

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT MÁY TÍNH
.....oOo.....



BÁO CÁO BÀI TẬP LỚN
KIẾN TRÚC MÁY TÍNH
Đề 1

GVHD: Trần Thanh Bình

Lớp: L05

SV thực hiện:

- | | |
|------------------------|-----------|
| 1. Nguyễn Minh Hiền | - 1913386 |
| 2. Trần Phước Tài | - 1915016 |
| 3. Nguyễn Lê Minh Quân | - 1914830 |

Mục lục:

I . Thủ tục nhân và chia 2 số nguyên.....	1
1 . Thủ tục nhân 2 số nguyên.....	1
2. Thủ tục chia 2 số nguyên.....	5
II . Testcase, thống kê số lệnh/loại lệnh.....	8
III. Thời gian chạy của chương trình.....	13

Đề bài: Nhân, chia 2 số nguyên

Cho 2 số nguyên (integers) có dấu A và B. Sử dụng hợp ngữ assembly MIPS, viết thủ tục nhân, chia 2 số nguyên A, B. Phép chia ra kết quả chia làm 2 phần, phần thương (bit cao) và phần dư (bit thấp). Chương trình hỗ trợ nhập vào số HEX hoặc số thập phân, kết quả xuất ra tương ứng với mode đã nhập.

Chú ý: không dùng trực tiếp phép nhân/chia, mà phải hiện thực giải thuật nhân/chia theo textbook/slide.

Bài làm:

I . Thủ tục nhân và chia 2 số nguyên:

- Khi chạy chương trình, sẽ có thông báo chọn phép toán (nhân – m, chia – d), tiếp theo sẽ là thông báo chọn mode (hexa – h, decimal – d). Sau khi chọn phép toán và mode, bài toán và mode tương ứng sẽ được thực thi.

Ví dụ: phép nhân 2x2 ta sẽ thực hiện như sau:

```
Hi, you. Do you want to multiply or divide two numbers?
If multiply, please enter 'm'. Otherwise, please enter 'd': m

Numbers: decimal or hexadecimal?
If decimal, please enter 'd'. Otherwise, please enter 'h': d

Enter the first dec number: 2
Enter the second dec number: 2

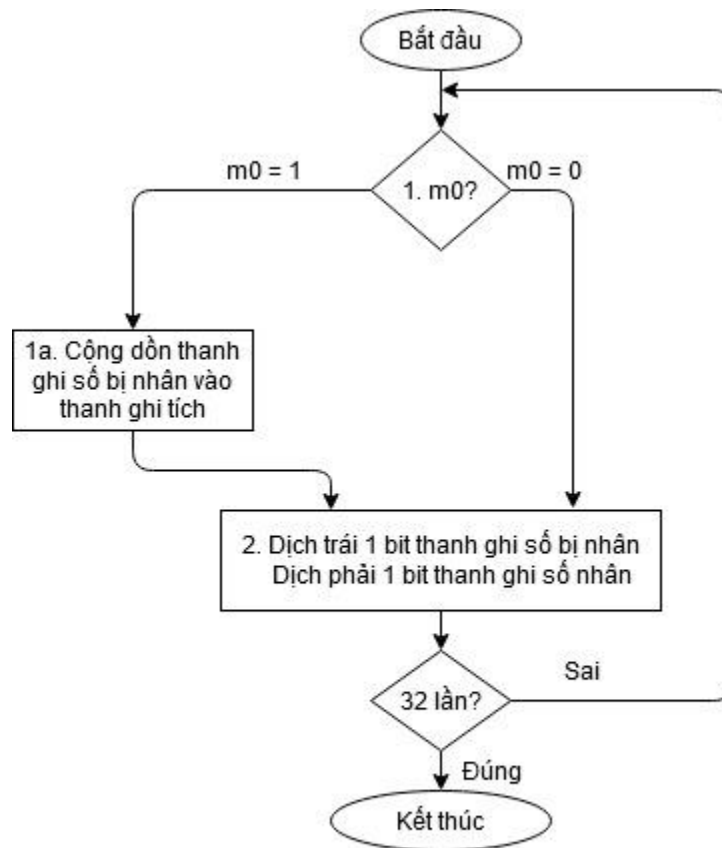
Product of two numbers is: 4
```

- Trong các bài toán nhân và chia có hỗ trợ nhập và xuất ra kết quả tính toán tương ứng với mode đã chọn (dec và hex). Khi chọn mode là hex, người dùng chỉ cần nhập 8 kí số thập lục phân sau 0x (Ví dụ: khi muốn nhập 0x00000001 ta chỉ cần nhập vào 00000001), chương trình sẽ thực hiện việc chuyển đổi số hex sang dec, sau quá trình tính toán kết quả sẽ được chuyển về dạng hex theo như yêu cầu đề bài

1. Thủ tục nhân 2 số nguyên

- Thực hiện dựa theo hoạt động của bộ nhân tuần tự: Gọi m_0 là bit cuối cùng của thanh ghi số nhân, nếu giá trị của m_0 là 0 thì dịch trái thanh ghi

chứa số bị nhân; ngược lại thực hiện việc cộng dồn giá trị hiện tại trong thanh ghi số bị nhân vào thanh ghi tích rồi thực hiện dịch trái thanh ghi số bị nhân 1 bit và dịch phải thanh ghi số nhân 1 bit. Sau khi thực hiện công việc này 32 lần thì quá trình tính toán phép nhân kết thúc. Giá trị tại thời điểm này của thanh ghi tích chính là kết quả của phép nhân.



Hoạt động của bộ nhân tuần tự

+ Trong bài toán nhân 2 số nguyên cụ thể, số lần lặp của giải thuật tùy thuộc vào kích thước bit của số nhân và số bị nhân. Ví dụ, khi thực hiện phép nhân 7×5 , số bị nhân và số nhân có kích thước 4 bit nên tích sẽ có kích thước 8 bit và số lần lặp của giải thuật sẽ là 4.

```

    # Phep nhan
    # Ham multiply co cac tham so la:
    # * $a2: so nhan
    # * $a3: so bi nhan
multiply: # Gia tri tra ve la $v1
    addi $sp, $sp, -4
    sw $ra, 0($sp)
    li    $s7, 0
    slti $t5, $a2, 0
    beq   $t5, 1, opposite
    j     continue
    opposite: sub $a2, $0, $a2
    continue:
    # Tryen tham so $a1 vao ham getSumBits
    move $a1, $a2
    jal  getSumBits1
    addi $t6, $v1, 1
    li   $t7, 1          # i = 0
    mloop:                # for (int i = 0; i < v1; i++)
        slt   $t3, $t7, $t6
        beq   $t3, 1, mif
        j     mExit
        mif:
            # Tryen tham so $a1 vao ham getRemainder
            move $a1, $a2
            jal  getRemainder
            beq   $v1, 1, addtos7
            j     DTP
            # Neu t1 = 1, cong don thanh ghi so nhan
            # vao thanh ghi tich
            addtos7: add    $s7, $s7, $a3
            # Dich phai 1 bit thanh ghi so nhan
            DTP: srl $a2, $a2, 1
            # Dich trai 1 bit thanh ghi so bi nhan
            sll  $a3, $a3, 1
            addi $t7, $t7, 1
            j    mloop
    mExit:

```

```

    beq $t5, 1, opposite1
    j    continue1
opposite1: sub $s7, $0, $s7
continue1:

    move $v1, $s7
    lw  $ra, 0($sp)
    addi $sp, $sp, 4
    jr  $ra

```

+ Các thủ tục con trong chương trình:

- `getSumBits1`: Tính tổng số bit nhị phân của số bị nhân và số nhân để dùng làm điều kiện dừng của vòng lặp. Số lần lặp phải là số chia hết cho 4 gần với tổng số bit nhất

```

# Tính số lần lặp
# Hàm getSumBits1 có các tham số là:
#   * $a1: số nhân
getSumBits1: # Giá trị trả về là $v1
    move $t3, $a0
    li   $t0, 0
Loop1:
    beq  $t3, 0, Exit1
    srl  $t3, $t3, 1
    addi $t0, $t0, 1
    j    Loop1
Exit1:
    li   $t2, 0
for:
    slt  $t4, $t2, $t0
    beq  $t4, 0, forExit
    addi $t2, $t2, 4
    j    for
forExit:
    move $v1, $t2
    jr   $ra

```

- getRemainder: Lấy bit nhị phân cuối cùng của số nhân (m_0) để so sánh như giải thuật nêu trên

```
# Lay bit cuoi cung
# Ham getRemainder co cac tham so:
#   * $a1: so nhan
getRemainder: # Gia tri tra ve la $v1
               andi $t0, $a1, 1
               move $v1, $t0
               jr    $ra
```

2. Thủ tục chia 2 số nguyên:

- Thực hiện dựa theo hoạt động của bộ chia tuần tự:

Bước 1: Thực hiện phép trừ giá trị chứa trong thanh ghi “số dư” với giá trị chứa trong thanh ghi “số chia” và lưu kết quả vào trong thanh ghi “số dư”

Bước 2: Kiểm tra giá trị chứa trong thanh ghi “số dư” sau phép trừ, nếu giá trị này dương thực hiện bước 3, ngược lại thực hiện bước 4

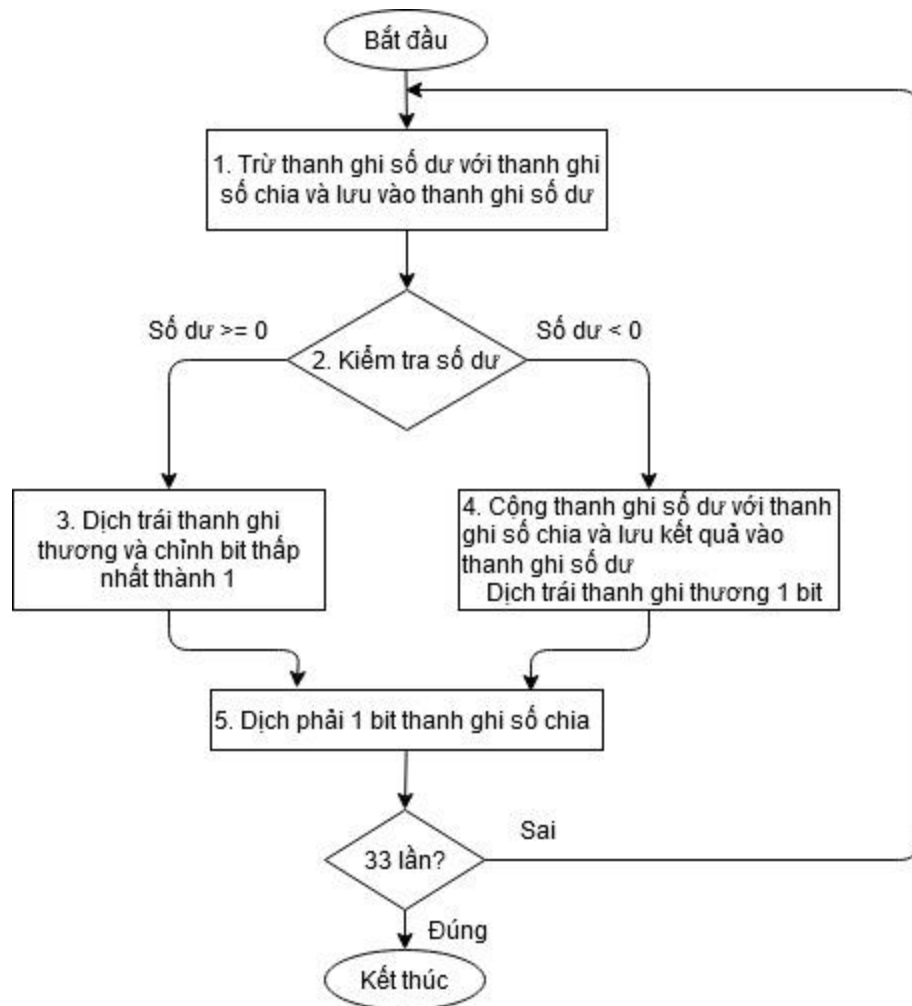
Bước 3: Dịch trái thanh ghi “thương” và sửa bit thấp nhất trong thanh ghi này thành 1, chuyển sang bước 5

Bước 4: Cộng giá trị đang chứa trong thanh ghi “số dư” với giá trị trong thanh ghi “số chia” và lưu kết quả vào trong thanh ghi “số dư” đồng thời dịch trái thương 1 bit, chuyển sang bước 5

Bước 5: Dịch phải thanh ghi “số chia” 1 bit

(Thực hiện các bước trên 33 lần)

- Trong bài toán chia hai số nguyên cụ thể, số lần lặp của giải thuật tùy thuộc vào kích thước bit của số bị chia và số chia. Ví dụ: trong phép chia $7/2$, vì số bị chia và số chia có kích thước 4 bit nên số lần lặp hay số bước tính toán cần thực hiện là 5 (kích thước bit + 1)



Hoạt động của bộ chia tuần tự

- Thủ tục chia trong MIPS:

```

#Ham divide thực hiện phép chia, giá trị thương lưu trong $v0, giá trị số dư lưu trong $v1
#Argument:- $a2: số bị chia
#           - $a1: số chia
#           - $a3: tổng bit của số chia
divide:
    #biến tạm $t0 = 0
    #dịch trái thanh ghi số chia
    add $t0, $0, $0
  
```



```

for_shift_left:
    beq $t0, $a3, exit_for_shift_left
    sll $a1, $a1, 1
    addi $t0, $t0, 1
    j for_shift_left

exit_for_shift_left:
#khai tao so lan chay vong lap, luu vao $t7
addi $t7, $0, -1
for_START:
    beq $t7, $a3, exit_for_START
    #STEP1: tru thanh ghi so du voi thanh ghi so chia,
    luu vao so chia
    sub $a2, $a2, $a1
    #STEP2: kiem tra so du, luu ket qua so sanh vao $t0
    slt $t0, $a2, $0
    beq $t0, $0, step_3_2
    #STEP3.1: So du < 0
    #Cong thanh ghi so du voi so chia, luu vao so du
    add $a2, $a2, $a1
    #Dich trai thanh ghi thuong 1 bit
    sll $s0, $s0, 1
    j step_4
#STEP 3.2:
step_3_2:
    #Dich trai thanh ghi thuong 1 bit va chinh bit
    thap nhat thanh 1
    sll $s0, $s0, 1
    addi $s0, $s0, 1
    j step_4

```

```

#STEP 3.2:
step_3_2:
    #Dich trai thanh ghi thuong 1 bit va chinh bit
    thap nhat thanh 1
    sll $s0, $s0, 1
    addi $s0, $s0, 1
    j step_4
step_4:
    #Dich phai 1 bit thanh ghi so chia
    srl $a1, $a1, 1
    #tang bien dem $t7 len 1
    addi $t7, $t7, 1
j for_START
exit_for_START:
    #luu thuong vo $v0
    move $v0, $s0
    #luu so du vo $v1
    move $v1, $a2
    jr $ra

```

II . Testcases, thống kê số lệnh/loại lệnh:

- Phép nhân:

Testcase	Input	Output	Statistic of instruction/instruction type
1	m h 00120641 00000018	<pre>Enter the first hex number: 00120641 Enter the second hex number: 00000018 Product of two numbers is: 0x01b09618</pre>	<div>Instructions so far: 998</div> <div><div>R-type: 264</div><div>I-type: 599</div><div>J-type: 135</div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div>26%</div><div>60%</div><div>13%</div></div></div>

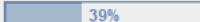

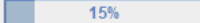

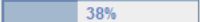
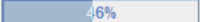






2	m h 0000000F FFFFFFFFE	Enter the first hex number: 0000000F Enter the second hex number: FFFFFFFE Product of two numbers is: 0xffffffffe2	Instructions so far: 811 R-type: 120 14% I-type: 636 78% J-type: 55 6%
3	m h 000004D2 000010E1	Enter the first hex number: 000004D2 Enter the second hex number: 000010E1 Product of two numbers is: 0x00515c92	Instructions so far: 787 R-type: 178 22% I-type: 522 66% J-type: 87 11%
4	m h 00000065 00000014	Enter the first hex number: 00000065 Enter the second hex number: 00000014 Product of two numbers is: 0x000007e4	Instructions so far: 668 R-type: 148 22% I-type: 449 67% J-type: 71 10%
5	m h 000000A8 00000004	Enter the first hex number: 000000A8 Enter the second hex number: 00000004 Product of two numbers is: 0x000002a0	Instructions so far: 684 R-type: 148 21% I-type: 463 67% J-type: 73 10%
6	m h 000000F2 000001A8	Enter the first hex number: 000000F2 Enter the second hex number: 000001A8 Product of two numbers is: 0x000190d0	Instructions so far: 710 R-type: 150 21% I-type: 489 68% J-type: 71 10%
7	m h 000007D2 00000045	Enter the first hex number: 000007D2 Enter the second hex number: 00000045 Product of two numbers is: 0x00021b9a	Instructions so far: 779 R-type: 180 23% I-type: 514 65% J-type: 85 10%

8	m h 000004BA 00000341	Enter the first hex number: 000004BA Enter the second hex number: 00000341 Product of two numbers is: 0x000f613a	Instructions so far: 783 R-type: 179 22% I-type: 518 66% J-type: 86 10%
9	m h 00000042 00000063	Enter the first hex number: 00000042 Enter the second hex number: 00000063 Product of two numbers is: 0x00001986	Instructions so far: 666 R-type: 146 21% I-type: 447 67% J-type: 73 10%
10	m h 0000082D 0000014D	Enter the first hex number: 0000082D Enter the second hex number: 0000014D Product of two numbers is: 0x000aa289	Instructions so far: 803 R-type: 179 22% I-type: 536 66% J-type: 88 10%
11	m d 33 3	Enter the first dec number: 33 Enter the second dec number: 3 Product of two numbers is: 99	Instructions so far: 238 R-type: 83 34% I-type: 119 50% J-type: 36 15%
12	m d 25 52	Enter the first dec number: 25 Enter the second dec number: 52 Product of two numbers is: 1300	Instructions so far: 234 R-type: 83 35% I-type: 117 50% J-type: 34 14%
13	m d 789 10	Enter the first dec number: 789 Enter the second dec number: 10 Product of two numbers is: 7890	Instructions so far: 319 R-type: 115 36% I-type: 154 48% J-type: 50 15%
14	m d 246 135	Enter the first dec number: 246 Enter the second dec number: 135 Product of two numbers is: 33210	Instructions so far: 246 R-type: 89 36% I-type: 123 50% J-type: 34 13%

15	m d 666 0	Enter the first dec number: 666 Enter the second dec number: 0 Product of two numbers is: 0	Instructions so far: 319 R-type: 115 36% I-type: 154 48% J-type: 50 15%
16	m d -55 -55	Enter the first dec number: -55 Enter the second dec number: -55 Product of two numbers is: 3025	Instructions so far: 238 R-type: 88 36% I-type: 119 50% J-type: 31 13%
17	m d 0 0	Enter the first dec number: 0 Enter the second dec number: 0 Product of two numbers is: 0	Instructions so far: 84 R-type: 25 29% I-type: 53 63% J-type: 6 7%
18	m d 6363 -2424	Enter the first dec number: 6363 Enter the second dec number: -2424 Product of two numbers is: -15423912	Instructions so far: 396 R-type: 146 36% I-type: 187 47% J-type: 63 15%

+ Phép chia:

Testcase	Input	Output	Statistic of instruction/instruction type
1	d d 2020 20	Enter the first dec number: 2020 Enter the second dec number: 20 Quotient is: 101 Remainder is: 0	Instructions so far: 243 R-type: 93 38% I-type: 113 46% J-type: 37 15%
2	d d 277 15	Enter the first dec number: 277 Enter the second dec number: 15 Quotient is: 18 Remainder is: 7	Instructions so far: 179 R-type: 69 38% I-type: 87 48% J-type: 23 12%

3	d d 293 35	Enter the first dec number: 293 Enter the second dec number: 35 Quotient is: 8 Remainder is: 13	Instructions so far: 247 R-type: 97  I-type: 112  J-type: 38 
4	d d 386 92	Enter the first dec number: 386 Enter the second dec number: 92 Quotient is: 4 Remainder is: 18	Instructions so far: 251 R-type: 98  I-type: 114  J-type: 39 
5	d d 149 21	Enter the first dec number: 149 Enter the second dec number: 21 Quotient is: 7 Remainder is: 2	Instructions so far: 243 R-type: 94  I-type: 112  J-type: 37 
6	d d 362 27	Enter the first dec number: 362 Enter the second dec number: 27 Quotient is: 13 Remainder is: 11	Instructions so far: 243 R-type: 94  I-type: 112  J-type: 37 
7	d d 190 59	Enter the first dec number: 190 Enter the second dec number: 59 Quotient is: 3 Remainder is: 13	Instructions so far: 247 R-type: 96  I-type: 113  J-type: 38 
8	d d 0 6969	Enter the first dec number: 0 Enter the second dec number: 6969 Quotient is: 0 Remainder is: 0	Instructions so far: 385 R-type: 152  I-type: 162  J-type: 71 
9	d d 2 0	Enter the first dec number: 2 Enter the second dec number: 0 The division can't execute because the divisor is equal to 0	Instructions so far: 50 R-type: 14  I-type: 35  J-type: 1 

10	d d -400 20	Enter the first dec number: -400 Enter the second dec number: 20 Quotient is: -20 Remainder is: 0	Instructions so far: 422 R-type: 165 39% I-type: 197 46% J-type: 60 14%
11	d h FFFFFFC0 00000008	Enter the first hex number: FFFFFFFC0 Enter the second hex number: 00000008 Quotient is: 0xffffffff8 Remainder is: 0x00000000	Instructions so far: 839 R-type: 142 16% I-type: 633 75% J-type: 64 7%
12	d h 00000024 00000005	Enter the first hex number: 00000024 Enter the second hex number: 00000005 Quotient is: 0x00000007 Remainder is: 0x00000001	Instructions so far: 642 R-type: 134 20% I-type: 446 69% J-type: 62 9%
13	d h 00000354 0000008E	Enter the first hex number: 00000354 Enter the second hex number: 0000008E Quotient is: 0x00000006 Remainder is: 0x00000000	Instructions so far: 768 R-type: 165 21% I-type: 523 68% J-type: 80 10%
14	d h FFFFFF9C FFFFFFE2	Enter the first hex number: FFFFFFF9C Enter the second hex number: FFFFFFFE2 Quotient is: 0x00000003 Remainder is: 0xffffffff6	Instructions so far: 1108 R-type: 169 15% I-type: 861 77% J-type: 78 7%
15	d h 0000089A 00000BBD	Enter the first hex number: 0000089A Enter the second hex number: 00000BBD Quotient is: 0x00000000 Remainder is: 0x0000089a	Instructions so far: 900 R-type: 196 21% I-type: 607 67% J-type: 97 10%

III. Thời gian chạy của chương trình:

- Ta có công thức:

$$\begin{aligned}
CPU\ time &= CPU\ clock\ cycles \times Clock\ cycle\ time \\
&= Instruction \times CPI \times Clock\ cycle\ time \\
&= \frac{Instruction\ count \times CPI}{clock\ rate}
\end{aligned}$$

(Trong đó CPI mỗi lệnh là 1, clock rate là 2GHz)

- Thời gian chạy của chương trình trong các case ở mục II được trình bày dưới bảng sau:

+ Phép nhân:

Testcase	CPU time	Testcase	CPU time
1	0.499 μ s	10	0.4015 μ s
2	0.4055 μ s	11	0.119 μ s
3	0.3935 μ s	12	0.117 μ s
4	0.334 μ s	13	0.1595 μ s
5	0.342 μ s	14	0.123 μ s
6	0.355 μ s	15	0.1595 μ s
7	0.3895 μ s	16	0.119 μ s
8	0.3915 μ s	17	42 ns
9	0.333 μ s	18	0.198 μ s

+ Phép chia:

Testcase	CPU time	Testcase	CPU time
1	0.1215 μ s	9	25 ns
2	89.5 ns	10	0.211 μ s
3	0.1235 μ s	11	0.4195 μ s
4	0.1255 μ s	12	0.321 μ s
5	0.1215 μ s	13	0.384 μ s
6	0.1215 μ s	14	0.554 μ s
7	0.1235 μ s	15	0.45 μ s
8	0.1925 μ s		