

TU-Dortmund Fakultät für Mathematik

Abschlussbericht

Studienprojekt-Technomathematik 2015-2016

Studienprojektgruppe Technomathematik

9. März 2016

Betreuer: Dipl.-Inf. Markus Geveler

Inhaltsverzeichnis

1 Motivation and Problem statement	3
2 Introduction	3
3 Hardware	4
3.1 Hardwareauswahl und Motivation	4
3.2 Rackdesign	4
3.2.1 Anordnung der Rechenknoten	4
3.2.2 Strom und Netzwerkanbindung	5
3.3 Dashboard	6
3.3.1 Einrichtung Webserver	6
3.3.2 Sammeln der Messdaten	7
4 Software	8
5 Results	9

1 Motivation and Problem statement

2 Introduction

3 Hardware

Der zweite wichtige Aspekt beim Aufbau eines unkonventionellen Supercomputers ist der physikalische Aufbau des Computers. Hierbei muss man darauf achten ein Gleichgewicht zwischen den Faktoren: Energieverbrauch, Rechengeschwindigkeit und Kühlung zu finden. Zusätzlich soll unabhängig von der Größe des Clusters eine einfache Lösung für das Monitoring bereitgestellt werden.

3.1 Hardwareauswahl und Motivation

HIER NOCH INHALT EINFÜGEN! (wenn nicht redundant mit der Einleitung)

3.2 Rackdesign

Für ein Jetson-TK1-Cluster mit insulärer Stromversorgung ist das Design des Racks der entschiedene Punkt um auch unter dauerhafter Höchstbelastung eine stabile Funktion der Rechenknoten zu gewährleisten. Durch die Verwendung eines Lithium-Ion-Akkus zur Energiespeicherung und das Risiko eines Kurzschlusses durch Kondensationswasser muss ein geschickt aufgebautes Rechencluster gewährleisten, dass die Temperatur der gesamten Anlage in dem stark restringierten Bereich von 18°C bis 40°C gehalten wird.

3.2.1 Anordnung der Rechenknoten

Hinsichtlich der oben beschriebenen Problematik ist die Anordnung der Knoten das zentrale Instrument mit dem man die Bildung potenzieller Wärmenerste gegen den Platzverbrauch des Clusters abwägen kann.

Wegen zu hoher Energiekosten muss auf den Einsatz einer Wasserkühlung verzichtet werden um eine möglichst hohe Energieeffizienz zu erreichen. Die einfachsten Ansätze zum Aufbau des Supercomputers, welche sich mittels Luftkühlung umsetzen lassen, sind:

- 1) Rechenknoten in horizontalen Schichten anzurufen
- 2) Rechenknoten vertikal anzurufen und nebeneinander aufzustellen

Je nach Aufbau ergeben sich dabei einige Vor- und Nachteile für den Großrechner, welche hier anhand der Wärmebildern gezeigt werden.

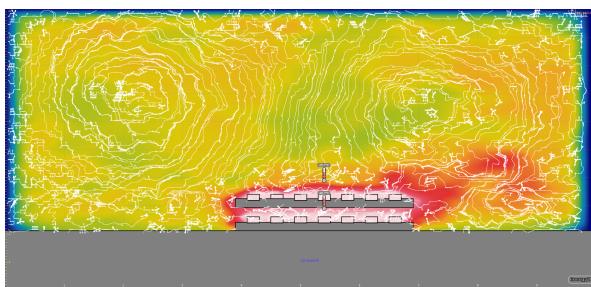


Abbildung 1: Horizontaler Aufbau

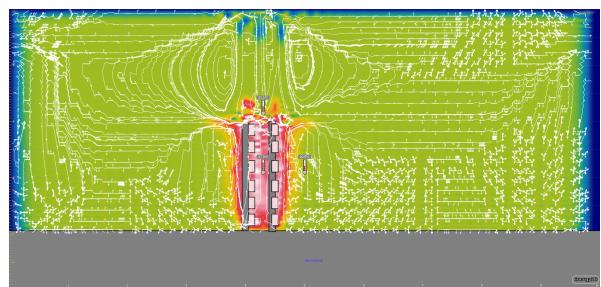


Abbildung 2: Vertikaler Aufbau

Vergleicht man diese Beiden Ansätze, so sieht man, dass im horizontalen Szenario zwischen den Platten, auf denen die Rechenknoten angebracht sind, Wärme-Nester entstehen. Zudem liefert die Analyse des Stromlinien Diagramms, dass besonders in der Mitte der Platten die Wärme nur schlecht abtransportiert werden kann.

Im Gegensatz dazu ist der Wärmeabtransport beim vertikalem Ansatz durch aufsteigende warme Luft besser möglich. Hierbei sollte allerdings bemerkt werden, dass durch die schiefe Lage des Ventilators die Gravitationskraft Unregelmäßigkeiten bei der Rotation verursachen könnte, was schlussendlich zu einer verkürzten Lebensdauer des Ventilators führen könnte.

Um die Vorteile der Beiden Ansätze zu kombinieren und gleichzeitig für Wartbarkeit des Rechenclusters zu erhöhen wählt man einen Ansatz, bei dem die Bords in einer Doppelhelix-Struktur angeordnet werden.

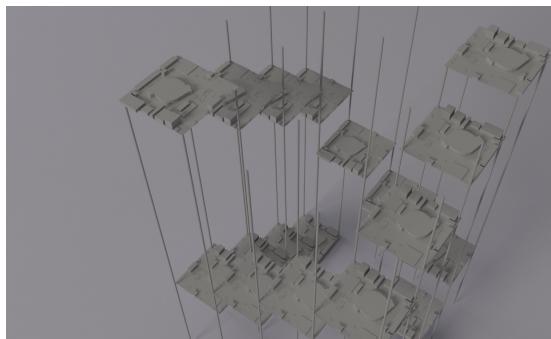


Abbildung 3: Render des Serveraufbaus

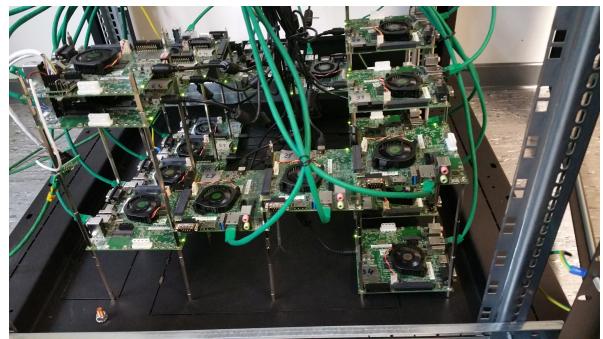


Abbildung 4: Serveraufbau (7. März 2016)

Wie auf diesen Abbildungen zu erkennen ist wird durch die Verwendung der Doppelhelix-Struktur ein größerer Abstand zwischen den Bords für eine verbesserte Kühlung, bei gleichzeitig geringem Platzverbrauch ermöglicht.

3.2.2 Strom und Netzwerkanbindung

Über die Anordnung hinaus muss nun die Stromversorgung und die Netzwerkanbindung der Bords geregelt werden. Eine besondere Herausforderung hierbei ist die Anordnung der Netzteile der einzelnen Rechenknoten. Um zu gewährleisten, dass sich durch das Aufheizen der Netzteile keine gefährlichen Wärmestrukturen bilden wird eine spezielle Halterung verwendet. Unter Nutzung moderner 3D-Druck Technologien, wie sind häufig in der 'Maker-Szene' eingesetzt werden, wurde eine Halterung produziert, welche trotz geringem Materialaufwand eine sehr hohe Stabilität und eine gute Luftzufuhr ermöglicht.

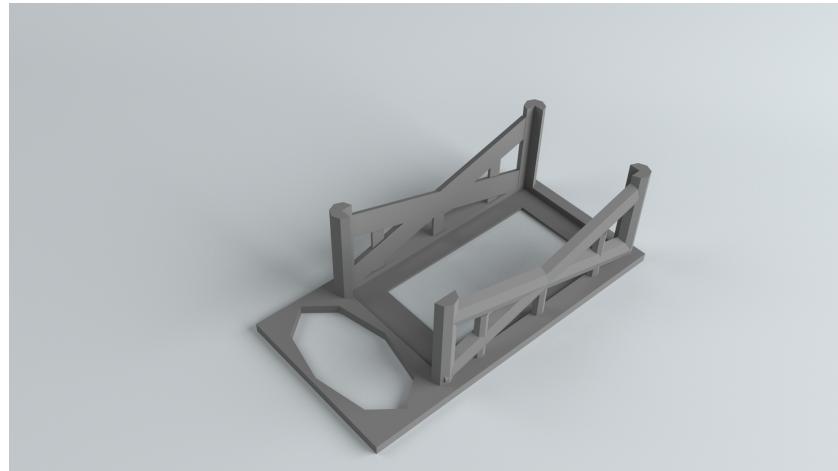


Abbildung 5: Halterung für die Netzteile

Hinsichtlich des Aspektes 'Green-Computing' ist es wichtig ein Druck Filament zu verwenden, welche Bio-Kompatibel ist. Hierfür bietet sich der aus Mais-stärke gewonnene Biokunststoff PLA (Polylactide) an. Polyacide hat einen Schmelzpunkt von 150°C bis 160°C und ist daher ohne weiteres für die Halterung von Netzteilen verwendbar.

3.3 Dashboard

Um das Monitoring und die Fernwartung des Clusters möglichst komfortabel zu bewerkstelligen wurde ein Dashboard eingerichtet. Hierfür ist ein RaspberryPi der ersten Generation ausreichend.

3.3.1 Einrichtung Webserver

Um die gemessenen Daten verwalten und darstellen zu können wird auf dem RaspberryPi ein LAMP-Server eingerichtet (Linux-Apache-MySQL-PHP). Die Daten werden folglich in der MySQL Datenbank abgespeichert und über PHP-Skripte ausgelesen und verarbeitet. Die Darstellung der Daten erfolgt mittel HTML, CSS und Javascript. Des Weiteren muss der RaspberryPi so konfiguriert werden, dass erstens das Webinterface von außen einsehbar ist , und vor allem, dass man von außen in die Datenbank schreiben kann.

I.C.A.R.U.S DASHBOARD		CASH	LOGGED IN	---LOGOUT	approx. powerdrain of all nodes in the next hour based on current drain	
I.C.A.R.U.S.						...
NODE #	CURRENT	AVG-TODAY	---	SPECIFIC-NODE	MEASURED AT	...
MAX TEMP MEASURED °C						
24	24				2016-03-09 16:00:34	333
25	27				2016-03-09 16:00:34	333
26	26				2016-03-09 16:00:35	333
27	24				2016-03-09 16:00:36	333
28	26				2016-03-09 16:00:37	333
29	24,5				2016-03-09 16:00:38	333
30	25				2016-03-09 16:00:38	333
31	25				2016-03-09 16:00:39	333
32	26				2016-03-09 16:00:40	333
33	26,5				2016-03-09 16:00:41	333
34	24				2016-03-09 16:00:45	333
35	25				2016-03-09 16:00:46	333
36	25				2016-03-09 16:00:47	333
37	25				2016-03-09 16:00:48	333
38	26				2016-03-09 16:00:49	333
39	24,5				2016-03-09 16:00:50	333
40	25,5				2016-03-09 16:00:51	333
41	25				2016-03-09 16:00:51	333
42	25,5				2016-03-09 16:00:52	333
43	27				2016-03-09 16:00:53	333

Abbildung 6: Dashboard Frontend

3.3.2 Sammeln der Messdaten

Die Temperaturen können lokal auf den einzelnen Boards ausgelesen werden. Dies wird verwendet um mittels C++ ein Programm laufen zu lassen, welches sich auf den einzelnen Rechenknoten nacheinander einloggt, die Temperatur Daten an verschiedenen Stellen des Jetson-Boards ausliest und anschließend eben jene in die MySQL-Datenbank auf dem Webserver einfügt.

Um die restringierte Hardware des Raspberry Pi's nicht zu überlasten wird das Programm auf dem Gateway-Knoten des Clusters ausgeführt, weshalb der oben Genannte Zugriff von außen des RaspberryPi's wichtig ist.

Um qualitative Aussagen über die Energieeffizienz machen zu können wurde eine PDU angeschafft, mit welcher man den Stromverbrauch der einzelnen Knoten messen können sollte.

- HIER TEXT WARUM DAS MIT DER PDU NICHT GEHT —
- HIER TEXT BZGL NEUER MESSMETHODEN —

4 Software

5 Results