

基礎 C++ 程式設計導論 I

Introduction to Basic C++ Program Design I

陳俊安 Colten

自我介紹 - 陳俊安 Colten

- 國立成功大學資訊工程系 大二 (特選甲組)
- 熱愛競技程式設計、演算法、資料結構
- SYSTEX 精誠資訊集團 SEI 實習演算法工程師
- APCS 實作滿級分
- 台南女中資訊研究社 37th C++ 進階班講師
- 2023 資訊之芽培訓計畫 南區算法班 講師
- 2022 ICPC Asia Taoyuan Regional Programming Contest Bronze Medal
- NHDK 南北四校聯合資研暑期選手培訓課程 講師



自我介紹 - 陳俊安 Colten

- 我現在 19 歲而已 XD



簡單的課程進度說明

- 一開始會從最基礎的 C++ 語法開始
- 沒學過的不用緊張 ><
- 後面才會慢慢進入到演算法
- 作業
 - 之後會有作業，要好好練習 ><

C++

- 跟 C 語言是朋友，最大的差別在於 C++ 是可物件導向的程式語言之一
 - 你可能也有聽過 C#，但我覺得語法上差蠻多的XD
- C++ 是高階程式語言
 - 低階程式語言 Low-level programming language
 - 低階語言一般來說都指 機器碼 或 組合語言
 - 高階程式語言 High-level programming language
 - 語法與人類慣用的語言相近

低階語言與高階語言

- 在物件導向出現之後，像 C 這種非物件導向程式語言常常也有人稱它為低階或中階
- 物件導向程式設計
 - Object-oriented programming (OOP)
 - 可增加程式的靈活性和可維護性

為什麼這一次選擇使用 C++ 這一個語言

- 有一些好用的工具可以直接用，且語法比 C 語言更容易上手
- ~~C++ 是我第一個接觸的程式語言，我 4 年前用到現在~~

C++ 的一些語法特色

- 每一個描述後面都會有一個分號；表示該描述句的結束
- 程式碼執行順序由上到下（其實基本上程式語言都這樣）
- 偏嚴謹，在做一些運算的時候對於型態一板一眼
 - Example:
 - 使用 `max(a,b)` 函數的時候 `a,b` 型態需要一致
 - 如果 `a` 跟 `b` 都是整數，但如果是不同類型的整數也不行
 - 整數有許多類型後面會介紹到

變數與型態

Lecture 1

變數

- 會變的數字？
- 生活中常見的變數
 - 你的銀行存款
 - 遊戲裡的人物血量
 - 你一卡通裡面的金額

變數與型態

- 每一個變數可能存在的形態
 - 一卡通裡面的金額 -> 整數 eg. 200 元
 - 遊戲裡面的人物寫量 -> 浮點數 (小數) eg. HP: 45.3
- 所以每一個變數都有一個屬於自己的型態
 - 就很像我們人有分 男生 跟 女生

常用型態

- 整數
 - `int` ($-2^{31} \sim 2^{31} - 1$)
 - `long long` ($-2^{63} \sim 2^{63} - 1$)
 - `unsigned long long` ($0 \sim 2^{64} - 1$)
- 浮點數 (小數)
 - `float` (單精度浮點數) 最大有效位置小數點後 7 位
 - `double` (雙精度浮點數) 最大有效位至小數點後 16 位
 - `long double`
- 字元 `char` (eg. 'a')
- 字串 `string` (eg. "Colten")
- 布林 `bool` (true or false)

常用型態

- 懶人包：
 - 整數
 - 浮點數 (小數)
 - 布林 (True or False)
 - 字串 (“Hello”)
 - 字元 (‘a’)

變數宣告

- 在 C++ 中如果我們要宣告一個變數，其語法如下
 - [變數型態] [變數名稱]; // 記得分號一定要加
 - `int a;` // 宣告 a 是一個整數變數
 - `char b;` // 宣告 b 是一個字元變數
 - `bool apple;` // 宣告 apple 是一個布林變數

```
3 int a,x,y,z;  
4  
5 char b;  
6  
7 bool apple;
```

主程式與輸入輸出

Lecture 2

主程式 main function

- 你的 C++ 程式碼開始執行時，就會先呼叫的 Function
 - 關於函數呼叫到後面某一個章節時會細講
- 最一開始大家就把它想像成是一個起手式，主要架構即可

```
1 #include <iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 int main()
6 {
7     return 0;
8 }
```


#include <iostream>

- <iostream> 我們稱之為 **標頭檔 (header file)**
 - 類似一個工具箱，每一個標頭檔案都有一些特定的工具可以使用
 - 想要使用某一個工具，就必須拿出 (#include) 那一個工具箱
 - 常見標頭檔
 - <iostream> // 最基本的標頭檔 (cin , cout ...)
 - <cmath> // 數學相關 (sin , cos , tan , pow ...)
 - <iomanip> // 格式化輸出相關
 - <algorithm> // 某些演算法相關 (sort, min, max ...)

using namespace std; (記得分號)

- 命名空間 (namespace)
- 可以把它想像成是某一個群組的名稱
- 可能某兩個群組都有一個人叫做 `a`，但是這兩個 `a` 是不同人
- 所以假設第一個群組叫做 `apple`，第二個叫做 `banana`
- 那麼在 C++ 中為了區分我們可以寫成：
 - `apple:a` 與 `banana:a`，讓程式知道我們說的 `a` 是哪一個群組的 `a`
- 而我們在基礎語法階段會使用到的群組是 `std`，為了寫的時候可以省略掉 `std::` (類似指定群組) 的這一個動作，我們會透過這樣的方式讓 `std` 可以被省略
- (請注意，這一個寫法在專案開發上是很不建議的動作，這邊只是為了方便)

int main()

- 在還沒學到 Function 之前，大家先有幾個認知就可以了
- main function 的型態必須是 32 位元的整數，所以才會寫 int main()
- int main() 這一個動作是 宣告函式
- 要寫東西在 main 函式裡面要使用大括號把要寫的東西包在裡面

```
4
5 int main()
6 {
7     int a,b,c;
8     return 0;
9 }
```

return 0;

- 由於 main 函式是整數型態，因此回傳的東西必須是一個整數
- 不過由於這一個函式是 main function，所以我們通常也用回傳 0 的方式來讓我們知道這一個程式是正常終止的
- return 的用途 Function 那邊還會細講，這邊大家就先大概知道即可

```
4
5 int main()
6 {
7     int a,b,c;
8     return 0;
9 }
```

main function

- 有了這一個架構之後，你的程式碼基本上就可以正常編譯跟執行了
 - 編譯，電腦把你的程式碼轉成它看得懂的東西
 - 執行，執行程式碼被轉換後的執行檔案

```
1 #include <iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 int main()
6 {
7     return 0;
8 }
```

輸入與輸出

- 讓程式可以跟使用者互動
 - 語法：
 - 輸入：cin
 - 輸出：cout
 - 輸入 in、輸出 out

cout 輸出一個東西

- `cout << [你要輸出的東西];`

```
1 #include <iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 int main()
6 {
7     int ouo = 5;
8
9     cout << ouo; // 輸出 5
10
11     return 0;
12 }
```

cout 輸出兩個東西

- `cout << [你要輸出的東西1] << [你要輸出的東西2];`

```
1 #include <iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 int main()
6 {
7     int a = 10 , b = 5;
8
9     cout << a << b; // 輸出 105
10    // 105 是連在一起的哦！
11
12    cout << a << " " << b; // 10 5
13    // 這個才沒有連在一起
14
15    return 0;
16 }
```


cout 輸出三個東西

- `cout << [你要輸出的東西1] << [你要輸出的東西2] << [你要輸出的東西3];`
- 要在同一個 `cout` 輸出多個變數，只要使用 `<<` 區分開即可

cout 輸出字串

- 字串在 C++ 的語法中，被指定的文字必須使用 **雙引號** 包起來
 - "Hello!"
 - "OwO"
 - "Q"

```
1 #include <iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 int main()
6 {
7     cout << "Hello world";
8
9     return 0;
10 }
```

更多例子

- 字串在 C++ 的語法中，被指定的文字必須使用 **雙引號** 包起來

```
1#include <iostream>
2
3using namespace std;
4
5int main()
6{
7    int a = 5;
8
9    cout << "Hello    " << a << "owo";
10
11    return 0;
12}
```

練習題

- 輸出字串 Hello world!
- 輸出整數(請不要使用 "2023" 作弊QQ) 2023
- 輸出 2023 3202 OwO!!!

換行

- 把 cout 分開寫並不表示它會換行哦！

```
1 #include <iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 int main()
6 {
7     cout << "Hello world";
8     cout << "Hello world";
9
10    // output: Hello worldHello world
11
12    return 0;
13 }
```

我想換行QQ feat. 跳脫字元

- 需要有一個先備知識，跳脫字元 \ (我都叫他反斜線)
 - 具有兩個功能
 - \n 換行
 - \t 四個空格
 - 更多特殊功能可以 Google 找看看
 - 功能 2: 化解衝突 (eg. " , \ , ' 等等)
 - 我想要輸出雙引號，但是雙引號是具有功能的字元
 - 為了避免衝突我們可以在雙引號前面加上 \ 避免衝突
 - ```
cout << " \ " "; // 輸出 \
```

```
1 #include <iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 int main()
6 {
7 cout << "Hello world\nHello world"; // 輸出兩行 Hello world
8
9 return 0;
10 }
```

# 但 \n 其實是 C 的作法，C++ 是 endl

- 這兩個方法都建議知道一下比較好
- 順帶一提，使用 \n 的程式碼有時候會比 endl 的還要來的快上許多
  - 原因牽涉到 釋放緩衝區 的問題
  - 不過這一個東西偏底層了，有興趣的可以參考 [Wiwiho 的筆記](#)

```
1#include <iostream>
2
3using namespace std;
4
5int main()
6{
7 cout << "Hello world" << endl << "Hello world"; // 輸出兩行 Hello world
8
9 return 0;
10}
```

# 練習題

- 輸出三行字串 OuOb
  - Hint: 跳脫字元當中的特殊功能 或是 使用 endl
- 輸出字串 ><"\\\\"'"//
  - Hint: 跳脫字元當中的化解衝突



# 輸入 cin

- 讓使用者能夠跟程式互動
- 語法：`cin >> [要被輸入的變數];`

```
1 #include <iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 int main(void)
6 {
7 int a;
8
9 cin >> a; // 輸入 4，這個時候 a = 4
10 cout << a << endl; // 輸出 4
11 }
```

# 多個變數輸入 cin

- 讓使用者能夠跟程式互動
- 語法：`cin >> [要被輸入的變數 1] >> [要被輸入的變數 2];`

```
1 #include <iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 int main(void)
6 {
7 int a,b;
8
9 cin >> a >> b; // 輸入 10 20
10
11 cout << b << " " << a << "\n"; // 輸出 20 10
12 }
```

# 輸入 cin

- 多個變數之間通常我們在輸入的時候會以 空白 分開
- 但是如果你輸入使用 換行 分開兩個不同的變數也是可以的
- Example (下面這兩個輸入的意思是一樣的)：



# 剛剛的特例

- 在字元中有例外情況，跟字元相鄰的變數是可以不用空白分開的
- Example:

```
1 #include <iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 int main(void)
6 {
7 int a,c;
8 char b;
9
10 cin >> a >> b >> c; // 輸入 10t20
11 // 10t20 是全部連在一起的
12
13 cout << a << " " << b << " " << c; // 正確輸出 10 t 20
14 }
```

# 練習題

- 依序輸入三個整數  $a, b, c$  並以  $c a b$  的順序輸出
- 輸入一個字串，並將這一個字串輸出
  - 測試
    - 輸入 Hello!
    - 輸入 OuO!

# 字串的輸入

- 輸入字串 Hello world! 時，你會發現用我們剛剛教的寫法會只有出現 Hello 這一個字串，這是為什麼呢？

```
1 #include <iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 int main(void)
6 {
7 string s;
8 cin >> s;
9 cout << s << "\n";
10 }
```



# 字串的輸入

- 還記得我們剛剛提到兩個變數之間輸入的時候會以 空白 隔開嗎？
- 雖然 "Hello World!" 是一個字串，但是程式上會認為你是在輸入
  - Hello
  - world!
- 因此第一個他得到的字串是 Hello，然後程式就結束了
- 那麼究竟我們應該要如何實現一次輸入 Hello world! 呢？

# getline(cin,string);

- getline 可以幫助我們連空白字元都一起讀入
- 語法：`getline(cin,[要被輸入的字串變數]);`

```
1 #include <iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 int main(void)
6 {
7 string s;
8 getline(cin,s);
9 cout << s << "\n";
10 }
```





# getline 的一些小細節

- 如果使用 getline 的前一次輸入有使用一般的 cin，會發現東西不見了

```
1 #include <iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 int main(void)
6 {
7 int q;
8 cin >> q;
9
10 string s;
11 getline(cin,s);
12
13 cout << q << " " << s << "\n";
14 }
```



# getline 的一些小細節

- 如果使用 getline 的前一次輸入有使用一般的 cin，會發現東西不見了
- 這是為什麼？
  - 由於前一次 cin 的東西最後有一個空字串沒有被清掉，因此你的  
getline 獨到的實際上是那一個沒有被清掉的空字串
  - 詳細的原因可以 Google
    - 關鍵字：cin 與 getline 混用

# 如何解決？

- 在 getline 之前使用 cin.ignore(); 這一個函數即可
- 或是你可以做兩次 getline, 第一次把那一個空字串讀掉

```
1 #include <iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 int main(void)
6 {
7 int q;
8 cin >> q;
9
10 string s;
11 cin.ignore();
12 getline(cin,s);
13
14 cout << q << " " << s << "\n";
15 }
```



輸入 #1

运行

輸出 #1

\*\*

5  
Hello world!

5 Hello world!

# 練習題

- 依序輸入一個數字一個字串 2023 跟字串 "Apple Banana"
  - Hint: `getline(cin,string)` and `cin.ignore()`

# 運算子

## Lecture 3

# 運算子

- 簡單來說，運算子指的就是 **運算用的符號**
- 運算子又分為很多種
  - 算術運算子 ( +, -, \*, / )
  - 比較運算子 ( <, >, <=, >= )
  - 位元運算子 ( &, |, ^ )

# 算術運算子

- 就跟大家平時用的數學一樣
- 在程式中也遵守著數學的規則
  - 做除法時，不能除以 0
  - 先乘除，後加減，有括號先算

```
1 #include <iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 int main()
6 {
7 int a = 10, b = 5;
8
9 cout << a + b << "\n"; // 15
10 cout << a - b << "\n"; // 5
11 cout << a * b << "\n"; // 50
12 cout << a / b << "\n"; // 2
13 cout << a + b * a << "\n"; // 60
14 cout << b * (a + b) << "\n"; // 75
15 }
```

# 算術運算子 %

- 取餘數

```
1 #include <iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 int main()
6 {
7 int a = 10, b = 7;
8
9 cout << a % b << "\n"; // 3
10 }
```



# 算術運算子

- 在做運算的時候要特別小心型態的問題
- 請見下方程式碼
- Why?

```
1 #include <iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 int main()
6 {
7 int a = 10, b = 3;
8
9 double a2 = 10.0;
10
11 cout << a / b << "\n"; // 3
12 cout << a2 / b << "\n"; // 3.33333
13 }
```

# 算術運算子

- 由於  $a, b$  都是整數，而整數跟整數做運算會預設結果出來也是整數
  - $a / b = 3.33333$  只取整數部分  $\rightarrow 3$
- 由於  $a2$  是浮點數了，因此出來的結果為  $3.33333$

```
1#include <iostream>
2
3using namespace std;
4
5int main()
6{
7 int a = 10, b = 3;
8
9 double a2 = 10.0;
10
11 cout << a / b << "\n"; // 3
12 cout << a2 / b << "\n"; // 3.33333
13}
```

# 算術運算子

- 還有一個常犯的錯誤
  - 如果  $a, b$  都是 `int`
  - 當  $a + b$  會超出 `int` 範圍且沒有使用 `long long` 儲存的情況下會發生 overflow (溢位) 的問題，造成出來的結果不如預期

# 比較運算子

- 如果在程式中使用比較運算子做運算，得到的結果會是 **布林** 的型態
  - 布林 bool
- 當敘述成立時得到的結果為 true (1)，反之為 false (0)
- 常見比較運算子 ( <, <=, >, >=, !=, == )
  - ! 通常我們會稱之為 NOT，因此 != 就是 不等於 的意思
  - == 是指相等的意思，是兩個等於！
  - 用括號包起來避免衝突

```
int a = 10 , b = 5;

cout << (a > b) << "\n"; // 1
cout << (a < b) << "\n"; // 0
cout << (a == b) << "\n"; // 0
```

# 位元運算子

- 會將數字轉換成 二進位 做完運算後再將結果轉回 十進位 回傳
- 大家應該都對二進位與十進位沒什麼概念，因此這邊我們介紹一下

# 十進位 與 二進位

- 平時我們在現實生活中都是使用十進位做運算
- 為什麼被稱之為十進位？可以想像成我們做加法的時候都是 10 要進位
- 舉一反三，二進位當然就是 2 的時候要進位
  - 因此十進位的數字會出現 0 ~ 9
  - 而二進位的數字指會出現 0 或 1

# 十進位轉二進位

- 短除法

- 將一個數字不斷的使用 2 做短除法，並將餘數紀錄起來
- 紀錄的餘數倒著回去就會是該數字轉成二進位的結果
- Example: (因此 12 的二進位是 1100 )

- $12 \cdots 0$

- $6 \cdots 0$

- $3 \cdots 1$

- $1 \cdots 1$

## 二進位轉十進位

- 先想像一個十進位的數字是怎麼被組合出來的

- 1234

- $0 * 10 + 1 = 1$

- $1 * 10 + 2 = 12$

- $12 * 10 + 3 = 123$

- $123 * 10 + 4 = 1234$



# 二進位轉十進位的第一種方法

- 那我們把同樣的策略放在二進位上
  - 1011
    - $0 * 2 + 1 = 1$
    - $1 * 2 + 0 = 2$
    - $2 * 2 + 1 = 5$
    - $5 * 2 + 1 = 11$
  - 因此 1011 轉成十進位的結果是 11

## 二進位轉十進位的第二種方法

- 我們一樣先看看十進位的數字

- 1234

- $1000 * 1 + 100 * 2 + 10 * 3 + 1 * 4 = 1234$

- $1000 = 10^3$

- $100 = 10^2$

- $10 = 10^1$

- $1 = 10^0$

# 二進位轉十進位的第二種方法

- 我們換成二進位的數字

- 1011

- $8 * 1 + 4 * 0 + 2 * 1 + 1 * 1 = 11$

- $8 = 2^3$

- $4 = 2^2$

- $2 = 2^1$

- $1 = 2^0$

# AND 運算

- 兩個同位元的數字必須同時為 1，AND 出來的結果才會是 1
  - $1 \text{ AND } 0 = 0$
  - $0 \text{ AND } 1 = 0$
  - $0 \text{ AND } 0 = 0$
  - $1 \text{ AND } 1 = 1$

# OR 運算

- 兩個同位元的數字其中一個是 1，OR 出來的結果就會是 1
  - $1 \text{ OR } 0 = 1$
  - $0 \text{ OR } 1 = 1$
  - $0 \text{ OR } 0 = 0$
  - $1 \text{ OR } 1 = 1$

# XOR 運算

- 兩個同位元的數字不一樣，XOR 出來的結果就會是 1
  - $1 \text{ XOR } 0 = 1$
  - $0 \text{ XOR } 1 = 1$
  - $0 \text{ XOR } 0 = 0$
  - $1 \text{ XOR } 1 = 0$

# 實際運算

- 11 XOR 13
  - 先把這兩個數字轉成二進位
    - 1011 (11)
    - 1101 (13)
    - 同位置的位元去做運算
      - $1 \text{ XOR } 1 = 0$
      - $0 \text{ XOR } 1 = 1$
      - $1 \text{ XOR } 0 = 1$
      - $1 \text{ XOR } 1 = 0$
    - 因此 11 XOR 13 的二進位結果為 0110 = 110 轉成十進位就是 6

# 實際運算

- 小心平時在做位元運算的時候會有 **優先順序** 的問題，為了避免造成不是自己要的結果，我們通常會使用 **括號** 來避免
  - 因為括號的優先權最大，有括號先算

```
5 int main()
6 {
7 int a = ((10 ^ 20) & 30);
8 }
9
```



## 補充：向左位移 <<

- 將十進位數字轉成二進位後向左邊後推 k 位，新的位置補 0
- Example :
  - 二進位 1101 向左位移 2 位會變成二進位的 110100

```
4
5 int main()
6 {
7 int a = 11;
8
9 cout << (a << 2);
10 }
```

## 補充：向右位移 >>

- 將十進位數字轉成二進位後向右邊後推 k 位，少掉的部分直接丟掉
- Example :
  - 二進位 1101 向右位移 2 位會變成二進位的 11

```
5 int main()
6 {
7 int a = 2023;
8
9 cout << (a >> 2);
10 }
```

# 補充：向左、右位移的一些小祕密

- 我們來活用一下剛學到的二進位觀念
- 由於向左位移  $k$  位會多出  $k$  個位置，我們在二進位轉十進位時，每到下一個位置就要  $\times 2$ ，換句話說多  $k$  位出來我們就要多乘  $k$  次  $2$
- 因此藉由這一個想法我們可以得出一個結論
  - 十進位的  $a$  向左位移  $k$  位的結果會變成  $a * (2 \text{ 的 } k \text{ 次方})$
- 那麼向右位移  $k$  位？
  - 十進位的  $a$  向右位移  $k$  位的結果會變成 ...
  - 留給大家舉一反三當作練習

# 學完運算子你還必須要知道的事情

- 平常如果我們把一個變數 = 某一個值，這一個動作我們就稱為賦值
  - Example:
    - `a = 10`
- 程式在做這一個動作時，會先講等於右邊的東西處理完
- 右邊的東西處理完之後再將處理完的結果賦予給等於左邊的變數

```
7 int q = 10 + 20;
8
9 cout << q; // 30
```

現在  $q = 10$ ，我想把  $q$  的值加上  $p$

```
5 int main()
6 {
7 int q = 10 , p = 20;
8
9 q = q + p; // q + p = 30 , 把 30 的結果賦予給 q
10
11 cout << q << " " << p << "\n"; // q = 30, p = 20
12 }
```

# 學完運算子你還必須要知道的事情

- 平時我們在寫  $a = a + b$  這類的東西時可以簡寫成
  - $a += b$
- 只要是運算類的符號基本上都可以適用
  - $a -= b$
  - $a *= b$
  - $a /= b$
  - $a ^= b$
  - $a <<= b$

```
5 int main()
6 {
7 int a = 2023;
8
9 a += 1;
10
11 cout << a; // 2024 Happy New Year!
12 }
```

# 學完運算子你還必須要知道的事情

- 把某個變數 +1 或 -1 還可以再縮寫成
  - 變數++ 或 變數--

```
5 int main()
6 {
7 int a = 3;
8
9 a++;
10 cout << a << "\n"; // 4
11 a--;
12 cout << a << "\n"; // 3
13 }
```

# 初始化

- 做一些變數運算時記得小心變數初始化的問題
- 就很像那個變數不知道是什麼東西，但你把它拿去做運算
- 就會發生無法預測的事情

```
5 int main()
6 {
7 int q; // q 不知道是什麼
8
9 q++; // 不知道 q 是什麼卻把它 +1
10 }
```



## 補充，前置與後置

- 加加還有減減也可以放在變數的前面，意思是不一樣的
  - 放在後面表示 **後運算**，也就是該做的東西都處理完才做 +1 或 -1
  - 反之則為 **前運算**，也就是先 +1 或 -1 才處理接下來的事情

```
5 int main()
6 {
7 int a = 3;
8
9 cout << a++ << "\n"; // 3
10 cout << a << "\n"; // 4
11 }
```

```
5 int main()
6 {
7 int a = 3;
8
9 cout << ++a << "\n"; // 4
10 cout << a << "\n"; // 4
11 }
```

# 條件判斷

Lecture. 4

# 條件判斷

- if 判斷式

- 語法:

- if(條件式) { 要做的事情 }
    - 只要 if 小括號裡面運算的結果為 true 就會執行大括號內的內容

```
int a = 5;

if(a == 5) // 注意這邊沒有分號
{
 a += 3;
}

cout << a << "\n"; // 8
```

# 更多例子

```
1 #include <iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 int main()
6 {
7 if(true)
8 {
9 cout << "Hello world\n"; // 會輸出
10 }
11 if(1)
12 {
13 cout << 1; // 會輸出
14 }
15 }
```

## 更多例子

```
7 int a = 5 , b = 8;
8
9 if(a < b)
10 {
11 cout << 123 << "\n"; // 會輸出 123
12
13 if(b > a)
14 {
15 cout << 456 << "\n"; // 會輸出 456
16 }
17 }
```

## 更多例子

```
int a = 5 , b = 8;

if(a < b)
{
 cout << "owo\n"; // 會輸出
}

if(a > b)
{
 cout << "oao\n"; // 不會輸出
}
```

# 條件判斷

- else

- 語法:

- else { 要做的事情 }
    - else 之前一定必須有 if
    - 如果 if 的條件沒有成立，就會執行 else 大括號內的敘述

```
7 int a = 5 , b = 8;
8
9 if(a > b)
10 {
11 cout << "owo\n"; // 不會輸出
12 }
13 else
14 {
15 cout << "ouo\n"; // 會輸出
16 }
```

# 條件判斷

```
28 if(條件式)
29 {
30
31 }
32 else
33 {
34 if(條件式)
35 }
```

```
18 if(條件式)
19 {
20
21 }
22 else if(條件式)
23 {
24
25 }
```

- else if (條件式)
  - 其實 C++ 中沒有 else if 這一個語法，只是意義上剛好等價於上方的圖片
  - 也就是說如果上面的 if 不成立，就會繼續檢查 else if 的條件式
    - 如果 else if 裡面的條件式成立就會執行他大括號裡面的內容
    - 否則繼續往下一個 else if 檢查或是進入 else，沒東西就結束這一組判斷



# 範例

```
7 int a = 5 , b = 8;
8
9 if(a > b)
10 {
11 cout << "owo\n"; // 不會輸出
12 }
13
14 // 沒東西了, 結束這一組判斷
15
16 if(a < b)
17 {
18 cout << "oao\n"; // 會輸出
19 } // 上方的 if 已經沒有下一個 else 或 else if 了, 因此結束當前這一組判斷
20 if(true)
21 {
22 cout << 123; // 會輸出
23 }
24 else
25 {
26 cout << "owo\n"; // 不會輸出, 因為上方的 if 已經成立
27 }
```

# 範例

```
9 if(a > b)
10 {
11 cout << "owo\n"; // 不會輸出
12 }
13 else if(a == b)
14 {
15 cout << "oao\n"; // 不會輸出
16 } // 由於上方 if , else if 的條件式都沒有成立，因此繼續往下看下一個 else if
17 else if(a < b)
18 {
19 cout << 123 << "\n"; // 會輸出 123
20 }
21 else
22 {
23 cout << "qq\n"; // 上方的 else if(a < b) 已經成立，因此不會進入這一個 else
24 }
25 if(a < 10)
26 {
27 cout << 456 << "\n"; // 會輸出 456，因為這一個 if 跟上面是不同組的
28 }
```

# 範例

```
7 int a = 5 , b = 5;
8
9 if(a > b)
10 {
11 cout << "owo\n"; // 不會輸出
12 }
13 else if(a == b)
14 {
15 cout << "ouo\n"; // 會輸出
16 }
17 else
18 {
19 cout << "oao\n"; // 不會輸出
20 }
```

## 範例: Group 1 的結果不影響 Group 2

Group 1

到 else if 就沒有繼續了

Group 2

```
5 int main()
6 {
7 int a = 5 , b = 5;
8
9 if(a > b)
10 {
11 cout << "owo\n"; // No output
12 }
13 else if(a == b)
14 {
15 cout << "ouo\n"; // Output: ouo
16 }
17 if(a <= b)
18 {
19 cout << "oao\n"; // Output: oao
20 }
21 }
```

# 條件判斷 - 多個條件同時相等 &&

- `if( [條件1] && [條件2] && [條件3] ) { 要做的事情 }`

```
1 #include <iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 int main()
6 {
7 int a = 5 , b = 10;
8
9 if(a == 5 && b == 10)
10 {
11 cout << "Hello world\n";
12 }
13 }
```

# 條件判斷 - 其中一個條件相等 ||

- `if( [條件1] || [條件2] ) { 要做的事情 }`

```
1 #include <iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 int main()
6 {
7 int a = 2023 , b = 10;
8
9 if(a == 5 || b == 10)
10 {
11 cout << "Hello world\n";
12 }
13 }
```

# 條件判斷 - 大雜燴

```
1 #include <iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 int main()
6 {
7 int a = 2023 , b = 10;
8
9 if((a == 5 || b == 10) && a == 2023)
10 {
11 cout << "Hello world\n";
12 }
13 }
```

# 廻圈

Lecture 5



# 迴圈

- 如果你現在想要輸出 10 次 Hello World!
- 你可能會這樣寫，那如果 100 次？1000 次？

```
1 #include <iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 int main()
6 {
7 cout << "Hello world!\n";
8 cout << "Hello world!\n";
9 cout << "Hello world!\n";
10 cout << "Hello world!\n";
11 cout << "Hello world!\n";
12 cout << "Hello world!\n";
13 cout << "Hello world!\n";
14 cout << "Hello world!\n";
15 cout << "Hello world!\n";
16 cout << "Hello world!\n";
17 }
```

# 迴圈

- 迴圈就是當我們要 重複做同一件事情 好幾次的時候派上用場！
- C++ 中的迴圈有三種
  - while 迴圈
  - for 迴圈
  - do-while 迴圈

# while 迴圈

- 語法：
  - while( 條件式 ) { 要重複執行的事情 }
  - 條件式的部分跟 if/else 那一個部份一樣
  - 條件式的結果為 true 就會執行

```
1 #include <iostream>
2
3 using namespace std;
4
5 int main()
6 {
7 int q = 0;
8
9 while(q < 10)
10 {
11 cout << "Hello world\n";
12 q++;
13 }
14 }
```

# for 迴圈

- 語法：
  - for( [第一次進迴圈要做的事];[條件式];[每一次迴圈結束後要做的事情] )  
{ 要重複執行的事情 }

```
7 for(int i=0;i<10;i++)
8 {
9 cout << i << "\n";
10 }
```

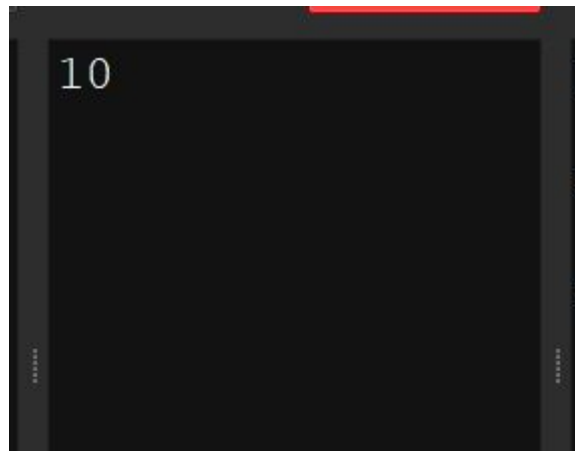
```
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
```

# do-while 迴圈

- 語法：

- do { 要做的事情 } while(條件式);
- 不管怎麼樣都先執行一次要做的事情，最後才判斷要不要執行下一次

```
5 int main()
6 {
7 int q = 10;
8
9 do
10 {
11 cout << q << "\n";
12 } while(q < 10);
13 }
```



# 兩層以上的迴圈

- 迴圈裡面再包迴圈
- 不用想的太難，我們一樣照著程式的邏輯還有步驟走下去
- 我們先看一個範例

```
5 int main()
6 {
7 for(int i=0;i<3;i++)
8 {
9 for(int k=0;k<3;k++)
10 {
11 cout << i << " " << k << "\n";
12 }
13 }
14 }
```

輸出 #1    \*\*    答

|   |   |
|---|---|
| 0 | 0 |
| 0 | 1 |
| 0 | 2 |
| 1 | 0 |
| 1 | 1 |
| 1 | 2 |
| 2 | 0 |
| 2 | 1 |
| 2 | 2 |

## 兩層以上的迴圈

- 你會發現你可以把它理解成會執行 3 次裡面那一層 for 迴圈

```
5 int main()
6 {
7 for(int i=0;i<3;i++)
8 {
9 for(int k=0;k<3;k++)
10 {
11 cout << i << " " << k << "\n";
12 }
13 }
14 }
```

# 兩層以上的迴圈

- 試試看三層吧！！

```
5 int main()
6 {
7 for(int i=1;i<3;i++)
8 {
9 for(int k=1;k<3;k++)
10 {
11 for(int j=1;j<3;j++)
12 {
13 cout << i << " " << k << " " << j << "\n";
14 }
15 }
16 }
17 }
```

輸出 #1

\*\*

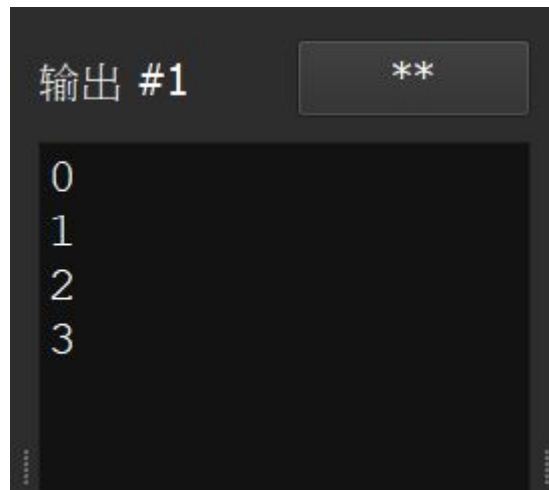
```
1 1 1
1 1 2
1 2 1
1 2 2
2 1 1
2 1 2
2 2 1
2 2 2
```



# break 跳出迴圈

- 直接跳出迴圈，不繼續在同一個迴圈執行

```
5 int main()
6 {
7 for(int i=0;i<10;i++)
8 {
9 if(i == 4) // i = 4 的時候跳出迴圈
10 {
11 break;
12 }
13
14 cout << i << "\n";
15 }
16 }
```



# continue 結束當前該次的迴圈

- 直接結束當前該次迴圈的執行，但沒有離開迴圈

```
5 int main()
6 {
7 for(int i=0;i<10;i++)
8 {
9 if(i == 4) // i = 4 的時候結束該次迴圈，i++ 後繼續執行下一次
10 {
11 continue;
12 }
13
14 cout << i << "\n";
15 }
16 }
```

輸出 #1

\*\*

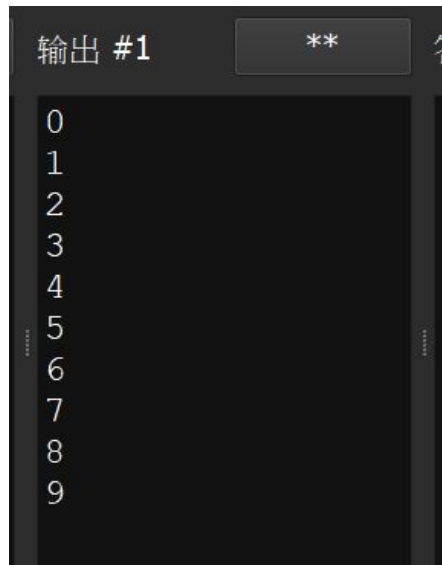
答

0  
1  
2  
3  
5  
6  
7  
8  
9

# break 與 continue

- 使用 break 與 continue 控制迴圈時，每一次所指定的迴圈都是離他們最近的那一個，不會因為一個 break 或 continue 就對兩個以上的迴圈產生作用

```
5 int main()
6 {
7 for(int i=0;i<10;i++)
8 {
9 for(int k=0;k<10;k++)
10 {
11 break;
12 }
13
14 cout << i << "\n";
15 }
16 }
```



# 兩層以上的迴圈練習題 - [TOJ 104 星星樹](#)

大家都知道，星星是長在樹上的。星星樹，自然就是上面長了星星的樹。

園丁 JD3 工作是專門維護長在資訊社社部的星星樹。工作包括每天澆水，拔雜草，防治蟲害（DEBUG）等等。當然，還有把星星樹定期修剪成整齊的形狀。

星星樹的樹枝發展相當有規律，呈現層狀。一棵好看的星星樹並且從樹的底端開始，往上呈現整齊的圓錐狀。為了保持穩定不傾倒，每一層的星星會修剪的比下面一層少正好兩顆。星星樹最頂端，則總是最閃亮的，那一顆的星星。

## 輸入說明

一個數字  $N$ ，代表星星樹的高度。

## 輸出說明

星星樹。

## 範例輸入

4

## 範例輸出

```
 *


```

## 兩層以上的迴圈練習題 - TOJ 104 星星樹

- 觀察可以發現如果輸入  $N$ ，我們就必須輸出  $N$  行
- 第  $i$  行會有  $2i - 1$  個星星
- 第  $i$  行輸出星星前必須先輸出  $N - i$  個空格

```
4
5 int main()
6 {
7 int n;
8 cin >> n;
9
10 for(int i=1; i<=n; i++)
11 {
12 for(int k=0; k<n-i; k++)
13 {
14 cout << " ";
15 }
16 for(int k=0; k<2*i-1; k++)
17 {
18 cout << "*";
19 }
20
21 cout << "\n";
22 }
23 }
```

範例輸入

4

範例輸出

\*

\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*