



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106708923 B

(45)授权公告日 2019.07.09

(21)申请号 201610985297.0

H04L 29/08(2006.01)

(22)申请日 2016.11.09

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106708923 A

CN 104967685 A,2015.10.07,
CN 105791391 A,2016.07.20,
US 2011153773 A1,2011.06.23,
CN 103763334 A,2014.04.30,
Zhiwen Hu.Game theoretic Approaches
for Wireless Proactive Caching.《IEEE》
.2016,第39-41页.

(43)申请公布日 2017.05.24

(73)专利权人 武汉大学
地址 430072 湖北省武汉市武昌区珞珈山
武汉大学

审查员 程潇杰

(72)发明人 陈艳姣 林龙 段凌杰

(74)专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 42222
代理人 魏波

(51)Int.Cl.

G06F 16/172(2019.01)
G06F 16/176(2019.01)

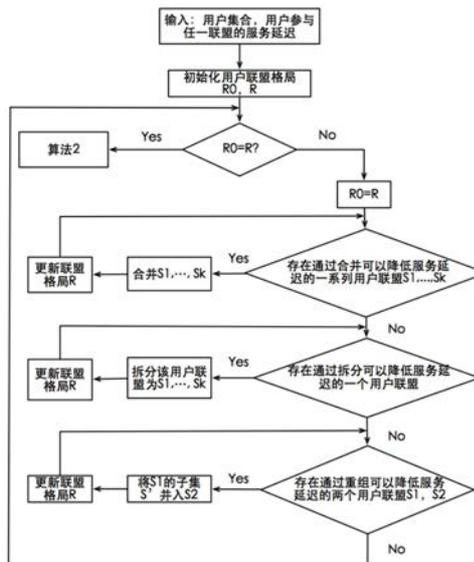
权利要求书4页 说明书12页 附图4页

(54)发明名称

一种基于移动群智网络的本地缓存文件分
享方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于移动群智网络的本地缓存文件分享方法,首先基于合作博弈模型构建基于群智文件分享网络的用户联盟格局,所述用户联盟格局为用户形成的多个用户文件分享联盟的集合;根据采用用户联盟格局,为特定用户联盟制定最佳文件缓存策略与文件分享策略;根据文件缓存策略与文件分享策略,用户从基站下载相应比例的文件到本地移动设备。本发明主要基于群智网络形成文件缓存分享的用户联盟,通过本地连接降低传输延迟;根据合作博弈模型,得到具有个体合理性、Dhp稳定性和合约稳定性的用户联盟格局的分布式算法;引入文件人气指数的概念,确定了使用户联盟总传输延迟最小化的最佳缓存策略。本发明可以降低移动网络传输延迟。



1. 一种基于移动群智网络的本地缓存文件分享方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1:基于合作博弈模型构建基于群智文件分享网络的用户联盟格局,所述用户联盟格局为用户形成的多个用户文件分享联盟的集合;

步骤1的具体实现包括以下子步骤:

步骤1.1:定义一种用于衡量联盟格局S和联盟格局R的优劣关系 \triangleright ;

联盟格局S优于联盟格局R,当且仅当所有用户在联盟格局S下的服务延迟都不大于在联盟格局R下的服务延迟,并且至少有一个用户在联盟格局S下的服务延迟严格小于在联盟格局R下的服务延迟,即 $S \triangleright R \Leftrightarrow c_i(S) \leq c_i(R), \forall i \in \mathcal{N}$,且至少严格保持一种小于关系,其中, $c_i(S)$ 表示在联盟格局S下用户i的服务延迟; \mathcal{N} 是指全体用户集合;

步骤1.2:定义联盟格局更新的原则:合并原则、分离原则和加入原则;

合并原则:如果存在多个联盟,其合并后的联盟格局更优,即 $\{S_1, S_2, \dots, S_l\} \triangleright \{U_{i=1}^l S_i\}$,则合并所有分散的联盟 $\{S_1, S_2, \dots, S_l\}$ 为 $U_{i=1}^l S_i$;

分离原则:如果存在一个联盟,可以拆分为多个联盟,并且拆分后的联盟格局更优,即 $\{U_{i=1}^l S_i\} \triangleright \{S_1, S_2, \dots, S_l\}$,则将联盟 $U_{i=1}^l S_i$ 分解为 $\{S_1, S_2, \dots, S_l\}$;

加入原则:若一个联盟 S_1 中存在一个子联盟 S' ,其脱离联盟 S_1 加入联盟 S_2 后的联盟格局更优,即 $\{S_1 \setminus S', S' \cup S_2\} \triangleright \{S_1, S_2\}$,则将联盟 S_1 的子集 S' 加入联盟 S_2 ;

步骤1.3:初始化联盟格局为包含所有独立用户的联盟 S_0 ;

步骤1.4:判断是否存在符合合并原则的联盟;

如果存在,则按照合并原则更新联盟格局,得到新的联盟格局为S;并接续循环执行步骤1.4;

如果不存在,则执行下述步骤1.5;

步骤1.5:判断是否存在符合分离原则的联盟;

如果存在,则按照分离原则更新联盟格局,得到新的联盟格局为S;并接续循环执行步骤1.5;

如果不存在,则执行下述步骤1.6;

步骤1.6:判断是否存在符合加入原则的联盟;

如果存在,则按照加入原则更新联盟格局,得到新的联盟格局为S;并接续循环执行步骤1.6;

如果不存在,则执行下述步骤1.7;

步骤1.7:判断 S_0 是否等于S;

若否,回转执行步骤1.4;

若是,则输出稳定的联盟格局,本流程结束;

步骤2:根据采用步骤1形成的用户联盟格局,为特定用户联盟制定最佳文件缓存策略与文件分享策略;

步骤3:根据步骤2得到的文件缓存策略与文件分享策略,用户从基站下载相应比例的文件到本地移动设备。

2. 根据权利要求1所述的基于移动群智网络的本地缓存文件分享方法,其特征在于,步

骤2中所述文件缓存策略的具体实现包括以下子步骤:

步骤2.1:建立用户-文件对 (i, m) 列表 L_i^m ;

步骤2.2:基于用户文件偏好分布、用户本地连接速率、用户与基站传输速率,计算每个用户-文件对 (i, m) 的人气指数 d_i^m ;

$$d_i^m = [\sum_{j \neq i} (\frac{1}{R_{j,0}} - \frac{1}{R_{j,i}}) p_j^m - \frac{1-p_i^m}{R_{i,0}}] s_m;$$

其中 $R_{i,0}$ 为用户 i 与基站之间的传输速率, $R_{j,i}$ 为用户 i 与用户 j 之间的本地传输速率, p_i^m 为用户 i 对文件 m 的偏好, s_m 为文件 m 的大小;

步骤2.3:从列表 L_i^m 中移除所有人气指数为负值的用户-文件对;

步骤2.4:判断列表 L_i^m 是否为空;

若是,则本流程结束;

若否,则继续执行步骤2.5;

步骤2.5:计算 L_i^m 中所有用户-文件对的预缓存比例 \widehat{x}_i^m ;

$$\widehat{x}_i^m = \min\{1, \gamma_i/s_m, y_m\};$$

其中 γ_i 为用户 i 的移动设备可用空间, y_m 为文件 m 的未缓存部分的比例;

步骤2.6:选取列表 L_i^m 中人气指数与预缓存比例乘积 $d_i^m \widehat{x}_i^m$ 最大的用户-文件对,并从列表 L_i^m 中移除该文件对;

步骤2.7:指定用户 i 缓存文件 m 的比例为 $x_i^m = \widehat{x}_i^m$;

步骤2.8:更新用户 i 的移动设备可用空间为 $\gamma_i = \gamma_i - x_i^m s_m$;

步骤2.9:判断用户 i 的移动设备可用空间是否为0;

若是,则从列表 L_i^m 中移除所有包含用户 i 的用户-文件对;并执行下述步骤2.10;

若否,则执行下述步骤2.10;

步骤2.10:更新文件 m 的未缓存部分的比例为 $y_m = y_m - x_i^m$;

步骤2.11:判断文件 m 的未缓存部分的比例是否变为0;

若是,则从列表 L_i^m 中移除所有包含文件 m 的用户-文件对;并回转执行所述步骤2.4;

若否,则回转执行所述步骤2.4。

3. 根据权利要求1所述的基于移动群智网络的本地缓存文件分享方法,其特征在于,步骤2中所述文件分享策略的具体实现过程是:当用户 i 需要文件 m 时,首先查看本地移动设备中是否存储文件 m 的全部内容;如果没有,则通过本地连接获取同一联盟中的用户 j 移动设备中缓存的文件 m ,用户 j 所分享的文件 m 的比例为其缓存的文件 m 的所有部分;如果同一联盟中的用户移动设备中没有缓存全部的文件 m ,用户 i 从基站下载文件 m 的剩余部分。

4. 根据权利要求1-3任意一项所述的基于移动群智网络的本地缓存文件分享方法,其特征在于:形成用户联盟格局后,每个联盟指定一名联盟负责人,由联盟负责人计算和监督执行最佳文件缓存策略与文件分享策略。

5. 根据权利要求1-3任意一项所述的基于移动群智网络的本地缓存文件分享方法,其

特征在于:如果用户联盟中所有用户具有相同的对基站通信速率、本地连接速率、文件偏好和移动设备存储空间,则每个用户的文件缓存策略与文件分享策略相同;

其中,文件缓存策略A的实现包括以下子步骤:

步骤A1:计算所有文件m的人气指数 q^m ;

$$q^m := \left[\frac{nR - (n-1)R_0}{R} p^m - 1 \right] s_m;$$

其中n为联盟中的用户数量, s_m 为文件m的大小,R为所有用户具有的相同的对基站通信速率, R_0 为所有两两用户对具有的相同的本地连接速率, p^m 为所有用户具有的相同的对文件m的偏好;

步骤A2:所有人气指数为负值的文件将不被缓存, $L^m = \{m_1, m_2, \dots\}$ 为人气指数为正值文件列表,以 q^m 非递增排序;

步骤A3:判断联盟中用户的移动设备的总存储空间是否小于 L^m 中所有文件的大小的总和;

若是,则缓存 L^m 中的前k个文件,k满足 $\sum_{i=1}^{k-1} s_{m_i}/n < \gamma, \sum_{i=1}^k s_{m_i}/n \geq \gamma$;前k-1个文件被全部缓存;每个用户缓存前k-1个文件的 $1/n$,即 $x^{m_i} = \frac{1}{n}, i = 1, \dots, k-1$;第k个文件被部分

缓存,每个用户缓存的比例为 $x^{m_i} = \frac{\gamma - \sum_{j=1}^{k-1} s_{m_j}/n}{s_{m_i}}, i = k$;其中, γ 为所有用户具有的相同的

移动设备可用空间, s_{m_i} 为 L^m 中第i个文件的大小;

若否,则缓存 L^m 中的所有文件,即 $x^{m_i} = \frac{1}{n}, \forall m_i \in L^m$;

其中,文件分享策略A的实现包括过程是:当用户i需要文件m时,首先查看本地移动设备中是否存储文件m的全部内容;如果没有,则通过本地连接获取同一联盟中的用户j移动设备中缓存的文件m,用户j所分享的文件m的比例为其缓存的文件m的所有部分;如果同一联盟中的用户移动设备中没有缓存全部的文件m,用户i从基站下载文件m的剩余部分。

6. 根据权利要求5任意一项所述的基于移动群智网络的本地缓存文件分享方法,其特征在于:如果用户联盟中所有用户为两类,其中每一类中的用户均具有相同的对基站通信速率、本地连接速率、文件偏好和移动设备存储空间;且同类用户组组内传输速率较高,以 R_h 表示,且 $R_h > R_0$, R_0 表示所有用户具有的相同的对基站传输速率;不同类用户组组间传输速率较低,以 R_l 表示;则文件缓存策略与文件分享策略的实现过程为:

当组间关联性强时,即满足条件 $R_l > nR_h R_0 / (2R_h + (n-2)R_0)$,计算所有文件m人气值定义为

$q_1^m := \left[\frac{2nR_h R_l - (n-2)R_0 R_l - nR_0 R_h}{2R_h R_l} p^m - 1 \right] s_m$;其文件缓存策略与文件缓存策略A原理相同,文件分享策略与文件分享策略A原理相同;

当组间关联性弱时,即满足条件 $R_l < nR_h R_0 / (2R_h + (n-2)R_0)$,计算所有文件m人气值定义为

$q_2^m := \left[\frac{nR_h - (n-2)R_0}{2R_h} p^m - 1 \right] s_m$;其文件缓存策略与文件缓存策略A原理相同,文件分享策略

是当用户i需要文件m时,首先查看本地移动设备中是否存储文件m的全部内容;如果没有,则通过本地连接获取同一联盟中的用户j移动设备中缓存的文件m,如果用户j与用户i为同一组,则用户j所分享的文件m的比例为其缓存的文件m的所有部分,如果用户j与用户i

为不同组,则用户j不与用户i分享所缓存的文件m;如果同一联盟中的用户移动设备中没有缓存全部的文件m,用户i从基站下载文件m的剩余部分。

一种基于移动群智网络的本地缓存文件分享方法

技术领域

[0001] 本发明属于移动互联网技术领域,尤其涉及一种基于移动群智网络的本地缓存文件分享方法。

背景技术

[0002] 通过移动设备观看视频已经变得越来越流行。根据思科公司对全球移动数据流量的预测,移动视频流量正以指数方式增长,2017年预期将达到9.9艾字节/月。截止至2020年,视频流量将占总流量的72%。依靠核心网络单独工作将很难满足如此巨大的需求,而且费用昂贵,同时缩短移动视频服务的传输延迟也势在必行。利用海量边缘设备的存储空间和短程通信的技术进步可以提供一种解决方案。全球移动设备和接入点预期将达到9百万,利用他们巨大且低成本的存储空间,再通过无线终端市场实现文件的高速传输。随后,用户可通过短程通信分享缓存文件,例如设备-对-设备(Device-to-Device,D2D)通信、WiFi、蓝牙和超宽带。两个距离很近的用户之间的短程通信传输速率可以比用户与核心网络基站(Base Stations,BSs)之间蜂窝传输速率快数倍,大幅缩短用户的传输延迟。

[0003] 最近,通过本地基站或移动终端设备缓存文件的构想已经得到了很多关注。随着Femto缓存概念的提出,受欢迎文件已缓存在小型基站(Femtocells)中,供周围用户下载。对用户设备中缓存文件的可扩展性也都被验证。然而,由于人自私的本性,用户仅会缓存他们最喜欢的文件,却没有兴趣为其他人缓存文件。因此可能会导致重复缓存,从而造成存储空间的浪费。有研究人员推荐核心网络运营商运用奖励策略,鼓励用户缓存文件并通过D2D网络进行分享。虽然如此,但核心网络运营商难以确定并量化用户缓存行为的金钱回报。如果核心网络运营商不进行集中控制,自私的用户自己并没足够的动机去主动缓存和互相分享文件。

[0004] 为了解决这个问题,可以采用分布式架构,根据合作博弈理论,用户组成基于群智文件分享网络的联盟,联盟内部成员进行文件分享,不与联盟以外的成员进行文件分享。但在缓存系统中仍然存在挑战,用户的文件偏好、文件大小和用户间的本地连接速率不尽相同,因此很难为整个联盟确定最好的文件缓存战略。自私的用户仅会缓存最想要缓存的文件,而联盟负责人需要考虑这个联盟的利益,充分利用所有用户设备有限的存储空间。用户联盟的形成具有自发性,用户可自由加入或离开联盟。若加入联盟导致服务延迟超过未加入时的服务延迟,则自私的用户将退出联盟。若加入其它联盟缩短了当前的延迟,则用户会脱离现有联盟。为用户群体确定一种稳定的联盟组建形式需要一个易于实现的模型。

发明内容

[0005] 本发明针对现有技术的不足,提出了一种新型的基于群智网络的本地缓存文件分享方法。

[0006] 本发明所采用的技术方案是:一种基于移动群智网络的本地缓存文件分享方法,其特征在于,包括以下步骤:

- [0007] 步骤1:基于合作博弈模型构建基于群智文件分享网络的用户联盟格局,所述用户联盟格局为用户形成的多个用户文件分享联盟的集合;
- [0008] 步骤2:根据采用步骤1形成的用户联盟格局,为特定用户联盟制定最佳文件缓存策略与文件分享策略;
- [0009] 步骤3:根据步骤2得到的文件缓存策略与文件分享策略,用户从基站下载相应比例的文件到本地移动设备。
- [0010] 作为优选,步骤1的具体实现包括以下子步骤:
- [0011] 步骤1.1:定义一种用于衡量联盟格局S和联盟格局R的优劣关系 \triangleright ;
- [0012] 联盟格局S优于联盟格局R,当且仅当所有用户在联盟格局S下的服务延迟都不大于在联盟格局R下的服务延迟,并且至少有一个用户在联盟格局S下的服务延迟严格小于在联盟格局R下的服务延迟,即 $S \triangleright R \Leftrightarrow c_i(S) \leq c_i(R), \forall i \in \mathcal{N}$,且至少严格保持一种小于关系,其中, $c_i(S)$ 表示在联盟格局S下用户i的服务延迟;
- [0013] 步骤1.2:定义联盟格局更新的原则:合并原则、分离原则和加入原则;
- [0014] 合并原则:如果存在多个联盟,其合并后的联盟格局更优,即 $\{S_1, S_2, \dots, S_l\} \triangleright \{U_{i=1}^l S_i\}$,则合并所有分散的联盟 $\{S_1, S_2, \dots, S_l\}$ 为 $U_{i=1}^l S_i$;
- [0015] 分离原则:如果存在一个联盟,可以拆分为多个联盟,并且拆分后的联盟格局更优,即 $\{U_{i=1}^l S_i\} \triangleright \{S_1, S_2, \dots, S_l\}$,则将联盟 $U_{i=1}^l S_i$ 分解为 $\{S_1, S_2, \dots, S_l\}$;
- [0016] 加入原则:若一个联盟 S_1 中存在一个子联盟 S' ,其脱离联盟 S_1 加入联盟 S_2 后的联盟格局更优,即 $\{S_1 \setminus S', S' \cup S_2\} \triangleright \{S_1, S_2\}$,则将联盟 S_1 的子集 S' 加入联盟 S_2 ;
- [0017] 步骤1.3:初始化联盟格局为包含所有独立用户的联盟 S_0 ;
- [0018] 步骤1.4:判断是否存在符合合并原则的联盟;
- [0019] 如果存在,则按照合并原则更新联盟格局,得到新的联盟格局为S;并接续循环执行步骤1.4;
- [0020] 如果不存在,则执行下述步骤1.5;
- [0021] 步骤1.5:判断是否存在符合分离原则的联盟;
- [0022] 如果存在,则按照分离原则更新联盟格局,得到新的联盟格局为S;并接续循环执行步骤1.5;
- [0023] 如果不存在,则执行下述步骤1.6;
- [0024] 步骤1.6:判断是否存在符合加入原则的联盟;
- [0025] 如果存在,则按照加入原则更新联盟格局,得到新的联盟格局为S;并接续循环执行步骤1.6;
- [0026] 如果不存在,则回转执行所述步骤1.7。
- [0027] 步骤1.7:判断 S_0 是否等于S;
- [0028] 若否,回转执行步骤1.4;
- [0029] 若是,则输出稳定的联盟格局,本流程结束。
- [0030] 作为优选,步骤2中所述文件缓存策略的具体实现包括以下子步骤:
- [0031] 步骤2.1:建立用户-文件对 (i, m) 列表 L_i^m ;

[0032] 步骤2.2:基于用户文件偏好分布、用户本地连接速率、用户与基站传输速率,计算每个用户-文件对 (i, m) 的人气指数 d_i^m ;

$$[0033] \quad d_i^m = [\sum_{j \neq i} (\frac{1}{R_{j,0}} - \frac{1}{R_{j,i}}) p_j^m - \frac{1-p_i^m}{R_{i,0}}] s_m;$$

[0034] 其中 $R_{i,0}$ 为用户 i 与基站之间的传输速率, $R_{j,i}$ 为用户 i 与用户 j 之间的本地传输速率, p_i^m 为用户 i 对文件 m 的偏好, s_m 为文件 m 的大小;

[0035] 步骤2.3:从列表 L_i^m 中移除所有人气指数为负值的用户-文件对;

[0036] 步骤2.4:判断列表 L_i^m 是否为空;

[0037] 若是,则本流程结束;

[0038] 若否,则继续执行步骤2.5;

[0039] 步骤2.5:计算 L_i^m 中所有用户-文件对的预缓存比例 \widehat{x}_i^m ;

$$[0040] \quad \widehat{x}_i^m = \min\{1, \gamma_i/s_m, y_m\};$$

[0041] 其中 γ_i 为用户 i 的移动设备可用空间, y_m 为文件 m 的未缓存部分的比例;

[0042] 步骤2.6:选取列表 L_i^m 中人气指数与预缓存比例乘积 $d_i^m \widehat{x}_i^m$ 最大的用户-文件对,并从列表 L_i^m 中移除该文件对;

[0043] 步骤2.7:指定用户 i 缓存文件 m 的比例为 $x_i^m = \widehat{x}_i^m$;

[0044] 步骤2.8:更新用户 i 的移动设备可用空间为 $\gamma_i = \gamma_i - x_i^m s_m$;

[0045] 步骤2.9:判断用户 i 的移动设备可用空间是否为0;

[0046] 若是,则从列表 L_i^m 中移除所有包含用户 i 的用户-文件对;并执行下述步骤2.10;

[0047] 若否,则执行下述步骤2.10;

[0048] 步骤2.10:更新文件 m 的未缓存部分的比例为 $y_m = y_m - x_i^m$;

[0049] 步骤2.11:判断文件 m 的未缓存部分的比例是否变为0;

[0050] 若是,则从列表 L_i^m 中移除所有包含文件 m 的用户-文件对;并回转执行所述步骤2.4;

[0051] 若否,则回转执行所述步骤2.4。

[0052] 作为优选,步骤2中所述文件分享策略的具体实现过程是:当用户 i 需要文件 m 时,首先查看本地移动设备中是否存储文件 m 的全部内容;如果没有,则通过本地连接获取同一联盟中的用户 j 移动设备中缓存的文件 m ,用户 j 所分享的文件 m 的比例为其缓存的文件 m 的所有部分;如果同一联盟中的用户移动设备中没有缓存全部的文件 m ,用户 i 从基站下载文件 m 的剩余部分。

[0053] 作为优选,形成用户联盟格局后,每个联盟指定一名联盟负责人,由联盟负责人计算和监督执行最佳文件缓存策略与文件分享策略。

[0054] 作为优选,如果用户联盟中所有用户具有相同的对基站通信速率、本地连接速率、文件偏好和移动设备存储空间,则每个用户的文件缓存策略与文件分享策略相同;

[0055] 文件缓存策略A的实现包括以下子步骤:

[0056] 步骤A1:计算所有文件m的人气指数 q^m ;

$$[0057] \quad q^m := \left[\frac{nR - (n-1)R_0}{R} p^m - 1 \right] s_m;$$

[0058] 其中n为联盟中的用户数量, s_m 为文件m的大小, R为所有用户具有的相同的对基站通信速率, R_0 为所有两两用户对具有的相同的本地连接速率, p^m 为所有用户具有的相同的对文件m的偏好;

[0059] 步骤A2:所有人气指数为负值的文件将不被缓存, $L^m = \{m_1, m_2, \dots\}$ 为人气指数为正值的文件列表, 以 q^m 非递增排序;

[0060] 步骤A3:判断联盟中用户的移动设备的总存储空间是否小于 L^m 中所有文件的大小的总和;

[0061] 若是, 则缓存 L^m 中的前k个文件, k满足 $\sum_{i=1}^{k-1} s_{m_i}/n < \gamma, \sum_{i=1}^k s_{m_i}/n \geq \gamma$; 前k-1个文件被全部缓存; 每个用户缓存前k-1个文件的 $1/n$, 即 $x^{m_i} = \frac{1}{n}, i = 1, \dots, k-1$; 第k个文件被

部分缓存, 每个用户缓存的比例为 $x^{m_i} = \frac{\gamma - \sum_{j=1}^{k-1} s_{m_j}/n}{s_{m_i}}, i = k$; 其中, γ 为所有用户具有的相同的移动设备可用空间, s_{m_i} 为 L^m 中第i个文件的大小;

[0062] 若否, 则缓存 L^m 中的所有文件, 即 $x^{m_i} = \frac{1}{n}, \forall m_i \in L^m$;

[0063] 文件分享策略A的实现包括过程是: 当用户i需要文件m时, 首先查看本地移动设备中是否存储文件m的全部内容; 如果没有, 则通过本地连接获取同一联盟中的用户j移动设备中缓存的文件m, 用户j所分享的文件m的比例为其缓存的文件m的所有部分; 如果同一联盟中的用户移动设备中没有缓存全部的文件m, 用户i从基站下载文件m的剩余部分。

[0064] 作为优选, 如果用户联盟中所有用户为两类, 其中每一类中的用户均具有相同的对基站通信速率、本地连接速率、文件偏好和移动设备存储空间; 且同类用户组组内传输速率较高, 以 R_h 表示, 且 $R_h > R_0$, R_0 表示所有用户具有的相同的对基站传输速率; 不同类用户组组间传输速率较低, 以 R_l 表示; 则文件缓存策略与文件分享策略的实现过程为:

[0065] 当组间关联性强的时, 即满足条件 $R_l > nR_h R_0 / (2R_h + (n-2)R_0)$, 计算所有文件m人气值定义为 $q_1^m := \left[\frac{2nR_h R_l - (n-2)R_0 R_l - nR_0 R_h}{2R_h R_l} p^m - 1 \right] s_m$; 其文件缓存策略与文件缓存策略A原理相同, 文件分享策略与文件分享策略A原理相同;

[0066] 当组间关联性弱的时, 即满足条件 $R_l < nR_h R_0 / (2R_h + (n-2)R_0)$, 计算所有文件m人气值定义为 $q_2^m := \left[\frac{nR_h - (n-2)R_0}{2R_h} p^m - 1 \right] s_m$; 其文件缓存策略与文件缓存策略A原理相同, 文件分享策略是当用户i需要文件m时, 首先查看本地移动设备中是否存储文件m的全部内容; 如果没有, 则通过本地连接获取同一联盟中的用户j移动设备中缓存的文件m, 如果用户j与用户i为同一组, 则用户j所分享的文件m的比例为其缓存的文件m的所有部分, 如果用户j与用户i为不同组, 则用户j不与用户i分享所缓存的文件m; 如果同一联盟中的用户移动设备中没有缓存全部的文件m, 用户i从基站下载文件m的剩余部分。

[0067] 相对于现有技术, 本发明的有益效果是: 用户利用移动网络终端进行本地文件缓存, 并通过本地高速连接进行文件共享, 大大降低以多媒体为主的移动网络业务的传输延

迟,提高了用户的满意度。

附图说明

[0068] 图1是本发明实施例的流程图;

[0069] 图2是本发明实施例的用户联盟最佳文件缓存策略流程图;

[0070] 图3是本发明实施例的示意图。

具体实施方式

[0071] 为了便于本领域普通技术人员理解和实施本发明,下面结合附图及实施例对本发明作进一步的详细描述,应当理解,此处所描述的实施例仅用于说明和解释本发明,并不用于限定本发明。

[0072] 本发明提供了一种基于移动群智网络的本地缓存文件分享方法,包括以下步骤:

[0073] 步骤1:基于合作博弈模型构建基于群智文件分享网络的用户联盟格局,用户联盟格局为用户形成的多个用户文件分享联盟的集合;请见图1,其具体实现包括以下子步骤:

[0074] 步骤1.1:定义一种用于衡量联盟格局S和联盟格局R的优劣关系 \triangleright ;

[0075] 联盟格局S优于联盟格局R,当且仅当所有用户在联盟格局S下的服务延迟都不大于在联盟格局R下的服务延迟,并且至少有一个用户在联盟格局S下的服务延迟严格小于在联盟格局R下的服务延迟,即 $S \triangleright R \Leftrightarrow c_i(S) \leq c_i(R), \forall i \in \mathcal{N}$,且至少严格保持一种小于关系,其中, $c_i(S)$ 表示在联盟格局S下用户i的服务延迟;

[0076] 步骤1.2:定义联盟格局更新的原则:合并原则、分离原则和加入原则;

[0077] 合并原则:如果存在多个联盟,其合并后的联盟格局更优,即 $\{S_1, S_2, \dots, S_l\} \triangleright \{U_{i=1}^l S_i\}$,则合并所有分散的联盟 $\{S_1, S_2, \dots, S_l\}$ 为 $U_{i=1}^l S_i$;

[0078] 分离原则:如果存在一个联盟,可以拆分为多个联盟,并且拆分后的联盟格局更优,即 $\{U_{i=1}^l S_i\} \triangleright \{S_1, S_2, \dots, S_l\}$,则将联盟 $U_{i=1}^l S_i$ 分解为 $\{S_1, S_2, \dots, S_l\}$;

[0079] 加入原则:若一个联盟 S_1 中存在一个子联盟 S' ,其脱离联盟 S_1 加入联盟 S_2 后的联盟格局更优,即 $\{S_1 \setminus S', S' \cup S_2\} \triangleright \{S_1, S_2\}$,则将联盟 S_1 的子集 S' 加入联盟 S_2 ;

[0080] 步骤1.3:初始化联盟格局为包含所有独立用户的联盟 S_0 ;

[0081] 步骤1.4:判断是否存在符合合并原则的联盟;

[0082] 如果存在,则按照合并原则更新联盟格局,得到新的联盟格局为S;并接续循环执行步骤1.4;

[0083] 如果不存在,则执行下述步骤1.5;

[0084] 步骤1.5:判断是否存在符合分离原则的联盟;

[0085] 如果存在,则按照分离原则更新联盟格局,得到新的联盟格局为S;并接续循环执行步骤1.5;

[0086] 如果不存在,则执行下述步骤1.6;

[0087] 步骤1.6:判断是否存在符合加入原则的联盟;

[0088] 如果存在,则按照加入原则更新联盟格局,得到新的联盟格局为S;并接续循环执

行步骤1.6;

[0089] 如果不存在,则回转执行所述步骤1.7。

[0090] 步骤1.7:判断S0是否等于S;

[0091] 若否,回转执行步骤1.4;

[0092] 若是,则输出稳定的联盟格局,本流程结束。

[0093] 请见图3(a),本实施例中,假设有4名用户,则可能形成的联盟格局及相应的用户的服务延迟如下表所示:

[0094]

联盟格局	(c_1, c_2, c_3, c_4)	联盟格局	(c_1, c_2, c_3, c_4)
{1}, {2}, {3}, {4}	(64,70,55,65)	{1,2}, {3}, {4}	(64, 43, 55, 65)
{1, 3}, {2}, {4}	(65.2,70,79,65)	{1}, {2, 3}, {4}	(64, 65.2, 79, 65)
{1, 4}, {2}, {3}	(65,70,55,65)	{1, 2, 3}, {4}	(61.4, 18.8, 78.2, 65)
{1}, {2, 4}, {3}	(64,42,55,63)	{1, 2, 4}, {3}	(64, 42, 55, 64)

[0095]

{1}, {2}, {3, 4}	(64,70,55,64)	{1, 2}, {3, 4}	(64, 43, 55, 64)
{1, 3, 4}, {2}	(65.2,70,79,65)	{1, 3}, {2, 4}	(65.2, 42, 79, 55)
{1, 4}, {2, 3}	(70,65.2,79,65)	{1, 2, 3, 4}	(61.4, 18.8, 78.2, 65)
{1}, {2, 3, 4}	(64,65.2,79,65)		

[0096] 根据优劣关系 \triangleright 可知, $\{1, 2\} \triangleright \{1\}, \{2\}$,因为在 $\{1, 2\}$ 的情况下用户1和用户2的服务延迟为64和43,均小于在 $\{1\}, \{2\}$ 情况下的服务延迟70和70。

[0097] 实施例实现稳定联盟格局的算法如下:

[0098] 1) 初始化联盟格局为 $\{1\}, \{2\}, \{3\}, \{4\}$ 。

[0099] 2) 联盟 $\{1\}$ 和联盟 $\{2\}$ 符合合并原则,合并为 $\{1, 2\}$,更新联盟格局为 $\{1, 2\}, \{3\}, \{4\}$ 。

[0100] 3) 联盟 $\{3\}$ 和联盟 $\{4\}$ 符合合并原则,合并为 $\{3, 4\}$,更新联盟格局为 $\{1, 2\}, \{3, 4\}$ 。

[0101] 4) 不存在符合合并原则的联盟。

[0102] 5) 不存在符合拆分原则的联盟。

[0103] 6) 联盟 $\{1, 2\}$ 和 $\{3, 4\}$ 符合加入原则,更新联盟格局为 $\{1, 2, 4\}, \{3\}$ 。

[0104] 7) 不存在符合加入原则的联盟。

[0105] 8) 不存在符合合并原则的联盟。

[0106] 9) 联盟 $\{1, 2, 4\}$ 符合拆分原则,更新联盟格局为 $\{1\}, \{2, 4\}, \{3\}$ 。

[0107] 10) 不存在符合拆分,加入或合并原则的联盟,稳定的联盟格局为 $\{1\}, \{2, 4\}, \{3\}$ 。

[0108] 步骤2:根据采用步骤1形成的用户联盟格局,为特定用户联盟制定最佳文件缓存策略与文件分享策略;

[0109] 请见图2,文件缓存策略的具体实现包括以下子步骤:

[0110] 步骤2.1:建立用户-文件对 (i, m) 列表 L_i^m ;

[0111] 步骤2.2:基于用户文件偏好分布、用户本地连接速率、用户与基站传输速率,计算每个用户-文件对 (i, m) 的人气指数 d_i^m ;

$$[0112] \quad d_i^m = [\sum_{j \neq i} (\frac{1}{R_{j,0}} - \frac{1}{R_{j,i}}) p_j^m - \frac{1-p_i^m}{R_{i,0}}] s_m;$$

[0113] 其中 $R_{i,0}$ 为用户 i 与基站之间的传输速率, $R_{j,i}$ 为用户 i 与用户 j 之间的本地传输速率, p_i^m 为用户 i 对文件 m 的偏好, s_m 为文件 m 的大小;

[0114] 步骤2.3:从列表 L_i^m 中移除所有人气指数为负值的用户-文件对;

[0115] 步骤2.4:判断列表 L_i^m 是否为空;

[0116] 若是,则本流程结束;

[0117] 若否,则继续执行步骤2.5;

[0118] 步骤2.5:计算 L_i^m 中所有用户-文件对的预缓存比例 \widehat{x}_i^m ;

$$[0119] \quad \widehat{x}_i^m = \min\{1, \gamma_i/s_m, y_m\};$$

[0120] 其中 γ_i 为用户 i 的移动设备可用空间, y_m 为文件 m 的未缓存部分的比例;

[0121] 步骤2.6:选取列表 L_i^m 中人气指数与预缓存比例乘积 $d_i^m \widehat{x}_i^m$ 最大的用户-文件对,并从列表 L_i^m 中移除该文件对;

[0122] 步骤2.7:指定用户 i 缓存文件 m 的比例为 $x_i^m = \widehat{x}_i^m$;

[0123] 步骤2.8:更新用户 i 的移动设备可用空间为 $\gamma_i = \gamma_i - x_i^m s_m$;

[0124] 步骤2.9:判断用户 i 的移动设备可用空间是否为0;

[0125] 若是,则从列表 L_i^m 中移除所有包含用户 i 的用户-文件对;并执行下述步骤2.10;

[0126] 若否,则执行下述步骤2.10;

[0127] 步骤2.10:更新文件 m 的未缓存部分的比例为 $y_m = y_m - x_i^m$;

[0128] 步骤2.11:判断文件 m 的未缓存部分的比例变是否为0;

[0129] 若是,则从列表 L_i^m 中移除所有包含文件 m 的用户-文件对;并回转执行所述步骤2.4;

[0130] 若否,则回转执行所述步骤2.4。

[0131] 请见图3(b),本实施例中,假设有一个用户联盟 $\{1, 2, 3\}$,缓存分享文件 $\{a, b, c\}$,涉及到的参数如下所示:

[0132]

p_1^a	0.2	p_2^a	0.1	p_3^a	0.3
p_1^b	0.6	p_2^b	0.8	p_3^b	0.3
p_1^c	0.2	p_2^c	0.1	p_3^c	0.4
$R_{1,0}$	2	$R_{1,2} = R_{2,1}$	3	s_a	10
$R_{2,0}$	2	$R_{2,3} = R_{3,2}$	4	s	20
$R_{3,0}$	2	$R_{1,3} = R_{3,1}$	5	s	10
γ_1	3	γ_2	16	γ_3	10

[0133] 列表 L_i^m 为 (1, a), (1, b), (1, c), (2, a), (2, b), (2, c), (3, a), (3, b), (3, c), 根据公式所计算的人气指数如下所示:

[0134]

d_1	d_1^b	d_1^c	d_2^a	d_2^b	d_2^c	d_3^a	d_3^b	d_3^c
0.6667	5.3333	0.6667	-0.3333	6.3333	-0.3333	2.0000	4.0000	2.5000

[0135] 从列表 L_i^m 中移除 (2, a) 和 (2, c)。

[0136] 移除人气指数为负值的用户-文件对后, 列表 L_i^m 为 (1, a), (1, b), (1, c), (2, b), (3, a), (3, b), (3, c)。预缓存比例和人气指数与预缓存比例的乘积如下所示:

[0137]

\widetilde{x}_1^a	\widetilde{x}_1^b	\widetilde{x}_1^c	\widetilde{x}_2^b	\widetilde{x}_3^a	\widetilde{x}_3^b	\widetilde{x}_3^c
0.3	0.15	0.3	0.8	1	0.5	1
$d_1^a \widetilde{x}_1^a$	$d_1^b \widetilde{x}_1^b$	$d_1^c \widetilde{x}_1^c$	$d_2^b \widetilde{x}_2^b$	$d_3^a \widetilde{x}_3^a$	$d_3^b \widetilde{x}_3^b$	$d_3^c \widetilde{x}_3^c$
0.2000	0.8000	0.2000	5.0667	2.0000	2.0000	2.5000

[0138] 选择最大的用户-文件对 (2, b), 指定用户2缓存文件b的比例为0.5, 从列表中移除 (2, b), 用户2的可用空间变为0, 文件b的未缓存部分的比例变为0.2。更新预缓存比例和人气指数与预缓存比例的乘积如下所示:

[0139]

\widetilde{x}_1^a	\widetilde{x}_1^b	\widetilde{x}_1^c	\widetilde{x}_3^a	\widetilde{x}_3^b	\widetilde{x}_3^c
0.3	0.15	0.3	1	0.2	1
$d_1^a \widetilde{x}_1^a$	$d_1^b \widetilde{x}_1^b$	$d_1^c \widetilde{x}_1^c$	$d_3^a \widetilde{x}_3^a$	$d_3^b \widetilde{x}_3^b$	$d_3^c \widetilde{x}_3^c$
0.2000	0.8000	0.2000	2.0000	0.8000	2.5000

[0140] 选择最大的用户-文件对 (3, c), 指定用户3缓存文件c的比例为1, 从列表中移除 (3, c), 用户3的可用空间变为0, 从列表中移除 (3, a) 和 (3, b), 文件c的未缓存部分的比例变为0, 从列表中移除 (1, c)。更新预缓存比例和人气指数与预缓存比例的乘积如下所示:

[0141]

\widetilde{x}_1^a	\widetilde{x}_1^b
0.3	0.15
$d_1^a \widetilde{x}_1^a$	$d_1^b \widetilde{x}_1^b$
0.2000	0.8000

[0142] 选择最大的用户-文件对 (1, b), 指定用户1缓存文件b的比例为0.15, 从列表中移除 (1, b), 用户3的可用空间变为0, 从列表中移除 (1, c), 文件b的未缓存部分的比例变为0.05。列表为空。最终得到的最佳缓存策略是用户1缓存文件b比例为0.15, 用户2缓存文件b比例为0.8, 用户3缓存文件c的比例为1。

[0143] 其中文件分享策略的具体实现过程是: 当用户i需要文件m时, 首先查看本地移动设备中是否存储文件m的全部内容; 如果没有, 则通过本地连接获取同一联盟中的用户j移动设备中缓存的文件m, 用户j所分享的文件m的比例为其缓存的文件m的所有部分; 如果同一联盟中的用户移动设备中没有缓存全部的文件m, 用户i从基站下载文件m的剩余部分。

[0144] 本实施例中, 当用户3需要文件c时, 首先查看本地移动设备缓存, 由于3缓存了全部文件c, 可以直接使用。当用户3需要文件b时, 查看本地移动设备没有缓存文件b, 用户3从用户1和用户2分别获取0.15和0.8的文件b, 再从基站获取剩余的0.05的文件b。

[0145] 步骤3: 根据步骤2得到的文件缓存策略与文件分享策略, 用户从基站下载相应比例的文件到本地移动设备。

[0146] 本实施例在形成用户联盟格局后, 每个联盟指定一名联盟负责人, 由联盟负责人计算和监督执行最佳文件缓存和分享策略。可以选择位于用户联盟中间的用户, 或者具有较大移动设备存储空间的用户, 或者具有较快本地连接的用户作为联盟负责人。联盟负责人通过本地连接获取用户的文件偏好, 移动设备存储空间, 各用户之间本地连接速率, 各用户与基站之间传输速率等信息用于计算最佳文件缓存和分享策略。

[0147] 请见图3 (b), 本实施例的具体实施过程说明如下:

[0148] 用户1、2、3的存储空间分别为3、16、10, 如果选择具有较大移动设备存储空间的用户

户作为联盟负责人,则用户2为联盟负责人。用户1、2、3的平均本地连接速率分别为4、3.5、4.5,如果选择具有较快本地连接的用户作为联盟负责人,则选择用户3为联盟负责人。

[0149] 本实施例中,如果用户联盟由距离相近,文件偏好相似,移动设备相似的用户组成,即所有用户具有相同的对基站通信速率,本地连接速率,文件偏好和移动设备存储空间,则每个用户的文件缓存策略与文件分享策略相同。

[0150] 其中文件缓存策略A的实现过程是:首先计算所有文件m的人气指数为

$$q^m := \left[\frac{nR - (n-1)R_0}{R} p^m - 1 \right] s_m, \text{ 其中 } n \text{ 为联盟中的用户数量。所有人气指数为负值 } (q^m < 0) \text{ 的}$$

文件将不被缓存,即 $x_i^m = 0$ 。 $L^m = \{m_1, m_2, \dots\}$ 为人气指数为正值 ($q^m > 0$) 的文件列表,以 q^m 非递增排序。若联盟中用户的移动设备的总存储空间小于 L^m 中所有文件的大小的总和,则缓存 L^m 中的前 k 个文件, k 满足 $\sum_{i=1}^{k-1} s_{m_i}/n < \gamma, \sum_{i=1}^k s_{m_i}/n \geq \gamma$ 。前 $k-1$ 个文件被全部缓存,每个

用户缓存前 $k-1$ 个文件的 $1/n$, 即 $x^{m_i} = \frac{1}{n}, i = 1, \dots, k-1$, 第 k 个文件被部分缓存,每个用户

缓存的比例为 $x^{m_i} = \frac{\gamma - \sum_{j=1}^{k-1} s_{m_j}/n}{s_{m_i}}, i = k$ 。若联盟中用户的移动设备的总存储空间不小于 L^m

中所有文件的大小的总和,则缓存 L^m 中的所有文件,即 $x^{m_i} = \frac{1}{n}, \forall m_i \in L^m$ 。

[0151] 文件分享策略A的实现包括过程是:当用户 i 需要文件 m 时,首先查看本地移动设备中是否存储文件 m 的全部内容;如果没有,则通过本地连接获取同一联盟中的用户 j 移动设备中缓存的文件 m ,用户 j 所分享的文件 m 的比例为其缓存的文件 m 的所有部分;如果同一联盟中的用户移动设备中没有缓存全部的文件 m ,用户 i 从基站下载文件 m 的剩余部分。

[0152] 请见图3(c),实施例具体的实施过程说明如下:

[0153] 假设有一个用户联盟 $\{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$, 用户完全同质,缓存分享文件 $\{a, b, c, d\}$, 涉及到的参数如下所示:

[0154]

p^a	0.1	p^b	0.2	p^c	0.3	p^d	0.4
R	10	R_0	1	γ	20		
s_a	10	s_b	20	s_c	90	s_d	60

[0155] 根据公式所计算的人气指数如下所示:

[0156]

q^a	q^b	q^c	q^d
-13.5	3.0	58.5	72.0

[0157] 文件 a 将不被缓存,列表 L^m 为 $\{c, d, b\}$, 前2个文件将被缓存,每个用户缓存文件 c 的比例为 $1/6 = 0.1667$, 每个用户缓存文件 d 的比例为 $\frac{20-90/6}{60} = 0.0833$ 。

[0158] 当用户1需要文件 c 时,从用户2~6分别获取其缓存的文件 c ,不需要从基站下载文件。当用户1需要文件 d 时,从用户2~6分别获取其缓存的文件 d ,再从基站获取剩余的比例为0.5的文件 d 。当用户1需要文件 a 或 b ,需要直接从基站下载。

[0159] 本实施例中,如果用户联盟可以分为两个用户组,每组为 $n/2$ 个用户,同组内的用

户为彼此类似的同类用户,而不同组的用户为彼此各不相同的用户。组内传输速率(同组内任何两位用户之间传输文件的速率)较高,以 R_h 表示,且 $R_h > R_0$ 。组间传输速率(不同组内任何两位用户之间传输文件的速率)较低,以 R_l 表示。由于用户仍匀称分布,所以每个用户的缓存策略相同,计算方式如下。

[0160] 当组间关联性强时,即满足条件 $R_l > nR_hR_0 / (2R_h + (n-2)R_0)$,计算所有文件 m 人气值

定义为 $q_1^m := \left[\frac{2nR_hR_l - (n-2)R_0R_l - nR_0R_h}{2R_hR_l} p^m - 1 \right] s_m$ 。其文件缓存策略与文件缓存策略A原理相

同,文件分享策略与文件分享策略A原理相同;

[0161] 请见图3(d),实施例具体的实施过程说明如下:

[0162] 假设有一个用户联盟{1,2,3,4,5,6},分为两个用户组{1,2,3}和{4,5,6},缓存分享文件{a,b,c,d},涉及到的参数如下所示:

[0163]

p^a	0.1	p^b	0.2	p^c	0.3	p^d	0.4
R_h	10	R_l	5	R_0	1	γ	20
s_a	10	s_b	20	s_c	90	s_d	60

[0164] 可以计算条件 $R_l > nR_hR_0 / (2R_h + (n-2)R_0)$ 成立,根据公式所计算的人气指数如下所示:

[0165]

q^a	q^b	q^c	q^d
-14.4	1.2	50.4	64.8

[0166] 文件a将不被缓存,列表 L^m 为{d,c,b},前2个文件将被缓存,每个用户缓存文件d的比例为 $1/6 = 0.1667$,每个用户缓存文件c的比例为 $\frac{20-60/6}{90} = 0.1111$ 。

[0167] 当用户1需要文件d时,从用户2~6分别获取其缓存的文件d,不需要从基站下载文件。当用户1需要文件c时,从用户2~6分别获取其缓存的文件c,再从基站获取剩余的比例为0.3333的文件c。当用户1需要文件a或b,需要直接从基站下载。

[0168] 当组间关联性弱时,即满足条件 $R_l < nR_hR_0 / (2R_h + (n-2)R_0)$,计算所有文件 m 人气值

定义为 $q_2^m := \left[\frac{nR_h - (n-2)R_0}{2R_h} p^m - 1 \right] s_m$ 。其文件缓存策略与文件缓存策略A原理相同;文件分

享策略是当用户 i 需要文件 m 时,首先查看本地移动设备中是否存储文件 m 的全部内容;如果没有,则通过本地连接获取同一联盟中的用户 i 移动设备中缓存的文件 m ,如果用户 i 与用户 i 为同一组,则用户 i 所分享的文件 m 的比例为其缓存的文件 m 的所有部分,如果用户 i 与用户 i 为不同组,则用户 i 不与用户 i 分享所缓存的文件 m ;如果同一联盟中的用户移动设备中没有缓存全部的文件 m ,用户 i 从基站下载文件 m 的剩余部分。

[0169] 假设有一个用户联盟{1,2,3,4,5,6},分为两个用户组{1,2,3}和{4,5,6},缓存分享文件{a,b,c,d},涉及到的参数如下所示:

[0170]

p^a	0.1	p^b	0.2	p^c	0.3	p^d	0.4
R_h	10	R_l	2	R_0	1	γ	20
s_a	10	s_b	20	s_c	90	s_d	60

[0171] 根据公式所计算的人气指数如下所示：

[0172]

q^a	q^b	q^c	q^d
-17.1	-4.2	26.1	43.2

[0173] 文件a,b将不被缓存,列表 L^m 为{d,c},前2个文件将被缓存,每个用户缓存文件d的比例为 $1/6=0.1667$,每个用户缓存文件c的比例为 $\frac{20-60/6}{90} = 0.1111$ 。

[0174] 当用户1需要文件d时,从用户2、3分别获取其缓存的文件d,用户1不能从用户4~6获取文件d,用户1再从基站获取剩余的比例为0.5的文件c。当用户1需要文件c时,从用户2、3分别获取其缓存的文件c,用户1不能从用户4~6获取文件c,用户1再从基站获取剩余的比例为0.6667的文件c。当用户1需要文件a或b,需要直接从基站下载。

[0175] 本发明主要基于群智网络形成文件缓存分享的用户联盟,通过本地连接降低传输延迟。本方法根据合作博弈模型,设计了一种得到具有个体合理性、Dhp稳定性和合约稳定性的用户联盟格局的分布式算法。引入文件人气指数的概念,确定了使用户联盟总传输延迟最小化的最佳缓存策略。通过本发明获得的基于移动群智网络的本地缓存文件分享系统可以降低移动网络传输延迟。

[0176] 应当理解的是,本说明书未详细阐述的部分均属于现有技术。

[0177] 应当理解的是,上述针对较佳实施例的描述较为详细,并不能因此而认为是对本发明专利保护范围的限制,本领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不脱离本发明权利要求所保护的范围情况下,还可以做出替换或变形,均落入本发明的保护范围之内,本发明的请求保护范围应以所附权利要求为准。

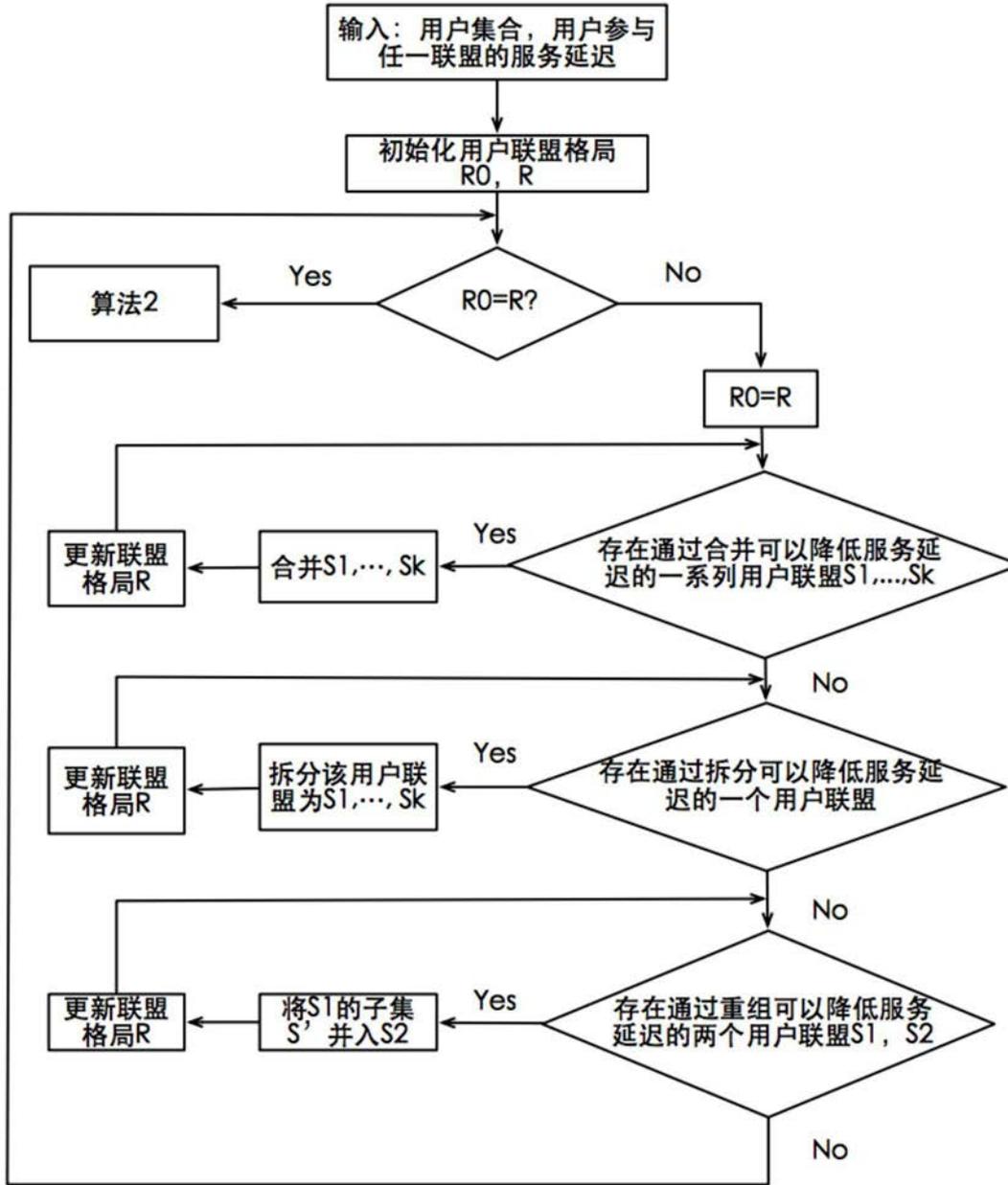


图1

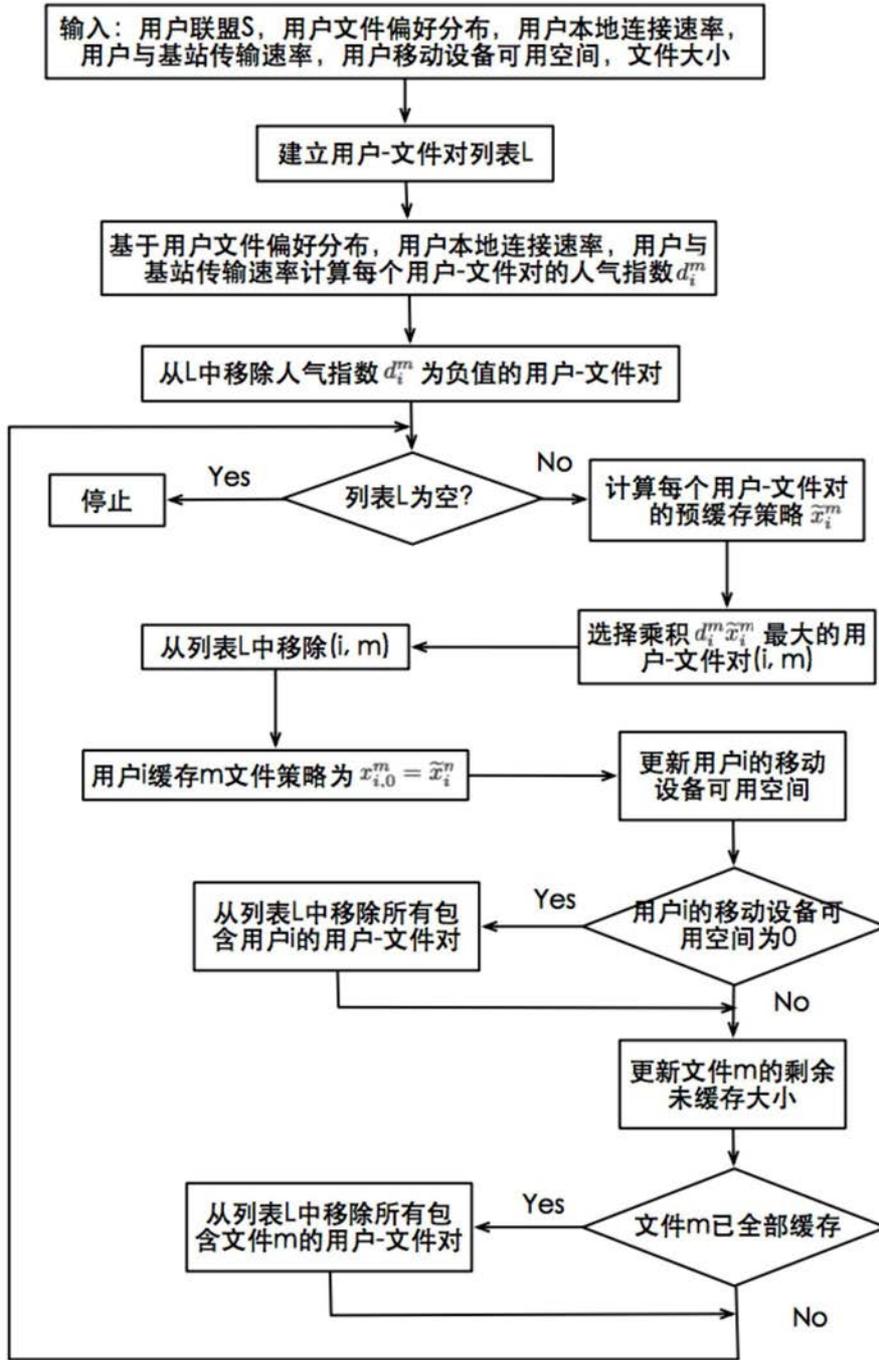
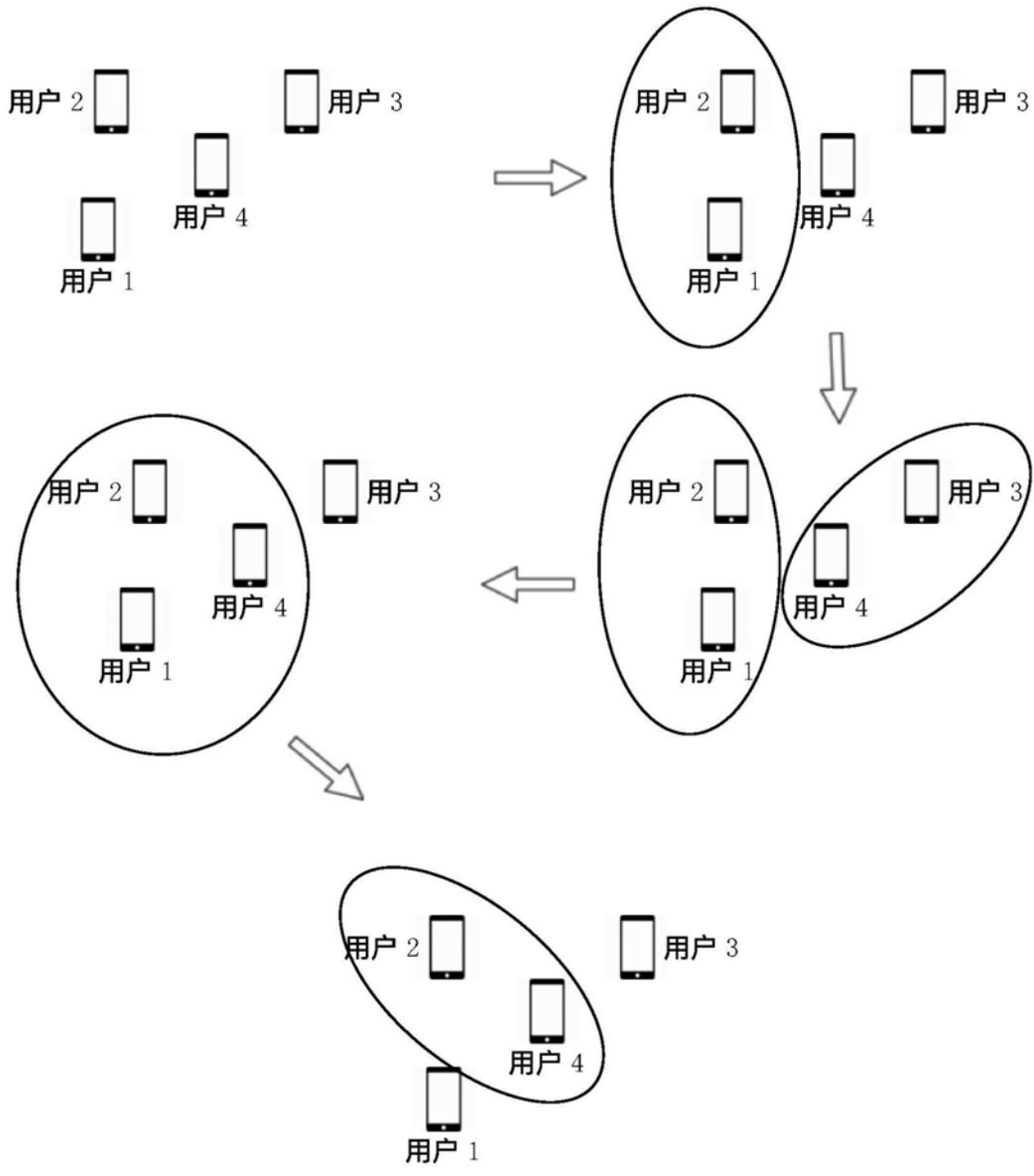
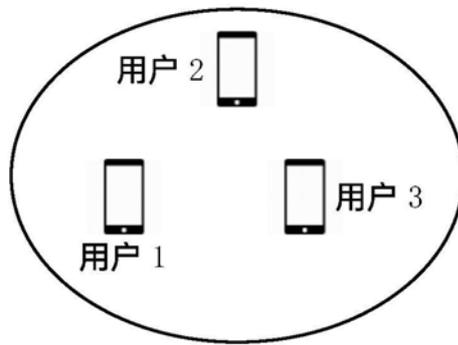


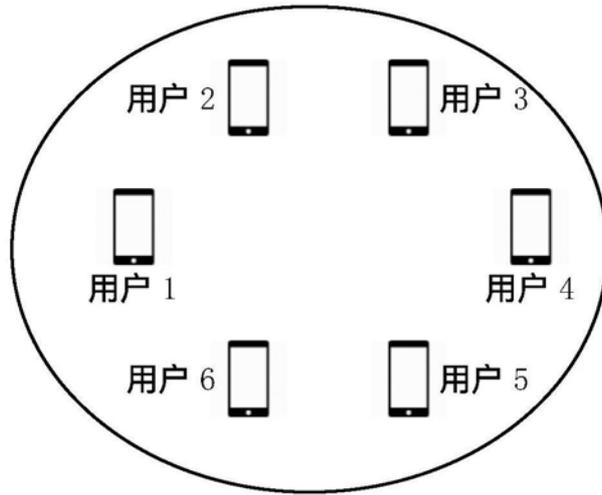
图2



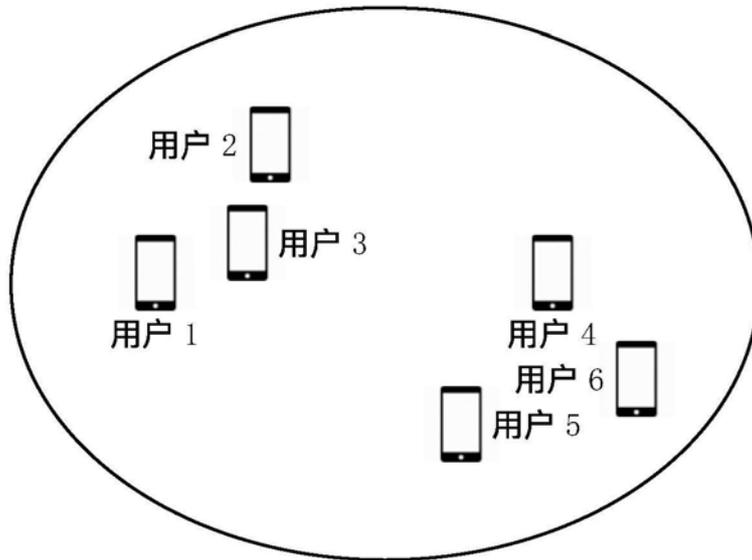
(a)



(b)



(c)



(d)

图3