

一种结合预调方式的页面置换算法

涂小琴 商伟 周帆帆

(云南师范大学文理学院 昆明 650222)

摘要 内存是一种非常重要的资源,在现代操作系统中,对内存的管理都引入了虚拟存储技术,而分页系统是实现虚拟存储技术的主要方法。因页面置换算法对操作系统的性能起着重要的作用,因此如何置换页面就显得尤为重要,很多算法因需要特别硬件的支撑而应用得不太广泛。分析了几种应用比较广的页面置换算法存在的问题,提出了一种结合预调方式的页面置换算法,该算法从理论上可以降低缺页率并提高命中率。

关键词 页面置换算法,OS,预调

中图分类号 TP316 **文献标识码** A

Page Replacement Algorithm with Pre-paging

TU Xiao-qin SHANG Wei ZHOU Fan-fan

(College of Arts and Sciences, Yunnan Normal University, Kunming 650222, China)

Abstract Main memory is an important resource that must be carefully managed. In modern operating systems, virtual memory technology is introduced to memory management, and the paging system is the main way to achieve virtual storage technology, so page replacement algorithm plays an important role in the operating system, but many page algorithm algorithms require special hardware support, so not widely applied. We analyzed some broad application of the page replacement algorithms problems, proposed a page replacement algorithm with pre-paging. This algorithm theoretically can reduce the rate of missing pages and improve the hit rate.

Keywords Page replacement algorithm, OS, Pre-paging

1 引言

在20世纪60年代初,人们便开始重视“置换”技术。目前,为了提高操作系统的性能,几乎所有的操作系统在实现对内存的管理上都引入了虚拟存储器。虚拟存储技术可以将要运行进程的数据一部分放入内存,一部分放入外存。当要运行外存中的数据时,再通过预调或请调的方式从外存中调入内存,但若内存区域满,则需将内存中的数据调出至外存。为了防止即将用到的数据被调出外存,需选择合适的页面置换算法,也即减少输入输出的次数及系统开销,若选用的页面置换算法不当,则有可能将下次要用到的页面调出,要使用时,再从外存中调入,这样就会降低页面的命中率,也会给系统带来额外的开销。所以在选择页面置换算法时,最理想的算法是需将以后很长时间不会用到的页面换出。但在程序运行的过程中,哪些页面在将来很长时间不会被用到,我们无法得知,所以只能通过评价页面置换算法性能的主要指标来衡量,即页面命中率及缺页率。

2 相关算法

目前已有的页面置换算法有许多种,如先进先出算法(FIFO)、最近最少使用算法(LRU)、最近不用的先淘汰(NUR)、最不使用算法(LFU)、最频繁使用算法(MFU)、二次机会算法、时钟算法、改进时钟算法等。这些算法有的是基于访问时间的,有的是基于访问频率的,有的是基于访问时

间与访问频率相结合的。

在以上的几种算法中,LRU是目前操作系统采用最多的一种算法,LRU算法的基本思想是:淘汰最后一次访问时间距离当前时间间隔最长的页面^[1]。该算法在实现时需要找出哪个页面最后一次访问的时间距离当前时间最长,即需要记录页面的访问时间,一般有两种方式:计时法和栈法,这两种方法都需要硬件的支撑。而且该算法中的Cache容易被污染,使对页面的访问次数不做区分,有时无法适应。因此要实现该算法会给系统带来很大的开销,必须有硬件的支撑,若完全由软件来实现,则速度会降低90%以上^[9]。

最不经常使用算法(LFU)是基于访问次数最少的有可能在下次访问中也不会用到的思想,淘汰缓冲区中访问次数最少的页面。该算法的缺点是:若某个页面在某段时间内被访问了很多次,且在以后的访问中将不会用到,则该页面很难被淘汰出缓冲区,而且该算法会带来较大的系统开销^[2]。

使用时间与使用次数相结合的算法(LRFU)是将缓冲区中的每个页面都保存一个结合近因和频率的值,同时还需要用计时器记录每个页面上一次被访问的时间,再通过权值函数来计算每个页面的近因和频率的值(记为R),当发生缺页中断时,选择R值最小的页面进行淘汰。

3 改进算法

算法基本思想:

(下转第429页)

涂小琴(1981-),女,硕士,讲师,主要研究方向为计算机软件与理论,E-mail:tuxq2010@163.com;商伟(1979-),硕士,讲师,主要研究方向为高校教学管理;周帆帆(1981-),硕士,讲师,主要研究方向为软件工程。

参考文献

- [1] 杨晓红,李健,杨卫国. 信息系统容灾技术分析与研究[J]. 计算机工程与设计,2005,26(10):2727-2729
- [2] 徐鹏,薛建锋. 数据中心容灾系统研究[J]. 计算机工程与设计,2007,28(22):5556-5558
- [3] 刘其成,郑纬民,陈康. 虚拟化技术在容灾系统中的应用[J]. 小型微型计算机系统,2010,31(10):1954-1957
- [4] 杨义先,姚文斌,陈钊. 信息系统灾备技术综述[J]. 北京邮电大学学报,2010,31(10):1-5
- [5] Sindoori R,Preetha Pallavi V,Abinaya P. An Overview of Disaster Recovery in Virtualization Technology[J]. Journal of Artificial Intelligence,2010,31(10):1-5

- [6] Maitra S,Shanker M,Mudholkar P K. Disaster recovery planning with virtualization technologies in banking industry[C]// Proceedings of the International Conference & Workshop on Emerging Trends in Technology (ICWET'11). ACM, New York, NY, USA,2011:298-299
- [7] Guster D, Lee O F. Enhancing the Disaster Recovery Plan Through Virtualization[J]. Journal of Information Technology Research,2011,4(4):18-40
- [8] 王晓东,康东明,顾晓鸣. 基于虚拟化技术的灾备系统模型研究[J]. 计算机与网络,2010,36(1):53-56
- [9] Rausand M. System Reliability Theory: Model, Statistical Methods, and Applications(2nd Edition)[M]. Wiley-Interscience,2003

(上接第410页)

在内存中开辟一块区域,通过预调的方式,将正在运行的进程将要使用到的页面号存储到该区域中,在置换页面时,通过 hash 函数,先比较在内存中的页面号与预调存储区域中的页面号,若该页面号在预调存储区域中,则不置换,只置换出在预调页面中没有的页面。同时结合使用到的页面的访问位和修改位,在实现时给每个页面加一个寄存器用以存储该页面的访问位和修改位,若访问位为 1,则表示在最近一段时间内该页面被访问过,如果修改位为 1,则表明该页面被修改过;在淘汰时,将修改位为 1 的页面返回到外存储区。根据程序的局部性原理,若该页面被访问过,则该页面很有可能在下一个时间段还会被访问,所以不置换该页面。在实现时,用指针来指向某个页面。在淘汰时,选择访问位为 0 且不在预调区域中的页面,同时,此种页面为最佳淘汰页面。

淘汰算法的步骤如下:

(1)从指针所指向的当前位置开始扫描,来找最佳淘汰页面,最佳淘汰页面为:访问位为 0 且不在预调区域中的页面;找到第一个访问位为 0 且不在预调区域中的页面作为淘汰页面。

(2)若未找到最佳淘汰页面,则将指针重新返回开始位置,寻找访问位为 1 且不在预调区域中的页面;同时,将扫描过的页面的访问位置为 0。

(3)若还未找到,则再从原来的位置开始扫描。此时一定可以找到。

目前要解决的问题是,如何来比较预调中的页面号和在内存在中的页面号。

定义:

$$N = \{0, 1, 2, 3, \dots, n\}$$

表示某进程在生存周期内所使用的所有页面的集合。

$$M = \{0, 1, 2, 3, \dots, m\}$$

表示系统为该进程分配的页框数中的页框号(从 0 开始编址)。由于内存中的页框数有限,而进程空间越来越大,所以通常情况下,有 $M < N$ 。

P 为预调页面号的集合, Q 为当前处在内存中的进程页面号的集合,则有 $P \in N, Q \in N$ 。

对于如何匹配预调页面中的页面号与已存储在内存中的页面号,如果该进程空间很大,可能需要预调的页面号就会有很多,对于不存在的页面号则需从预调表的开始一直查找到该表的表尾,这会给系统带来较大的开销。为了加快查找的

速度,引入杂凑(hash 函数)技术,用 $hash(Q[i])$ 来找与 $Q[i]$ 集合中数据项相匹配的页面号。即找出在集合 Q 中但不在集合 P 中的页面号。设页面号集合为 T ,则 T 可以用数学式表示为:

$$T = \{t | t \in P \& \& t \notin Q, t \in N\}$$

该算法的优点是不会淘汰将要使用到的页面,即会降低缺页率以及提高命中率。

结束语 每种算法都有自己的优缺点,同样,上面的这种算法也有缺点,即当预调中的页面没有用到时,同样会发生缺页。因此以上算法还需要进一步的完善及验证。

参考文献

- [1] 左万历,周长林,彭涛. 计算机操作系统教程(第3版)[M]. 北京:高等教育出版社,2011
- [2] 彭青松,丁祥武. 一种改进的自适应页面置换算法[J]. 计算机应用与软件,2011,28(2):67-70
- [3] 李芳,徐丽,陈亮亮. LRU 近似算法的研究[J]. 现代电子技术,2009,32(10)
- [4] Bansal S, Modha D. CAR: Clock with adaptive replacement [OL]. <http://theory.stanford.edu/~sbansal/pubs/fast04.pdf>
- [5] Wang Hong-bo. LRU-based Algorithm for Identifying and Measuring Large Flows[J]. Journal of Electronics and Information Technology,2007,39(10)
- [6] Tanenbaum A S. Modern Operating Systems (Third Edition) [M]. 2009
- [7] Chang Yuan-hao, Lin Jian-hong, Hsieh J W, et al. A Strategy to Emulate NOR Flash with NAND Flash[J]. ACM Transactions on Storage,2010,6(2):1-23
- [8] Juurlink B. Approximating the optimal replacement algorithm [C]//Pro 1th Conference on Computing Frontiers. April 2004: 313-319
- [9] 李占胜,毕会娟,李艳平,等. 一种对 LRFU 置换策略的自适应改进[J]. 计算机工程与应用,2008,44(17):153-157
- [10] Jiang Song, Chen Feng, Zhang Xiao-dong. CLOCK-Pro: an effective improvement of the CLOCK replacement[C]//Proceedings of 2005 USENIX Annual Technical Conference. 2005
- [11] 蒋飞虎. 动态自适应页面置换算法[D]. 南京:东南大学计算机科学与工程学院,2006:19-21
- [12] 张刚园. OS 中衡量页面转换算法的指标研究[J]. 西华师范大学学报:自然科学版,2012(12):403-407