Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра інформатики та програмної інженерії

ЗВІТ

про виконання лабораторної роботи №4

з дисципліни

“ СИСТЕМНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ”

Прийняв
доцент кафедри ІПІ
Лісовиченко О.І.
“...” ..... 20xx р.

Виконав Студент
2 курсу групи ІП-11
Панченко Сергій

Київ 2023

Комп’ютерний практикум №4

Варіант 19

1. Написати програму, яка повинна мати наступний функціонал:
1. Можливість введення користувачем розміру одномірного масиву.
2. Можливість введення користувачем значень елементів одномірного масиву.
3. Можливість знаходження суми елементів одномірного масиву.
4. Можливість пошуку максимального (або мінімального) елемента одномірного масиву.
5. Можливість сортування одномірного масиву цілих чисел загального вигляду.
2. Написати програму, яка буде мати наступний функціонал:
1. Можливість введення користувачем розміру двомірного масиву.
2. Можливість введення користувачем значень елементів двомірного масиву.
3. Можливість пошуку координат всіх входжень заданого елемента в двомірному масиві,
елементи масиву та пошуковий елемент вводить користувач.
3. Програма повинна мати захист від некоректного введення вхідних даних (символи,
переповнення і т.і.)

Перше завдання

```
 bits 64

;   list of system calls
;   https://filippo.io/linux-syscall-table/
SYS_READ    equ 0
SYS_WRITE   equ 1

;   Descriptors
STDIN   equ 0
STDOUT  equ 1

;   ASCII characters
NULL_TERMINATOR     equ 0
NEW_LINE_CHARACTER  equ 10
SPACE               equ 32
PLUS_SIGH           equ 43
MINUS_SIGN          equ 45
PERIOD              equ 46
DIGIT_ZERO          equ 48
DIGIT_NINE          equ 57

;   Other constants
BUFFER_LENGTH   equ 20
MAX_LENGTH   equ 10
MAX_SIZE equ 10

; !!!   SECTION DATA    !!!
```

```
section .data

    ;   Errors
    error_incorrect_symbol:                         db  "Incorrect symbol in
input", NEW_LINE_CHARACTER, 0
    error_incorrect_symbol_length:                  equ $-error_incorrect_symbol
    error_sign_character_not_first                  db  "Sign characters must be
first", NEW_LINE_CHARACTER, 0
    error_sign_character_not_first_length           equ $-
error_sign_character_not_first
    max_length_error db "Max length is 10", NEW_LINE_CHARACTER, 0
    max_length_error_length equ $-max_length_error
    ;   Buffers
    buffer:                     times BUFFER_LENGTH db  0
    inputtedLength:                                 dq  0
    ;   Messages
    enterArraySize  db "Enter array size: ", NEW_LINE_CHARACTER, 0
    enterArraySizeLength  equ $-enterArraySize
    enterArray db "Enter array: ", NEW_LINE_CHARACTER, 0
    enterArrayLength equ $-enterArray
    enterArrayElement db "Enter array element ", 0
    enterArrayElementLength equ $-enterArrayElement
    sumArray db "Sum of array elements: ", NEW_LINE_CHARACTER, 0
    sumArrayLength equ $-sumArray
    maxArrayElement db "Max array element: ", NEW_LINE_CHARACTER, 0
    maxArrayElementLength equ $-maxArrayElement
    minArrayElement db "Min array element: ", NEW_LINE_CHARACTER, 0
    minArrayElementLength equ $-minArrayElement
    sortedArray db "Sorted array: ", NEW_LINE_CHARACTER, 0
    sortedArrayLength equ $-sortedArray

; !!!   SECTION TEXT    !!!
section .text

    global asm_main
    ;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<<<<
    ;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<<<<
    asm_main:
        push rax
        push rbx
        push rcx
        push rdi
        push rsi
        push r12

        .inputArraySize:
            mov rax, enterArraySize
            mov rdi, enterArraySizeLength
            call WriteToConsole

            xor rsi, rsi
            mov rax, buffer
            mov rdi, BUFFER_LENGTH
            .loopWhileNegative:
                call InputArgument
                cmp rsi, 0
                jl .loopWhileNegative

        ; rax - buffer, rdi - bufferLength, rsi - arraySize
        .allocMemoryOnStack:
            push rax
            push rdi
```

```
    mov rax, enterArray
    mov rdi, enterArrayLength
    call WriteToConsole

    pop rdi
    pop rax

    ; inputted value
    xor rbx, rbx
    ; counter to zero
    xor rcx, rcx
    ; the beggining of the array
    mov r12, rsp
    sub r12, 8
    .loopAllocStack:
        cmp rcx, rsi
        jge .OnLoopAllocStackEnd

        .printEnterArrayElement:
            push rax
            push rdi

            mov rax, enterArrayElement
            mov rdi, enterArrayElementLength
            call WriteToConsole

            pop rdi
            pop rax

            push rdi
            push rsi

            mov rsi, rdi
            mov rdi, rax

            mov rdx, rcx
            call PrintInteger

            pop rsi
            pop rdi


            call PrintEndl


        push rsi
        call InputArgument
        mov rbx, rsi
        pop rsi

        push rbx
        inc rcx
        ; jump to the loop head
        jmp .loopAllocStack

    .OnLoopAllocStackEnd:
        xor rcx, rcx
        xor rbx, rbx

.callSortArray:
    push rdi
    push rsi
    push rdx
```

```
    mov rdi, r12
    mov rdx, 8
    call SortArray

    pop rdx
    pop rsi
    pop rdi

.callPrintArray
    ; rax - buffer, rdi - bufferLength, rsi - arraySize,
    ; r12 - beginning of the array, rcx - 0
    ; rbx - 0, rdx - 0

    push rax
    push rdi

    mov rax, sortedArray
    mov rdi, sortedArrayLength
    call WriteToConsole

    pop rdi
    pop rax

    ; mov rsi into r8 arrayLength
    mov r8, rsi
    ; mov address of the first element of the array
    mov rdx, r12
    ; mov bufferLength from rdi to rsi
    mov rsi, rdi
    mov rdi, rax

    call PrintArray
    ; r12 - beginning of the array, r8 - arrayLength, rsi - bufferLength
    ; rdi - buffer, rax - buffer, rdx - beginning of the array,
    ; rbx - 0, rcx - 0

.printMinElement:
    call PrintEndl

    push rax
    push rdi

    mov rax, minArrayElement
    mov rdi, minArrayElementLength
    call WriteToConsole

    pop rdi
    pop rax

    mov rdx, qword [r12]
    call PrintInteger

    call PrintEndl

.printMaxElement:
    push rax
    push rdi

    mov rax, maxArrayElement
    mov rdi, maxArrayElementLength
    call WriteToConsole

    pop rdi
```

```
    pop rax

    mov rbx, 8
    mov rcx, r12

    push rax

    mov rax, r8
    dec rax

    imul rbx

    sub rcx, rax
    mov rdx, qword [rcx]

    pop rax

    call PrintInteger
    call PrintEndl

.printSum:
    push rax
    push rdi

    mov rax, sumArray
    mov rdi, sumArrayLength
    call WriteToConsole

    pop rdi
    pop rax

    push rdi
    push rsi
    push rax

    mov rdi, r12
    mov rsi, r8
    mov rdx, 8
    call ArraySum
    mov rdx, rax

    pop rax
    pop rsi
    pop rdi

    call PrintInteger
    call PrintEndl


.deAddlocateArray:
    xor rcx, rcx
    .loop:
        cmp rcx, r8
        jge .end
        pop rax
        inc rcx
        jmp .loop
    .end:


pop r12
pop rsi
pop rdi
pop rcx
```

```
        pop rbx
        pop rax
        ret
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
ArraySum:
; rax - sum, rdi - array, rsi - arrayLength, rdx - typeSize
push rcx
push rbx
push r8
push r9

xor rax, rax
xor rcx, rcx

; long int size
mov rbx, 8

; mov the array beginning to r8
mov r8, rdi
.loop:
    cmp rcx, rsi
    jge .end

    mov r9, qword [r8]
    add rax, r9

    .switchToNextElement:
    sub r8, rbx

    inc rcx
    jmp .loop

.end:
    pop r9
    pop r8
    pop rbx
    pop rcx
    ret


;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
SortArray:
; rdi - array, rsi - arrayLength, rdx - typeSize
push rax
push rbx
push rdi
push rsi
push r8
push rcx
push rdx
push r8
push r9
push r10
push r11

mov rbx, rdx
; counter i to zero
xor rcx, rcx
```

```
; bubble sort
.loopSortOne:
    ; if(i >= arraySize) break
    cmp rcx, rsi
    jge .onLoopSortOneEnd
    ; i = j
    mov rdx, rcx
    .loopSortTwo:
        ; if(j >= arraySize) break;
        cmp rdx, rsi
        jge .onLoopSortTwoEnd
        push rsi
            ; rsi = i
            ; rdx = 8 // sizeof(long int)
            push rdx
                mov rsi, rcx
                mov rdx, rbx
                call GetElementAddressByIndex
                ; r8 = &array[i]
                mov r8, rax
            pop rdx
            push rdx
                mov rsi, rdx
                mov rdx, rbx
                call GetElementAddressByIndex
                ; r9 = &array[j]
                mov r9, rax
            pop rdx
            ; rax = array[i]
            ; rdi = array[j]
            mov r10, qword [r8]
            mov r11, qword [r9]

            ; if(array[i] > array[j])
            cmp r10, r11
            jg .swap
            jmp .notSwap
            .swap:
                mov qword [r8], r11
                mov qword [r9], r10
            .notSwap

        pop rsi

        inc rdx
        jmp .loopSortTwo

    .onLoopSortTwoEnd:
        inc rcx
        jmp .loopSortOne

    .onLoopSortOneEnd:
pop r11
pop r10
pop r9
pop r8
pop rdx
pop rcx
pop r8
pop rsi
pop rdi
pop rbx
pop rax
ret
```

```
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
PrintArray:
; rax - void (rdi - buffer, rsi - bufferLength, rdx - array, r8 - arrayLength )
push rcx
push rbx
push r9
; long int size
mov rbx, 8
; zero counter
xor rcx, rcx
; mov the array beginning to r9
mov r9, rdx
.loop:
    cmp rcx, r8
    jge .end

    .callPrintInteger:
        push rdx

        mov rdx, qword [r9]
        call PrintInteger

        pop rdx

    .callPrintSpace:
        push rax
        mov rax, rdi

        call PrintSpace

        pop rax

    .switchToNextElement:
        sub r9, rbx

    inc rcx
    jmp .loop

.end:
    pop r9
    pop rbx
    pop rcx
    ret

;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
PrintInteger:
; rax - void (rdi - buffer, rsi - bufferLength, rdx - number)
push rax
push rdi
push rsi
push rdx
push r8

mov rax, rdi
mov rdi, rsi
mov r8, rdi

xor rsi, rsi
```

```
call ClearBuffer
call TryConvertNumberToString
mov rdi, rsi
call WriteToConsole
mov rdi, r8
call ClearBuffer

pop r8
pop rdx
pop rsi
pop rdi
pop rax
ret
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
GetElementAddressByIndex:
; rax - address (rdi - array, rsi - index, rdx - typeSize)
push rbx
push rdx
push r8

mov r8, rdi

mov rbx, rdx
xor rdx, rdx
mov rax, rsi
imul rbx
sub r8, rax
mov rax, r8

pop r8
pop rdx
pop rbx
ret

;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
InputArgument:
; void (rax-buffer, rdi-bufferLength, rsi- int&_out number)
    push rax
    push rdi
    push rdx
    push r8
    push r9
    push r10

    mov r9, rax
    mov r10, rdi

    xor rsi, rsi

    .loop:
        mov rax, r9
        mov rdi, r10

        call ReadIntoBuffer
        call TryConvertStringToInteger
        call ClearBuffer
        cmp r8, 0
        je .loop
```

```
    call ClearBuffer
    mov rsi, rdx

    pop r10
    pop r9
    pop r8
    pop rdx
    pop rdi
    pop rax

    ret


;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
procABS:
    ; rdi Abs(rax);
    mov rdi, rax
    cmp rdi, 0
    jge .End
        neg rdi
    .End:
        ret
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
PrintSpace:
;   Function printing enl
;   void PrintEndl(char* const buffer);
;   Params:
;       rax:    char*   buffer
;   Returns:
;       void
    push rdi
    push rbx
    mov bl, byte [rax]
    mov byte [rax], SPACE
    mov rdi, 1
    call WriteToConsole
    mov byte [rax], bl
    pop rbx
    pop rdi
    ret
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
PrintEndl:
;   Function printing enl
;   void PrintEndl(char* const buffer);
;   Params:
;       rax:    char*   buffer
;   Returns:
;       void
    push rdi
    push rbx
    mov bl, byte [rax]
    mov byte [rax], NEW_LINE_CHARACTER
    mov rdi, 1
    call WriteToConsole
```

```
    mov byte [rax], bl
    pop rbx
    pop rdi
    ret
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
PrintPlus:
;   Function printing enl
;   void PrintEndl(char* const buffer);
;   Params:
;       rax:    char*   buffer
;   Returns:
;       void
    push rdi
    push rbx
    mov bl, byte [rax]
    mov byte [rax], PLUS_SIGH
    mov rdi, 1
    call WriteToConsole
    mov byte [rax], bl
    pop rbx
    pop rdi
    ret
PrintMinus:
;   Function printing enl
;   void PrintEndl(char* const buffer);
;   Params:
;       rax:    char*   buffer
;   Returns:
;       void
    push rdi
    push rbx
    mov bl, byte [rax]
    mov byte [rax], MINUS_SIGN
    mov rdi, 1
    call WriteToConsole
    mov byte [rax], bl
    pop rbx
    pop rdi
    ret
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
ClearBuffer:
;   Function clearing buffer
;   void ClearBuffer(char* buffer, int length);
;   Params:
;       rax:    char*   buffer
;       rdi:    int     length
;   Returns:
;       void
    push rcx
    xor rcx, rcx
    .loop:
        cmp rcx, rdi
        jbe .End
            mov byte [rax + rcx], 0
            jmp .loop
    .End:
        pop rcx
        ret
```

```
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
TryConvertNumberToString:
;       Function converting integer to string;
;       bool TryConvertNumberToString(char* buffer, int bufferLength, int
inputtedLength, int number);
;       Params:
;           rax:    char*   buffer
;           rdi:    int     bufferLength
;           rsi:    int&    inputtedLength
;           rdx:    int     number
;       Returns:
;            r8:    bool    if true, no error, else throwed error
;
    pushf
    push rbx
    push rcx
    push r8
    push r9

    xor r9, r9
    xor r8, r8
    ;   counter = 0
    mov rcx, 0
    cmp rdx, 0
    jge .ReadingNumbersIntoStack
        .CheckForNegative:
            mov r9, 1
            neg rdx
            mov byte [rax], MINUS_SIGN
    .ReadingNumbersIntoStack:
;   The idea behind this is to read number into stack
;   For example, 123 into stack like "3","2","1"
;   and we counted digits. In this, example count = 3
;   so we need to do smth like that:
;   while(index<count) {
;       pop stack into var
;       var = var + ZERO_CODE
;       *buffer[index] = var
;       ++index
;   }
;       copy value to rbx
        mov rbx, rdx
        cmp rbx, 0
        je .zero
            .loop:
                cmp rbx, 0
                jle .ReadingNumbersFromStackToBuffer
                    .ReadDigit:
                        push rax
                        push rdx
        ;               rax_rbx_copy = rbx;
                        mov rax, rbx
        ;               rdx = 0; rbx = 10
                        xor rdx, rdx
                        mov rbx, 10
        ;               rax_rbx_copy, rdx_remaindex = rax_rbx_copy / rbx
                        idiv rbx
        ;               r8 = rdx_remainder; rbx = rax_rbx_copy
                        mov r8, rdx
                        mov rbx, rax
                        pop rdx
```

```
                        pop rax
                    push r8
                    inc rcx
                    jmp .loop
            jmp .ReadingNumbersFromStackToBuffer
        .zero:
            push 0
            inc rcx
    .ReadingNumbersFromStackToBuffer:
        xor rbx, rbx
        xor r8, r8
        cmp r9, 0
        je .Preparation
            .IncrementIfNegative:
                inc r8
                inc rcx
        .Preparation:
            mov rsi, rcx
            .loop2:
                cmp r8, rcx
                jge .NoError
                    pop rbx
                    add rbx, DIGIT_ZERO
                    mov [rax + r8], bl
                    inc r8
                    jmp .loop2
    .NoError:
        pop r9
        pop r8
        pop rcx
        pop rbx
        popf
        ret
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
WriteToConsole:
;   Function writing string into STDOUT
;   void WriteToConsole(char* buffer, int bufferLength)
;   Params:
;       rax:    char*   buffer
;       rdi:    int     bufferLength
;   Returns:
;       void
    push rax
    push rdi
    push rsi
    push rdx

    mov rsi, rax
    mov rdx, rdi
    mov rax, SYS_WRITE
    mov rdi, STDOUT

    call DoSystemCallNoModify

    pop rdx
    pop rsi
    pop rdi
    pop rax
    ret
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
```

```
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
ReadIntoBuffer:
;   Function reading string into buffer;
;   void ReadIntoBuffer(char* buffer, int bufferLength, int* inputtedLength);
;   Params:
;       rax:    char*   buffer
;       rdi:    int     bufferLength
;       rsi:    int&    inputtedLength
;   Returns:
;       void
    push rax
    push rdi
    push rdx
    push r8
    push r9

    mov r8, rax
    mov r9, rdi
    mov rsi, 0
    .loop:
        mov rsi, r8
        mov rdx, r9
        mov rax, SYS_READ
        mov rdi, STDIN

        call DoSystemCallNoModify

        cmp rax, MAX_LENGTH
        jle .NoError


        mov rax, max_length_error
        mov rdi, max_length_error_length
        call WriteToConsole
        jmp .loop

    .NoError:
    mov rsi, rax

    pop r9
    pop r8
    pop rdx
    pop rdi
    pop rax
    ret
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
DoSystemCallNoModify:
;   Function doing system call without
;   modifying rcx and r11 registers after the call.
;   type(rax) sys_call(rax, rdi, rsi, rdx, r8, r9...);
;   The reason behind this function is that in x64 NASM
;   system call neither stores nor loads any registers
;   it just uses and modifies them.

;   https://stackoverflow.com/questions/47983371/why-do-x86-64-linux-system-
calls-modify-rcx-and-what-does-the-value-mean
;   http://www.int80h.org/bsdasm/#system-calls
;   https://docs.freebsd.org/en/books/developers-handbook/x86/#x86-system-calls
    pushf
    push rcx
```

```
    push r11
    syscall
    pop r11
    pop rcx
    popf
    ret
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
TryConvertStringToInteger:
;   Function converting string to integer;
;   bool TryConvertStringToInteger(char* buffer, int bufferLength, int
inputtedLength, int* number);
;   Params:
;       rax:    char*   buffer
;       rdi:    int     bufferLength
;       rsi:    int     inputtedLength
;       rdx:    int&    number
;   Returns:
;        r8:    bool    if true, no error, else throwed error
;
    pushf
    push rbx
    push rcx
    push r9
    push r10

    xor rdx, rdx
    xor r10, r10
    xor r9, r9
    mov rdx, 0
    mov rcx, rsi
    xor rbx, rbx
    xor r8, r8

    dec rcx
    cmp byte [rax + rcx], NEW_LINE_CHARACTER
    jne .loop
        dec rcx
    .loop:
        cmp rcx, 0
        jl .NoError
            mov bl, byte [rax + r9]
            .IsNewLineCharacter:
                cmp bl, NEW_LINE_CHARACTER
                je .NoError
            .CheckForSigns:
                .IsPlusCharacter:
                    cmp bl, PLUS_SIGH
                    je .CheckForSignBeingFirst
                .IsMinusCharacter:
                    cmp bl, MINUS_SIGN
                    je .OnEqualMinus
                jmp .CallIsDigit
                .OnEqualMinus:
                    mov r10, 1
                .CheckForSignBeingFirst:
                    cmp r9, 0
                    jne .ErrorSignNotFirst
                jmp .OnIterationEnd

            .CallIsDigit:
                push rax
```

```
            push rdi

            xor rax, rax
            mov al, bl
            call IsDigit
            mov r8, rdi

            pop rdi
            pop rax

        cmp r8, 0
        je .ErrorIncorrectSymbol
        sub bl, DIGIT_ZERO

        .CallPow:
            push rax
            push rdi
            push rsi

            mov rax, 10
            mov rdi, rcx
            call Pow

            imul rsi, rbx
            mov rdi, rdx
            add rdi, rsi
            mov rdx, rdi

            pop rsi
            pop rdi
            pop rax
        ;   whole_digit = digit*(10^counter)
        .OnIterationEnd:
        dec rcx
        inc r9
        jmp .loop
.ErrorSignNotFirst:
    mov r8, 0

    push rax
    push rdi

    mov rax, error_sign_character_not_first
    mov rdi, error_sign_character_not_first_length
    call WriteToConsole

    pop rdi
    pop rax

    jmp .End
.ErrorIncorrectSymbol:
    ;   print error message
    mov r8, 0

    push rax
    push rdi

    mov rax, error_incorrect_symbol
    mov rdi, error_incorrect_symbol_length
    call WriteToConsole

    pop rdi
    pop rax
```

```
        jmp .End
    .NoError:
        cmp r10, 1
        jne .GeneralNoError
            push rax

            mov rax, rdx
            neg rax
            mov rdx, rax

            pop rax
        .GeneralNoError:
            mov r8, 1
            jmp .End
    .End:
    pop r10
    pop r9
    pop rcx
    pop rbx
    popf
    ret
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
IsDigit:
;   Function checking whether byte value
;   is in digit codes range
;   bool IsDigit(char c);
;   Params:
;       rax:    char    c
;   Returns:
;       rdi:    bool    if true, then it is digit, else not
    pushf
    cmp al, DIGIT_ZERO
    jl .Invalid
        cmp al, DIGIT_NINE
        jg .Invalid
            mov rdi, 1
            jmp .End
    .Invalid:
        mov rdi, 0
        jmp .End
    .End:
        popf
        ret
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
Pow:
;   Function powing number to a certain degree.
;   Params:
;       rax:    int number
;       rdi:    int degree
;   Returns:
;       rsi:    Powed number
    pushf
    push rcx

    mov rsi, 1
    xor rcx, rcx

    .loop:
```

```
        cmp rcx, rdi
        jge .End
            imul rsi, rax
            inc rcx
            jmp .loop
    .End:
        pop rcx
        popf
        ret
```

Друге завдання

```
 bits 64

;   list of system calls
;   https://filippo.io/linux-syscall-table/
SYS_READ    equ 0
SYS_WRITE   equ 1

;   Descriptors
STDIN   equ 0
STDOUT  equ 1

;   ASCII characters
NULL_TERMINATOR     equ 0
NEW_LINE_CHARACTER  equ 10
SPACE               equ 32
PLUS_SIGH           equ 43
MINUS_SIGN          equ 45
PERIOD              equ 46
DIGIT_ZERO          equ 48
DIGIT_NINE          equ 57


N_LETTER            equ 110
Y_LETTER            equ 121
;   Other constants
BUFFER_LENGTH   equ 20
MAX_LENGTH   equ 10
MAX_SIZE equ 10

; !!!   SECTION DATA    !!!
section .data

    ;   Errors
    error_incorrect_symbol:                         db  "Incorrect symbol in
input", NEW_LINE_CHARACTER, 0
    error_incorrect_symbol_length:                  equ $-error_incorrect_symbol
    error_sign_character_not_first                  db  "Sign characters must be
first", NEW_LINE_CHARACTER, 0
    error_sign_character_not_first_length           equ $-
error_sign_character_not_first
    max_length_error db "Max length is 10", NEW_LINE_CHARACTER, 0
    max_length_error_length equ $-max_length_error

    ;   Buffers
    buffer:                     times BUFFER_LENGTH db  0
    inputtedLength:                                 dq  0
    ;   Messages
    enterMatrixRows db "Enter number of rows: ", NEW_LINE_CHARACTER, 0
    enterMatrixRowsLength equ $-enterMatrixRows
    enterMatrixCols db "Enter number of cols: ", NEW_LINE_CHARACTER, 0
```

```
    enterMatrixColsLength equ $-enterMatrixCols
    enterMatrix db "Enter matrix: ", NEW_LINE_CHARACTER, 0
    enterMatrixLength equ $-enterMatrix
    enterMatrixElement db "Enter Matrix element ", 0
    enterMatrixElementLength equ $-enterMatrixElement
    findElement db "Do you want to find position of any element? y - yes, other
- no", NEW_LINE_CHARACTER, 0
    findElementLength equ $-findElement
    enterFindElement db "Enter element: ", NEW_LINE_CHARACTER, 0
    enterFindElementLength equ $-enterFindElement
    positions db "Positions:", NEW_LINE_CHARACTER, 0
    positionsLength equ $-positions
    noPositionsFound db "No positions found", NEW_LINE_CHARACTER, 0
    noPositionsFoundLength equ $-noPositionsFound
; !!!   SECTION TEXT    !!!
section .text
global asm_main
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
asm_main:
    push rax
    push rdi
    push rsi
    push rdx
    push rcx
    push rbx
    push r8
    push r12

    mov rax, buffer
    mov rdi, BUFFER_LENGTH

    .inputMatrixRows:
        call PrintEnterMatrixRows
        call InputArgumentPositive
        push rsi
    .inputMatrixCols:
        call PrintEnterMatrixCols
        call InputArgumentPositive
        push rsi
    .printEnterMatrix:
        call PrintEnterMatrix
    .inputMatrix:
        ; number of columns
        pop rdx
        ; number of rows
        pop rsi
        ; inputted value
        xor rbx, rbx
        ; counter to zero
        xor rcx, rcx
        xor r8, r8
        ; the beggining of the Matrix
        mov r12, rsp
        sub r12, 8
        .loopAllocateMemoryRow:
            cmp rcx, rsi
            jge .onEndAllocateMemoryRow

            .loopAllocateMemoryColumn:
                cmp r8, rdx
                jge .onEndAllocateMemoryColumn
```

```
            call PrintEnterMatrixElement

            .printRowNumber:
                push rdi
                push rsi
                push rdx

                mov rsi, rdi
                mov rdi, rax

                mov rdx, rcx
                call PrintInteger

                pop rdx
                pop rsi
                pop rdi

            call PrintSpace

            .printColNumber:
                push rdi
                push rsi
                push rdx

                mov rsi, rdi
                mov rdi, rax

                mov rdx, r8
                call PrintInteger

                pop rdx
                pop rsi
                pop rdi


            call PrintEndl

            push rsi
            call InputArgument
            mov rbx, rsi
            pop rsi

            push rbx

            inc r8
            jmp .loopAllocateMemoryColumn

        .onEndAllocateMemoryColumn:
            xor r8, r8
            inc rcx
            ; jump to the loop head
            jmp .loopAllocateMemoryRow

    .onEndAllocateMemoryRow:
        xor rcx, rcx
        xor r8, r8
        xor rbx, rbx
; rax - buffer, rdi - bufferLength, rsi - rows, rdx - cols,
; rbx - 0, rcx - 0, r8 - 0, r12 - matrix
.callPrintMatrix:
    push rax
    push rdi
    push rsi
```

```
        push rdx
        push r8
        push r9

        mov r9, rdx
        mov r8, rsi
        mov rdx, r12
        mov rsi, rdi
        mov rdi, rax

        call PrintMatrix

        pop r9
        pop r8
        pop rdx
        pop rsi
        pop rdi
        pop rax

    mov r8, r12
    call FindElementRoutine

    .deAllocateMatrix:
        xor rcx, rcx
        xor r8, r8

        .loopDeAllocateRow:
            cmp rcx, rsi
            jge .onEndDeAllocateRow

            .loopDeAllocateColumn:
                cmp r8, rdx
                jge .onEndDeallocateColumn
                pop rax
                inc r8
                jmp .loopDeAllocateColumn
            .onEndDeallocateColumn:
            xor r8, r8
            inc rcx
            jmp .loopDeAllocateRow

        .onEndDeAllocateRow:

    pop r12
    pop r8
    pop rbx
    pop rcx
    pop rdx
    pop rsi
    pop rdi
    pop rax
    ret
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
PrintFindElement:
push rax
push rdi
mov rax, findElement
mov rdi, findElementLength
call WriteToConsole
pop rdi
pop rax
```

```
ret
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
FindElementRoutine:
; void (rax - buffer, rdi - bufferLength, rsi - rows, rdx - cols, r8 - matrix)
push rbx
push rcx
push r9
push r10
push r12
push r13
push r14
.loopRoutine:
    call PrintFindElement
    push rsi
    call ReadIntoBuffer
    pop rsi
    xor rbx, rbx
    mov bl, byte [rax]
    cmp bl, Y_LETTER
    jne .end

    call ClearBuffer
    call PrintEnterFindElement

    push rsi
    call InputArgument
    mov rbx, rsi
    pop rsi

    call PrintPositions

    mov r9, 8
    mov r11, r8
    xor r13, r13 ; is_any_found_flag
    xor rcx, rcx
    xor r10, r10
    .loopFindPositionsRows:
        cmp rcx, rsi
        jge .onEndFindPositionsRows

        .loopFindPositionsCols:
            cmp r10, rdx
            jge .onEndFindPositionsCols

            mov r14, qword [r11]
            cmp r14, rbx
            jne .switchToNextElement

                mov r13, 1

                .printRowNumber:
                    push rdi
                    push rsi
                    push rdx

                    mov rsi, rdi
                    mov rdi, rax

                    mov rdx, rcx
                    call PrintInteger
```

```
                    pop rdx
                    pop rsi
                    pop rdi

                call PrintSpace

                .printColNumber:
                    push rdi
                    push rsi
                    push rdx

                    mov rsi, rdi
                    mov rdi, rax

                    mov rdx, r10
                    call PrintInteger

                    pop rdx
                    pop rsi
                    pop rdi

                call PrintEndl

            .switchToNextElement:
                sub r11, r9
                inc r10
                jmp .loopFindPositionsCols

        .onEndFindPositionsCols:
            xor r10, r10
            inc rcx
            jmp .loopFindPositionsRows

    .onEndFindPositionsRows
    cmp r13, 1
    je .onEndRoutine
    call PrintNoPositionsFound
    .onEndRoutine
    jmp .loopRoutine
.end:
pop r14
pop r13
pop r12
pop r10
pop r9
pop rcx
pop rbx
ret
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
PrintNoPositionsFound:
push rax
push rdi
mov rax, noPositionsFound
mov rdi, noPositionsFoundLength
call WriteToConsole
pop rdi
pop rax
ret
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
```

```
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
PrintPositions:
push rax
push rdi
mov rax, positions
mov rdi, positionsLength
call WriteToConsole
pop rdi
pop rax
ret
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
PrintEnterFindElement:
push rax
push rdi
mov rax, enterFindElement
mov rdi, enterFindElementLength
call WriteToConsole
pop rdi
pop rax
ret
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
PrintEnterMatrixElement:
push rax
push rdi
mov rax, enterMatrixElement
mov rdi, enterMatrixElementLength
call WriteToConsole
pop rdi
pop rax
ret
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
PrintEnterMatrix:
push rax
push rdi
mov rax, enterMatrix
mov rdi, enterMatrixLength
call WriteToConsole
pop rdi
pop rax
ret
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
PrintEnterMatrixRows:
push rax
push rdi
mov rax, enterMatrixRows
mov rdi, enterMatrixRowsLength
call WriteToConsole
pop rdi
pop rax
ret
```

```
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
PrintEnterMatrixCols:
push rax
push rdi
mov rax, enterMatrixCols
mov rdi, enterMatrixColsLength
call WriteToConsole
pop rdi
pop rax
ret
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
PrintMatrix:
; rax - void (rdi - buffer, rsi - bufferLength, rdx - matrix, r8 - rows, r9 -
cols )
push rcx
push rbx
push r10

; zero counter
xor rcx, rcx
; mov the Matrix beginning to r9
mov r10, rdx

.calcRowSize:
    ; long int size
    mov rbx, 8
    push rax
    mov rax, r9
    imul rbx
    mov rbx, rax
    pop rax

.loop:
    cmp rcx, r8
    jge .end
    .callPrintArray:
        push rdx
        push r8
            mov rdx, r10
            mov r8, r9
            call PrintArray
        pop r8
        pop rdx
    .callPrintEndl:
        push rax
        mov rax, rdi
        call PrintEndl
        pop rax
    .switchToNextElement:
        sub r10, rbx
    inc rcx
    jmp .loop
.end:
    pop r10
    pop rbx
    pop rcx
    ret
```

```
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
;<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
<<<<<<<<<
PrintArray:
; rax - void (rdi - buffer, rsi - bufferLength, rdx - array, r8 - arrayLength )
push rcx
push rbx
push r8
push r9
; long int size
mov rbx, 8
; zero counter
xor rcx, rcx
; mov the Matrix beginning to r9
mov r9, rdx
.loop:
    cmp rcx, r8
    jge .end
    .callPrintInteger:
        push rdx
        mov rdx, qword [r9]
        call PrintInteger
        pop rdx
    .callPrintSpace:
        push rax
        mov rax, rdi
        call PrintSpace
        pop rax
    .switchToNextElement:
        sub r9, rbx
    inc rcx
    jmp .loop
.end:
    pop r9
    pop r8
    pop rbx
    pop rcx
    ret
```

Контрольні питання

1. Команди організації циклів.

Для організації циклів потрібно використовувати такі команди:

1) jmp: команда jmp означає перехід і використовується для переходу до іншої частини коду. Цю команду можна використовувати для створення циклів, повертаючись до попереднього пункту коду.

2) cmp: команда cmp використовується для порівняння двох значень. Його часто використовують у поєднанні з умовними переходами: `JE, JNE, JZ, JNZ, JA, JAE, JB, JBE, JS, JNS, JO, JNO`

3) inc, dec: використовується для організації лічильників, які використовуються для обмеження кількості ітерацій

2. Рядкові команди та особливості їх використання.

1. LODS (завантажити рядок): Ця інструкція завантажує байт, слово або подвійне слово з місця пам'яті, на яке вказує покажчик джерела, в акумулятор (AL, AX або EAX) і відповідно оновлює покажчик.

2. STOS (зберігати рядок): ця інструкція зберігає байт, слово або подвійне слово з накопичувача (AL, AX або EAX) у місці пам'яті, на яке вказує вказівник призначення, і відповідно оновлює вказівник.

3. REP (Повторення): ця префіксна інструкція використовується з рядковими інструкціями для повторення інструкції задану кількість разів.

4. REPE або REPZ (Повторити при рівній кількості): Ця префіксна інструкція використовується з рядковими інструкціями для повторення інструкції, коли встановлено нульовий прапор (ZF).

5. REPNE або REPNZ (Повторити, якщо значення не дорівнює): Ця префіксна інструкція використовується разом із рядковими інструкціями для повторення інструкції, коли прапор нуля (ZF) очищений.

6. CMPS (рядок порівняння): Ця інструкція порівнює байт, слово або подвійне слово з вихідного розташування з байтом, словом або подвійним словом з місця призначення та встановлює відповідні позначки.

7. SCAS (сканування рядка): ця інструкція шукає в рядку вказане значення та встановлює відповідні позначки на основі результату.

8. MOVSX (переміщення із розширенням знака): ця інструкція переміщує байт або слово з вихідного розташування до місця призначення та розширює значення за знаком до подвійного або чотирислова відповідно.

9. MOVZX (Переміщення з нульовим розширенням): Ця інструкція переміщує байт або слово з вихідного розташування до місця призначення та нульовим розширенням значення до подвійного або чотирислова відповідно.

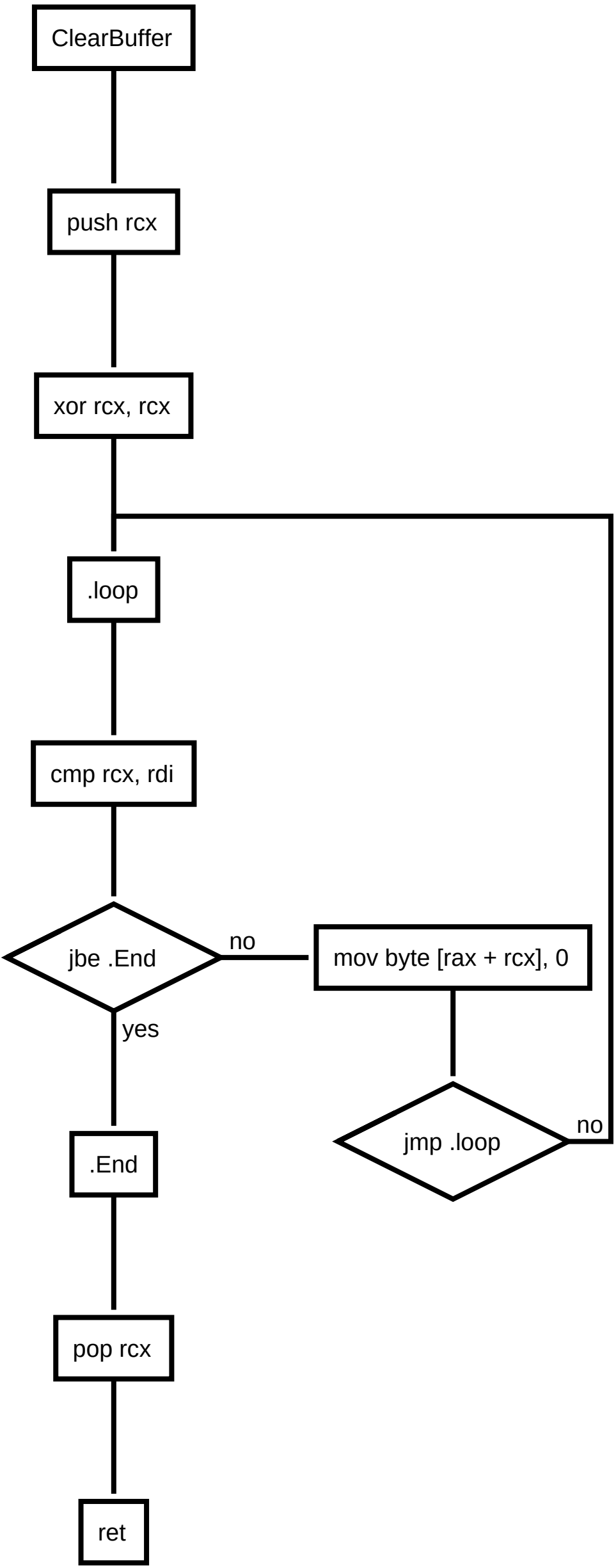
10. MOVS (переміщення рядка): Ця інструкція переміщує байт, слово або подвійне слово з вихідного розташування до місця призначення та відповідно оновлює вказівники.

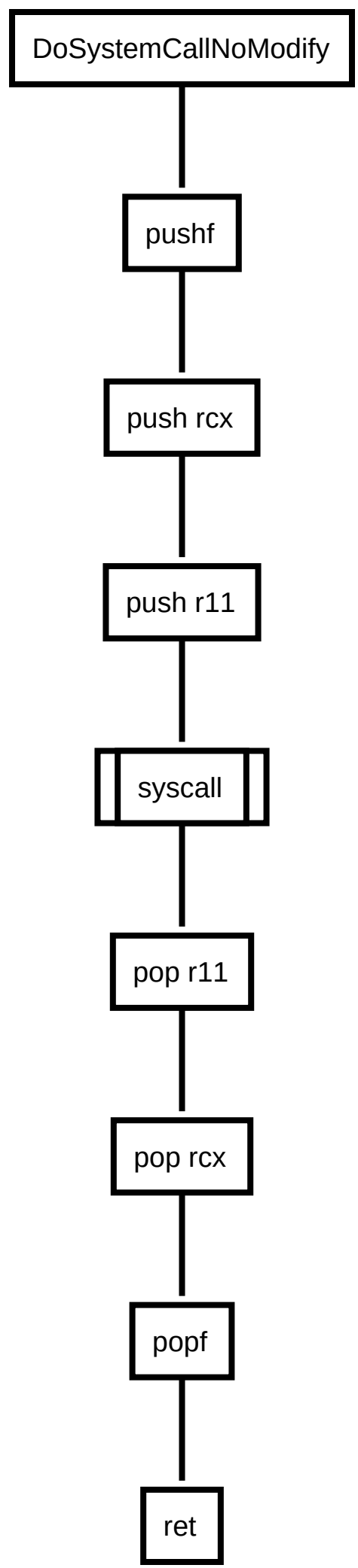
3. Методи адресації за базою, з індексуванням, з подвійним індексуванням.

Індексована адресація: у цьому режимі регістр використовується як базова адреса, а зсув додається до базової адреси для обчислення адреси пам’яті операнда. Наприклад, MOV EAX, [EBX + 4] завантажує значення з місця пам’яті за адресою EBX + 4 у регістр EAX за допомогою індексованої адресації.

Подвійна індексована адресація: це поєднання режимів індексованої адресації та непрямої адресації. При подвійній індексованій адресації два регістри використовуються для обчислення адреси пам'яті операнда. Один регістр служить базовою адресою, а інший регістр служить індексом. Базову адресу та індекс додають разом, щоб обчислити адресу операнда.

Адресація на основі: у цьому режимі сегментний регістр використовується як базова адреса, а зсув додається до базової адреси для обчислення адреси пам’яті операнда. Цей режим адресації зазвичай використовується в реальному режимі. Наприклад, MOV AX, [DS:0x1234] завантажує значення з місця пам’яті за адресою DS:0x1234 у регістр AX за допомогою адресації на основі.


ClearBuffer
push rcx
xor rcx, rcx
.loop
cmp rcx, rdi
jbe .End
no
mov byte [rax + rcx], 0
yes
jmp .loop
no
.End
pop rcx
ret


DoSystemCallNoModify
pushf
push rcx
push r11
syscall
pop r11
pop rcx
popf
ret

GetElementAddressByIndex

push rbx

push rdx

push r8

mov r8, rdi

mov rbx, rdx

xor rdx, rdx

mov rax, rsi

imul rbx

sub r8, rax

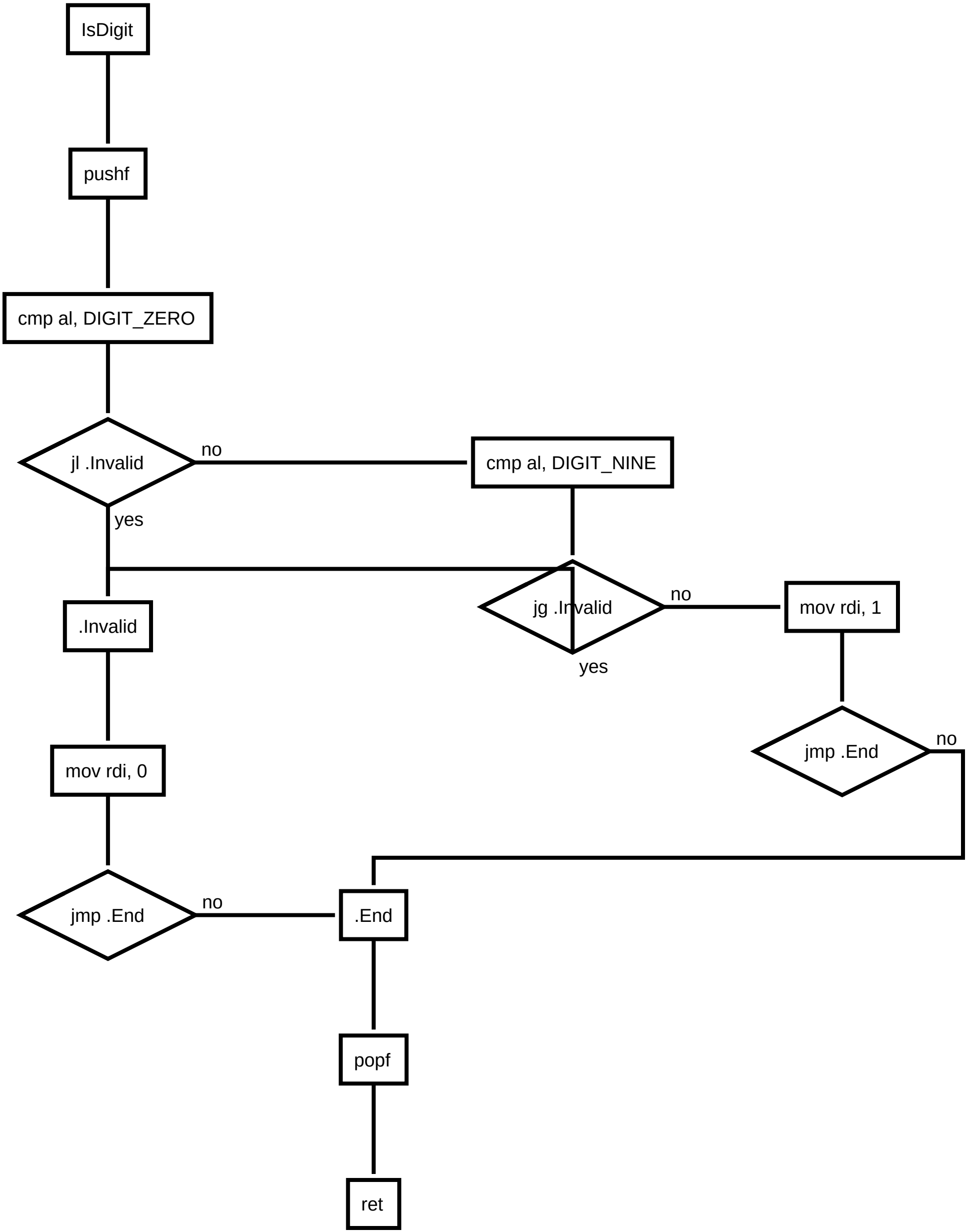
mov rax, r8

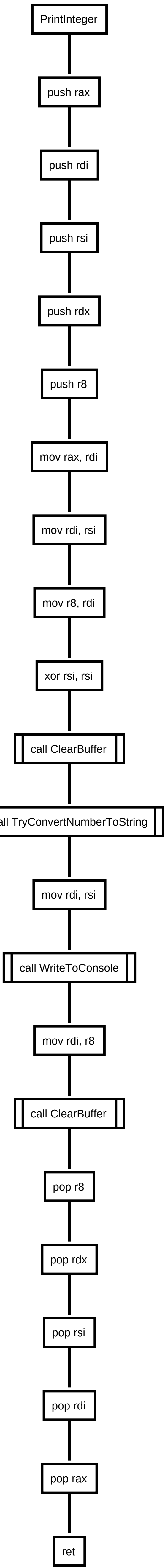
pop r8

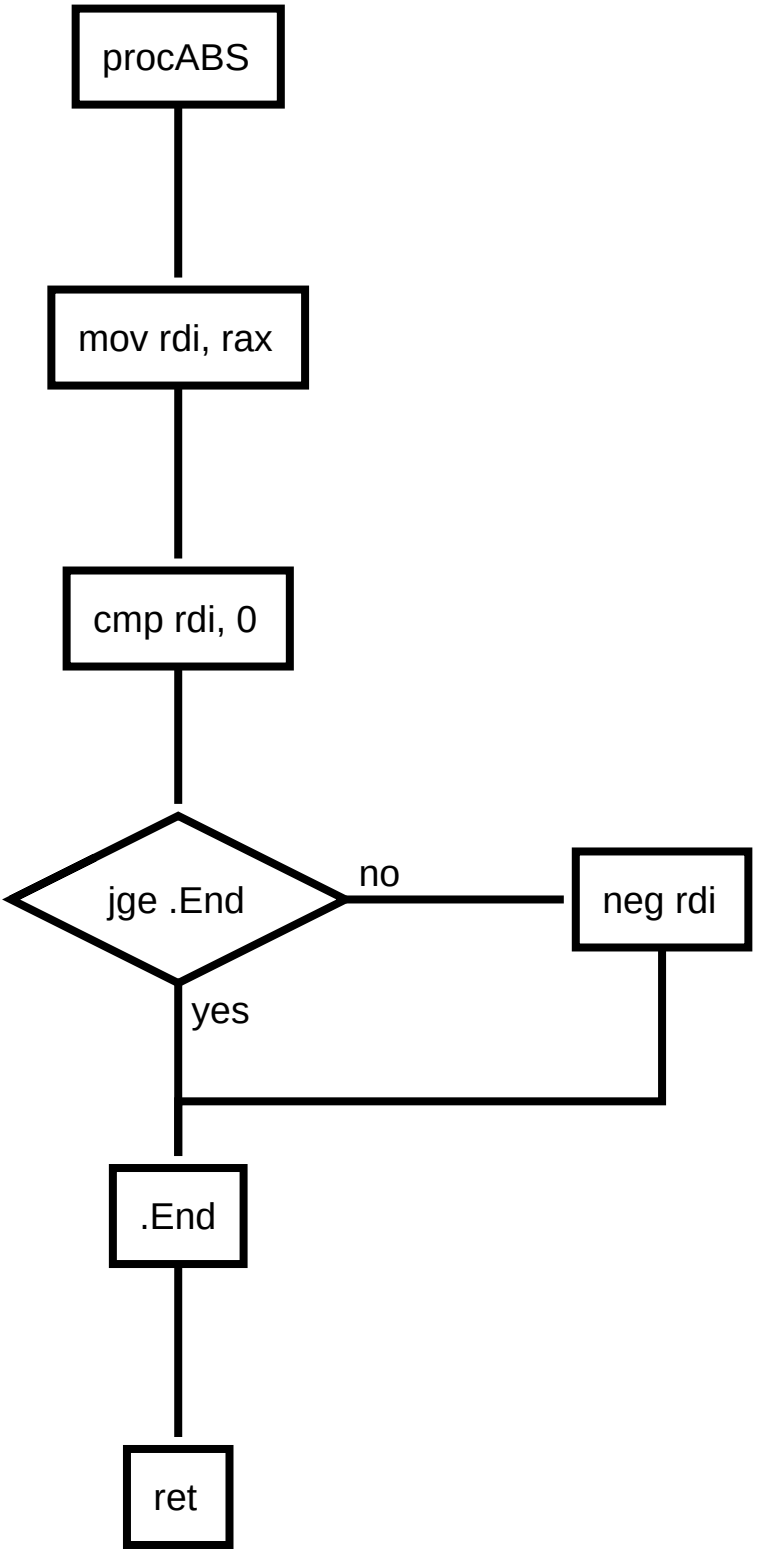
pop rdx

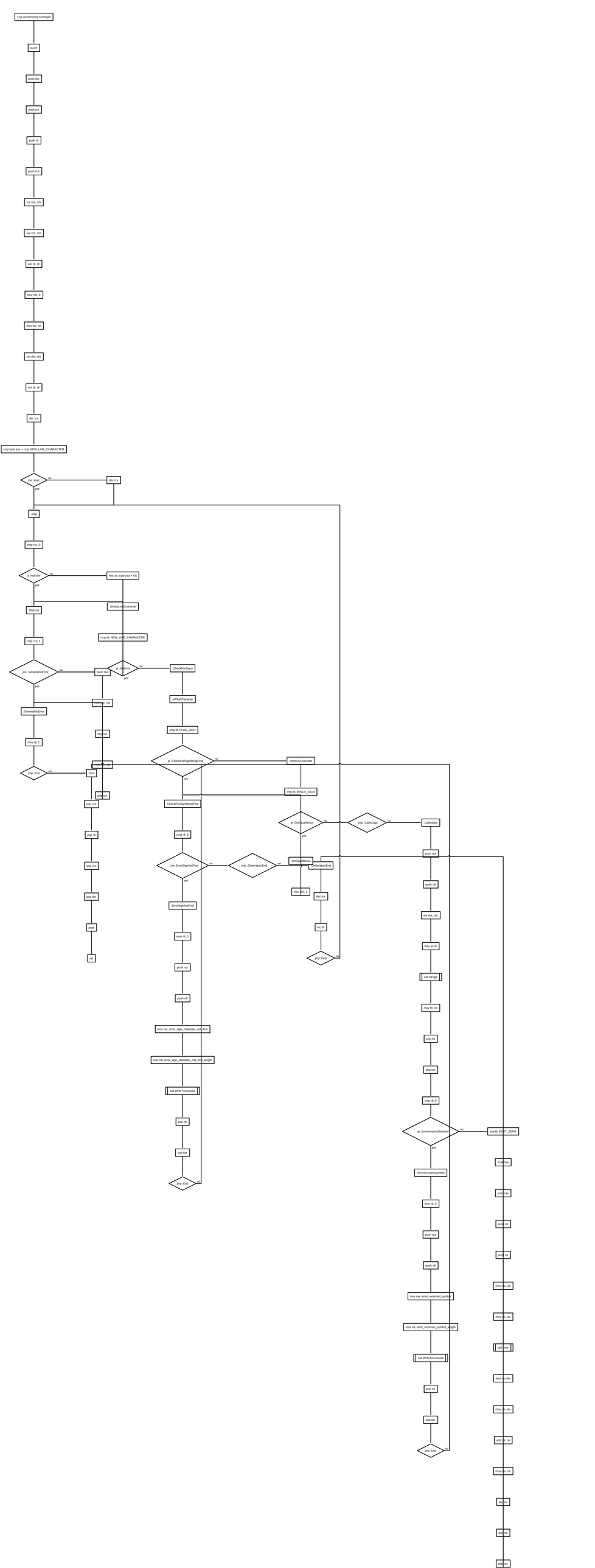
pop rbx

ret


IsDigit
pushf
cmp al, DIGIT_ZERO
jl .Invalid
no
yes
cmp al, DIGIT_NINE
jg .Invalid
no
yes
mov rdi, 1
jmp .End
no
.Invalid
mov rdi, 0
jmp .End
no
.End
popf
ret


PrintInteger
push rax
push rdi
push rsi
push rdx
push r8
mov rax, rdi
mov rdi, rsi
mov r8, rdi
xor rsi, rsi
call ClearBuffer
call TryConvertNumberToString
mov rdi, rsi
call WriteToConsole
mov rdi, r8
call ClearBuffer
pop r8
pop rdx
pop rsi
pop rdi
pop rax
ret


procABS
mov rdi, rax
cmp rdi, 0
jge .End
no
neg rdi
yes
.End
ret


TryConvertStringToInteger
pushf
push rbx
push rcx
push r9
push r10
xor rdx, rdx
xor r10, r10
xor r9, r9
mov rdx, 0
mov rcx, rsi
xor rbx, rbx
xor r8, r8
dec rcx
cmp byte [rsi + rcx], NEW_LINE_CHARACTER
jne .loop
no
yes
dec rcx
.loop
cmp rcx, 0
jl .NoError
no
yes
mov bl, byte [rsi + r8]
.NoError
cmp rcx, 1
jne .GenerateNoError
no
yes
push rax
jl .NoError
no
yes
.CheckForSigns
isNewLineCharacter
cmp bl, NEW_LINE_CHARACTER
isPlusCharacter
cmp bl, PLUS_SIGH
jz .CheckForSignBeingFirst
no
yes
isMinusCharacter
cmp bl, MINUS_SIGN
jz .OnEqualMinus
no
yes
jmp .CallIsDigit
no
.CallIsDigit
push rax
push r8
xor rax, rax
mov al, bl
call isDigit
mov r8, r8
pop r8
pop rax
cmp r8, 0
je .ErrorIncorrectSymbol
no
sub bl, DIGIT_ZERO
yes
.CallPow
push rax
push r8
push r9
mov r8, 10
push r8
push r9
mov rax, error_incorrect_symbol
mov r8, error_incorrect_symbol_length
call WriteToConsole
pop r9
pop r8
pop rax
jmp .End
no
.ErrorIncorrectSymbol
mov r8, 0
push rax
push r9
mov rax, error_incorrect_symbol
mov r8, error_incorrect_symbol_length
call WriteToConsole
pop r9
pop r8
pop rax
jmp .End
no
.OnEqualMinus
jmp .OnIterationEnd
no
.OnIterationEnd
mov r10, 1
dec rcx
inc r9
jmp .loop
no
.CheckForSignBeingFirst
cmp r9, 0
jne .ErrorSignNotFirst
no
yes
.ErrorSignNotFirst
mov r8, 0
push rax
push r8
mov rax, error_sign_character_not_first
mov r8, error_sign_character_not_first_length
call WriteToConsole
pop r8
pop rax
jmp .End
no
.End
pop rax
pop r10
pop r9
pop rcx
pop rbx
popf
ret

WriteToConsole

push rax

push rdi

push rsi

push rdx

mov rsi, rax

mov rdx, rdi

mov rax, SYS_WRITE

mov rdi, STDOUT

call DoSystemCallNoModify

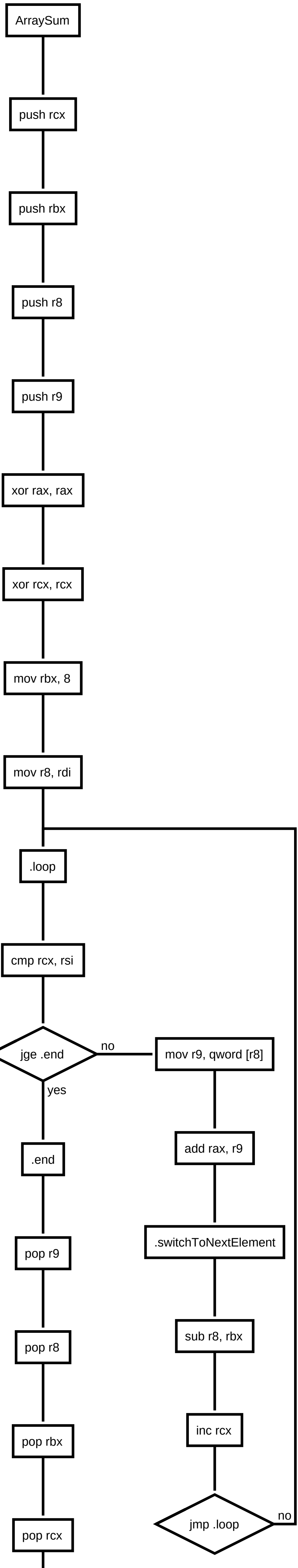
pop rdx

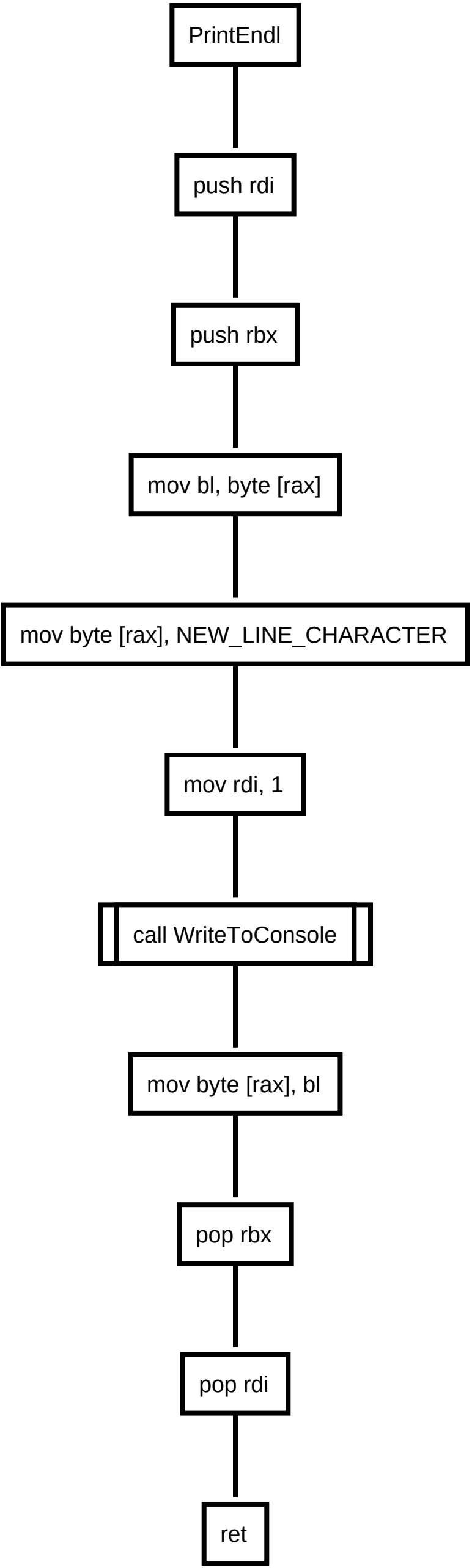
pop rsi

pop rdi

pop rax

ret


ArraySum
push rcx
push rbx
push r8
push r9
xor rax, rax
xor rcx, rcx
mov rbx, 8
mov r8, rdi
.loop
cmp rcx, rsi
jge .end
no
yes
mov r9, qword [r8]
add rax, r9
.switchToNextElement
sub r8, rbx
inc rcx
jmp .loop
no
.end
pop r9
pop r8
pop rbx
pop rcx
ret


PrintEndl
push rdi
push rbx
mov bl, byte [rax]
mov byte [rax], NEW_LINE_CHARACTER
mov rdi, 1
call WriteToConsole
mov byte [rax], bl
pop rbx
pop rdi
ret

Pow

pushf

push rcx

mov rsi, 1

xor rcx, rcx

.loop

cmp rcx, rdi

jge .End

no

imul rsi, rax

inc rcx

jmp .loop

no

yes

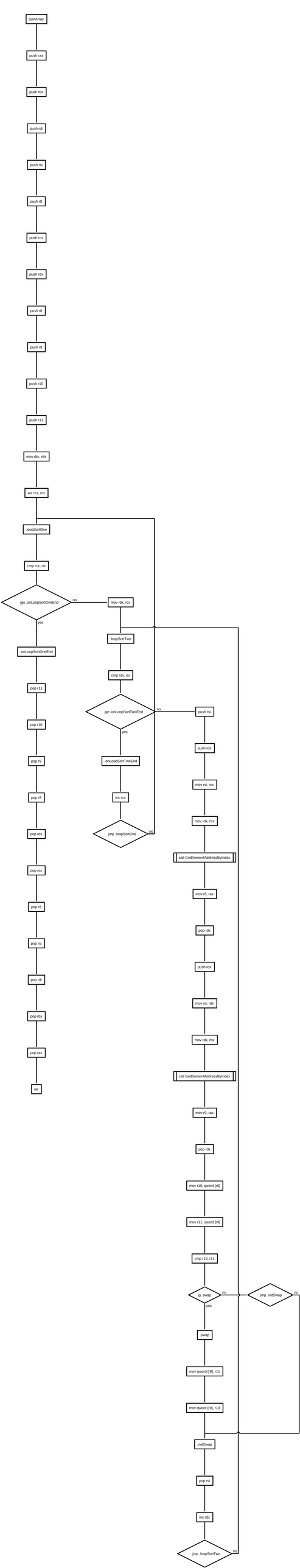
.End

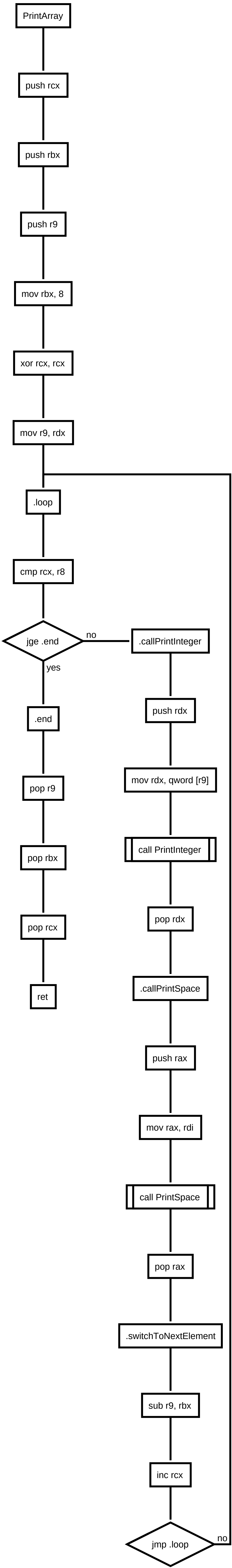
pop rcx

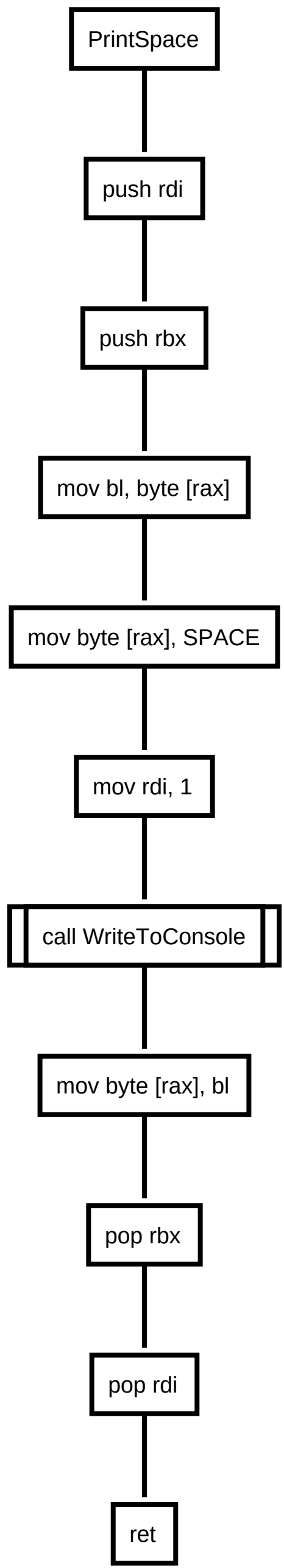
popf

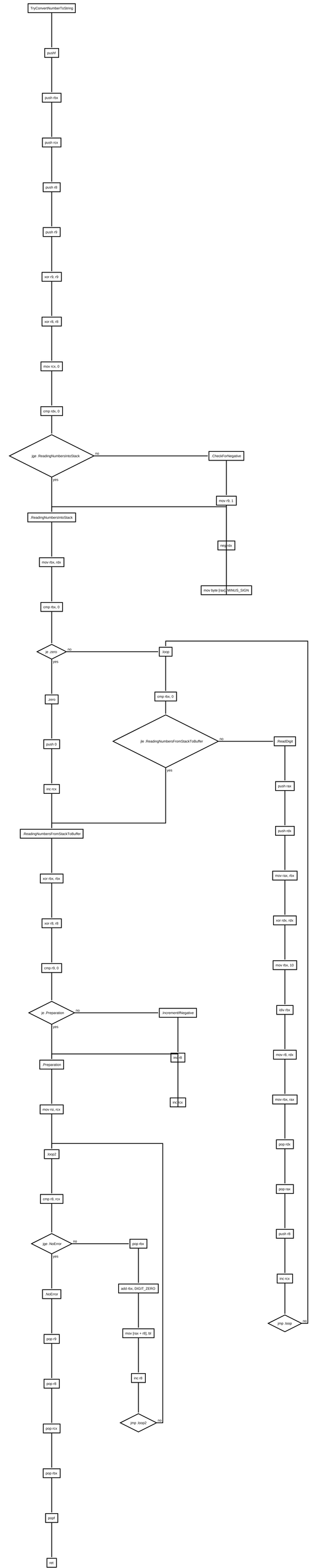
ret

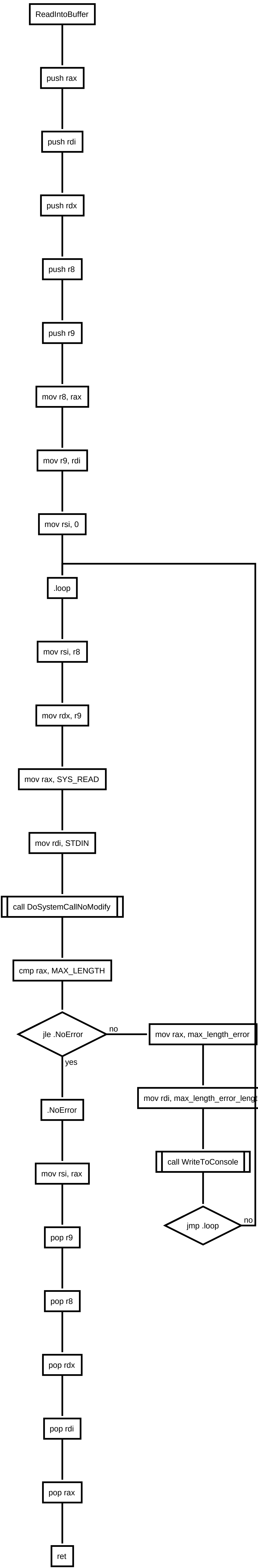
InputArgument
push rax
push rdi
push rdx
push r8
push r9
push r10
mov r9, rax
mov r10, rdi
xor rsi, rsi
.loop
mov rax, r9
mov rdi, r10
call ReadIntoBuffer
call TryConvertStringToInteger
call ClearBuffer
cmp r8, 0
je .loop
no
yes
call ClearBuffer
mov rsi, rdx
pop r10
pop r9
pop r8
pop rdx
pop rdi
pop rax
ret


SortArray
push rax
push rbx
push rdi
push rsi
push r8
push rcx
push rdx
push r8
push r9
push r10
push r11
mov rbx, rdx
xor rcx, rcx
.loopSortOne
cmp rcx, rsi
jge .onLoopSortOneEnd
no
yes
mov r8x, rcx
.loopSortTwo
cmp r8x, rsi
jge .onLoopSortTwoEnd
no
yes
push rsi
push rdx
mov rsi, rcx
mov r8x, rbx
call GetElementAddressByIndex
mov r8, rax
pop r8x
push r8x
mov rsi, r8x
mov r8x, r8x
call GetElementAddressByIndex
mov r9, rax
pop r8x
mov r10, qword [r8]
mov r11, qword [r9]
cmp r10, r11
jg .swap
no
yes
jmp .notSwap
no
.swap
mov qword [r8], r11
mov qword [r9], r10
.notSwap
pop rsi
inc r8x
jmp .loopSortTwo
no
.onLoopSortTwoEnd
inc rcx
jmp .loopSortOne
no
.onLoopSortOneEnd
pop r11
pop r10
pop r9
pop r8
pop r8x
pop rcx
pop r8
pop rsi
pop r8
pop r8x
pop rax
ret


PrintArray
push rcx
push rbx
push r9
mov rbx, 8
xor rcx, rcx
mov r9, rdx
.loop
cmp rcx, r8
jge .end
no
yes
.callPrintInteger
push rdx
mov rdx, qword [r9]
call PrintInteger
pop rdx
.callPrintSpace
push rax
mov rax, rdi
call PrintSpace
pop rax
.switchToNextElement
sub r9, rbx
inc rcx
jmp .loop
no
.end
pop r9
pop rbx
pop rcx
ret


PrintSpace
push rdi
push rbx
mov bl, byte [rax]
mov byte [rax], SPACE
mov rdi, 1
call WriteToConsole
mov byte [rax], bl
pop rbx
pop rdi
ret


TryConvertNumberToString
pushf
push rbx
push rcx
push r8
push r9
xor r9, r9
xor r8, r8
mov rcx, 0
cmp rdx, 0
jge .ReadingNumbersIntoStack
no
CheckForNegative
yes
mov r9, 1
.ReadingNumbersIntoStack
neg rdx
mov rbx, rdx
mov byte [rax], MINUS_SIGN
cmp rbx, 0
je .zero
no
.loop
yes
.zero
cmp rbx, 0
push 0
jle .ReadingNumbersFromStackToBuffer
no
.ReadDigit
yes
inc rcx
push rax
push rdx
.ReadingNumbersFromStackToBuffer
xor rbx, rbx
mov rax, rbx
xor r8, r8
xor rdx, rdx
cmp r9, 0
mov rbx, 10
je .Preparation
no
.IncrementNegative
div rbx
yes
inc r8
mov r8, rdx
.Preparation
inc rcx
mov rax, rdx
mov rsi, rcx
pop rdx
.loop2
pop rax
cmp r8, rcx
push r8
jge .NotError
no
pop rbx
yes
inc rcx
add rbx, DIGIT_ZERO
.NotError
mov [rax + r8], bl
pop r9
inc r8
pop r8
jmp .loop2
no
pop rcx
pop rbx
popf
ret
jmp .loop
no


ReadIntoBuffer
push rax
push rdi
push rdx
push r8
push r9
mov r8, rax
mov r9, rdi
mov rsi, 0
.loop
mov rsi, r8
mov rdx, r9
mov rax, SYS_READ
mov rdi, STDIN
call DoSystemCallNoModify
cmp rax, MAX_LENGTH
jle .NoError
no
yes
mov rax, max_length_error
mov rdi, max_length_error_length
call WriteToConsole
jmp .loop
no
.NoError
mov rsi, rax
pop r9
pop r8
pop rdx
pop rdi
pop rax
ret

PrintPlus

push rdi

push rbx

mov bl, byte [rax]

mov byte [rax], PLUS_SIGH

mov rdi, 1

call WriteToConsole

mov byte [rax], bl

pop rbx

pop rdi

ret

PrintMinus

push rdi

push rbx

mov bl, byte [rax]

mov byte [rax], MINUS_SIGN

mov rdi, 1

call WriteToConsole

mov byte [rax], bl

pop rbx

pop rdi

ret