

文章编号:1671-6833(2010)04-0065-04

基于云计算的数据库查询调度算法

左利云, 吴良海

(茂名学院 实验教学部, 广东 茂名 525000)

摘要: 提出了一种相对比较适合云计算数据库的查询调度算法——CCRP算法;该算法基于云计算数据库中数据存储的特点,在查询调度时先对数据应用连续读取特性,解决了其它算法在云计算中有部分系统资源闲置的问题,提高了查询效率.仿真实验证实 CCRP 算法在系统利用率和系统性能的表现均优于其他算法.

关键词: 云计算;云计算数据库;连续读取特性;系统利用率

中图分类号: TP392 **文献标识码:** A

0 引言

随着并行计算、分布式计算和网格计算的发展,一种新型的计算方式——云计算逐渐在网络计算领域提出并被一些公司付诸实践,成为 IT 业内讨论的焦点.目前 Sun、IBM、微软、Google、Amazon 等信息业巨头都已经参与到云计算研究和开发中,如 Sun 公司的“黑盒子”计划;IBM 的“蓝云”计划.同时学术界也纷纷对云计算进行深层次的研究.例如谷歌同华盛顿大学以及清华大学合作,启动云计算学术合作计划,推动云计算的普及,加紧对云计算的研究.已发表的研究有探讨云计算理论及其关键技术^[1-2]、云数据库研究^[3]等,笔者在探讨云计算数据库的基础上提出一种云数据库查询调度算法.

1 基于云计算的云计算数据库

1.1 云计算

云计算基本原理是透过网络将庞大的存储和计算处理程序分布到大量分布式计算机中,并提供相应的应用程序服务,使得企业能将资源切换到需要的应用上,根据需求访问计算机和存储系统.云计算的应用环境如图 1 所示.

1.2 云计算数据库系统

云计算数据库是云计算的一种应用:是一个面向云计算的数据库资源管理平台,旨在为现有

大量位于 Internet 后台的数据库资源共享提供一个云计算接入环境,为云计算应用提供基础结构级的数据库资源访问、发现、整合等一系列问题的通用解决方案.重点研究如何基于现有数据库管理系统,将数据库作为基本的数据管理单元并入云计算环境,使其能够被云计算应用,有序地访问和协同调用,即建立数据库资源在云计算的共享规则.其发展将集中在超大规模的数据存储、加密和安全性保证、查询调度以及继续提高 I/O 速率等方面.云计算系统对大数据集进行处理、分析向用户提供高效的服务,对海量的数据存储、读取后进行大量的分析,数据的读操作频率远大于数据的更新频率.



图1 云计算的应用环境

Fig. 1 Cloud computing environments

2 基于云计算模型的查询调度算法

由于云计算的特点是对海量的数据存储、读取后进行大量的分析,而且云计算采用列存储的

收稿日期:2010-04-01;修订日期:2010-05-18

基金项目:广东省科技计划资助项目(2007B010400042)、广东省自然科学基金资助项目(06029274)、茂名市科技计划项目(20091009)和茂名学院基金资助项目(203492)

作者简介:左利云(1980-),女,河南周口人,讲师,硕士,主要研究方向为云计算、数据库应用.

方式管理数据,因此对于云计算数据库的查询调度,需要有新型的读取方法和查询调度算法方可实现。通过研究发现,可以将连续读取特性应用于云计算数据库系统的查询调度中,即对数据库中要查询的数据可以重组出某些连续关系使之具有连续读取特性,再利用此连续特性将数据连续存放于存储器中,此存放方式可以提高云数据的随机读取速率,节约查询的执行时间^[4],对系统性能的提高有很大帮助。

2.1 连续读取特性

连续读取特性是将云计算中数据重新整理后,把与一个查询相关的记录,存放在线性存储器里的连续区域中,以减少查询时对数据的读取时间;也可将数据重组后使其具有连续读取特性,再依次存于存储器中,以加速数据的并行存取。现举例具体说明。

假设云计算数据库中的一个数据表有六条记录(R_1, \dots, R_6),而有三个查询(Q_1, Q_2, Q_3)对此数据表中记录进行读取,查询读取需求如图2。

	Q_1	Q_2	Q_3
P_1	$R_1: 1$	0	0
	$R_2: 0$	1	1
	$R_3: 1$	0	0
P_2	$R_4: 0$	1	1
	$R_5: 1$	1	0
	$R_6: 0$	0	1

图2 查询读取需求

Fig. 2 Retrieval needs of query

图2表示查询 Q_1 需读取记录 R_1, R_3 与 R_5 , 查询 Q_2 需读取记录 R_2, R_4 与 R_5 , Q_3 依此类推。如果数据是以I/O区块如页(Pages)存于存储器中,又假设每一页只能放置三项记录,则所有数据共需放置于两页之中,假设 R_1, R_2 与 R_3 置于 P_1 , R_4, R_5 与 R_6 置于 P_2 。则处理 Q_1, Q_2 与 Q_3 需要两次的I/O,平均查询所需I/O次数为2。但如果重组每一页里的记录安排,使每个查询所需数据刚好都能连续排列在一起,假设 R_1, R_3 与 R_5 被分配到 P_1 中,而 R_2, R_4 与 R_6 分配于 P_2 中,如图3具有连续读取特性的数据安排,则称此种数据安排即具有连续读取特性。

	Q_1	Q_2	Q_3
P_1	$R_1: 1$	0	0
	$R_2: 1$	0	0
	$R_3: 1$	1	0
P_2	$R_4: 0$	1	1
	$R_5: 0$	1	1
	$R_6: 0$	0	1

图3 应用连续读取特性的数据排列

Fig. 3 Data array by consecutive retrieval property

图3符合连续读取特性的数据分配,处理 Q_1 与 Q_3 只需一次的I/O,而 Q_2 虽然仍然需要两次I/O,但总平均I/O需求则为1.33次,效率高于无连续读取特性的数据分配。

此连续读取特性对于传统数据库如多处理器系统的数据库同样适合,只是基于云计算数据库的特点应用此特性更显其优势。

2.2 云计算数据库查询调度算法

根据云计算数据库特点,研究发现可以应用云计算数据库查询调度的算法有批处理调度算法^[5]和基于计划的调度算法^[6]。

批处理调度考虑内存与I/O的有效运用,相关查询尽量以批次一起执行,可节约不必要的I/O。但未考虑最大平行度与平衡负载,故选取的查询可能局限于部分节点执行而闲置部分资源且节点有不平衡负载。

基于计划的调度是将现有空闲节点计划查询调度,安排到足够节点的查询即可执行。若多个查询同时拥有所需节点,则它们可同时执行。它发展出Largest-Fit-First(简称LFF)和First-Fit-First(简称FFF)两种算法。LFF将待执行查询按所需节点数排序,将使用较多节点的查询优先处理。而FFF算法将先进入系统的查询优先处理。

研究证实对于海量数据的云计算数据库有计划地安排查询调度是必要且可行的。而基于计划的调度同批处理调度都会闲置系统资源。这对于拥有海量数据的云计算数据库是很致命的,为此现结合基于计划调度算法的优点提出一种应用连续读取特性的查询调度算法——CCRP算法。

2.3 CCRP算法描述

设一个云计算数据库系统中有7个待执行的查询及其所需处理节点如表1所示。如查询 Q_1 须使用处理节点 PN_1, PN_2 与 PN_6 ; Q_2 必须使用处理节点 PN_1 与 PN_4 。

在保持查询对节点需求下,重组表1中行与列,使重组后具连续读取特性的排列方式,并与LFF结合提出两种重组算法:节点需求最小查询优先(CCRPSF),及处理节点需求最大的查询优先(CCRPLF)。CCRPSF重组后如表2。将查询按其所需第一个节点出现的列分层级; Q_4 与 Q_6 同属第1层; Q_1 与 Q_7 所需第一个节点均在第三列,故 Q_1 与 Q_7 同属第3层;以此类推。将查询依处理节点需求数递增排序。CCRPLF与其相反,将属同一层级的查询按所需处理节点数目递减排序。结

合以上分析,CCRP 算法执行过程如图 4 所示.

表 1 对处理节点的需求

Tab.1 The demand for processing nodes

	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆	Q ₇
PN ₁	1	1					1
PN ₂	1				1	1	1
PN ₃				1		1	
PN ₄		1			1		1
PN ₅			1		1		1
PN ₆	1					1	1
PN ₇			1		1		
PN ₈				1		1	

表 2 CCRPSF 所需节点

Tab.2 The demand for processing nodes in CCRPSF

层级	1		2		5	6	7
	Q ₄	Q ₆	Q ₁	Q ₇	Q ₂	Q ₅	Q ₃
PN ₃	1	1					
PN ₈	1	1					
PN ₆		1	1	1			
PN ₂		1	1	1			
PN ₁			1	1	1		
PN ₄				1	1	1	
PN ₅				1		1	1
PN ₇						1	1

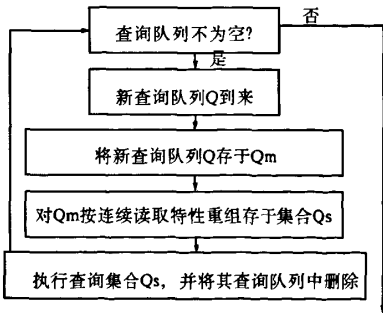


图 4 CCRP 算法执行过程

Fig.4 CCRP algorithm implementation

3 云计算数据库查询调度算法仿真实验

3.1 CCRP 调度算法的实验模型

实验模型如图 5. 首先由查询产生器利用随机数产生查询及其所需处理节点,接着将所产生的查询送进查询队列. 为避免查询队列中有过多的查询,使得决定调度过于耗时,在查询队列的前面设计了一个调度窗口,只有进入调度窗口范围内的查询才考虑进入下一批次的调度. 最后调度器运用各种调度算法,从调度窗口中寻找可共同

执行的查询组合,将所选查询送入服务单元执行.

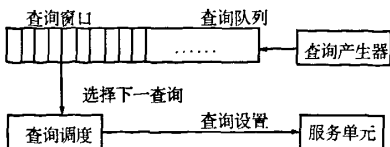


图 5 实验模型

Fig.5 The model of Experimental

实验所用各项参数如表 3,其中处理节点数与调度窗口的大小是主要变动参数.

表 3 各项参数值

Tab.3 The parameter values

参数	数值
处理节点数/N	8,16,32,64,128
查询个数	10,000 多个
查询所用节点	1 ~ N, 平均 N/3 个
调度窗口大小	可变的,16 ~ 128

实验运用系统利用率 U (系统中处理节点的平均使用率)、系统性能 T (系统平均单位时间处理查询的数量) 两个指标来评估各调度算法的性能. 其计算公式如下:

$$U = \frac{\sum_{i=1}^N U_i}{N} \quad (1)$$

$$T = \frac{TQ}{TT} \quad (2)$$

式中: U_i 为每处理节点的利用率; N 为处理节点总数; TQ 为处理完的查询总数; TT 为查询执行总时间. 实验实现了 CCRPSF, CCRPLF, FFF, LFF 四种算法进行比较.

3.2 参数变化的影响

实验中分别变化处理节点数、调度窗口大小及二者同步变化,观察对云计算数据库查询调度的影响.

首先固定调度窗口大小为 32,即每次调度必须是查询队列前 32 个的查询,才安排执行. 节点数分别为 16,32,64 及 128,结果如图 6,CCRPLF 具有最佳的系统利用率,而系统表现效率最差的是 FFF.

为了解调度窗口大小对系统效率的影响,将处理节点数目固定为 32,而变化调度窗口大小,结果如图 7. 算法系统利用率均随窗口大小的增大上升. 因随窗口大小的增加,调度有了更多的查询选择空间,可找到更佳的查询组合. 其中 CCR-

PLF 效率最高, 高达 99% 以上, 即在多数情况下可以使用到所有的处理节点, 很少有闲置的处理节点。

二者同步变化时情况与上类似, 而三种情况的系统性能与系统利用率表现极为相似, 因其受到了相同因素的影响, 不再赘述。

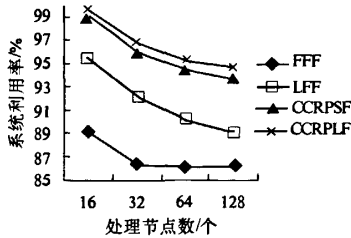


图 6 处理节点数对系统利用率影响

Fig. 6 The number of processing nodes vs. U

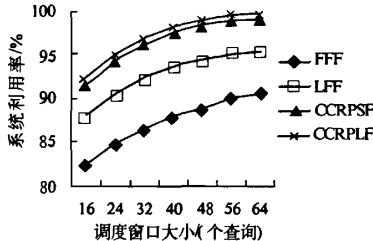


图 7 调度窗口对系统利用率影响

Fig. 7 Scheduling window U

4 结论

笔者分析了云计算及云计算数据库的特点,

针对云计算的存储特点研究其查询调度算法, 提出 CCRP 算法, 着重于如何让每一批次的调度尽量占用全部或最多的处理节点数, 以发挥最高的系统利用率, 解决了其他算法在调度过程中闲置资源的致命问题, 经实验证实该算法在系统利用率等方面表现要优于其他算法。

参考文献:

- [1] 陈全, 邓倩妮. 云计算及其关键技术[J]. 计算机应用, 2009, 29(9): 2562 - 2567.
- [2] 陈涛. 云计算理论及技术研究[J]. 重庆交通大学学报: 社科版, 2009, 9(4): 104 - 106.
- [3] 唐箭. 云计算数据库研究及其在远程教学中的应用[J]. 赤峰学院学报: 自然科学版, 2009, 25(9): 35 - 36.
- [4] CHANG C, SHEN J. Consecutive retrieval organization as a file allocation scheme on multiple disk systems[C]. Proceedings of the International Conference on Foundations of Data Organization, Kyoto Japan 1985: 74 - 80.
- [5] MEHTA M, SOLOVIEV V, DEWITT D J. Batch Scheduling in parallel database systems[C]. Proceedings of the 9th International Conference on Data Engineering, 1993: 400 - 410.
- [6] LO Y L, HUA K A, TAVANAPONG W. Scheduling queries for parallel execution on multicomputer database management system[J]. Lecture Notes in Computer Science - Database and Expert Systems Applications, 1996, (9): 698 - 707.

Database Query Scheduling Algorithm Based on the Cloud Computing

ZUO Li - yun, WU Liang - hai

(Experiment Teaching Center, Maoming College, Maoming 525000, China)

Abstract: The cloud computing database queries for scheduling algorithm - CCRP algorithm; The algorithm is based on the data storage features of cloud computing database. It first combines data by Consecutive Retrieval Property before query scheduling. The algorithm solves the problem that other algorithms may idle part of system resources in the Cloud Computing and improves the query efficiency. Simulation results show that CCRP algorithm in the system utilization and performance of the system is better than other algorithms.

Key words: cloud computing; cloud computing database; consecutive retrieval property; system utilization