

Systemnahe und Parallele Programmierung (WS 21/22)

Übungsblatt 2

Die Lösungen der folgenden Aufgaben müssen bis zum 30. November 2021 um 15:00 Uhr in Moodle eingereicht werden. Die Lösungen werden benotet. Bitte bündeln Sie alle Dateien in einem zip-Archiv. Legen Sie dabei für jede Aufgabe bitte einen eigenen Ordner an.

Aufgabe 1

(2 Punkte)

- Erklären sie kurz die Begriffe *Bandwidth* und *Latency*. (1)
- In welchen Kommunikationsszenarien ist eine Netzwerk-Optimierung hinsichtlich *Bandwidth* bzw. *Latency* besser? (1)

Aufgabe 2

(8 Punkte) In dieser Aufgabe sollen verschiedene Netzwerktopologien hinsichtlich ihrer Leistung und Kosten verglichen werden. Für alle Topologien gilt:

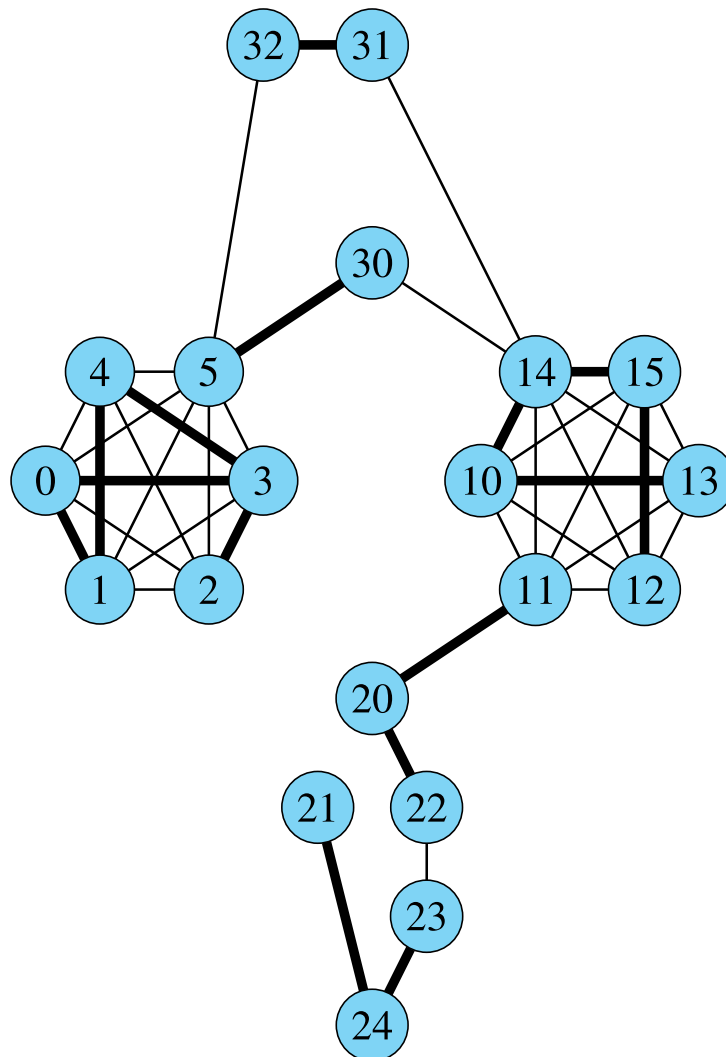
- Das Netzwerk verbindet 64 Knoten
- Jeder Knoten besitzt genau eine Netzwerkverbindung zum nächsten Switch
- Jeder Switch ist mit maximal 1 Knoten direkt verbunden.
- Ein Switch kann natürlich mit mehreren anderen Switches verbunden sein.

Die Topologien sind wie auf den Folien gezeigt, wobei dort ein Switch Rund und ein Knoten eckig dargestellt ist.

Kategorie	Ring	2D-Mesh	2D-Torus	Vollverbunden
Bisection width				
Anzahl der Verbindungen zwischen allen Switches				

Aufgabe 3

(16 Punkte) Angenommen Sie arbeiten als Netzwerkspezialist in einem Unternehmen. In diesem Unternehmen finden Sie das unten dargestellte Netzwerk vor, das im Verlauf mehrerer Jahre so gewachsen ist. Die dicken Linien stellen 1 Gb/s Verbindungen dar, die dünnen Linien 100 Mb/s Verbindungen. Die Zahlen in den Knoten können genutzt werden, um einen bestimmten Knoten zu referenzieren.



- a) Bitte analysieren Sie das Netzwerk und geben die Werte für folgende Netzwerkkriterien an:
- Diameter. Bitte geben Sie den Wert des Diameters an sowie das Knotenpaar, das den Diameter bestimmt. (3)
 - Die Bisektionsbandbreite (bisection bandwidth, Angabe in Mb/s oder Gb/s ausreichend). Bitte geben Sie den Wert der Bisektionsbandbreite an und zeigen Sie, wie Sie das Netzwerk dafür teilen. (3)
 - Den Netzwerkgrad (network degree). Bitte geben Sie den Wert des Netzwerkgrades an sowie den Knoten, der diesen verursacht. (3)
 - Node connectivity. Bitte geben Sie den Wert der node connectivity an sowie den/die Knoten, der/die diesen verursacht/verursachen. (3)
- b) Erklären Sie zwei Schwächen des vorgestellten Netzwerks. Beachten Sie, dass es nicht ausreicht zu schreiben, dass ein bestimmter Netzwerkparameter schlecht ist. Bitte erklären Sie die Auswirkungen der Schwachstelle. (4)

Aufgabe 4

(18 Punkte) Gegeben sind die 3 folgenden OpenMP Programme. Analysieren Sie, ob im Programm Datenabhängigkeiten existieren, die eine korrekte parallele Ausführung verhindern.

Geben Sie jeweils an, ob eine Datenabhängigkeit vorliegt. Wenn eine Datenabhängigkeit vorliegt, geben Sie exemplarisch zwei Speicherzugriffe an zwischen denen die Abhängigkeit besteht. Erläutern Sie außerdem, ob die Datenabhängigkeit durch ein OpenMP Konstrukt verhindert werden kann; benennen Sie falls möglich dieses Konstrukt.

a) (6)

```
1  #include <stdlib.h>
2  #include <stdio.h>
3  int main(int argc, char* argv[])
4  {
5      int i;
6
7      int a[2000];
8
9      for (i=0; i<2000; i++)
10         a[i]=i;
11
12     #pragma omp parallel for
13         for (i=0; i<1000; i++)
14             a[2*i+1]=a[i]+1;
15
16     printf("a[1001]=%d\n", a[1001]);
17     return 0;
18 }
```

b) (6)

```
1 #include <stdio.h>
2 int a[100][100];
3 int main()
4 {
5     int i,j;
6     #pragma omp parallel for
7     for (i=0;i<100;i++)
8         for (j=0;j<100;j++)
9             a[i][j]=a[i][j]+1;
10    return 0;
11 }
```

c) (6)

```
1 #include <stdio.h>
2 int main(int argc, char* argv[])
3 {
4     int i;
5     int ret;
6     FILE* pfile;
7     int len=1000;
8
9     int A[1000];
10
11    for (i=0; i<len; i++)
12        A[i]=i;
13
14    pfile = fopen("mytempfile.txt","a+");
15    if (pfile ==NULL)
16    {
17        fprintf(stderr,"Error in fopen()\n");
18    }
19
20    #pragma omp parallel for
21    for (i=0; i<len; ++i)
22    {
23        fprintf(pfile, "%d\n", A[i] );
24    }
25
26    fclose(pfile);
27    ret = remove("mytempfile.txt");
28    if (ret != 0)
29    {
30        fprintf(stderr, "Error: unable to delete mytempfile.txt\n");
31    }
32    return 0;
33 }
```

Aufgabe 5

(6 Punkte)

- a) Erläutern Sie aus welchen Komponenten ein Thread besteht. (1)
- b) Erklären Sie wie sich die Möglichkeiten der Kommunikation von Threads und Prozessen unterscheidet. (2)
- c) Beschreiben Sie in eigenen Worten, wann Sie die Parallelisierung mithilfe von Prozessen und wann Sie diese mit Threads umsetzen würden. (2)
- c) Was versteht man unter dem Begriff *MPI + X*? (1)