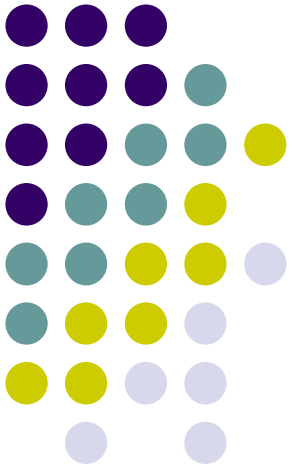
解構元與類別的繼承

認識解構元

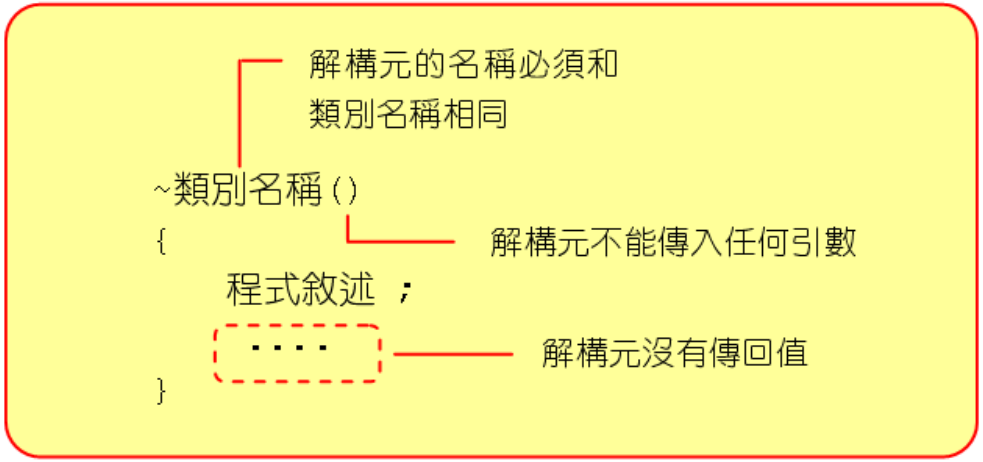
學習動態記憶體配置與解構元的關係

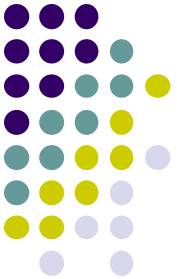
使用拷貝建構元



解構元(Destructor)

- 建構元(constructor)是在物件初次被建立時呼叫
- 解構元(destructor)是在物件被銷毀（ destroy ）時呼叫
- 銷毀指的是釋放物件原先所佔有的記憶空間
- 解構元的名稱和類別的名稱相同，之前必須加上一個 ~（ tilde ）符號
- 解構元的定義格式





解構元的使用 (1/2)

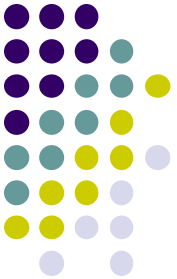
- 下面的範例裡加入一個解構元，以便觀察它的運作

```
01  // prog14_1, 解構元的使用
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  class CWin                    // 定義視窗類別 CWin
06  {
07     private:
08       char id;
09       int width, height;
10
11     public:
12       CWin(char i,int w,int h):id(i),width(w),height(h)
13       {
14          cout << "建構元被呼叫了..." << endl;
15       }
16       ~CWin()                  // 解構元
17       {
18          cout << "解構元被呼叫了， Win " << this->id << "被銷毀了.." << endl;
19          system("pause");
20       }
```

解構元的使用 (2/2)

```
21        void show member(void)
22        {
23           cout << "Window " << id << ": ";
24           cout << "width=" << width << ", height=" << height << endl;
25        }
26    };
27
28    int main(void)
29    {
30       CWin win1('A',50,40);
31       CWin win2('B',40,50);
32       CWin win3('C',60,70);
33       CWin win4('D',90,40);
34
35       win1.show member();
36       win2.show member();
37
38       system("pause");
39       return 0;
40    }
```

```
/* prog14_1 OUTPUT------------

建構元被呼叫了...
建構元被呼叫了...
建構元被呼叫了...
建構元被呼叫了...
Window A: width=50, height=40
Window B: width=40, height=50
請按任意鍵繼續 . . .   ———————— 執行第 38 行的結果
解構元被呼叫了，Win D 被銷毀了..  ——— win4 被銷毀，這是執行第 18 行的結果
請按任意鍵繼續 . . .   ———————— 執行第 19 行的結果
解構元被呼叫了，Win C 被銷毀了..  ——— win3 被銷毀，這是執行第 18 行的結果
請按任意鍵繼續 . . .   ———————— 執行第 19 行的結果
解構元被呼叫了，Win B 被銷毀了..  ——— win2 被銷毀，這是執行第 18 行的結果
請按任意鍵繼續 . . .   ———————— 執行第 19 行的結果
解構元被呼叫了，Win A 被銷毀了..  ——— win1 被銷毀，這是執行第 18 行的結果
請按任意鍵繼續 . . .   ———————— 執行第 19 行的結果
------------------------------*/
```



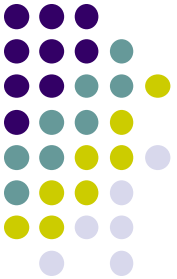
解構元的位置

- 在類別內部宣告解構元的原型

```
~CWin();      // 解構元的原型
```

- 在類別外面定義解構元時，要指明其所屬的建構元

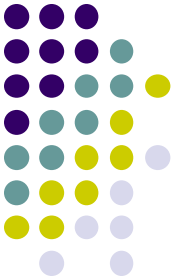
```
CWin::~CWin()
{
    // 解構元的程式碼
}
```



固定空間的記憶體配置 (1/2)

- 先看一個簡單的例子，此例無關動態記憶體配置

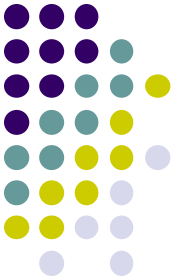
```
01  // prog14_2, 固定空間的記憶體配置
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  class CWin                          // 定義視窗類別 CWin
06  {
07     private:
08       char id,title[20];             在編譯時就已經分配固定的記憶體空間
09
10     public:
11       CWin(char i='D', char *text="Default window"):id(i)
12       {
13          strcpy(title,text);         // 將 text 指向的字串拷貝到 title 陣列裡
14       }
15       ~CWin()                        // 解構元
16       {
17          cout << "解構元被呼叫了，Win " << this->id << "被銷毀了.." << endl;;
18          system("pause");
19       }
```



固定空間的記憶體配置 (2/2)

```
20        void show(void)            // 顯示 id 與 title 成員
21        {
22           cout << "Window " << id << ": " << title << endl;
23        }
24    };
25
26    int main(void)
27    {
28       CWin win1('A',"Main window");
29       CWin win2('B');
30
31       win1.show();
32       win2.show();
33
34       cout << "sizeof(win1)= " << sizeof(win1) << endl;
35       cout << "sizeof(win2)= " << sizeof(win2) << endl;
36
37       system("pause");
38       return 0;
39    }
```

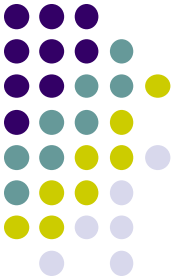
```
/* prog14_2 OUTPUT-------------

Window A: Main window
Window B: Default window
sizeof(win1)= 21
sizeof(win2)= 21
請按任意鍵繼續 . . .
解構元被呼叫了，Win B 被銷毀了..
請按任意鍵繼續 . . .
解構元被呼叫了，Win A 被銷毀了..
請按任意鍵繼續 . . .
-----------------------------*/
```



使用動態記憶體配置 (1/3)

- 下面的範例將prog14_2改以動態的方式來配置記憶體

```
01  // prog14_3, 使用動態記憶體配置
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  class CWin                              // 定義視窗類別 CWin
06  {
07    private:
08      char id, *title;                    // 宣告 title 為指向字元陣列的指標
09
10    public:
11      CWin(char i='D', char *text="Default window"):id(i)
12      {
13        title=new char[strlen(text)+1];           // 配置記憶體空間
14        strcpy(title,text);
15      }
16      ~CWin()                             // 解構元的原型
17      {
18        cout << "解構元被呼叫了，Win " << this->id << "被銷毀了.." << endl;
19        delete [] title;                  // 釋放 title 所指向的記憶體空間
20        system("pause");
21      }
```



使用動態記憶體配置 (2/3)

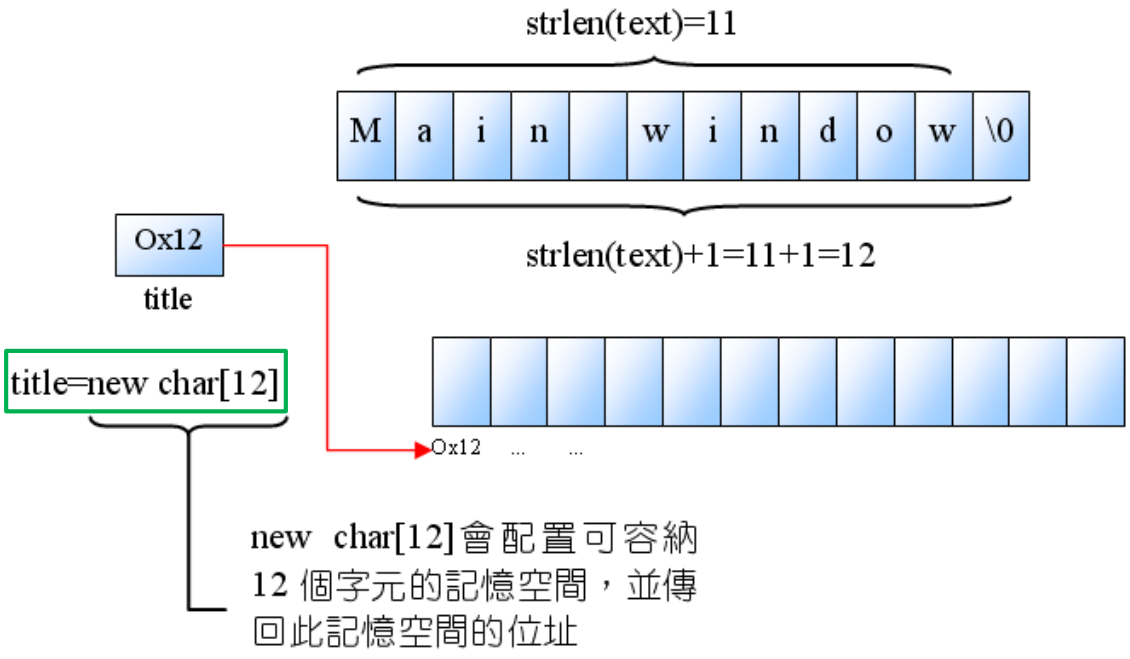
- 原始程式編譯及連結的過程

```
22        void show(void)
23        {
24           cout << "Window " << id << ": " << title << endl;
25        }
26    };
27
28    int main(void)
29    {
30       CWin win1('A',"Main window");
31       CWin win2('B');
32
33       win1.show();
34       win2.show();
35       cout << "sizeof(win1)= " << sizeof(win1) << endl;
36       cout << "sizeof(win2)= " << sizeof(win2) << endl;
37
38       system("pause");
39       return 0;
40    }
```

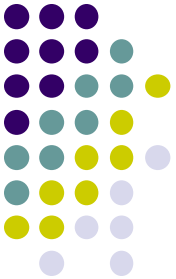
```
/* prog14_3 OUTPUT------------
Window A: Main window
Window B: Default window
sizeof(win1)= 8
sizeof(win2)= 8
請按任意鍵繼續 . . .
解構元被呼叫了，Win B 被銷毀了..
請按任意鍵繼續 . . .
解構元被呼叫了，Win A 被銷毀了..
請按任意鍵繼續 . . .
-----------------------------*/
```

使用動態記憶體配置 (3/3)

- 下圖為prog14_3中，記憶空間配置過程的說明

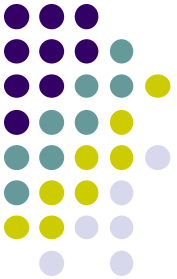


補充:
動態記憶體與靜態記憶體差別



	靜態配置記憶體	動態配置記憶體
變數宣告	int num	int* numPtr = new int
釋放變數	隨程式結束時自動消失	delete num
優點	程式編譯時就知道(固定)變數的記憶體大小	可在執行程式時，根據需求隨意配置變數的記憶體大小
缺點	無法隨意改變變數佔記憶體大小	分配與釋放記憶體都需要占用CPU資源
存放位置	Stack	Heap

錯誤的使用動態記憶體配置 (1/2)

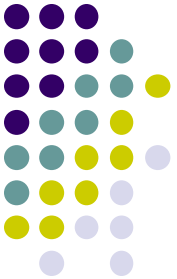


- 下面的範例修改自prog14_3，這是個錯誤的示範

```
01  // prog14_4, 使用動態記憶體配置, 錯誤的示範
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05
06  // 將 prog14_3 CWin 類別的定義放在這裡
07
08  int main(void)
09  {
10     CWin win1('A',"Main window");
11     CWin *ptr;                    // 宣告 ptr 為指向 CWin 物件的指標
12     ptr=new CWin('B');            // 建立新的物件，並讓 ptr 指向它
13
14     win1.show();                  // 以 win1 物件呼叫 show()函數
15     ptr->show();                  // 以 ptr 指標呼叫 show()函數
16
17     system("pause");
18     return 0;
19  }
```

```
/* prog14_4 OUTPUT-----------

Window A: Main window
Window B: Defaule window
請按任意鍵繼續 . . .
解構元被呼叫了，Win A 被銷毀了..
請按任意鍵繼續 . . .
----------------------------*/
```

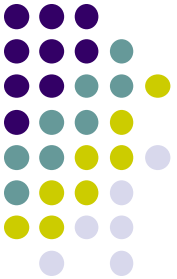
錯誤的使用動態記憶體配置 (2/2)



- 下面的範例是更正過後的程式碼

```
01  // prog14_5, 使用動態記憶體配置
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05
06  // 將 prog14_3 CWin 類別的定義放在這裡
07
08  int main(void)
09  {
10     CWin win1('A',"Main window");
11     CWin *ptr;
12     ptr=new CWin('B');
13
14     win1.show();
15     ptr->show();
16
17     system("pause");
18
19     delete ptr;                          // 釋放 ptr 所指向物件之記憶體
20
21     return 0;
22  }
```

```
/* prog14_5 OUTPUT-----------

Window A: Main window
Window B: Defaule window
請按任意鍵繼續 . . .
解構元被呼叫了，Win B 被銷毀了..
請按任意鍵繼續 . . .
解構元被呼叫了，Win A 被銷毀了..
請按任意鍵繼續 . . .
-----------------------------*/
```

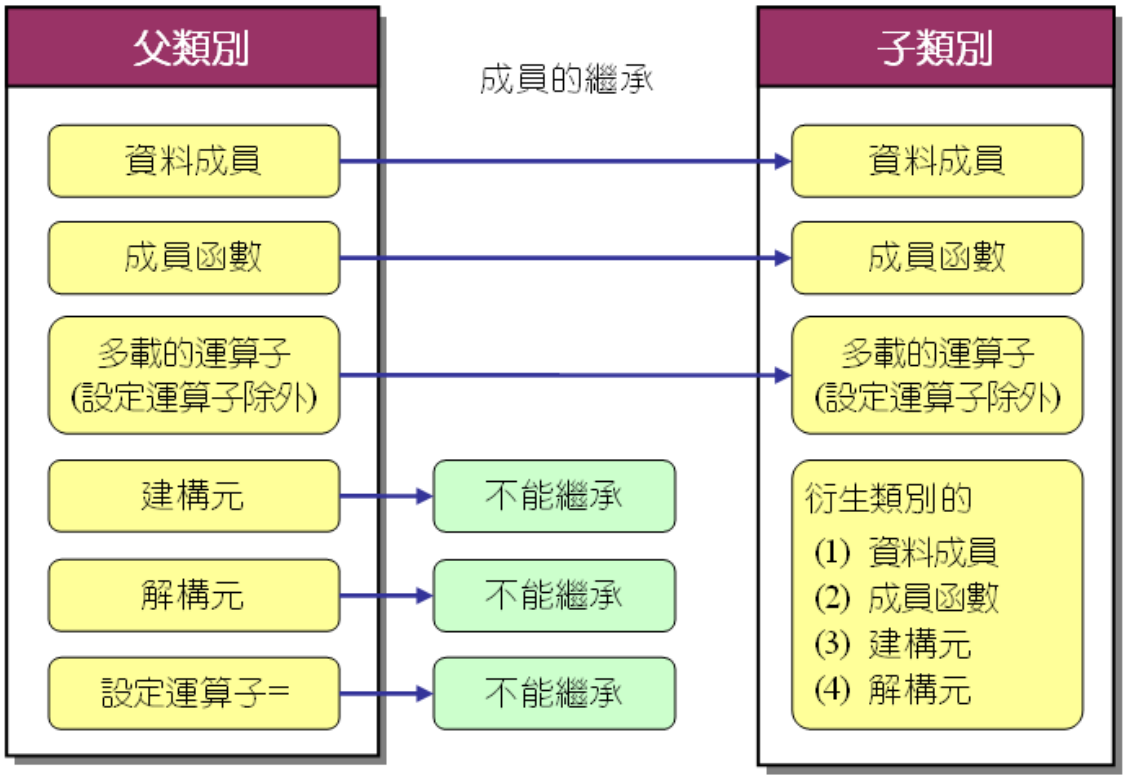


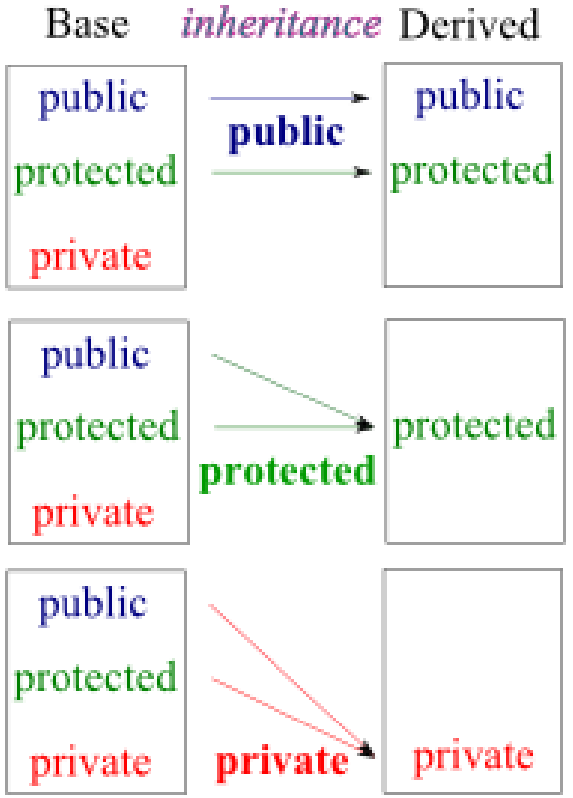
基底類別與衍生類別 (1/2)

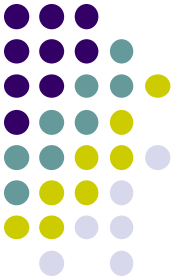
- 以既有類別為基礎，進而衍生出另一類別，稱為「類別的繼承」（inheritance of classes）
- 原有的類別稱為「父類別」（super class）或「基底類別」（basis class）
- 因繼承而產生的新類別則稱為「子類別（sub class）或「衍生類別」（derived class）

基底類別與衍生類別 (2/2)

- 類別成員繼承的關係







簡單的繼承範例 (1/6)

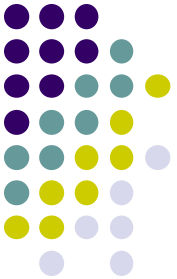
- 類別繼承的格式

```
class 父類別名稱    // 定義父類別
{
    父類別裡的各種成員
}

class 子類別名稱 : 修飾子 父類別名稱
{
    子類別裡的各種成員
}
```

父類別

可為 public, private 或 protected

子類別，即由父類別衍生而出的類別



簡單的繼承範例 (2/6)

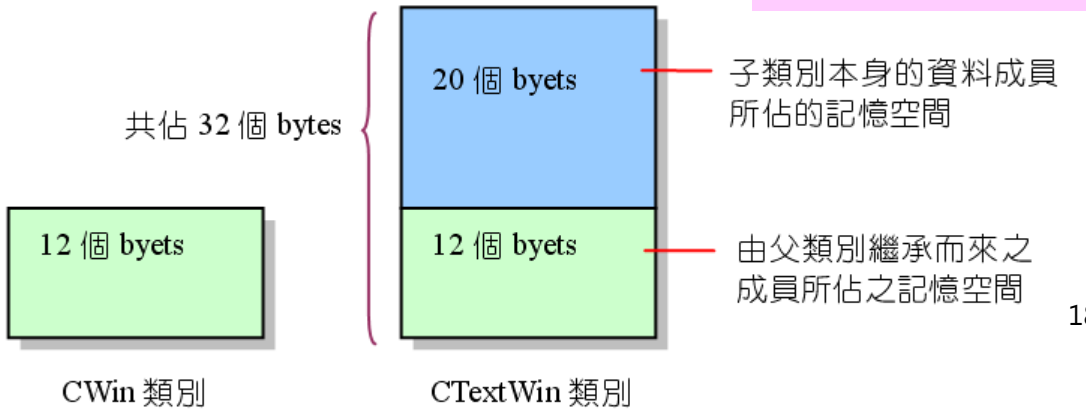
- 下面的範例簡單說明繼承的使用方法

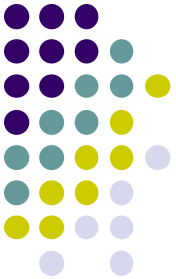
```
01  // prog16_1, 繼承的簡單範例
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  class CWin                          // 定義 CWin 類別，在此為父類別
06  {
07     private:
08       char id;
09       int width,height;
10
11     public:
12       CWin(char i='D',int w=10,int h=10):id(i),width(w),height(h)
13       {
14          cout << "CWin()建構元被呼叫了..." << endl;
15       }
16       void show member(void)     // 成員函數，用來顯示資料成員的值
17       {
18          cout << "Window " << id << ": ";
19          cout << "width=" << width << ", height=" << height << endl;
20       }
21  };
```

簡單的繼承範例 (3/6)

```
22
23  class CTextWin : public CWin  // 定義 CTextWin 類別，繼承自 CWin 類別
24  {
25     private:                   // 子類別裡的私有成員
26        char text[20];
27
28     public:                    // 子類別裡的公有成員
29        CTextWin(char *tx)      // 子類別的建構元
30        {
31           cout << "CTextWin()建構元被呼叫了..." << endl;
32           strcpy(text,tx);
33        }
34        void show text()        // 子類別的成員函數
35        {
36           cout << "text = " << text << endl;
37        }
38  };
39
```

下圖是本例中，父類別與子類別所佔記憶體之比較





簡單的繼承範例 (4/6)

```
40  int main(void)
41  {
42      CWin win('A',50,60);              // 建立父類別的物件
43      CTextWin txt("Hello C++");        // 建立子類別的物件
44
45      win.show member();                // 以父類別物件呼叫父類別的函數
46      txt.show member();                // 以子類別物件呼叫父類別的函數
47      txt.show text();                  // 以子類別物件呼叫子類別的函數
48
49      cout << "win 物件佔了 " << sizeof(win) << " bytes" << endl;
50      cout << "txt 物件佔了 " << sizeof(txt) << " bytes" << endl;
51
52      system("pause");
53      return 0;
54  }
```

```
/* prog16_1 OUTPUT----------------
CWin()建構元被呼叫了...
CWin()建構元被呼叫了...
CTextWin()建構元被呼叫了...
Window A: width=50, height=60
Window D: width=10, height=10
text = Hello C++
win 物件佔了 12 bytes
txt 物件佔了 32 bytes
---------------------------------*/
```

42 行建立父類別的物件所得的結果

43 行會先呼叫父類別的建構元，再呼叫子類別的建構元

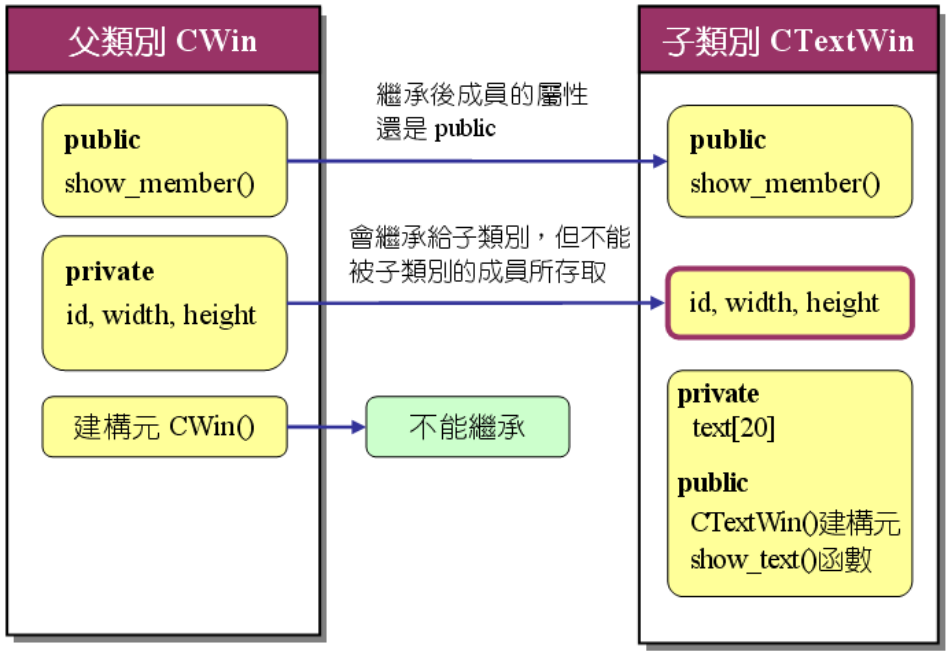
45 行以 win 物件呼叫 show_member()

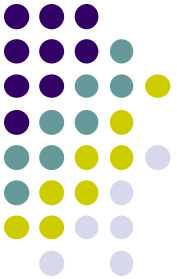
46 行以 txt 物件呼叫 show_member()

47 行以 txt 物件呼叫 show_text()

簡單的繼承範例 (5/6)

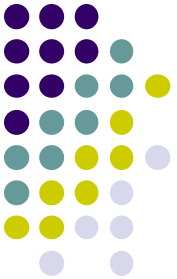
- 本例的繼承關係圖繪製如下





簡單的繼承範例 (6/6)

- 由前一個範例可學到下列幾點重要的觀念
  - 透過類別的繼承，可將父類別的成員繼承給子類別
  - 在執行子類別的建構元之前，會先自動呼叫父類別中沒有引數的建構元
  - 子類別物件所佔的位元組，等於自己資料成員所佔的位元組，加上繼承過來之成員所佔用的位元組

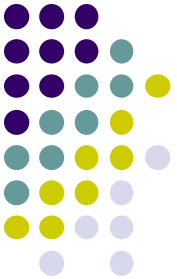


呼叫父類別中特定的建構元 (1/4)

- 下面是呼叫父類別CWin裡特定建構元的範例

```
01  // prog16_2, 設定運算子多載的進階應用
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  class CWin                          // 定義視窗類別 CWin
06  {
07    private:
08      char id;
09      int width,height;
10
11    public:
12      CWin(char i='D',int w=10,int h=10):id(i),width(w),height(h)
13      {
14         cout << "CWin()建構元被呼叫了..." << endl;
15      }
16      CWin(int w,int h):width(w),height(h)
17      {
18         cout << "CWin(int w,int h)建構元被呼叫了..." << endl;
19         id='K';
20      }
```

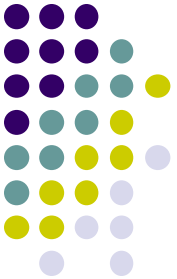
呼叫父類別中特定的建構元 (2/4)



```
21        void show member(void)
22        {
23           cout << "Window " << id << ": ";
24           cout << "width=" << width << ", height=" << height << endl;
25        }
26    };
27
28    class CTextWin : public CWin
29    {
30       private:
31          char text[20];
32
33       public:
34          CTextWin(int w,int h):CWin(w,h)   // CTextWin(int,int)建構元
35          {
36             cout << "CTextWin(int w,int h)建構元被呼叫了..." << endl;
37             strcpy(text,"Have a good night");
38          }
39          CTextWin(char *tx)        // CTextWin(char *)
40          {
41             cout << "CTextWin(char *tx)建構元被呼叫了..." << endl;
42             strcpy(text,tx);
43          }
```

呼叫父類別裡 16~20 行的 CWin(w,h) 建構元

呼叫父類別中特定的建構元 (3/4)

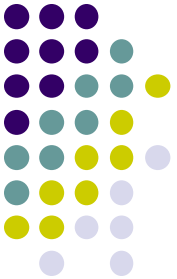


```
44          void show text()
45          {
46             cout << "text = " << text << endl;
47          }
48    };
49
50    int main(void)
51    {
52       CTextWin tx1("Hello C++"); // 呼叫 39~43 行的 CTextWin()建構元
53       CTextWin tx2(60,70);       // 呼叫 34~38 行的 CTextWin()建構元
54
55       tx1.show member();
56       tx1.show text();
57
58       tx2.show member();
59       tx2.show text();
60
61       system("pause");
62       return 0;
63    }
```

```
/* prog16_2 OUTPUT----------------
CWin()建構元被呼叫了...
CTextWin(char *tx)建構元被呼叫了...
CWin(int w,int h)建構元被呼叫了...
CTextWin(int w,int h)建構元被呼叫了...
Window D: width=10, height=10
text = Hello C++
Window K: width=60, height=70
text = Have a good night
---------------------------------*/
```

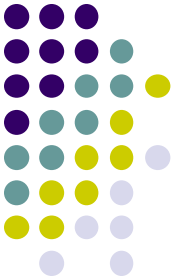
} 52 行建立 tx1 物件後的執行結果

} 53 行建立 tx2 物件後的執行結果



呼叫父類別中特定的建構元 (4/4)

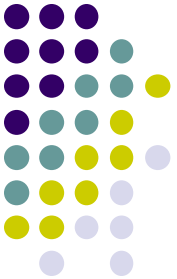
- 這裡有很重要的兩點要提醒讀者：
  - 如果省略34行的敘述，則父類別中沒有引數的建構元還是會被呼叫。
  - 呼叫父類別中特定的建構元，其敘述必須寫在子類別建構元第一行的後面，並以「：」連接，不能置於它處



使用建構元常見的錯誤 (1/3)

- 下面是呼叫父類別建構元時常犯的錯誤範例

```
01  // prog16_3, 呼叫父類別建構元時常犯的錯誤
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  class CWin    // 定義視窗類別 CWin
06  {
07     private:
08       char id;
09       int width,height;
10
11     public:
12       CWin(int w,int h):width(w),height(h)    // 有兩個引數的建構元
13       {
14          cout << "CWin(int w,int h)建構元被呼叫了..." << endl;
15          id='K';
16       }
17  };
18
```



使用建構元常見的錯誤 (2/3)

```
19  class CTextWin : public CWin                    // 定義子類別 CTextWin
20  {
21     private:
22        char text[20];
23
24     public:
25        CTextWin(char *tx)  ——— 執行此建構元之前，會先呼叫父類別
26        {                       裡沒有引數的建構元
27           cout << "CTextWin()建構元被呼叫了..." << endl;
28           strcpy(text,tx);
29        }
30  };
31
32  int main(void)
33  {
34     CTextWin tx1("Hello C++");
35
36     system("pause");
37     return 0;
38  }
```

以 Dev C++為例，編譯時會得到如下的錯誤訊息：

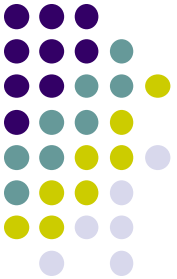
```
no matching function for call to 'CWin::CWin()'
```

使用建構元常見的錯誤 (3/3)

- 下面的程式是修正prog16_3的錯誤

```
01  // prog16_4, prog16_3 錯誤的修正
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  class CWin                          // 定義視窗類別 CWin
06  {
07     private:
08       char id;
09       int width,height;
10
11     public:
12       CWin(int w,int h):width(w),height(h)
13       {
14          cout << "CWin(int w,int h)建構元被呼叫了..." << endl;
15          id='K';
16       }
17       CWin()
18       {
19          cout<< "沒有引數的 CWin()建構元被呼叫了..." << endl;
20       }
21  };
22
23  // 將 prog16_3，CTextWin 類別的定義放在這兒
24  // 將 prog16_3，main()主函數放在這兒
```

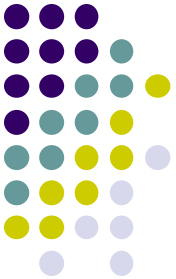
```
/* prog16_4 OUTPUT--------------
沒有引數的 CWin()建構元被呼叫了...
CTextWin()建構元被呼叫了...
-------------------------------*/
```



父類別裡私有成員的存取 (1/4)

- 錯誤的例子--存取到父類別裡的私有成員

```
01  // prog16_5, 錯誤的例子--存取到父類別裡的私有成員
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  class CWin                                  // 定義父類別 CWin
06  {
07    private:
08      char id;
09
10    public:
11      CWin(char i):id(i) {}
12  };
13
14  class CTextWin : public CWin                // 定義子類別 CTextWin
15  {
16    private:
17       char text[20];
18
```



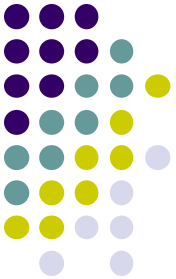
父類別裡私有成員的存取 (2/4)

```
19      public:
20         CTextWin(char i, char *tx):CWin(i)
21         {
22            strcpy(text,tx);
23         }
24         void show()
25         {
26            cout << "Window " << id << ": ";   // 讀取父類別裡的私有成員
27            cout << "text = " << text << endl;
28         }
29   };
30
31   int main(void)
32   {
33      CTextWin txt('A',"Hello C++");
34
35      txt.show();
36
37      system("pause");
38      return 0;
39   }
```

編譯時將出現下列的錯誤訊息：

```
'id' : cannot access private
member declared in class 'CWin'
```

只要在父類別裡建立公有函數來存取它們即可改正錯誤。

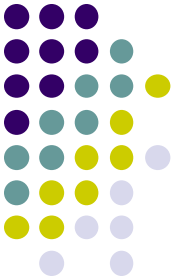


父類別裡私有成員的存取 (3/4)

- 修正prog16_5的錯誤

```
01  // prog16_6, prog16_5 的修正版
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  class CWin                              // 定義父類別 CWin
06  {
07     private:
08       char id;
09
10     public:
11       CWin(char i):id(i) {}
12
13       char get id()                      // get id()函數，用來取得 id 成員
14       {
15          return id;
16       }
17  };
18
```

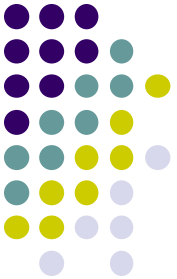
```
/* prog16_6 OUTPUT----------
Window A: text = Hello C++
---------------------------*/
```



父類別裡私有成員的存取 (4/4)

```
19  class CTextWin : public CWin       // 定義子類別 CTextWin
20  {
21     private:
22        char text[20];
23
24     public:
25        CTextWin(char i,char *tx):CWin(i)
26        {
27           strcpy(text,tx);
28        }
29        void show()
30        {
31           cout << "Window " << get_id() << ": ";  // 呼叫父類別裡的 get_id()
32           cout << "text = " << text << endl;
33        }
34  };
35
36  int main(void)
37  {
38     CTextWin txt('A',"Hello C++");
39
40     txt.show();
41
42     system("pause");
43     return 0;
44  }
```

```
/* prog16_6 OUTPUT----------
Window A: text = Hello C++
----------------------------*/
```

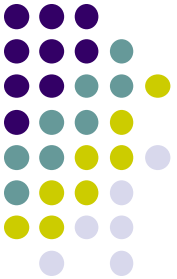


使用protected成員 (1/2)

- 把成員宣告成protected最大的好處是兼顧到成員的安全性與便利性
- 下面的範例是prog16_5的小改版

```
01  // prog16_7, protected 成員的使用
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  class CWin     // 定義視窗類別 CWin
06  {
07    protected:
08      char id;   // 把 id 宣告成 protected 成員，使得它也可以在子類別裡使用
09
10    public:
11      CWin(char i):id(i) {}
12  };
13
```

```
/* prog16_7 OUTPUT-----------
Window A: text = Hello C++
----------------------------*/
```



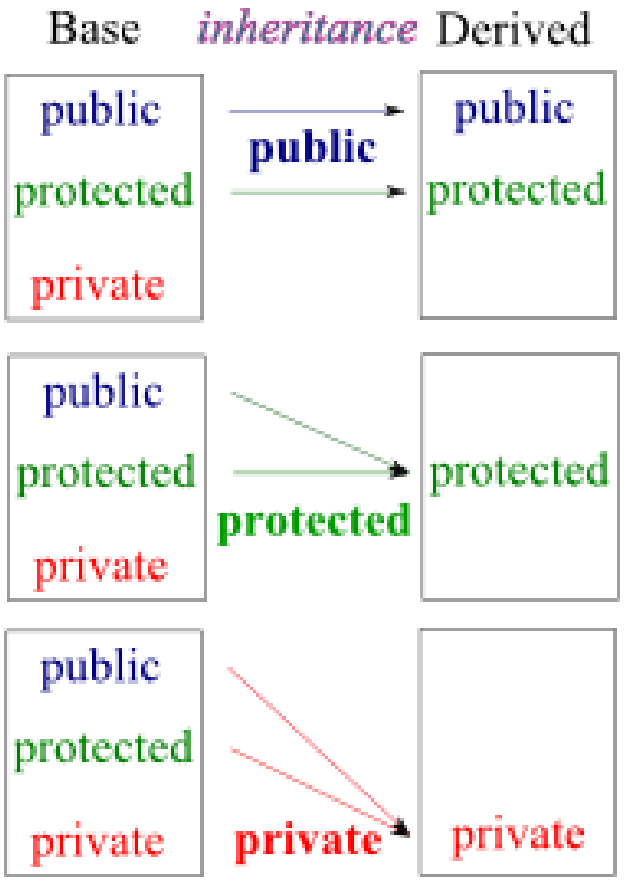
使用protected成員 (2/2)

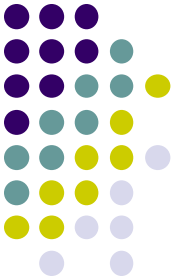
```
14  class CTextWin : public CWin
15  {
16     private:
17        char text[20];
18
19     public:
20        CTextWin(char i, char *tx):CWin(i)
21        {
22           strcpy(text,tx);
23        }
24        void show()
25        {
26           cout << "Window " << id << ": ";   // 讀取父類別裡的保護成員
27           cout << "text = " << text << endl;
28        }
29  };
30
31  // 將prog16_5的main()放置在這兒
```

```
/* prog16_7 OUTPUT----------
Window A: text = Hello C++
----------------------------*/
```

類別繼承的存取模式

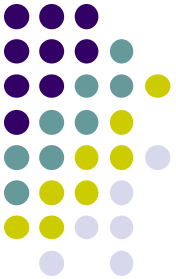
- 下圖說明類別繼承的存取模式





多載與改寫

- 「多載」是函數名稱相同，在不同的場合可做不同的事
- 「改寫」是在子類別裡定義與父類別名稱相同的函數，用來覆蓋父類別裡函數功能的一種技術

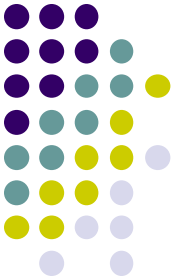


改寫的範例 (1/2)

- 簡單的改寫範例

```
01  // prog16_8, 繼承的簡單範例
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  class CWin                          // 定義 CWin 類別，在此為父類別
06  {
07     protected:
08       char id;
09
10     public:
11       CWin(char i):id(i){}
12
13       void show member(void)     // 父類別的 show member()函數
14       {
15          cout << "父類別的 show member()函數被呼叫了..." << endl;
16          cout << "Window " << id << endl;
17       }
18  };
19
```

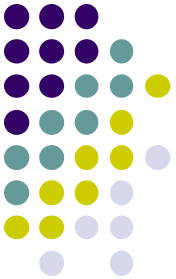
```
/* prog16_8 OUTPUT----------------
子類別的 show member()函數被呼叫了...
Window i: text = Hello C++
---------------------------------*/
```



改寫的範例 (2/2)

```
20  class CTextWin : public CWin  // 定義 CTextWin 類別，繼承自 CWin 類別
21  {
22     private:                                    // 子類別裡的私有成員
23        char text[20];
24
25     public:
26        CTextWin(char i,char *tx):CWin('i')      // 子類別的建構元
27        {
28           strcpy(text,tx);
29        }
30        void show member()       // 子類別的 show member()函數
31        {
32           cout << "子類別的 show member()函數被呼叫了..." << endl;
33           cout << "Window " << id << ": ";
34           cout << "text = " << text << endl;
35        }
36  };
37
38  int main(void)
39  {
40     CTextWin txt('A',"Hello C++");           // 建立子類別的物件
41
42     txt.show member();          // 以子類別物件呼叫 show member()函數
43
44     system("pause");
45     return 0;
46  }
```

```
/* prog16_8 OUTPUT----------------
子類別的 show member()函數被呼叫了...
Window i: text = Hello C++
---------------------------------*/
```



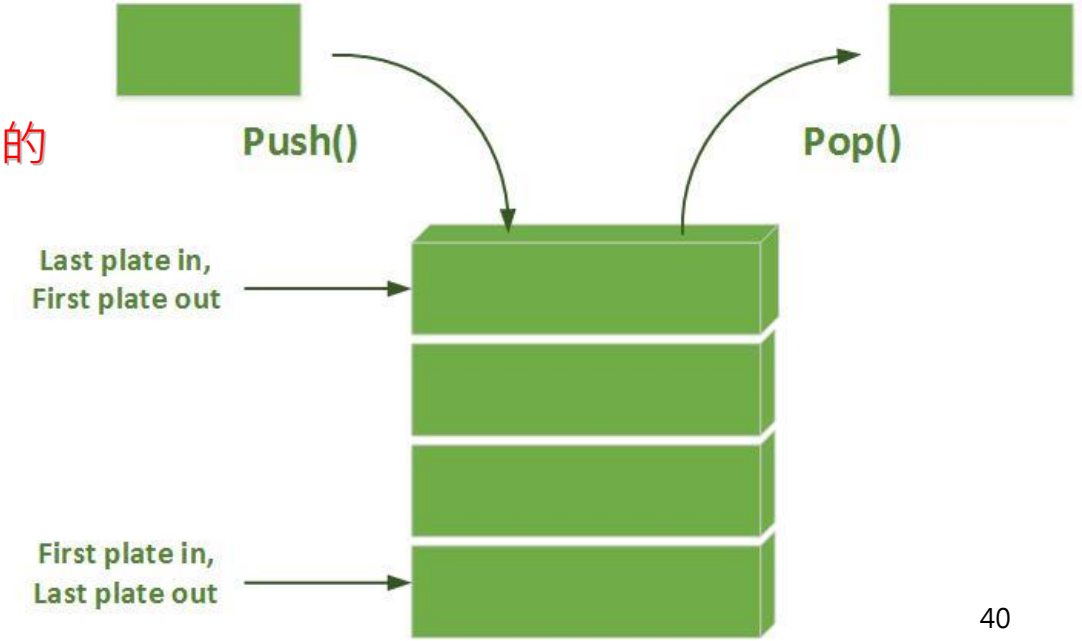
「改寫」與「多載」的比較

- 「多載」：英文名稱為overloading
  - 它是在相同類別內，定義名稱相同，但引數個數或型態不同的函數，C++可依據引數的個數或型態，呼叫相對應的函數
- 「改寫」：英文名稱為overriding
  - 它是在子類別當中，定義名稱、引數個數與型態均與父類別相同的函數，用以改寫父類別裡函數的功用

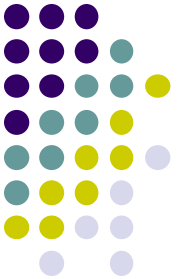
建構元與解構元的呼叫時機

- 建立物件時，父類別的建構元會先被執行，然後再執行子類別的建構元
- 銷毀物件時，子類別的解構元會先被執行，然後再執行父類別的解構元

因為在建立物件時程式所使用的記憶體區間為 stack



虛擬函數 (1/2)

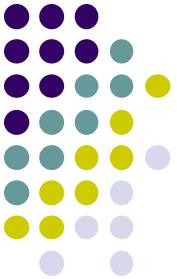


- 當函數的執行內容現在無法定義，或現在已定義，將來卻可能會被改變，就可以將函數以虛擬函數的方式撰寫
- 錯誤的範例 - 由早期連結所引起

```
01  // prog17_1, 錯誤的範例，未使用虛擬函數
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  class CWin                                  // 定義 CWin 類別，
06  {
07     protected:
08       char id;
09       int width, height;
10     public:
11       CWin(char i='D',int w=10, int h=10)     // 父類別的建構元
12       {
13          id=i;
14          width=w;
15          height=h;
16       }
```

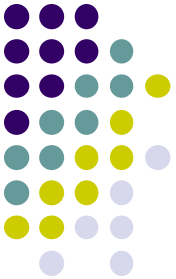
```
/* prog17_1 OUTPUT------
Window A, area = 5600
Window B, area = 3000
-----------------------*/
```

虛擬函數 (2/2)



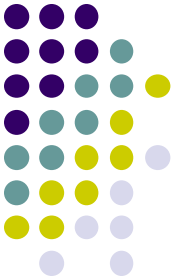
```
17        void show area()                  // 父類別的 show area()函數
18        {
19           cout << "Window " << id << ", area = " << area() << endl;
20        }
21        int area()                        // 父類別的 area()函數
22        {
23           return width*height;
24        }
25    };
26
27    class CMiniWin : public CWin          // 定義子類別 CMiniWin
28    {
29       public:
30         CMiniWin(char i,int w,int h):CWin(i,w,h){}    // 子類別的建構元
31
32         int area()                       // 子類別的 area()函數
33         {
34            return (int)(0.8*width*height);
35         }
36    };
37
38    int main(void)
39    {
40       CWin win('A',70,80);              // 建立父類別物件 win
41       CMiniWin m win('B',50,60);        // 建立子類別物件 m win
42
43       win.show area();          // 以父類別物件 win 呼叫 show area()函數
44       m win.show area();        // 以子類別物件 m win 呼叫 show area()函數
45
46       system("pause");
47       return 0;
48    }
```

```
/* prog17_1 OUTPUT------

Window A, area = 5600
Window B, area = 3000

-----------------------*/
```



認識虛擬函數

- 編譯時便把父類別裡的show_area() 和area() 函數連結在一起編譯，這種函數連結的方式稱為早期連結（early binding）
- 虛擬函數可以與呼叫它的函數進行晚期連結（late binding），也就是於程式執行時才由當時的情況來決定是哪一個函數被呼叫，而非在編譯時就把函數配對

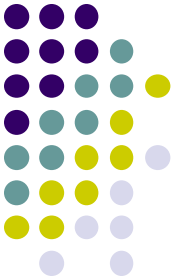


修正使用虛擬函數的錯誤 (1/2)

- 下面的程式碼是使用虛擬函數來修正錯誤

```
01  // prog17_2, 使用虛擬函數來修正錯誤
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  class CWin                              // 定義 CWin 類別，在此為父類別
06  {
07     protected:
08       char id;
09       int width, height;
10     public:
11       CWin(char i='D',int w=10, int h=10)
12       {
13          id=i;
14          width=w;
15          height=h;
16       }
17        void show area()                  // 父類別的 show area()函數
18        {
19           cout << "Window " << id << ", area = " << area() << endl;
20        }
```

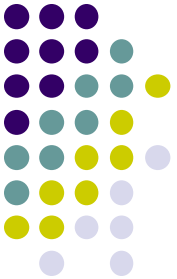
```
/* prog17_2 OUTPUT-----

Window A, area = 5600
Window B, area = 2400

----------------------*/
```



修正使用虛擬函數的錯誤 (2/2)

```
21        virtual int area()                  // 父類別的 area()函數
22        {
23           return width*height;
24        }
25  };
26
27  class CMiniWin : public CWin              // 定義子類別 CMiniWin
28  {
29     public:
30       CMiniWin(char i,int w,int h):CWin(i,w,h){}  // 子類別的建構元
31
32        virtual int area()                  // 子類別的 area()函數
33        {
34           return (int)(0.8*width*height);
35        }
36  };
37
38  // 將 prog17_1 的主函數 main()放在這兒
```

```
/* prog17_2 OUTPUT-----

Window A, area = 5600
Window B, area = 2400

----------------------*/
```

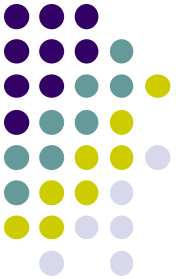


指向基底類別物件的指標 (1/2)

- 指向基底類別的指標，也可指向衍生類別所建立的物件(但不能呼叫衍生類別獨有的function)。
- 下面的範例是指向基底類別物件的指標之應用

```
01  // prog17_3, 簡單的應用–指向基底類別物件的指標
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  // 將 prog17_2 的 CWin 類別放在這兒
06  // 將 prog17_2 的 CMiniWin 類別放在這兒
07
08  int main(void)
09  {
10     CWin win('A',70,80);
11     CMiniWin m win('B',50,60); // 建立子類別的物件
12
```

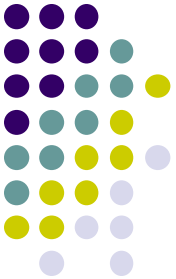
```
/* prog17_3 OUTPUT-----
Window A, area = 5600
Window B, area = 2400
----------------------*/
```



指向基底類別物件的指標 (2/2)

```
13      CWin *ptr=NULL;                 // 宣告指向基底類別(父類別)的指標
14
15      ptr=&win;                       // 將ptr 指向父類別的物件 win
16      ptr->show area();               // 以ptr 呼叫 show area()函數
17
18      ptr=&m win;                     // 將ptr 指向子類別的物件 m win
19      ptr->show area();               // 以ptr 呼叫 show area()函數
20
21      system("pause");
22      return 0;
23  }
```

```
/* prog17_3 OUTPUT-----

Window A, area = 5600
Window B, area = 2400

----------------------*/
```



泛虛擬函數與抽象類別

- 「泛虛擬函數」（pure virtual function）

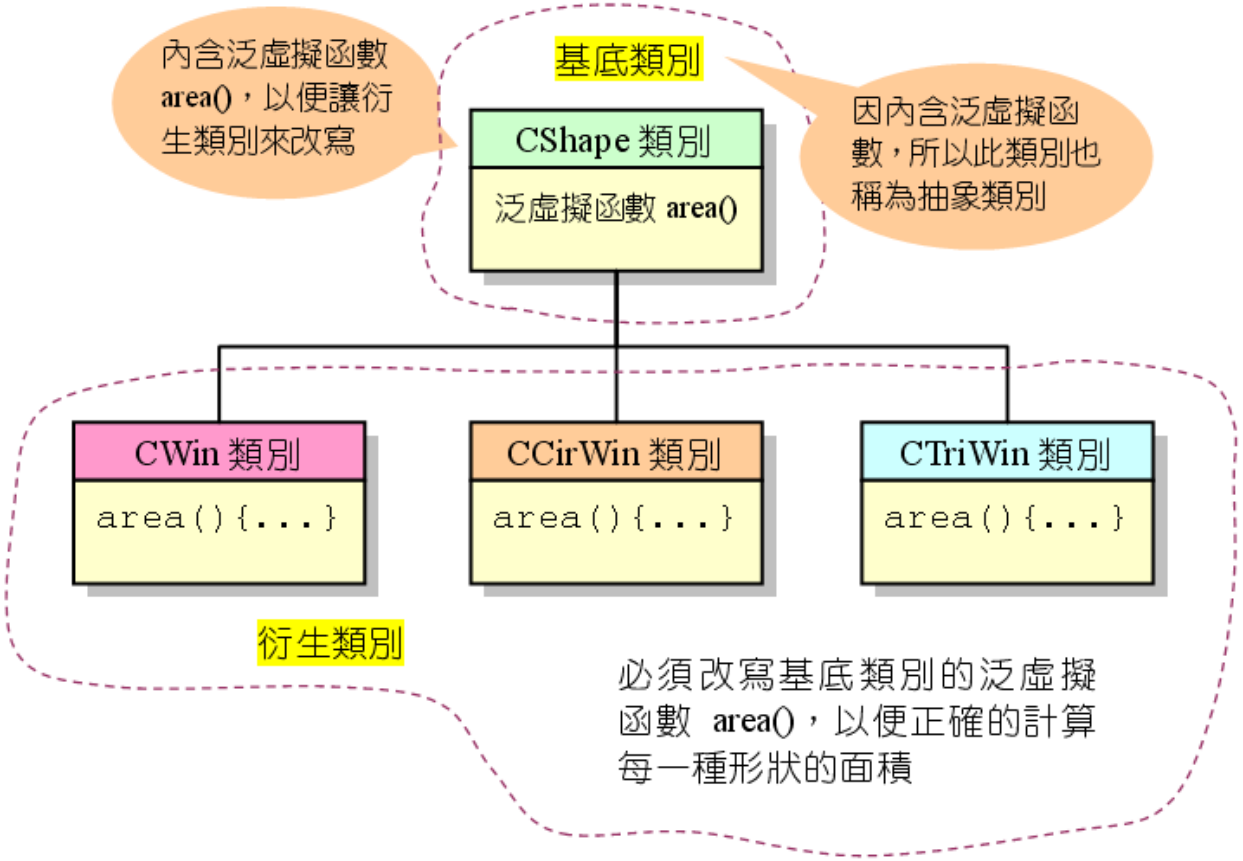
  在基底類別裡撰寫虛擬函數，使得子類別必須藉由改寫的技術重新定義虛擬函數，具有這個特性的虛擬函數稱為泛虛擬函數

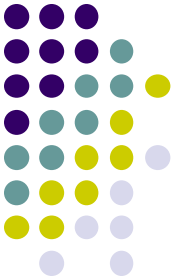
- 「抽象類別」（abstract class）

  包含有泛虛擬函數的類別稱為抽象類別

定義泛虛擬函數 (1/2)

- 下圖是由抽象類別CShape衍生出子類別的示意圖



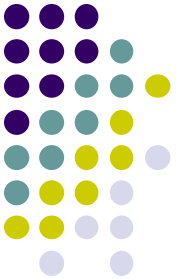


定義泛虛擬函數 (2/2)

- 下面為CShape基底抽象類別程式碼

```
01  class CShape                    // 定義抽象類別 CShape
02  {
03     public:
04        virtual int area()=0;     // 定義 area()，並令設之為 0 代表它是泛虛擬函數
05
06        void show area()          // 定義成員函數 show area()
07        {
08           cout << "area = " << area() << endl;
09        }
10  };
```

- 抽象類別有點類似「範本」的作用，其目的是要讓您依據它的格式來修改並建立新的類別

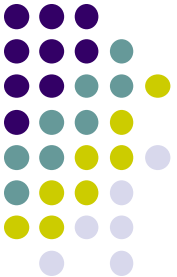


抽象類別的實作

- 下面的程式碼是以子類別CWin為例來撰寫的

```
01  class CWin : public CShape  // 定義由 CShape 類別所衍生出的子類別 CWin
02  {
03     protected:
04       int width, height;
05
06     public:
07       CWin(int w=10, int h=10)        // CWin()建構元
08       {
09          width=w;
10          height=h;
11       }
12       virtual int area()
13       {
14          return width*height;
15       }
16  };
```

在此處明確定義 area()的處理方式

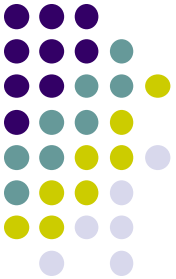


抽象類別的完整實例 (1/4)

- prog17_6是抽象類別實作的完整實例

```
01  // prog17_6, 抽象類別的實作
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  class CShape                          // 定義抽象類別 CShape
06  {
07    public:
08      virtual int area()=0;  // 定義 area()，並令之為 0 來代表它是泛虛擬函數
09
10      void show area()           // 定義成員函數 show area()
11      {
12         cout << "area = " << area() << endl;
13      }
14  };
15
16  class CWin : public CShape     // 定義由 CShape 所衍生出的子類別 CWin
17  {
18    protected:
19      int width, height;
20
```

```
/* prog17_6 OUTPUT-------

area = 3000
CCirWin 物件的面積 = 31400
------------------------*/
```

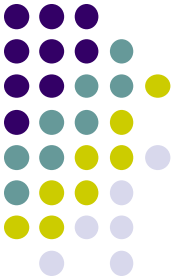


抽象類別的完整實例 (2/4)

```
21      public:
22        CWin(int w=10, int h=10)  // CWin()建構元
23        {
24           width=w;
25           height=h;
26        }
27        virtual int area()
28        {
29           return width*height;
30        }
31    };
32
33    class CCirWin : public CShape    // 定義由CShape所衍生出的子類別CCirWin
34    {
35       protected:
36         int radius;
37
38       public:
39         CCirWin(int r=10)           // CCirWin()建構元
40         {
41            radius=r;
42         }
```

在此處明確定義 area()的處理方式

```
/* prog17_6 OUTPUT-------
area = 3000
CCirWin 物件的面積 = 31400
------------------------*/
```



抽象類別的完整實例 (3/4)

```
43        virtual int area()
44        {
45           return (int) (3.14*radius*radius);
46        }
47        void show area()
48        {
49           cout << "CCirWin 物件的面積 = " << area() <<endl;
50        }
51    };
52
53    int main(void)
54    {
55       CWin win1(50,60);            // 建立 CWin 類別的物件 win1
56       CCirWin win2(100);           // 建立 CCinWin 類別的物件 win2
57
58       win1.show area();            // 用 win1 呼叫 show area();
59       win2.show area();            // 用 win2 呼叫 show area();
60
61       system("pause");
62       return 0;
63    }
```

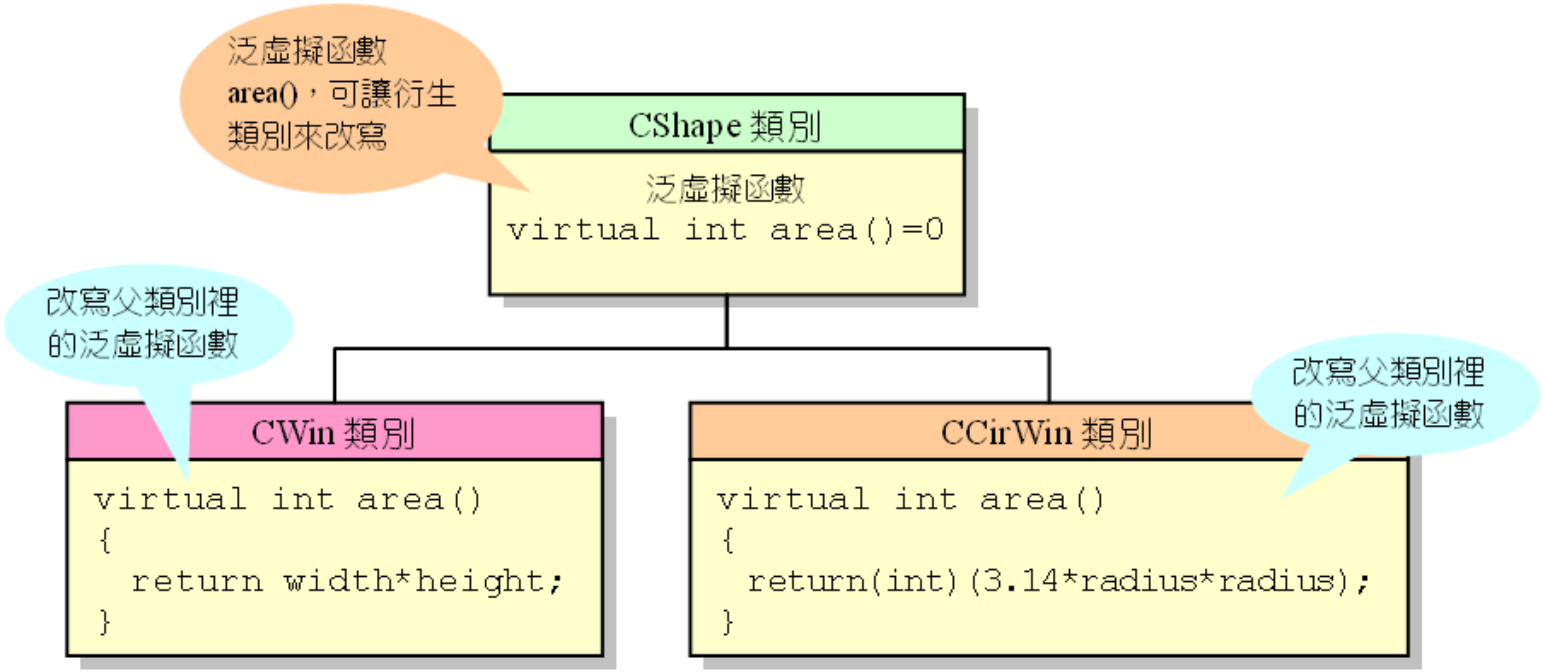
在此處明確定義 area()的處理方式

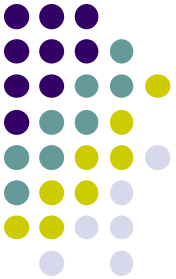
改寫父類別的 show_area()函數

```
/* prog17_6 OUTPUT-------

area = 3000
CCirWin 物件的面積 = 31400
------------------------*/
```

抽象類別的完整實例 (4/4)

- 下圖是抽象類別CShape內，泛虛擬函數的實作示意圖





使用抽象類別的注意事項

- 抽象類別不能用來直接產生物件

  您不能撰寫如下的程式碼

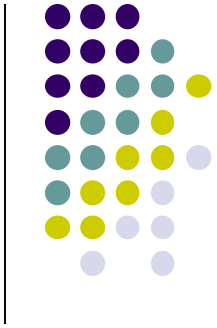
```
int main(void)
{
   CShape shape;    // 錯誤，不能用抽象類別來產生物件 shape
   ...
}
```

因為所創建的物件在泛虛擬函數部分並沒有定義！

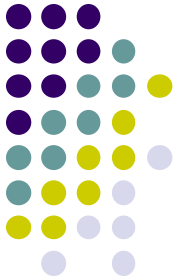
練習題

- 根據以下 prototype 完成 implement 的內容。

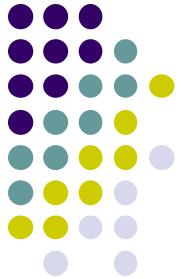
```
#include <iostream>
#include <math.h>

using namespace std;

class shape
{
public:
    shape(string Obj, int Num_edges): obj(Obj), num_edges(Num_edges)
    {
        cout << "create a " << obj << endl;
        // implement your code here
        // dynamic memory allocation for edges of shape
    }

    void set_edges(double* Edges)
    {
        edges = Edges;
    }

    double* get_edges() const
    {
        return edges;
    }
```



```
26      int get_num_edges() const
27      {
28          return num_edges;
29      }
30
31      virtual double area() const = 0;
32
33      ~shape()
34      {
35          // implement your code here
36          // delete memory allocation of edges of shape
37      }
38
39  private:
40      string obj;
41      int num_edges;
42      double* edges;
43  };
44
45  class triangle: public shape
46  {
47  public:
48      triangle(double* Edges): shape("triangle", 3)
49      {
50          // implement your code here
51          // set edges of shape
52      }
53
54      double area() const
55      {
56          // implement your code here
57          // get num_edges from shape
58          // get edges from shape
59          // calculate with Heron's formula
60      }
61  };
62
```



```
63  class circle: public shape
64  {
65  public:
66      circle(double Edge): shape("circle", 1)
67      {
68          // implement your code here
69          // set edge of shape
70          // set radius of circle
71      }
72
73      void set_radius(double edge)
74      {
75          // implement your code here
76      }
77
78      double area() const
79      {
80          // implement your code here
81          // get radius of circle
82          // R^2*pi
83      }
84
85  private:
86      double radius;
87  };
88
89  int main()
90  {
91      double tt_edges[] = {30.0, 30.0, 50.0};
92      triangle tt(tt_edges);
93      cout << tt.area() << endl; // the output should be 414.5781
94
95      double cc_edge = 2*M_PI;
96      circle cc(cc_edge);
97      cout << cc.area() << endl; // the output should be 3.141592
98
99      return 0;
100 }
```



-The End-