

# 66:20 Organización de Computadoras

## Trabajo práctico 1: conjunto de instrucciones MIPS

### 1. Objetivos

Familiarizarse con el conjunto de instrucciones MIPS32 y el concepto de ABI<sup>1</sup>, escribiendo un programa portable que resuelva el problema descrito en la sección 5.

### 2. Alcance

Este trabajo práctico es de elaboración grupal, evaluación individual, y de carácter obligatorio para todos alumnos del curso.

### 3. Requisitos

El trabajo deberá ser entregado personalmente, en la fecha estipulada, con una carátula que contenga los datos completos de todos los integrantes.

Además, es necesario que el trabajo práctico incluya (entre otras cosas, ver sección 8), la presentación de los resultados obtenidos, explicando, cuando corresponda, con fundamentos reales, las causas o razones de cada resultado obtenido.

El informe deberá respetar el modelo de referencia que se encuentra en el grupo, y se valorarán aquellos escritos usando la herramienta  $\text{\TeX}$  /  $\text{\LaTeX}$ .

### 4. Recursos

Usaremos el programa GXemul [1] para simular el entorno de desarrollo que utilizaremos en este y otros trabajos prácticos, una máquina MIPS corriendo una versión reciente del sistema operativo NetBSD [3]. GXemul se puede hacer correr bajo Windows, en el entorno Cygwin [2].

---

<sup>1</sup>Application binary interface

## 5. Programa

Se trata de una versión en lenguaje C del algoritmo de Quicksort [5]. El programa recibirá como argumento el nombre de archivo cuyos contenidos se deben ordenar, y dará por **stdout** (o escribirá en un archivo) los valores ordenados. De haber errores, los mensajes de error deberán salir exclusivamente por **stderr**. Se asume que las cadenas de caracteres a ordenar aparecen de a una por línea.

### 5.1. Comportamiento deseado

Primero, usamos la opción **-h** para ver el mensaje de ayuda:

```
$ qsort -h
Usage:
  qsort -h
  qsort -V
  qsort [options] archivo
Options:
  -h, --help      Imprime ayuda.
  -V, --version   Versión del programa.
  -o, --output    Archivo de salida.
  -n, --numeric   Ordenar los datos numéricamente en vez de alfabéticamente.
Examples:
  qsort -n numeros.txt
```

Ahora usaremos el programa para ordenar un archivo. Supongamos que tenemos un archivo con el siguiente contenido:

```
$ cat numeros.txt
1
3
5
7
9
2
4
6
8
10
$
```

Invocamos al programa, usando “-” como argumento de **-o** para indicarle al programa que imprima el resultado por **stdout**:

```
$ qsort -o - numeros.txt
1
10
2
```

```
3
4
5
6
7
8
9
$
```

Si lo llamamos con la opción `-n`, la salida ordena los números:

```
$ qsort -n -o - numeros.txt
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
$
```

El programa deberá detectar condiciones de error y reportarlas por `stderr`.

## 6. Implementación

El programa a implementar deberá satisfacer algunos requerimientos mínimos, que detallamos a continuación.

### 6.1. Portabilidad

Pese a contener fragmentos en assembler MIPS32, es necesario que la implementación desarrollada provea un grado mínimo de portabilidad.

Para satisfacer esto, el programa deberá proveer dos versiones de `qsort()`, incluyendo la versión MIPS32, pero también una versión C, pensada para dar soporte genérico a aquellos entornos que carezcan de una versión más específica.

### 6.2. API

Gran parte del programa estará implementada en lenguaje C. Sin embargo, la función `qsort()` estará implementada en assembler MIPS32, para proveer soporte específico en nuestra plataforma principal de desarrollo, NetBSD/pmax.

El propósito de `qsort()` es ordenar un arreglo de cadenas de caracteres, utilizando el algoritmo `quicksort`[5]. Este arreglo está organizado como una serie de punteros consecutivos a punteros a `char`, siendo el primero `*izq` y el último `*der`. Si `num` vale 0, las cadenas de caracteres se deberán comparar alfabéticamente, y si vale distinto de 0 se deberá interpretarlas como enteros.

```
void qsort(char** izq, char** der, int num);
```

El programa en C deberá procesar los argumentos de entrada, invocar a `qsort`, y escribir en `stdout` o un archivo el resultado. La función `qsort()` se debe implementar preferentemente de manera recursiva.

### 6.3. ABI

El pasaje de parámetros entre el código C (`main()`, etc) y la rutina `qsort()`, en assembler, deberá hacerse usando la ABI explicada en clase: los argumentos correspondientes a los registros `$a0-$a3` serán almacenados por el *callee*, siempre, en los 16 bytes dedicados de la sección “function call argument area” [4].

### 6.4. Algoritmo

El algoritmo a implementar es Quicksort [5].

## 7. Proceso de Compilación

En este trabajo, el desarrollo se hará parte en C y parte en lenguaje Assembler. Los programas escritos serán compilados o ensamblados según el caso, y posteriormente enlazados, utilizando las herramientas de GNU disponibles en el sistema NetBSD utilizado. Como resultado del enlace, se genera la aplicación ejecutable.

## 8. Informe

El informe deberá incluir:

- Este enunciado;
- Documentación relevante al diseño e implementación del programa, incluyendo un diagrama del stack;
- Corridas de prueba, con los comentarios pertinentes;
- Diagramas del stack de la función;

- El código fuente completo, en dos formatos: digitalizado<sup>2</sup> e impreso en papel.

## 9. Fecha de entrega

La última fecha de entrega y presentación es el jueves 11 de Octubre de 2018.

## Referencias

- [1] GXemul, <http://gavare.se/gxemul/>.
- [2] Installing the MIPS Environment over Cygwin on Windows, <http://faculty.cs.tamu.edu/bettati/Courses/410/2006B/Projects/gxemulcygwin.html>
- [3] The NetBSD project, <http://www.netbsd.org/>.
- [4] System V application binary interface, MIPS RISC processor supplement (third edition). Santa Cruz Operations, Inc.
- [5] Algoritmo de Quicksort, <http://www.itl.nist.gov/div897/sqg/dads/HTML/quicksort.html>.

---

<sup>2</sup>En caso de presentar un repositorio tipo GitHub, hacer un release.