

一种优化的伙伴系统存储管理算法设计^{*}

方 萍

(华中科技大学 控制科学与工程系,湖北 武汉 430074)

摘要:操作系统内存管理的主要问题是存储空间的分配和回收。在简要分析了目前常用的动态存储管理技术优缺点的基础上,提出了采用优化查找性能的方法来优化伙伴算法,大大提高了系统分配、回收的效率,比较适用于实时系统的动态存储管理。

关键词:存储管理;动态;伙伴算法

中图分类号:TP393.08

文献标识码:A

文章编号:1008-2093(2006)02-0020-02

1 引言

计算机操作系统存储管理一般可以分为静态存储管理和动态存储管理两种方式。其中动态存储管理被认为是一个早已解决,却又永远都不可能彻底解决的问题。20 世纪 60 年代以来,动态存储管理一直是计算机科学中的一个研究热点。动态存储管理机制的设计目标是尽量减少空间的浪费,减少申请释放的时间消耗。理想的动态存储分配器在不浪费空间,极少的时耗下,能满足任何次序的存储空间申请和释放。当然,理想的分配器是很难甚至是不可能实现的。现实中减少时间消耗与增加空间利用率往往是相互矛盾的。动态存储管理机制的设计只能根据特定的环境作出适当的决策。

本文在简要分析对比当前应用中主要采用的动态存储管理技术优缺点的基础上,提出了一种利用哈希快速查找特性定位最佳可利用空闲块在内存中位置的方法,对伙伴算法进行了改进,实现了最佳分配策略,并解决了空闲块的回收与合并问题,最终高效率地实现动态存储管理。

2 常用的操作系统内存动态存储分配算法

目前在不同系统中应用到的动态存储管理算法主要有:顺序搜索、分类搜索、位示图搜索以及伙伴系统等。其中顺序搜索和分类搜索算法在操作系统动态内存分配中被普遍采用。

采用顺序搜索的动态存储分配器,一般采用“可利用空间队列”链接运行中形成的长度不相等的空闲存储块,采用首次适配、下次适配、最佳适配和最差适配算法顺序搜索适配块。首次适配算法每次从头搜

索空闲块链,在首个满足要求的空闲块中分配空间。下次适配算法总是从上一一次的分配点开始往后搜索,在搜索到的第一个满足要求的空闲块中分配空间。最佳和最差适配算法则每次都必须遍历整个链表,从中分别选择最小和最大满足需求的空闲块。搜索适配块的时间依赖于可利用空间队列的长度。优点是简单,存储空间利用率高。缺点是随着系统的运行,会形成许多小碎块,使可利用空间队列变长,搜索时间可能会增加到不可接受的程度。

采用分类搜索的动态存储分配器,一般按大小或对象分类,将存储空间划分为多个固定大小相互独立的存储区,每一个存储区只存放一定大小范围内的对象,并且对应一条可利用空间队列。存储分配时以对象大小在相应的空闲链表中为其分配空间,每一个存储区都为属于自己的对象分配固定空间,即对象所占空间大小的上限。优点是申请分配空间时,不需要进行搜索来查找符合要求的空闲块。释放时也没有相邻空闲块合并的要求,提高了系统执行速度,具有良好的可伸缩性。缺点是在每一个存储区都将有一定的存储空间空闲,且相互之间不能共享,造成较为可观的内部碎片浪费。这是典型的以空间换时间的做法。并且存储区划分越细,浪费越严重。

伙伴系统(buddy system)的基本思想是:规定分配块大小均为 2^k 次幂(k 为整数)。假设系统存储空间容量为 2^m 个字,则系统开始运行时,整个内存区只有一个大小为 2^m 的空闲块,系统运行中可能会形成多个大小不同的空闲块,将相同大小的空闲块都链在同一个双重链表中,不同大小空闲块形成 $k(0 \leq k \leq m)$ 个空闲块链表。当申请分配一长度为 d 的存储块时,求 i 使 $2^{i-1} < d \leq 2^i$ 。若第 i 个空闲块链表非

^{*}收稿日期:2005-10-16
作者简介:方萍(1971-),女,河南新乡人,高级经济师,研究生,研究方向:财务管理。

空,只要摘取此链表中的第一个结点,分配给申请者即可,否则,若该链表为空,则把长为 2^i+1 的空闲块分为等长的两半(一对伙伴),一个用于分配,一个链入长为 2^i 的空闲块链表中。若长为 2^i+1 的空闲块也不存在,则需要对长为 2^i+2 的空闲块进行两次分割,依此类推。优点是采用这一算法思想设计的动态存储分配器具有简单、速度快的优点,克服了大量存储空间浪费的问题。缺点是在最坏情况下,可能要进行 k 次分割才能得到适配块。与一次分配可能要进行多次分割一样,一次回收也可能要进行多次合并。其分配和回收的时间性能取决于查找空闲块的位置和分割、合并空闲块所花费的时间。

3 基于伙伴算法改进的基本思想

基于哈希查找的基本思想是:利用哈希快速查找的优点和空闲块在可利用空间表中的分布规律,构造哈希函数。当请求分配存储空间时,通过查找以空闲块大小为关键字的哈希表直接定位相应的空闲块链,如果该链表不空,即可实施分配,否则,若该链表为空,可采用线性探测再散列方法定位相邻的下一大小的空闲块链表,最终实现最佳分配策略。同理,回收占用块时,以回收块大小为关键字采用同样的哈希函数计算回收块应处于的空闲块链,同时考虑回收块与上下物理空闲块的邻接关系,如果与上或下相邻接,或上下均有邻接关系,则合并后插入相应空闲块链中,否则直接插入相应空闲块链中即可。

对系统运行可能形成的 k 个空闲块链表,将头指针组织成一个向量结构,根据链表中间空闲块大小确定链表头指针在向量中的位置。

该方法的关键在于构造哈希函数,本文假设构造的哈希函数为 $\text{HASH}(d)$ 。

3.1 分配算法的基本思想

当申请分配长度为 n 的存储块时,求 $i = \text{HASH}(d)$,若第 i 个空闲块链表不空,只要删除此链表中的第一个结点,分配给申请者即可;否则采用线性探测再散列方法判断第 $i+1$ 空闲块链表,若不空,则把链表中的第一个空闲块分为等长的两半,一个用于分配,另一个链入第 i 个空闲块链表中。若第 $i+1$ 空闲块链表仍然为空,则依次探测第 $i+2$ 空闲块链表,以此类推。

3.2 回收算法的基本思想

回收空闲块时,若该回收块的伙伴也为空闲块,则需将他们合并成大的空闲块。然后再判断合并后的空闲块的伙伴是否为空闲块,若是则继续合并。否则只要求 $i = \text{HASH}(\text{回收块大小})$,将释放的空闲块简单地插入到第 i 个空闲块链表中即可。

设大小为 2^i 的空闲块起始地址为 p ,其伙伴块的

起始地址可采用下式计算:

若 $p \bmod 2^i + 1 = 0$,则其伙伴块的起始地址为 $p + 2^i$

若 $p \bmod 2^i + 1 = 2^i$,则其伙伴块的起始地址为 $p - 2^i$

例如,假设 p 为大小为 2^i 的空闲块的起始地址,当 $p \bmod 2^{i+1} = 0$ 时,起始地址为 p 和 $p + 2^i$ 的两个空闲块互为伙伴;当 $p \bmod 2^{i+1} = 2^i$ 时,起始地址为 p 和 $p - 2^i$ 的两个空闲块互为伙伴。利用该性质可方便地实现空闲块的合并与回收。

4 分配与回收算法描述

4.1 分配算法描述

分配算法描述如下:

* AllocBuddy (&avail, d)

定位 $i = \text{HASH}(d)$;

如果第 i 个空闲块链表为空,采用线性探测再散列方法判断下一空闲块链, $i+1$;

从第 i 个空闲块链表中摘取首结点;

分割出大小为 d 的空闲块分配,剩余部分链入相应空闲块链表中。

4.2 回收算法描述

FreeBuddy (&avail, * addr, n)

求回收块的伙伴地;

求回收块所在的空间块链表位置 $i = \text{HASH}(n)$;

判断该块是否有伙伴,没有则直接插入到该链表中,否则寻找伙伴并合并;

将得到的最后合并块插入到对应头指针向量所对应的空闲块链表中。

5 结论

伙伴算法的空间性能远优于分类搜索算法,比顺序搜索算法略差。其分配和回收的时间性能取决于查找空闲块的位置和分割、合并空闲块所花费的时间,分割、合并空闲空间的时耗极小且相对稳定,因此,采用哈希快速定位方法优化其查找性能,查找空闲块的时间为常量,可以大大提高系统分配、回收的效率,比较适用于实时系统的动态存储管理。但由于释放存储空间时只归并互为伙伴的空闲块,容易产生存储碎片。

(责任编辑 吕春红)

参考文献:

- [1] 吴晓勇,曾家智.操作系统内核中动态内存分配机制的研究[J].成都信息工程学院学报,2005,20:(1).
- [2] 郭福顺,王世铀,藏天仪.一种动态存储管理机制[J].计算机研究与发展,1999,36:(1).
- [3] 焦莉娟.浅析伙伴系统的分配与回收[J].科技情报开发与经济,2005,15:(15).

(下转第39页)

2.3 结果判定和处理

当室内环境污染物浓度的全部检测结果符合民用建筑室内环境污染浓度限量时,可判定该工程室内环境质量合格。环境质量合格是指各种污染物检测结果及各取样点的检测结果两个方面均要全部符合民用建筑工程室内环境污染浓度限量规定,否则,不能判定为室内环境质量合格。当室内环境污染物浓度的全部检测结果不符合民用建筑工程室内环境污染浓度限量规定时,应查找原因并采取措施进行处理,并再次检测。再次检测时,抽检数量应增加一倍。室内环境污染物浓度再次检测结果全部符合民用建筑工程室内环境污染浓度限量规定时,可判定为室内环境质量合格。

3 室内环境污染物的防治措施^[3]

对室内环境污染物的防治,可分析如下几点措施可考虑:

1) 有效地进行污染源控制,减少污染物的释放。建筑工程应避免异常的地质环境,减少地质、土壤环境所产生的氡;工程中严禁使用含有氨水、尿素等可挥发氨气成分的砼外加剂。

2) 工程中应采用符合国家标准、高质量的健康环保建筑材料和装饰材料,这是降低空气中苯含量的根本措施。施工工艺要尽量选择无毒、少毒、无污染、少污染的。如:装修时尽量减少人工合成板等。

3) 消除室内空气污染,最有效的方式就是通风换气,在室外空气好时开窗通风,有利于室内有害气体散发和排出。

4) 空气净化装置和市内绿化。可选用确有效果的空气净化器和空气唤起装置,保持室内空气的净化;也可在市内种植吊兰、芦荟等绿色植物以降低室内有害气体浓度。

5) 室内装修材料中污染物的释放量与室内温度、湿度、通风程度以及材料的使用年限等有关,在条件允许情况下尽量选择春、秋季施工。

(责任编辑 吕春红)

参考文献:

- [1] 王喜元·民用建筑工程市内环境污染控制规范[M]·北京:中国计划出版社,2002,2.
- [2] 李建·涂料和胶黏剂中有毒物质及其监测技术[M]·北京:中国计划出版社,2002,2.
- [3] 杨静·室内环境污染控制方法探索[J]·北京:建筑技术开发,2004,(3):93-99.

The Indoor Environment Pollution and Control

MA Lin, et al

(Engineering Quality Measurement Station, Xinxiang 453002, China)

Abstract: The indoor air pollution is increasingly serious, bringing the enormous harm to the human body. This paper discusses indoor environment pollution preventing and control—ling method through the analysis and the examination to common pollutant, combination the nation related civil construction contamination control standard and local engineering practice.

Key words: indoor environment; pollution; preventing and controlling method

(上接第 21 页)

A Design for Optimization Partner System Storage Management Algorithm

FANG Ping

(Postgraduate of Control and Engineering Department

of Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: The main problems in the memory management of operating system are the distribution and recovery of the storage space. Based on a brief analysis and contrast of the advantages and disadvantages of the mainly—applied dynamic storage management techniques in present applications, an approach of optimization gathering performance is put forward so as to optimize partner algorithm, which can greatly improve system distribution, recovery efficiency. It is relatively suitable for the dynamic storage management of real—time system.

Key words: storage management; dynamic; partner algorithm