كلية الهندسة – قسم المعلوماتية

مقرر برمجة 2

ا. د. علي سليمان

محاضرات الأسبوع الثاني والثالث

classes

الفصل الأول 2024-2025

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

محتوى الفصل

1. Create and use classes.
2. Distinguish between public and private class members.
3. Define the relationship between items and records.
4. Determine the relationship between items and units.
5. Defining and using friendly methods.
6. using friendly methods and friendly classes.
7. Definition and use of const member methods and const objects.
8. Defining the constructer and deconstructer functions and the copyconstructer .
9. Use static member and static classes.
10. Using objects and dealing with them within the functions.

1. إنشاء الأصناف واستخدامها.
2. التمييز بين أعضاء الصنف العامة والخاصة.
3. تحديد العلاقة بين العناصر والسجلات.
4. تحديد العلاقة بين العناصر والوحدات.
5. تحديد واستخدام التوابع الصديقه.
6. تعريف واستخدام التوابع الصديقة والأصناف الصديقة.
7. تعريف واستخدام التوابع الأعضاء الثابتة والأغراض الثابتة.
8. تعريف توابع البناء وتوابع الهدم للصنف واستخداماتها والباني الناسخ.
9. استخدام الأعضاء الساكنة والأصناف الساكنة.
10. استخدام الأغراض والتعامل معها ضمن التوابع ومع المؤشرات والمراجع.

المحاضرة من المراجع :

[1]- Deitel & Deitel, C++ How to Program, Pearson; 10th Edition (February 29, 2016)

[2]- د.علي سليمان, البرمجة غرضية التوجه في لغة ++C 2009-2010

مقدمة Introduction

- **primitive types or built-in types:** هي **int، float، double، char, Bool** .

- **compound type:** تمثل مجموعة من العناصر أو القيم من نوع بيانات بسيط درسنا منها **strings, arrays**.

- درسنا **procedural programming paradigm (procedures، functions، subroutines)** لإنجاز المهام المختلفة. حيث اعتمدنا على المنهجية التالية في حل المسائل:

✓ تحديد المهام الأساسية الواجب إنجازها لحل المسألة، والتي قد تتضمن تقسيم المسألة إلى مسائل فرعية أبسط وتحديد مهام فرعية لهذه المسائل الفرعية.

✓ إنشاء الأفعال اللازمة لأداء هذه المهام والمهام الفرعية كبرامج فرعية، تمرير عناصر البيانات المراد معالجتها من برنامج فرعي إلى آخر.

✓ تجميع هذه البرامج الفرعية مع بعضها لتشكيل برنامج واحد أو ربما مجموعة من البرامج والوحدات النمطية **modules** والمكتبات **libraries** والتي تشكل مجتمعة نظاماً لحل المسألة.

Introduction مقدمة

جَـامعة المَـنارة
MANARA UNIVERSITY

- تمت تسمية هذا النموذج الإجرائي للبرمجة نموذج موجـه بالأحداث action-oriented وتم اتباع المنهجية التالية في تصميم البرنامج:
  1. تحديد الأغراض objects في المسألة.
     1. ....
  2. تحديد العمليات operations في المسألة .
     1. إذا لم تكن العمليات مسبقة التعريف predefined، يجب كتابة توابع لأدائها.
     2. إذا كانت هذه التوابع مفيدة من أجل مسائل أخرى يجب تخزينها في مكتبة library.
  3. تنظم هذه الأغراض والعمليات ضمن خوارزمية.
  4. ترميز هذه الخوارزمية على شكل برنامج.
  5. اختبار، تنفيذ البرنامج.
  6. أجراء عمليات الصيانة والتعديل على البرنامج.
- جاءت البرمجة غرضية التوجه Object Oriented Programming لتقدم قراءة جديدة ومطورة للنموذج بالأحداث Action Oriented وللمنهجية المعتمدة في تصميم البرنامج.
- جاءت هذه القراءة انطلاقاً من محاولة الإجابة على السؤالين التاليين:

مقدمة　Introduction

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

- ماذا لو كانت أنماط البيانات Pre-defined data types غير ملائمة لطبيعة الأنماط في المسألة ؟.
- الحاجة لأنماط البيانات بحيث تملك خاصية إخفاء المعلومات Information hiding، أي إمكانية قيام الأغراض بالاتصال ببعضها البعض من خلال واجهات معرفة ومحددة بدون أمكانية معرفة كيف تم تطويرها (بمعنى آخر إخفاء التفاصيل المتعلقة بها عن الأغراض الأخرى)؟.

✓ الحل يكون بإنشاء نمط بيانات جديد لنمذجتها.
✓ الاعتماد على مفهوم البرمجة غرضية التوجه والذي يقوم على أساس الاهتمام بالأغراض Objects المأخوذه من السجلات struct أو الأصناف Classes .
✓ إذا كان النمط المعرف متعدد الصفات ويملك عدة أفعال خاصة بالتعامل معه، يجب استخدام الأصناف في نمذجته والمطوره عن السجل struct في لغة C.

Structures السجلات

- السجل: مجموعة مرتبة من العناصر، قد تكون من أنواع محتلفة، وتعرف بعناصر السجل واحياناً أعضاء السجل members أو حقول السجل fields. ويمكن الوصول إلى كل عنصر من السجل بشكل مباشر وبالتالي يمكن التعامل مع القيم أو تخزينها في هذا العنصر.
- يختلف السجل عن المصفوفة كون عناصر المصفوفة يجب أن تكون من النوع نفسه.
- تعريف السجل: يمكن أن يتم تعريف السجل بالصيغة العامة المبسطة التالية:

```
struct structName
{     Declarations of members    };
```

- يبتدئ تعريف السجل بالكلمة المفتاحية struct متبوعة باسم السجل (والذي يمكن أن يكون أي اسم يختاره المبرمج وفقاً لقواعد تسمية المعرفات التي تعرفنا عليها في مساقات سابقة).
- تعريف عناصر السجل بين قوسي بداية ونهاية كتلة برمجية حيث يمكن للعناصر أن تكون من أي نوع.
- ينتهي تعريف السجل بفاصلة منقوطة.
- حيث يتم وضع هذا التعريف ضمن قسم التضمينات للبرنامج. كما يمكن تعريف السجل بصيغة أكثر تعقيداً وتركيباً كما يلي:

```
struct structName
{ private:        Declarations of private members
public:       Declarations of public members     };
```

السجلات Structures

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

- الكلمتان المفتاحيتان private و public محددا وصول access specifiers يعلنان أن ما هو معرف بعدهما يمكن الوصول إليه من قبل أجزاء الغرض نفسه (private) أو من قبل جميع أجزاء البرنامج (public)على الترتيب.
- بعد تعريف السجل فإنه يصبح نوع بيانات ومن الممكن البدء باستخدامه من خلال التصريح عن متحولات من هذا النوع، حيث يأخذ التصريح الشكل العام التالي:

1. structName objStruct_name;
2. structName objStruct_name={initializer_list};

في الشكل الأول، تم التصريح عن متحول يدعى objStruct_name من النمط الذي قمنا بتعريفه حيث يطلب إلى المنقح أن يقوم بحجز قطاع من مو اقع الذاكرة لتخزين الأغراض من الأنماط المحددة وإطلاق الاسم objStruct_name على هذا القطاع.

في الشكل الثاني، تكون أنماط القيم المحددة في لائحة القيم الابتدائية initializer_list متو افقة مع أنماط الأعضاء المقابلة لها في التصريح عن السجل وتستخدم لإعطاء قيم ابتدائية لعناصر البيانات للمتحول من نوع السجل .

ملاحظة هامة: يمكن لأعضاء السجل أن تكون عناصر بيانات أو تو ابع خاصة بالتعامل مع عناصر البيانات تلك، إلا أننا سنقتصر في عرضنا المقتضب هذا لموضوع السجلات على تعريف سجلات أعضاؤها هي عناصر بيانات فقط، كما أننا سنقتصر على تعريف سجلات بدون استخدام محددات الوصول حيث يكون محدد الوصول الافتراضي في هذه الحالة هو public أي يمكن الوصول لأعضاء السجل من قبل كامل أجزاء البرنامج، وسيصار عند الانتقال لموضوع الأصناف التوسع أكثر في هذا الأمر.

Examples of struct

أمثلة عن السجلات 1

جَـامعة المَـنارة
MANARA UNIVERSITY

يمكن كما سبق وذكرنا أن يتم إنشاء متحول من النوع Time مع إسناد قيم ابتدائية لعناصره باستخدام الشكل التالي:

```
struct Time
{    int Hour;        //0-23
     int Minute;       //0-59
     int second;      //0-59
};
Time lunch={14,30,00,':'};
```

	Hour	Minute	second	Sep
Lunch	14	30	00	:

حيث تعطى القيم الابتدائية للعناصر كما سبق:

تعريف النمط Date باستخدام السجلات:

بشكل مشابه، يمكن تعريف النمط Date الذي يستخدم للتعامل مع بيانات التاريخ (اليوم، الشهر، السنة) كما يلي:

```
struct Date
{    int day;            //1-31
     int month;          //1-12
     int year;          //any valid year
};
Date d;
Date birthDate ={17,4,2005};
```

كما في الأمثلة:Dateوبالمثل، يمكن التصريح عن متحولات من النمط

Examples of struct

أمثلة عن السجلات 2

تعريف النمط Employee باستخدام السجلات: النمط Employee الذي يستطيع التعامل مع بيانات موظف في شركة أو مؤسسة، ويمتلك الموظف الصفات التالية: الرقم الذاتي، الاسم الأول، الاسم الأخير، القسم. يمكن استخدام السجلات لتحقيق هذا التعريف:

```
struct Employee
{       int ID;
        char firstName[25];
        char lastName[25];
        char department[100];
};
```

وبالمثل، يمكن التصريح عن متحولات (كائنات)من النمط Employee كما يلي:

```
Employee manager1;
Employee manager={2518,"Ahmad","Ali","Programming"};
```

يمكن تمثيل الموظف manager في التصريح الثاني كما يلي:

	ID	firstName	lastName	department
Manager	2518	Ahmad	Ali	Programming

Examples of struct

أمثلة عن السجلات 3

تعريف النمط Point باستخدام السجلات:

نختتم أمثلتنا بتعريف النمط Point الذي يمكن أن يستخدم للتعامل مع نقطة في جملة الإحداثيات الديكارتية، حيث تعرف النقطة من خلال إحداثياتها على محوري السينات والعينات.

```
struct Point
{    double x;     double y;      };
```

وكأمثلة للتصريح عن متحولات من النمط Point:

```
Point c; Point center={0,0};
```

لتعريف السجل لا بحجز أي حيز ضمن الذاكرة، فهو ليس سوى تعريف لنمط بيانات جديد يمكن أن يستخدم للتصريح عن كائنات بنفس الطريقة المستخدمة للتصريح عن متحولات من أنماط أخرى، فمثلاً:

```
Point  p;
Point  pA[10];
Point  *pptr=&p;
Point  &pref=p;
```

- `Point p;` ← تعريف كائن p من النمط Point
- `Point pA[10];` ← تعريف مصفوفة اسمها pA من 10كائنات من النمط Point
- `Point *pptr=&p;` ← تعريف مؤشر الى كائن pptr يحوي عنوان الكائن p من النمط Point
- `Point &pref=p;` ← تعريف مرجع اسمه pref للكائن p من النمط Point

Accessing Struct fields

الوصول إلى حقول السجل

جَـامعة المَـنارة
MANARA UNIVERSITY

- يتم الوصول إلى حقول سجل لمعرفة قيمها أو تعديلها ويكون باستخدام معاملات الوصول إلى الحقول **Access operators** وهي المعامل نقطة (.) **dot operator** الذي يستخدم مع التعريف العادي للمتحولات أو التعريف بالمرجع،
- ويستخدم معامل السهم **arrow operator** (<-) في حال استخدام المؤشرات في التعريف، ويمكن الاستغناء عن السهم واستخدام النقطة مع مؤشر إلى حقل السجل حيث يوضع بين قوسين كما يلي **(*fildName)** .

تفيد هذه المعاملات في الوصول إلى حقول السجل باستخدام اسم الكائن الذي يعبر عن ذلك السجل من خلال الصيغة العامة التالية:

```
Struct_object.member_name;
Struct_object->member_name;  //or Struct_object.(*member_name);
```

فمثلاً: لإدخال قيمة للعنصر **hour** للكائن **lunch** من النوع **Time** يمكن أن نكتب:

```
cin>>lunch.hour;
```

لعرض قيمة العنصر **lastName** لكائن **manager** من النمط **Employee** ونكتب:

```
cout<<manager.lastName;
```

- لاختبار قيمة العنصر **month** للكائن **d** من النمط **Date** فيما إذا كانت صالحة والمشتق بالمؤشر يمكن كتابة المقطع التالي:

```
if (d->month>12 || d ->month<1)     cout<<"Not a valid month";
```

أو

```
if (d.(*month)>12 || d.(*month)<1)  cout<<"Not a valid month";
```

كما يجب التنويه بأهمية وجود * مابين القوسين لتحقيق اولوية التنفيذ.

Structs in memory

تخزين السجلات في الذاكرة

جامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

- الوصول إلى عنصر من عناصر المصفوفة يتم على مرحلتين:
  - ✓ الأولى معرفة عنوان المصفوفة ضمن الذاكرة.
  - ✓ الثانية إجراء انزياح ضمن الذاكرة بمقدار حجم النوع مضروب بعدد العناصر السابقه لهذا العنصر.

- ✓ بشكل مشابه تماماً، يتم تخزين السجلات ضمن الذاكرة ولكن مع فارق أن عملية الوصول إلى عنصر ما ضمن السجل قد يكون أكثر تعقيداً لأن عناصر السجل قد تكون من أنواع مختلفة وبالتالي تحتاج إلى حجوم مختلفة ضمن الذاكرة.

- ✓ لتوضيح هذه العملية، ليكن لدينا السجل **Employee** الذي قمنا بتعريفه في الفقرة السابقة، وقمنا بالتصريح عن كائن من نوع هذا السجل كما يلي:

```
Employee manager;
```

بفرض أن القيم **int** تحتاج إلى **4bytes** لكي تخزن، القيم **char** تحتاج إلى **1byte**. إن التصريح عن السجل **manger** يطلب من المنقح أن يقوم بحجز قطاع من الذاكرة حجمه **154bytes** لتخزين قيم هذا السجل، أول عنوان في هذا القطاع يدعى عنوان الأساس **base address**، البايتات الأربعة بدءاً من العنوان الأساس مخصصة للعضو **manger.ID**، البايتات الخمس والعشرون التالية مخصصة للعضو **manger.firstName**...وهكذا.

Structs within structs

تعريف السجلات ضمن السجلات

بما أن أعضاء السجل يمكن أن تكون من أي نمط، فإنها ليس بالضرورة أن تكون من أنماط بسيطة، وإنما يمكن أن تكون من أنماط بيانات بنيوية كالمصفوفات أو السجلات.

يمكن تطوير التعريف السابق للسجل Employee بإضافة العنصرين: تاريخ الميلاد، تاريخ التعيين كما يلي:

```
   struct Employee
{   int ID;
    char firstName[25];
    char lastName[25];
    char department[100];
    Date birth;
    Date hire;
};
```

طبعاً يجب أن يكون السجل Date قد تم تعريفه قبل أن يتم استخدامه.

في هذه الحالة يمكن الوصول إلى عناصر السجل من النوع Date لعرض قيمتها على سبيل المثال، كما يلي:

```
Employee manager;      cout<<manager.birth.month;
```

تدعى السجلات التي تحتوي في تعريفها على سجلات أخرى باسم السجلات المتداخلة **nested structures** وتدعى أحياناً السجلات الشجرية **hierarchical structures**.

النمط Time المعرف من قبل المستخدم باستخدام السجلات 1

سنفوم بتعريف تابعين يستخدمان النمط Time، الأول printUniversal لطباعة الوقت بالصيغة العسكرية والثاني printStandard لطباعة الوقت بالصيغة المعيارية.

لاحظ أن تابعي الطباعة يأخذان كوسيط عناوين البنية السجل Time على شكل ثوابت مما يؤدي إلى تمرير هذه السجلات إلى تابع الطباعة من خلال عناوينها (دون القيام بنسخها كما هو الحال عند تمريرها بالقيمة) ثم يستخدم هذان التابعان الواصف const لمنع تعديل القيم المرتبطة بهذا السجل.

```
#include "stdafx.h"
#include <iostream>
#include <iomanip>
using namespace std;
// structure definition
struct Time {
   int hour;     // 0-23 (24-hour clock format)
   int minute;   // 0-59
   int second;   // 0-59
    char sep;    // :
}; // end struct Time
```

النمط Time المعرف من قبل المستخدم باستخدام السجلات 2

```cpp
void printUniversal( const Time &) ;  // prototype
void printStandard( const Time &) ;   // prototype
int main()
{
   Time dinnerTime;   // variable of new type Time
   dinnerTime.hour = 18; // set hour member of dinnerTime
   dinnerTime.minute = 30;  // set minute member of dinnerTime
   dinnerTime.second = 0;   // set second member of dinnerTime
   dinnerTime.sep = ':';
   cout << "Dinner will be held at ";   printUniversal( dinnerTime) ;
   cout << " universal time,\nwhich is "; printStandard( dinnerTime) ;
   cout << " standard time.\n";
   dinnerTime.hour = 29;    // set hour to invalid value
   dinnerTime.minute = 73;  // set minute to invalid value
```

نموذج التابع printUniversal

نموذج التابع printStandard

تعريف كائن dinnerTime

اسناد قيم الحقول

```
   cout << "\nTime with invalid values: ";    printUniversal( dinnerTime) ;
    cout << endl;   system ("pause");   return 0;
} // end main

// print time in universal-time format
void printUniversal( const Time &t)
{   cout << setfill( '0') << setw( 2) << t.hour <<t.sep
        << setw( 2) << t.minute <<t.sep<< setw( 2) << t.second;
} // end function printUniversal

// print time in standard-time format
void printStandard( const Time &t)
{   cout << (( t.hour == 0 || t.hour == 12) ?
             12: t.hour % 12) <<t.sep << setfill( '0')
        << setw( 2) << t.minute <<t.sep<< setw( 2) << t.second
        << (t.hour < 12 ? " AM": " PM") ;
} // end function printStandard
```

كود تابع printUniversal

كود تابع printStandard

الأصناف والأغراض 1

Classes and objects

الأصناف classes : أسلوباً لتعريف بنى معطيات مركبة من قبل المستخدم، ذلك لتحقيق هدفين رئيسين:

- ✓ الأول بناء أنماط بيانات مجردة ADT's تكون فيها عناصر البيانات وتوابع العمليات مغلفة encapsulated في بنية واحدة.
- ✓ الثاني هو الانتقال إلى الأسلوب الغرضي التوجه object-oriented بدلاً من الأسلوب الإجرائي procedural.

تعريف الصنف: يتم إنشاء الأصناف باستخدام الكلمة المفتاحية class وذلك وفق أحد الشكلين الشائعين التاليين:

الشكل الأول:

```
class  ClassName
   {  public:     declarations of public members
      private:    declarations of private members
    };
```

الشكل الثاني:

```
class  ClassNam
   {  private:                    //this keyword  is optional
             declarations of private members
      public:     declarations of public members};
```

بالنظر إلى الشكلين السابقين يمكن أن نسجل بعض الملاحظات:

جامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

الأصناف والأغراض 2

1. تستخدم الكلمتان المفتاحيتان **private** و **public** للتحكم بالوصول إلى أعضاء الصنف وتسميان محددات الوصول **access specifiers** (يمكن أن يتضمن تعريف الصنف محدد وصول إضافي **protected**). الأعضاء المعرفة ضمن القسم **private** مخفية، ويمكن الوصول إليها من قبل أعضاء الصنف و(التوابع، الأصناف) الأصدقاء **friend (functions, class)**، في حين أن الأعضاء المعرفة ضمن القسم **public** مرئية ويمكن الوصول إليها من قبل جميع أجزاء البرنامج.

2. تكون أعضاء الصنف خاصة **private** بشكل افتراضي، لذلك نرى في الشكل الثاني أن ذكر المحدد **private** اختياري يمكن حذفه، إلا أنه يذكر عادة من أجل زيادة الوضوح.

3. يمكن أن يحتوي تعريف الصنف على عدة أجزاء خاصة وعدة أجزاء عامة (على الرغم من أن ذلك ليس شائع الاستخدام)، في هذه الحالة تحدد الكلمة **private** بداية الجزء الخاص وينتهي هذا الجزء بنهاية الصنف أو ظهور بداية لمحدد آخر وينطبق هذا التعريف على المحددات الأخرى مثل **public, protected ,** ويلي المحدد (:).

4. إن ترتيب الأجزاء العامة والخاصة ليس مهماً، فبعض المبرمجين يفضلون وضع الجزء العام أولاً والبعض الآخر يفضلون الجزء الخاص أولاً.

5. ينصح عموماً بتعريف البيانات الأعضاء ضمن القسم **private** وتعريف توابع وصول إلى هذه البيانات ضمن القسم **public** لأن ذلك يساعد في حصر التعامل مع القسم الخاص بالتوابع الأعضاء أو بالتوابع، الاصناف الأصدقاء المرتبطة بالصنف.

الأصناف والأغراض 3

Classes and objects

جـامعة المَـنارة
MANARA UNIVERSITY

- يمكن أن يتم التصريح عن أغراض باستخدام الصيغة العامة التالية:

```
ClassName  object_name;
```

- يمكن النظر إلى الصنف على أنه تجريد منطقي **logical abstraction** بينما يمتلك الغرض وجوداً فيزيائياً **physical exsistence**، بكلمات أخرى الغرض هو عبارة عن نسخة أو حالة **instance** من الصنف.

- أوجه التشابه بين الأصناف والسجلات، يمكن أن نلخصها بما يلي:
  - ✓ كلاهما يمكن أن يستخدما لنمذجة الأغراض ذات الخصائص المختلفة والممثلة كعناصر بيانات. وبالتالي فهما يستخدمان لتنظيم مجموعات البيانات غير المتجانسة.
  - ✓ كلاهما يملكان عموماً نفس الصيغة **syntax**.

- الاختلاف والذي نلخصه بالقول:
  - ✓ أعضاء الصنف تكون خاصة **private** (افتراضياً) وأعضاء السجل تكون عامة (افتراضياً). وفي ++C يمكن التصريح عنها بشكل صريح لتكون خاصة .

Examples of class

أمثلة عن الأصناف 1

تعريف الصنف Time المستخدم مع بيانات الوقت:

```
class Time {
public:   Time();                    // constructor
   void setTime(int,int,int,char);//set hour,minute,second,sep
   void printUniversal()           // print universal-time format
   void printMilitary()            // print Military-time format
private:
   int hour;     // 0 - 23 (24-hour clock format)
   int minute;   // 0 - 59
   int second;   // 0 - 59
   char sep;     // :
}; // end class Time
```

حيث تم تحديد قيمة الوقت من خلال تحديد الساعة، الدقيقة، الثانية و الرمز الفاصل.

أمثلة عن الأصناف 2

Examples of class

- ✓ يبدأ تعريف الصنف Time بالكلمة المفتاحية class.
- ✓ ويتم تحديد جسم الصنف من خلال القوسين { و } .
- ✓ وينتهي التعريف دوماً بفاصلة منقوطة.
- ✓ يتضمن التعريف الحقول الاربع الضروريه له hour، minute، second، sep .

- يتضمن تعريف الصنف Time نماذج لتعريف التوابع الأعضاء للصنف ضمن الجزء public وهي Time، setTime، printMilitary و printStandard. تشكل التوابع السابقة التوابع الأعضاء العامة public member functions أو الخدمات العامة public services أو واجهة الصنف class interface.
  - ✓ نسمي التابع العضو الذي يحمل نفس اسم الصنف بتابع البناء constructor المرتبط بذلك الصنف.
  - ✓ يقوم هذا التابع بإعطاء قيم ابتدائية إلى المعطيات الأعضاء لكل غرض من أغراض الصنف.
  - ✓ يتم استدعاؤه تلقائياً عند إنشاء الغرض.
- تعريف الصنف لا يقوم بحجز أي حيز ضمن الذاكرة، فهو ليس سوى تعريف لنمط بيانات جديد يمكن أن يستخدم للتصريح عن كائنات بنفس الطريقة المستخدمة للتصريح عن متحولات من أنماط أخرى، مثلاً عند السجلات بالكائن، المصفوفه، المؤشر والمرجع.

Examples of class

أمثلة عن الأصناف 3

```
Date d;
Date dA[10];
Date *dptr=&d;
Date &dref=d;
```

تعريف كائن d من النمط Date

تعريف مصفوفة اسمها dA من 10كائنات من النمط Date

تعريف مؤشر الى كائن dptr يحوي عنوان الكائن d من النمط Date

تعريف مرجع اسمه dref للكائن d من النمطDate

تعريف النمط Date: بشكل مشابه، يمكن تعريف النمط Date كما يلي:

```
class Date {
public:     Date();              //constructor
            void print();
private:    int month;     int day;     int year;
}; // end class Date
```

- ويمكن التصريح عن متحولات من النمط Date كما يلي: Date d;
- وبالمثل يمكن تعريف Employee (يترك للطالب) أما الصنف Point سنضيف عليه توابع الادخال والاستعاده.

```
class Point {
public:
   Point();                  // constructor
   void setX( int) ;         // set x in coordinate pair
   int getX();               // return x from coordinate pair
   void setY( int) ;         // set y in coordinate pair
   int getY();               // return y from coordinate pair
   void print();             // output Point object
private:
   int x;                    // x part of coordinate pair
   int y;                    // y part of coordinate pair
}; // end class Point
```

الوصول إلى عناصر الصنف، مجال الرؤية وتوابع الوصول 1

- access specifiers: تقوم هذا المحددات بتحديد مجال رؤية scope مكونات الصنف.
- البيانات الأعضاء والتوابع الأعضاء لصنف تقع ضمن مجال رؤية الصنف class scope.
- التوابع غير الأعضاء ضمن مجال رؤية الملف file scope.
- التوابع الأعضاء المكتوبه ضمن الصنف يمكنها الوصول إلى أعضائه بعد ذكر اسمها فقط.
- التوابع الأعضاء المكتوبه خارج الصنف يمكن الوصول إليها من خلال اسم غرض أو عنوان غرض أو مؤشر على غرض مرتبط به.
- يمكن إجراء عملية تحميل زائد على التوابع الأعضاء لصنف وذلك بواسطة التوابع الأعضاء الأخرى التابعة للصنف نفسه، للقيام بذلك، يكفي ذكر تعريف نموذج كل نسخة من نسخ التابع الذي نرغب تنفيذ عملية التحميل الزائد عليه ضمن جسم تعريف الصنف ثم نذكر تعريفاً مفصلاً لكل نسخة من هذه النسخ.

- إذا تم تعريف متحول ضمن جسم تعريف تابع عضو باستخدام نفس الاسم لمتحول ضمن مجال رؤية الصنف، فإن مجال رؤية الصنف يقوم بإخفاء المتحول الموجود ضمنه ويعزله عن متحول مجال رؤية التابع، ويمكن عندها الوصول إلى المتحول المخفي باستخدام عملية تحديد مجال الرؤية :: على اسم الصنف.

- يمكن الوصول إلى أعضاء صنف من خارج مجال رؤية الصنف باستخدام معامل النقطة (.) **dot operator** مع اسم غرض أو أي عنوان له، ويمكن استخدام معامل السهم **arrow operator** (->) بدل (.) إذا كان الغرض معرف بمؤشر.

- يمكن أن يتم تعريف التابع العضو ضمن جسم الصنف بشكل مباشر من خلال ذكر نموذج التصريح وعندها يجب أن يعريف خارج جسم الصنف وعندها تستخدم العملية الثنائية لتحديد مجال الرؤية (::) **pinary scope resolution operator** حيث يتم ذكر اسم الصنف متبوعاً بهذا المعامل ومن ثم تعريف التابع.

- إذا تم تعريف التابع العضو ضمن تعريف الصنف، فإنه يأخذ تلقائياً صفة التابع السطري **inline function**، ويمكن للتابع العضو المعرف خارج الصنف أن يأخذها من خلال الذكر الصريح للكلمة المفتاحية **inline**.

- التوابع الأعضاء المعرفة ضمن القسم public للصنف باسم توابع الوصول access functions وذلك لأنه يمكن بواسطتها الوصول إلى البيانات الأعضاء المعرفة ضمن القسم private من خارج الصنف.
- ليس بالضرورة أن يتم تعريف كافة التوابع الأعضاء ضمن القسم public، إذ يمكن أن تعرف ضمن القسم private وعندها تدعى بتوابع الأداء لأنه يتم استخدامها لأداء مهمة من قبل التوابع الأخرى في الصنف.

- يمكن تبيان كل ما سبق من خلال إتمام تعريف الصنف Time وتوظيفه ضمن برنامج كامل كما يلي:

```
#include "stdafx.h"
#include <iostream>
#include <iomanip>
using namespace std;

// defining Time as abstract data type
class Time
 {
```

تعريف الصنف Time

Examples

مثال الصنف Time 1

```
public:  Time();                             // constructor
   void setTime(int,int,int,char);//set hour,minute,second,sep
   void printUniversal()            // print universal-time format
   {   cout << setfill( '0') << setw( 2) << hour << sep
        << setw( 2) << minute << sep<< setw( 2) << second;
   } // end function printUniversal
void printStandard();               // print standard-time format
private:
   int hour;     // 0 - 23 (24-hour clock format)
   int minute;   // 0 - 59
   int second;   // 0 - 59
   char sep;     // :
};                // end class Time
```

تعريف التوابع وكتابة printUniversal ضمن public

القسم private للصنف Time

نهاية تعريف الصنف Time

Examples

مثال الصنف 2 Time

```
Time::Time()
{ hour = minute = second = 0; sep=':'; } // end constructor Time
void Time::setTime( int h, int m, int s, char sp)
{   hour = (h >= 0 && h < 24) ? h: 0;
    minute = (m >= 0 && m < 60) ? m: 0;
    second = (s>= 0 && s < 60) ? s: 0; sep =(sp ==':')? sp : ':';
} // end function setTime
void Time::printStandard()
{
     cout <<((hour==0||hour==12) ? 12:hour%12)
        <<sep<<setfill('0')<<setw(2)<<minute
        <<sep<<setw(2)<<second<<(hour<12 ?"AM":"PM");
} // end function printStandard Breakfast, Lunch,teat, Dinner
```

استخدام :: مع Constructor كونه كتب خارج الصنف

Function setTime in class Time

Function printStandard in class Time

Examples

مثال الصنف Time 3

```
int main()
{
   Time t;
    cout << "The initial universal time is ";
    t.printUniversal();
    cout << "\nThe initial standard time is ";
    t.printStandard();
    t.setTime( 13, 27, 6, '!') ;
    cout << "\n\nUniversal time after setTime is ";
   t.printUniversal();
   cout << "\nStandard time after setTime is ";
    t.printStandard();
```

تعريف كائن اسمه t

printUniversal لطباعة القيم الافتراضية The initial universal time is 00:00:00

printStandard لطباعة القيم الافتراضية The initial standard time is 12:00:00AM

استخدام تابع الاسناد لقيم صحيحة للزمن

printUniversal لطباعة القيم المسندة Universal time after setTime is 13:27:06

printStandard لطباعة القيم المسندة Standard time after setTime is 1:27:06PM

Examples

مثال الصنف Time 4

```
    t.setTime( 99, 99, 99, '!') ;
    cout << "\n\nAfter attempting invalid settings:"
         << "\nUniversal time: ";
    t.printUniversal(); cout << "\nStandard time: ";
    t.printStandard();    cout << endl;
    system ("pause");  return 0;
} // end main
```

استخدام تابع الاسناد لقيم خاطئة للزمن

طباعة القيم المصححة Universal time: 00:00:00

طباعة القيم المصححة Standard time: 12:00:00AM

بالنظر إلى البرنامج السابق يمكن أن نسجل الملاحظات التالية:

- ✓ تم تعريف التابع العضو printUniversal داخل الصنف، فيما تم تعريف باقي التوابع الأعضاء خارج تعريف الصنف (سبب استخدام المعامل ::)، سنعتمد فيما تبقى من هذا المساق أسلوب تعريف التوابع الأعضاء خارج تعريف الصنف.
- ✓ يقوم التابع الباني ()Time بتهيئة جميع البيانات الأعضاء إلى القيمة صفر وبذلك يتم ضمان أن جميع الأغراض من النمط Time تنشأ بحالة محددة.

مثال الصنف Time 5

- ✓ يقوم التابع ()setTime بإعطاء قيمة جديدة للغرض من النمط Time مع اختبار صحة القيمة المعطاة، وفي حال عدم صحتها يتم إعطاؤها القيمة صفر للقيم العددية و (:) للمحرف الفاصل.
- ✓ يقوم التابعان printStandard و printUniversal بطباعة قيم الغرض من النوع Time بالتنسيق القياسي والتنسيق العسكري.
- ✓ تقوم التعليمة ;Time t بإنشاء غرض من النمط Time وإعطاء أعضائه القيمة الابتدائية صفر (لاحظ ذلك من خلال طباعة قيم هذا الغرض بالتنسيقين القياسي) .
- ✓ لاحظ سلوك التابع ('!' ,setTime(99,99,99 عند تمرير قيم غير صالحة للزمن إذ قام بإسناد القيمة صفر لعضو البيانات الذي تم تمرير قيمة غير صالحة له و : بدل الرمز !.
- ✓ لاحظ استخدام المعامل نقطة (.) للوصول للتوابع الأعضاء العامة للصنف من خلال توسطها لاسم العرض واسم التابع العضو، في حين أنه تم الوصول إلى أعضاء الصنف ضمن تعريف الصنف من خلال ذكر اسمها فقط.
- ✓ في حال قمنا بإضافة التعليمة التالية في أي مكان من التابع الرئيسي ;t.hour=10 فإن المترجم سوف يعطي رسالة خطأ تفيد بعدم إمكانية الوصول إلى عضو خاص للصنف.

مثال الصنف Time 6

- ✓ سمحت لنا التوابع ()setTime، ()printStandard، ()printUniversal بالوصول إلى البيانات الأعضاء الخاصة من قبل باقي أجزاء البرنامج لإجراء عمليات معينة عليها.

- ✓ يمكن تعميم هذه الاستراتيجية لدى تصميم الأصناف إذ يتم عادة التخطيط لتصميم الصنف من خلال جعل البيانات الأعضاء ضمن القسم private للصنف بحيث يكون الوصول إليها من قبل باقي أجزاء البرنامج مقيداً بالتوابع الأعضاء المعرفة ضمن القسم public. ويزود حينها الصنف بمجموعة من التوابع الأعضاء التي تضمن تحقيق كافة عمليات التعامل مع البيانات الأعضاء.

- ✓ أشهر العمليات، التعديل (كتابة) أو الحصول على (قراءة) لقيم البيانات الأعضاء. تسمى هذه التوابع عادة set للتعديل و get للقراءة . بالطبع ليس بالضرورة تسميتها بالأسماء set و get و إنما جرت العادة على تسميتها بما يدل على عملها.

يبين الشكل المعدل التالي للبرنامج السابق استخدام توابع أعضاء لإتاحة الوصول والتعامل مع البيانات الأعضاء الخاصة للصنف حيث تم توزيع تابع الإدخال إلى أربع توابع منفردة تابع لكل حقل من الحقول وكذلك تابع قراءة القيم إلى اربع.

توزيع توابع الصنف Time 1

```
// prog2Manara.cpp : main project file.
#include "stdafx.h"
#include <iostream>
#include <iomanip>
using namespace std;
class Time {
public:
    Time();                         //constructor
    void setTime(int,int,int,char);// set hour,minute,second,sp
    void setHour( int) ;    // set hour
    void setMinute( int) ; // set minute
    void setSecond( int) ; // set second
    void setSep( char) ;      // set separator
    int getHour();          // return hour
```

تم توزيع تعريف التابع set إلى اربع توابع set

توزيع توابع الصنف Time 2

تم توزيع تعريف التابع get إلى اربع توابع get

```
    int getMinute();        // return minute
    int getSecond();        // return second
    int getSep();           // return separator
    void printUniversal(); // output universal-time format
    void printStandard();  // output standard-time format
private:
    int hour;               // 0 - 23 (24-hour clock format)
    int minute;             // 0 - 59
    int second;             // 0 - 59
    char sep;               // :
}; // end clas Time
Time::Time()
{   hour = minute = second = 0; sep=':'; } // end Time constructor
```

توزيع توابع الصنف Time 3

```
// set hour, minute and second values
void Time::setTime( int h, int m, int s,char sp)
{  setHour( h) ;    setMinute( m) ;
   setSecond( s) ;  setSep( sp) ;
} // end function setTime
// set hour value
void Time::setHour( int h)
{  hour = (h >= 0 && h < 24) ? h: 0; } // end function setHour
// set minute value
void Time::setMinute( int m)
{minute = (m >= 0 && m < 60) ? m: 0; } // end function setMinute
// set second value
void Time::setSecond( int s)
{ second = (s >= 0 && s < 60) ? s: 0;} // end function setSecond
```

تم توزيع كتابة التابع set إلى اربع توابع set

توزيع توابع الصنف Time 4

```
// set sep value
void Time::setSep( char sp)
{ sep = (sp == ':') ? sp: ':'; } // end function setSep
// return char value
int Time::getHour(){ return hour;} // end function getHour
// return minute value
int Time::getMinute(){return minute;} // end function getMinute
// return second value
int Time::getSecond(){return second;} // end function getSecond
// return sep value
int Time::getSep() { return sep;} // end function getSep
```

توزيع توابع الصنف 5 Time

```
// print Time in universal format
void Time::printUniversal()
{
cout<<setfill('0')<<setw(2)<<hour<<sep
        <<setw(2)<<minute<< sep<<setw(2)<<second;
} // end function printUniversal
// print Time in standard format
void Time::printStandard()
{
   cout<<((hour==0||hour==12)?12:hour%12)
        << sep <<setfill('0')<<setw(2)<<minute
        << sep <<setw(2)<<second<<(hour<12 ? " AM": " PM") ;
} // end function printStandard
```

توزيع توابع الصنف Time 6

```
int main()
{   Time t;                 // create Time object
   // set time using individual set functions
   t.setHour( 13) ;        // set hour to valid value
   t.setMinute( 55) ;      // set minute to valid value
   t.setSecond( 32) ;      // set second to valid value
   t.setSep( ':') ;         // set sep to valid value
   // use get functions to obtain hour, miunute and second
   cout<<"Result of setting all valid values:\n"
        << "  Hour: " << t.getHour()
        << "  Minute: " << t.getMinute()
        << "  Second: " << t.getSecond()
        << " sep : " <<(char) t.getSep();
```

استسمار توابع set و get

توزيع توابع الصنف Time 7

```
// set time using individual set functions
    t.setHour( 8765) ;     // invalid hour set to 0
    t.setMinute( 22) ;    // set minute to valid value
    t.setSecond( 9870) ; // invalid second set to 0
    t.setSep( '!') ;       // invalid separator set to ':'
    // display hour, minute and second sp after setting
    // invalid hour and second values
    cout<<"\n\nResult of attempting to set invalid hour and"
         << " second:\n  Hour: " << t.getHour()
         <<" Minute: "<<t.getMinute()<<" Second: "<<t.getSecond()
         << " sep : " << (char)t.getSep() << "\n\n";
    system ("pause");return 0;
} // end main
```

لقد تم إخراج قيمة المحرف بطريقتين الأولى بعد قسرها كمحرف : والثانية القيمة المكافئة لهذا المحرف 58.

الفصل بين الواجهات والنصوص البرمجية 1

- إن تطوير البرمجيات وتعديلها وكيفية معالجة التوابع للمعطيات أمر من خصوصية المبرمج، ضرورة اخفاء التحقيق لوجود معلومات سرية مثل توليد كلمات سر، طريقة مبتكره لكتابة خوارزميه وتنفيذها، طرقة تشفير، مع مراعات عدم التعديل في واجهات الربط مع المستخدمين. حيث تعطى التوابع ويشرح مايحتاج المستثمر لكي ينفذها وما هو الخرج ولايتم عادتاً نشر كيف تعمل التوابع.
- إن الفصل يساعد ذلك المبرمجين المستقلين لبيع مكتبات أصنافهم مع إعطاء النصوص البرمجية المحققه لهذه الأصناف مترجمة.
- إن كل مايحتاجة المستثمر هو القدرة للربط مع النصوص البرمجية الخاصة بغرض مشتق من صنف، حيث يساعد ذلك المبرمجين المستقلين لبيع مكتبات أصنافهم مع إعطاء النصوص البرمجية المنفذه لهذه الأصناف مترجمة، وهذا مايجعل المبرمجين محميين ومستقلين والبرامج متنوعة وتنافسية وهذا ما يحقق توصيات هندسة البرمجيات.
- لتحقيق ذلك نضع التصريح عن بنية المعطيات ونماذج التوابع في ملف رأسي بامتداد (h.) ويتم إدراج هذا الملف ضمن أي ملف خاص بمستخدم يريد التعامل مع هذا النمط من البيانات كما ونضع تعريفات كافة التوابع التي تنجز عمليات على هذا النمط في ملف آخر ومن ثم يصبح هذا النمط وتعريفات العمليات عليه متاحة في أي برنامج بمجرد إجراء عملية تضمين للملف الرأسي الحاوي على تعريف نمط البيانات في البرنامج.

الفصل بين الواجهات والنصوص البرمجية 2

الملف الأول: الرأسي time1.h وفيه يتم وضع تعريف الصنف.

إعادة صياغة المثال السابق من خلال تقسيمه إلى ثلاث ملفات:

```
#ifndef TIME1_H
#define TIME1_H
// defining Time as abstract data type
class Time {
public:
   Time();                          // constructor
   void setTime(int,int,int,char);// set hour,minute,second,sep
   void printUniversal();          // print universal-time format
   void printStandard();           // print standard-time format
private:
   int hour;      // 0 - 23 (24-hour clock format)
   int minute;    // 0 - 59
   int second;    // 0 - 59
   char sep;      //:
}; // end class Time
#endif
```

بداية اختبار إن كان الصنف Time غير معرف سيتم تعريفة وإلا لن يعرف مرة ثانيه

نهاية تعريف الصنف Time

```
#include "stdafx.h"
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include "time1.h"
using namespace std;
Time::Time()
{    hour = minute = second = 0; sep=':';
} // end Time constructor
void Time::setTime( int h, int m, int s, char sp)
{   hour = (h >= 0 && h < 24) ? h: 0;
   minute = (m >= 0 && m < 60) ? m: 0;
   second = (s >= 0 && s < 60) ? s: 0;
   sep =(sp ==':')? sp : ':';
} // end function setTime
```

الملف الثاني: يتضمن التوابع التي تطبق على المعطيات.

```
void Time::printUniversal()
{
   cout << setfill( '0') << setw( 2) << hour << sep
        << setw( 2) << minute << sep
        << setw( 2) << second;
} // end function printUniversal
void Time::printStandard()
{
   cout <<((hour==0||hour==12)?12:hour%12)
        << sep <<setfill('0')<<setw(2)<<minute
        << sep <<setw(2)<<second
        <<(hour<12?"AM":"PM");
} // end function printStandard
```

الملف الثالث: يتضمن التابع الرئيس main.

```
// prog2Ch1Manara.cpp : main project file.
#include "stdafx.h"
#include <iostream>
#include "time1.h"
using namespace std;
int main()
{   Time t;
    cout << "The initial universal time is ";   t.printUniversal();
    cout << "\nThe initial standard time is ";  t.printStandard();
    t.setTime( 13, 27, 6, ':') ;
    cout<<"\n\nUniversal time after setTime is ";t.printUniversal();
    cout << "\nStandard time after setTime is "; t.printStandard();
```

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

الملف الثالث: يتضمن التابع الرئيس main.

```
t.setTime( 99, 99, 99, '!') ;
 cout<<"\nAfter attempting invalid settings:"<<"\nUniversal time:";
   t.printUniversal();
   cout << "\nStandard time: "; t.printStandard(); cout << endl;
system("pause");   return 0;
} // end main
```

بالنظر إلى الملفات الثلاثة نجد بعض الملاحظات التوضيحية:

- يساعد التوجيهان #ifndef و #dendif المستخدمان ضمن الملف الرأسي والخاصان بمرحلة ما قبل الترجمة بإدراج أو عدم إدراج النص المحصور ضمنها:
- إذا كان الصنف بالاسم TIME1_H غير معرف مسبقاً أو غير مدرج من قبل، فسيتم تعريف الصنف TIME1_H باستخدام التوجيه #define وستدرج محتويات الملف الرأسي. وإلا لا داعي لإدراج محتوياته مرة أخرى.
- لاحظ في الملفين الثاني والثالث كيف تم إدراج الصنف (الملف الرأسي TIME1_H) ضمن قسم التضمينات للوصول إلى محتوياته واستخدامها في أي مكان من البرنامج.

- التابع الباني construction هو تابع خاص للأسباب التاليه:

✓ له نفس اسم الصنف ويتم تضمينه تلقائياً ضمن الصنف.
✓ ليس له أي قيمة معادة وحتى عدم وجود void قبله.
✓ يتم استدعاؤه بشكل تلقائي automatically عند إنشاء أو اشتقاق أي غرض من الصنف وينفذ جسمه.
✓ يقوم بتخصيص الذاكرة allocated اللازمة لتخزين قيم متحول الصنف.

- التابع الهادم destructor هو تابع خاص كذلك:

✓ له نفس اسم الصنف مسبوقاً بالحرف (~)tilde char ، ويتم تضمينه تلقائياً ضن الصنف.
✓ ليس له أي قيمة معادة و لايملك بارامترات.
✓ يتم استدعاؤه بشكل تلقائي لدى مغادرة مجال رؤية الكائن.
✓ مهتمته تحرير الذاكرة المشغولة من قبل الغرض(الغاء الحجز) deallocated .

التوابع البانية والتوابع الهادمة (المدمرة) 2 Constructors and destructors

- نظراً لاستدعاء الباني تلقائياً عند أنشاء كائن من الصنف وبدء حياته يمكن الاستفادة من تجهيز **initialize** الكائن وأي شيئ يرغب بتنفيذه مثل رساله ترحيبية تكتب في الباني.
- تعريف عدد من التوابع البانيه للصنف **Time** نذكر منها.
  - ✓ الأول: بإسناد قيم ابتدائية قد تكون صفرية للبيانات الأعضاء للأغراض التي يتم إنشاؤها يعرف بالباني الافتراضي:

```
Time::Time()
{
      hour = minute = second = 0; sep=':';
} // end Time constructor
```

  - ✓ كما ويمكن استخدام لائحة التجهيز **Initialization list** بالشكل:

```
Time::Time() : hour (0), minute (0), second (0), sep(':')
{
} // end constructor Time
```

هنا تم كتابة اسم التابع وقوسيه، يليه : ثم كل خاصية يليها قوسان وضمنهما القيمه وتفصل الخواص عن بعضها بغضاً بفواصل، وهذه الطريقة اسرع من الطريقة السابقة، ويمكن استخدام الجسم لتنفيذ أعمال أخرى.

✓ الثاني: بتمرير بارامترات للتابع الباني ويؤدي وظيفة مزدوجة، من جهة إنشاء الغرض وإسناد القيم الممرره وهنا نموذج التابع ضمن الصنف يجب أن يملك بارامترات:

```
Time::Time(int hr,int mn,int sc, char sp)
{ hour = hr; minute =mn; second = sc; sep= sp; } //end constructor
```

ويمكن أن يكون باستخدام لائحة التجهيز:

```
Time::Time(int h, int m, int s, char c): hour (h), minute (m), second (s), sep(c)
{
} // end constructor Time
```

- يمكن استخدام أسلوبين مختلفين لإنشاء الأغراض:
  - ✓ الأول باستخدام تعليمة من الشكل التالي: `Time t(15,25,54,':');`
  - ✓ الثاني باستخدام تعليمة من الشكل التالي: `Time t1=Time(20,15,43,':');`
- إن كلا الأسلوبين يقوم بإنشاء الغرض وتمرير قيم الوسطاء إلى بياناته الأعضاء.

- توجد بعض الفوارق التقنية البسيطة بين التصريحين السابقين وهذه الفوارق متعلقة بالتابع الباني الناسخ copy constructor. عموماً فإن الأسلوب الأول هو الأكثر شيوعاً وسنقوم باستخدامه في أغلب أمثلة هذا المساق.
- تكمن أهمية استخدام توابع بناء ذات بارامترات في أنها تجنب المبرمج استدعاء توابع إضافية لتهيئة متحول أو أكثر ضمن الغرض.
- يمكن الدمج بين التابعين البانيين السابقين المستخدمين لبناء الأغراض من الصنف Time باستخدام الوسطاء الافتراضية ضمن لائحة بارامترات التابع:

```
// print standard-time format
   Time(int hr=0,int mn=0,int sc=0, char sp=':')
{
   hour = hr;
   minute =mn;
   second = sc;
   sep=sp;
}
```

- إن إستخدام الوسطاء الافتراضية ضمن التابع الباني، تتيح إنشاء أغراض بدون تمرير قيم لجميع بياناتها الأعضاء، يتم تهيئة البيانات الأعضاء التي لم تمرر إليها قيم، بقيم ابتدائية محددة ضمن التصريح عن التابع الباني.

```
int main()
{  Time t1;                //hour=0,minute=0,second=0,sep=':'
   Time t2(10);             //hour=10,minute=0,second=0, sep=':'
   Time t3(2,55);           //hour=2,minute=55,second=0, sep=':'
   Time t4(13,22,54,':'); //hour=13,minute=22,second=54, sep=':'
   t1.printUniversal();   cout<<endl;
   t2.printUniversal();   cout<<endl;
   t3.printUniversal();   cout<<endl;
   t4.printUniversal();   cout<<endl;
   system("pause");   return 0;
} // end main
```

ملاحظات:

- في حال لم يحتو الصنف على تابع باني أو تابع هادم معرفين من قبل المستخدم فإن المترجم يقوم باستخدام توابع بناء وهدم افتراضية يقوم بإنشائها إلا أن ذلك يؤثر على قيم البيانات الأعضاء وقد يؤدي إلى حالات غير مرغوبة.
- يمكن أن يحتوي الصنف على أكثر من تابع باني أي التحميل الزائد للتابع الباني، في حين لا يمكن أن يحتوي الصنف سوى على تابع هادم وحيد.
- كحالة خاصة لاستخدام التوابع البانية، يمكن في حال كون التابع الباني ذو بارمتر وحيد استخدام الأسلوب التالي في إنشاء الأغراض:

```
class Test { public:      Test(int x) { var1 = x; }
    .......
private:      int var1;};
int main()
{     Test obj1 = 987; // passes 987 to var1
    .........
    system("pause");   return 0; } // end main
```

- ترتيب استدعاءات التوابع البانية والهادمة.

✓ يتم تنفيذ تابع البناء للأغراض عندما يتم التصريح عن الغرض.

✓ توابع الهدم يتم تنفيذها بعكس ترتيب تنفيذ توابع البناء تهدم الأغراض المحلية اولاً.

✓ في حال كان الغرض ساكن static سيتم حذفه بعد حذف الأغراض المحلية وبنفس المنطق (الغرض الذي يتم إنشاؤه أولاً يتم تدميره أخيراً).

✓ الأغراض الشمولية global objects يتم تنفيذ توابع البناء قبل البدء بتنفيذ التابع ()main، وبنفس ترتيب التصريح عنها، ولا يمكن التكهن بترتيب تنفيذ التوابع البانية الشاملة الموزعة ضمن ملفات عدة.

✓ يتم تنفيذ التوابع الهادمة للأغراض الشامله بعد انتهاء التابع ()main وقد لاتظهر على شاشة الخرج في معظم البيئات.

✓ نعيد تعريف تابعي البناء والهدم بحيث يقومان بإرسال رسائل إلى الخرج لنتمكن من معاينة توقيت تنفيذها.

```
// constrDeconP47.cpp : main project file.

#include "stdafx.h"
#include <iostream>
using namespace std;
class Time {
public:
Time(int hr,int mn,int sc, char sp)
{    cout<<"construction object by values: ";
   cout<<hr<<"\t"<<mn<<"\t"<<sc<<endl;
   hour = hr;   minute =mn;   second = sc;   sep= sp;
}
~Time()
{   cout<<"deconstruction object having values: ";
    cout<<hour<<"\t"<<minute<<"\t"<<second<<endl;
}
```

رسالة تظهر عند تنفيذ التابع الباني

إخراج قيم بيانات الكائن اللذي ينفذ له التابع الباني

رسالة تظهر عند تنفيذ التابع الهادم

إخراج قيم بيانات الكائن اللذي ينفذ له التابع الهادم

```
private:
   int hour;          // 0 - 23 (24-hour clock format)
   int minute;        // 0 - 59
   int second;        // 0 – 59
    char sep;          //:
}; // end clas Time
Time t1(10,20,30,':');
Time t2(30,40,50,':');
void main()
{   cout<<"MAIN START HERE "<<endl;
   {Time t3(15,25,35,':');
   static Time t4(40,45,50,':');
   Time t5(11,22,33,':');}
   cout<<"MAIN STOP HERE "<<endl;
   system("pause");
} // end main
```

تنفيذ التابع الباني للكائن الشامل t1

تنفيذ التابع الباني للكائن الشامل t2

تنفيذ التابع الباني للكائن المحلي t3 نوع auto

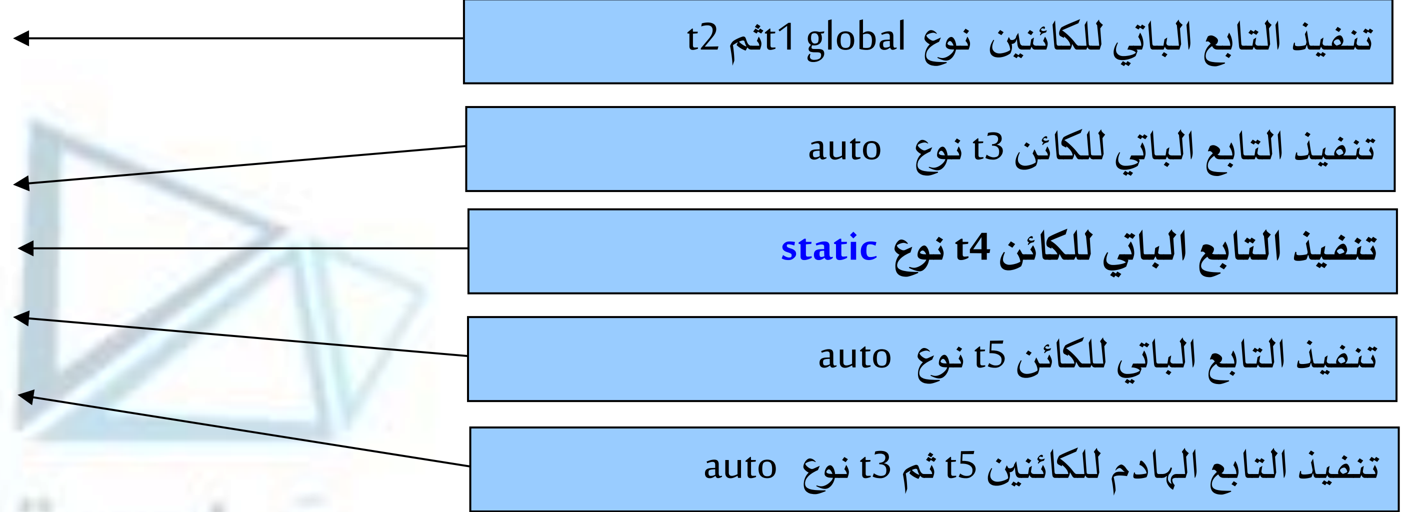
تنفيذ التابع الباني للكائن المحلي t4 نوع static

تنفيذ التابع الباني للكائن المحلي t5 نوع auto

تنفيذ تابع الهدم عند القوس الناهي للتابع الرئيس main وبالتالي لن نرى الخرج في بعض البيئات
عند وضع اقواس إضافية قبل اشتقاق الكائنات { ومغلق قبل نهاية التابع } سيظعر الهادم لـ t5ثم t3 فقط

Constructors and deconstructors

التوابع البانية والتوابع الهادمة (المدمرة) 10




```
construction object by values: 10     20     30
construction object by values: 30     40     50
MAIN START HERE
construction object by values: 15     25     35
construction object by values: 40     45     50
construction object by values: 11     22     33
deconstruction object having values: 11 22     33
deconstruction object having values: 15 25     35
MAIN STOP HERE
Press any key to continue . . .
```

- بناء الأغراض t1 و t2 قبل البدء بتنفيذ التابع main والهدم بعد الانتهاء من هدم جميع الأغراض التي عرفت ضمن التابع main.
- بناء الأغراض t3، t4 و t5 بنفس ترتيب التصريح عنها إنما هدم الأغراض t5 ثم t3 (أغراض محلية أتوماتيكية) تم أولاً ومن ثم تم هدم الغرض t4 (غرض محلي ساكن) ويكون بنهاية التابع الرئيس.
- تلخيصاً إن علاقة تنفيذ توابع الهدم بصفوف التخزين كما يلي: ينفذ الهدم بترتيب معاكس للأنشاء(مبدأ الكدسة LIFO) مع مراعاة مدة حياة الغرض لدى هدمه، حيث يتم أولاً هدم جميع الأغراض من النوع المحلي الأوتوماتيكية auto، ثم الساكنة static ثم الشاملة global، حيث تهدم الأغراض ذات صف التخزين auto التي تملك حياة على مستوى الكتلة التي تعرف ضمنها وبالتالي تهدم عند الخروج من مجال رؤيتها (كتلتها) ثم الساكنة التي تملك حياة على كامل التابع الرئيس main وبالتالي تدمر عند الخروج من main أما الشاملة فتعرف قبل main وحياتها على كامل الملف وتدمر بعد الخروج منه.

- التحميل الزائد للتوابع هو أحد أهم المفاهيم المعرفة للبرمجة بلغة C++، ليس فقط لأنها تدعم تعدد الأشكال وقت الترجمة compile-time polymorphism بل لأنها أيضاً تضيف مرونة وسهولة في الاستخدام.

- تذكره: التحميل الزائد للتوابع – كما سبق وعرفناه لدى دراستنا للتوابع – هو عملية استخدام نفس الاسم لتابعين أو أكثر. يكمن سر التحميل الزائد في أن كل إعادة تعريف للتابع تملك بصمة مختلفة signature أي يجب أن تستخدم أعداداً مختلفة منها أو أنماطاً مختلفة من البارامترات أو ترتيباً مختلفاً لها أو أكثر من حالة (No of Args, Types of Args, Order of Args)، وبهذه الطريقة يعرف المترجم أي تابع عليه أن يقوم باستدعائه لتنفيذه في أي حالة.

- يمكن أن يتم التحميل الزائد لأي من التوابع الأعضاء في الصنف، إلا أن المثال الأكثر شيوعاً هو التحميل الزائد للتوابع البانية.

- التحميل الزائد للتابع الباني يتيح إمكانية احتواء الصنف على أكثر من تابع باني واحد وهو أمر نلجأ إليه لأحد الأسباب التالية:

  ✓ زيادة المرونة إذ أن وجود أكثر من تابع باني يترك للمستخدم حرية اختيار الطريقة الأفضل لبناء غرض بحسب ظروف المسألة.
  ✓ إتاحة إمكانية إنشاء أغراض مهيئة بقيم ابتدائية أو غير مهيئة.
  ✓ تعريف التوابع البانية الناسخة.

Default copying for objects

النسخ الافتراضي للأغراض

- تحوي جميع الأصناف في ++C طريقتين افتراضيتين للنسخ وهما:
  - ✓ النسخ بالتهيئة.
  - ✓ النسخ بالإسناد.
- في كلا الطريقتين يتم إنشاء نسخة من غرض ما من خلال إنشاء نسخ من أعضاء البيانات للغرض بايت بايت، في حال كون هذه الطريقة الافتراضية غير ملائمة لاحتياجاتنا يمكن لنا أن نعرف تابع باني ناسخ **copy constructor** من أجل الطريقة الأولى.
- إن معامل الإسناد محمل تحميلاً زائداً لتحقيق الطريقة الثانية، ويمكن تحميل المعامل وفق ذوق المبرمج كذلك.
- للتوضيح: افترض لدينا الأغراض bedTime, mealTime من الصنف Time عندئذ فإن التصريح التالي: ;Time t=bedTime

يعتبر تصريحاً مسموحاً عن غرض من الصنف Time وهو شبيه بالتصريح: ;Time t(bedTime)

وكلاهما يقوم بتخصيص الذاكرة للغرض t ومن ثم نسخ أعضاء الغرض bedTime إلى مو اقع الذاكرة تلك، أي تهيئة الغرض t بنسخة عن bedTime

- وبالمثل تحصل نفس التهيئة في حال كتبنا :

```
Time t=Time(11,30,55,':');
```

- والتي تستخدم الباني ذو القيم الصريحة لبناء غرض Time مؤقت ومن ثم نسخه إلى t.
- الطرق السابقة تعبر عن عملية النسخ بالتهيئة، بالإضافة إلى ذلك تتيح لغة ++C إجراء عملية النسخ بالإسناد كما يلي: ;t=mealTime

هذه العملية ستقوم بنسخ أعضاء mealTime إلى t لتحل محل القيم السابقة.

التوابع الأعضاء الثابتة، الأغراض الثابتة 1

Constant member functions, constant objects

- إن احترام مبدأ الميزات الأقل principle of least privilege يعتبر من المبادئ الأساسية للبرمجة الجيدة.
- معظم الأغراض تملك طبيعة متغيرة.
- بعضها لا تملك طبيعة متغيرة يمكن التصريح على أنها ثابتة باستخدام الواصف const كما في المثال التالي:

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

- تم تعريف الغرض الثابت noon من النمط Time وإعطاءه القيمة المررة من خلال التابع الباني، ويتم توليد خطأ عند محاولة تغيير قيمة هذا الكائن، ويضبط ذلك أثناء الترجمة وهذا ما يتيح للمترجم العمل بسرعة أكبر مع الكائنات الثابتة مقارنه بالمتغيرة.
- تمنع المترجمات وصول التوابع غير الثابتة لغرض ثابت، ولهذا يتم بناء توابع ثابتة، هذه التوابع يمكن لها أن تتعامل مع الغرض ولايمكنها أن تقوم بتعديله.
- تسمح المترجمات وصول التوابع الثابتة لغرض غير الثابته.
- تكتفي بعض المترجمات بإعطاء تحذير فقط warning عندما تتم المحاولة لتغيير عضو ثابت.
- لا يتم استخدام الواصف const مع توابع البناء أو الهدم للأغراض الثابتة.
- يسمح لتوابع البناء أن تغير الغرض حتى ولو كان ثابتاً لكي يأخذ قيمة مستقرة ولا يمنع ذلك التوابع المدمرة من القيام بعملها.

نبين كل ما تقدم من خلال إجراء التعديلات التالية على الصنف Time:

جَـامعة المَـنارة
MANARA UNIVERSITY

الملف الأول: الرأسي time.h وفيه يتم وضع تعريف الصنف.

```
#ifndef TIME_H
#define TIME_H
class Time { public:    Time(int=0,int=0,int=0,char=':');// default constructor
   void setTime(int,int,int,char);   // set hour,minute,second,sep
   void setHour( int) ;              // set hour
   void setMinute( int) ;            // set minute
   void setSecond( int) ;            // set second
   void setSep( char) ;              // set separator// Constant functions
   int getHour() const;              // return hour
   int getMinute() const;            // return minute
   int getSecond() const;            // return second
   int getSep() const;               // return separator
   void printUniversal() const;      // print universal time
   void printStandard();             // print standard time
private:   int hour;                 // 0 - 23 (24-hour clock format)
   int minute;                       /* 0 – 59  */
   int second;                       // 0 – 59
   char sep;    /* :   */ };         // end class Time
#endif
```

التوابع الأعضاء الثابتة، الأغراض الثابتة 3

الملف الثاني: يتضمن التوابع التي تطبق على المعطيات.

```
#include "stdafx.h"
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include "time.h"
using namespace std;

Time::Time( int hour, int minute, int second,char sep)
{    setTime( hour, minute, second, sep);  }        // end constucter Time

void Time::setTime(int hour,int minute,int second,char sep)
{   setHour( hour) ;          setMinute( minute) ;
   setSecond( second) ;       setSep(sep) ;  }      // end setTime

void Time::setHour( int h)
{   hour = (h >= 0 && h < 24) ? h: 0; }             // end setHour

void Time::setMinute( int m)
{    minute = (m >= 0 && m < 60) ? m: 0; }          // end setMinute
void Time::setSecond( int s)
{    second = (s >= 0 && s < 60) ? s: 0; }          // end setSecond
```

الملف الثاني: يتضمن التوابع التي تطبق على المعطيات.

```
void Time::setSep(char sp)
{    sep = (sp == ':') ? sp: ':';}   // end setSep
int Time::getHour() const
{    return hour; }                  // end getHour
int Time::getMinute() const
{   return minute; }                 // end getMinute
int Time::getSecond() const
{    return second;}                 // end getSecond
int Time::getSep() const
{    return sep;}                    // end getSep
void Time::printUniversal() const
{   cout << setfill( '0') << setw( 2) << hour << sep<< setw( 2) << minute << sep
        << setw( 2) << second;}      // end printUniversal
void Time::printStandard()
{   cout<<((hour==0||hour==12)?12:hour%12)<< sep <<setfill('0')<<setw(2)<<minute
        << sep <<setw(2)<< second <<(hour<12?" AM":" PM") ;} // end printStandard
```

التوابع الأعضاء الثابتة، الأغراض الثابتة 5

جامعة المنارة
MANARA UNIVERSITY

الملف الثالث: يتضمن التابع الرئيس main.

```
// constFunConstObj.cpp : main project file.
#include "stdafx.h"
#include <iostream>
#include "time.h"
using namespace std;
int main()
{
Time wakeUp( 6, 45, 0, ':') ;     // non-constant object
   const Time noon( 12, 0, 0, ':') ;    // constant object
   wakeUp.setHour(18);//non-const object non-const member function
//1   noon.setHour( 12) ; //const object non-const member function
   wakeUp.getHour();  // non-const object const member function
   noon.getMinute();      //const object const member function
   noon.printUniversal();// const object const member function
//2   noon.printStandard(); // const object non_const member function

    system("pause");   return 0;
} // end main
```

تم تعليق السطر ;noon.setHour(12) بسبب محاولة تغيير قيمة الساعات لكائن ثابت

تم تعليق السطر noon.printStandard() بسبب محاولة تابع غير ثابت الوصول لكائن ثابت

جامعة المنارة
MANARA UNIVERSITY

بعض الملاحظات على البرنامج السابق

- تم تعريف التوابع ()getHour، ()getMinute، ()getSecond و ()printUniversal على أنها توابع ثابتة. إن هذه التوابع تستطيع الوصول إلى أعضاء الصنف ولكنها لا تستطيع تعديلها، لذا نلاحظ أن الشيفرة الخاصة بهذه التوابع لا تتضمن أي عمليات تعديل على البيانات الأعضاء. ولهذا السبب أيضاً لم يكن من الممكن تعريف التوابع ()setHour، ()setMinute و ()setSecond على أنها توابع ثابتة لأن شيفرتها تتطلب إمكانية تعديل قيم البيانات الأعضاء.

- تم التعبير عن أن التابع الثابت من خلال وضع الواصف const في نهاية سطر التصريح عن التابع، في حين تم التعبير عن الغرض أنه غرض ثابت من خلال وضع الواصف const في بداية سطر التصريح عن الغرض.

- بالنظر إلى المقطع البرمجي المضمن ضمن ملف الاختبار نجد أن هناك استخدامان غير شرعيين تم تعليقهما وهما:

```
noon.setHour( 12) ;  // const object non-const member function
noon.printStandard(); // const object non_const member function
```

وذلك لأن الغرض noon هو غرض ثابت، ويحاول التابعان غير الثابتين setHour و printStandard الوصول إلى قيم البيانات أو تغييرها لهذا الغرض الثابت وبالتالي يعطي المترجم رسائل خطأ تشير إلى هذا الأمر.

- إن باقي الاستخدامات شرعية بما في ذلك قيام تابع البناء وهو تابع غير ثابت بإعطاء قيم ابتدائية للغرض الثابت noon.

- تذكرة: بما أن البيانات الأعضاء الخاصة تكون مرئية على مستوى الصنف وبالتالي لا يمكن الوصول إليها إلا من داخل الصنف والتوابع الأعضاء للصنف، مما تطلب إيجاد مفهوم الصداقة، إذ يمكن منح صنف و/أو تابع غير عضو إمكانية الوصول إلى البيانات الأعضاء الخاصة (المحمية) ضمن الصنف بأحد طريقتين:

1. اعتراف الصنف بصداقة تابع له وذلك باستخدام المعرف **friend** حيث يتم تضمين نموذجه **prototype** ضمن الصنف مسبوقاً بالمعرف **friend** ومن ثم تعريفه في أي مكان من البرنامج وكعادة برمجية جيدة توضع التعاريف مابعد رأس الصنف قبل أية محدد.

2. تعريف هذا التابع كتابع عضو ضمن صنف معترف له بالصداقة من قبل الصنف المراد الوصول إلى بياناته الأعضاء الخاصه. ويكون ذلك من خلال إضافة اسم الصنف الصديق مسبوقاً بالمعرف **friend** ضمن تعريف الصنف المراد الوصول إلى بياناته الأعضاء.

- يمكن إيضاح هاتين الطريقتين من خلال الأمثلة التالية:

الطريقة الأولى: تعريف التابع على أنه صديق

```
#include <iostream.h>
class myclass {
    friend int sum(myclass x);
int a, b;
public:      void set_ab(int i, int j);
};

void myclass::set_ab(int i, int j)    {   a = i;    b = j;}

int sum(myclass x){    return x.a + x.b;}

int main(){  myclass n;           n.set_ab(3, 4);     cout << sum(n);  return 0;}
```

- التابع ()sum ليس تابعاً عضواً في الصنف myclass إلا أنه يستطيع الوصول بشكل كامل للأعضاء الخاصة.
- التابع () sum تم تعريفة بدون معامل الارتباط :: واستدعاؤه دون استخدام معامل النقطة مما يدل أنه ليس تابعاً عضواً في الصنف.

الطريقة الثانية: تعريف التابع كتابع عضو ضمن صنف صديق

```
#include <iostream.h>
class TwoValues {   friend class Min;        int a;       int b;
public:        TwoValues(int i, int j) { a = i; b = j; } };

class Min {public:        int min(TwoValues x);};

int Min::min(TwoValues x){        return x.a < x.b ? x.a: x.b;}
int main(){  TwoValues ob(10, 20); Min m;  cout << m.min(ob); return 0;}
```

- يستطيع الصنف Min الوصول إلى الحقول الخاصة a و b المصرح عنها ضمن الصنف Twovalues.
- الصداقة صفة ممنوحة ولايمكن طلبها ولكن يمكن الانسحاب عنها، أي لكي يكون صنف A صديق للصنف B يجب على الصنف B أن يتضمن تصريحاً بأن الصنف A هو صديق له.
- صفة غير إنعكاسية، أي إذا كان الصنف A صديق للصنف B فإن هذا لا يعني أن الصنف B صديق للصنف A.
- صفة غير متعدية، أي إذا كان الصنف A صديق للصنف B، وB صديق للصنف C فهذا لا يعني أن A صديق C.
- الصداقة غير موروثة، أي الأصناف المشتقة من صنف ما لا تكون صديقة للأصناف الصديقة للصنف الأصل.

- يمكن للبيانات الأعضاء في الصنف أن تكون من أي نوع سواء كان مسبق التعريف أو كان نوعاً معرفاً من قبل المستخدم باستخدام مفهوم الأصناف، حيث أن استخدام صنف ضمن صنف يدعى بالتركيب Composition.

- إذا كان أحد البيانات الأعضاء في الصنف من نوع معرف من قبل المستخدم فإن نقطتين أساسيتين يجب معرفتهما من قبل المبرمج من أجل الاستخدام الأمثل لهذا الصنف وهما:
  - ✓ كيفية التعامل مع التابع الباني للصنف المستخدمة أغراضه كأعضاء في الصنف.
  - ✓ كيفية الوصول إلى الأعضاء العامة لذلك الصنف.

- نوضح هذين الأمرين مباشرة من خلال العمل على مثال الصنف Employee للتعامل مع بيانات الموظف وذلك بإضافة صفتين جديدتين للموظف هما تاريخ الولادة وتاريخ التوظيف.
- إن هاتين الصفتين هما من النوع Date الذي قمنا بتعريفه أيضاً في وقت سابق.
- المقاطع البرمجية الكاملة لبناء هذين الصنفين، ونظراً لطول هذه المقاطع فإننا سنقوم بتسطير مقاطع الشيفرة التي تهمنا في هذه الفقرة للتركيز عليها.

الملف الرأسي Date.h

```
// header Date.h
#ifndef DATE_H
#define DATE_H
 class Date {
public:
   Date(int=1,int=1,int=1900); // default constructor
   void print() const;      // print date in month/day/year format
   ~Date();                 // provided to confirm destruction order
private:   int month;       // 1-12 (January-December)
   int day;                 // 1-31 based on month
   int year;                // any year
   int checkDay( int) const; //function to test valid  date
};                          // end class Date
#endif
```

توابع الملف الرأسي Date.cpp

```
#include "StdAfx.h"
#include "date.h"
#include <iostream>
using namespace std;
Date::Date( int mn, int dy, int yr)
{   if (mn > 0 && mn <= 12)        // validate the month
          month = mn;
   else {month = 1;                // invalid month set to 1
          cout<<"Month "<<mn<<"invalid.Set to month 1.\n";   }
   year = yr;                      // should validate yr
   day = checkDay( dy) ;           // validate the day
   cout << "Date object constructor for date ";
   print();     cout << endl;
}                                  // end Date constructor
```

جامعة المنارة
MANARA UNIVERSITY

```
void Date::print() const
{ cout<<month << '/' << day << '/' << year; } // end function print
Date::~Date(){cout << "Date object destructor for date ";
   print();   cout << endl;}                        // end ~Date destructor
int Date::checkDay( int testDay) const
{ static const int daysPerMonth[ 13 ] =
        {0,31,28,31,30,31,30,31,31,30,31,30,31};
   if (testDay>0 && testDay<=daysPerMonth[ month ])return testDay;
   if (month==2 && testDay==29 &&(year%400==0||
      (year%4==0 && year%100!=0)))  return testDay;
     /* calendar year > solar year by 11 m and 14 s ➔ A new extra day after 128
     calendar years in      addition to February 29, which is why the leap year
     is canceled once every 400 years.*/
   cout<<"Day "<<testDay<<" invalid. Set to day 1.\n";
   return 1;          // leave object in consistent state if bad value
}                     // end function checkDay
```

توابع الملف الرأسي Employee.h

```
// header Date.h
#ifndef EMPLOYEE_H
#define EMPLOYEE_H
#include "date.h"
class Employee{
public:
   Employee(const char *,const char *,const Date  &,const Date &) ;
   void print() const;
    ~Employee();  // provided to confirm destruction order
private:
    char firstName[ 25 ];    char lastName[ 25 ];
    const Date birthDate;  // composition: member object
    const Date hireDate;   // composition: member object
}; // end class Employee
 #endif
```

توابع الملف الرأسي Employee.cpp

```
// employeemain1F.cpp
#include "StdAfx.h"
#include "employee.h"// Employee class definition
#include <iostream>
#include <cstring>
#include "date.h"       // Date class definition
using namespace std;
Employee::Employee(const char *first, const char     *last,const Date
&dateOfBirth, const Date &dateOfHire)
  : birthDate( dateOfBirth) ,hireDate( dateOfHire)
{ int length = strlen( first) ;
   length = (length < 25 ? length: 24) ;
   strncpy( firstName, first, length) ;
   firstName[ length ] = '\0';
   length = strlen( last) ;
```

توابع الملف الرأسي Employee.cpp

```
length = (length < 25 ? length: 24) ;
   strncpy( lastName, last, length) ;
   lastName[ length ] = '\0';
   cout << "Employee object constructor: "
        << firstName << ' ' << lastName << endl;
} // end Employee constructor
void Employee::print() const
{    cout <<lastName<< ", " <<firstName<<"\nHired: ";
   hireDate.print();
   cout << "  Birth date: ";   birthDate.print();   cout << endl;
} // end function print
Employee::~Employee()
{     cout <<"Employee object destructor: "<<lastName<<", " <<firstName<<endl;
} // end ~Employee destructor
```

استخدام أغراض من صنف معرف كبيانات أعضاء لصنف آخر (Composition) 8

الملف يتضمن التابع الرئيس compositEmployeeMain1.cpp.

```
// compositEmployeeMain1.cpp : main project file.

#include "stdafx.h"
#include <iostream>
#include "employee.h"  // Employee class definition
using namespace std;
int main()
{
   Date birth( 7, 24, 1989) ;
   Date hire( 3, 12, 2009) ;
   Employee manager( "Salim", "Salam", birth, hire) ;
   cout << '\n';
   manager.print();
   cout<<"\nTest Date constructor with invalid values:\n";
   Date lastDayOff( 14, 35, 1994) ;  // invalid month and day
   cout << endl;
   system ("pause");return 0;
} // end main
```

جامعة المنارة
MANARA UNIVERSITY

شرح الملف التابع الرئيس compositEmployeeMain1.cpp.

- تضمن تعريف الصنف Date تابعاً يدعى checkDay ويهدف إلى اختبار عدد أيام الشهر إن كانت سليمة بالإضافة إلى مناقشة حالة السنة الكبيسة leap year، وتم استدعاء هذا التابع ضمن باني الصنف بحيث تصبح عملية البناء متضمنة لعملية اختبار القيم الابتدائية المرسلة إن كانت تعبر عن قيمة صالحة للتاريخ أم لا.
- تضمن تعريف الصنف تابعاً هادماً بهدف اختبار ترتيب هدم غرض من الصنف Employee (بمعنى آخر هل يتم هدم الأغراض المستخدمة لتعريف البيانات الأعضاء أولاً أم يتم هدم الغرض من الصنف Employee أولاً ؟) .

ملاحظات حول المثال السابق:

- ✓ التعريف المبين في المثال السابق للأصناف Employee، Date والتوابع المضمنة هو صيغة مقترحة، إلا أن ذلك لا يمنع أن يتم تعريفهما بطرق اخرى مرغوب وتضمينهما التوابع المرغوبة.
- ✓ بملاحظة تعريف التابع الباني للصنف Employee نجد أن إعطاء قيم للعضوين firstName و lastName يكون من خلال تمرير القيم، أما العضوين birthDate و hireDate فيكون إعطاؤهما القيم من خلال التابع الباني للصنف Date. يتم هذا الأمر من خلال التصريح عن التابع الباني للصنف Employee وتستخدم النقطتان (:) للفصل بين قائمة وسطاء التابع الباني للصنف Employee واستدعاء التابع الباني للصنف Date.
- ✓ نلاحظ أنه ضمن تعريف التابع ()print للصنف Employee كيفية استدعاء التابع ()print للصنف Date.
- ✓ يبين خرج البرنامج أن بناء الأغراض يجري من الداخل إلى الخارج بينما يجري هدمها من الخارج إلى الداخل (أي يجري هدم الغرض من النمط Employee ومن ثم يجري الأغراض من النمط Date المعرفة ضمنه) .

Using objects within functions

استخدام الأغراض مع التوابع 1

- يمكن استخدام الأغراض مع التوابع سواء كبارامترات للتوابع أو كقيمة معادة منها. كما يمكن أن يكون هذا الاستخدام ضمن التوابع الأعضاء للصنف، أو ضمن توابع أخرى خارج نطاق الصنف (لكن في هذا الحالة يجب مراعاة محددات الوصول ومجالات الرؤية) .
- يتم تمرير الأغراض إلى التوابع بنفس الطريقة التي يتم فيها تمرير أي متحول من نوع بيانات آخر. حيث يتم تمرير الأغراض إلى التوابع من خلال أسلوب الاستدعاء بالقيمة call by value وعندها يتم إنشاء نسخة من الغرض عند تمريرها للتابع (بمعنى آخر يتم إنشاء غرض آخر)، وهذا يطرح السؤال التالي:
  هل يتم تنفيذ التابع الباني عند إنشاء النسخة والتابع الهادم عند تدميرها ؟.
- نختبر تمرير الأغراض إلى التوابع من خلال المثال التالي الذي يستخدم نسخة معدلة من الصنف Time كما يلي:

```
// UsingObjectsWithinFunctions62.cpp : main project file.
#include "stdafx.h"
#include <iostream>
using namespace std;
class Time {public:   Time(int, int, int, char ) ;      //constructor
   ~Time();                        //destructor
   inline int get_second() { return second;}
   inline int get_minute() { return minute;}
   inline int get_hour()   { return hour;}
   inline char get_sep()     { return sep;}
```

```
private:
   int hour;              // 0 - 23 (24-hour clock format)
   int minute;            // 0 - 59
   int second;            // 0 – 59
   char sep;              // :
}; // end clas Time
Time::Time(int hr,int mn,int sc, char sp)
{ cout<<"constructing object "<<hr<<":"<<mn<<":"<<sc<<endl;   hour=hr;
minute=mn;  second=sc;        sep= sp;
} // end Time constructor
Time::~Time(){cout<<"destructing object "<<hour<<sep <<minute<<sep
 <<second <<endl;} // end Time destructor
int time_to_seconds(Time T)
{  return T.get_second()+(T.get_minute()*60)+(T.get_hour()*3600);}
int main(){ {Time timeObj(6,8,24,':'); cout<<time_to_seconds(timeObj)<<endl;}
   system("pause"); return 0;} // end main
```

بتنفيذ هذا البرنامج يعطي على خرجه:

```
constructing object 6:8:24
destructing object 6:8:24
22104
destructing object 6:8:24
Press any key to continue . . .
```

بملاحظة الخرج وتحليل البرنامج السابق نجد:

- تم تمرير غرض من النمط Time إلى التابع المعرف خارج الصنف time_to_seconds() الذي يقوم بتحويل الزمن إلى ثواني، وتم استخدام ثلاثة توابع سطرية معرفة ضمن الصنف للوصول إلى البيانات الأعضاء الخاصة.
- لاحظ أنه قد تم استدعاء التابع الهادم للصنف مرتين، بينما تم استدعاء التابع الباني مرة واحدة. مما يعني أن التابع الباني لا يتم استدعاؤه عند إنشاء نسخة من الغرض لتمريرها كبارامتر للتابع والسبب في ذلك أنه لو تم استدعاء التابع الباني فإن الغرض ستتم تهيئته بقيم ابتدائية غير قيمته الحالية وبالتالي سيتم تغييره. بينما يتم استدعاء التابع الهادم عند هدم النسخة الممررة.
- كان بالإمكان تعريف هذا التابع كتابع عضو ضمن الصنف وعندها كان بالإمكان الاستغناء عن تعريف توابع وصول إلى البيانات الأعضاء الخاصة لأنها تقع ضمن مجال رؤية هذا التابع. يكون شكل التابع وعملية الاستدعاء في هذه الحالة:

```
int time_to_seconds(Time T)
{    return T.second+(T.minute*60)+(T.hour*3600);}
cout<<timeObj.time_to_seconds(timeObj)<<endl;
```

استخدام الأغراض مع التوابع 4

تختلف عملية إعادة غرض من تابع قليلاً بين حالة كون التابع عضواً في الصنف أو لا، إذ يمكن في حال كونه عضواً أن يتم استخدام المؤشر *this لإعادة الغرض، بينما سيتم استخدام أسلوب النسخ بالإسناد في حال كون التابع غير عضو في الصنف (طبعاً هناك بعض الطرق الأخرى التي يمكن أن تكون أكثر أماناً كاستخدام الباني الناسخ الذي تعرفنا عليه سابقاً أو استخدام التحميل الزائد لمعامل الإسناد.

نختبر هذا الأمر من خلال برنامج يتضمن تابعين يقومان بجمع قيم غرضين من النمط Time كلاهما عضو في الصنف.

```
// UsingObjectsWithinFunctionsThis64.cpp : main project file.
#include "stdafx.h"
#include <iostream>
#include <iomanip>
using namespace std;
class Time {
public:
   Time(int, int, int, char) ;      //constructor
   Time add_times1(Time) ;
   Time add_times2(Time, Time);
   void printUniversal();
```

```
private:
    int hour;                // 0 - 23 (24-hour clock format)
    int minute;              // 0 - 59
    int second;              // 0 - 59
   char sep;                 // :
}; // end clas Time
Time::Time(int hr,int mn,int sc, char sp)
{     hour=hr;      minute=mn;    second=sc;      sep=sp;} // end Time constructor
Time Time::add_times1(Time T) {int t=0,m=0;second=second+T.second;
if (second>59){t=second/60; second=second%60;}minute=minute+T.minute+t;
if (minute>59){m=minute/60; minute=minute%60;}
hour=(m+hour+T.hour)>23?(m+hour+T.hour)%24:(m+hour+T.hour);return *this;}
Time Time::add_times2(Time T1,Time T2)
{int t=0; t=T1.second+T2.second; second=t>59?t%60:t;
t=(t/60)+T1.minute+T2.minute; minute=t>59?t%60:t;t=(t/60)+T1.hour+T2.hour;
hour=t>23?t%24:t;return *this;}
```

ImplicitExplicitThisPointer

جامعة المنارة
MANARA UNIVERSITY

استخدام المؤشر this:1

- المؤشر this: هو مؤشر ذاتي يؤشر على نفس الغرض المشتق، ويؤمن عملية الرجوع السليمة عندما يقوم تابع عضو بالرجوع إلى عضو آخر ضمن الصنف.
- يعتبر المؤشر this ضمنياً كافة الأعضاء ضمن الغرض على أنها عناصر تابع له، إلا أنه يمكن استخدامه بشكل صريح.
- يستطيع كل غرض أن يحدد عنوانه الذاتي باستخدام المؤشر this كما يمكن أن يستخدم من أجل الرجوع إلى المعطيات والتوابع الأعضاء، ويتعلق نمطه بنمط الغرض المرتبط به.
- يمكن أن يكون التابع العضو الذي نستخدم ضمنه المؤشر this من النوع const أو لا، وعند استخدام تابع عضو غير ثابت A يأخذ المؤشر this الصيغة:

A * const

- أما عندما يكون التابع العضو ثابتاً يأخذ المؤشر this الصيغة:

const A * const

- لدى استدعاء تابع عضو، يتم تلقائياً تمرير وسيط ضمني هو عبارة عن مؤشر إلى الغرض المستدعي، هذا المؤشر يدعى المؤشر this.

لكي نفهم الاستخدام الضمني والصريح لهذا المؤشر، لنأخذ الصيغة المعدلة التالية للصنف Time:

```
// ImplicitExplicitThisPointer67.cpp : main project file.
#include "stdafx.h"
#include <iostream>
using namespace std;
```

جامعة المنارة
MANARA UNIVERSITY

استخدام المؤشر this: 2

```
class Time {
public:
   Time(int, int, int, char) ;     //constructor
   void printUniversal();    // output universal-time format
private:
   int hour;                 // 0 - 23 (24-hour clock format)
   int minute;               // 0 - 59
   int second;               // 0 – 59
   char sep;}; // end clas Time
Time::Time(int hr,int mn,int sc,char sp)
{   hour=hr;  minute=mn;  second=sc;   sep=sp; } // end Time constructor
void Time::printUniversal()
{ /*implicte use of this pointer*/ cout<<hour<<sep<<minute<<sep<< second<<endl;
  /*explicte use of this pointer*/ cout<<this->hour<<this->sep<<this->minute
 <<this->sep<<this->second<<endl; cout<<(*this).hour<<(*this).sep<<(*this).minute
      <<(*this).sep <<(*this).second<<endl;} // end function printUniversal
```

استخدام المؤشر كبارامترومرجع وقيمه معادة 1

Use the reference as a parameter as a return value

```
int main()
{ Time timeObj(10,14,24,':');
   timeObj.printUniversal();
system("pause");    return 0;
} // end main
```

يعطي المثال السابق على خرجه:

```
10:14:24
10:14:24
10:14:24
Press any key to continue . . .
```

أما فيما يتعلق بالمراجع references، فهناك ثلاث طرق لاستخدامها:

1- كبارامترللتابع.

2- كقيمة معادة من التابع.

3- كمرجع بحد ذاته.

تحقيق هذه الاستخدامات من أجل أنماط معرفة من قبل المستخدم. لتوضيح ذلك نبين الاستخدامات الثلاثة في مثال واحد يستخدم نسخة معدلة من الصنف Time كما يلي:

استخدام المؤشر كبارامترومرجع وقيمه معادة 2

Use the reference as a parameter as a return value

```
// thisAsReferenceAsParameterReturnValue.cpp : main project file.
#include "stdafx.h"
#include <iostream>
using namespace std;
class Time {
public:
   Time(int, int, int, char) ;      //constructor
   void print();                  // print time object
   void time_modify(Time &);  // using reference as parameter
   Time &time_modify1(int) ;  // returning reference
private:
   int hour;              // 0 - 23 (24-hour clock format)
   int minute;            // 0 - 59
   int second;            // 0 - 59
   char sep;
}; // end clas Time
```

Use the reference as a parameter as a return value

استخدام المؤشر كبارامترومرجع وقيمه معادة 3

```
Time::Time(int hr,int mn,int sc,char sp)
{ hour=hr; minute=mn; second=sc;       sep= sp; } // end Time constructor

void Time::print()
{cout<<hour<<sep<<minute<<sep<<second<<endl;}//end fun print

void Time::time_modify(Time &T)
{    hour=hour-T.hour;  minute=minute-T.minute;  second=second-T.second;  }
 // end function time_modify All fields timeObj1 must be greater than timeObj2

Time &Time::time_modify1(int x)
{ hour=hour-x;
minute=minute+x; second=second/x; return *this; }// end time_modify1

int main() {Time timeObj1(6,8,24,':'),timeObj2(4,2,20,':');
   cout<<"NORMAL USE OF OBJECTS "<<endl;

   timeObj1.print();     timeObj2.print();
   cout<<"USING REFERENCES AS PARAMETER "<<endl;
```

Use the reference as a parameter as a return value

استخدام المؤشر كبارامترومرجع وقيمه معادة 4

```
    timeObj1.time_modify(timeObj2);
    timeObj1.print();    timeObj2.print();
    cout<<"USING REFERENCES AS RETURNED VALUE "<<endl;

    timeObj1=timeObj1.time_modify1(2);
    timeObj1.print();    timeObj2.print();   system("pause"); return 0;
} // end main
NORMAL USE OF OBJECTS
6:8:24
4:2:20
USING REFERENCES AS PARAMETER
2:6:4
4:2:20
USING REFERENCES AS RETURNED VALUE
0:8:2
4:2:20
Press any key to continue . . .
```

التخصيص الديناميكي للذاكرة 1

Dynamic memory allocation

- تحتوي لغة ++C على معاملي تخصيص ديناميكي هما: new و delete. تستخدم هذه المعاملات لتخصيص وتحرير الذاكرة وقت التنفيذ (يمكن استخدام هذين المعاملين مع الأنماط مسبقة التعريف والأنماط المعرفة من قبل المستخدم).
- يقوم المعامل new بتخصيص الذاكرة وإعادة مؤشر إلى بداية موقع الذاكرة المحجوز، ويقوم المعامل delete بتحرير الذاكرة المخصصة باستخدام new. الشكل العام لاستخدام هذه المعاملات:

```
p_var = new type;    delete p_var;
```

- التصريح، p_var هو متحول مؤشر يتلقى مؤشراً إلى الذاكرة المحجوزة لاحتواء قيمة من النمط type.

كمثال:

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

- تقوم التعليمة السابقة بإنشاء غرض ذو حجم مناسب وتقوم أيضاً باستدعاء تابع البناء الافتراضي الخاص بالغرض وتعيد بعدها مؤشراً له من نفس نمط الغرض. لتحرير الذاكرة المحجوزة من قبل الغرض، يمكن استخدام المعامل delete:

```
delete timePtr;
```

- تقوم هذه التعليمة باستدعاء التابع الهادم للغرض المؤشر إليها باستخدام الغرض timePtr ومن ثم يتم تحرير الذاكرة المرتبطة به.
- بما أن ذاكرة الكومة heap محدودة الحجم، فإنها قد تستنفذ. إذا لم يكن هناك ذاكرة حرة كافية لتحقيق التخصيص المطلوب فإن المعامل new سيفشل، وسيتم توليد الاستثناء bad_alloc وهذا الاستثناء معرف في الملف الرأسي <new> يجب أن يقوم البرنامج بمعالجة هذا الاستثناء والقيام بالاستجابة الملائمة في حال حصوله (ندرس في فصل لاحق معالجة الاستثناءات)، فإن لم تتم معالجة الاستثناء في البرنامج فإن البرنامج سيتم إنهاؤه. المثال التالي يستخدم المعامل new لتخصيص الذاكرة لاحتواء غرض من النمط Time:

```
 // DynamicMemoryAllocation71.cpp : main project file.
#include "stdafx.h"
#include <iostream>
#include <iomanip>
using namespace std;
class Time {
public:   Time();                        //constructor
   void setTime(int hr,int mn,int sc,char sp);
   void printUniversal(); // output universal-time format
   void printStandard();  // output standard-time format
   ~Time();
private:   int hour;                      // 0 - 23 (24-hour clock format)
   int minute;                // 0 - 59
   int second;                // 0 - 59
   char sep;             //   :
}; // end clas Time
```

```
Time::Time() {  cout<<"CLASS TIME CONSTRUCTOR STARTD "<<endl;
   hour = minute = second = 0; sep= ':'; } // end Time constructor

void Time::setTime(int hr,int mn,int sc,char sp)
{hour=hr; minute=mn; second=sc;       sep=sp; }

void Time::printUniversal()
{   cout << setfill( '0') << setw( 2) << hour << sep << setw( 2) << minute <<sep
        << setw( 2) << second;} // end function printUniversal
void Time::printStandard()
{   cout<<((hour==0||hour==12)?12:hour%12)<<sep<<setfill('0') <<setw( 2) <<minute
        << sep <<setw( 2) <<second<<(hour<12 ? " AM": " PM") ;
} // end function printStandard

Time::~Time()
{    cout<<"CLASS TIME DESTRUCTOR STARTD "<<endl; } // end Time destructor
```

```
int main()
{   Time *timePtr=new Time;        // allocate Time object
    timePtr->printStandard();
    cout<<endl;
timePtr->printUniversal();
    cout<<endl;
    delete timePtr;                //deallocate time object
    system ("pause"); return 0;
} // end main
```

يعطي هذا البرنامج على خرجه:

```
CLASS TIME CONSTRUCTOR STARTD
12:00:00 AM
00:00:00
CLASS TIME DESTRUCTOR STARTD
Press any key to continue . . .
```

ملاحظات:

- نقوم في كل مرة نستخدم فيها الصنف Time بإجراء بعض التعديلات بما يخدم الفكرة التي نقوم بمناقشتها. واختصار بعض التوابع تجنباً لطول مقاطع الشيفرة.
- بما أن الغرض timePtr هو مؤشر لذا كان من الواجب استخدام معامل السهم (->) arrow operator للوصول إلى أعضائه.
- يجب أن يتم استخدام المعامل delete فقط مع المؤشرات الصالحة التي تم تخصيصها باستخدام new.

يمكن تهيئة الذاكرة المخصصة ببعض القيم بقيم ابتدائية initializer بعد اسم النمط في العبارة new. الشكل العام لهذا الاستخدام كما يلي:

```
p_var = new var_type (initializer);
```

بالطبع نوع القيمة الابتدائية يجب أن يكون متو افقاً مع نوع البيانات الذي خصصت الذاكرة من أجله.

يمكن تعديل المقطع البرمجي السابق وكتابة تعليمة التصريح كما يلي: `Time *timePtr=new Time(14,33,35,':');`

ثم أعادة تنفيذ البرنامج، حيث يظهر الفرق ؟.

يمكن تخصيص المصفوفات بواسطة المعامل new باستخدام الصيغة العامة التالية:: `p_var = new array_type [size];`

حيث size يحدد عدد العناصر في المصفوفة.

لتحرير مصفوفة يمكن استخدام delete على النحو: `delete [ ] p_var;`

حيث إن استخدام [] تخبر delete أن المراد تحريره هو مصفوفة وعند غياب [] سيتم حذف عنوان بداية المصفوفة وليس المصفوفة.

هناك أمر وحيد يجب أن تتم مراعاته لدى تخصيص المصفوفات: وهو أنها لا يمكن أن تتم تهيئتها. أي لا يمكن تحديد لائحة تهيئة عند تخصيص مصفوفة.

يمكن تخصيص مصفوفات الأغراض، إلا أن هناك معضلة، بما أنه لا يمكن لمصفوفة مخصصة ديناميكياً بالمعامل new أن تهيأ بالقيم الابتدائية، فإنه يجب التحقق من كون الصنف يحوي تابع باني، وأنه بلا بارامترات. فإن لم يكن ذلك محققاً فإن مترجم لغة C++ لن يجد بانياً مناسباً عندما تحاول تخصيص المصفوفة ولن يقوم بترجمة البرنامج.

المثال التالي يوضح هذا الاستخدام:

```
int main(){   Time *timePtr=new Time[3];  // create array of 3 Time object
    timePtr[0].setTime(10,15,20,':');   timePtr[1].setTime(22,7,55,':');
   timePtr[2].setTime(2,54,34,':');
   for (int i=0;i<3;i++){timePtr[i].printStandard();     cout<<endl;
      timePtr[i].printUniversal();    cout<<endl;}
     delete [] timePtr;  system ("pause"); return 0;} // end main
```

```
CLASS TIME CONSTRUCTOR STARTD
CLASS TIME CONSTRUCTOR STARTD
CLASS TIME CONSTRUCTOR STARTD
10:15:20 AM
10:15:20
10:07:55 PM
22:07:55
2:54:34 AM
02:54:34
CLASS TIME DESTRUCTOR STARTD
CLASS TIME DESTRUCTOR STARTD
CLASS TIME DESTRUCTOR STARTD
Press any key to continue . . .
```

الصنف الخازن Container class : هو عبارة عن أحد أنماط الأصناف ، وهو مصمم لاستيعاب مجموعة من الأغراض، وتقديم الخدمات الملائمة لمثل هذه العملية كالإدراج، الحذف، البحث، ... وغيرها.

من أشهر أشكال الأصناف الخازنة المصفوفات arrays، المكدسات stacks، الأرتال queues، واللوائح المترابطة linked lists.
غالباً مايرتبط الصنف الخازن بالأغراض التكرارية (المكررات)، حيث أن المكرر هو عبارة عن غرض يعيد العنصر التالي ضمن مجموعة. ويعرف عادة على شكل تابع صديق للصنف الخازن. ويمكن لصنف خازن أن يكون له أكثر من مكرر في نفس الوقت.

الصنف الوكيل Proxy class : هو عبارة عن أحد الوسائل المستخدمة في إخفاء تفاصيل بناء صنف لمنع الوصول إلى المعلومات المرتبطة به ولمنع الوصول إلى طريقة برمجة الصنف.

إن التعمق في مفهومي الأصناف الخازنة والأصناف الوكيلة خارج نطاق اهتمامنا في هذا المساق.

انتهت تمارين الأسبوع الثاني