Bachelorarbeit

Wahrnehmungsorientiertes Volumen-Rendering

Foveated Volume Rendering

Die visuelle Wahrnehmung von Menschen kann in foveales und peripheres Sehen unterteilt werden. Dabei ist das foveale Sehen scharf und detailliert, während das periphere Sehen eher ungenau ist. Diese Eigenschaft kann gezielt ausgenutzt werden, um beispielsweise das Leistungsverhalten von bilderzeugenden Anwendungen zu verbessern, indem die Bildqualität im peripheren Bereich gesenkt wird.

In dieser Arbeit soll dieser Ansatz mit Hilfe eines Eye-Trackers für Volumendarstellung umgesetzt werden. Dabei sollen drei Aspekte untersucht werden:

* Welche Bereiche sind bei Volumendarstellungen von besonderem Interesse für den Betrachter und wie ändert sich dies mit unterschiedlicher Parametrisierung?
* Lässt sich das Leistungsverhalten ohne wahrnehmbare Verluste bei der Darstellung verbessern?
* Kann die Volumendarstellung mit Hilfe von Eye-Tracking sinnvoll erweitert werden?

## Aufgabenstellung

### Anforderungsermittlung und Einarbeitung

Lesen Sie sich in die referenzierte Literatur ein. Erheben Sie Anforderungen, die sich durch natürlichsprachliche Beschreibung der Funktionalität und des erhofften Nutzens kennzeichnen und mit einer Priorität versehen wurden. Anschließend erstellen Sie Arbeitspakete mit geschätztem Arbeitsaufwand und überprüfbaren Abnahmebedingungen. Parallel können Sie Werkzeuge (Versionierungssystem, Entwicklungsumgebung) einrichten und sich in Technologien (Volume-Rendering, Eye-Tracking, OpenCL, usw.) einarbeiten.

### Erfassen des fovealen Bereichs mit Hilfe des Eye-Trackers

Benutzen Sie den bereitgestellten Eye-Tracker, um die Blickrichtung eines Betrachters zu erfassen. Ermitteln Sie darauf basierend die foveale Region auf dem Bildschirm. Schaffen Sie zusätzlich eine Möglichkeit um den Eye-Tracker mittels des Mauszeigers zu simulieren.

### Analyse von Volumen-Rendering mittels Eye-Tracking

Machen Sie sich mit dem bereitgestellten Volume-Renderer vertraut und integrieren Sie die Erfassung der Eye-Tracking-Daten. Achten Sie dabei auf eine geringe Latenz. Erfassen und visualisieren Sie die Eye-Tracking-Daten die beim Betrachten unterschiedlicher Volumen-Renderings mit verschiedenen Rendering-Parametern (Sampling-Rate, Beleuchtung…) entstehen.

### Anpassen von Rendering-Parametern basierend auf Eye-Tracking Daten zur Performance-Verbesserung

Berechnen Sie die fovealen Region und passen Sie die Sampling-Genauigkeit des Raycasters in Objekt- und Bildraum, sowie Beleuchtungsparameter, basierend darauf an. Evaluieren Sie den Zusammenhang zwischen Leistungsverhalten und den adaptiven Rendering-Parametern. Messen Sie dazu zunächst das Leistungsverhalten für uniforme Parameter und vergleichen Sie diese Messungen anschließend mit adaptiven, Eye-Tracking-basierten Parametern über Zeit.

Experimentieren Sie mit verschiedene adaptiven Schemata, Bereichsgrößen und Übergangsfunktionen, um ungewollte Artefakte und Ablenkungen im peripheren Sichtfeld zu reduzieren bzw. zu vermeiden. Unterscheiden Sie insbesondere Fixationen von zufälligen Augenbewegungen und Messungenauigkeiten.

*Bonus*: Implementieren Sie eine Erweiterung des Volume-Raycasters, der eine progressive Verfeinerung der Sampling-Rate - ausgehend vom fovealen Bereich - durchführt.

### Fovea-basierte Linse um die Darstellung zu erweitern

Erweitern Sie den Renderer dahingehend, dass ein vorgegebener Bereich kombiniert mit einer alternativen Transferfunktion dargestellt werden kann (z.B. höhere Transparenz). Dieser Bereich soll an die Fixation des Betrachters gekoppelt werden. Experimentieren Sie mit dieser Form des Volumen-Renderings.

### Ausarbeitung und Präsentation

Fertigen Sie eine richtlinienkonforme Abhandlung Ihrer Arbeit an - eine entsprechende LaTeX-Vorlage erhalten Sie auf GitHub[[1]](#footnote-1). Bitte reichen Sie zwei Wochen vor Abgabe bei Ihren Betreuern eine druckfertige PDF ein. Abschließend halten Sie eine Abschlusspräsentation im Kolloquium. Der Termin Ihrer Präsentation wird in Rücksprache mit dem Betreuer festgelegt.

# Ansprechpartner

Bearbeiter: Ruben Bauer ([st142462@stud.uni-stuttgart.de](mailto:st142462@stud.uni-stuttgart.de))

Betreuer: Valentin Bruder ([valentin.bruder@visus.uni-stuttgart.de](mailto:valentin.bruder@visus.uni-stuttgart.de))

Christoph Schulz ([christoph.schulz@visus.uni-stuttgart.de](mailto:christoph.schulz@visus.uni-stuttgart.de))

Steffen Frey ([steffen.frey@visus.uni-stuttgart.de](mailto:steffen.frey@visus.uni-stuttgart.de))

Prüfer: Prof. Thomas Ertl ([thomas.ertl@vis.uni-stuttgart.de](mailto:thomas.ertl@vis.uni-stuttgart.de))

Startdatum: 2018-04-01

**Literatur**:

1. Guenter, Brian, et al. "Foveated 3D graphics." *ACM Transactions on Graphics (TOG)* 31.6 (2012): 164.
2. Patney, Anjul, et al. "Perceptually-based foveated virtual reality*." ACM SIGGRAPH 2016 Emerging Technologies.* ACM, 2016.
3. Levoy, Marc, and Ross Whitaker. "Gaze-directed volume rendering." *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*. Vol. 24. No. 2. ACM, 1990.
4. Weier, Martin, et al. "Perception‐driven Accelerated Rendering." *Computer Graphics Forum*. Vol. 36. No. 2. 2017.
5. Koskela, Matias, et al. "Foveated instant preview for progressive rendering." *SIGGRAPH Asia 2017 Technical Briefs*. ACM, 2017.
6. Englund, R., and T. Ropinski. "Quantitative and Qualitative Analysis of the Perception of Semi‐Transparent Structures in Direct Volume Rendering." *Computer Graphics Forum*. 2018.
7. Lu, Aidong, Ross Maciejewski, and David S. Ebert. "Volume composition using eye tracking data." *EuroVis*. 2006.

1. <https://github.com/latextemplates/scientific-thesis-template> [↑](#footnote-ref-1)