



Πανεπιστήμιο Πατρών

Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και
Πληροφορικής

ΟΝΤΟΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΙΙ (C++)

Τάξεις και Αφαίρεση Δεδομένων

Τάξεις Μέρος ΙΙ

- 7.1 Εισαγωγή
- 7.2 `const` Αντικείμενα και `const` Συναρτήσεις
- 7.3 Σύνθεση: Αντικείμενα ως μέλη τάξης
- 7.4 `friend` Συναρτήσεις και τάξεις
- 7.5 Ο Δείκτης `this`
- 7.6 Δυναμική Διαχείριση Μνήμης με τους τελεστές `new` και `delete`
- 7.7 `static` Μέλη τάξης
- 7.8 Αφαίρεση δεδομένων και Απόκρυψη πληροφορίας
 - 7.8.1 Παράδειγμα: Array Abstract Data Type
 - 7.8.2 Παράδειγμα: String Abstract Data Type
- 7.9 Εμπειρίχουσες τάξεις και επαναλήπτες
- 7.10 Proxy τάξεις

Εισαγωγή

- Τάξεις
- Αφαίρεση Δεδομένων
- Αντικειμενοστραφής προγραμματισμός
- Κληρονομικότητα και πολυμορφισμός

7.2 const (Σταθερά)

Αντικείμενα και Μέθοδοι

- Η αρχή της ελάχιστης πρόσβασης
 - Επιτρέπουμε πρόσβαση για τροποποιήσεις μόνο στα απαραίτητα αντικείμενα

- **const**

- Ορίζει αντικείμενο που δε τροποποιείται
- Δίνει Compiler error
- Παράδειγμα

```
const Time noon( 12, 0, 0 );
```

- Δηλώνει **const** αντικείμενο **noon** της **Time**
- Αρχικοποιεί σε 12

7.2 `const` (Σταθερά) Αντικείμενα και Μέθοδοι

- `const` μέθοδοι
 - Οι μέθοδοι αντικειμένων `const` πρέπει να είναι και αυτές `const`
 - Δε μπορεί να τροποποιούν αντικείμενα
 - Ορίζουμε ως `const` σε
 - Πρωτότυπο
 - Μετά τη λίστα παραμέτρων
 - Δηλώσεις
 - Πριν την αρχή του αριστερού αγκίστρου



```
1 // Fig. 7.1: time5.h
2 // Definition of class Time.
3 // Member functions defined in time5.cpp.
4 #ifndef TIME5_H
5 #define TIME5_H
6
7 class Time {
8
9 public:
10     Time( int = 0, int = 0, int = 0 ); // default constructor
11
12     // set functions
13     void setTime( int, int, int ); // set time
14     void setHour( int ); // set hour
15     void setMinute( int ); // set minute
16     void setSecond( int ); // set second
17
18     // get functions (normally declared const)
19     int getHour() const; // return hour
20     int getMinute() const; // return minute
21     int getSecond() const; // return second
22
23     // print functions (normally declared const)
24     void printUniversal() const; // print universal time
25     void printStandard(); // print standard time
```

Declare **const** get functions.

Declare **const** function
printUniversal.



```
26
27 private:
28     int hour;    // 0 - 23 (24-hour clock format)
29     int minute; // 0 - 59
30     int second; // 0 - 59
31
32 }; // end class Time
33
34 #endif
```



```
1 // Fig. 7.2: time5.cpp
2 // Member-function definitions for class Time.
3 #include <iostream>
4
5 using std::cout;
6
7 #include <iomanip>
8
9 using std::setfill;
10 using std::setw;
11
12 // include definition of class Time from time5.h
13 #include "time5.h"
14
15 // constructor function to initialize private data;
16 // calls member function setTime to set variables;
17 // default values are 0 (see class definition)
18 Time::Time( int hour, int minute, int second )
19 {
20     setTime( hour, minute, second );
21
22 } // end Time constructor
23
```




```
24 // set hour, minute and second values
25 void Time::setTime( int hour, int minute, int second )
26 {
27     setHour( hour );
28     setMinute( minute );
29     setSecond( second );
30
31 } // end function setTime
32
33 // set hour value
34 void Time::setHour( int h )
35 {
36     hour = ( h >= 0 && h < 24 ) ? h : 0;
37
38 } // end function setHour
39
40 // set minute value
41 void Time::setMinute( int m )
42 {
43     minute = ( m >= 0 && m < 60 ) ? m : 0;
44
45 } // end function setMinute
46
```



```
47 // set second value
48 void Time::setSecond( int s )
49 {
50     second = ( s >= 0 && s < 60 ) ? s : 0;
51
52 } // end function setSecond
53
54 // return hour value
55 int Time::getHour() const
56 {
57     return hour;
58
59 } // end function getHour
60
61 // return minute value
62 int Time::getMinute() const
63 {
64     return minute;
65
66 } // end function getMinute
67
```

const functions do not modify objects.



time5.cpp (4 of 4)

const functions do not
modify objects.

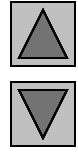
```
68 // return second value
69 int Time::getSecond() const
70 {
71     return second;
72
73 } // end function getSecond
74
75 // print Time in universal format
76 void Time::printUniversal() const
77 {
78     cout << setfill( '0' ) << setw( 2 ) << hour << ":"
79         << setw( 2 ) << minute << ":"
80         << setw( 2 ) << second;
81
82 } // end function printUniversal
83
84 // print Time in standard format
85 void Time::printStandard() // note lack of const declaration
86 {
87     cout << ( ( hour == 0 || hour == 12 ) ? 12 : hour % 12 )
88         << ":" << setfill( '0' ) << setw( 2 ) << minute
89         << ":" << setw( 2 ) << second
90         << ( hour < 12 ? " AM" : " PM" );
91
92 } // end function printStandard
```

**fig07_03.cpp**
(1 of 2)

```
1 // Fig. 7.3: fig07_03.cpp
2 // Attempting to access a const object with
3 // non-const member functions.
4
5 // include Time class definition from time5.h
6 #include "time5.h"
7
8 int main()
9 {
10     Time wakeUp( 6, 45, 0 );           // non-constant object
11     const Time noon( 12, 0, 0 );      // constant object
12
```

Declare **noon** a **const** object.

Note that non-**const** constructor can initialize **const** object.



```

13          // OBJECT      MEMBER FUNCTION
14  wakeUp.setHour( 18 ); // non-const non-const
15
16  noon.setHour( 12 ); // const non-const
17
18  wakeUp.getHour(); // non-const const
19
20  noon.getMinute(); // const con
21  noon.printUniversal(); // const con
22
23  noon.printStandard(); // const non-const
24
25  return 0;
26
27 } // end main

```

fig07_03.cpp
(2 of 2)

fig07_03.cpp
output (1 of 1)

Attempting to invoke non-const member function on const object results in compiler error.

Attempting to invoke non-const member function on const object results in compiler error even if function does not modify object.

```

d:\cpphttp4_examples\ch07\fig07_01\fig07_01.cpp(16) : error C2662:
'setHour' : cannot convert 'this' pointer from 'const class Time'
to 'class Time &'
Conversion loses qualifiers
d:\cpphttp4_examples\ch07\fig07_01\fig07_01.cpp(23) : error C2662:
'printStandard' : cannot convert 'this' pointer from 'const class
Time' to 'class Time &'
Conversion loses qualifiers

```

7.2 const (Σταθερά) Αντικείμενα και Μέθοδοι

- Αρχικοποίηση αντικειμένου
 - Αρχικοποίηση με member initializer syntax
 - Μπορεί να χρησιμοποιηθεί
 - Με όλα τα μέλη δεδομένων
 - Πρέπει να χρησιμοποιηθεί
 - Για τα μέλη `const`
 - Για όλες τις αναφορές μεταβλητών

**fig07_04.cpp**
(1 of 3)

```
1 // Fig. 7.4: fig07_04.cpp
2 // Using a member initializer to initialize a
3 // constant of a built-in data type.
4 #include <iostream>
5
6 using std::cout;
7 using std::endl;
8
9 class Increment {
10
11 public:
12     Increment( int c = 0, int i = 1 ); // default constructor
13
14     void addIncrement()
15     {
16         count += increment;
17
18     } // end function addIncrement
19
20     void print() const; // prints count and increment
21
```

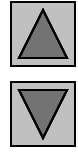


fig07_04.cpp
(2 of 3)

```

22 private:
23     int count;
24     const int increment; // const data member
25
26 }; // end class Increment
27
28 // constructor
29 Increment::Increment
30     : count( c ), // initialize
31     increment( i ) // require me
32 {
33     // empty body
34
35 } // end Increment constructor
36
37 // print count and increment values
38 void Increment::print() const
39 {
40     cout << "count = " << count
41         << ", increment = " << increment << endl;
42
43 } // end function print
44

```

Member initializer list separated by colon. increment as **const**

Member initializer syntax can be

Member initializer syntax must be used for **const** data member **increment**.

Member initializer consists of data member name (**increment**) followed by parentheses containing initial value (**c**).



fig07_04.cpp
(3 of 3)

fig07_04.cpp
output (1 of 1)

```
45 int main()
46 {
47     Increment value( 10, 5 );
48
49     cout << "Before incrementing: ";
50     value.print();
51
52     for ( int j = 0; j < 3; j++ ) {
53         value.addIncrement();
54         cout << "After increment " << j + 1 << ": ";
55         value.print();
56     }
57
58     return 0;
59
60 } // end main
```

```
Before incrementing: count = 10, increment = 5
After increment 1: count = 15, increment = 5
After increment 2: count = 20, increment = 5
After increment 3: count = 25, increment = 5
```

**fig07_05.cpp**
(1 of 3)

```
1 // Fig. 7.5: fig07_05.cpp
2 // Attempting to initialize a constant of
3 // a built-in data type with an assignment.
4 #include <iostream>
5
6 using std::cout;
7 using std::endl;
8
9 class Increment {
10
11 public:
12     Increment( int c = 0, int i = 1 ); // default constructor
13
14     void addIncrement()
15     {
16         count += increment;
17
18     } // end function addIncrement
19
20     void print() const; // prints count and increment
21
```

```

22 private:
23     int count;
24     const int increment; // const data member
25
26 }; // end class Increment
27
28 // constructor
29 Increment::Increment( int c, int i
30 {
31     // Constant member '
32     count = c; // allowed beca
33     increment = i; // ERROR: Cannot modify a const object
34 } // end Increment constructor
35
36 // print count and increment values
37 void Increment::print() const
38 {
39     cout << "count = " << count
40         << ", increment = " << increment << endl;
41
42 } // end function print
43

```

Declare increment as **const**
data member

Attempting to modify **const**
data member **increment**
results in error.

fig07_05.cpp
(2 of 3)



fig07_05.cpp
(3 of 3)

fig07_05.cpp
output (1 of 1)

```

44 int main()
45 {
46     Increment value( 10, 5 );
47
48     cout << "Before incrementing: ";
49     value.print();
50
51     for ( int j = 0; j < 3; j++ ) {
52         value.addIncrement();
53         cout << "After increment " << j + 1 << ": ";
54         value.print();
55     }
56
57     return 0;
58
59 } // end main

```

Not using member initializer syntax to initialize **const** data member **increment** results in error.

```

D:\cpphttp4_examples\ch07\Fig07_03\Fig07_03.cpp(30) : error C2758:
'increment' : must be initialized in constructor base/member
initializer list
    D:\cpphttp4_examples\ch07\Fig07_03\Fig07_03.cpp(24)
        see declaration of 'increment'
D:\cpphttp4_examples\ch07\Fig07_03\Fig07_03.cpp(32) : error C2166:
l-value specifies const object

```

Attempting to modify **const** data member **increment** results in error.

7.3 Σύνθεση/ Composition: Αντικείμενα ως μέλη τάξης

- Σύνθεση/ Composition
 - Μία τάξη έχει αντικείμενα άλλης τάξης ως μέλη
- Κατασκευή αντικειμένων
 - Τα μέλη αντικείμενα δημιουργούνται με τη σειρά που δηλώνονται
 - Δεν ακολουθείται η σειρά του constructor
 - Δημιουργούνται πριν από τα αντικείμενα της τάξης που τα χρησιμοποιεί



date1.h (1 of 1)

```
1 // Fig. 7.6: date1.h
2 // Date class definition.
3 // Member functions defined in date1.cpp
4 #ifndef DATE1_H
5 #define DATE1_H
6
7 class Date {
8
9 public:
10     Date( int = 1, int = 1, int = 1 )
11     void print() const; // print date
12     ~Date(); // provided to confirm destruction order
13
14 private:
15     int month; // 1-12 (January-December)
16     int day; // 1-31 based on month
17     int year; // any year
18
19     // utility function to test proper day for month and year
20     int checkDay( int ) const;
21
22 }; // end class Date
23
24 #endif
```

Note no constructor with parameter of type **Date**. Recall compiler provides default copy constructor.

**date1.cpp (1 of 3)**

```
1 // Fig. 7.7: date1.cpp
2 // Member-function definitions for class Date.
3 #include <iostream>
4
5 using std::cout;
6 using std::endl;
7
8 // include Date class definition from date1.h
9 #include "date1.h"
10
11 // constructor confirms proper value for month; calls
12 // utility function checkDay to confirm proper value for day
13 Date::Date( int mn, int dy, int yr )
14 {
15     if ( mn > 0 && mn <= 12 ) // validate the month
16         month = mn;
17
18     else { // invalid month set to 1
19         month = 1;
20         cout << "Month " << mn << " invalid. Set to month 1.\n";
21     }
22
23     year = yr; // should validate yr
24     day = checkDay( dy ); // validate the day
25
```



date1.cpp (2 of 3)

```
26 // output Date object to show when its constructor is called
27 cout << "Date object constructor for date ";
28 print();
29 cout << endl;
30
31 } // end Date constructor
32
33 // print Date object in form month/day/year
34 void Date::print() const
35 {
36     cout << month << '/' << day << '/' << year;
37
38 } // end function print
39
40 // output Date object to show when its destructor is called
41 Date::~Date()
42 {
43     cout << "Date object destructor for date ";
44     print();
45     cout << endl;
46
47 } // end destructor ~Date
48
```

No arguments; each member function contains implicit handle to object on which it operates.

Output to show timing of destructors.

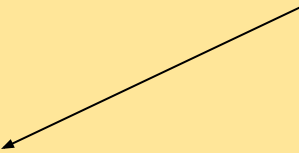


date1.cpp (3 of 3)

```
49 // utility function to confirm proper day value based on
50 // month and year; handles leap years, too
51 int Date::checkDay( int testDay ) const
52 {
53     static const int daysPerMonth[ 13 ] =
54         { 0, 31, 28, 31, 30, 31, 30, 31, 31, 30, 31, 30, 31 };
55
56     // determine whether testDay is valid for specified month
57     if ( testDay > 0 && testDay <= daysPerMonth[ month ] )
58         return testDay;
59
60     // February 29 check for leap year
61     if ( month == 2 && testDay == 29 &&
62         ( year % 400 == 0 ||
63           ( year % 4 == 0 && year % 100 != 0 ) ) )
64         return testDay;
65
66     cout << "Day " << testDay << " invalid. Set to day 1.\n";
67
68     return 1; // leave object in consistent state if bad value
69
70 } // end function checkDay
```

employee1.h (1 of 2)

```
1 // Fig. 7.8: employee1.h
2 // Employee class definition.
3 // Member functions defined in employee1.cpp.
4 #ifndef EMPLOYEE1_H
5 #define EMPLOYEE1_H
6
7 // include Date class definition from date1.h
8 #include "date1.h"
9
10 class Employee {
11
12 public:
13     Employee(
14         const char *, const char *, const Date &, const Date & );
15
16     void print() const;
17     ~Employee(); // provided to confirm destruction order
18
19 private:
20     char firstName[ 25 ];
21     char lastName[ 25 ];
22     const Date birthDate; // composition: member object
23     const Date hireDate; // composition: member object
24
25 }; // end class Employee
```



Using composition;
Employee object contains
Date objects as data
members.

**employee1.h (2 of 2)****employee1.cpp
(1 of 3)**

26
27 #endif

```
1 // Fig. 7.9: employee1.cpp
2 // Member-function definitions for class Employee.
3 #include <iostream>
4
5 using std::cout;
6 using std::endl;
7
8 #include <cstring>      // strcpy and strlen prototypes
9
10 #include "employee1.h" // Employee class definition
11 #include "date1.h"     // Date class definition
12
```

employee1.cpp
 (2 of 3)

```

13 // constructor uses member initializer list to pass initializer
14 // values to constructors of member objects birthDate and
15 // hireDate [Note: This invokes the so-called "default copy
16 // constructor" which the C++ compiler provides implicitly.]
17 Employee::Employee( const char *first, const char *last,
18     const Date &dateOfBirth, const Date &dateOfHire )
19     : birthDate( dateOfBirth ), // initialize birthDate
20     hireDate( dateOfHire )     // initialize hireDate
21 {
22     // copy first into firstName and be sure
23     int length = strlen( first );
24     length = ( length < 25 ? length : 24 );
25     strncpy( firstName, first, length );
26     firstName[ length ] = '\0';
27
28     // copy last into lastName and be sure that it fits
29     length = strlen( last );
30     length = ( length < 25 ? length : 24 );
31     strncpy( lastName, last, length );
32     lastName[ length ] = '\0';
33
34     // output Employee object to show when c
35     cout << "Employee object constructor: "
36         << firstName << ' ' << lastName << endl;
37

```

Member initializer syntax to initialize **Date** data members **birthDate** and **hireDate**; compiler uses default copy constructor.

Output to show timing of constructors.

**employee1.cpp**
(3 of 3)

```
38 } // end Employee constructor
39
40 // print Employee object
41 void Employee::print() const
42 {
43     cout << lastName << ", " << firstName << "\nHired: ";
44     hireDate.print();
45     cout << " Birth date: ";
46     birthDate.print();
47     cout << endl;
48
49 } // end function print
50
51 // output Employee object to show when its
52 Employee::~Employee()
53 {
54     cout << "Employee object destructor: "
55         << lastName << ", " << firstName << endl;
56
57 } // end destructor ~Employee
```

Output to show timing of
destructors.

**fig07_10.cpp**
(1 of 1)

```
1 // Fig. 7.10: fig07_10.cpp
2 // Demonstrating composition--an object with member objects.
3 #include <iostream>
4
5 using std::cout;
6 using std::endl;
7
8 #include "employee1.h" // Employee class definition
9
10 int main()
11 {
12     Date birth( 7, 24, 1949 );
13     Date hire( 3, 12, 1988 );
14     Employee manager( "Bob", "Jones", birth, hire );
15
16     cout << '\n';
17     manager.print();
18
19     cout << "\nTest Date constructor with invalid values:\n";
20     Date lastDayOff( 14, 35, 1994 ); // invalid month and day
21     cout << endl;
22
23     return 0;
24
25 } // end main
```

Create **Date** objects to pass
to **Employee** constructor.





```
Date object constructor for date 7/24/1949
Date object constructor for date 3/12/1988
Employee object constructor: Bob Jones
```

```
Jones, Bob
Hired: 3/12/1988 Birth date: 7/24/1949
```

```
Test Date constructor with invalid values:
Month 14 invalid. Set to month 1.
Day 35 invalid. Set to day 1.
Date object constructor for date 1/1/1994
```

```
Date object destructor for date 1/1/1994
Employee object destructor: Jones, Bob
Date object destructor for date 3/12/1988
Date object destructor for date 7/24/1949
Date object destructor for date 3/12/1988
Date object destructor for date 7/24/1949
```

Note two additional **Date** objects constructed; no output since default copy constructor used.

10.cpp
it (1 of 1)

Destructor for **Employee's**
ma
de
ob
bi
Destructor for **Employee's**
Destructor for **Date** object
Destructor for **Date** object
birth.

7.4 friend Συναρτήσεις και friend Τάξεις

- **friend** συναρτήσεις
 - Ορίζονται εκτός εμβέλειας της τάξης
 - Έχουν πρόσβαση σε non-public members
- Δήλωση **friends**
 - Συνάρτηση
 - Προηγείται το keyword **friend**
 - Όλες οι συναρτήσεις της τάξης **classTwo** ως **friends** της τάξης **classOne**
 - Βάζουμε τη δήλωση της μορφής
`friend class classTwo;`
στον ορισμό της **classOne**

7.4 friend Συναρτήσεις και and friend Τάξεις

- Ιδιότητες
 - Μπορεί να δοθεί όχι να ανακληθεί
 - τάξη B friend της τάξης A
 - Η τάξη A πρέπει να δηλώσει την τάξη B ως friend
 - Όχι συμμετρική
 - τάξη B friend της τάξης A
 - τάξη A όχι απαραίτητα friend της τάξης B
 - Όχι μεταβατική
 - τάξη A friend της B
 - τάξη B friend της C
 - τάξη A όχι απαραίτητα friend της C

**fig07_11.cpp**
(1 of 3)

Precede function prototype
with keyword **friend**.

```
1 // Fig. 7.11: fig07_11.cpp
2 // Friends can access private members of a class.
3 #include <iostream>
4
5 using std::cout;
6 using std::endl;
7
8 // Count class definition
9 class Count {
10     friend void setX( Count &, int ); // friend declaration
11
12 public:
13
14     // constructor
15     Count()
16         : x( 0 ) // initialize x to 0
17     {
18         // empty body
19
20     } // end Count constructor
21
```

**fig07_11.cpp**
(2 of 3)

```
22 // output x
23 void print() const
24 {
25     cout << x << endl;
26
27 } // end function print
28
29 private:
30     int x; // data member
31
32 }; // end class Count
33
34 // function setX can modify private data member x
35 // because setX is declared as a friend of Count
36 void setX( Count& c, int val)
37 {
38     c.x = val; // legal because setX is a friend of Count
39
40 } // end function setX
41
```

Pass **Count** object since
C-style standalone function.

Since **setX** friend of
Count, can access and
modify **private** data
member **x**.



```
42 int main()
43 {
44     Count counter;           // create Count object
45
46     cout << "counter.x after instantiat
47     counter.print();
48
49     setX( counter, 8 ); // set x with a friend
50
51     cout << "counter.x after call to setX friend function: ";
52     counter.print();
53
54     return 0;
55
56 } // end main
```

Use **friend** function to access and modify **private** data member **x**.

fig07_11.cpp
(3 of 3)

fig07_11.cpp
output (1 of 1)

```
counter.x after instantiation: 0
counter.x after call to setX friend function: 8
```

**fig07_12.cpp**
(1 of 3)

```
1 // Fig. 7.12: fig07_12.cpp
2 // Non-friend/non-member functions cannot access
3 // private data of a class.
4 #include <iostream>
5
6 using std::cout;
7 using std::endl;
8
9 // Count class definition
10 // (note that there is no friendship declaration)
11 class Count {
12
13 public:
14
15     // constructor
16     Count()
17         : x( 0 ) // initialize x to 0
18     {
19         // empty body
20
21     } // end Count constructor
22
```

**fig07_12.cpp**
(2 of 3)

```
23 // output x
24 void print() const
25 {
26     cout << x << endl;
27
28 } // end function print
29
30 private:
31     int x; // data member
32
33 }; // end class Count
34
35 // function tries to modify private data member of Count
36 // but cannot because function is not a friend
37 void cannotSetX( Count &c, int val)
38 {
39     c.x = val; // ERROR: cannot modify private data member of Count
40
41 } // end function cannotSetX
42
```

Attempting to modify
private data member from
non-**friend** function results
in error.



fig07_12.cpp
(3 of 3)

fig07_12.cpp
output (1 of 1)

```
43 int main()
44 {
45     Count counter;           // create Count object
46
47     cannotSetX( counter, 3 ); // cannotSetX is not a friend
48
49     return 0;
50
51 } // end main
```

```
D:\cpphttp4_examples\ch07\Fig07_12\Fig07_12.cpp(39) : error C2248:
  'x' : cannot access private member declared in class 'Count'
    D:\cpphttp4_examples\ch07\Fig07_12\Fig07_12.cpp(31) :
      see declaration of 'x'
```

Attempting to modify
private data member from
non-**friend** function results
in error.

7.5 Χρήση του `this`

- `this`
 - Επιτρέπει στο αντικείμενο να έχει πρόσβαση στη δική του διεύθυνση
 - Ο τύπος του δείκτη `this` εξαρτάται από:
 - Τύπο του αντικειμένου
 - Αν η συνάρτηση είναι `const`
 - Για τις `non-const` συναρτήσεις `Employee`
 - `this` έχει τύπο `Employee * const`
 - Constant δείκτη σε `non-const Employee` αντικείμενο
 - Για τις `const` συναρτήσεις `Employee`
 - `this` έχει τύπο `const Employee * const`
 - Constant δείκτη σε `constant Employee` αντικείμενο

**fig07_13.cpp**
(1 of 3)

```
1 // Fig. 7.13: fig07_13.cpp
2 // Using the this pointer to refer to object members.
3 #include <iostream>
4
5 using std::cout;
6 using std::endl;
7
8 class Test {
9
10 public:
11     Test( int = 0 );    // default constructor
12     void print() const;
13
14 private:
15     int x;
16
17 }; // end class Test
18
19 // constructor
20 Test::Test( int value )
21     : x( value ) // initialize x to value
22 {
23     // empty body
24
25 } // end Test constructor
```

07_13.cpp
of 3)

```

26
27 // print x using implicit and explicit this pointers;
28 // parentheses around *this required
29 void Test::print() const
30 {
31     // implicitly use this pointer to access member x
32     cout << "      x = " << x;
33
34     // explicitly use this pointer to access member x
35     cout << "\n  this->x = " << this->x;
36
37     // explicitly use dereferenced this pointer and
38     // the dot operator to access member x
39     cout << "\n(*this).x = " << ( *this ).x << endl;
40
41 } // end function print
42
43 int main()
44 {
45     Test testObject( 12 );
46
47     testObject.print();
48
49     return 0;
50

```

Implicitly use **this** pointer;
only specify name of data
member (**x**).

Explicitly use **this** pointer
with arrow operator.

Explicitly use **this** pointer;
dereference **this** pointer
first, then use dot operator.

```
51 } // end main
```



Outline



fig07_13.cpp

(3 of 3)

fig07_13.cpp

output (1 of 1)

```
    x = 12  
    this->x = 12  
    (*this).x = 12
```

7.5 Χρήση του `this`

- Σειριακή κλήση συναρτήσεων
 - Πολλαπλές συναρτήσεις καλούνται με μία δήλωση
 - Η συνάρτηση επιστρέφει δείκτη αναφοράς στο ίδιο το αντικείμενο

```
{ return *this; }
```
 - Οι συναρτήσεις που δεν επιστρέφουν αναφορές πρέπει να κληθούν τελευταίες



time6.h (1 of 2)

```
1 // Fig. 7.14: time6.h
2 // Cascading member function calls.
3
4 // Time class definition.
5 // Member functions defined in time6.cpp.
6 #ifndef TIME6_H
7 #define TIME6_H
8
9 class Time {
10
11 public:
12     Time( int = 0, int = 0, int = 0 ); //
13
14     // set functions
15     Time &setTime( int, int, int ); // se
16     Time &setHour( int ); // set hour
17     Time &setMinute( int ); // set minute
18     Time &setSecond( int ); // set second
19
20     // get functions (normally declared const)
21     int getHour() const; // return hour
22     int getMinute() const; // return minute
23     int getSecond() const; // return second
24
```

Set functions return reference to **Time** object to enable cascaded member function calls.

**time6.h (2 of 2)**

```
25 // print functions (normally declared const)
26 void printUniversal() const; // print universal time
27 void printStandard() const; // print standard time
28
29 private:
30     int hour; // 0 - 23 (24-hour clock format)
31     int minute; // 0 - 59
32     int second; // 0 - 59
33
34 }; // end class Time
35
36 #endif
```



```
1 // Fig. 7.15: time6.cpp
2 // Member-function definitions for Time class.
3 #include <iostream>
4
5 using std::cout;
6
7 #include <iomanip>
8
9 using std::setfill;
10 using std::setw;
11
12 #include "time6.h" // Time class definition
13
14 // constructor function to initialize private data;
15 // calls member function setTime to set variables;
16 // default values are 0 (see class definition)
17 Time::Time( int hr, int min, int sec )
18 {
19     setTime( hr, min, sec );
20
21 } // end Time constructor
22
```



time6.cpp (2 of 5)

```
23 // set values of hour, minute, and second
24 Time &Time::setTime( int h, int m, int s )
25 {
26     setHour( h );
27     setMinute( m );
28     setSecond( s );
29
30     return *this; // enables cascading
31
32 } // end function setTime
33
34 // set hour value
35 Time &Time::setHour( int h )
36 {
37     hour = ( h >= 0 && h < 24 ) ? h : 0;
38
39     return *this; // enables cascading
40
41 } // end function setHour
42
```

Return ***this** as reference to enable cascaded member function calls.

Return ***this** as reference to enable cascaded member function calls.



```
43 // set minute value
44 Time &Time::setMinute( int m )
45 {
46     minute = ( m >= 0 && m < 60 )
47
48     return *this; // enables cascading
49
50 } // end function setMinute
51
52 // set second value
53 Time &Time::setSecond( int s )
54 {
55     second = ( s >= 0 && s < 60 )
56
57     return *this; // enables cascading
58
59 } // end function setSecond
60
61 // get hour value
62 int Time::getHour() const
63 {
64     return hour;
65
66 } // end function getHour
67
```

Return ***this** as reference to enable cascaded member function calls.

Return ***this** as reference to enable cascaded member function calls.



```
68 // get minute value
69 int Time::getMinute() const
70 {
71     return minute;
72
73 } // end function getMinute
74
75 // get second value
76 int Time::getSecond() const
77 {
78     return second;
79
80 } // end function getSecond
81
82 // print Time in universal format
83 void Time::printUniversal() const
84 {
85     cout << setfill( '0' ) << setw( 2 ) << hour << ":"
86         << setw( 2 ) << minute << ":"
87         << setw( 2 ) << second;
88
89 } // end function printUniversal
90
```



```
91 // print Time in standard format
92 void Time::printStandard() const
93 {
94     cout << ( ( hour == 0 || hour == 12 ) ? 12 : hour % 12 )
95         << ":" << setfill( '0' ) << setw( 2 ) << minute
96         << ":" << setw( 2 ) << second
97         << ( hour < 12 ? " AM" : " PM" );
98
99 } // end function printStandard
```

**fig07_16.cpp**
(1 of 2)

```
1 // Fig. 7.16: fig07_16.cpp
2 // Cascading member function calls with the this pointer.
3 #include <iostream>
4
5 using std::cout;
6 using std::endl;
7
8 #include "time6.h" // Time class definition
9
10 int main()
11 {
12     Time t;
13
14     // cascaded function calls
15     t.setHour( 18 ).setMinute( 30 ).setSecond( 22 );
16
17     // output time in universal and standard formats
18     cout << "Universal time: ";
19     t.printUniversal();
20
21     cout << "\nStandard time: ";
22     t.printStandard();
23
24     cout << "\n\nNew standard time: ";
25
```

Cascade member function calls; recall dot operator associates from left to right.

```

26 // cascaded function calls
27 t.setTime( 20, 20, 20 ).printStandard();
28
29 cout << endl;
30
31 return 0;
32
33 } // end main

```

Function call to **printStandard** must appear last; **printStandard** does not return reference to **t**.

Universal time: 18:30:22

Standard time: 6:30:22 PM

New standard time: 8:20:20 PM

7.6 Διαχείριση Δυναμικής Μνήμης με χρήση `new` και `delete`

- Διαχείριση δυναμικής μνήμης
 - Ελέγχει τη διανομή μνήμης
 - Με χρήση των τελεστών `new` και `delete`
 - include standard header `<new>`

7.6 Διαχείριση Δυναμικής Μνήμης με χρήση `new` και `delete`

- Έστω

```
Time *timePtr;  
timePtr = new Time;
```

- Τελεστής `new`

- Δημιουργεί αντικείμενα κατάλληλου μεγέθους για τον τύπο `Time`
 - Δίνει λάθος αν δεν υπάρχει χώρος στη μνήμη
- Επιστρέφει δείκτη στον συγκεκριμένο τύπο

- Με αρχικοποίηση

```
double *ptr = new double( 3.14159 );  
Time *timePtr = new Time( 12, 0, 0 );
```

- Δήλωση πίνακα

```
int *gradesArray = new int[ 10 ];
```

7.6 Διαχείριση Δυναμικής Μνήμης με χρήση `new` και `delete`

- Απελευθερώνει τη μνήμη και καταστρέφει τα αντικείμενα
- Έστω
`delete timePtr;`
- Τελεστής `delete`
 - Καλεί το destructor
 - Η μνήμη μπορεί να χρησιμοποιηθεί με άλλα αντικείμενα
- Deallocating arrays
`delete [] gradesArray;`
 - Απελευθερώνει το array στο οποίο δείχνει το `gradesArray`
 - Αν είναι δείκτης σε array αντικειμένων
 - Καλείται πρώτα ο destructor για κάθε αντικείμενο του array
 - Μετά απελευθερώνει τη μνήμη

7.7 `static` Τάξεις

- `static` τάξης μεταβλητή
 - Δεδομένα διαθέσιμα σε όλη την τάξη
 - Ιδιότητα της τάξης, όχι συγκεκριμένου αντικειμένου της τάξης
 - Αποδοτικό όταν απλά ένα αντίγραφο της τάξης είναι αρκετό
 - Μόνο η μεταβλητή `static` πρέπει να ενημερώνεται
 - Μπορεί να μοιάζει με `global`, αλλά έχει εμβέλεια στην τάξη
 - Αρχικοποιείται μια μόνο φορά
 - Υπάρχει ακόμη και χωρίς αντικείμενο

7.7 `static` Τάξεις

- Πρόσβαση σε μεταβλητές τάξης `static`
 - Προσβάσιμα μέσω οποιουδήποτε αντικειμένου τάξης
 - `public static` μεταβλητές
 - Μπορούν να προσπελαστούν και μέσω (`::`)
`Employee::count`
 - `private static` μεταβλητές
 - Όταν δεν υπάρχει αντικείμενο
 - Μπορεί να τα προσπελάσει κανείς μέσω συνάρτησης `public static`

7.7 `static` τάξεις

- `static` συναρτήσεις
 - Δε μπορούν να προσπελάσουν `non-static` δεδομένα ή συναρτήσεις
 - Δεν υπάρχει `this` για τις `static` συναρτήσεις
 - `static` δεδομένα και συναρτήσεις υπάρχουν ανεξάρτητα από τα αντικείμενα

employee2.h (1 of 2)

```

1 // Fig. 7.17: employee2.h
2 // Employee class definition.
3 #ifndef EMPLOYEE2_H
4 #define EMPLOYEE2_H
5
6 class Employee {
7
8 public:
9     Employee( const char *, const char * ); // constructor
10    ~Employee(); // destructor
11    const char *getFirstName() const; // return first name
12    const char *getLastName() const; // re
13
14    // static member function
15    static int getCount(); // return # obje
16
17 private:
18     char *firstName;
19     char *lastName;
20
21    // static data member
22    static int count; // number of objects instantiated
23
24 }; // end class Employee
25

```

static member function can only access **static** data members and member functions.

static data member is class-wide data.

employee2.h (2 of 2)

employee2.cpp
(1 of 3)

```

26 #endif

1 // Fig. 7.18: employee2.cpp
2 // Member-function definitions for class Employee.
3 #include <iostream>
4
5 using std::cout;
6 using std::endl;
7
8 #include <new>           // C++ standard new operator
9 #include <cstring>      // strcpy and strlen prototypes
10
11 #include "employee2.h" // Employee class
12
13 // define and initialize static data member
14 int Employee::count = 0;
15
16 // define static member function that returns
17 // Employee objects instantiated
18 int Employee::getCount()
19 {
20     return count;
21
22 } // end static function getCount

```

Initialize **static** data member exactly once at file scope.

static member function accesses **static** data member **count**.



employee2.cpp

```

23
24 // constructor dynamically allocates space for
25 // first and last name and uses strcpy to copy
26 // first and last names into the object
27 Employee::Employee( const char *first, const char *last)
28 {
29     firstName = new char[ strlen( first ) + 1 ];
30     strcpy( firstName, first );
31
32     lastName = new char[ strlen( last ) + 1 ];
33     strcpy( lastName, last );
34
35     ++count; // increment static count
36
37     cout << "Employee constructor for " << firstName
38         << " " << lastName << " called." << endl;
39
40 } // end Employee constructor
41
42 // destructor deallocates dynamically allocated memory
43 Employee::~Employee()
44 {
45     cout << "~Employee() called for " << firstName
46         << " " << lastName << endl;
47

```

new operator dynamically allocates space.

Use **static** data member to store total **count** of employees.

employee2.cpp
 (3 of 3)

```

48 delete [] firstName; // recapture memory
49 delete [] lastName; // recapture memory
50
51 --count; // decrement static count of employees
52
53 } // end destructor ~Empl
54
55 // return first name of employee
56 const char *Employee::getFirstName() const
57 {
58     // const before return type prevents client from modifying
59     // private data; client should copy returned string before
60     // destructor deletes storage to prevent undefined pointer
61     return firstName;
62
63 } // end function getFirstName
64
65 // return last name of employee
66 const char *Employee::getLastName() const
67 {
68     // const before return type prevents client from modifying
69     // private data; client should copy returned string before
70     // destructor deletes storage to prevent undefined pointer
71     return lastName;
72
73 } // end function getLastName

```

Use **static** data member to store total **count** of employees.

allocates

**fig07_19.cpp**
(1 of 2)

```
1 // Fig. 7.19: fig07_19.cpp
2 // Driver to test class Employee.
3 #include <iostream>
4
5 using std::cout;
6 using std::endl;
7
8 #include <new>           // C++ standard new operator
9
10 #include "employee2.h" // Employee class definition
11
12 int main()
13 {
14     cout << "Number of employees before instantiation is "
15          << Employee::getCount() << endl; // use class name
16
17     Employee *e1Ptr = new Employee( "Susan", "Baker" );
18     Employee *e2Ptr = new Employee( " " );
19
20     cout << "Number of employees after instantiation is "
21          << e1Ptr->getCount();
22
```

new operator dynamically
allocates space.

static member function
can be invoked on any object
of class.



fig07_19.cpp (2 of 2)

```

23 cout << "\n\nEmployee 1: "
24     << e1Ptr->getFirstName()
25     << " " << e1Ptr->getLastName()
26     << "\n\nEmployee 2: "
27     << e2Ptr->getFirstName()
28     << " " << e2Ptr->getLastName() << "\n\n";
29
30 delete e1Ptr; // recapture memory
31 e1Ptr = 0;    // disconnect pointer from free-store space
32 delete e2Ptr; // recapture memory
33 e2Ptr = 0;    // disconnect pointer from free-store space
34
35 cout << "Number of employees after deleting objects from
36     << Employee::getCount() << "\n\n";
37
38 return 0;
39
40 } // end main

```

Operator
memory

static member function
invoked using binary scope
resolution operator (no
existing class objects).

**fig07_19.cpp
output (1 of 1)**

```
Number of employees before instantiation is 0  
Employee constructor for Susan Baker called.  
Employee constructor for Robert Jones called.  
Number of employees after instantiation is 2
```

```
Employee 1: Susan Baker
```

```
Employee 2: Robert Jones
```

```
~Employee() called for Susan Baker
```

```
~Employee() called for Robert Jones
```

```
Number of employees after deletion is 0
```

7.8 Αφαίρεση Δεδομένων και Απόκρυψη Πληροφορίας

- Απόκρυψη πληροφορίας
 - Οι τάξεις κρύβουν λεπτομέρειες της υλοποίησης από τους πελάτες
 - Π.χ. : δομή δεδομένων στοίβας
 - Δεδομένα προστίθενται (pushed)
 - Δεδομένα αφαιρούνται (popped)
 - Δομή Last-in, first-out (LIFO)
 - Ο πελάτης θέλει μόνο μια LIFO δομή δεδομένων
 - Δε τον ενδιαφέρει πως υλοποιείται η στοίβα
- Αφαίρεση δεδομένων
 - Περιγράφει τη λειτουργικότητα της τάξης ανεξάρτητα από την υλοποίηση

7.8 Αφαίρεση Δεδομένων και Απόκρυψη Πληροφορίας

- Abstract data types (ADTs)
 - Προσεγγίσεις/ μοντέλα πραγματικών εννοιών και συμπεριφοράς
 - `int`, `float` είναι μοντέλα για αριθμούς
 - Αναπαράσταση δεδομένων
- C++ επεκτάσεις
 - Οι Standard τύποι δεδομένων δε μπορούν να τροποποιηθούν αλλά μπορούν να δημιουργηθούν νέοι

7.8.1 Παράδειγμα: Πίνακας Abstract Data Type

- ADT πίνακας
 - Μπορεί να περιλαμβάνει
 - Έλεγχο πεδίου τιμών του δείκτη
 - Κάθε δυνατό πεδίο τιμών
 - Αντί να αρχίζει πάντα από το 0
 - Ανάθεση
 - Σύγκριση
 - Εισαγωγή και Εκτύπωση
 - Πίνακες που γνωρίζουν το μέγεθός τους
 - Πίνακες που επεκτείνονται δυναμικά

7.8.2 Παράδειγμα: String Abstract Data Type

- Συμβολοσειρές στη C++
 - Η C++ δεν έχει τύπο `string`
 - Παρέχει μηχανισμό για δημιουργία και υλοποίηση `string` abstract data type
 - ANSI/ISO standard `string`

7.9 Εμπειριέχουσες τάξεις και Επαναλήπτες

- Container classes (collection classes)
 - Έχουν σχεδιαστεί να έχουν συλλογές από αντικείμενα
 - Κοινές υπηρεσίες
 - Εισαγωγή, διαγραφή, αναζήτηση, ταξινόμηση
 - Παραδείγματα
 - Πίνακες, στοίβες, ουρές, δένδρα, διασυνδεδεμένες λίστες
- Επαναλήπτες (iterators)
 - Επιστρέφουν το επόμενο στοιχείο μιας συλλογής
 - Ή ενεργούν πάνω στο επόμενο στοιχείο
 - Μπορεί να υπάρχουν πολλοί επαναλήπτες
 - Ως ένα βιβλίο με πολλούς σελιδοδείκτες
 - Κάθε επαναλήπτης έχει τη δική του «θέση»

7.10 Τάξεις Proxy

- Proxy class
 - Κρύβουν την υλοποίηση μιας άλλης τάξης
 - Γνωρίζει μόνο τα `public` interface της τάξης που κρύβει
- Forward class δήλωση
 - Χρησιμοποιείται όταν η δήλωση της τάξης χρησιμοποιεί δείκτη σε άλλη τάξη
 - Δεν απαιτείται header file
 - Δηλώνει την τάξη πριν την αναφορά
 - Μορφή:

```
class classToLoad;
```


**implementation.h**
(1 of 2)

```
1 // Fig. 7.20: implementation.h
2 // Header file for class Implementation
3
4 class Implementation {
5
6 public:
7
8     // constructor
9     Implementation( int v )
10         : value( v ) // initialize value with v
11     {
12         // empty body
13
14     } // end Implementation constructor
15
16     // set value to v
17     void setValue( int v )
18     {
19         value = v; // should validate v
20
21     } // end function setValue
22
```

public member function.

**implementation.h
(2 of 2)**

```
23 // return value
24 int getValue() const
25 {
26     return value;
27
28 } // end function getValue
29
30 private:
31     int value;
32
33 }; // end class Implementation
```

public member function.

interface.h (1 of 1)

```

1 // Fig. 7.21: interface.h
2 // Header file for interface.cpp
3
4 class Implementation; // forward class declaration
5
6 class Interface {
7
8 public:
9     Interface( int );
10    void setValue( int ); // same public in
11    int getValue() const; // class Implemen
12    ~Interface();
13
14 private:
15
16    // requires previous forward declarat
17    Implementation *ptr;
18
19 }; // end class Interface

```

Provide same **public** interface as class **Implementation**; recall **setValue** and **getValue** only **public** member functions.

Pointer to **Implementation** object requires forward class declaration.



interface.cpp (1 of 2)

```

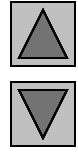
1 // Fig. 7.22: interface.cpp
2 // Definition of class Interface
3 #include "interface.h" // Interface class definition
4 #include "implementation.h" // Implementation class definition
5
6 // constructor
7 Interface::Interface( int v )
8     : ptr ( new Implementation( v ) ) //
9 {
10     // empty body
11
12 } // end Interface constructor
13
14 // call Implementation's setValue function
15 void Interface::setValue( int v )
16 {
17     ptr->setValue( v );
18
19 } // end function setValue
20

```

Maintain pointer to underlying **Implementation** object.

includes header file for class **Implementation**.

Invoke corresponding function on underlying **Implementation** object.



Invoke corresponding function on underlying **Implementation** object.

Deallocate underlying **Implementation** object.

```
21 // call Implementation's getValue function
22 int Interface::getValue() const
23 {
24     return ptr->getValue();
25
26 } // end function getValue
27
28 // destructor
29 Interface::~Interface()
30 {
31     delete ptr;
32
33 } // end destructor ~Interface
```



fig07_23.cpp
(1 of 1)

fig07_23.cpp
output (1 of 1)

```

1 // Fig. 7.23: fig07_23.cpp
2 // Hiding a class's private data with a proxy class.
3 #include <iostream>
4
5 using std::cout;
6 using std::endl;
7
8 #include "interface.h" // Interface class definition
9
10 int main()
11 {
12     Interface i( 5 );
13
14     cout << "Interface contains: " << i.getValue()
15         << " before setValue" << endl;
16
17     i.setValue( 10 );
18
19     cout << "Interface contains: " << i.getValue()
20         << " after setValue" << endl;
21
22     return 0;
23
24 } // end main

```

Only include proxy class header file.

Create object of proxy class **Interface**; note no mention of **Implementation** class.

Invoke member functions via proxy class object.

```

Interface contains: 5 before setValue
Interface contains: 10 after setValue

```