本发明实施方式公开了一种卸船机抓斗的检测方法、装置、系统、介质及程序产品。方法包括：获取抓斗不处于抓料作业过程中、容纳物料的船舱的第一点云图；获取抓斗处于抓料作业过程中、所述船舱的第二点云图；将所述第二点云图与所述第一点云图的差，确定为第三点云图；基于所述第三点云图，检测所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置。本发明实施方式可以准确检测抓斗位置，而且无需对抓斗进行改造，减少了实施难度。

1、卸船机抓斗的检测方法（100），其特征在于，包括：

获取抓斗不处于抓料作业过程中、容纳物料的船舱的第一点云图（101）；

获取抓斗处于所述抓料作业过程中、所述船舱的第二点云图（102）；

将所述第二点云图与所述第一点云图的差，确定为第三点云图（103）；

基于所述第三点云图，检测所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置（104）。

2、根据权利要求1所述的卸船机抓斗的检测方法（100），其特征在于，

所述获取抓斗不处于抓料作业过程中、容纳物料的船舱的第一点云图（101）包括：利用布置在卸船机的臂架俯仰机构上的多线激光雷达，扫描所述抓斗不处于抓料作业过程中的所述船舱，以获取所述第一点云图；

所述获取抓斗处于抓料作业过程中、所述船舱的第二点云图包括：利用所述多线激光雷达扫描所述抓斗处于抓料作业过程中的所述船舱，以获取所述第二点云图。

3、根据权利要求1所述的卸船机抓斗的检测方法（100），其特征在于，

所述基于所述第三点云图，检测所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置（104）包括：

基于所述抓斗的三维模型，生成所述抓斗的点云模型；

基于所述点云模型，根据模板匹配算法确定所述抓斗在所述第三点云图中的定位结果；

基于所述定位结果，确定所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置。

4、根据权利要求1所述的卸船机抓斗的检测方法（100），其特征在于，

所述基于所述第三点云图，检测所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置（104）包括：

利用布置在卸船机的臂架俯仰机构上的多线激光雷达多角度扫描所述抓斗，以生成所述抓斗的点云模型；

基于所述点云模型，根据模板匹配算法确定所述抓斗在所述第三点云图中的定位结果；

基于所述定位结果，确定所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置。

5、根据权利要求1所述的卸船机抓斗的检测方法（100），其特征在于，

所述基于所述第三点云图，检测所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置（104）包括：

将作为训练数据的、已标注的抓斗点云图输入到人工神经网络，以将所述人工神经网络训练为适配于从点云图中定位出所述抓斗的抓斗定位模型；

将所述第三点云图输入到所述抓斗定位模型，以基于所述抓斗在所述第三点云图中的定位结果确定所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置。

6、根据权利要求1所述的卸船机抓斗的检测方法（100），其特征在于，

所述基于所述第三点云图，检测所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置（104）包括：

将所述第三点云图投影为二维图像或三维图像；

以目标图像识别方式，从所述二维图像或三维图像中定位出所述抓斗；

基于所述抓斗在所述二维图像或三维图像中的定位结果，确定所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置。

7、卸船机抓斗的检测装置（700），其特征在于，包括：

第一获取模块（701），用于获取抓斗不处于抓料作业过程中、容纳物料的船舱的第一点云图；

第二获取模块（702），用于获取抓斗处于抓料作业过程中、所述船舱的第二点云图；

确定模块（703），用于将所述第二点云图与所述第一点云图的差，确定为第三点云图；

检测模块（704），用于基于所述第三点云图，检测所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置。

8、根据权利要求7所述的卸船机抓斗的检测装置（700），其特征在于，

所述第一获取模块（701），用于利用布置在卸船机的臂架俯仰机构上的多线激光雷达，扫描所述抓斗不处于抓料作业过程中的所述船舱，以获取所述第一点云图；

所述第二获取模块（702），用于利用所述多线激光雷达扫描所述抓斗处于抓料作业过程中的所述船舱，以获取所述第二点云图。

9、根据权利要求7所述的卸船机抓斗的检测装置（700），其特征在于，

所述检测模块（704），用于执行下列中的至少一个：

基于所述抓斗的三维模型，生成所述抓斗的点云模型；基于所述点云模型，根据模板匹配算法确定所述抓斗在所述第三点云图中的定位结果；基于所述定位结果，确定所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置；

利用布置在卸船机的臂架俯仰机构上的多线激光雷达多角度扫描所述抓斗，以生成所述抓斗的点云模型；基于所述点云模型，根据模板匹配算法确定所述抓斗在所述第三点云图中的定位结果；基于所述定位结果，确定所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置；

将作为训练数据的、已标注的抓斗点云图输入到人工神经网络，以将所述人工神经网络训练为适配于从点云图中定位出所述抓斗的抓斗定位模型；将所述第三点云图输入到所述抓斗定位模型，以基于所述抓斗在所述第三点云图中的定位结果确定所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置；

将所述第三点云图投影为二维图像或三维图像；以目标图像识别方式，从所述二维图像或三维图像中定位出所述抓斗；基于所述抓斗在所述二维图像或三维图像中的定位结果，确定所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置。

10、卸船机抓斗的检测系统，其特征在于，包括：

多线激光雷达（30），布置在卸船机（10）的臂架俯仰机构（14）上，用于扫描抓斗（11）不处于抓料作业过程时的容纳物料（21）的船舱（20），以获取第一点云图，扫描所述抓斗（11）处于抓料作业过程时的所述船舱（20），以获取第二点云图；

控制模块（40），布置在卸船机（10）的大车（18）中，用于将所述第二点云图与所述第一点云图的差，确定为第三点云图；基于所述第三点云图，检测所述抓斗（11）在所述抓料作业过程中的位置。

11、根据权利要求10所述的卸船机抓斗的检测系统，其特征在于，

所述多线激光雷达（30），固定布置在所述卸船机（10）的小车（13）的移动范围之外，且视野范围朝向所述船舱（20）。

12、卸船机抓斗的检测装置（800），其特征在于，包括：

至少一个存储器（801），被配置为存储计算机可读代码；

至少一个处理器（802），被配置为调用所述计算机可读代码，执行如权利要求1~6中任一项所述的卸船机抓斗的检测方法（100）中的步骤。

13、一种计算机可读介质，其特征在于，所述计算机可读介质上存储有计算机可读指令，所述计算机可读指令在被处理器执行时，使所述处理器执行如权利要求1~6中任一项所述的卸船机抓斗的检测方法（100）中的步骤。

14、一种计算机程序产品，其特征在于，所述计算机程序产品被有形地存储在计算机可读介质上并且包括计算机可读指令，所述计算机可读指令在被执行时使至少一个处理器执行如权利要求1~6中任一项所述的卸船机抓斗的检测方法（100）中的步骤。

**卸船机抓斗的检测方法、装置、系统、介质及程序产品**

**技术领域**

本发明实施方式涉及卸船机技术领域，尤其涉及一种卸船机抓斗的检测方法、装置、系统、介质及程序产品。

**背景技术**

卸船机是利用[连续输送机械](https://baike.baidu.com/item/%E8%BF%9E%E7%BB%AD%E8%BE%93%E9%80%81%E6%9C%BA%E6%A2%B0/9429850)制成能提升散粒物料的机头，或兼有自行取料能力，或配以取料、喂料装置，将散粒物料连续不断地提出船舱，然后卸载到臂架或机架并能运至岸边主输的地方送机系统去的专用机械。使用卸船机可提高卸货效率，降低[粉尘污染](https://baike.baidu.com/item/%E7%B2%89%E5%B0%98%E6%B1%A1%E6%9F%93/8718810)。

抓斗是卸船机最末端的执行机构。在卸船机作业过程中，控制系统仅依靠钢丝绳的拉力对抓斗进行控制，所以在提升过程和小车行走过程中，抓斗可能出现不同程度的摆动，导致抓斗位置随时变化。在全自动和半自动控制系统中，抓斗位置的实时精确定位是关键控制环节。获取抓斗实时抓斗位置之后，可以对其进行防摇控制，或者结合其他环境信息进行防碰撞控制。

现有技术中的抓斗位置检测方式主要包括：方式（1）：在抓斗上安装GPS传感器等位置检测传感器；方式（2）： 在抓斗上安装发光光源或者反光条，在主梁上安装接收器，通过对光源或反光条位置的识别而实现抓斗位置的检测。

然而，在方式（1）中，在船舱内定位信号易被遮挡，难以准确检测抓斗位置，且位置检测传感器需要外部电池供电，需要对抓斗进行相应改造，并需要定期更换电源。在方式（2）中，光源发射器/反光条易被污染和遮挡，从而影响检测结果，同时也需要对抓斗进行改造以便供电，并需要定期更换电源，在实际应用中实施难度较大。

**发明内容**

本申请实施例提供一种卸船机抓斗的检测方法、装置、系统、介质及程序产品。

第一方面，本发明实施方式提出一种卸船机抓斗的检测方法，包括：

获取抓斗不处于抓料作业过程中、容纳物料的船舱的第一点云图；

获取抓斗处于抓料作业过程中、所述船舱的第二点云图；

将所述第二点云图与所述第一点云图的差，确定为第三点云图；

基于所述第三点云图，检测所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置。

可见，不同于通过位置检测传感器或反光条等方式检测抓斗位置，本发明实施方式提出基于点云机制的抓斗检测技术方案，克服了定位信号易被遮挡的缺陷，可以准确检测抓斗位置，而且无需对抓斗进行改造，还减少了实施难度。

在一个实施方式中，所述获取抓斗不处于抓料作业过程中、容纳物料的船舱的第一点云图包括：利用布置在卸船机的臂架俯仰机构上的多线激光雷达，扫描所述抓斗不处于抓料作业过程中的所述船舱，以获取所述第一点云图；

所述获取抓斗处于抓料作业过程中、所述船舱的第二点云图包括：利用所述多线激光雷达扫描所述抓斗处于抓料作业过程中的所述船舱，以获取所述第二点云图。

因此，通过布置在臂架俯仰机构上的多线激光雷达，可以方便获取第一点云图和第二点云图。

在一个实施方式中，所述基于所述第三点云图，检测所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置包括：

基于所述抓斗的三维模型，生成所述抓斗的点云模型；

基于所述点云模型，根据模板匹配算法确定所述抓斗在所述第三点云图中的定位结果；

基于所述定位结果，确定所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置。

可见，本发明实施方式利用抓斗的三维模型生成点云模型，并利用模板匹配算法在第三点云图中定位抓斗，可以精准定位抓料作业过程中的抓斗位置。

在一个实施方式中，所述基于所述第三点云图，检测所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置包括：

利用布置在卸船机的臂架俯仰机构上的多线激光雷达多角度扫描所述抓斗，以生成所述抓斗的点云模型；

基于所述点云模型，根据模板匹配算法确定所述抓斗在所述第三点云图中的定位结果；

基于所述定位结果，确定所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置。

因此，本发明实施方式利用多线激光雷达扫描生成点云模型，并利用模板匹配算法在第三点云图中定位抓斗，可以精准定位抓料作业过程中的抓斗位置。

在一个实施方式中，所述基于所述第三点云图，检测所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置包括：

将作为训练数据的、已标注的抓斗点云图输入到人工神经网络，以将所述人工神经网络训练为适配于从点云图中定位出所述抓斗的抓斗定位模型；

将所述第三点云图输入到所述抓斗定位模型，以基于所述抓斗在所述第三点云图中的定位结果确定所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置。

因此，本发明实施方式利用深度学习训练出抓斗定位模型，可以精准定位抓料作业过程中的抓斗位置。

在一个实施方式中，所述基于所述第三点云图，检测所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置包括：

将所述第三点云图投影为二维图像或三维图像；

以目标图像识别方式，从所述二维图像或三维图像中定位出所述抓斗；

基于所述抓斗在所述二维图像或三维图像中的定位结果，确定所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置。

可见，本发明实施方式利用目标图像识别方式在第三点云图投影出的二维图像或三维图像中定位抓斗，可以精准定位抓料作业过程中的抓斗位置。

第二方面，本发明实施方式提出一种卸船机抓斗的检测装置，包括：

第一获取模块，用于获取抓斗不处于抓料作业过程中、容纳物料的船舱的第一点云图；

第二获取模块，用于获取抓斗处于抓料作业过程中、所述船舱的第二点云图；

确定模块，用于将所述第二点云图与所述第一点云图的差，确定为第三点云图；

检测模块，用于基于所述第三点云图，检测所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置。

可见，不同于通过位置检测传感器或反光条等方式检测抓斗位置，本发明实施方式提出基于点云机制的抓斗检测技术方案，克服了定位信号易被遮挡的缺陷，可以准确检测抓斗位置，而且无需对抓斗进行改造，还减少了实施难度。

在一个实施方式中，所述第一获取模块，用于利用布置在卸船机的臂架俯仰机构上的多线激光雷达扫描所述抓斗不处于抓料作业过程中的所述船舱，以获取所述第一点云图；

所述第二获取模块，用于利用所述多线激光雷达扫描所述抓斗处于抓料作业过程中的所述船舱，以获取所述第二点云图。

因此，通过布置在臂架俯仰机构上的多线激光雷达，可以方便获取第一点云图和第二点云图。

在一个实施方式中，所述检测模块，用于执行下列中的至少一个：

基于所述抓斗的三维模型，生成所述抓斗的点云模型；基于所述点云模型，根据模板匹配算法确定所述抓斗在所述第三点云图中的定位结果；基于所述定位结果，确定所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置；

利用布置在卸船机的臂架俯仰机构上的多线激光雷达多角度扫描所述抓斗，以生成所述抓斗的点云模型；基于所述点云模型，根据模板匹配算法确定所述抓斗在所述第三点云图中的定位结果；基于所述定位结果，确定所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置；

将作为训练数据的、已标注的抓斗点云图输入到人工神经网络，以将所述人工神经网络训练为适配于从点云图中定位出所述抓斗的抓斗定位模型；将所述第三点云图输入到所述抓斗定位模型，以基于所述抓斗在所述第三点云图中的定位结果确定所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置；

将所述第三点云图投影为二维图像或三维图像；以目标图像识别方式，从所述二维图像或三维图像中定位出所述抓斗；基于所述抓斗在所述二维图像或三维图像中的定位结果，确定所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置。

可见，本发明实施方式通过多种方式实现抓斗的精准定位。

第三方面，本发明实施方式提出一种卸船机抓斗的检测系统，包括：

多线激光雷达，布置在卸船机的臂架俯仰机构上，用于扫描抓斗不处于抓料作业过程时的容纳物料的船舱，以获取第一点云图，扫描所述抓斗处于抓料作业过程时的所述船舱，以获取第二点云图；

控制模块，布置在卸船机的大车中，用于将所述第二点云图与所述第一点云图的差，确定为第三点云图；基于所述第三点云图，检测所述抓斗在所述抓料作业过程中的位置。

可见，不同于通过位置检测传感器或反光条等方式检测抓斗位置，本发明实施方式提出基于点云机制的抓斗检测技术方案，克服了定位信号易被遮挡的缺陷，可以准确检测抓斗位置，而且无需对抓斗进行改造，还减少了实施难度。

在一个实施方式中，所述多线激光雷达，固定布置在所述卸船机的小车移动范围之外，且视野范围朝向所述船舱。

因此，通过将多线激光雷达固定布置在卸船机的小车移动范围之外，不会对小车移动造成干扰。

第四方面，本发明实施方式提出一种卸船机抓斗的检测装置，包括：

至少一个存储器，被配置为存储计算机可读代码；

至少一个处理器，被配置为调用所述计算机可读代码，执行如上任一项所述的卸船机抓斗的检测方法中的步骤。

第五方面，本发明实施方式提出一种计算机可读介质，所述计算机可读介质上存储有计算机可读指令，所述计算机可读指令在被处理器执行时，使所述处理器执行如上任一项所述的卸船机抓斗的检测方法中的步骤。

第六方面，本发明实施方式提出一种计算机程序产品，所述计算机程序产品被有形地存储在计算机可读介质上并且包括计算机可读指令，所述计算机可读指令在被执行时使至少一个处理器执行如上任一项所述的卸船机抓斗的检测方法中的步骤。

**附图说明**

图1为本发明实施方式的卸船机抓斗的检测方法的示范性流程图。

图2为本发明实施方式的背景点云的示意图。

图3为本发明实施方式的实时点云的示意图。

图4为本发明实施方式的实时点云减去背景点云的示意图。

图5为本发明实施方式的抓斗检测示意图。

图6为本发明实施方式的卸船机抓斗的检测过程的示意图。

图7为本发明实施方式的卸船机抓斗的检测装置的结构图。

图8为本发明实施方式的具有存储器-处理器架构的、卸船机抓斗的检测装置的结构图。

其中，附图标记如下：

|  |  |
| --- | --- |
| 标号 | 含义 |
| 100 | 卸船机抓斗的检测方法 |
| 101~104 | 步骤 |
| 50 | 背景云图 |
| 60 | 抓斗云图 |
| 61 | 干扰云图 |
| 10 | 卸船机 |
| 11 | 抓斗 |
| 12 | 钢丝绳 |
| 13 | 小车 |
| 14 | 臂架俯仰机构 |
| 15 | 电气室 |
| 16 | 卸料框 |
| 17 | 司机室 |
| 18 | 大车 |
| 20 | 船舱 |
| 21 | 物料 |
| 22 | 货船 |
| 30 | 多线激光雷达 |
| 40 | 控制模块 |
| 700 | 卸船机抓斗的检测装置 |
| 701 | 第一获取模块 |
| 702 | 第二获取模块 |
| 703 | 确定模块 |
| 704 | 检测模块 |
| 800 | 卸船机抓斗的检测装置 |
| 801 | 存储器 |
| 802 | 处理器 |

**具体实施方式**

现在将参考示例实施方式讨论本文描述的主题。应该理解，讨论这些实施方式只是为了使得本领域技术人员能够更好地理解从而实现本文描述的主题，并非是对权利要求书中所阐述的保护范围、适用性或者示例的限制。可以在不脱离本申请实施例内容的保护范围的情况下，对所讨论的元素的功能和排列进行改变。各个示例可以根据需要，省略、替代或者添加各种过程或组件。例如，所描述的方法可以按照与所描述的顺序不同的顺序来执行，以及各个步骤可以被添加、省略或者组合。另外，相对一些示例所描述的特征在其它例子中也可以进行组合。

如本文中使用的，术语“包括”及其变型表示开放的术语，含义是“包括但不限于”。术语“基于”表示“至少部分地基于”。术语“一个实施例”和“一实施例”表示“至少一个实施例”。术语“另一个实施例”表示“至少一个其他实施例”。术语“第一”、“第二”等可以指代不同的或相同的对象。下面可以包括其他的定义，无论是明确的还是隐含的。除非上下文中明确地指明，否则一个术语的定义在整个说明书中是一致的。

考虑到现有技术中通过位置检测传感器或反光条等方式检测抓斗位置的诸多缺陷，本发明实施方式提出一种基于点云机制的抓斗检测技术方案，可以准确检测抓斗位置，而且无需对抓斗进行改造，还减少了实施难度。

图1为本发明实施方式的卸船机抓斗的检测方法的示范性流程图。

如图1所示，该方法100包括：

步骤101：获取抓斗不处于抓料作业过程中、容纳物料的船舱的第一点云图。

点云图是指目标表面特性的海量点集合。在步骤101中，可以通过激光测量原理、摄影测量原理或激光测量原理与摄影测量原理的结合方式，获取抓斗不处于抓料作业过程中、容纳物料的船舱的第一点云图。其中：根据激光测量原理得到的点云，包括包含船舱的背景环境的三维坐标和激光反射强度（Intensity）；根据摄影测量原理得到的点云，包括包含船舱的背景环境的和颜色信息（RGB）；根据激光测量原理与摄影测量原理的结合方式得到的点云，包括包含船舱的背景环境的三维坐标、激光反射强度和颜色信息。优选的，第一点云图的格式可以包括：\*.pts; \*.asc ; \*.dat; \*.stl ;\*.imw；\*.xyz；等等。

在这里，第一点云图中包含容纳物料的船舱。而且，在第一点云图的生成过程中，抓斗不处于抓料作业过程，因此第一点云图中不包含抓斗。抓料作业过程中，货船通常为静止状态，第一点云图可被视为抓料作业过程中的背景。

步骤102：获取抓斗处于抓料作业过程中、船舱的第二点云图。

类似地，在步骤102中，可以通过激光测量原理、摄影测量原理或激光测量原理与摄影测量原理的结合方式，获取抓斗处于抓料作业过程中、船舱的第二点云图。相应地，第二点云图的格式可以包括：\*.pts; \*.asc ; \*.dat; \*.stl ;\*.imw；\*.xyz；等等。

在这里，第二点云图包含容纳物料的船舱。而且，在第二点云图的生成过程中，抓斗处于抓取船舱中物料的抓料作业过程中，因此第二点云图中还包含抓斗。

步骤103：将第二点云图与第一点云图的差，确定为第三点云图。

第二点云图与第一点云图的差，即为从第二点云图中去掉作为背景的第一点云图所得到的第三点云图。第三点云图中包含抓斗以及可能存在的干扰数据。比如，干扰数据可能是因海水荡漾导致船舱发生移动而产生的。

步骤104：基于第三点云图，检测抓斗在抓料作业过程中的位置。

在抓料作业过程中，抓斗的位置可能发生变化。优选地，在步骤102中实时获取抓斗处于抓料作业过程中、船舱的第二点云图。此时第二点云图为基于采样时间变化的一系列点云图，即第二点云图的数目为多张。相应地，步骤103中的第三点云图为多张，从而在步骤104中基于这多张第三点云图，可以实时检测抓斗在抓料作业过程中的各个相应位置。

在一个实施方式中，步骤101中获取抓斗不处于抓料作业过程中、容纳物料的船舱的第一点云图包括：利用布置在卸船机的臂架俯仰机构上的多线激光雷达，扫描抓斗不处于抓料作业过程中的船舱，以获取第一点云图；步骤102中获取抓斗处于抓料作业过程中、船舱的第二点云图包括：利用该多线激光雷达扫描所述抓斗处于抓料作业过程中的所述船舱，以获取所述第二点云图。

具体地，多线激光雷达可以包括:（1）、激光发射阵列，用于发射多路激光；（2）、激光接收阵列，用于接收由目标物体反射的多路激光回波；（3）、回波采样装置，用于采用时分复用方式对多路激光回波进行采样并输出采样数据流；（4）、控制系统，分别与激光发射阵列、激光接收阵列以及回波采样装置连接，用于对激光发射阵列和激光接收阵列的工作进行控制，并根据采样数据流确定测量数据。多线激光雷达还可以包括：（5）、输出装置，用于输出测量数据。其中，回波采样装置通过时分复用方式进行采样后通过控制系统进行实时处理，有利于提高测量过程的实时性。

多线激光雷达可以具体实施为4线、8线、16线、32线、64线或128线激光雷达，等等。多线激光雷达可以识别物体的高度信息并获取周围环境的三维扫描图。以四线激光雷达为例进行说明。4线激光雷达将4个激光发射器进行轮询，一个轮询周期后，得到一帧的激光点云数据，四条点云数据可以组成面状信息，从而能够获取船舱的高度信息。

以上以多线激光雷达的具体布置位置和具体线数为实例，对本发明实施方式进行描述，本领域技术人员可以意识到，这种描述仅是示范性的，并不用于限定本发明实施方式的保护范围。

图2为本发明实施方式的背景点云的示意图。在图2中，多线激光雷达扫描抓斗不处于抓料作业过程中的船舱，得到背景云图50（即第一点云图）。可见，背景云图50中不包含抓斗。

图3为本发明实施方式的实时点云的示意图。多线激光雷达实时扫描抓斗处于抓料作业过程中的船舱，得到第二点云图。第二点云图包括背景云图50及抓斗云图60。其中，由于可能存在干扰（比如海水荡漾导致船舱移动），图3的背景云图50与图2中的背景云图50可能存在差异。

图4为本发明实施方式的实时点云减去背景点云的示意图。实时点云减去背景点云的结果为第三点云图。由于干扰的存在，第三点云图包含抓斗云图60以及干扰云图61。

可以对包含抓斗云图60以及干扰云图61的第三点云图进行各种检测处理，以确定出抓斗在抓料作业过程中的位置。

在一个实施方式中，步骤104中基于第三点云图，检测抓斗在抓料作业过程中的位置包括：基于抓斗的三维模型，生成抓斗的点云模型；基于点云模型，根据模板匹配算法确定抓斗在第三点云图中的定位结果；基于定位结果，确定抓斗在抓料作业过程中的位置。

比如，可以获取基于SolidWorks®、AutoDesk®或Catia®等三维绘图软件为抓斗建立三维模型。将该三维模型转换为抓斗的点云模型。接着，利用模板匹配算法确定抓斗在第三点云图中的定位结果，并基于抓斗在第三点云图中的定位结果，确定抓斗在抓料作业过程中的真实位置。其中，当多线激光雷达实时扫描时，第二点云图可以为抓料作业过程中、基于采样时间变化的一系列点云图，即第二点云图的数目为多张。相应地，第三点云图为多张，从而基于这多张第三点云图，可以实时检测抓斗在抓料作业过程中的每个实时位置。

下面对模板匹配的具体过程进行说明。模板匹配是[数字图像处理](https://so.csdn.net/so/search?q=%E6%95%B0%E5%AD%97%E5%9B%BE%E5%83%8F%E5%A4%84%E7%90%86&spm=1001.2101.3001.7020)的重要组成部分之一。把不同传感器或同一传感器在不同时间、不同成像条件下对同一景物获取的两幅或多幅图像在空间上对准，或根据已知模式到另一幅图中寻找相应模式的处理方法即为模板匹配。简单而言，模板就是一幅已知的小图像（在这里，即为点云模型）。模板匹配就是在一幅大图像（在这里，即为第三点云图）中搜寻目标（在这里，即为点云模型）。已知该大图像中有要找的目标，且该目标同模板有相同的尺寸、方向和图像，通过一定的算法可以在图中找到目标，确定其坐标位置。因此，基于模板匹配确定出点云模型在第三点云图中的位置后，基于第三点云图坐标系与真实世界坐标系之间的坐标转换，可以确定出抓斗在真实世界中的位置。

可见，本发明实施方式利用抓斗的三维模型生成点云模型，并利用模板匹配算法在第三点云图中定位抓斗，可以精准定位抓料作业过程中的抓斗位置。

在一个实施方式中，步骤104中基于第三点云图，检测抓斗在抓料作业过程中的位置包括：利用布置在卸船机的臂架俯仰机构上的多线激光雷达多角度扫描抓斗，以生成抓斗的点云模型；基于点云模型，根据模板匹配算法确定抓斗在第三点云图中的定位结果；基于定位结果，确定抓斗在抓料作业过程中的位置。在这里，多线激光雷达还可以布置在其他适于多角度扫描抓斗的布置位置处，本发明实施方式对此并无限定。

因此，本发明实施方式利用多线激光雷达扫描生成点云模型，并利用模板匹配算法在第三点云图中定位抓斗，可以精准定位抓料作业过程中的抓斗位置。

在一个实施方式中，步骤104中基于第三点云图，检测抓斗在抓料作业过程中的位置包括：将作为训练数据的已标注抓斗点云图输入到人工神经网络，以将人工神经网络训练为适配于从点云图中定位出抓斗的抓斗定位模型；将第三点云图输入到抓斗定位模型，以基于抓斗在第三点云图中的定位结果确定抓斗在抓料作业过程中的位置。

因此，本发明实施方式利用深度学习训练出抓斗定位模型，可以精准定位抓料作业过程中的抓斗位置。

在一个实施方式中，步骤104中基于第三点云图，检测抓斗在抓料作业过程中的位置包括：将第三点云图投影为二维图像或三维图像；以目标图像识别方式，从二维图像或三维图像中定位出抓斗；基于抓斗在二维图像或三维图像中的定位结果，确定抓斗在抓料作业过程中的位置。

可见，本发明实施方式利用目标图像识别方式在第三点云图投影出的二维图像或三维图像中定位抓斗，可以精准定位抓料作业过程中的抓斗位置。

图5为本发明实施方式的抓斗检测示意图。可见，经过模板匹配算法后，可以从第三点云图中定位抓斗云图60。

在获取抓斗的实时位置之后，可以对其进行防摇控制，或者结合其他环境信息进行防碰撞控制。

可见，本发明实施方式将机器人/自动驾驶领域中常用的激光雷达引入到起重机领域，可用于实时检测抓斗位置，之后可用于抓斗防摇或者防碰撞控制之中。相较于现有方式，其结构简单，且不易受到干扰。此外，还可同时应用该多线激光雷达进行其他检测。

本发明实施方式还提出了卸船机抓斗系统。该卸船机抓斗系统包括：多线激光雷达，布置在卸船机的臂架俯仰机构上，用于扫描抓斗不处于抓料作业过程时的容纳物料的船舱，以获取第一点云图，扫描抓斗处于抓料作业过程时的船舱，以获取第二点云图；控制模块，布置在卸船机的大车中，用于将第二点云图与第一点云图的差，确定为第三点云图；基于第三点云图，检测抓斗在抓料作业过程中的位置。

在一个实施方式中，多线激光雷达，固定布置在卸船机的小车的移动范围之外，且视野范围朝向船舱。

图6为本发明实施方式的卸船机抓斗的检测过程的示意图。

在图6中，卸船机10用于对停泊在码头中的货船22进行卸船操作。货船22中的物料21存储在货舱20的储存空间中。卸船机10包括卸船机抓斗11、小车13、臂架俯仰机构14、司机室17和大车18。大车18包含电气室15和卸料框16。卸船机抓斗11经由钢丝绳12连接到小车13。小车13和司机室17都可以在臂架俯仰机构14上滑动。多线激光雷达30固定布置在臂架俯仰机构14上。多线激光雷达30的固定位置在小车13在臂架俯仰机构14的移动范围之外。多线激光雷达30的视野范围朝向货舱20。

在抓斗11不处于抓料作业过程时（比如，抓斗11位于卸料框16的上方时），多线激光雷达30采集此时的货舱20的第一点云图作为背景。而且，多线激光雷达30经由有线通信或无线通信方式，将第一点云图发送到电气室15中的控制模块40。

在抓斗11处于抓料作业过程时（比如，抓斗11在货舱20的内部移动时），多线激光雷达30实时采集货舱20的第二点云图（相应地，第二点云图为与采集时间相关联的多张点云图）。而且，多线激光雷达30经由有线通信或无线通信方式，将第二点云图发送到电气室15中的控制模块40。控制模块40将第二点云图与第一点云图的差，确定为第三点云图（相应地，第三点云图为多张）。

控制模块40基于第三点云图，可以检测抓斗11在抓料作业过程中的实时位置。具体方式可以包括：

（1）、控制模块40基于抓斗11的三维模型，生成抓斗11的点云模型。控制模块40基于点云模型，根据模板匹配算法确定抓斗11在第三点云图中的定位结果。控制模块40基于定位结果，确定抓斗11在抓料作业过程中的位置。

（2）、多线激光雷达30多角度扫描抓斗11，以生成抓斗11的点云模型。控制模块40基于点云模型，根据模板匹配算法确定抓斗11在第三点云图中的定位结果。控制模块40基于定位结果，确定抓斗11在抓料作业过程中的位置。

（3）、控制模块40预先将作为训练数据的、已标注的抓斗点云图输入到人工神经网络，以将人工神经网络训练为适配于从点云图中定位出抓斗11的抓斗定位模型。控制模块40将第三点云图输入到抓斗定位模型，以基于抓斗11在第三点云图中的定位结果确定抓斗11在抓料作业过程中的位置。

（4）、控制模块40将第三点云图投影为二维图像或三维图像。控制模块40以目标图像识别方式，从二维图像或三维图像中定位出抓斗11。控制模块40基于抓斗11在二维图像或三维图像中的定位结果，确定抓斗11在抓料作业过程中的位置。

图7为本发明实施方式的卸船机抓斗的检测装置的结构图。

卸船机抓斗的检测装置700包括：

第一获取模块701，用于获取抓斗不处于抓料作业过程中、容纳物料的船舱的第一点云图；

第二获取模块702，用于获取抓斗处于抓料作业过程中、船舱的第二点云图；

确定模块703，用于将第二点云图与第一点云图的差，确定为第三点云图；

检测模块704，用于基于第三点云图，检测抓斗在抓料作业过程中的位置。

在一个实施方式中，第一获取模块701，用于利用布置在卸船机的臂架俯仰机构上的多线激光雷达扫描抓斗不处于抓料作业过程中的船舱，以获取第一点云图；第二获取模块702，用于利用多线激光雷达扫描抓斗处于抓料作业过程中的船舱，以获取第二点云图。

在一个实施方式中，检测模块704，用于执行下列中的至少一个：基于抓斗的三维模型，生成抓斗的点云模型；基于点云模型，根据模板匹配算法确定抓斗在第三点云图中的定位结果；基于定位结果，确定抓斗在抓料作业过程中的位置；利用布置在卸船机的臂架俯仰机构上的多线激光雷达多角度扫描抓斗，以生成抓斗的点云模型；基于点云模型，根据模板匹配算法确定抓斗在第三点云图中的定位结果；基于定位结果，确定抓斗在抓料作业过程中的位置；将作为训练数据的、已标注的抓斗点云图输入到人工神经网络，以将人工神经网络训练为适配于从点云图中定位出抓斗的抓斗定位模型；将第三点云图输入到抓斗定位模型，以基于抓斗在第三点云图中的定位结果确定抓斗在抓料作业过程中的位置；将第三点云图投影为二维图像或三维图像；以目标图像识别方式，从二维图像或三维图像中定位出抓斗；基于抓斗在二维图像或三维图像中的定位结果，确定抓斗在抓料作业过程中的位置。

图8为本发明实施方式的具有存储器-处理器架构的、卸船机抓斗的检测装置的结构图。如图8所示，卸船机抓斗的检测装置800包括处理器802、存储器801及存储在存储器801上并可在处理器802上运行的计算机程序，计算机程序被处理器802执行时实现如上任一种的卸船机抓斗的检测方法。其中，存储器801具体可以实施为电可擦可编程只读存储器（EEPROM）、快闪存储器（Flash memory）、可编程程序只读存储器（PROM）等多种存储介质。处理器802可以实施为包括一或多个中央处理器或一或多个现场可编程门阵列，其中现场可编程门阵列集成一或多个中央处理器核。具体地，中央处理器或中央处理器核可以实施为CPU或MCU或DSP，等等。

需要说明的是，上述各流程和各结构图中不是所有的步骤和模块都是必须的，可以根据实际的需要忽略某些步骤或模块。各步骤的执行顺序不是固定的，可以根据需要进行调整。各模块的划分仅仅是为了便于描述采用的功能上的划分，实际实现时，一个模块可以分由多个模块实现，多个模块的功能也可以由同一个模块实现，这些模块可以位于同一个设备中，也可以位于不同的设备中。各实施方式中的硬件模块可以以机械方式或电子方式实现。例如，一个硬件模块可以包括专门设计的永久性电路或逻辑器件（如专用处理器，如FPGA或ASIC）用于完成特定的操作。硬件模块也可以包括由软件临时配置的可编程逻辑器件或电路（如包括通用处理器或其它可编程处理器）用于执行特定操作。至于具体采用机械方式，或是采用专用的永久性电路，或是采用临时配置的电路（如由软件进行配置）来实现硬件模块，可以根据成本和时间上的考虑来决定。

此外，本发明实施方式还提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质上存储有计算机可读代码，计算机可读代码在被处理器执行时，使处理器执行前述的卸船机抓斗的检测方法。另外，本发明实施方式还提供一种计算机程序产品，所述计算机程序产品被有形地存储在计算机可读介质上并且包括计算机可读指令，计算机可读指令在被执行时使至少一个处理器执行本发明实施方式的卸船机抓斗的检测方法。

需要说明的是，上述各流程和各系统结构图中不是所有的步骤和模块都是必须的，可以根据实际的需要忽略某些步骤或模块。各步骤的执行顺序不是固定的，可以根据需要进行调整。上述各实施例中描述的系统结构可以是物理结构，也可以是逻辑结构，即，有些模块可能由同一物理实体实现，或者，有些模块可能分由多个物理实体实现，或者，可以由多个独立设备中的某些部件共同实现。

以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。