



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106296239 A

(43) 申请公布日 2017. 01. 04

(21) 申请号 201510261130. 5

(22) 申请日 2015. 05. 21

(71) 申请人 北京大学

地址 100871 北京市海淀区颐和园路 5 号北京大学

(72) 发明人 胡智文 郑子杰 王韬 宋令阳

(51) Int. Cl.

G06Q 30/02(2012. 01)

H04W 28/14(2009. 01)

H04L 29/08(2006. 01)

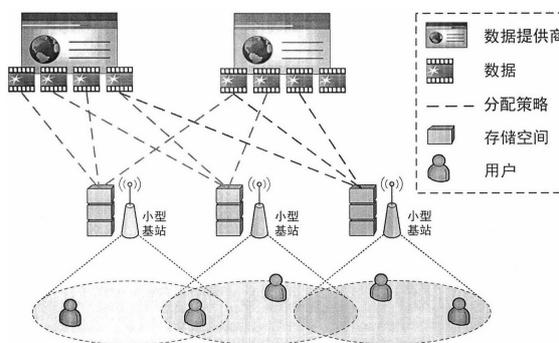
权利要求书1页 说明书2页 附图1页

(54) 发明名称

面向多个网络数据提供商的小型基站缓存拍卖策略

(57) 摘要

一种面向多个网络数据提供商的小型基站缓存拍卖策略。该策略描述了一种易于执行的拍卖机制,使得多个小型基站的缓存资源能够在多个网络数据提供商的竞争下被有效地分配。该策略提出,数据到基站的分配过程可以利用多次的多物品拍卖方式完成,拍卖次数取决于小型基站的存储容量,而拍卖的竞价基于对用户密度、数据访问概率和网络延迟的估计。其中每次拍卖将所有小型基站的一份存储空间视为拍卖的物品,将每份数据视为竞标者,每次拍卖结束后将为所有基站多分配一份不同数据进行缓存。拍卖的算法基于物品和竞标者的偏好图,通过重复地抬高不同物品的价格来改变偏好图的结构,直到偏好图中存在一个给出分配方式的完美匹配。



1. 一种面向多个网络数据提供商的小型基站缓存拍卖策略,用来把多个小型基站的缓存空间分配给多个网络数据提供商的不同数据作为缓存,其特征在于:考虑了小型基站覆盖范围之间的交叠和不同网络数据提供商之间的竞争,给出了一种基于多物品拍卖理论的多步解决方案。

2. 根据权利要求 1 所述的面向多个网络数据提供商的小型基站缓存拍卖策略,其特征在于所述的多物品拍卖过程将所有小型基站的每一份存储空间均视为拍卖的物品,而将每份数据均视为竞标者。

3. 根据权利要求 1 和 2 所述的面向多个网络数据提供商的小型基站缓存拍卖策略,其特征在于每次的多物品拍卖过程的算法如下:

1) 初始化:增加虚拟物品使得物品和竞价者数量相等,且保证在估值矩阵中对虚拟物品的估值均为零;各个物品的价格均被初始化为零;

2) 计算估值:根据当前分配结果计算将数据存储到小型基站的额外利益,构成估值矩阵;

3) 建立偏好图:将物品和竞价者分别视为一组节点,每个竞价者节点都需要在图中向能为其带来最大利润的物品节点连线;

4) 寻找最大匹配:不断寻找增广路径获得更大的匹配,直到不存在增广路径为止;

5) 判断最大匹配是否为完美匹配:若是完美匹配,则跳转至第 6) 步;若非完美匹配,则提升一个受限集内物品节点对应的物品价格,直到偏好图改变结构,跳转到第 2) 步;

6) 最大匹配即表示了分配结果,价格则代表成交价格,算法结束。

面向多个网络数据提供商的小型基站缓存拍卖策略

技术领域：

[0001] 本发明涉及无线网络资源分配中的一种缓存拍卖策略,用来把多个小型基站的缓存空间分配给多个网络数据提供商。

背景技术：

[0002] 无线网络中用户使用移动设备接入网络中请求下载数据的时候,信号需要经过接入网以及核心网才能到达互联网,而互联网上的数据则同样经过核心网和接入网才能发送给用户。由于链路较长且根据网络负载的不同,传输带来的延迟也不同,这样很难保证移动用户访问网络数据的体验。

[0003] 因为目前小型基站受到普及,且可以具有较强的性能,比较好的解决方案是把访问频率高的数据作为缓存而存储在小型基站中。这样如果某个用户想要访问的网络数据已经被缓存在附近的小型基站里,那么就能体验到相对较快的访问速度。然而小型基站的覆盖面积经常相互交叠,如何在优化缓存平均命中率的同时避免过度冗余,成为了阻碍找到最优解的最大因素。此外,多个网络数据提供商的存在导致了缓存资源的竞争,目前亟需一种策略使缓存资源有效地分配给这些网络数据提供商。

发明内容：

[0004] 目前已有的方案都只关注如何设计分配方案使大量的数据缓存于有限的存储空间中从而优化缓存平均命中率,却均没有考虑多个网络数据提供商的存在性,使得策略本身难以适用于真实场景。因此本发明着眼于如何制定一种策略,通过有效地利用不同的网络数据提供商之间的竞争,来优化缓存的平均命中率。

[0005] 考虑有多个网络数据提供商需要将各自的数据进行缓存,而网络中有若干小型基站,每个基站可以存储一定量的数据。根据无线网络运营商获得的统计数据而预测到的用户密度分布、数据流行度以及缓存带来的延迟减少量,网络数据提供商可以预估将某份数据缓存在某个基站中能为用户带来的收益。该发明提出,使用多次的多物品拍卖策略可以完成数据到基站的分配过程,其中每次拍卖都将为所有基站分配一份不同数据进行缓存,而拍卖过程中的竞价就基于上述的预估收益值。

[0006] 该发明不仅描述了一种易于执行的拍卖策略使得多个小型基站的缓存资源能够在多个网络数据提供商之间被有效地分配,还能一定程度上保证无线系统的小基站缓存平均命中率。

附图说明：

[0007] 图 1 是本发明的系统模型示意图,以三个小型基站和两个数据提供商作为例子。

具体实施方式：

[0008] 本发明提出的拍卖策略包含多次的多物品拍卖,次数取决于小型基站的存储容

量。每次多物品拍卖时,将所有小型基站的一份存储空间视为拍卖的物品,而将每份数据视为竞标者。每次多物品拍卖结束后,每个小型基站都将在上一次拍卖的基础上多分配到一份不同的数据进行缓存。当所有的小型基站的存储空间都分配结束后,整个拍卖过程也将结束。

[0009] 对于每次多物品拍卖,其为小型基站分配缓存数据的算法流程如下:

[0010] 1、初始化:由于每次多物品拍卖中,物品(存储空间)的数量小于竞价者(数据)的数量,因此需要增加虚拟的物品使得物品数量达到竞价者数量,且保证在估值矩阵中对虚拟物品的估值均为零,在拍卖结束后分配到虚拟物品的竞价者最终不会获得任何物品。此后,各个物品的价格均被初始化为零。

[0011] 2、计算估值:根据当前已完成的分配结果估值并计算将每份数据存储到某个基站中能获得的额外利益,构成一个估值矩阵。其中为了计算估值,需要用户密度分布、数据流行度以及缓存带来的延迟减少量这三个数据。某份数据存储到某基站的估值=存储到该基站而为该视频增加的额外覆盖区域面积×此区域下用户平均密度×该份数据的流行度(被访问概率)×进行缓存而带来的延迟减少量。

[0012] 3、建立偏好图:将物品视为一组节点,将竞价者视为另一组节点,根据每个物品为每个竞价者带来的利润(利润=估值-价格),每个竞价者节点都需要在图中向能为其带来最大利润的物品节点(一个或几个)连线,此二部图即为所要的偏好图。

[0013] 4、寻找最大匹配:从在给定的偏好图中的某个未匹配物品节点开始,使用广度优先搜索(BFS)寻找增广路径,通过将找到的增广路径中的匹配边变为非匹配边以及非匹配边变为匹配边,可以获得一个更大的匹配。重复寻找增广路径直到不存在增广路径为止。

[0014] 5、判断最大匹配是否为完美匹配,即每个节点都被匹配到另一节点:1)若是完美匹配,则跳转到第6步。2)若不是完美匹配,则在最近一次的广度优先搜索中被遍历的节点构成一个受限集。提升该集合内物品节点对应的物品价格,直到竞标者改变自己在偏好图中的连线为止。若发现所有物品价格最小值非零,则统一在所有物品的价格上减去该值。跳转到第2步重新估值并建立偏好图,直到找到完美匹配。

[0015] 6、此刻的最大匹配即表示了分配结果,价格则代表成交价格,算法结束。

[0016] 该算法收敛性的证明:定义算法在运行到某时刻时第 m 个物品的价格为 P_o^m ,并且定义此刻第 n 个竞标者面对其偏好的物品的潜在利润为 P_b^n 。对所有的 P_o^m 和 P_b^n 求和即为潜在社会总福利,但若完美匹配在此刻不存在,则该福利值会因为过高而无法获得。在每次为所有物品价格减去最小非零值的时候,每个 P_o^m 减少而 P_b^n 增加该非零值,由于物品数量与竞标者数量相同因此社会总福利不变。在每次为受限集中的物品增加价格时,每个受限集中的点的 P_o^m 增加而 P_b^n 减少同一值,然而由于受限集中的物品节点数量比竞标者数量多,导致社会总福利下降。最终具有完美匹配的偏好图中的社会总福利一定是一个不大于初始社会总福利值的非负值,因此只要当物品的估值表示为有限位小数时,可以通过有限次数的迭代将初始社会总福利降低到最终的社会总福利值,即算法可以收敛。

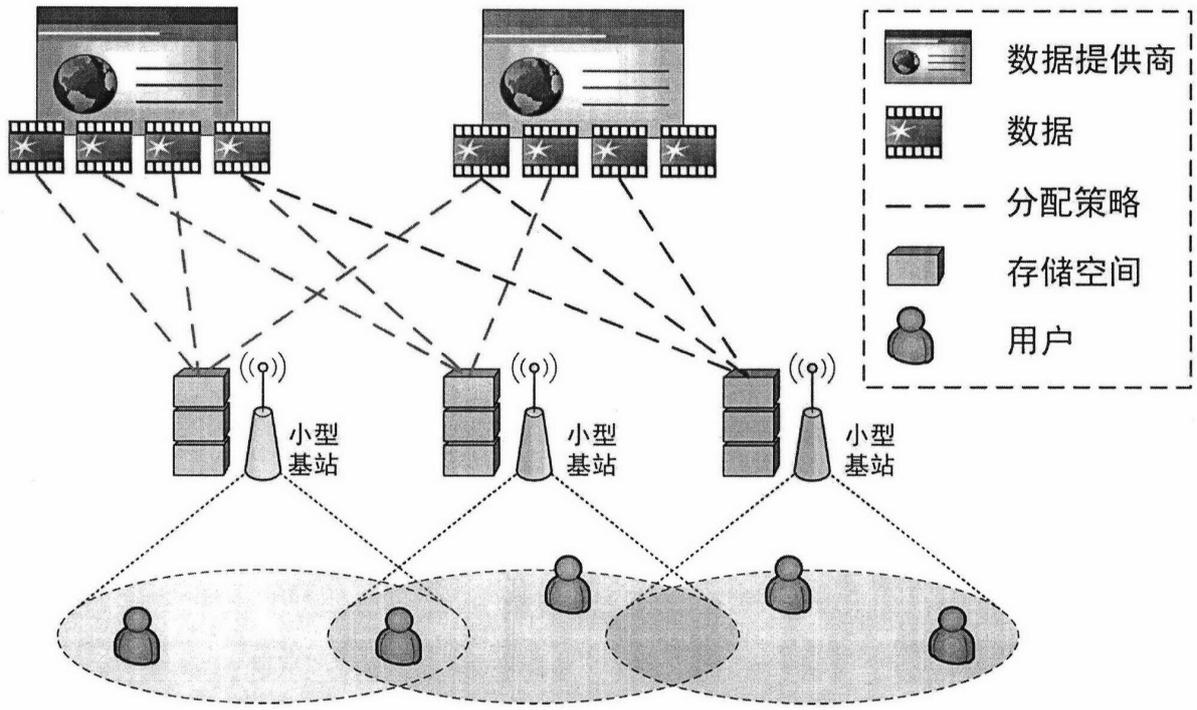


图 1