1.技术领域：

本发明涉及飞行器着陆、计算机视觉、机械臂控制和运动规划领域，特别是一种基于ROS（机器人操作系统）的飞行器面对复杂路面时的全地形着陆系统。

2.背景技术

近几年来无人机的技术日渐成熟，已经在侦察、航拍、农业、快递运输、灾难救援、电力巡检、影视拍摄等多个领域广泛应用。随着其成本的逐渐降低和应用领域不断拓展，无人机的着陆问题也日渐突出。由于其在不同的工作领域承担着不尽相同的职责，也面对着完全不同的工作环境，因此研制一款可以面对不同工作工况的全地形着陆系统对无人机领域的发展有着重要的意义。

本发明主要使无人机可以面对台阶、石堆、斜坡、瓦砾等复杂路面进行安全着陆，可以根据路面情况主动调节机械腿部的结构以便于自身着陆和再次起飞。

（1）ROS机器人操作系统（Robot Operating System）是Willow Garage公司2010年发布的开源机器人操作系统。经过近十年的发展和完善，它已经成为当今主流的机器人研究和开发平台。ROS系统支持C++、Python、Octave和LISP等编程语言，同时提供了其他编程语言的接口，方便使用不同语言进行开发。它采用分布式的组织架构，节点式的设计理念使得不同的任务节点可以分布于多个相同或不同的主机中，一方面可以降低处理不同的任务进程所带来的计算压力，另一方面降低了整个工作系统的耦合性。另外ROS系统集成了大量的软件包，可以快速实现机器人的多种应用的环境配置例如机械臂姿态规划、移动机器人导航、机器人SLAM等。并且ROS系统下已经集成了许多目前阶段成熟先进的算法，方便研究者快速搭建自己的机器人开发平台。

（2）MoveIt模块主要致力于让机器人能够自主运动和运动规划，它的所有模块都是围绕着运动规划的实现而设计的，它集成了当今主流的先进算法。它主要具有以下模块：

1）运动规划（Motion Planning）：要实现运动规划首先需要将机器人抽象到构形空间（C-Space），这一部分MoveIt已经完成，只需要提供机器人的URDF模型，就可以调用运动规划库的规划算法（如OMPL，SBPL，CHMOP等），自动生成机器人运动轨迹。

2）操作（Manipulation）：根据识别的物体生成一系列动作抓（pick-and-place），但不涉及反馈、动力学、re-grasp等操作问题

3）3D感知（Perception）：可以利用传感器采集的信息（点云或深度图像）生成用于碰撞检测的OctoMap。OctoMap是以八叉树形式表示点云，可以大大降低存储空间，同时，3D OctoMap也可以依据贝叶斯准则不断实时更新。这样，机器人就可以避开真实世界的障碍物了。

4）运动学（Kinematics）：运动学机器人工作空间与构形空间（C-Space）的映射关系。目前它可以支持多种运动学求解器，如OpenRave的ikfast（封闭解）、KDL（数值解）、Trac\_ik（考虑关节极限的数值解）、基于service的求解器。

5）轨迹插值（Trajectory Processing）：大多数规划器只能返回一系列路径点，MoveIt可以根据机器人的控制参数（速度、加速度限制等）重新处理路径，生成一条带有时间戳、位置、速度、加速度信息的完整轨迹。

我们的系统基于MoveIt的上述特性进行开发，正是利用MoveIt模块的诸多特性，减小腿部姿态规划的实现难度，降级机械臂的应用门槛。

1. 计算机视觉属于人工智能的一个分支。结合PCL技术运用深度相机在目标表面提取海量点合成三维点云信息。根据摄影测量原理得到的点云，包括三维坐标（XYZ）和颜色信息（RGB）。通过一定的算法来提取目标点的空间信息。我们主要利用PCL技术和算法，在一定范围内对地面的着陆点进行筛选，以选出最佳的能够使飞行器自身姿态最稳定的着陆点进行着陆。

我们主要根据ROS操作系统的以上特性，在ROS的框架下开发飞行器的全地形着陆系统。我们使用ROS下的moveit模块开发机械腿部的姿态规划和控制部分，使用kinect深度相机结合PCL点云处理技术开发地面工况建模和解算的视觉部分，中间采用主从机通信系统，从时间上讲该系统具有良好的实时性，空间上讲该系统对于复杂的地面情况具有良好的适应能力，并且具有PID闭环控制的能力。另外由于该系统搭载了kinect深度相机，且具有机械臂的规划和控制能力，因此除全地形着陆能力以外，该系统在空中或高处进行物体夹取、作业等方面都具有较强的扩展能力。