

VSDB

Protokoll

GPGPU

Dominik Backhausen Alexander Rieppel

23. Januar 2014

5AHITT

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	3
2	Recherche	4
2.1	Nutzung von GPUs und Vorteil gegenüber CPU	4
2.2	Entwicklungsumgebungen	4
2.3	Fertige Programme in Java oder C ausführen und Grundvoraussetzungen für Betrieb auf GPU	4
2.4	Transcompiler	4
3	Arbeitsaufteilung	5
4	Arbeitsdurchführung	6
5	Testbericht	7
5.1	Test 1	7
5.2	Test 2	10
6	Quellen	13

1 Aufgabenstellung

GPU Computing oder GPGPU(=General Purpose Computing on GPUs) bezeichnet die Verwendung eines Grafikprozessors (engl. Graphics Processing Unit oder GPU) für allgemeine Berechnungen im wissenschaftlich-technischen Bereich. Übersetzt bedeutet GPGPU in etwa Allgemeine Berechnung auf Grafikprozessoren.

Informieren Sie sich über die Möglichkeiten der Nutzung von GPUs in normalen Anwendungen. Zeigen Sie dazu im Gegensatz den Vorteil der GPUs in rechenintensiven Implementierungen auf [1Pkt]. Gibt es Entwicklungsumgebungen und in welchen Programmiersprachen kann man diese nutzen [1Pkt]? Können bestehende Programme (C und Java) auf GPUs genutzt werden und was sind dabei die Grundvoraussetzungen dafür [1Pkt]? Gibt es transcompiler und wie kommen diese zum Einsatz [1Pkt]?

Präsentieren Sie an einem praktischen Beispiel den Nutzen dieser Technologie. Wählen Sie zwei rechenintensive Algorithmen (z.B. Faktorisierung) und zeigen Sie in einem Benchmark welche Vorteile der Einsatz der vorhandenen GPU Hardware bringt [12Pkt]! Um auch einen Vergleich auf verschiedenen Plattformen zu gewährleisten, bietet sich die Verwendung von OpenCL an.

Diese Aufgabe ist als Gruppenarbeit (2) zu lösen. Es ist zu beachten, dass diese Aufgabe mit der Aufgabe05 gekoppelt ist, d.h. nur eine der beiden Aufgaben wird verpflichtend bewertet! Zusätzliche Abgaben erhöhen die Gesamtpunkte und können somit zur Notenverbesserung dienen.

2 Recherche

2.1 Nutzung von GPUs und Vorteil gegenüber CPU

GPUs können vor allem sehr gut mit parallelisierbaren Algorithmen Arbeiten, da sie weit mehr Kerne besitzen, als eine CPU. Die GPU ist daher besonders für wiederholende und gleichzeitig rechenintensive Aufgaben geeignet und bei diesen auch deutlich schneller. Die GPU zieht erst bei oft wechselnden und ausschließlich sequentiell abzuarbeitenden Aufgaben den Kürzeren.

2.2 Entwicklungsumgebungen

Vor kurzem wurde von AMD die Ati Stream SDK 2.0 veröffentlicht, diese ist nicht nur auf GPUs sondern auch auf CPUs lauffähig (auch von Intel). Neben dem Arbeiten in C, ist es allerdings auch möglich mit Eclipse, in Java zu arbeiten. Man benötigt dazu lediglich, die Bibliothek javaCL.

2.3 Fertige Programme in Java oder C ausführen und Grundvoraussetzungen für Betrieb auf GPU

Programme können nicht direkt ausgeführt werden, es werden allerdings Hauptprogramme die in Java oder C geschrieben sein können, benötigt um Code auf einer GPU ausführen zu können.

2.4 Transcompiler

Ja es gibt Transcompiler die beispielsweise von OpenCL auf CUDA kompilieren können.

3 Arbeitsaufteilung

Arbeitssegment	Backhausen Dominik		Rieppel Alexander	
	Estimated T.	Spent T.	Estimated T.	Spent T.
Dokumentation	0h	0h	1h	1h
Recherche	0h	0h	1h	1h
Algorithmensuche	1h	0.5h	1h	1h
Kernel	2h	3h	2h	2h
Benchmarkprogramm	2h	3h	0.5h	1h
Gesamt	5h	6.5h	5.5h	6h
Gesamtes Team	Estimated T.		Spent T.	
	10.5h		12.5h	

4 Arbeitsdurchführung

Zunächst wurde sich mit der Materie von OpenCL auseinandergesetzt und sind schlussendlich auf JavaCL gestoßen. Daher die Implementierungsweise in Java uns am einfachsten erschien, haben wir uns entschieden, diese Library zu verwenden. Nachdem wir die ersten OpenCL Test-Kernels geschrieben haben, wurde der CPU-Teil implementiert. Für die Algorithmen haben wir uns für das Faktorisieren und den Sortieralgorithmus SelectionSort entschieden. Nachher wurden die eigentlichen Benchmarks geschrieben, die auch die Zeitmessungen beinhalten. Wir arbeiten während des gesamten Vorgangs ausschließlich mit statischen Methoden, da eigentlich nur Funktionalität gefordert war und nichts abgespeichert werden muss (ausgenommen Zeiten).

5 Testbericht

Prinzipiell lässt sich das Programm per build.xml starten. Dazu gibt es 2 Möglichkeiten:

- run - Führt das Programm mit einem einzigen Durchlauf aus (zu Testzwecken)
- run2 - Führt das Programm mit den default Einstellungen aus (50 Durchläufe mit 5000 Arraygröße)

5.1 Test 1

Wir haben einen Test auf den Heimrechner von Dominik Backhausen durchgeführt.

In diesem Computer befindet sich folgende HW:

CPU: AMD Phenom(tm) II X6 1100T Processor (6 Kerne, jeweils 3,30 GHz) GPU: AMD Radeon HD 6900 Series

Tests run on:

Cayman

AMD Phenom(tm) II X6 1100T Processor

All tests finished!

Showing results for factor tests..

Test 1.	with arraysize 5000:	CPU: 1.733s (1733ms)	GPU: 94.0ms
Test 2.	with arraysize 5000:	CPU: 1.864s (1864ms)	GPU: 77.0ms
Test 3.	with arraysize 5000:	CPU: 2.201s (2201ms)	GPU: 75.0ms
Test 4.	with arraysize 5000:	CPU: 1.188s (1188ms)	GPU: 74.0ms
Test 5.	with arraysize 5000:	CPU: 32.0ms	GPU: 75.0ms
Test 6.	with arraysize 5000:	CPU: 3.229s (3229ms)	GPU: 77.0ms
Test 7.	with arraysize 5000:	CPU: 1.031s (1031ms)	GPU: 77.0ms
Test 8.	with arraysize 5000:	CPU: 31.0ms	GPU: 74.0ms
Test 9.	with arraysize 5000:	CPU: 2.299s (2299ms)	GPU: 76.0ms
Test 10.	with arraysize 5000:	CPU: 2.671s (2671ms)	GPU: 74.0ms
Test 11.	with arraysize 5000:	CPU: 214.0ms	GPU: 76.0ms
Test 12.	with arraysize 5000:	CPU: 3.22s (3220ms)	GPU: 73.0ms
Test 13.	with arraysize 5000:	CPU: 455.0ms	GPU: 76.0ms
Test 14.	with arraysize 5000:	CPU: 1.707s (1707ms)	GPU: 75.0ms
Test 15.	with arraysize 5000:	CPU: 880.0ms	GPU: 75.0ms

Test 16. with arraysize 5000: CPU: 587.0ms GPU: 74.0ms
 Test 17. with arraysize 5000: CPU: 365.0ms GPU: 74.0ms
 Test 18. with arraysize 5000: CPU: 873.0ms GPU: 76.0ms
 Test 19. with arraysize 5000: CPU: 124.0ms GPU: 75.0ms
 Test 20. with arraysize 5000: CPU: 2.485 s (2485ms) GPU: 76.0ms
 Test 21. with arraysize 5000: CPU: 795.0ms GPU: 78.0ms
 Test 22. with arraysize 5000: CPU: 1.294 s (1294ms) GPU: 75.0ms
 Test 23. with arraysize 5000: CPU: 113.0ms GPU: 74.0ms
 Test 24. with arraysize 5000: CPU: 521.0ms GPU: 74.0ms
 Test 25. with arraysize 5000: CPU: 751.0ms GPU: 75.0ms
 Test 26. with arraysize 5000: CPU: 243.0ms GPU: 73.0ms
 Test 27. with arraysize 5000: CPU: 1.9 s (1900ms) GPU: 76.0ms
 Test 28. with arraysize 5000: CPU: 1.955 s (1955ms) GPU: 74.0ms
 Test 29. with arraysize 5000: CPU: 230.0ms GPU: 73.0ms
 Test 30. with arraysize 5000: CPU: 1.324 s (1324ms) GPU: 74.0ms
 Test 31. with arraysize 5000: CPU: 597.0ms GPU: 74.0ms
 Test 32. with arraysize 5000: CPU: 1.575 s (1575ms) GPU: 74.0ms
 Test 33. with arraysize 5000: CPU: 1.663 s (1663ms) GPU: 74.0ms
 Test 34. with arraysize 5000: CPU: 1.383 s (1383ms) GPU: 74.0ms
 Test 35. with arraysize 5000: CPU: 603.0ms GPU: 76.0ms
 Test 36. with arraysize 5000: CPU: 600.0ms GPU: 74.0ms
 Test 37. with arraysize 5000: CPU: 2.17 s (2170ms) GPU: 89.0ms
 Test 38. with arraysize 5000: CPU: 325.0ms GPU: 75.0ms
 Test 39. with arraysize 5000: CPU: 2.746 s (2746ms) GPU: 73.0ms
 Test 40. with arraysize 5000: CPU: 354.0ms GPU: 73.0ms
 Test 41. with arraysize 5000: CPU: 1.134 s (1134ms) GPU: 74.0ms
 Test 42. with arraysize 5000: CPU: 329.0ms GPU: 74.0ms
 Test 43. with arraysize 5000: CPU: 1.557 s (1557ms) GPU: 75.0ms
 Test 44. with arraysize 5000: CPU: 1.89 s (1890ms) GPU: 75.0ms
 Test 45. with arraysize 5000: CPU: 315.0ms GPU: 73.0ms
 Test 46. with arraysize 5000: CPU: 1.869 s (1869ms) GPU: 75.0ms
 Test 47. with arraysize 5000: CPU: 1.579 s (1579ms) GPU: 77.0ms
 Test 48. with arraysize 5000: CPU: 1.417 s (1417ms) GPU: 74.0ms
 Test 49. with arraysize 5000: CPU: 784.0ms GPU: 74.0ms
 Test 50. with arraysize 5000: CPU: 1.005 s (1005ms) GPU: 74.0ms
 Average Time GPU: 75.0ms
 Average Time CPU: 1.204 s (1204ms)

Showing Results for Sort Tests..

Test 1. with arraysize 5000: CPU: 28.0ms GPU: 75.0ms
 Test 2. with arraysize 5000: CPU: 25.0ms GPU: 75.0ms
 Test 3. with arraysize 5000: CPU: 29.0ms GPU: 77.0ms
 Test 4. with arraysize 5000: CPU: 27.0ms GPU: 75.0ms

Test 5. with arraysize 5000: CPU: 26.0ms GPU: 77.0ms
 Test 6. with arraysize 5000: CPU: 27.0ms GPU: 75.0ms
 Test 7. with arraysize 5000: CPU: 28.0ms GPU: 75.0ms
 Test 8. with arraysize 5000: CPU: 26.0ms GPU: 75.0ms
 Test 9. with arraysize 5000: CPU: 27.0ms GPU: 74.0ms
 Test 10. with arraysize 5000: CPU: 25.0ms GPU: 73.0ms
 Test 11. with arraysize 5000: CPU: 27.0ms GPU: 74.0ms
 Test 12. with arraysize 5000: CPU: 27.0ms GPU: 75.0ms
 Test 13. with arraysize 5000: CPU: 28.0ms GPU: 75.0ms
 Test 14. with arraysize 5000: CPU: 26.0ms GPU: 75.0ms
 Test 15. with arraysize 5000: CPU: 25.0ms GPU: 74.0ms
 Test 16. with arraysize 5000: CPU: 26.0ms GPU: 76.0ms
 Test 17. with arraysize 5000: CPU: 26.0ms GPU: 76.0ms
 Test 18. with arraysize 5000: CPU: 28.0ms GPU: 74.0ms
 Test 19. with arraysize 5000: CPU: 27.0ms GPU: 74.0ms
 Test 20. with arraysize 5000: CPU: 26.0ms GPU: 76.0ms
 Test 21. with arraysize 5000: CPU: 25.0ms GPU: 75.0ms
 Test 22. with arraysize 5000: CPU: 27.0ms GPU: 74.0ms
 Test 23. with arraysize 5000: CPU: 25.0ms GPU: 75.0ms
 Test 24. with arraysize 5000: CPU: 26.0ms GPU: 74.0ms
 Test 25. with arraysize 5000: CPU: 28.0ms GPU: 73.0ms
 Test 26. with arraysize 5000: CPU: 26.0ms GPU: 76.0ms
 Test 27. with arraysize 5000: CPU: 28.0ms GPU: 73.0ms
 Test 28. with arraysize 5000: CPU: 26.0ms GPU: 76.0ms
 Test 29. with arraysize 5000: CPU: 30.0ms GPU: 74.0ms
 Test 30. with arraysize 5000: CPU: 28.0ms GPU: 80.0ms
 Test 31. with arraysize 5000: CPU: 28.0ms GPU: 81.0ms
 Test 32. with arraysize 5000: CPU: 25.0ms GPU: 73.0ms
 Test 33. with arraysize 5000: CPU: 27.0ms GPU: 75.0ms
 Test 34. with arraysize 5000: CPU: 29.0ms GPU: 74.0ms
 Test 35. with arraysize 5000: CPU: 26.0ms GPU: 73.0ms
 Test 36. with arraysize 5000: CPU: 28.0ms GPU: 72.0ms
 Test 37. with arraysize 5000: CPU: 29.0ms GPU: 73.0ms
 Test 38. with arraysize 5000: CPU: 27.0ms GPU: 74.0ms
 Test 39. with arraysize 5000: CPU: 28.0ms GPU: 76.0ms
 Test 40. with arraysize 5000: CPU: 28.0ms GPU: 74.0ms
 Test 41. with arraysize 5000: CPU: 27.0ms GPU: 73.0ms
 Test 42. with arraysize 5000: CPU: 26.0ms GPU: 74.0ms
 Test 43. with arraysize 5000: CPU: 28.0ms GPU: 74.0ms
 Test 44. with arraysize 5000: CPU: 26.0ms GPU: 74.0ms
 Test 45. with arraysize 5000: CPU: 28.0ms GPU: 74.0ms
 Test 46. with arraysize 5000: CPU: 26.0ms GPU: 74.0ms
 Test 47. with arraysize 5000: CPU: 28.0ms GPU: 76.0ms
 Test 48. with arraysize 5000: CPU: 26.0ms GPU: 75.0ms

Test 49. with arraysize 5000: CPU: 28.0ms GPU: 74.0ms
Test 50. with arraysize 5000: CPU: 25.0ms GPU: 74.0ms
Average Time GPU: 74.0ms
Average Time CPU: 26.0ms

Overall Programm runtime: 1.94285m (116571ms)
Benchmark finished!

5.2 Test 2

Wir haben einen Test auf dem Heimrechner von Alexander Rieppel durchgeführt.

In diesem Computer befindet sich folgende HW:

CPU: Intel(R) Core(TM) i7 3770K (4 Kerne, jeweils 3,50 GHz) GPU: NVIDIA GeForce GTX 670 4GD5

Tests run on:
GeForce GTX 670

All tests finished!

Showing results for factor tests..

Test 1. with arraysize 5000: CPU: 1.767s (1767ms) GPU: 18.0ms
Test 2. with arraysize 5000: CPU: 781.0ms GPU: 3.0ms
Test 3. with arraysize 5000: CPU: 771.0ms GPU: 3.0ms
Test 4. with arraysize 5000: CPU: 857.0ms GPU: 3.0ms
Test 5. with arraysize 5000: CPU: 2.048s (2048ms) GPU: 3.0ms
Test 6. with arraysize 5000: CPU: 532.0ms GPU: 3.0ms
Test 7. with arraysize 5000: CPU: 1.107s (1107ms) GPU: 2.0ms
Test 8. with arraysize 5000: CPU: 758.0ms GPU: 2.0ms
Test 9. with arraysize 5000: CPU: 1.581s (1581ms) GPU: 2.0ms
Test 10. with arraysize 5000: CPU: 1.114s (1114ms) GPU: 2.0ms
Test 11. with arraysize 5000: CPU: 605.0ms GPU: 2.0ms
Test 12. with arraysize 5000: CPU: 612.0ms GPU: 2.0ms
Test 13. with arraysize 5000: CPU: 1.097s (1097ms) GPU: 2.0ms
Test 14. with arraysize 5000: CPU: 399.0ms GPU: 3.0ms
Test 15. with arraysize 5000: CPU: 117.0ms GPU: 2.0ms
Test 16. with arraysize 5000: CPU: 400.0ms GPU: 2.0ms
Test 17. with arraysize 5000: CPU: 674.0ms GPU: 2.0ms
Test 18. with arraysize 5000: CPU: 1.108s (1108ms) GPU: 2.0ms
Test 19. with arraysize 5000: CPU: 2.406s (2406ms) GPU: 2.0ms
Test 20. with arraysize 5000: CPU: 1.382s (1382ms) GPU: 2.0ms
Test 21. with arraysize 5000: CPU: 757.0ms GPU: 3.0ms

Test 22. with arraysize 5000: CPU: 117.0ms GPU: 2.0ms
 Test 23. with arraysize 5000: CPU: 339.0ms GPU: 2.0ms
 Test 24. with arraysize 5000: CPU: 397.0ms GPU: 2.0ms
 Test 25. with arraysize 5000: CPU: 487.0ms GPU: 3.0ms
 Test 26. with arraysize 5000: CPU: 245.0ms GPU: 2.0ms
 Test 27. with arraysize 5000: CPU: 589.0ms GPU: 2.0ms
 Test 28. with arraysize 5000: CPU: 772.0ms GPU: 2.0ms
 Test 29. with arraysize 5000: CPU: 869.0ms GPU: 2.0ms
 Test 30. with arraysize 5000: CPU: 1.418 s (1418ms) GPU: 2.0ms
 Test 31. with arraysize 5000: CPU: 603.0ms GPU: 2.0ms
 Test 32. with arraysize 5000: CPU: 677.0ms GPU: 2.0ms
 Test 33. with arraysize 5000: CPU: 1.58 s (1580ms) GPU: 2.0ms
 Test 34. with arraysize 5000: CPU: 2.379 s (2379ms) GPU: 2.0ms
 Test 35. with arraysize 5000: CPU: 592.0ms GPU: 2.0ms
 Test 36. with arraysize 5000: CPU: 1.209 s (1209ms) GPU: 2.0ms
 Test 37. with arraysize 5000: CPU: 528.0ms GPU: 2.0ms
 Test 38. with arraysize 5000: CPU: 25.0ms GPU: 2.0ms
 Test 39. with arraysize 5000: CPU: 1.436 s (1436ms) GPU: 2.0ms
 Test 40. with arraysize 5000: CPU: 1.438 s (1438ms) GPU: 2.0ms
 Test 41. with arraysize 5000: CPU: 764.0ms GPU: 2.0ms
 Test 42. with arraysize 5000: CPU: 118.0ms GPU: 2.0ms
 Test 43. with arraysize 5000: CPU: 310.0ms GPU: 2.0ms
 Test 44. with arraysize 5000: CPU: 217.0ms GPU: 2.0ms
 Test 45. with arraysize 5000: CPU: 1.105 s (1105ms) GPU: 2.0ms
 Test 46. with arraysize 5000: CPU: 25.0ms GPU: 3.0ms
 Test 47. with arraysize 5000: CPU: 83.0ms GPU: 2.0ms
 Test 48. with arraysize 5000: CPU: 151.0ms GPU: 2.0ms
 Test 49. with arraysize 5000: CPU: 412.0ms GPU: 3.0ms
 Test 50. with arraysize 5000: CPU: 487.0ms GPU: 2.0ms
 Average Time GPU: 2.0ms
 Average Time CPU: 804.0ms

Showing Results for Sort Tests..

Test 1. with arraysize 5000: CPU: 26.0ms GPU: 2.0ms
 Test 2. with arraysize 5000: CPU: 23.0ms GPU: 2.0ms
 Test 3. with arraysize 5000: CPU: 22.0ms GPU: 2.0ms
 Test 4. with arraysize 5000: CPU: 22.0ms GPU: 2.0ms
 Test 5. with arraysize 5000: CPU: 22.0ms GPU: 3.0ms
 Test 6. with arraysize 5000: CPU: 22.0ms GPU: 2.0ms
 Test 7. with arraysize 5000: CPU: 22.0ms GPU: 2.0ms
 Test 8. with arraysize 5000: CPU: 22.0ms GPU: 2.0ms
 Test 9. with arraysize 5000: CPU: 22.0ms GPU: 2.0ms
 Test 10. with arraysize 5000: CPU: 22.0ms GPU: 2.0ms
 Test 11. with arraysize 5000: CPU: 23.0ms GPU: 2.0ms

Test 12.	with arraysize 5000:	CPU: 21.0ms	GPU: 2.0ms
Test 13.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 2.0ms
Test 14.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 2.0ms
Test 15.	with arraysize 5000:	CPU: 23.0ms	GPU: 2.0ms
Test 16.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 2.0ms
Test 17.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 2.0ms
Test 18.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 2.0ms
Test 19.	with arraysize 5000:	CPU: 23.0ms	GPU: 2.0ms
Test 20.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 2.0ms
Test 21.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 2.0ms
Test 22.	with arraysize 5000:	CPU: 23.0ms	GPU: 2.0ms
Test 23.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 2.0ms
Test 24.	with arraysize 5000:	CPU: 21.0ms	GPU: 2.0ms
Test 25.	with arraysize 5000:	CPU: 23.0ms	GPU: 2.0ms
Test 26.	with arraysize 5000:	CPU: 23.0ms	GPU: 2.0ms
Test 27.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 2.0ms
Test 28.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 2.0ms
Test 29.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 2.0ms
Test 30.	with arraysize 5000:	CPU: 23.0ms	GPU: 2.0ms
Test 31.	with arraysize 5000:	CPU: 23.0ms	GPU: 2.0ms
Test 32.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 2.0ms
Test 33.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 2.0ms
Test 34.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 3.0ms
Test 35.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 2.0ms
Test 36.	with arraysize 5000:	CPU: 23.0ms	GPU: 2.0ms
Test 37.	with arraysize 5000:	CPU: 23.0ms	GPU: 1.0ms
Test 38.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 2.0ms
Test 39.	with arraysize 5000:	CPU: 23.0ms	GPU: 1.0ms
Test 40.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 2.0ms
Test 41.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 2.0ms
Test 42.	with arraysize 5000:	CPU: 23.0ms	GPU: 2.0ms
Test 43.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 2.0ms
Test 44.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 2.0ms
Test 45.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 1.0ms
Test 46.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 2.0ms
Test 47.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 2.0ms
Test 48.	with arraysize 5000:	CPU: 23.0ms	GPU: 1.0ms
Test 49.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 2.0ms
Test 50.	with arraysize 5000:	CPU: 22.0ms	GPU: 2.0ms
Average Time GPU:		1.0ms	
Average Time CPU:		22.0ms	

Overall Programm runtime: 1.13005m (67803ms)
Benchmark finished!

6 Quellen

http://ht4u.net/news/21412_erste_finale_opencl-entwicklungsumgebung_von_amd_verfuegbar/

<https://code.google.com/p/javacl/>