



Sistemas Operativos 2

Unidad 1: Administración de memoria

Conceptos generales de la administración de memoria

René Ornelis
julio 2025

CONTENIDO

1	Introducción	4
2	Objetivo general de la administración de memoria	4
3	Jerarquía de dispositivos de memoria	4
4	Funciones de la administración de memoria.....	5
4.1	Relocalización.....	5
4.2	Compartición y protección.....	5
4.3	Asignación de memoria	5
5	Modos de operación del CPU	6
5.1	Modo usuario (User Mode).....	6
5.2	Modo kernel (Kernel Mode o Supervisor Mode)	6
5.3	Modo virtualización (Virtualization Mode).....	6
5.4	Modo de administración de sistema (System Management Mode, SMM).....	7

Índice de figuras

Figura 1: Jerarquía de dispositivos de memoria	4
--	---

ADMINISTRACIÓN DE MEMORIA

"los programas se expanden con el fin de llenar la memoria"

1 Introducción

En todos los sistemas operativos y la gran mayoría de aplicaciones, es necesario el manejo de memoria dinámica, por lo que se hace necesario entender, cómo el sistema operativo realiza dicho manejo, para tener mejores criterios respecto al funcionamiento de las estructuras de datos. Además, todos los procesos a ejecutarse necesitan primero subirse a memoria.

El sistema operativo es responsable de administrar la **memoria real** de la computadora y presentar a los procesos un espacio de **memoria lógico** en el cual pueda trabajar con la garantía de que otro proceso no va a interferir en su memoria ni que dicho proceso interferirá en la memoria de otro.

2 Objetivo general de la administración de memoria

Lograr un balance óptimo entre la usabilidad y el rendimiento del sistema

3 Jerarquía de dispositivos de memoria

En la terminología de computación cuando se habla de memoria no solo se refiere a la RAM, sino también a una serie de dispositivos que almacenan información y que debe administrar el sistema operativo. Para realizar esta administración, primero se clasifican los diferentes dispositivos de memoria, según sus características en una jerarquía tal como se muestra en la Figura 1. **Error! Reference source not found.** Esta jerarquía consta de los siguientes niveles:

1. **Memoria interna o volátil (inboard):**

Es la memoria principal y se caracteriza por ser el dispositivo de memoria de mayor velocidad y usualmente los más caro, que está integrado en la tarjeta madre. Entre estos dispositivos están los registros del procesador, la memoria caché y la memoria RAM.

2. **Memoria externa o persistente (offboard):**

Es el tipo de dispositivo de almacenamiento que tiene la característica de la persistencia y no está integrado en la tarjeta madre. Son más lentos que la memoria interna, pero más baratos. Ejemplo de estos dispositivos son los discos duros y discos ópticos.

3. **Memoria fuera de línea o extraíble (offline):** Está conformado por dispositivos como las cintas magnéticas, discos magnético-ópticos y discos de una escritura (Write Once,

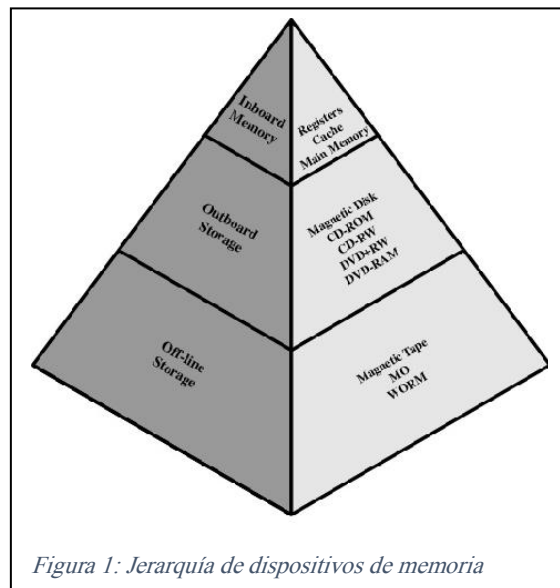


Figura 1: Jerarquía de dispositivos de memoria

Read Many), que se caracterizan por su alta capacidad de almacenamiento (menor precio), pero una mayor lentitud en las operaciones de lectura y escritura.

4 Funciones de la administración de memoria

Para lograr el objetivo general de balance del rendimiento entre usabilidad y rendimiento, el subsistema de administración de memoria del sistema operativo debe cumplir con tres funciones:

- Relocalización
- protección y compartición
- asignación

4.1 Relocalización

Es la habilidad del sistema operativo para colocar la memoria lógica de un proceso en diferentes partes de la memoria real, según las necesidades del sistema operativo, sin que el proceso se vea afectado ni el programador deba tomar medidas al respecto.

4.2 Compartición y protección

Cada proceso necesita la garantía de que ningún otro proceso va a afectar su memoria y de la misma forma, dicho proceso no puede afectar la memoria de otros. El sistema operativo debe proporcionar esta garantía a través de la función de **protección**.

Adicionalmente, los procesos tienen diferentes necesidades de colaboración con otros procesos por lo que necesitan definir áreas comunes de código (código reentrante) y de datos (áreas críticas). El sistema operativo también debe proveer los mecanismos para que los procesos puedan compartir explícitamente su memoria, según sus necesidades. Esta debe ser la única forma en que un proceso pueda acceder la memoria de otro proceso.

Como veremos más adelante, los mecanismos para proveer esta función han evolucionado desde los registros límite, hasta la paginación y segmentación.

4.3 Asignación de memoria

Todo proceso, luego de iniciarse, requerirá de inmediato memoria dinámica. De hecho, el sistema operativo asignará memoria al proceso como parte del proceso de carga en memoria: espacio para su código y para sus datos estáticos.

También, eventualmente, los procesos indicarán al sistema operativo que ya no utilizarán la memoria solicitada, por lo que el sistema operativo dispondrá de esta para otros procesos o para el mismo sistema operativo. En último caso, al finalizar un proceso, el sistema operativo tomará toda la memoria asignada a dicho proceso como una liberación.

Estas operaciones de asignación y liberación de memoria las debe proveer el sistema operativo de forma que garantice los principios de relocalización y protección.

5 Modos de operación del CPU

Los diferentes modos de operación de un CPU se refieren a los distintos estados en los que puede funcionar el procesador, cada uno con niveles diferentes de privilegios y capacidades. Aquí están los modos de operación más comunes:

5.1 Modo usuario (User Mode)

- Este es el modo en el que se ejecutan las aplicaciones normales y los programas de usuario.
- Las instrucciones y operaciones están restringidas a un conjunto limitado que no puede acceder directamente a hardware crítico ni a áreas protegidas del sistema operativo.
- Está en operación el Memory Management Unit (MMU).

5.2 Modo kernel (Kernel Mode o Supervisor Mode)

- También conocido como modo supervisor o modo núcleo.
- Este modo permite al procesador tener acceso completo a todos los recursos del hardware y ejecutar cualquier instrucción.
- El sistema operativo y los controladores de dispositivos funcionan en este modo para gestionar recursos compartidos y garantizar la seguridad y la integridad del sistema.
- El modo kernel tiene privilegios más altos que el modo usuario y puede realizar operaciones que podrían afectar al sistema en su conjunto.

5.3 Modo virtualización (Virtualization Mode)

El modo de virtualización es un concepto que se refiere a un modo de operación del CPU en el que un hipervisor (un software especializado) tiene el control completo de la CPU y puede permitir que múltiples sistemas operativos virtualizados (máquinas virtuales) se ejecuten de manera simultánea sobre el hardware físico. Este modo habilita la capacidad de crear entornos de ejecución aislados, donde cada máquina virtual actúa como si tuviera acceso exclusivo al hardware, pero en realidad, el hipervisor controla todo el acceso a los recursos físicos.

En el contexto de un hipervisor, el CPU ejecuta en un modo de alta privilegiado para controlar las máquinas virtuales. Sin embargo, la máquina virtual en sí tiene un nivel de privilegio más bajo, similar al modo de usuario del sistema operativo y cada máquina virtual está aislada y tiene su propia "copia" del sistema operativo. El hipervisor actúa como intermediario entre las máquinas virtuales y el hardware.

El CPU tiene que soportar un modo especial para permitir la ejecución eficiente de las máquinas virtuales, lo cual puede implicar el uso de instrucciones específicas de virtualización (por ejemplo, Intel VT-x o AMD-V).

5.4 Modo de administración de sistema (System Management Mode, SMM)

El System Management Mode es un modo de operación altamente privilegiado y aislado en los procesadores modernos, diseñado para manejar tareas de bajo nivel, como la gestión de la energía, la monitorización del hardware, la seguridad y la recuperación ante fallos. El procesador entra en este modo para ejecutar firmware o rutinas de bajo nivel llamadas System Management Interrupts (SMI).

SMM tiene un nivel de privilegio más alto que el modo kernel o de usuario, es decir, el procesador puede acceder directamente a todo el hardware sin restricciones y es independiente del sistema operativo: Cuando el procesador entra en SMM, el sistema operativo no tiene control directo sobre lo que está sucediendo. El código que se ejecuta en este modo es completamente independiente del sistema operativo.

Generalmente se utiliza para manejar eventos como:

- Gestión avanzada de la energía (por ejemplo, cuando un sistema entra en modo de ahorro de energía o hibernación).
- Control de hardware específico (como la actualización de firmware o la corrección de errores de hardware).
- Monitoreo de la temperatura del procesador y otros componentes.

En algunas implementaciones, SMM se utiliza para operaciones de seguridad como protección de la memoria o claves criptográficas.

Debido a que SMM es tan privilegiado y se ejecuta independientemente del sistema operativo, es una posible fuente de vulnerabilidades si no está debidamente protegido, como lo demuestra en algunos incidentes de seguridad de firmware.