附图说明  
[0038] 图1为本发明提出的一种基于ROS系统的单目视觉定位及机械臂抓取实现方法的  
实现环境示意图；  
图2为本发明提出的一种基于ROS系统的单目视觉定位及机械臂抓取实现方法的系统  
工作流程图；  
图3为本发明提出的上位机在ROS系统下进行图像处理的工作流程图；  
图4为本发明提出的上位机在ROS系统下进行机械臂运动规划的工作流程图；  
图5为本发明提出的上位机与下位机进行通信的工作流程图。  
具体实施方式  
[0039] 如图1所示，根据本发明的较佳实施例，基于ROS系统的单目视觉定位及机械臂抓  
取实现方法，其实现环境包括上位机、下位机和通信环境。上位机作为图像检测和图像处理  
的主体，下位机作为接受命令和执行抓取的主体，共同协作完成机械臂抓取任务。  
[0040] 参考图1所示的实现环境示意图，本实施例的实现环境有以下几个部分组成：  
1）USB相机。相机放置在待抓取物体的上方或斜上方，以拍摄视角清晰无遮挡为最佳，  
且需要明确摄像机所在的坐标系（图1中所示坐标系1）。  
[0041] 2）上位机。上位机需要安装有ROS操作系统（基于Linux），它是整个系统的“ 大脑”，  
它的主要作用有：驱动USB相机完成图像采集和传输、图像处理、运动规划以及运动信息发  
送。  
[0042] 3）下位机。下位机是指机械臂的驱动控制部分，他的主要作用是接收运动控制信  
息、驱动机械臂、机械臂位姿传感检测，位姿发送。  
[0043] 4）机械臂。机械臂是本系统的执行部分，这里要求机械臂具有五个以上的自由度  
且机械臂具有末端执行器（吸盘或者末端夹持器），不同的机械臂秩序在机械臂建模的时候  
根据实际情况调整即可。除此之外，机械臂的位置必须确定且建模时以机械臂的所在位置  
（图1中所示坐标系2）为基础。  
[0044] 5）局域无线网。这里Socket通信要求在实现环境中有无线网络，上下位机在相同  
的域段实现通信。  
[0045] 6）待抓取物体及定位标记。对待抓取物体的要求为：放置在机械臂的运动空间之  
内且小于机械臂的额定负载。定位标是指记用于视觉识别和定位的具有特定形状要求的标  
识图，对于不同的算法，标识图像则有所不同。  
[0046] 如图2所示，本发明提出的一种基于ROS系统的单目视觉定位及机械臂抓取实现方  
法的系统工作流程图。  
[0047] 整个实现流程分为上位机配置和下位机配置两个部分，下面进一步说明：  
21）在上位机的ROS系统内进行相机驱动，本实例采用的驱动节点程序为usb\_cam，这一  
节点将驱动相机并将相机采集的图像发布在usb\_cam/image\_raw话题上。  
[0048] 22）利用ROS系统的camera\_calibration对该相机进行标定并保存矫正数据。  
[0049] 23）执行视觉标识训练。本发明提出的两种识别算法的标识训练方法如下：  
对于基于ARToolKit的特定标记识别算法，可以利用在线工具"Tarotaro"训练或者使  
用ARToolKit提供的mk\_patt的离线工具进行训练；  
对于基于OpenCV\_ArUco的识别算法，则利用drawMarker( )函数进行创建和训练标识  
图案。  
[0050] 3）将相机获得图像信息进行处理 .  
4）将获得的空间位置信息传递给MoveIt 初始化程序模块进行运动规划。  
[0051] 5）将运动规划获得的机械臂运动信息队列通过Socket通信传递至下位机。  
[0052] 6）下位机接收机械臂运动信息队列并解析，同时驱动机械臂按照规划的路径执行  
运动和抓取，并将机械臂的实时位姿回传至上位机。  
[0053] 如图3所示，上位机在ROS系统下进行图像处理的工作流程图，整个流程是在一个  
ROS节点上完成的，进一步说明如下：  
首先，读取相机的矫正数据，并选择要采用的识别算法。  
[0054] 如果选择基于ARToolKit的特定标记识别算法，程序处理过程为：读取预先导入的  
标识图信息，USB相机获取实时的图像，寻找可靠度最高的标识并定位相机观察到的标识，  
在标识上放置系统原点，添加ARToolKit 帧频计数器，利用不同帧下标识图的位置变化预  
估标识图空间中的位置并实时发布，同时利用OpenGL可以在标识图标上绘制坐标系。  
[0055] 如果选用基于OpenCV\_ArUco的识别算法，首先需要在ROS系统下配置cv\_bridge将  
ROS系统下相机获得的sensor\_msgs/Image类型图像数据转换成OpenCV库可识别的cv::Mat  
类型图像数据。  
  
[0056] 然后，获取图像中所有的可疑标识，并依次提取标识图像中的标识位。  
[0057] 利用透视变换获取标准标识图，然后利用OTSU二值化算法读取出标识位的值并将  
其与预先训练的标识图像作比较来实现标识图识别。  
[0058] 对识别的标识图进行空间位姿估计，并给出空间位置信息。  
[0059] 然后，根据预先设定的相机坐标系和机械臂坐标系转换矩阵，获取带有标识图的  
物体相对于机械臂的空间位置信息。  
[0060] 最后，编写MoveIt接口程序，将空间位姿信息格式化成为四元数形式并利用  
MoveIt模块提供的API传递给MoveIt 初始化程序模块进行运动规划。  
[0061] 图4所示为本发明提出的上位机在ROS系统下进行机械臂运动规划的工作流程图。  
进一步说明如下：  
首先，用urdf编写机械臂模型描述文件，用于机械臂的建模。  
[0062] 然后，用ROS系统下的MoveIt 初始化工具包（MoveIt Setup Assistant Tool）调  
用所创建的机械臂描述模型。  
[0063] 进一步，创建步骤依次为：碰撞检测设置，虚关节设置，机械臂规划关节组设置，  
（其运动学求解器为KDL Kinematics Plugin），机械臂初始位置设置，机械臂末端执行器设  
置，被动关节设置，最后生成MoveIt 初始化程序模块（默认运动算法规划库为OMPL）。  
[0064] 最后，读取图像处理获得的空间位置信息，利用MoveIt 初始化程序模块进行路径  
规划然后将规划的机械臂运动信息队列发布出去。  
[0065] 图5所示为本发明提出的上位机与下位机进行通信的工作流程图，本流程是在一  
个ROS节点上完成的，进一步说明如下：  
首先初始化消息服务器程序初始化，用于读取MoveIt 初始化程序模块发布的运动规  
划信息队列；  
然后初始化Socket通信（TCP信息），并将数据队列放置在发送缓冲区，在上下位机进行  
通信时发送给下位机；  
下位机接收到数据后进行运动信息解析，驱动机械臂按照规划动作执行抓取；  
在执行规划动作的同时，机械臂上的位置传感器（如角度传感器、编码器） 等将机械臂  
的实际位姿通过Socket发送给上位机。  
[0066] 综上所述，本发明与现有技术相比，其显著优点在于：本发明的技术方案采用分布  
式设计，既有利于利用上位机的处理能力，又方便拓扑为多机械臂协作；本发明提出的基于  
视觉的物体定位方法适应于抓取不同的物体，对物体初始位置要求较低；本发明提出的机  
械臂运动规划方法充分利用ROS系统的特点，配置简单，方便实用；本发明提出的整体解决  
方案采用无线通信，布局灵活，可适用于不同的应用场景。  
[0067] 虽然本发明已以较佳实施例揭露如上，然其并非用以限定本发明。本发明所属技  
术领域中具有通常知识者，在不脱离本发明的精神和范围内，当可作各种的更动与润饰。因  
此，本发明的保护范围当视权利要求书所界定者为准。