

1. (20 分) 我們有下面的 BNF 文法。

$S ::= NP AS$

$NOUN ::= "a\ man" \mid "a\ lady" \mid "a\ dog" \mid "a\ cat"$

$AS ::= VERB\ NOUN \mid AS\ CONC\ AS$

$VERB ::= "likes" \mid "owns" \mid "catches"$

$CONC ::= "and"$

上述文法，容許名詞，但不容許形容名詞的介繫詞片語。譬如我們有下列句子，使用了許多這樣的片語：“with a cat”、“for a lady”、“by a dog”、“of a man”。

“a man with a cat for a lady by a dog owns a dog of a man”

- 1.a 請修改上述文法，讓它可以 derive 上述範例中，無限制的長度的介繫詞片語。

- 1.b 請用修改過後的文法，將上述句子的 derivation tree 畫出來。

2. (20 分) Fibonacci sequence 的定義如下。

$$f(1) = 1$$

$$f(2) = 1$$

$$f(n) = f(n-1) + f(n-2), \quad n > 2$$

請寫出一個 C/C++ 的程序，接受一個輸入引數  $n$ ，並且計算  $f(n)$  的值。這個程序的時間複雜度為 linear time。你寫出來的程序，必須能夠處理不適當的  $n$  值。若是需要任何資料結構，你的程序必須自行宣告，而不能假設在這程序執行之前已經存在。

3. (20 分) 假設我們有下列程式片段，有六個指令，有 a、b、c、d、e、f、g、h、i、x、y, 等 11 個變數。

```
1: a = x * x;    // 20 us
2: b = a + 8;    // 10 us
3: c = a * y;    // 20 us
4: d = a - 4;    // 10 us
5: e = a / y;    // 20 us
6: f = b / c;    // 20 us
7: g = d - e;    // 10 us
8: h = f * g;    // 20 us
9: i = h * y;    // 20 us
```

假設這個程式，現在經過了 compiler 的分析，要在一個三個 cores 的 shared-memory CPU 上執行。在指令的左邊，我們寫上了指令的行號。指令的右邊，我們寫上了執行指令所需使用時間（以微秒 us 為單位）。

- 3.a 請問這個程式片段，在 in-order execution 時，需要花多少時間？
- 3.b 請畫出上述程式片段的 data-dependency graph。
- 3.c 依照上述 data-dependency graph，這個程式片段，在我們的 3-core shared-memory CPU 假設下，做 out-of-order execution 時，請問最短可以用多少時間完成？
- 3.d 所需的 out-of-order execution 是什麼？

4. (40 分) 假設我們可以在程式中宣告 semaphore 變數，而且我們有下列系統程序。

`sem_wait(semaphore s)`

`sem_signal(semaphore s)`

- 4.a 請問什麼是 semaphore 變數？
- 4.b 請問這兩個程序的功能為何？
- 4.c 請問什麼是 synchronization 研究中的 reader-writer 問題。

用 semaphore 來解決 reader-writer 的問題，我們需要設計下列五個單元。

- 4.d Global 變數的宣告。這些變數，用來控制 Reader 與 Writer 的行為，以免違反了 Reader-Writer 問題的解決。
- 4.e Writer 的 Entry section 程式碼。這部分的程式碼，是 Writer 每次要寫入時，必須先執行的程式碼。
- 4.f Writer 的 Exit section 程式碼。這部分的程式碼，是 Writer 每次寫完後，必須執行的程式碼。
- 4.g Reader 的 Entry section 程式碼。這部分的程式碼，是 Reader 每次要讀出時，必須先執行的程式碼。
- 4.h Reader 的 Exit section 程式碼。這部分的程式碼，是 Reader 每次讀完後，必須執行的程式碼。

請把上述五個單元的內容填寫完善。。