

平成15年度オペレーティングシステム試験

2004年2月16日

問題は3問, 5ページある.

1

スレッドを用いて, $f(x) + g(x)$ の値を計算することを考える. そのために $f(x)$ を計算するスレッド F , $g(x)$ を計算するスレッド G , 二つの値を集計するスレッド C を生成する. 計算機は1つのCPUを持ち, 3つのスレッドはほぼ同時に生成されるとする. 以下はスレッド間の値の受け渡しや同期に用いられる変数や, 各スレッドの動作を記述したものである.

```
1: 大域変数:
2: int sum = 0;          /* f(x) と g(x) の和 */
3: int done = 0;         /* 終了したスレッド数 (0, 1, 2 のどれか) */
4:
5: スレッド F:
6: {
7:   vf = f(x);
8:   done = done + 1;
9:   sum = sum + vf;
10: }
11:
12: スレッド G:
13: {
14:   vg = g(x);
15:   done = done + 1;
16:   sum = sum + vg;
17: }
18:
19: スレッド C:
20: {
21:   while (done < 2) { }
23:   printf("sum = %d\n", sum);
22: }
```

しかしこのプログラムには数々の誤りや問題点がある.

- (1) スレッド C が読み込む sum の値はいくらの可能性があるか? ただし, $f(x)$ は 10 を, $g(x)$ は 20 を返したと仮定せよ. どのような場合にそれぞれがおきるかを説明せよ.

- (2) C が必ず正しい値 (つまり, (1) と同じ仮定の元で, 30) を得るように上のプログラムを直したい. C は直さずに F, G のみを変更するとして, どのように変更すべきかを記せ.
- (3) 上記の様に F, G を変更したとしても, まだこのプログラムには C に問題がある. それは, 得られる結果は正しいものの, CPU を無駄に利用してしまうというものである. その問題が生ずる理由について詳述せよ. また, その問題を取り除くためにどのようにプログラムを変更すべきかを記せ.

注: (2), (3) では, 通常のスレッドライブラリで提供されているプリミティブは利用してよい. 説明には擬似コードを用いて, 具体的なプログラムの形が明らかになるようにせよ. ただし, スレッドライブラリの API の詳細な文法 (引数の順番など) を覚えていることは要求していない. その場合, 適宜自然言語による注釈を補うなどして, API をどのように利用しているかが明確になるようにせよ.

2

次の文章を読んで後の問いに答えよ。

男の携帯のメール着信音になる。メールをチェックすると「お昼一緒に食べよ、いつもの場所で」というメッセージ入っていた。

男：「あ～…もう『終わった』のかと思ってた」

男はいつもの場所へ行った。女は先に来て待っていた。

男：「なんだい？よりを戻そうって…」

女：「ちょっとこれ見てよ!」

男：「な、なんだよ。人の話をさえぎって」

女：「うちのコンピュータ演習で (1) するプログラムを書け、っていう宿題が出たんだけど、友達のと比べたら超遅くて」

男：（ふう～、なんだよ。よりを戻したいって話かと思ったら、俺に宿題をやらせようってのかまったく。どっかの歌にあった「尻に～しかれっぱなし、ザブドンのような心と体よ」だな、これじゃ）「とりあえずそのプログラムを見せてみな」

女：「はい」

```
1: int main()
2: {
3:     int a = open("A", O_RDONLY);
4:     int b = open("B", O_CREAT|O_WRONLY|O_TRUNC, 0777);
5:     int sz = filesize("A");
6:     char * buf = (char *)malloc(sz);
7:     read(a, buf, sz);
8:     write(b, buf, sz);
9:     close(a);
10:    close(b);
11: }
```

男：「なんだよこのプログラムは。ちゃんとエラー検査とかしなきゃ」

女：「いいのよ! どうせ演習で作ってるだけのプログラムなんだから」

男：「(ため息…) 実行してみてよ」

女：「今するわよ!」

女 “./a.out” とコマンドラインから打ち込む。実行は 40 秒ほどで終了した。

男：「それで?」

女：「今、このファイルは 100MB だったんだけどところが、この一個目のファイルをもう少し大きくして 105MB にすると、倍以上時間がかかるようになるの」

女は、A を 105MB のファイルに入れ替えて “./a.out” と打ち込む．実行は 100 秒くらいかった．

女：「ね？ こんなことってある？」

男：「このコンピュータには (2) の？」

女：「んーと， (3) くらい」

男：「なるほどね．それじゃあそういうこともあるでしょ」

女：「どういうこと？ もったいぶらずに早く言いなさいよ」

男：「 (4) というわけ」

女：「わかったから，じゃあこのプログラムをどう直せばいいのよ！」

男：「簡単だよ」

男 (5) プログラムを直す．

男：「そらできた．さて走らせよう」

男 “./a.out” と実行．実行は 35 秒ほどで終了した．

男：「ね．コンピュータも少しは仕組みがわかってないと，とんでもなく遅いプログラムを知らないうちに書いてたりすることがあるんだよ」

女：「そんな説教は良いから．あんたは電気なんだからそのくらいできて当たり前でしょ．じゃあ！」

女 席を立つ

ある日，男は新しい出会いを求めて合コンに参加した．コンピュータに強く，優しく，ルックスも (自称) のこの男は容易に新しい彼女を GET することができたのだった…

問：

- (1) に適切な言葉を書け．つまり，示されたプログラムは何をするプログラムか？ ただし，
 - － 行の左端の番号は行番号で，もちろんプログラムの一部ではない．
 - － `filesize(F)` は， F という名前のファイルのサイズをバイト単位で返す関数とする．
- (2), (3) の会話がこのプログラムの問題点を理解する鍵となっている．(2), (3) に当てはまる言葉を想像してみよ．(3) には数字 (量) が入る．もちろんその答えは，一通りではないので，ありうる数字と，そう考える根拠を記せ．
- (4) には，男がこのプログラムが遅くなった理由を説明する文章が入る．適切な文章を考えよ (欄の大きさを気にせずに詳しく説明してよい) ．
- (5) 男はどうプログラムを直したのか．細部にわたって正確なコードを示す必要はないので，重要な違いがわかるように変更部分を記述せよ．変更点に関する簡単な説明を加えた上で，なぜそれによって性能悪化がなくなるのかを説明せよ．

3

通常の現代的なオペレーティングシステム (Linux, Windows 2000/XP, FreeBSD, Solaris など) においては, 同一のコンピュータで二つ以上のプロセスが同時に存在することができる. このとき, ある悪意を持ったユーザが, 他のプロセスのメモリを盗み見することを企てたとしても, それが不可能な理由を詳しく説明せよ. 説明に当たっては「プロセス間のメモリは分離されているから」などという抽象的な答えではいけない.

- CPU に備わる, 関連した仕組み
- オペレーティングシステムが提供する概念
- その概念をオペレーティングシステムがどう実現しているか

などを含めて説明せよ.

悪意のあるユーザは, 他のプロセスのメモリを盗み見るために, メモリアクセス命令のみならず, CPU に備わるありとあらゆる命令を駆使する可能性があることを考慮に入れよ.

問題は以上である