

オペレーティングシステム・試験問題

2016 年度 (2016 年 2 月 10 日・試験時間 90 分)

書籍，配布資料およびノート等は参照してはならない。ただし，最大一枚までのメモ（手書きに限る，A4 両面使用可）を参照できるものとする。

1. 図 1 は xv6 のプロセスの状態遷移を表している¹。

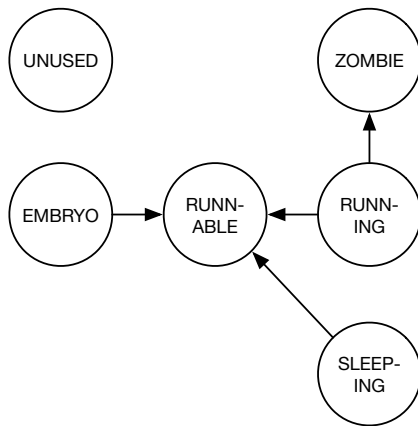


図 1: xv6 のプロセスの状態

- (a) 適切な遷移を書き加えて状態遷移図を完成せよ。

- (b) 各状態についての最も適切な記述を以下の選択肢 1～10 から一つずつ選べ。

1. プロセスの初期化を行っている
2. CPU がプログラムを実行している
3. プロセス構造体が未使用である
4. 親プロセスによる終了処理を待っている
5. 致命的なエラーが発生したため OS 自体の実行を停止しようとしている

¹RUNNABLE は READY, SLEEPING は WAITING と呼ぶ流儀もある。

6. 起動に失敗したままメモリを占有している
7. 実行可能だが CPU が割り当てられていない
8. 死んだはずのプロセスが実行を再開した
9. 入出力等が可能になるのを待っている

- (c) 以下はプロセスの終了に関する記述である。

あるプロセス P がシステムコール `exit` を実行すると **A** 状態になる。その後，P の **B** プロセスがシステムコール **C** を実行することにより，P のために使われていたプロセス構造体が解放される。

空欄 **A**～**C** に当てはまる適切な語を以下の選択肢 1～9 から選べ。

- | | | |
|-----------|-------------|-----------|
| 1. UNUSED | 2. SLEEPING | 3. ZOMBIE |
| 4. 親 | 5. 子 | 6. 兄弟 |
| 7. kill | 8. wait | 9. exec |

2. xv6 が動作する x86 プロセッサでは，アドレスは 32 ビットであり，ページテーブルは 2 段で各ページテーブルのインデックスは 10 ビットとなっている。また最上位のページテーブルをページディレクトリと呼ぶ。

xv6 で以下を含むプログラムを実行したところ，2 行目の `printf` によって 6600000 と表示された²。

```
char *p = malloc(1024 * 1024 * 3);
printf(1, "%p\n", p);
```

- (a) 1 ページの大きさ（バイト数）を答えよ。

- (b) 1 行目の `malloc` によって確保されるメモリ領域の大きさ（バイト数）を答えよ。

²`printf` における `%p` はポインタの値を 16 進数で表示する

(c) 1 行目の malloc によって確保されるメモリ領域の割り当てに必要なページ数を答えよ。

(d) 1 行目の malloc によって確保されるメモリ領域を、物理メモリに割り当てるために使用されるページテーブルエントリの数を答えよ。

(e) 1 行目の malloc によって確保されるメモリ領域を、物理メモリに割り当てるために使用されるページテーブルの数を答えよ。ページディレクトリの数は含めないこと。

3. 図 2 は xv6 におけるユーザプロセスのメモリマップを表している。

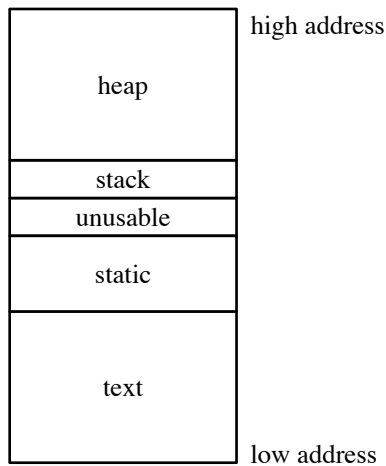


図 2: xv6 のプロセスの状態

(a) 図 2 で heap と記された領域は、malloc によってプログラム実行時に確保されるメモリのためのものである。この領域の大きさを変更するためのシステムコールの関数名を答えよ。

(b) 図 2 で stack と記された領域の直下にある unusable と記された 1 ページの領域は、ページテーブルエントリの設定でユーザプロセスからのアクセスが禁止されている。このような設定になっている理由を述べよ。

4. xv6 のファイルシステムでは、inode はブロックへの直接参照 12 個と 1 段の間接参照 1 個を持つ。ここでブロックサイズは 512 バイトであり、ブロック番号は 4 バイト (32 ビット) の符号なし整数で表される。inode を表す構造体 dinode のサイズは 64 バイトとする。また第 0 ブロックは未使用、第 1 ブロックはスーパーブロックとする。

ここに xv6 のファイルシステムを持つディスク (イメージファイル) がある。スーパーブロックを読んだところ、size が 4096、ninodes が 500、nlog が 30 であった。

(a) size はディスク全体のブロック数を表す値である。ディスク全体の大きさは何バイトか。ここでは 1K バイトは 1024 バイト、1M バイトは $1024^2 = 1048576$ バイトとする。

(b) ninodes は inode の個数を表す値である。inode ブロックの個数はいくつになるか。

(c) xv6 の bitmap ブロックでは、データブロックを含む全てのブロックに対応するビットマップが作られている (処理を簡単にするため)。bitmap ブロックの個数はいくつになるか。

(d) nlog は log ブロックの個数である。ディスク全体のブロック数から、第 0 ブロック (ブートブロック)、スーパーブロック、log ブロック、inode ブロック、bitmap ブロックそれぞれの個数の合計を引いたものがデータブロックの個数になる。データブロックの個数はいくつになるか。

(e) ビットマップブロックの内容に誤りがある場合に生じ得る不具合を 2 つ挙げよ。

(f) dinode 構造体のフィールド nlink は、ディレクトリから参照されている数を表している。この値が実際に参照されている数と異なる場合に起こり得る不具合を 1 つ挙げよ。