



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116166340 A

(43) 申请公布日 2023.05.26

(21) 申请号 202310211527.8

G06F 18/22 (2023.01)

(22) 申请日 2023.03.07

(71) 申请人 湖南大学

地址 410082 湖南省长沙市岳麓区麓山南路麓山门

(72) 发明人 王晓伟 李欢 谢国涛 胡满江  
边有钢 徐彪 秦晓辉 秦洪懋  
秦兆博 丁荣军

(74) 专利代理机构 长沙市融智专利事务所(普通合伙) 43114  
专利代理师 胡喜舟

(51) Int. Cl.

G06F 9/445 (2018.01)

G06F 16/9535 (2019.01)

G06F 16/9536 (2019.01)

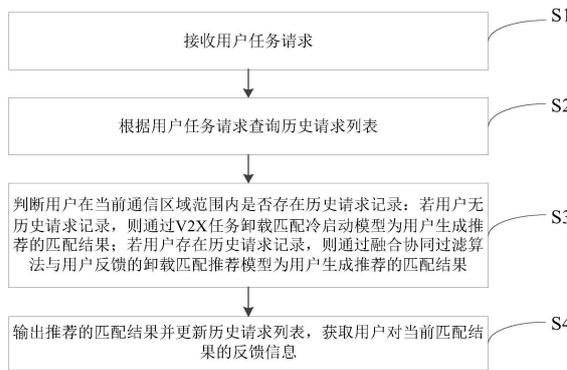
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

## (54) 发明名称

融合协同过滤与反馈的V2X任务卸载匹配方法与系统

## (57) 摘要

本发明公开了一种融合协同过滤与反馈的V2X任务卸载匹配方法及系统,其中方法包括:接收用户任务请求;根据用户任务请求查询历史请求列表;判断用户在当前通信区域范围内是否存在历史请求记录:若用户无历史请求记录,则通过V2X任务卸载匹配冷启动模型为用户生成推荐的匹配结果;若用户存在历史请求记录,则通过融合协同过滤算法与用户反馈的卸载匹配推荐模型为用户生成推荐的匹配结果;输出推荐的匹配结果并获取用户对当前匹配结果的反馈信息,更新历史请求列表。通过融合协同过滤和反馈,处理用户和服务节点间的匹配问题,解决在卸载决策的匹配过程中无法满足不同用户个性化需求的问题,从而整体提高用户服务质量。



1. 一种融合协同过滤与反馈的V2X任务卸载匹配方法,其特征在于,包括:

接收用户任务请求;

根据用户任务请求查询历史请求列表;

判断用户在当前通信区域范围内是否存在历史请求记录:若用户无历史请求记录,则通过V2X任务卸载匹配冷启动模型为用户生成推荐的匹配结果;若用户存在历史请求记录,则通过融合协同过滤算法与用户反馈的卸载匹配推荐模型为用户生成推荐的匹配结果;

输出推荐的匹配结果并更新历史请求列表,获取用户对当前匹配结果的反馈信息。

2. 根据权利要求1所述的融合协同过滤与反馈的V2X任务卸载匹配方法,其特征在于,在所述接收用户任务请求前还包括:构建V2X场景下,智能网联汽车和服务节点任务卸载匹配系统模型,具体构建过程如下:

构建用户车辆通信范围内的区域模型和各服务节点模型;其中,区域模型包括宏基站、路边单元和车辆;宏基站、路边单元和除发起用户任务请求的车辆外的车辆均为用户提供服务的节点,选取处理用户请求任务的服务指标表示服务节点模型;

构建任务模型;选取用户请求任务的属性表示任务模型;

获取离线数据集;所述离线数据集指用户车辆通信区域范围内历史用户请求任务-推荐服务节点数据。

3. 根据权利要求1所述的融合协同过滤与反馈的V2X任务卸载匹配方法,其特征在于,所述V2X任务卸载匹配冷启动模型为用户生成推荐的匹配结果的具体过程为:

计算用户请求任务与离线数据集中用户请求任务的相似度,当相似度大于预设相似度阈值时,则通过协同过滤算法生成推荐的匹配结果;当相似度小于预设相似度阈值时,则基于流行度生成推荐的匹配结果。

4. 根据权利要求3所述的融合协同过滤与反馈的V2X任务卸载匹配方法,其特征在于,通过协同过滤算法生成推荐的匹配结果的具体过程为:

计算离线数据集中各用户请求任务的相似度,选取离线数据集中相似度最高的A个用户作为协同过滤算法中的相似用户,将相似用户匹配的服务节点作为推荐服务节点列表;

根据任务模型中用户的属性,过滤推荐服务节点列表中无法满足预设任务需求条件的服务节点;

对过滤后的推荐服务节点列表,选择相似度最高的服务节点作为推荐的服务节点输出。

5. 根据权利要求3所述的融合协同过滤与反馈的V2X任务卸载匹配方法,其特征在于,基于流行度生成推荐的匹配结果的具体过程为:

根据离线数据集中用户请求任务的匹配次数,获取服务节点流行度列表,选取流行度最高的前B个服务节点作为推荐服务节点列表;

根据任务模型中用户的属性,过滤推荐服务节点列表中无法满足预设任务需求条件的服务节点;

对过滤后的推荐服务节点列表,选择流行度最高的服务节点作为推荐的服务节点输出。

6. 根据权利要求1所述的融合协同过滤与反馈的V2X任务卸载匹配方法,其特征在于,通过融合协同过滤算法与用户反馈的卸载匹配推荐模型为用户生成推荐的匹配结果的具

体过程为：

获取用户反馈信息，通过融合反馈的动态权重系数组模型，获取原始权重系数组与理想权重系数组；

根据权重系数变化比例，调整任务模型中的相应任务参数，得到偏好任务模型；

基于偏好任务模型，通过协同过滤算法为用户生成推荐的匹配结果。

7. 根据权利要求6所述的融合协同过滤与反馈的V2X任务卸载匹配方法，其特征在于，通过融合反馈的动态权重系数组模型，获取原始权重系数组和理想权重系数组的具体过程：

选取用户请求任务的属性，将各项属性的加权和作为综合性能模型；

根据用户对任务中各项属性的需求程度，计算生成符合该任务属性的权重系数，即原始权重系数组；

结合用户的反馈信息中用户对各项属性的需求程度，进而重新计算得到理想权重系数组。

8. 根据权利要求6所述的融合协同过滤与反馈的V2X任务卸载匹配方法，其特征在于，基于偏好任务模型，通过协同过滤算法为用户生成推荐的匹配结果的具体过程为：

计算偏好任务模型中用户任务请求与离线数据集中各用户任务请求的相似度；

选取相似度最高的C个用户作为相似度用户，将相似度用户匹配的服务节点作为推荐服务节点列表；

根据任务模型中用户的属性，过滤推荐服务节点列表中无法满足预设任务需求条件的服务节点；

对过滤后的推荐服务节点列表，选择相似度最高的服务节点作为推荐的服务节点输出。

9. 一种融合协同过滤与反馈的V2X任务卸载匹配系统，其特征在于，包括：

用户任务请求接收模块：用于接收用户任务请求；

查询模块：用于根据用户任务请求查询历史请求列表；

匹配结果生成模块：判断用户在当前范围内是否存在历史请求记录；若用户无历史请求记录，则通过V2X任务卸载匹配冷启动模型为用户生成推荐的匹配结果；若用户存在历史请求记录，则通过融合协同过滤算法与用户反馈的卸载匹配推荐模型为用户生成推荐的匹配结果；

输出结果及接收反馈模块：输出推荐的匹配结果并更新历史请求列表，获取用户的反馈信息。

10. 一种可读存储介质，其特征在于：存储了计算机程序，所述计算机程序被处理器调用时以执行：权利要求1-8任一项所述方法的步骤。

## 融合协同过滤与反馈的V2X任务卸载匹配方法与系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及智慧交通领域,尤其涉及一种融合协同过滤与反馈的V2X任务卸载匹配方法与系统。

### 背景技术

[0002] 随着智慧交通领域的高速发展,智能网联汽车可以通过大量智能传感器采集周围环境、资源信息,并对采集的信息进行一系列计算处理和共享,为用户提供自动驾驶和车载娱乐等服务。然而,在实际场景中,车辆自身的计算能力和资源有限,随着车载应用的出现,对资源有限的车辆带来了巨大的挑战。

[0003] 移动边缘计算通过在移动网络边缘提供计算资源和计算能力可以提供高带宽、低时延的计算环境。因此,移动边缘计算的快速发展使得车辆能够与X(即车、基站、路侧单元等)进行通信,V2X场景下,车辆可以将自身计算密集型、时延敏感型任务卸载到有计算资源和计算能力的服务节点,从而扩展车辆对车载应用的处理能力。

[0004] 在V2X中,有大量边缘服务节点可供车辆选择。然而,各用户任务需求不同,且各服务节点之间计算能力等特性不同。如果在卸载过程中匹配的服务节点无法满足不同用户需求,将严重降低用户服务质量。中国专利CN113518330A公开了一种基于D2D通信的多用户计算卸载资源优化决策方法,通过将任务执行时间和能量作为计算开销模型,以计算开销排序建立双边的偏好序列,基于偏好序列,利用稳定匹配算法得到开销最小的任务卸载决策方案。该方法虽建立了偏好列表,并根据偏好列表进行进一步匹配获得卸载决策方案,但其偏好列表的设置仅考虑了任务执行时延和能耗作为目标进行求解,该偏好列表只能体现对时延和能耗的综合偏好,且时延和能耗权重固定,无法体现不同用户对二者不同的需求程度。中国专利CN113342409A公开了一种多接入边缘计算系统时延敏感型任务卸载决策方法及系统,通过获取用户信息和服务节点信息,根据用户任务以及服务节点的当前状态,以最小化系统平均延迟为目标,利用集合蚁群和层次分析法的任务卸载优化方法对所述卸载决策进行优化,得到最终的卸载决策结果。该方法虽通过算法对卸载决策进行计算与优化,但只考虑了系统延迟这一个特性作为优化目标,并未针对不同任务需求(如时延、能耗和成本)适配不同的优化目标,适应性较差,无法为不同任务提供最优匹配的服务节点。

[0005] 在现有技术中,需求固定或单一,无法适配不同的场景需求,在为不同类型任务提供服务时,将严重影响用户服务质量。因此,在实际V2X场景中,如何建立车辆任务和服务节点间的最优请求任务-推荐匹配亟待解决。

### 发明内容

[0006] 为了解决上述问题,本发明提供了一种融合协同过滤与反馈的V2X任务卸载匹配方法与系统,其中,方法通过融合协同过滤算法和用户反馈,处理用户和服务节点间的匹配问题,解决在卸载决策的匹配过程中无法满足不同用户个性化需求的问题,从而整体提高用户服务质量。

[0007] 第一方面,本发明提供了一种融合协同过滤与反馈的V2X任务卸载匹配方法,包括:

[0008] 接收用户任务请求;

[0009] 根据用户任务请求查询历史请求列表;

[0010] 判断用户在当前通信区域范围内是否存在历史请求记录:若用户无历史请求记录,则通过V2X任务卸载匹配冷启动模型为用户生成推荐的匹配结果;若用户存在历史请求记录,则通过融合协同过滤算法与用户反馈的卸载匹配推荐模型为用户生成推荐的匹配结果;

[0011] 输出推荐的匹配结果并更新历史请求列表,获取用户对当前匹配结果的反馈信息。

[0012] 进一步地,在所述接收用户任务请求前还包括:构建V2X场景下,智能网联汽车和服务节点任务卸载匹配系统模型,具体构建过程如下:

[0013] 构建用户车辆通信范围内的区域模型和各服务节点模型;其中,区域模型包括宏基站、路边单元和车辆;宏基站、路边单元和除发起用户任务请求的车辆外的车辆均为用户提供服务的节点,选取处理用户请求任务的节点表示服务节点模型;

[0014] 构建任务模型;选取用户请求任务的属性表示任务模型;

[0015] 获取离线数据集;所述离线数据集指用户车辆通信区域范围内历史用户请求任务-推荐服务节点数据。

[0016] 进一步地,所述V2X任务卸载匹配冷启动模型为用户生成推荐的匹配结果的具体过程为:

[0017] 计算用户任务请求与离线数据集中用户任务请求的相似度,当相似度大于预设相似度阈值时,则通过协同过滤算法生成推荐的匹配结果;当相似度小于预设相似度阈值时,则基于流行度生成推荐的匹配结果。

[0018] 更进一步地,通过协同过滤算法生成推荐的匹配结果的具体过程为:

[0019] 计算离线数据集中各用户任务请求的相似度,选取离线数据集中相似度最高的A个用户作为协同过滤算法中的相似用户,将相似用户匹配的服务节点作为推荐服务节点列表;

[0020] 根据任务模型中用户的属性,过滤推荐服务节点列表中无法满足预设任务需求条件的服务节点;

[0021] 对过滤后的推荐服务节点列表,选择相似度最高的服务节点作为推荐的服务节点输出。

[0022] 更进一步地,基于流行度生成推荐的匹配结果的具体过程为:

[0023] 根据离线数据集中用户任务请求的匹配次数,获取服务节点流行度列表,选取流行度最高的前B个服务节点作为推荐服务节点列表;

[0024] 根据任务模型中用户的属性,过滤推荐服务节点列表中无法满足预设任务需求条件的服务节点;

[0025] 对过滤后的推荐服务节点列表,选择流行度最高的服务节点作为推荐的服务节点输出。

[0026] 进一步地,通过融合协同过滤算法与用户反馈的卸载匹配推荐模型为用户生成推

荐的匹配结果的具体过程为：

[0027] 获取用户反馈信息，通过融合反馈的动态权重系数组模型，获取原始权重系数组与理想权重系数组；

[0028] 根据权重系数变化比例，调整任务模型中相应任务参数，得到偏好任务模型；

[0029] 基于偏好任务模型，通过协同过滤算法为用户生成推荐的匹配结果。

[0030] 更进一步地，通过融合反馈的动态权重系数组模型，获取原始权重系数组和理想权重系数组的具体过程：

[0031] 选取用户请求任务的属性，将各项属性的加权和作为综合性能模型；

[0032] 根据用户对任务中各项属性的需求程度，计算生成符合该任务属性的权重系数，即原始权重系数组；

[0033] 结合用户的反馈信息中用户对各项属性的需求程度，进而重新计算得到理想权重系数组。

[0034] 更进一步地，基于偏好任务模型，通过协同过滤算法为用户生成推荐的匹配结果的具体过程为：

[0035] 计算偏好任务模型中用户任务请求与离线数据集中各用户任务请求的相似度；

[0036] 选取相似度最高的C个用户作为相似度用户，将相似度用户匹配的服务节点作为推荐服务节点列表；

[0037] 根据任务模型中用户的属性，过滤推荐服务节点列表中无法满足预设任务需求条件的服务节点；

[0038] 对过滤后的推荐服务节点列表，选择相似度最高的服务节点作为推荐的服务节点输出。

[0039] 第二方面，本发明提供了一种融合协同过滤与反馈的V2X任务卸载匹配系统，包括：

[0040] 用户任务请求接收模块：用于接收用户任务请求；

[0041] 查询模块：用于根据用户任务请求查询历史请求列表；

[0042] 匹配结果生成模块：判断用户在当前范围内是否存在历史请求记录：若用户无历史请求记录，则通过V2X任务卸载匹配冷启动模型为用户生成推荐的匹配结果；若用户存在历史请求记录，则通过融合协同过滤算法与用户反馈的卸载匹配推荐模型为用户生成推荐的匹配结果；

[0043] 输出结果及接收反馈模块：输出推荐的匹配结果并更新历史请求列表，获取用户对当前匹配结果的反馈信息。

[0044] 第三方面，本发明提供了一种可读存储介质：存储了计算机程序，所述计算机程序被处理器调用时以执行如上所述方法的步骤。

[0045] 有益效果

[0046] 本发明提出了一种融合协同过滤与反馈的V2X任务卸载匹配方法与系统，其中方法具有如下优点：

[0047] (1) 设计并构建了一个融合反馈的动态权重系数组，该系数组对用户的多项属性的加权和作为综合性能指标，用以体现不同用户对各需求的偏好程度，并结合反馈不断调整优化；初始权重系数根据任务特征参数确定，根据用户反馈不断对权重系数进行调整，优

化匹配结果,综合体现了不同用户自身的匹配偏好。

[0048] (2)对于未请求过的用户,利用协同过滤算法和离线数据集得到推荐的匹配结果,获取符合用户任务偏好的匹配结果;对于已请求过的用户再次发起的任务卸载请求,通过融合协同过滤与该用户的历史反馈信息,优化其权重系数与协同过滤推荐过程,得到最终推荐的匹配结果,在能够有效的满足用户卸载需求的同时,还能够获得更符合用户偏好、满意度更高的任务卸载匹配方案。

## 附图说明

[0049] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术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。

[0050] 图1是本发明实施例提供的融合协同过滤与反馈的V2X任务卸载匹配方法流程图;

[0051] 图2是本发明实施例提供的V2X任务卸载匹配场景示意图。

## 具体实施方式

[0052] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将对本发明的技术方案进行详细的描述。显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所得到的所有其它实施方式,都属于本发明所保护的范围。

[0053] 实施例1

[0054] 如图1-2所示,本实施例提供了一种融合协同过滤与反馈的V2X任务卸载匹配方法,包括:

[0055] S1:接收用户任务请求;在接收用户任务请求前还包括:构建V2X场景下,智能网联汽车和服务节点任务卸载匹配系统模型;用户任务请求是在用户车辆通信区域范围内的用户任务请求。

[0056] 具体地,所述V2X场景下,智能网联汽车和服务节点任务卸载匹配系统模型包括区域模型、各服务节点模型、任务模型、离线数据集,具体的构建过程包括:

[0057] S1.1:构建用户车辆通信范围内的区域模型和各服务节点模型;其中,区域模型包括宏基站、路边单元和车辆;宏基站、路边单元和除发起用户任务请求的车辆外的车辆均为用户提供服务的服务节点,各服务节点构成集合 $V = \{V_1, V_2, \dots, V_n\}$ ,  $V_n$ 表示第n个服务节点。各服务节点模型由该节点参数特征表示。

[0058] 处理用户请求任务的服务指标有网络宽带、计算资源量、计算频率和资源单价、存储资源量、具体实施时,可根据实际情况对属性进行组合表示服务节点模型。本实施例中选取计算资源量、计算频率和资源单价表示服务节点模型,表达式为 $V_j = (q_j, f_j, p_j)$ 。其中, $q_j$ 为服务节点 $V_j$ 的计算资源量, $f_j$ 为服务节点 $V_j$ 的计算频率, $p_j$ 为服务节点 $V_j$ 的资源单价。

[0059] S1.2:构建任务模型;所述任务模型是基于用户车辆通信区域范围内,车辆发起的待处理用户请求任务的属性构成。在通信区域范围内,有K辆发起任务卸载请求的车辆,每辆车有一个待处理的车载任务,组成任务集合表示为 $T = \{T_1, T_2, \dots, T_K\}$ ;其中, $T_K$ 表示第K辆

车发起的待处理车载任务。

[0060] 用户请求任务的属性有任务所需宽带、任务中的数据量大小、所需计算资源量和容许最大时延、任务所需存储资源量。具体实施时,可根据实际情况对属性进行组合表示任务模型。本实施例中选取用户请求任务中的数据量大小、所需计算资源量和容许最大时延表示任务模型,表达式为 $T_i = (Z_i, D_i, t_i^{max})$ ;其中, $Z_i$ 为任务 $T_i$ 的数据量大小, $D_i$ 为任务 $T_i$ 所需计算资源量, $t_i^{max}$ 为任务 $T_i$ 容许的最大时延。不同任务间数据量大小、任务所需计算资源量和容许最大时延各有不同。

[0061] S1.3:获取离线数据集;所述离线数据集指用户车辆通信区域范围内历史用户请求任务-推荐服务节点数据。

[0062] S2:根据用户任务请求查询历史请求列表。

[0063] S3:判断用户在当前通信区域范围内是否存在历史请求记录:若用户无历史请求记录,则通过V2X任务卸载匹配冷启动模型为用户生成推荐的匹配结果;若用户存在历史请求记录,则通过融合协同过滤算法与用户反馈的卸载匹配推荐模型为用户生成推荐的匹配结果。

[0064] S3.1:用户无历史请求记录,V2X任务卸载匹配冷启动模型为用户生成推荐的匹配结果的过程为:

[0065] S3.11预设相似度阈值 $\lambda$ ,并计算用户请求任务与离线数据集中用户请求任务的相似度。根据当前用户任务模型中属性与离线数据集中其他任务模型的属性进行相似度计算,即可得到用户在发起该任务时与其他用户的相似度。

[0066] 相似度的求取可以使用余弦相关度、欧氏距离、皮尔逊相关系数等方法,具体实施时,可根据实际情况进行调整。本实施例中,选取皮尔逊相关系数作为相似度计算,将用户属性作为向量 $X$ ,其他用户任务属性作为向量 $Y$ ,结合皮尔逊相关系数公式计算即可得到当前用户请求任务与其他用户请求任务的相关系数,相关系数越大,则表明二者越相似。其中,皮尔逊相关系数公式定义如下:

$$[0067] \quad r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

[0068] 式中, $r$ 表示用户请求任务与其他用户请求任务的相似度, $n$ 表示任务模型参数组中参数的数量, $X_i$ 表示用户任务模型向量, $\bar{X}$ 表示向量 $X_i$ 的平均值, $Y_i$ 表示其他用户任务模型向量, $\bar{Y}$ 表示向量 $Y_i$ 的平均值。

[0069] S3.12:当相似度大于预设相似度阈值 $\lambda$ 时,则通过协同过滤算法生成推荐的匹配结果;当相似度小于预设相似度阈值时,则基于流行度生成推荐的匹配结果。

[0070] S3.121:通过协同过滤算法生成推荐的匹配结果的具体过程为:

[0071] S3.1211:计算离线数据集中各用户请求任务的相似度,选取离线数据集中相似度最高的 $A$ 个用户作为协同过滤算法中的相似用户,将相似用户匹配的服务节点作为推荐服务节点列表;

[0072] S3.1212:根据任务 $T_i = (Z_i, D_i, t_i^{max})$ 的数据量大小、所需计算资源和容许最大时延,过滤推荐服务节点列表中无法满足预设任务需求条件的服务节点,预设任务需求条件

如下：

$$[0073] \quad \begin{cases} D_i < q_v \forall v \in V \\ t_i^{max} > t_{i,v} \forall v \in V \end{cases}$$

[0074] 其中,  $q_v$  为服务节点能够提供的计算资源量,  $t_{i,v}$  为任务  $i$  卸载到服务节点  $v$  所需时延。 $t_{i,v}$  的计算过程如下：

$$[0075] \quad t_{i,v} = t_{i,v}^t + t_{i,v}^p = \frac{D_i}{Kq_v} + \frac{q_v}{f_v}$$

[0076] 其中,  $t_{i,v}^t$  为传输时延,  $K$  为比例系数,  $t_{i,v}^p$  为计算时延,  $f_v$  为服务节点计算频率。

[0077] S3.1213: 对过滤后的推荐服务节点列表, 选择相似度最高的服务节点作为推荐的服务节点输出。

[0078] S3.122, 基于流行度生成推荐的匹配结果的具体过程为：

[0079] S3.1221 根据离线数据集中用户请求任务的匹配次数, 获取服务节点流行度列表, 选取流行度最高的前  $B$  个服务节点作为推荐服务节点列表；

[0080] S3.1222 根据任务的数据量大小、所需计算资源和容许最大时延, 过滤推荐服务节点列表中无法满足预设任务需求条件的服务节点；过滤的预设任务需求条件与上相同, 由此不进行赘述。

[0081] S3.1223 对过滤后的推荐服务节点列表, 选择流行度最高的服务节点作为推荐的服务节点输出。

[0082] S3.2: 用户存在历史请求记录, 通过融合协同过滤算法与用户反馈的卸载匹配推荐模型为用户生成推荐的匹配结果的过程为：

[0083] S3.21: 获取用户反馈信息, 通过融合反馈的动态权重系数组模型, 获取原始权重系数组  $\langle r_c, r_t, r_E \rangle$  与理想权重系数组  $\langle r_c^{exp}, r_t^{exp}, r_E^{exp} \rangle$ ；其中,  $r_t$  为时延的权重系数、 $r_c$  为成本的权重系数、 $r_E$  为能耗的权重系数、 $r_t^{exp}$  为时延的理想权重系数、 $r_c^{exp}$  为成本的理想权重系数和  $r_E^{exp}$  为能耗的理想权重系数。

[0084] 具体地, 获取原始权重系数组和理想权重系数组的具体过程：

[0085] S3.212: 选取用户请求任务的属性, 将各项属性的加权和作为综合性能模型；本实施例中, 选取的属性为成本、时延和能耗, 得到的综合性能模型为：

$$[0086] \quad Q = -(r_c \times C_{i,j} + r_t \times T_{i,j} + r_E \times E_{i,j})$$

[0087] 其中,  $Q$  为综合效用,  $r_c$  为成本的权重系数,  $C_{i,j}$  为当任务  $i$  卸载至服务节点  $j$  时所用成本； $r_t$  为时延的权重系数,  $T_{i,j}$  为当任务  $i$  卸载至服务节点  $j$  时所用时延； $r_E$  为能耗的权重系数,  $E_{i,j}$  为当任务  $i$  卸载至服务节点  $j$  时所用能耗。在实际场景中, 时延、成本和能耗均越小服务质量越好, 因此  $Q$  越大, 综合效用越好, 服务质量越高。

[0088] S3.212: 根据用户对任务中各项属性的需求程度, 计算生成符合该任务属性的权重系数, 即原始权重系数组。各项属性的权重系数, 不采用固定权重分配的方式, 而是根据任务的不同生成符合该任务属性的权重系数作为该任务的需求程度, 原始权重系数组  $f(r_t, r_c, r_E)$  表达式为：

$$[0089] \quad f(r_t, r_c, r_E) = \begin{cases} r_c : r_t : r_E = w_c : w_t : w_E \\ r_c + r_t + r_E = 1 \end{cases}$$

[0090] 其中,  $f(r_t, r_c, r_E)$  表示原始权重系数组;  $w_c$  用户对成本的需求程度、 $w_t$  表示用户对时延的需求程度和  $w_E$  表示用户能耗的需求程度, 只通过用户任务模型计算得出, 与服务节点特征无关, 计算过程如下:

[0091] (1) 对于请求任务  $i \in T$ , 用户任务对时延特征的需求程度  $w_t$  计算公式如下:

$$[0092] \quad w_t = 1 - \left( \frac{t_{Exp} - t_{ExpMin}}{t_{ExpMax} - t_{ExpMin}} \right)$$

[0093] 其中,  $t_{Exp}$  为请求任务  $i$  的时延期望值, 即为任务容许的最大时延  $t_i^{max}$ ;  $t_{ExpMin}$  为时延区间内时延要求的最小值,  $t_{ExpMax}$  为时延区间内时延要求的最大值。

[0094] (2) 对于任务  $i \in T$ , 用户任务对成本特征的需求程度  $w_c$  计算公式如下:

$$[0095] \quad w_c = \frac{C_{Exp} - C_{ExpMin}}{C_{ExpMax} - C_{ExpMin}}$$

[0096] 其中,  $C_{Exp}$  为任务请求  $i$  的成本期望值;  $C_{ExpMin}$  为区域内成本要求的最小值,  $C_{ExpMax}$  为区域内成本要求的最大值。计算公式如下:

$$[0097] \quad C_{Exp} = (D_i + Z_i) * p_{ave}$$

$$[0098] \quad C_{ExpMin} = (D_i + Z_i) * p_{min}$$

$$[0099] \quad C_{ExpMax} = (D_i + Z_i) * p_{max}$$

[0100] 其中,  $D_i$  为任务所需计算资源量,  $p_{ave}$  为区域内平均资源单价,  $p_{min}$  为区域内资源最低单价,  $p_{max}$  为区域内资源最高单价。

[0101] (3) 对于任务  $i \in T$ , 用户对能耗的重视程度通过其自身上行传输功率确定, 上行传输功率越大, 表示任务在传输过程中的能耗一定越高。因此, 表示传输过程中的用户任务对能耗特征的需求程度  $w_E$  计算公式如下:

$$[0102] \quad w_E = \frac{p_{Exp} - p_{ExpMin}}{p_{ExpMax} - p_{ExpMin}}$$

[0103] 其中,  $p_{Exp}$  即为  $p_i$ , 为发送任务请求  $i$  的车辆上行传输功率。  $p_{ExpMin}$  为区域内发射功率的最小值,  $p_{ExpMax}$  为区域间内发射功率的最大值。

[0104] S3.22: 结合用户的反馈信息中用户对各项属性的需求程度  $\{w_c^{exp}, w_t^{exp}, w_E^{exp}\}$ , 其中,  $w_c^{exp}$  表示为用户对成本的理想需求程度、 $w_t^{exp}$  表示为用户对时延的理想需求程度、 $w_E^{exp}$  表示为用户对能耗的理想需求程度, 进而重新计算理想权重系数组  $\{r_c^{exp}, r_t^{exp}, r_E^{exp}\}$ , 表达式为:

$$[0105] \quad f_{r_c^{exp}, r_t^{exp}, r_E^{exp}} = \begin{cases} r_c^{exp} : r_t^{exp} : r_E^{exp} = w_c^{exp} : w_t^{exp} : w_E^{exp} \\ r_c^{exp} + r_t^{exp} + r_E^{exp} = 1 \end{cases};$$

[0106] S3.23: 根据权重系数变化比例, 调整任务模型  $T_i = (Z_i, D_i, t_i^{max})$ , 得到偏好任务模型

[0107]  $T_i^{exp} = (Z_i^{exp}, D_i^{exp}, t_i^{exp})$ , 其中,  $Z_i^{exp}$  表示为偏好任务模型  $T_i^{exp}$  的数据量大小,

$D_i^{exp}$  表示为偏好任务模型  $T_i^{exp}$  所需的计算资源量,  $t_i^{exp}$  表示为偏好任务模型  $t_i^{exp}$  容许的最大时延, 具体计算过程如下:

$$[0108] \quad Z_i^{exp} = \frac{r_c^{exp}}{r_c} \times Z_i$$

$$[0109] \quad D_i^{exp} = \frac{r_c^{exp}}{r_c} \times D_i$$

$$[0110] \quad t_i^{exp} = \frac{r_t}{r_t^{exp}} \times t_i^{max}$$

[0111] S3.24: 基于偏好任务模型, 通过协同过滤算法为用户生成推荐的匹配结果, 具体过程为:

[0112] S3.241: 计算偏好任务模型中用户请求任务与离线数据集中各用户请求任务的相似度;

[0113] S3.242: 选取相似度最高的C个用户作为相似度用户, 将相似度用户匹配的服务节点作为推荐服务节点列表;

[0114] S3.243: 根据任务所占数据包大小、所需计算资源和容许最大时延, 过滤推荐服务节点列表中无法满足预设任务需求条件的服务节点;

[0115] S3.244: 对过滤后的推荐服务节点列表, 选择相似度最高的服务节点作为推荐的服务节点输出。

[0116] S4: 输出推荐的匹配结果并更新历史请求列表, 获取用户对当前匹配结果的反馈信息。

[0117] 实施例2

[0118] 本实施例提供了一种融合协同过滤与反馈的V2X任务卸载匹配系统, 包括:

[0119] 用户任务请求接收模块: 用于接收用户任务请求;

[0120] 查询模块: 用于根据用户任务请求查询历史请求列表;

[0121] 匹配结果生成模块: 判断用户在当前范围内是否存在历史请求记录: 若用户无历史请求记录, 则通过V2X任务卸载匹配冷启动模型为用户生成推荐的匹配结果; 若用户存在历史请求记录, 则通过融合协同过滤算法与用户反馈的卸载匹配推荐模型为用户生成推荐的匹配结果;

[0122] 输出结果及接收反馈模块: 输出推荐的匹配结果并更新历史请求列表, 获取用户的反馈信息。

[0123] 实施例3

[0124] 本实施例提供了一种可读存储介质: 存储了计算机程序, 所述计算机程序被处理器调用时以执行如上所述方法的步骤。

[0125] 应当理解, 在本发明实施例中, 所称处理器可以是中央处理单元 (Central Processing Unit, CPU), 该处理器还可以是其他通用处理器、数字信号处理器 (Digital Signal Processor, DSP)、专用集成电路 (Application Specific Integrated Circuit, ASIC)、现成可编程门阵列 (Field-Programmable Gate Array, FPGA) 或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者该处理

器也可以是任何常规的处理器等。存储器可以包括只读存储器和随机存取存储器,并向处理器提供指令和数据。存储器的一部分还可以包括非易失性随机存取存储器。例如,存储器还可以存储设备类型的信息。

[0126] 所述可读存储介质为计算机可读存储介质,其可以是前述任一实施例所述的控制器的内部存储单元,例如控制器的硬盘或内存。所述可读存储介质也可以是所述控制器的外部存储设备,例如所述控制器上配备的插接式硬盘,智能存储卡(Smart Media Card, SMC),安全数字(Secure Digital,SD)卡,闪存卡(Flash Card)等。进一步地,所述可读存储介质还可以既包括所述控制器的内部存储单元也包括外部存储设备。所述可读存储介质用于存储所述计算机程序以及所述控制器所需的其他程序和数据。所述可读存储介质还可以用于暂时地存储已经输出或者将要输出的数据。

[0127] 基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分,或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的可读存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM,Read-OnlyMemory)、随机存取存储器(RAM,RandomAccess Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0128] 可以理解的是,上述各实施例中相同或相似部分可以相互参考,在一些实施例中未详细说明的内容可以参见其他实施例中相同或相似的内容。

[0129] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

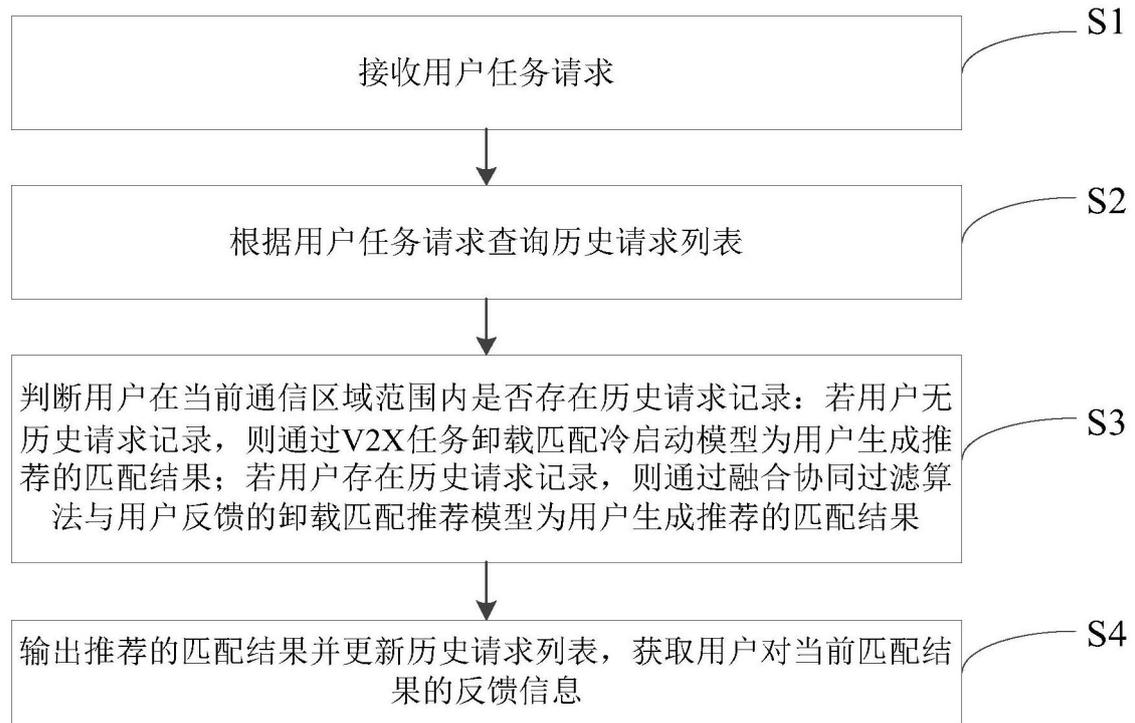


图1

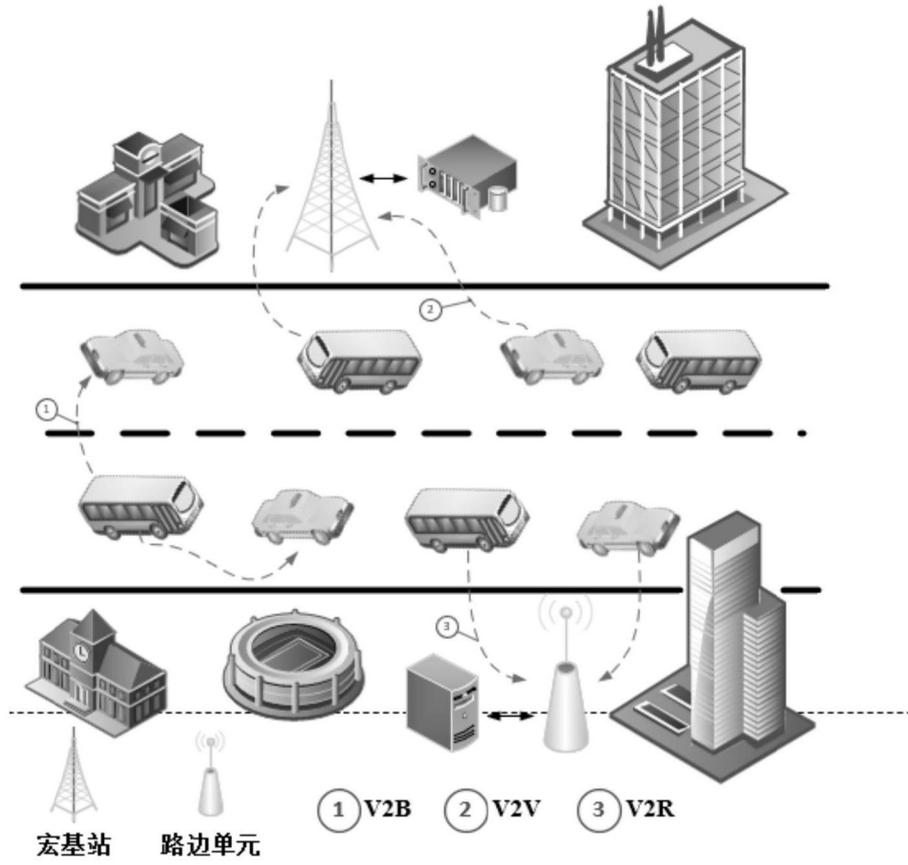


图2