

1 語句に関する問題

次の主記憶管理に関する文章の空欄に最適な言葉を語群から記号で答えなさい。同じ言葉が2回以上使用されることもある。

(1点×25問＝25点)

リケーションレジスタは、プログラムの(1)と(2)を記録するレジスタである。CPUが出力したアドレスは、(2)と比較された後で、(1)と足し合わせて(3)アドレスに変換される。

メモリ割付け方式には固定区画方式と可変区画方式がある。これらの中で外部フラグメントを生じるのは(4)である。可変区画方式でファーストフィット方式を用いる場合、空き領域リストは(5)順でソートしてある方が都合が良い。

セグメンテーションを用いるためには新たにセグメント番号が必要になる。機械語命令がセグメントの番号を一つ指定しないとき、暗黙の内に利用されるセグメントを(6)セグメントと呼ぶ。セグメントは物理メモリの連続領域に配置されるので、物理メモリのサイズより大きいセグメントを作ることが(7)。

ページング方式では、(8)アドレス空間の任意フレームを、(9)アドレス空間の任意ページの内容を格納するために使用できる。ページサイズは固定なので、プログラムサイズがページサイズの整数倍でない場合、(10)フラグメントが生じる。ページテーブルはメモリ(主記憶)上に配置され、そのアドレスを(11)が記憶している。仮想アドレスの一部である(12)をインデックスとしてページテーブルのエントリを選択し、その内容から物理アドレスの一部である(13)を知る。(12)から(13)への変換結果は(14)にキャッシュされ、同じページへのアクセスを高速化する。

ページングに基づく仮想記憶システムにおいて、ページ不在割り込みが発生したときにページにフレームを割り付ける方式を(15)方式と呼ぶ。ページが仮想アドレス空間の(16)領域なら、ページの内容は実行可能形式ファイルからswap-inされる。この時、ページの保護モード(rwx)は(17)が適切である。このフレームは複数のプロセスで共有できる。

ページが仮想アドレス空間の(18)領域なら、ページの内容は実行可能形式ファイルからswap-inされる。この時、ページの保護モードはrw-が適切である。しかし、最初には他のプロセスと共有しておき、ページが変更される時点でプロセス専用のフレームを割り当てる(19)を用いる場合の保護モードは(20)が適当だと考えられる。

ページが仮想アドレス空間の非初期化データ、ヒープ、スタック領域なら、割り付けたフレームの内容は、セキュリティ上の理由などから(21)される。

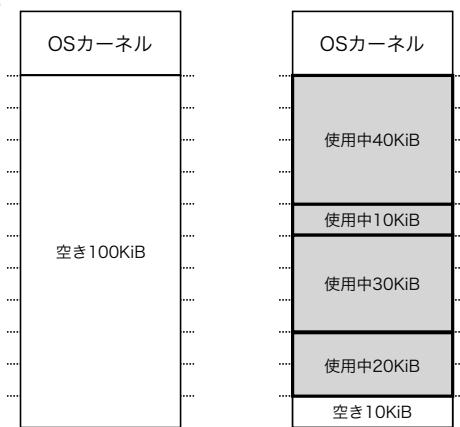
プロセスによるページの参照は時間の経過とともに変化する。あるページに着目するとアクセスはある時刻の前後に集中している。これからページアクセスに時間的(22)があると言われる。ある時間Tにアクセスされるページの集合を時間Tの(23)と呼ぶ。(23)がある時刻で急激に変化する現象を(24)現象と呼ぶ。(23)が大きくなりすぎてメモリに入り切らなくなり、swap-in/outが繰り返され、システムの性能が急激に落ちる現象は(25)と呼ぶ。

語群：(あ) r-x, (い) rw-, (う) r--, (え) Copy On Write, (お) TLB, (か) アドレス, (き) カレント, (く) サイズ, (け) スラッシング, (こ) ゼロでクリア, (さ) デマンドページング, (し) ページテーブルレジスタ, (す) ページ番号, (せ) フェーズ化, (そ) フレーム番号, (た) プログラム(機械語), (ち) ワーキングセット, (つ) ロードアドレス, (て) できない, (と) できる, (な) 可変区画方式, (に) 仮想, (ぬ) 局所性, (ね) 固定区画方式, (の) 初期化データ, (は) 内部, (ま) 外部, (や) 物理

(1)	(つ)	(2)	(く)	(3)	(や)
(4)	(な)	(5)	(か)	(6)	(き)
(7)	(て)	(8)	(や)	(9)	(に)
(10)	(は)	(11)	(し)	(12)	(す)
(13)	(そ)	(14)	(お)	(15)	(さ)
(16)	(た)	(17)	(あ)	(18)	(の)
(19)	(え)	(20)	(う)	(21)	(こ)
(22)	(ぬ)	(23)	(ち)	(24)	(せ)
(25)	(け)				

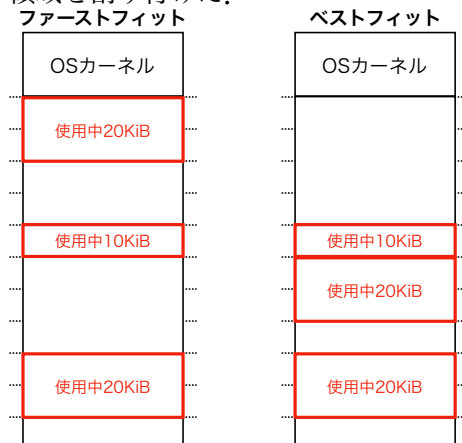
2 可変区画方式

100KiB の空き領域を利用可能な、メモリ管理を可変区画方式で行っているシステムで、既に 40KiB, 10KiB, 30KiB, 20KiB の領域が割付けられているとします。メモリマップは以下の通りです。

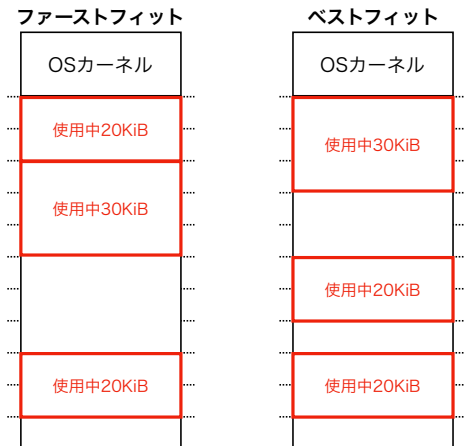


以下の操作を順に行った時のメモリマップを、ファーストフィット方式とベストフィット方式を用いた場合について示しなさい。なお、メモリマップには使用中領域のみ書き込みなさい。(8点×2問=16点)

- 40KiB, 30KiB の領域を解放後、20KiB の領域を割り付けた。



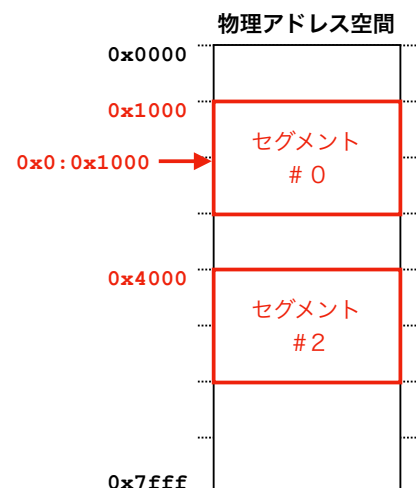
- 前の操作に続いて、10KiB の領域を解放後、30KiB の領域を割り付けた。



3 セグメンテーション

セグメンテーション方式のシステムにおいて、セグメントテーブルが次の表のようになっている。配置されるセグメントの番号とアドレスが分かるように物理メモリ空間のメモリマップを完成しなさい。また、セグメント 0 の 0x1000 番地 (0x0:0x1000) の位置を、メモリマップ中に分かりやすく示しなさい。(9点)

No	v	...	B	L
0	1	...	0x1000	0x2000
1	0	...	0x3000	0x1000
2	1	...	0x4000	0x2000
3	0	...	0x6000	0x1000



4 ページング

バイト毎にアドレス付され、仮想アドレス空間の大きさが $2^{16}B$ で物理アドレス空間の大きさが $2^{15}B$ のページングを用いるシステムがあります。仮想アドレスは次のようにページ番号とページ内アドレスに分割されます。

9bit	7bit
p	w

- このシステムのページサイズを答えなさい。(3点)
 w が 7bit なのでページサイズは $2^7 = 128B$ である。
- 仮想アドレス空間の全ページ数を答えなさい。(3点)
ページ番号 p が 9bit なのでページ数は $2^9 = 512$ ページである。
- ページテーブルエントリが 2 バイトの時、ページテーブルのサイズは何バイトになるか答えなさい。(3点)
512 ページなのでページテーブルは 512 エントリである。エントリが 2 バイトより $512 \times 2B = 1024B = 1KiB$ となる。
- プロセス数が 10 の時、物理メモリの約何パーセントがページテーブルに費やされるか計算しなさい。(3点)
10 プロセス合計でページテーブルが 10KiB になるので、 $10KiB \div 32KiB = 0.313$ より、31.3 パーセントが費やされる。
- ページテーブルが次の図の状態の時、仮想アドレスが変換される物理アドレスを答え

なさい。但し、変換できない場合は「変換不可」と答えること。(8点)

p	v	...	f
0	0	...	0x12
1	1	...	0x34
2	1	...	0x56
...			

- 仮想アドレス 0x0123
0x2b23
- 仮想アドレス 0x007f
変換不可 ($V=0$)
- 仮想アドレス 0x00ff
0x1a7f
- ところで、f は何ビットか?
8 ビット

5 平均アクセス時間

Page table walk に 30ns, メモリアクセスに 2ns かかるシステムについて、平均アクセス時間を計算しなさい。(5 点 \times 2 問 = 10 点)

- TLB のヒット率が 50 パーセントの場合
 $(30+2) \times 0.5 + 2 \times 0.5 = 16+1 = 17ns$
- TLB のヒット率が 90 パーセントの場合
 $(30+2) \times 0.1 + 2 \times 0.9 = 3.2 + 1.8 = 5ns$

6 ページ置換えアルゴリズム

FIFO を用いた場合のトレース結果を参考に、トレースを行いなさい。

参考

FIFO アルゴリズムを用い、ページ参照ストリング (W : 1 2 3 4 1 2 5 1) の場合

W	1	2	3	4	1	2	5	1
	*1	*2	*3	*4	*1	*2	*5	5
S		1	2	3	4	1	2	2
			1	2	3	4	1	1

「*」はページ不在を表している。

参照ストリング (W : 1 2 3 1 4 1 3 5) で「参考」と同じ条件でアルゴリズムを変更した場合について、最後に S に含まれるページのー覧とページ不在の回数を答えなさい。(5 点 × 2 問 = 10 点)

1. アルゴリズムが FIFO の場合

W	1	2	3	1	4	1	3	5
	*1	*2	*3	3	*4	*1	1	*5
S		1	2	2	3	4	4	1
			1	1	2	3	3	4

ページー覧 : 5 1 4

ページ不在 6 回

2. アルゴリズムが LRU の場合

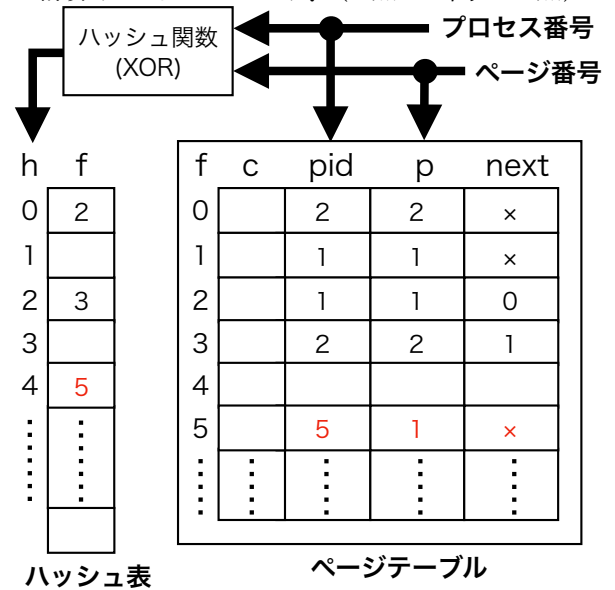
W	1	2	3	1	4	1	3	5
	*1	*2	*3	1	*4	1	3	*5
S		1	2	3	1	4	1	3
			1	2	3	3	4	1

ページー覧 : 5 3 1

ページ不在 5 回

7 逆引きページテーブル

次の図は IBM 801 ミニコンピュータのページテーブルの模式図です。ハッシュ関数は入力ビットを右詰めにし、ビット毎の排他的論理和を計算するものとします。(2 点 × 5 問 = 10 点)



- pid=1, p=1 のメモリアクセスのハッシュ値がいくつになるか答えなさい。(ヒント: プロセス番号とページ番号 XOR)

ハッシュ値は 0

- pid=1, p=1 のメモリアクセスがマッピングされるフレームの番号を答えなさい。

第 2 フレーム

- pid=2, p=2 のメモリアクセスがマッピングされるフレームの番号を答えなさい。

第 0 フレーム

- pid=5, p=1 のメモリアクセスのハッシュ値がいくつになるか答えなさい。

ハッシュ値は 4

- pid=5, p=1 のページがフレーム 5 にマッピングされるために必要な数値などをハッシュ表とページテーブル (c フィールドを除く) に書き込みなさい。