

1. Hausübung - OpenCL

Hochleistungssimulationen im Ingenieurwesen (HSI)

Stand 14.11.2022



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen
Wintersemester 2022/23

Matrix-Vektor-Multiplikation

Matrix-Vektor-Produkt

$A \cdot b = c$ mit $A \in \mathbb{R}^{m \times m}, b \in \mathbb{R}^m, c \in \mathbb{R}^m$.

Beispiel:

$$\begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a \cdot x + b \cdot y + c \cdot z \\ d \cdot x + e \cdot y + f \cdot z \\ g \cdot x + h \cdot y + i \cdot z \end{bmatrix}$$

Hinweis: Sie können für diese Hausübung eine $m \times m$ Matrix verwenden.

Aufgabe 1: Sequentielle Berechnung des Matrix-Vektor-Produkts

Implementieren Sie ein Programm, das eine Matrix-Vektor-Multiplikation durchführt und die Zeit der Berechnung misst. Die Eingabegrößen sollen variabel skalierbar sein und mit Zufallszahlen gefüllt werden.

Aufgabe 2: Parallele Berechnung des Matrix-Vektor-Produkts

Entwickeln Sie ein Programm, welches mithilfe der Bibliothek *Java bindings for OpenCL (JOCL)* die Ermittlung des Matrix-Vektor-Produkts parallelisiert durchführt. Überführen Sie hierzu den sequentiellen Algorithmus in einen mit JOCL parallel ausführbaren OpenCL Kernel und achten Sie bei der Parallelisierung auf eine reihenweise Zerlegung der Matrix A. Verwenden Sie zunächst für die Aufteilung in work-groups eine von OpenCL ermittelte geeignete `local_work_size` (siehe JOCL JavaDoc API Documentation zu `clEnqueueNDRangeKernel`).

Aufgabe 3: Ausführung auf dem Lichtenberg-Hochleistungsrechner

Schreiben Sie die zur Ausführung des sequentiellen und des parallelen Programms auf dem Lichtenberg-Hochleistungsrechner erforderlichen Batchscripte (Job Script).

Aufgabe 4: Messungen und Analyse

Vergleichen Sie die Dauer der sequentiellen und parallelisierten Abarbeitung für unterschiedliche Problemgrößen. Hierzu sollen beide Algorithmen die Operationen für eine Berechnung mit den Werten 10,1000,2000,4000,8000 und 15000 für m durchlaufen. Die Ausführung der Programme soll auf dem Lichtenberg-Hochleistungsrechner erfolgen.

Was stellen Sie fest und wie erklärt sich das Ergebnis?

Aufgabe 5: Variation der Anzahl der work-groups

Variieren Sie manuell die Größe und Anzahl der verwendeten work-groups (siehe oben `local_work_size`) und ermitteln Sie jeweils die Dauer der parallelen Abarbeitung bei einer konstanten Problemgröße n ($m = 10000$). Die Ausführung des parallelisierten Programms soll auf dem Lichtenberg-Hochleistungsrechner erfolgen. Dokumentieren Sie die zur Ausführung verwendete Hardware und relevante OpenCL Informationen (`CL_DEVICE_MAX_WORK_GROUP_SIZE` etc.).

Was ist zu beobachten und wie erklärt sich das Ergebnis?

Dokumentation

Bitte dokumentieren Sie Ihre Arbeit in Anlehnung an eine Versuchsbeschreibung. Gehen Sie auf das Versuchsvorhaben, die Arbeitsschritte ein und beschreiben Sie die Ergebnisse. Nutzen sie zur Ergebnisdarstellung tabellarische und graphische Auswertungen, wenn dies möglich ist. Halten Sie ebenfalls fest, falls es Schwierigkeiten oder Unregelmäßigkeiten während der Durchführung gab.

Abgabe

Die Abgabe muss bis Sonntag, den 04.12.2022, 23:59 Uhr über moodle erfolgen.

Abzugeben sind der Quellcode des Host Programms, des OpenCL Kernels sowie eine ausführliche Dokumentation der Bearbeitung der Übung.

Bitte fassen Sie die Dateien zum Upload in einem gepackten Dateiformat (*.zip, *.7z, *.tar, ...) zusammen und geben Sie im Dateinamen Ihre Gruppennummer an. Es muss nur ein Gruppenmitglied die Übung abgeben.

Weiterführende Links

- JOCL JavaDoc API Documentation
 - <http://www.jocl.org/doc/index.html>
- JOCL-Samples
 - <https://github.com/gpu/JOCLSamples>
- The OpenCL Specification, Version 1.2
 - <https://www.khronos.org/registry/OpenCL/specs/opencvl-1.2.pdf>