

1 Messung 1 - Abhängigkeit der Programmlaufzeit von Threads

Bei der ersten Messungen haben wir untersucht, wie sich die Rechenzeit mit der Anzahl der Threads verhält. Dazu wurden zwei Messreihen aufgenommen. Eine auf der Node amd3 und eine auf der Node west10. Für die Messung wurden jeweils 5 unabhängige Programmläufe gestartet und der arithmetische Mittelwert gebildet. Zu beachten ist die unterschiedliche Architektur der beiden Nodes. Auf der Partition west haben alle Nodes 2 Sockets mit 6 Kernen und 2 Threads pro Kern. Auf der Partition amd haben alle Nodes 2 Sockets mit 12 Kernen und einem Thread (Auslesen der Informationen über `sinfo -p partition -o %z`).

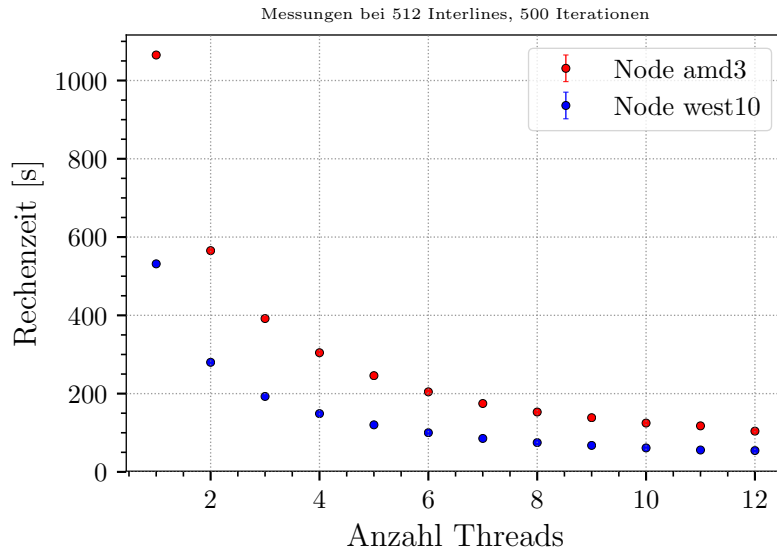


Abbildung 1: Abhängigkeit der Programmlaufzeit von den verwendeten Threads. Arithmetischer Mittelwerte über jeweils 5 unabhängige Messungen.

In Abbildung 1 sind beide Messreihen dargestellt. Für beide Nodes ist eine exponentielle Abnahme der Rechenzeit bei steigender Anzahl von Threads zu erkennen. Die Node amd3 ist immer langsamer als west10, zeigt aber ab einer Threadanzahl von 8 einen größeren Rechenzeitgewinn. Die zunächst rasche Verkürzung der Rechenzeit bis zu einer Threadanzahl von 6, ist auf die bessere Auslastung der CPU auf der entsprechenden Node zurückzuführen. Ab 6 Threads ist die Minderung der Rechenzeit mit jedem weiteren Thread nicht mehr so groß wie vorher. Der zusätzliche Aufwand des Betriebssystems die Threads zu verwalten steigt mit der Anzahl der Threads und wird zu dem Zeitpunkt zu einem wesentlichen Faktor bezüglich der Rechenzeit. Durch die Verwendung von Threads war eine Verkürzung der Rechenzeit vom Faktor 10,2 auf amd3 und 9,8

auf west10 möglich. Dies liegt etwas unterhalb des theoretisch erwarteten Werts von 12, da nicht der gesamte Code parallelisiert werden kann. Die Architektur der Nodes lässt drauf schließen, dass eine weitere Erhöhung der Threadzahl zu keiner deutlichen Leistungssteigerung mehr führen wird, da bereits alle Kerne beansprucht werden.

2 Messung 2 - Abhängigkeit der Programmlaufzeit von Interlines

Die zweite Messung untersucht die Abhängigkeit der Programmlaufzeit von der Matrixgröße (Interlines). Die Anzahl der Matrixelemente wächst also mit N^2 , wenn N die Anzahl der Interlines ist. Wir erwarten für eine Vergrößerung der Interlines ein exponentielles Wachstum der Laufzeit bei gleichbleibender Threadanzahl. Bei einer niedrigen Anzahl von Interlines sollte die Laufzeit weniger stark ansteigen, da die Vorbereitung der Datenstrukturen den größten Teil der Berechnung einnimmt und nahezu konstant in der Laufzeit ist.

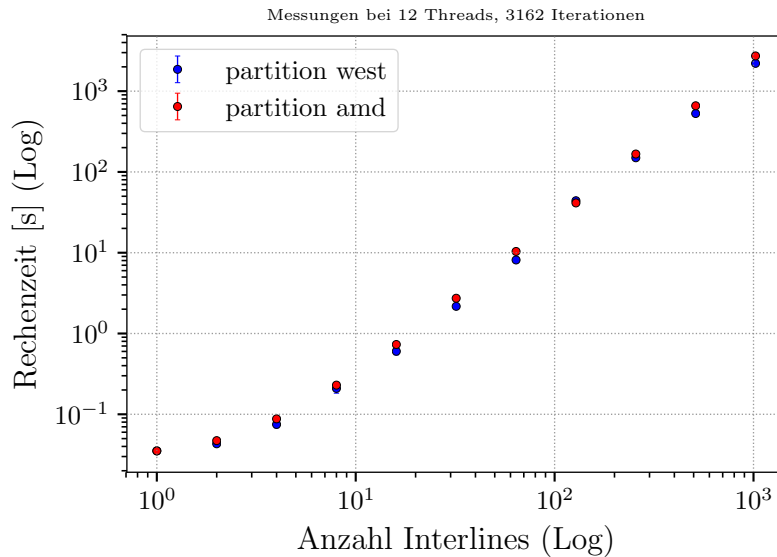


Abbildung 2: Abhängigkeit der Rechenzeit von der Anzahl der Interlines. Arithmetischer Mittelwert über jeweils 5 unabhängige Messungen. Die Nodeauswahl erfolgt durch Slurm auf der entsprechenden Partition.

In Abbildung 2 sind zwei Messungen auf unterschiedlichen Partitionen gezeigt. Da der Cluster nach Angaben von sinfo homogen innerhalb der Partitionen ist, haben wir uns entschieden keine Node zu selektieren, da die Jobs dann schneller auf der nächsten freien Node starten. Das vergrößert unseren Fehler,

der aber, wie in Abbildung 2 zu sehen ist, immer noch sehr klein ist. Unser erwartetes Verhalten bestätigt sich. Bei der Verwendung bis 70 Interlines wächst die Berechnungszeit langsamer als bei größeren Werten. Für Werte ab 100 Interlines ist der Anstieg der Rechenzeit exponentiell. Wie angenommen liegt dies an der Zunahme der benötigten Rechenoperationen. Der zunächst langsamere Anstieg begründet sich in dem im Verhältnis großen Aufwand des Betriebssystems die Threads zu verwalten.

####Thread Messungen####

Messungen amd3 sequenzielles Programm (512 Interlines 500 Iterationen): 538.63

Messung west sequenzielles Programm (512 Interlines 500 Iterationen): 267.34

Messung auf amd3:

12 Threads:

Messungen: [104.06, 104.33, 104.22, 104.23, 103.79]

Mittelwert: 1065.144 Standardabweichung: 0.501

11 Threads:

Messungen: [113.92, 133.78, 113.62, 113.18, 113.64]

Mittelwert: 565.334 Standardabweichung: 1.023

10 Threads:

Messungen: [124.7, 124.78, 125.02, 124.7, 124.62]

Mittelwert: 391.808 Standardabweichung: 0.8224451349482345

9 Threads:

Messungen: [138.69, 138.29, 138.97, 138.3, 138.08]

Mittelwert: 304.462 Standardabweichung: 0.618

8 Threads:

Messungen: [152.61, 152.37, 153.34, 153.44, 153.08]

Mittelwert: 245.904 Standardabweichung: 0.446

7 Threads:

Messungen: [174.5, 175.07, 175.16, 174.65, 174.34]

Mittelwert: 204.476 Standardabweichung: 0.462

6 Threads:

Messungen: [204.69, 204.9, 203.94, 204.95, 203.9]

Mittelwert: 174.744 Standardabweichung: 0.319

5 Threads:

Messungen: [246.13, 245.47, 245.28, 246.42, 246.22]

Mittelwert: 152.968 Standardabweichung: 0.414

4 Threads:

Messungen: [304.02, 303.71, 304.56, 304.49, 305.53]

Mittelwert: 138.466 Standardabweichung: 0.319

3 Threads:

Messungen: [390.21, 392.42, 392.01, 392.43, 391.97]

Mittelwert: 124.764 Standardabweichung: 0.137

2 Threads:

Messungen: [565.06, 566.75, 564.25, 564.31, 566.3]

Mittelwert: 117.628 Standardabweichung: 8.07947126982948

1 Thread:

Messungen: [1065.67, 1064.92, 1064.56, 1065.81, 1064.76]

Mittelwert: 104.126 Standardabweichung: 0.188

Messung auf West10:

1 Thread:

Messungen: [528.750139, 528.879647, 537.830328, 528.776022, 533.608791]

Mittelwert: 531.568 Standardabweichung: 3.642

2 Threads:

Messungen: [280.462864, 280.505146, 279.009623, 278.688095, 281.293303]

Mittelwert: 279.992 Standardabweichung: 0.984

3 Threads:

Messungen: [193.204486, 192.237128, 193.18623, 192.435206, 192.910122]

Mittelwert: 192.794 Standardabweichung: 0.393

4 Threads:

Messungen: [148.724288, 148.720634, 149.976695, 148.532875, 148.60347]

Mittelwert: 148.911 Standardabweichung: 0.537

5 Threads:

Messungen: [120.047809, 120.479931, 120.045103, 120.557979, 120.110806]

Mittelwert: 120.248 Standardabweichung: 0.223

6 Threads:

Messungen: [99.855021, 100.041568, 100.744885, 100.178883, 99.871476]

Mittelwert: 100.138 Standardabweichung: 0.325

7 Threads:

Messungen: [85.28383, 85.385307, 85.403038, 85.60325, 85.633127]

Mittelwert: 85.461 Standardabweichung: 0.134

8 Threads:

Messungen: [74.90669, 74.748422, 74.70673, 74.567992, 75.323268]

Mittelwert: 74.850 Standardabweichung: 0.259

9 Threads:

Messungen: [67.794054, 67.685704, 67.708466, 67.706118, 67.471699]

Mittelwert: 67.673 Standardabweichung: 0.107

10 Threads:

Messungen: [60.88409, 61.27303, 61.398062, 61.541256, 61.089983]

Mittelwert: 61.237 Standardabweichung: 0.230

11 Threads:

Messungen: [56.513221, 55.663798, 56.092792, 55.580393, 55.708276]

Mittelwert: 55.911 Standardabweichung: 0.348

12 Threads:

Messungen: [54.348843, 52.694485, 57.559559, 51.788719, 56.117338]

Mittelwert: 54.501 Standardabweichung: 2.126

#####Vergleich zwischen Threads#####

Zeitgewinn amd (Vergleich ein mit 12 Threads): 10.23

Zeitgewinn west (Vergleich ein mit 12 Threads): 9.75

#####Interline Messungen#####

Messung auf amd (verschiedene Nodes):

1 interlines:

Messungen: [0.035, 0.035, 0.034, 0.038, 0.034]

Mittelwert: 0.0352 Standardabweichung: 0.0014

2 interlines:

Messungen: [0.049, 0.047, 0.045, 0.047, 0.048]

Mittelwert: 0.0472 Standardabweichung: 0.0013

4 interlines:

Messungen: [0.09, 0.088, 0.086, 0.086, 0.089]

Mittelwert: 0.0878 Standardabweichung: 0.0016

8 interlines:

Messungen: [0.23, 0.23, 0.23, 0.23, 0.228]

Mittelwert: 0.229 Standardabweichung: 0.0008

16 interlines:

Messungen: [0.732, 0.733, 0.731, 0.73, 0.729]

Mittelwert: 0.731 Standardabweichung: 0.0014

32 interlines:

Messungen: [2.731, 2.735, 2.73, 2.732, 2.73]

Mittelwert: 2.731 Standardabweichung: 0.0018

64 interlines:

Messungen: [10.434, 10.359, 10.342, 10.342, 10.366]

Mittelwert: 10.368 Standardabweichung: 0.0340

128 interlines:

Messungen: [41.355, 41.338, 41.358, 41.288, 41.315]

Mittelwert: 41.330 Standardabweichung: 0.02630

256 interlines:

Messungen: [166.753, 166.408, 166.951, 166.765, 166.166]

Mittelwert: 166.608 Standardabweichung: 0.282

512 interlines:

Messungen: [661.5, 658.0, 658.433, 657.562, 660.665]

Mittelwert: 659.232 Standardabweichung: 1.558

1024 interlines:

Messungen: [2738.88, 2729.74, 2734.64, 2722.92, 2719.84]

Mittelwert: 2729.204 Standardabweichung: 7.080

Messung auf west (verschiedene Nodes):

1 interlines:

Messungen: [0.034543, 0.034581, 0.037399, 0.034794, 0.035]

Mittelwert: 0.035 Standardabweichung: 0.001

2 interlines:

Messungen: [0.041989, 0.045266, 0.04285, 0.04189, 0.043712]

Mittelwert: 0.043 Standardabweichung: 0.0012

4 interlines:

Messungen: [0.072426, 0.069747, 0.072219, 0.071354, 0.088746]

Mittelwert: 0.075 Standardabweichung: 0.007

8 interlines:

Messungen: [0.181177, 0.206385, 0.234244, 0.179525, 0.24476]

Mittelwert: 0.209 Standardabweichung: 0.0267

16 interlines:

Messungen: [0.598561, 0.564232, 0.566372, 0.567076, 0.714013]

Mittelwert: 0.602 Standardabweichung: 0.0574

32 interlines:

Messungen: [2.130037, 2.111185, 2.194899, 2.188536, 2.221001]

Mittelwert: 2.169 Standardabweichung: 0.0415

64 interlines:

Messungen: [8.107252, 8.089487, 8.031278, 8.349382, 8.092254]

Mittelwert: 8.134 Standardabweichung: 0.110

128 interlines:

Messungen: [46.209439, 43.119894, 44.524006, 42.581209, 43.668713]

Mittelwert: 44.020 Standardabweichung: 1.269

256 interlines:

Messungen: [159.499282, 140.591765, 150.096726, 146.653264, 152.155799]

Mittelwert: 149.8 Standardabweichung: 6.235

512 interlines:

Messungen: [459.446957, 537.069854, 575.822709, 554.678056, 516.554205]

Mittelwert: 528.714 Standardabweichung: 39.771

1024 interlines:

Messungen: [2214.070462, 2176.559987, 2218.883076, 2208.454071, 2222.30734]

Mittelwert: 2208.054 Standardabweichung: 16.423