MATHEMATISCHES INSTITUT
DER UNIVERSITÄT ZU KÖLN

Dr. Martin Lanser

Einführung in das Hochleistungsrechnen

Wintersemester 2017/2018

Übung 1

Hinweis: Schreiben Sie bitte jede Aufgabe auf ein neues Blatt und auf **jedes Blatt Ihren Namen**. Auf die erste Seite Ihrer Übung schreiben Sie bitte zusätzlich zu Ihrem Namen Ihre Matrikelnummer. Übungsabgaben in **Gruppen von höchstens drei Personen** sind erwünscht!

Aufgabe 1 (4 Punkte).

Vergleichen Sie die Ausführung des folgenden Programms auf den zwei verschiedenen Architekturen SIMD und MIMD (SPMD) und zwei Prozessoren P_1 und P_2. Orientieren Sie sich dabei an dem Beispiel der Minimierungsfunktion aus der Vorlesung. Untersuchen Sie die Eingabedaten $a = (1, -1, -1)$ auf P_1 und $a = (-1, -1, 0)$ auf P_2.

Listing 1: zaehle_nichtnegative

```c
/* uebergeben wird ein Vektor (bzw. Array) a der Laenge N */
/* Zugriff auf Eintrag i mit a[i] */

int zaehle_nichtnegative(int *a)
{
    /* Es sollen die negativen und die nichtnegativen
       Eintraege gezaehlt werden */

    /* Initialisiere Zaehlervariablen mit 0 */
    int z_neg = 0;
    int z_nneg = 0;

    /* C Notation fuer for-Schleife von 0 bis N-1*/
    /* In C klammern { } den Bereich z.B. der for-Schleife
       oder eines if etc.
       Bei nur einem Befehl nicht noetig (siehe if hier!)*/
    for (int i=0; i<N; i++)
    {
        if (a[i]<0)
            z_neg += 1;
        else
            z_nneg += 1;
    }
    return 0;
}
```

Aufgabe 2 (4 Punkte).

Zeigen Sie mittels einer Skizze: Der zweidimensionale Torus mit 4×4 Knoten und der vierdimensionale Hypercube sind als Graphen topologisch äquivalent, d. h. es existiert eine Umnummerierung der Knoten, sodass die Graphen des Torus und des Hypercubes äquivalent sind.

Aufgabe 3 (8 + 2 Punkte).

Als mathematisches Modell zur anschaulichen Darstellung einer (statischen) Netzwerktopologie eignet sich ein ungerichteter Graph. Die Prozessoren bilden dabei die Knotenmenge und die Kantenmenge besteht aus den direkten (bidirektionalen) Kommunikationskanälen zwischen Prozessoren. In der Vorlesung wurden folgende Kennwerte eingeführt:

- Der **Grad** eines Graphen ist der maximale Grad aller Knoten des Graphen. Dabei gibt der Grad eines *Knotens* die Anzahl der adjazenten Kanten des Knotens an.
- Der **Durchmesser** eines Graphen ist die maximale Distanz aller Knotenpaare, wobei die Distanz eines Knotenpaares der Länge des kürzesten Pfades zwischen den beiden Knoten entspricht.
- Die **Kantenkonnektivität** ist gegeben durch die minimale Anzahl von Kanten, die aus dem Graphen entfernt werden müssen um den resultierenden Graphen zu unterbrechen, d.h. in zwei unverbundene Teilgraphen (evtl. unterschiedlicher Größe) zu zerlegen.
- Die **Bisektionsbreite** ist die minimale Anzahl von Kanten, die aus dem Graphen entfernt werden müssen, um den Graphen in zwei *gleich große* (± 1) Teilgraphen zu zerlegen.

(a) Berechnen Sie Grad, Durchmesser, Kantenkonnektivität und Bisektionsbreite für

(i) einen Ring der Länge p,

(ii) ein 2d-Gitter der Größe $\sqrt{p} \times \sqrt{p}$,

(iii) einen 2d-Torus der Größe $\sqrt{p} \times \sqrt{p}$ und

(iv) einen $d = \log_2 p$-dimensionalen Hypercube.

Hinweis. Betrachten Sie zunächst den Fall $p = 16$.

(b) Kommentieren Sie die Vor- und Nachteile der in Teil (a) untersuchten Netzwerktopologien mit p Prozessoren. Beziehen Sie dabei Ihre Ergebnisse aus Teil (a) mit ein.

Abgabedatum: 26. Oktober 2016 bis 18:00 Uhr im entsprechenden Kasten in Raum 3.01 des Mathematischen Instituts.