ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

BÁO CÁO

ĐỒ ÁN 01

Thành phố Hồ Chí Minh - 2022

MỤC LỤC

THÔNG TIN THÀNH VIÊN NHÓM

MSSV	Họ Tên	Email	Công việc
20120184	Phạm Quang Tân	20120184@student.hcmus.edu.vn	**1,2,6,7,8**
20120201	Phạm Gia Thông	20120201@student.hcmus.edu.vn	**1,2,3,4,5,7,8**

Danh sách công việc

1. **Tìm hiểu thông tin và cài đặt Nachos**
2. **Cài đặt ssh và live share Vscode, hỗ trợ làm việc**
3. **Tìm hiểu thiết kế của hệ điều hành**
4. **Cài đặt Exceptions và System Calls**
5. **Cách khai báo trong makefile với start.s**
6. **Cài đặt ngôn ngữ C**
7. **Kiểm tra và hoàn thiện lại code**
8. **Viết báo cáo đồ án**

1. Tổng quan về Nachos

NachOS là viết tắt của Not Another Completely Heuristic Operating System, một phần mềm giả lập hệ điều hành với kiến trúc MIPS (Million Instructions Per Second) chạy trên nền tảng Linux.

Nachos là phần mềm chứa mã nguồn mở (open-source), chạy trên máy ảo được giả lập theo kiến trúc MIPS kèm với cross-compiler (đã biên dịch sẵn) để biên dịch các chương trình C thành các file thực thi có thể chạy được trên hệ điều hành này.

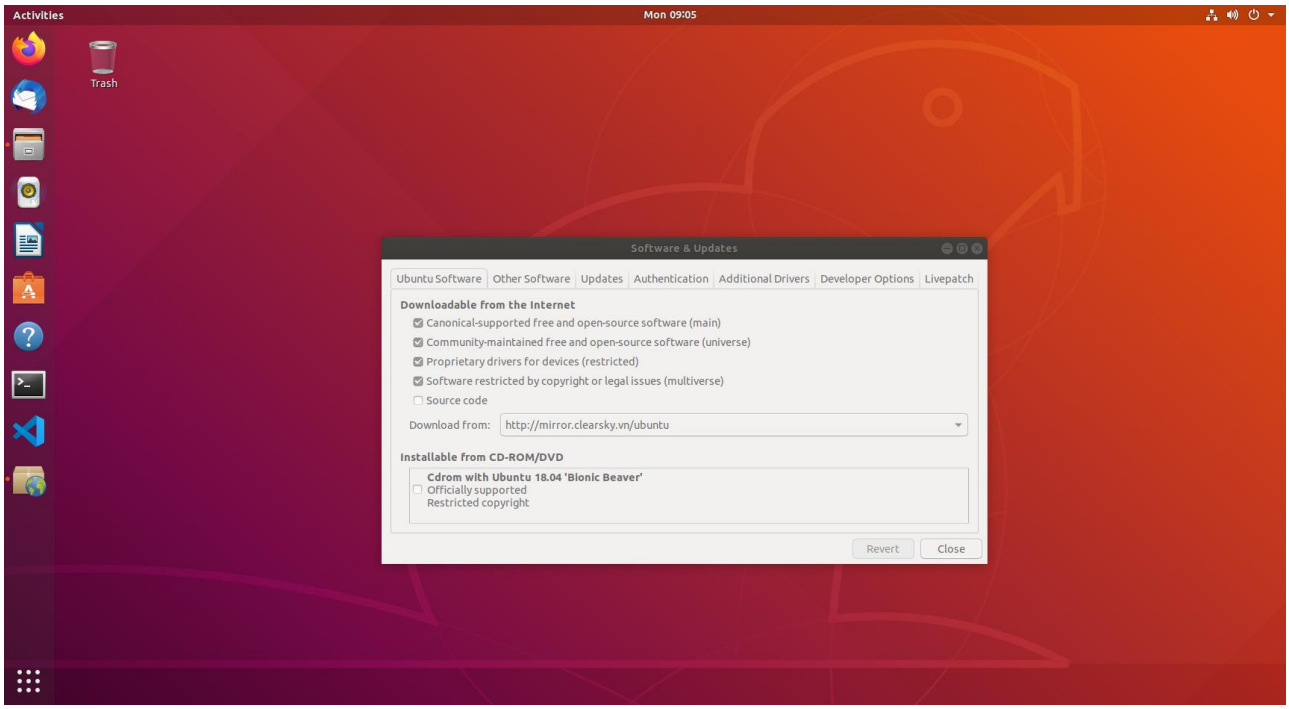
2. Hiểu mã chương trình NachOS

a) Cài đặt NachOS trên nền tảng linux

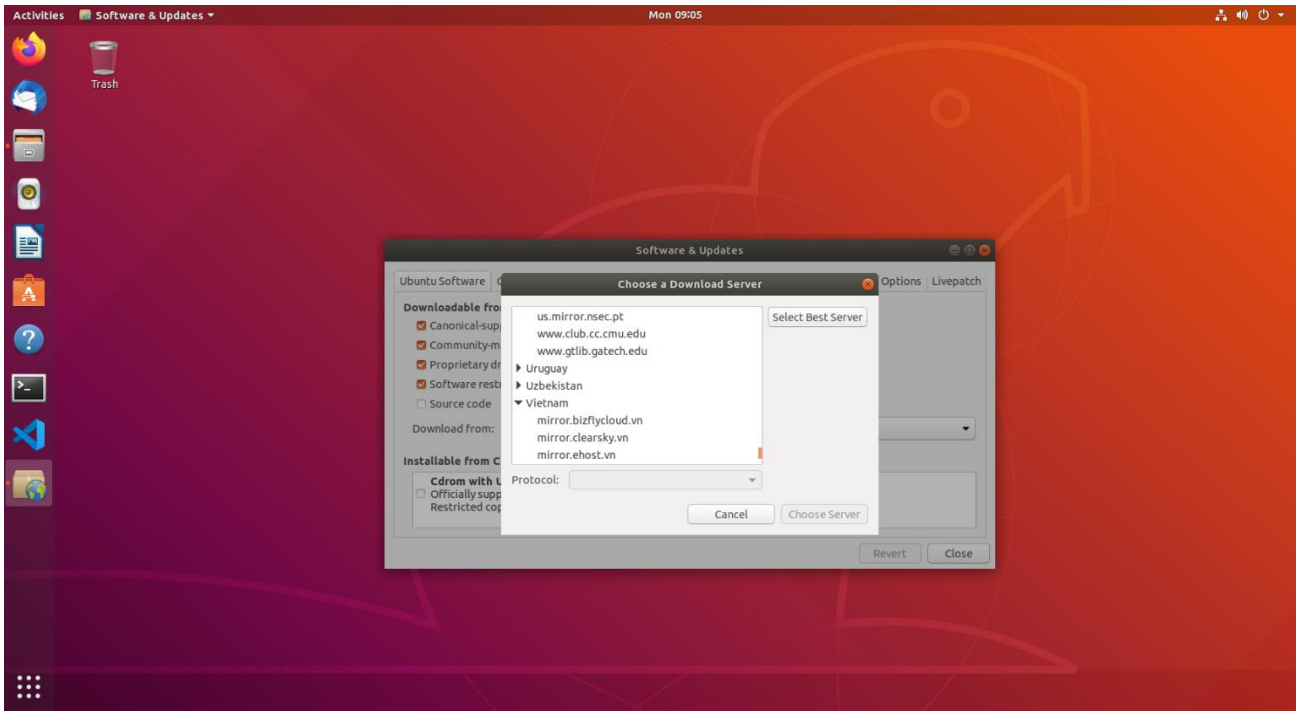
Sau khi cài Ubuntu 18.04, cài các công cụ cần thiết (g++, gcc, make, csh, geany,...). Ta tiến hành cài đặt phần mềm NachOS.

Khởi động terminal trên Ubuntu, nhập các dòng lệnh theo từng bước theo trang https://www.fit.hcmus.edu.vn/~ntquan/os/setup_nachos.html để có thể cài đặt. Có thể chuyển server của Ubuntu 18.04 từ US sang server ở vietnam để có thể cài đặt nhanh hơn.

Vào mục Software & Update để thay đổi service



Download from -> Other



Chọn Vietnam -> dòng 2 (chọn để tránh tình trạng có thể thiếu gói khi cài đặt và được tốc độ tốt nhất)

b) Các file được sử dụng trong đồ án

Folder	File	Ý nghĩa
userprog	syscall.h	Định nghĩa system call mới thông qua macro và giao diện hàm.
	exception.cc	Cài đặt các system call.
	ksyscallhelper.h	Thư viện được cài đặt thêm hỗ trợ các công cụ nhằm tránh làm sập hệ điều hành
	ksyscall.h	Nơi đặt các công cụ bổ trợ cho các hàm syscall sử dụng trong exception.cc
test	start.S	Khai báo thông điệp tương ứng với các system call
	Makefile	Chương trình giúp chuyển các file chạy trên nền MIPS
	ascii.c	Mã chương trình in bảng ký tự ASCII
	bubble_sort.c	Mã chương trình thực thi thuật toán bubble sort
	help.c	In ra giới thiệu cơ bản về nhóm và mô tả vắn tắt về chương trình ascii và bubble sort
	num_io.c	Mã chương trình đọc vào một số integer và xuất ra số integer đó
	char.c	Mã chương trình đọc vào một kí tự character và xuất ra kí tự character đó
	string.c	Mã chương trình đọc vào một chuỗi kí tự và xuất ra chuỗi kí tự đó
	random.c	Mã chương trình xuất ra một số random từ hệ thống
	sub.c	Mã chương trình trừ hai số nguyên và xuất kết quả ra màn hình
	add.c	Mã chương trình trừ hai số nguyên và xuất kết quả ra màn hình
	halt.c	Mã chương trình shut down hệ điều hành

3. Hiểu thiết kế của hệ điều hành

a) UserMode

Bao gồm các thành phần của chương trình người dùng (tập hợp mã máy), và vùng nhớ của các chương trình ứng dụng chạy trên hệ thống NachOS/MIPS

b) SystemMode

Cung cấp các thành phần nhằm quản lý vùng nhớ, bộ nhớ của hệ điều hành NachOS, quản lí tiến trình và các SystemCall

c) *Giao tiếp với nền tảng MIPS*

Bao gồm các thanh ghi, bộ nhớ chính và các cơ chế đọc ghi đơn giản, xử lí từng lệnh dựa trên tập lệnh MIPS

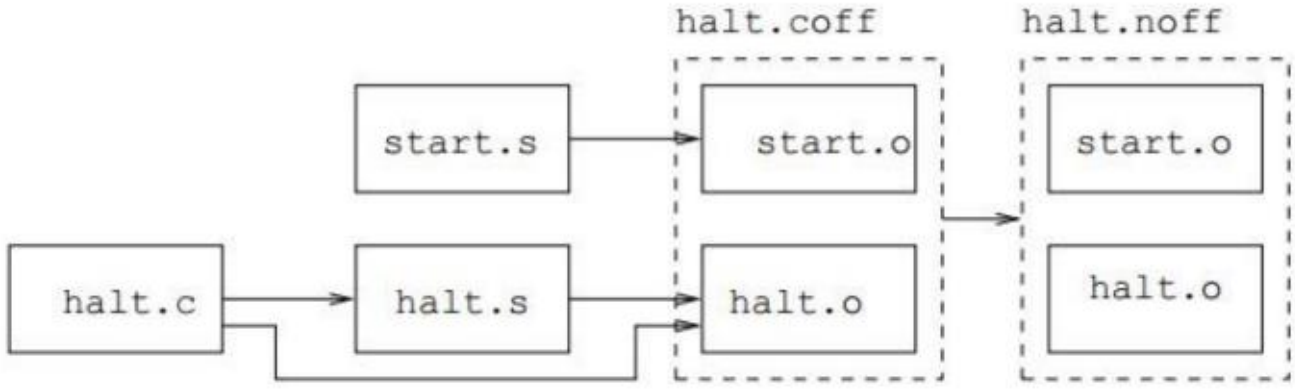
4. Exceptions và System Calls

a) *Quy trình thực thi của một chương trình trên NachOS*

Để một chương trình (VD: halt.c) có thể thực thi nó cần phải được biên dịch. Quá trình biên dịch trên NachOS gồm có ba bước:

- Chương trình halt.c được cross-compiler biên dịch thành tập tin halt.s là mã hợp ngữ chạy trên kiến trúc MIPS
- Tập tin halt.s được liên kết với starts.s (được coi là thư viện) để tạo thành tập tin halt.coff (bao gồm halt.o và start.o) dạng file thực thi trên Linux với kiến trúc MIPS
- Tập tin halt.coff được phần mềm coff2noff chuyển thành tập tin halt.noff đây chính là dạng file thực thi trên NachOS kiến trúc MIPS

Quá trình này được mô tả bằng hình dưới đây



Để thực thi chương trình sử dụng câu lệnh:

~/nachos/NachOS-4.0/code/test> ../build.linux/nachos -x halt

b) *Cách tạo một System Call*

Bước 1: Tạo macro:

– Tránh nhầm lẫn việc gọi hàm, cần define con số cụ thể trong kernel space thành một macro.

➔ Vào syscall.h: – VD: System Call "ReadInt":

• #define SC_ReadInt 44

– Khai báo interface cho user: tạo một hàm để user giao tiếp với hệ điều hành

➔Vào syscall.h:

• Khai báo hàm: int ReadNum();

Bước 2: Định nghĩa hàm trong file assembler

• Ta mở files:

– code/test/start.s

• Và chèn đoạn mã vào, sẽ có những đoạn mẫu sẵn trong file start.s, ta chỉ cần thay đổi với tên hàm ta cần gọi System Call đó:

– VD: System Call "ReadInt"

- .globl ReadNum
- .ent ReadNum

• ReadNum:

- addiu $2, $0, SC_ReadInt
- syscall
- j $31
- .end ReadNum

Bước 3: Định nghĩa cụ thể cho một công việc

Mở file userprog/exception.cc

Chuyển đoạn mã "If.....else" sang đoạn mã "switch....case" với các case là các syscall cần gọi.

Tăng thanh ghi PC → PC + 4 để tránh hiện tượng loop, được gọi bởi hàm PC_counting và lấy đoạn mã mẫu trong case SC_Add.

c) *Ý nghĩa các thanh ghi*

Mã của system call được đưa vào thanh ghi r2.

Các biến người dùng sử dụng được đưa vào thanh ghi r4, r5, r6.

Giá trị trả về của system call được đưa vào thanh ghi r2.

d) System2User và User2System

System2User

Chức năng: Hàm thực hiện chuyển một chuỗi được lưu trong hệ điều hành NachOS vào bộ nhớ của chương trình ứng dụng chạy trên NachOS/MIPS.

Cài đặt hàm tại file exception.cc

– Hàm sẽ nhận 3 tham số đầu vào: giá trị vùng nhớ của biến trong chương trình, độ dài chuỗi, chuỗi được lưu trong biến của hệ điều hành NachOS.

– Thực hiện chuyển từng kí tự từ bộ nhớ hệ điều hành NachOS vào vùng nhớ chương trình.

– Hàm trả về là độ dài chuỗi đã chuyển vào vùng nhớ chương trình.

User2System

Chức năng: Hàm thực hiện chuyển một chuỗi được lưu trong vùng nhớ của chương trình chạy trên NachOS/MIPS vào vùng nhớ của hệ điều hành NachOS.

Cài đặt hàm tại file exception.cc

– Hàm sẽ nhận 2 tham số đầu vào: giá trị vùng nhớ của biến lưu chuỗi trong chương trình, giá trị giới hạn của chuỗi

– Thực hiện chuyển từng kí tự từ chuỗi thuộc vùng nhớ của chương trình vào biến thuộc vùng nhớ hệ điều hành NachOS.

– Hàm trả về là độ dài chuỗi đã chuyển vào vùng nhớ hệ điều hành NachOS.

e) Lớp SynchConsole

Chức năng: Hỗ trợ việc nhập xuất từ màn hình console

Gồm 4 hàm chính:

char GetChar(): Cho phép nhập một kí tự từ màn hình console và lưu biến thuộc vùng nhớ hệ điều hành NachOS.

int GetString(char *buffer, int size): Cho phép nhập một chuỗi kí tự từ màn hình console và lưu biến thuộc vùng nhớ hệ điều hành NachOS.

void PutChar(char ch): Cho phép xuất một kí tự từ biến thuộc vùng nhớ hệ điều hành NachOS ra màn hình console

int PutString(char *buffer, int size): Cho phép xuất một chuỗi kí tự từ biến thuộc vùng nhớ hệ điều hành NachOS ra màn hình console

f) *Cài đặt các syscall và các hàm theo yêu cầu*

Các System Call cài đặt trong bài:

- SC_Halt: syscall thực hiện việc tắt chương trình
- SC_Add: syscall thực hiện việc cộng 2 số nguyên và trả kết quả ra màn hình console
- SC_Sub: syscall thực hiện việc trừ 2 số nguyên và trả kết quả ra màn hình console
- SC_ReadInt: syscall thực hiện việc nhập 1 số nguyên từ màn hình console
- SC_PrintInt: syscall thực hiện việc xuất 1 số nguyên ra màn hình console
- SC_ReadChar: syscall thực hiện việc nhập 1 kí tự từ màn hình console
- SC_PrintChar: syscall thực hiện việc xuất 1 kí tự ra màn hình console
- SC_ReadString: syscall thực hiện việc nhập 1 chuỗi từ màn hình console
- SC_PrintString: syscall thực hiện việc xuất 1 chuỗi ra màn hình console
- SC_RandomNum: syscall thực hiện việc xuất 1 số nguyên ngẫu nhiên ra màn hình console

Với mỗi system call được gọi trong userprog/exception.cc thì phải gọi hàm PC_counting() để tránh hiện tượng loop.

Các hàm được cài đặt trong bài, bên trong file userprog/exception.cc:

char* string_User2System(int addr, int convert_length): Hàm thực hiện chuyển một chuỗi được lưu trong vùng nhớ của chương trình chạy trên NachOS/MIPS vào vùng nhớ của hệ điều hành NachOS.

void string_System2User(char* str, int addr, int convert_length): Hàm thực hiện chuyển một chuỗi được lưu trong hệ điều hành NachOS vào bộ nhớ của chương trình ứng dụng chạy trên NachOS/MIPS.

void PC_counting(): Hàm thực hiện tăng thanh ghi PC để tránh hiện tượng loop

void system_Add(): Hàm thực hiện cộng 2 số nguyên và trả về kết quả, sử dụng SysAdd() trong file userprog/ksyscall.h.

void system_ReadInt(): Hàm thực hiện nhận một số nguyên do người dùng nhập vào từ màn hình console và lưu trữ số nguyên đó ở thanh ghi r2 của chương trình hệ thống, sử dụng SysReadNum() trong file userprog/ksyscall.h.

void system_PrintInt(): Hàm thực hiện xuất một số nguyên ra màn hình console, số nguyên đó được lấy từ thanh ghi r4 của chương trình hệ thống, sử dụng SysPrintNum() trong file userprog/ksyscall.h.

void system_ReadString(): Hàm thực hiện nhận một chuỗi kí tự do người dùng nhập vào từ màn hình console và lưu trữ chuỗi kí tự đó ở thanh ghi r2 của chương trình hệ thống, sử dụng SysReadString() trong file userprog/ksyscall.h và string_System2User (int addr, int convert_length) để chuyển vùng nhớ của chuỗi đó vào bộ nhớ của chương trình system.

void system_PrintString(): Hàm thực hiện xuất một số nguyên ra màn hình console, số nguyên đó được lấy từ thanh ghi r4 của chương trình hệ thống, sử dụng SysPrintNum() trong file userprog/ksyscall.h và string_User2System (char* str, int addr, int convert_length) để chuyển lại vùng nhớ từ chương trình về hệ thống để có thể in ra màn hình.

5. *Một số chương trình*

- Chương trình ***add*** để cộng hai số nguyên

  Sử dụng syscall Add để cộng hai tham số đầu vào, hai tham số được truyền lần lượt vào thanh ghi số 4 và số 5, chương trình thực hiện phép cộng sau đó chuyển kết quả nhận được vào thanh ghi số 2 và xuất ra màn hình để hiển thị kết quả.
- Chương trình ***sub*** để trừ hai số nguyên

  Chương trình dùng để trừ hai tham số đầu vào, hai tham số được truyền lần lượt vào thanh ghi số 4 và số 5, chương trình thực hiện phép trừ sau đó chuyển kết quả nhận được vào thanh ghi số 2 và xuất ra màn hình để hiển thị kết quả.
- Chương trình ***halt*** để tắt các chương trình

  Chương trình gọi hàm Halt() từ kernel để tắt chương trình và biểu diễn kết quả mà chương trình trả về.
- Chương trình ***num_io*** để đọc và xuất một số nguyên ra màn hình

Ở phần ReadNum(), sử dụng syscall ReadNum để đọc một số nguyên do người dùng nhập vào cho chương trình hệ thống, sau đó số nguyên đó được ghi vào thanh ghi số 2 để truyền xuống cho chương trình hệ thống lưu trữ. Ở đây có sử dụng các ngoại lệ như là người dùng nhập vào một số nguyên quá lớn, vượt quá phạm vi của số nguyên trong C, nhập 1 kí tự thay vì một số nguyên, nhập số thực, thì system call ReadInt tiến hành xử lý các trường hợp đó trong chương trình bubble_sort, xử lý ngay từ khâu ban đầu là nhập số nguyên.

Dùng thư viện ksyscallhelper.h để xử lý người dùng nhập vào các kí tự, các khoảng trắng, hoặc không nhập gì, kiểm tra số nguyên nhập vượt quá phạm vi. Đầu tiên tạo một mảng kí tự với kích thước là chiều dài tối đa (10 kí tự cho 1 số nguyên có số chữ số nằm trong vùng giới hạn tối đa) cộng thêm 2 kí tự bao gồm cả dấu của số nguyên và kí tự kết thúc file nếu có. Đọc vào 1 kí tự đầu tiên của số nguyên thông qua hàm GetChar() trong synchConsoleIn, kiểm tra kí tự đặc biệt (khoảng trắng, kết thúc file,…), nếu có thì trả về 0, không thì chuyển kí tự đó vào mảng kí tự đã tạo ban đầu, sau đó đọc tiếp với hàm GetChar(), thực hiện vòng lặp đến khi có kí tự không thỏa xuất hiện, nếu chiều dài của mảng vượt quá phạm vi giới hạn thì cũng dừng vòng lặp và trả về 0.

Sau khi xử lý qua thư viện ksyscallhelper.h, ta tiếp tục xét tính thỏa mãn của mảng kí tự. Nếu kích thước mảng là 0 trả về số 0, so sánh mảng với số nguyên bé nhất trong phạm vi, nếu bằng trả về 0. Tiếp đến sẽ xét lượng dấu và số lượng số 0 ở đầu của số nguyên do người dùng nhập vào. Nếu có trong mảng có kí tự ‘-‘ thì bỏ vị trí đầu, đọc tiếp các vị trí còn lại trong mảng, đếm số lượng số 0 ở đầu để có thể trả về số đó không hợp lệ, nếu kí tự đó không phải là số thì trả về 0. Thỏa mãn hết điều kiện thì chuyển các phần tử trong mảng về lại các chữ số và lưu trong một biến nhớ kiểu số nguyên, biến nhớ nhân thêm 10 và cộng với lần lượt các phần tử trong mảng (đã chuyển về kiểu dữ liệu số nguyên) để tiện cho việc so sánh số nguyên và mảng kí tự lưu trữ số nguyên đó ở phần PrintNum(int number)

Ở phần PrintNum(int number), sử dụng syscall PrintNum để xuất ra một số nguyên do người dùng nhập vào cho chương trình hệ thống, số nguyên đó sau khi được xử lý tính thỏa mãn bởi thư viện ksyscallhelper.h thì đang được lưu trữ ở thanh ghi số 2, nhưng đối với chương trình PrintNum thì số nguyên đó ở đây đang là tham số, nên sẽ truyền vào thanh ghi số 4 để tiếp tục xử lý cho việc in ra màn hình.

Tiếp theo, ở thư viện ksyscallhelper.h cũng có một hàm kiểm tra số nguyên nhập vào (đã xử lý qua hàm ReadNum() và được lưu vào một biến nhớ kiểu số nguyên mới để tiện cho việc kiểm tra, so sánh) và mảng kí tự đã tạo từ số nguyên

đó có trùng khớp nhau hay không. Nếu số 0, so sánh mảng kí tự với số 0, đúng trả về true, nếu số đó âm nhưng trong mảng kí tự không có '-' đằng trước thì trả về false, nếu là số âm thì bỏ vị trí đầu của trong mảng kí (khi PrintNum sẽ in ra) và cập nhật lại số đó là số dương để tiện cho việc kiểm tra từng kí tự trong mảng với từng chữ số của số nguyên có khớp với nhau hay không. Lấy phần dư của số nguyên khi chia với 10 để lấy từng chữ số, kiểm tra với từng phần tử trong mảng kí tự, nếu sai trả về false, sau đó lấy phần nguyên của số nguyên khi chia với 10 để lấy tiếp các chữ số khác. Nếu kích thước của mảng bằng 0 thì hoàn tất việc so sánh và trả về true.

Sau khi xử lý qua thư viện ksyscallhelper.h, ta sẽ dùng hàm PutChar(character) trong synchConsoleOut để in lần lượt các kí tự trong mảng ra màn hình console. Nếu tham số truyền vào là 0 thì in 0, nếu là số nhỏ nhất trong phạm vi số nguyên thì in kí tự '-' trước sau đó in lần lượt các chữ số trong mảng chứa số nguyên bé nhất ra. Nếu tham số truyền vào là số âm thì in kí tự '-' và chuyển số đó thành số dương để dễ dàng in ra màn hình, chuyển các chữ số lần lượt vào một mảng số nguyên, vì chuyển vào theo phương pháp chia lấy phần dư, chia lấy phần nguyên, nên khi in ra để ra số đúng, ta phải in từ cuối mảng số nguyên trở về đầu và các phần tử trong mảng phải được trả về kiểu dữ liệu số nguyên.

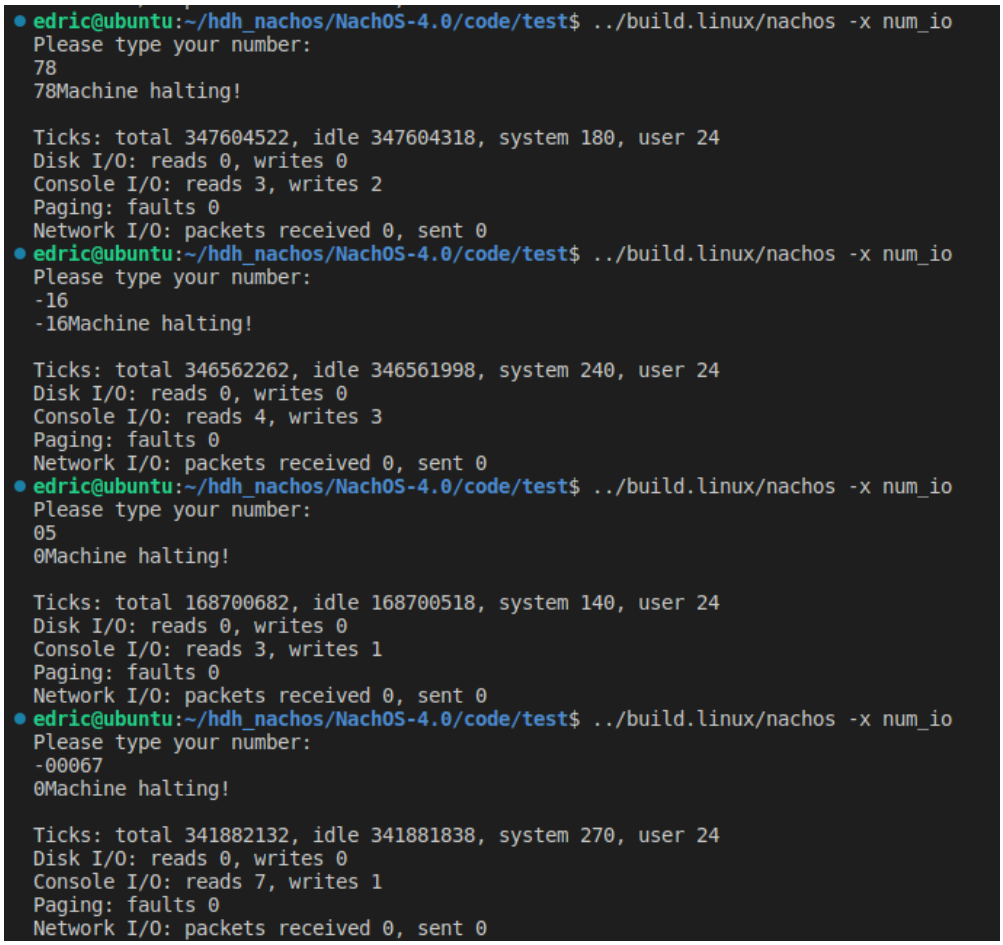
```
edric@ubuntu:~/hdh_nachos/NachOS-4.0/code/test$ ../build.linux/nachos -x num_io
Please type your number:

0Machine halting!

Ticks: total 195303962, idle 195303858, system 80, user 24
Disk I/O: reads 0, writes 0
Console I/O: reads 2, writes 1
Paging: faults 0
Network I/O: packets received 0, sent 0
```

```
edric@ubuntu:~/hdh_nachos/NachOS-4.0/code/test$ ../build.linux/nachos -x num_io
Please type your number:
fdfkertg
0Machine halting!

Ticks: total 248684652, idle 248684288, system 340, user 24
Disk I/O: reads 0, writes 0
Console I/O: reads 9, writes 1
Paging: faults 0
Network I/O: packets received 0, sent 0
```



- Chương trình ***char*** để đọc và xuất một kí tự ra màn hình

  Ở phần ReadChar(), sử dụng hàm GetChar() trong synchConsoleIn để có thể để đọc một kí tự (kí tự chữ, kí tự số, kí tự đặc biệt) do người dùng nhập vào cho chương trình hệ thống, sau đó kí tự đó được ghi vào thanh ghi số 2 để truyền xuống cho chương trình hệ thống lưu trữ.

  Ở phần PrintChar(character), sử dụng hàm PutChar() trong synchConsoleOut để xuất ra một kí tự do người dùng nhập vào cho chương trình hệ thống, đang được lưu trữ ở thanh ghi số 2, nhưng đối với chương trình PrintNum thì kí tự đó ở đây đang là tham số, nên sẽ truyền vào thanh ghi số 4 để tiếp tục xử lý cho việc in ra màn hình.

```
edric@ubuntu:~/hdh_nachos/NachOS-4.0/code/test$ ../build.linux/nachos -x char
Please type your character:
y
yMachine halting!

Ticks: total 246423862, idle 246423758, system 80, user 24
Disk I/O: reads 0, writes 0
Console I/O: reads 2, writes 1
Paging: faults 0
Network I/O: packets received 0, sent 0
edric@ubuntu:~/hdh_nachos/NachOS-4.0/code/test$ ../build.linux/nachos -x char
Please type your character:
fdskfkds
fMachine halting!

Ticks: total 328229162, idle 328229058, system 80, user 24
Disk I/O: reads 0, writes 0
Console I/O: reads 2, writes 1
Paging: faults 0
Network I/O: packets received 0, sent 0
edric@ubuntu:~/hdh_nachos/NachOS-4.0/code/test$ skfkds
skfkds: command not found
edric@ubuntu:~/hdh_nachos/NachOS-4.0/code/test$ ../build.linux/nachos -x char
Please type your character:
4934
4Machine halting!

Ticks: total 269119762, idle 269119658, system 80, user 24
Disk I/O: reads 0, writes 0
Console I/O: reads 2, writes 1
Paging: faults 0
Network I/O: packets received 0, sent 0
```

- Chương trình ***random*** để xuất một số nguyên ngẫu nhiên ra màn hình

  Sử dụng hàm random() và chương trình PrintNum(int number) để có thể biên dịch được một số ngẫu nhiên và in ra màn hình console (phải thỏa mãn các tiêu chí một số nguyên khi được in ra màn hình trong chương trình PrintNum(int)), số ngẫu nhiên được ghi vào thanh ghi số 2 để truyền xuống cho chương trình hệ thống lưu trữ và chuyển thành tham số trong chương trình của PrintNum(int).

```
edric@ubuntu:~/hdh_nachos/NachOS-4.0/code/test$ ../build.linux/nachos -x random
Random Number is here:
1804289383Machine halting!

Ticks: total 1364, idle 990, system 350, user 24
Disk I/O: reads 0, writes 0
Console I/O: reads 0, writes 10
Paging: faults 0
Network I/O: packets received 0, sent 0
```

- Chương trình ***string*** để đọc và xuất một chuỗi kí tự ra màn hình

  Ở phần ReadString(char buffer[], int length), sử dụng syscall ReadString để đọc một chuỗi ký tự do người dùng nhập vào cho chương trình hệ thống thông qua việc dùng hàm GetChar() trong synchConsoleIn, sau đó dùng string_System2User(char* str, int addr, int convert_length) để có thể ghi được chuỗi ký tự đó vào bộ nhớ của chương trình. Đầu tiên ta tạo một mảng buffer với kích thước là size do người dùng nhập vào (sử dụng hàm ReadNum() để đọc số nguyên do người dùng nhập vào) cộng thêm một (kí tự kết thúc chuỗi), với tham số đầu vào là một mảng ký tự thì ta ghi vào

thanh ghi số 4, còn kích thước mảng người dùng nhập thì ghi vào thanh ghi số 5. Gọi vòng lặp và dùng GetChar() để đọc từng kí tự trong chuỗi và lưu vào mảng buffer đã tạo và khi kết thúc vòng lặp thêm kí tự '\0' để kết thúc chuỗi. Sau đó ta có được một mảng chứa chuỗi ký tự mà người dùng nhập vào, gọi string_System2User để ghi xuống bộ nhớ của chương trình, ghi xong ta có thể xóa mảng mà ta đã tạo để chứa chuỗi ký tự của người dùng nhập vào.

Ở phần PrintString(char buffer[]), sử dụng syscall PrintString để xuất một chuỗi ký tự do người dùng nhập vào cho chương trình hệ thống thông qua việc dùng hàm PutChar() trong synchConsoleOut, sau đó dùng string_User2System(int addr, int convert_length) để có thể đọc (lấy) được chuỗi ký tự đó từ bộ nhớ của chương trình, với tham số đầu tiên truyền vào là địa chỉ của mảng chứa chuỗi ký tự đó và được truyền vào thanh ghi số 4. Gọi vòng lặp và dùng PutChar() để ghi từng kí tự trong chuỗi ra màn hình console, khi hoàn tất ta có thể xóa đi mảng lưu chuỗi ký tự đọc được từ bộ nhớ chương trình hệ thống.

```
edric@ubuntu:~/hdh_nachos/NachOS-4.0/code/test$ ../build.linux/nachos -x string
String length(<= 255):
Please type your number:
7
Please type your paragraph:
xin chao
xin chaMachine halting!

Ticks: total 1484296457, idle 1484295116, system 1300, user 41
Disk I/O: reads 0, writes 0
Console I/O: reads 10, writes 30
Paging: faults 0
Network I/O: packets received 0, sent 0
```

- Chương trình ***help*** để giới thiệu về nhóm và chương trình ascii, bubble_sort

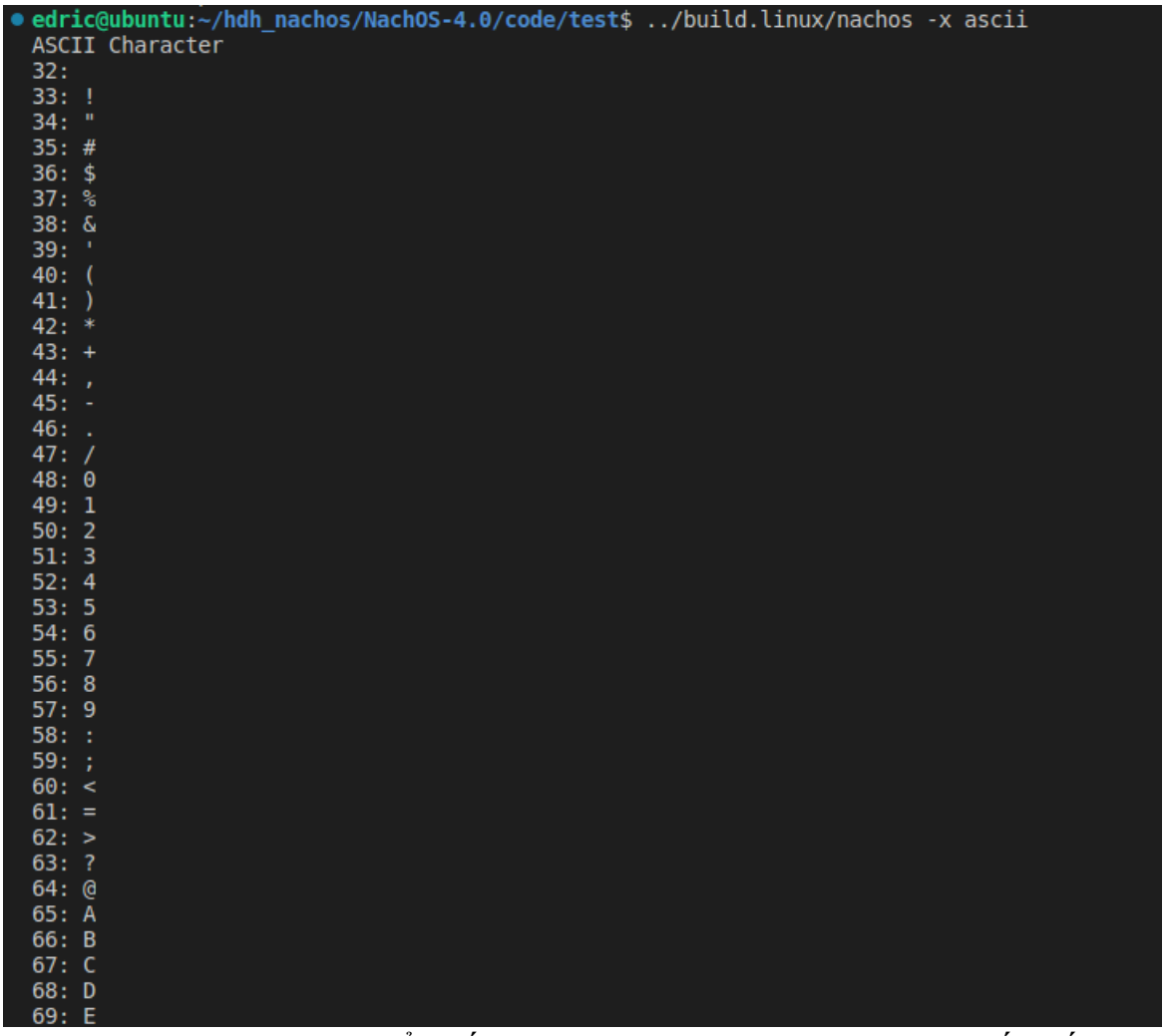
Sử dụng chương trình PrintString() để xuất thông tin giới thiệu về nhóm và chương trình ascii với chương trình bubble_sort

```
edric@ubuntu:~/hdh_nachos/NachOS-4.0/code/test$ ../build.linux/nachos -x help
Personel:
20120184 Pham Quang Tan
20120201 Pham Gia Thong
This is the description about sort program and ascii program
ASCII: at directory code, run build.linux/nachos -x test/ascii to print the ASCII table
        - From 32 to 126, PrintChar(char(num)) to print out list ascii (32 <= num <= 127)
Sort: at directory code, run build.linux/nachos -x test/bubble_sort to start the sort program
        - Enter n (the length of the array, 0 <= n <= 100)
        - Enter n elements of the array
        - Enter the order you want to sort the array with (1: increasing, 2: decreasing)
        - The program will print out the sorted array and then exit
Machine halting!

Ticks: total 81699, idle 61190, system 20420, user 89
Disk I/O: reads 0, writes 0
Console I/O: reads 0, writes 612
Paging: faults 0
Network I/O: packets received 0, sent 0
edric@ubuntu:~/hdh_nachos/NachOS-4.0/code/test$
```

- Chương trình ***ascii*** để xuất ra màn hình một danh sách các kí tự trong bảng mã ASCII

  Sử dụng chương trình PrintChar(), PrintNum(int) để xuất thông tin các kí tự trong bảng mã ascii từ kí tự '32' đến kí tự '127', dùng vòng lặp để chạy i và xuất (char)i.



- Chương trình ***bubble_sort*** để xuất ra màn hình một mảng đã được sắp xếp theo yêu cầu của người dùng từ mảng mà người dùng nhập vào

  Sử dụng các chương trình ReadNum(), PrintNum(int), PrintChar(character), PrintString(char buffer[]), các vòng lặp ràng buộc kích thước mảng cần sắp xếp, ràng buộc nhập lựa chọn kiểu sắp xếp và thuật toán bubble sort để thực hiện chương trình sắp xếp các phần tử trong một mảng theo thứ tự tăng dần hoặc theo thứ tự giảm dần

  ReadNum(): dùng để đọc vào các số nguyên khi người dùng nhập các phần tử vào mảng.

  PrintNum(int): in ra các số nguyên mà người dùng nhập các phần tử vào mảng, in ra mảng đã được sắp xếp theo thứ tự tăng dần hoặc giảm dần.

  PrintChar(character): in ra các ký tự như '[' ']' ':'

PrintString(char buffer[]): in ra các dòng thông báo mảng đã sắp xếp cho người dùng biết.

```
edric@ubuntu:~/hdh_nachos/NachOS-4.0/code/test$ ../build.linux/nachos -x bubble_sort
n (0 <= n <= 100): Please type your number:
0
sort order (1: increasing, 2: decreasing): Please type your number:
1
Array is sorted: Machine halting!

Ticks: total 801242077, idle 801239184, system 2780, user 113
Disk I/O: reads 0, writes 0
Console I/O: reads 4, writes 79
Paging: faults 0
Network I/O: packets received 0, sent 0
```

```
edric@ubuntu:~/hdh_nachos/NachOS-4.0/code/test$ ../build.linux/nachos -x bubble_sort
n (0 <= n <= 100): Please type your number:
-1
n has to be an integer between 1 and 100 , please try again in format
n (0 <= n <= 100): Please type your number:
101
n has to be an integer between 1 and 100 , please try again in format
n (0 <= n <= 100): Please type your number:
5
[0]: Please type your number:
7
[1]: Please type your number:
-9
[2]: Please type your number:
4
[3]: Please type your number:
2
[4]: Please type your number:
8
sort order (1: increasing, 2: decreasing): Please type your number:
-1
Error, please try again
sort order (1: increasing, 2: decreasing): Please type your number:
5
Error, please try again
sort order (1: increasing, 2: decreasing): Please type your number:
2
Array is sorted: 8 7 4 2 -9 Machine halting!

Ticks: total 1383490919, idle 1383474234, system 15280, user 1405
Disk I/O: reads 0, writes 0
Console I/O: reads 27, writes 427
Paging: faults 0
Network I/O: packets received 0, sent 0
```

```
edric@ubuntu:~/hdh_nachos/NachOS-4.0/code/test$ ../build.linux/nachos -x bubble_sort
n (0 <= n <= 100): Please type your number:
5
[0]: Please type your number:
4
[1]: Please type your number:
5
[2]: Please type your number:
7
[3]: Please type your number:
2
[4]: Please type your number:
1
sort order (1: increasing, 2: decreasing): Please type your number:
1
Array is sorted: 1 2 4 5 7 Machine halting!

Ticks: total 1056192800, idle 1056187138, system 4400, user 1262
Disk I/O: reads 0, writes 0
Console I/O: reads 14, writes 114
Paging: faults 0
Network I/O: packets received 0, sent 0
```

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Danh mục tài liệu tham khảo:

[1]*https://en.m.wikipedia.org/wiki/Not_Another_Completely_Heuristic_Operating_System?fbclid=IwAR3wuzs3Suq4QTLP9UEi8PduKqmOsfWmVsHFaFzBWRw_4jhv83v1GD-xJr0*

[2]*https://homes.cs.washington.edu/~tom/nachos/?fbclid=IwAR2TSW5u_sANlN0nk7fmGfa6wx3CeAvjRsePMY1gN04935AmjXMFwsGkSCo*

[3]*https://cseweb.ucsd.edu/classes/sp18/cse120a/projects/nachos.pdf?fbclid=IwAR0FZJFHG4DvNlE6LRfzSo2-OteK3uBABVxoU1rgrrMVtO1hVX69gEAngEw*