

オペレーティングシステム・試験問題

2014年度 E・Oクラス (2015年2月9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¹を表している．

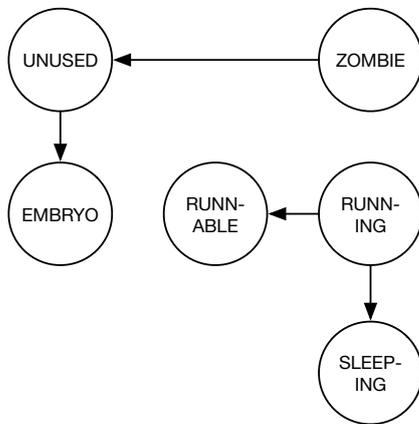


図 1: xv6 のプロセスの状態

(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 1~8 から一つ選べ．

1. 実行可能だが CPU が割り当てられていない
2. プロセスの初期化を行っている
3. 死んだはずのプロセスが実行を再開した
4. 親プロセスによる終了処理を待っている
5. 起動に失敗したままメモリを占有している
6. 入出力等が可能になるのを待っている

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

7. CPU がプログラムを実行している

8. プロセス構造体が未使用である

9. 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

(c) CPU(コア)の数が n であるとき²，同時に RUNNING 状態になることのできるプロセスの最大数を n の式で表せ．

(d) ハードウェアタイマによる割り込みを用いて，RUNNING 状態にあるプロセスを強制的に RUNNABLE 状態にする方式を何と呼ぶか．

(e) xv6 では，プロセスが終了する際にその親プロセスによって終了処理が行われる．その終了処理を行うための（親プロセスが実行する）システムコールは何か．

(f) 排他制御を行う際，待たされるプロセスを SLEEPING 状態にする方式をスリープロックと呼ぶ．これに対し，待たされるプロセスがロックを確保できるまで繰り返し試行を行う方式を何と呼ぶか．以下の選択肢から一つ選べ．

- (1) チェンバーロック (3) シリンダーロック
- (2) スピンロック (4) デッドロック

(g) スリープロックは，待っている間に他のプロセスが CPU を利用できる．では問題 (f) の方式はどのような場合に有効か．

(h) 新しいプロセスを起動する際，UNUSED からいったん EMBRYO を経由する理由を述べよ．

²ハイバースレディング等のハードウェアマルチスレディングは使用していないものとする．

2. xv6 のファイルシステムにおいて, inode ブロックに格納される `dinode` 構造体は以下のように定義されている.

```
struct dinode {
  short type; // ファイルタイプ
  short major; // 主デバイス番号
  short minor; // 副デバイス番号
  short nlink; // リンク数
  uint size; // ファイルサイズ
  uint addrs[NDIRECT+1]; // ブロック参照
};
```

マクロ `NDIRECT` は 12 と定義されている. `addrs[0]` から `addrs[NDIRECT-1]` の 12 個がデータブロックへの直接参照で, `addrs[NDIRECT]` が間接参照である. またブロックサイズは 512 バイトである. 以下, 識別子 `type`, `nlink`, `size`, `addrs` はこの構造体の各フィールドを表すものとする.

(a) xv6 では最大何バイトまでのファイルを扱うことができるか. ただしディスクは十分大きく, ディスクサイズによる制約はないものとする.

(b) 9000 バイトのファイルが占めるデータブロックの数はいくつか. 間接参照ブロックが必要な場合はそれも数えること. `i-node`, ビットマップ, ログのためのブロックは数えなくてもよい.

(c) $0 \leq i < \text{NDIRECT}$ を満たす i について, `addrs[i]` の値は直接参照するデータブロック番号であるが, これが 0 の時はどのブロックも参照していないこととしている³. いま間接参照ブロックを使わない程度の大きさのファイルを考える. $0 \leq i < \lceil \text{size}/A \rceil$ を満たす i について, `addrs[i]` の値が 0 である場合に不具合が生じることがある. 空欄 `A` に入る数値を答えよ.

(d) 問題 (c) のケースで生じ得る不具合を一つ挙げよ.

(e) xv6 のファイルシステムでは, データブロックが使用中か否かの管理をビットマップによって行っている. 使用中のあるデータブロックについて, ビットマップ中の対応するビットが 0 になっている場合に生じ得る不具合を一つ挙げよ.

³0 はブートブロックの番号であり, これをデータブロックとして参照することはない.

(f) `nlink` にはディレクトリからの参照数が格納される. この値が実際の参照数より大きい場合に生じ得る不具合を一つ挙げよ.

(g) システムコール `link(path1, path2)` は, `path1` で表されるファイルの新しいリンクを `path2` として作成する (`path2` が既存のディレクトリの場合は, その下にリンクを作成する). このとき, `path1` がディレクトリである場合はエラーとなる. このことを踏まえ, `type` の値が `T_DIR` であるとき (ディレクトリであるとき) の `nlink` の最大値を答えよ.

(h) システムコール `link(path1, path2)` が, `path1` がディレクトリであるにもかかわらずリンクを作ってしまう場合に生じ得る不具合を一つ挙げよ.