# 第四章運算元、算符與算式

資訊科技系 林偉川

## 算式結構

 在一個算式中,利用算符來作運算元的運算 處理,比如說加減乘除、比大小或邏輯運算 (AND, OR...)等。算式的結構如下: 運算元1 算符 運算元2

# 運算元的種類

- 運算元可以為數值或者變數,甚至可以是其他 的算式。而算符可以細分成以下3種:
- 算數算符:為數學的基本運算,如加、減、 乘、除等(+、-、\*、/、%)。
- 邏輯算符:將兩個數值以邏輯關係結合,如 AND、OR、NOT(&&、||、!)。(& | !)
- 關係算符:描述兩個數值的關係,如大於、小於、等於(>、<、==)。

3

## 算式結構

 由運算元加上算符才能算是一個完整的算式, 以一個簡單的數學式子 a+b 來看, a+b 是算式, +符號是算符, a、b則是運算元。再舉一些 例子來看:

```
10 > 5 ← 10 · 5 是運算元, > 符號是錄符

(a+b)*(a-b) ← (a+b) · (a-b) 是運算元, 。 符號是錄符

math + chinese + english ← math · chinese · english 是選錄

元. 兩個 + 符號是錄符

balance = income-output ← balance · income · output 是運算

元. = · - 存號是錄符
```

# 算符的優先權

- 當一個算式中, 出現了兩個以上的運算符號 時, 會有先處理哪一個算符的問題。
- C語言也是依『先乘除、後加減』的規律進行運算。但C語言的算符種類較多,將各種不同的算符用在一個算式中時,就要依C語言所賦與各算式的優先權大小,來決定要先進行哪個部份的計算。

5

#### 算符的優先權

| 優先權   | 算符   |
|-------|--|
| 1(最高) | ()括號   |
| 2     | + (正號)、- (竟號)、! (NUT)、<br>++(梁加, 圖於·變數的)、 (翠減, 圖於·變數的) |
| 3     | *(乘)、/(除)、%(餘數)  |
| 4     | + (加)、- (減)  |
| 5     | >(大於)、<(小於)、➤(大於或等於)、<br>←(小於或等於)                      |
| 6     | =(等於)、!=(不等於)  |
| 7     | && (AND) ·    (OR)                                     |
| 8     | = (等號)   |
| 9(最低) | ++(累加, 置於變數後)、(累減, 置於變數後)                              |

#### 優先權處理原則

- 1. 優先權高者, 先處理: 所以在算式 a+b\*c 中, 計算順序為 b\*c 後再加上 a。
- 2. 優先權同者,由左至右處理:加法算符+ 與減法算符-的優先權相同,所以如算式 a-b+c的計算順序是 a-b 後的數值再加上 c 才是算式的結果。

7

#### 優先權處理原則

- 3. 括號算符()擁有最高優先權:以算式 (a+b)\*c 為例,計算順序為先算括號中的 a+b 的數值,再去乘以 c 才是這個算式的正 確答案。
- 4. 指定算符 = 擁有最低優先權:等號算符會 是算式中最後被處理的算符。如算式 a=b+c, a 的數值會等於 b+c 的結果。

# 算數算符

 算數算符是運用最普遍的算符,這類算符總管了數值間的四則運算以及正負號的指定。 算數算符的基本功能可分成7種,如下表:

| 優先權 | 算符 | 功能  | 例子                   |
|-----|----|-----|----------------------|
| 2   | +  | 正號  | 正5的正值,+常被省略,如+5      |
| 2   | -  | 負號  | 負 10, -10            |
| 4   | +  | hu  | x 的變數值加上 y 的變數值, x+y |
| 4   | -  | 滅   | 一數列的最大值減去最小值 max-min |
| 3   | *  | 乘   | 3 乘以 2, 3*2          |
| 3   | 1  | 除   | 10 除以 5, 10/5        |
| 3   | %  | 求餘數 | 17 除以 3 的餘數, 17%3    |

0

# 加減算符 & 正負號分辨的方式

- 正負號與加減的算符符號相同,分辨的方式 是它們使用的位置。
- 在運算元前面的是正負號,在兩個運算元間 的是加減算符:
  - +100 or 100 → 正100
  - +a or a → 正a
  - -100 → 負101

100+-101 →100加上負101

## 計算本月的收支平衡

#### | 程式 Ch04 01.c.計算本月的收支平衡

```
01 #include <stdio.h>
02
03 int main(void)
04 {
05 int balance,income.output;
06 income= 25000;
07 output= 3500;
08
```

13

# 執行結果

本月的結餘 21500

yo yo balance= income+ -output; /\* 結餘等於收入加上支出 \*/ printf("本月的結餘 %d\n",balance); 1 12 return 0;

11

#### 加減乘除的混合運算

- 一超市的貨品售價,蛋一打 egg=30 元、土司 1 條 toast=18 元、火腿 1 斤 ham=34 元、牛奶一瓶 milk=25 元。現在要買兩打蛋、3 條土司、半斤火腿以及 4 瓶牛奶,總共多少錢?
- 將此例題寫成程式,如下:

#### 計算購物金額

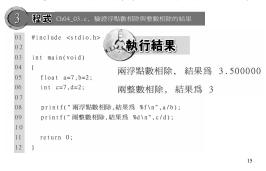
```
程式 Ch04_02.c, 計算購物金額
   #include <stdio.h>
                                      公執行結果
0.2
03
   int main(void)
                                        總共 231 元
04
05
     int egg=30, toast=18, ham=34, milk=25; /* 宣告各項商品的單價 */
06
     int total;
0.7
08
     total=egg*2+toast*3+ham/2+milk*4; /* 總數等於各項商品金額的和 */
09
     printf("總共 %d 元\n",total);
10
     return 0;
12 }
                                                            13
```

# 除法算符/與餘數算符%

• 在做除法運算時,難免會出現需計算到小數才能整除,或是根本無法整除的情形。如下, 已知 2 個浮點數 a=7, b=2; 另有 2 個整數 c=7, d=2:

 $a/b \rightarrow 3.5$  V.S.  $c/d \rightarrow 3$ 

#### 驗證浮點數相除與整數相除的結果



#### 餘數算符%

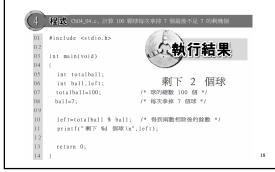
如果想要求餘數,就需要用到%的算符。餘數算符%的使用方法很簡單,只要在除法運算中,以%代替/,則算式所得到的數值就是餘數而非商數,只是有一點要特別注意的,使用餘數算符%時,除數與被除數都必須是整數型別。

#### 餘數算符%範例

 假設今天有100顆球,每次拿掉7個,拿到 最後不足7之數剩幾個。以數學的角度來 看,這個問題很簡單只要用100除以7所得 到的餘數就是答案,如果要寫成程式就必須 用到餘數算符,如下:

1

#### 餘數算符%範例



## 關係算符

• 關係算符是用來比較每個數值的大小關係, 共有6個:

| 優先權 | 算符 | 功能    | 例子                                 |  |             |  |
|-----|----|-------|------------------------------------|--|-------------|--|
| 5   | >  | 大於於   | a>b, a 大於 b                        |  |             |  |
| 5   | <  | 小於    | a <b, a="" b<="" td="" 小於=""></b,> |  |             |  |
| 5   | >= | 大於或等於 | a>=b, a 大於等於 b                     |  |             |  |
| 5   | <= | 小於或等於 | a<=b, a 小於等於 b                     |  |             |  |
| 6   | == | 等於    | a=b, a 等於 b                        |  | a=b, a 等於 b |  |
| 6   | Ħ  | 不等於   | a!⇒b, a 不等於 b                      |  |             |  |

19

# 關係算符

- 關係算符的結果只有兩種,一種是真;一種是假。
- 運算結果為真會以整數 1 來表示(非0為之真), 假則以整數 0 來表示。

## 關係算符

• 父親的年齡 fatherage 一定比小孩年齡 childage 大, 所以:

```
fatherage > childage
fatherage < childage
fatherage = childage
fatherage != childage
fatherage > childage
fatherage > childage
fatherage > childage
fatherage < childage
fatherage < childage
fatherage < childage
fatherage < childage

- 福联第 1, 医矫正整直的
- 海联第 1, 医矫正整直的
- 海联第 1, 医矫正整直的
```

 把父親的年齡明定為38歲,小孩年齡定為10 歲,寫成程式來驗證如下:

21

#### 判斷敘述是否正確 程式 Ch04\_05.c, 判斷敘述是否正確 、教行結果 #include <stdio.h> 結果為 1 表示正確: 結果為 0 交親年齡大於小孩年齡 0 交親年齡小於小孩年齡 0 交親年齡等於小孩年齡 0 交親年齡不等於小孩年齡 1 交親年齡不等於小孩年齡 1 交親年齡小於或等於小孩年齡 2 03 int main(void) 04 int fatherage=38,childage=10; printf("結果爲 1 表示正確; 結果爲 0 表示錯誤\n"); 0.8 printf("父親年齡大於小孩年齡 %d\n",fatherage>childage); printf("父親年齡小於小孩年齡 %d\n",fatherage<childage); printf("父親年齡等於小孩年齡 %d\n",fatherage==childage); printf("父親年齡不等於小孩年齡 %d\n",fatherage!=childage); printf("父親年齡大於或等於小孩年齡 %d\n",fatherage>=childage); printf("父親年齡小於或等於小孩年齡 %d\n",fatherage<=childage); return 0; 16 22

#### 關係算符

- 有一點要特別注意的是,關係算符可以用於 比較不同資料型別的數值。比如說 float num1=10.01, int num2=10則num1 > num2為 真。如果 float num1=10.00 則 a 與 b 相等。
- 如果是字元資料型別,則會先轉成相對應的 ASCII 碼數字後,再比較大小。

23

#### 邏輯算符的意義與推演

在邏輯算符中,把所有的運算元都歸類成兩種:如果運算元的值為非0值則為真;如果運算元的值為0則為假。所以邏輯算符可以說用來討論真假之間的3種邏輯關係,如下:

| 優先權 | 算符  | <b>名</b> 稱 |
|-----|-----|------------|
| 7   | & & | AND (而且)   |
| 7   | 1   | OR (或)     |
| 2   | 1   | NOT (非)    |

# 邏輯算符的意義與推演

 邏輯算符是取運算元的真假值來參與運算,運算結果 也只有兩種,真與假。數學中的邏輯推演表如下:

| AND | 1 | 0 | OR | 1 | 0 | NOT | 1 | 0 |
|-----|---|---|----|---|---|-----|---|---|
| 1   | 1 | 0 | 1  | 1 | 1 |     | 0 | 1 |
| 0   | 0 | 0 | 0  | 1 | 0 |     |   |   |

2

## 邏輯算符與其他算符的混合運用

 以關係算符的算式當成是邏輯算符的運算元, 則會以算式結果來判斷真假,關係算符的算式 結果為1則歸類為真,結果為0則歸類為假。 比如說,已知3>2和2>1是真,根據邏輯推演 表可以推演出幾個結果:(請注意優先權)

| 3>2 && 2>1    | ◆ 結果為 1, 因為 3>2(1) AND 2>1(1)爲真 |
|---------------|---------------------------------|
| 3>2 && 1<2    | ◆─結果爲 0, 因爲 3>2(1) AND 1<2(0)爲假 |
| 3>2   1   1<2 | ◆─結果爲 1, 因爲 3>2(1) OR 1<2(0)爲真  |
| !(3>2)        | ← 結果為 0, 因為 3>2 為真, 非真就是假       |

#### 邏輯算符與其他算符的混合運用

• 是用算數算符的算式來當成邏輯算符的運 算元,當算式結果為 0 則會被邏輯算符當成 假來處理,如果是非 0 的結果則會當成真來 處理,如 a=2, b=2 則:

從螢幕輸出邏輯推演的結果

```
6 程式 Ch04_06.c 從簽稿輸出週間推演的結果

01 #include <stdio.h>
02
03 int main(void)
04 [
05 int a=2,b=2;
06
07 printf("a+b>a-b && a+b<a-b 的麗帽推演結果為 %d\n",
08 a+b>a-b && a+b<a-b);
09 printf("a+b>a-b II a+b>a-b 的麗帽推演結果為 %d\n",
10 a+b>a-b II a+b>a-b | 1 a+b-a-b | 1 a+b-a-b
```

#### 其他算符

- 指定(=)算符
- 累加 ++ 與累減 -- 算符
- 在 C 語言中, 關係算符的等於符號為 ==; 指定的符號是 =。

2

# 利用=符號將各種不同的值 指定給變數,求最後的值

## 等號與其它算符合併

=算符也可與算數算符合併使用,將原來的 算式簡寫,如下表:

| 算符  | 原來的算式 | 縮減後    |
|-----|-------|--------|
| +=  | a=a+b | a+=b   |
| -   | a=a-b | a-=b   |
| *=  | a=a*b | a*=b   |
| F   | a=a/b | a/=b   |
| % = | a=a%b | a %= b |

3

# 計算 a=a+b 與 a=a\*b 的值

```
程式 Ch04_08.c, 計算 a=a+b 與 a=a*b 的fi
    #include <stdio.h>
                         京執行結果
0.2
03
    int main(void)
04
0.5
     int a=23, b=51;
                         a = 3774 ◆ 最後 a 的值已經不是 23, 而是 74 乘以 51
06
     a+=b; /* 也就是 a = a + b */
0.7
0.8
    printf("a = %d\n",a);
09
     a*=b; /* 也就是 a = a * b */
     printf("a = %d\n",a);
1.0
12
    return 0;
                                                           32
13
```

## 累加++與累減--算符

• ++ 的算符可以使變數的值加 1, -- 的算符可以使變數的值減 1, 其使用法如下表所示:

| 優先權 | 算符         | 原來的算式 | 縮減後 |
|-----|------------|-------|-----|
| 2   | ++ (置於變數前) | a=a+1 | ++a |
| 2   | (置於變數前)    | a=a-1 | a   |
| 9   | ++ (置於變數後) | a=a+1 | a++ |
| 9   | (置於變數後)    | a=a-1 | a   |

31

#### 累加++與累減--算符

++與--算符可以放在變數前面或者後面,雖然兩者的最後結果都相同,但是放在含有加減乘除等其他算符的算式中,則算式執行前其數值卻是不同。像 a++表示先用 a 的值運算之後再加1;而++a則是用加1之後的a 值也就是 a+1 的值來運算。

```
使用++a代替a=a+1
    程式 Ch04_09.c, 使用 ++a 代替 a=a+1
   #include <stdio.h>
                                          ++a*10 = 240
0.2
                                          a= 24
03
    int main(void)
04
05
     int a=23;
0.6
07
      printf(" ++a*10 = %d\n", ++a*10);
08
      printf(" a= %d\n",a);
09
10
     return 0;
11
```

#### 計算a=a+1的結果 01 #include <stdio.h> a++\*10=230 02 a= 24 03 int main(void) 04 0.5 int a=23; 06 07 $printf(" a++*10 = %d\n", a++*10);$ printf(" a= %d\n",a); 08 09 10 return 0; 11 }

# 錯誤的累加、累減語法

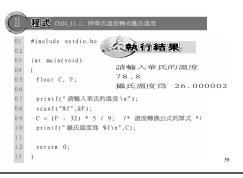
- 利用累加或累減配合其他算符來作運算時, 請將累加、累減算符與其他算符以空格空 開或加上括弧。否則,編譯器將無法辨識類 似以下的兩個錯誤語法:
  - a=b++++c;
  - a=b----c;
- 正確的語法如下: b=5,c=6
   a=b+++++c; or a=(b++)+(++c);
   a=b----c; or a=(b--)-(--c);

3

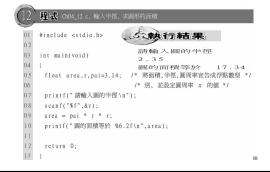
# 綜合演練

- 溫度度量衡的轉換:華氏轉攝氏
- 輸入半徑,計算圓形面積
- 換幣機程式
- 判斷為大寫或小寫字母

# 將華氏溫度轉成攝氏溫度



# 輸入半徑,計算圓形面積



# 换幣機程式

```
13 程式 Ch04_13.c, 模擬換幣機程式
 0.1
      #include <stdio.h>
                                    、京執行結果
                                        請輸入您的換幣金額
 04
                                        127
 0.5
       int money;
                                        零錢
       int ten, five, one;
                                        拾圓
                                               12
 0.7
                                                    佰哥
                                              1 個2 個
                                        五圓
       printf(" 請輸入您的換幣金額 \n
       1 0
1 1
       ten = money / 10; /* 高彩和圖雕密的的數 */
five = (money$10)/5; /* 計算在圖雕幣的偶數 */
one = (money$10)$5; /* 計算查圖雕幣的偶數 */
printf("零錢\n拾關 $d 個\n五個 $d 個\n变圈 $d 個\n",
 1 2
1 3
14
                ten, five, one);
       return 0;
 17
                                                                 41
```

## 判斷為大寫或小寫字母

#### 除錯

- a+b=c+d a <> b a => b
- 執行結果為何? int a=0,b=0,c=0; a<b+4 //1 b==c //1 a+b+c== -3\*-b //1 a && b //0 !b\*4 || 3-3 //1 !c-!!b+!0 //2

43

#### 執行結果

```
• 執行結果為何?
int b=1,c=1,a;
a=(++b)+(++c); //4 2 2
a=(b++)+(++c); //5 3 3
a=(++b)+(c--); //7 4 2
a=(b--)+(--c); //5 3 1
```

執行結果為何?
 int a=0,b=1;
 printf("%d",!a && !b); //0
 printf("%d",!a || !b); //1
 printf("%d",a && a && b); //0
 printf ("%d",a || b || b); //1

## 執行結果

```
執行結果為何?
int a=4,b=3,c;
c=(--a)+(a--);
printf("a=%d c=%d\n",a,c);
c=(b++) + (++b);
printf("b=%d c=%d\n",b,c);
但是當b=3, a=4;
c=(b++) + (b++);
printf("b=%d c=%d\n",b,c);
c=(a--)+(a--);
printf("a=%d c=%d\n",a,c);
```

#### 作業

- 試寫一程式輸入整數半徑,算出球體之體積
- 試寫一程式輸入三角形三邊長(a,b,c),算出 其之面積[hint: k=(週長和)/2 面積的平方=k\*(k-a)\*(k-b)\*(k-c)]
- 試寫一程式模擬捷運購票機,輸入為五十元 硬幣、十元硬幣、五元硬幣各幾枚,輸出為 存入之總額