



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201573208 U

(45) 授权公告日 2010. 09. 08

(21) 申请号 200920047160. 6

(22) 申请日 2009. 06. 16

(73) 专利权人 泰怡凯电器(苏州)有限公司
地址 215168 江苏省苏州市石湖西路 108 号

(72) 发明人 钱东奇

(51) Int. Cl.

B25J 13/00(2006. 01)

G05D 1/02(2006. 01)

B25J 9/16(2006. 01)

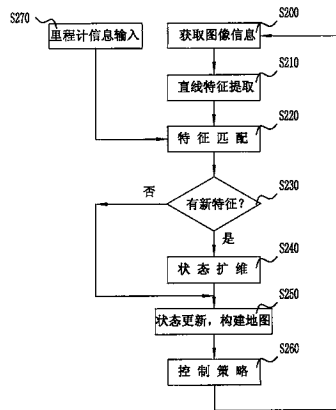
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 5 页

(54) 实用新型名称

实现室内服务机器人同时定位和地图创建的装置及机器人

(57) 摘要

本实用新型公开了一种实现室内服务机器人同时定位和地图创建的装置及带有该装置的室内服务机器人,该装置包括外部传感器、内部传感器和信息处理模块,通过所述机器人在外部环境中移动,记录所述外部传感器和所述内部传感器的测量数据,对环境进行特征提取,利用递推形式的预测和更新算法得出所述机器人的位姿和特征地图,在满足特征匹配的条件下,实现对相应的所述位姿和特征地图的更新。本装置把移动机器人放置在未知环境中,将定位与地图创建二者合而为一,使得机器人增量式地创建未知环境的连续地图,同时确定它在地图中的位置,如此有效地提高了一次工作效率,提高了自移动室内服务机器人的自主性,并进一步突显了机器人的智能水平。



1. 一种实现室内服务机器人同时定位和地图创建的装置,其特征在于,包括:
外部传感器,用于探测所述定位装置外部的环境信息;
内部传感器,用于探测所述定位装置自身的位置信息;
信息处理模块,通过所述定位装置在外部环境中移动,记录所述外部传感器和所述内部传感器的测量数据,对环境进行特征提取,利用递推形式的预测和更新算法得出所述定位装置的位姿和特征地图,在满足特征匹配的条件下,实现对相应的所述位姿和特征地图的更新。
2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述外部传感器包括单个或多个CMOS图像传感器。
3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述外部传感器包括单个或多个CCD图像传感器。
4. 根据权利要求2或3所述的装置,其特征在于,所述外部传感器还包括激光、声纳或者红外传感器。
5. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述内部传感器为里程计。
6. 一种机器人,包括机器人本体、控制单元、驱动单元、行走单元和功能单元,所述控制单元置位于服务机器人的内部,其控制功能单元工作,并控制驱动单元,由驱动单元驱动行走单元行走,其特征在于,所述的室内服务机器人还包括定位装置,该定位装置包括外部传感器,用于探测所述机器人外部的环境信息;内部传感器,用于探测所述机器人自身的位置信息;所述控制单元通过所述机器人在外部环境中移动,记录所述外部传感器和所述内部传感器的测量数据,对环境进行特征提取,利用递推形式的预测和更新算法得出所述机器人的位姿和特征地图,在满足特征匹配的条件下,实现对相应的所述位姿和特征地图的更新。
7. 根据权利要求6所述的机器人,其特征在于,所述控制单元包括信息处理模块,用于接受所述外部传感器和内部传感器发送的信息,实现对所述机器人位姿和特征地图的更新。
8. 根据权利要求6所述的机器人,其特征在于,所述外部传感器包括单个或多个CMOS图像传感器。
9. 根据权利要求6所述的机器人,其特征在于,所述外部传感器包括单个或多个CCD图像传感器。
10. 根据权利要求6所述的机器人,其特征在于,所述内部传感器为里程计。
11. 根据权利要求6所述的机器人,其特征在于,所述功能单元为清洁单元。

实现室内服务机器人同时定位和地图创建的装置及机器人

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种智能装置,尤其是涉及一种实现室内服务机器人同时定位和地图创建的装置,所述的室内服务机器人具体涉及清扫机器人、保安机器人等等。

背景技术

[0002] 随着科技水平和人们生活水平的不断提高,自移动室内服务机器人的应运而生,已逐渐为人们所接受,机器人在自己移动的同时,通过其内置的功能单元进行工作为人们提供服务,省时省力的工作特点受到了人们的认同,从而在办公家居环境中得到广泛应用。

[0003] 目前市场上出现的绝大多数自移动室内服务机器人为清扫机器人,其包括:驱动部件、可再充电的供能单元和控制单元。在控制单元的控制和供能单元的能量供应下,清扫机器人在待处理工作表面上做随机移动,机器人在随机移动的同时,通过其内置的清扫单元对待处理工作表面进行表面清洁处理。

[0004] 专利公开为 W002101477,专利申请人为美国 IROBOT 公司,该专利文献中对随机清扫有较为详细地描述。在清扫机器人的前方,即:运动方向上设有碰撞板,碰撞板的二侧设有碰撞传感器,机器人在执行随机模式移动时作充分地直线运动。机器人在行进时,碰撞板与墙壁或其它障碍物发生碰撞,使得碰撞传感器被激活,机器人接收到碰撞传感器的激活信号,控制行走机构旋转任一个角度,远离所碰撞的障碍物继续直线行进。

[0005] 除美国 IROBOT 公司公开了清扫机器人采用随机清扫的技术方案之外,瑞士伊莱克斯公司在 2001 年推出的第一代以及后续推出的第二代清扫机器人,产品名称均为:TRILOBITE(三叶虫),其采用的行走路线也同样属于随机模式。TRILOBITE 在 Normal 和 Qucik 工作模式中,清扫机器人通过其前方设有的超声传感器和碰撞传感器的配合,使得机器人在行进过程中,当发生机器人探测到前方的墙壁或其它障碍物时,或是机器人与前方的墙壁或其它障碍物发生碰撞时,通过超声传感器的信号输出或是碰撞传感器的激活信号,使得机器人旋转一角度,远离相应的障碍物继续直线行进。

[0006] 上述提及的清扫机器人采用随机路线进行移动,虽然执行简单,但不可避免地存在有部分区域漏扫、而部分区域出现重复清扫的状况发生,从而影响一次清扫覆盖率和一次清扫效率。

[0007] 针对以上问题,本申请人在 2001 年申请了《自动吸尘器的可清扫区域和障碍物区域的识别方法》专利,专利号为 ZL01108048.5。该技术方案指出了一种自动吸尘器的可清扫区域和障碍物区域的识别方法。在一个呈封闭的区域内,由吸尘器进行 X 轴方向和 Y 轴方向扫描;再由吸尘器对 X 轴方向扫描区域和 Y 轴方向扫描区域进行逻辑分析,X 轴方向扫描和 Y 轴方向扫描都未能探测到的区域为障碍物所在的坐标区域,X 轴方向扫描或 Y 轴方向扫描已探测到的区域为可清扫区域。此方法从理论上而言,通过“逻辑与”的概念是可以实现有效识别出可清扫区域和障碍物区域。但这种梳状移动的定位方式,属于单定位方式,其完全借助类似于编码器等装置,通过将编码器安装在行走机构上来测量行走机构的转速、判断旋转方向,从而进行定位控制。然而,行走机构在待工作表面进行移动时,不可避免地

会出现打滑、丢步等现象。当出现此类状况时,行走机构仍处于工作运转中,编码器装置则仍在计数,但实际上,行走机构以及清扫机器人此刻相对于待工作表面不存在移动关系,由此编码器的计数产生了误信号,影响后续的路径扫描和路径规划。

[0008] 基于上述提出的各类状况,因此,有必要提供一种新的方式来解决上述缺点。

[0009] 实用新型内容

[0010] 本实用新型所要解决的技术问题在于,提供一种实现自移动室内服务机器人同时定位和地图创建的装置以及自移动室内服务机器人,通过对该装置的应用可以准确判断自移动室内服务机器人的所在位置。

[0011] 为解决上述技术问题,本实用新型所提供的技术方案为:

[0012] 一种实现室内服务机器人同时定位和地图创建的装置,包括外部传感器,用于探测所述机器人外部的环境信息;内部传感器,用于探测所述机器人自身的位置信息;信息处理模块,通过所述机器人在外部环境中移动,记录所述外部传感器和所述内部传感器的测量数据,对环境进行特征提取,利用递推形式的预测和更新算法得出所述机器人的位姿和特征地图,在满足特征匹配的条件下,实现对相应的所述位姿和特征地图的更新。

[0013] 一种机器人,包括机器人本体、控制单元、驱动单元、行走单元和功能单元,所述控制单元控制功能单元工作,并控制驱动单元,由驱动单元驱动行走单元行走;室内服务机器人还包括外部传感器,用于探测所述机器人外部的环境信息;内部传感器,用于探测所述机器人自身的位置信息;所述控制单元通过所述机器人在外部环境中移动,记录所述外部传感器和所述内部传感器的测量数据,对环境进行特征提取,利用递推形式的预测和更新算法得出所述机器人的位姿和特征地图,在满足特征匹配的条件下,实现对相应的所述位姿和特征地图的更新。

[0014] 本实用新型中,自移动室内服务机器人在未知环境下依靠传感器对所获取的信息进行环境建模,同时利用所创建的环境地图估计其本身的位姿,使得机器人在未知环境中创建地图,同时利用地图实现真正的自主导航。把室内服务机器人放置在未知环境中,将定位与地图创建二者合而为一,使得机器人增量式地创建未知环境的连续地图,同时确定它在地图中的位置,这对于室内诸如家庭和办公环境内进行工作的服务机器人而言,能够十分有效地提高一次工作效率、提高一次工作表面覆盖率,极大地提高了自移动室内服务机器人的自主性,并进一步突显了机器人的智能水平。

[0015] 附图说明书

[0016] 图 1 为本实用新型一实施例中机器人的总体结构示意图;

[0017] 图 2 为本实用新型所述自移动室内服务机器人的控制框图;

[0018] 图 3 为本实用新型所述自移动室内服务机器人中的具有同时定位和地图创建的装置的基本控制框图。

[0019] 图 4 为本实用新型所述自移动室内服务机器人中的具有同时定位和地图创建的装置的基本工作原理流程图。

[0020] 图 5 为本实用新型所述自移动室内服务机器人中的具有同时定位与地图创建的实际算法流程图。

[0021] 具体实施方式

[0022] 本实用新型提供了一种自移动清扫机器人,所述自移动机器人具有同时定位与地

图创建来定位自移动清扫机器人的当前位置以及地图特征。

[0023] 本实用新型以清扫机器人为例,对本实用新型进行详细说明。如图 1 所示,为实用新型一具体实施例——清扫机器人的整体结构示意图。如图 1 所示,为本实用新型的控制结构组成框图。结合图 1 和图 2 所示,所述清扫机器人包括机器人本体 1、控制单元 2、驱动单元 3、行走单元 4 和功能单元 5,控制单元 2 位于该机器人本体 1 体内。控制单元 2 通过驱动单元 3 驱动行走单元 4 转动,行走单元 4 带动机器人本体 1 移动。所述功能单元 5 为清洁单元。

[0024] 该清扫机器人带有同时定位与地图创建的装置,如图 3 所示为具有同时定位与地图创建的装置的控制框图。该装置配备有内部和外部传感器,内部传感器为里程计,即为里程计采集模块 30;外部传感器为单个图像传感器,即为图像采集模块 10,用于采集待工作表面区域的图像信息。本实施例中,图像视觉传感器为 CMOS 传感器,当然也可以是 CCD 等其它视觉传感器。除此之外,装置还包括信息处理模块 20,该信息处理模块 20 包括特征提取单元 210、特征匹配比较单元 220、位姿与环境特征更新单元 230 和位姿与环境特征预测单元 240。

[0025] 下面结合图 3 和图 4 对基本工作原理流程图展开叙述。图像采集模块 10 采集待工作表面的图像信息(步骤 S100)。图像采集模块 10 所采集到的信息经过处理形成外部环境的几何特征,以长度、宽度、位置等参量表示,特征地图可以表示为 $R = (f_i | i = 1, 2, \dots, M)$,其中 f_i 是环境特征, M 是地图中的特征数。在机器人同时定位与地图创建中,通过图像传感器的图像采集获得外部环境的轮廓特征及其位置信息。对于所获得的图像信息进行特征提取,提取特征的方法采用哈夫变换方法,通过该方法来对能够反映大范围环境的诸如直线、线段、角、点等结构化特征进行提取(步骤 S110)。所说的哈夫变换方法,包括加权哈夫变换法、直方图法等等。

[0026] 装置 10 设有的里程计采集模块 30 位于清扫机器人的底盘上,与清扫机器人的行走单元相连接,用于探测行走单元的工作状态。里程计采集模块 30 的信息输入到系统状态方程之中(步骤 S150),通过卡尔曼滤波作最小均方差估计,即系统状态变量 $X = [X_r^T, X_1^T, X_2^T, \dots, X_n^T]^T$,其中 $X_r = [x, y, \theta]$ 表示机器人的位姿, $X_i = [x_i, y_i]^T$ 表示环境特征的位置坐标,通过方程完成对位姿和地图特征的预测(步骤 S140)。在步骤 S110 中对环境特征的观测和提取后,用来更新位姿和特征地图(步骤 S130)。状态更新包括新特征的增加、消失特征的删除、重复观察特征的更新。在预测与更新之间,要进行特征匹配(步骤 S120)。只有匹配特征才能用来更新位姿和特征地图。

[0027] 对于步骤 S120 特征匹配来说,特征匹配是不同时刻对环境的观测是否来源于同一特征。特征匹配与采用的理论方法及传感器模型有关。在通常的 SLAM 算法中,观测量要与系统状态变量匹配,以确定更新目标。成功的数据相关涉及正确的观测与相应的状态变量匹配、探测和排除虚假观测以及初始化新的轨迹。特征匹配是数据融合的关键技术,方法很多。在室内移动服务机器人实现同时定位与地图创建中,大多数方法都是基于更新序列和预测协方差矩阵。更新序列定义为观测值与基于观测模型的状态变量预测值之差, $v_k = Z_k - \hat{Z}_k$,则标准距离定为 $d_k^2 = v_k^T S_k^{-1} v_k$,其中 S_k 为更新协方差矩阵。如果更新序列符合高斯分布,则 $v_k^T v_k$ 将是 X^2 分布的;当观测值落入 X^2 分布的某个固定的区间时,作为可接受观测值,否则予以排除。即根据 X^2 分布确定的可接受区间,得出确认门限,与根据公式 $d_k^2 =$

$v_k^T S_k^{-1} v_k$ 得出的标准距离比较, 确定观测值是否可以接受。然后根据最近邻滤波方法筛选出距离最近的特征作为更新特征。此外, 为简化特征匹配的计算量, 选取对收敛速度有决定性作用的特征, 并从地图中删除其他的路标特征, 对收敛速率的影响非常小, 但计算复杂度将大大降低。

[0028] 在全局层中, 一系列的局部地图组成一个连接图, 在面对地图之间的匹配问题时, 实现 m 个标志与拥有 n 个标志的地图之间的数据关联的复杂度与 m 之间呈指数关系, 假设每个观测到的标志 i 有 n_i 个可能的匹配, 那么对于 m 个标志需要在指数空间 $\pi^m = \prod n_i$ 中搜索正确的匹配。数据关联的搜索空间与环境的复杂程度以及机器人的定位误差有关, 环境的复杂程度的增加会使 m 增大, 而误差的增大会使 n_i 增大。

[0029] 基于对同时定位与地图创建的装置基本工作原理流程图的描述, 现针对本实施例, 对装置有关同时定位与地图创建的实际算法流程做一简单描述。如图 5 所示, 装置包括内部传感器和外部传感器, 所述的内部传感器为里程计; 所述的外部传感器为单个 CMOS 传感器, 该图像传感器位于清扫机器人的前端部且呈水平放置, 用于采集待工作表面区域的图像信息 (步骤 S200)。采用哈夫变换方法对所获得的图像信息进行直线特征提取 (步骤 S210)。里程计位于清扫机器人的底盘上, 与清扫机器人的驱动轮相连接, 用于探测驱动轮的工作状态; 将里程计的信息输入到系统状态方程之中, 通过方程完成对位姿和地图特征的预测 (步骤 S270)。对于获取的环境特征, 需要将其与已有的地图数据进行数据关联 (步骤 S220)。在特征匹配时, 对有无发现新特征进行差别 (步骤 S230)。如发现有新特征, 则将该特征加入状态向量, 同时对状态进行扩维 (步骤 S240); 如没有发现有新特征, 则更新状态、构建地图 (步骤 S250)。而后, 通过控制策略进入下一轮的获取视觉信息 (步骤 S260)。所说的控制策略, 具体是指: 以环境图像中的直线作为特征、采用跟踪直线的导航方式, 增加观测的次数并快速地减小里程计的累积误差, 加快卡尔曼滤波方法的收敛速度。在这里, 步骤 S250 中提及的构建地图, 常用的构建方法有栅格地图法、特征地图法和拓扑地图法等。本实施例中, 采用的构建地图方法为特征地图法。

[0030] 对于装置同时定位与地图创建的过程中, 对于递推形式的预测和更新算法中, 除了采用本实施例中描述的卡尔曼滤波方法之外, 也可以采用粒子滤波方法。现对粒子滤波方法做一简单描述。移动机器人定位是对不确定信息的处理, 这种不确定因素主要有: (1) 机器人对外部感知能力的限制; (2) 外部环境的扰动; (3) 机器人内部传感器的误差。系统噪声和观测噪声的任何模型和假设都有局限性, 且复杂的概率模型影响决策的实时性。粒子滤波以样本集合的方法逼近概率分布, 当样本数 $N \rightarrow \infty$ 时可以逼近任何形式的概率分布。因此, 粒子滤波能够比较精确地表达基于观测量和控制量的后验概率分布。粒子滤波是针对离散时间、部分能观、能控 Markov 链的后验概率估计方法, 目前主要应用在室外大环境下的同时定位与地图创建。 $P(x_t | u_t, x^{t-1})$ 是系统的观测模型。通过观测量 $z^t = z_0, \dots, z_t$ 控制量 $u^t = u_0, \dots, u_t$, u_t 恢复系统的后验概率分布, 通常应用递推形式 Bayes 滤波算法: $p(x_t | Z_t, u_t) = \text{const} \cdot p(z_t | x_t) \int p(x_t | u_t, x_{t-1}) p(x_{t-1} | Z_{t-1}, u_{t-1}) dx_{t-1}$ 。粒子滤波易于实现, 不需要线性化非线性模型, 但对于高维状态空间, 样本数很大, 需要高的运算速度, 对计算机硬件的要求高。因此, 粒子滤波常用于全局定位问题。粒子滤波在移动机器人同时定位与地图创建中属于高维应用, 主要针对室外非结构化环境。与卡尔曼滤波相比, 粒子滤波具有以下三大优越性; 1、粒子滤波的计算量是 $O(N \log K)$, N 是样本数。实践证明, 在一定

的不确定范围内, N 是常数。2、粒子滤波可以处理后验概率为非高斯、多模型分布的情况, 可更充分地利用观测数据, 处理否定信息。而在这种情况下, 卡尔曼滤波将导致数据相关的失败。3、应用粒子滤波处理数据相关问题具有较强的鲁棒性。

[0031] 另外, 来自不同传感器的环境信息可以为特征提取提供冗余信息, 提高环境特征定位的精确性和特征识别的可靠性。对冗余信息的处理和应用需要进行不确定几何信息的系统描述并保证融合机制的一致性。本实施例中, 外部传感器只设有单个 CMOS 图像传感器, 为使得定位精度和特征识别更为可靠、精准, 外部传感器还可以包括激光传感器, 通过视觉传感器从灰度图像提取的数据与激光数据匹配来有效地识别环境特征, 剔除环境地图中的模糊特征。或者是外部传感器包括红外传感器或者是声纳传感器, 通过与图像传感器的有效配合而提高精度。而为便于测试精度更为准确, 更为清晰地获得环境特征的深度信息, 提取三维特征, 外部传感器可以通过设置两个或是多个 CMOS 图像传感器来实现。当然, 更为清晰地获得环境特征的深度信息, 提取三维特征, 外部传感器也可以设置两个或是多个 CCD 图像传感器。采用单个或多个 CCD 图像传感器时, 也可以按实际需要, 与激光、超声或红外传感器组合使用。

[0032] 当然, 除本实施例中所描述的外部传感器包括 CMOS 图像传感器之外, 也可以根据实际工作需要, 外部传感器仅包括激光传感器、声纳传感器、红外传感器或者是其中多个的任意组合。除本实施例中所描述的内部传感器为里程计之外, 也可以根据实际工作需要, 内部传感器采用陀螺仪等检测装置。

[0033] 最后应说明的是: 以上实施例仅用以说明实用新型的技术方案而非限制。尽管参照上述实施例对本实用新型进行了详细说明, 本领域的普通技术人员应当理解, 依然可以对本实用新型的技术方案进行修改和等同替换, 而不脱离本技术方案的精神和范围, 其均应涵盖在本实用新型的权利要求范围当中。

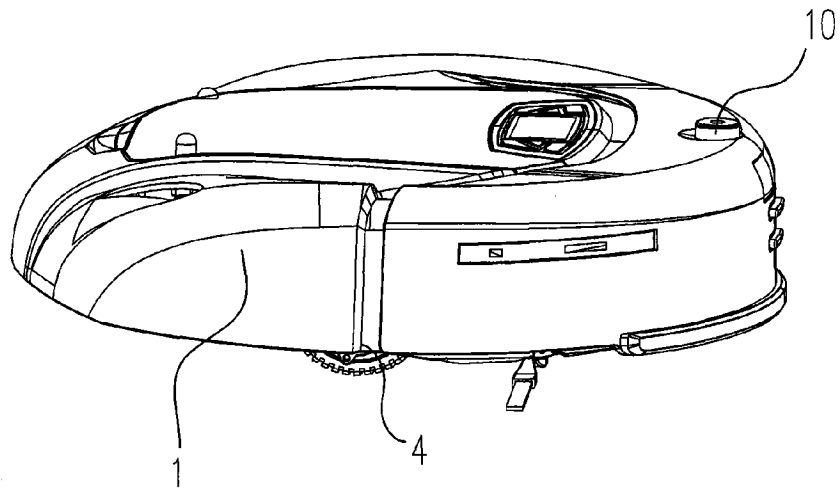


图 1

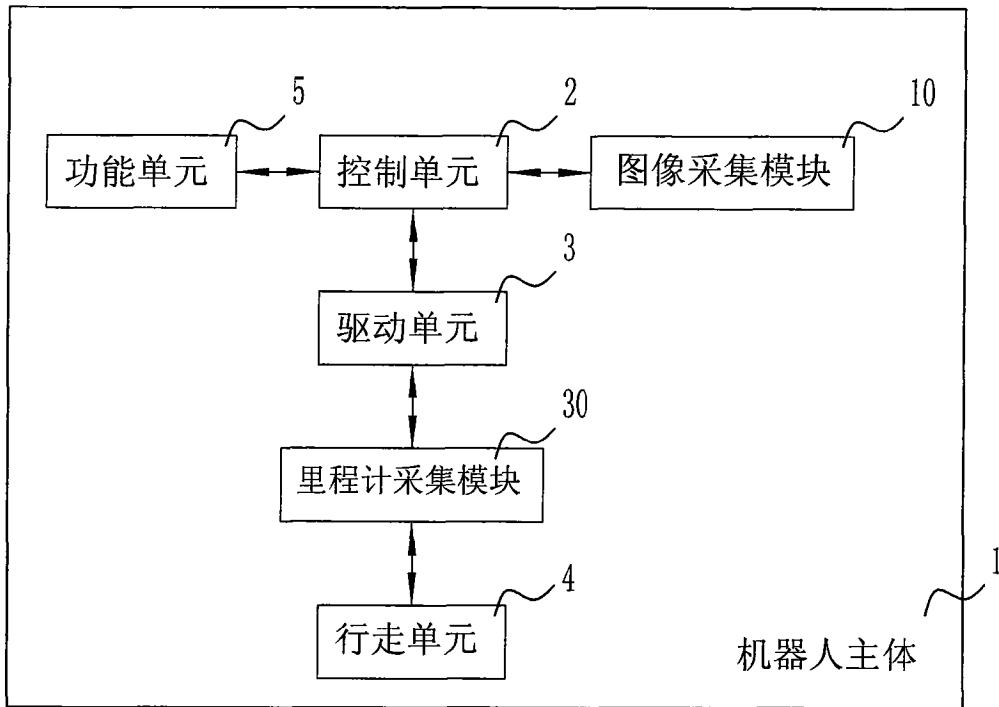


图 2

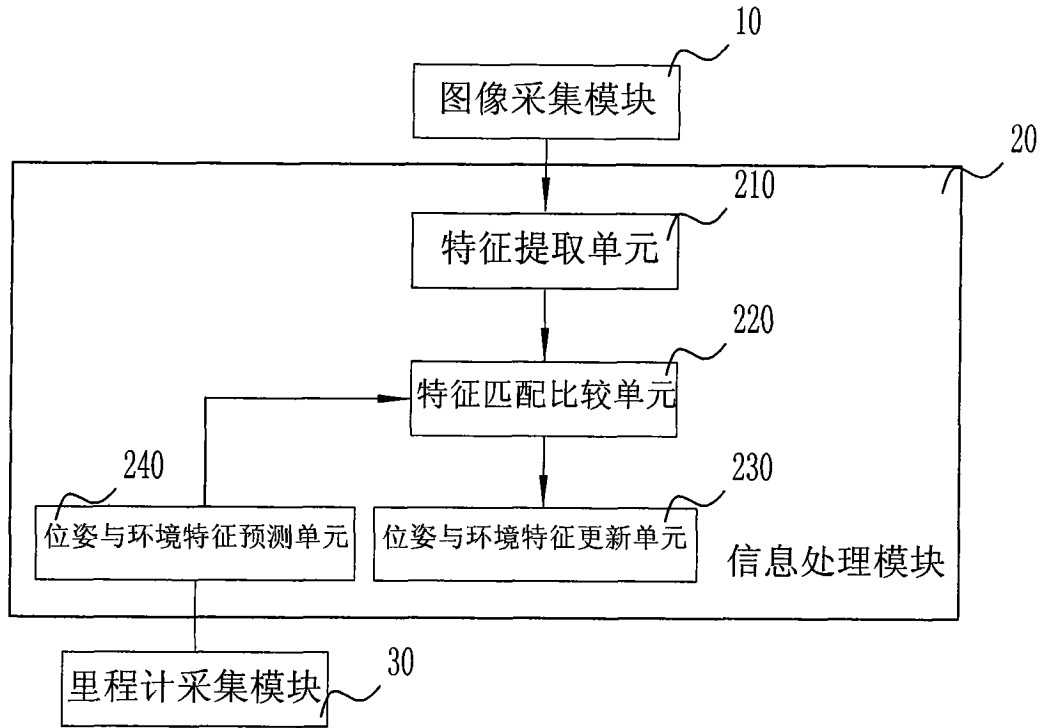


图 3

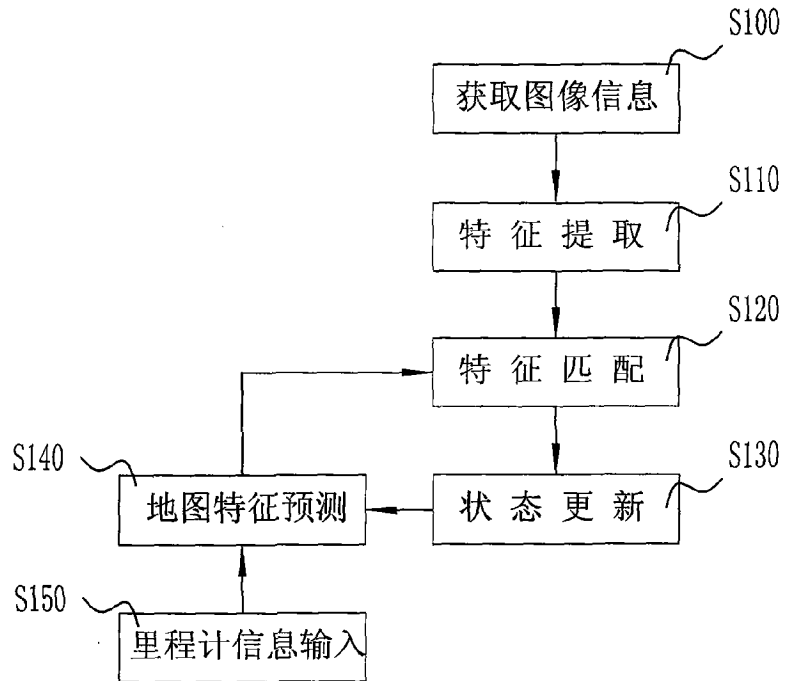


图 4

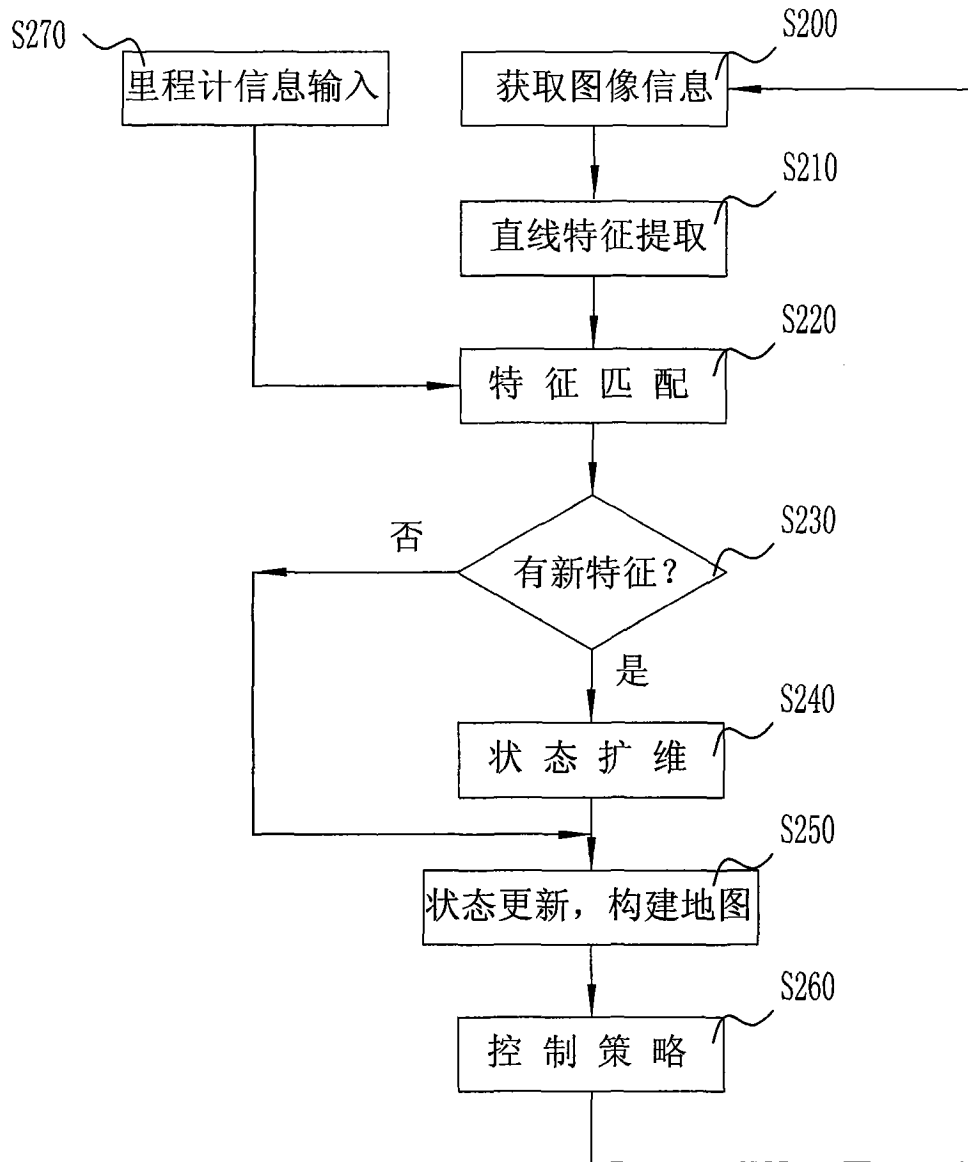


图 5