**Laboratory Exercise 5**

**Character string with SYSCALL function, and sorting**

Họ và tên: Đỗ Mạnh Phương

MSSV: 20225660

**Assignment 1**

Create a new project to implement the program in Home Assignment 1. Compile and upload to simulator. Run and observe the result. Go to data memory section, check how test string are stored and packed in memory.

A white background with green letters

Description automatically generated

-Trạng thái các thanh ghi:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Trạng thái chạy | | Nội dung thanh ghi | | | |
| $v0 | $a0 | pc | $at |
| Ban đầu | | 0x00000000 | 0x00000000 | 0x00400000 | 0x00000000 |
| Chạy lệnh li | | 0x00000004 | 0x00000000 | 0x00400004 | 0x00000000 |
| Chạy lệnh la | Chạy lệnh lui | 0x00000004 | 0x00000000 | 0x00400008 | 0x10010000 |
| Chạy lệnh ori | 0x00000004 | 0x10010000 | 0x0040000c | 0x10010000 |
| Chạy syscall | | 0x00000004 | 0x10010000 | 0x00400010 | 0x10010000 |

-Data segment:



-Nhận xét:

Mỗi ký tự trong chuỗi tuân theo bảng mã ASCII, được lưu trữ dưới dạng nhị phân theo directive .asciiz. Các ký tự từ trái sang phải (hay nói cách khác từ string[0] trở đi) sẽ được lưu trữ bắt đầu bằng việc chuyển sang hệ thập lục phân (16), bắt đầu từ ô Value (+0), nạp từ 2 vị trí cuối của thanh ghi cho đến khi lưu trữ đủ 4 ký tự. Khi Value (+0) đầy thì chuyển sang các cột Value (+4), Value (+8),… cho đến khi lưu trữ đầy đủ các ký tự. Chuỗi “Hello World” có tất cả 11 ký tự (bao gồm cả dấu cách) và thêm cả bit 0 nên sẽ dùng 3 cột Value ([11/4] + 1 = 3).

=> Kết luận:

String được lưu trữ như trên, mỗi Value sẽ lưu trữ tối đa 4 ký tự của chuỗi (tương ứng với việc tối đa 4 ký tự sẽ được đóng gói trong 1 cột Value), bắt đầu từ Value (+0) cho đến hết. Giả sử nếu chuỗi có n ký tự, sẽ cần [n/4] + 1 cột khi (với [x] là phần nguyên của x) (do việc dùng directive .asciiz tương ứng việc sẽ kết thúc bằng \0, nên cần lưu trữ thêm bit 0).

**Assignment 2**

Create a new project to print the sum of two register $s0 and $s1 according to this format: “The sum of (s0) and (s1) is (result)”

A screenshot of a computer

Description automatically generated

A close-up of a white background

Description automatically generated

-Giải thích cơ chế chương trình:

Để có được output như format trong đề bài, ta thực hiện bằng cách nạp đầu ra theo thứ tự : Message 3 → giá trị s1 → Message 4 → Giá trị s2 → Message 5 → tổng của 2 giá trị trên, bằng việc dùng print string, print number lần lượt đan xen theo thứ tự như trên để có đầu ra mong muốn.

-Kết quả:

Chương trình đã chạy đúng yêu cầu như ảnh bên dưới.

A close-up of a text

Description automatically generated

A table with numbers and letters

Description automatically generated

**Assignment 3**

Create a new project to implement the program in Home Assignment 2. Add more instructions to assign a test string for y variable and implement strcpy function. Compile and upload to simulator. Run and observe the result.

A screenshot of a computer

Description automatically generated



-Giải thích:

Đầu tiên, ta sẽ có không gian lưu trữ cho xâu x và lưu xâu cho biến y. Tiếp đến hàm main, ta sẽ lưu địa chỉ của các biến trên vào từng thanh ghi $a0, $a1 tương ứng. Đến hàm strcpy, ta sẽ khởi tạo chỉ số (index) của ký tự trong xâu, bắt đầu từ 0. Bắt đầu Li: hàm add thứ nhất sẽ gắn giá trị cho thanh ghi $t1 bằng địa chỉ của ký tự trong string y (hay là y[i]), với $a1 sẽ là mặc định là y[0], hay ký tự đầu tiên của chuỗi. Khi muốn có địa chỉ của y[i], ta sẽ có bằng cách cộng giá trị của I vào địa chỉ của y[0]. Tiếp đó, ta lưu giá trị của y[i] bằng cách dùng hàm lb, lưu giá trị của y[i] vào thanh ghi $t2, với thanh ghi $t1 sẽ là thanh ghi lưu địa chỉ gốc, thanh ghi $t2 sẽ là thanh ghi được nạp vào. Số 0 là hằng số nguyên, cộng vào giá trị của thanh ghi $t1 để có được địa chỉ nạp vào. Tiếp đến, lệnh add thứ 2 sẽ tương tự với lệnh add thứ 1, dùng để gán địa chỉ của x[i]. Lệnh sb sẽ giúp ta lưu trữ giá trị của thanh ghi $t2 vào thanh ghi $t3, hay nạp vào x[i]. Hàm beq để xác định nếu giá trị $t2 bằng 0 (tức đã lấy hết ký tự trong chuỗi ban đầu) thì sẽ kết thúc chương trình strcpy, nếu không ta sẽ tiếp tục chạy các lệnh sau. Nop có tác dụng trễ thời gian. Lệnh addi sẽ là lệnh tăng giá trị của i lên 1, hay tăng chỉ số của ký tự trong chuỗi x lên 1 đơn vị, để tiếp tục việc lấy ký tự tiếp theo trong chuỗi x. j L1 giúp thực hiện việc vòng lặp L1. Cuối cùng, end\_of\_strcpy sẽ là nơi ta hiện trên màn hình ký tự x và kết thúc chương trình.

-Kết quả:

A black text on a white background

Description automatically generated

Như vậy, chương trình đã chạy đúng.

**Assignment 4**

Accomplish the Home Assignment 3 with syscall function to get a string from dialog and show the length to message dialog.

A screenshot of a computer

Description automatically generated

A white background with green text

Description automatically generated

-Trường hợp 1: Khi số ký tự ta gõ nằm trong khoảng

A screenshot of a computer

Description automatically generatedA screenshot of a computer

Description automatically generated

Trường hợp 2: Khi ta gõ quá số ký tự

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Giải thích: Không gian lưu trữ đã cho là 50 nên ta không thể nhập quá không gian này. Thêm nữa, việc phải dành không gian lưu trữ cho “\0” và Enter từ bàn phím khiến ta mất đi 2 vị trí lưu trữ, nên độ dài xâu được hiển thị chỉ còn là 48.

=> Kết luận: Chương trình trên đã chạy đúng.

**Assignment 5**

Write a program that let user input a string by typing individual letters. Input process will be terminated when user press Enter or then length of the string exceed 20 characters. Print the reverse string.

A screenshot of a computer

Description automatically generated

A screenshot of a computer program

Description automatically generated

A white background with black and white clouds

Description automatically generated

Trường hợp 1: string ban đầu rỗng

A screenshot of a computer screen

Description automatically generated

Trường hợp 2: Khi ta nhấn Enter

A screenshot of a computer

Description automatically generated

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Trường hợp 3: Khi tạo string có hơn 20 ký tự

A screenshot of a computer

Description automatically generated

A screenshot of a computer

Description automatically generated

=>Như vậy, chương trình trên đã chạy đúng