Introducción a la Programación Orientada a Objetos con C++

(Para aplicaciones de control)

Ignacio Alvarez García
Ing. De Sistemas y Automática
Universidad de Oviedo
Septiembre 2023

INDICE

1. Introducción a la programación orientada a objetos con C++

La programación orientada a objetos (**OOP** de aquí en adelante) permite trasladar a los programas la forma de pensar que tenemos para la solución o descripción de problemas en general. Normalmente nos referimos a entidades (objetos), que solemos clasificar en grupos con características y funcionamiento comunes (clases), y de las cuales nos interesan ciertas características (propiedades) y su funcionamiento (métodos).

Además, al relacionar unos objetos con otros para diseñar sistemas complejos, solemos utilizar la encapsulación, esto es, permitimos que los objetos interactúen entre sí sólo a través de las características y funcionalidades expuestas al exterior, mientras que las características y funcionalidades internas de cada uno son ignoradas por el resto.

Las características básicas de la programación orientada a objetos se describen con ejemplos sencillos en:

https://www.freecodecamp.org/news/object-oriented-programming-concepts-21bb035f7260/

El lenguaje C++ es una extensión a C para soportar la programación orientada a objetos (OOP). Lo que sigue no es un manual de C++, sino una muy breve introducción para ser capaz de manejar los objetos, propiedades y métodos de las librerías de clases más habituales, o para crear clases nuevas. Para una documentación más exhaustiva se sugiere la lectura de:

- "Aprenda C++ como si estuviera en 1º", de la Universidad de Navarra (http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado_itop/503/Bibliografia/TextosPDF/AprendaCPPComoSiEstuvieraEnPrimero-V2_JGarciaDeJalon.pdf).
- Tutorials point: C++: https://www.tutorialspoint.com/cplusplus/index.htm
- Tutorial paso a paso C++: https://www.w3schools.com/cpp/default.asp

Para escribir código en C++ se pondrá la extensión '.cpp' a los archivos de código fuente.

1.1 Clases y objetos

El elemento fundamental de la OOP es la clase. Una clase es una definición de propiedades y métodos para un conjunto de entidades que comparten características comunes. La clase es un ente abstracto, simplemente consta de definiciones y operaciones que se pueden aplicar a los objetos de esa clase.

Una clase, en sí misma, sólo sirve para definir/organizar. Necesitamos elementos físicos para poder operar con ellos. Los elementos físicos que pertenecen a una clase son los objetos.

Las vacas son una clase: se definen por ser animales mamíferos, hembras, con 4 patas, etc. etc. Entre otras cosas, las vacas pueden dar leche, para lo cual hay que hacer un procedimiento específico que es ordeñarlas. Pero no tenemos leche si no disponemos de objetos (instancias) de tipo vaca; la clase en sí misma define qué se puede hacer y cómo, pero para implementarlo necesitamos objetos de esa clase.

Además de lo anterior, la clase (y por tanto los objetos) tienen dos partes "claramente" diferenciadas: el interior (o parte privada), que debe existir pero no es accesible para otros objetos, y el exterior (interfaz, o parte pública), que sí es accesible para otros objetos. La vaca tiene un complejo sistema interno para producir la leche, pero para ordeñarla sólo tenemos acceso a las ubres.

Las anteriores definiciones pueden ser difíciles de asimilar, así que un ejemplo sencillo de la vida real para visualizar lo que es una clase y un objeto nos puede ayudar. Tomemos algún aparato de uso común, como por ejemplo una **TV**, un **microondas**, o un **botón pulsador**. Los 3 tipos de elementos

son completamente diferentes en cuanto a las funcionalidades que nos ofrecen, independientemente de que puedan compartir algo de la tecnología interna.

Una TV sirve para ver programas emitidos remotamente. Tiene una determinada y compleja tecnología interna, pero como usuarios de la TV lo que nos interesa es su utilidad y el interfaz con el exterior: conexión de antena (para recibir las imágenes y el sonido), conexión de alimentación, pantalla (para ver las imágenes), altavoces (para escuchar el sonido), mando a distancia (para seleccionar), botones de pulsación, etc.

Múltiples fabricantes de TV tienen modelos distintos, pero todos ellos son para nosotros algo similar. No nos interesa cómo está hecha cada una para poder utilizarla.

Una TV (de forma genérica) es una **clase**. La clase define las características de los objetos de esa clase, su utilidad, etc. La clase la forman una parte interna (la llamaremos **privada**, la ha desarrollado el fabricante; está/tiene que estar ahí para proveer la funcionalidad de TV, pero no nos interesa su detalle para usar la TV) y otra de interfaz (la llamaremos **pública**, es con lo que interactuamos y nos interesa como usuarios).

Tanto la parte pública como la privada contienen la declaración de dos tipos de componentes:

- Elementos físicos, necesarios para sostener la operatividad, que llamaremos **campos o propiedades o variables miembro**, pero que a su vez son objetos de clases específicas: públicos son el mando a distancia, los botones-pulsadores, la pantalla, etc.; privados son la fuente de alimentación, la electrónica para decodificar la señal de antena, etc.
- Estados internos, que también llamaremos **campos o propiedades o variables miembro**: el número de canal seleccionado, el número máximo de canales disponibles, el estado encendido/apagado, serían algunos ejemplos.
- Procedimientos que gestionan la interacción entre elementos públicos y privados, que llamaremos **métodos o funciones miembro**: cuando se pulsa el botón [OFF] del mando a distancia, el estado interno debe pasar de OFF a ON o viceversa, la fuente de alimentación se debe encender/apagar, la pantalla debe mostrar un mensaje, etc.; cuando se pulsa el botón [↓] del mando a distancia o del televisor, el número de canal se incrementa en 1 solo si el estado interno es ON y además no hemos rebasado el límite de canales; a continuación, se pasa el nuevo canal al decodificador para que muestre sus imágenes.

TV class definition:

Fields (physical elements and states):

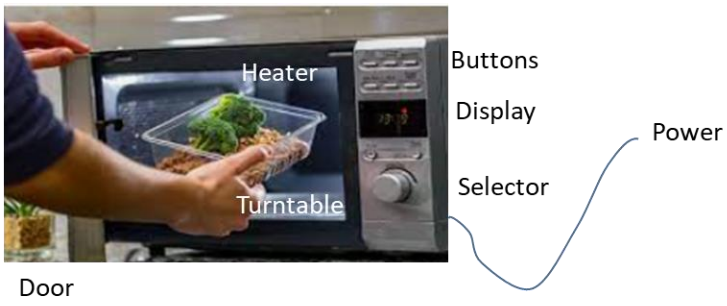
Channel number: integer
state On/OFF: boolean
Push button Up, Down, Enter: Push buttons
Remote: IR remote control

Methods (actions):

SwitchOnOff() →
if (state is ON) → state is OFF
else // state is OFF → state is ON
Pushbutton Down is pushed () →
if (state is ON) → increment channel
ShowImage() →
if (state is ON and channel is valid) →
decode channel from input data
show image in screen

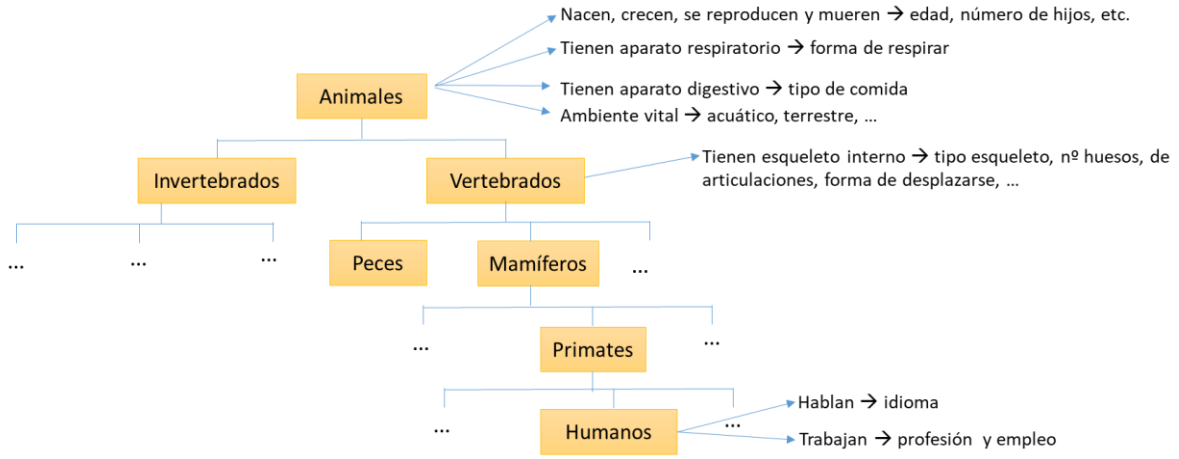
Pero para ver la TV no me sirve con la clase (la definición de sus campos y funciones miembro), necesito un objeto de esa clase: mi aparato de TV. Mi TV, la del vecino, la del bar, son objetos distintos (instancias) de la misma clase TV. Todos ellos tienen las mismas características y funcionalidades, pero su estado puede ser distinto (yo estoy viendo el canal A, y mi padre el canal B en otra TV; yo estoy pulsando un botón del mando en mi TV y el vecino no).

Un microondas, por su parte, es una clase con una utilidad diferente. Mediante unos botones y unas ruedecitas (potenciómetros) establecemos cuánto tiempo y con qué potencia queremos calentar algo. Hay muchos tipos de microondas, pero todos ellos pertenecen a la clase microondas, totalmente diferente de la clase TV. Eso sí, pueden compartir algunas cuestiones internas o de interfaz con la TV, pero su uso es distinto.



Nuevamente, la clase microondas define los elementos internos y de interfaz que permiten su funcionamiento, de los cuales como usuarios sólo estamos interesados en la parte pública: hay que enchufar, abrir la puerta, tocar ciertos botones, etc. La parte privada, interna, no nos interesa demasiado como usuarios, sólo le interesa al fabricante. Y, al igual que con la TV, necesitamos un objeto tipo microondas para poder calentar algo, y cada uno tendremos un objeto diferente, todos de la misma clase.

Por último, las clases se pueden definir de manera jerárquica, donde hay clases más generales (o abstractas) que definen campos y funcionalidades comunes, y otras más específicas (que se derivan y/o bifurcan) con campos y funcionalidades más específicos. Un ejemplo habitual lo tenemos en las clases de ciencias naturales, por ejemplo, para la clasificación de los animales:



El ser humano es un animal, vertebrado, mamífero, del orden de los primates.

Por ser animal, comparte muchas características y funcionalidades con otros animales; estas características y funcionalidades (crecer, reproducirse, morir, la edad, etc.) se definen en la clase "animal", y se heredan y/o particularizan para los vertebrados, dentro de ellos para los mamíferos, etc.

Por ser vertebrado, comparte características y funcionalidades (tener esqueleto y articulaciones, moverse, etc.) con todos los vertebrados; éstas se definen en la clase "vertebrado" ya que no tienen sentido para todos los animales, y se heredan y/o particularizan para los mamíferos, …

Según se va bajando en la jerarquía se añaden nuevas funcionalidades y propiedades, y/o se particularizan algunas. Por ejemplo, el idioma es una característica única de los humanos, pero moverse o tener piernas no.

Nuevamente, las clases sólo definen las propiedades y funcionalidades, los objetos son las instancias de la clase (tú, yo).

1.1.1 Clases y objetos en C++

Las clases y objetos en C++ "funcionan" en la programación como las clases y objetos de la vida real. Las clases agrupan definiciones comunes para un tipo de elementos, en este caso del programa, y los objetos son las instancias "físicas" de esos elementos.

Los programas deben declarar objetos de diferentes tipos, y hacerlos interactuar según unas determinadas reglas. Por ejemplo, para la gestión de un coche de juguete a control remoto necesitaríamos dos clases: ToyCar y RemoteControl. El programa declarará un objeto de cada clase, y hará que interactúen según la funcionalidad que deseemos.

De forma muy simplificada:

Las declaraciones de clases se realizan en archivos de cabecera (.h), que serán incluidos por otros archivos para obtener las definiciones. Es bastante común en C++ realizar un archivo de cabecera por cada clase, con el mismo nombre que ésta.

ToyCar.h

```
#ifndef _INC_TOYCAR_H    // Esta línea, junto a la siguiente y la última, ...
#define _INC_TOYCAR_H    // ... evitan la inclusión multiple del mismo .h

#include "Motor.h"   // Incluye otros archivos de cabecera con definiciones

class Car
{
private:   // Elementos necesarios internamente, pero no accesibles desde "el exterior"
   // Campos miembro que determinan el estado y/o representan a partes de la clase
   (los definiremos más adelante)
;

public:   // Elementos de interfaz con "el exterior"
   // Funciones miembro que realizan determinadas operaciones
   void GoForward(float speed_m_s);
   void Stop( );
   void TurnLeft(float degs,float degs_s);
   float GetRemainingPowerTime_min() const;
   ...
} ;      // ¡¡¡ Atención !!!: terminar con punto y coma tras el }

#endif // _INC_TOYCAR_H
```

RemoteControl.h

```
#ifndef _INC_REMOTECONTROL_H     // Esta línea, junto a la siguiente y la última, ...
#define _INC_REMOTECONTROL _H    // ... evitan la inclusión multiple del mismo .h

#include "Button.h"   // Incluye otros archivos de cabecera con definiciones

// Valores devueltos por la función GetUserAction() de la clase RemoteControl
#define I_USER_ACTION_NONE                  -1
#define I_USER_ACTION_MOVE_FORWARD          1
#define I_USER_ACTION_TURN_LEFT             2
...

class RemoteControl
{
private:   // Elementos necesarios internamente, pero no accesibles desde "el exterior"
   // Campos miembro que determinan el estado y/o representan a partes de la clase
   (los definiremos más adelante)
;

public:   // Elementos de interfaz con "el exterior"
   // Funciones miembro que realizan determinadas operaciones
   int GetUserAction();
} ;      // ¡¡¡ Atención !!!: terminar con punto y coma tras el }

#endif // _INC_REMOTECONTROL_H
```

En el programa principal se declaran objetos (variables) de esas clases, y se utiliza su parte pública:

main.cpp

```
#include "ToyCar.h"
#include "RemoteControl.h"

int main()
{
   ToyCar myCar;  // Crea objeto myCar de tipo ToyCar
   RemoteControl myRemote; // Crea objeto myRemote de tipo RemoteControl

   while (myCar.GetRemainingPowerTime_min() > 5 )
   {
      int buttonPressed=myRemote.GetButtonPressed();
      if (buttonPressed==I_BUTTON_MOVE_FORWARD)
         myCar.GoForward(0.50);
      if (buttonPressed==I_BUTTON_TURN_LEFT)
         myCar.TurnLeft(2.0,1.0);

   }
   myCar.Stop();
   ...
}
```

En el ejemplo anterior se muestra únicamente la parte pública de las clases, y no la parte privada ni la implementación interna. El programa principal (función main) declara un objeto de cada clase, y utiliza su parte pública para realizar las interacciones requeridas para el funcionamiento deseado.

En el ejemplo anterior ya destacan algunas de las características de la OOP, que la hacen tan interesante. Fijémonos en main( ):

- El programador de main( ) no necesita conocer los detalles de cómo funcionan internamente las clases que necesita. Simplemente declara objetos y utiliza su parte pública para que interactúen y conseguir su cometido. Por ejemplo, el cochecito podría estar realizado con tecnologías diversas (gasolina/eléctrico, giro por velocidad diferencial de dos ruedas motrices/giro mediante sistema de dirección de Ackermann, etc.), pero los detalles no son necesarios para main( ). De la misma forma, el mando remoto podría estar compuesto por botones, joystick, acelerómetros, … , pero de él sólo interesa si se está ordenando giro a izquierda o derecha, acelerar, etc.
- Los desarrolladores de las clases ToyCar y RemoteControl pueden tomar las decisiones que deseen sobre su implementación, siempre que mantengan las declaraciones de la parte pública.
- El desarrollo de las diferentes clases y del programa principal puede realizarse en paralelo, por diferentes desarrolladores, simplemente acordando al inicio la parte pública.
- Las clases son altamente reutilizables en otros programas.

1.1.2 Utilizando clases y objetos

Aunque podríamos ahora diseccionar el contenido de una clase, cómo se declaran sus componentes, etc., vamos a dejarlo de momento para ir por el camino más sencillo.

Al igual que con la TV o el microondas no se nos ocurre como primera opción diseñar y construir uno completo para poder utilizarlo, o para conocer su funcionamiento, sino que lo más cómodo inicialmente es buscar uno con las características deseadas y comenzar a manejarlo, así haremos con las clases y objetos C++. Solamente si no existe una clase de objetos con las características que queremos hacemos el esfuerzo de desarrollarlos, pero eso requiere más conocimientos que su simple uso.

Nuestra secuencia de decisión:

- ☐ Detectamos una necesidad: necesito calentar la comida.
- ☐ Buscamos alternativas que cumplan esa necesidad. Nuestra propia experiencia, las búsquedas en Internet, la lectura de libros, o las consultas a expertos nos ayudan a encontrar y comparar alternativas.
- ☐ Miramos características y seleccionamos la clase que mejor se adecúa a nuestra necesidad (podemos calentar la comida en la cocina de gas, en una hoguera, poniendo al sol, etc. pero el microondas nos satisface mejor nuestra necesidad).
- ☐ Obtenemos un objeto (comprado, regalado, prestado), o varios si son necesarios, de esa clase. Utilizamos ese(os) objeto(s) para nuestra necesidad, de acuerdo con las instrucciones operativas definidas por quien ha desarrollado la clase y fabricado el objeto.
- ☐ Si no existiese una clase que satisfaga completamente nuestras necesidades (necesitamos un microondas que abra la puerta de forma automática cuando el usuario silbe una determinada canción), tendremos que desarrollarla (desde cero, o mejor modificando/ampliando alguna existente) o pedir que la desarrollen para nosotros.

En programación (C++) muchos desarrolladores han realizado ya clases, y de la misma forma seleccionamos alguna si nos resulta de utilidad, y obtenemos objetos de la misma para nuestras

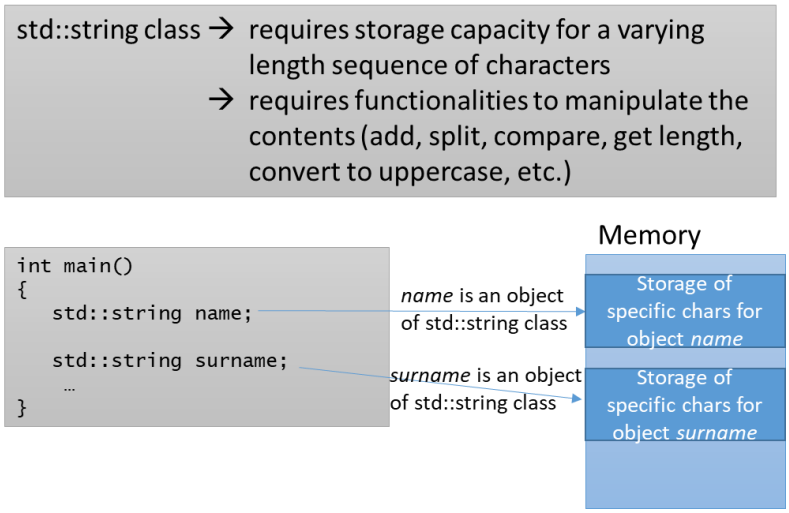
necesidades. Sólo pasaremos a conocer los detalles de las clases y objetos según nos sean necesarios, y desarrollaremos nuestras propias clases cuando estemos cómodos con las ya existentes.

1.1.3 Un ejemplo sencillo: la clase std::string

Una clase sencilla ya existente que se puede utilizar rápidamente en programación se llama **std::string**.

Esta clase contiene (casi) todo lo necesario para manejar cadenas de caracteres (texto). Al igual que para la TV o el microondas, hay un montón de cuestiones internas que se necesitan a la hora de manipular texto en un programa. El texto está formado por tablas de caracteres, cuya longitud es muy variable, y para cuyo manejo se requiere asignación y liberación de memoria, bucles para asignación de cada carácter, búsqueda, comparación, pasar a mayúsculas o minúsculas, etc.

Cada objeto tipo std::string tiene las mismas funcionalidades potenciales, pero un contenido distinto. Mi nombre y mi apellido serían dos objetos de la misma clase std::string con contenidos diferentes.



El creador de la clase std::string ha definido una parte privada, inaccesible (como el interior del microondas), que contiene los datos y la funcionalidad internos, y una parte pública que es la que nos interesa como usuarios de esa clase. Sólo tendremos documentación de la parte pública, en este caso la podemos encontrar en https://cplusplus.com/reference/string/string .

A modo de ejemplo rápido, sin apenas conocer C++ ni estudiar detalladamente la documentación, podemos utilizarla para extraer el campo *nombre* de una secuencia de caracteres con el formato *apellidos, nombre*.

Al igual que ocurre con la TV o el microondas, los diseñadores de la clase (std::string o cualquier otra) han intentado que los objetos de la misma dispongan de toda la funcionalidad pública necesaria de la manera más sencilla posible. En la TV o el microondas se consigue con botones que indican los números, flechas arriba y abajo, etc., fáciles de comprender por cualquiera. En programación, el desarrollador de la clase inserta campos y funcionalidades miembro con nombres "sencillos" que aluden a lo que hacen. La mayoría de los desarrolladores no deja acceso directo a los campos internos, sino a través de funciones.

El **acceso a los elementos públicos se hace a nivel de objeto**, mediante el operador punto aplicado al objeto; para las funciones públicas, se pasarán argumentos y se obtendrán resultados según el contenido de dicho objeto.

ej1_step1_oop.cpp

```
#include <string>   // Permite usar la clase std::string, definida en ese archivo
                    // de cabecera
int main()
{
   std::string datos; // Objeto de la clase std::string (variable)
   int pos_coma;      // Número entero
   std::string nombre;// Objeto de la clase std::string (otra variable, misma clase
                      // que datos, pero distintos contenidos)

   datos="Pi,Filemon";// Asigna valor al objeto datos (operador público asignación)
   pos_coma =datos.find(","); // Busca coma (función pública find aplicada
                              // al objeto datos)
   if (pos_coma>=0) {                // Si ha encontrado la coma
      nombre=datos.substr(pos_coma); // Asigna valor al objeto nombre (operador
                                     // público asignación) a partir del resultado
                                     // de la función publica subcadena (substr)
                                     // aplicada al objeto datos.
   }
   return 0;
}
```

Como es habitual con cualquier lenguaje de programación, las pruebas de los primeros programas se facilitan mucho con E/S por consola (pantalla de texto y teclado). C++ también tiene clases y objetos para esto.

En los ejemplos que siguen, para evitar duplicar todo el texto, resaltamos en negrita las partes que cambian o se añaden, y evitamos repetir el resto utilizando los puntos suspensivos.

El ejemplo 1, paso 2, muestra cómo escribir resultados en pantalla:

ej1_step2_oop.cpp

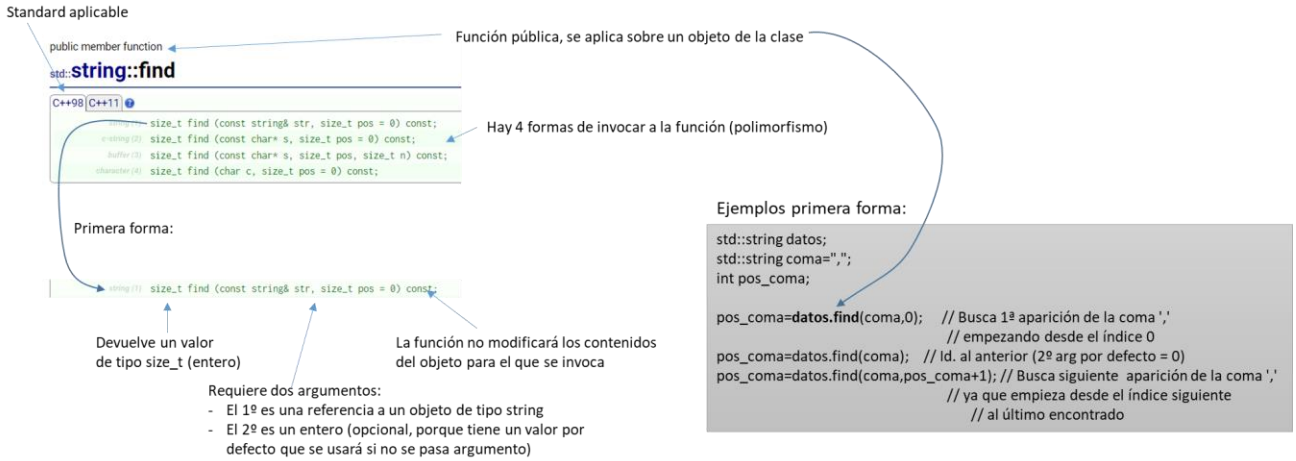
```
#include <string>     // Permite ...
#include <iostream>   // Permite usar las clases std::ostream y std::istream, y los
                      // objetos globales std::cout (clase std::ostream) y
                      // std::cin (clase std::istream)

int main()
{
   std::string datos;
   ...
   if (pos_coma>=0) {
      nombre=datos.substr(pos_coma+1);      // ...

      std::cout << "El nombre es: " << nombre << "\n"; // Llama repetidamante al
                                                       // operador << del objeto
                                                       // std::cout para que escriba
                                                       // en consola con formato
   }
   else {
      std::cout << "Falta la coma en los datos\n";
   }
   std::cout.flush();  // Llama a la función flush() del objeto std::cout para
                       // asegurar que se efectúa ahora la operación de escritura

   return 0;
}
```

El paso 3 muestra como esperar texto por teclado y utilizarlo en el programa.

ej1_step3_oop.cpp

```
#include <string>     // Permite ...
#include <iostream>   // ...

int main()
{
   std::string datos;
   ...

   datos="Pi,Filemon";
   std::cout << "Introduce apellido, nombre: "; // Escribe en consola
   std::cin >> datos; // Llama al operador >> del objeto std::cin para que espere
                      // texto por teclado y se lo asigne al objeto datos
   // Nota importante. Si el texto a leer pueden tener espacios en blanco,
   // sustituir la línea anterior por la siguiente (quitando el comentario):
   // std::getline(std::cin,datos);

   pos_coma =datos.find(","); // ...
   ...

   return 0;
}
```

Una vez vista la funcionalidad básica, veamos el detalle de la documentación de una de las funciones disponible en Internet, por ejemplo el método **find( )** de la clase **std::string** (https://cplusplus.com/reference/string/string/find/)



En la documentación de esta función se observa:

- Hay dos posibles estándares aplicables: C++98 y C+11. 98 y 11 son años (1998 y 2011). El compilador que utilicemos puede adherirse a uno o varios estándares (98, 11, 14, 17, 20 y 23). Un estándar posterior acoge todo lo anterior (a veces hay partes eliminadas - deprecated) y añade nuevas funcionalidades.
- La función es pública: se puede invocar para cualquier objeto de esa clase desde cualquier parte del código, utilizando el operador punto.
- Hay 4 posibles invocaciones de la función (polimorfismo). En este caso, todas ellas devuelven un valor de tipo entero (**size_t**), pero admiten distintos formatos de argumentos; el compilador comprobará automáticamente cuál de ellas se está invocando a partir de los argumentos. Esta función, en sus 4 formas, es de tipo **const**, lo que indica que cuando se ejecute no se alterará el contenido del objeto sobre el que se aplica (el **string** sigue conteniendo el mismo texto al finalizar la función).
- Centrándonos en la primera forma polimórfica, requiere dos argumentos:
  - Un **std::string** de nombre ***str***, que es la cadena a buscar. Puesto que es un objeto, se suele acompañar de **const** y **&** para pasarlo como referencia constante, lo que evita las operaciones de construcción y destrucción (se verán luego).

- Un entero tipo size_t de nombre ***pos***, que puede tener un valor por defecto (cero en este caso). Indica que este 2º argumento es opcional, y si el llamador no lo incluye, dentro de la función tomará el valor cero.

1.1.4 Otras clases estándar

Además de std::string, que nos ayuda a manipular texto (cadenas de caracteres), o std::ostream, que nos ayuda a gestionar salida hacia dispositivos, el estándar C++ dispone de otras muchas clases ya realizadas y que pueden ser utilizadas por el desarrollador. Se pueden consultar en https://en.cppreference.com/w/cpp/header .

Un ejemplo muy clásico (para personas con algún conocimiento en matemáticas avanzadas) es la clase **std::complex**. El computador sabe cómo tratar con números enteros (int y otros) o reales (float y otros) para realizar cálculos, pero en ocasiones necesitamos manejar complejos. Un número complejo no es más que una pareja de números reales, uno de los cuales representa la parte real y otro la imaginaria, y en el cual las operaciones se hacen de una manera especial:

x = a + b*j (donde j = $\sqrt{-1}$ es la unidad imaginaria)

y = c + d*j

Por definición:

z=x*y = (a*c-b*d)+(a*d+b*c)*j

La clase std::complex permite manejar objetos de tipo complejo para nuestros cálculos con sencillez, gestionando el almacenamiento de la parte real e imaginaria y proporcionando funciones y operadores para sumar, multiplicar, obtener módulo y argumento, exponenciar, …

La clase std::complex, a diferencia de std::string, es una clase con plantilla (templated). Esto quiere decir que se añade a la clase <tipo_de_datos> para que pueda operar con diferentes datos internos: podemos hacer objetos de tipo std::complex<float> o std::complex<double> según la precisión que necesitemos.

En el ejemplo siguiente se declaran tres objetos de tipo complejo (*x*,*y*,*z*), utilizando la precisión float. *x* se inicializa a 5+2*j, *y* se inicializa a 7-4*j, *z* no se inicializa. Una función miembro especial en la clase std::complex, llamada constructor, permite la inicialización con valores específicos (la veremos más adelante).

ej2_step1_oop.cpp

```
#include <string>
#include <iostream>
#include <complex>

int main()
{
   std::complex<float> x(5,2.0), y(7,-4.0), z;

   z=x*y;  // Usa el operador producto definido en la clase std::complex
   std::cout << "z = " << z << "\n"; // Escribe en consola el valor de z
   return 0;
}
```

Otra clase muy utilizada también basada en plantillas (templated) es std::vector<tipo_de_datos>. Esta clase permite crear objetos que sean vectores (tablas) de cualquier otro tipo de objeto, incluidos los tipos básicos de datos. Por ejemplo, podemos crear un vector de float para almacenar datos reales con

la lluvia de cada día la última semana, y utilizar sus funcionalidades para desplazar la tabla y actualizarla cada vez que tengamos un nuevo dato:

ej3_step1_oop.cpp

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>

int main()
{
    std::vector<float> rain_week;    // Vector de números reales (inicialmente, tamaño 0)
    rain_week.reserve(7);   // Opcional: tamaño máximo del vector, reserva memoria

    while (1)  // Bucle sin fin (1 es distinto de 0, por tanto siempre verdadero)
    {
        float rain_today;     // Dato de hoy
        std::cout << "Introduce lluvia de hoy: ";   // Escribe en consola
        std::cin >> rain_today;              // Pide por teclado
        if (rain_week.size() >= 7) {         // Si hay más de 7 datos (más de 1 semana) ...
            rain_week.pop_back();            // ... quito el ultimo que ya no necesito
        rain_week.insert(rain_week.begin(),rain_today); // Añade nuevo dato al ppio del vector
        }
        std::cout << "Lluvia de los ultimos 7 dias: ";
        for (int i=0;i<rain_week.size();i++) { // Se necesita un bucle para escribir cada valor
            std::cout << rain_week[i] << " ";  // Con el operador [] se accede a cada elemento
        }                                      // del vector como un array "normal"

        // La función std::max_element() devuelve un iterador que nos permite acceder al element
        // de la table con el valor máximo. El iterador es "como un puntero", por lo que se usa
        // * para acceder a su contenido
        std::cout << " -> Max=" << *std::max_element(rain_week.begin(),rain_week.end()) << "\n";
        std::cout.flush();
    }

    return 0;
}
```

El resultado del programa (en amarillo los datos introducidos por teclado):

```
Introduce lluvia de hoy: 7.5↵
Lluvia de los ultimos 7 dias: 7.5   --> Maximo = 7.5
Introduce lluvia de hoy: 0↵
Lluvia de los ultimos 7 dias: 0   7.5   --> Maximo = 7.5
Introduce lluvia de hoy: 2↵
Lluvia de los ultimos 7 dias: 2    0  7.5   --> Maximo = 7.5
Introduce lluvia de hoy: 9↵
Lluvia de los ultimos 7 dias: 9    2   0  7.5   --> Maximo = 9
Introduce lluvia de hoy: 8↵
Lluvia de los ultimos 7 dias: 8    9   2   0  7.5   --> Maximo = 9
Introduce lluvia de hoy: 3↵
Lluvia de los ultimos 7 dias: 3    8   9   2   0  7.5   --> Maximo = 9
Introduce lluvia de hoy: 6↵
Lluvia de los ultimos 7 dias: 6    3   8   9   2   0  7.5   --> Maximo = 9
Introduce lluvia de hoy: 2.2↵
Lluvia de los ultimos 7 dias: 2.2  6   3   8   9   2   0    --> Maximo = 9
Introduce lluvia de hoy: 0.8↵
Lluvia de los ultimos 7 dias: 0.8 2.2  6   3   8   9   2    --> Maximo = 9
Introduce lluvia de hoy: 5↵
Lluvia de los ultimos 7 dias:  5  0.8 2.2  6   3   8   9    --> Maximo = 9
Introduce lluvia de hoy:
```

1.1.5 Otras clases no estándar

El estándar C++ provee un buen número de clases y funciones auxiliares, pero sólo las más genéricas: le faltan un buen montón de utilidades. Otros desarrolladores han generado librerías de clases que se pueden utilizar en nuestros programas (de forma gratuita o como establezca el acuerdo de licencia). Como no forman parte del estándar, tendremos que descargar y en su caso instalarlas antes de poder utilizarlas, y comprobar si están disponibles para el equipo destino.

Ejemplos de librerías genéricas usuales son:

- boost (https://www.boost.org/doc/libs/1_82_0/): montones de clases para casi todo, gestión de texto, tiempo, imágenes, archivos y directorios, cálculos matemáticos con vectores, matrices, etc., cálculos geométricos, bases de datos, etc. Algunas se van incorporando al estándar C++ por su calidad y popularidad.
- Qt-SDK (https://doc.qt.io/qt-6/reference-overview.html) : montones de clases para casi todo, como el anterior, pero con una orientación especial a programas que deben responder a eventos, con interfaz gráfico, comunicaciones, etc.
- dlib (https://dlib.net) : clases muy variadas, incluyendo para machine-learning
- POCO (https://pocoproject.org/): menos clases, más orientadas a equipos pequeños (IOT).
- Arduino libraries (https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/): específicas para Arduino y compatibles.

Ejemplos de librerías específicas para un tipo de problema determinado son:

- opencv (https://opencv.org): visión artificial´
- eigen (https://eigen.tuxfamily.org/): álgebra líneal (matrices, etc.)
- Openssl : criptografía
- …

Un listado de las librearías C++ más usuales en : https://cpp.libhunt.com/projects

1.2 Ejercicios propuestos

1.2.1 Ejercicio resuelto (o casi)

Realizar un programa que, dado un texto, lo divida en palabras (separadas por espacio) y cuente el número de ellas.

Solución:

- Necesitamos un objeto tipo `std::string` para el texto de entrada (*text*). Solicitaremos su contenido al usuario a través del teclado, para lo que usamos los objetos `std::cout` y `std::cin`.
- Necesitamos un objeto tipo `std::vector<std::string>` (*words*) para tener un vector de elementos, cada uno de los cuales será una de las palabras. Inicialmente estará vacío.
- Necesitamos un entero para contar palabras (*count_words*). Bueno, realmente este entero es prescindible ya que el número de palabras se obtiene en cualquier momento de la longitud del vector *words*.
- Necesitamos valores enteros auxiliares para ir buscando los espacios en blanco: *cur_pos*, *next_pos*
- Tras solicitar el texto, hay que realizar un bucle en que vamos buscando el siguiente espacio en blanco en el texto original. Cuando localizamos el siguiente espacio, tenemos una nueva palabra que añadimos al vector, y saltamos todos los espacios consecutivos a ese porque no contendrían nuevas palabras.

En forma de pseudo-código (lógica básica de lo que pretendemos, sin todas las restricciones del lenguaje formal):

```
Pedir text por teclado
Desde cur_pos = 0 y mientras cur_pos es válido{
```

next_pos = posición del siguiente espacio en blanco de *text* (a partir de *cur_pos*)
Si *next_pos* es válido (encontró un nuevo espacio) {
Hay una nueva palabra que empieza en *cur_pos* y termina en *next_pos* → añadir al vector *words* e incrementar contador *count_words*
Incrementar *next_pos* mientras el carácter que está en *next_pos* sea el espacio
(para no tener en cuenta varios espacios consecutivos)
cur_pos=*next_pos* (para la siguiente iteración del bucle)
}
}
Terminado: escribir resultados en pantalla

propuesto_1.cpp

```
#include <string>
#include <iostream>
#include <vector>

int main()
{
    std::string text;
    std::vector<std::string> words;

    std::cout << "Introduzca texto con espacios: ";
    std::getline(std::cin,text);

    int count_words;
    int cur_pos,next_pos;
    for (cur_pos=0,count_words=0;cur_pos>=0;cur_pos=next_pos)
    {
        next_pos=text.find(' ',cur_pos);
        if (next_pos>=0)
        {
            words.push_back(text.substr(cur_pos,next_pos-cur_pos));
            while (text[next_pos]==' ') {
                next_pos++;
            }
            count_words++;
        }
    }

    std::cout << "He encontrado " << count_words << " palabras\n";
       // count_words se podría haber sustituido por words.size()
    std::cout << "Las palabras son:\n";
    for (int i=0;i<words.size();i++) {
        std::cout << i+1 << "  -> " << words[i] << "\n";
    }

    std::cout.flush();
    return 0;
}
```

El resultado obtenido es:

```
Introduzca texto con espacios: Esto    es una   prueba para contar   palabras.↵
He encontrado 6 palabras
Las palabras son:
1  -> Esto
2  -> es
3  -> una
4  -> prueba
5  -> para
6  -> contar
```

Mejoras propuestas:

a) Como se ve, el resultado anterior no es del todo correcto (falta la última palabra). Intente corregir el programa para solucionarlo.

b) Dividir un texto en palabras a partir del espacio en blanco es algo que puede ser interesante en múltiples situaciones, y sólo depende de un valor de entrada para producir los resultados. Estaría mejor en una función y no en main( ). Modificar el código para hacerlo:

main.c

```
#include <iostream>
#include "MyStringFns.h"

int main()
{
  std::string text;
  std::vector<std::string> words;

  std::cout << "Introd txt: ";
  std::getline(std::cin,text);

  words=FnDivideWords(text,' ');
  std::cout << "Hay" << words.size() << " palabras\n";
  std::cout << "Las palabras son:\n";
  for (int i=0;i<words.size();i++) {
     std::cout << i+1 << "->" << words[i] << "\n";
  }

  std::cout.flush();
  return 0;
}
```

MyStringFns.h

```
#ifndef _INC_MYSTRING_FNS
#define _INC_MYSTRING_FNS

#include <string>
#include <vector>

std::vector<std::string> FnDivideWords(const
std::string& text,char divider=' ');

#endif // _INC_MYSTRING_FNS
```

MyStringFns.cpp

```
#include "MyStringFns.h"
std::vector<std::string> FnDivideWords(const
std::string& text,char divider)
{
   std::vector<std::string> pieces;
   int cur_pos,next_pos;
   ...
   for (...) {
     Mismo que antes, pero ahora usando pieces
     en lugar de text
   }

   return pieces;
}
```

1.2.2 Ejercicio medio resuelto

Un texto en formato xml sirve para definir contenidos categorizados. Está compuesto por el texto deseado empotrado entre un tag de comienzo con la forma <tag> y otro de cierre con la forma </tag>, donde tag es el nombre del elemento que se quiere almacenar. En el texto puede haber otros tag, dando lugar a una estructura jerárquica en forma de árbol. Se utiliza mucho en la comunicación de informaciones entre ordenadores; por ejemplo las páginas html tienen este formato (https://www.w3schools.com/html/tryit.asp?filename=tryhtml_basic_document):

El servidor entrega este texto → El navegador lo interpreta y dibuja formateado

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<body>

<h1>My First Heading</h1>

<p>My first paragraph.</p>

</body>
</html>
```

My First Heading

My first paragraph.

Se desea un programa que lea un texto xml de un archivo de texto, y extraiga del mismo el tag deseado. Para el caso anterior, suponiendo que el texto xml se encuentra en el archivo myPage.html, se busca un resultado como:

```
Introduzca nombre de archivo: myPage.html↵
Introduzca tag a extraer: body↵
El contenido de <body> es:

<h1>My First Heading</h1>

<p>My first paragraph.</p>

Introduzca subtag a extraer de body: p↵
El contenido de <p> es: My first paragraph.
```

Solución:

- Necesitamos un objeto tipo std::string para el nombre del archivo (*filename*). Solicitaremos su contenido al usuario a través del teclado, para lo que usamos los objetos std::cout y std::cin.
- Necesitamos un objeto tipo std::ifstream (*file*) para leer el contenido del archivo. Para leer todo el texto de un std::ifstream, ver https://www.tutorialspoint.com/what-is-the-best-way-to-read-an-entire-file-into-a-std-string-in-cplusplus (ojo, en este ejemplo han eliminado la necesidad de indicar explícitamente std:: delante de string, ifstream y ostringtream mediante la línea que comienza por using; particularmente no lo recomiendo, pero es posible).
- Necesitamos varios objetos tipo std::string para almacenar: el tag que se busca, el texto que se ha encontrado.
- Deberíamos realizar una función, ya que se utilizará el mismo código de forma similar varias veces, y será utilizable en otros casos:

```
std::string GetXmlTagContents(const std::string& all_xml_text,const std::string& tag)
{
     std::string tag_contents;
     …
     return tag_contents;
}
```

- La función debe, por este orden:
  - Componer un texto con el tag de comienzo, y otro con el de final; se puede hacer con el operador + que aplicado a dos std::string devuelve un std::string que los concatena:

```
std::string open_tag="<"+tag+">";
std::string close_tag="</"+tag+">";
```

  - Buscar el tag de comienzo en el texto, y el de final a partir del de comienzo (usar find). Con ambos ya se puede usar la función substr( ) aplicada al objeto *all_xml_text* para obtener el contenido intermedio.