

1. (15 分) 我們有下面的 BNF 文法。

$S ::= NP\ AS$

$NP ::= NOUN\ PHRASES$

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

$PHRASES ::= \mid PROP\ NOUN\ PHRASES$

$PROP ::= \text{"with"} \mid \text{"for"} \mid \text{"by"}$

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

$VERB ::= \text{"likes"} \mid \text{"owns"} \mid \text{"catches"}$

$CONC ::= \text{"and"}$

請依據上述文法，畫出下面句子的 derivation tree。

"a man with a cat likes a lady by a dog and owns a dog for a lady"

2. (15 分)

2.a 請問在第一題的 BNF 文法，是不是 ambiguous?

2.b 請證明你的答案。

3. (20 分) 我們有下列 C/C++ 語言程序。

```
int f(int n) {  
    if (n == 1 || n == 2)  
        return(1);  
    else  
        return(f(n-1)+f(n-2));  
}
```

3.a 請描述這個程序在算什麼？

3.b 請把這個程序的計算目的的遞迴方程式寫出來，並且把對任意引數 n 的解，寫出來。

3.c 請問這個程序的計算時間複雜度是多少？

3.d 請問根據你的描述，這個程序有什麼錯誤？

4. (25 分) 假設我們可以在程式中宣告 semaphore 變數，而且我們有下列個系統程序。

```
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 請用 spinlock 的技術，寫出上述兩個程序的內容。

5. (25 分) 假設我們有下列程式片段，有六個指令，有 a, b, c, d, e, k 等六個變數。

```
1: b = a;           // LSU    5 us
2: b = b + 3;       // ALU    10 us
3: k = d;           // LSU    5 us
4: c = d + 5;       // ALU    10 us
5: e = c;           // LSU    5 us
6: a = b / k;       // ALU    20 us
```

假設這個程式，現在經過了 compiler 的分析，要在一個 single 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的硬體元件與時間（以微秒 us 為單位）。ALU 代表所用的硬體元件是 CPU 中唯一的算術邏輯單元。LSU 代表所用的硬體元件是 CPU 中唯一的存取單元。我們假設這個 CPU，可以容許 LSU 與 ALU 同時執行不同的指令。

- 5.a 請問這個程式片段，在 in-order execution 時，需要花多少時間？
- 5.b 請畫出上述程式片段的 data-dependency graph。
- 5.c 依照上述 data-dependency graph，這個程式片段，在我們的 single CPU 假設下，做 out-of-order execution 時，請問最短可以用多少時間完成？
- 5.d 在 5.c 的答案下，所需的 out-of-order execution 是什麼？