

Teoría de Sistema Operativos

Introducción



Introducción

- Qué realiza un Sistema Operativo ?
- Organización de un Computador
- Arquitectura de un Sistema Informático
- Estructura de un Sistema Operativo
- Operaciones de un Sistema Operativo
- Gestión de Procesos
- Gestión de Memoria
- Gestión de Almacenamiento
- Protección y Seguridad
- Estructura de Kernel
- Ambientes de Computación
- Sistema Operativos Open-Source (Código Abierto)

Objetivos

- Describir la organización básica de los sistemas informáticos
- Proporcionar una visión de los principales componentes de los sistemas operativos
- Dar una visión general de los muchos tipos de entornos informáticos
- Explorar varios sistemas operativos de código abierto

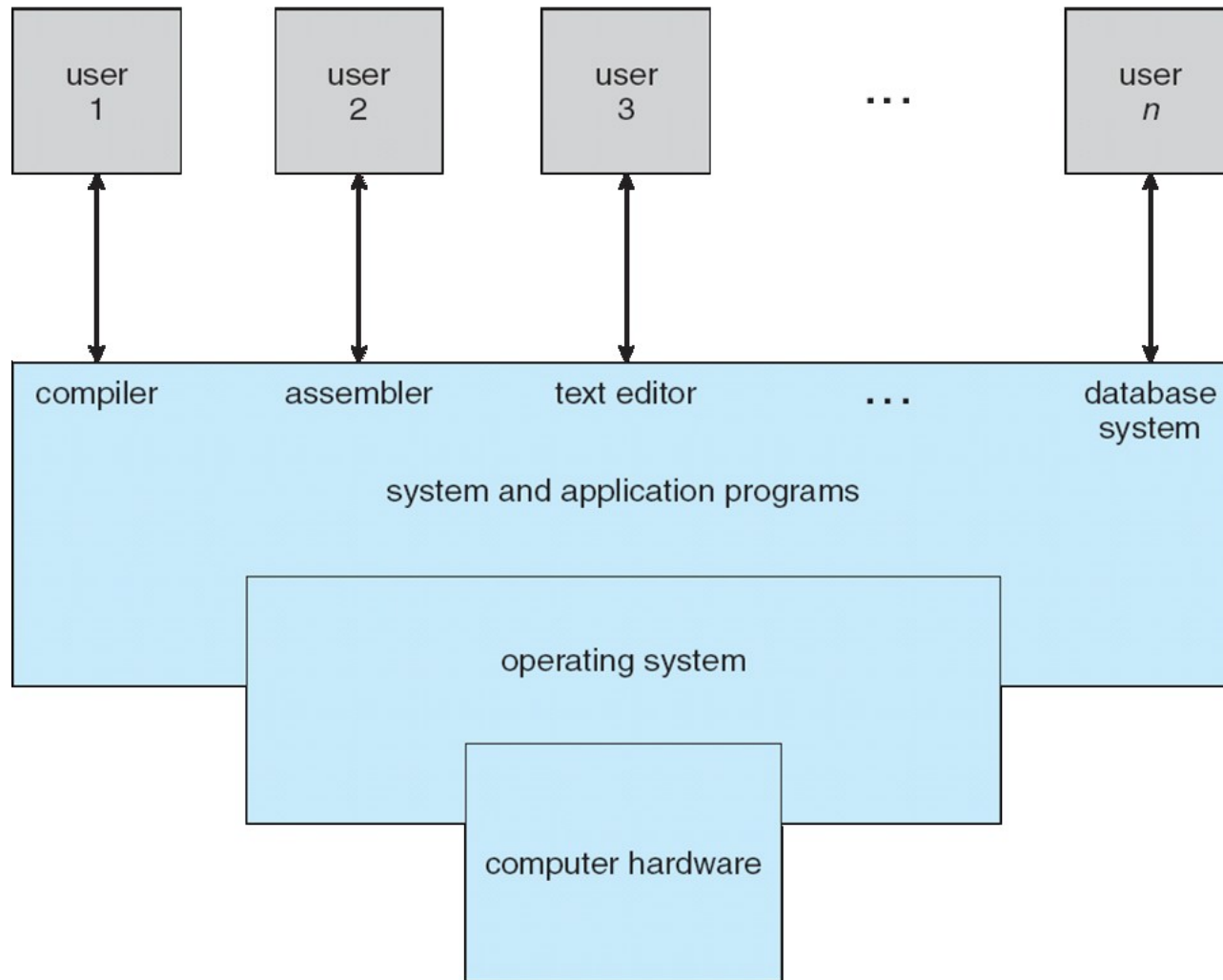
Qué es un Sistema Operativo?

- Un programa que actúa como intermediario entre un usuario de una computadora y el hardware de la computadora.
- Objetivos del sistema operativo:
 - Ejecutar programas de usuario y facilitar la solución de problemas de usuario.
 - Facilitar el uso del sistema informático.
 - Utilizar el hardware de forma eficiente.

Organización de un Computador

- El sistema informático se puede dividir en cuatro componentes:
 - Hardware - proporciona recursos informáticos básicos
 - CPU, memoria, dispositivos de E/S
 - Sistema operativo
 - Controla y coordina el uso del hardware entre varias aplicaciones y usuarios
 - Programas de aplicación - definir las formas en que los recursos del sistema se utilizan para resolver los problemas informáticos de los usuarios
 - Procesadores de textos, compiladores, navegadores web, sistemas de bases de datos, videojuegos
 - Usuarios
 - personas, máquinas, otros ordenadores

Cuatro componentes de un Sistema Computacional



Qué realiza el Sistema Operativo?

- Depende del punto de vista
- Los usuarios quieren comodidad, facilidad de uso y buen rendimiento
- No se preocupan por la utilización de los recursos
- Pero la computadora compartida tal como mainframe o minicomputador debe mantener a todos los usuarios felices.
- Los usuarios de sistemas dedicados tales como estaciones de trabajo tienen recursos dedicados, pero frecuentemente usan recursos compartidos de servidores.

Qué realiza el Sistema Operativo?

- Las computadoras portátiles son pobres en recursos, optimizadas para usabilidad y duración de la batería.
- Algunas computadoras tienen poca o ninguna interfaz de usuario, como computadoras incrustadas en dispositivos y automóviles.

Definición de Sistema Operativo

- El sistema operativo es un asignador de recursos
 - Gestiona todos los recursos
 - Decide entre las peticiones contradictorias de un uso eficiente y justo de los recursos
- OS es un programa de control
 - Controla la ejecución de programas para evitar errores y el uso inadecuado del equipo.

Definición de Sistema Operativo

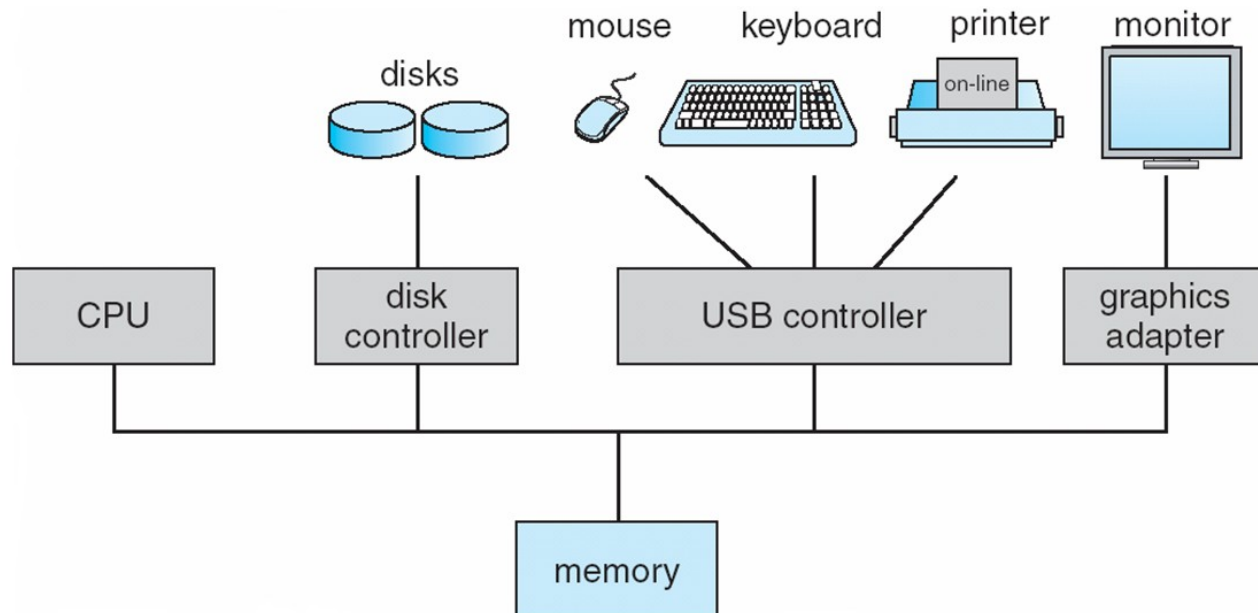
- Ninguna definición universalmente aceptada.
- "Todo lo que un distribuidor suministra cuando se pide un sistema operativo" es una buena aproximación.
- Pero varía enormemente de un sistema a otro.
- "El programa que se ejecuta continuamente en el computador" (usualmente denominado kernel).
- Todo lo demás es
 - Un programa de sistema (se entrega con el sistema operativo), o
 - Un programa de aplicación.

Inicio Computador

- **bootstrap program** es cargado cuando se enciende o reinicia.
 - Típicamente se almacena en ROM o EPROM, conocido como **firmware**.
 - Inicializa todos los aspectos del sistema.
 - Carga el kernel del sistema operativo y inicia la ejecución.

Organización de un Computador

- Operación Sistema Computaciones
 - Una o más CPUs, los controladores de dispositivos se conectan a través de un bus común que proporciona acceso a la memoria compartida.
 - Ejecución simultánea de CPUs y dispositivos que compiten por ciclos de memoria.



Operación Sistema Computacional

- Los dispositivos de E/S y la CPU pueden ejecutarse simultáneamente.
- Cada controlador de dispositivo está a cargo de un tipo de dispositivo particular.
- Cada controlador de dispositivo tiene un búfer local.
- La CPU mueve los datos de/a la memoria principal hacia/desde los búferes locales
- I/O es desde el dispositivo hasta el buffer local del controlador.
- El controlador de dispositivo informa a la CPU que ha terminado su operación causando una interrupción.

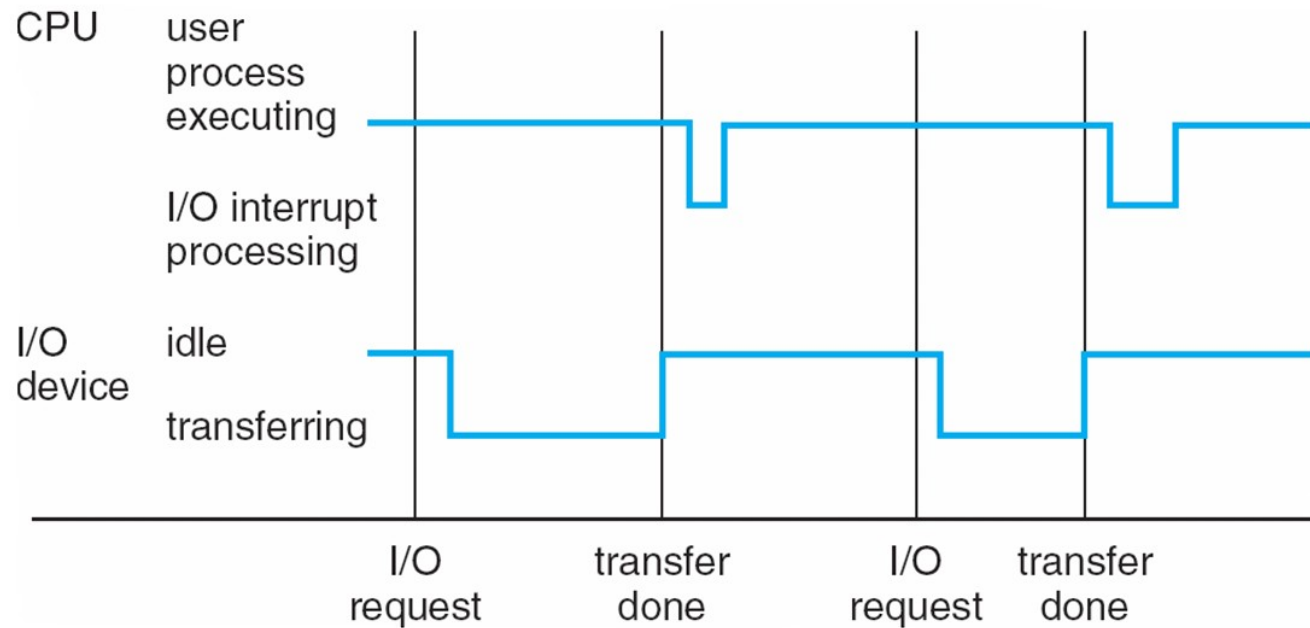
Funciones Comunes de Interrupciones

- La interrupción transfiere el control a la rutina de servicio de interrupción generalmente, a través del vector de interrupción, que contiene las direcciones de todas las rutinas de servicio.
- La arquitectura de interrupción debe guardar la dirección de la instrucción interrumpida.
- Excepción es una interrupción generada por software causada por un error o una petición del usuario.
- Un sistema operativo es controlado por interrupción.

Manejo de interrupciones

- El sistema operativo conserva el estado de la CPU almacenando los registros y el contador de programas.
- Determina qué tipo de interrupción ha ocurrido:
 - **polling**
 - **vectored** interrupt system
- Segmentos separados de código determinan qué acción debe tomarse para cada tipo de interrupción.

Interrupción



Estructura I/O

- Después de que la I/O se inicia, el control regresa al programa de usuario sólo después del término de I/O
 - La instrucción de espera inactiva la CPU hasta la siguiente interrupción.
 - Bucle de espera (contención para acceso a memoria).
 - Como máximo, una solicitud de I/O está pendiente a la vez, sin procesamiento simultáneo de I/O.

Estructura I/O

- Una vez iniciada la I/O, el control regresa al programa de usuario sin esperar a que se complete la I/O
 - Llamada del sistema: solicita al sistema operativo para que el usuario pueda esperar a que se complete la I/O.
 - La tabla de estado del dispositivo contiene entrada para cada dispositivo de I/O que indica su tipo, dirección y estado.
 - El sistema operativo indexa en la tabla del dispositivo de I/O para determinar el estado del dispositivo y modificar la entrada de la tabla para incluir la interrupción

Estructura Almacenamiento

- Memoria principal - sólo los medios de almacenamiento de gran tamaño que la CPU puede acceder directamente.
 - Acceso aleatorio.
 - Típicamente volátil.
- Almacenamiento secundario: extensión de la memoria principal que proporciona una gran capacidad de almacenamiento no volátil.
- Discos duros - discos rígidos de metal o vidrio cubiertos con material de grabación magnético.
 - La superficie del disco se divide lógicamente en pistas, que se subdividen en sectores.
 - El controlador de disco determina la interacción lógica entre el dispositivo y la computadora.

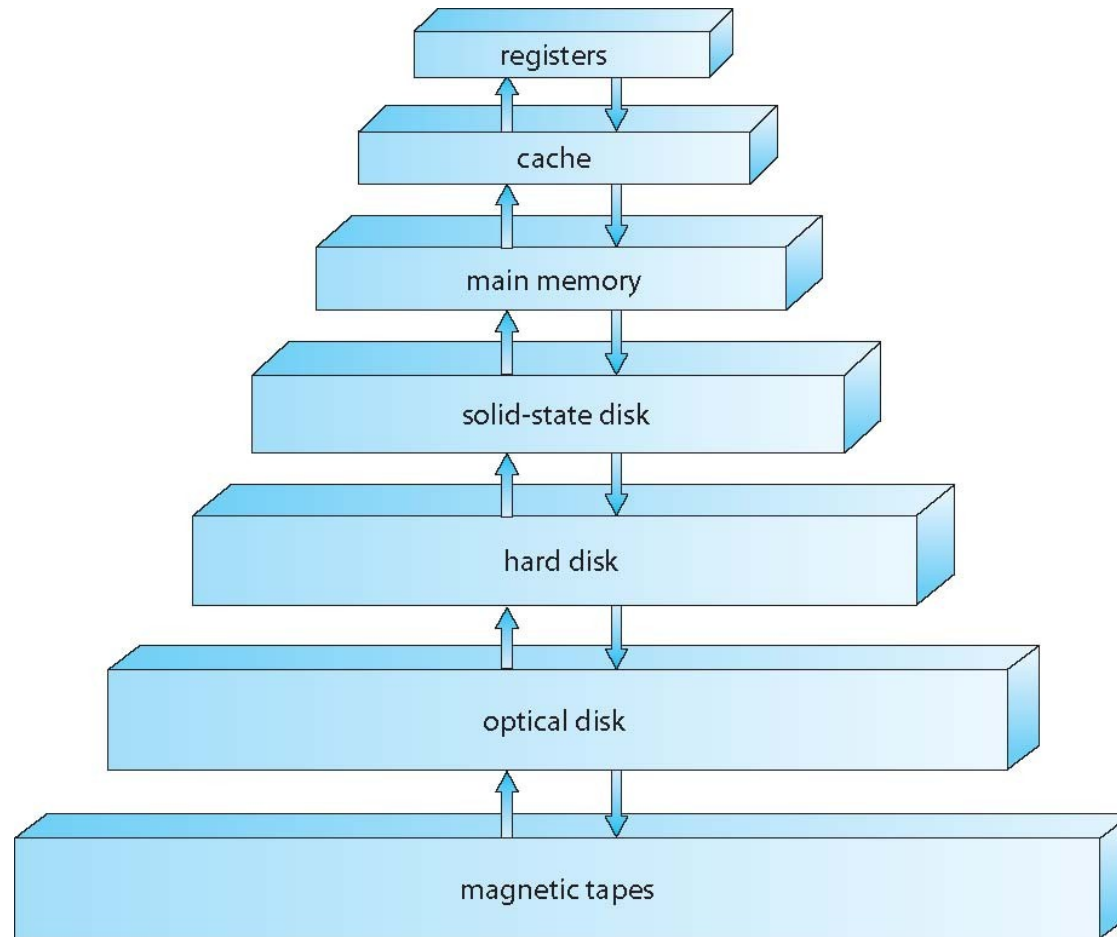
Estructura Almacenamiento

- Discos de estado sólido - más rápidos que los discos duros, no volátiles.
 - Varias tecnologías.
 - Más popular.

Jerarquía de Almacenamiento

- Sistemas de almacenamiento organizados en jerarquía:
 - Velocidad.
 - Costo.
 - Volatilidad.
- Almacenamiento en caché: copia la información en un sistema de almacenamiento más rápido; Memoria principal se puede ver como un caché para el almacenamiento secundario.
- Controlador de dispositivo para cada controlador de dispositivo para administrar I/O.
 - Proporciona una interfaz uniforme entre el controlador y el kernel

Jerarquía de Almacenamiento



Caching

- Principio importante, realizado en muchos niveles en una computadora (en hardware, sistema operativo, software).
- La información en uso se copió temporalmente de un almacenamiento más lento a un almacenamiento más rápido.

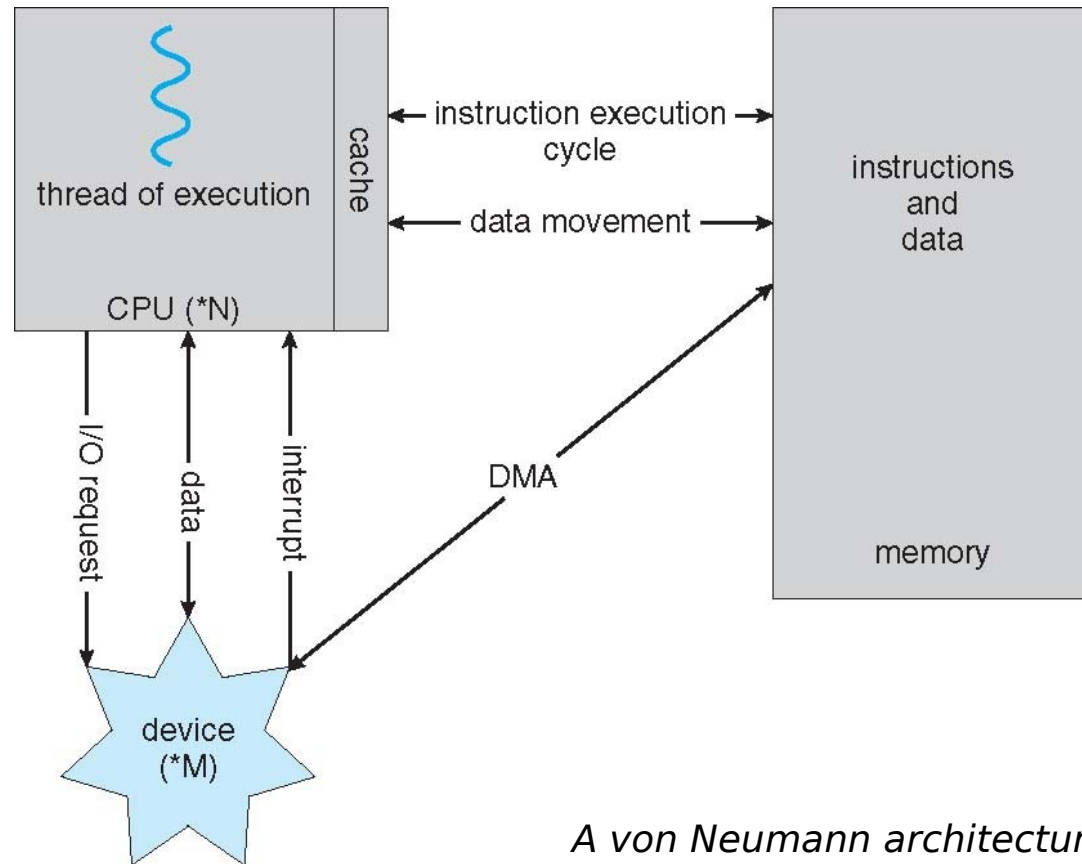
Caching

- Se comprueba primero el almacenamiento más rápido (caché) para determinar si hay información.
 - Si lo es, la información se utiliza directamente desde la caché (rápido).
 - Si no es así, los datos se copiarán en caché y se utilizarán allí.
- Caché más pequeño que el almacenamiento.
 - Problema importante de diseño de la gestión de caché
 - Tamaño de caché y política de reemplazo.

Estructura de Acceso Directo a la Memoria (DMA)

- Se utiliza para dispositivos de I/O de alta velocidad capaces de transmitir información a velocidades cercanas a la memoria.
- El controlador de dispositivo transfiere bloques de datos del almacenamiento de búfer directamente a la memoria principal sin intervención de la CPU.
- Sólo se genera una interrupción por bloque, en lugar de una interrupción por byte.

Cómo funcionan los computadores modernos



A von Neumann architecture

Arquitectura de un Sistema computacional

- La mayoría de los sistemas utilizan un único procesador de uso general
 - La mayoría de los sistemas tienen procesadores especiales
- Sistemas multiprocesadores crecen en uso e importancia
 - También conocidos como sistemas paralelos, sistemas de acoplamiento estrecho.

Arquitectura de un Sistema computacional

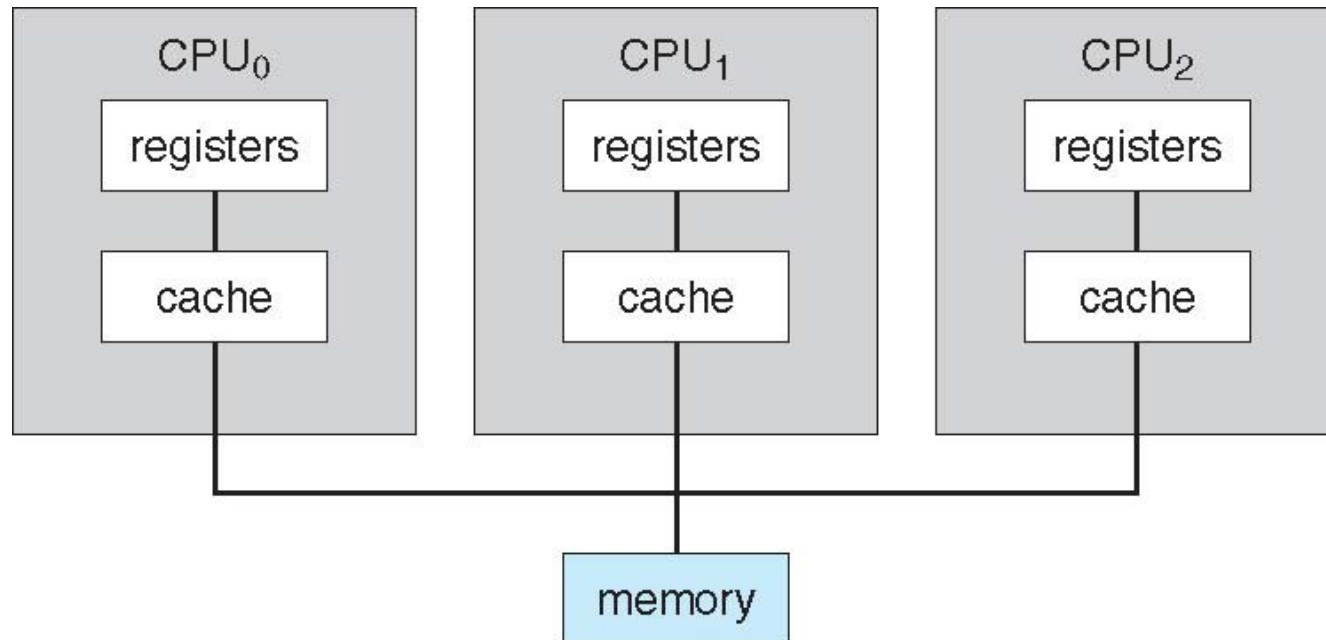
- Ventajas incluyen:

1. Mayor rendimiento
2. Economía de escala
3. Mayor fiabilidad - degradación o tolerancia a fallos

Dos tipos:

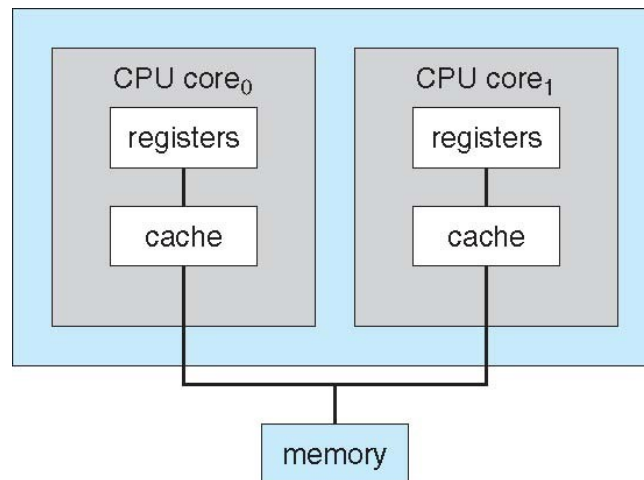
4. Multiprocesamiento asimétrico: a cada procesador se le asigna una tarea.
5. Multiprocesamiento simétrico: cada procesador realiza todas las tareas.

Arquitectura de multiprocesamiento simétrico



Diseño Dual-Core

- Multi-chip y multicore
- Sistemas que contienen todos los chips
 - Chasis que contiene múltiples sistemas separados



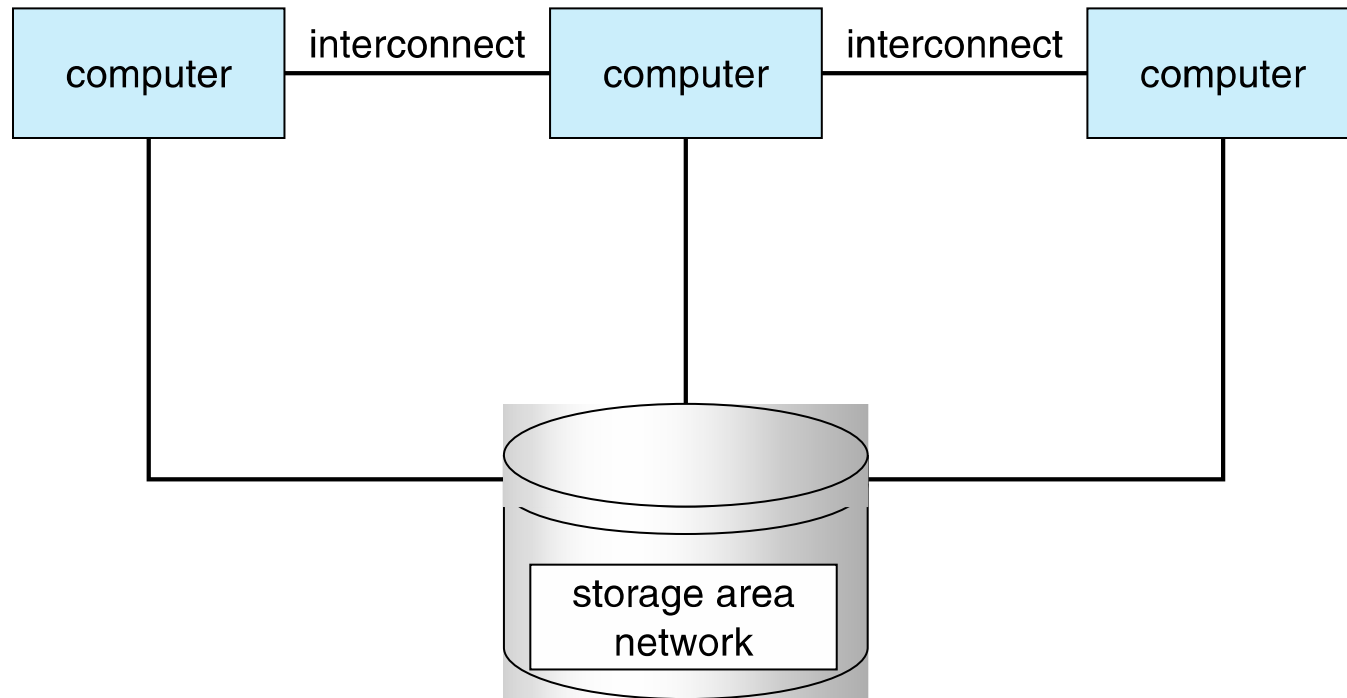
Sistemas Cluster

- Igual que los sistemas multiprocesador, pero múltiples sistemas trabajando juntos
 - Por lo general, compartir el almacenamiento a través de una red de área de almacenamiento (SAN)
 - Proporciona un servicio de alta disponibilidad que sobrevive fallas:
 - La agrupación asimétrica tiene una máquina en modo de espera en caliente.
 - El agrupamiento simétrico tiene múltiples nodos ejecutando aplicaciones, supervisándose mutuamente.

Sistemas Cluster

- Algunos clusters son para computación de alto rendimiento (HPC)
 - Las aplicaciones deben escribirse para usar la paralelización
- Algunos han distribuido el administrador de bloqueo (DLM) para evitar operaciones en conflicto

Sistemas Cluster



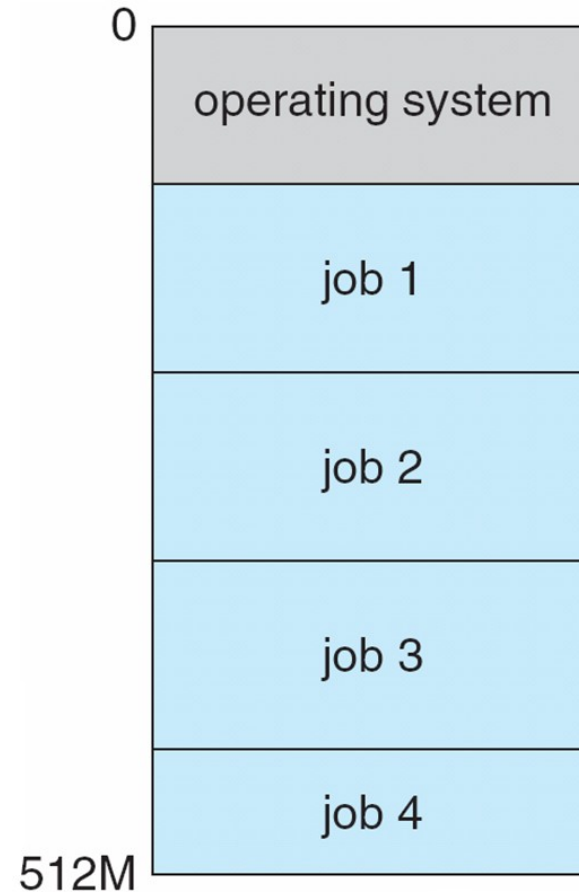
Estructura del Sistema Operativo

- Multiprogramación (sistema por lotes) necesaria para la eficiencia
 - Un solo usuario no puede mantener la CPU y los dispositivos de I/O ocupados en todo momento
 - La multiprogramación organiza trabajos (código y datos) para que la CPU siempre tenga uno para ejecutar
 - » Un subconjunto de trabajos totales en el sistema se mantiene en la memoria
 - Se seleccionó un trabajo y se ejecutó mediante programación de trabajos
 - Cuando tiene que esperar (para I/O por ejemplo), OS cambia a otro trabajo

Estructura del Sistema Operativo

- Timesharing (multitasking) es una extensión lógica en la que la CPU cambia los trabajos con tanta frecuencia que los usuarios pueden interactuar con cada trabajo mientras se está ejecutando, creando computación interactiva
 - El tiempo de respuesta debe ser <1 segundo.
 - Cada usuario tiene al menos un programa ejecutándose en la memoria proceso.
 - Si varios trabajos están listos para ejecutarse al mismo tiempo se dispone de una Organización de CPU.
 - Si los procesos no caben en la memoria, el intercambio los mueve hacia dentro y fuera para su ejecución.
 - La memoria virtual permite la ejecución de procesos que no se encuentran completamente en memoria.

Disposición de la memoria para el sistema multiprogramado



Operaciones del Sistema Operativo

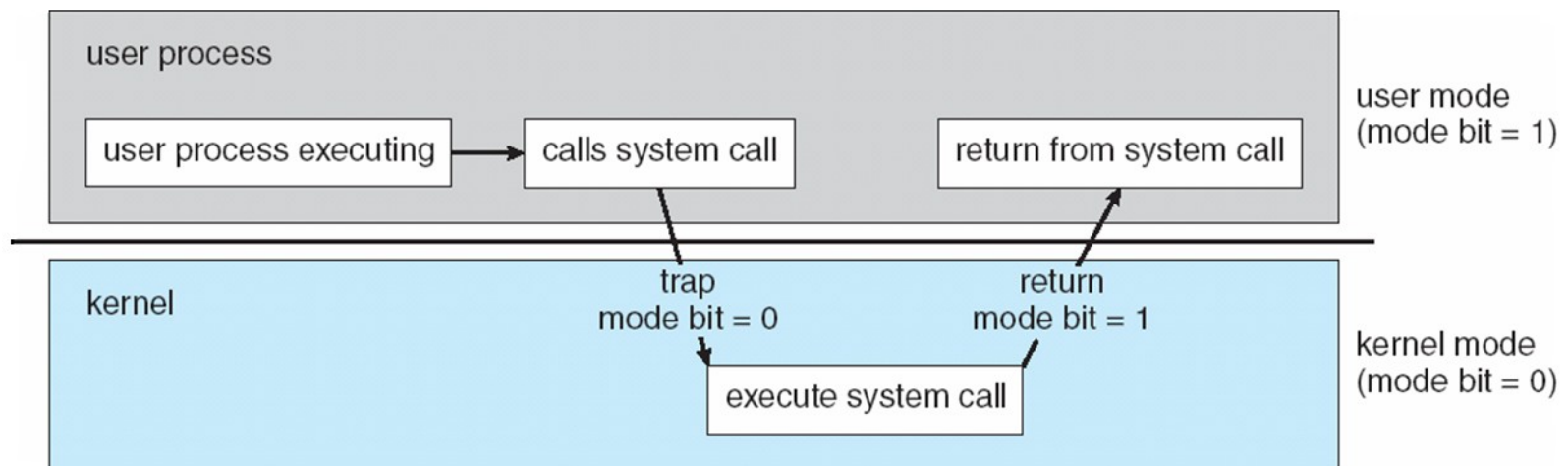
- Manejador de Interrupciones (hardware y software)
 - Interrupción de hardware por uno de los dispositivos
 - Interrupción del software (excepción o interrupción):
 - Error de software (por ejemplo, división por cero)
 - Solicitud de servicio del sistema operativo
 - Otros problemas de proceso incluyen bucle infinito, procesos que se modifican entre sí o el sistema operativo

Operaciones del Sistema Operativo

- La operación en modo dual permite al sistema operativo protegerse a sí mismo y de otros componentes del sistema
 - Modo usuario y modo kernel
 - Bit de modo proporcionado por el hardware
 - Proporciona la capacidad de distinguir cuando el sistema está ejecutando código de usuario o código de kernel
 - Algunas instrucciones designadas como privilegiadas, sólo ejecutables en modo kernel
 - La llamada del sistema cambia el modo al kernel, el retorno de la llamada lo restablece al usuario
- Cada vez más CPUs soportan operaciones multi-modo
 - Es decir, el modo de administrador de máquina virtual (VMM) para las máquinas virtuales alojadas

Transición del usuario al modo kernel

- Timer para evitar el use infinito de los recursos debido a bucles / procesos.
 - El temporizador está configurado para interrumpir el equipo después de un cierto período de tiempo.
 - Mantiene un contador que es decrementado por el reloj físico.
 - Sistema operativo configura el contador (instrucción privilegiada)
 - Cuando el contador cero genera una interrupción
 - Configurar antes de programar el proceso para recuperar el control o finalizar el programa que excede el tiempo asignado



Gestión de Procesos

- Un proceso es un programa en ejecución. Es una unidad de trabajo dentro del sistema. El programa es una entidad pasiva, el proceso es una entidad activa.
- El proceso necesita recursos para llevar a cabo su tarea.
 - CPU, memoria, I/O, archivos.
 - Datos de inicialización.
- La terminación del proceso requiere la recuperación de cualquier recurso reutilizable.
- El proceso de un solo hilo tiene un contador de programa que especifica la ubicación de la siguiente instrucción a ejecutar.

Gestión de Procesos

- El proceso ejecuta las instrucciones secuencialmente, una a la vez, hasta su finalización.
- El proceso de múltiples hilos tiene un contador de programa por hilo.
- Normalmente, el sistema tiene muchos procesos, algunos de usuarios, algunos del sistema operativo que se ejecutan simultáneamente en una o más CPU
- Concurrencia multiplexando las CPUs entre los procesos / subprocesos

Actividades de Gestión de Procesos

El sistema operativo es responsable de las siguientes actividades relacionadas con la gestión de procesos:

- Creación y eliminación de procesos tanto del usuario como del sistema.
- Suspende y reanuda procesos.
- Proporcionar mecanismos para la sincronización de procesos.
- Proporcionar mecanismos para la comunicación de procesos.
- Proporcionar mecanismos para la gestión de interbloqueos.

Gestión de Memoria

- Para ejecutar un programa, todas o parte de las instrucciones deben estar en la memoria.
- Todos o parte de los datos que necesita el programa debe estar en la memoria.
- La gestión de memoria determina qué hay en la memoria y cuándo
 - Optimización de la utilización de la CPU y respuesta de la computadora a los usuarios
- Actividades de gestión de memoria
 - Seguimiento de las partes de la memoria que se están utilizando actualmente y por quién
 - Decidir qué procesos (o partes de los mismos) y datos para moverse dentro y fuera de la memoria
 - Asignar y desasignar espacio de memoria según sea necesario.

Gestión del Almacenamiento

- OS proporciona una visión uniforme y lógica del almacenamiento de información
 - Resume las propiedades físicas de la unidad de almacenamiento lógico - archivo
 - Cada medio es controlado por dispositivo (es decir, unidad de disco, unidad de cinta)
 - Poseen varias propiedades: incluyen velocidad de acceso, capacidad, velocidad de transferencia de datos, método de acceso (secuencial o aleatorio)

Gestión del Almacenamiento

- Gestión del sistema de archivos
 - Archivos normalmente organizados en directorios
 - Control de acceso en la mayoría de los sistemas para determinar quién puede acceder a qué
 - Las actividades del SO incluyen
 - Creación y eliminación de archivos y directorios
 - Primitivas para manipular archivos y directorios
 - Asignación de archivos en el almacenamiento secundario
 - Archivos de copia de seguridad en medios de almacenamiento estables (no volátiles)

Gestión de almacenamiento masivo

- Por lo general, los discos utilizados para almacenar datos que no caben en la memoria principal o los datos que deben mantenerse durante un período de tiempo "largo"
- Una gestión adecuada es suma importancia
- Toda la velocidad de las operaciones de la computadora dependen del subsistema de disco y sus algoritmos.
- Actividades de SO
 - Gestión de espacios libres
 - Asignación de almacenamiento
 - Manejo del disco

Gestión de almacenamiento masivo

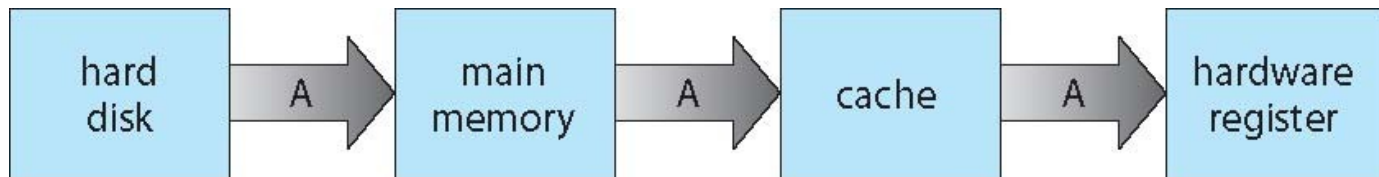
- El almacenamiento no necesita ser rápido
 - El almacenamiento terciario incluye almacenamiento óptico, cinta magnética.
 - Todavía debe ser administrado por SO o aplicaciones
 - Varía entre WORM (write-once, read-many-times) y RW (lectura-escritura)

Rendimiento de varios niveles de almacenamiento

Level	1	2	3	4	5
Name	registers	cache	main memory	solid state disk	magnetic disk
Typical size	< 1 KB	< 16MB	< 64GB	< 1 TB	< 10 TB
Implementation technology	custom memory with multiple ports CMOS	on-chip or off-chip CMOS SRAM	CMOS SRAM	flash memory	magnetic disk
Access time (ns)	0.25 - 0.5	0.5 - 25	80 - 250	25,000 - 50,000	5,000,000
Bandwidth (MB/sec)	20,000 - 100,000	5,000 - 10,000	1,000 - 5,000	500	20 - 150
Managed by	compiler	hardware	operating system	operating system	operating system
Backed by	cache	main memory	disk	disk	disk or tape

Migración de datos "A" de disco a registro

- Los entornos multitarea deben tener cuidado de usar el valor más reciente, sin importar dónde esté almacenado en la jerarquía de almacenamiento.



- El entorno multiprocesador debe proporcionar coherencia de caché en el hardware de tal manera que todas las CPUs tengan el valor más reciente en su caché.
- Situación del entorno distribuido aún más compleja
 - Pueden existir varias copias de un dato.

Subsistema I/O

- Un propósito de OS es ocultar las características de los dispositivos de hardware del usuario
- Subsistema de I/O responsable de:
 - Gestión de memoria de I/O incluyendo almacenar en memoria intermedia (almacenar datos temporalmente mientras se está transfiriendo), almacenamiento en caché (almacenar partes de datos en un almacenamiento más rápido para el rendimiento), cola (la superposición de salida de un trabajo con la entrada de otros trabajos)
 - Interfaz general del controlador del dispositivo
 - Controladores para dispositivos de hardware específicos

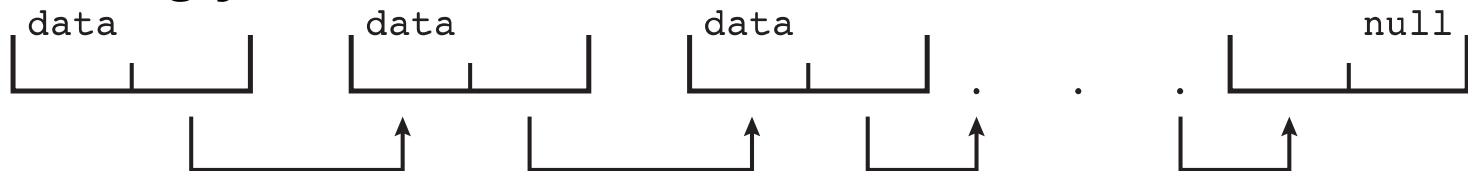
Protección y Seguridad

- Protección - cualquier mecanismo para controlar el acceso de procesos o usuarios a recursos definidos por el sistema operativo
- Seguridad - defensa del sistema contra ataques internos y externos
 - Amplio rango, incluyendo negación de servicio, gusanos, virus, robo de identidad, robo de servicio
- Los sistemas generalmente distinguen primero entre los usuarios, para determinar quién puede hacer qué
 - Las identidades de usuario (ID de usuario, ID de seguridad) incluyen nombre y número asociado, uno por usuario
 - ID de usuario, es asociado con todos los archivos, los procesos de ese usuario para determinar el control de acceso
 - Identificador de grupo (ID de grupo) permite definir el conjunto de usuarios y controlarlos, también asociados con cada proceso, archivo
 - La escalada de privilegios permite al usuario cambiar a un ID con más derechos

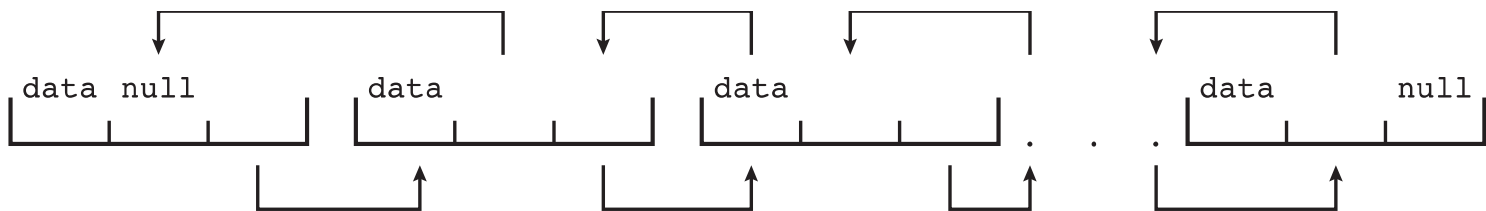
Estructuras de Datos del Kernel

- Similares a las estructuras de datos de programación

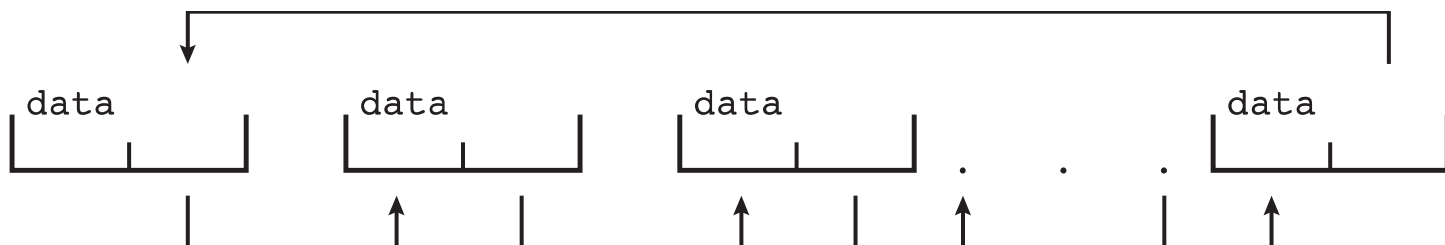
- ***Singly linked list***



- ***Doubly linked list***



- ***Circular linked list***

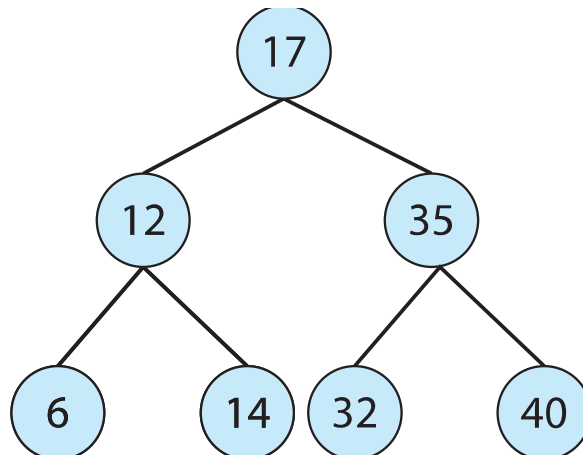


Estructuras de Datos del Kernel

- Árbol de búsqueda binario

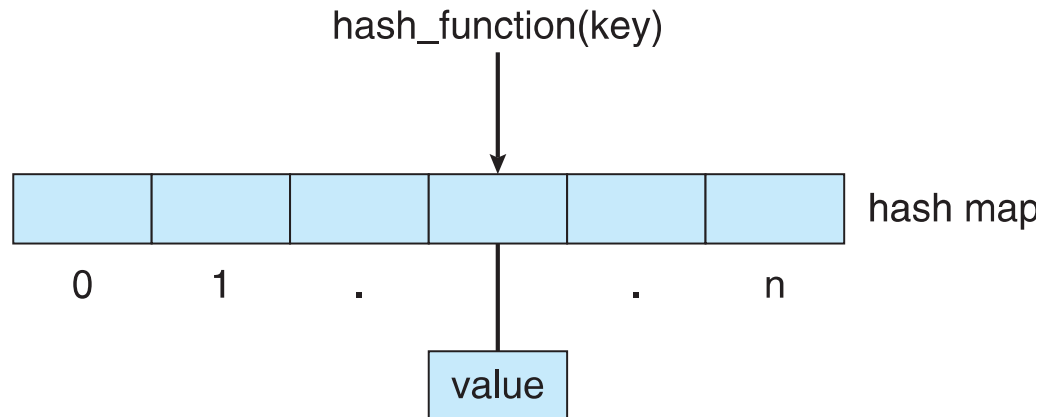
Izquierda \leq derecha

- El rendimiento de búsqueda es $O(n)$
- El árbol de búsqueda binario equilibrado es $O(\log n)$



Estructuras de Datos del Kernel

- La función Hash puede crear un hashmap



- Bitmap - cadena de n dígitos binarios que representan el estado de n elementos
- Las estructuras de datos de Linux definidas en:

include files `<linux/list.h>`, `<linux/kfifo.h>`,
`<linux/rbtree.h>`

Entornos informáticos - Tradicionales

- Máquinas de uso general
- Sistemas de interconectados con otros (ejemplo, Internet)
- Los portales que proporcionan acceso web a los sistemas internos
- Las computadoras de red (thin clients) son como terminales web
- Interconexión de equipos móviles a través de redes inalámbricas
- Redes que se vuelven omnipresentes - incluso los sistemas caseros usan firewalls para proteger las computadoras domésticas de los ataques de Internet

Entornos informáticos - Móvil

- Smartphones portátiles, tabletas, etc.
- ¿Cuál es la diferencia funcional entre ellos y una computadora portátil "tradicional"?
- Función adicional: más funciones del sistema operativo (GPS, giroscopio)
- Permite nuevos tipos de aplicaciones como la realidad aumentada
- Utilice las redes inalámbricas o de datos móviles IEEE 802.11 para la conectividad
- Los líderes son Apple iOS y Google Android

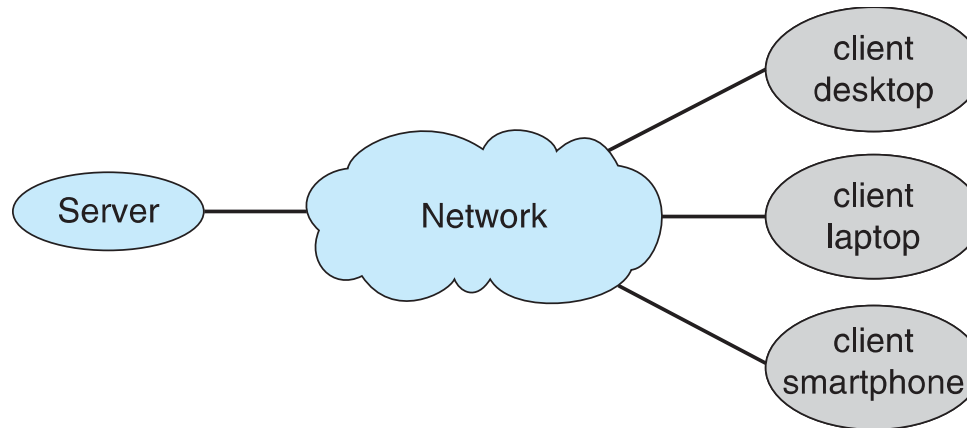
Entornos de computación - distribuidos

- Computación distribuida
 - Colección de sistemas separados, posiblemente heterogéneos, conectados en red
 - La red es una vía de comunicaciones, TCP / IP
 - Red de área local (LAN)
 - Red de área amplia (WAN)
 - Red de Área Metropolitana (MAN)
 - Red de área personal (PAN)
- El sistema operativo de red proporciona funciones entre sistemas a través de la red
 - Esquema de comunicación permite a los sistemas intercambiar mensajes
 - Ilusión de un solo sistema

Entornos informáticos - Cliente-Servidor

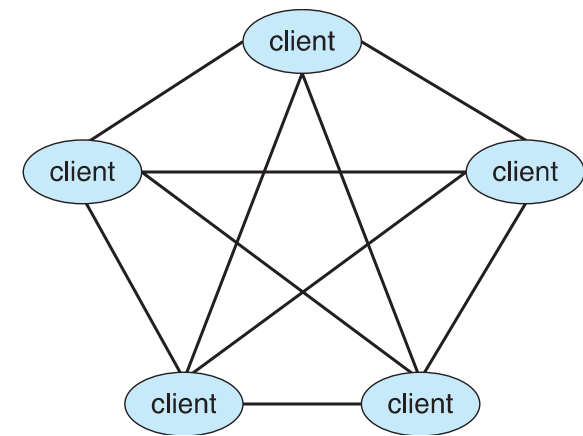
■ Cliente-Servidor

- Los terminales tontos fueron reemplazados por PCs
- Muchos sistemas de servidores responden a peticiones generadas por clientes
 - ▶ El sistema Servidor proporciona una interfaz con el cliente para solicitar servicios (por ejemplo, base de datos)
 - ▶ Sistema de servidor de archivos proporciona interfaz para que los clientes almacenen y recuperen archivos



Entornos informáticos - Peer-to-Peer

- Otro modelo de sistema distribuido
- P2P no distingue clientes y servidores
 - En su lugar, todos los nodos son considerados pares
 - Pueden cada uno actuar como cliente, servidor o ambos
 - El nodo debe unirse a la red P2P
 - Registra su servicio con el servicio central de búsqueda en la red, o
 - Solicitud de difusión de servicio y respuesta a solicitudes de servicio mediante protocolo de descubrimiento
 - Los ejemplos incluyen Napster y Gnutella, Voz sobre IP (VoIP) como Skype



Entornos informáticos - Virtualización

- Permite que los sistemas operativos ejecuten aplicaciones dentro de otros sistemas operativos
 - Amplia y creciente industria
- Emulación utilizada cuando el tipo de CPU de origen es diferente del tipo de destino (ejemplo, PowerPC a Intel x86)
 - Método generalmente más lento
 - Cuando el lenguaje de la computadora no se compila a código nativo - Interpretación

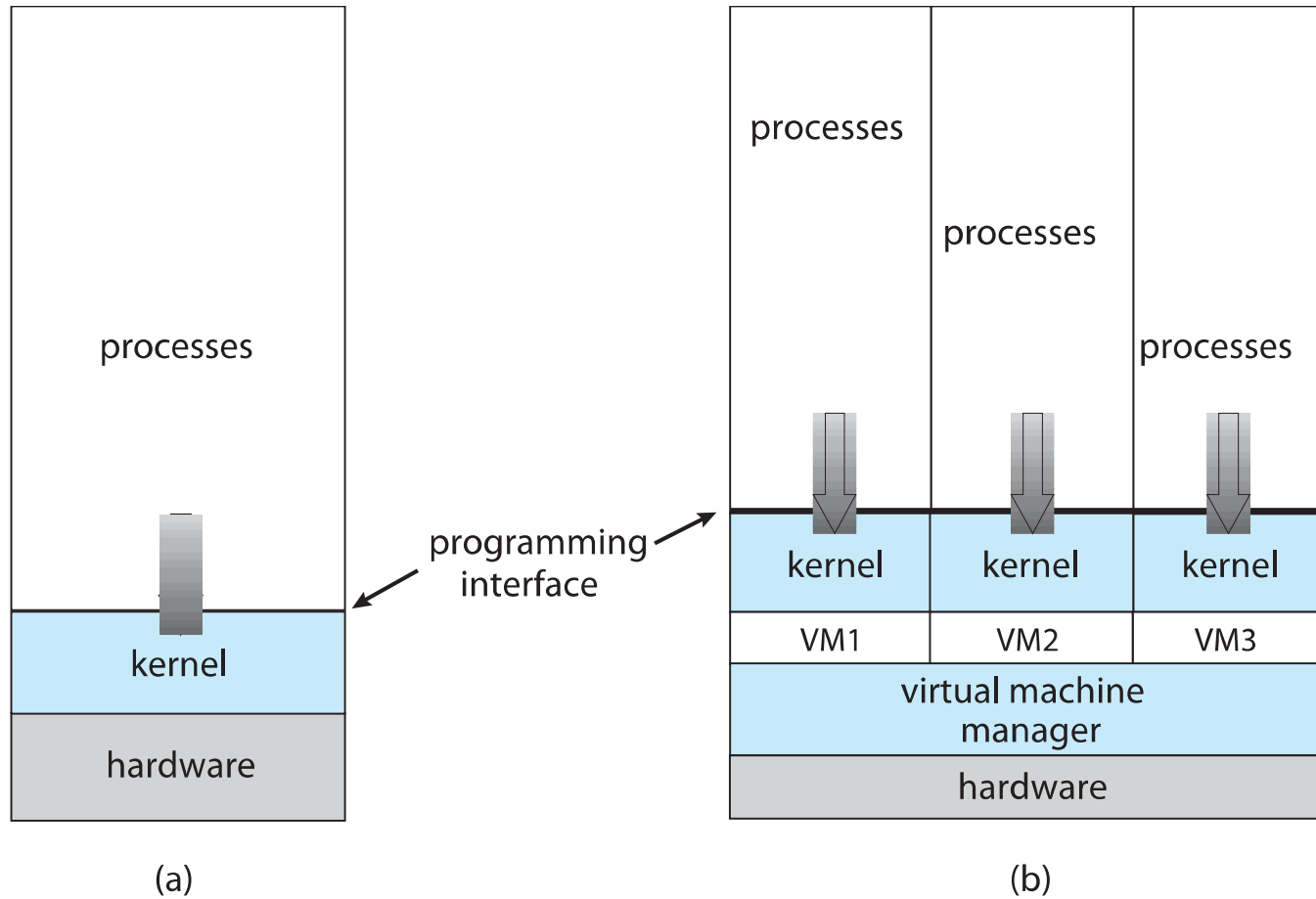
Entornos informáticos - Virtualización

- Virtualización - SO compilado nativamente para la CPU, ejecutando sistemas operativos invitados también compilados nativamente
 - Ejemplo VMware ejecutando invitados WinXP, cada una de las aplicaciones en ejecución, todo en el sistema operativo WinXP nativo
 - VMM (Virtual Machine Manager) proporciona servicios de virtualización

Entornos informáticos - Virtualización

- Los casos de uso implican portátiles y de escritorio ejecutando múltiples sistemas operativos
 - Ordenador portátil de Apple con Mac OS X host, Windows como invitado
 - Desarrollo de aplicaciones para múltiples sistemas operativos sin tener múltiples sistemas
 - Aplicaciones de control de calidad sin tener múltiples sistemas
 - Ejecutar y administrar entornos de computación en centros de datos
 - VMM puede ejecutarse de forma nativa, en cuyo caso también son el host
 - No existe ninguna máquina de propósito general (VMware ESX y Citrix XenServer)

Entornos informáticos - Virtualización

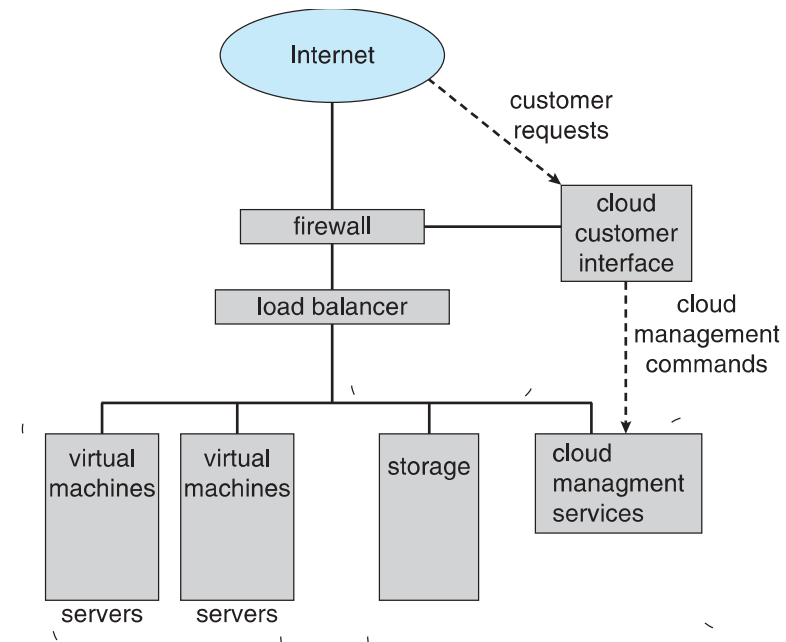


Entornos informáticos - Cloud Computing

- Proporciona computación, almacenamiento e incluso aplicaciones como servicio a través de una red.
- Extensión lógica de la virtualización porque utiliza la virtualización como base para su funcionalidad.
- Amazon EC2 tiene miles de servidores, millones de máquinas virtuales, petabytes de almacenamiento disponibles a través de Internet, su pago está basado en el uso.
- Muchos tipos
 - Nube pública - disponible a través de Internet a cualquier persona dispuesta a pagar
 - Nube privada - administrada por una empresa para uso propio de la empresa
 - Nube híbrida: incluye componentes de nube públicos y privados
 - Software as a Service (SaaS) - una o más aplicaciones disponibles a través de Internet (es decir, procesador de textos)
 - Plataforma como servicio (PaaS): pila de software lista para el uso de la aplicación a través de Internet (es decir, un servidor de base de datos)
 - Infraestructura como servicio (IaaS): servidores o almacenamiento disponibles a través de Internet (es decir, almacenamiento disponible para uso de copia de seguridad)

Entornos informáticos – Cloud Computing

- Entornos de cloud computing compuestos de sistemas operativos tradicionales, además de VMM, además de herramientas de gestión de la nube
- La conectividad a Internet requiere seguridad como firewalls
- Los balanceadores de carga distribuyen el tráfico entre múltiples aplicaciones



Entornos informáticos - sistemas embebidos en tiempo real

- Los sistemas embebidos en tiempo real son la forma más frecuente de ordenadores
 - Vary considerable, propósito especial, OS de propósito limitado, sistema operativo en tiempo real
 - Utilizar expandir
- Muchos otros entornos informáticos especiales también:
 - Tienen sistemas operativos, algunos realizan tareas sin un sistema operativo
- El SO en tiempo real tiene restricciones de tiempo fijas bien definidas
 - El procesamiento debe realizarse dentro de la restricción
 - CorrijE el funcionamiento sólo si se cumplen las restricciones

Sistemas Operativos Open-Source

- Los sistemas operativos se ponen a disposición en formato de código fuente en lugar de sólo fuentes binarias cerradas
- Contra el movimiento de protección contra copias y gestión de derechos digitales (DRM)
- Iniciado por Free Software Foundation (FSF), que tiene "copyleft" GNU Public License (GPL)
- Algunos ejemplos son GNU/Linux y BSD UNIX (incluido el núcleo de Mac OS X), y muchos más
- Puede utilizar VMM como VMware Player (Libre en Windows), Virtualbox (de código abierto y libre en muchas plataformas - <http://www.virtualbox.com>)

