1

CT3407301/CT3407701

C/VB程式與應用

C/VB Programming and Applications

2

為什麼要學習程式寫作?

Why Programming ?

3

為什麼要學習程式寫作？

- 程式寫作能力 == 解決問題之能力 + 表達能力
  - 分析、拆解、表達問題
  - 以電腦程式語言的語法描述解法
- 可以隨心所欲地應用電腦解決問題
  - 電腦硬體 ← 電腦軟體 ← 程式
- 其它
  - 建立自己的第二專長、了解電腦應用程式背後的邏輯、充份利用電腦之功能 (運算、儲存、傳輸) ...

4

- It has often been said that a person does not really understand something until he teaches it to someone else.
- Actually a person does not really understand something until after teaching it to a computer.

~ Donald Knuth

5

為什麼學 C/C++

Why C/C++

6

為什麼學 C/C++

- 所有現代的程式語言 (C#, Java, JavaScript, etc.) 的語法都是基於 C/C++ 。
  - 如果你有興趣寫手機程式或遊戲
    - Android → Java
    - iPhone / iPad → Objective C (一種 C 語言)
    - 網頁 → JavaScript
- 可以介紹到重要的程式設計觀念
- 效能極佳 (2nd)
  https://benchmarksgame.alioth.debian.org/u64q/which-programs-are-fastest.html

7

課程目的

學習電腦程式之寫作以

- 強化解析問題與電腦應用之能力;
- 提升資料/資訊處理的能力與速度;
- 進一步了解電腦程式運作之原理;
- 訓練表達能力;
- 期望將來能充份運用電腦協助解決工程問題。

8

課程大綱

- 基本程式架構與輸入輸出
- 檔案操作
- 變數與算術運算
- 程式流程控制
- 迴圈與陣列
- 函式與標準函式庫
- 多維陣列、指標、與動態記憶體配置
- 變數之儲存等級與函式呼叫之參數傳遞
- 函式覆載與遞迴函式

9

課本

無指定課本，以兩班的上課講義為主。
http://140.118.105.174/Courses/CVB/ (also on BB)
http://hungming.ct.ntust.edu.tw/2016spring/ct3407/ct3407.htm

但請各位同學自己選定一本自己最能接受的 C++ 書籍。

儘量不要找 Visual C++、視窗程式設計 (或至少要有介紹C++程式語法的書籍) 的書，因為其內容大部份都不會用到 (我們沒有要寫視窗程式) ...

10

使用之開發環境

Microsoft Visual Studio Community 2015

https://www.visualstudio.com/zh-hant/downloads/

11

學期成績

30%: 期中考

30%: 期末考

30%: 作業

10%: 課堂參與

12

作業成績

作業遲交一星期以九折計算。

遲交超過一星期以零分計算。

抄襲以零分計算?!

13

答疑時段?

- 助教: 蕭新益 @ E2-701

Lecture 1

基本程式架構
變數與算術運算

15

今日大綱

- Visual Studio 的使用
- 第一個程式
- 程式如何被執行
- 變數 (variables)

16

Microsoft Visual Studio 的使用

17

操作 (I)

- 檔案 → 新增 → 專案 → Win32 主控台應用程式 → 輸入名稱→ 選擇檔案所在位置 → 確定
- 進入 win32 應用程式精靈後: 下一步 →主控台應用程式/空專案 → 完成
- 在「原始程式檔」上按右鍵 → 加入 → 新增項目 → C++ 檔 (.cpp) → 輸入名稱 "*ex01.cpp*" → 新增
- 現在可以開始寫程式囉，完成後按 CTRL-F5 即可開始執行。

18

第一個程式

The first C++ program

19

1-1.cpp

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
    // 輸出 "Hello World" 至螢幕上
    cout << "Hello World";

    /* 函式執行完畢，回傳 0 */
    return 0;
}
```

此被稱為原始程式碼 (source code)

20

觀察

- 程式由許多的敍述 (statement) 組成
- C/C++ 的敍述以分號 (semi-colon) 作為結尾
- 有兩行我們看得懂的部份 (有中文的部份) 為給人看的註解 (comment, remark)
- 有幾行看似英文的敍述即為程式碼的部份
- 程式在執行時，**由上而下逐列執行**。

21

#include <iostream>

- 目的：將 iostream 這個標頭檔 的內容「含括」(include) 進來。
  - 標頭檔 (header files)：定義了一些現成可使用的函式 (function) 或是物件 (object)
  - iostream: 定義了以「串流」 (stream) 進行輸入與輸出的物件
    - cout: **c**onsole **out**put - 從螢幕輸出字元/字串
    - cin: **c**onsole **in**put - 從鍵盤輸入字元/字串
    - console: 控制台、主控台

22

using namespace std;

- **目的**：告訴電腦在尋找一函式或物件時，可在 std (standard, 標準) 這個命名空間內搜尋。
- **說明**：現在對此不清楚沒有關係，我們本學期的程式大多都會需要此行敘述。

23

主程式區塊
main program block

```
int main() {

  … 主程式內容 …

  return 0;
}
```

{ .... } 定義了一個**區塊** (block)

`int main() {...}` 定義了主程式區塊，此部份以後會再更詳細的介紹，目前僅需要記得整個 C/C++ 的主程式定義如上所示即可。

24

C/C++ 程式註解

單列註解

範例：`// output "Hello World" to console`

說明：// 之後所有的字都被認為是註解的一部份直到換行為止

多列註解

範例：`/* return value 0 */`

說明：

- /* 表示註解區塊的開始
- */ 表示註解區塊的結束
- 可用來註解多列

```
/**********
  這是一個註解
  這裡還是註解
  這列還是註解
**********/
```

```
/* 這也是一列註解 */
```

```
// 這也是一列註解
```

```
// 這也是一列註解 //
```

25

為什麼要寫註解？
Why write comments or remarks?

- 讓 programmer 提醒自己程式某片段程式的功能
- 讓別人比較有機會看得懂自己寫的程式
- 讓程式變得比較好維護
- 讓自己以後有機會看懂自己的程式

26

cout << "Hello World";

- 目的：將 “Hello World” 這個「字串」(string) 輸出至螢幕上。
- 說明：
  - cout: console output, 為一個「物件」(object)，用來將接收到的資料輸出至螢幕上。
  - <<: 串流運算子 (stream operator)，用來將右邊 (RHS, Right Hand Side) 的資料傳送到左邊 (LHS, Left Hand Side) 的物件。
  - “Hello World ”: 為字串資料，在C/C++中，**字串**必需使用**雙引號「"」**括起來。

27

為什麼投影片上我會註記原文？

- ~~因為我會。~~
- 幫助大家學習英文單字。
- 認識、瞭解專有名詞會幫助大家看專業書籍時的了解，或在搜尋資料時能使用「好的」、「對的」關鍵字詞。

28

1-1.cpp

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
    // 輸出 "Hello World" 至螢幕上。
    cout << "Hello World";

    /* 函式執行完畢，回傳0。 */
    return 0;
}
```

29

變數
Variable

電腦具有處理大量資料的能力, 但是資料必需先存在記憶體中, 而變數就是用來幫助我們存取記憶體的工具...

30

變數
Variable

- 記憶體是一連串 0 與 1 的組合 → bit
- 電腦的記憶體單位
  - Bit → 0, 1
  - Byte → 8 bits → 2^8=256 → 0 – 255 or -128 – 127
- 在高階電腦程式語言裡，我們使用變數來**利用記憶體資源**，用來進行資料的儲存與計算。
- 一個變數具有：
  - **名稱** (identifier / 識別項): 用來區別不同的資料存放位置
  - **型別** (type / 型態): 代表該變數所儲存資料的意義

31

1-2.cpp

```
#include<iostream>
using namespace std;

int main() {
  int a = 3;
  int b, c;

  b = 4;
  c = a + b;
  cout << "a+b=" << c;

  return 0;
}
```

宣告一個變數 a, 並初始化其值為 3
宣告兩個變數 b 與 c

令 b 變數的值為 4
令 c 變數的值為 a+b 的計算結果
輸出 字串 "a+b=" 以及變數 c 的值

```
a+b=7
```

32

說明

- 所有變數在使用前必需先被宣告 (declaration)
  - int a = 3; ← 宣告一個變數, 名稱為 a, 並賦予初始值為 3
  - int b, c; ← 宣告兩個變數, 名稱為 b 和 c。
  - 在 C 語言時代, 所有變數都必需在**所有可執行敘述之前**宣告完成。在 C++，變數宣告只要在**使用前**宣告即可，沒有一定要放在程式的開頭。
- b = 4;
  - 此行敘述 (statement) 執行了指定 (assignment) 的動作，將右側的運算元 (operand) 之值指定給左側的運算元。
  - 指定 (=) 為一種二元運算子 (binary operator) ： 需要兩個運算元的動作或計算，不要把它和「相等與否」(==) 混在一起。
  - 亦即，將值 4 指定給變數 b、或令 b 的值為 4。

33

說明

- c = a + b;
  - 此行敘述中共有兩個二元運算子，第一個為 + 、第二個為 =
  - 由於運算子之優先順序 (precedence) 的緣故，+ (加法運算) 先執行、= (指定) 運算後執行。
  - 此行敘述即將 a + b 的值計算完後，將其和 (sum) 指定給 c 。
- `cout << "a+b=" << c;`
  - 此行敘述 (statement) 中， << 為資料流插入運算子，目的在螢幕上輸出 **字串** "a+b="與 變數 c 之值。
  - 如果需要輸出許多資料時，再繼續加 << 和要輸出的資料。
    e.g. cout << “a=“ << a << “, b=“ << b << “, c=“ << c;

34

變數名稱、識別項
name, identifier

- 用來區別不同的變數，且大小寫視為不同 (case sensitive)
- 文字、數字、與底線符號的組合
- 第一個字元必需為文字或是底線
  - 正確: myName, _myName2, my_Name5,
  - 錯誤: 4Name, 4_name, my-Name
- 變數名稱不可為保留字 (reserved words), 如C/C++語言中的指令 while, for, if, ...
- 慣例:
  - 名稱盡量取得有意義: myName, my_name
  - *由底線開頭的名稱保留給各函式庫內部之變數*
  - *名稱全部大寫保留給常數變數*

35

正確或錯誤的變數名稱?

__name
8dogs
myGoodFriend
MyDog
CSI
www.ntust.edu.tw
ABcdEFG
Iam_28_yearsOld
13Ghosts

36

1-2.cpp

```
#include<iostream>
using namespace std;

int main() {
  int a=3;          // 變數宣告時可以給定初始值
  int b, c;         // 同一個型別的變數可以一起宣告

  b = 4;
  c = a + b;
  cout << "a+b=" << c;

  return 0;
}
```

37

基本變數型態
basic variable type

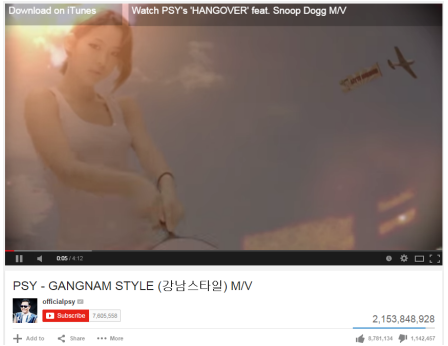
意義	變數型態	記憶體量*	數值範圍	準確度 (Accuracy)
字元	char	1	-128 ~ +127	準確
整數	short *int* **	2	-32768 ~ 32767	準確
	int	4	$-2^{31} \sim 2^{31}-1$	準確
	long *int* ***	4	$-2^{31} \sim 2^{31}-1$	準確
浮點數	float	4	$-3.4\times10^{38} \sim +3.4\times10^{38}$	6-7 位有效數字
	double	8	$-1.7\times10^{308} \sim +1.7\times10^{308}$	14 – 15 位有效數字
	long double	8	$-1.7\times10^{308} \sim +1.7\times10^{308}$	14 – 15 位有效數字

* 單位為 bytes。記憶體量與所使用之作業系統、硬體、以及編譯器等皆有關係，本表則依據win32作業系統之 Visual C++ 9.0 。
** 可以簡寫為 short，int 可省略不寫
*** 可以簡寫為 long，int 可省略不寫

38

https://www.youtube.com/watch?v=9bZkp7q19f0
https://plus.google.com/+YouTube/posts/BUXfdWqu86Q

The first Video that breaks YouTube's counter…



2^{31}-1=2,147,483,647

http://www.huffingtonpost.com/2014/12/03/gangnam-style-youtube_n_6261332.html?ncid=fcbklnkushpmg00000063

39

一些著名且變數型態有關的軟體錯誤

- Year-2000 bug
- 1991 – 愛國者飛彈 – 不精確的浮點數問題
  - http://www-users.math.umn.edu/~arnold/disasters/patriot.html
  - http://seeri.etsu.edu/SECodeCases/ethicsC/PatriotMissile.htm
- 1996 - 亞利安五號
  - 型別轉換後 (double → short)發生溢位
- 更多
  - https://raygun.com/blog/2014/05/10-costly-software-errors-history/

http://www-users.math.umn.edu/~arnold/disasters/ariane.html
https://technews.tw/2015/12/06/famous-bugs/

40

1-3.cpp

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
  int a = 3;                    // a 為整數變數
  double b = 3.14159;           // b 為雙精度浮點數

  float c = 3.14f;              // c 為單精度浮點數
  short d = 123;                // d 為短整數

  b = c * d;                    // 隱性型別轉換
  c = b * a;                    // 隱性型別轉換，會有警告

  return 0;
}
```

41

說明

- 在1-3.cpp中，宣告了四個變數 a, b, c, d，分別有自己的名稱、型別、與初始值。
- b = c * d;
  - 先計算 c * d (float * short)，在此由於兩個運算子 c 與 d 的型別不同，電腦會先進行型別轉換使其一致 (皆為 float) 後再相乘，此動作稱為「隱性型別轉換」(implicit type conversion)。
  - 計算得到結果後，將其計算結果存入 b 變數 (double)。此時又發生一次隱性型別轉換為 double 後存入 b 中。由於 double 的精度較高，編譯器不會發出警告。
- c = b * a;
  - 先計算 b * a (double * int)，同樣地會發生「隱性型別轉換」，將 int 轉換為 double 後再進行計算。
  - 計算結果 (double) 要存入變數 c (float)，由於 c 變數的精度較低，編譯器會發出警告。

42

有沒有隱性型別轉換? 幾次? 會不會有警告?

```
short a=1;
int b=2
long c=3;
float d = 4.0;
double e = 5.0;

     b = c + a;
     d = d * e;
     d = a * e;
     e = e / a;
     c = d + a;
     a = b / c;
     e = e + d;
```

意義	變數型態	記憶體量
字元	char	1
整數	short	2
	int	4
	long	4
浮點數	float	4
	double	8
	long double	8

資料會有損失時才會發出警告
(e.g. 1.34 → 1; 1.5714 → 1.57)

43

1-4.cpp

```
A
65
C
1
1
```

```
#include<iostream>
using namespace std;
int main() {
  char a = 'A';                宣告一個變數 a, 並初始為 'A' 字元

  cout << a << endl;                          輸出 a 變數的值
  cout << (int) a << endl;          以整數方式輸出 a 變數的值
  a = 67;                                  將 67 存入 a 變數
  cout << a << endl;                          輸出 a 變數的值
  cout << sizeof(a) << endl;          輸出 a 變數所佔記憶體大小
  cout << sizeof(char) << endl;       輸出 char 型別所佔記憶體大小
  return 0;
}
```

44

說明

- 字元型別為一特殊的整數型別，其實質資料為一個整數，此例來說以美國國家標準碼 (ASCII, American Standard Code for Information Interchange) 存入與輸出。
- `cout << (int) a << endl;`
  - 將變數 a 「強制型別轉換」或「顯性型別轉換」為 int 型別後輸出，因此會看到輸出一整數 65 (代表 A)
- `a = 67;`
  - 將 67 存入變數 a，此處會發生隱性型別轉換，將 67 轉換為字元型別後存入 a 。在 C/C++ 中直接寫出來 (e.g. 67) 的整數資料為 int 型別。
- `sizeof()` 用來取得小括弧內的變數或是型別名稱所需的記憶體空間大小，單位為 bytes。

45

字元

- 何謂字元 (character)
  - 它其實是一種整數，但它的意義是給人看的「符號」。
  - 所以字元型別在存入變數或輸出 (e.g. 螢幕、檔案) 時，會作特別的處理。
  - 每個電腦上看到的「符號」背後都依循某一種編碼標準
    - 英文字母: ASCII (American Standard for Information Interchange)
    - 正體中文：Big-5、UTF-8 (萬國碼)
    - 簡體中文 ：GB-2312
  - 有了統一的編碼標準，電腦之間才能進行資料的交換

46

基本變數型態
basic variable type

- 整數型態(integer)
  - 三種：short int、int、long int ← → short、int、long
    - 記憶體用量與 CPU & 編譯器 (compiler) 有關
    - 一般來說 int: 4 bytes (32 bits → 2^{32}=4,294,967,296 ~ 40億)
    - short (int): 短整數, 佔用記憶體量 <= int
    - long (int): 長整數, 佔用記憶體量 >= int
  - Modifier (修飾字) : unsigned vs. signed
    - unsigned int 、 signed short...
    - 有號數或無號數
    - 當資料不可能為負值時，可使用無號數，使可代表的數值大小擴大一倍。

47

1-5.cpp

```
#include<iostream>
using namespace std;
int main() {
  short int a = 32767;
  unsigned short b = 65535;

  cout << a << ", " << b << endl;
  a = a + 1;
  b = b + 1;
  cout << a << ", " << b << endl;

  return 0;
}
```

```
32767, 65535
-32768, 0
```

這裡所看到的情況稱為溢位 （**overflow**）

48

基本變數型態
basic variable type

- 實數, 浮點數(real or floating point numbers)型態
  - float, double, long double
    - 佔用記憶體量與 CPU & 編譯器 (compiler) 有關
    - 目前一般來說 double: 8 bytes (64 bits)
    - float: 佔用記憶體量 <= double
    - long double: 佔用記憶體量>= double
  - IEEE-754 規定了浮點數在記憶體裡的儲存方式。
- Example:
  - float a; ← 宣告變數 a ，型別是浮點數
  - double b = 3.0e8; ← 宣告變數 b，並初始化為 $3x10^8$

1-6.cpp

```
#include<iostream>
using namespace std;
int main() {
  double a = 3.14159265358979323846;
  float b = 3.0e8;

  cout << a << endl;
  cout << b << endl;

  return 0;
}
```

宣告一倍精度浮點數 a 並初始化為 3.14159 ..

宣告一單精度浮點數 b 並初始化為3.e8 ($3x10^8$)

```
3.14159
3e+008
```


變數型態 variable type

- 布林值 (**bool**ean) 型態
  - bool
  - 用來儲存布林或邏輯運算的結果: 真 (true) 或是假 (false)
  - 之後會與決策判斷的指令一起使用

1-7.cpp

```
0
1
1
```

```
#include<iostream>
using namespace std;
int main() {
  bool a = false;
  bool b = true;
  bool c = 100;

  cout << a << endl;
  cout << b << endl;
  cout << c << endl;

  return 0;
}
```

宣告一布林變數 a，並初始為 false

宣告一布林變數 b，並初始為 true

宣告一布林變數 c，並初始為100

輸出變數a的值

輸出變數b的值

輸出變數c的值

在 C/C++ 中，非 0 值為真 (true)，0為假 (false)

常數變數 (constant variable)

- 在宣告變數時，對於整數可使用修飾字 unsigned/signed 將一個整數或字元型態的變數宣告為無號數或有號數。
- 另一個修飾字 const，可用於前述的所有型別，讓所宣告出來的變數成為常數變數。
- Example:
  - const double a = 3.14159;
- 在宣告常數變數時，必需同時進行初始化的動作。
- 程式內若試圖對常數變數進行修改，將導致**編譯錯誤**。

53

1-8.cpp

```
#include<iostream>
using namespace std;

int main() {
  int a=3, c ;
  const int b=4;

  c = a + b;
  // b = 5;
  cout << "a+b=" << c;

  return 0;
}
```

54

回顧一下

- 變數名稱 – 如何命名、命名限制
- 變數型態
  - 字元
    - char a;
    - a = 65; ← → a='A';
  - 整數
    - int b;
    - b = 10;
  - 浮點數
    - double c = 3.14159e15;
  - 布林數
    - bool T = true; bool F = false;

修飾字：
- const
- unsigned, signed

55

字串 (string)

- 在 C++ 裡有兩種字串
  - C-字串，之後會介紹，由 C 語言繼承過來。
  - C++字串，方便易用，但不能用在 C 語言。
- C++字串型別為 string、需要 #include <string>
- 記得在C/C++ 裡字串前後需要加雙引號 "

56

1-9.cpp

```
#include<iostream>
#include <string>
using namespace std;

int main() {
  string weather="今天天氣很好\n";
  cout << weather;

  weather="明天會下雨\n";
  cout << weather;
  return 0;
}
```

需有這一行才能使用 C++ 的字串功能

其中，\n為一特別的字元，會在印出時將列印位置移到下一列的開頭。

宣告 weather 為字串型別的變數

57

回答以下問題

- 我今天想要儲存 3.141592654, 應該選用何種變數型別?
- 今天有一個資料是 512, 那些變數型別可以使用?
- 今天我想要儲存一個字元 'q', 可以使用何種變數型別?
- -4.2 可以使用何種變數型別儲存?
- 如何確定讓一個變數的值不會在程式執行時被修改?

58

隨堂練習

- 請寫一個程式,
  - 宣告**三個變數**分別儲存你的出生年、月、日
  - 逐列印出自己的姓名、學號、班級，並利用之前宣告的**三個變數**輸出你的出生年月日，
  - 並印出其它你/妳想要透露給我或是助教的資訊 (e.g. 想要 all pass ...)
- 完成後請由以下網址上傳。

http://140.118.105.174/Courses/CVB/2017/system/lab-20170224.php