

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B25J 13/00 (2006.01)

B25J 5/00 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510064963.9

[45] 授权公告日 2007 年 12 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 100352623C

[22] 申请日 2005.4.11

[21] 申请号 200510064963.9

[73] 专利权人 中国科学院自动化研究所  
地址 100080 北京市海淀区中关村东路 95 号

[72] 发明人 原 魁 彭一准 刘俊成 周庆瑞

[56] 参考文献

JP2003 - 175481A 2003.6.24

US4636137A 1987.1.13

CN2489930Y 2002.5.8

JP2004 - 180554A 2004.7.2

CN2810918Y 2006.8.30

US5413454A 1995.5.9

US5281079A 1994.1.25

审查员 纪传龙

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司  
代理人 段成云

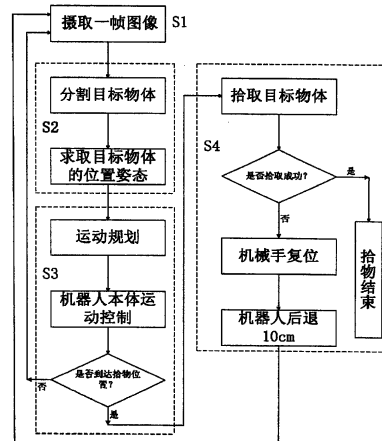
权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 4 页

[54] 发明名称

一种自动拾取物体的智能移动机器人控制装置及方法

[57] 摘要

本发明涉及机器人技术领域，特别是自动拾取物体的智能移动机器人控制装置及方法。包含：图像采集处理装置，双轮差速驱动的智能移动机器人本体，具有垂直和水平方向两个自由度的机械手，机械手装有压力传感器，机械手由两直流伺服电机控制，在机械手的正上方，装有 CCD 摄像机。方法包括：步骤 S1，摄取一帧图像；步骤 S2，通过图像处理获得目标物体的位置与姿态；步骤 S3，控制移动机器人运动到拾物位置；步骤 S4，控制机械手拾取目标物体。本发明将智能移动机器人的移动功能和机械手的操作功能集成于一体，并能在半结构化环境或非结构化环境下工作。



1. 一种自动拾取物体的智能移动机器人控制装置，其特征在于：

包含：图像采集处理装置，双轮差速驱动的智能移动机器人本体，具有垂直和水平方向两个自由度的机械手，机械手装有压力传感器，机械手由两直流伺服电机控制，拥有独立的控制器、驱动器；机械手安装在智能移动机器人的正前方；在机械手的正上方，装有 CCD 摄像机。

2. 根据权利要求 1 的自动拾取物体的智能移动机器人控制装置，其特征在于，由 CCD 摄像机、图像采集卡、工控 PC 机、显示器，组成图像的采集、处理、显示装置，控制装置利用图像处理装置所提取的目标物体信息，进行运动规划，协调控制智能移动机器人本体和机械手，自动完成目标物体的拾取，其中，CCD 摄像机与图像采集卡互联，图像采集卡与工控 PC 机互联，工控 PC 机与显示器互联。

3. 根据权利要求 1 的自动拾取物体的智能移动机器人控制装置，其特征在于，所采用的图像格式为 4：4：4 的 YUV 格式。

4. 根据权利要求 1 的自动拾取物体的智能移动机器人控制装置，其特征在于，分割目标物体所利用的特征为灰度，或者颜色，或者灰度和颜色的组合。

5. 根据权利要求 1 的自动拾取物体的智能移动机器人控制装置，其特征在于，用目标物体的重心代表目标物体自动拾取物体的智能移动机器人控制装置，用目标物体的主轴方向代表目标物体的姿态，并以此位置和姿态作为智能移动机器人本体所要达到的目标位置和姿态。

6. 根据权利要求 1 的自动拾取物体的智能移动机器人控制装置，其特征在于，通过视觉自动获取目标，自主动态生成路径规划，并将运动信息反馈到图像处理模块，构成视觉闭环运动控制，到达目标位置和目标姿态。

7. 根据权利要求 1 的自动拾取物体的智能移动机器人控制装置，其特征在于，其机械手能以设定大小的力度拾取目标物体。

8. 根据权利要求 1 的自动拾取物体的智能移动机器人控制装置，其特征在于，其机械手能感知到目标物体是否被成功拾取。

9. 根据权利要求1的自动拾取物体的智能移动机器人控制装置，其特征在于，其机械手能根据拾取任务完成的情况，自动调节抓取力度的大小。

10. 根据权利要求1的自动拾取物体的智能移动机器人控制装置，其特征在于，其智能移动机器人本体和机械手有各自独立的运动控制器和驱动器。

11. 根据权利要求1的自动拾取物体的智能移动机器人控制装置，其特征在于，其智能移动机器人本体和机械手由同一个上位机控制，即可以各自独立工作，又可以协调完成任务。

12. 一种自动拾取物体的智能移动机器人控制方法，其步骤如下：其步骤如下：

步骤 S1，摄取一帧图像，图像采集与目标物体信息提取 agent101 开始工作；

步骤 S2，或依照事先已标定好的目标物体特征值，或依照操作人员通过人机界面标示出的目标物体区域，获得目标物体的特征值，分割出目标物体，算出目标物体的重心位置，并求出目标物体的主轴方向；依据图像坐标平面和工作环境坐标系对应关系，求得机器人本体应该达到的目标点坐标，和达到目标点时的姿态；

步骤 S3，控制移动机器人运动到拾物位置，智能移动机器人本体控制 agent102 接收来自图像采集与目标物体信息提取 agent101 的目标点的坐标和姿态，规划和控制智能移动机器人本体的运动，经过一个周期后，将智能移动机器人本体的运动信息发送到图像采集与目标物体信息提取 agent101；利用此信息，图像采集与目标物体信息提取 agent101 能在更精确的范围内识别出目标物体，并更新目标物体的坐标和姿态，并传给智能移动机器人本体控制 agent102；

步骤 S4，控制机械手拾取目标物体，当智能移动机器人以合适的姿态到达目标位置后，激活机械手控制 agent103，开始实施对目标物体的拾取操作；如果拾取成功，机械手控制 agent103 则发送拾取成功的信息到图像采集与目标物体信息提取 agent101，拾物操作结束；如果拾取失败，机械手控制 agent103 更改夹持力大小的参数，发送拾取失败信息给智能

---

移动机器人本体控制 agent102，智能移动机器人本体控制 agent102 控制机器人本体后退合适的距离，同时，机械手控制 agent103 还发送拾取失败信息给图像采集与目标物体信息提取 agent101，让其摄取图像，开始新一轮拾物控制。

## 一种自动拾取物体的智能移动机器人控制装置及方法

### 技术领域

本发明涉及机器人技术领域，特别是一种用于危险环境下自动拾取物体的智能移动机器人控制装置及方法。

### 背景技术

自1954年美国G. C. Devol申请“通用重复型机器人”专利以来，机器人技术的内涵不断丰富，外延不断扩展，应用领域不断扩大，逐渐成为一门集机械、电子、计算机、通讯、智能控制等诸多学科于一体的综合性学科，被大量应用于工业、农业、军事、空间、海洋、医疗卫生和家庭等众多领域。

智能移动机器人是机器人的一个重要分支，是一个集人机交互、环境感知、规划与决策、运动控制等多种功能于一体的综合装置。其特征是通过传感器感知环境和自身状态，在半结构化环境或非结构化环境中自主运动，完成期望的任务。一方面智能移动机器人能在工业领域实现较大范围的工件运输，另一方面在非工业领域有广泛的应用前景，如：仓储业的搬运机器人，巡逻保安机器人，迎宾导引机器人，医用护理机器人等，特别是在危险环境下和在人类难以到达的环境下有着不可或缺的作用，如核辐射环境下的材料搬运机器人，星际探索机器人。所以智能移动机器人的研究引起越来越多的专家学者和工程技术人员的兴趣，受到许多国家和研究机构的关注。

智能移动机器人的研究方向主要有：体系结构，如何组织传感器、计算机、执行器来完成预定的任务；多传感器信息融合和环境建模，如何从不精确且数据量极大的传感器数据中获得所需的信息并感知所处的环境；定位导航和路径规划，如何获知智能移动机器人自身的位置姿态和到达目标的路径；运动控制，如何使执行器迅速、精确地执行运动指令。

在智能移动机器人的研究中，主要是集中在多传感器信息融合和环境

建模以及定位导航和路径规划方面。但是，集成移动功能和操作功能的智能移动机器人具有与环境互动的能力，能更好地适用环境和胜任更多的工作，尤其是在危险环境下和人类难以到达的环境下有着迫切的应用需求。

## 发明内容

本发明与一种智能移动机器人及其控制装置有关，具体地说是用于辐射环境下的核材料搬运机器人，是一个控制智能移动机器人能够自动地拾取目标物体的控制装置。

本发明更确切地讲与智能移动机器人的目标识别、路径规划和运动控制相关，包括通过 CCD 摄像机摄取的图像信息识别目标物体，确定目标物体的位置和姿态，规划智能移动机器人的运动路径，以合适的姿态到达目标位置，控制机械手抓取目标物体。

本发明不限于用于辐射环境下的核材料的自动拾取，也可以是用于生化污染环境下的物体自动拾取或医院传染病房内的物体自动拾取。

一种自动拾取物体的智能移动机器人控制装置，其特征在于：

包含：图像采集处理装置，双轮差速驱动的智能移动机器人本体，具有垂直和水平方向两个自由度的机械手，机械手装有压力传感器，机械手由两直流伺服电机控制，拥有独立的控制器、驱动器；机械手安装在智能移动机器人的正前方；在机械手的正上方，装有 CCD 摄像机。

由 CCD 摄像机、图像采集卡、工控 PC 机、显示器，组成图像的采集、处理、显示装置；控制装置利用图像处理装置所提取的目标物体信息，进行运动规划，协调控制智能移动机器人本体和机械手，自动完成目标物体的拾取。

所采用的图像格式为 4：4：4 的 YUV 格式。

分割目标物体所利用的特征为灰度，或者颜色，或者灰度和颜色的组合。

用目标物体的重心代表目标物体自动拾取物体的智能移动机器人控制装置，用目标物体的主轴方向代表目标物体的姿态，并以此位置和姿态作为智能移动机器人本体所要达到的目标位置和姿态。

通过视觉自动获取目标，自主动态生成路径规划，并将运动信息反馈到图像处理模块，构成视觉闭环运动控制，到达目标位置和目标姿态。

其机械手能以设定大小的力度拾取目标物体。

其机械手能感知到目标物体是否被成功拾取。

其机械手能根据拾取任务完成的情况，自动调节抓取力度的大小。

其智能移动机器人本体和机械手有各自独立的运动控制器和驱动器。

其智能移动机器人本体和机械手由同一个上位机控制，即可以各自独立工作，又可以协调完成任务。

### 附图说明

图 1 是智能移动机器人拾物装置外观示意性侧视图；

图 2 是智能移动机器人拾物装置外观示意性正视图；

图 3 是拾物控制装置的软件模块图；

图 4 是自动拾取物体的智能移动机器人图像采集处理显示装置构成框图；

图 5 是自动拾取物体的智能移动机器人控制方法流程图。

### 具体实施方式

本发明集成了智能移动机器人的移动能力和操作能力，如图 1 所示，1 为智能移动机器人本体，在此示意图中，是轮式移动机器人；但此发明的应用并不限于轮式移动机器人，也可应用于履带式移动机器人或轮—履带混合式移动机器人。

智能移动机器人本体具备以下几种功能：一、能在工作环境内按操作人员规划好的路径运动；二、能自主地在工作环境内运动，如漫游、避障、到达目标点等；三、能通过遥操作的方式在工作环境内移动。

如图 1 所示，在智能移动机器人本体 1 的正前方，装有一个机械手 2，用以拾取物体，赋予整个装置操作能力，机械手 2 具有垂直方向的上下运动和水平方向的开合运动的功能，并且能知其所处的上下位置和开合的程度，以及是否已经拾取到目标物体。

在图 1 和图 2 中，CCD 摄像机 3 位于机械手 2 的顶端，CCD 摄像机

3 摄取机械手 2 前面一定范围内的图像，其所摄图像范围的大小与 CCD 摄像机的安装高度和镜头焦距有关。

图 3 说明了拾物控制装置的软件模块，其具体的工作过程如下：

摄取一幅图像，图像采集与目标物体信息提取 agent101 开始工作，或依照事先已标定好的目标物体特征值，或依照操作人员通过人机界面标示出的目标物体区域，获得目标物体的特征值，分割出目标物体；考虑到智能移动机器人本体所带计算机的运行速度和资源有限，同时又要求图像采集与目标物体信息提取 agent101 具有实时处理的能力，所以目标物体的特征选取颜色或（和）灰度，而不考虑诸如纹理等需要通过很多计算才能获得的特征。

分割出目标物体后，算出目标物体的重心位置，并求出目标物体的主轴方向；依据图像坐标平面和工作环境坐标系对应关系，求得机器人本体应该达到的目标点坐标，和达到目标点时的姿态。

智能移动机器人本体控制 agent102 接收来自图像采集与目标物体信息提取 agent101 的目标点的坐标和姿态，规划和控制智能移动机器人本体的运动，经过一个周期后，将智能移动机器人本体的运动信息发送到图像采集与目标物体信息提取 agent101；利用此信息，图像采集与目标物体信息提取 agent101 能在更精确的范围内识别出目标物体，并更新目标物体的坐标和姿态，并传给智能移动机器人本体控制 agent102；如此循环往复，直至智能移动机器人以合适的姿态达到目标位置。

当智能移动机器人以合适的姿态到达目标位置后，激活机械手控制 agent103，开始实施对目标物体的拾取操作；如果拾取成功，机械手控制 agent103 则发送拾取成功的信息到图像采集与目标物体信息提取 agent101，拾物操作结束；如果拾取失败，机械手控制 agent103 更改夹持力大小的参数，发送拾取失败信息给智能移动机器人本体控制 agent102，智能移动机器人本体控制 agent102 控制机器人本体后退合适的距离，同时，机械手控制 agent103 还发送拾取失败信息给图像采集与目标物体信息提取 agent101，让其摄取图像，开始新一轮拾物控制。

图 4 的自动拾取物体的智能移动机器人图像采集处理显示装置，由 CCD 摄像机、图像采集卡、工控 PC 机、显示器，组成图像的采集、处



理、显示装置，控制装置利用图像处理装置所提取的目标物体信息，进行运动规划，协调控制智能移动机器人本体和机械手，自动完成目标物体的拾取，其中，CCD 摄像机与图像采集卡互联，图像采集卡与工控 PC 机互联，工控 PC 机与显示器互联。

具体的自动拾取物体的智能移动机器人控制方法流程见图 5。其步骤如下：

步骤 S1，摄取一帧图像，图像采集与目标物体信息提取 agent101 开始工作；

步骤 S2，或依照事先已标定好的目标物体特征值，或依照操作人员通过人机界面标示出的目标物体区域，获得目标物体的特征值，分割出目标物体，算出目标物体的重心位置，并求出目标物体的主轴方向；依据图像坐标平面和工作环境坐标系对应关系，求得机器人本体应该达到的目标点坐标，和达到目标点时的姿态；

步骤 S3，控制移动机器人运动到拾物位置，智能移动机器人本体控制 agent102 接收来自图像采集与目标物体信息提取 agent101 的目标点的坐标和姿态，规划和控制智能移动机器人本体的运动，经过一个周期后，将智能移动机器人本体的运动信息发送到图像采集与目标物体信息提取 agent101；利用此信息，图像采集与目标物体信息提取 agent101 能在更精确的范围内识别出目标物体，并更新目标物体的坐标和姿态，并传给智能移动机器人本体控制 agent102；

步骤 S4，控制机械手拾取目标物体，当智能移动机器人以合适的姿态到达目标位置后，激活机械手控制 agent103，开始实施对目标物体的拾取操作；如果拾取成功，机械手控制 agent103 则发送拾取成功的信息到图像采集与目标物体信息提取 agent101，拾物操作结束；如果拾取失败，机械手控制 agent103 更改夹持力大小的参数，发送拾取失败信息给智能移动机器人本体控制 agent102，智能移动机器人本体控制 agent102 控制机器人本体后退合适的距离，同时，机械手控制 agent103 还发送拾取失败信息给图像采集与目标物体信息提取 agent101，让其摄取图像，开始新一轮拾物控制。

实施例

图 1 和图 2 的智能移动机器人本体：宽 50cm，长 60cm，高 56cm，后半部分是 50cm×35cm 的矩形，前半部分是半径为 25cm 的半圆，侧表面为半个 16 正面体；采用双轮差速驱动加无动力导向轮的运动机构，驱动轮轮距为 33cm，导向轮位于两驱动轮轴线的中垂线上，在两驱动轮轴线的前 36cm 处，两个轮驱动带有码盘、运动控制 DSP 板和功率驱动板；本体带有一块研祥 EC5-1621 工控机主板，CPU 主频 1M，内存 256M，图像采集装置为大恒 QP300 图像采集卡；本体还带有 16 个超声，16 个红外，以及传感器信息采集 DSP 板。

机械手：采用两自由度直角坐标式的机械结构，其中垂直轴行程 20cm，水平轴行程 8cm，由两直流伺服电机控制，带有运动控制 DSP 板和功率驱动板。

CCD 摄像机：FS-482。

图像获取与处理：以 352×288 的大小采集 4:4:4 的 YUV 格式的图像，依据目标物体在 Y 上或 UV 上或 YUV 上的特征，分割出目标物体，求得目标物体的重心坐标和主轴方向，再利用事先获得的图像坐标系和环境坐标系的转换矩阵，求得目标物体在环境空间中的位置和姿态。

智能移动机器人本体控制：以目标物体的坐标和姿态作为机器人本体的目标位置和姿态，规划机器人的路径，生成控制命令发送到运动控制 DSP 板。

机械手控制：先控制机械手垂直向下运动，到达设定位置后；控制机械手的开合运动，夹取目标物体，当机械手抓取到目标物体时所感受到的压力达到预定值时，停止水平运动；控制机械手垂直向上运动，到达设定位置后，压力未消失，夹取成功。

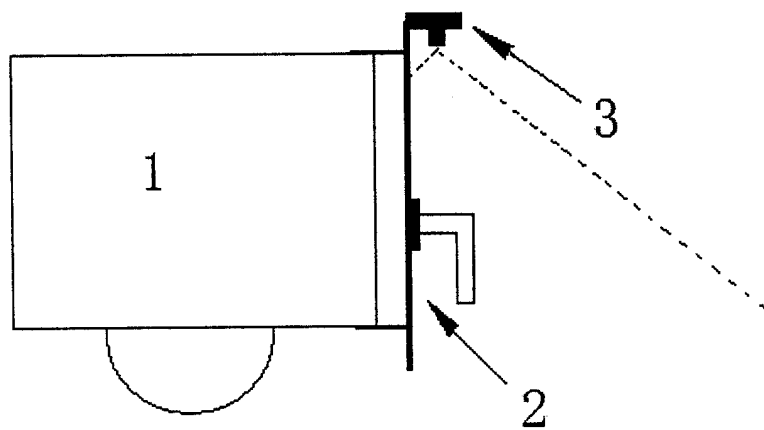


图 1

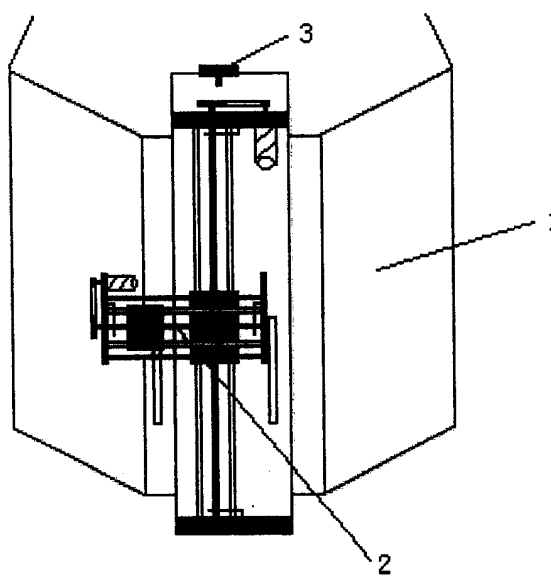


图 2

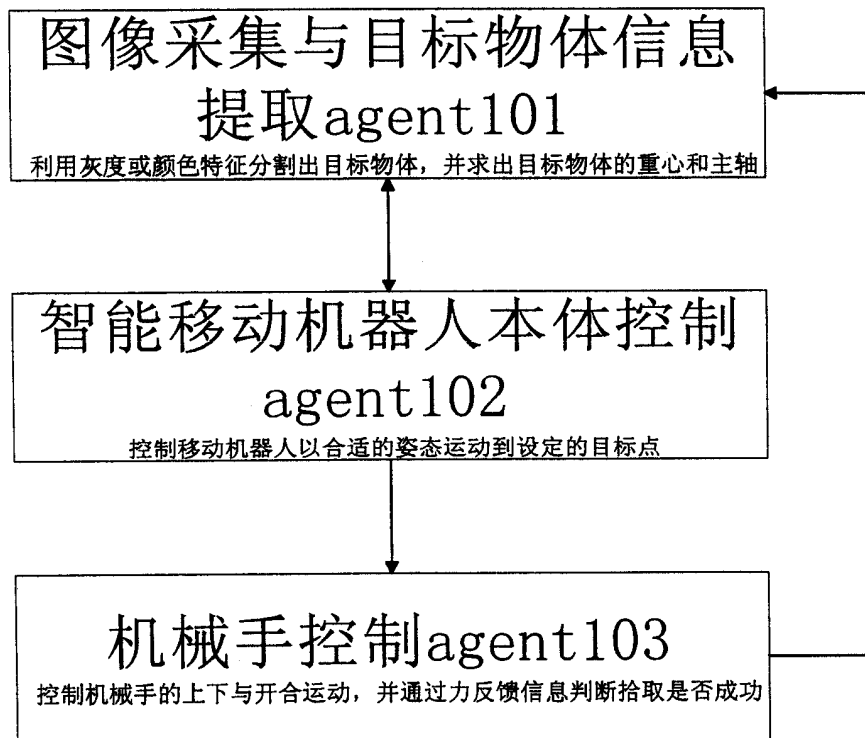


图 3

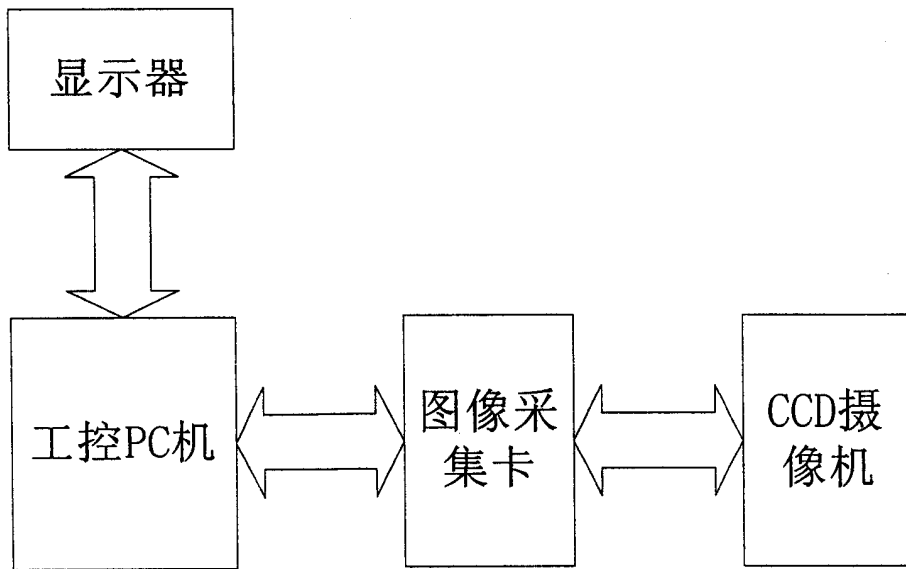


图 4

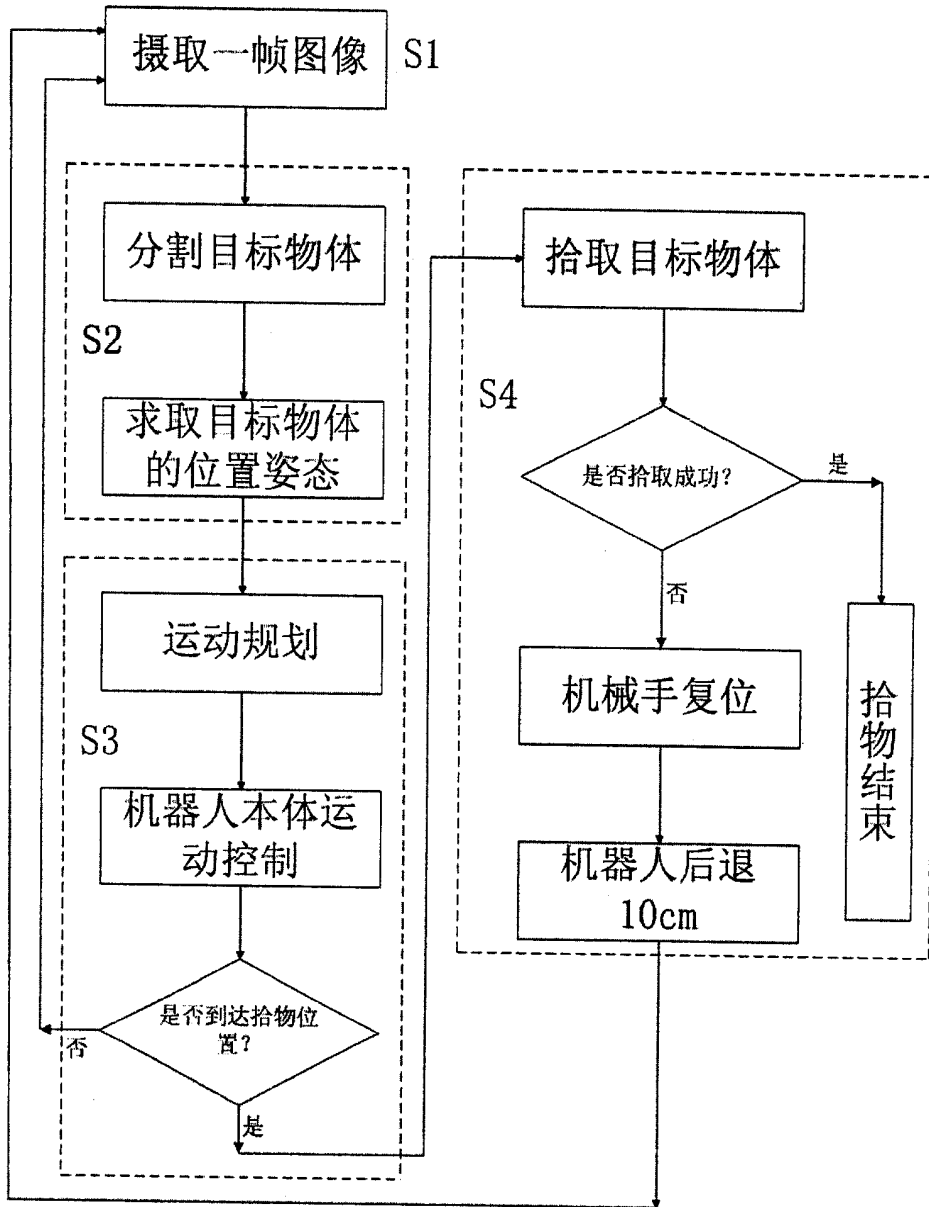


图 5