



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104647377 B

(45)授权公告日 2016.08.24

(21)申请号 201410843324.1

76段及附图1-8.

(22)申请日 2014.12.30

CN 104057449 A, 2014.09.24, 说明书第21-67段及附图1-5.

(73)专利权人 杭州新松机器人自动化有限公司  
地址 310000 浙江省杭州市萧山区市心北路2号东方世纪中心13楼

CN 204471379 U, 2015.07.15, 权利要求1-5.

(72)发明人 李正刚 任海军 冯玖强 陈立  
朱彬 金晶 刘翠萍

EP 2684651 A2, 2014.01.15, 全文.

JP H07299792 A, 1995.11.14, 全文.

审查员 王昕瑜

(74)专利代理机构 杭州杭诚专利事务所有限公司 33109

代理人 俞润体 沈相权

(51)Int.Cl.

B25J 9/16(2006.01)

B25J 13/08(2006.01)

(56)对比文件

CN 104057456 A, 2014.09.24, 说明书第17-

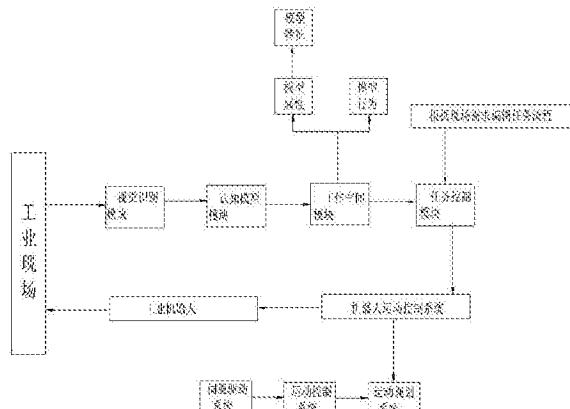
权利要求书3页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种基于认知系统的工业机器人及其控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种工业机器人，尤其涉及一种基于认知系统的工业机器人及其控制方法，属于智能机器人控制领域。包括机器人认知系统和机器人运动控制系统。按以下步骤进行：建立认知模型→设置特征→图像识别与模型位置属性→虚拟现场工作环境→设置任务流程→从认知层转换到执行层面→完成上下料→设备布局发生变化的调整→目标工件发生变化的调整。一种基于认知系统的工业机器人及其控制方法进一步提高机器人智能化水平，提高机器人适应性能。



1. 一种基于认知系统的工业机器人，其特征在于：包括机器人认知系统和机器人运动控制系统；

所述的机器人认知系统包括认知模型模块、视觉识别模块、工作空间模块与任务控制模块，视觉识别模块与认知模型模块相连接，认知模型模块与工作空间模块相连接，工作空间模块与任务控制模块相连接，任务控制模块与机器人运动控制系统相连接；

所述的机器人运动控制系统包括伺服驱动系统、运动控制系统与运动规划系统，伺服驱动系统与运动控制系统相连接，运动控制系统与运动规划系统相连接，所述的运动规划系统与机器人运动控制系统相连接；

所述的机器人运动控制系统控制工业机器人进行运动；

所述的伺服驱动系统用于驱动伺服电机；

所述的运动控制系统用于对机器人运动过程中的误差进行控制；

所述的运动规划系统用于对机器人的运动进行插补运算；

所述的认知模型模块由若干认知模型组成，认知模型由模型属性与模型行为组成；

所述的视觉识别模块利用模式识别的方式提取特征，与模型系统中具体某一模型的模型特征进行对比，识别相关对象；

所述的工作空间模块是一个以机器人为中心的虚拟三维空间，识别到的认知模型会在这个空间中按照现场的坐标位置进行重构；

所述的任务控制模块对发送给机器人的任务进行解析处理，生成任务流程。

2. 根据权利要求1所述的一种基于认知系统的工业机器人，其特征在于：

所述的模型属性是客观实物在某一方面表现出的一种现象，但是在实际应用中，只选择具有代表性的，能够区分该客观实物与其他客观实物的属性作为模型属性；

所述的模型行为是两个相互作用的事物之间所存在的联系的一种具体实现；所述的模型行为必须包含两个模型与一个动作；

模型属性中包含了模型特征；在模型属性所表现的现象当中，有一些属性的局部表现出与众不同的特性，作为区分客观实物的依据，这些局部特性就是模型特征。

3. 根据权利要求1所述的一种基于认知系统的工业机器人，其特征在于：

所述的工作空间模块中的工作空间是一个虚拟三维空间，其原点是机器人基坐标系的原点，用笛卡尔坐标系、柱坐标系与球坐标系来描述；当前参与任务的认知模型会按照视觉识别得到的位置在工作空间中进行重构，以得到一个作业现场的映射；

所述的任务控制模块是一种人机交互语言，以认知模型为基本单元，通过模型之间的行为联系各个模型，描述整个任务过程；同时，其将每个参与任务的行为都通过运动轨迹规划来实现，使整个任务流程从认知层面转换到机器人执行的层面。

4. 根据权利要求1所述的一种基于认知系统的工业机器人的控制方法，其特征在于按以下步骤进行：

(1)、建立认知模型：

在认知模块的认知模型库中分别建立机器人、机床、夹具、目标工件、上料区与下料区的认知模型；

a、认知模型名称：机器人；模型属性：外形属性和位置属性；模型行为：连接和末端移动；

b、认知模型名称：机床；模型属性：外形属性和位置属性；模型行为：夹持工件和加工；

c、认知模型名称：夹具；模型属性：外形属性和位置属性；模型行为：被连接和夹持工件；

d、认知模型名称：目标工件；模型属性：外形属性和位置属性；模型行为：被加工、被夹持和被放置；

e、认知模型名称：上料区；模型属性：外形属性和位置属性；模型行为：放置工件；

f、认知模型名称：下料区；模型属性：外形属性和位置属性；模型行为：放置工件；

(2)、设置特征：

在创建以上几种认知模型后，根据视觉识别模块的需要，为每一个模型设置合理的特征，以便识别；由于机床上下料中的各个模型的外形属性都差别较大，只用提取其边缘外形特征，就能有效的加以识别；

(3)、图像识别与模型位置属性：

视觉识别模块利用工业相机对周围环境进行图像信息采集，从图像信息中提取定义好的特征，对模型进行识别；同时，根据多个图像的信息进行计算后得到各个模型的位置属性；

(4)、虚拟现场工作环境：

利用已经得到的模型属性，在工作空间中按照相关参数进行重构显示：

- a. 以机器人的基坐标系为工作空间的坐标系；
- b. 根据各个模型的外形属性进行三维建模；
- c. 再根据各个模型的位置属性在工作空间中进行定位；

通过以上步骤，得到一个虚拟的现场工作环境；同时，由于模型行为的定义，工作空间中的模型之间已经有了相互作用的关系；但是一个具体的加工过程需要一系列确定的相互作用关系与时间顺序；

(5)、设置任务流程：

在任务控制模块中，针对目标工件的加工工艺对任务流程进行设置：

- a. 机器人与夹具连接；
- b. 机器人末端移动到上料区；
- c. 夹具夹持目标工件；
- d. 机器人末端移动到机床加工区；
- e. 机床夹持目标工件，夹具松开目标工件；
- f. 机器人末端移动到安全区域等待，机床开始加工；
- g. 机床加工完毕，机器人末端移动到加工区域；
- h. 夹具夹持目标工件，机床松开目标工件；
- i. 机器人末端移动到下料区；
- j. 夹具松开目标工件；
- k. 机器人末端移动到上料区；

从步骤b至步骤k为一个循环，机器人获得参与任务的模型之间的确定联系以及模型行为发生的时间顺序；

(6)、从认知层转换到执行层面：

运动控制系统将机器人的移动行为通过运动轨迹规划实现,而夹具的夹持、机床的夹持与加工行为则通过PLC控制信号实现,将整个任务流程从认知层面转换到机器人执行的层面;

(7)、完成上下料:

运动控制系统控制机器人进行工作,完成机床上下料过程;

(8)、设备布局发生变化的调整:

若根据生产的需要,设备的布局发生了变化,在这种情况下只需在视觉识别模块中对模型的位置属性进行重新识别,在工作空间中重新生成虚拟工作环境,修正位置属性后就能立即进行工作,省去了大量示教的时间;

(9)、目标工件发生变化的调整:

若根据生产的需要,目标工件发生了变化,则只需更新目标工件的模型属性中的外形属性,并添加相应的夹具模型,就能快速配置机器人应用,提高研发效率。

## 一种基于认知系统的工业机器人及其控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种工业机器人，尤其涉及一种基于认知系统的工业机器人及其控制方法，属于智能机器人控制领域。

### 背景技术

[0002] 工业机器人在现场应用过程中，由于现场环境复杂多变，设备的现场布局往往会发生变化。这时，由于相对位置的改变，不得不对机器人的示教程序进行调整。这种调整是由坐标的变化引起的，而参与整个任务的其他因素都没有发生变化。在这种情况下，能否提出一种不受空间位置变化影响的工业机器人控制方法，以适应复杂多变的现场环境，缩短研发周期。

### 发明内容

[0003] 本发明主要是解决现有技术中存在的不足，提供可以在工业应用现场的布局发生变化时，更新认知模型中各个模型的位置属性，就可立即开始工作，免去重新示教的繁复过程的一种基于认知系统的工业机器人及其控制方法。

[0004] 本发明的上述技术问题主要是通过下述技术方案得以解决的：

[0005] 一种基于认知系统的工业机器人，包括机器人认知系统和机器人运动控制系统；

[0006] 所述的机器人认知系统包括认知模型模块、视觉识别模块、工作空间模块与任务控制模块，视觉识别模块与认知模型模块相连接，认知模型模块与工作空间模块相连接，工作空间模块与任务控制模块相连接，任务控制模块与机器人运动控制系统相连接；

[0007] 所述的机器人运动控制系统包括伺服驱动系统、运动控制系统与运动规划系统，伺服驱动系统与运动控制系统相连接，运动控制系统与运动规划系统相连接，所述的运动规划系统与机器人运动控制系统相连接；

[0008] 所述的机器人运动控制系统控制工业机器人进行运动。

[0009] 作为优选，所述的伺服驱动系统用于驱动伺服电机；

[0010] 所述的运动控制系统用于对机器人运动过程中的误差进行控制；

[0011] 所述的运动规划系统用于对机器人的运动进行插补运算。

[0012] 作为优选，所述的认知模型模块由若干认知模型组成，认知模型由模型属性与模型行为组成；

[0013] 所述的视觉识别模块利用模式识别的方式提取特征，与模型系统中具体某一模型的模型特征进行对比，识别相关对象；

[0014] 所述的工作空间模块是一个以机器人为中心的虚拟三维空间，识别到的认知模型会在这个空间中按照现场的坐标位置进行重构；

[0015] 所述的任务控制模块对发送给机器人的任务进行解析处理，生成任务流程。

[0016] 作为优选，所述的模型属性是客观实物在某一方面表现出的一种现象，但是在实际应用中，只选择具有代表性的，能够区分该客观实物与其他客观事物的属性作为模型属

性；

[0017] 所述的模型行为是两个相互作用的事物之间所存在的联系的一种具体实现；所述的模型行为必须包含两个模型与一个动作。

[0018] 模型属性中包含了模型特征；在模型属性所表现的现象当中，有一些属性的局部表现出与众不同的特性，可以作为区分客观实物的依据，这些局部特性就是模型特征。

[0019] 作为优选，所述的工作空间模块中的工作空间是一个虚拟三维空间，其原点是机器人基坐标系的原点，可以用笛卡尔坐标系、柱坐标系与球坐标系来描述；当前参与任务的认知模型会按照视觉识别得到的位置在工作空间中进行重构，以得到一个作业现场的映射；

[0020] 所述的任务控制模块是一种人机交互语言，以认知模型为基本单元，通过模型之间的行为联系各个模型，描述整个任务过程；同时，其将每个参与任务的行为都通过运动轨迹规划来实现，使整个任务流程从认知层面转换到机器人执行的层面。

[0021] 一种基于认知系统的工业机器人的控制方法，按以下步骤进行：

[0022] (1)、建立认知模型：

[0023] 在认知模块的认知模型库中分别建立机器人、机床、夹具、目标工件、上料区与下料区的认知模型：

[0024] a、认知模型名称：机器人；模型属性：外形属性和位置属性；模型行为：连接和末端移动；

[0025] b、认知模型名称：机床；模型属性：外形属性和位置属性；模型行为：夹持工件和加工；

[0026] c、认知模型名称：夹具；模型属性：外形属性和位置属性；模型行为：被连接和夹持工件；

[0027] d、认知模型名称：目标工件；模型属性：外形属性和位置属性；模型行为：被加工、被夹持和被放置；

[0028] e、认知模型名称：上料区；模型属性：外形属性和位置属性；模型行为：放置工件；

[0029] f、认知模型名称：下料区；模型属性：外形属性和位置属性；模型行为：放置工件；

[0030] (2)、设置特征：

[0031] 在创建以上几种认知模型后，根据视觉识别模块的需要，为每一个模型设置合理的特征，以便识别；由于机床上下料中的各个模型的外形属性都差别较大，只用提取其边缘外形特征，就能有效的加以识别；

[0032] (3)、图像识别与模型位置属性：

[0033] 视觉识别模块利用工业相机对周围环境进行图像信息采集，从图像信息中提取定义好的特征，对模型进行识别；同时，根据多个图像的信息进行计算后得到各个模型的位置属性；

[0034] (4)、虚拟现场工作环境：

[0035] 利用已经得到的模型属性，在工作空间中按照相关参数进行重构显示：

[0036] a.以机器人的基坐标系为工作空间的坐标系；

[0037] b.根据各个模型的外形属性进行三维建模；

[0038] c.再根据各个模型的位置属性在工作空间中进行定位；

[0039] 通过以上步骤,得到一个虚拟的现场工作环境;同时,由于模型行为的定义,工作空间中的模型之间已经有了相互作用的关系;但是一个具体的加工过程需要一系列确定的相互作用关系与时间顺序;

[0040] (5)、设置任务流程:

[0041] 在任务控制模块中,针对该工件的加工工艺对任务流程进行设置:

[0042] a.机器人与夹具连接;

[0043] b.机器人末端移动到上料区;

[0044] c.夹具夹持目标工件;

[0045] d.机器人末端移动到机床加工区;

[0046] e.机床夹持目标工件,夹具松开目标工件;

[0047] f.机器人末端移动到安全区域等待,机床开始加工;

[0048] g.机床加工完毕,机器人末端移动到加工区域;

[0049] h.夹具夹持目标工件,机床松开目标工件;

[0050] i.机器人末端移动到下料区;

[0051] j.夹具松开目标工件;

[0052] k.机器人末端移动到上料区;

[0053] 从步骤b至步骤k为一个循环,机器人获得参与任务的模型之间的确定联系以及模型行为发生的时间顺序;

[0054] (6)、从认知层转换到执行层面:

[0055] 运动控制系统将机器人的移动行为通过运动轨迹规划实现,而夹具的夹持、机床的夹持与加工行为则通过PLC控制信号实现,将整个任务流程从认知层面转换到机器人执行的层面;

[0056] (7)、完成上下料:

[0057] 运动控制系统控制机器人进行工作,完成机床上下料过程;

[0058] (8)、设备布局发生变化的调整:

[0059] 若根据生产的需要,设备的布局发生了变化,在这种情况下只需在视觉识别模块中对模型的位置属性进行重新识别,在工作空间中重新生成虚拟工作环境,修正位置属性后就能立即进行工作,省去了大量示教的时间;

[0060] (9)、目标工件发生变化的调整:

[0061] 若根据生产的需要,目标工件发生了变化,则只需更新目标工件的模型属性中的外形属性,并添加相应的夹具模型,就能快速配置机器人应用,提高研发效率。

[0062] 效果:

[0063] 在任何模型属性与模型行为发生变化时,都可以通过更新模型属性的方式,来快速配置工业机器人应用。

[0064] 彻底更改了工业机器人通过人工示教来配置的操作模式,为工业机器人应用的快速配置提供了一种新的标准,将提升工业机器人的利用效率,加快机器人应用的开发周期。

[0065] 也可应用于服务机器人领域,提高服务机器人的智能化水平。

[0066] 本发明提供一种基于认知系统的工业机器人及其控制方法,进一步提高机器人智能化水平,提高机器人适应性能。

## 附图说明

[0067] 图1为本发明的结构框图。

## 具体实施方式

[0068] 下面通过实施例，并结合附图，对本发明的技术方案作进一步具体的说明。

[0069] 实施例1：如图1所示，一种基于认知系统的工业机器人，包括机器人认知系统和机器人运动控制系统；

[0070] 所述的机器人认知系统包括认知模型模块、视觉识别模块、工作空间模块与任务控制模块，视觉识别模块与认知模型模块相连接，认知模型模块与工作空间模块相连接，工作空间模块与任务控制模块相连接，任务控制模块与机器人运动控制系统相连接；

[0071] 所述的机器人运动控制系统包括伺服驱动系统、运动控制系统与运动规划系统，伺服驱动系统与运动控制系统相连接，运动控制系统与运动规划系统相连接，所述的运动规划系统与机器人运动控制系统相连接；

[0072] 所述的机器人运动控制系统控制工业机器人进行运动。

[0073] 所述的伺服驱动系统用于驱动伺服电机；

[0074] 所述的运动控制系统用于对机器人运动过程中的误差进行控制；

[0075] 所述的运动规划系统用于对机器人的运动进行插补运算。

[0076] 所述的认知模型模块由若干认知模型组成，认知模型由模型属性与模型行为组成；

[0077] 所述的视觉识别模块利用模式识别的方式提取特征，与模型系统中具体某一模型的模型特征进行对比，识别相关对象；

[0078] 所述的工作空间模块是一个以机器人为中心的虚拟三维空间，识别到的认知模型会在这个空间中按照现场的坐标位置进行重构；

[0079] 所述的任务控制模块对发送给机器人的任务进行解析处理，生成任务流程。

[0080] 所述的模型属性是客观实物在某一方面表现出的一种现象，但是在实际应用中，只选择具有代表性的，能够区分该客观实物与其他客观事物的属性作为模型属性；

[0081] 所述的模型行为是两个相互作用的事物之间所存在的联系的一种具体实现；所述的模型行为必须包含两个模型与一个动作。

[0082] 模型属性中包含了模型特征；在模型属性所表现的现象当中，有一些属性的局部表现出与众不同的特性，可以作为区分客观实物的依据，这些局部特性就是模型特征。

[0083] 所述的工作空间模块中的工作空间是一个虚拟三维空间，其原点是机器人基坐标系的原点，可以用笛卡尔坐标系、柱坐标系与球坐标系来描述；当前参与任务的认知模型会按照视觉识别得到的位置在工作空间中进行重构，以得到一个作业现场的映射；

[0084] 所述的任务控制模块是一种人机交互语言，以认知模型为基本单元，通过模型之间的行为联系各个模型，描述整个任务过程；同时，其将每个参与任务的行为都通过运动轨迹规划来实现，使整个任务流程从认知层面转换到机器人执行的层面。

[0085] 一种基于认知系统的工业机器人的控制方法，按以下步骤进行：

[0086] (2)、建立认知模型：

[0087] 在认知模块的认知模型库中分别建立机器人、机床、夹具、目标工件、上料区与下料区的认知模型；

[0088] a、认知模型名称：机器人；模型属性：外形属性和位置属性；模型行为：连接和末端移动；

[0089] b、认知模型名称：机床；模型属性：外形属性和位置属性；模型行为：夹持工件和加工；

[0090] c、认知模型名称：夹具；模型属性：外形属性和位置属性；模型行为：被连接和夹持工件；

[0091] d、认知模型名称：目标工件；模型属性：外形属性和位置属性；模型行为：被加工、被夹持和被放置；

[0092] e、认知模型名称：上料区；模型属性：外形属性和位置属性；模型行为：放置工件；

[0093] f、认知模型名称：下料区；模型属性：外形属性和位置属性；模型行为：放置工件；

[0094] (2)、设置特征：

[0095] 在创建以上几种认知模型后，根据视觉识别模块的需要，为每一个模型设置合理的特征，以便识别；由于机床上下料中的各个模型的外形属性都差别较大，只用提取其边缘外形特征，就能有效的加以识别；

[0096] (3)、图像识别与模型位置属性：

[0097] 视觉识别模块利用工业相机对周围环境进行图像信息采集，从图像信息中提取定义好的特征，对模型进行识别；同时，根据多个图像的信息进行计算后得到各个模型的位置属性；

[0098] (5)、虚拟现场工作环境：

[0099] 利用已经得到的模型属性，在工作空间中按照相关参数进行重构显示：

[0100] d.以机器人的基坐标系为工作空间的坐标系；

[0101] e.根据各个模型的外形属性进行三维建模；

[0102] f.再根据各个模型的位置属性在工作空间中进行定位；

[0103] 通过以上步骤，得到一个虚拟的现场工作环境；同时，由于模型行为的定义，工作空间中的模型之间已经有了相互作用的关系；但是一个具体的加工过程需要一系列确定的相互作用关系与时间顺序；

[0104] (5)、设置任务流程：

[0105] 在任务控制模块中，针对该工件的加工工艺对任务流程进行设置：

[0106] 1.机器人与夹具连接；

[0107] m.机器人末端移动到上料区；

[0108] n.夹具夹持目标工件；

[0109] o.机器人末端移动到机床加工区；

[0110] p.机床夹持目标工件，夹具松开目标工件；

[0111] q.机器人末端移动到安全区域等待，机床开始加工；

[0112] r.机床加工完毕，机器人末端移动到加工区域；

[0113] s.夹具夹持目标工件，机床松开目标工件；

[0114] t.机器人末端移动到下料区；

- [0115] u. 夹具松开目标工件；
- [0116] v. 机器人末端移动到上料区；
- [0117] 从步骤b至步骤k为一个循环，机器人获得参与任务的模型之间的确定联系以及模型行为发生的时间顺序；
- [0118] (6)、从认知层成转换到执行层面：
- [0119] 运动控制系统将机器人的移动行为通过运动轨迹规划实现，而夹具的夹持、机床的夹持与加工行为则通过PLC控制信号实现，将整个任务流程从认知层面转换到机器人执行的层面；
- [0120] (7)、完成上下料：
- [0121] 运动控制系统控制机器人进行工作，完成机床上下料过程；
- [0122] (8)、设备布局发生变化的调整：
- [0123] 若根据生产的需要，设备的布局发生了变化，在这种情况下只需在视觉识别模块中对模型的位置属性进行重新识别，在工作空间中重新生成虚拟工作环境，修正位置属性后就能立即进行工作，省去了大量示教的时间；
- [0124] (9)、目标工件发生变化的调整：
- [0125] 若根据生产的需要，目标工件发生了变化，则只需更新目标工件的模型属性中的外形属性，并添加相应的夹具模型，就能快速配置机器人应用，提高研发效率。

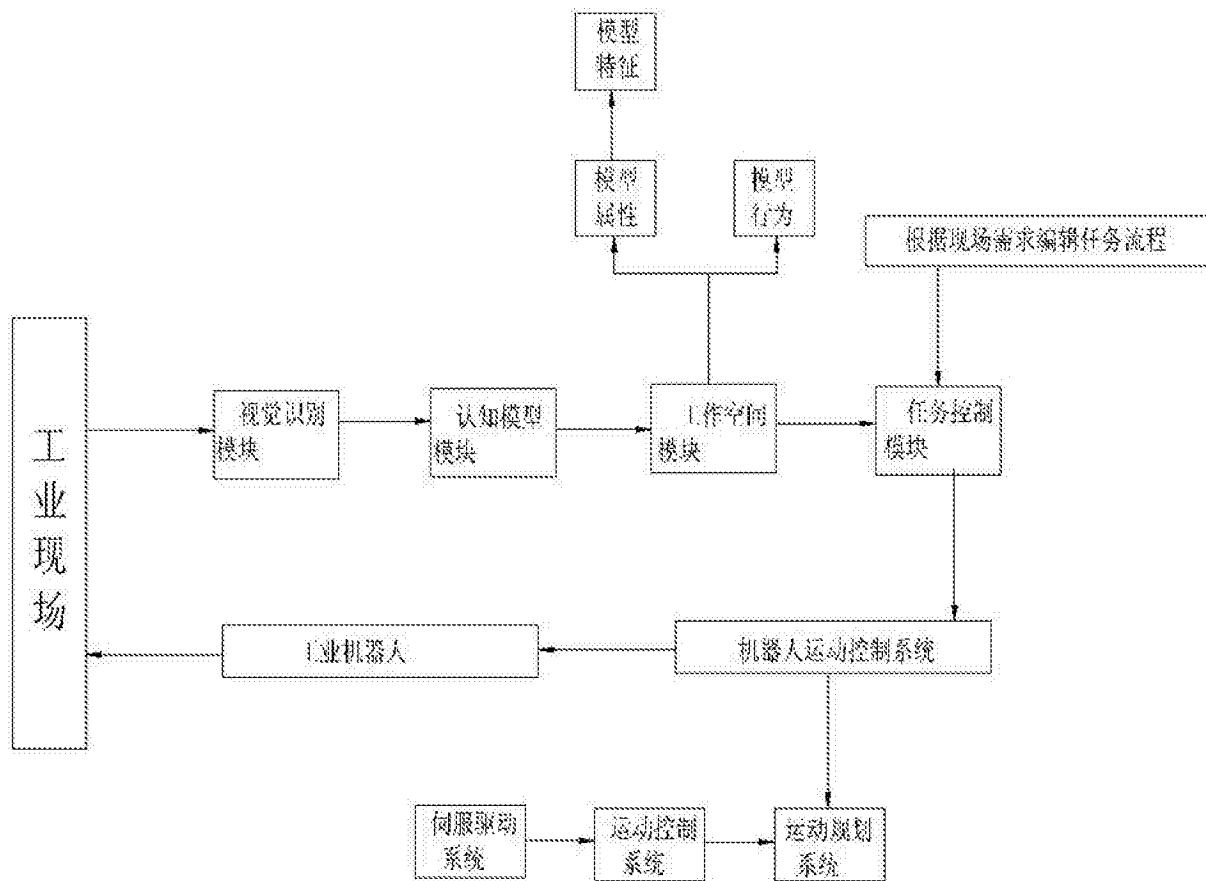


图1