

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE INGENIERÍA

66.20 ORGANIZACIÓN DE COMPUTADORAS

Trabajo Práctico 0

Integrantes:

Gonzalo BEVIGLIA - 93144

Federico QUEVEDO - 93159

Damián MANOFF - 93169



10 de Septiembre de 2013

Índice

1. Diseño e implementación	2
2. Performance	2
2.1. Tiempo <i>ownRev</i>	2
2.2. Tiempo Unix <i>rev</i>	2
2.3. Comparación grafica	2
3. Compilación del programa	3
4. Pruebas	4
5. Código Fuente	4
5.1. Código fuente C	4
5.2. Código assembly MIPS	8

1. Diseño e implementación

Uno de los principales limitantes de las soluciones que pudimos implementar era el largo del archivo a invertir, ya que este podía llegar a ocupar mucho lugar en la memoria. Buscamos mejorar esta situación leyendo e invirtiendo de a un archivo por vez, para evitar tener mas de uno en memoria. También evitamos tener que declarar otro espacio de memoria del mismo tamaño del archivo original, donde iría la cadena invertida, haciendo una inversión in situ de la cadena, es decir, sobre la misma memoria reservada a donde se cargo el archivo. Esto además de ahorrarnos duplicar la memoria usada nos ahorra el tiempo de reservar la misma. Sobre la cadena original se realizan swaps espejados hasta llegar a la cadena invertida.

2. Performance

La performance se evaluó invirtiendo el libro “El Príncipe” de Nicolás Maquiavelo, y se comparó la performance del comando realizado para este trabajo práctico con la del comando unix *rev*. El tamaño de dicho texto en formato de texto plano es de 305864 bytes (298KB).

Los tiempos se midieron utilizando el comando Unix *time*.

2.1. Tiempo *ownRev*

```
real 0m0.539s
```

```
user 0m0.008s
```

```
sys 0m0.016s
```

2.2. Tiempo Unix *rev*

```
real 0m0.540s
```

```
user 0m0.012s
```

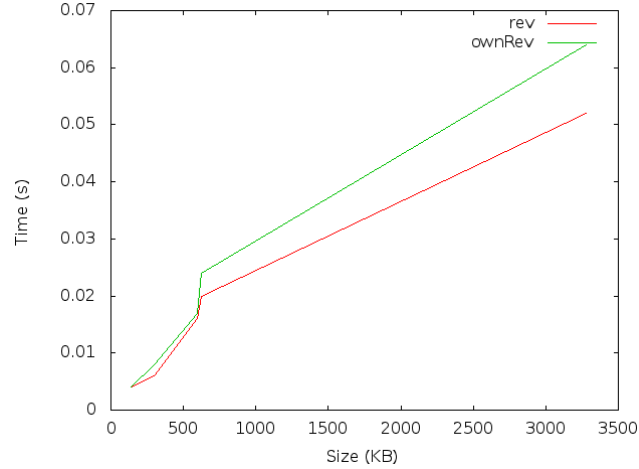
```
sys 0m0.024s
```

2.3. Comparación grafica

Los textos utilizados para esta comparación fueron:

- The Divine Comedy - Dante Alighieri (627KB)
- Adventures of Huckleberry Finn - Mark Twain (596KB)
- Les Misérables - Victor Hugo (3.2MB)
- Metamorphosis - Franz Kafka (139KB)
- The Prince - Nicolo Machiavelli (299KB)

Figura 1: Comparacion entre rev de Unix y nuestro “ownRev”



3. Compilación del programa

Para el compilado del programa hicimos el siguiente makefile:

```
CFLAGS=-Wall -pedantic -std=c99 -g
MEMFLAGS=valgrind --leak-check=full --track-origins=yes -v
CC=gcc
INPUT=ownRev.c
MIDDLEFILE=ownRev.o
EXEC=ownRev
TESTSCRIPT=TestFiles/tests.sh

all: $(EXEC) clean
test: all runTests cleanExec

.SILENT:
$(MIDDLEFILE):
    $(CC) $(CFLAGS) $(INPUT) -c

.SILENT:
$(EXEC): $(MIDDLEFILE)
    $(CC) $(CFLAGS) $(MIDDLEFILE) -o $(EXEC)

.SILENT:
run: $(EXEC)
    ./$(EXEC)

.SILENT:
runTests: $(EXEC)
    ./$(TESTSCRIPT)

.SILENT:
memCheck: $(EXEC)
    $(MEMFLAGS) ./$(EXEC) TestFiles/test TestFiles/test1 TestFiles/test2

.SILENT:
clean: $(MIDDLEFILE)
    rm *.o
```

```
.SILENT:
cleanExec: $(EXEC)
          rm $(EXEC)
```

La ejecución normal de este make file produce el archivo ejecutable y ademas elimina los intermediarios.

Se puede tambien llamar pasando como parametro el nombre del archivo intermediario para generarlo, o el nombre del ejecutable, que realizara lo mismo que la ejecución por defecto pero sin eliminar el intermediario.

Para corroborar que no se estuviera perdiendo memoria tambien incluimos el parametro *memCheck* que corre el programa con valgrind informando si hubo o no alguna perdida.

Desde el mismo makefile tambien incluimos la posibilidad de correr las pruebas, y por ultimo, la de eliminar los archivos generados, tanto intermediarios como programa final.

4. Pruebas

Para las pruebas hicimos el siguiente script de bash:

```
#!/bin/bash
FILES="TestFiles/test
TestFiles/test1
TestFiles/test2"

for f in $FILES
do
    ./ownRev $f > auxRev
    rev $f > auxCompRev
    DIFF=$(diff auxRev auxCompRev)
    if [ "$DIFF" != "" ]
    then
        echo "[ERROR] _$f_was_not_reversed_correctly"
    else
        echo "[OK] _$f_was_reversed_correctly"
    fi
    rm auxRev
    rm auxCompRev
done
```

Se toman lineas de un archivo, en este caso llamado test, y se las invierte usando tanto nuestro programa como el comando *rev* de linux, si los resultados son iguales la prueba es valida.

5. Código Fuente

5.1. Código fuente C

```
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>

typedef struct charWrap {
    char* string;
    unsigned length;
} charWrap;

/*
 * Checks the option passed via attribute. Prints a different output
 * depending on the option that was passed. Handles only one option
 * at a time.
 */
```

```

    * attr: The string with the option received.
    */
int checkOption(char* attr) {

    // Match version option.
    if( !strcmp(attr, "-v") || !strcmp(attr, "--version") ) {
        printf("Version 1.0.0\n");
        return 1;
    }
    // Match help option.
    else if ( !strcmp(attr, "-h") || !strcmp(attr, "--help") ) {
        printf("Usage\n");
        return 1;
    }

    return 0;
}

/*
 * Makes a swap in the given string. The positions swapped are pos1
 * and pos2.
 *
 * string: The string whose characters the function will swap.
 * pos1: First position in the string to swap.
 * pos2: Second position in the string to swap.
 */
void swapChars(char* string, int pos1, int pos2) {

    if( pos1 == pos2 ) return;

    char aux = string[pos2];
    string[pos2] = string[pos1];
    string[pos1] = aux;

}

/*
 * Copies the source string in a new space of memory and reverses
 * this copy. Returns the copy's reference.
 *
 * source: The string to reverse.
 */
char* reverseString(charWrap* source) {
    unsigned len = source->length;

    // One more character for \0 terminator.
    char* reversed = (char*) malloc( (len + 1) * sizeof(char) );
    strncpy(reversed, source->string, len);

    int posInitial = 0;
    // Start counting from 0, so length - 1. One less for \n.
    int posFinal = len - 2;

    while( posInitial < posFinal )
        swapChars(reversed, posInitial++, posFinal--);
}

```

```

    reversed[len] = '\0';

    return reversed;
}

/*
 * Reads a line from the given filePtr. If the line is empty,
 * returns NULL. If the line is not empty, returns a reference
 * to the string. reference must be freed after.
 *
 * filePtr: filePtr to be read.
 */
charWrap* readFromFile(FILE* filePtr) {

    // Initial buffer length.
    unsigned bufferLength = 30;
    // Allocate memory for buffer length and \0 terminator.
    char* finalString = (char*) malloc( (bufferLength + 2) * sizeof(char) );
    // Memory alloc error handling.
    if( finalString == NULL ) {
        fprintf(stderr, "Error: unable to allocate %d bytes on line 88\n", (bufferLen
        return NULL;
    }

    // Initialize aux variables.
    char* auxString = NULL;
    int character = 0;
    int length = 0;

    // Parse stdin until we get \n (should be EOF).
    character = fgetc(filePtr);
    while( !feof(filePtr) ) {
        length++;
        // Buffer has been filled. Allocate more memory.
        if( (length + 1) == bufferLength ) {
            bufferLength = 2 * bufferLength;
            auxString = (char*) realloc( finalString, bufferLength * sizeof(char) );
            // Memory alloc error handling.
            if( auxString == NULL ) {
                fprintf(stderr, "Error: unable to allocate %d bytes on line 1
                free(finalString);
                return NULL;
            }
            finalString = auxString;
        }
        finalString[length-1] = character;
        if( character == '\n' ) break;
        character = fgetc(filePtr);
    }

    if( length == 0 ) {
        free(finalString);
        return NULL;
    }

    auxString = (char*) realloc( finalString, length * sizeof(char) );

```

```

    // Memory alloc error handling.
    if( auxString == NULL ) {
        fprintf(stderr, "Error: Unable to allocate %d bytes on line 126", bufferLength);
        return NULL;
    }
    charWrap* retVal = (charWrap*) malloc( sizeof(charWrap) );
    if( retVal == NULL ) {
        fprintf(stderr, "Error: Unable to allocate %d bytes on line 132", sizeof(charWrap));
        return NULL;
    }
    retVal->string = auxString;
    retVal->length = length;
    return retVal;
}

/*
 * Prints the output of the given file after its lines were
 * reversed. File pointer must be already opened for reading
 * and must be closed after this call.
 *
 * fPtr: file to be reversed.
 */
void reverseFile(FILE* fPtr) {

    char* reversed = NULL;
    charWrap* fileString = readFromFile(fPtr);

    while( fileString != NULL ) {
        reversed = reverseString(fileString);
        printf("%s", reversed);
        free(fileString->string);
        free(fileString);
        free(reversed);
        fileString = readFromFile(fPtr);
    }

}

int main(int argc, char** argv) {

    FILE* fPtr = NULL;

    // Rev from stdin.
    if( argc == 1 ) {
        reverseFile(stdin);
        return 0;
    }

    // Option may have been passed.
    if( argc == 2 ) {
        // Option was matched.
        if( checkOption(argv[1]) ) return 0;
    }

    unsigned i;
    for( i = 1 ; i < argc ; i++ ) {
        fPtr = fopen(argv[i], "r");
    }
}

```



```

        // Handling opening file error.
        if( fPtr == NULL ) fprintf(stderr, "Error: unable to open file %s\n", argv[i]
        else {
            reverseFile(fPtr);
            fclose(fPtr);
        }
    }
    return 0;
}

```

5.2. Código assembly MIPS

A continuación se detallará el código assembly para la arquitectura MIPS de nuestro programa en C

```

        .file 1 "tp0v1.c"
        .section .mdebug.abi32
        .previous
        .abicalls
        .rdata
        .align 2
$LC0:
        .ascii "-v\000"
        .align 2
$LC1:
        .ascii "--version\000"
        .align 2
$LC2:
        .ascii "Version 1.0.0\n\000"
        .align 2
$LC3:
        .ascii "-h\000"
        .align 2
$LC4:
        .ascii "--help\000"
        .align 2
$LC5:
        .ascii "Usage\n\000"
        .text
        .align 2
        .globl checkOption
        .ent checkOption
checkOption:
        .frame $fp,48,$ra # vars= 8, regs= 3/0, args= 16, extra= 8
        .mask 0xd0000000,-8
        .fmask 0x00000000,0
        .set noreorder
        .cpload $t9
        .set reorder
        subu $sp,$sp,48
        .cprestore 16
        sw $ra,40($sp)
        sw $fp,36($sp)
        sw $gp,32($sp)
        move $fp,$sp
        sw $a0,48($fp)
        lw $a0,48($fp)
        la $a1,$LC0
        la $t9,strcmp

```

```

        jal      $ra,$t9
        beq      $v0,$zero,$L19
        lw       $a0,48($fp)
        la       $a1,$LC1
        la       $t9,strcmp
        jal      $ra,$t9
        bne      $v0,$zero,$L18
$L19:
        la       $a0,$LC2
        la       $t9,printf
        jal      $ra,$t9
        li       $v0,1                # 0x1
        sw       $v0,24($fp)
        b        $L17
$L18:
        lw       $a0,48($fp)
        la       $a1,$LC3
        la       $t9,strcmp
        jal      $ra,$t9
        beq      $v0,$zero,$L22
        lw       $a0,48($fp)
        la       $a1,$LC4
        la       $t9,strcmp
        jal      $ra,$t9
        bne      $v0,$zero,$L20
$L22:
        la       $a0,$LC5
        la       $t9,printf
        jal      $ra,$t9
        li       $v0,1                # 0x1
        sw       $v0,24($fp)
        b        $L17
$L20:
        sw       $zero,24($fp)
$L17:
        lw       $v0,24($fp)
        move     $sp,$fp
        lw       $ra,40($sp)
        lw       $fp,36($sp)
        addu     $sp,$sp,48
        j        $ra
        .end     checkOption
        .size    checkOption,.-checkOption
        .align   2
        .globl   swapChars
        .ent     swapChars
swapChars:
        .frame   $fp,24,$ra            # vars= 8, regs= 2/0, args= 0, extra= 8
        .mask    0x50000000,-4
        .fmask    0x00000000,0
        .set     noreorder
        .cpload  $t9
        .set     reorder
        subu     $sp,$sp,24
        .cprestore 0
        sw       $fp,20($sp)

```

```

        sw        $gp,16($sp)
        move      $fp,$sp
        sw        $a0,24($fp)
        sw        $a1,28($fp)
        sw        $a2,32($fp)
        lw        $v1,28($fp)
        lw        $v0,32($fp)
        bne       $v1,$v0,$L24
        b         $L23
$L24:
        lw        $v1,24($fp)
        lw        $v0,32($fp)
        addu      $v0,$v1,$v0
        lbu       $v0,0($v0)
        sb        $v0,8($fp)
        lw        $v1,24($fp)
        lw        $v0,32($fp)
        addu      $a0,$v1,$v0
        lw        $v1,24($fp)
        lw        $v0,28($fp)
        addu      $v0,$v1,$v0
        lbu       $v0,0($v0)
        sb        $v0,0($a0)
        lw        $v1,24($fp)
        lw        $v0,28($fp)
        addu      $v1,$v1,$v0
        lbu       $v0,8($fp)
        sb        $v0,0($v1)
$L23:
        move      $sp,$fp
        lw        $fp,20($sp)
        addu      $sp,$sp,24
        j         $ra
        .end      swapChars
        .size     swapChars,.-swapChars
        .align    2
        .globl   reverseString
        .ent      reverseString
reverseString:
        .frame    $fp,56,$ra
        .mask     0xd0000000,-8
        .fmask    0x00000000,0
        .set      noreorder
        .cpload   $t9
        .set      reorder
        subu      $sp,$sp,56
        .cprestore 16
        sw        $ra,48($sp)
        sw        $fp,44($sp)
        sw        $gp,40($sp)
        move      $fp,$sp
        sw        $a0,56($fp)
        lw        $a0,56($fp)
        la        $t9,strlen
        jal       $ra,$t9
        sw        $v0,24($fp)

```

vars= 16, regs= 3/0, args= 16, extra= 8

```

        lw      $v0,24($fp)
        addu    $v0,$v0,1
        move    $a0,$v0
        la      $t9, malloc
        jal     $ra,$t9
        sw      $v0,28($fp)
        lw      $a0,28($fp)
        lw      $a1,56($fp)
        la      $t9, strcpy
        jal     $ra,$t9
        sw      $zero,32($fp)
        lw      $v0,24($fp)
        addu    $v0,$v0,-2
        sw      $v0,36($fp)
$L26:
        lw      $v0,32($fp)
        lw      $v1,36($fp)
        slt     $v0,$v0,$v1
        bne     $v0,$zero,$L28
        b       $L27
$L28:
        addu    $v1,$fp,32
        lw      $v0,0($v1)
        move    $a1,$v0
        addu    $v0,$v0,1
        sw      $v0,0($v1)
        addu    $v1,$fp,36
        lw      $v0,0($v1)
        move    $a2,$v0
        addu    $v0,$v0,-1
        sw      $v0,0($v1)
        lw      $a0,28($fp)
        la      $t9, swapChars
        jal     $ra,$t9
        b       $L26
$L27:
        lw      $v0,28($fp)
        move    $sp,$fp
        lw      $ra,48($sp)
        lw      $fp,44($sp)
        addu    $sp,$sp,56
        j       $ra
        .end    reverseString
        .size   reverseString,.-reverseString
        .align  2
        .globl  readFromStdin
        .ent    readFromStdin
readFromStdin:
        .frame  $fp,64,$ra                                # vars= 24, regs= 3/0, args= 16, extra= 8
        .mask   0xd0000000,-8
        .fmask  0x00000000,0
        .set    noreorder
        .cpload $t9
        .set    reorder
        subu    $sp,$sp,64
        .cprestore 16

```

```

sw      $ra,56($sp)
sw      $fp,52($sp)
sw      $gp,48($sp)
move    $fp,$sp
li      $v0,30          # 0x1e
sw      $v0,24($fp)
lw      $v0,24($fp)
addu    $v0,$v0,2
move    $a0,$v0
la      $t9, malloc
jal     $ra,$t9
sw      $v0,28($fp)
sw      $zero,32($fp)
sb      $zero,36($fp)
sw      $zero,40($fp)

$L30:
lw      $v0,--sF+4
addu    $v0,$v0,-1
sw      $v0,--sF+4
bgez    $v0,$L33
la      $a0,--sF
la      $t9,--srget
jal     $ra,$t9
sb      $v0,44($fp)
b       $L34

$L33:
la      $v0,--sF
lw      $v1,0($v0)
move    $a0,$v1
lbu     $a0,0($a0)
sb      $a0,44($fp)
addu    $v1,$v1,1
sw      $v1,0($v0)

$L34:
lbu     $v0,44($fp)
sb      $v0,36($fp)
sll     $v0,$v0,24
sra     $v1,$v0,24
li      $v0,10          # 0xa
bne     $v1,$v0,$L32
b       $L31

$L32:
lw      $v0,40($fp)
addu    $v0,$v0,1
sw      $v0,40($fp)
lw      $v0,40($fp)
addu    $v1,$v0,2
lw      $v0,24($fp)
bne     $v1,$v0,$L35
lw      $v0,24($fp)
sll     $v0,$v0,1
sw      $v0,24($fp)
lw      $a0,28($fp)
lw      $a1,24($fp)
la      $t9, realloc
jal     $ra,$t9

```

```

        sw        $v0,32($fp)
        lw        $v0,32($fp)
        sw        $v0,28($fp)
$L35:
        lw        $v1,28($fp)
        lw        $v0,40($fp)
        addu      $v0,$v1,$v0
        addu      $v1,$v0,-1
        lbu       $v0,36($fp)
        sb        $v0,0($v1)
        b         $L30
$L31:
        addu      $a1,$fp,40
        lw        $v1,0($a1)
        move      $a0,$v1
        lw        $v0,28($fp)
        addu      $a0,$a0,$v0
        lbu       $v0,36($fp)
        sb        $v0,0($a0)
        addu      $v1,$v1,1
        sw        $v1,0($a1)
        addu      $a1,$fp,40
        lw        $v1,0($a1)
        move      $a0,$v1
        lw        $v0,28($fp)
        addu      $v0,$a0,$v0
        sb        $zero,0($v0)
        addu      $v1,$v1,1
        sw        $v1,0($a1)
        lw        $a0,28($fp)
        lw        $a1,40($fp)
        la        $t9,realloc
        jal       $ra,$t9
        sw        $v0,32($fp)
        lw        $v0,32($fp)
        move      $sp,$fp
        lw        $ra,56($sp)
        lw        $fp,52($sp)
        addu      $sp,$sp,64
        j         $ra
        .end      readFromStdin
        .size     readFromStdin,.-readFromStdin
        .align    2
        .globl   readFromFile
        .ent      readFromFile
readFromFile:
        .frame    $fp,64,$ra                # vars= 24, regs= 3/0, args= 16, extra= 8
        .mask     0xd0000000,-8
        .fmask    0x00000000,0
        .set      noreorder
        .cpload   $t9
        .set      reorder
        subu      $sp,$sp,64
        .cprestore 16
        sw        $ra,56($sp)
        sw        $fp,52($sp)

```

```

sw      $gp,48($sp)
move    $fp,$sp
sw      $a0,64($fp)
li      $v0,30                                # 0x1e
sw      $v0,24($fp)
lw      $v0,24($fp)
addu    $v0,$v0,2
move    $a0,$v0
la      $t9, malloc
jal     $ra,$t9
sw      $v0,28($fp)
sw      $zero,32($fp)
sb      $zero,36($fp)
sw      $zero,40($fp)

$L37:
lw      $a0,64($fp)
la      $t9, fgets
jal     $ra,$t9
sb      $v0,36($fp)
lbu     $v0,36($fp)
sll     $v0,$v0,24
sra     $v1,$v0,24
li      $v0,-1                                # 0xffffffffffffffff
bne     $v1,$v0,$L39
b       $L38

$L39:
lw      $v0,40($fp)
addu    $v0,$v0,1
sw      $v0,40($fp)
lw      $v0,40($fp)
addu    $v1,$v0,1
lw      $v0,24($fp)
bne     $v1,$v0,$L40
lw      $v0,24($fp)
sll     $v0,$v0,1
sw      $v0,24($fp)
lw      $a0,28($fp)
lw      $a1,24($fp)
la      $t9, realloc
jal     $ra,$t9
sw      $v0,32($fp)
lw      $v0,32($fp)
sw      $v0,28($fp)

$L40:
lw      $v1,28($fp)
lw      $v0,40($fp)
addu    $v0,$v1,$v0
addu    $v1,$v0,-1
lbu     $v0,36($fp)
sb      $v0,0($v1)
lb      $v1,36($fp)
li      $v0,10                                # 0xa
bne     $v1,$v0,$L37

$L38:
addu    $a1,$fp,40
lw      $v1,0($a1)

```

```

        move    $a0,$v1
        lw      $v0,28($fp)
        addu    $v0,$a0,$v0
        sb      $zero,0($v0)
        addu    $v1,$v1,1
        sw      $v1,0($a1)
        lw      $v1,40($fp)
        li      $v0,1                                # 0x1
        bne     $v1,$v0,$L42
        lw      $a0,28($fp)
        la      $t9,free
        jal     $ra,$t9
        sw      $zero,44($fp)
        b       $L36
$L42:
        lw      $a0,28($fp)
        lw      $a1,40($fp)
        la      $t9,realloc
        jal     $ra,$t9
        sw      $v0,32($fp)
        lw      $v0,32($fp)
        sw      $v0,44($fp)
$L36:
        lw      $v0,44($fp)
        move    $sp,$fp
        lw      $ra,56($sp)
        lw      $fp,52($sp)
        addu    $sp,$sp,64
        j       $ra
        .end    readFromFile
        .size   readFromFile,.-readFromFile
        .rdata
        .align  2
$LC6:
        .ascii  "%s\000"
        .text
        .align  2
        .globl  reverseFile
        .ent    reverseFile
reverseFile:
        .frame  $fp,48,$ra                                # vars= 8, regs= 3/0, args= 16, extra= 8
        .mask   0xd0000000,-8
        .fmask  0x00000000,0
        .set    noreorder
        .cpload $t9
        .set    reorder
        subu    $sp,$sp,48
        .cprestore 16
        sw      $ra,40($sp)
        sw      $fp,36($sp)
        sw      $gp,32($sp)
        move    $fp,$sp
        sw      $a0,48($fp)
        sw      $zero,24($fp)
        lw      $a0,48($fp)
        la      $t9,readFromFile

```



```

        jal      $ra,$t9
        sw       $v0,28($fp)
$L44:
        lw       $v0,28($fp)
        bne     $v0,$zero,$L46
        b       $L43
$L46:
        lw       $a0,28($fp)
        la      $t9,reverseString
        jal     $ra,$t9
        sw      $v0,24($fp)
        la      $a0,$LC6
        lw      $a1,24($fp)
        la      $t9,printf
        jal     $ra,$t9
        lw      $a0,28($fp)
        la      $t9,free
        jal     $ra,$t9
        lw      $a0,24($fp)
        la      $t9,free
        jal     $ra,$t9
        lw      $a0,48($fp)
        la      $t9,readFromFile
        jal     $ra,$t9
        sw      $v0,28($fp)
        b       $L44
$L43:
        move    $sp,$fp
        lw      $ra,40($sp)
        lw      $fp,36($sp)
        addu    $sp,$sp,48
        j       $ra
        .end    reverseFile
        .size   reverseFile,.-reverseFile
        .rdata
        .align  2
$LC7:
        .ascii  "r\000"
        .text
        .align  2
        .globl  main
        .ent    main
main:
        .frame  $fp,64,$ra                # vars= 24, regs= 3/0, args= 16, extra= 8
        .mask   0xd0000000,-8
        .fmask  0x00000000,0
        .set    noreorder
        .cpload $t9
        .set    reorder
        subu    $sp,$sp,64
        .cprestore 16
        sw      $ra,56($sp)
        sw      $fp,52($sp)
        sw      $gp,48($sp)
        move    $fp,$sp
        sw      $a0,64($fp)

```

```

sw      $a1,68($fp)
sw      $zero,24($fp)
sw      $zero,28($fp)
sw      $zero,32($fp)
lw      $v1,64($fp)
li      $v0,1                                # 0x1
bne     $v1,$v0,$L48
la      $t9,readFromStdin
jal     $ra,$t9
sw      $v0,24($fp)
lw      $a0,24($fp)
la      $t9,reverseString
jal     $ra,$t9
sw      $v0,28($fp)
la      $a0,$LC6
lw      $a1,24($fp)
la      $t9,printf
jal     $ra,$t9
lw      $a0,24($fp)
la      $t9,free
jal     $ra,$t9
lw      $a0,28($fp)
la      $t9,free
jal     $ra,$t9
sw      $zero,40($fp)
b       $L47
$L48:
lw      $v1,64($fp)
li      $v0,2                                # 0x2
bne     $v1,$v0,$L49
lw      $v0,68($fp)
addu    $v0,$v0,4
lw      $a0,0($v0)
la      $t9,checkOption
jal     $ra,$t9
beq     $v0,$zero,$L49
sw      $zero,40($fp)
b       $L47
$L49:
li      $v0,1                                # 0x1
sw      $v0,36($fp)
$L51:
lw      $v0,36($fp)
lw      $v1,64($fp)
sltu    $v0,$v0,$v1
bne     $v0,$zero,$L54
b       $L52
$L54:
lw      $v0,36($fp)
sll     $v1,$v0,2
lw      $v0,68($fp)
addu    $v0,$v1,$v0
lw      $a0,0($v0)
la      $a1,$LC7
la      $t9,fopen
jal     $ra,$t9

```

```

sw      $v0,32($fp)
lw      $a0,32($fp)
la      $t9,reverseFile
jal     $ra,$t9
lw      $a0,32($fp)
la      $t9,fclose
jal     $ra,$t9
lw      $v0,36($fp)
addu    $v0,$v0,1
sw      $v0,36($fp)
b       $L51
$L52:
sw      $zero,40($fp)
$L47:
lw      $v0,40($fp)
move    $sp,$fp
lw      $ra,56($sp)
lw      $fp,52($sp)
addu    $sp,$sp,64
j       $ra
.end    main
.size   main,.-main
.ident  "GCC: (GNU) 3.3.3 (NetBSD nb3 20040520)"

```