МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Сучасні операційні системи

Лабораторна робота №2

Аллокатор пам’яті загального призначення

*Виконав студент гр. ІС-72*

*Лиховський Д. О.*

Київ

НТУУ «КПІ»

2020

**Мета роботи:** розробити аллокатор загального призначення.

**Розроблене програмне забезпечення:**

// Test.cpp

#include <Windows.h>

#include <iostream>

#include "Allocator.h"

using namespace std;

int main()

{

  size\_t size = 1024 \* 4096;

  size\_t ps = 4096;

  int n = 300;

  Allocator al(size, ps);

  size\_t \*\*addrArray = new size\_t \*[n];

  cout << "---------test started--------" << endl;

  for (int i = 0; i < n; i++)

  {

    addrArray[i] = (size\_t \*)al.mem\_alloc(rand());

    if (addrArray[i] == NULL)

    {

      cout << "error!!!" << endl;

    }

  }

  al.mem\_dump();

  for (int i = 0; i < n / 3; i++)

  {

    al.mem\_realloc(addrArray[i], rand());

  }

  al.mem\_dump();

  for (int i = n / 2; i < n; i++)

  {

    al.mem\_free(addrArray[i]);

  }

  al.mem\_dump();

  cout << "--------test\_finished-----------" << endl;

  getchar();

  return 0;

}

// Allocator.cpp

#include <Windows.h>

#include <iostream>

#include "Allocator.h"

using namespace std;

Allocator::Allocator(const size\_t n, const size\_t ps){

  pages = n / ps;

  size\_t pds = sizeof(PageDescriptor)/sizeof(size\_t);

  cout << pds << endl;

  size\_t spaseForPD = pds\*pages;

  size\_t maxbs = ps >> 1;

  size\_t minbs = 16;

  lBlocksLength = 1;

  while(maxbs != minbs){

    maxbs >>= 1;

    lBlocksLength++;

  }

  size\_t needControlSpase = lBlocksLength + spaseForPD;

  size\_t \*mas = new size\_t[n+needControlSpase];

  size = n;

  begin = mas;

  pagesBegin = mas + needControlSpase;

  pageSize = ps;

  pageDescriptors = (PageDescriptor\*)begin;

  lBlocks = begin + spaseForPD;

  for(int i = 0; i < pages; i++){

    pageDescriptors[i].state = 0;

  }

  for(int i = 0; i < lBlocksLength; i++){

    lBlocks[i] = pages+1;

  }

  initPages();

  cout << begin << endl;

  cout << pagesBegin << endl;

  cout << size << endl;

  cout << pageSize << endl;

  cout << pages << endl;

  cout << lBlocksLength << endl;

  cout << pageDescriptors << endl;

  cout << lBlocks << endl;

}

void\* Allocator::mem\_alloc(size\_t s){

  PageDescriptor def = defineCategory(s);

  size\_t\* res;

  if(def.state == 1){

    res = getFreeLBlock(def.bsize);

  } else {

    res = getFreeMBlock(def.bsize);

  }

  return res;

}

PageDescriptor Allocator::defineCategory(size\_t s){

  PageDescriptor pd;

  if (s > (pageSize >> 1)){

    pd.state = 2;

    pd.bsize = s / pageSize;

    pd.bsize += ((s % pageSize) > 0)? 1 : 0;

  } else {

    pd.state = 1;

    pd.bsize = defineBlockSize(s);

  }

  return pd;

}

size\_t Allocator::defineBlockSize(size\_t s){

  size\_t res = 16;

  while(s > res){

    res <<=1;

  }

  return res;

}

size\_t\* Allocator::getFreeMBlock(size\_t ps){

  PageDescriptor pd = pageDescriptors[firstFreePage];

  size\_t firstPage = firstFreePage;

  size\_t thisPage = firstFreePage;

  size\_t nextPage;

  size\_t counter = 0;

  while(pd.next <= pages && counter < ps){

    nextPage = pd.next;

    if(nextPage - 1 == thisPage){

      counter++;

    } else {

      counter = 0;

      firstPage = nextPage;

    }

    thisPage = nextPage;

    pd = pageDescriptors[thisPage];

    nextPage = pd.next;

  }

  if(counter == ps){

    firstFreePage = nextPage;

    return getAbsolutePageAddr(firstFreePage);

  } else {

    return NULL;

  }

}

bool Allocator::freeLBlockIsLast(PageDescriptor pd){

  LBlockDescriptor\* desc = pd.firstFree;

  if(desc->nextFreeBlock){

    return false;

  } else {

    return true;

  }

}

size\_t\* Allocator::getFreeLBlock(size\_t bs){

  size\_t numberOfPage = lBlocks[getIndex(bs)];

  size\_t index;

  if(numberOfPage > pages){

    index = createLBlockPage(bs);

  } else {

    index = numberOfPage;

  }

  PageDescriptor pd = pageDescriptors[index];

  LBlockDescriptor\* numberOfBlock = pd.firstFree;

  if(numberOfBlock->nextFreeBlock == 0){

    pd.firstFree = NULL;

    lBlocks[index] = pages+1;

  } else {

    pd.firstFree = (LBlockDescriptor\*)((size\_t\*)(numberOfBlock) + numberOfBlock->nextFreeBlock);

  }

  return (size\_t\*)pd.firstFree;

}

size\_t Allocator::createLBlockPage(size\_t bs){

  size\_t index = getFreePage();

  if(index <= pages){

    PageDescriptor pd = pageDescriptors[index];

    pd.state = 1;

    pd.bsize = bs;

    size\_t\* addr = getAbsolutePageAddr(index);

    for(int i = 0; i < pages/bs; i++){

      LBlockDescriptor\* des = (LBlockDescriptor\*)addr[i\*pd.bsize];

      des->nextFreeBlock = 1;

      if(i == pages/bs - 1)

        des->nextFreeBlock = 0;

    }

    pd.firstFree = 0;

    pd.next = pages+1;

    lBlocks[getIndex(bs)] = index;

  }

  return index;

}

size\_t\* Allocator::getAbsolutePageAddr(size\_t index){

  size\_t\* res = NULL;

  if(index <= pages){

    res = &(pagesBegin[pageSize\*index]);

  }

  return res;

}

size\_t Allocator::getFreePage(){

  PageDescriptor pd = pageDescriptors[firstFreePage];

  firstFreePage = pd.next;

  return pages+1;

}

void Allocator::setAllFree(PageDescriptor pd){

  size\_t bs = pd.bsize;

  size\_t blocks = pageSize / bs;

  for(int i = 0; i < blocks; i++){

  }

}

void Allocator::initPages(){

  for(int i = 0; i < pages; i++){

    pageDescriptors[i].state = 0;

    pageDescriptors[i].next = i+1;

  }

}

size\_t Allocator::getIndex(size\_t s){

  size\_t counter = 0;

  while(s > 1){

    counter++;

    s >>= s;

  }

  counter -= 4;

  return counter;

}

void\* Allocator::mem\_realloc(void\* addr, size\_t size){

  if(addr == NULL){

    return mem\_alloc(size);

  }

  size\_t\* beg = (size\_t\*)addr;

  size\_t pageNumber = findPageByAddress(beg);

  PageDescriptor pd = pageDescriptors[pageNumber];

  size\_t usefulMem;

  if(pd.state == 1){

    usefulMem = pd.bsize;

  } else{

    usefulMem = pd.bsize \* pageSize;

  }

  if(size == usefulMem){

    return addr;

  }

  mem\_free(addr);

  size\_t\* newAddr = (size\_t\*) mem\_alloc(size);

  size\_t length = min(size, usefulMem);

  copyData(beg, newAddr, length);

  return newAddr;

}

void Allocator::copyData(size\_t\* from, size\_t\* to, size\_t length){

  if (from > to){

    for(int i = 0; i < length; i++){

      to[i] = from[i];

    }

  } else {

    for(int i = length-1; i <= 0; i++){

      to[i] = from[i];

    }

  }

}

void Allocator::mem\_free(void\* addr){

  size\_t pageNumber = findPageByAddress((size\_t\*)addr);

  PageDescriptor pd = pageDescriptors[pageNumber];

  if(pd.state == 1){

    size\_t block = findBlockByAddress((size\_t\*)addr, pd.bsize);

    if(pd.firstFree == NULL){

      pd.firstFree = (LBlockDescriptor\*)(addr);

      pd.firstFree->nextFreeBlock = 0;

    } else {

      size\_t shift = (size\_t\*)addr - (size\_t\*)(pd.firstFree);

      pd.firstFree = (LBlockDescriptor\*)(addr);

      pd.firstFree->nextFreeBlock = shift;

    }

  } else {

    size\_t pgs = pd.bsize;

    for(int i = 0; i < pgs; i++){

      pd = pageDescriptors[pageNumber+i];

      pd.state = 0;

      pd.bsize = 0;

      pd.firstFree = NULL;

      pd.next = firstFreePage;

      firstFreePage = pageNumber+i;

    }

  }

}

size\_t Allocator::findPageByAddress(size\_t\* addr){

  size\_t shiftFromBegin = addr - pagesBegin;

  size\_t pageNumber = shiftFromBegin / pageSize;

  return pageNumber;

}

size\_t Allocator::findBlockByAddress(size\_t\* addr, size\_t bs){

  size\_t shiftFromBegin = addr - pagesBegin;

  size\_t shiftFromPageBegin = shiftFromBegin % pageSize;

  size\_t number = shiftFromPageBegin / bs;

  return number;

}

void Allocator::mem\_dump(){

  cout << "begin: " << begin << endl;

  cout << "begin of pages: " << pagesBegin << endl;

  cout << "number of pages: " << pages << endl;

  cout << "page size: " << pageSize << endl;

  cout << "page descriptors state: " << endl;

  PageDescriptor pd;

  cout << "(state, size, next, firstFree)" << endl;

  for (int i = 0; i < pages; i++){

    pd = pageDescriptors[i];

    cout << "["<<i<<"] " << pd.state << " " << pd.bsize << " "

      << pd.next << " " << pd.firstFree << endl;

  }

}

// Allocator.h

#pragma once

struct LBlockDescriptor{

  size\_t nextFreeBlock;//shift

};

struct PageDescriptor{

  size\_t next; //list of pages with the same state

  LBlockDescriptor\* firstFree; //free block in state 1

  size\_t bsize; // size of lBlock in state 1 or number of blocks in state 2

  char state; //0-free, 1-lblock, 2-mblock

};

class Allocator {

public:

  Allocator(const size\_t ms, const size\_t ps);

  //return addr on begin of allocated block or NULL

  void\* mem\_alloc(size\_t size);

  //return addr on begin of reallocated block or NULL

  void\* mem\_realloc(void \*addr, size\_t size);

  //free block by this address

  void mem\_free(void \*addr);

  //out blocks characteristic in table on console

  void mem\_dump();

private:

  //begin of control information

  size\_t\* begin;

  //begin of pages in memory

  size\_t\* pagesBegin;

  size\_t size;

  size\_t pages;

  size\_t pageSize;

  //array of all page descriptors

  PageDescriptor\* pageDescriptors;

  //array of pages with state 1

  size\_t\* lBlocks;

  size\_t lBlocksLength;

  size\_t firstFreePage;

  //define what type of state rigth for this size

  PageDescriptor defineCategory(size\_t s);

  //round s to minimal need size power of 2

  size\_t defineBlockSize(size\_t s);

  //initial all pages as free

  void initPages();

  // return free block with size bs

  size\_t\* getFreeLBlock(size\_t bs);

  //return index for lBlocks array

  size\_t getIndex(size\_t s);

  size\_t createLBlockPage(size\_t bs);

  //size\_t getLBlockPage(size\_t bs);

  //not use :/

  size\_t getFreePage();

  //return page`s address from index of pages array

  size\_t\* getAbsolutePageAddr(size\_t index);

  //set all blocks in page to free state

  void setAllFree(PageDescriptor pd);

  //return big block with length ps\*pageSize

  size\_t\* getFreeMBlock(size\_t ps);

  //check is this block alst free in this page

  bool freeLBlockIsLast(PageDescriptor pd);

  //return number of page from her addr

  size\_t findPageByAddress(size\_t\* addr);

  //return number of block from his addr

  size\_t findBlockByAddress(size\_t\* addr, size\_t bs);

  //copy data from old pos to new

  void copyData(size\_t\* from, size\_t\* to, size\_t length);

};