情報処理 (計算機) システム II ・中野・金 2 ・定期試験問題

2021 年 7 月 30 日

I 情報実習室の Linux 環境にログインし、端末エミュレータ (新しい端末) を開き、左下のようなコマンドを入力した。ただし、myprog.c の内容は右下の通りである。下の候補の中から空欄を埋めるのに最も適当と思われる語句を選んで解答用紙に書きなさい。(60 点)

```
y200000@s01612h001:~$ cc -o myprog myprog.c
y200000@s01612h001:~$ ./myprog
x = 11
11^2 = 121
y200000@s01612h001:~$
```

myprog.c

```
#include <stdio.h>

int x;

int square(int y)
{
    return y*y;
}

int main()
{
    printf("x = ");
    scanf("%d", &x);
    printf("%d^2 = %d\n", x, square(x));
    return 0;
}
```

a. 端末エミュレータに「y200000@s01612h001:~$」という文字列を送っているのは、一般に [(1)] と呼ばれるプログラムである。このプログラムは、キーボードから入力された「cc -o myprog myprog.c」という文字列を読み取ると、cc という名前のプログラムファイルを [(2)] 中のディレクトリから探し出し、[(3)] と exceve という 2 つの [(4)] を利用して、自らのプロセスを複製してできた新しいプロセスの仮想アドレス空間に、cc の機械語プログラムなどを取り込み、その実行を開始する。

b. myprog.c のグローバル変数 x は、myprog のメモリ空間内の [(5)] 領域と呼ばれる部分に割り当てられる。一方、square 関数の引数 y は [(6)] 領域に割り当てられる。myprog.c に現われている [(7)] という名前の関数の機械語プログラムは、myprog というプログラムファイルには記録されておらず、myprog の起動後、[(8)] される。

c. 「x = 」という文字列が表示さると、標準入力 (ファイル記述子の [(9)] 番) からの入力が完了するまで、myprog のプロセスは [(10)] 待ち状態となる。入力が完了すると、このプロセスは [(11)] 状態となり、その後、CPU の割り当てを受けると [(12)] の状態となる。

d. myprog がキーボードからの入力を待っている状態で、別の端末エミュレータのウィンドウを開き、そこから myprog を起動すると、同じ myprog という機械語プログラムが新しいプロセスとして実行されることになるが, このプロセスの [(13)] 領域の物理ページは、myprog の古いプロセスと共有される。

e. Linux は [(14)] マルチタスク方式の OS なので、ユーザプロセスが自ら CPU の割り当てを放棄しなくても、タイマーからの [(15)] 信号を利用してプロセスのスケジューリングが行なわれる。

空欄の候補

0、1、2、3、BSS、close、execve、fork、main、open、read、scanf、square、write、アイドル、イベント、カーネル、キャッシュ、コマンドサーチパス、コンテクスト、シェル、システムコール、シンボリックリンク、スタック、テキスト、ディレクトリ、ハードリンク、パイプライン、ヒープ、ブートストラップ、プリエンプティブ、プロセス、階層的、仮想、協調的、実行可能、実行中、数理、静的リンク、動的リンク、特権、非特権、物理、割り込み

(次ページに続く)

Ⅱ math グループのみに属している y200000 というユーザが、情報実習室の Linux 環境にログインし、端末エミュレータ (新しい端末) を開き、次のようにコマンドを入力した。空欄を埋めるのに適切な語句を解答用紙に書きなさい。(24 点)

```
y200000@s01612h001:~$ pwd
/home/y200000
y200000@s01612h001:~$ cd progs
y200000@s01612h001:~/progs$ ls -l
合計 125
---x-wxr-x 1   a89023 math     3  7月 26 21:03 data
---xrw--wx 1  y200000 elec 16808  7月 25 10:18 foo
-r-xr-xrw- 1   a89023 elec   237  7月 25 10:15 foo.c
y200000@s01612h001:~/progs$ ./foo >data
```

a. ここで実行している foo というファイルを絶対パス名で最も簡潔に示すと [(1)] となる。また、この foo を相対パス名で最も簡潔に示す場合、カレントディレクトリが /home/y200000 であるプロセスにおいては [(2)] となり、カレントディレクトリが /home/a89023 であるプロセスでは [(3)] となる。

b. data、foo、foo.c の 3 つのファイル内、このユーザが書き込み権を持っているのは [(4)] と [(5)] である。

c. シェルは、pwd、cd、ls、./foo という 4 つのコマンドを実行しているが、このうちシェルの内部コマンドでないといけないのは [(6)] である。

d. シェルは「./foo >data」を読み込むと、生成した子プロセスで [(7)] 番のファイル記述子を close した後、[(8)] というファイルを書き込み用に open し、その後、./foo を exceve で実行する。

Ⅲ 2 GiB の主記憶装置 (物理メモリ) を持つ計算機で、ページの大きさが 4 KiB であるようなページング方式の仮想記憶システムが稼働しており、あるプロセスが実行されていて、このプロセスは 2 GiB の物理メモリの内、2000 MiB を占有できている。ページフォルトが起らなければ、主記憶装置 (物理メモリ) にアクセスするのに 10 ns (10×10^{-9} 秒) の時間しかかからないが、ページアウトやページインが発生すると、これに加えて、それぞれ 1 回につき、15 ms (15×10^{-3} 秒) が必要となる。このプロセスが、仮想アドレス空間内の 6000 MiB の (連続した) メモリ領域に対し、特定のアドレスの 4 byte のデータへのアクセスと、同じ (6000MiB の) 領域内の毎回でたらめなアドレスの 4 byte のデータへのアクセスを交互に繰り返している。ただし、どちらの場合も、アクセスする 4 byte のデータが複数のページに跨ることはない。(16 点)

(1) その特定のアドレスへの 1 回のメモリアクセスでページフォルトが起こる確率はどの程度と考えられるか。

(2) 毎回でたらめなアドレスへの 1 回のメモリアクセスでページフォルトが起こる確率はどの程度と考えられるか。

(3) このような状況では、全体として、1 回のメモリアクセスに必要な時間は平均してどの程度と考えることができるか。

(定期試験問題終り)

情報処理 (計算機) システム Ⅱ ・定期試験・解答用紙

I

(1) シェル

(2) コマンドサーチパス

(3) fork

(4) システムコール

(5) BSS

(6) スタック

(7) scanf

(8) 動的リンク

(9) 0

(10) イベント

(11) 実行可能

(12) 実行中

(13) テキスト

(14) プリエンプティブ

(15) 割り込み

Ⅱ

(1) /home/y200000/progs/foo

(2) progs/foo

(3) ../y200000/progs/foo

(4) data

(5) foo.c

(6) cd

(7) 1

(8) data

学籍番号　　氏名

(裏面に続く)

情報処理 (計算機) システム II ・定期試験・解答用紙

III

(1)

2 回に 1 回は、この特定のアドレスを含むページアクセスしているので、このページがページアウトしている状況になることはなく、ページフォルトが起こる確率は 0 と考えられる。

(2)

6000MiB の領域の内の $6000 - 2000 = 4000$MiB がページアウトした状態となっているはずであるが、アクセスするアドレスは全くランダムなので、ページフォルトが起こる確率は

$$\frac{6000 - 2000}{6000} = \frac{4000}{6000} = \frac{2}{3}$$

であると考えられる。

(3)

ページフォルトが起こらなければ 10×10^{-9} 秒、起これば、これに加えて $2 \times 15 \times 10^{-3}$ 秒の時間が必要となる。一方、(1) の状況と (2) の状況は交互に起るため、全体として、1 回のメモリアクセスを行うのに必要な平均時間は

$$\frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-9} + \frac{1}{2} \times \left(10 \times 10^{-9} + \frac{2}{3} \times 2 \times 15 \times 10^{-3} \right) \fallingdotseq 10 \times 10^{-3} \text{ 秒}$$

程度と考えられる。

(解答用紙終り)