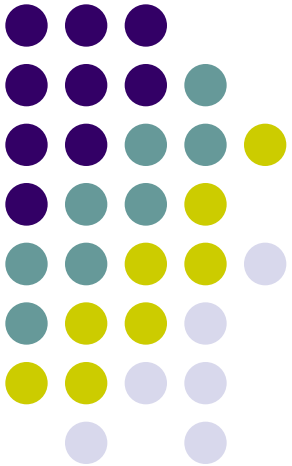
第十六章
類別的繼承

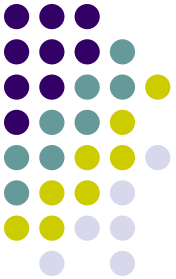
認識繼承的概念

學習由子類別存取父類別的成員

熟悉改寫的技術

在子類別中使用拷貝建構元



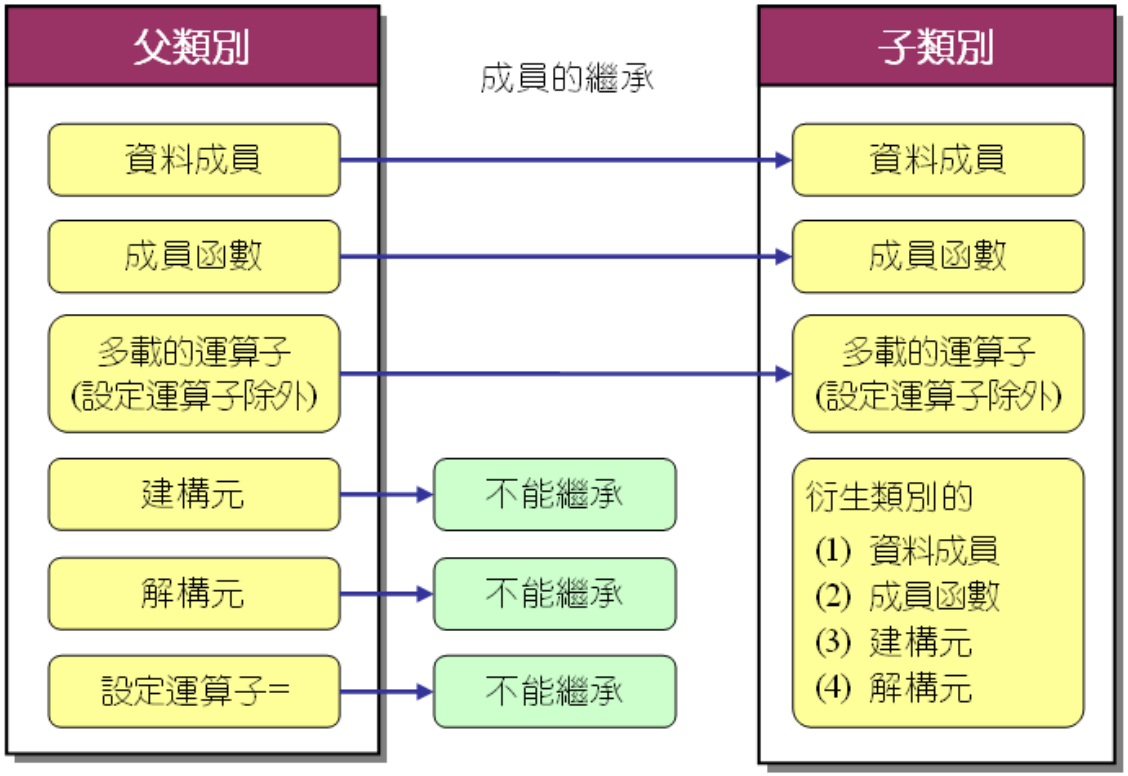


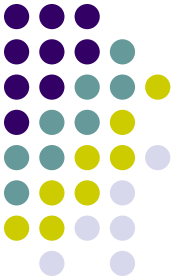
基底類別與衍生類別 (1/2)

- 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)

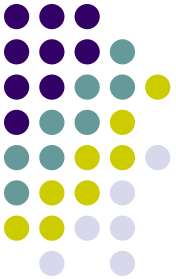
- 類別繼承的格式

```
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)

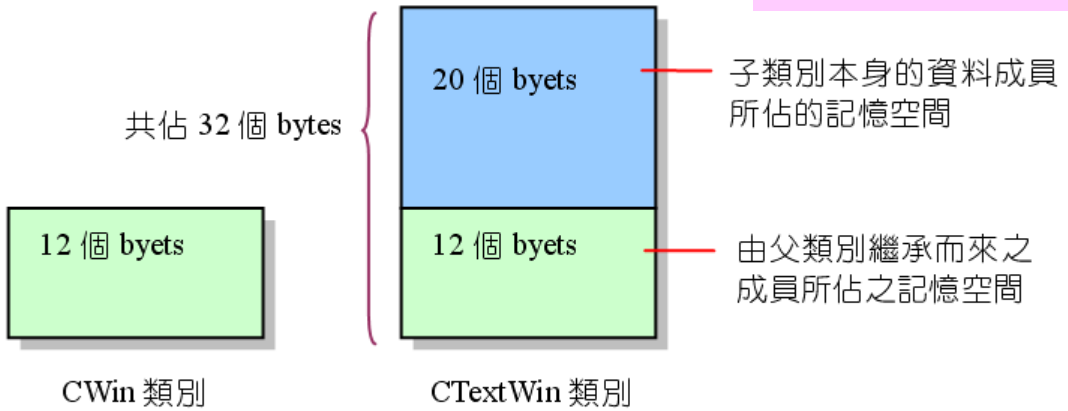
- 下面的範例簡單說明繼承的使用方法

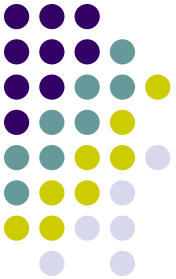
```
01  // prog16_1, 繼承的簡單範例
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  class CWin                          // 定義 CWin 類別，在此為父類別
06  {
07     private:
08       char id;
09       int width,height;
10
11     public:
12       CWin(char i='D',int w=10,int h=10):id(i),width(w),height(h)
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

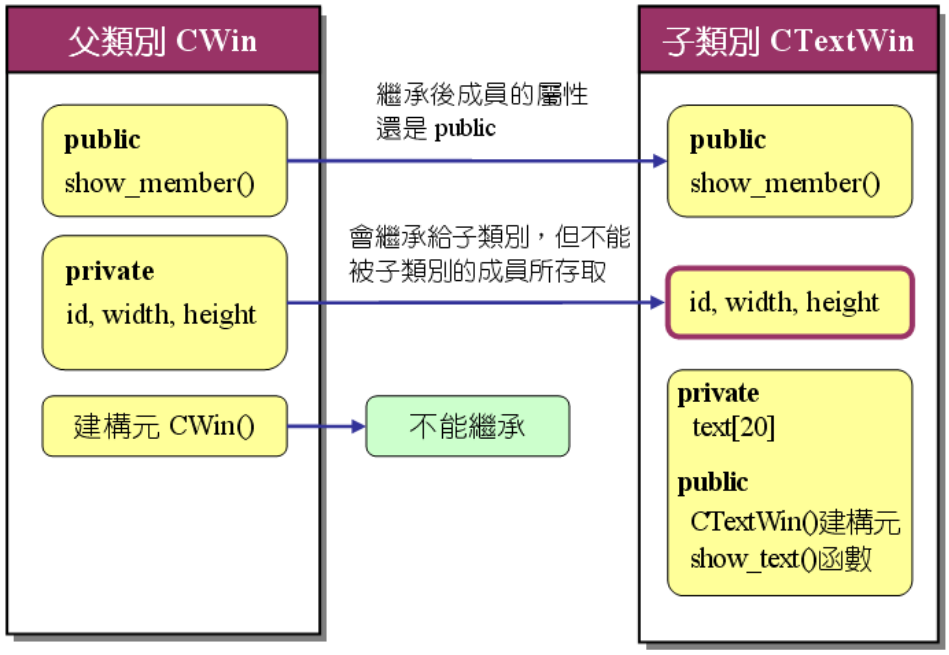
45 行以 win 物件呼叫 show_member()

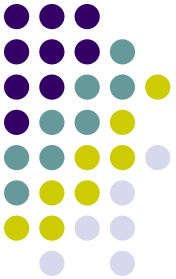
46 行以 txt 物件呼叫 show_member()

47 行以 txt 物件呼叫 show_text()

簡單的繼承範例 (5/6)

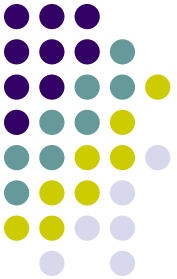
- 本例的繼承關係圖繪製如下





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)

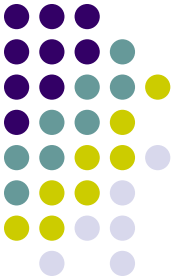
- 下面是呼叫父類別CWin裡特定建構元的範例

```
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



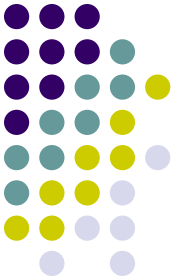
呼叫父類別中特定的建構元 (3/4)

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

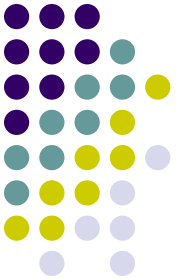
52 行建立 tx1 物件後的執行結果

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)

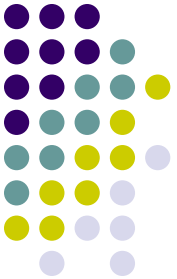
- 這裡有很重要的兩點要提醒讀者：
  - 如果省略34行的敘述，則父類別中沒有引數的建構元還是會被呼叫。
  - 呼叫父類別中特定的建構元，其敘述必須寫在子類別建構元第一行的後面，並以「：」連接，不能置於它處



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
```

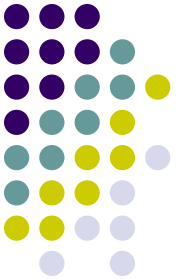


使用建構元常見的錯誤 (2/3)

```
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()'
```

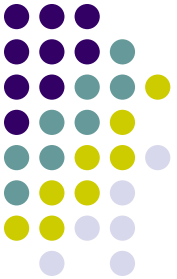


使用建構元常見的錯誤 (3/3)

- 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
```

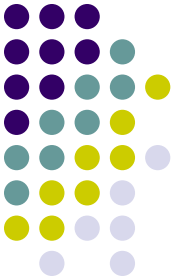
```
/* prog16_4 OUTPUT--------------

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
```



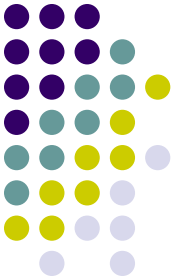
父類別裡私有成員的存取 (2/4)

```
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。

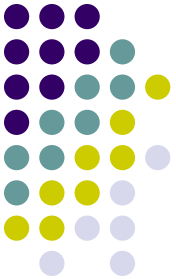


父類別裡私有成員的存取 (3/4)

- 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
```

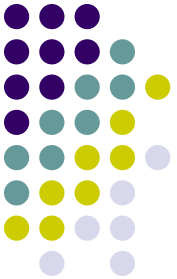
```
/* prog16_6 OUTPUT----------
Window A: text = Hello C++
---------------------------*/
```



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

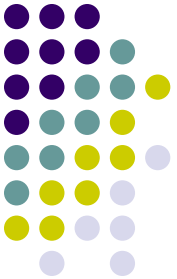


使用protected成員 (1/2)

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



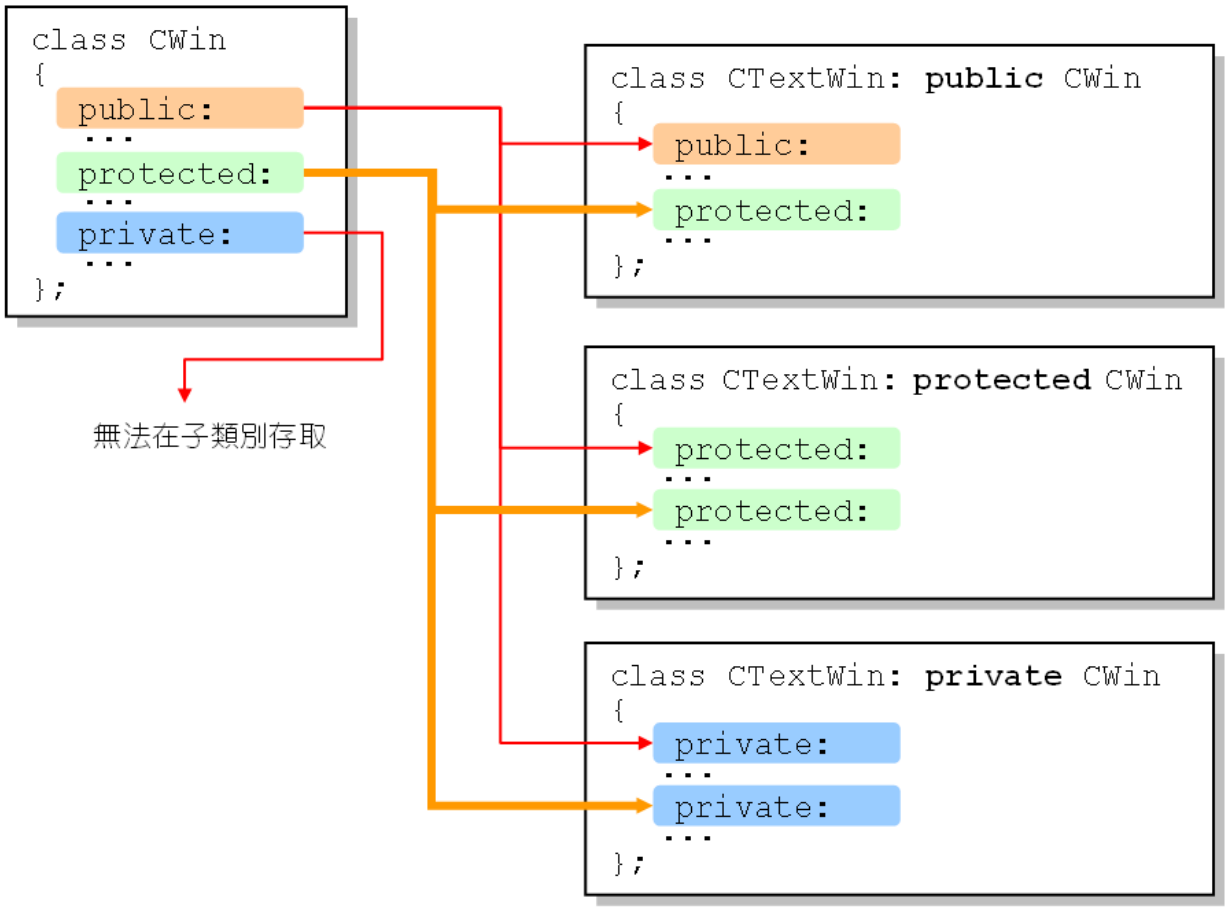
使用protected成員 (2/2)

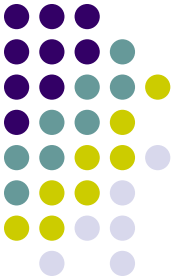
```
14  class CTextWin : public CWin
15  {
16     private:
17        char text[20];
18
19     public:
20        CTextWin(char i, char *tx):CWin(i)
21        {
22           strcpy(text,tx);
23        }
24        void show()
25        {
26           cout << "Window " << id << ": ";   // 讀取父類別裡的保護成員
27           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

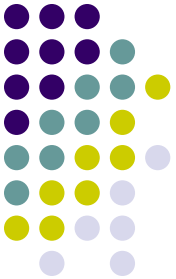
- 下圖說明類別繼承的存取模式





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

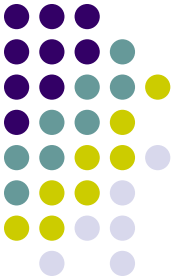


改寫的範例 (1/2)

- 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
```

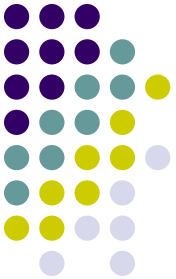
```
/* prog16_8 OUTPUT----------------
子類別的 show member()函數被呼叫了...
Window i: text = Hello C++
---------------------------------*/
```



改寫的範例 (2/2)

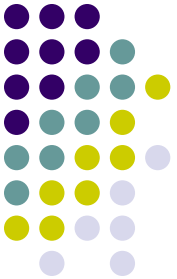
```
20  class CTextWin : public CWin  // 定義 CTextWin 類別，繼承自 CWin 類別
21  {
22     private:                                   // 子類別裡的私有成員
23        char text[20];
24
25     public:
26        CTextWin(char i,char *tx):CWin('i')     // 子類別的建構元
27        {
28           strcpy(text,tx);
29        }
30        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

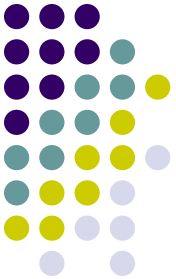
- 「多載」：英文名稱為overloading
  - 它是在相同類別內，定義名稱相同，但引數個數或型態不同的函數，C++可依據引數的個數或型態，呼叫相對應的函數
- 「改寫」：英文名稱為overriding
  - 它是在子類別當中，定義名稱、引數個數與型態均與父類別相同的函數，用以改寫父類別裡函數的功用



錯誤的使用拷貝建構元 (1/6)

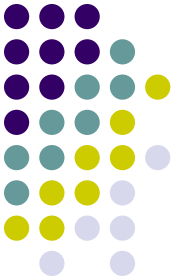
- 如果父類別或子類別裡沒有提供拷貝建構元的話，編譯器會提供一個預設的拷貝建構元
- 下面是一個因沒有撰寫拷貝建構元而發生錯誤的例子

```
01  // prog16_9, 錯誤的範例，子類別裡沒有撰寫拷貝建構元
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='D'):id(i)     // 父類別的建構元
12       {
13          cout << "CWin()建構元被呼叫了..." << endl;
14       }
```



錯誤的使用拷貝建構元 (2/6)

```
15        CWin(const CWin& win)      // 父類別的拷貝建構元
16        {
17           cout << "CWin()拷貝建構元被呼叫了..." << endl;
18           id=win.id;
19        }
20        ~CWin()                    // 父類別的解構元
21        {
22           cout << "CWin()解構元被呼叫了... " << endl;
23           system("pause");
24        }
25    };
26
27    class CTextWin : public CWin  // 定義 CTextWin 類別，繼承自 CWin 類別
28    {
29       private:                    // 子類別裡的私有成員
30          char *text;
31
32       public:
33          CTextWin(char i,char *tx):CWin(i)     // 子類別的建構元
34          {
35             cout << "CTextWin()建構元被呼叫了..." << endl;
36             text= new char[strlen(tx)+1];
37             strcpy(text,tx);
38          }
```



錯誤的使用拷貝建構元 (3/6)

```
39          ~CTextWin()
40          {
41             delete [] text;                    // 釋放 text 指標指向的記憶體
42             cout << "CTextWin()解構元被呼叫了... " << endl;
43             system("pause");
44          }
45          void show member()                  // 子類別的 show member()函數
46          {
47             cout << "Window " << id << ": ";
48             cout << "text = " << text << endl;
49          }
50          void set member(char i,char *tx) // 子類別的 set member()函數
51          {
52             id=i;
53             delete [] text;                    // 將原先指向的記憶體釋放
54             text= new char[strlen(tx)+1];   // 重新配置記憶體
55             strcpy(text,tx);
56          }
57    };
58    int main(void)
59    {
60       CTextWin tx1('A',"Hello C++");          // 建立子類別的物件 tx1
61       CTextWin tx2(tx1);                      // 以 tx1 建立子類別的物件 tx2
62
```

錯誤的使用拷貝建構元 (4/6)

```
63      tx1.show member();
64      tx2.show member();
65
66      cout << "更改 tx1 物件的成員之後..." << endl;
67      tx1.set member('B',"Welcome  C++");
68
69      tx1.show member();
70      tx2.show member();
71
72      system("pause");
73      return 0;
74  }
```

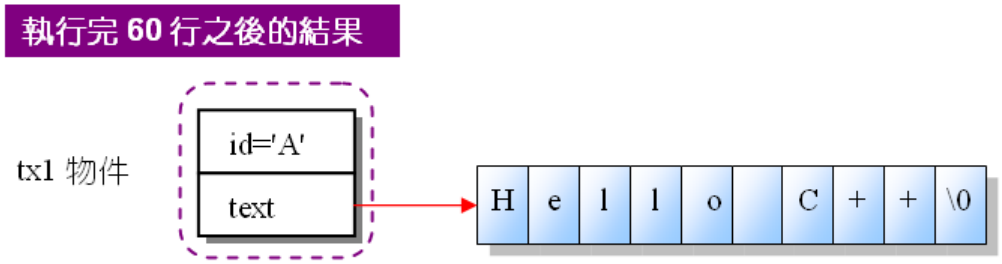
```
/* prog16_9 OUTPUT---------------
CWin()建構元被呼叫了...
CTextWin()建構元被呼叫了...
CWin()拷貝建構元被呼叫了...
Window A: text = Hello C++
Window A: text = Hello C++
更改 tx1 物件的成員之後...
Window B: text = Welcome C++
Window A: text = Welcome C++
請按任意鍵繼續 . . .
CTextWin()解構元被呼叫了...
請按任意鍵繼續 . . .
CWin()解構元被呼叫了...
請按任意鍵繼續 . . .
CTextWin()解構元被呼叫了...
請按任意鍵繼續 . . .
CWin()解構元被呼叫了...
請按任意鍵繼續 . . .
--------------------------------*/
```

執行完 60 行之後的結果

執行完 61 行之後的結果

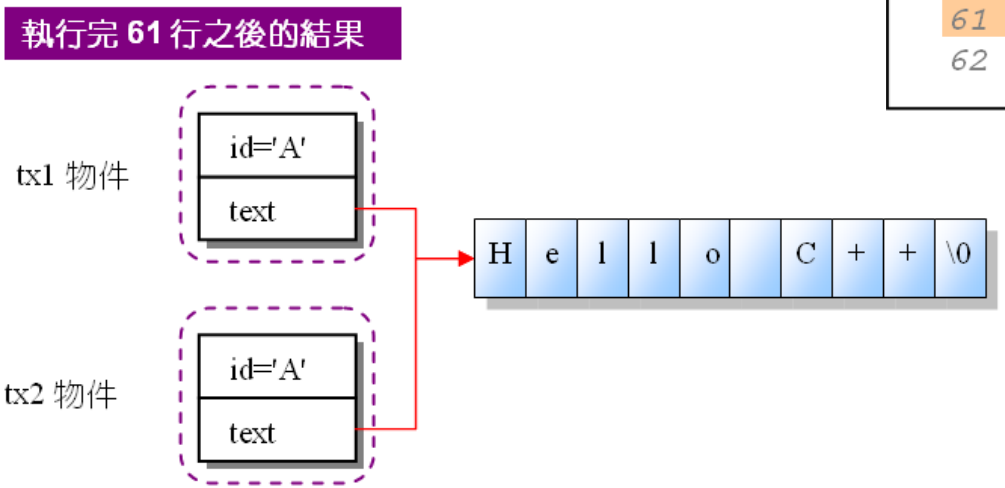
錯誤的使用拷貝建構元 (5/6)

- 下圖為執行完60行後的結果

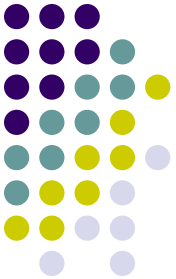


- 下圖為執行完61行後的結果

```
58   int main(void)
59   {
60      CTextWin tx1('A',"Hello C++");
61      CTextWin  tx2(tx1);
62       ...
```



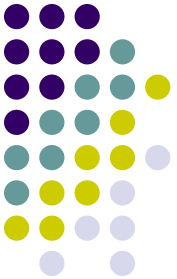
錯誤的使用拷貝建構元 (6/6)



- 要解上面的錯誤，只要在子類別內加上一個拷貝建構元

呼叫父類別的拷貝建構元　　傳入 tx 物件

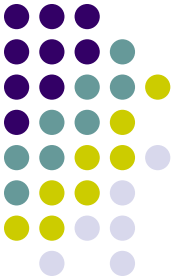
```
CTextWin(const CTextWin &tx):CWin( tx )    // 子類別的拷貝建構元
{
   cout<<"CTextWin()拷貝建構元被呼叫了..."<<endl;
   text= new char[strlen(tx.text)+1];  // 另外配置記憶空間給新建的物件
   strcpy(text,tx.text);
}
```



修正錯誤 (1/5)

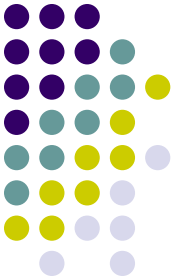
- 下面的程式是修正沒有撰寫拷貝建構元的錯誤

```
01  // prog16_10, 修正 prog16_9 沒有撰寫拷貝建構元的錯誤
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05
06  // 將 prog16_9 的 CWin 類別定義放在這兒
07  class CTextWin : public CWin   // 定義 CTextWin 類別，繼承自 CWin 類別
08  {
09     private:                                    // 子類別裡的私有成員
10        char *text;
11
12     public:
13        CTextWin(char i,char *tx):CWin(i)        // 子類別的建構元
14        {
15           cout << "CTextWin()建構元被呼叫了..." << endl;
16           text= new char[strlen(tx)+1];
17           strcpy(text,tx);
18        }
19        CTextWin(const CTextWin &tx):CWin(tx) // 子類別的拷貝建構元
20        {
21           cout << "CTextWin()拷貝建構元被呼叫了..." << endl;
22           text= new char[strlen(tx.text)+1];
23           strcpy(text,tx.text);
24        }
```



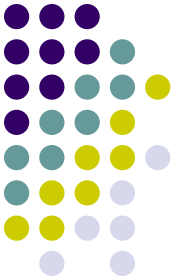
修正錯誤 (2/5)

```
25        ~CTextWin()
26        {
27           delete [] text;              // 釋放 text 指標所指向的記憶體
28           cout << "CTextWin()解構元被呼叫了... " << endl;
29           system("pause");
30        }
31        void show member()              // 子類別的 show member()函數
32        {
33           cout << "Window " << id << ": ";
34           cout << "text = " << text << endl;
35        }
36        void set member(char i,char *tx) // 子類別的 set member()函數
37        {
38           id=i;
39           delete [] text;                    // 將原先指向的記憶體釋放
40           text= new char[strlen(tx)+1];      // 重新配置記憶體
41           strcpy(text,tx);
42        }
43  };
44  int main(void)
45  {
46     CTextWin tx1('A',"Hello C++");          // 建立子類別的物件
47     CTextWin tx2(tx1);
48
```



修正錯誤 (3/5)

```
49      tx1.show member();
50      tx2.show member();
51
52      cout << "更改 tx1 物件的成員之後..." << endl;
53      tx1.set member('B',"Welcome C++");
54
55      tx1.show member();
56      tx2.show member();
57
58      system("pause");
59      return 0;
60  }
```



修正錯誤 (4/5)

```
/* prog16_10 OUTPUT--------------
CWin()建構元被呼叫了...
CTextWin()建構元被呼叫了...
CWin()拷貝建構元被呼叫了...
CTextWin()拷貝建構元被呼叫了...
Window A: text = Hello C++
Window A: text = Hello C++
更改 tx1 物件的成員之後...
Window B: text = Welcome C++
Window A: text = Hello C++
請按任意鍵繼續 . . .
CTextWin()解構元被呼叫了...
請按任意鍵繼續 . . .
CWin()解構元被呼叫了...
請按任意鍵繼續 . . .
CTextWin()解構元被呼叫了...
請按任意鍵繼續 . . .
CWin()解構元被呼叫了...
請按任意鍵繼續 . . .
----------------------------------*/
```

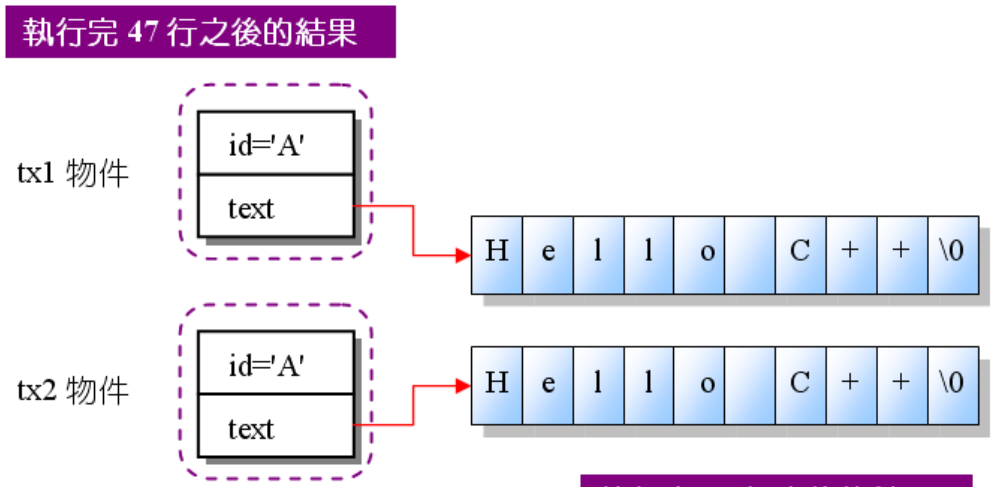
執行 46 行之後的結果

執行 47 行之後的結果

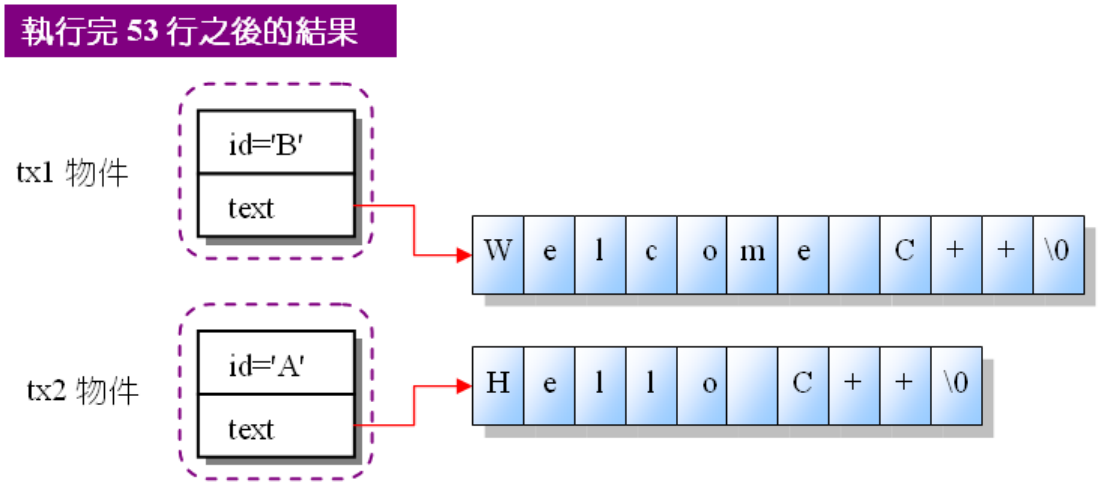
```
44  int main(void)
45  {
46      CTextWin tx1('A',"Hello C++");
47      CTextWin tx2(tx1);
48
49      tx1.show_member();
50      tx2.show_member();
51
52      cout << "更改 tx1 物件的成員之後...";
53      tx1.set_member('B',"Welcome C++");
          ...
```

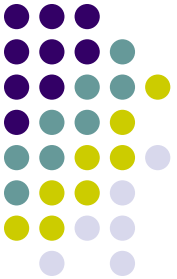
修正錯誤 (5/5)

- 下圖為執行47與53行後之結果




```
44   int main(void)
45   {
46      CTextWin tx1('A',"Hello C++");
47      CTextWin tx2(tx1);
          ...
52      cout << "更改 tx1 物件的成員之後...";
53      tx1.set_member('B',"Welcome C++");
          ...
```





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


-The End-