Al.fa.Jor O.S.

AROLFO, Franco

MOZZINO, Jorge

2da Edición

[INFORME]

Prefacio para la 2da Edición

En el siguiente trabajo se explican y detallan las decisiones de implementación de un kernel booteable con funcionalidades de un sistema operativo.

Para esta segunda edición del trabajo, se adjuntó el contenido respectivo a la implementación de las funcionalidades de dicho sistema operativo. Si el lector requiere de la sola lectura de este contenido, se sugiere que lea desde la sección *"Segunda Revisión: "Sistemas Operativos""*.

Decisiones e implementación del sistema

1.1. Código

La codificación de este Trabajo Practico se realizo en ANSI-C, en combinación de Assembler con nomenclatura Intel, combinando ambos tipos de lenguajes, y utilizando respectivamente cada uno para fines distintos, bajo nuestro criterio de cual se adapta mejor a las necesidades que tuvimos a lo largo del desarrollo del programa.

La selección de dichos lenguajes fue propuesta por la Cátedra.

1.2. Compilación, linkedición y ejecución

Para poder compilar el Kernell Booteable, la cátedra otorgó un archivo de auto link edición y compilación denominada Arma y Compila respectivamente. Dichos archivos, cuyo contenido puede ser fácilmente editable, proveen las distintas opciones de linkedicion y compilación para el Shell y las referencias.

Utilizamos la opción -Wall para que muestre los Warning de compilación en C y Assembler, lo cual nos sirvió a la hora de programar y encontrar errores en una etapa temprana de desarrollo.

1.3. Pantalla

Hemos implementado en este apartado una pantalla de 80x25x2 bytes de tamaño , la cual representa el tamaño de una pantalla de resolución standard.

La misma implementa un cursor que acompaña, junto a las digitación del teclado, la posición correcta del shell.

También se ha implementado el desplazamiento de la pantalla a medida que la misma se va llenando.

En función del parámetro Tickpos, al incluir el próximo caracter o línea, se realiza una comparación contra el tamaño de la pantalla, y se realiza o no, el correspondiente Scroll de la misma (teniendo en cuenta que se dejan las primeras dos filas para información del sistema).

Como medidas graficas, y siguiendo la consigna, hemos implementado la inclusión de poder elegir, tanto BackGround Color, que modifica el color de fondo, y LetterColor, que modifica el color de las letras.

Available BackGround & Letter colors:

Black
Red
Green
Brown
Blue
Magenta
Cyan
White

1.4. Interrupciones

En el IDT (Interrupt Descriptor Table) ubicamos las entradas de las distintas interrupciones, numeradas bajo el setup_IDT_Entry manteniendo el orden visto en clase. Implementamos Timer Tick, teclado, INT80h (Entry Point del User Space al Kernell Space) y Exception de División por cero. Por decisión del grupo, no implementamos las demás entradas del Vector de interrupciones; se prevé en versiones futuras la inclusión para completar y otorgar más funcionalidad, aunque igualmente el programa funciona de manera correcta, sin que se manejen ciertos eventos que podríamos gobernar. No hemos movido las interrupciones para evitar el solapamiento con las excepciones, tampoco lo vimos necesario puesto a lo explicado anteriormente. También se prevé y considera en versiones futuras modificar dicho aspecto para perfeccionar aun más el desarrollo.

1.5. Shell

Desde el kernel se llama a la función kernel(), el cual genera una "instancia" de consola.

El mismo, entre otras cosas, inicializa el Buffer General (GeneralBuffer), llama a la INT80h para ubicar el cursor en la posición de inicio.

Y opera con los comandos que se ingresen (simulando la espera con un ciclo infinito).

El shell cuenta con funciones para, en una primera instancia, obtener los comandos, para luego interpretarlos, ya sean validos o no, y realizar la funcionalidad asociada al mismo. Tener en cuenta que el máximo tamaño de un comando está delimitado por una constante simbólica nombrada BufferSize.

Considerar la llamada de comandos con más de un espacio, bajo nuestro criterio, fue considerado como un comando invalido. No obstante, la cantidad de argumentos para un comando no se reduce a la unidad, ofrecemos comandos que pueden llevar más de un argumento.

Ver el manual para obtener una descripción de la funcionalidad y utilización de todos los comandos disponibles en esta versión de AlFaJor. El intérprete de comandos informa al usuario si el comando es inválido o no. También provee un apartado de ayuda o -help.

1.6. División del Kernel y user space. Interrupción INT 80h

Debido a las limitaciones con las que contamos a la hora de la división entre el Kernel y el User Space, hemos decidido delegar esa funcionalidad a la interrupción INT_80h, similar a la de Linux, pero implementada por nosotros, la cual cuenta con diversas funciones.

1.6.1 Funciones del Int 80h

Como selector de funciones utilizamos el registro extendido de 32bits EAX, que comienza en 0h (Por convención nuestra)

Entre las funcionalidad de la Int 80h podemos citar a las funciones __write , __read,

Dichas funciones utilizan como parámetros los registros extendidos de 32 bits EBX, ECX y EDX. En estos registros debe estar un fd o file descriptor(donde escribir), el Buffer y finalmente el tamaño de lo que se va a escribir. Utilizamos, por comodidad y estilo, un posicionamiento con un offset del EBP para referenciar a cada uno de los parámetros de las funciones, en vez de pushear en el stack los mismos.

Dichas funciones utilizan las funciones de la libreria standar (implementadas por nosotros) para poder escribir y leer en pantalla.

Entre otras funcionalidades, citamos TickPos, la cual devuelve la posicion del proximo caracter a ser escrito, y PrintSomewhere, que dada una posición particular, imprime un arreglo de caracteres.

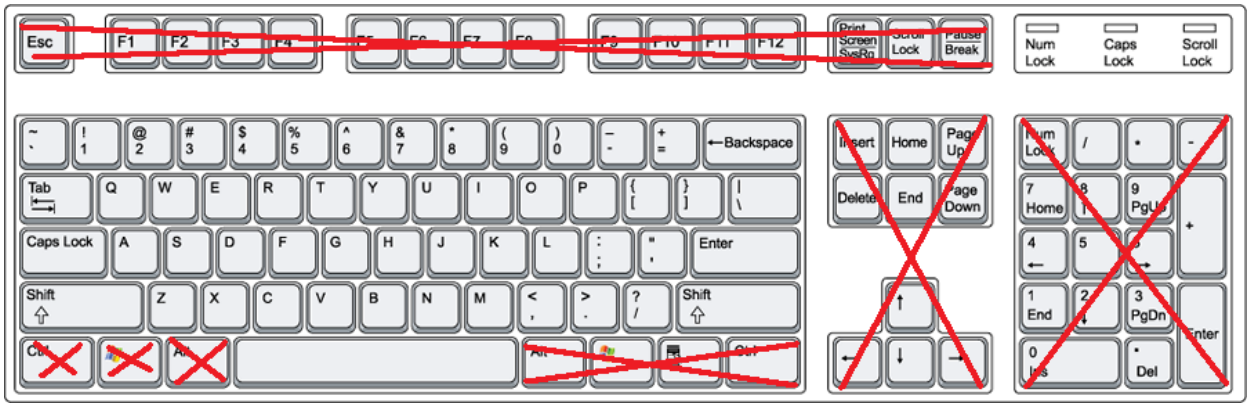
1.7. Printf(). Scanf(). PutChar() . GetChar()

Se implementaron las 4 funciones lo más similar al funcionamiento de la libreria standard.
Printf y Scanf se encuentran limitadas a la impresión únicamente de Enteros y Strings.
Se encadeno la llamada de printf y scanf con las funciones putchar y getchar, las cuales a su vez utilizan las funciones aun más básicas _read y _write.

1.8. Teclado

El teclado, en su implementación, cuenta con dos buffer. Uno denominado General, y otro de Entrada/Salida (E/S).
Las teclas al ser presionadas, ingresan al buffer general, cuya implementación es un buffer circular, para que luego el shell saque del mismo las teclas en el momento oportuno. El buffer de entrada y salida se utiliza para las funciones de dicha categoría. Ejemplo, getchar saca la primera tecla presionada del buffer, la cual ingreso allí por su correspondiente antagónico, putchar.
Asimismo, el teclado cuenta con dos diferentes idiomas, Español, el cual incluye acentos, eñe, y diferente mapeo de teclas. Y por lo contrario, se dispone del teclado Ingles, con otro mapeo de teclas diferente.
También se agregan las funcionalidades del Shift, para poner en mayúscula todos los caracteres, y agregar los caracteres especiales en el teclado numérico, sea signos de exclamación, pesos, etc. Además, se han implementado BloqMayus y Tab para agregar tabulaciones, entre otros comandos propios y comunes de un teclado standard.

En el siguiente dibujo se tachan las teclas que no tienen relevancia en este trabajo practico y las cuales no garantizamos funcionamiento esperado alguno.



1.9 Morse code vía Speaker.

En base a lo solicitado por la consigna, se incluyó la posibilidad de representación sonora de los caracteres.

Esto se realiza mediante la selección del modo MorseCode, con el comando de la shell denominado 'morse'.

Toda cadena de caracteres (solo letras) a la derecha del comando, se convierte en su correspondiente equivalente en Morse.

En base a un gran número de experimentaciones en la selección de una frecuencia audible adecuada que permita la correcta interpretación del código, finalmente concluimos que: los 440hz (aorrespondiente a una nota musical La Central), con un correspondiente tamaño de pausa entre caracter y caracter, y que triplicar el tamaño de una Raya en morse contra un punto, eran los indicados para tal fin.

Se han agregado funcionalidades especiales para el manejo del Speaker, como seleccionar un código Morse visual, mediante el comando visualmorse, el cual imprime el código Morse al mismo tiempo que lo amplifica por la salida.

También se puede seleccionar la velocidad de pitido, manteniendo por default la seleccionada bajo nuestro criterio.

1.10 Timer Tick.

Hemos adoptado la decisión que el TimerTick gobierne ciertos aspectos del funcionamiento del Kernel.

Gestiona la función wait(), que permite simular una pausa estipulada, y también maneja al RTC (Real Time Clock) actualizándolo segundo a segundo. La frecuencia del TimerTick es independiente del hardware y está fija en 55ms, lo cual independiza la temporalidad de la ejecución de las funcionalidades, sin tener en cuenta en que hardware se desarrolle.

1.11 Manejo de memoria.

El grub brindado por la cátedra nos deja el kernel para su uso en modo protegido y Flat, es

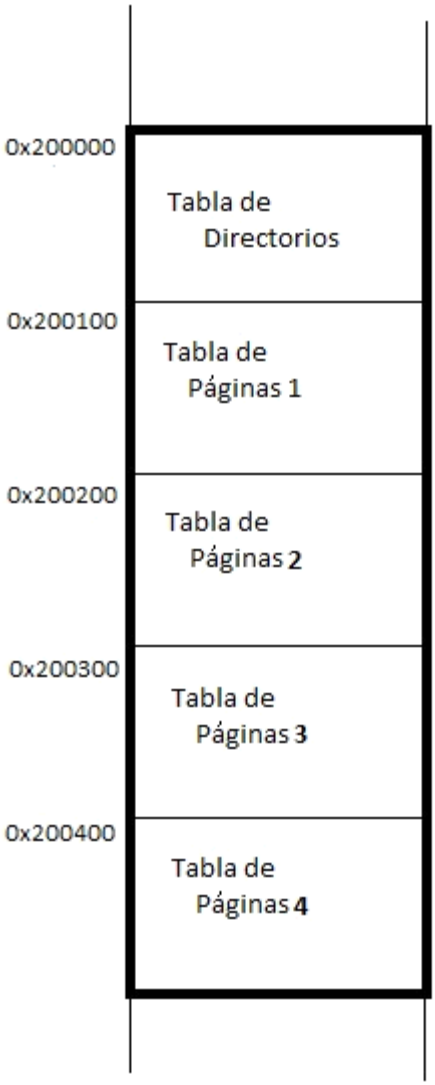
decir, un solo segmento. Al setear en 1 el bit 31 del registro CR0 del micro, este activa el modo de paginación, teniendo el registro CR3 la dirección de la tabla de Directorios.

A la hora de distribuir la memoria para el uso del usuario y del sistema propusimos la siguiente solución:

- Paginar (dividir la memoria en bloques de 4KB) hasta 16 MB.
- Tomar 4MB para el uso del sistema, y los 12MB restante para el usuario.
- Colocar la tabla de Directorios y las 4 páginas correspondientes al diseño propuesto en paginas contiguas, a partir de la dirección 0x200000.

Los 4MB para el uso del sistema son más que suficientes en nuestro trabajo practico, y dejamos memoria reservada para el sistema para un uso futuro.

El diagrama de memoria quedaría entonces de la siguiente manera, representando los 4KB que contienen la tabla de Directorios y las 4 páginas contiguas que paginan los 16MB del sistema:



Distribución de Tablas de Paginación

Llegado el momento de pedir un espacio de memoria para con el malloc, decidimos dar de a paginas, es decir, si me pedían una cantidad de memoria que no era múltiplo de 4KB, devolvíamos la cantidad de memoria pedida mas la necesaria para llegar a completar la página completa.

Nótese que con esta implementación tenemos la desventaja de perder memoria, pues si me pidiesen 1Byte, estaría dando 4KB.

Por lo tanto, como estoy devolviendo tantas páginas de memoria como me pidieron, decidimos utilizar los bits AVAIL de las entradas de las tablas de Páginas, con la siguiente

convención:

- AVAIL = 001b --> MEMORIA OCUPADA
- AVAIL = 000b --> MEMORIA LIBRE

Ahora se nos presentaba el siguiente inconveniente: si hacían dos mallocs seguidos y hacían free de uno de ellos, no tengo manera de saber cuántas páginas de memoria reserve para esa dirección.

Nuestra solución fue la siguiente: una estructura auxiliar (Array) en la cual guardaba las direcciones de memoria reservadas y la cantidad de páginas que tenía cada una.

Decidimos también, en esta implementación, dejar el tamaño de dicha estructura fijo, en particular, de 1024 posiciones. Así, nuestro sistema soporta solo 1024 direcciones de memoria reservadas a la vez.

1.12 CD Booteable.

Para la edición y quemado del CD Booteable con el Kernel AlFaJor, hemos utilizado la herramienta de .iso: mkisofs, con la siguiente secuencia de comandos

-pad -b tpe.img -R -o tpe.iso ./tpe.img

Lo cual nos produjo un archivo tpe.iso, el que finalmente terminamos grabando en un CD-RW Verbatim 700MB 8-12x, con la utilidad Brasero, para obtener el CD finalizado y correctamente funcionando.

2. Referencias y bibliografía consultada

Incluimos referencias en general a páginas de consulta para poder evadir los distintos problemas de desarrollo que se nos presentaron a la hora de desarrollo. Más que nada en la implementación del Speaker

Hemos encontrado muy valiosa las páginas web
http://www.daniweb.com/
http://www.osdev.com/
http://www.wikipedia.com/

Donde hemos encontrado cosas para el speaker http://www.daniweb.com/software-development/c/code/216802 y algunas cosas de Libreria standar, como implementaciones alternativas de putchar, scanf, tolower, atoi, scanint, etc.

También hemos obtenido la tabla de conversión morse de una implementación de dicho programa en la página ya mencionada.

Además, hemos consultado con los ayudantes de cátedra, y otros grupos de desarrollo del TPE, los cuales nos dieron una mano a la hora de ciertos inconvenientes con las frecuencias audibles del speaker, problemas de conversión, pasaje de parámetros y casteos, y discutimos mejoras en la implementación, performance, sugerencias de desarrollo, herramientas de debugging, etc.

Segunda Revisión: “Sistemas Operativos”

A continuación explicaremos aspectos de implementación con respecto a la segunda entrega de este trabajo práctico para la cátedra de Sistemas Operativos.

Se propuso añadirle al klernel booteable de la “Arquitecturas de las Computadoras”, las funcionalidades de un sistema operativo:

- Multitasking de dos modos: con y sin prioridades.
- Sistema de terminales.
- Estados en los procesos (READY, BLOCKED, RUNNING).
- Función de ejecución en background por medio del “&”.
- Mejoras en el sistema de manejo de memoria.
- Función top.

Scheduling y Multitasking

Se propuso el desarrollo de un scheduler con dos modos de multitasking: con y sin prioridades.

Para el shcheduler sin prioridades, se utiliza un simple algoritmo *round robín,* en el cual se extraen procesos de una cola, se lo ejecuta y se lo vuelve a encolar para seguir con el siguiente proceso. Si no hay procesos a ejecutar en la cola, se ejecuta el proceso *idle*, que consta de un simple “while(1)”.

Para el scheduler con prioridades, se les asignó a los procesos una variable que indica cuan prioritarios son, por medio de un valor entero entre 0 y 4, con el 0 como máxima prioridad.

Además, se utilizaron 5 colas para guardar los procesos, una para cada prioridad.

Para seleccionar cual es el siguiente proceso a ejecutar, se implemento el siguiente algoritmo:

```
   /* Algoritmo de Scheduling con prioridades */

   /* Colas de procesos, una por cada prioridad */
   Queue processes[CANT_PRIORITIES]
   PROCESS idle

   getNextProcess(){
      Si no hay ningún proceso, se devuelve el idle;

      n = random();/*  Valor entero entre [0,100) */

      /* Se elige un numero de prioridad, en función a que colas están vacías
y el numero n */
      p = f(colas vacías, n);

      Se devuelve el próximo proceso de la cola de prioridad p;
   }
```

En la función f del algoritmo, se encuentra una constante la cual depende de que colas estén vacías. Dicha constante se determinó experimentalmente.

Sistema de Terminales

Para implementar las terminales, se creó la estructura TTY que contiene un buffer de entrada y uno de salida. Cada terminal, entonces, es un proceso dónde se le asignan los valores de estos buffers. Al ejecutar la terminal, lo único que hace es lanzar su shell y luego bloquearse esperando a que su shell se muera. Idealmente, esto no debería pasar, a menos que alguien mate el shell adrede, impidiendo la futura utilización de la terminal.

Cuando un proceso crea otro, el proceso hijo hereda la terminal del padre, de esta forma cada proceso escribe o lee de los buffers de su terminal.

Al cambiar la terminal, se hace un backup de la terminal actual y se carga la nueva terminal y redirigen sus bufferes a los de entrada y salida. De esa forma automáticamente los programas ejecutando en la terminal que se fue pasan a imprimir y leer de los buffers de backup.

Para las terminales fue necesario repensar todo el código de entrada y salida porque antes se pensaba en un sólo buffer de salida y uno sólo de entrada. Al agregar las terminales todo lo que imprimía a pantalla (0xb8000) pasó a imprimir al buffer de salida de la terminal actual.

Si era la terminal activa el buffer sería el de la pantalla. Si no, se almacenaría en su buffer y cuando se cambiara a esa terminal, se cargaría ese buffer.

Sistema de Memoria

Se permite que al crear un proceso se pueda designar la cantidad máxima de páginas de stack y de heap. Se asigna en principio una página de heap al proceso, pero las páginas de stack se asignan todas. Esto último se hizo debido a que es más fácil manejar el stack si todas las páginas están contiguas. Si agrandáramos el stack dinámicamente, habría que estar continuamente moviendo el stack de lugar y manipulando la memoria para mantener las páginas contiguas.

Para el manejo de memoria, fue necesario implementar dos versiones de malloc: kmalloc, usada por kernel, y el otro malloc para el usuario. Como malloc se fija quién es el proceso actual y a ese proceso le asigna memoria, fue necesario agregar el kmalloc para aquellos casos en los que todavía no existe proceso corriendo (en la etapa de inicialización por ejemplo) o cuando se aloca memoria para el kernel.

Para implementarlos se utilizó una lista de headers que van antes de cada bloque alocado.
Los headers tienen tres campos: un puntero al siguiente header (NULL si es el último), el

tamaño del bloque que lo sigue y un estado: ocupado o desocupado. El estado se agregó para poder reutilizar bloques que se liberaban y así poder devolver el bloque en caso que estuviera disponible.

Para implementar el free simplemente se cambiaba la variable de estado a libre y se recorrían los bloques adyacentes hasta encontrar alguno que estuviera ocupado para así poder unir todos los bloques en un solo bloque más grande.

Estados en los procesos

Además de las colas donde se almacenan los procesos, se decidió agregar una "lista de procesos bloqueados". Así, cada vez que se llama al timertick, el scheduler decidirá en que estructura guardarlo en función a su estado, el cual puede ser BLOCKED, READY o RUNNING. Dicho estado se encuentra en una variable local de cada proceso.

Cuando un proceso se bloquea, se especifica además por qué es que se bloqueo. Así, en el unblock solo se recorre la lista procesos bloqueados y se analiza si se debe desbloquear al procesos con ese tipo de bloqueo.

Procesos en background

En esta parte del trabajo practico, solo se necesito validar si se coloco o no un "&" al final de cada comando y, de ser así, se ejecutaba el proceso sin bloquear al padre.

Función top

Se propuso la implementación de una función similar a la función top de Linux, la cual muestra en pantalla cuales son los procesos en el sistema, su estado y qué porcentaje de la CPU están utilizando a cada momento.

Para su desarrollo se implementó además la función wait, la cual bloquea al proceso y le inicializa una variable interna del proceso en la cantidad de tiempo requerida. Luego, por cada timertick, se llama al "unblock" de dicho tipo de bloqueo (el del wait) y, si es que dicha variable esta en 0, se desbloquea el procesos y pasa estar en estado READY; sino, solo se decrementa dicha variable.

Además, se agrego a cada proceso una variable entera (ticks), la cual se incrementa en 1 por cada timertick.

Luego, se implemento el siguiente algoritmo para la realización de top:

```
/* Algoritmo de la función Top */

While(1){
```

```
    Se setea en 0 la variable tick de cada proceso;

    Wait(x);

    Impresión ordenada de los datos;

}
```