

オペレーティングシステムⅡ 2019 年度 前期中間試験

(2019.06.06 重村 哲至)

IE5

____ 番 氏名

模範解答

1 語句に関する問題

次のメモリ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。(1 点 ×25 問 = 25 点)

プロセスの起動と終了が繰り返されるうちに使用できない小さなメモリの領域がたくさんできる。この領域は (1) と呼ばれる。(1) を解消するために、実行中のプロセスをメモリ上で移動し詰め合わせを行う。これは (2) と呼ばれる。(2) を可能にするハードウェア機構であるリロケーションレジスタは、プロセスの (3) と (4) を記録するレジスタである。プロセスの実行を開始する際に値が設定される。プロセスの実行中は、(3) と CPU の出力するアドレスの和がメモリのアドレスになる。リロケーションレジスタは、プロセスの動的再配置機構としても (5) 機構としても働く。

セグメンテーションでは、セグメントサイズを自由に設定できるので (6) フラグメントが生じない。しかし、セグメントの間に (7) フラグメントが生じる。セグメントを物理メモリに配置する際は、セグメントサイズ (8) の (9) した領域が必要になる。セグメントが物理メモリより大きくなることで (10)。

ページングでは、使用するメモリ領域の大きさがページサイズの整数倍でない場合に (6) フラグメントを生じる。(6) フラグメントを小さくするにはページサイズを (11) すれば良いが、これによりページテーブルが (12) なる。ページングはメモリ管理のハードウェアである (13) による $p \rightarrow f$ 変換により実現される。 $p \rightarrow f$ 変換はメモリ上に置いた (14) を参照することによってなされる。変換を行う度にメモリ上の (14) を参照すると時間がかかるので、一度変換した結果は (15) にキャッシュしておく。通常、(14) の大きさは (16) アドレス空間の大きさに比例して大きくなる。(14) が大きくなりすぎないように、(17) の (14) を使用するシステムと逆引き (14) を使用するシステムがある。逆引き (14) の大きさは (18) アドレス空間の大きさに比例する。

ページングを用いて仮想記憶を実現することができる。フレームが割り付けられていないページをプロセスがアクセスすると、(19) が発生し制御がオペレーティングシステムに移る。オペレーティングシステムがフレームを割り付け、ページをフレームに読み込み、プロセスを再開する。このような、ページが必要になった時点でページを読み込む方式を (20) と呼ぶ。

fork システムコールを実行する際に、親プロセスの仮想アドレス空間の内容を子プロセスのそれにコピーする必要がある。フレームをコピーするのではなくフレームを親子プロセスで共有することで、コピーによるオーバーヘッドを小さくすることが可能である。内容が変更されないフレームは単に共有すれば良い。内容が変更されるフレームは、どちらかのプロセスが内容を書き換えようとした時点でコピーを作る。この方式を (21) と呼ぶ。

プログラムの実行中、一部のページにアクセスが集中することがある。短い時間に、連続したアドレスに配置されたページにアクセスが集中するのは、プログラムのメモリアクセスに (22) 的局所性があるためである。また、あるページに着目すると、ある時間にアクセスが集中するのは、プログラムのメモリアクセスに (23) 的局所性があるためである。ある時間にアクセスされるページの集合は、その時間における (24) と呼ばれる。(24) が大きくなりすぎてメモリに入り切らなくなると、swap-in/swap-out を繰り返しシステムの性能が急激に低下する (25) が発生する。

語群：(あ) copy on write (COW), (い) MMU, (う) page fault (ページ不在割り込み), (え) TLB, (お) スラッシング, (か) デマンドページング, (き) ページテーブル, (く) メモリフラグメント, (け) メモリコンパクション, (こ) メモリ保護, (さ) ロードアドレス (Base), (し) ワーキングセット, (す) 大きく, (せ) 大きさ (Limit), (そ) 外部, (た) 仮想, (ち) 空間, (つ) 時間, (て) 多段, (と) 小さく, (な) 内部, (に) 物理 (ぬ) 以上 (8 の候補), (ね) 以下 (8 の候補), (の) 連続 (9 の候補), (は) 不連続 (9 の候補), (ひ) できる (10 の候補) (ふ) できない (10 の候補),

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

オペレーティングシステムⅡ 2019 年度 前期中間試験

(2019.06.06 重村 哲至)

IE5

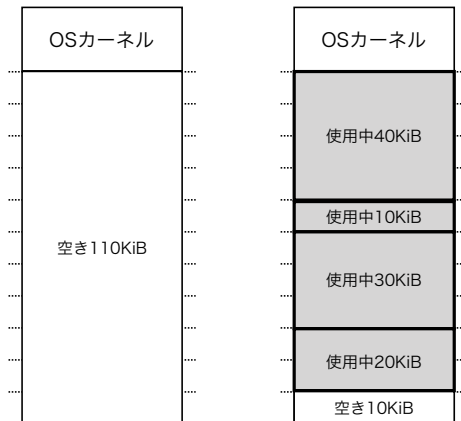
____ 番 氏名

模範解答

2 可変区画方式

110KiB 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。

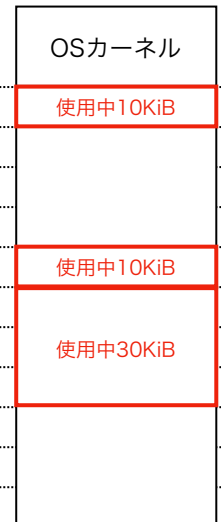
注意：OS カーネルは 0 番地から配置されているものとします。また、以下の間で領域を分割してメモリ割付する場合は、0 番地に近い側の領域を使用するものとします。



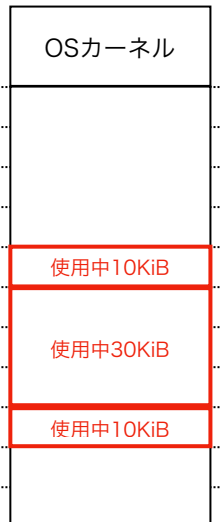
以下の操作を順に行った時のメモリマップを、ファーストフィット方式とベストフィット方式を用いた場合について示しなさい。なお、メモリマップには使用中の領域だけ書き込みなさい。(6 点 × 3 問=18 点)

1. 40KiB, 20KiB の領域を解放後、10KiB の領域を割付けた。

ファーストフィット



ベストフィット



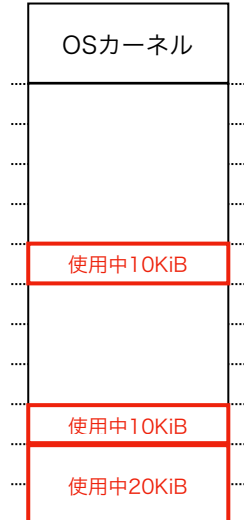
2. 前の操作に続いて、30KiB の領域を解放後、

20KiB の領域を割付けた。

ファーストフィット



ベストフィット



3. 前の操作に続いて、10KiB の領域を割付けた後、

さらに 30KiB の領域を割付けた。

ファーストフィット



ベストフィット



オペレーティングシステムⅡ 2019 年度 前期中間試験

(2019.06.06 重村 哲至)

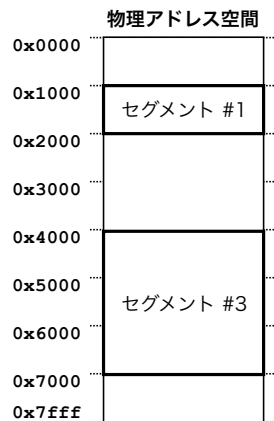
IE5

____ 番 氏名

模範解答

3 セグメンテーション

- 物理メモリ空間のメモリマップが次の図のようになっているとき、下のセグメントテーブルを完成しなさい。なお、格納された値に意味がない項目には-を記入しなさい。(9 点)



| No | v | ... | B | L |
|----|---|-----|--------|--------|
| 0 | 0 | ... | - | - |
| 1 | 1 | ... | 0x1000 | 0x1000 |
| 2 | 0 | ... | - | - |
| 3 | 1 | ... | 0x4000 | 0x3000 |

- 次の仮想アドレスが変換される物理アドレスを答えなさい。なお、変換できない場合は「変換不可」と答えなさい。(3 点×3 問= 9 点)

(a) 0x0:0x1234

セグメント 0 は存在しない ($v = 0$)
「変換不可」

(b) 0x1:0x1234

0x1234 は、セグメント 1 のサイズ
0x1000 より大きいので「変換不可」

(c) 0x3:0x1234

セグメント 3 のアドレスは 0x4000
 $0x4000 + 0x1234 = 0x5234$

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^{26} バイト、物理アドレス空間の大きさが 2^{32} バイト、2 段のページテーブルを用いるシステムあるとします。仮想アドレスは次のようにページ番号 (p , q) とページ内アドレス (w) に分割されます。

| 8bit | 8bit | 10bit |
|------|------|-------|
| p | q | w |

- このシステムのページサイズを答えなさい。

(5 点)

w が 10 ビットなので、 $2^{10} = 1Ki$ バイト

- フレーム番号が何ビットになるか答えなさい。

(5 点)

仮想アドレス 32bit, $w = 10$ bit より
 $32 - 10 = 22$ ビット

- ページテーブルの 1 エントリが 4 バイトのとき、一段目のページテーブルの大きさをバイト単位で答えなさい。(5 点)

$2^8 \times 4 = 2^{10} = 1Ki$ バイト

- 2 段目のページテーブルを格納するために必要なフレーム数は最大で何フレームになるか答えなさい。なお、2 段目のページテーブルの 1 エントリも 4 バイトとする (5 点)

ページ番号は $8 + 8 = 16$ ビット で表現されるので、2 段目のページテーブルサイズは $2^{16} \times 4 = 2^{18}$ バイト になる。よって
フレームサイズで割り算して $2^{18} \div 2^{10} = 2^8 = 256$ フレーム となる。

オペレーティングシステムⅡ 2019 年度 前期中間試験

(2019.06.06 重村 哲至)

IE5

____ 番 氏名

模範解答

5. ページテーブルが次のような内容の時, 次の仮想アドレスが変換される物理アドレスを 16 進数で答えなさい. なお, 2 段目のページテーブルは第 3 フレームに置かれているものとします. また, 変換できない場合は「変換不可能」と記しなさい. (3 点×3 問= 9 点)

| p | v | ... | f | q | v | ... | f |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0 | 0 | | - | 0 | 1 | | 7 |
| 1 | 1 | | 3 | 1 | 1 | | 5 |
| 2 | 0 | | - | 2 | 0 | | - |
| ... | ... | | ... | ... | ... | | ... |

1 段目ページテーブル 2 段目ページテーブル

(a) 0x0000412

0000412₁₆
 = 00 0000 0000 0000 0100 0001 0010₂
 = 00000000 00000001 0000010010₂ より
 $p = 0, q = 1, w = 0x012$
 $p = 0$ のとき $v = 0$ なので
 変換不可

(b) 0x0040412

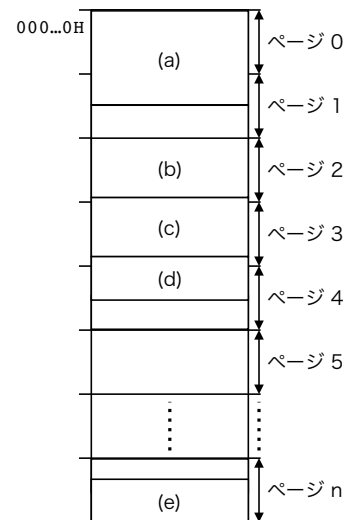
0040412₁₆
 = 00 0000 0100 0000 0100 0001 0010₂
 = 00000001 00000001 0000010010₂ より
 $p = 1, q = 1$ より $f = 5$ である.
 f と $w = 0000010010_2$ を連結すると
 0000 0000 0000 0000 0001 0100 0001 0010₂
 = 00001412₁₆

(c) 0x0040812

0040812₁₆
 = 00 0000 0100 0000 1000 0001 0010₂
 = 00000001 00000010 0000010010₂ より
 $p = 1, q = 2$ なので $v = 0$ となり
 変換不可

5 仮想アドレス空間の配置

次の図は, ページングを用いる UNIX システムの仮想アドレス空間のメモリマップ例である.



1. 各部の名称を語群の記号で答えなさい.

(1 点×5 問= 5 点)

語群: (あ) 初期化データ (data), (い) スタック, (う) ヒープ, (え) 非初期化データ (bss), (お) プログラム (text)

| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| (a) | (お) | (b) | (あ) | (c) | (え) | (d) | (う) |
| (e) | (い) | | | | | | |

2. 各ページに最適なメモリ保護モード (RWX) を答えなさい. (2 点×5 問= 10 点)

| | | | |
|-------|-----|-------|-----|
| ページ 0 | R-X | ページ 1 | R-X |
| ページ 2 | RW- | ページ 3 | RW- |
| ページ 4 | RW- | | |