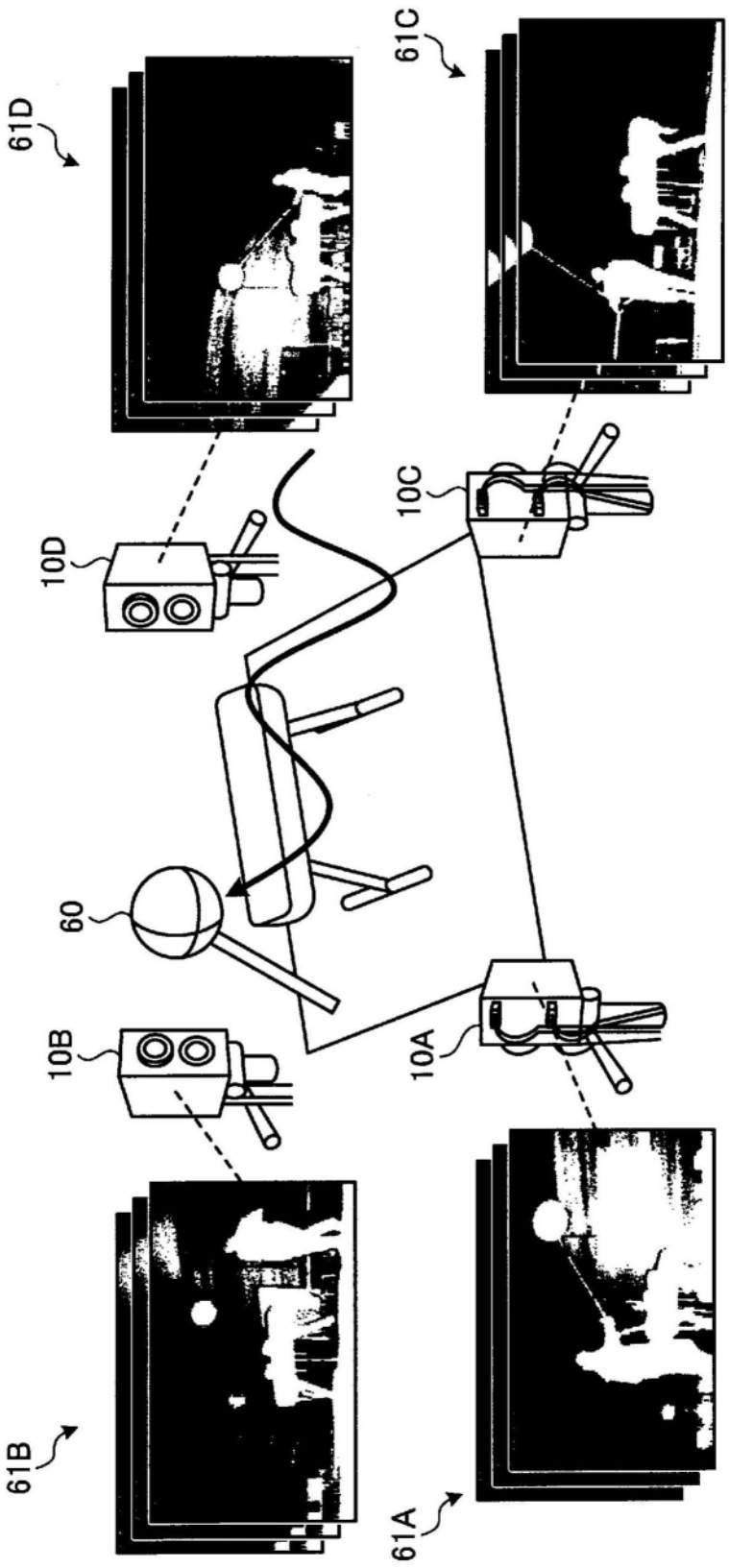


图18

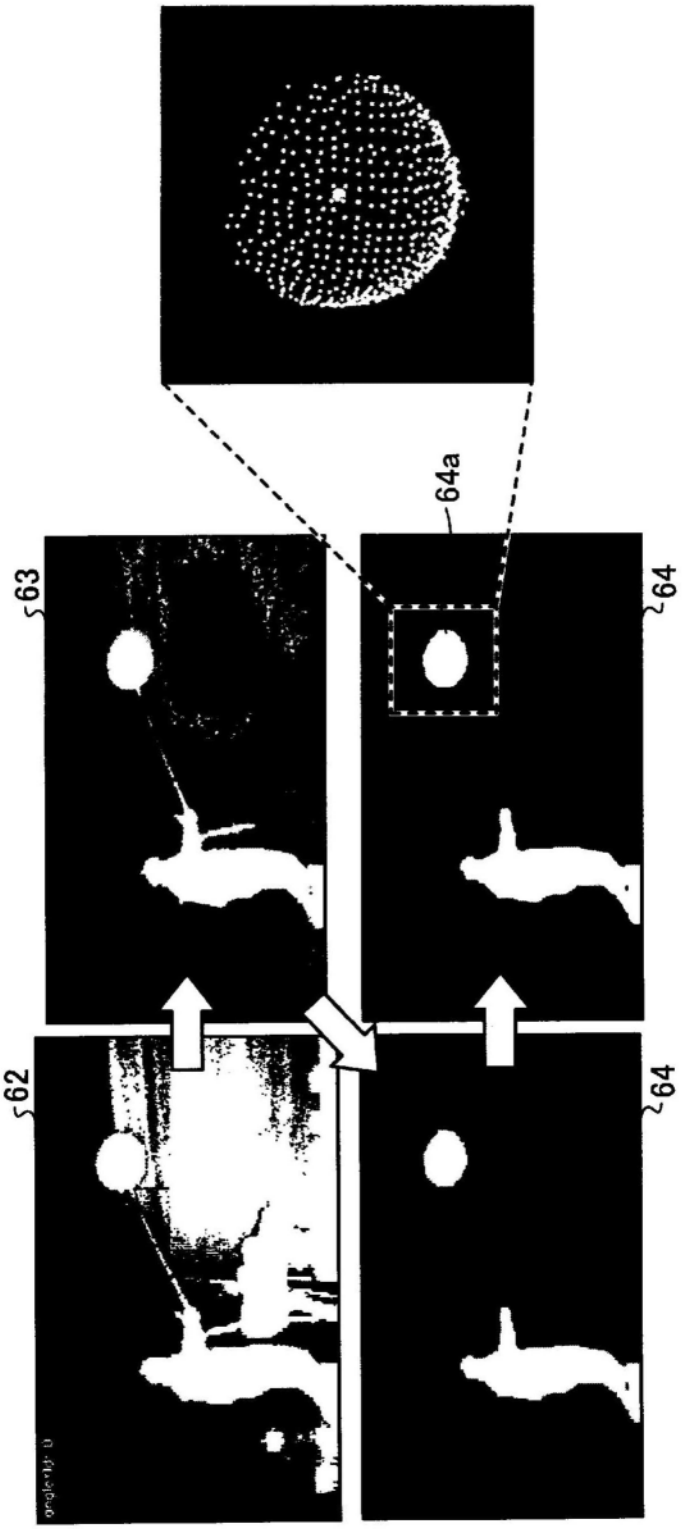


图19

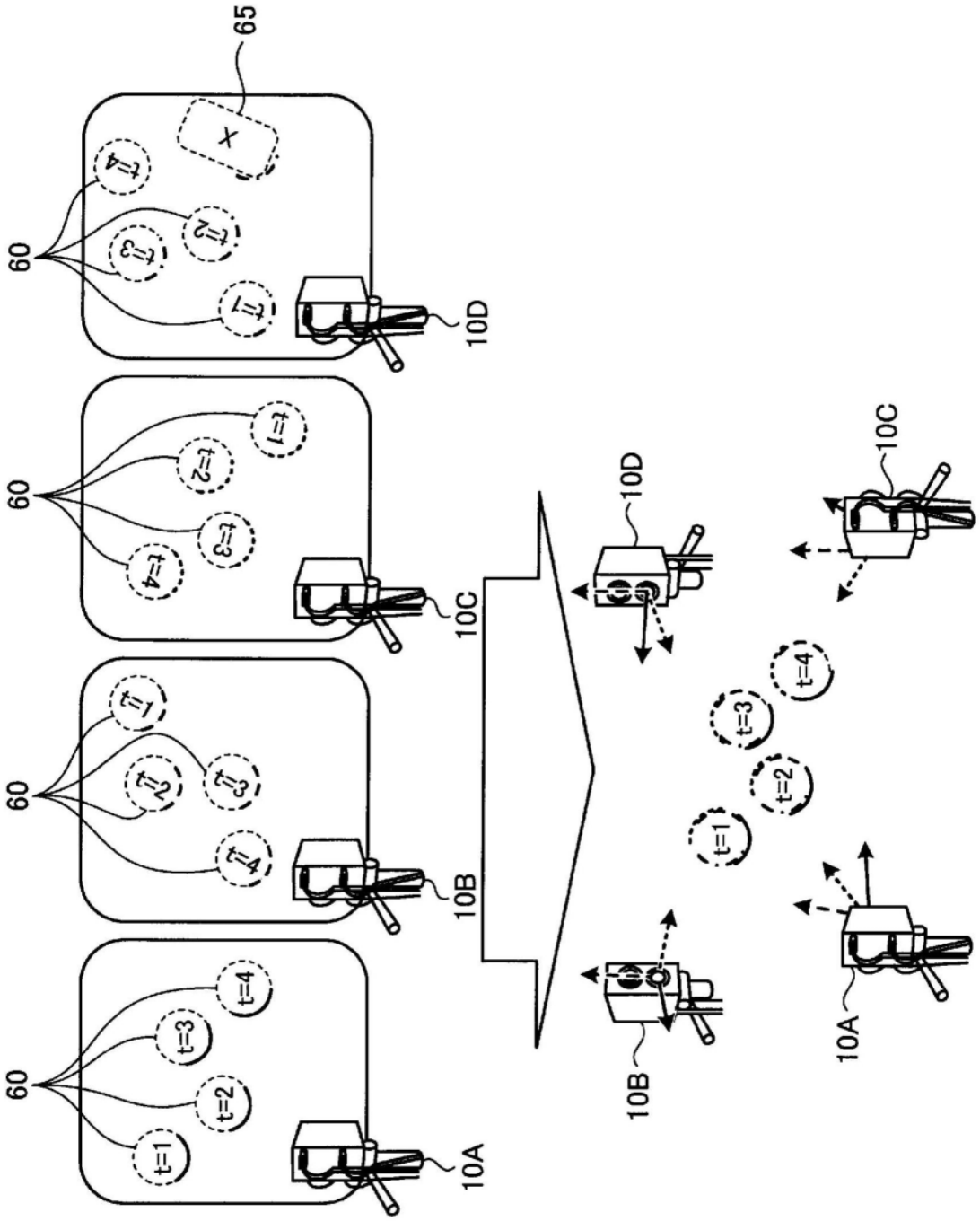


图20

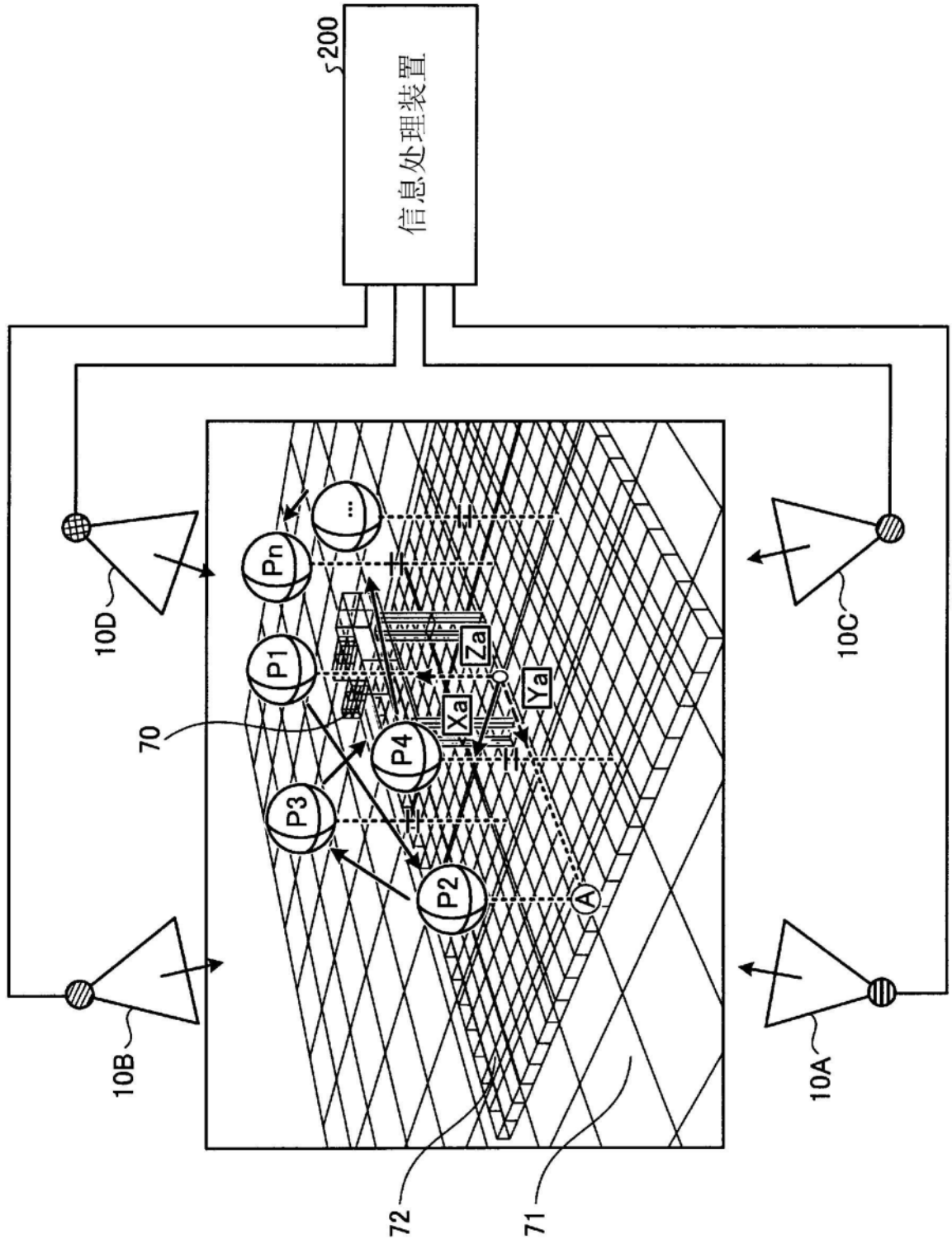


图21

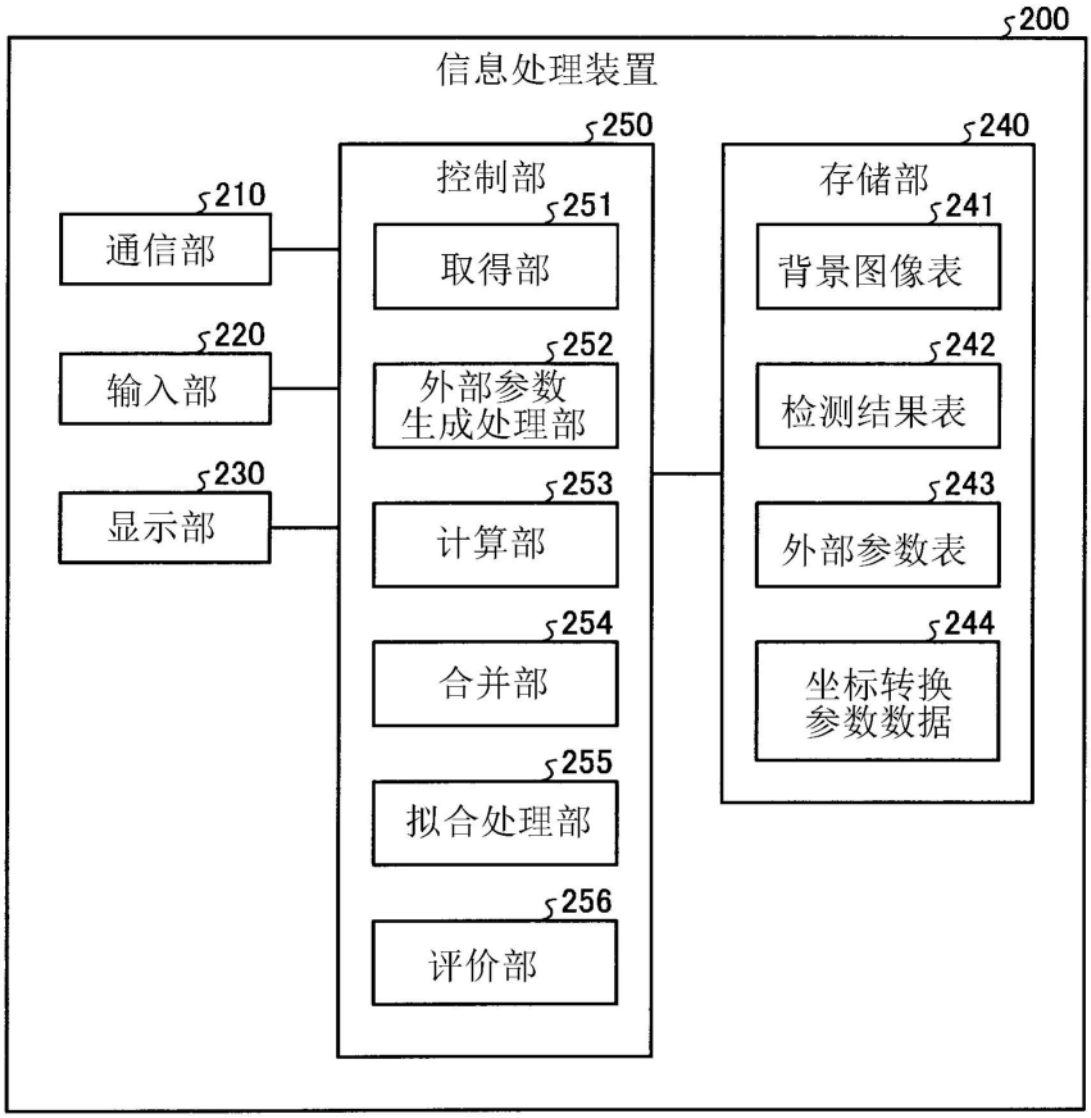

200
信息处理装置
250
控制部
251
取得部
252
外部参数
生成处理部
253
计算部
254
合并部
255
拟合处理部
256
评价部
240
存储部
241
背景图像表
242
检测结果表
243
外部参数表
244
坐标转换
参数数据
210
通信部
220
输入部
230
显示部

图22

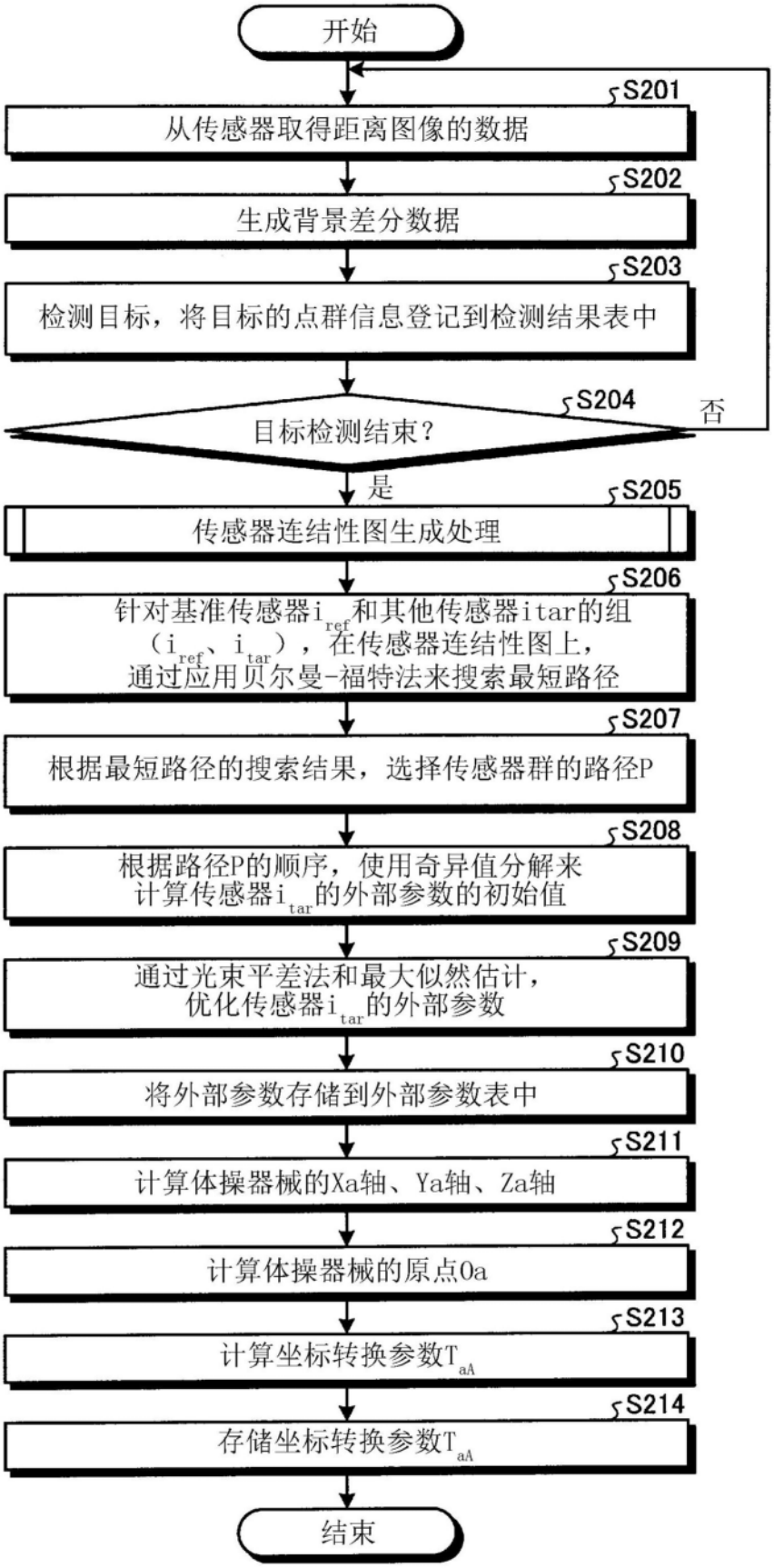

开始
S201
从传感器取得距离图像的数据
S202
生成背景差分数据
S203
检测目标，将目标的点群信息登记到检测结果表中
S204
目标检测结束？
否
是
S205
传感器连结性图生成处理
S206
针对基准传感器i_{ref}和其他传感器itar的组（i_{ref}、i_{tar}），在传感器连结性图上，通过应用贝尔曼-福特法来搜索最短路径
S207
根据最短路径的搜索结果，选择传感器群的路径P
S208
根据路径P的顺序，使用奇异值分解来计算传感器i_{tar}的外部参数的初始值
S209
通过光束平差法和最大似然估计，优化传感器i_{tar}的外部参数
S210
将外部参数存储到外部参数表中
S211
计算体操器械的Xa轴、Ya轴、Za轴
S212
计算体操器械的原点Oa
S213
计算坐标转换参数T_{aA}
S214
存储坐标转换参数T_{aA}
结束

图23

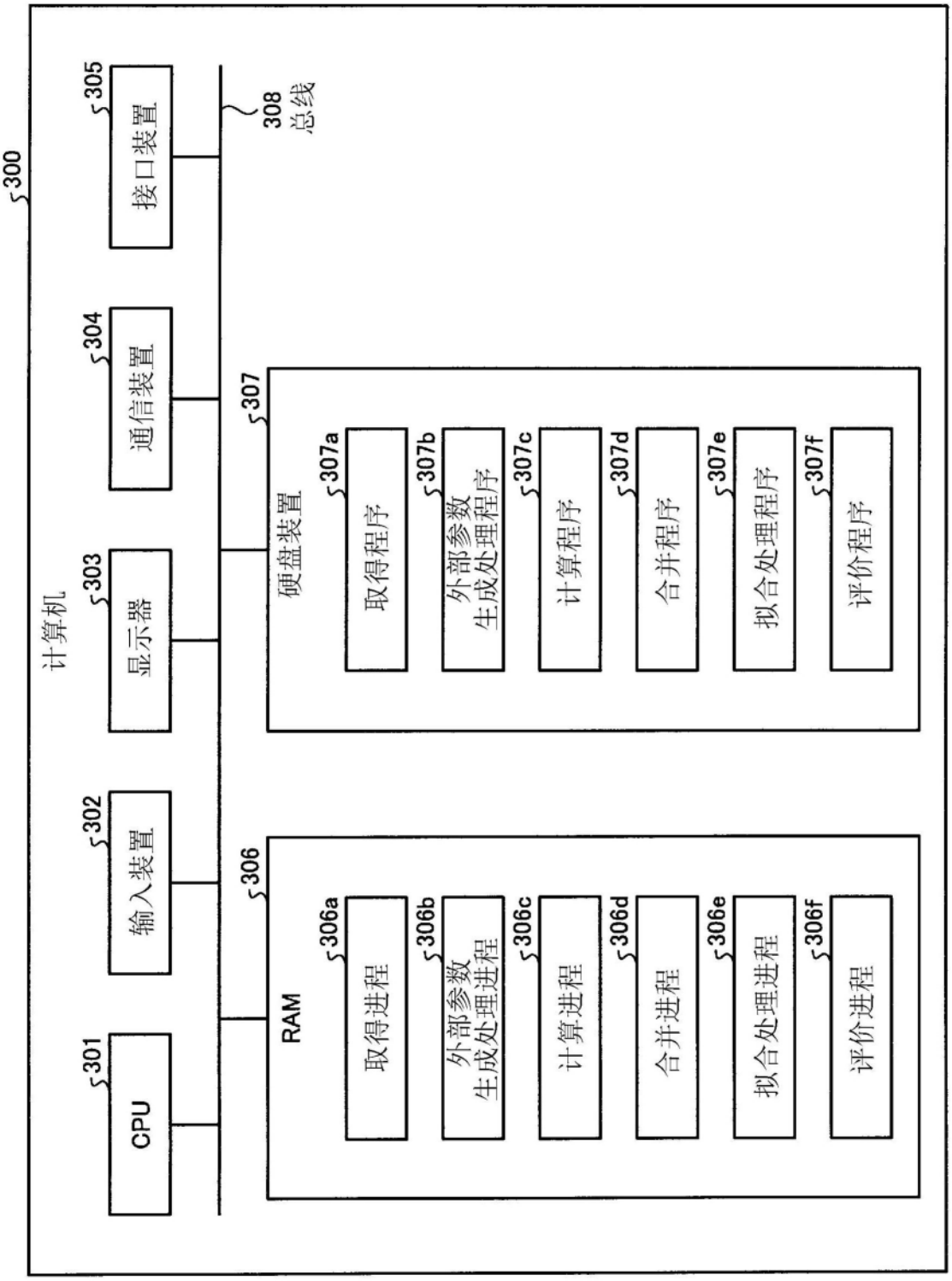

300
计算机
301
CPU
302
输入装置
303
显示器
304
通信装置
305
接口装置
306
RAM
306a
取得进程
306b
外部参数
生成处理进程
306c
计算进程
306d
合并进程
306e
拟合处理进程
306f
评价进程
307
硬盘装置
307a
取得程序
307b
外部参数
生成处理程序
307c
计算程序
307d
合并程序
307e
拟合处理程序
307f
评价程序
308
总线

图24

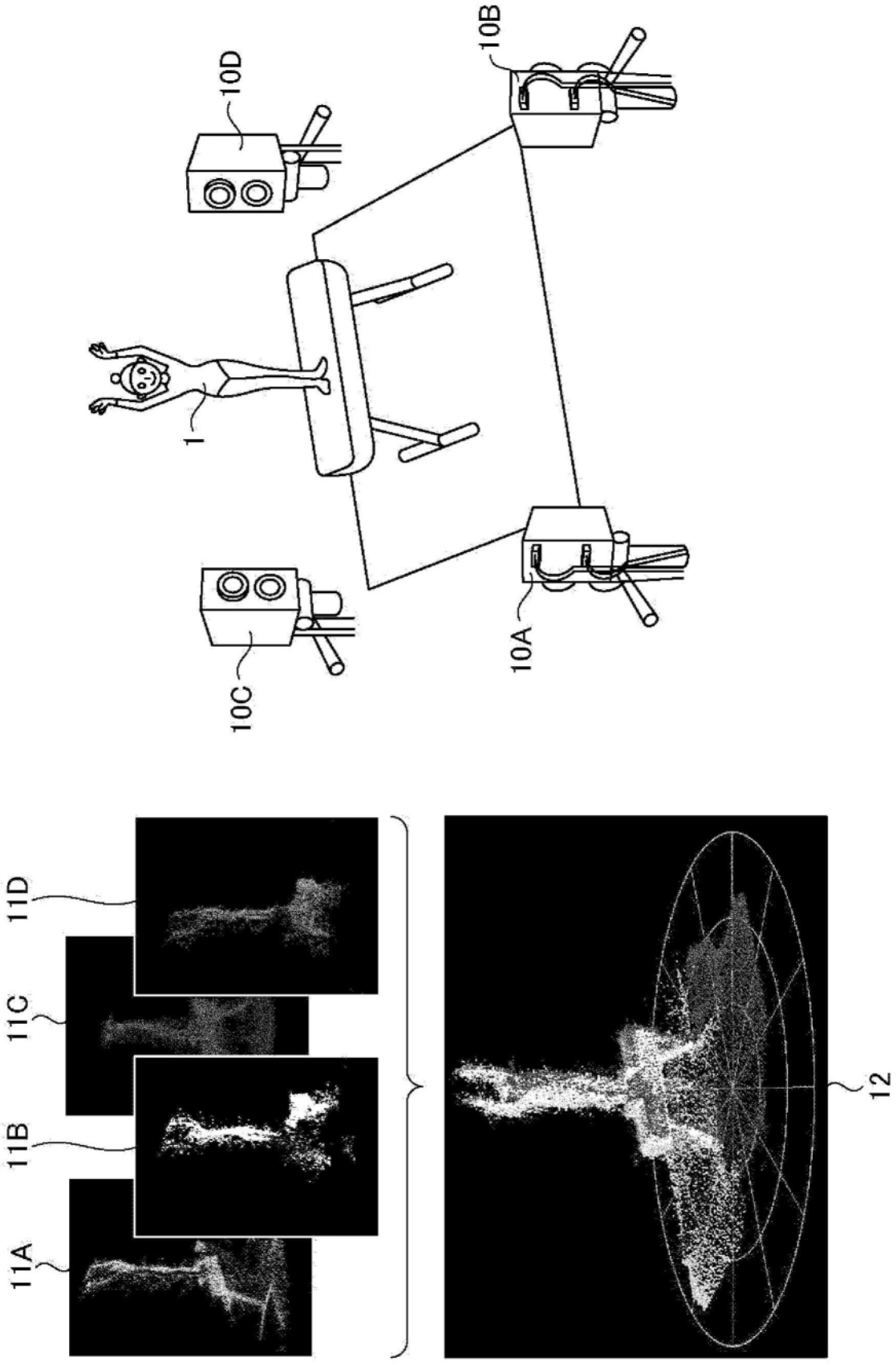


图25

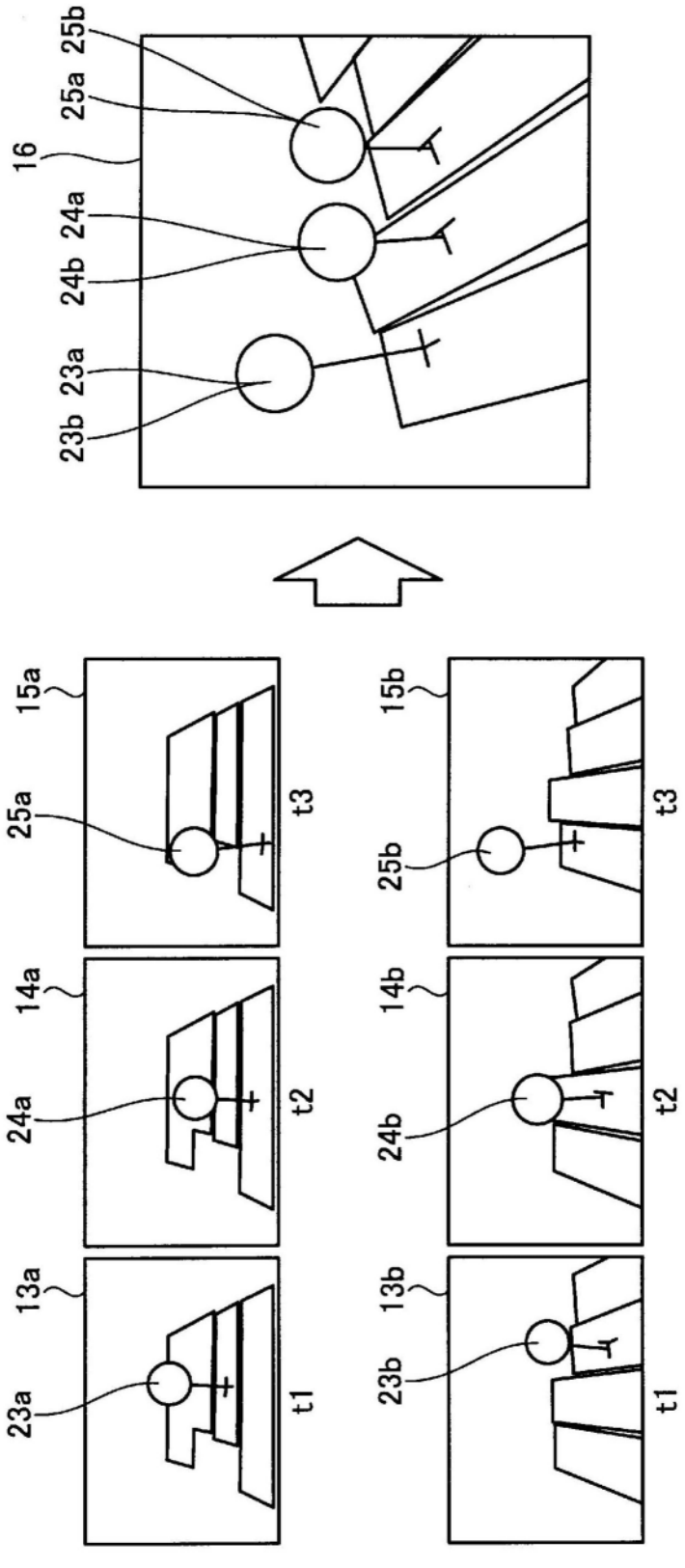

25b
25a
16
24a
24b
23a
23b
15a
25a
t3
14a
24a
t2
13a
23a
t1
15b
25b
t3
14b
24b
t2
13b
23b
t1

图26

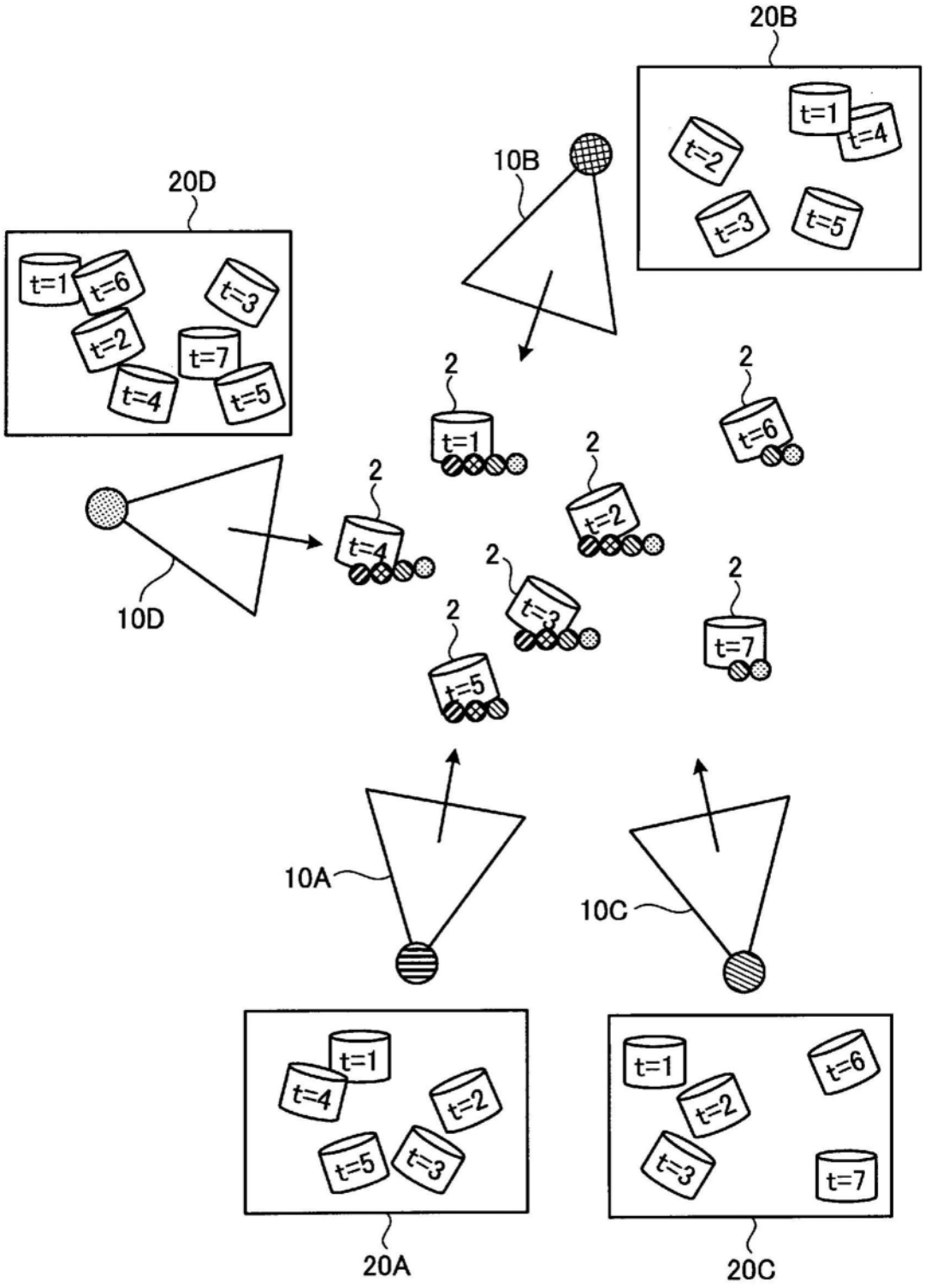

20B
t=1
t=4
t=2
t=3
t=5
10B
20D
t=1
t=6
t=3
t=2
t=7
t=4
t=5
2
t=1
2
t=6
2
t=2
2
t=4
2
t=3
2
t=7
2
t=5
10D
10A
10C
t=1
t=4
t=2
t=5
t=3
t=1
t=6
t=2
t=3
t=7
20A
20C

图27

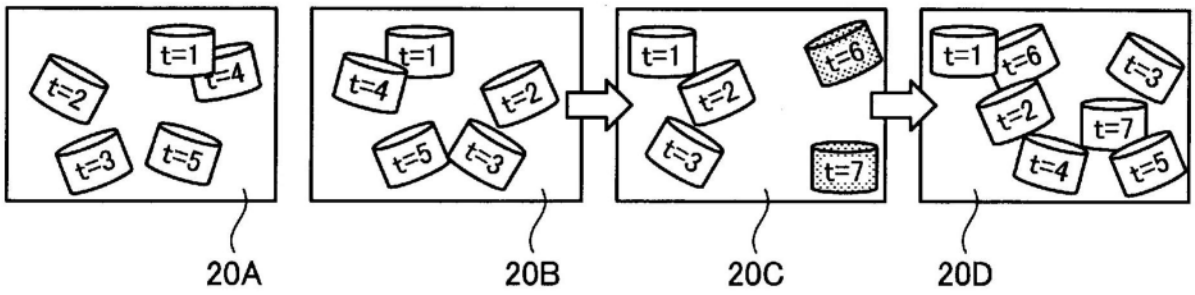


图28