

Sistemas Multiprocesador

Consiste en configurar un sistema de computación con varios procesadores. No es un enfoque nuevo pero sí posee grandes perspectivas en función del desarrollo de los microprocesadores. Se podrían concebir sistemas construidos por cientos o miles de microprocesadores.

Confiabilidad de los sistemas multiprocesador.

- Si un procesador falla, los restantes continúan operando, lo cual no es automático y requiere de un diseño cuidadoso.
- Un procesador que falla habrá de informarlo a los demás de alguna manera, para que se hagan cargo de su trabajo.
- Los procesadores en funcionamiento deben poder detectar el fallo de un procesador determinado.
- El Sistema Operativo debe percibir que ha fallado un procesador determinado y ya no podrá asignarlo y también debe ajustar sus estrategias de asignación de recursos para evitar la sobrecarga del sistema que está degradado.

Paralelismo

La mayoría de los sistemas de multiprocesamiento tienen como meta principal el incremento de la capacidad de ejecución.

La programación sigue siendo esencialmente secuencial y generalmente no se explota la concurrencia.

Las principales razones son las siguientes:

- Las personas piensan en forma secuencial.
- Ningún lenguaje humano proporciona la expresión adecuada de paralelismo, pero existen lenguajes de computación con soporte de concurrencia (por ejemplo, Ada, Pascal Concurrente, etc.).
- Ni el multiprocesamiento ha sido usado con amplitud para explotar el paralelismo.
- El hardware tradicional del computador está orientado hacia la operación secuencial.
- Es muy difícil depurar programas en paralelo.

Paralelismo Masivo

- Se debe disponer de suficientes procesadores como para que todas las operaciones que puedan ser ejecutadas en paralelo puedan ser asignadas a procesadores separados.
- Esto ofrece una forma de ejecutar un programa en el menor tiempo posible.
- La cuestión central es, disponiendo del paralelismo masivo, ¿cuál es el tiempo mínimo requerido para ejecutar un algoritmo determinado?

Objetivos de los sistemas multiprocesador

Las metas de los sistemas de multiprocesamiento generalmente son la confiabilidad y la disponibilidad muy altas, como así también el incremento del poder de computación.

Organización del Hardware en un sistema multiprocesador.

El problema clave es determinar los medios de conexión de los procesadores múltiples y los procesadores de Entrada / Salida a las unidades de almacenamiento. Los multiprocesadores se caracterizan por los siguientes aspectos:

- Un multiprocesador contiene dos o más procesadores con capacidades aproximadamente comparables.
- Todos los procesadores comparten el acceso a un almacenamiento común y a canales de Entrada / Salida, unidades de control y dispositivos.
- Todo está controlado por un Sistema Operativo que proporciona interacción entre procesadores y sus programas en los niveles de trabajo, tarea, paso, archivo y elementos de datos.

Grados de acoplamiento de los sistemas multiprocesador.

Los grados de acoplamiento pueden clasificarse en:

Ligeramente acoplado:

- Incluye la conexión de dos o más sistemas independientes por medio de un enlace de comunicación.
- Cada sistema tiene su propio Sistema Operativo y almacenamiento.
- Los sistemas pueden funcionar independientemente y se comunican cuando sea necesario.
- Los sistemas separados pueden acceder a los archivos de los otros e intercambiar tareas a procesadores menos cargados.

Rígidamente acoplado:

- Utiliza un solo almacenamiento compartido por varios procesadores.
- Emplea un solo Sistema Operativo que controla todos los procesadores y el hardware del sistema.

Sistema operativo de multiprocesadores.

Las capacidades funcionales de los Sistema Operativo de multiprogramación y de multiprocesadores incluyen lo siguiente:

- Asignación y administración de recursos.
- Protección de tablas y conjuntos de datos.
- Prevención contra el ínter bloqueo del sistema.
- Terminación anormal.
- Equilibrio de cargas de Entrada / Salida.
- Equilibrio de carga del procesador.
- Reconfiguración.

Las tres últimas son especialmente importantes en Sistemas Operativos de multiprocesadores, donde es fundamental explotar el paralelismo en el hardware y en los programas y hacerlo automáticamente.

Las organizaciones básicas de los Sistemas Operativos para multiprocesadores son las siguientes:

- Maestro / satélite.
- Tratamiento simétrico.

Organización Maestro/Satélite.

Un procesador está diseñado como el “maestro” y los otros como “satélites”. El procesador “maestro” es de propósito general y realiza operaciones de Entrada / Salida y computaciones. Los procesadores “satélites” sólo realizan computaciones.

Los procesos limitados por computación pueden ejecutarse con efectividad en los satélites. Los procesos limitados por la Entrada / Salida ejecutados en los satélites generan frecuentes llamadas de servicios al procesador maestro, pudiendo resultar ineficientes. Si falla un satélite se pierde capacidad computacional pero el sistema no falla. Si falla el maestro el sistema falla al no poder efectuar operaciones de Entrada / Salida, por lo que un satélite debería asumir las funciones del maestro previo cambio de los periféricos y reinicio del sistema.

Es la organización más fácil de implementar. No logra la utilización óptima del hardware dado que sólo el procesador maestro puede ejecutar el Sistema Operativo y el procesador satélite sólo puede ejecutar programas del usuario.

Las interrupciones generadas por los procesos en ejecución en los procesadores satélites que precisan atención del Sistema Operativo deben ser atendidas por el procesador maestro y por ello pueden generarse largas colas de requerimientos pendientes.

Tratamiento simétrico

Es la organización más complicada de implementar y también la más poderosa y confiable. El Sistema Operativo administra un grupo de procesadores idénticos, donde cualquiera puede utilizar cualquier dispositivo de Entrada / Salida y cualquiera puede referenciar a cualquier unidad de almacenamiento. El Sistema Operativo precisa código reentrante y exclusión mutua. Es posible equilibrar la carga de trabajo más precisamente que en las otras organizaciones. Adquieren significativa importancia el hardware y el software para resolución de conflictos. Todos los procesadores pueden cooperar en la ejecución de un proceso determinado. El **procesador ejecutivo** es el responsable (uno sólo) en un momento dado de las tablas y funciones del sistema; así se evitan los conflictos sobre la información global.

Rendimiento del sistema de multiprocesamiento.

Aún con multiprocesamiento completamente simétrico, la adición de un nuevo procesador no hará que la capacidad de ejecución del sistema aumente según la capacidad del nuevo procesador, siendo las causas las siguientes:

- Hay sobrecarga adicional del Sistema Operativo.
- Se incrementa la contención por recursos del sistema.
- Hay retrasos del hardware en el intercambio y en el encaminamiento de las transmisiones entre un número mayor de componentes.

Recuperación de errores

Una de las capacidades más importantes de los Sistemas Operativos de multiprocesadores es la de soportar fallas de hardware en procesadores individuales y continuar su operación. Debe existir el soporte correspondiente en el Sistema Operativo.

Multiprocesamiento simétrico (MPS)

Cada procesador posee capacidades funcionales completas. Los dispositivos de Entrada / Salida pueden ser conectados a cada uno de los procesadores. Todas las llamadas al supervisor pueden ser ejecutadas en todos los procesadores, inclusive las de Entrada / Salida.

Si un programa en ejecución en un procesador pide una operación de Entrada / Salida en un dispositivo conectado a un procesador diferente, el procesador puede continuar ejecutando el trabajo y la Entrada / Salida se coloca en una cola para su iniciación por el procesador apropiado.

Cada procesador puede ejecutar el planificador para buscar el siguiente trabajo a ejecutar, de forma que un proceso determinado se ejecuta en diferentes procesadores en distintos momentos; además, el MPS utiliza una sola cola de trabajos y cada procesador puede seleccionar trabajos de ella, con lo cual se equilibra la carga entre los procesadores.

Tendencias de los multiprocesadores.

Todo indica que el uso de los multiprocesadores se incrementará considerablemente en el futuro. Las principales razones son las siguientes:

- La confiabilidad requerida es cada vez mayor.
- La reducción de costos consecuencia de los avances en microelectrónica.
- El previsible desarrollo de lenguajes que permitan a los usuarios expresar el paralelismo explícitamente.
- El progreso en la detección automática del paralelismo.