

# Informe TP1

Cotarelo Rodrigo, *Padrón Nro. 98577*  
cotarelorodrigo@gmail.com

Etchegaray Rodrigo, *Padrón Nro. 96856*  
rorroeche@gmail.com

Longo Nicolás, *Padrón Nro. 98271*  
longo.gnr@hotmail.com

1er. Cuatrimestre de 2019  
66.20 Organización de Computadoras – Práctica Martes  
Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires

7/5/19

# 1. Enunciado

## 1. Objetivos

Familiarizarse con el conjunto de instrucciones MIPS y el concepto de ABI, extendiendo un programa que resuelva el problema descrito en la sección 4.

## 2. Alcance

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

## 3. Requisitos

El informe deberá ser entregado personalmente, por escrito, 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 6), la presentación de los resultados obtenidos, explicando, cuando corresponda, con fundamentos reales, las causas o razones de cada caso.

## 4. Descripción

En este trabajo, vamos a implementar dos programas en assembly MIPS, que nos permitan convertir información almacenada en streams de texto, de acuerdo a lo descrito en el trabajo anterior [1]: `unix2dos`, para transformar archivos de texto de UNIX a DOS; y `dos2unix` para realizar la operación inversa. Es decir, siguiendo la línea de trabajo de los prácticos anteriores, buscamos generar dos binarios diferentes en vez de un único programa que resuelva ambos problemas. Además, por tratarse de un TP orientado a practicar el conjunto de instrucciones, ambos programas deberán escritos completamente en assembly, en forma manual.

## 5. Interfaz

Por defecto, ambos programas operan exclusivamente por `stdin` y `stdout`. Al igual que en el trabajo anterior, al finalizar, estos programas retornarán un valor nulo en caso de no detectar ningún problema; y, en caso contrario, finalizarán con código no nulo (por ejemplo 1).

## 6. Ejemplos

Cuando el documento de entrada es vacío, la salida debería serlo también:

```
$ unix2dos </dev/null | wc -c
0
$ dos2unix </dev/null | wc -c
0
```

También se aplican todos los casos de prueba definidos para el TP anterior. Por ejemplo:

```
$ od -t c /tmp/dos.txt
0000000 U n o \r \n D o s \r \n T r e s \r \n
0000020
$ dos2unix -i /tmp/dos.txt -o - | od -t c
0000000 U n o \n D o s \n T r e s \n
0000015
```

Por último, podemos usar el programa que sigue para generar secuencias de datos aleatorias, pasarlas a hexa, reconvertirlas al dominio original, y verificar que la operación no haya alterado la información:

```
$ n=0; while :; do
> n="'expr $n + 1'";
> head -c 100 </dev/urandom >/tmp/test.$n.u;
> unix2dos </tmp/test.$n.u >/tmp/test.$n.d || break;
> dos2unix </tmp/test.$n.d >/tmp/test.$n.2.u || break;
> diff -q /tmp/test.$n.u /tmp/test.$n.2.u || break;
> rm -f /tmp/test.$n.*;
> echo Ok: $n;
> done; echo Error: $n
Ok: 1
Ok: 2
Ok: 3
...
```

## 7. Implementación

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

### a) ABI

Será necesario que el código presentado utilice la ABI explicada en la 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” [2].

### b) Casos de prueba

Es necesario que la implementación propuesta pase todos los casos incluidos tanto en este enunciado como en el conjunto pruebas suministrado en el informe del trabajo, los cuales deberán estar debidamente documentados y justificados.

### c) Documentación

El informe deberá incluir una descripción detallada de las técnicas

y procesos de medición empleados, y de todos los pasos involucrados en el desarrollo del mismo, ya que forman parte de los objetivos principales del trabajo.

8. Informe

El informe deberá incluir:

- Este enunciado;
- Documentación relevante al diseño, implementación y medición de las características del programa;
- Las corridas de prueba, (sección 5.2) con los comentarios pertinentes;
- El código fuente completo, en dos formatos: digitalizado e impreso en papel.

9. Fechas

Fecha de vencimiento: 7/5.

10. Referencias Enunciado del primer trabajo práctico, primer cuatrimestre de 2019. <http://groups.yahoo.com/groups/orga-comp/>.

## 2. Implementación

Se implementaron dos funciones para poder convertir un archivo de DOS a UNIX y viceversa. La implementación se basó en un ciclo while que recorre el archivo byte por byte mientras consulta si está parado sobre un '\r' o '\n'. En caso de ser alguno de estos caracteres, se efectúa la modificación correspondiente y sino, simplemente se escribe el mismo caracter en la salida. Para lograr esto, decidimos dividir los programas en pequeñas funciones. Esto nos permitió por un lado reducir la complejidad e ir teniendo seguridad de que las cosas que desarrollábamos funcionaban de la manera correcta. Y por otro lado, reutilizar funciones que aplicaban tanto a unix2dos como a dos2unix.

### 2.1. Prototipos

- `getch`: recibe como único parámetro el buffer. La lectura siempre es de a 1 byte y por `stdin`. Como resultado devuelve el caracter leído por `stdin` y en caso de ser EOF devuelve -1.
- `putch`: recibe como único parámetro el byte a escribir. La escritura siempre es de a 1 byte y por `stdout`. Como resultado escribe el byte que recibe por `stdout`.
- `isLF`: recibe como único parámetro el byte a analizar. Devuelve 1 si el caracter es LF y 0 si no lo es.
- `isCR`: recibe como único parámetro el byte a analizar. Devuelve 1 si el caracter es CR y 0 si no lo es.

## 3. Generación de binarios

Para la generación de los binarios es necesario utilizar la consola de Linux corriendo sobre la imagen de NetBSD que nos brinda la cátedra. Se levanta el túnel, se copian los archivos desde el HostOS hacia el GuestOS, y finalmente desde este último se realiza la compilación. Para ello se debe utilizar gcc de la siguiente forma (usaremos de ejemplo el programa `unix2dos`, pero aplica para ambos programas):

- Abir la terminal y posicionarse en el directorio donde se encuentren los archivos con el código fuente. Siguiendo la lógica de nuestro repositorio sería en `.../tp1/src/`
- `gcc -Wall -O0 -o unix2dos getch.S putch.S isLF.S isCR.S unix2dos.S`

## 4. Utilización

Para ejecutar los programas se debe utilizar la consola o shell del GuestOS (es decir, de nuestra instancia de Linux corriendo en NetBSD). Dependiendo de qué tipo de conversión de archivo se desee, se usará alguno de los dos programas. La ejecución de cualquiera de estos utiliza la entrada estándar (*stdin*) para la lectura de los caracteres y la salida estándar (*stdout*) para imprimir los resultados obtenidos.

Por ejemplo, para convertir un archivo de DOS a UNIX se ejecuta:

```
echo -e -n "Prueba que \r\nincluye algunos \r\nenters" | ./dos2unix
```

## 5. Pruebas

### 5.1. unix2dos

Primero probamos que con entrada vacía, la salida debía serlo también.

```
root@:/tp1# ./unix2dos </dev/null | wc -c
0
```

Luego hicimos una prueba con contenido chequeando que la salida fuera la misma pero con la transformación correspondiente.

```
root@:/tp1# echo -n -e "Uno \n Dos \n Tres \n" | od -t c
00000000  U  n  o      \n      D  o  s      \n      T  r  e  s
00000020      \n
00000022
root@:/tp1# echo -n -e "Uno \n Dos \n Tres \n" | ./unix2dos | od -t c
00000000  U  n  o      \r  \n      D  o  s      \r  \n      T  r
00000020  e  s      \r  \n
00000025
```

Por último hicimos una prueba un poco más compleja

```
root@:/tp1# echo -n -e "Archivo mas \n lardo
con varios espacios y varios \n\n\n enters para tratart
de marear \n al programa. Meto un \n\n\n enter al final \n" | od -t c
00000000  A  r  c  h  i  v  o      m  a  s      \n      l  a
00000020  r  d  o      c  o  n      v  a  r
00000040  i  o  s      e  s  p  a  c  i  o  s      y  v
00000060  a  r  i  o  s      \n  \n  \n      e  n  t  e  r
00000100  s      p  a  r  a      t  r  a  t  a  r  t  d
00000120  e      m  a  r  e  a  r      \n      a  l  p  r
00000140  o  g  r  a  m  a  .      M  e  t  o      u  n
00000160  \n  \n      e  n  t  e  r      a  l      f  i  n  a
```

```

0000200      1      \n
0000203
root@:/tp1# echo -n -e "Archivo mas \n lardo
      con varios espacios y varios
      \n\n\n enters para tratart
      de marear \n al programa.
      Meto un \n\n enter al final \n" | ./unix2dos | od -t c
0000000      A      r      c      h      i      v      o      m      a      s      \r      \n      l
0000020      a      r      d      o      c      o      n      v      a
0000040      r      i      o      s      e      s      p      a      c      i      o      s      y
0000060      v      a      r      i      o      s      \r      \n      \r      \n      \r      \n      e
0000100      n      t      e      r      s      p      a      r      a      t      r      a      t      a
0000120      r      t      d      e      m      a      r      e      a      r      \r      \n
0000140      a      l      p      r      o      g      r      a      m      a      .      M      e      t
0000160      o      u      n      \r      \n      \r      \n      e      n      t      e      r
0000200      a      l      f      i      n      a      l      \r      \n
0000213

```

## 5.2. dos2unix

Primero probamos que con entrada vacía, la salida debía serlo también.

```

root@:/tp1# ./dos2unix </dev/null | wc -c
0

```

Luego hicimos una prueba con contenido chequeando que la salida fuera la misma pero con la transformación correspondiente.

```

root@:/tp1# echo -n -e "Uno \r\n Dos \r\n Tres \r\n" | od -t c
0000000      U      n      o      \r      \n      D      o      s      \r      \n      T      r
0000020      e      s      \r      \n
0000025
root@:/tp1# echo -n -e "Uno \r\n Dos \r\n Tres \r\n" | ./dos2unix | od -t c
0000000      U      n      o      \n      D      o      s      \n      T      r      e      s
0000020      \n
0000022

```

Por último hicimos una prueba un poco más compleja

```

root@:/tp1# echo -n -e "Archivo mas \r\n lardo
      con varios espacios y varios \r\n\r\n\r\n enters para
      tratart de marear \r\n al programa.
      Meto un \r\n\r\n enter al final \r\n" | od -t c
0000000      A      r      c      h      i      v      o      m      a      s      \r      \n      l
0000020      a      r      d      o      c      o      n      v      a
0000040      r      i      o      s      e      s      p      a      c      i      o      s      y

```

```

0000060    v    a    r    i    o    s          \r \n \r \n \r \n          e
0000100    n    t    e    r    s          p    a    r    a          t    r    a    t    a
0000120    r    t          d    e          m    a    r    e    a    r          \r \n
0000140    a    l          p    r    o    g    r    a    m    a    .          M    e    t
0000160    o          u    n          \r \n \r \n          e    n    t    e    r
0000200    a    l          f    i    n    a    l          \r \n
0000213
root@:~/tp1# echo -n -e "Archivo mas \r\n lardo
con varios espacios y varios
\r\n\r\n\r\n enters para
tratart de marear \r\n al programa.
Metu un \r\n\r\n enter al final \r\n" |./dos2unix |od -t c
0000000    A    r    c    h    i    v    o          m    a    s          \n          l    a
0000020    r    d    o          c    o    n          v    a    r
0000040    i    o    s          e    s    p    a    c    i    o    s          y    v
0000060    a    r    i    o    s          \n \n \n          e    n    t    e    r
0000100    s          p    a    r    a          t    r    a    t    a    r    t    d
0000120    e          m    a    r    e    a    r          \n          a    l          p    r
0000140    o    g    r    a    m    a    .          M    e    t    o          u    n
0000160    \n \n          e    n    t    e    r          a    l          f    i    n    a
0000200    l          \n
0000203

```

Código fuente

### 5.3. getch

```

#include <mips/regdef.h>
#include <sys/syscall.h>
.text
.abicalls
.globl getch
.ent getch

getch:
.frame $fp, 8, ra
.set noreorder
.cpload t9
.set reorder

subu sp, sp, 8 # pido espacio para mi Stack Frame
.cprestore 4 # salvo gp en 28
sw $fp, 0(sp) # salvo fp en 24
#sw ra, 32(sp) # salvo ra en 32
move $fp, sp # a partir de acá trabajo con fp

```



```

# me guardo los parámetros que no guardo la caller (por convención de ABI)
sw a0, 8($fp) # salvo el buffer adonde va lo leído (en este caso es un int)

# Se supone que el file descriptor es STDIN (0) y la cantidad de bytes es 1
# hago la lectura propiamente dicha:
_lectura:
la a0, 0 # STDIN
lw a1, 8($fp) # buffer de lo leído
li a2, 1 # (1 acá es 1 byte)
li v0, SYS_read
syscall
#move a1, v1

_comprobacion:
bltz a3, _error # si a3 es -1, falló la lectura del byte -> acá debería haber un ca
beqz v0, _eof # (en a3 ya tengo un 0) si en v0 tengo un 0, entonces EOF
li t0, 1
beq t0, v0, _return # esto ya es obvio, en realidad

_return:
# tengo en v0 la posición en memoria del char (leído) y
# me lo llevo con lb -> mucho muy importante, porque es un char
lb v0, 8($fp) # en v0 guardo el char (leído) que es lo que voy a devolver (o -1 si t
# Devolvemos las cosas a su lugar
#lw ra, 32(sp)
lw $fp, 0(sp)
lw gp, 4(sp)
addu sp, sp, 8
jr ra

_eof:
li t0, -1
sw t0, 8($fp)
b _return

_error: # en caso de error, aborto el programa con código 1
li a0, 1
li v0, SYS_exit
syscall

.end getch

```

## 5.4. putch

```
#include <mips/regdef.h>
#include <sys/syscall.h>
.text
.abicalls
.globl putch
.ent putch

putch:
.frame $fp, 8, ra
.set noreorder
.cpload t9
.set reorder

subu sp, sp, 8 # pido espacio para mi Stack Frame
.cprestore 4 # guardo gp en 28
sw $fp, 0(sp) # guardo fp en 24
# sw ra, 32(sp) # guardo ra en 32
move $fp, sp # a partir de acá trabajo con fp

# me guardo los parámetros que no guardo la caller (por convención de ABI)
# EL CHAR QUE LLEGA A ÉSTA ALTURA TIENE QUE HABER SIDO CARGADO CON lb !!!!!!!
sw a0, 8($fp) # guardo el char a escribir

_escritura:
la a0, 1 # stdout
lw t0, 8($fp)
la a1, 0(t0)
li a2, 1 # cantidad de bytes
li v0, SYS_write
syscall

bnez a3, _escritura # Si da error intentamos de nuevo

_return:
#lw ra, 32(sp)
lw $fp, 0(sp)
lw gp, 4(sp)
addu sp, sp, 8
jr ra

.end putch
```

## 5.5. isLF

```
#include <mips/regdef.h>
#include <sys/syscall.h>
.text
.abicalls
.globl isLF
.ent isLF

isLF:
.frame $fp, 40, ra
.set noreorder
.cpload t9
.set reorder

subu sp, sp, 40 # pido espacio para mi Stack Frame
.cprestore 28 # guardo gp en 20
sw $fp, 24(sp) # guardo fp en 16
sw ra, 32(sp) # guardo ra en 24
move $fp, sp # a partir de acá trabajo con fp

sw a0, 40($fp) # me guardo el char a comparar a 40 de fp, aunque sea innecesario
lb t1, 0(a0) # cargo el char en sí ES UN BYTE
la t0, LF
lb t2, 0(t0) # cargo el valor de LF según código ASCII

beq t1, t2, _true
b _false

_true:
li t0, 1
sb t0, 16($fp)
b _end

_false:
li v0, 0
sb t0, 16($fp)

_end:
# cargo en v0 el valor del booleano
lb v0, 16($fp)
lw ra, 32(sp)
lw $fp, 24(sp)
lw gp, 28(sp)
```

```

addu sp, sp, 40
jr ra

```

```

.end isLF

```

```

.data

```

```

LF: .byte 10

```

## 5.6. isCR

```

#include <mips/regdef.h>

```

```

#include <sys/syscall.h>

```

```

.text

```

```

.abicalls

```

```

.globl isCR

```

```

.ent isCR

```

```

isCR:

```

```

.frame $fp, 40, ra

```

```

.set noreorder

```

```

.cpload t9

```

```

.set reorder

```

```

subu sp, sp, 40 # pido espacio para mi Stack Frame

```

```

.cprestore 28 # guardo gp en 20

```

```

sw $fp, 24(sp) # guardo fp en 16

```

```

sw ra, 32(sp) # guardo ra en 24

```

```

move $fp, sp # a partir de acá trabajo con fp

```

```

sw a0, 40($fp) # me guardo el char a comparar a 40 de fp, aunque sea innecesario

```

```

lb t1, 0(a0) # cargo el char en sí ES UN BYTE

```

```

la t0, CR

```

```

lb t2, 0(t0) # cargo el valor de CR según código ASCII

```

```

beq t1, t2, _true

```

```

b _false

```

```

_true:

```

```

li t0, 1

```

```

sb t0, 16($fp)

```

```

b _end

```

```

_false:

```

```

li v0, 0
sb t0, 16($fp)

_end:
# cargo en v0 el vaLor del booleano
lb v0, 16($fp)
lw ra, 32(sp)
lw $fp, 24(sp)
lw gp, 28(sp)
addu sp, sp, 40
jr ra

.end isCR

.data

```

```

CR: .byte 13

```

## 5.7. unix2dos

```

#include <mips/regdef.h>
#include <sys/syscall.h>
.text
.abicalls
.globl main
.ent main

main:
.frame $fp, 32, ra
.set noreorder
.cpload t9
.set reorder

subu sp, sp, 32 # pido espacio para mi Stack Frame
.cprestore 20 # guardo gp en 20
sw $fp, 16(sp) # guardo fp en 16
sw ra, 24(sp) # guardo ra en 24
move $fp, sp # a partir de acá trabajo con fp

# hago una lectura:
_lectura:

la a0, BUFFER
jal getch

```

```

# en v0 me devuelve el byte leído
li t0, -1
beq v0, t0, _eof

# me fijo si tengo un LF
la a0, BUFFER
jal isLF

li t0, 1
beq v0, t0, _replace_LF

la a0, BUFFER
jal putch

b _lectura

_eof:
_return:
lw ra, 24(sp)
lw $fp, 16(sp)
lw gp, 20(sp)
addu sp, sp, 32
li v0, SYS_exit
li a0, 0
syscall

_replace_LF:
la a0, CR
jal putch

la a0, BUFFER # acá sigo teniendo LF
jal putch

b _lectura

.end main

.data
BUFFER: .space 1
CR: .byte 13

```

## 5.8. dos2unix

```
#include <mips/regdef.h>
#include <sys/syscall.h>
.text #Lo que viene es codigo
.abicalls #Voy a usar la convencion abi
.globl main
.ent main

main:
.frame $fp, 32, ra
.set noreorder #RECETA magica no explicada
.cpload t9 #RECETA magica no explicada
.set reorder #RECETA magica no explicada

subu sp, sp, 32 # pido espacio para mi Stack Frame
.cprestore 20 # guardo gp en 20
sw $fp, 16(sp) # guardo fp en 16
sw ra, 24(sp) # guardo ra en 32
move $fp, sp # a partir de acá trabajo con fp

# hago una lectura:
_lectura:

# Cargo el primer argumento
la a0, BUFFER

# Llamo a getch
jal getch # en v0 me devuelve el byte leído

li t0, -1
beq v0, t0, _eof

continue:
# me fijo si tengo un CR
la a0, BUFFER
jal isCR

li t0, 1
beq v0, t0, _checkNextIsLF

la a0, BUFFER
jal putch
```

```

b _lectura

_eof:
_return:
lw ra, 24(sp)
lw $fp, 16(sp)
lw gp, 20(sp)
addu sp, sp, 32
li a0, 0
li v0, SYS_exit
syscall

_checkNextIsLF:
# Llamo a getch pero antes, guardo el byte anterior en t3
jal getch # en v0 me devuelve el byte leído

li t0, -1
beq v0, t0, _putCRandBreak

# me fijo si tengo un LF
la a0, BUFFER
jal isLF

li t0, 1
beq v0, t0, _putLF

la a0, CR
jal putch

b continue

_putCRandBreak:
la a0, CR
jal putch

b _eof # break;

_putLF:
la a0, LF
jal putch

b _lectura

```



```
.end main

.data
BUFFER: .space 1
CR: .byte 13
LF: .byte 10
```

## 6. Documentación pertinente a los stack frames

El diagrama de stack frames por función se encuentra en el directorio fuente del trabajo práctico, en el archivo stackframes.txt (fue dejado ahí por una cuestión de formato y facilidad de lectura).

## 7. Conclusiones

Como este trabajo práctico fue una réplica del trabajo práctico anterior (TP0), migrando la funcionalidad desde código C a código Assembly (de MIPS32), una de las claves del mismo fue su desarrollo en pequeños pasos incrementales.

Utilizando los programas unix2dos.c y dos2unix.c que resultaron de la entrega del TP0, fuimos migrando la funcionalidad hacia MIPS empezando por las funciones getch (en getch.S) y putch (en putch.S). Estas reemplazaron las llamadas a getchar() y putchar() en las funciones de C. Luego, se implementó la detección de bytes que correspondieran a CR o LF: cada uno de estos programas se almacena en isCR.S e isLF.S, correspondientemente. Una vez que pudimos identificarlos, procedimos a su correcto reemplazo. Por último se implementó el ciclo while desde Assembly para finalmente desligarse por completo de la utilización de un main de C. Para ello, la función que implementó el while debió llamarse main y así GCC la seteoó como punto de entrada del programa.

Algunas de las complicaciones más importantes que se presentaron fueron las de diferenciar cuándo lidiábamos con una dirección de memoria (lo que regularmente, y en más alto nivel, llamamos puntero) y cuándo con un dato en sí. De la misma manera, tuvimos que ser sumamente cuidadosos a la hora de manipular estos últimos conociendo su tamaño: si se está manejando un byte las operaciones son unas y si se está manejando un word, son otras distintas.

Finalmente, es necesario destacar la relevancia de contar con un programa como gdb que permite realizar tareas de Debugging de manera muy completa y brindando muchísimas facilidades.