Introducción a C++

Algoritmos y Estructuras de Datos II

DC-FCEyN-UBA

26 de agosto de 2015

Agenda

- Tipos, variables y expresiones
- Funciones
- Estructura de un programa C++
- Compilación y linking
- Estructuras de control
- Estructuras de datos compuestas
- Instrucciones de preprocesador

Estructura de un programa C++

```
1   // Archivo hola.cpp
2
3   #include <iostream>
4
5   using namespace std;
6
7   int main( ) {
8
9       cout << "Hola Mundo" << endl;
10      return 0;
11  }
```

- Linea 1: Comentario
- Linea 3: Directiva para incluir una librería estándar
- Linea 5: Declaración de uso de la libreria estándar
- Linea 7: Definición de la función main
- Linea 9: Cuerpo de la función main
- Linea 10: Sentencia de retorno del programa

Tipos de datos primitivos

- `int` valor entero de 4 bytes
- `char` valor entero de 1 byte
- `bool` valor de verdad de 1 byte (`true` o `false`)
- `float` valor de punto flotante de 4 bytes
- `double` valor de punto flotante de 8 bytes

Los tamaños de los datos en realidad dependen del sistema para el que se compila el programa.

Hay otros tipos de datos y modificadores para alterar su precisión.
Por ejemplo: `unsigned`, `short`, `long`

Declaración de variables

La declaración de variables debe respetar el esquema:

```
tipo identificador;
```

De forma opcional puede inicializarse en el lugar de la declaración.

Ejemplos:

```
int i;

float pi = 3.14;

bool p = pi > 3.0;

char a('a'), b('b'), c('c');
```

Operadores

Las operaciones aritméticas básicas están incluías en forma de operadores.

```
int a, b;
a = 5;  // operador de asignacion con un literal
b = a;  // operador de asignacion con una variable

b = (2 * a + b / 3) % (a - 1);  // aritmeticos

bool p;
p = a == b && !(a > 0 || b <= 0); // logicos

a++; --b;  // de incremento y decremento
```

- Los operadores son funciones y luego vamos a ver como redefinirlos

Scope de las variables

Las variables sólo pueden ser accedidas dentro del bloque {} en el que son declaradas. Una vez que se llega al } que cierra el bloque la variable es destruida y la memoria necesaria liberada.

```
int global;

int main() {
    int i = 1;
    global = i + 1;
    return 0;
}
```

Estructuras de control

Los programas normalmente no están limitados a una ejecución secuencial de instrucciones, sino que durante el proceso se pueden realizar bifurcaciones y repeticiones de bloques de código.

Un bloque de código está delimitado por símbolos $\{\}$ y define el scope de las variables declaradas dentro de él.

```
int main() {
    int a;

    // Nuevo bloque
    {
        int b = a; // Aqui a es visible
    }
    // Aqui b ya no es visible

}
```

Estructuras de control

If-then-else

Las estructuras condicionales de tipo `if-then-else` permiten ejecutar distintos bloques de código a partir de si un valor booleano es verdadero o falso;

```
int a = 0;

if (a != 0) {
    a--;    // si la condicion resulta verdadera
} else {
    a++;    // si la condicion resulta falsa
}

if (a != 0)
    a = 0; // si la condicion resulta verdadera
```

Estructuras de control

While

La estructura de tipo `while` permite ejecutar **cero** o más veces un bloque de código mientras una condición booleana se mantenga verdadera.

```
int a = 0;

while (a > 0) {
    a++;
}
```

Estructuras de control

for

La estructura `for` permite realizar una inicialización de variables e indicar un procedimiento para "incrementar" la iteración. Mientras una condición booleana se mantenga verdadera un bloque de código puede ejecutarse **cero** o más veces.

```
for (int i = 0, j = 0; i <= 10; i++, j++) {
    cout << i+j << endl;
}
```

Equivalencia con el While:

```
int i = 0;
int j = 0;
while(i <= 10) {
    cout << i+j << endl;
    i++;
    j++;
}
```

Funciones I

Qué es una función ?
Una función es una secuencia de sentencias con un nombre que puede ser invocada en algún punto de un programa.
La creación de una función consta de dos pasos:

- Declaración: Consiste en declarar el nombre de la función, el tipo de retorno, y los tipos de sus parámetros, pero sin incluir el cuerpo de la función misma. Termina con ';'

```
tipo nombreF (tipo parámetro1, ..., tipo parámetroN) ;
```

- Definición: En la definición damos comportamiento a la función

```
tipo nombreF (tipo parámetro1, ..., tipo parámetroN) {
        ...
        sentencias
        ...
}
```

Funciones II

Las funciones pueden devolver uno o ningún valor.
Para devolver un valor, existe el *keyword* `return`
Devolver un valor

```
int max(int n1, int n2) {
    if (n1 > n2) {
        return n1;
    } else {
        return n2;
    }
}
```

Si queremos decir que la función no retornará ningún valor, usamos el tipo especial `void`
No retornar nada

```
void printDash() {
    cout << setfill('-') << setw(80) << 'A' << endl;
}
```

Funciones III

Sobrecarga

En C++ dos funciones pueden tener el mismo nombre siempre y cuando el tipo y número de parámetros difiera. Esto se conoce como *overloading/sobrecarga*.

```
int add(int a, int b) {
    return a + b;
}

float add(float a, float b) {
    return a + b;
}
```

Ejemplo de funciones

¿Cómo podemos escribir una función que calcule el factorial?

```
int factorial(int n) {
    int fact = 1;
    while (n > 1)
        fact *= n--;
    return fact;
}
```

```
int factorial(int n) {
    if (n <= 1) return 1;
    else return n * factorial(n-1);
}
```

Includes

La directiva `#include` inserta el contenido de un archivo en el punto donde se utiliza. En general se utiliza para incluir las declaraciones de la funcionalidad exportada por un "módulo". Si bien puede utilizarse con otros fines, como por ejemplo inclusión de código directamente dentro de una función, tales usos no son recomendados.

```
// busca el archivo en los directorios de headers standard
#include <archivo>

/* primero busca el archivo en el directorio actual
si no lo encuentra lo busca en el standard */
#include "archivo"
```

Standard input/output

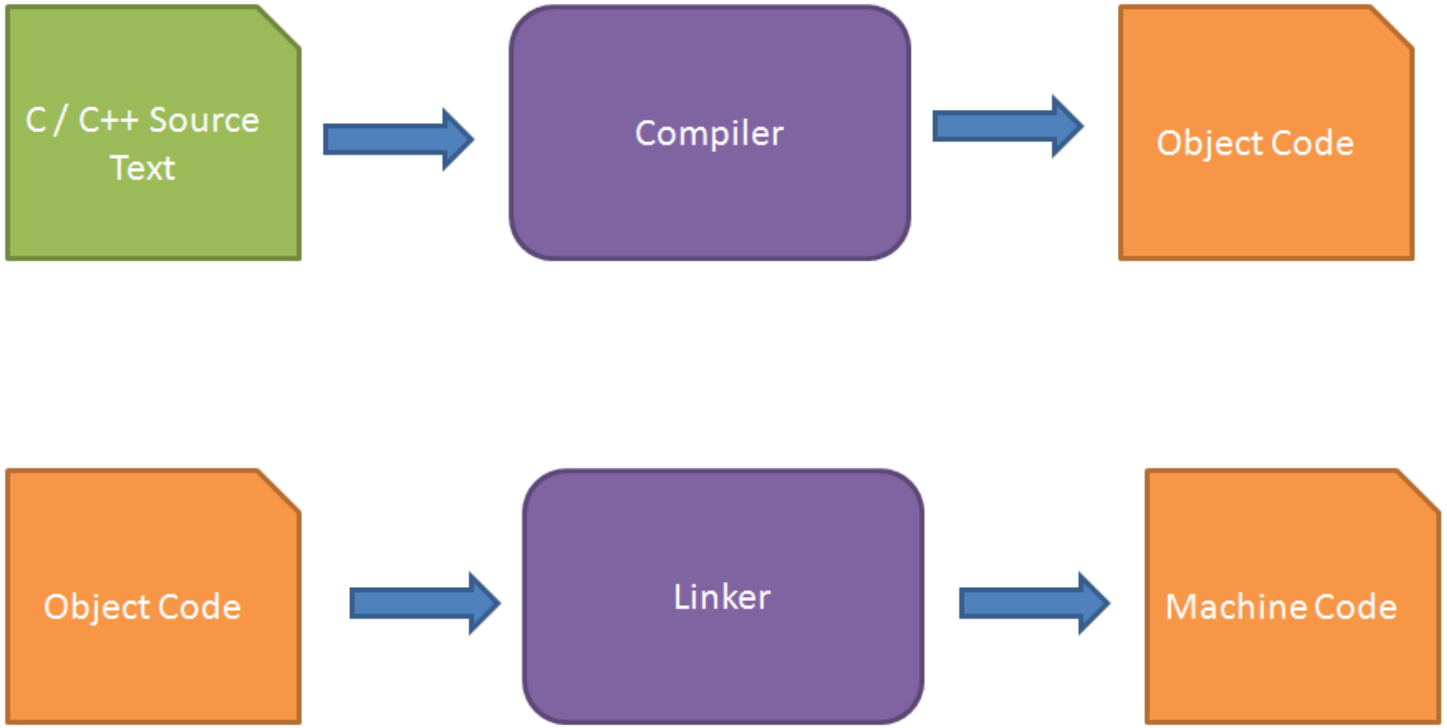
`iostream` En el encabezado `iostream` de las librerías standard de C++ se encuentran declarados los objetos necesarios para escribir y leer de la consola. [cout] Permite escribir a la consola utilizando el operador <<

```
cout << "Le podemos pasar numeros -> " << 42 << endl;
```

[cin] Permite leer de la consola utilizando el operador >>

```
int n;
cin >> n; // lee numeros de la consola hasta un enter
```

Compilación y linkeo I



El compiler compila cada archivo por separado y genera un .o para cada uno.
El linker toma todos los .o y genera un solo ejecutable.

Compilación y linkeo II

¿Qué es el compilador ?
El compilador es un programa que toma como entrada archivos con código fuente, cada uno representa una unidad de compilación, y los traduce a código objeto (lenguaje de máquina).

```
g++ -c hola.cpp -o hola.o
```

¿Qué es el linker ?
El linker es un programa que toma archivos con código objeto y los une en un único programa ejecutable (cuyo punto de entrada es la función main).

```
g++ hola.o -o hola
```

Alternativamente pueden hacerse ambos pasos simultáneamente:

```
g++ hola.cpp -o hola
```

Makefiles e IDEs

¿Porqué compilar y luego linkear ?
La ventaja de hacer la compilación de cada unidad de compilación y luego el *linking* es que no es necesario recompilar todo los archivos con código fuente si sólo cambia un subconjunto estricto.

¿Qué son los makefiles ?
Los *Makefiles* son archivos con instrucciones para el proceso de compilación. La herramienta que interpreta estos archivos se llama *make*. Make detecta automáticamente si un archivo fue modificado desde la última compilación. Muchos proyectos *open source* distribuyen la configuración para la compilación en makefiles u otros formatos similares.

IDE's
Otra forma de manejar de forma automática el proceso de compilación es utilizando un *Intregrated Development Environment (IDE)*. Éstos permiten construir la estructura de un proyecto de forma amigable abstrayendonos de los detalles de compilación

Tipos de datos no tan primitivos

- `punteros` valor de 4 bytes con una dirección de memoria
- `arreglos` puntero al primer elemento de un bloque consecutivo
- `referencias` puntero con la interfaz del tipo apuntado

Nuevamente los tamaños de los datos en realidad dependen del sistema para el que se compila el programa.

Mini intro a punteros

¿Cómo se declara una variable de tipo puntero?

```
int* pi;
char * pc1, *pc2;
char * pc1, *pc2, **pc3, pc4;
```

¿Cómo se obtiene la dirección de memoria de una variable para asignarla a un puntero?

```
int  a  = 42;
int* pa = &a; // operador de referencia &
```

¿Cómo se recupera el valor apuntado por un puntero?

```
a = *pa; // operador de derreferencia *
```

Más sobre punteros luego

Arreglos

Los arreglos son secuencias de valores de un tipo dado consecutivas en memoria. El tamaño de los arreglos se fija en su construcción.

¿Cómo declaro una variable de tipo arreglo?

```
int  ai[4];
bool ab[200];
char ac[] = {'h', 'o', 'l', 'a'};
```

¿Cómo accedo al i-ésimo elmento del arreglo?

```
int  i0 = ai[0];
char c3 = ac[3];
```

Los arreglos en C++ no guardan su tamaño, por lo que es responsabilidad del programador conocerlo. De acceder a un elemento fuera del arreglo el comportamiento del programa puede volverse impredecible.
Puede verse como un puntero.

Referencias

Las referencias mantienen internamente un puntero a un dato, pero en lugar de requerir el uso del operador de derreferencia permiten utilizar la misma interfaz que el tipo referenciado.

¿Cómo declaro una variable de tipo referencia?

```
int i;
int& ri(i);
char c, &rc(c);
```

¿Cómo utilizo una referencia?

```
int n = 2 * ri; // igual que el tipo referenciado
rc = 'W';
```

Las referencias siempre deben apuntar a un dato válido, por lo que no pueden construirse si no se conoce la variable a referenciar. Una vez creada la referencia no puede ser alterada para referenciar a otra variable.

Pasaje de parámetros por referencia

Al utilizar punteros, arreglos o referencias como parámetros de una función sólo se copia el "puntero", por lo que cambios en un parámetro son visibles al retornar de la invocación de la función.

```
void zero(int* a) {
    *a = 0;
}

void one(int& a) {
    a = 1;
}

void func() {
    int a = 3;
    zero(&a);
    cout << a << endl;
    one(a); // La referencia se inicializa automaticamente
    cout << a << endl;
}
```

Estructuras de datos

Una estructura de datos es un conjunto de elementos agrupados con un nombre.

```
struct Student {
    int  lu;
    char name[100];
};
```

¿Cómo declaro una variable de tipo `Student`?

```
Student tito;
```

¿Cómo accedo a los miembros de una estructura?

```
tito.lu = 12304;
cout << tito.name << endl;
```

Punteros a estructuras

¿Cómo declaro un puntero a una estructura?

```
Student* pStudent = &tito;
```

¿Cómo accedo a los miembros de un struct si tengo un puntero?

```
(*pStudent).lu = 12304;
cout << pStudent->name << endl; // operador ->
```

Otros tipos de datos

El *keyword* `typedef` permite crear un sinónimo de tipos, lo que es particularmente útil cuando el identificador del tipo es largo o posee constantes que no queremos replicar.

```
typedef unsigned int nat;
typedef char const * const chptr;


nat n = 0;
chptr string = "hola";
```

Clases I

Una clase es una estructura de datos que puede contener datos y funciones. Además, las clases permiten definir la visibilidad de sus miembros.

```
class Rectangle {
    private:
        int x, y;
    public:
        void set(int x, int y);          // Declaracion
        int area() { return x * y; }     // Ambas
};

void Rectangle::set(int a, int b) {      // Definicion
    this->x = a;
    this->y = b;
}
```

El *keyword* `this` es un valor especial con un puntero a la representación de la clase, este valor sólo tiene sentido utilizarlo dentro de la definición de un método de la clase.

Clases II

¿Cómo se invocan los métodos de una clase?

```
int main(int argc, char** argv) {
    Rectangle r;
    r.set(10, 20);
    Rectangle* pr = &r;
    cout << pr->area() << endl;
}
```

Al igual que para acceder a los miembros de una estructura el ‘.’ y el operador ‘->’ sirven para invocar los métodos sobre una instancia de la clase.

Clases III

Sobre una instancia constante sólo se pueden invocar métodos que garanticen que el estado interno de la clase no será alterado. Para ello se utiliza el *keyword* `const` al final de la declaración de los métodos constantes.

```
class Rectangle {
    private:
        int x, y;
    public:
        void set(int x, int y);
        int area() const { return x * y; }
};
```

Constructores I

Por default C++ nos provee de un mecanismo de construcción y destrucción, y un operador de asignación. Esos comportamientos pueden ser reemplazados por otros definidos por el programador.

```
class Rectangle {
    int x, y; // por default private

    public:

        Rectangle(int a, int b) : x(a), y(b) {}

        ~Rectangle() {}

        Rectangle& operator=(const Rectangle& other);

};

Rectangle& Rectangle::operator=(const Rectangle& other) {
    this->x = other.x;
    this->y = other.y;
}
```

Constructores II

En el ejemplo se utiliza una lista de inicializadores para asignar los valores de ‘x’ e ‘y’ en la construcción.

```
Rectangle(int a, int b) : x(a), y(b) {}
```

El destructor vacío es equivalente al default. Más sobre destructores en la clase de memoria dinámica.

```
~Rectangle() {}
```

La implementación del operador de asignación es equivalente a la default. Notar que si bien ‘x’ e ‘y’ son privados la implementación de la operación puede accederlos ya que se declara dentro de la clase.

```
Rectangle& Rectangle::operator=(const Rectangle& other) {
    this->x = other.x;
    this->y = other.y;
}
```

Constructores III

Otra funcionalidad provista por default es la construcción por copia. Ésta se utiliza cada vez que se necesita copiar un valor del tipo definido por la clase (por ejemplo al pasar por parámetro o retornar en una función).

```
class Rectangle {
    int x, y;

    public:

        Rectangle(const Rectangle& other) :
            x(other.x), y(other.y) {}

        ...
};
```

El definido en el ejemplo equivale al comportamiento por default. Recordar que si una clase tiene una representación extensa el costo del copiado puede ser muy elevado.

Static

Hasta ahora vimos como declarar métodos en una clase que son llamados sobre una instancia. Sin embargo, en muchos casos es deseable exportar un método o atributo común a todas las instancias, para ello podemos usar el *keyword* `static`.

```
class Rectangle {
    private:
        static const int sides = 4;

    public:
        static int getSides() { return sides; }
};
```

De esta forma se puede hacer la invocación de un método estático sin necesidad de instanciar un objeto de la clase.

```
int s = Rectangle::getSides();
```

Friends ★

El *keyword* `friend` permite a una clase declarar a una función o a otra clase como **amiga**. Esta relación permite a la construcción declarada como amiga acceder a las partes privadas de la clase.

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

\begin{frame}[fragile]
\starredframetitle{Friends}

Ejemplo declarando una funci\'on como \textit{friend}.

\vspace{2mm}

\begin{lstlisting}
    #include <iostream>

    using namespace std;

    class Rectangle {
        ...
        friend ostream& operator<<(
```

Namespaces

Para evitar la colisión de nombres se utilizan los *namespaces*. Dentro de distintos *namespaces* pueden existir construcciones con los mismos nombres sin que el compilador encuentre una colisión al intentar resolverlos.

```
namespace n1 {
    void f() {}
}
namespace n2 {
    void f() {}
}
void f() {
    n1::f();
    n2::f();
}
```

El *keyword* `using namespace` se utiliza para definir que desde ese punto en adelante se obviará el uso del *namespace* correspondiente por lo que el compilador debe buscar las funciones allí.

Directivas del preprocesador

Se pueden utilizar las siguientes directivas que son resueltas en tiempo de compilación:

- `#define` que define una constante o una macro
- `#undef` elimina una definición anterior
- `#if #else #elif #endif` que permiten tomar decisiones en tiempo de compilación
- `#ifdef #ifndef defined` que permiten verificar si una constante fue definida previamente

Adicionalmente se pueden definir constantes desde la línea de comando del compilador con la opción `-D`.

Directivas del preprocesador

Es recomendable no abusar del preprocesador, ya que al nivel de la materia no es necesario. Sin embargo, encontrarán la necesidad de usarlo para no incluir múltiples veces los mismos archivos de encabezado (lo que lleva a un error de compilación).

```
// Archivo Rectangle.h
#ifndef RECTANGLE_H
#define RECTANGLE_H
    ...
#endif
```

Errores comunes

A la hora de compilar y probar nuestros programas, nos vamos a cruzar con muchos errores :)
En general podemos clasificar a los tipos de errores en

- Errores sintácticos
- Errores de compilación
- Errores de "linkeo"
- Errores en tiempo de ejecución
- Errores en la lógica del programa

Corrigiendo errores

- Los errores de sintaxis, compilación y linkeo son "fáciles"de corregir, pues basta con mirar los mensajes generados por el compilador y el linker.
- Sin embargo los errores en tiempo de ejecución requieren analizar al programa mientras se está ejecutando.
- Para poder analizar el programa mientras se ejecuta, contamos con una herramienta llamada Debugger o Depurador.
- El debugger nos permite analizar el código del programa mientras se está ejecutando, nos permite ver los valores que las variables toman en cada instante, y nos permite ver línea por línea como avanza la ejecución.

Corrigiendo errores II

Para que el debugger pueda analizar el programa mientras se esta ejecutando, es necesario compilarlo de manera especial.

Tenemos que informarle al compilador que deseamos incluir información extra para el debugger. Esta información extra permite relacionar el código fuente original del programa con el código objeto generado.

Ejemplo de compilación con información de debug con g++

```
g++ -g hola.cpp -o hola
```

Ejemplo de uso de gdb

`http://www.cprogramming.com/gdb.html`