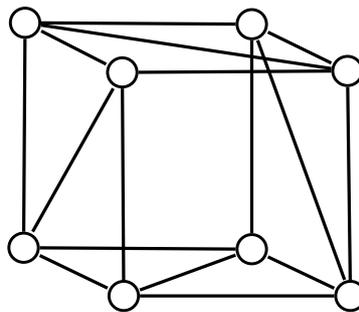


Zentralübung Rechnerstrukturen: Verbindungsstrukturen

6. Übungsblatt

1 Statische Verbindungsstrukturen

Gegeben sei ein Verbindungsnetzwerk mit der nachfolgend dargestellten Topologie:

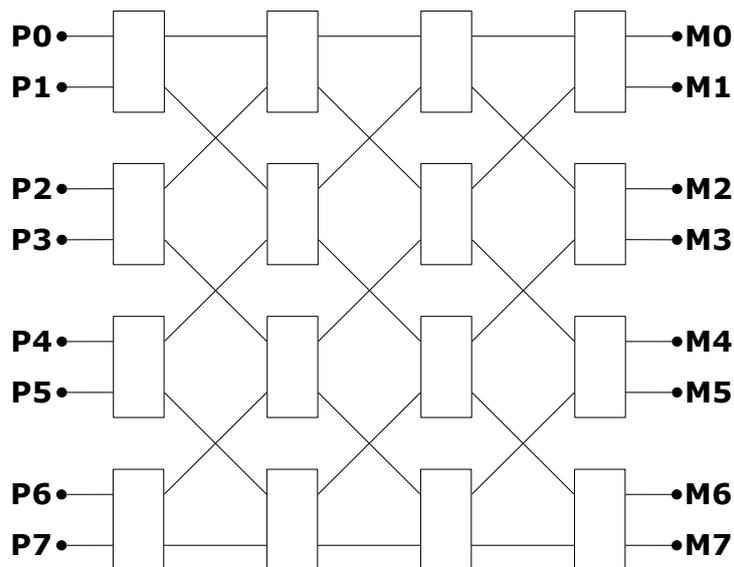


- Bestimmen Sie den Verbindungsgrad, den Diameter und die minimale Bisektionsbreite.
Die minimale Bisektionsbreite ist wie folgt definiert: Schneidet man einen Graphen in zwei gleich große in sich zusammenhängende Teile und betrachtet die Menge der Kanten, die diesen Schnitt kreuzen, so bezeichnet man die Kardinalität der kleinsten Kantenmenge – über alle möglichen Schnitte – als minimale Bisektionsbreite.
- Um welche Art eines Verbindungsnetzwerkes handelt es sich in diesem Fall?
- Liegt Redundanz vor? Wenn ja, wieviele Verbindungsleitungen können ausfallen bevor eine Verbindung zwischen zwei beliebigen Knoten nicht mehr geschaltet werden kann?
- Vergleichen Sie diese Netzwerktopologie mit den Topologien (unidirektionaler) Ring, 2D-Gitter, (binärer) Baum und Hyperkubus in den Punkten Verbindungsgrad, Durchmesser und minimaler Bisektionsbreite.
- Lange Zeit war ein Hyperkubus die häufigste Verbindungsstruktur bei nachrichtengekoppelten Multiprozessorsystemen. Wie viele Knoten müssen bei einem Hyperkubus

für eine Erweiterung hinzugefügt werden? Was stellen Sie dabei für den Verbindungsgrad fest und was hat das für Auswirkungen auf den Aufbau und die Erweiterbarkeit des Rechners?

2 Dynamische Verbindungsstrukturen

Gegeben sei ein dynamisches Verbindungsnetzwerk, das 8 Prozessoren (P0 – P7) mit 8 Speichern (M0 – M7) wie folgt über einen Verbund von Zweierschaltern verbindet:



- Kann zwischen jedem Prozessor- und Speicherpaar eine Verbindung hergestellt werden?
- Kann jede Permutation generiert werden? Begründen Sie Ihre Antwort.
- Was ist die minimale Verbindungszahl ab der eine Blockierung auftritt? Geben Sie ein Beispiel an.
- Ist das Netzwerk redundant? Begründen Sie Ihre Antwort.

3 Vergleich von Parallelrechnern

Im Foliensatz 4 auf der Folie 2-4 der Vorlesung haben Sie den Aufbau des Hochleistungsrechners BlueGene/L am Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL) kennengelernt, der über ein 3D-Torus-Netzwerk verfügt. Im selben Foliensatz auf der Folie 2-12 finden Sie die Angaben zum K computer am RIKEN Advanced Institute of Computational Science.

Im Foliensatz 5 auf den Folien 2-34 ff wurde Quadrics QSnet als Beispiel für ein statisches Verbindungsnetz vorgestellt. Am SCC des KIT wurde vor einigen Jahren der Hochleistungsrechner HP XC6000 mit genau dieser Art von Netzwerk betrieben. Bitte verwenden Sie für die weitere Bearbeitung dieser Aufgabe die folgenden Angaben zur Konfiguration des HP XC6000 Systems:

- 101 Rechenknoten mit jeweils 2 Prozessoren, 10 Rechenknoten mit jeweils 8 Prozessoren
- als Verbindungsnetzwerk ein Quadrics QsNet II Interconnect mit einer Bandbreite von mehr als 800 MB/s und eine geringe Latenzzeit
- theoretische Spitzenleistung von 1,9 TFLOPS für das gesamte System
- Hauptspeicher über alle Rechenknoten hinweg beträgt ca. 2 TB

Weitere Informationen dazu, können sie (noch) auf der veralteten Seite unter der Adresse <http://www.rz.uni-karlsruhe.de/ssck/hpxc.php> finden.

Beantworten Sie alle folgenden Fragen jeweils sowohl für den BlueGene/L als auch für den HP XC6000. Vergleichen Sie bei Teilaufgabe a) die Systeme außerdem mit dem K computer.

- a) Wie viele GFLOPS trägt jeder CPU-Kern zur theoretischen Spitzenleistung bei?
- b) Was für ein Netzwerktyp/-struktur wird verwendet? (Topologie, statisches oder dynamisches Netz)
- c) Wie groß ist der Durchmesser, d.h. die längste Verbindung zwischen zwei Knoten?
- d) Vergleichen Sie Bandbreite, Latenz und Blockierungsfreiheit der beiden Netzwerke.
- e) Gibt es einen Flaschenhals?
- f) Bewerten Sie die Skalierbarkeit und Erweiterbarkeit der beiden Netzwerkvarianten.
- g) Nehmen Sie an, die Prozessorenzahl des HP XC6000 würde an die Größenordnung der Prozessorenzahl des BlueGene/L angepasst. Welches Problem hinsichtlich der Netzwerkkommunikation ergibt sich hierbei? Insbesondere welche Veränderungen am Netzwerk müssten durchgeführt werden, damit es die Anforderungen hinsichtlich Blockierungsfreiheit weiterhin erfüllt?
- h) Welche Vereinfachungen im Netzwerk könnten gemacht werden, um den Aufwand für Netzwerkhardware zu verringern und was wären die Auswirkungen hiervon?

4 Klausuraufgaben

In der Übung werden sofern die Zeit ausreicht, zusätzlich die Aufgaben „Parallelverarbeitung“ der Klausuren des Wintersemesters 2011/12 und Sommersemesters 2011 besprochen. Die Aufgabenstellungen finden Sie auf der Homepage zur Vorlesung Rechnerstrukturen.

4.1 Wintersemester 2011/12

In dieser Übung wird die Aufgabe 2 durchgesprochen.

4.2 Sommersemester 2011

In dieser Übung werden von der Aufgabe 1 die Teilaufgaben e) – i) sowie von Aufgabe 2 die Teilaufgabe d) durchgesprochen.