ALBERT-LUDWIGS-UNIVERSITÄT FREIBURG
INSTITUT FÜR INFORMATIK

Dr. Jürgen Ruf
Dipl.-Inf. Ilia Polian

Freiburg, 11. Juli 2002

6. Übungsblatt zur Vorlesung

Rechnerarchitektur

Aufgabe 1

(a) Die Laufzeit eines Programms auf einem Einprozessorsystem sei $T(1) = 1000$. Messungen ergeben, daß bei einem Multiprozessorsystem mit $n = 12$ Prozessoren die Leistungssteigerung $S(12) = 5$ und die Auslastung $U(12) = 2/3$ beträgt. Berechnen Sie die Ausführungszeit $T(12)$, die Anzahl der Operationen $P(12)$, die Effizienz $E(12)$, den Mehraufwand für die Parallelisierung $R(12)$ und den Parallel-Index $I(12)$.
(b) Zeigen Sie, daß unter Annahme des Lee'schen Prinzips $1 \leq S(n) \leq n$ die Auslastung $U(n)$ eine obere Schranke der Effizienz $E(n)$ ist, d. h. zeigen Sie, daß

$$1/n \leq E(n) \leq U(n) \leq 1$$

gilt, wobei n die Anzahl der Prozessoren sei.

Aufgabe 2

Gegeben sei ein Programm. Es benötigt auf einem Einprozessorsystem die Ausführungszeit $T(1) = 1000$. Dieses Programm wird auf ein Multiprozessorsystem portiert. Es kann entweder mit 10 oder mit 20 Prozessoren abgearbeitet werden und benötigt hierfür $T(10) = 650$ bzw. $T(20) = 625$.
(a) Berechnen Sie mit Hilfe von Amdahls Gesetz den prozentualen Anteil a des nur sequentiell ausführbaren Programmteils in beiden Fällen.
(b) Weshalb erhalten Sie unterschiedliche Werte für a?
(c) Beachten Sie nun, dass in $T(n)$ auch Synchronisations- und Kommunikationszeiten Ts enthalten sind. Erweitern Sie das Amdahlsche Gesetz so, dass dies berücksichtigt wird. Gehen Sie hierbei davon aus, dass Ts nicht von der Anzahl der Prozessoren abhängt und von einem, im Ursprungsprogramm nicht vorhandenen, und nur sequentiell ausführbaren Programmteil herrührt. Bestimmen Sie nun mit Hilfe von $T(10)$ und $T(20)$ die Werte für Ts und a.
(d) Berechnen Sie den Speedup $S(10)$ und $S(20)$. Berechnen Sie den maximal erreichbaren Speedup.

(e) Berechnen Sie die Effizienz $E(10)$ und $E(20)$. Wie viele Prozessoren können maximal eingesetzt werden bevor die Effizienz unter 0,5 sinkt?
(f) Wie beurteilen Sie die Parallelisierbarkeit des Programms?

Aufgabe 3

Untersuchen Sie die Verbindungsstrukturen Ring, 2D-Gitter, 2D-Thorus, Baum und Hyperkubus hinsichtlich folgender Punkte:

- Sinnvolle Ausbaustufen welche ein regelmäßiges Verbindungsmuster ergeben.
- Verbindungsgrad
- Durchmesser
- minimale Bisektionsbreite
- Diskonnektivität
- Kosteneffektivität

Aufgabe 4

Es soll ein Permutationsnetzwerk mit Kreuzschaltern entworfen werden.
(a) Wie viele Kreuzschalter k werden mindestens benötigt, um ein universelles Netzwerk mit n Eingängen und n Ausgängen zu erstellen?
(b) Zählen Sie zwei Verbindungsnetzwerke, welche auf Permutationsnetzwerken aufgebaut sind, auf und nennen Sie die Permutationen die ihnen zugrunde liegen.
(c) Zeichnen Sie beide Netzwerke für 16 Eingänge und 16 Ausgänge.
(d) Sind diese Netzwerke blockierungsfrei? Begründen Sie Ihre Meinung!
(e) Schätzen Sie den asymptotischen Aufwand an Kreuzschaltern k für universelle Permutationsnetzwerke mit n Ein- und Ausgängen ab. Vereinfachen Sie das Ergebnis soweit wie möglich. Sie benötigen hierzu die Stirlingsche Formel:

$$n! = \sqrt{2\pi n} \cdot (n/e)^n$$

Besprechung am Donnerstag, den 18.7.2002.
Klausur: 25. Juli 2002, 14:00 – 15:30.

Zugelassene Hilfsmittel: Schreibzeug, Taschenrechner. Nicht zugelassen sind insbesondere Handys, PDAs, mitgebrachte Blätter (ob beschrieben oder nicht). Bitte 15 Minuten vor dem Termin kommen. Unbedingt Ausweis mitbringen.

Viel Erfolg!