点云集自主式挖斗挖掘机动态环绕

the ever-changing terrain（地形） the presence of mobile objects (e.g. humans, construction vehicles（车辆工程）) is taken into account.

We present a simple technique for scan point clustering avoidance as well as a quick removal of invalid data points caused by mobile objects. The system utilizes already existing sensors intended for security tasks.

我们提出了一种避免扫描点聚类的简单技术，以及快速移除由移动对象引起的无效数据点。 该系统利用已有的用于安全任务的传感器。

这个概念引入了一个概念，就是必须考虑的一些边界条件。 设计的解决方案强烈依赖于一些假设，这些假设限制了系统的多功能性，有利于简化和运行时。

The vehicle which is meant to be using the point cloud gathering system presented in thispaperisaVOLVOEW180Bbucketexcavator(ﬁgure1a).Thisvehiclehasamassof 18tons. To prevent accidents while panning the excavator’s cabin and arm two planar laser scanners (SICK LMS 151) are mounted on the chassis as shown in ﬁgure 1b, a kinematic model of the setup is shown in ﬁgure 3. The sensors have an evaluation ﬁeld mechanism [10] which sets an alarm signal if the ﬁeld is violated.

本文旨在使用本文提出的点云收集系统的车辆（图1a）。该车辆仅有18吨。 如图1b所示，为了防止在挖掘机驾驶室和机械臂摇动时发生事故，底盘上安装了两台平面激光扫描仪（SICK LMS 151），图3显示了该装置的运动学模型。传感器具有评估现场机制[ 10]，如果该字段被触发，它会设置一个报警信号。

Having two valuable and dependable sensors already present on the vehicle and performing only one(albeitcrucial) task leads to the proposition of a secondary use,which is gathering of data for the excavation task. Of course the laser scanners register only data from 2-dimensional planes, but since the “natural” motion of an excavator is panning, they are in constant motion。

在车辆上已经存在两个有价值且可靠的传感器并且仅执行一个（尽管如此）的任务导致二次使用的提议，即为挖掘任务收集数据。 当然，激光扫描仪只记录来自二维平面的数据，但是由于挖掘机的“自然”运动正在平移，所以它们一直在运动。这允许在没有任何额外的机械传感器连接的情况下对三维数据进行采样，从而节省了成本并且使整个系统大部分免维护。

1. stationary vehicle.

The scans are performed from a stationary vehicle. The only motion is rotation (panning) about a speciﬁed axis. If the excavator is to be displaced the current point cloud has to be erased.

SLAM (simultaneous localization and mapping),也称为CML (Concurrent Mapping and Localization),（同步定位与建图）即时定位与地图构建，或并发建图与定位。问题可以描述为：将一个机器人放入未知环境中的未知位置，是否有办法让机器人一边逐步描绘出此环境完全的地图，同时一边决定机器人应该往哪个方向行进。例如扫地机器人就是一个很典型的SLAM问题，所谓完全的地图（a consistent map）是指不受障碍行进到房间可进入的每个角落。SLAM问题的处理方法主要分为滤波和图优化两类。如果挖掘机将被移动，则当前的点云必须被擦除。

2. Big obstacles

For indoor robotics and 3-dimensional object scanning applications the goal is to create a ﬁnely-grained representation depicting the original object as closely as possible。

3. Semi-dynamic terrain

Since an excavator is a vehicle for active terrain shaping, the world view has to be constantly up dated.

半动态地形  
由于挖掘机是一种主动地形整形的工具，所以世界观必须不断更新。扫描环境是一个永不完全的连续过程，它以一定的间隔多次扫描一部分地形。

4. Dynamic obstacles

The most commonly expected objects encountered on a typical construction site are human workers and vehicles. These kinds of objects are expected to randomly appear and disappear from the scanner measurements. It is assumed that most objects which obstruct parts of the sensor view are mobile and therefore only short-lived.  
在典型的施工现场遇到的最常见的物体是人类工作者和车辆。 预计这些类型的对象将随机出现并从扫描仪测量中消失。 假设阻碍传感器视图部分的大多数物体是可移动的，因此只是短暂的。

Point Cloud Storage and Decaying Strategies 点云存储和衰减策略

为了防止随着时间的推移收集和存储数据时的内存溢出，必须设计一个数据丢弃策略。 这个问题的通用解决方案是一个简单的有界环形缓冲区（或时间戳方法），其中最旧的数据被新数据覆盖。 只有这样一个衰减策略，在半动态环境下使用系统时，很快就会导致数据不一致。 在测量中短暂出现的一个物体也应该在不再有视线时迅速消失。 被移动物体临时覆盖的距离数据不应过早丢弃。 这项工作采用的策略是一个时间戳功能（2.7节）的组合，确保删除非常旧的和可能不正确的数据。

Deletion Volume删除量

The method for identifying invalid points developed for this work is called the deletion volume method. The optical center of the scanner and all points from each scan are located on one plane, the scan plane (already shown in ﬁgure 2 at the beginning of section2).Thescanplanesfromtwoconsecutivescanscanbeusedtodeﬁneavolume. This volume represents a portion of the environment the laser scanner has swept over. Since the laser rays have passed through this space and since according to the assumptions presented in section 2.3 there are no small objects in view, this volume can be assumed as being empty. This means all points in the point cloud which are inside this volume are invalid and should be deleted. A visualization of this principle is presented in ﬁgure 2.6. Unlike timestamps, this method has the advantage that points become invalidimmediatelyduringthescansweepinsteadofstayinginthepointclouduntilthey deteriorate。

为此工作开发的识别无效点的方法称为删除体积法。 扫描仪的光学中心和每次扫描的所有点都位于一个平面上，即扫描平面（在图2的开始部分已经显示在图2中）。来自两个连续扫描的扫描平面可用于定义音量。这个体积代表了激光扫描仪扫过的环境的一部分。由于激光射线已经通过这个空间，并且由于根据2.3节提出的假设，没有小的物体，所以这个体积可以被认为是空的。 这意味着这个卷内的点云中的所有点都是无效的，应该删除。 这个原理的可视化如图2.6所示。 与时间戳不同的是，这种方法的优点是，即时点在点之间变得无效，而不是点到点，直至变坏。

Epoch System 新纪元坐标

点云中的每个点都存储一个纪元数。

这个时间系统的时间戳方法的差异是当前时期在每个时间步不增加。

相反，当扫描器的旋转方向改变时，扫描仪不能移动，只有当它们属于不同的时期时，它们才合并，从两个点合并的时间点设置为。当分配的点缓冲器溢出时，从最低的时元号开始移除点。

Efﬁcient Error Volume Checking 有效的错误量检查