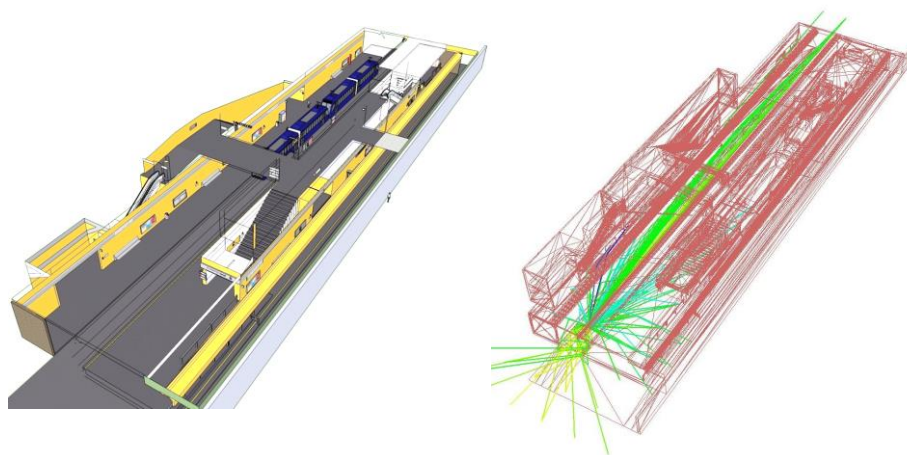


Bachelorarbeit

Entwurf und Evaluierung einer GPU-basierten Ray-Tracing Simulation für 5G Szenarien

Die Analyse und Modellierung von breitbandigen Funkkanälen ist essenziell für das Design und die Optimierung von neuartigen, drahtlosen Kommunikationslösungen. Die Verwendung von gängigen analytischen und empirischen Kanalmodellierungen (Freiraumausbreitung, Zwei-Wege-Modell, Rice-Verteilung etc.) dient dabei der ersten Abschätzung der Eigenschaften der Übertragungskanäle. Steigt jedoch die Komplexität der Signalausbreitung, so sind genauere Methoden wie das Ray Tracing notwendig, um akkurate Kanalschätzungen zu gewinnen [1]. Das Ray Tracing modelliert die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen als Strahlengang in Ausbreitungsrichtung. Diese Strahlen werden durch eine zusätzlich modellierte Szenerie verfolgt und Wechselwirkungen mit dieser berechnet. Dabei können – je nach Detailgrad – typische Mechanismen wie Pfadverlust, Reflektionen, Beugung, Streuung und Interferenzen berücksichtigt werden. Das Ray Tracing bietet also einen verallgemeinerten und meist genaueren Ansatz zur Schätzung des Funkkanals, auf Kosten der Rechenintensität. Die NVIDIA Ray Tracing Engine OptiX ist durch die parallele Berechnung der ausgesendeten Strahlen unter Verwendung von Grafikprozessoren in der Lage, diesen Rechenanforderungen gerecht zu werden [2]. Des Weiteren wurden mithilfe der OptiX Engine bereits erste erfolgreiche Funkkanaluntersuchungen unternommen, auf dessen Erfolg aufgebaut werden soll [3][4].



Ray Tracing Beispielanwendung in einem U-Bahn-Station Szenario. Links das 3D Modell der Umgebung, rechts die Abschätzung der Signalabdeckung basierend auf dem simulierten Strahlengang.

Im Rahmen dieser Abschlussarbeit soll daher die NVIDIA OptiX Ray Tracing Engine zur Untersuchung von breitbandigen Funkkanälen evaluiert werden. Die besondere Herausforderung liegt dabei in der Erkennung und Berücksichtigung wesentlicher Einflüsse auf die Ausbreitung der Strahlen in verschiedenen Szenarien. Denkbar ist dabei insbesondere die Evaluierung in städtischen, ländlichen und maritimen Szenerien sowie in Gebäuden.

Denkbare Arbeitspunkte sind:

- Ausarbeitung und Modellierung der wesentlichen Strahlenausbreitungseffekte (Pfadverlust, Reflektionen, Beugung, Streuung etc.)
- Implementierung dieser Effekte unter Verwendung der NVIDIA OptiX GPU Ray Tracing Engine [2]
- 3D-Modellierung zur Erschaffung der Szenerien (städtisch, ländlich, maritim, in Gebäuden etc.)
- Integration verschiedener Sender und Empfänger (Antennentypen etc.)
- Evaluierung der erzielten Ergebnisse durch Vergleich mit analytischen Kanalmodellen
- Weitere Evaluierung der erzielten Ergebnisse durch ergänzende Experimente bei Verwendung des am Lehrstuhl vorhandenen, hochwertigen Laborequipments
- Untersuchung der Echtzeitfähigkeit von OptiX

Erforderliche Voraussetzungen:

- Gute Programmierkenntnisse in C++
- Kenntnisse über die Ausbreitungseigenschaften elektromagnetischer Wellen sowie gängiger Kanalmodelle
- Grundverständnis von digitaler Übertragungstechnik
- Hohes Maß an Motivation und Leistungsbereitschaft

Wünschenswert:

- Grundlegende Kenntnisse im Bereich Computer Graphics
- Erste Erfahrungen mit der Programmiersprache CUDA

Referenzen:

[1] Z. Yun and M. F. Iskander. Ray Tracing for Radio Propagation Modeling: Principles and Applications. In *IEEE Access*, volume 3, pages 1089-1100, July 2015.

<http://ieeexplore.ieee.org/document/7152831/>

[2] S. G. Parker, J. Bigler, A. Dietrich, H. Friedrich, J. Hoberock, D. Luebke, D. McAllister, M. McGuire, K. Morley, A. Robison and M. Stich. OptiX: A General Purpose Ray Tracing Engine. In *ACM Transactions on Graphics*, volume 29, no. 4, July 2010.

http://raytracing-docs.nvidia.com/optix/whitepaper/nvidia_optix_TOG_v29_n4.pdf

[3] R. Felbecker, L. Raschkowski, W. Keusgen and M. Peter. Electromagnetic wave propagation in the millimeter wave band using the NVIDIA OptiX GPU ray tracing engine. In 2012 6th European Conference on Antennas and Propagations (EUCAP), pages 488-492, March 2012.

<http://ieeexplore.ieee.org/document/6206198/>

[4] M. Schiller, A. Kern and A. Knoll. Real-time Electromagnetic Wave Propagation using OptiX for Simulation of Car-to-Car-Communication. In 2014 GPU Technology Conference (GTC), March 2014.

<http://on-demand.gputechconf.com/gtc/2014/presentations/S4359-rt-em-wave-propagation-optix-sims-car-to-car-communication.pdf>