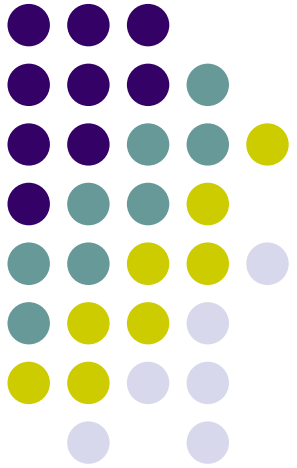
第七章
迴圈

結構化程式設計

for、while 與 do while 迴圈

選擇適當的迴圈敘述

如何跳離迴圈

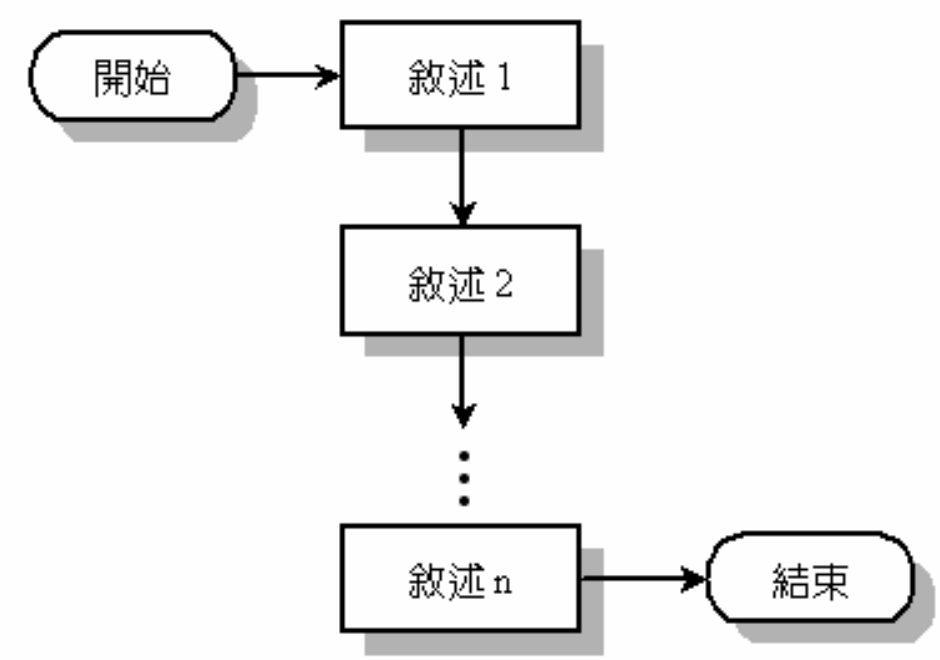


結構化程式設計

- 結構化的程式設計包含有下面三種結構：
  - 循序性結構（sequence structure）
  - 選擇性結構（selection structure）
  - 重複性結構（repetition structure）

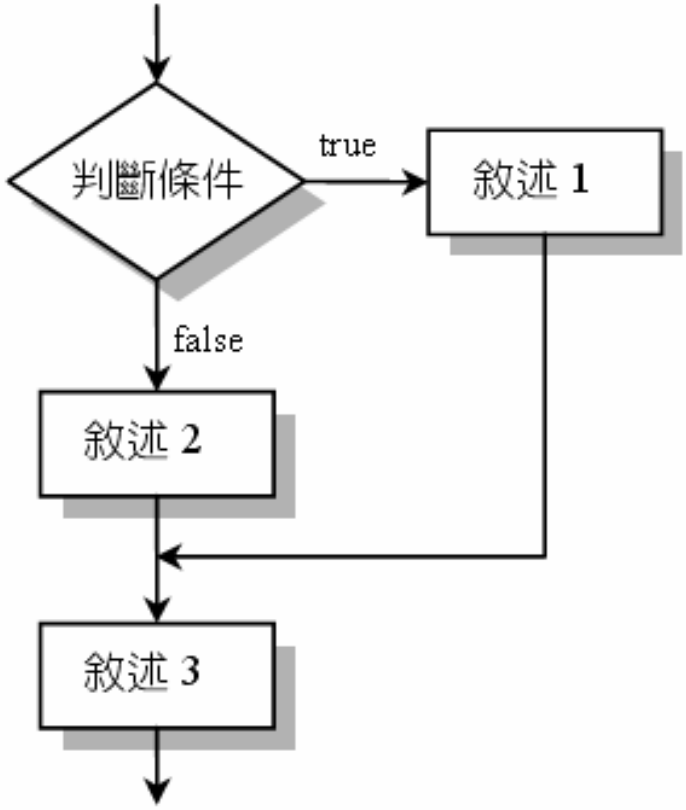
結構化程式設計

- 循序性結構 (sequence structure)
  - 程式的執行流程是由上而下，一個接著一個敘述依序執行



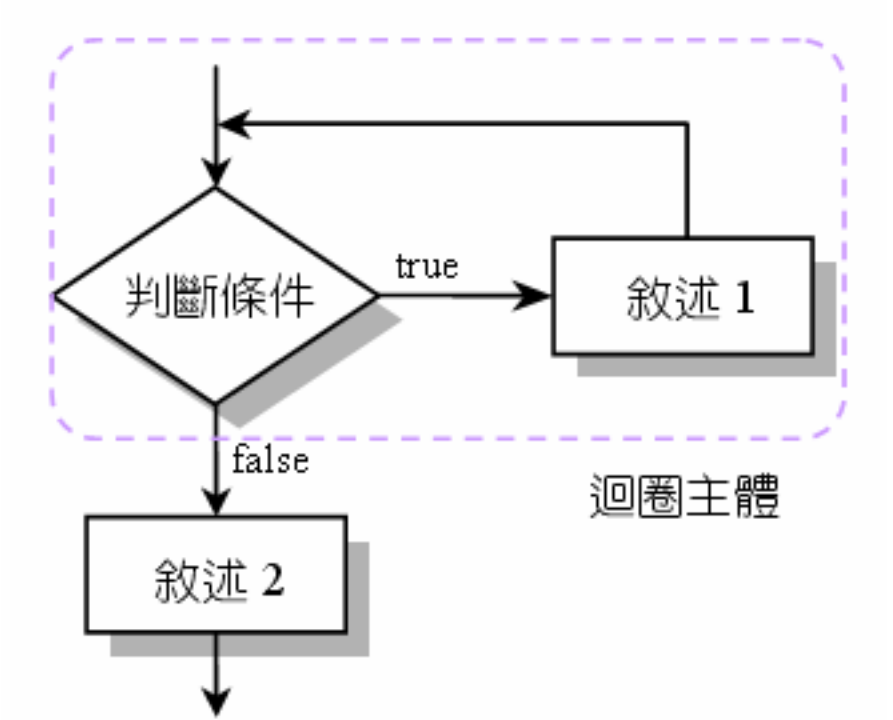
結構化程式設計

- 選擇性結構 (selection structure)
  - 依判斷條件的結果來決定程式執行的順序



結構化程式設計

- 重複性結構 (iteration structure / repetition structure)
  - 在符合判斷條件時反覆執行迴圈主體 (敘述 1)
  - 直到不符合判斷條件才離開，繼續向下執行 (敘述 2)



使用 for 迴圈

這兒不可以加分號

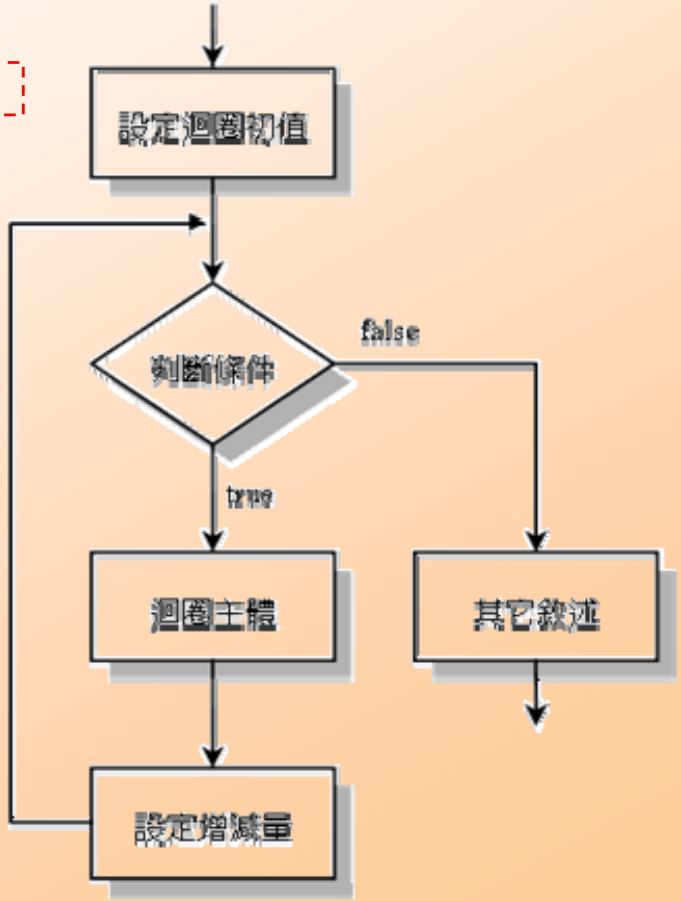
for 迴圈的語法

```
for(設定迴圈初值; 判斷條件; 設定增減量)
{
    迴圈主體;
}
```

這兒不需要加分號

```
for ( i=1, sum=0 ; i<=9 ; i+=2 )
{
    迴圈主體;
}
```

設定迴圈初值　判斷條件　設定增減量



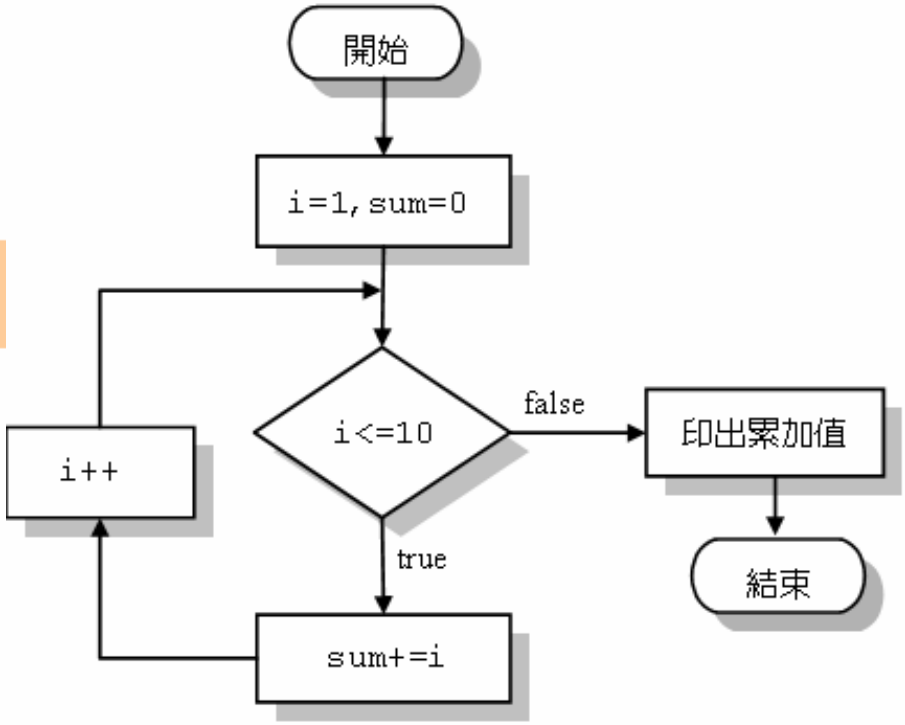
for 迴圈範例一 (1/2)

- 利用 for 迴圈計算 1 加到 10 的總和

```
01  /* prog7_1, for迴圈的使用 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int main(void)
05  {
06     int i,sum=0;
07     for(i=1;i<=10;i++)
08        sum+=i;
09     printf("1+2+3+...+10=%d\n",sum);
10
11     system("pause");
12     return 0;
13  }

/* prog7_1 OUTPUT--

1+2+3+...+10=55
----------------------*/
```



迴圈控制變數的命名常用 i, j, k, …

for 迴圈範例一 (1/2)

- 迴圈內，變數變化的情形

```
06      int i,sum=0;
07      for(i=1;i<=10;i++)
08         sum+=i;
```

表 7.2.1 for 迴圈內，i 與 sum 值變化的情形

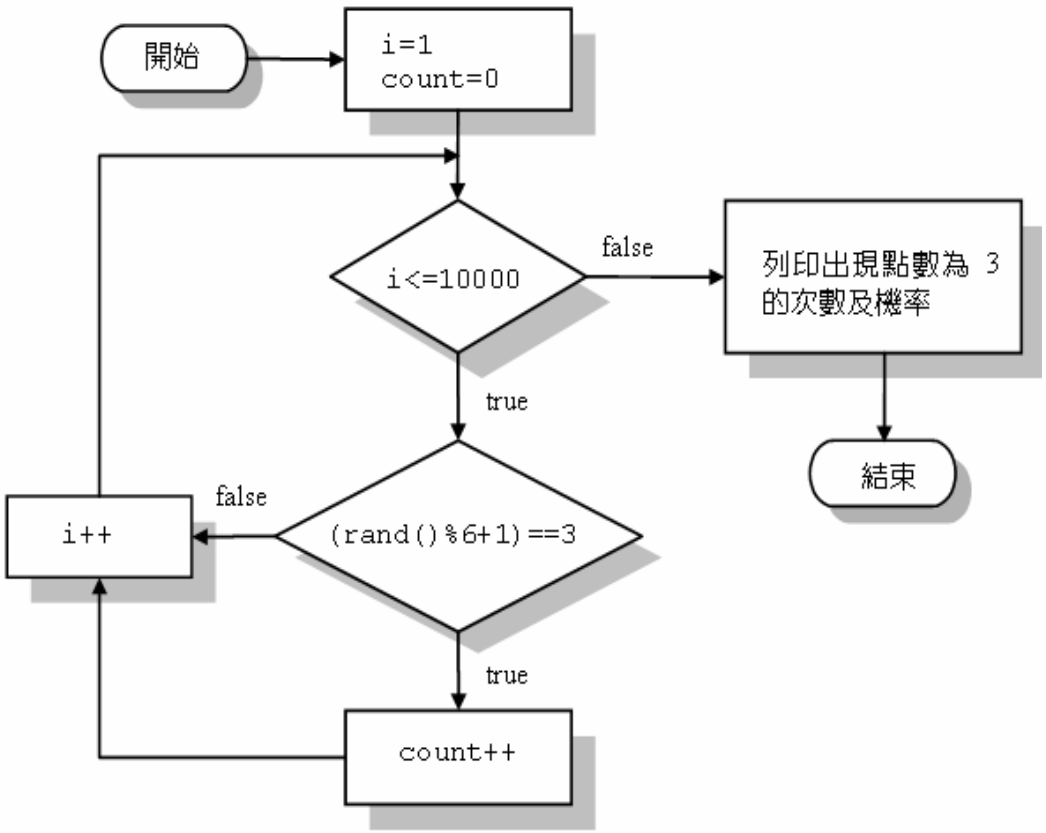
i 的值	sum 的值	計算 sum+=i 之後，sum 的值
1	0	1
2	1	3
3	3	6
4	6	10
5	10	15
6	15	21
7	21	28
8	28	36
9	36	45
10	45	55

執行完 for 迴圈之後，sum 的值

for 迴圈範例二

- 隨機實驗的模擬與機率的計算

```
01  /* prog7_2, 使用 for 迴圈計算機
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int main(void)
05  {
06     int i,count=0;
07
08     for(i=1;i<=10000;i++)
09        if ((rand()%6+1)==3)
10           count++;
11     printf("擲 10000 次骰子時，出現 3 點的次數為%d 次\n",count);
12     printf("機率為%.3f\n",(float)count/10000);
13
14     system("pause");
15     return 0;
16  }
```



使用 while 迴圈

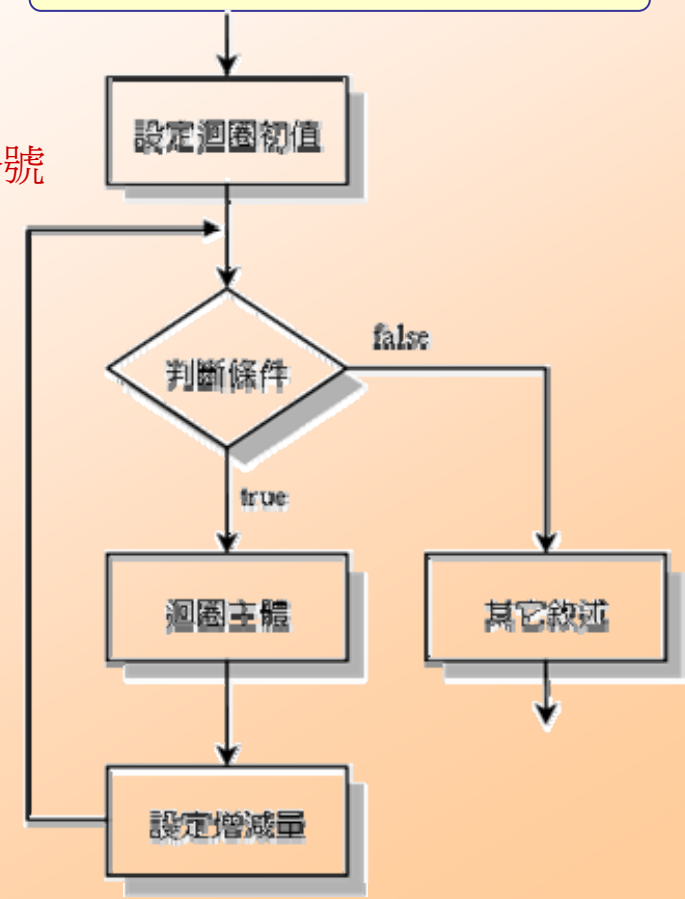
- while 最適合用在迴圈執行次數爲未知時

while 迴圈的語法

```
設定迴圈初值;
while(判斷條件)
{
    迴圈主體;
    設定增減量;
}
```

這兒不可以加分號

這兒不需要加分號



while 迴圈的範例

- 將 while 用在未知執行次數的迴圈

```
01  /* prog7_3, while 迴圈的使用 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int main(void)
05  {
06     int i=1,sum=0;      /* 設定迴圈初值 */
07     while(sum<=100)     /* while 迴圈，當 sum 小於 100 則繼續累加 */
08     {
09        sum+=i;
10        printf("從 1 累加到%2d=%2d\n",i,sum);
11        i++;
12     }
13     printf("必須累加到%d\n",i-1);
14     system("pause");
15     return 0;
16  }
```

```
/* prog7_3 OUTPUT---
從 1 累加到  1=  1
從 1 累加到  2=  3
  ...
從 1 累加到 14=105
必須累加到 14
---------------------*/
```

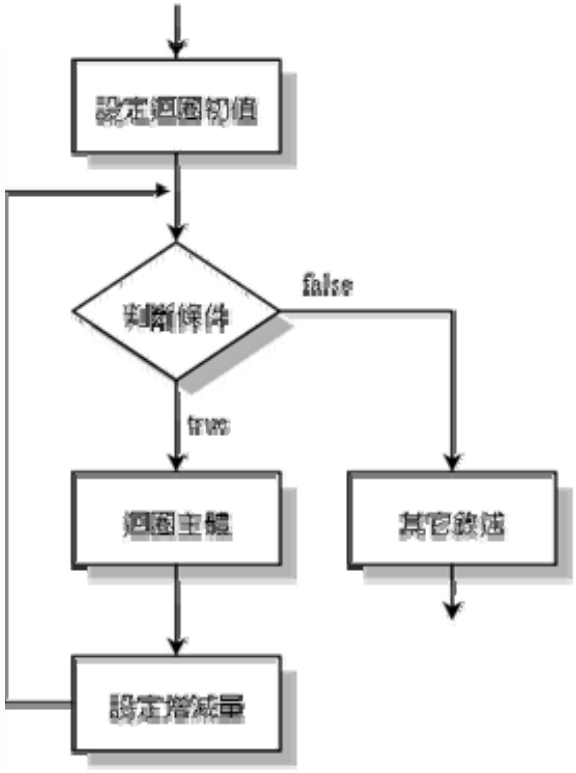
for 與 while 迴圈的比較

- 理論上 for 迴圈與 while 迴圈是等效的敘述

表 7.3.1　for 迴圈與 while 迴圈的敘述比較

for 迴圈	while 迴圈

for(設定初值;判斷條件;設定增減量)
{
　敘述 1;
　敘述 2;
　⋮
　敘述 n;
}
	設定初值;
	while(判斷條件)
	{
	　敘述 1;
	　敘述 2;
	　⋮
	　敘述 n;
	　設定增減量
	}



無窮迴圈的範例一

- 當迴圈判斷條件一直滿足時，即稱爲無窮迴圈

```
01  /* prog7_4, 無窮迴圈的說明 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int main(void)
05  {
06     int i=1;
07
08     while (i > 0)       /* 當 i>0 時執行 while 迴圈的主體 */
09        printf("i=%d\n",i++);
10
11     system("pause");
12     return 0;
13  }
```

這個迴圈是會停下來的

```
while (i>0);
```

或是

```
while (i>0)
    printf("i=%d\n", i);
```

才是永遠不會停的

```
/* prog7_4 OUTPUT---

i=1
i=2
i=3
...  (無窮迴圈的輸出)
--------------------*/
```

無窮迴圈的範例二

- 利用無窮迴圈持續輸入字元：

```
/* prog7_5 OUTPUT---

ASCII of ch=117
ASCII of ch=104
ASCII of ch=13
ASCII of ch=17
您已按了 Ctrl+q...
--------------------*/
```

```
01  /* prog7_5, 無窮迴圈的應用 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int main(void)
05  {
06     char ch;
07     while(ch!=17)              /* 當按下的鍵不是 Ctrl+q 時 */
08     {
09        ch=getch();             /* 從鍵盤取得字元 */
10        printf("ASCII of ch=%d\n",ch); /* 印出取得字元的 ASCII 碼 */
11     }
12     printf("您已按了 Ctrl+q...\n");
13
14     system("pause");
15     return 0;
16  }
```

沒有初始化

```
while (1)
{
   …
}
```

```
for (;;)
{
   …
}
```

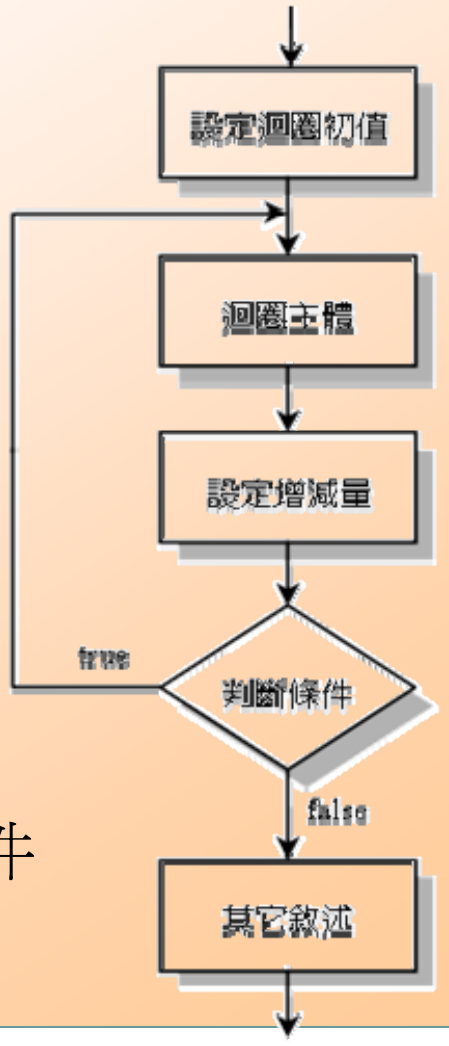
```
double x;
for (x=0.;x!=100.;x+=0.1)
{
   …
}
```

使用 do while 迴圈

do-while 迴圈的語法

```
設定迴圈初值;
do
{
    迴圈主體;
    設定增減量;
} while(判斷條件);
```

需加分號

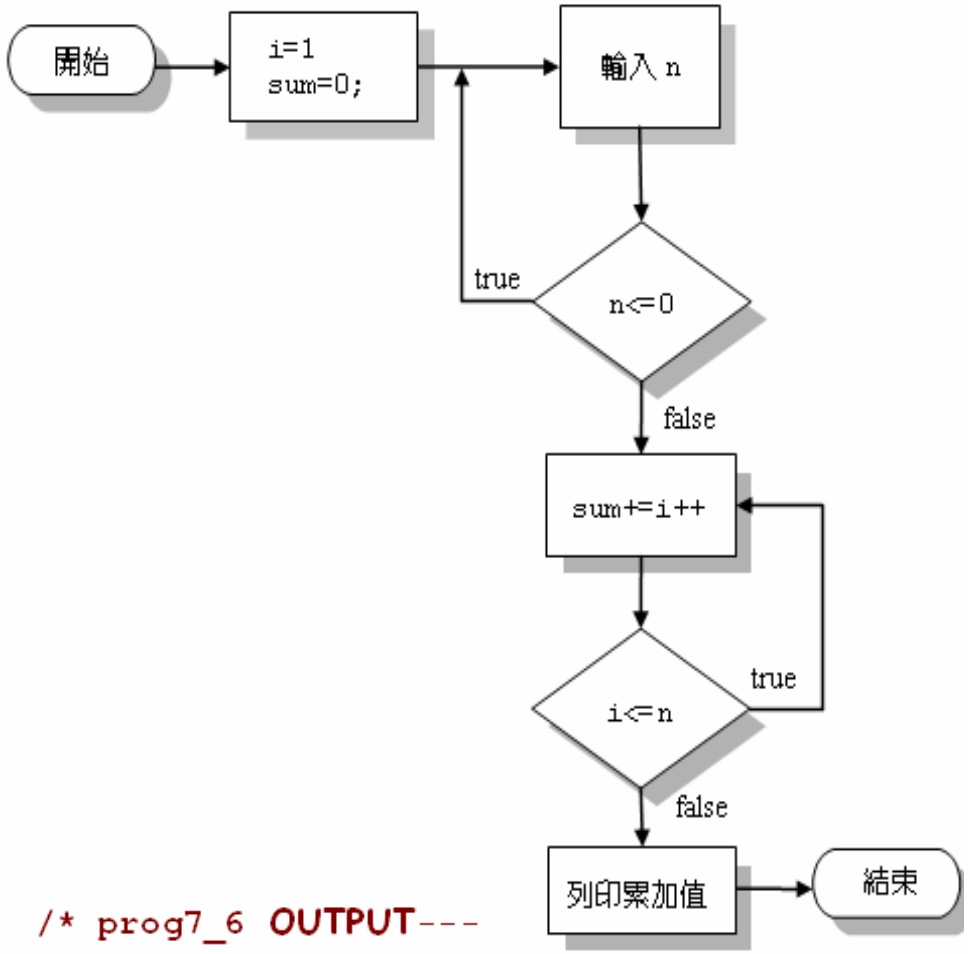


注意: 判斷條件爲迴圈繼續執行的條件, 不要想成是結束的條件

迴圈主體至少會執行過一次

do while 迴圈的範例一

```
01  /* prog7_6, do while 迴圈 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int main(void)
05  {
06     int n,i=1,sum=0;
07     do
08     {
09        printf("請輸入 n 值 (n>0): "
10        scanf("%d",&n);
11     }
12     while (n<=0);
13     do
14        sum+=i++;
15     while (i <= n);
16     printf("1+2+...+%d=%d\n",n,
17     system("pause");
18     return 0;
19  }
```

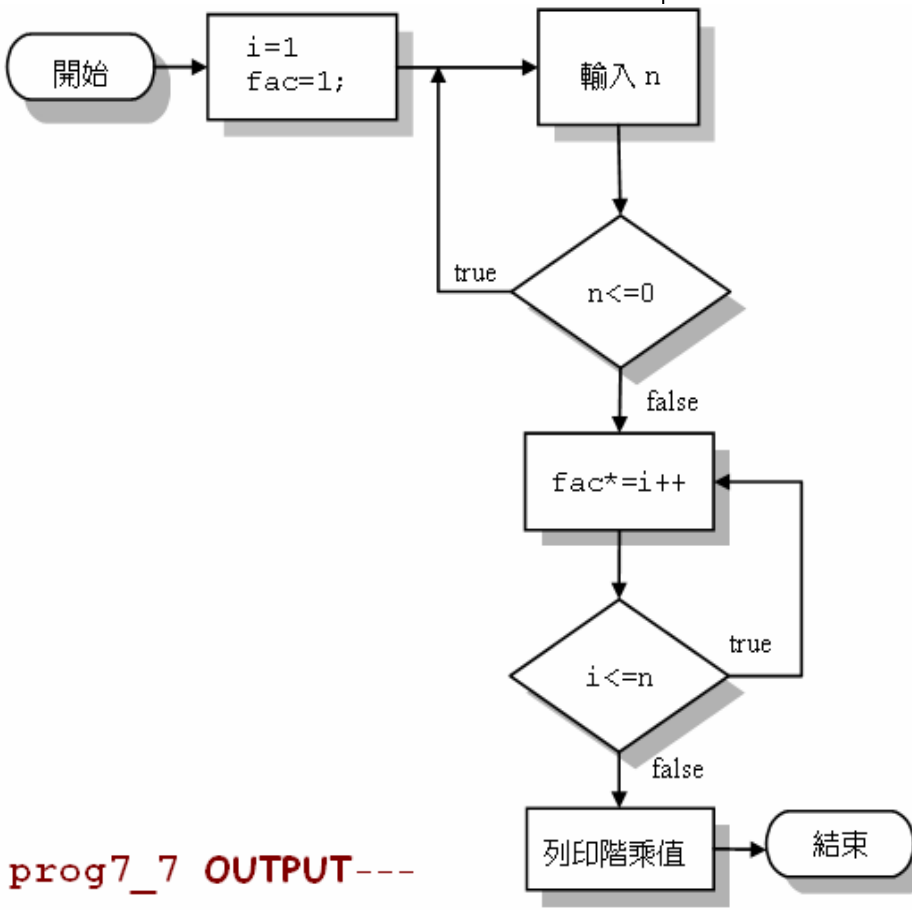



```
/* prog7_6 OUTPUT---

請輸入 n 值 (n>0): -6
請輸入 n 值 (n>0): 10
1+2+...+10=55
--------------------*/
```

do while 迴圈的範例二

```
01  /* prog7_7, 利用 do while 迴圈求 n!
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int main(void)
05  {
06     int n,i=1,fact=1;
07     do
08     {
09        printf("請輸入 n 值 (n>0): ");
10        scanf("%d",&n);
11     }
12     while (n<=0);
13     do
14        fact*=i++;
15     while (i <= n);
16     printf("%d!=%d\n",n,fact);
17     system("pause");
18     return 0;
19  }
```




```
/* prog7_7 OUTPUT---

請輸入 n 值 (n>0): -3
請輸入 n 值 (n>0): 6
6!=720
-----------------------*/
```

空迴圈

- 迴圈主體內沒有任何的敘述，稱爲空迴圈

空迴圈的說明

```
for(設定初值;判斷條件;設定增減量)
{ }
```

或是

```
for(設定初值;判斷條件;設定增減量);
```

這兒要加分號

空迴圈的範例

- 下面範例的空迴圈常常是寫程式時不小心留下的 bug

```
01  /* prog7_8, 空迴圈的誤用 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int main(void)
05  {
06     int i;
07     for(i=1;i<=10000;i++);      /* 空迴圈 */
08        printf("i=%d\n",i);
09
10     system("pause");
11     return 0;
12  }
```

```
/* prog7_8 OUTPUT--

i=10001
----------------------*/
```

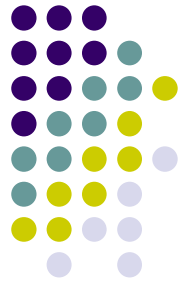
使用哪一種迴圈？

- 下表列出了每一種迴圈的特性比較：

表 7.6.1　for、while 與 do while 迴圈的比較

迴圈特性	迴圈種類		
	for	while	do while
前端測試判斷條件	是	是	否
後端測試判斷條件	否	否	是
於迴圈主體中需要更改控制變數的值	否	是	是
迴圈控制變數會自動變更	否	否	否
迴圈重複的次數	已知	未知	未知
至少執行迴圈主體的次數	0 次	0 次	1 次
何時重複執行迴圈	條件成立	條件成立	條件成立

巢狀迴圈的範例-九九乘法表(1/2)



- 迴圈裡又有另一層迴圈，稱爲巢狀迴圈
- 九九乘法表的列印：

```
/* prog7_9 OUTPUT------
1*1= 1  1*2= 2  ...  1*9= 9
2*1= 2  2*2= 4  ...  2*9=18
  ...
9*1= 9  9*2=18  ...  9*9=81
-------------------------*/
```

```
01  /* prog7_9, 巢狀 for 迴圈印出九九乘法表 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int main(void)
05  {
06     int i,j;
07     for (i=1;i<=9;i++)      /* 外層迴圈 */
08     {
09        for (j=1;j<=9;j++)   /* 內層迴圈 */
10           printf("%d*%d=%2d  ",i,j,i*j);
11        printf("\n");
12     }
13     system("pause");
14     return 0;
15  }
```

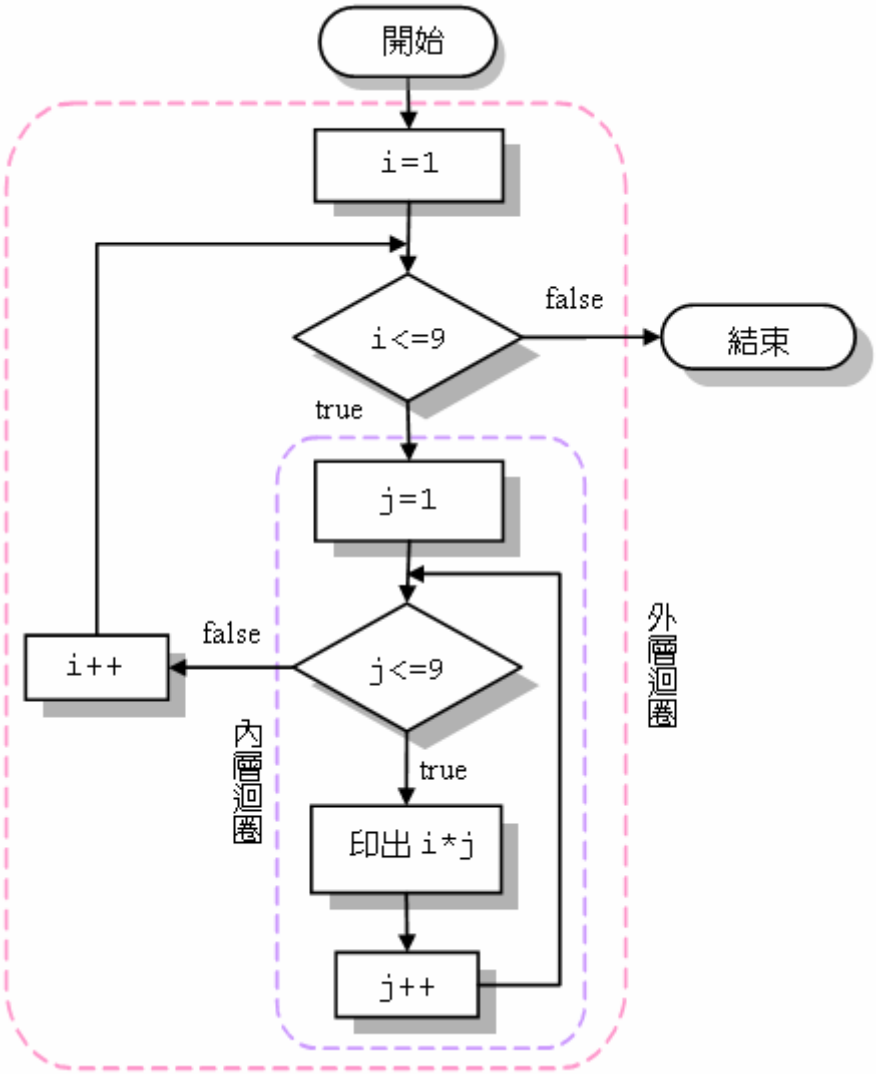
內層迴圈

外層迴圈

巢狀迴圈的範例-九九乘法表(2/2)

- 九九乘法表的流程圖：

```
for (i=1;i<=9;i++)      /* 外層迴圈 */
{
   for (j=1;j<=9;j++)   /* 內層迴圈 */
      printf("%d*%d=%2d  ",i,j,i*j);
   printf("\n");
}
```



以巢狀 while 迴圈改寫九九乘法表

```
01  /* prog7_10, 巢狀 while 迴圈求 9*9 乘法表 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int main(void)
05  {
06     int i=1, j=1;        /* 設定迴圈控制變數的初值 */
07     while (i<=9)         /* 外層迴圈 */
08     {
09        while (j<=9)      /* 內層迴圈 */
10        {
11           printf("%d*%d=%2d  ",i,j,i*j);
12           j++;
13        }
14        printf("\n");
15        i++;
16        j=1;
17     }
18     system("pause");
19     return 0;
20  }
```

內層迴圈

外層迴圈

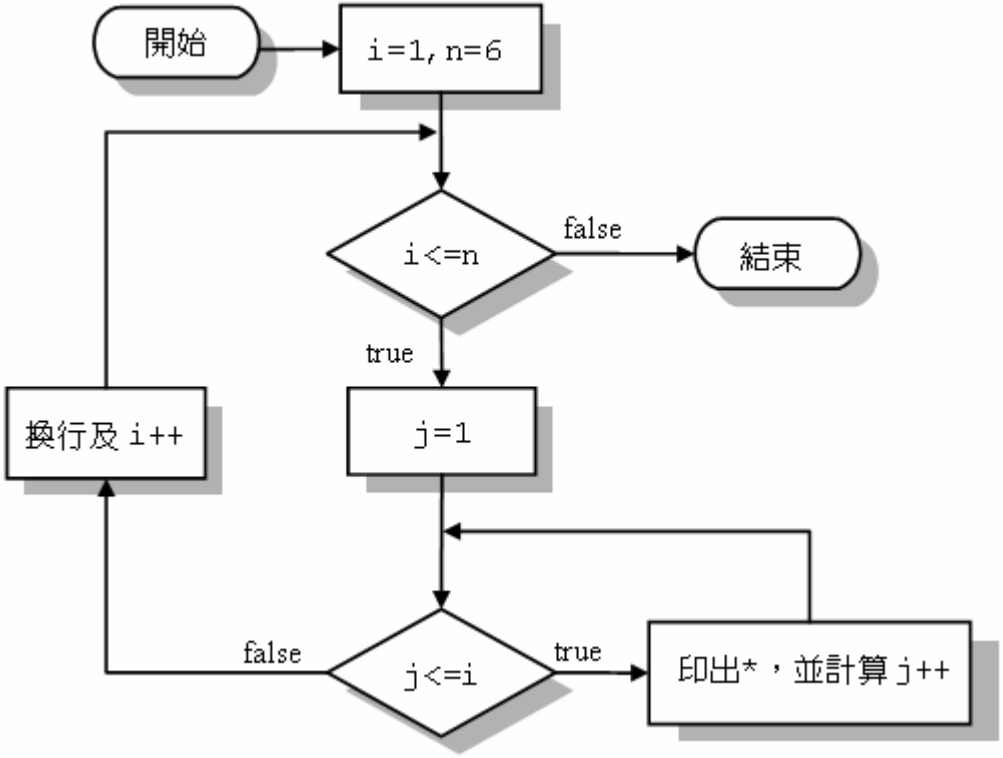
- 本範例的流程圖與執行結果同 prog7_9

以巢狀 for 迴圈印出幾何圖形

- 利用巢狀迴圈印出三角形

```
01  /* prog7_11, 利用巢狀迴圈印出三角形 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int main(void)
05  {
06     int i,j,n=6;
07
08     for (i=1;i<=n;i++)
09     {
10        for (j=1;j<=i;j++)
11           printf("*");
12        printf("\n");
13     }
14
15     system("pause");
16     return 0;
17  }
```

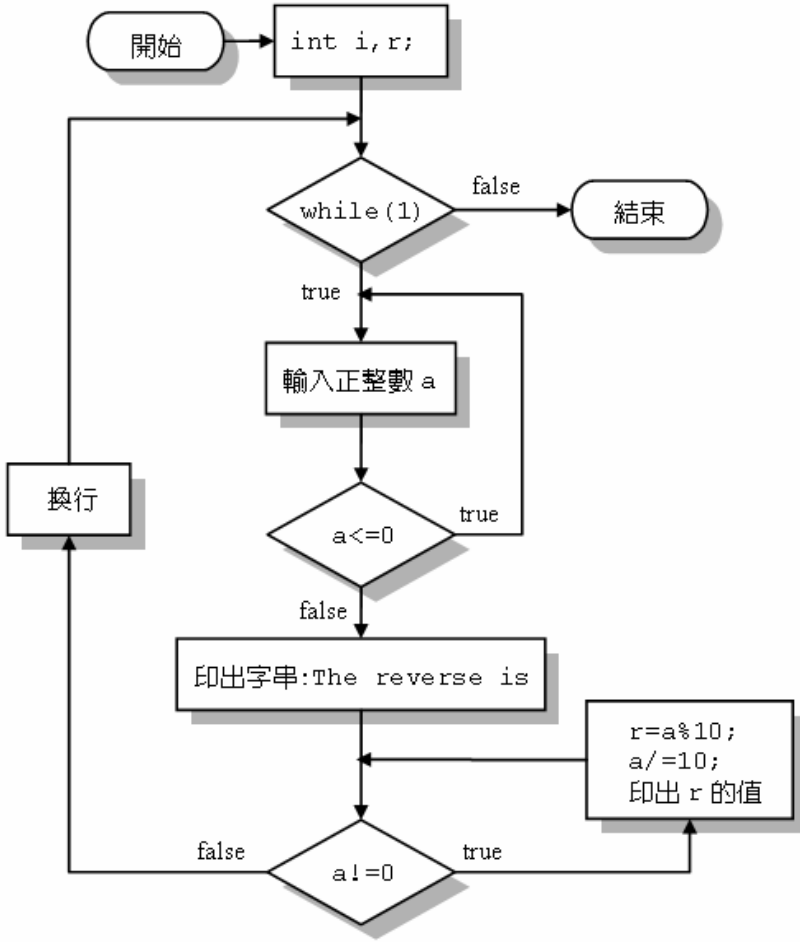
```
/* prog7_11 OUTPUT--
*
**
***
****
*****
******
--------------------*/
```



以巢狀迴圈反印數字(1/2)

- 將整數反印，例如 5123→3215

```
01  /* prog7_12, 巢狀迴圈，將整數反過來列印 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int main(void)
05  {
06     int a,r;
07
08     while(1)
09     {
10        do
11        {
12           printf("Input an integer:");
13           scanf("%d",&a);
14        }
15        while (a<=0);          /* 必須輸入大於 0 的正整數 */
16
```



以巢狀迴圈反印數字(2/2)

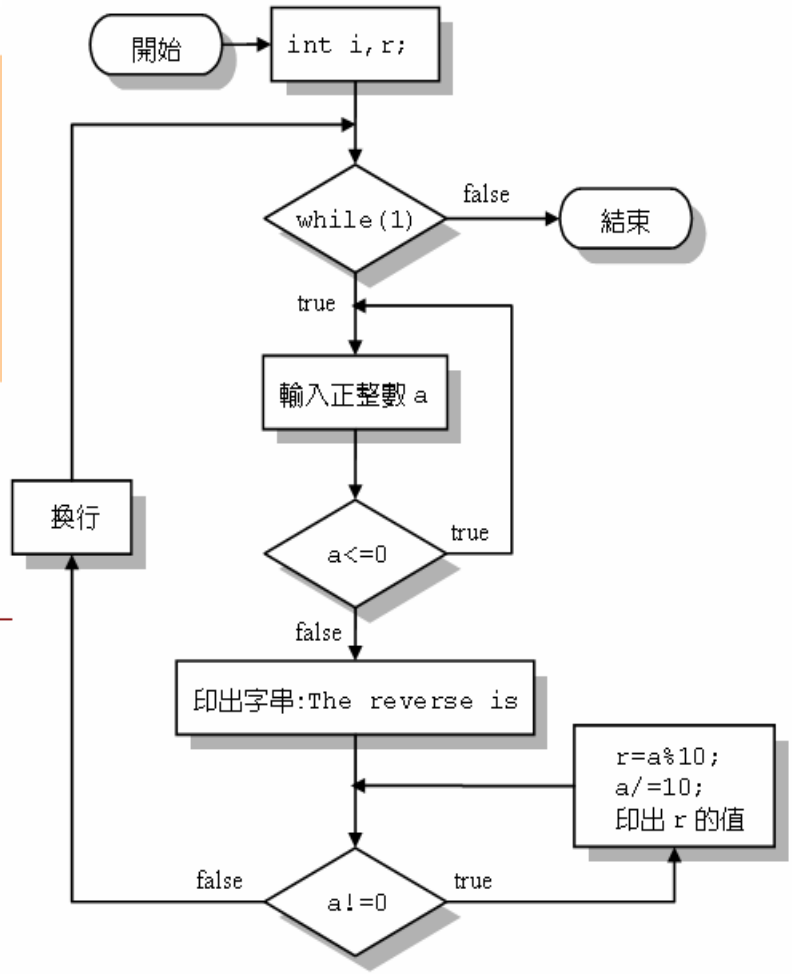
```
17          printf("The reverse is ");
18          while (a!=0)
19          {
20             r=a%10;   /* 計算 a/10 的餘數 */
21             a/=10;    /* 計算 a/10，再設回給 a */
22             printf("%d",r);
23          }
24          printf("\n\n");
25       }
26       system("pause");
27       return 0;
28    }
```

```
/* prog7_12 OUTPUT----

Input an integer:-58
Input an integer:13579
The reverse is 97531

Input an integer:2468
The reverse is 8642

Input an integer:
----------------------*/
```



迴圈的強制跳離

- **break** 敘述：
  - 略過迴圈主體的其餘部分，結束迴圈，執行迴圈之後的敘述

break 敘述的語法

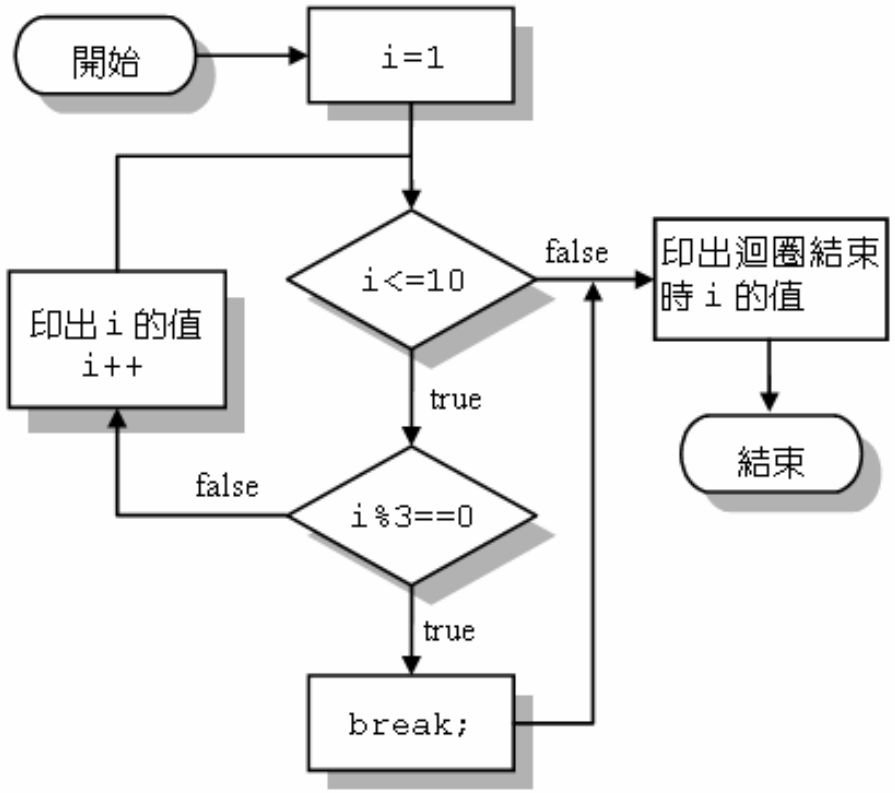
```
for(初值設定; 判斷條件; 設定增減量)
{
    敘述 1;
    敘述 2;
      …
    break;
      …
    敘述 n;
}
..
```

若執行break敘述，則此區塊內的敘述不會被執行

break 敘述

- **break** 敘述的範例：

```
01  /* prog7_13, break 敘述的使用 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int main(void)
05  {
06     int i;
07     for(i=1;i<=10;i++)
08     {
09        if(i%3==0)
10           break;    /* 跳離迴圈 */
11        printf("i=%d\n",i);
12     }
13     printf("跳離迴圈時, i=%d\n",i);
14
15     system("pause");
16     return 0;
17  }
```




```
/* prog7_13 OUTPUT--

i=1
i=2
跳離迴圈時, i=3
----------------------*/
```

continue 敘述

- **continue** 敘述：
  - 略過迴圈主體的其餘部分，直接開始下一個迴圈循環(由判斷條件開始測試)

continue 敘述的語法

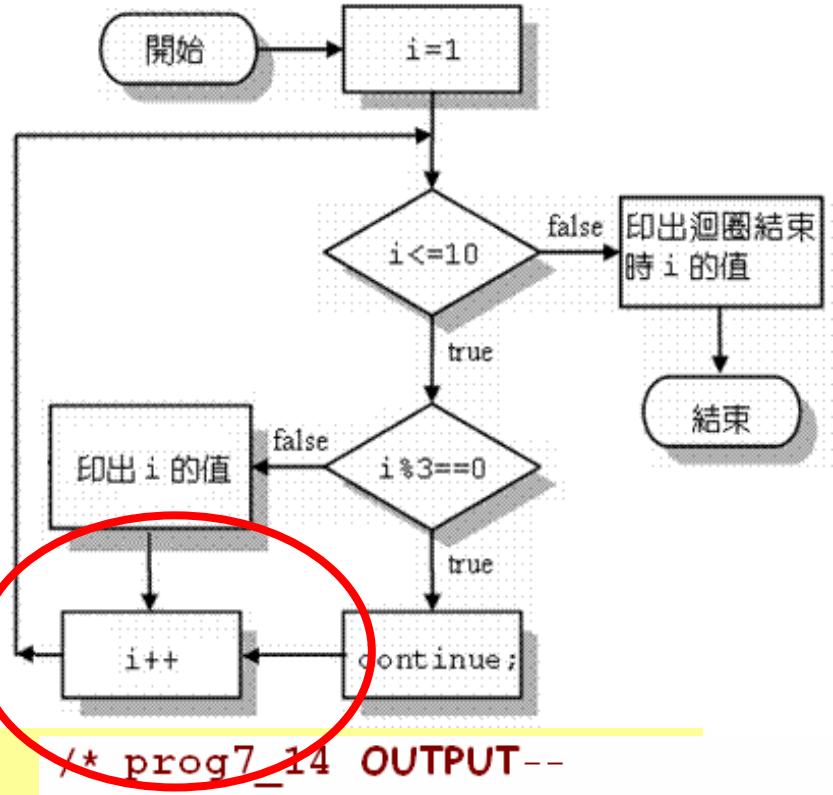
```
for(初值設定; 判斷條件; 設定增減量)
{
    敘述 1;
    敘述 2;
      …
    continue;
      …
    敘述 n;
}
...
```

若執行continue敘述，則此區塊內的敘述不會被執行

continue 敘述

- continue 敘述的範例

```
01  /* prog7_14, continue 敘述的使用 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int main(void)
05  {
06     int i;
07     for(i=1;i<=10;i++)
08     {
09        if(i%3==0)
10           continue; /* 回到起始處執行 */
11        printf("i=%d\n",i);
12     }
13     printf("跳離迴圈時, i=%d\n",i);
14
15     system("pause");
16     return 0;
17  }
```




```
/* prog7_14 OUTPUT--
i=1
i=2
i=4
i=5
i=7
i=8
i=10
跳離迴圈時, i=11
----------------------*/
```

如何提早結束多層迴圈

方法一

```
for (i=0; i<10; i++) {
    for (j=0; j<20; j++) {
        if (count<0) break;
        … // count 變數內容會改變
    }
    if (j<20) break; // 或是 if (count<20) break;
    … // count 變數內容會改變
}
// 正常結束的話 i==10&&j==20
```

變化很多, 請靈活運用

方法二

```
for (i=0; i<10; i++) {
    for (j=0; j<20; j++) {
        if (count<0) {j=19; continue;}
        … // count 變數內容會改變
    }
    if (count<0) {i=9; continue;}
    … // count 變數內容會改變
}
// 正常與否 i==10&&j==20
```

方法三

```
for (i=0,stop=0; i<10&&!stop; i++) {
    for (j=0; j<20&&!stop; j++) {
        if (count<0) {stop=1; continue;}
        … // count 變數內容會改變
    }
    if (stop) continue;
    … // count 變數內容會改變
}
// 正常結束的話 i==10&&j==20
```