

Universidade de Évora
Arquitetura de Sistemas e Computadores
Relatório do Trabalho Prático

João Calhau - 31621
André Figueira - 31626

7 de Junho de 2014



Conteúdo

1	Objectivo	3
1.1	Como é que este objectivo vai ser atingido?	3
2	Descrição	4
2.1	Conversão da imagem para formato RGB	4
2.2	O procedimento	5
2.2.1	O .data segment	5
2.2.2	O .text segment	6
2.3	Conversão de formato .GRAY para formato .jpg (exemplo) . .	12
3	Curiosidade	13

1 Objectivo

Pretende-se com este trabalho desenvolver um conjunto de funções em assembly Mips para detecção de contornos em imagens a cores. Dada uma imagem RGB, o resultado final iria ser uma imagem em tons de cinzento, com fundo branco e com traços escuros nos locais onde existem contornos na imagem original.

1.1 Como é que este objectivo vai ser atingido?

Este objectivo vai ser atingido através de várias funções criadas que irão dividir o problema em várias funções de forma a facilitar a resolução. Durante a construção destas funções notam-se também o chamamento de funções auxiliares para dividir o problema numa forma mais detalhada.

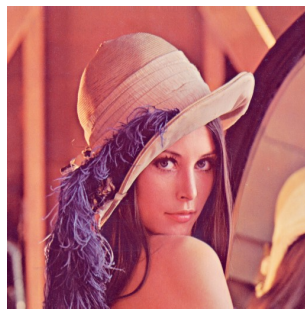


Figura 1: Lena



Figura 2: Lena (Final)

2 Descrição

2.1 Conversão da imagem para formato RGB

Usando a linha de comando **sudo apt-get install ImageMagick** obtém-se uma ferramenta capaz de conseguir atingir o objectivo de conversão para RGB. O Próximo passo consiste em abrir o terminal e na directoria, onde se encontra a imagem que irá ser utilizada, usar a linha de comando **convert example.tiff example.rgb**, sendo **.tiff** um formato de imagem (podendo ser este qualquer outro, por exemplo **.jpg**) como resultado obtemos uma imagem em formato RGB pronta a ser utilizada pelo programa.

2.2 O procedimento

A explicação do procedimento é feita em duas partes, a primeira é em relação ao **.data segment** e a outra em relação ao **.text segment**.

2.2.1 O .data segment

É nesta região da memória em que se encontram todos os buffers utilizados, contendo também localização do ficheiro de input e output, juntamente com as respectivas directorias. Como se pode ver pela figura 3:

```
2  .data
3  #      FICHEIROS:
4      #      directoria da imagem:
5      file1: .asciiz "/home/andre/Documents/ASC - TRABALHO/lena512color.rgb"      #ficheiro input
6
7      #      output file:
8      file2: .asciiz "/home/andre/Documents/ASC - TRABALHO/lenafinal.GRAY"      #ficheiro output
9
10 #      BUFFERS:
11      bufferRGB: .space 786432      #buffer com formato RGB (informação extraída da imagem)
12      bufferGRAY: .space 262144      #buffer com formato GRAY
13      Bhorizontal: .space 262144      #buffer da imagem aplicada com o sobel horizontal
14      Bvertical: .space 262144      #buffer da imagem aplicada com o sobel vertical
15      imagem_final: .space 262144      #buffer que contém a imagem final
16      sobelH: .byte 1,0,-1,2,0,-2,1,0,-1      #sobel horizontal
17      sobelV: .byte 1,2,1,0,0,0,-1,-2,-1      #sobel vertical
18
```

Figura 3: .data segment

2.2.2 O .text segment

Neste segmento é onde se encontra a parte do código que irá resolver o problema de detectar os contornos da imagem. Para tal, o .text segment está dividido em vários **branches**.

O **branch** mais importante neste programa é sem dúvida o **main**,

```
21 main:
22
23     la $a0,file1      #load adress do ficheiro (argumento da primeira função)
24     # salta para a primeira função da raíz
25     jal PEAD_RGB_IMAGE
26     nop
27
28     # argumentos da segunda função
29     la $a1,bufferGRAY  #carrega em s0 o endereço do buffer2
30     la $a0,bufferRGB    #carrega em s1 o endereço do buffer1
31     jal RGB_TO_GRAY
32     nop
33
34     # argumentos da terceira função (1ª parte -> sobel horizontal)
35     la $a0,bufferGRAY
36     la $a1,$horizontal
37     la $a2,$sobelH
38     jal convolution
39     nop
40
41     # argumentos da quarta função (2ª parte -> sobel vertical)
42     la $a0,bufferGRAY
43     la $a1,$vertical
44     la $a2,$sobelV
45     jal convolution
46     nop
47
48     addi $t0,$zero,1    #contador de contour
49     addi $t4,$zero,255  #constante
50     # argumentos da quinta função (imagem final)
51     la $a0,$horizontal
52     la $a1,$vertical
53     la $a2,imagem_final
54     jal contour
55     nop
56
57     # argumentos da ultima função
58     la $a0,file2
59     la $a1,imagem_final
60     la $a2,$C2144       #comprimento do buffer
61     jal WRITE_TO_GRAY
62     nop
63
64     # fim do programa
65     beq $zero,$zero,END
66     nop
```

Figura 4: Parte 'main' do .text segment

Este branch é o **branch central**, a partir deste tudo se controla, pois é este que efectua o chamamento de todas as outras funções que irão atingir, no fim, o objectivo desejado.

1º Passo:

O branch **READ_RGB_IMAGE**, recebe como argumento o ficheiro de input e transfere o conteúdo RGB para um buffer (**bufferRGB**) em memória.

```
4      #      directoria da imagem:
5      file1: .asciiz "/home/andre/Documents/ASC - TRABALHO/lena512color.rgb"      #ficheiro input
6
```

Figura 5: Ficheiro de input

2º Passo:

O branch **RGB_TO_GRAY**, recebe como argumentos dois buffers, um buffer que contem o **bufferRGB** e um buffer vazio (**bufferGRAY**), esta função irá percorrer um ciclo **while** que utilizando as intruções **lbu** (**load byte unassigned**) chama 3 bytes (ou seja, um pixel em formato RGB) seguidos do **bufferRGB** que são aplicados na fórmula:

$$I = 0.30R + 0.59G + 0.11B$$

Esta fórmula serve para nos fornecer o valor em gray do pixel correspondente à posição do pixel da imagem em formato RGB. Usando a instrução **sb** (**store byte**) guarda-se o resultado da fórmula no **bufferGRAY**, em seguida basta incrementar os contadores e buffers para seguirem para próximo pixel. Este ciclo é repetido **786432 + 3** (+e bytes, ou seja, mas um pixel, para não terminar antes de completar o ultimo pixel). Quando terminar, executa **jr \$ra**, que volta para a função main e passa para a próxima função. O resultado da imagem deverá ser algo como:

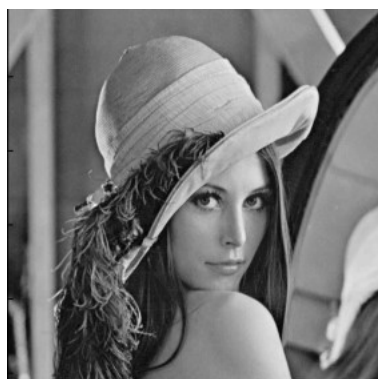


Figura 6: Lena depois de aplicado a função RGB_TO_GRAY

3º Passo:

A função **convolution**, é a única que é chamada duas vezes a partir do **main**, isto porque o exige visto que a imagem guardada no bufferGRAY tem e ser aplicada com sobel, vertical e horizontal. Esta função tem dois chamamentos de funções auxiliares, visto que a **MID** (a principal) percorre o interior da imagem à exceção da primeira e ultima linha e das margens. Esta função usando a instrução **lbu (load byte unassigned)** chama um pixel (por ordem de posição no bufferGRAY) e usando a formula:

$$B(i, j) = \sum_{p \in \{-1, 0, 1\}} \sum_{q \in \{-1, 0, 1\}} A(i + p, j + q) S_h(2 - p, 2 - q)$$

Figura 7: Formula fornecida pelo docente

é usada em conjunto com as matrizes (1ª chamada da função convolution utiliza a matriz sobel horizontal e na 2ª a matriz sobel vertical):

$$S_h = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad S_v = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

Figura 8: matrizes Sobel vertical (Sv) e horizontal (Sh)

(Utilizando também um load byte mas desta vez apenas lb, porque é necessário haver extensão de sinal, valor negativo)

Permite então através de um ciclo **while** obter o valor do dito pixel aplicado com sobel e após ter sido utilizada a formula do somatório usar a seguinte formula:

$$B_h = \frac{1}{4} |S_h * A|$$
$$B_v = \frac{1}{4} |S_v * A|$$

Figura 9: Outra formula fornecida pelo docente

Usando a instrução **sb** (**store byte**) guarda o resultado num novo buffer (1ª chamada no main - bhorizontal, 2ª chamada no main - bvertical). Repetindo o ciclo **261632 -2** (-2 para conseguir fazer o ultimo pixel da penúltima linha e não terminar antes de o fazer).

Esta fórmula apresenta um problema visto que não está definida para as margens, por isso é que o ciclo tem -512 ao valor original de 262144, para não percorrer a ultima linha (ficando assim a preto por default), e o contador (começando no 1) do ciclo começa em 514 para meter por default a primeira linha mais o primeiro elemento da segunda linha a 0 e começando na posição seguinte (posição 514).

Por isso foi criada uma função auxiliar com o propósito de as detectar. Esta função é chamada pela função **MID** quando o contador \$t0 cumpre uma restrição, esta restrição consiste em, o contador se for igual ao tamanho do valor da linha irá fazer com que avance 2 pixéis no contador e posições nos buffers para a frente:

```

221      MARGENS:
222      addi $a1,$a1,2      #avança 2 pixeis para a frente do bhorizontal ou bvertical
223      addi $a0,$a0,2      #avança 2 pixeis para a frente no bufferGRAY
224      addi $t1,$t1,512    #proxima restricao para as margens -> +512 a restricao anterior
225      addi $t0,$t0,2      #incrementa contador
226      add $t4,$zero,$zero #reset do contador t6
227      bne $t1,261632,MID  #volta para a funcao, caso de ser diferente, caso seja igual volta para main
228      nop                #e deixa a ultima linha a preto.
229
230      jr $ra
231      nop

```

Figura 10: função que permite que os valores das matrizes bhorizontal e bvertical, nas margens, fiquem a preto por default

Se o valor da restrição for igual ao valor da penúltima linha, a função volta para a função convolution e daí volta para a main. Em seguida será repetir esta função outra vez, para aplicar o sobel vertical à imagem.

Nota: visto que existe chamamento de função dentro de função é necessário guardar o valor do registo **\$ra** usando a pilha para se conseguir voltar para a função **main** e continuar o programa e não entrar num ciclo infinito.

O resultado deverá ser algo como:

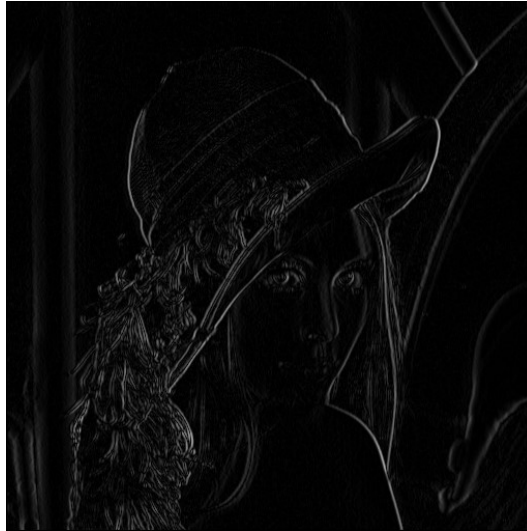


Figura 11: Lena com o Sobel Horizontal aplicado

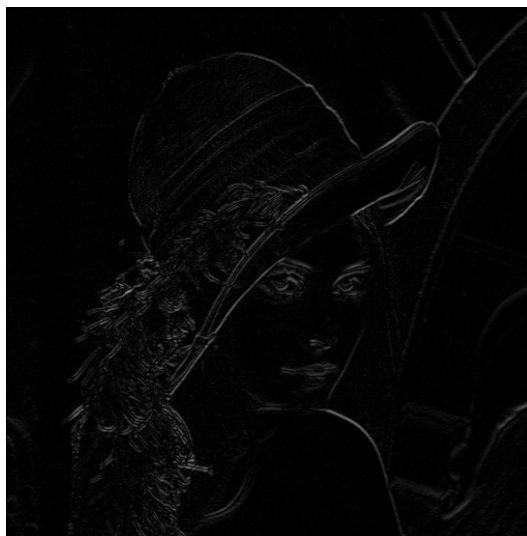


Figura 12: lena com o Sobel Vertical aplicado

4º Passo:

A função **contour** recebe como argumentos os dois buffers aplicados com os sobels vertical e horizontal (bhorizontal e bvertical) e através de um ciclo while fazendo a soma de cada ponto, aplicando a seguinte fórmula:

$$C = \frac{1}{2}(B_h + B_v).$$

Figura 13: Ainda outra formula fornecida pelo docente

E depois aplicando a seguinte formula para inverter as cores a cada ponto:

$$D(i, j) = 255 - C(i, j)$$

Figura 14: Ainda outra formula fornecida pelo docente

Através destas duas formulas guarda-se o resultado no buffer **imagem_final**.

Para optimização de código escolheu aplicar-se directamente durante o ciclo while as duas formulas. Permitindo assim quando se efectua o chamamento dos pontos dos dois buffers (bhorizontal e bvertical) usando a instrução **lb** para que o ponto que entrasse no buffer **imagem_final** fosse o ponto final.

5º Passo:

O branch **WRITE_TO_GRAY**, tem o único propósito de escrever num ficheiro (output), que neste caso é transferir a informação contida no buffer **imagem_final** para o ficheiro output.

```
7      #      output file:
8      file2: .ascii "/home/andre/Documents/ASC - TRABALHO/lenafinal.gray" #ficheiro output
9
```

Figura 15: Localização do ficheiro output

2.3 Conversão de formato .GRAY para formato .jpg (exemplo)

Usando a linha de comando na directoria da imagem final (5º Passo), **convert -size 512x512 -depth 8 imagem.gray imagem.jpg** é nos permitido converter a imagem para a seguinte:



Figura 16: Lena (Resultado final)

3 Curiosidade

A imagem presente no enunciado do trabalho não se parece com a demonstrada anteriormente, portanto após varios testes, descobriu-se que para ficar igual à imagem apresentada no enunciado tinha de haver uma modificação na formula:

$$C = \frac{1}{2}(B_h + B_v).$$

Esta modificação consiste apenas em multiplicar-se a formula acima por 2, a imagem, assim, seria:



Figura 17: Lena com a formula modificada aplicada

Que por si, é muito semelhante à do enunciado.