Herramientas Computacionales para la Astroinformática

Cristian A. Vega-Martínez (oficina: IMIP, Académicos 2)
Facundo A. Gómez

Anuncio

- Se compartió un documento llamado Portafolios_del_curso.pdf, que describe cómo se debe crear y mantener el repositorio de estudio del curso, el cual se utilizará como instrumento de evaluación.

Fe de erratas

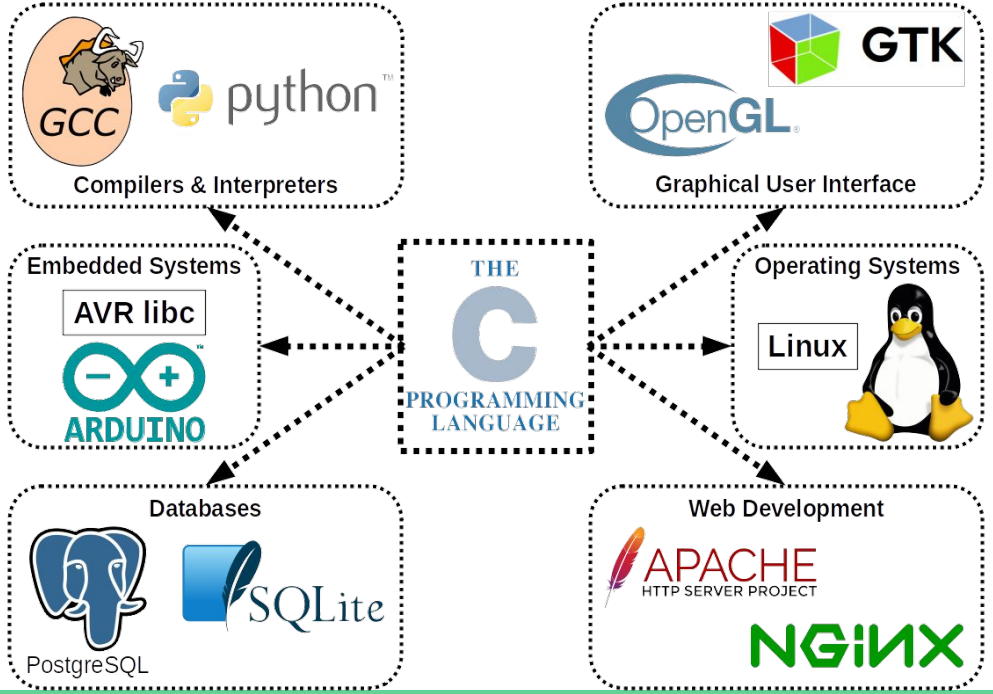
- En el documento “0 - Presentación e Introducción.pdf”, así como durante la clase correspondiente, se indicó un día feriado (27/oct) para las presentaciones mid-term. Por ello, las fechas de presentaciones serán:
  - Martes 24 de octubre
  - Jueves 26 de octubre.

Introducción al lenguaje C

Compilación, linkeo y librerías

Lenguaje C

C es un lenguaje de programación de propósito general, originalmente desarrollado por Dennis Ritchie entre 1969 y 1972 en los Laboratorios Bell.



Algunas características a destacar:

- Es ampliamente utilizado en desarrollo de sistemas operativos, compiladores, aplicaciones, etc.
- Usa tipos de datos estáticos.
- Dispone de las estructuras típicas de lenguajes de alto nivel. También dispone de construcciones del lenguaje que permiten un control a bajo nivel.
- Acceso a memoria de bajo nivel (punteros).
- Conjunto reducido de palabras clave.

Sintaxis básica

- La sintaxis del código es insensible a múltiples saltos de línea y espacios (indentación optativa).
- Cada instrucción se debe delimitar con un **;** al final.
- Cada conjunto de instrucciones debe encerrarse entre llaves **{ }**.
- El código debe organizarse en funciones, entre las cuales debe existir una **main**.
- Las instrucciones para el preprocesador son indicadas con **#**.
- Los comentarios se indican con **//** (para una línea) o encerrados entre **/*** y ***/** para múltiples líneas.

Ejemplo: Hola mundo más simple en C:

```c
#include <stdio.h>

int main() {

    printf("Hola mundo");

    return 0;

}
```

Compilación con GCC

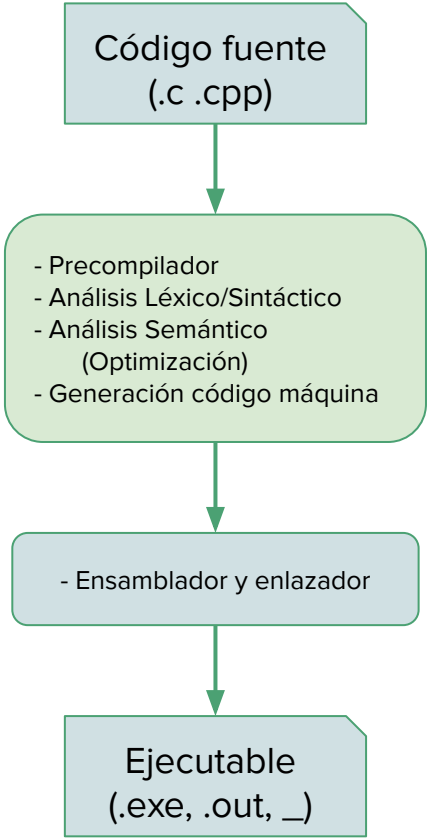
GCC (**GNU Compiler Collection**) es un **conjunto** de compiladores desarrollados por el proyecto GNU. Ha evolucionado para soportar **múltiples lenguajes** de programación, incluidos C, C++, Fortran, Ada y otros, aunque su principal uso es la compilación de C/C++. Es **software libre** y es **ampliamente utilizado** en sistemas basados en Unix, como Linux. Es **multiplataforma** y puede aplicar **optimizaciones** durante la compilación.

Compilación completa:

```
> gcc hola.c -o programa
```

Compilación con linker separado:

```
> gcc -c hola.c
> gcc -o programa hola.o
```



Compilación con GCC

Activación de Optimizaciones: se utiliza el argumento -O (más detalles: RTFM).

```
> gcc -02 hola.c -o programa
```

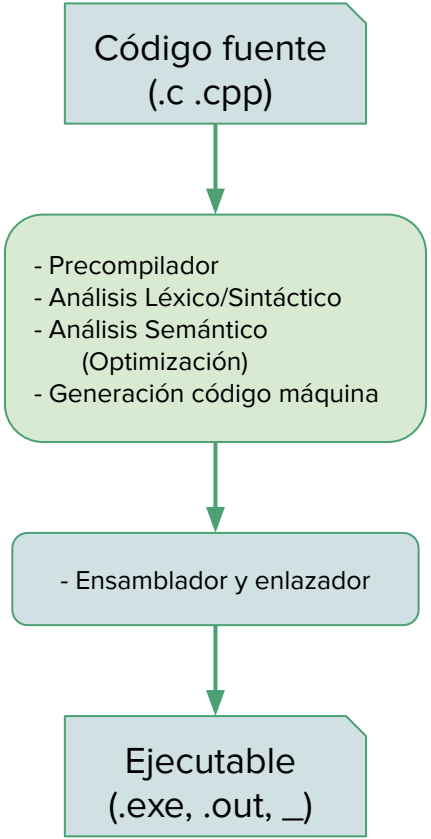
Mostrar **advertencias**: se pueden activar todas con -Wall
("all" se puede reemplazar por advertencias específicas; -Wno... las desactiva)

```
> gcc -o programa -Wall hola.c
```

Incorporación de librerías: se utiliza el argumento -l (más el nombre de la lib).
Ejemplo: compilación con la librería matemática math.h:

```
> gcc -o programa hola.c -lm
```

Las librerías son buscadas en los directorios de sistema por su nombre (directorios **lib/**), más todos los que se le indiquen con **-L**. Esta opciones las utiliza el enlazador.



Compilación con GCC - Librerías

Las librerías incluyen un archivo ***header*** (**`.h`** o **`.hpp`**), escrito en C/C++, que se distribuye en código fuente, y contiene, declaraciones, definiciones, documentación, etc. Se suelen ubicar en los directorios **`include/`**, más los que se indiquen con **`-I`**.

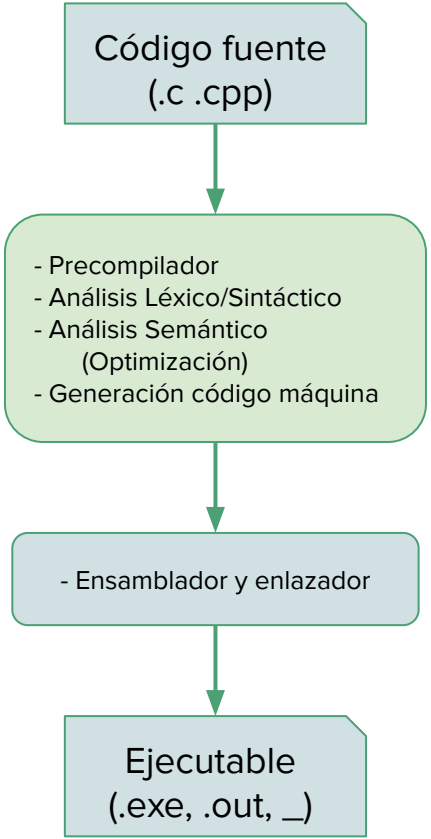
Las librerías son de **dos tipos: estáticas y dinámicas**.

Librerías estáticas: son archivos compilados, en código objeto (extensión **.a**), que contienen las funciones y procedimientos de la librería. Estos son incorporados directamente en el archivo ejecutable durante el enlazado.

Permite crear ejecutables sin dependencias, pero de mayor tamaño.

Librerías dinámicas (shared): son archivos compilados, en código objeto (extensión **.so** o **.dll**), que contienen las funciones y procedimientos de la librería. Estos **no** son incorporados en el ejecutable, sino que **son llamadas (enlazadas) durante la ejecución**.

Crea ejecutables **dependientes**.
Las librerías se pueden actualizar sin recompilar el programa.
El sistema operativo usa la variable de entorno **`LD_LIBRARY_PATH`** para localizar librerías dinámicas adicionales.



Sintaxis de C: preprocesador

Instrucciones para el preprocesador se ejecutan antes de la revisión y compilación.

`#include` : Incorpora una librería (header) en la compilación.

Ejemplos: **`#include <stdio.h>`**,
`#include “mylib.h”`

`#define` : Definir un identificador (variable o macro) que es reemplazado por el preprocesador antes de compilar.

Ejemplo: **`#define PI 3.14159`**
`#define CUADRADO(x) ((x) * (x))`

Estos también se pueden definir al compilar con GCC usando -D.

`#ifdef, #ifndef, #endif, #else` : Permiten condicionar la compilación según identificadores definidos. Esto permite “(des)activar” secciones de código desde la compilación. Estas instrucciones no deberían usarse para regular flujo usual de código.

Sintaxis de C: variables

Las variables en C requieren ser **declaradas** (donde se especifica su tipo y reserva memoria) e **inicializadas** (donde se "llena" la memoria asignada). Ejemplo:

```
int var;  // declaración
var = 0;  // inicialización
```

Esto también se puede realizar en una sola línea:

```
int var = 0;
```

Entre los tipos de datos básicos que se pueden utilizar en C encontramos:

`int`, (`short`, `long`, `unsigned`) `int`, `float`, `double`, `char`, `FILE`.

Las **strings** (arrays de char) y archivos (FILE) son tipos de datos *compuestos*, que deben ser manipulados por funciones específicas del lenguaje.

C además admite crear tipos de datos nuevos con `struct`.

Sintaxis de C: operadores

C admite **operadores aritméticos** (**+**, **-**, *****, **/**) para operaciones entre variables, respetando las reglas de precedencia matemática. También permite uso de **( )**.
Ejemplo:

```
int foo = 1 + 5 * 3;    // esto vale 16 y no 18.
int bar = (1 + 5) * 3;    // esto si vale 18
```

Otras operaciones matemáticas requieren uso de librerías (como math.h).

También incorpora los **operadores lógicos:** and (**&&**), or (**||**), not (**!**), y operadores de comparación: igual (**==**), distinto (**!=**), mayor/menor/igual que (**>**, **<**, **>=**, **<=**) los cuales son utilizados en evaluación de condiciones.

Sintaxis de C: control de flujo

Se pueden aplicar condicionales en C con **if** y **else** de forma análoga a otros lenguajes, delimitando los campos con ; y { } cuando sea necesario.
Ejemplo:

```
int x = 1, y = 2;    // así declaramos varias a la vez
if (x <= y ) {       // { } innecesarias en instrucción única
    printf("x es mayor que y\n");
} else
    printf("y es mayor que x\n");
```

Sintaxis de C: control de flujo

Se pueden definir loops con **for(***inicio***;** *condición***;** *paso***){...}**. Ejemplo:

```
for (int i=0; i<10; i++) {
    printf("El valor de i es: %d \n", i);
}
```

También se puede usar **while(***condición***){...}** y **do {...} while(***condición***);** para crear loops solo indicando una condición. Ejemplo:

```
int i=0;
while (i<10) {
    printf("El valor de i es: %d \n", i);
}
```

Más Operadores

https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Operadores_de_C_y_C%2B%2B

En C/C++ se introducen una variedad de operadores que simplifican sintaxis.
Por ejemplo, para dos variables **x** e **y** definidas correctamente:

Nombre Operador	Sintaxis	Significado
Suma y asignación	`a += b`	`a = a + b`
Resta y asignación	`a -= b`	`a = a - b`
Multiplicación y asignación	`a *= b`	`a = a * b`
División y asignación	`a /= b`	`a = a / b`
Incremento postfijo (prefijo)	`a++` `(++a)`	`a += 1`
decremento postfijo (prefijo)	`a--` `(--a)`	`a -= 1`
y más… (aritméticos, lógicos, de punteros, de membresía, de bits).		

Los operadores pueden ser: **unarios**, **binarios**, o **ternarios**, según el número de argumentos que requieran (1, 2 o 3, respectivamente).

Arrays y memoria estática.

C permite definir arrays de datos del mismo tipo de forma **estática**. Por ejemplo:

```
int iarray[N];        // iarray es el nombre de mi variable.
```

Con N un valor definido. Los arrays son variables estructuradas donde los elementos se almacenan **de forma consecutiva** en la memoria.

Para inicializar un array al momento de su declaración se usan { }. Por ejemplo:

```
int iarray[5] = {0, 1, 2, 3, 4};      // El 5 puede omitirse acá
```

En cambio, para uno ya declarado, es necesario usar un loop:

```
for (int i = 0; i<5; i++) iarray[i] = i;
```

El operador de indexación [ ] es análogo al de Python, **parte desde cero**.

Arrays y memoria estática.

Arrays multidimensionales se deben definir utilizando índices múltiples. Por ejemplo:

```
int imatrix[N][M];     // N, M >=1
```

También se pueden inicializar tanto en su declaración

```
int imatrix[2][3] = {{0, 1, 2},
                     {1, 2, 3}}  // indentado para comprensión
```

o utilizando un doble loop:

```
for (i=0; i<2; i++)
    for (j=0; j<3; j++)
        imatrix[i][j] = i + j;  //  ejemplo de arriba
```

Antes de C99 **no se admitía el uso de variables** para declarar los tamaños de arrays, sino que sólo constantes (conocidas al compilar). Hay compiladores que aún aplican esta restricción.

Punteros y memoria dinámica

Una característica central de C es la capacidad de conocer/acceder explícitamente a la memoria donde se almacenan los datos y variables durante la ejecución.

Puntero: una variable que almacena la **dirección de memoria** de otra variable.

- Tienen similitud con el concepto de **referencia** de Python.
- Se usan los operadores ***** y **&** para (des)referenciar punteros. Ejemplo:

```
int var;   // Crea una variable var
int *pvar;   // Crea un puntero a un int
              // (pvar: puntero, *pvar: contenido)
pvar = &var;    // pvar ahora apunta a var
scanf("%d \n", &var);  // guarda stdin en var
```

Crear un puntero solo asigna la memoria del mismo, **no** de su contenido.

Punteros y memoria dinámica

Usando punteros se pueden definir array con memoria dinámica. Ejemplo:

```
int *counter;
int Nele = 5;
 // malloc reserva memoria:
counter = malloc(Nele*sizeof(int));
// Ahora counter[*] se puede usar igual a un array estático:
for (int i=0; i<Nele; i++)
    counter[i] = i;
// Luego de usar, la memoria dinámica se debe liberar:
free(counter);
```

Punteros y memoria dinámica

Utilización de punteros

- **Acceso directo a memoria**
  Arrays de memoria dinámica.
  La variables tipo punteros también admiten operadores para moverse dentro de la memoria.
- **Paso por referencia**
  Se pueden utilizar como argumentos y retornos de funciones.
- **Estructuras de datos dinámicas**
  Útiles en la creación de objetos complejos como listas enlazadas, árboles, grafos.

Complicaciones comunes

- **Punteros no inicializados**
  Tal como las variables, sin inicializar contienen información aleatoria de la memoria (apuntar a cualquier parte).
- **Desreferenciación de punteros nulos**
  Intentar acceder a un valor a través de un puntero nulo resultará en Segmentation Fault.
- **Fugas de Memoria:**
  Uso de arrays con memoria dinámica no liberados adecuadamente puede resultar en fugas de memoria.

Algunos recursos online

Libro de programación en C.

https://es.wikibooks.org/wiki/Programaci%C3%B3n_en_C

Tutorial: librerías de C

http://www.tutorialspoint.com/c_standard_library/index.htm

Tutorial C++

https://cplusplus.com/doc/tutorial/

Colección de tutoriales gratuitos:

https://www.tutorialspoint.com/tutorialslibrary.htm

Tema para profundizar:

Make (Makefile)

¿Qué es?

¿Para qué sirve?

¿Cómo se usa?

Veremos ejemplos de Makefiles en la próxima clase.