



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109978352 A

(43)申请公布日 2019.07.05

(21)申请号 201910193314.0

(22)申请日 2019.03.14

(71)申请人 南京邮电大学

地址 210000 江苏省南京市鼓楼区新模范  
马路66号

(72)发明人 徐佳 管程程 吴永琪 苏荣田  
薛刚 靳勇 徐力杰 王磊

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所  
(普通合伙) 32204

代理人 李琼

(51) Int. Cl.

G06Q 10/06(2012.01)

G06Q 10/10(2012.01)

G06Q 30/06(2012.01)

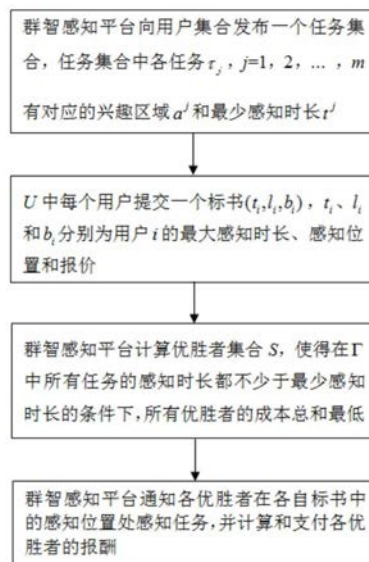
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种面向时空大数据群智感知任务的激励方法

(57)摘要

本发明公开了一种面向时空大数据群智感知任务的激励方法。该方法中,群智感知平台和用户之间体现为一个反向拍卖过程。群智感知平台首先发布一个任务集合,其中每个任务都包含一个最少感知时长和一个兴趣区域。用户向群智感知平台提交一个含有该用户最大感知时长、位置和报价的标书。群智感知平台根据每个用户的有效覆盖成本从用户中选出一批优胜者,并计算每个用户的报酬。使得选出的优胜者能够在任务要求的兴趣区域内完成所有的任务,并且感知时间不少于最少感知时间。本发明所提的激励方法对优胜者有报酬激励,从而刺激用户参与群智感知,并满足计算有效性、个人理性、真实性,具有近似比,可广泛用于大规模群智感知系统中。



1. 一种面向时空大数据群智感知任务的激励方法,其特征在于,步骤如下:

(1) 群智感知平台向用户集合  $U = \{1, 2, \dots, n\}$  发布一个任务集合  $\Gamma = \{\tau_1, \dots, \tau_m\}$ ,  $\Gamma$  中各任务  $\tau_j, j=1, 2, \dots, m$  有对应的兴趣区域  $a^j$  和最少感知时长  $t^j$ ; 仅当用户处于兴趣区域  $a^j$  内才能感知任务  $\tau_j$ , 多个任务的兴趣区域在空间上可能重合, 处于重合区域的用户可以同时为多个任务感知;

(2)  $U$  中每个用户提交一个标书  $(t_i, l_i, b_i), i=1, 2, \dots, n$ , 其中  $t_i$  为用户  $i$  的最大感知时长,  $l_i$  为用户  $i$  的感知位置,  $b_i$  为用户  $i$  的报价;

(3) 群智感知平台计算优胜者集合  $S$ , 使得在  $\Gamma$  中所有任务的感知时长都不少于最少感知时长的条件下, 所有优胜者的成本总和最低。

2. 根据权利要求1所述的面向时空大数据群智感知任务的激励方法,其特征在于,还包括:

(4) 群智感知平台通知各优胜者在各自标书中的感知位置处感知任务, 并计算和支付各优胜者的报酬。

3. 根据权利要求1所述的面向时空大数据群智感知任务的激励方法,其特征在于,步骤(3)包括:

初始化优胜者集合  $S = \emptyset$ ; 令  $\Gamma$  中各任务  $\tau_j, j=1, 2, \dots, m$  的剩余感知时长  $t'^j$  等于  $t^j$ ; 重复执行步骤(31)至步骤(32), 直到所有任务的剩余感知时长的总和  $\sum_{\tau_j \in \Gamma} t'^j$  为0, 得到最终的优胜者集合  $S$ , 结束;

(31) 从用户集合  $U$  与优胜者集合  $S$  的差集  $U \setminus S$  中寻找有效覆盖成本值最小的用户, 记为用户  $m$ ; 有效覆盖成本值通过下式计算:

$$\frac{b_h}{\sum_{\tau_j^h \in \Gamma_h} \min\{t_h, t'^j\}}$$

其中, 下标  $h$  表示  $U \setminus S$  中用户的编号,  $\Gamma_h$  表示用户  $h$  在其感知位置  $l_h$  处能够感知的任务集合;  $\tau_j^h$  表示  $\Gamma_h$  中的第  $j$  个任务;

(32) 将用户  $m$  并入优胜者集合  $S: S = S \cup \{m\}$ ; 更新  $\Gamma_m$  中的所有任务  $\tau_j^m$  的剩余感知时长  $t'^j = t'^j - \min\{t_m, t'^j\}$ 。

4. 根据权利要求2所述的面向时空大数据群智感知任务的激励方法,其特征在于,步骤(4)中,各优胜者报酬的计算方式相同,且计算  $S$  中任一优胜者  $w$  的报酬  $p_w$  包括:

令  $U$  中所有用户的报酬  $p_i$  为0,  $i=1, 2, \dots, n$ ; 将  $U$  中除优胜者  $w$  外的用户的集合记为  $U'$ , 即  $U' = U \setminus \{i\}$ ; 令比价者集合  $S'$  为  $\emptyset$ , 令  $\Gamma$  中各任务  $\tau_j, j=1, 2, \dots, m$  的剩余分配时长  $t'^j$  等于  $t^j$ ; 重复执行步骤(41)至步骤(43), 直到  $\Gamma$  中各任务的剩余分配时长都为0;

(41) 从集合  $U' \setminus S'$  中寻找有效覆盖成本值最小的用户, 记为用户  $i_h$ ; 成本值通过下式计算:

$$\frac{b_h}{\sum_{\tau_j^h \in \Gamma_h} \min(t_h, t'^j)}$$

其中, 下标  $h$  表示  $U' \setminus S'$  中用户的编号,  $\Gamma_h$  表示用户  $h$  在其感知位置  $l_h$  处能够感知的任务

集合;  $\tau_j^h$  表示  $\Gamma_h$  中的第  $j$  个任务;

(42) 将用户  $i_h$  并入比价者集合  $S'$ :  $S' = S' \cup \{i_h\}$ ; 通过下式计算优胜者  $w$  的报酬  $p_w$ :

$$p_w = \max \left\{ p_w, \frac{\sum_{\tau_j^w \in \Gamma_w} \min \{t_w, t'^j\}}{\sum_{\tau_j^h \in \Gamma_{i_h}} \min \{t_{i_h}, t'^j\}} b_{i_h} \right\};$$

(43) 更新  $\Gamma_{i_h}$  中各任务的剩余分配时长  $t'^j = t'^j - \min \{t_{i_h}, t'^j\}$ 。

## 一种面向时空大数据群智感知任务的激励方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及大数据、物联网和博弈论的交叉领域,尤其涉及一种面向时空大数据群智感知任务的激励方法。

### 背景技术

[0002] 在最近几年中,智能手机市场激增并继续扩大。根据全球市场情报机构的 (IDC) 的研究信息,2018年全球智能手机出货量预计达到14.2亿部,从长期来看,2022年智能手机出货量预计将达到15.7亿部。随着4G/5G网络和嵌入式传感器(如加速度计,数字罗盘,陀螺仪,GPS和摄像头)的出现,智能手机逐渐成为功能强大的可编程的移动数据接口。这些传感器可以协同地感知各种人类活动和周围环境。移动群智感知将需要感知的数据外包给一群用户,这些用户通常携带功能越来越强大的移动设备,例如,智能手机、智能手表、智能眼镜等和大量的车载传感器。移动群智感知已成为满足大规模感知应用需求的有效方法,例如共享单车路径选择系统,实时交通管理系统和用于监测城市空气污染的智慧单车系统。

[0003] 激励机制对群智感知来说至关重要,已经有很多工作集中在研究激励机制来吸引用户参与群智感知。一般来说,在机制设计中群智感知任务的时间和位置需求对任务分配有很大的影响。已经存在一些激励机制将任务的位置属性考虑了进去,在这些激励机制中,群智感知任务是位置依赖的,而时间依赖的群智感知任务则将任务的时间属性考虑了进去,每一个任务需要持续时间的感知数据。

[0004] 在许多群智感知场景中(如环境监测,交通监控),用户会被要求去指定的位置并获得足够时长的感知数据。以上场景中的任务可以归纳到一般时空任务的范畴中,即任务需要用户从指定的兴趣区域获取到足够时长的感知数据。在一些场景中,平台需要指定时间窗口的感知数据。时空任务既有空间相关性,也有时间相关性。例如,不同任务的兴趣区域和时间窗口都可能是相互重叠的。

[0005] 时空任务的移动群智感知场景非常普遍。以交通监控为例,移动群智感知平台需要所有道路上用户提交的交通视频。出于数据集成、分析或预测的目的,用户报告的交通视频应该足够。因此,每条道路的交通视频的时长需要满足特定的时长要求。道路上的用户可以沿着道路移动并在道路的任何位置拍摄交通视频。请注意,处于十字路口的用户提交的视频可以同时用于通过十字路口的每条道路。在这种交通监控场景中,道路可以被视为在十字路口重叠的兴趣区域。因此,每条道路交通视频的收集是时空任务。

[0006] 但是,大部分已经存在的研究并没有将群智感知系统中时空任务的兴趣区域是可以相互重叠的考虑进去,也没有将每个感知任务的感知时长需要满足特定的感知时长的要求考虑进去。在本发明中,我们的目标是为移动群智感知中的时空任务设计真实的激励方法。群智感知平台公布一组感知任务,其中每个任务包括一个兴趣区域和最小感知时长,并且每个任务的兴趣区域是可以相互重叠的。用户可以在他们自己的活动区域中移动。激励方法的目标是最小化社会成本,并且使得每个任务的感知时长不小于任务要求的最小感知时长。

## 发明内容

[0007] 发明目的:针对现有的技术存在的上述问题,提供一种面向时空大数据群智感知任务的激励方法。

[0008] 技术方案:本发明面向时空大数据群智感知任务的激励方法包括如下步骤:

[0009] (1) 群智感知平台向用户集合  $U = \{1, 2, \dots, n\}$  发布一个任务集合  $\Gamma = \{\tau_1, \dots, \tau_m\}$ ,  $\Gamma$  中各任务  $\tau_j, j=1, 2, \dots, m$  有对应的兴趣区域  $a^j$  和最少感知时长  $t^j$ ; 仅当用户处于兴趣区域  $a^j$  内才能感知任务  $\tau_j$ , 多个任务的兴趣区域在空间上可能重合, 处于重合区域的用户可以同时为多个任务感知;

[0010] (2)  $U$  中每个用户提交一个标书  $(t_i, l_i, b_i), i=1, 2, \dots, n$ , 其中  $t_i$  为用户  $i$  的最大感知时长,  $l_i$  为用户  $i$  的感知位置,  $b_i$  为用户  $i$  的报价;

[0011] (3) 群智感知平台计算优胜者集合  $S$ , 使得在  $\Gamma$  中所有任务的感知时长都不少于最少感知时长的条件下, 所有优胜者的成本总和最低。

[0012] 进一步地, 上述的面向时空大数据群智感知任务的激励方法还包括:

[0013] (4) 群智感知平台通知各优胜者在各自标书中的感知位置处感知任务, 并计算和支付各优胜者的报酬。

[0014] 进一步地, 步骤 (3) 包括: 初始化优胜者集合  $S = \emptyset$ ; 令  $\Gamma$  中各任务  $\tau_j, j=1, 2, \dots, m$  的剩余感知时长  $t'^j$  等于  $t^j$ ; 重复执行步骤 (31) 至步骤 (32), 直到所有任务的剩余感知时长的总和  $\sum_{\tau_j \in \Gamma} t'^j$  为 0, 得到最终的优胜者集合  $S$ , 结束;

[0015] (31) 从用户集合  $U$  与优胜者集合  $S$  的差集  $U \setminus S$  中寻找有效覆盖成本值最小的用户, 记为用户  $m$ ; 有效覆盖成本值通过下式计算:

$$[0016] \quad \frac{b_h}{\sum_{\tau_j^h \in \Gamma_h} \min\{t_h, t'^j\}}$$

[0017] 其中, 下标  $h$  表示  $U \setminus S$  中用户的编号,  $\Gamma_h$  表示用户  $h$  在其感知位置  $l_h$  处能够感知的任务集合;  $\tau_j^h$  表示  $\Gamma_h$  中的第  $j$  个任务;

[0018] (32) 将用户  $m$  并入优胜者集合  $S: S = S \cup \{m\}$ ; 更新  $\Gamma_m$  中的所有任务  $\tau_j^m$  的剩余感知时长  $t'^j = t'^j - \min\{t_m, t'^j\}$ 。

[0019] 进一步地, 步骤 (4) 中, 各优胜者报酬的计算方式相同, 且计算  $S$  中任一优胜者  $w$  的报酬  $p_w$  包括: 令  $U$  中所有用户的报酬  $p_i$  为 0,  $i=1, 2, \dots, n$ ; 将  $U$  中除优胜者  $w$  外的用户的集合记为  $U'$ , 即  $U' = U \setminus \{i\}$ ; 令比价者集合  $S'$  为  $\emptyset$ , 令  $\Gamma$  中各任务  $\tau_j, j=1, 2, \dots, m$  的剩余分配时长  $t'^j$  等于  $t^j$ ; 重复执行步骤 (41) 至步骤 (43), 直到  $\Gamma$  中各任务的剩余分配时长都为 0;

[0020] (41) 从集合  $U' \setminus S'$  中寻找有效覆盖成本值最小的用户, 记为用户  $i_h$ ; 成本值通过下式计算:

$$[0021] \quad \frac{b_h}{\sum_{\tau_j^h \in \Gamma_h} \min(t_h, t'^j)}$$

[0022] 其中, 下标  $h$  表示  $U' \setminus S'$  中用户的编号,  $\Gamma_h$  表示用户  $h$  在其感知位置  $l_h$  处能够感知的任务集合;  $\tau_j^h$  表示  $\Gamma_h$  中的第  $j$  个任务;

[0023] (42) 将用户  $i_h$  并入比价者集合  $S'$ :  $S' = S' \cup \{i_h\}$ ; 通过下式计算优胜者  $w$  的报酬  $p_w$ :

$$[0024] \quad p_w = \max \left\{ p_w, \frac{\sum_{\tau_j^w \in \Gamma_w} \min \{t_w, t^j\}}{\sum_{\tau_j^h \in \Gamma_{i_h}} \min \{t_{i_h}, t^j\}} b_{i_h} \right\};$$

[0025] (43) 更新  $\Gamma_{i_h}$  中的所有任务的剩余分配时长  $t'^j = t^j - \min \{t_{i_h}, t^j\}$ 。

[0026] 有益效果: 本发明与现有技术相比, 其优点为:

[0027] 1、这是首次在移动群智感知系统中面向时空任务的激励方法设计工作, 可用于兴趣区域可能有重叠, 每项任务的感知时间需要满足特定的时长的群智感知系统;

[0028] 2、本发明所提激励方法能够保证完成所有感知任务;

[0029] 3、本发明所提激励方法满足计算效率, 个体理性, 真实性和保证的近似比。

### 附图说明

[0030] 图1是本发明面向时空大数据群智感知任务的激励方法的流程图;

[0031] 图2是本发明中群智感知平台计算优胜者集合的流程图;

[0032] 图3是本发明中群智感知平台计算优胜者报酬的流程图。

### 具体实施方式

[0033] 以下是结合附图对本发明进行详细说明。

[0034] 本发明中群智感知平台根据用户的有效覆盖成本选择优胜者和计算每个优胜者的报酬。

[0035] 名词说明:

[0036] 群智感知平台: 一种将任务发布于互联网上, 并从互联网上选择参与者完成任务的系统。

[0037] 优胜者: 由群智感知平台通过激励方法选择出来的用户, 是群智感知任务的执行者。

[0038] 本发明的面向时空大数据群智感知任务的激励方法包括如下步骤:

[0039] 步骤一、群智感知平台向用户集合  $U = \{1, 2, \dots, n\}$  发布一个任务集合  $\Gamma = \{\tau_1, \dots, \tau_m\}$ ,  $\Gamma$  中各任务  $\tau_j$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$  有对应的兴趣区域  $a^j$  和最少感知时长  $t^j$ ; 仅当用户处于兴趣区域  $a^j$  内才能感知任务  $\tau_j$ , 多个任务的兴趣区域在空间上可能重合区域, 处于重合区域的用户可以同时为多个任务感知。

[0040] 步骤二、 $U$  中每个用户提交一个标书  $(t_i, l_i, b_i)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , 其中  $t_i$  为用户  $i$  的最大感知时长,  $l_i$  为用户  $i$  的感知位置,  $b_i$  为用户  $i$  的报价。

[0041] 步骤三、群智感知平台计算优胜者集合  $S$ , 使得在  $\Gamma$  中所有任务的感知时长都不少于最少感知时长的条件下, 所有优胜者的成本总和最低。

[0042] 具体而言, 需要先初始化优胜者集合  $S = \emptyset$ ; 令  $\Gamma$  中各任务  $\tau_j$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$  的剩余感知时长  $t'^j$  等于  $t^j$ 。然后, 重复执行步骤 (31) 至步骤 (32), 直到所有任务的剩余感知时长的总和  $\sum_{\tau_j \in \Gamma} t'^j$  为 0, 得到最终的优胜者集合  $S$ , 结束该步骤三。步骤 (31) 至步骤 (32) 如下

所示：

[0043] (31) 从用户集合U与优胜者集合S的差集 $U \setminus S$ 中寻找有效覆盖成本值最小的用户，记为用户 $m$ ；有效覆盖成本值通过下式计算：

$$[0044] \quad \frac{b_h}{\sum_{\tau_j^h \in \Gamma_h} \min\{t_h, t'^j\}}$$

[0045] 其中，下标 $h$ 表示 $U \setminus S$ 中用户的编号， $\Gamma_h$ 表示用户 $h$ 在其感知位置 $l_h$ 处能够感知的任务集合； $\tau_j^h$ 表示 $\Gamma_h$ 中的第 $j$ 个任务；

[0046] (32) 将用户 $m$ 并入优胜者集合 $S$ ： $S = S \cup \{i\}$ ；更新 $\Gamma_m$ 中的所有任务 $\tau_j^m$ 的剩余感知时长 $t'^j = t'^j - \min\{t_m, t'^j\}$ 。

[0047] 步骤四、群智感知平台通知各优胜者在各自标书中的感知位置处感知任务，并计算和支付各优胜者的报酬。

[0048] 在该步骤中，各优胜者报酬的计算方式相同。具体说来，计算 $S$ 中任一优胜者 $w$ 的报酬 $p_w$ 包括：令 $U$ 中所有用户的报酬 $p_i$ 为0， $i = 1, 2, \dots, n$ ；将 $U$ 中除优胜者 $w$ 外的用户的集合记为 $U'$ ，即 $U' = U \setminus \{i\}$ ；令比价者集合 $S'$ 为 $\emptyset$ ；令 $\Gamma$ 中各任务 $\tau_j$ ， $j = 1, 2, \dots, m$ 的剩余分配时长 $t'^j$ 等于 $t^j$ 。然后，重复执行步骤(41)至步骤(43)，直到 $\Gamma$ 中各任务的剩余分配时长都为0，得到优胜者 $w$ 的报酬 $p_w$ 。其中，步骤(41)至步骤(43)如下所示：

[0049] (41) 从集合 $U' \setminus S'$ 中寻找有效覆盖成本值最小的用户，记为用户 $i_h$ ；成本值通过下式计算：

$$[0050] \quad \frac{b_h}{\sum_{\tau_j^h \in \Gamma_h} \min(t_h, t'^j)}$$

[0051] 其中，下标 $h$ 表示 $U' \setminus S'$ 中用户的编号， $\Gamma_h$ 表示用户 $h$ 在其感知位置 $l_h$ 处能够感知的任务集合； $\tau_j^h$ 表示 $\Gamma_h$ 中的第 $j$ 个任务；

[0052] (42) 将用户 $i_h$ 并入比价者集合 $S'$ ： $S' = S' \cup \{i_h\}$ ；通过下式计算优胜者 $w$ 的报酬 $p_w$ ：

$$[0053] \quad p_w = \max \left\{ p_w, \frac{\sum_{\tau_j^w \in \Gamma_w} \min\{t_w, t'^j\}}{\sum_{\tau_j^{i_h} \in \Gamma_{i_h}} \min\{t_{i_h}, t'^j\}} b_{i_h} \right\} ;$$

[0054] (43) 更新 $\Gamma_{i_h}$ 中的所有任务的剩余分配时长 $t'^j = t'^j - \min\{t_{i_h}, t'^j\}$ 。

[0055] 最后，再按照优胜者 $w$ 的报酬计算方式计算 $S$ 中其他优胜者的报酬，结束步骤四。

[0056] 本技术领域技术人员可以理解的是，除非另外定义，这里使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)具有与本发明所属领域中的普通技术人员的一般理解相同的意义。还应该理解的是，诸如通用字典中定义的那些术语应该被理解为具有与现有技术的上下文中的意义一致的意义，并且除非像这里一样定义，不会用理想化或过于正式的含义来解释。

[0057] 以上所述的具体实施方式，对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本发明的具体实施方式而已，并不用于限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明

的保护范围之内。



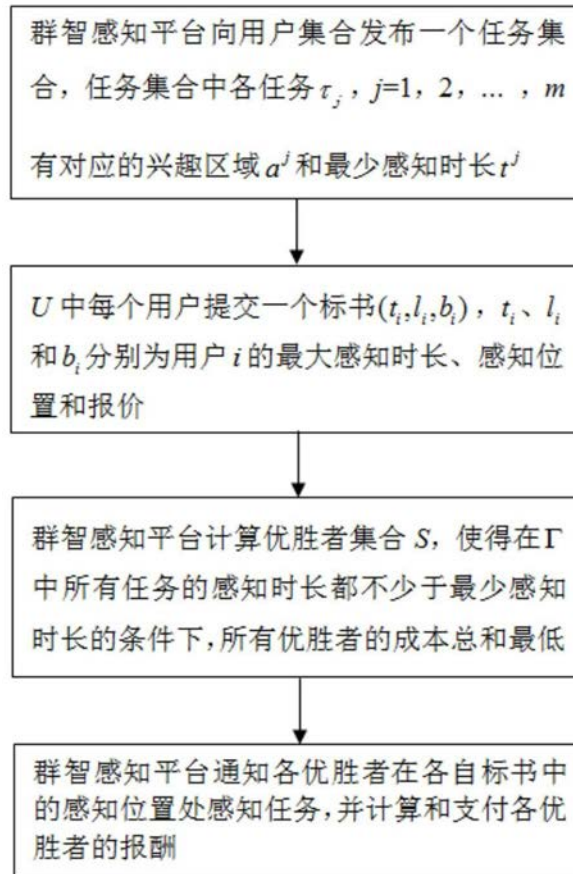


图1

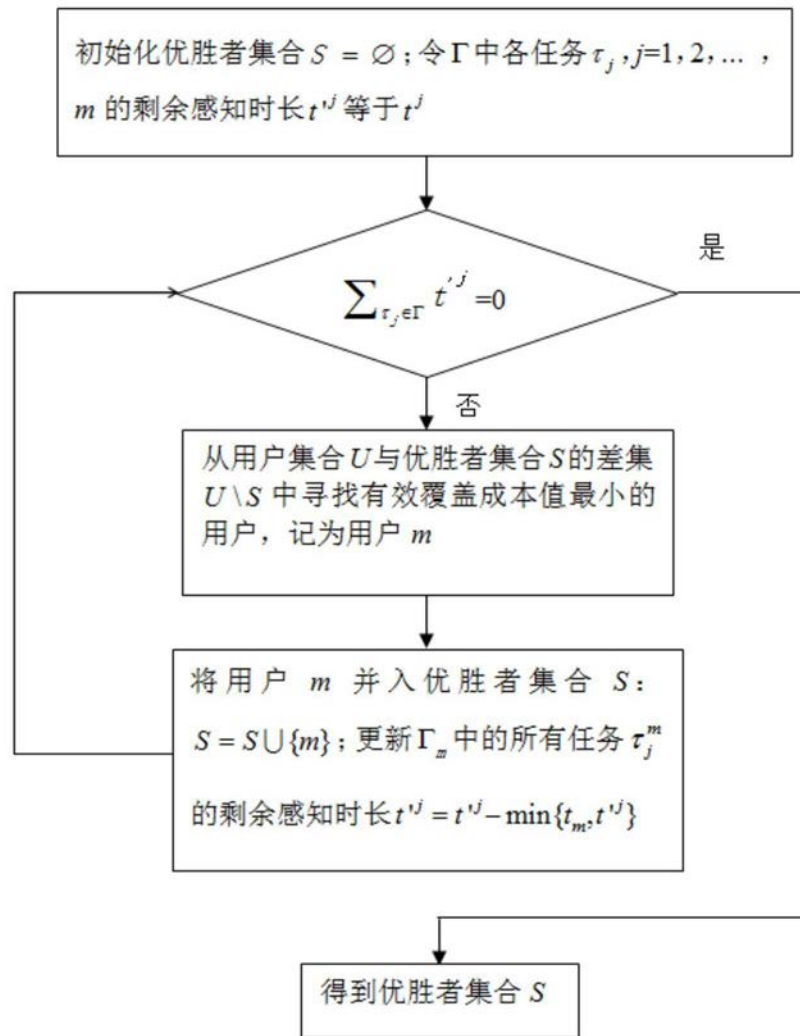


图2

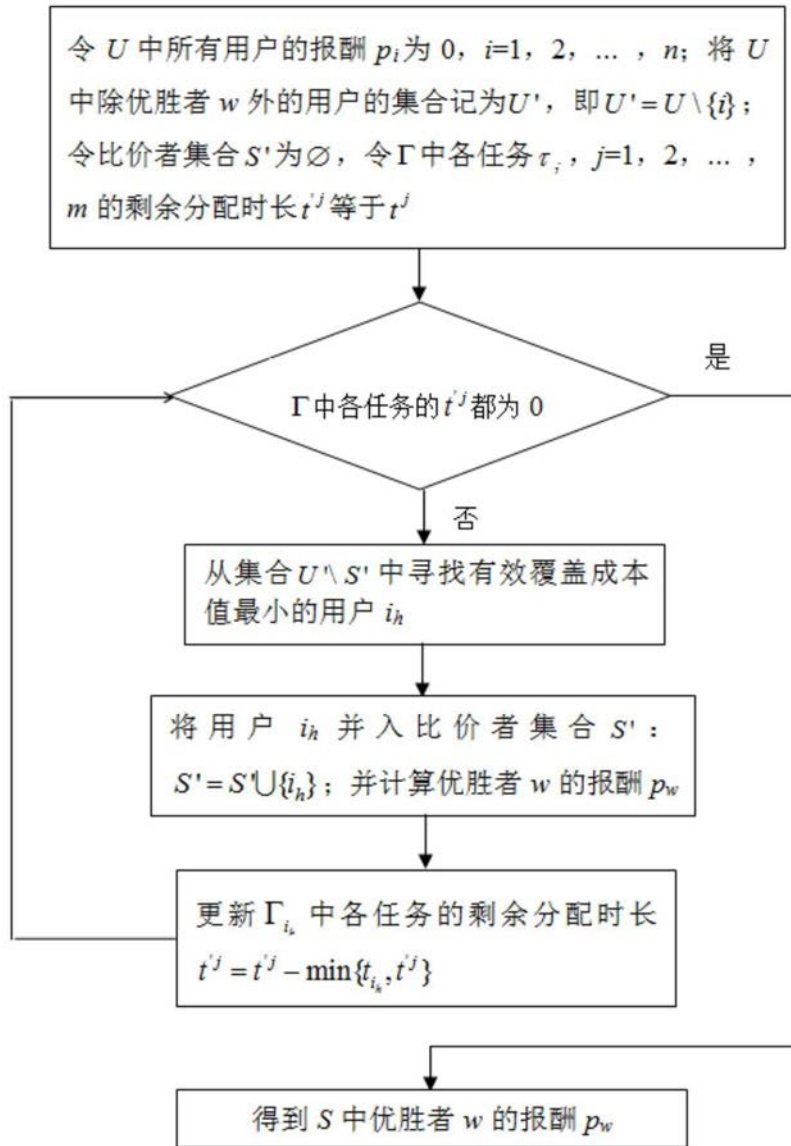


图3