

Resumen

Hoy en día, los clúster de computadores son usados para solucionar grandes problemas. Estos clúster aprovechan la gran cantidad de nodos de computación para ofrecer un alto grado de paralelización. Para conectar todos estos nodos de computación, se utilizan redes de interconexión de altas prestaciones capaces de manejar de forma eficiente el tráfico generado por esta gran cantidad de nodos.

Las redes de interconexión tienen diferentes parámetros de diseño que definen su comportamiento, de los cuales podríamos destacar dos: la topología y el algoritmo de encaminamiento. La topología de una red de interconexión define como se conectan sus componentes, mientras que el algoritmo de encaminamiento determina la ruta que un paquete debe tomar desde su nodo origen hasta su nodo destino. Las topologías más utilizadas suelen seguir una estructura regular y pueden ser clasificadas en topologías directas e indirectas, dependiendo de cómo estén interconectados entre sí los diferentes elementos de la red. Por otro lado, los algoritmos de encaminamiento también pueden clasificarse en dos categorías: algoritmos deterministas y adaptativos.

Para evaluar las redes de interconexión se suelen utilizar medidas tales como la latencia o la productividad de la red. La productividad mide el tráfico que es capaz de aceptar la red por unidad de tiempo. Por otro lado, la latencia mide el tiempo que utiliza un paquete para alcanzar su destino. Este tiempo se puede dividir en dos partes. La primera corresponde al tiempo utilizado por el paquete en alcanzar a su destino en ausencia de tráfico en la red. La segunda parte sería la debida a la congestión de la red creada por el tráfico existente. Uno de los efectos de la congestión es el denominado Head-of-Line blocking, donde el paquete que encabeza una cola se queda bloqueado, por lo que el resto de paquetes de la cola no pueden avanzar, aunque pudieran hacerlo si ellos encabezaran dicha cola.

Hoy en día hay otros factores importantes a tomar en cuenta cuando se diseñan redes de interconexión, como son el coste y la tolerancia a fallos. Por lo tanto, las prestaciones deben mantenerse conforme aumentamos el tamaño de la red, pero sin un aumento prohibitivo en el coste. Además, el hecho de aumentar el tamaño de la red implica un aumento en el número de elementos de dicha red, con lo que la probabilidad de la aparición de un fallo es mayor. Por ese motivo, es vital contar con algún mecanismo de tolerancia a fallos en las redes de interconexión para los grandes supercomputadores actuales. En otras palabras, es de esperar una buena relación coste-prestaciones con un alto nivel de tolerancia a fallos.

Esta tesis tiene dos objetivos principales. El primer objetivo combina las ventajas de las topologías directas e indirectas para crear una nueva familia de topologías con lo mejor de ambas. En concreto, nos centramos en el diseño de una nueva familia de topologías capaz de interconectar una gran cantidad de nodos siendo capaz de obtener muy buenas prestaciones con un bajo coste hardware. La familia de topologías propuesta, que hemos llamado k -ary n -direct s -indirect, tiene una estructura n -dimensional, donde los diferentes k nodos de una dimensión se conectan entre sí mediante una pequeña topología indirecta con s etapas. También diseñaremos un algoritmo de encaminamiento determinista y otro adaptativo para la familia de topologías propuesta.

Finalmente, nos centraremos en estudiar la tolerancia a fallos para la familia de topologías propuesta. Para ello se estudiarán los mecanismos de tolerancia a fallos existentes en topologías similares y se diseñará un mecanismo capaz de aprovechar al máximo las características de esta nueva familia.

El segundo objetivo consiste en el desarrollo de algoritmos de encaminamiento capaces de evitar el pernicioso efecto Head-of-Line blocking, lo cual puede aumentar rápidamente en sistemas con un gran número de nodos de computación. Para evitar este efecto se diseñarán algoritmos de encaminamiento capaces de clasificar de forma eficiente los paquetes en los diferentes canales virtuales disponibles, evitando así que la aparición de un punto caliente (Hot-Spot) sature la red y perjudique a todo el tráfico de la red.