



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113836781 A

(43) 申请公布日 2021.12.24

(21) 申请号 202110602029.7

(22) 申请日 2021.05.31

(71) 申请人 北京科技大学

地址 100083 北京市海淀区学院路30号

申请人 北京科技大学顺德研究生院

(72) 发明人 王丽君 李阳 苏伟 陈先中

徐平海

(74) 专利代理机构 北京市广友专利事务所有限

责任公司 11237

代理人 张仲波 邓琳

(51) Int.Cl.

G06F 30/27 (2020.01)

G06K 9/62 (2006.01)

G06Q 10/06 (2012.01)

G06Q 30/06 (2012.01)

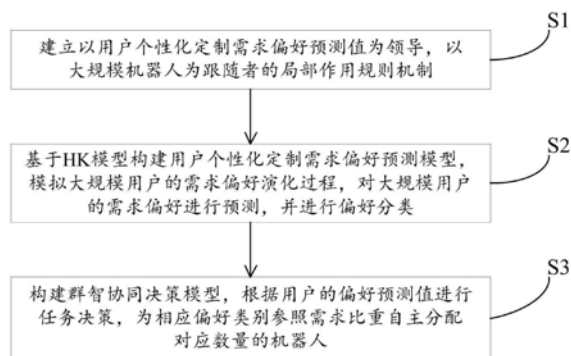
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

面向个性化定制模式的大规模机器人群智
协同决策方法

(57) 摘要

本发明公开了一种面向个性化定制模式的大规模机器人群智协同决策方法,包括:建立以用户个性化定制需求偏好预测值为领导,以大规模机器人为跟随者的局部作用规则机制;基于HK模型构建用户个性化定制需求偏好预测模型,模拟大规模用户的需求偏好演化过程,对大规模用户的需求偏好进行预测,并进行偏好分类;构建群智协同决策模型,根据用户的偏好预测值进行任务决策,为相应偏好类别参照需求比重自主分配对应数量的机器人。本发明突破了开放、动态、复杂制造环境下大规模群体无法为全局预先设定的瓶颈,为解决如何充分利用资源,保证生产效率的任务分配问题提供了一种新的视角。



1. 一种面向个性化定制模式的大规模机器人群智协同决策方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、建立以用户个性化定制需求偏好预测值为领导,以大规模机器人为跟随者的局部作用规则机制;

S2、基于HK模型构建用户个性化定制需求偏好预测模型,模拟大规模用户的需求偏好演化过程,对大规模用户的需求偏好进行预测,并进行偏好分类;

S3、构建群智协同决策模型,根据用户的偏好预测值进行任务决策,为相应偏好类别参照需求比重自主分配对应数量的机器人。

2. 根据权利要求1所述的面向个性化定制模式的大规模机器人群智协同决策方法,其特征在于,在所述步骤S2中,大规模用户需求最终收敛到不同的集合 λ_k ,每类需求分别对应不同的偏好预测值 J_k ,分为不同的偏好类别,共h类;其中, λ_k 表示k类用户需求偏好集合; J_k 表示k类需求对应的偏好预测值;由于用户需求的动态随机性,需求偏好预测结果也是动态不确定的,h为 $\{1,2,3,4,\dots\}$ 中的任意数。

3. 根据权利要求1所述的面向个性化定制模式的大规模机器人群智协同决策方法,其特征在于,所述步骤S2具体包括:

考虑用户偏好惯性、流行因素影响以及国情时事突发因素影响,对传统HK模型进行改进,设 $\mathcal{V}=\{1,2,\dots,n\}$ 为n个用户个性化定制需求的集合, $x_i(t) \in [0,1], i \in \mathcal{V}, t \geq 0$ 表示在t时刻第i个用户个性化定制需求的状态变量,此处表示用户偏好,构建用户个性化定制需求偏好预测模型:

$$x_i(t+1) = \alpha_i x_i(t) + (1 - \alpha_i) \frac{\sum_{j \in F_i(x(t))} x_j(t)}{|F_i(x(t))|} + f, \quad i \in \mathcal{V}$$

其中

$$f = \beta_i(t) \frac{\sum_{j \in \mathcal{N}_i(x(t))} (x_i(t) - x_j(t))}{|\mathcal{N}_i(x(t))|} + \gamma_i(t) \frac{\sum_{j \in I_i(x(t))} (x_i(t) - x_j(t))}{|I_i(x(t))|}$$

并且

$$\mathcal{N}_i(x(t)) = \{j \in \mathcal{V} : |x_i(t) - x_j(t)| \leq \varepsilon_1\}$$

$$F_i(x(t)) = \mathcal{N}_i(x(t)) - \{i\}$$

$$I_i(x(t)) = \{j \in \mathcal{V} : |x_i(t) - x_j(t)| \leq \varepsilon_2\}$$

并且

$$\gamma_i = \begin{cases} 0 & \text{没有突发情况发生} \\ 1 & \text{有突发情况发生} \end{cases}$$

式中: $\alpha_i \in (0,1]$ 是偏好惯性强度; $\mathcal{N}_i(x(t))$ 、 $I_i(x(t))$ 、 $F_i(x(t))$ 分别为t时刻不同阈值下用户个性化定制需求i相应的邻居集; $|\cdot|$ 表示邻居集的基数或实数的绝对值; $\varepsilon_i \in (0,1]$ 表示用户偏好的置信阈值; f 为考虑流行因素和国情时事突发因素对用户偏好的影响程

度; β_i 是流行因素影响度, $\beta_i \in [0, 1]$; γ_i 为国情时事突发因素影响度。

4. 根据权利要求1所述的面向个性化定制模式的大规模机器人群智协同决策方法, 其特征在于, 所述步骤S3具体包括:

令 $\Gamma = \{1, 2, \dots, m\}$ 为大规模机器人集合, 共 m 个, $y_i(t) \in [0, 1]$, $i \in \Gamma$, $t \geq 0$ 表示在 t 时刻第 i 个机器人的状态变量, 构建群智协同决策模型:

$$y_i(t+1) = (1-\alpha) \frac{\sum_{j \in \mathcal{N}_i(y(t))} y_j(t)}{|\mathcal{N}_i(y(t))|} + \alpha \sum_{k=1}^h (I_{\{i \in S_k\}} J_k) + \xi_i(t+1)$$

式中: α 代表用户需求偏好预测值的吸引强度; $S_1 \cup S_2 \cup \dots \cup S_h = \Gamma$, 是一组跟随不同用户需求偏好类的机器人个体的集合, 且对 $\forall a, b$ 有 $S_a \cap S_b = \emptyset$; 令 $|\lambda_k|$ 表示 k 类需求偏好集合中用户需求的数量; S_k 集合为跟随 k 类用户需求偏好的大规模机器人集合, $|S_k|$ 表示 S_k 集合中智能机器人的数量, 并满足:

$$|S_k| = \left\lceil \frac{|\lambda_k|}{n} m \right\rceil$$

上述式子表示在大规模 m 个机器人中, 为 k 类用户需求偏好集合 λ_k 集合分配的机器人数量 $|S_k|$ 占机器人总数量的比例和 k 类偏好中用户需求数量 $|\lambda_k|$ 占总需求数量 n 的比例一致, 即满足为相应偏好类别参照需求比重自主决策分配对应数量的机器人。

面向个性化定制模式的大规模机器人群智协同决策方法

技术领域

[0001] 本发明涉及工业过程控制技术领域,特别涉及一种面向个性化定制模式的大规模机器人群智协同决策方法。

背景技术

[0002] 随着智能化生产、网络化协同、个性化定制、服务化延伸等工业互联网新模式不断创新和涌现。面向工业互联网的大规模个性化生产模式正在对传统生产模式产生颠覆性的挑战。大规模个性化生产是严格按照客户的需求,在产品或服务生命周期内向客户提供达到自身需求的独一无二的产品,实现真正意义上的产品定制。然而,在信息飞速发展的互联网时代,人们个性化需求往往受社会信息的影响而改变,每个人不仅是社会信息的消费者,同时也是信息的生产者和观点的传播者。面对大规模的个性化需求,我们需要一个对用户需求偏好动态变化的认识过程。

[0003] 另一方面,随着机器人技术在各个领域的广泛应用,大规模机器人系统更是在军事、民用等复杂应用场景中发挥难以替代的作用。因此,在工业互联网领域以大规模机器人为生产执行主体将是大势所趋。然而,在个性化定制模式下,随着规模逐渐庞大,不可避免的存在如何充分利用资源,保证生产效率的任务分配问题。

[0004] 大规模机器人中的任务分配是指根据当前任务需要或群体收益,对执行不同任务的机器人数量进行动态调整,从而使群体的性能达到最优。代表性的工作有Michael J.B.Krieger (Michael J.B.Krieger, Jean-Bernard Billeter. The call of duty: Self-organized task assignment in a population of up to twelve mobile robots[J]. Robotics and Autonomous Systems, 2000, 30 (1/2): 65-84.) 等人提出的阈值方法,机器人各自通过对不同环境或状态的评价得到最优的工作条件并设定其阈值,机器人通过工作在阈值内的数目来彼此协调,最终达到使尽可能多的机器人工作在最佳条件下。另外,由于目前生产生活需要人机协同,孔繁森(孔繁森,高天宇,李惠敏.考虑任务复杂性的人机联合任务分配问题研究[J].机械工程学报, 2021, 1-11.) 等人研究了在人机协同下的任务分配问题,以成本、时间和一些人为因素为指标进行任务分配,建立了考虑任务复杂性的人机联合任务分配模型,使得任务分配能在更复杂的环境得到充分发挥。

[0005] 需要指出,工业互联网人机物互联互通、即插即用,是一个典型的开放、动态复杂系统。在工业互联网复杂系统下,用户需求大规模、多品种、小批量,且实时更新。个性化定制模式下,针对大规模机器人系统的任务分配问题,若要求系统所有个体都明确任务分工,这种假设过于严格,而且往往不切实际。因此,为突破开放、动态、复杂制造环境下大规模群体无法为全局预先设定的瓶颈,需要发展一种新的理论和方法。

[0006] 观点动力学是描述公共观点的出现和演变的重要社会学系统,近年来引起了各个领域学者的广泛关注。目前已派生出很多种不同的研究方法和模型。其中应用最广泛的是基于有界信任的Hegselmann-Krause (HK) 模型。基本的HK 模型简单地将个体的观点与邻近群体的观点进行交互,然后促进整个群体观点的演化,最终产生一致或分散的观点。虽然模

型简单,但HK模型捕捉了一个基本的局部自组织机制,这是建立大型复杂系统的基础。

[0007] 在观点动力学的研究过程中,学者们发现随机噪声可以在增强观点的一致性、分裂性方面发挥一定的积极作用,并有学者进行了数学上的严格分析证明。此外,为贴近实际生活中人们的观点演化,学者们基于HK模型纷纷在不同领域展开研究,模拟自然界和复杂社会网络中基于局部信息交互的群体协同智慧。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于提供一种面向个性化定制模式的大规模机器人群智协同决策方法。在工业互联网复杂巨系统下,由于用户个性化定制需求涉及到人的偏好动态变化问题,因此,在研究过程中不可避免地需要一个对大规模用户偏好演化的认识过程,本发明在研究观点动力学领域传统HK模型演化机制的基础上,构建用户个性化需求偏好预测模型,模拟大规模用户的需求偏好演化过程,对大规模用户需求进行偏好预测及偏好分类;结合个性化定制模式,针对大规模机器人系统的任务分配问题,构建群智协同决策模型,实现了基于局部规则,大规模机器人仅需与邻居的相对距离即可实现群体的一致性运动,并根据偏好预测值进行任务决策,即为相应偏好类别参照需求比重自主分配对应数量的机器人;同时,本发明随需求订单的实时改变,大规模机器人也可满足实时协调自主运动的能力,实现用户需求与机器人分配间的协同决策,为解决如何充分利用资源,保证生产效率的任务分配问题提供了一种新的思路。

[0009] 为解决上述技术问题,本发明的实施例提供如下方案:

[0010] 一种面向个性化定制模式的大规模机器人群智协同决策方法,包括以下步骤:

[0011] S1、建立以用户个性化定制需求偏好预测值为领导,以大规模机器人为跟随者的局部作用规则机制;

[0012] S2、基于HK模型构建用户个性化定制需求偏好预测模型,模拟大规模用户的需求偏好演化过程,对大规模用户的需求偏好进行预测,并进行偏好分类;

[0013] S3、构建群智协同决策模型,根据用户的偏好预测值进行任务决策,为相应偏好类别参照需求比重自主分配对应数量的机器人。

[0014] 优选地,在所述步骤S2中,大规模用户需求最终收敛到不同的集合 λ_k ,每类需求分别对应不同的偏好预测值 J_k ,分为不同的偏好类别,共h类;其中, λ_k 表示k类用户需求偏好集合; J_k 表示k类需求对应的偏好预测值;由于用户需求的动态随机性,需求偏好预测结果也是动态不确定的,h可为 $\{1,2,3,4,\dots\}$ 中的任意数。

[0015] 优选地,所述步骤S2具体包括:

[0016] 考虑用户偏好惯性、流行因素影响以及国情时事突发因素影响,对传统HK模型进行改进,设 $\mathcal{V}=\{1,2,\dots,n\}$ 为n个用户个性化定制需求的集合, $x_i(t) \in [0,1], i \in \mathcal{V}, t \geq 0$ 表示在t时刻第i个用户个性化定制需求的状态变量,此处表示用户偏好,构建用户个性化定制需求偏好预测模型:

$$[0017] \quad x_i(t+1) = \alpha_i x_i(t) + (1 - \alpha_i) \frac{\sum_{j \in F_i(x(t))} x_j(t)}{|F_i(x(t))|} + f, \quad i \in \mathcal{V}$$

[0018] 其中

$$[0019] \quad f = \beta_i(t) \frac{\sum_{j \in \mathcal{N}_i(x(t))} (x_i(t) - x_j(t))}{|\mathcal{N}_i(x(t))|} + \gamma_i(t) \frac{\sum_{j \notin \mathcal{I}_i(x(t))} (x_i(t) - x_j(t))}{|\mathcal{I}_i(x(t))|}$$

[0020] 并且

$$[0021] \quad \mathcal{N}_i(x(t)) = \{j \in \mathcal{V} : |x_i(t) - x_j(t)| \leq \varepsilon_1\}$$

$$[0022] \quad F_i(x(t)) = \mathcal{N}_i(x(t)) - \{i\}$$

$$[0023] \quad \mathcal{I}_i(x(t)) = \{j \in \mathcal{V} : |x_i(t) - x_j(t)| \leq \varepsilon_2\}$$

[0024] 并且

$$[0025] \quad \gamma_i = \begin{cases} 0 & \text{没有突发情况发生} \\ 1 & \text{有突发情况发生} \end{cases}$$

[0026] 式中： $\alpha_i \in (0, 1]$ 是偏好惯性强度； $\mathcal{N}_i(x(t))$ 、 $\mathcal{I}_i(x(t))$ 、 $F_i(x(t))$ 分别为 t 时刻不同阈值下用户个性化定制需求 i 相应的邻居集； $|\cdot|$ 表示邻居集的基数或实数的绝对值； $\varepsilon_i \in (0, 1]$ 表示用户偏好的置信阈值； f 为考虑流行因素和国情时事突发因素对用户偏好的影响程度； β_i 是流行因素影响度， $\beta_i \in [0, 1]$ ； γ_i 为国情时事突发因素影响度。

[0027] 优选地，所述步骤 S3 具体包括：

[0028] 令 $\Gamma = \{1, 2, \dots, m\}$ 为大规模机器人集合，共 m 个， $y_i(t) \in [0, 1]$ ， $i \in \Gamma$ ， $t \geq 0$ 表示在 t 时刻第 i 个机器人的状态变量，构建群智协同决策模型：

$$[0029] \quad y_i(t+1) = (1 - \alpha) \frac{\sum_{j \in \mathcal{N}_i(y(t))} y_j(t)}{|\mathcal{N}_i(y(t))|} + \alpha \sum_{k=1}^h (I_{\{i \in S_k\}} J_k) + \xi_i(t+1)$$

[0030] 式中： α 代表用户需求偏好预测值的吸引强度； $S_1 \cup S_2 \cup \dots \cup S_h = \Gamma$ ，是一组跟随不同用户需求偏好类的机器人个体的集合，且对 $\forall a, b$ 有 $S_a \cap S_b = \emptyset$ ；令 $|\lambda_k|$ 表示 k 类需求偏好集合中用户需求的数量； S_k 集合为跟随 k 类用户需求偏好的大规模机器人集合， $|S_k|$ 表示 S_k 集合中智能机器人的数量，并满足：

$$[0031] \quad |S_k| = \left\lceil \frac{|\lambda_k|}{n} m \right\rceil$$

[0032] 上述式子表示在大规模 m 个机器人中，为 k 类用户需求偏好集合 λ_k 集合分配的机器人数量 $|S_k|$ 占机器人总数量的比例和 k 类偏好中用户需求数量 $|\lambda_k|$ 占总需求数量 n 的比例一致，即满足为相应偏好类别参照需求比重自主决策分配对应数量的机器人。

[0033] 本发明实施例提供的技术方案带来的有益效果至少包括：

[0034] 1) 提出一种面向个性化定制模式的大规模机器人群智协同决策方法。本发明在研究观点动力学领域噪声控制策略的基础上，结合工业互联网个性化定制模式，为突破开放、动态、复杂制造环境下大规模群体无法为全局预先设定的瓶颈，提出了一个以用户需求偏好预测值为“领导”，以大规模机器人“跟随者”的局部作用规则机制。

[0035] 2) 构建用户个性化定制需求偏好预测模型。本发明对传统 HK 模型进行改进，构建了用户个性化定制需求偏好预测模型，模拟了大规模用户的个性化需求偏好演化过程，对

大规模用户个性化需求进行偏好预测及偏好分类。

[0036] 3) 构建群智协同决策模型。本发明根据所提出的局部作用规则机制,构建了群智协同决策模型。实现大规模机器人根据偏好预测值便可自主进行任务决策,即为相应偏好类别根据需求比重自主分配对应数量的智能机器人,实现了用户需求与机器人分配间的协同决策,为解决如何充分利用资源,保证生产效率的任务分配问题提供了一种新的视角。

附图说明

[0037] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0038] 图1是本发明实施例提供的面向个性化定制模式的大规模机器人群智协同决策方法的流程图;

[0039] 图2是针对式(1)~(4),用户个性化定制需求数量 $n=20$ 时,个性化定制需求的偏好预测结果;

[0040] 图3是针对式(6)~(7),大规模机器人数量 $m=35$ 时,以图2预测结果为“领导”,大规模机器人的任务决策结果;

[0041] 图4是针对式(1)~(4),用户个性化定制需求数量 $n=100$ 时,个性化定制需求的偏好预测结果;

[0042] 图5是针对式(6)~(7),大规模机器人数量 $m=100$ 时,以图4预测结果为“领导”,大规模机器人的任务决策结果。

具体实施方式

[0043] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

[0044] 本发明的实施例提供了一种面向个性化定制模式的大规模机器人群智协同决策方法,如图1所示,所述方法包括以下步骤:

[0045] S1、建立以用户个性化定制需求偏好预测值为领导,以大规模机器人为跟随者的局部作用规则机制;

[0046] S2、基于HK模型构建用户个性化定制需求偏好预测模型,模拟大规模用户的需求偏好演化过程,对大规模用户的需求偏好进行预测,并进行偏好分类;

[0047] S3、构建群智协同决策模型,根据偏好预测值进行任务决策,为相应偏好类别参照需求比重自主分配对应数量的机器人。

[0048] 进一步地,所述步骤S1中,本发明以工业互联网个性化定制模式为背景,针对大规模机器人系统如何充分利用资源,保证生产效率的任务分配问题,为突破开放、动态、复杂制造环境下大规模群体无法为全局预先设定好的瓶颈,提出了一种以用户需求偏好预测值为“领导”,以大规模机器人为“跟随者”的局部作用规则机制。

[0049] 进一步地,在所述步骤S2中,大规模用户需求最终收敛到不同的集合 λ_k ,每类需求分别对应不同的偏好预测值 J_k ,分为不同的偏好类别,共 h 类;其中, λ_k 表示 k 类用户需求偏好

集合; J_k 表示k类需求对应的偏好预测值;由于用户需求的动态随机性,需求偏好预测结果也是动态不确定的,因此,h可为 $\{1,2,3,4,\dots\}$ 中的任意数。

[0050] 具体地,所述步骤S2包括:

[0051] 考虑用户偏好惯性、流行因素影响以及国情时事突发因素影响,对传统HK 模型进行改进,设 $\mathcal{V}=\{1,2,\dots,n\}$ 为n个用户个性化定制需求的集合, $x_i(t) \in [0,1], i \in \mathcal{V}, t \geq 0$ 表示在t时刻第i个用户个性化定制需求的状态变量,此处表示用户偏好,构建用户个性化定制需求偏好预测模型:

$$[0052] \quad x_i(t+1) = \alpha_i x_i(t) + (1-\alpha_i) \frac{\sum_{j \in F_i(x(t))} x_j(t)}{|F_i(x(t))|} + f, \quad i \in \mathcal{V} \quad (1)$$

[0053] 其中

$$[0054] \quad f = \beta_i(t) \frac{\sum_{j \in \mathcal{N}_i(x(t))} (x_i(t) - x_j(t))}{|\mathcal{N}_i(x(t))|} + \gamma_i(t) \frac{\sum_{j \notin I_i(x(t))} (x_i(t) - x_j(t))}{|I_i(x(t))|} \quad (2)$$

[0055] 并且

$$\mathcal{N}_i(x(t)) = \{j \in \mathcal{V} : |x_i(t) - x_j(t)| \leq \varepsilon_1\}$$

$$[0056] \quad F_i(x(t)) = \mathcal{N}_i(x(t)) - \{i\} \quad (3)$$

$$I_i(x(t)) = \{j \in \mathcal{V} : |x_i(t) - x_j(t)| \leq \varepsilon_2\}$$

[0057] 并且

$$[0058] \quad \gamma_i = \begin{cases} 0 & \text{没有突发情况发生} \\ 1 & \text{有突发情况发生} \end{cases} \quad (4)$$

[0059] 式中: $\alpha_i \in (0,1]$ 是偏好惯性强度; $\mathcal{N}_i(x(t))$ 、 $I_i(x(t))$ 、 $F_i(x(t))$ 分别为t时刻不同阈值下用户个性化定制需求i相应的邻居集; $|\cdot|$ 表示邻居集的基数或实数的绝对值; $\varepsilon_i \in (0,1]$ 表示用户偏好的置信阈值; f 为考虑流行因素和国情时事突发因素对用户偏好的影响程度; β_i 是流行因素影响度, $\beta_i \in [0,1]$; γ_i 为国情时事突发因素影响度。

[0060] α_i 值越高说明用户偏好越不容易受周围其他观点的影响。敏感度 β_i 值越高说明用户偏好越容易跟随大众潮流,会随着流行元素的更新迭代而改变自己的需求。要说明的是,式(2)中最后一项表示受突发情况影响下企业需求必须考虑阈值 ε_2 以外的个体观点值, ε_2 值为很小的数。

[0061] 进一步地,所述步骤S3中,传统带噪声的异质偏见HK模型:

$$[0062] \quad y_i(t+1) = (1-\alpha) \frac{\sum_{j \in \mathcal{N}_i(y(t))} y_j(t)}{|\mathcal{N}_i(y(t))|} + \alpha(I_{\{i \in S_1\}} J_1 + I_{\{i \in S_2\}} J_2) + \xi_i(t+1) \quad (5)$$

[0063] 式中: $S_1 \cup S_2 = \mathcal{V}$, $S_1 \cap S_2 = \emptyset$ 是一组具有异质偏见个体的集合; $J_1, J_2 \in [0,1]$ 是满足 $|J_1 - J_2| > \varepsilon$ 的偏见值; α 是偏见值的吸引强度; $I_{\{\cdot\}}$ 是根据条件取1还是0的示性函数; $\{\xi_i(t)\}_{i \in \mathcal{V}, t \geq 0}$ 是独立同分布的随机噪声,而且对于 $\delta \geq 0$ 有 $E\xi_1(1) = 0$, $E\xi_1^2(1) > 0$, $|\xi_1(1)| \leq \delta$ 。

[0064] 上述具有异质偏见个体的HK模型,其演化机制在于,当群体中有两种异质性群体(个体特征或属性存在一定差异,本发明以不同偏好值的形式表现)相互作用时,施加一定强度的随机噪声,给定任何初始值,基于局部相互规则,都会引导大规模群体根据各自偏见值自发涌现聚类,表现形式为与各自偏见值同步但波动。

[0065] 为突破集群系统无法为全局预先设定的瓶颈,针对如何充分利用资源,保证生产效率的任务分配问题,受上述具有异质偏见个体的HK模型演化机制的启发,建立二者映射关系,本发明构建了群智协同决策(即决定群体的目标任务)模型。与传统异质偏见模型不同的是,本发明设计了以用户需求偏好预测值(J_k)为“领导”,以大规模机器人($y_i(t)$)为“跟随者”的局部作用规则机制,引导大规模机器人群体根据用户需求偏好预测值自发涌现聚类,并参照不同偏好类别的需求比重自主分配对应数量的机器人,实现用户需求与机器人分配间的协同决策。

[0066] 具体地,所述步骤S3包括:

[0067] 令 $\Gamma = \{1, 2, \dots, m\}$ 为大规模机器人集合,共 m 个, $y_i(t) \in [0, 1]$, $i \in \Gamma$, $t \geq 0$ 表示在 t 时刻第 i 个机器人的状态变量,构建群智协同决策模型:

$$[0068] \quad y_i(t+1) = (1-\alpha) \frac{\sum_{j \in \mathcal{N}_i(y(t))} y_j(t)}{|\mathcal{N}_i(y(t))|} + \alpha \sum_{k=1}^h (I_{\{i \in S_k\}} J_k) + \xi_i(t+1) \quad (6)$$

[0069] 式中: α 代表用户需求偏好预测值的吸引强度; $S_1 \cup S_2 \cup \dots \cup S_h = \Gamma$,是一组跟随不同用户需求偏好类的机器人个体的集合,且对 $\forall a, b$ 有 $S_a \cap S_b = \emptyset$;令 $|\lambda_k|$ 表示 k 类需求偏好集合中用户需求的数量; S_k 集合为跟随 k 类用户需求偏好的大规模机器人集合, $|S_k|$ 表示 S_k 集合中智能机器人的数量,并满足:

$$[0070] \quad |S_k| = \left\lceil \frac{|\lambda_k|}{n} m \right\rceil \quad (7)$$

[0071] 式(7)表示在大规模 m 个机器人中,为 k 类用户需求偏好集合 λ_k 集合分配的机器人数量 $|S_k|$ 占机器人总数量的比例和 k 类偏好中用户需求数量 $|\lambda_k|$ 占总需求数量 n 的比例一致,即满足为相应偏好类别参照需求比重自主决策分配对应数量的机器人。

[0072] 仿真实验时,以工业互联网中以大规模机器人集群系统为主体的生产制造环境为应用场景。针对式(1)~(4),取阈值 ε_1 为 0.1, ε_2 为 0.05,用户需求初值 $x_i(0)$, $i \in \mathcal{V}$ 在区间 $[0, 1]$ 内随机生成,用户偏好的吸引强度 α 为 0.2,噪声强度 d 为 0.3。要说明的是,针对式(1)~(2),敏感度 β_i 分为非常敏感、一般敏感、不太敏感三个程度,分别赋值 0.8、0.2、0.5。一般来说, α_i 值较小的人的观点越容易受到外界因素而摇摆不定。相反,偏好惯性强度 α_i 值大的人越不容易受外界因素的影响,因此, α_i 值对应敏感度分别设为 0.2、0.5、0.8。本发明用以下两个例子进行仿真说明。

[0073] 例1.用户个性化定制需求数量 $n=20$,大规模机器人数量 $m=35$ 。图2是针对式(1)~(4),用户个性化定制需求数量 $n=20$ 时,个性化定制需求的偏好预测结果;图3是针对式(6)~(7),大规模机器人数量 $m=35$ 时,以图2预测结果为“领导”,大规模机器人的任务决策结果。

[0074] 个性化定制需求偏好预测值与大规模机器人个体最终演化值对应表如表1所示,表中直观地显示出,用户需求偏好最终预测结果为 λ_1 与 λ_2 两个集合,对应的偏好预测值分别

为 $J_1=0.6231$ 、 $J_2=0.3054$ ，用户偏好集合中的需求数目分别为 $|\lambda_1|=15$ 、 $|\lambda_2|=5$ 。根据偏好预测值，模型 (6) 将35个机器人最终聚类到演化值趋于 J_1 、 J_2 附近的两类，并根据式 (7) 的分配规则， $|S_1|=26$ 、 $|S_2|=9$ ，即为 λ_1 集合分配26个智能机器人，为 λ_2 集合分配9个智能机器人，即实现了资源的充分利用。

[0075] 表1

序号	偏好最终预测值	机器人个体 最终演化值
1	0.6231	0.2970
2	0.6231	0.2936
3	0.6231	0.2931
4	0.6231	0.2984
5	0.3054	0.3053
6	0.6231	0.2989
7	0.6231	0.3081
8	0.6231	0.3084
9	0.6231	0.2925
10	0.3054	0.6123
11	0.6231	0.6270
12	0.3054	0.6255
13	0.6231	0.6241
14	0.6231	0.6305
15	0.6231	0.6159
16	0.6231	0.6319
[0076] 17	0.6231	0.6170
18	0.3054	0.6130
19	0.3054	0.6170
20	0.6231	0.6267
21		0.6196
22		0.6268
23		0.6241
24		0.6144
25		0.6251
26		0.6268
27		0.6299
28		0.6129
29		0.6153
30		0.6232
31		0.6169
32		0.6294
33		0.6211
34		0.6184
35		0.6240

[0077] 例2. 用户个性化定制需求数量 $n=100$ ，大规模机器人数量 $m=100$ 。图4是针对式 (1) ~ (4)，用户个性化定制需求数量 $n=100$ 时，个性化定制需求的偏好预测结果；图5是针对式 (6) ~ (7)，大规模机器人数量 $m=100$ 时，以图4 预测结果为“领导”，大规模机器人的任务决策结果。

[0078] 仿真结果直观地显示出，用户需求偏好最终预测结果为 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 与 λ_4 四个集合，对应的偏好预测值分别为 $J_1=0.8625$ 、 $J_2=0.6411$ 、 $J_3=0.4911$ 、 $J_4=0.2596$ ，用户偏好集合中需求数目分别为 $|\lambda_1|=17$ 、 $|\lambda_2|=38$ 、 $|\lambda_3|=22$ 、 $|\lambda_4|=23$ 。根据偏好预测值，模型 (6) 将100

个机器人最终聚类到演化值趋于 J_1 、 J_2 、 J_3 、 J_4 附近的四类,并根据式(7)的分配规则, $|S_1|=17$ 、 $|S_2|=38$ 、 $|S_3|=22$ 、 $|S_4|=23$,即为 λ_1 集合分配17个智能机器人,为 λ_2 集合分配38个智能机器人,为 λ_3 集合分配22个智能机器人,为 λ_4 集合分配23个智能机器人。

[0079] 综上所述,本发明以工业互联网为背景,将观点动力学理论应用于大规模用户个性化需求与任务分配的协同决策进行了初步尝试,实现了一个以用户需求偏好预测值为“领导”,以大规模机器人为“跟随者”的局部作用规则机制;构建了用户个性化定制需求偏好预测模型,模拟了大规模用户的个性化需求偏好演化过程,并对其进行偏好预测及偏好分类;构建了群智协同决策模型,实现了大规模机器人根据偏好预测值便可自主进行任务决策,即为相应偏好类别根据需求比重自主分配对应数量的智能机器人。本发明突破了开放、动态、复杂制造环境下大规模群体无法为全局预先设定好的瓶颈,为解决如何充分利用资源,保证生产效率的任务分配问题提供了一种新的视角。

[0080] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

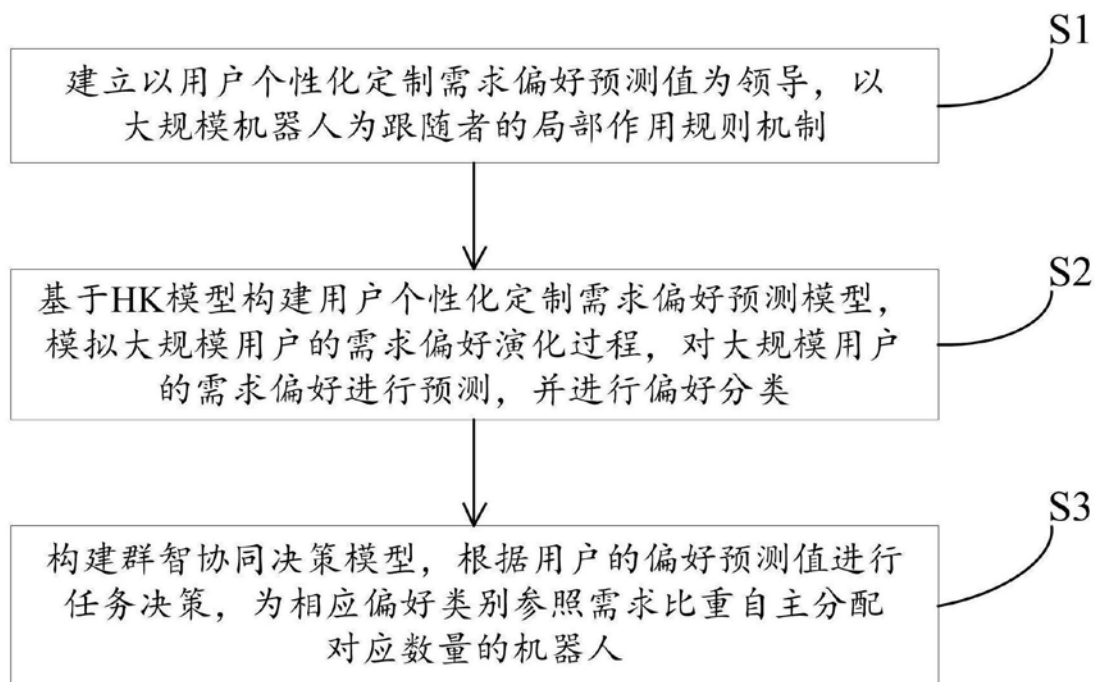


图1

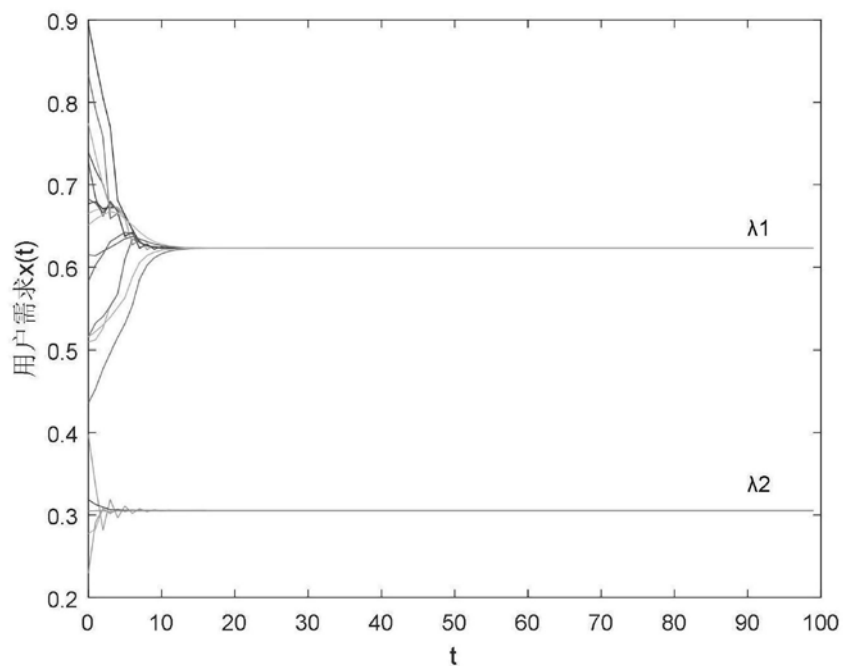


图2

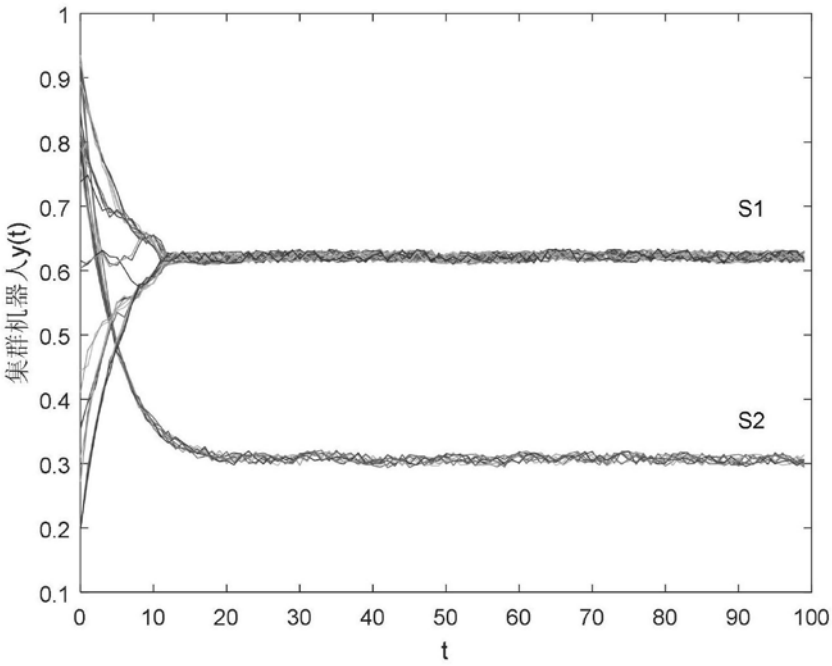


图3

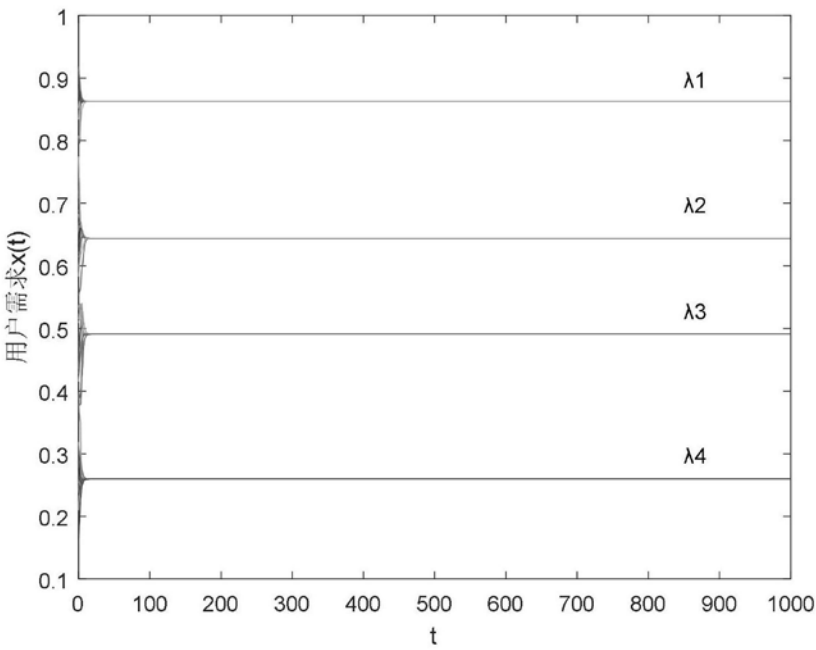


图4

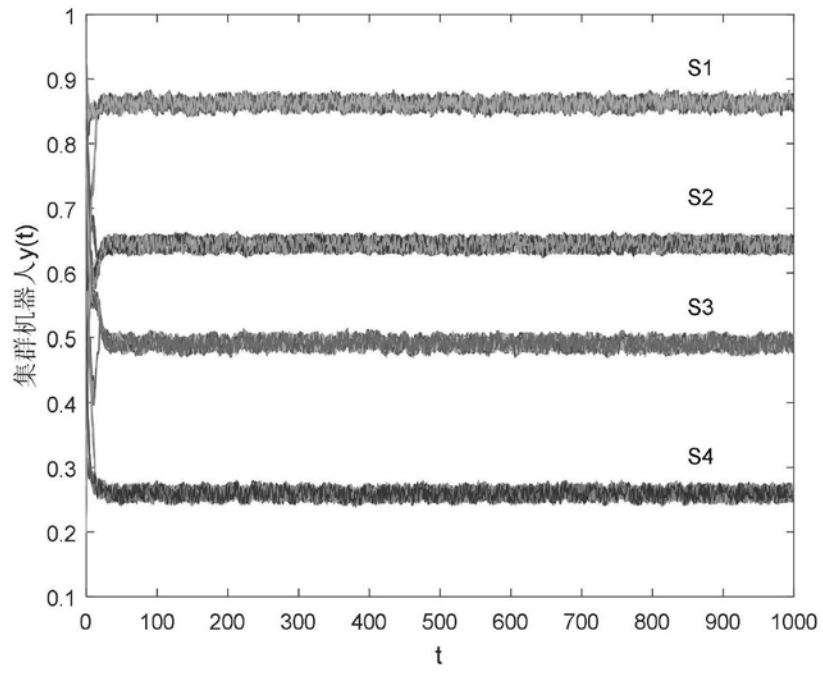


图5