

移动数据库的多信道广播策略研究

李庆文

(郴州职业技术学院, 湖南 郴州 423000)

摘要: 为提高数据广播的性能, 在服务器端采用了近似最优的多信道广播数据调度策略 TOSA (Two-level Optimization Scheduling Algorithm), 同时在移动客户端提出了高效的错位索引策略, 从服务器端和客户端同时提高数据广播性能。最后通过仿真试验及推理, 从访问时间等方面证明了该模式的高效性。

关键词: 移动计算; 多信道; 索引; 访问时间

中图分类号: TP311.13

文献标识码: A

文章编号: 1673-9833(2009)01-0046-04

Research on Multi-Channel Broadcast Strategy in Mobile Database

Li Qingwen

(Chenzhou Vocational Technical College, Chenzhou Hunan 423000, China)

Abstract: In order to improve performance of data broadcasting, adopted near-optimal multi-channel data broadcasting (TOSA) in server is adopted. Meanwhile, it proposed stagger indexing scheme in mobile client as well as improved the data broadcasting performance from both the server and the mobile client. Finally, the results of simulation reveal that this model improved the broadcast capability efficiently in many aspects such as access time, and so on.

Key words: mobile computing; multi-channel; index; access time

0 引言

随着移动计算硬件和软件的迅速发展, 越来越多的人使用移动设备, 如手提电脑、手机、PDA等, 通过移动网络来访问及存储各种数据。由于无线网络的带宽有限且具有非对称性(下行带宽远大于上行带宽), 所以数据广播技术是针对移动环境中无线网络特点的一种有效数据访问方式, 它以较小的代价来支持大量移动设备并行访问数据库, 并且具有很好的可扩展性。

在以往的研究中, 为提高客户端的数据访问性能, 研究者们提出多信道数据广播模式及其在多信道模式下的数据调度策略^[1-4], 但很少有文献提出在多信道模式下的数据索引策略。仅仅有高效的数据调度并不能有效地提高广播性能, 同时还应该有高效的数据索引策略, 以使移动客户端能快速准确地访问到所需

数据项。

本文在多信道广播模式的基础上, 在服务器端采用了文献[5]中近似最优的多信道广播数据调度策略 TOSA, 以减少访问时间。在移动客户端, 本文提出了高效的错位数据索引策略, 使得移动客户机在不增加调谐时间及额外开销的基础上, 能快速准确地访问到所需数据项。同时从服务器端和移动客户端提高移动环境下的广播性能。

1 数据项调度策略

在多信道数据广播系统中, 评价多信道数据广播优劣的主要标准是多信道平均访问时间 (multi-channel average access delay, 简称 MCAAD), 即

$$MCAAD = \sum_{i=1}^k \sum_{d_i \in C_i} w_i p_i$$

收稿日期: 2008-12-03

作者简介: 李庆文(1966-), 男, 湖南郴州人, 郴州职业技术学院讲师, 主要研究方向为移动数据库技术,

E-mail: mobile_compute@163.com

为了尽量减少移动客户端的等待时间,近年来有很多关于多信道无线广播的数据调度算法,但很少能够确保达到理论最优或近似最优。由于此最优化问题是 NP 问题,在本文中采用近似最优的多信道广播数据调度策略 TOSA 近似以达到最优。根据文献[5]中的研究工作,本文不加证明地采用了 log-time 算法以及近似最优的多信道广播数据调度策略 TOSA。

为了便于分析,本文定义了如表 1 所示的调度策略参数表。

表 1 调度策略参数表

Tab. 1 Parameters scheme of scheduling strategy

参数	含义
K	可使用的信道数量
C_i	第 i 个信道, $(0 < i \leq k)$
B_i	第 i 个信道的带宽, $(0 < i \leq k)$
N	整个数据广播中数据项的数量
d_i	第 i 个数据项, $(0 < i \leq N)$
l_i	第 i 个数据项的长度, $(0 < i \leq N)$
N_i	分配到信道 C_i 的数据项的数量
p_i	数据项 d_i 的访问概率
w_i	获取数据项 d_i 的访问时间
s_i	数据项 d_i 的距离 (2 个连续广播周期中, 数据项 d_i 的间隔)
A_i	信道 C_i 中所有数据项 d_j 的 $\sqrt{p_j \cdot l_j}$ 的总和

1.1 Log-time 算法

Log-time 算法是由 Hameed 和 Vaidya 提出的,对单信道多数数据项的有效调度算法。Log-time 算法主要关注平均访问时间 AED (Average Expected Delay),如果在单信道中,每个数据项 d_i 的实例是等距的,且距离

$$S_i = \left(\sum_{j=1}^i \sqrt{p_j \cdot l_j} \right) \sqrt{\frac{l_i}{p_i}}$$

则此时的 AED 是最小的。

1.2 两层调度策略

TOSA 调度策略分为以下几步:

1) 根据数据项的访问概率、数据项长度以及信道的带宽,将 N 个数据项分配到 K 个信道中。

算法结构:

输入: N 个数据项的访问概率及各个信道的带宽;

输出: 将 N 个数据项分配到 K 个信道的初始分区结果。

Procedure:

1: sort items so that $\forall i \leq j, \sqrt{p_i \cdot l_i} \geq \sqrt{p_j \cdot l_j}$;

2: sort Channels so that $\forall i \leq j, B_i \geq B_j$;

3: let $B = \sum_{i=1}^k \sqrt{B_i} / \sqrt{B_i}$; $T_i = \text{sqrt} B / B_i$;

4: for $(i=1; i \leq N; i^+=2B)$ do

5: for $(j=1, c_j=0, j \leq K, j^{++}, c_j^+=T_j)$ do

6: allocate items $d_l (l \in [i+c_j, \text{MIN}(i+c_j+T_j, N)])$ to Channel C_j

7: if $(i+c_j+T_j) \geq N$ then

8: return;

9: end if

10: end for

11: for $(j=K, c_j=B; j^-; c_j^+=T_j)$ do

12: allocate items $d_l (l \in [i+c_j, \text{MIN}(i+c_j+T_j, N)])$ to

Channel C_j

13: if $(i+c_j+T_j) \geq N$ then

14: return;

15: end if

16: end for

17: end for

2) 对上一步数据分配进一步调整。

算法结构:

输入: N 个数据项的初始分区;

输出: 对初始分区的优化;

Procedure:

1: while true do

2: find two channels C_j and C_m such that

$$\frac{A_i}{\sqrt{B_j}} \geq \frac{A_i}{\sqrt{B_i}} \geq \frac{A_m}{\sqrt{B_m}}; i, j, m \in [1, K];$$

3: find d_{\min} from C_j such that $\sqrt{p_{\min} \cdot l_{\min}} \leq \sqrt{p_i \cdot l_i} \forall d_o \in C_j$;

4: if $\frac{A_i^2}{B_i} | \frac{A_m^2}{B_m} > \frac{(A_j \sqrt{p_{\min} \cdot l_{\min}})^2}{B_j} | \frac{(A_m - \sqrt{p_{\min} \cdot l_{\min}})^2}{B_m}$ then

5: move item d_{\min} from channel C_j to channel C_m ;

6: else

7: return;

8: end if

9: end while

3) 根据 log-time 算法对每一个信道内的广播数据进行优化调整。

在前 2 步中,将各个数据项分配到不同的信道中,属于高层数据调度,而最后一步是在各个信道内部对数据项进行调整,属于底层数据调度。

在两层调度策略 (TOSA) 中提出了 2 个假设:

1) 假设在整个广播过程中,数据项 d_i 的访问概率 p_i 是可知的,同时也是固定不变的。

2) 假设每一个客户端请求只需一个数据项。

TOSA 算法是近似最优的数据调度策略。

1.3 TOSA 运行实例

一个基于表 2 的 8 个数据项在 2 个信道中广播的 TOSA 实例如表 3 所示。

表 2 访问概率

Tab. 2 Access probability

d_i	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	d_8
p_i	0.5	0.2	0.1	0.1	0.07	0.01	0.01	0.01

表3 TOSA 运行实例
Tab.3 Running example of TOSA

initialization				Permutation				log-time algorithm
first iteration	Search	evaluation	action	second iteration	Search	evaluation	action	
$C_1:$ d_1, d_4, d_5, d_8	$C_1:$ d_1, d_4, d_5, d_8	$\frac{A_1^2}{B} - \frac{A_2^2}{B_2} >$ $\frac{A_1^2}{B_1} >$ $\frac{A_2^2}{B_2}$	move item d_8 from C_1 to C_2	$C_1:$ d_1, d_4, d_5	$\frac{A_1^2}{B_1} >$ $\frac{A_2^2}{B_2}$	$\frac{A_1^2}{B} - \frac{A_2^2}{B_2} >$ $\frac{A_1^2}{B_1} >$ $\frac{A_2^2}{B_2}$	permutation Step is	to schedule item in each channel $S_i = d_j \in C_i \sqrt{P_i}$ $\sqrt{P_i}$
$C_2:$ d_2, d_3, d_6, d_7	$C_2:$ d_2, d_3, d_6, d_7	$d_{\min} = d_8$ $\frac{(A_1 - \sqrt{d_8})^2}{B_2}$	Continue Permutation step	$C_2:$ d_2, d_3, d_6, d_7	$d_{\min} = d_5$ $\frac{(A_1 - \sqrt{d_5})^2}{B_2}$	$\frac{(A_1 - \sqrt{d_5})^2}{B_2}$	stopped	$i \in [1, k]$ $MCAAD = 1.475$

2 数据项索引策略

在移动环境中，服务器端采用高效数据调度策略的同时，还应采用高效的数据索引策略，以使移动客户端能有效地访问到所需的数据项。这样才能大幅地减少移动客户端的访问时间及电能消耗。本文提出了错位索引技术，并将索引项同数据项一起在信道中进行广播。

2.1 错位索引技术

在以前的研究中，研究者很少考虑到多信道并行广播的数据索引策略。没有好的数据索引策略，将给移动客户端的数据预取带来很大的困难。在本文提出的错位索引技术中，索引结构如图1所示。索引项在每个广播周期的最开始进行广播。每个索引项中包含了指向下一个索引的指针（下个广播周期的开始），以及该广播周期中所有数据项的指针。

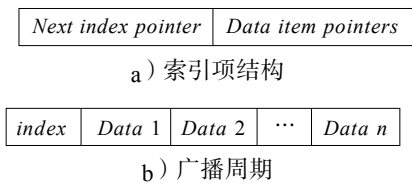


图1 索引结构
Fig.1 Index structure

在多信道广播模式中，由于不同信道中的数据项，在同一时间不同信道中进行广播，所以被同时广播的多个数据项之间不能有访问冲突，也即是必须被访问的多个数据项不能被同时广播。假设移动客户端并不预先知道自己所访问的数据项在哪一个信道中，每次访问均从第一个信道开始。鉴于以上特点，每个信道中的索引项不能被同时广播，本文错位广播所有信道中的索引项，也即本文提出的错位索引策略。

错位索引策略的基本思想是：从每个信道中拿出一个广播周期，每个广播周期中的索引项最先广播，第*i*个信道中的索引在第*j*时间广播，则第*i*+1个信道的索引在第*j*+1时间广播。

基于表2中TOSA调度策略的错位索引策略如图2

所示，其中*I*为索引项，*d_i*为数据项。

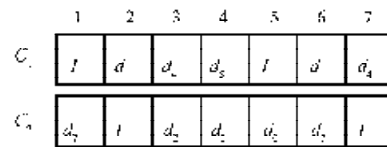


图2 错位索引策略
Fig.2 Stagger indexing scheme

2.2 获取数据项

移动客户端首先访问第一个信道中的数据，在访问时将会出现2种情况：a)当前访问到的是索引项；b)当前访问到的不是索引项而是数据项。根据这2种情况，移动客户端从广播中访问数据分为以下几步：

- 1 Tune to the current data in the first channel.
- 2 **If**(current data = Data item)
then sleep for the index item.
- 3 **If**(current data = Index item)
then lookup the required data
- 3.1 **if**(required data $\neg \exists$) //required data did not exist in this index item.
then tune to the current data in the next channel
- 3.1.1 **go to** step 2
- 3.2 **if**(required data \exists)//required data existed in this index item.
then download the required data.
- 4 exit

3 性能分析

在服务器端的数据调度策略中，假设数据项访问概率服从Zipf分布，描述为：

$$P_i = \frac{(1/i)^\theta}{\sum_{i=1}^k (1/i)^\theta}$$

其中 θ 为斜率 (Skewness)。

经过大量仿真试验表明，TOSA是近似最优调度策略。在相同长度的数据项长度及信道带宽情况下（仿真参

数如表4所示),将TOSA算法与常用的GREEDY算法进行比较,结果如图3所示。

表4 仿真参数

Tab. 4 Simulation parameters

参数	广播数据项的个数	信道数	数据项的长度
含义	10 000	2 ~ 5	512 Bytes

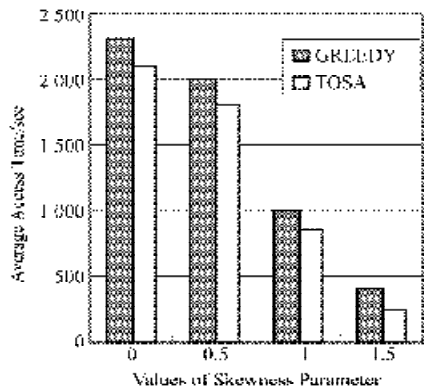


图3 平均访问时间比较

Fig. 3 Comparison of average access time

从图3中可看出,在同等条件下,随着数据项访问倾斜率的不断增加,TOSA越能显示其优越性。同时TOSA还考虑到了数据项长度的变化,更进一步地适应了将来不断变化的需要。

在多信道广播模式下,因广播周期的长度明显减少了,所以移动客户端的访问时间显然要小于单信道广播环境。采用错位索引策略,能有效地提高客户端的访问效率,从而使移动客户端准确地访问到所需数据。

综合TOSA数据调度策略以及错位索引策略,在实际应用中,能有效地提高整个移动环境下的广播性能。

4 结语

本文从移动环境中的服务器端和移动客户端,同时考虑了提高数据广播的性能。在服务器端,本文采用了TOSA数据调度策略;在移动客户端,本文提出了错位索引技术,均有效地提高了广播性能。

在今后的研究中,将对移动客户端如何同时请求多个数据项、如何提高广播数据的安全性等问题,做进一步探讨。

参考文献:

- [1] Peng W C, Chen M S. Efficient Channel Allocation Tree Generation for Data Broadcasting in Mobile Computing Environment[J]. *Wireless Networks*, 2003, 9(2): 117-129.
- [2] Munoz-Avila A, Hurson A R. Energy-Aware Retrieval from Indexed Broadcast Parallel Channels[C]//Advanced Simulation Technology Conference. New York: ACM Press, 2003: 3-8.
- [3] Leong H V, Si A. Data Broadcasting Strategies Over Multiple Unreliable Wireless Channels[C]//International Conference on Information and Knowledge Management. Maryland: ACM Press, 1995: 96-104.
- [4] Wai Gen Yee, Shamkant B, Navathe. Efficient Data Access to Multi-Channel Broadcast Programs[C]// Conference on Information and Knowledge Management. New Orleans: ACM Press, 2003: 153-160.
- [5] Zheng Baihua, Wu Xia, Jin Xing, et al. TOSA: A near-Optimal Scheduling Algorithm for Multi-Channel Data Broadcast[C]// International Conference On Mobile Data Management. Cyprus: ACM Press, 2005: 29-37.

(责任编辑:廖友媛)