

Parallele Berechnungen des volumetrischen Beleuchtung astrophysikalischer Nebel auf GPU-Clustern

Bearbeiter: Manuel Moser
Betreuer: Steffen Frey
Prüfer: Daniel Weiskopf

Hintergrund

Der physikalische Lichttransport in volumetrischen Medien spielt in zahlreichen Beispielen der photorealistischen Bildsynthese eine wichtige Rolle, so wie für die Darstellung von Wolken, Feuer oder ähnlichem. Die Simulation des Lichttransports ist aufwändig, da neben Emission und Absorption auch Streuung auftreten kann, welche zu einer globalen Beleuchtungsberechnung führt. Die numerische Genauigkeit der Simulation spielt bei physikalisch orientierten Anwendungen eine besondere Rolle, was typischerweise zu einem besonders hohen Rechenaufwand führt. Im Speziellen trifft dies auf das Beispiel der Bildsynthese astrophysikalischer Nebel (planetarische Nebel, Reflexionsnebel) zu, die in realistischen Bildproduktionen aber bei Analyse-durch-Synthese-Ansätzen [Magnor04,Magnor05] auftreten.

Ziele und Arbeitsprogramm

Ziel dieser Diplomarbeit ist die Beschleunigung der Bildsynthese astrophysikalischer Nebel durch Parallelisierung auf GPU-Clustern. Die Ansteuerung der GPU soll hierbei über CUDA vorgenommen werden. Die angestrebten Einsatzgebiete sind die photorealistische Darstellung astrophysikalischer Nebel auf hochauflösenden Displays (z.B. Powerwall oder digitale Planetarien) sowie in der beschleunigten Analyse durch Synthese.

Das Arbeitsprogramm umfasst im Einzelnen:

- Implementierung eines Raycasters für das vereinfachte Emissions-Absorptions-Modell auf der Basis von CUDA (Einzel-GPU).
- Realisierung des hierarchischen Lichttransports für Mehrfachstreuung mittels CUDA (Einzel-GPU). Hierfür kann vom Ansatz und der Shader-Implementierung von [Magnor05] ausgegangen werden.
- Validierung der Einzel-GPU-Bildsynthese durch Vergleich der Ergebnisbilder mit denen von [Magnor05]. Hierfür sollen Vergleichsdaten von [Magnor05] herangezogen werden.
- Parallelisierung des Emissions-Absorptions-Raycasters durch Bildraumzerlegung (Mehrfach-GPU). Hierfür kann angenommen werden, dass die volumetrischen Daten auf allen GPU-Knoten repliziert vorliegen.
- Parallelisierung des hierarchischen Lichttransports für Mehrfachstreuung (Mehrfach-GPU). Hierfür soll ein Objektraum-Ansatz für die Bereichszerlegung untersucht werden.
- Validierung durch detaillierte Geschwindigkeitsanalysen des parallelen Rendering-Systems.

Die Implementierung soll auf der Basis von CUDA und C++ für GPU-Cluster-Computer realisiert werden. Als Ausgangsbasis kann zum einen auf die Vorarbeiten von [Magnor05] (Daten und Implementierung) und zum anderen auf beispielhafte parallele GPU-Implementierungen anderer Rendering-Verfahren zurückgegriffen werden. Für diese Diplomarbeit ist eine Zusammenarbeit mit der Gruppe von Prof. M. Magnor an der TU Braunschweig geplant.

Referenzen

- [Magnor04] M. Magnor, G. Kindlmann, C. Hansen, N. Duric: Constrained inverse volume rendering for planetary nebulae, Proc. IEEE Visualization, 2004, 83–90.
- [Magnor05] M. Magnor, K. Hildebrand, A. Lintu, A. Hanson: Reflection nebula visualization, Proc. IEEE Visualization, 2005, 255–262.