

文章编号:1672-058X(2012)02-0034-05

某基础数据库数据分布特点及模型算法

刘智宾¹,李磊磊¹,许楠²

(1. 济南军区 72241 部队,济南 250029;2. 济南军区司令部直属工作部,济南 250029)

摘要:分布式数据库是构建基础数据服务的主要技术,而数据分布的科学性直接决定数据库的稳定性和服务效率;文章从数据分布的基本策略入手,系统分析了某基础数据库的应用特点,总结出数据分布的基本原则,并对分割式数据分布策略模型进行改进,以启发式算法为基础形成对特定复本数和分布地域的混合式数据分布模型算法。

关键词:数据库;数据分布;算法

中图分类号:TP311.133.1

文献标志码:A

数据分布是指分布式数据库中数据根据需要划分成逻辑片段,按某种策略将这些片段分散地存储在各个节点上。作为基础数据服务提供者,该数据库所涉及的内容和数据庞大,提供服务地理范围广。因此,怎么能使该数据库占用最少的网络资源,又能充分发挥其最佳效能,是该数据库数据分布的一个关键问题。

1 分布式数据库数据分布的基本策略

目前来说,数据分布的基本策略有集中式、分割式、复制式和混合式 4 种。

(1) 集中式。集中式是数据片段全部安放在同一节点上,这种分布策略跟集中式数据库没有差别,因此不进行过多论述。

(2) 分割式。分割式是指所有数据只有一份,它被分割成若干片段,每个片段被指派在某个特定节点上。这种分布策略可充分利用各节点上的存储设备,当部分节点出现故障时其余部分仍可运行,但是当节点被破坏后没有数据副本,因此也不能进行恢复。

(3) 复制式。复制式是指在每个节点上都有一个完整的数据副本。这种分布策略可靠性高,响应速度快,数据库恢复也较容易,但是要保持每个节点上数据的同步修改,需要付出高昂的通信代价。另外,系统数据容量只是所有节点中容量最小的一个。

(4) 混合式。混合式是指将数据分为若干子集,每个子集安置在不同的节点上,每个子集都在不同的节点存储有副本,但每个节点均不存储数据库所有数据。这种分布策略是分割式与复制式的结合,同时兼顾了两者的优点,但也包括了两者的复杂性。

2 该数据库对数据分布的特殊要求

该数据库的用户分布比较分散,地理位置也相对不固定;同时,影响数据库工作的因素很多,所以,对数据库的要求也更高。在数据库的设计过程中必须充分考虑到各种因素,努力增强数据库对各种环境的适应能力,提高其稳定性和可靠性。其具体要求有:

2.1 各节点服务不可中断性

该数据库用户的最大特点就是地理位置分散和突发性数据使用量大。从地理分布角度讲,应保障各用户无论处于什么地方,位置是否固定,均可使用数据库。从这点需求来讲,主要是通信网络方面的问题,现行的各种数据库,在网络条件具备的情况下均能满足。但从对数据库使用的效率方面看,各个节点用户对数据库本地数据使用量是最大的,且多发生在突发事件中,这时网络环境又是最差。考虑这一因素,最佳的解决方案就是将数据库本地化。

2.2 数据库整体高可靠性

影响数据库可靠性的因素很多,如搭载数据库硬件的不稳定性、软件运行的不稳定性、电源的不稳定性、网络的不稳定性、网络堵塞的可能性等。在进行数据库设计时应综合考虑上述因素。单个节点的不稳定性与数据库整体的高可靠性要求本身是互相矛盾的。解决这一矛盾的有效途径就是多地域提供备份数据库,当一个节点不能工作时,其他节点顶替其工作,继续向用户提供服务;但是,在结构上,这些节点必须是一个有机整体,从而保证数据的一致性。因此,必须采用多节点复制的策略进行数据分布。

2.3 网络通信资源低占用

网络通信资源是一种稀缺资源,特别是在未来的突发事件中,各种有效、快捷的组织活动均依赖于网络平台进行。作为提供基础数据服务的数据库,设计时必须尽可能减少网络通信资源占用,特别是对骨干通信网络的使用。从各用户的使用特点来看,各用户平时对数据量的应用比较平均。但是,在突发事件中,该数据库用户应用在地域上比较集中,数据量也会指数增长。由于突发事件的发生区域存在不确定性,对数据库的使用也都是对异地存储的数据库进行访问,如果发生意外,则会造成对骨干网络通信资源的大量占用。因此,网络使用应是一个非常重要的因素,在设计算法时必须充分考虑。这也制约了数据副本的数量不能无限度增加,否则将造成网络资源的过量占用。

3 数据分布的两个原则

为了确保该数据库的可靠性,并尽可能的减少数据库使用对网络通信资源的消耗,在对数据库数据分布设计时应满足以下两个原则:

3.1 所有数据应有4个副本

通过对数据库运行试验数据的采集和整理,得出:当没有副本时,其可靠率为98%,在1年中其故障时间为10 512 min,约175 h;有4个副本时,其可靠率为99.999 984%,在1年的时间里其故障时间为0.084 min;有5个副本时,其可靠率为99.999 999 68%,在1年的时间里其故障时间为0.001 7 min(图1)。可见,在有4个副本时,系统的年故障时间已经非常少,只有5 s,完全能满足基础数据服务的要求;而多于4个副本时,其可靠性提高并不是很显著。

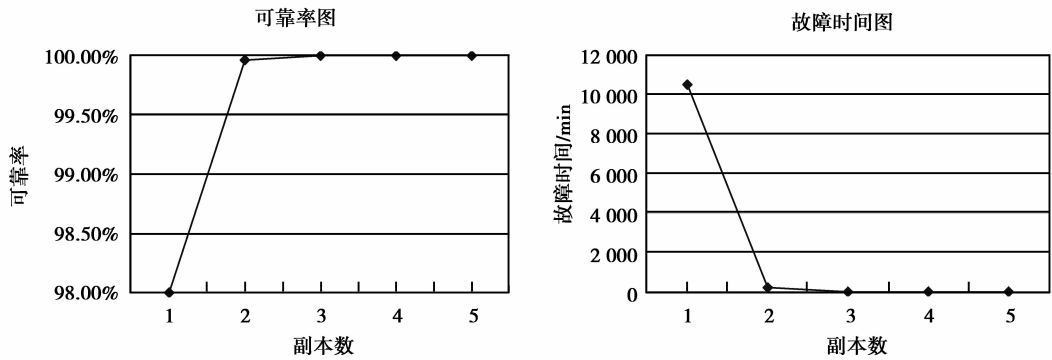


图 1 数据副本数量与可靠率、故障时间关系图

3.2 应有 1 个副本跨地域存储

突发事件的性质、地域、规范都具有极大的不确定性,可能发生大规模自然灾害,也可能是内部突发事件,甚至可能是强敌入侵。因此可能发生特定区域各数据库节点大部分被破坏的情况。在发生类似情况时,如果没有特定的远距离异地数据副本,该数据库则可能面临部分(甚至大部分)瘫痪。然而,在发生类似突发情况时,也正是数据库使用量最大的时候。为了保证数据库的内容不丢失,并且能在需要恢复被毁节点时,可将数据库服务区域划分为 N 个地域,利用跨地域数据副本进行恢复。

4 数据分布模型的算法

该数据库的节点分布是由用户的分布决定的,也就是说,在具有一定级别用户的地方要设置相应的节点。

4.1 基本算法

本算法是采用遍历方式的一种优化算法。其求解过程是遍历每一个关系的每一种分布,每搜索一种数据分布,都运用最佳收益公式。根据该数据分布,求出在此分布下执行给定一组应用的最佳收益。在搜索完所有关系的数据分布基础上,从中找出数据分布效果最佳的一种数据分布作为搜索的优化结果。因此,对所有关系而言,都是在搜索到最后一个分布时才能确定全部关系的优化分布。这是一种同时确定全部关系的优化分布方法。

通常情况下,分布式数据库数据分布主要取决于访问该关系的应用数、节点处理能力以及网络通信资源消耗。因此,可首先设定 3 个启发信息,分别为发出访问关系的应用数、节点处理能力和网络通信费用。在没有数据副本的情况下,可将这 3 个启发信息数值化,由一个统一的式子表示为:

$$\text{Heuin}[i][j] = (1 - \text{Com}[i][j]) * \text{Cap}[i] + (1 - \text{Com}[i][j]) * \text{Appl}[i][j] \quad (1)$$

这里, i 表示节点, $i = 1, 2, \dots, l$ (l 为节点数); j 表示关系, $j = 1, 2, \dots, n$ (n 为关系数)。

$\text{Com}[i][j]$ 为由结点 i 访问关系 R_j 的通信费用归一化值, $0 < \text{Com}[i][j] < 1$ (当网络通信费用低时 $\text{Com}[i][j]$ 值较小;反之, $\text{Com}[i][j]$ 值较大)。

$\text{Cap}[i]$ 表示节点 i 的处理能力的归一化值(节点的处理能力和通讯能力均与该节点计算机的 CPU 和 I/O 能力有关)。

$\text{Appl}[i][j]$ 表示在节点 i 发出的访问关系 R_j 的应用数的归一化值。

$\text{Heuin}[i][j]$ 值较大,表示关系 R_j 在节点 i 分布较有利。反之,则表示关系 R_j 不宜在节点 i 分布。

由于此算法以发出访问关系的应用数、节点处理能力和网络通信费用 3 项内容作为启发信息,因此最终

确定的分布方案必然是综合考虑以上3种启发信息的无副本最优方案。

4.2 改进版算法

以上算法只是提出了最一般的搜索约束条件,只适合于分割式数据分布的基本策略。为了保证得到的方案为适合前述两条分布原则的最优方案,应将公式(1)中关系 j 增加副本数据量约束,形成 j_t (t 为副本系数, $t \leq 4$),可根据数据库的稳定性要求,对 t 最大值(数据副本数量)进行修改;将节点 i 按地域分类,形成 i_m (m 为地域分类标识, $m = 1, 2, \dots, M$)。则公式(1)转化为:

$$\begin{cases} \text{Heuinf}[i_m][j_t] = (1 - \text{Com})[i_t] * \text{Cap}[i_m] + (1 - \text{Com}[i_m][j_t]) * \text{App1}[i_m][j_t] \\ t \leq T(t \text{ 为副本数量}) \\ - (m_1 = m_2 = m_3 = \dots = m_T) \end{cases} \quad (2)$$

$\text{Heuinf}[i_m][j_t]$ 值表示关系 R_j 的第 n 个副本,在 m 地域的第 i 节点分布的有利情况系数,量化体现某副本在某地分布的有利情况。

算法基本思想如下:对于 n 个关系,从第1个关系起,根据该关系的启发信息和其他关系当时的分布,运用数据分布的最大收益公式(2),分别以交换该关系的复本在不同节点的分布,求解该关系的 T 个复本在各节点分布的最大收益,且在 $t = T$ 时,确认 T 个复本不在同一地域,否则删除收益最小的复本分布,改变节点地域重新计算,最终形成该关系 T 个复本的最佳分布情况。在求第2个关系至第 n 个关系的分布时,凡是已求出在当时数据分布关系的,则以此分布参加对后面关系分布的求解运算。在对 n 个关系都分别求出在当时最好 T 个复本相应的节点分布以后,就形成了第一次迭代结束时的 n 个关系的数据分布,然后以第1次迭代结束时的数据分布作为第2次迭代 n 个关系的初始分布。重复上次过程,可得到第2次迭代结束时 n 个关系的数据分布。如果第2次迭代结束时数据分布相应的代价与第1次迭代结束时数据分布相应代价之间的差值在允许的范围内,则算法结束。否则,以第2次迭代结束时的数据分布作为初始分布,继续迭代直至相邻两次迭代结束时的数据分布的相应代价之间的差值在允许的范围内,则算法结束。

以前面提出的两个分布原则为例,每确定一个关系在一个点的分布,则 t 值相应的增加1,同时,也要记录其相应的 m_t 值。在搜索过程中,也应增加两个约束条件,一是只要 $t < 4$ 搜索就要继续,二是当存在一个关系 j 的分布情况 $m_1 = m_2 = m_3 = m_4$ 时,就要删除 $\text{Heuinf}[i_m][j_t]$ 较小的一个,重新进行搜索。当能满足这两个条件时,也就自然满足了上面提出的两个分布原则。由于副本的增加,通信费用启发信息将被进一步强化,因此,最终方案也是一个将数据最大本地化的最优方案。

5 结 论

该算法主要针对大型分布式数据库混合式数据分布策略设计,可有效优化各节点数据分布情况,提升数据服务质量,降低网络资源占用。该算法可用于国家基础数据服务和作战数据库建设等领域,具有较广泛的应用前景。

参考文献:

- [1] COULOURIS G, DOLIMORE J, KINDBERG T. 分布式系统概念与设计[M]. 金蓓弦,等译. 北京:清华大学出版社,2007
- [2] 杨宇静. 数据库系统的高可用性技术[J]. 现代电子工程,2005(2):78-81
- [3] 罗海天. 分布式数据库系统的动态数据再分配算法[J]. 华中科技大学学报,2004,32(9):4-5
- [4] 王于同,陈临强. 分布式数据库数据分布模型的启发式算法[J]. 武汉理工大学学报,2006,28(8):38-41

Data Distribution Characteristics and Model Algorithm of a Basic Database

LIU Zhi-bin¹, LI Lei-lei¹, XU Nan²

(1. 72241 Troops, Jinan Military Command, Jinan 250029, China;

2. Related Department Directly Under the Headquarters of Jinan Military Command, Jinan 250029, China)

Abstract: Distributed database is the main technology for constructing basic data service, however, the scientificity of data distribution directly determines the stability and service efficiency of a database. This paper starts with the basic strategy of data distribution, systematically analyzes the application characteristics of a foundation database, generalizes the basic principle of database distribution, improves distribution strategy model of partitioned database, and uses heuristic algorithm as the foundation to form hybrid data distribution model algorithm on specific duplicate number and distribution region.

Key words: database; data distribution; algorithm

责任编辑:李翠薇

(上接第 33 页)

Optimal Portfolio Selection with Regime-switching Considering Stochastic Interest Rates and Default Risk

LIANG Yue, WANG Zi-ting, WANG Xiao-jie

(School of Science, China University of Petroleum, Shandong Qingdao 266555, China)

Abstract: This paper studies Markov modulated regime-switching market model which concerns about macro-factor influencing financial market in which stochastic interest rates follow Vasicek Model and default risk abides by CIR Model. The optimal portfolio under the described market is studied, the closed-form solution to HJB equation is obtained by using dynamic program principle and partial differential equation theory, meanwhile, it is proved that the solution to HJB equation is value function of optimal portfolio, and explicit expression of optimal investment strategy is got.

Key words: regime-switching; stochastic interest rate; default risk; HJB equation; CRRA utility function

责任编辑:田 静