基于栅格法的智能挖掘机地面建模研究

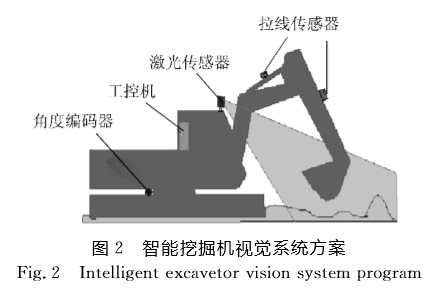
摘　要：为了实现挖掘机智能化作业，以山河智能ＳＷＥ２３０挖掘机为研究平台，提出了一种基于激光传感器的地面地形建模方法，采用栅格法的极坐标和直角坐标的变换关系对地面环境进行 建模。在构建地形的基础上搜索挖掘对象的边界点，并采用 ＲＡＮＳＡＣ随机采样一致性算法估计 挖掘深度和斜面倾斜度。在已知挖掘范围的基础上，采用聚类分割算法来确定挖掘策略。试验表 明以上方法能够有效的测量挖掘对象并确定挖掘策略。

关键词：智能挖掘机；随机采样一致性；激光扫描；地形建模；聚类分割

激光扫描工作原理

通过 信号发射和返还的时间差，测量出发射点与被测物 体的具体距离，然后不断的变换位置和角度，得到被 测对象的空间立体坐标（如图１所示），以便对工作 对象各项数据进行全面的分析。

在挖掘机驾驶室外部顶端安装激光传感器 以便实现双向的工作对象扫描，同时在挖掘机上还装有角度编码器和拉线传感器用于反馈挖掘机姿态 参数，驾驶室内安装有控制柜用来进行点云处理。本文采用德国ＳＩＣＫ公司的ＬＭＳ１１１室外型激光传 感器作为点云获取装置，扫描角度间隔为０．５°，扫 描半径为１０ｍ，扫描频率为５０Ｈｚ。



　地面模型建立

常用的环境建模方法有：可视图法，栅格法和自 由空间法，本文采用在直角坐标系下的栅格法。栅格 法在坐标位置搜索、计算多边形形状面积等方面比较 有效，易于信息共享。采用尺寸相同的栅格对挖掘机 二维工作空间进行划分，栅格大小以挖掘机铲斗一次 挖掘最大土方量的二分之一来定，由于挖掘机最大挖 掘半径为１０ｍ，挖掘机履带前段到挖掘机中心距离为 ２．５ｍ，因此设定栅格显示界面宽度范围为－３～３ｍ， 高度范围为２．５～１２．５ｍ它使用大小相同的栅格划分环境空间，并用栅格数组来表示环境。对于混合栅格点(即一部分是自由空间另一部分是障碍物)，依据其自由空间和障碍物占有的比例，将其归属于自由空间或障碍物空间。黑格代表障碍物，在栅格数组中标为1；白格代表自由空间，在栅格数组中标为0。

珊格法处理二维数据？

为了提高搜索的效率，栅格通常按粒度分成若干个层次。这种方法的特点是简单、易于实现，它同时具有表达不规则障碍物的能力。其缺点是表示效率不高，存在着时空开销与求解精度之间的矛盾。

单元树法正是为了克服栅格法的缺点而设计的。这种方法同栅格法相比较，不同之处在于单元树法将环境空间划分成大小不同的单元。通常的做法是：将环境空间划分成几个较大的单元三维空间划分成8部分，成为八叉树)划分得到的每个单元所占用的工作空间可能是下面三种情况之一：都为自由空间；都为障碍物空间；混合型空间，既包含了障碍物区域，又包含了自由区域。对于最后一种类型的单元按照前面的方法继续进行划分，直到一个预先设定好的精度为止。该方法的优点是自适应性较好。主要缺点是计算单元之间的邻接关系时的损失较大。

　挖掘对象特征提取与测量

　边界提取

边界提取为测量挖掘宽度提供依据，并可以检测与要求宽度误差大小。

1. 通过直通滤波器，对ｙ维度实行简单的滤波。选取平行于ｘｚ平面的一个面，与ｙ轴的截距设定为预定挖掘深度的二分之一。去掉平面以下的点，保留上方的点。

２）将过滤后保留的内点投影在

ｙ ＝０的平面上，并以ｘ ＝０为界将点云分为左右两部分。

1. 将 ｚ 轴从２５０～１　２５０ｃｍ 平分为１　０００等 分，每一份为１０ｃｍ，判断点云中每个点的 ｚ 坐标的 范围，在 ｘ ＞０部分，筛选出每等分内 ｚ 值最小的点， 为左边界点。在 ｙ ＜０部分，筛选出每等分内 ｚ 值最 大的点为右边界点。

处理对象有限？

挖掘深度与坡度检测

在挖掘过程中，对挖掘深度和挖掘底面坡度检 测非常重要，用来评估挖掘效果。这里采用随机采 样一致性方法（ＲＡＮＳＡＣ）估计平面模型参数来评 估挖掘深度和坡度。ＲＡＮＳＡＣ的原理是从样本中随机抽选出一个样本子集，使用最小方差估计算法，对这个子集计算 模型参数，然后计算所有样本点与该模型的偏差，再 使用一个预先设定好的阈值与偏差比较，当偏差小 于阈值时，该样本点属于模型内样本点，否则为模型 外样本点，记录下当前的内点的个数，然后重复这一 过程。每一次重复都记录当前最佳的模型参数，即 是内点的个数最多。每次迭代的末尾都会计算一个 迭代结束评判因子，据此决定是否迭代结束。迭代 结束后，最佳模型参数就是最终的模型参数估计值。

通过观察手动 实际挖掘过程，我们发现操作人员习惯把挖掘区域 按聚集程度划分模块。因此我们采用聚类的方式对点云分割。常用的点云分割算法有随机采样一致性算法、区域生长分割法等