

Zentralübung Rechnerstrukturen: Verbindungsstrukturen 5. Übungsblatt

Besprechung: 4. Juli 2017

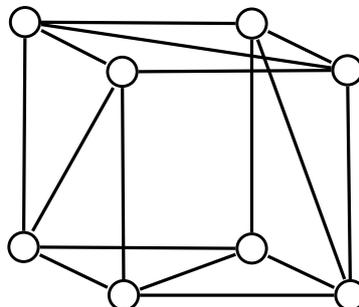
1 Latenzmodell

Gegeben sei ein 4×4 Mesh Verbindungsnetzwerk. Nehmen Sie an ein Paket mit der Größe 100 Bytes soll vom linken oberen Knoten des Netzwerks zum rechten unteren Knoten übertragen werden, wobei die Größe eines Phits 10 Bits betrage. Das Verbindungsnetzwerk habe eine Frequenz von 100 MHz und eine Routing-Entscheidung benötige einen Taktzyklus. Gehen Sie außerdem von einem Sender und Receiver Overhead von jeweils 10 ns aus.

- Berechnen Sie die end-to-end Latenz, falls als Switching-Strategie circuit switching verwendet wird.
- Gehen Sie nun davon aus, dass als Switching-Strategie packet switching im store-and-forward Modus verwendet wird. Berechnen Sie ebenfalls die end-to-end Latenz.

2 Statische Verbindungsstrukturen

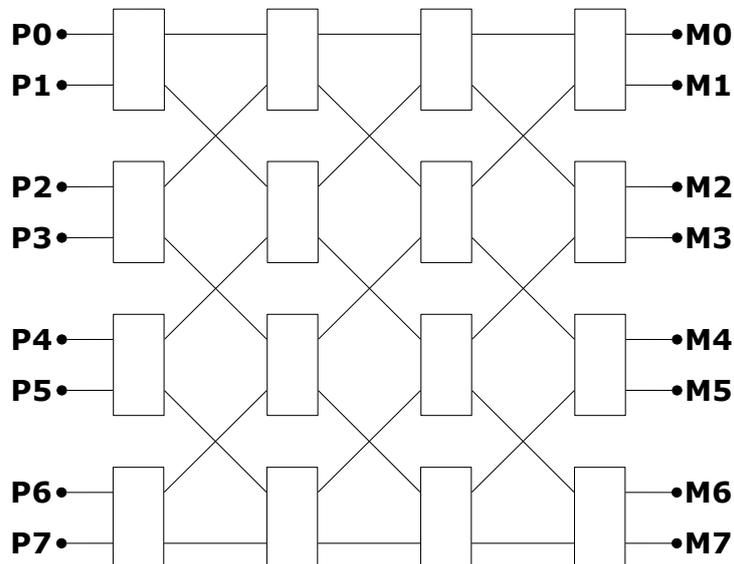
Gegeben sei ein Verbindungsnetzwerk mit der nachfolgend dargestellten Topologie:



- a) 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.
- b) Um welche Art eines Verbindungsnetzwerkes handelt es sich in diesem Fall?
- c) Liegt Redundanz vor? Wenn ja, wieviele Verbindungsleitungen können ausfallen bevor eine Verbindung zwischen zwei beliebigen Knoten nicht mehr geschaltet werden kann?
- d) Vergleichen Sie diese Netzwerktopologie mit den Topologien (unidirektionaler) Ring, 2D-Gitter, (binärer) Baum und Hyperkubus in den Punkten Verbindungsgrad, Durchmesser und minimaler Bisektionsbreite.
- e) 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?

3 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:



- a) Kann zwischen jedem Prozessor- und Speicherpaar eine Verbindung hergestellt werden?
- b) Kann jede Permutation generiert werden? Begründen Sie Ihre Antwort.

- c) Was ist die minimale Verbindungszahl ab der eine Blockierung auftritt? Geben Sie ein Beispiel an.
- d) Ist das Netzwerk redundant? Begründen Sie Ihre Antwort.

4 Leistungsmessung von Parallelrechnern

In der 2x jährlich erscheinenden Top500-Liste werden jeweils die zum Zeitpunkt der Veröffentlichung 500 schnellsten Rechner der Welt aufgelistet. Zur Bestimmung der Rechenleistung wird dafür auf den Systemen der High-Performance LINPACK Benchmark ausgeführt.

- a) Wie aussagekräftig sind die Ergebnisse der Messungen?
- b) Was ist der Nachteil der Leistungsbestimmung mit dem LINPACK Benchmark?
- c) Welche Benchmarks werden ebenfalls für die Leistungsmessung von Supercomputern verwendet? Und welche sind dabei von zunehmendem Interesse?
- d) Gibt es noch weitere Listen mit Top-Rechnern?

5 Vergleich von Parallelrechnern

Im Foliensatz 8, Folien 2-5 ff der Vorlesung des SS 2015 finden Sie den Aufbau des Hochleistungsrechners JUGENE BlueGene/P in Jülich, der über ein 3D-Torus-Netzwerk verfügt.

Im Foliensatz 6, Folien 2-50 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

Beantworten Sie alle folgenden Fragen jeweils sowohl für den BlueGene/L als auch für den HP XC6000.

- 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?

6 Klausuraufgaben

In der Übung werden sofern die Zeit ausreicht, zusätzlich zur Übung passende Klausuraufgaben besprochen. Die Klausuren finden Sie auf der Homepage zur Vorlesung Rechnerstrukturen.

6.1 Wintersemester 2015/16

In der Übung werden von der Aufgabe 1 die Teilaufgaben a) und c) - e) besprochen.

6.2 Sommersemester 2015

In der Übung werden von der Aufgabe 1 die Teilaufgaben a), d) und e) besprochen.