

資料結構與進階程式設計 (107-2)

作業四

作業設計：孔令傑
國立臺灣大學資訊管理學系

繳交作業時，請將第一題的答案以中文或英文作答後，以 PDF 檔上傳到 NTU COOL；**不接受紙本繳交**；第二至四題請至 PDOGS (<http://pdogs.ntu.im/judge/>) 上傳一份 C++ 原始碼（以複製貼上原始碼的方式上傳）。這份作業的截止時間是 **2019 年 4 月 21 日星期日凌晨 1:00**。在你開始前，請閱讀課本的第 6、7 章¹ 不接受遲交。

由於本課程修課同學眾多，而助教人力有限，為了避免過度壓榨助教，我們可能會對手寫題進行隨機批改，亦即助教會隨機選擇一份作業的若干題進行批改和給分。助教會對全班同學都批改同樣的題目。若有批改之題目的總分為 x 而一位同學得到 y 分，且手寫題總分為 z 分，則其在該份作業會得到 $z(\frac{y}{x})$ 分。公佈的參考解答中會包含所有題目（包含沒被批改的）。

第一題

（40 分）針對以下數題，請仿照上課投影片第 10、11 頁的形式，為指定的任務寫 pseudocode：

- (a) 請寫一個函數，傳入一個含有左括號「(」和右括號「)」，以及其他運算元、運算子的字串，回傳這運算式中的括號們是否能正確地兩兩對應。舉例來說， $(1+(2+3)-(4\times(5+(6-7))))$ 有兩兩對應， $(1+(2-(3+4\times(5))))((3+8$ 則沒有。請注意 $)1)+(2($ 也沒有正確地兩兩對應喔。
- (b) 請寫一個函數，傳入一個含有許多 item 的 stack，在函數中從底到頭印出該 stack 中的所有 item。請假設每個 item 都有個漂亮的成員函數叫 print()，你只要從底到頭把每個 item 的 print() 依序呼叫一遍即可。這個函數被傳入 stack 的時候是 call by value，所以就算你在函數中徹底摧毀這個 stack 也沒關係，只要有正確地印完即可。
- (c) 請寫一個函數，是一個 stack 類別的成員函數，沒有參數，該類別的 stack 物件呼叫該函數後，在函數中從底到頭印出該 stack 中的所有 item。請假設每個 item 都有個漂亮的成員函數叫 print()，你只要從底到頭把每個 item 的 print() 依序呼叫一遍即可。很顯然地，除了正確地印出該印出的結果之外，這個函數執行結束後，該 stack 的內容要和呼叫前一模一樣。
- (d) 在 Recursion and Algorithm Complexity 那堂課的投影片第 19 頁，有一個解「C n 取 k」的組合個數的程式。請寫一個函數，傳入 n 和 k 兩個整數，用 stack 而不用 recursion，最終回傳「C n 取 k」的組合個數。

第二題

（30 分）在本題中，我們將實作課堂所教授的 stack 概念，將其運用在四則運算的計算過程。將會給定一個包含對整數做加減乘除的數學四則運算式，例如 $3 + 5 \times 2 - 3/2$ ，請同學應用 stack 來實作其計算

¹課本是 Carrano and Henry 著的 *Data Abstraction and Problem Solving with C++: Walls and Mirrors* 第六版。

以算出答案，需要特別注意的部分在於「除法」運算，是指只留下商數的除法，因此，根據上述例子其計算結果為 $3 + 10 - 1 = 12$ 。

使用 stack 實作四則運算的作法大略如下：準備兩個 stack，stack 1 裝「整數」，stack 2 裝「運算子」；依序讀取題目所給之四則運算式子，當讀到「整數」就丟進去 stack 1，反之，若讀到「運算子」就看一下 stack 2 中運算子優先權順序比較，如果預計要丟進去的運算子優先權比目前 stack 2 最上面的運算子優先權高，就把該運算子直接丟進去 stack 2，反之，若平手或優先權比較低就先把原先 stack 2 最上面的運算子取出來跟 stack 1 內最上面的兩個數字計算一發，把計算結果整數數字丟回 stack 1，然後再將預計丟入之運算子嘗試直接丟進 stack 2，依此類推來計算四則運算式的最終結果。

輸入輸出格式

系統會提供一共 15 組測試資料，每組測試資料裝在一個檔案裡。在每個檔案中僅會有一列資料，即為一個 infix 數學式子的字串，在該運算式中的運算子只會有加減乘除四種符號，而運算元部分則皆是介於 0 到 999 之間的正整數，彼此間沒有空白存在。

讀入以上資訊後，在依序讀入運算式子字串中的運算子後逐行印出 stack 1 的內容整數，亦即第 i 行印出讀完 infix 敘述句中第 i 個運算子時 stack 1 的內容整數，列印方式由 stack 1 的 bottom 往 top 依序印出，而任兩個數字間以一個「逗點」隔開，並在最後一行會印出最終運算結果。

舉例來說，若輸入為

```
3+5*2-3/2
```

則輸出應該為

```
3
3,5
13
13,3
12
```

若輸入為

```
3+15*2*6-876/3/2
```

則輸出應該為

```
3
3,15
3,30
183
183,876
183,292
37
```

你上傳的原始碼裡應該包含什麼

你的.cpp 原始碼檔案裡面應該包含讀取測試資料、做運算，以及輸出答案的 C++ 程式碼。當然，你應該寫適當的註解。針對這個題目，你**可以**使用任何方法。

評分原則

這一題的分數都根據程式運算的正確性給分。PDOGS 會編譯並執行你的程式、輸入測試資料，並檢查輸出的答案的正確性。一筆測試資料佔 2 分。

第三題

(30 分) 承上題，現在題目所給之運算式裡面的運算元部分有可能含有變數，而非皆是整數數字，例如 $a + 5 \times b - 3/2$ ，同樣地如上題作法，請同學應用 stack 來實作其計算以列印出計算過程與結果，需要特別注意的部分在於「除法」運算，是指只留下商數的除法，因此，根據上述例子其計算結果為 $a + 5b - 1$ 。

舉例來說，若輸入為

```
a+5*b-c/2/3
```

則輸出應該為

```
a
a,5
a+5b
a+5b,c
a+5b,c/2
a+5b-c/6
```

如果輸入是

```
20+3*a-4*3/2-b/2-c-5*a/5*3-14
```

則輸出應該為

```
20
20,3
20+3a
20+3a,4
20+3a,12
14+3a
14+3a,b
14+3a-b/2
14+3a-b/2-c
14+3a-b/2-c,5
```

```
14+3a-b/2-c,5a
14+3a-b/2-c,a
14-b/2-c
-b/2-c
```

你上傳的原始碼裡應該包含什麼

你的.cpp 原始碼檔案裡面應該包含讀取測試資料、做運算，以及輸出答案的 C++ 程式碼。當然，你應該寫適當的註解。針對這個題目，你可以使用任何方法。

評分原則

這一題的分數都根據程式運算的正確性給分。PDOGS 會編譯並執行你的程式、輸入測試資料，並檢查輸出的答案的正確性。一筆測試資料佔 2 分。

第四題（加分題）

（20 分）在本題給定的有向圖上，sample 以圖 1 為例，請同學們來實作 Depth-First Search（深度優先，DFS），根據所學習的 DFS 搜尋原則來作路線節點的判定，判斷從指定的 node 1 到 node n 有沒有路。

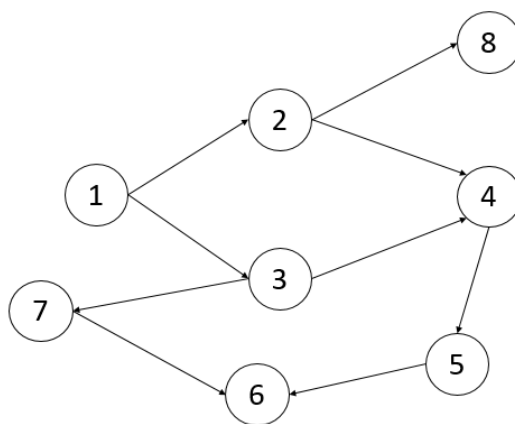


圖 1: sample 有向圖

輸入輸出格式

系統會提供一共 10 組測試資料，每組測試資料裝在一個檔案裡。在每個檔案中會有一個 $n \times n$ adjacency matrix A ， n 為 node 個數。矩陣 A 由 1 跟 0 構成， $A_{ij} = 1$ 表示點 i 有路通往點 j ，反之則否。Node 編號為 1、2 一直到 n 。在讀入這矩陣資訊後，開始以上課介紹的方式執行 DFS，去判斷從 node 1 到 node n 是否有路徑：

- 首先 push node 1 到 stack。

- 每個回合去 peek stack，看看有沒有能從 top node 走到且沒走過的 node。
 - 如果有，則把 top node 能走到且還沒走過的 node 編號 push 到 stack，有複數個時依編號由小而大依序 push。
 - 如果沒有，則把 top node pop 掉。
- 反覆執行上述步驟直到把 node n push 進 stack 的那個回合的 push 被做完，或 stack 被清空。

每次完成 push node 編號（可能有複數個）到 stack 存放的時候，就在新的一行由 bottom 到 top 印出目前 stack 的內容，兩 node 編號之間用一個「逗點」隔開，最後再多一行印出最終判斷結果，若 node 1 到 node n 有路徑就印出 1，反之則印出 0。請注意如果該回合是 pop 掉 top node，則不用印出 stack 內容，而把 node n push 進 stack 的那個回合結束後，仍要印出 stack 內容。

舉例來說，如果輸入是

```
0,1,1,0,0,0,0,0
0,0,0,1,0,0,0,1
0,0,0,1,0,0,1,0
0,0,0,0,1,0,0,0
0,0,0,0,0,1,0,0
0,0,0,0,0,1,0,0
0,0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,1,0,0
0,0,0,0,0,0,0,0
```

則輸出應該是

```
1
1,2,3
1,2,3,4,7
1,2,3,4,7,6
1,2,3,4,5
1,2,8
1
```

如果輸入是

```
0,1,1,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,1,0,0,0
0,0,0,0,0,1,0,0
0,0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,1,0,0
0,0,0,0,0,0,0,0
```

則輸出應該是

```
1
1,2,3
0
```

你上傳的原始碼裡應該包含什麼

你的.cpp 原始碼檔案裡面應該包含讀取測試資料、做運算，以及輸出答案的 C++ 程式碼。當然，你應該寫適當的註解。針對這個題目，你可以使用任何方法。

評分原則

這一題的分數都根據程式運算的正確性給分。PDOGS 會編譯並執行你的程式、輸入測試資料，並檢查輸出的答案的正確性。一筆測試資料佔 2 分。