Mini Projects

Lớp: 139361 – Học phần: Thực hành Kiến trúc máy tính

Họ và tên: Nguyễn Cao Kỳ MSSV: 20215072

Họ và tên: Đoàn Văn Linh MSSV: 20210531

## Project 10

```
.data
    Message:    .asciiz "Nhap so nguyen:"
    Title:      .asciiz "i  power(2,i)  square(i)   Hexadecimal(i)\n"
    space:      .asciiz "   "
    digit:      .asciiz "0123456789ABCDEF"
    hex_result: .asciiz "0x"
.text
    main:
        li  $v0, 51
        la  $a0, Message
        syscall
        add $s0, $zero, $a0
        nop
        jal convert_powerOfInput
        add $s1, $zero, $v0
        nop
        jal convert_squared
        add $s2, $zero, $v0
        nop
        jal convert_hex
        add $s3, $zero, $v0
        nop

        la  $a0, Title
        li  $v0, 4
        syscall
        add $a0, $zero, $s0
        add $a1, $zero, $s1
        add $a2, $zero, $s2
        add $a3, $zero, $s3
        jal print_table
        nop
        li  $v0, 10
        syscall
    endmain:

#---------------------------------------------------------------
# function convert_powerOfInput
# param[in] $a0 the exponent
# return $v0 result of 2 raised to the power of input
#---------------------------------------------------------------
convert_powerOfInput:
    beq $a0, $zero, case_zero
```

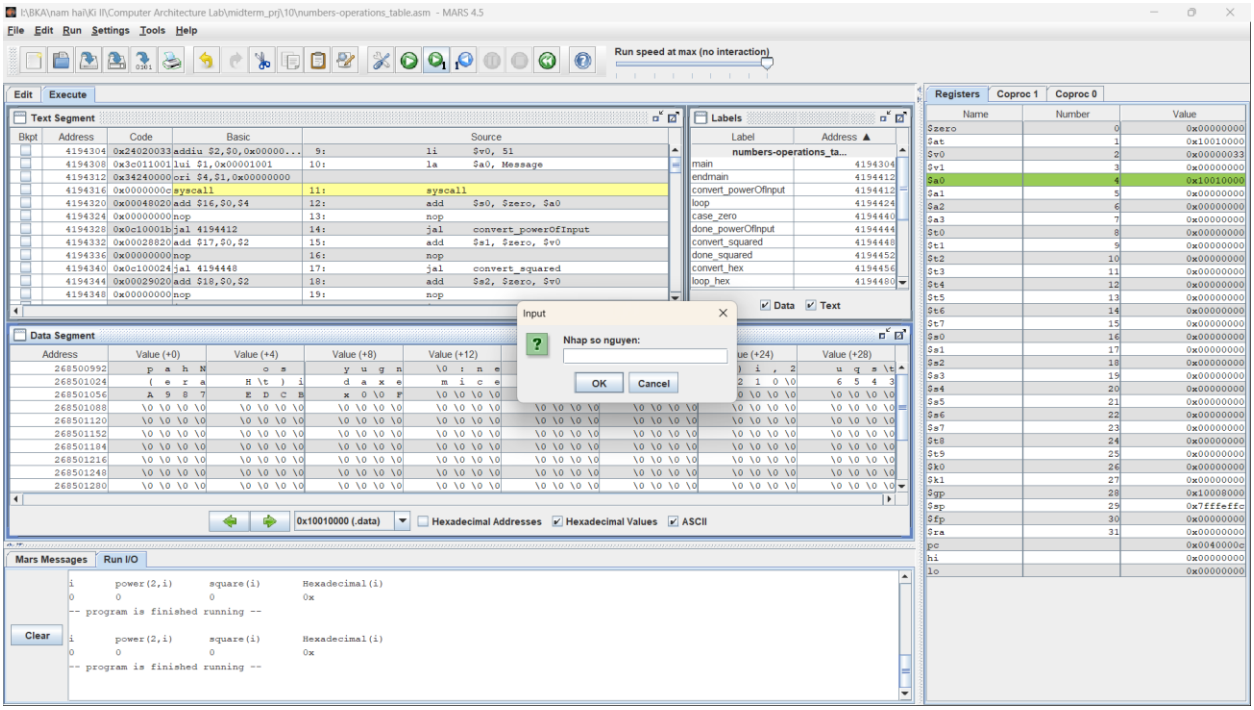
```
    addi    $v0, $zero, 2
    addi    $t0, $zero, 1

    loop:
        beq $a0, $t0, done_powerOfInput
        sll $v0, $v0, 1
        addi    $t0, $t0, 1
        j   loop
case_zero:
    addi    $v0, $zero, 1
done_powerOfInput:
    jr  $ra

#------------------------------------------------------------------
# function convert_squared
# param[in] $a0 the base
# return $v0 result of squared base
#------------------------------------------------------------------
convert_squared:
    mul $v0, $a0, $a0
done_squared:
    jr  $ra

#------------------------------------------------------------------
# function convert_hexa
# param[in] $a0 input integer
# return $v0 the address of the array storing hexa value in string type
#------------------------------------------------------------------
convert_hex:
    la  $t0, hex_result
    addi    $t0, $t0, 2
    la  $t1, digit
    li  $t2, 8          # total loops

    loop_hex:
        andi    $t3, $a0, 0xf           # retrieve LSB
        add $t4, $t0, $t2           # byte-saving address

        add $t5, $t1, $t3           # digit address
        lb  $t3, 0($t5)         # retrieve digit element
        sb  $t3, 0($t4)
        addi    $t2, $t2, -1
        srl $a0, $a0, 4
        beq $a0, $zero, get_hex
        j   loop_hex
    get_hex:
        add $v0, $zero, $t4
        addi    $v0, $v0, -1

        addi    $t0, $zero, 120
        sb  $t0, 0($v0)

        addi    $v0, $v0, -1
        addi    $t0, $zero, 48
        sb  $t0, 0($v0)

    end_loop_hex:
```

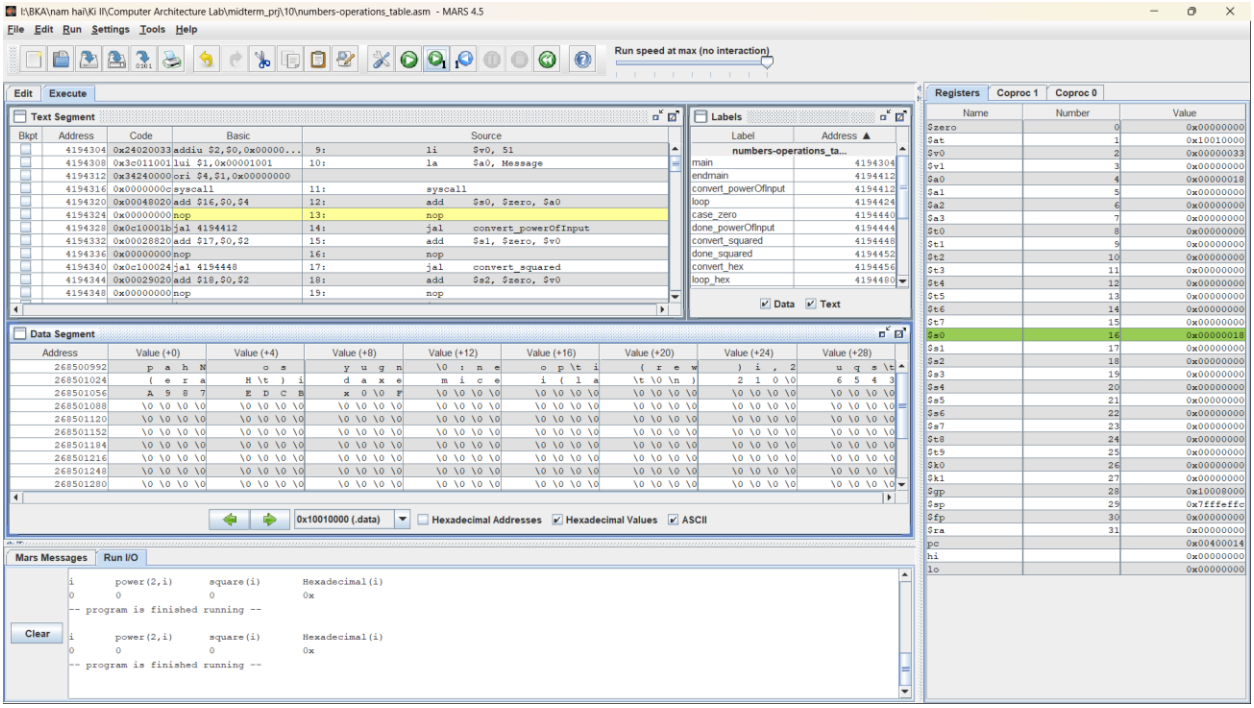
```
done_hex:
    jr  $ra

#-----------------------------------------------------------------------
# function print_table
# param[in] $a0 i
# param[in] $a1 2^i
# param[in] $a2 i squared
# param[in] $a3 hexa value of i
# return table
#-----------------------------------------------------------------------
print_table:
    li  $v0, 1
    syscall

    nop
    la  $a0, space
    li  $v0, 4
    syscall

    nop
    add $a0, $zero, $s1
    li  $v0, 1
    syscall

    nop
    la  $a0, space
    li  $v0, 4
    syscall

    nop
    la  $a0, space
    li  $v0, 4
    syscall

    nop
    add $a0, $zero, $s2
    li  $v0, 1
    syscall

    nop
    la  $a0, space
    li  $v0, 4
    syscall

    nop
    la  $a0, space
    li  $v0, 4
    syscall

    nop
    add $a0, $zero, $s3
    li  $v0, 4
    syscall


done_print_table:
```

```
jr  $ra
```

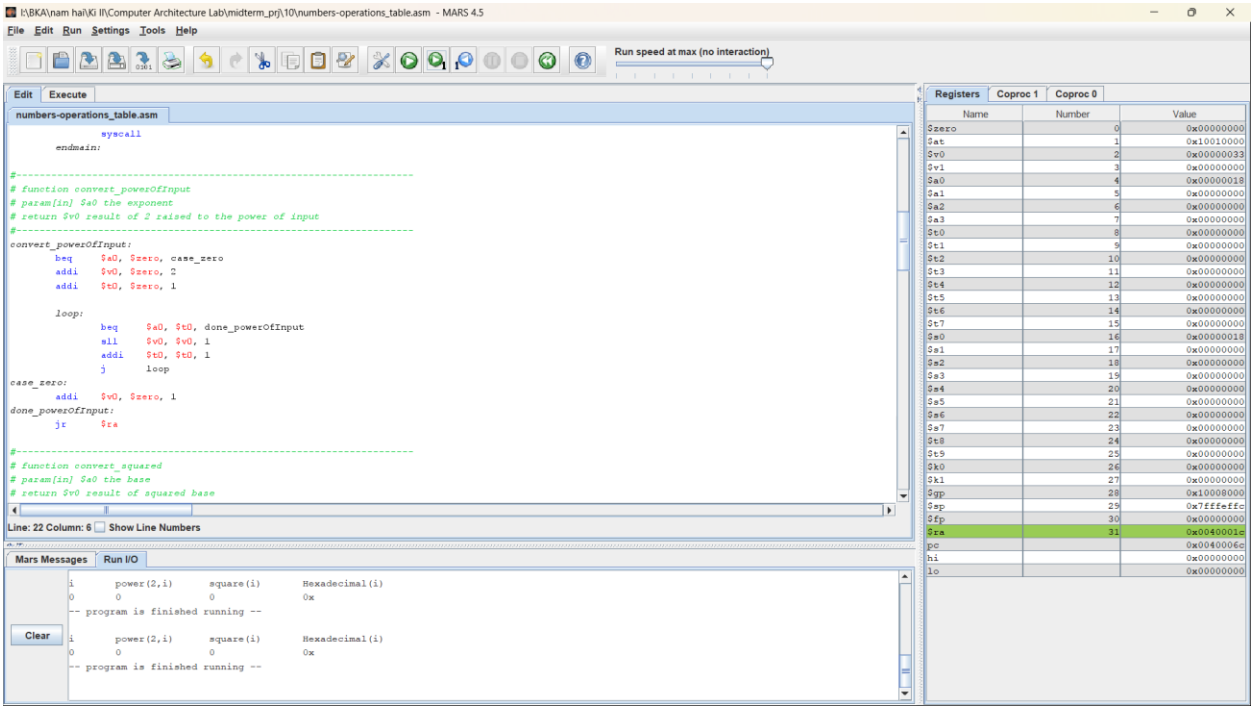
Project 10 yêu cầu nhập một số nguyên i và in ra các giá trị 2^i, i^2 và dạng hexadecimal của i. Các kết quả trên được tính thông qua các procedure `convert_powerOfInput`, `convert_squared` và `convert_hex`, trong khi bảng sẽ được in ra bằng procedure `print_table`.

Để bắt đầu, nhập i để tiến hành tính toán. Gán $v0 = 51 và nhập vào số nguyên. Lưu số nguyên vào $s0.






Tiến hành tính 2^i.



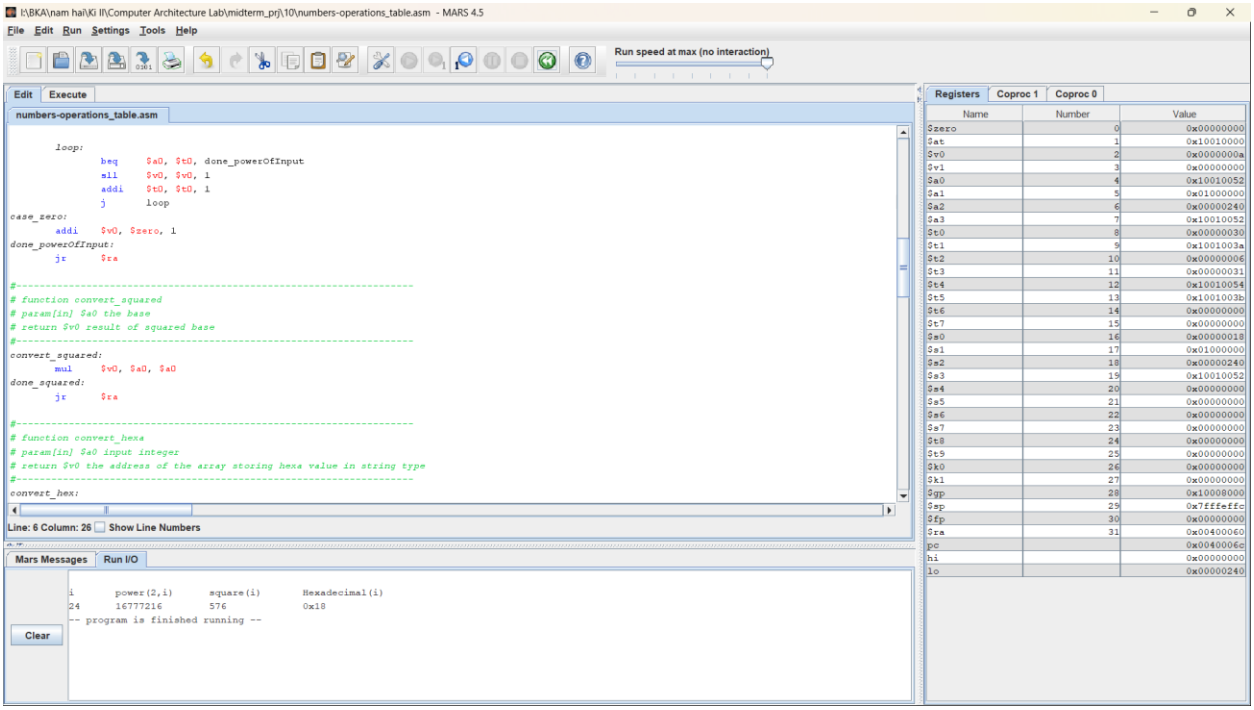

Hàm có đầu vào $a0 là số mũ của 2^i, hay chính là số nguyên vừa nhập.

Đầu tiên, kiểm tra nếu $a0 = 0, nhảy đến `case_zero`, gán $v0 = 1 và nhảy đến `done_powerOfInput` , kết thúc procedure.

Trong trường hợp này, vì $a0 khác 0, tiếp theo thực hiện gán giá trị ban đầu $v0 = 2 và số lần dịch bit ban đầu $t0 là 1. Nhảy đến vòng lặp. Kiểm tra nếu số lần dịch bit hiện tại bằng $a0 thì kết thúc vòng lặp. Ngược lại, thực hiện dịch $v0 1 bit, tăng $t0 lên 1 đơn vị và lặp lại vòng lặp cho đến khi thỏa mãn yêu cầu.

Sau đó, lưu kết quả vào $s1.

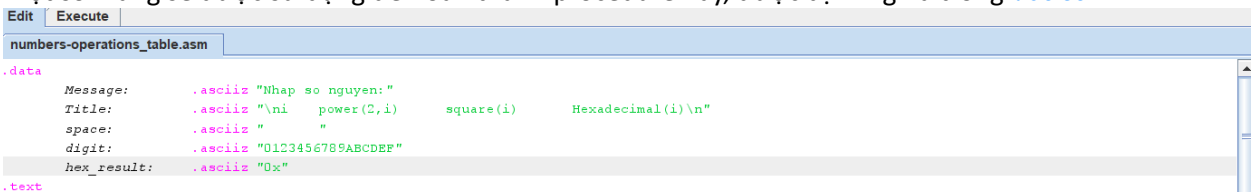
Tiếp theo, thực hiện tính i^2 thông qua procedure `convert_squared`. Tham số đầu vào $a0 là số nguyên đã nhập.

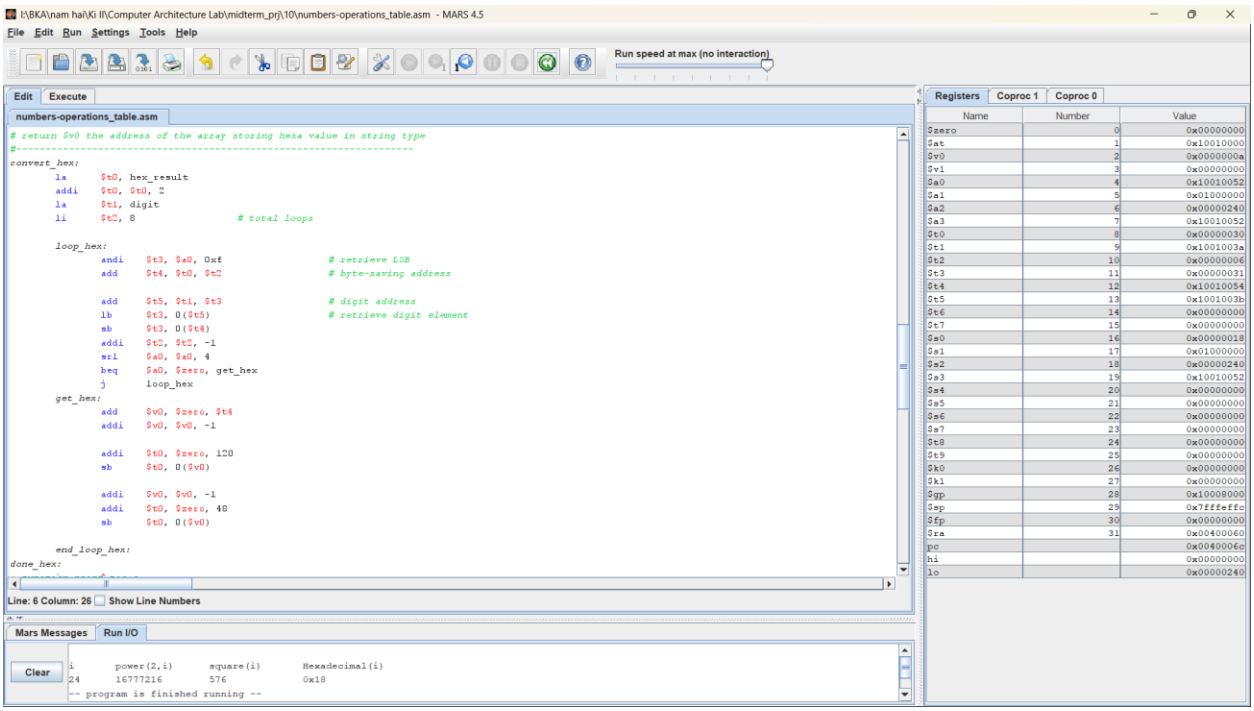



Bắt đầu, thực hiện phép nhân $a0 với $a0 và lưu vào $v0. Kết thúc procedure. Lưu kết quả vào $s1.

Cuối cùng, thực hiện chuyển đổi số nguyên đã nhập thành dạng hexadecimal thông qua procedure `convert_hex`. Tham số đầu vào vẫn là số nguyên đã nhập và sẽ trả về chuỗi ghi giá trị của số nguyên ở hệ 16.

Một số mảng sẽ được sử dụng để hoàn thành procedure này, được định nghĩa trong `.data`.






Đầu tiên, lưu địa chỉ của mảng `hex_result` vào $t0. Vì `hex_result` bắt đầu bằng chuỗi “0x”, thêm 2 đơn vị vào $t0 để tiện cho việc tính toán. Lưu địa chỉ mảng tham chiếu `digit` vào $t1 và tổng số lần lấy bit nhỏ nhất $t2 là 8.

Vòng lặp có 2 giai đoạn: lấy bit nhỏ nhất và lưu bit đó vào mảng.

Giai đoạn một bắt đầu bằng việc lấy bit nhỏ nhất, sử dụng lệnh

```
andi    $t3, $a0, 0xf,
```

lưu vào $t3. Sau đó tính địa chỉ cần lưu bit nhỏ nhất chính là $t0 + $t2 lưu vào $t4 và lấy ra kí tự tương đương với bit nhỏ nhất đó dựa vào mảng tham chiếu.

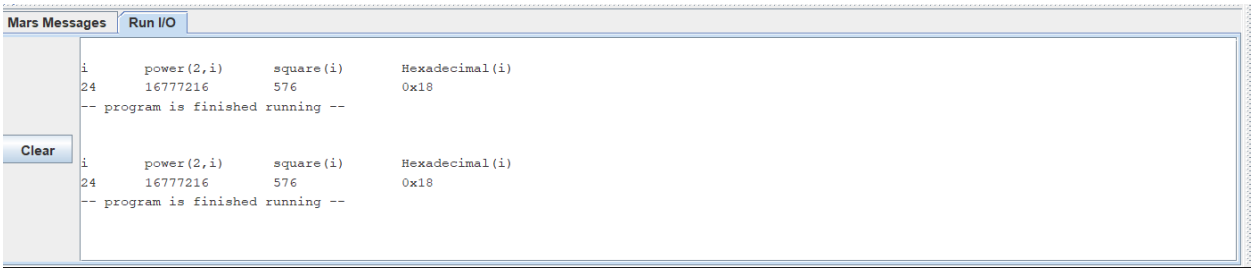
Mảng tham chiếu digit có dạng “0123456789ABCDEF”, do đó, $t5 = $t1 + $t3 sẽ luôn lấy ra được địa chỉ của kí tự tương đương.

Giai đoạn tiếp theo, sau khi đã lấy ra được địa chỉ kí tự tương đương và lưu vào $t5, thực hiện load byte giá trị địa chỉ đó vào $t3, sau đó store byte giá trị đó vào $t4. Cuối cùng, thực hiện trừ $t2 đi 1 đơn vị và dịch $a0 đi 4 bit để loại đi bit đã lấy ra. Kiểm tra nếu $a0 = 0, nhảy đến `get_hex`. Ngược lại, tiếp tục vòng lặp.

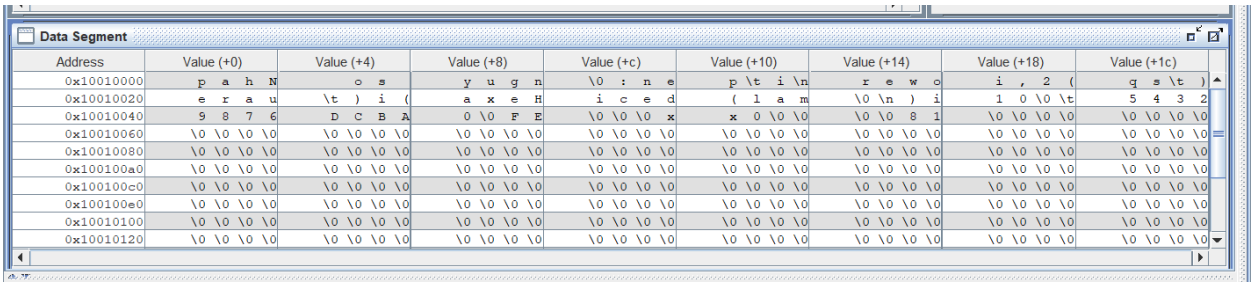
Tại `get_hex`, ta đã có tất cả các bit được lấy ra. Khi đó, địa chỉ phần tử cuối cùng được lưu vào nằm ở $t4. Do đó lần lượt trừ $t4 đi 1 đơn vị và store byte hai ký tự “x” và “0”. Cuối cùng đã có chuỗi hexadecimal hoàn chỉnh. Lưu địa chỉ $t4 vào $v0, kết thúc procedure.

Cuối cùng, sử dụng procedure `print_table` để in kết quả, sử dụng syscall để in chuỗi và số nguyên vào I/O.

Kết quả:




Data segment:




Registers:

Registers | Coproc 1 | Coproc 0

| Name | Number | Value |
|---|---|---|
| $zero | 0 | 0x00000000 |
| $at | 1 | 0x10010000 |
| $v0 | 2 | 0x0000000a |
| $v1 | 3 | 0x00000000 |
| $a0 | 4 | 0x10010052 |
| $a1 | 5 | 0x01000000 |
| $a2 | 6 | 0x00000240 |
| $a3 | 7 | 0x10010052 |
| $t0 | 8 | 0x00000030 |
| $t1 | 9 | 0x1001003a |
| $t2 | 10 | 0x00000006 |
| $t3 | 11 | 0x00000031 |
| $t4 | 12 | 0x10010054 |
| $t5 | 13 | 0x1001003b |
| $t6 | 14 | 0x00000000 |
| $t7 | 15 | 0x00000000 |
| $s0 | 16 | 0x00000018 |
| $s1 | 17 | 0x01000000 |
| $s2 | 18 | 0x00000240 |
| $s3 | 19 | 0x10010052 |
| $s4 | 20 | 0x00000000 |
| $s5 | 21 | 0x00000000 |
| $s6 | 22 | 0x00000000 |
| $s7 | 23 | 0x00000000 |
| $t8 | 24 | 0x00000000 |
| $t9 | 25 | 0x00000000 |
| $k0 | 26 | 0x00000000 |
| $k1 | 27 | 0x00000000 |
| $gp | 28 | 0x10008000 |
| $sp | 29 | 0x7fffeffc |
| $fp | 30 | 0x00000000 |
| $ra | 31 | 0x00400060 |
| pc | | 0x0040006c |
| hi | | 0x00000000 |
| lo | | 0x00000240 |

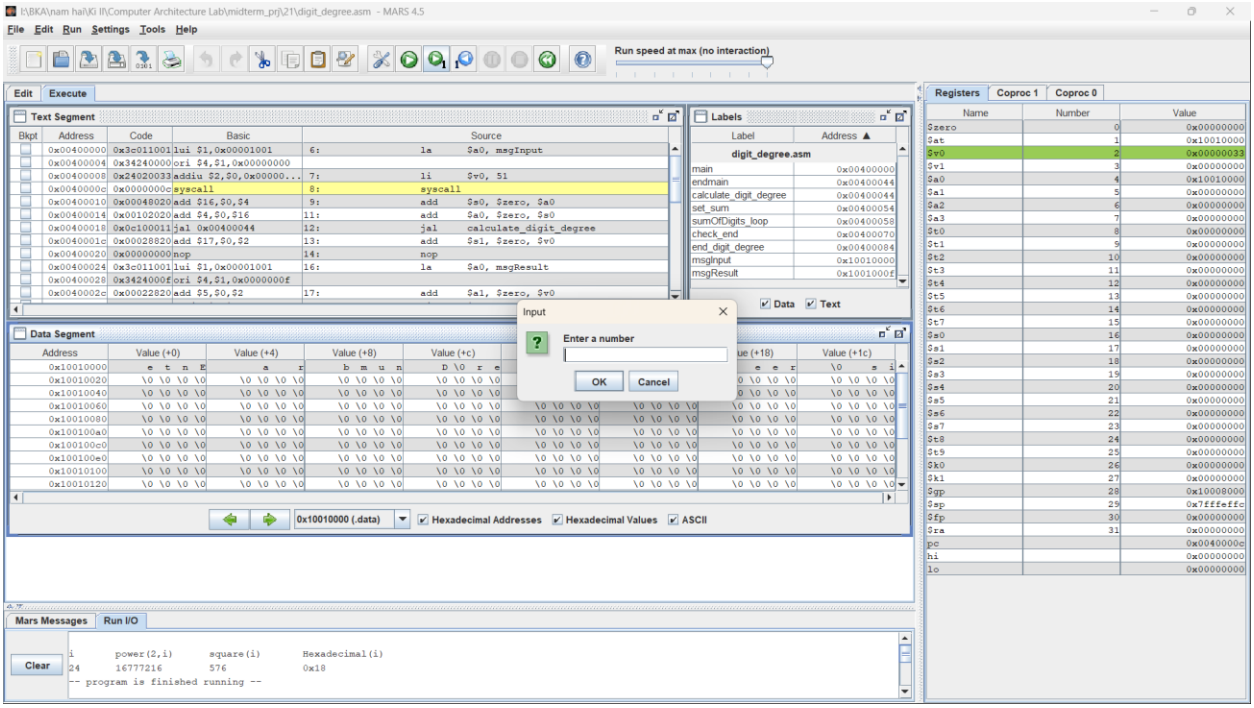
## Project 21

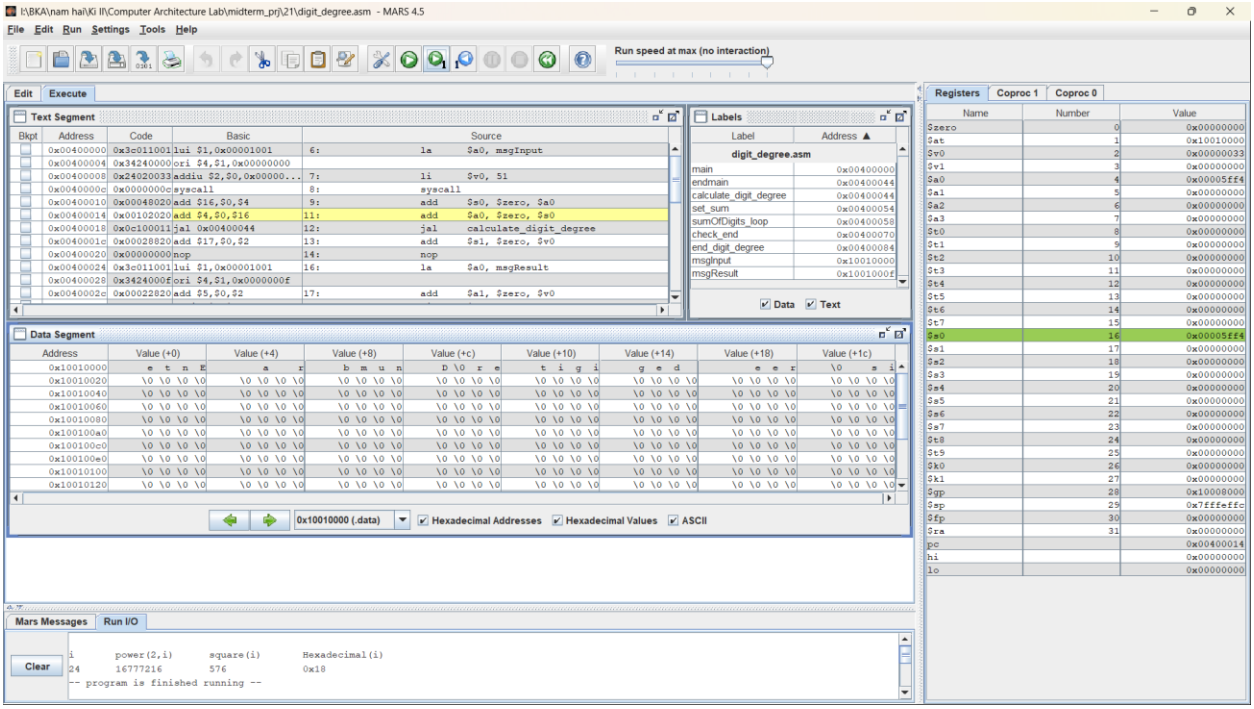
```
.data
    msgInput:    .asciiz "Enter a number"
    msgResult:   .asciiz "Digit degree is "
.text
    main:
        la  $a0, msgInput
        li  $v0, 51
        syscall
        add $s0, $zero, $a0

        add $a0, $zero, $s0
```

```
        jal calculate_digit_degree
        add $s1, $zero, $v0
        nop

        la  $a0, msgResult
        add $a1, $zero, $v0
        li  $v0, 56
        syscall
        nop

        li  $v0, 10
        syscall
    endmain:
#---------------------------------------------------------------
# function calculate_digit_degree
# param[in] $a0 input number
# return $v0 digit degree
#---------------------------------------------------------------
calculate_digit_degree:
    xor $t0, $zero, $zero       # Digit degree = 0
    addi    $t1, $zero, 10
    blt $a0, $t1, end_digit_degree

    set_sum:
        xor $t2, $zero, $zero   # sum = 0
    sumOfDigits_loop:
        div $a0, $t1
        mfhi    $t3
        add $t2, $t2, $t3
        mflo    $a0
        beq $a0, $zero, check_end
        j   sumOfDigits_loop
    check_end:
        addi    $t0, $t0, 1
        blt $t2, $t1, end_digit_degree
        add $a0, $zero, $t2
        j   set_sum

end_digit_degree:
    add $v0, $zero, $t0
    jr  $ra
```

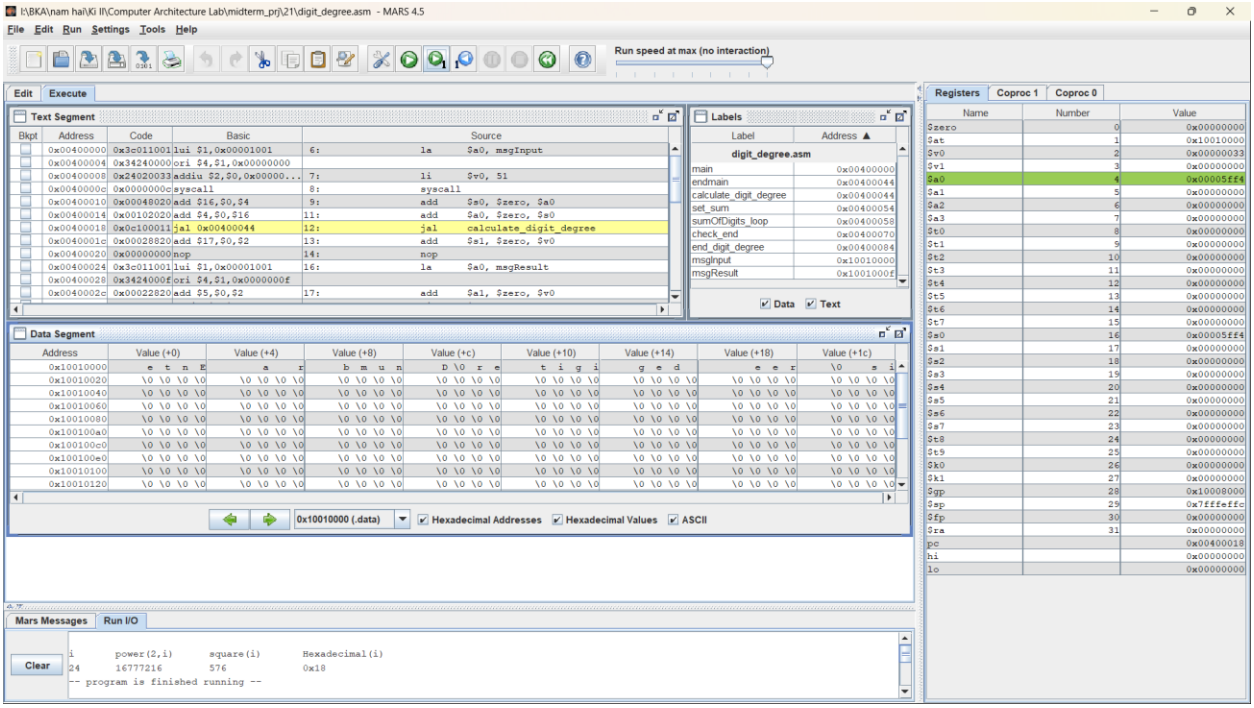
Project 21 yêu cầu nhập vào 1 số nguyên, và tính digit degree của số nguyên đó. Ở đây, việc đó sẽ được tính toán thông qua procedure `calculate_digit_degree`.

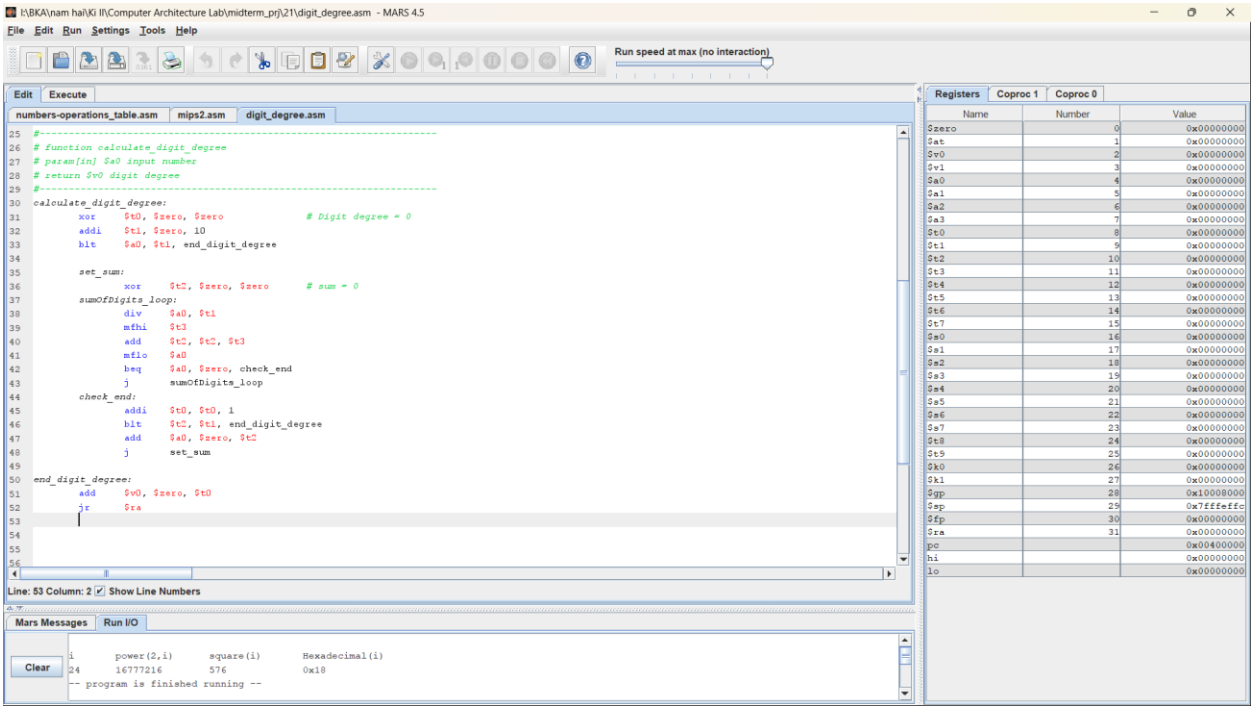
Bước đầu tiên, tương tự như trên, gán $v0 = 51 và nhập vào số nguyên. Lưu số nguyên vào $s0.




Tiếp theo, gán $a0 = $s0 để tạo tham số đầu vào cho procedure sẽ được sử dụng.




Procedure có tham số đầu vào là $a0 chính là số nguyên vừa nhập.

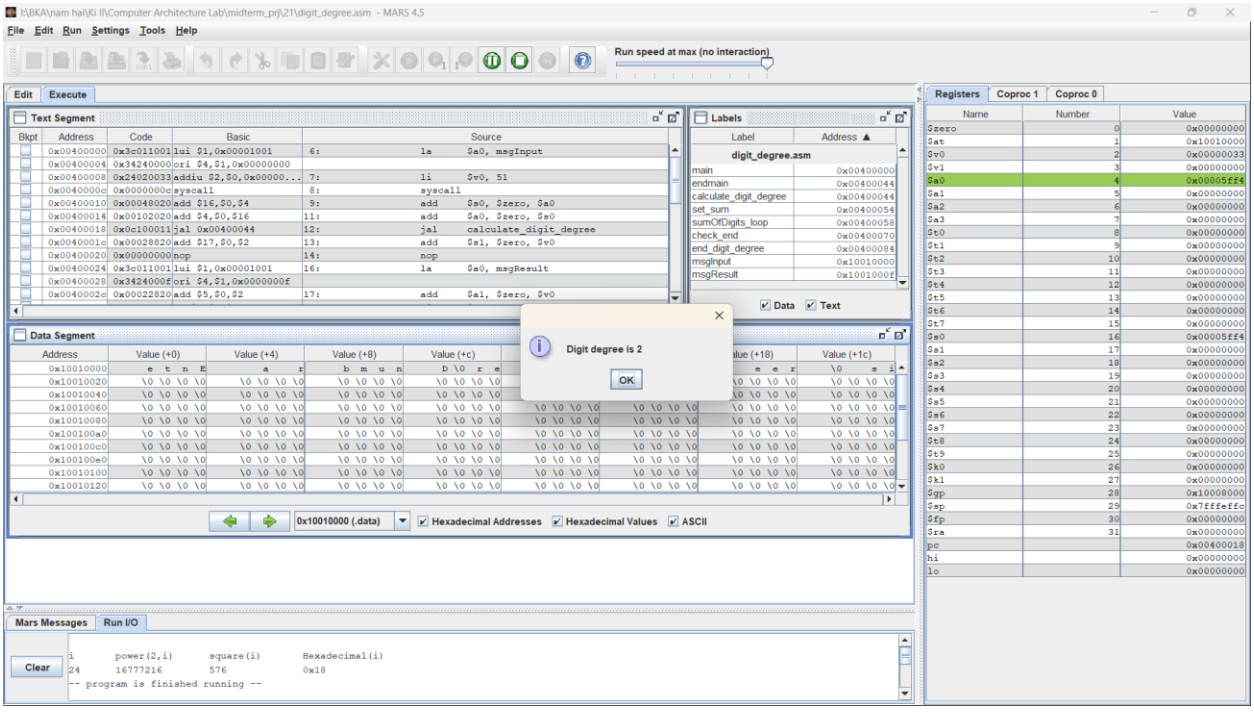
Đầu tiên, khởi tạo $t0 là digit degree ban đầu. Kiểm tra nếu $a0 < 10, nhảy đến `end_digit_degree`. Lưu giá trị $t0 vào $v0 và kết thúc procedure.

Nếu $a0 >= 10, bắt đầu `set_sum`. Ở đây, gán $t2 = 0 chính là tổng hiện tại của tất cả chữ số của $a0. Bắt đầu `sumOfDigits_loop`. Vòng lặp thực hiện lấy ra chữ số cuối cùng của $a0 bằng cách thực hiện phép chia cho 10 và lấy phần dư. Thực hiện phép chia $a0 và $t1. Phần dư được lưu vào thanh ghi $hi và phần nguyên lưu vào thanh ghi $lo. Ta lấy ra phần dư, cộng vào $t2 và gán $a0 bằng phần nguyên. Lúc này, nếu $a0 = 0, nhảy đến `check_end`. Ngược lại, quay lại vòng lặp .

Tại `check_end`, đầu tiên tăng $t0 lên 1 đơn vị, biểu thị đã kết thúc 1 lần tính tổng. Kiểm tra nếu tổng $t2 lúc này nhỏ hơn 10, nhảy đến `end_digit_degree` để kết thúc procedure. Ngược lại, gán $a0 = $t2 và quay lại vòng lặp. Vòng lặp được lặp lại cho đến khi thỏa mãn yêu cầu.

Sau khi kết thúc procedure, kết quả sẽ được in ra thông qua một dialog.

Kết quả:




Registers:

Registers | Coproc 1 | Coproc 0

| Name | Number | Value |
|---|---|---|
| $zero | 0 | 0x00000000 |
| $at | 1 | 0x10010000 |
| $v0 | 2 | 0x0000000a |
| $v1 | 3 | 0x00000000 |
| $a0 | 4 | 0x1001000f |
| $a1 | 5 | 0x00000002 |
| $a2 | 6 | 0x00000000 |
| $a3 | 7 | 0x00000000 |
| $t0 | 8 | 0x00000002 |
| $t1 | 9 | 0x0000000a |
| $t2 | 10 | 0x00000003 |
| $t3 | 11 | 0x00000002 |
| $t4 | 12 | 0x00000000 |
| $t5 | 13 | 0x00000000 |
| $t6 | 14 | 0x00000000 |
| $t7 | 15 | 0x00000000 |
| $s0 | 16 | 0x00005ff4 |
| $s1 | 17 | 0x00000002 |
| $s2 | 18 | 0x00000000 |
| $s3 | 19 | 0x00000000 |
| $s4 | 20 | 0x00000000 |
| $s5 | 21 | 0x00000000 |
| $s6 | 22 | 0x00000000 |
| $s7 | 23 | 0x00000000 |
| $t8 | 24 | 0x00000000 |
| $t9 | 25 | 0x00000000 |
| $k0 | 26 | 0x00000000 |
| $k1 | 27 | 0x00000000 |
| $gp | 28 | 0x10008000 |
| $sp | 29 | 0x7fffeffc |
| $fp | 30 | 0x00000000 |
| $ra | 31 | 0x0040001c |
| pc | | 0x00400044 |
| hi | | 0x00000002 |
| lo | | 0x00000000 |