

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

FAKULTÄT INFORMATIK

INSTITUT FÜR SOFTWARE- UND MULTIMEDIATECHNIK

PROFESSUR FÜR COMPUTERGRAPHIK UND VISUALISIERUNG

PROF. DR. STEFAN GUMHOLD

## Diplomarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades  
Diplom-Informatiker

# Optimierung und Übertragung von Tiefengeometrie für Remote-Visualisierung

Josef Schulz

(Geboren am 20. Oktober 1989 in Naumburg (Saale), Mat.-Nr.: 3658867)

Betreuer: Dr. Sebastian Grottel

Dresden, 17. Oktober 2016

---

## Aufgabenstellung

In Big-Data-Szenarien in der Visualisierung spielt der Ansatz der Remote-Visualisierung eine zunehmende Rolle. Moderne Netzwerktechnologien bieten große Datenübertragungsraten und niedrige Latenzzeiten. Für die interaktive Visualisierung sind aber selbst kleinste Latenzzeiten problematisch. Um diese vor dem Benutzer maskieren zu können, kann eine Extrapolation der Darstellung durchgeführt. Diese Berechnungen erfordern zusätzlich zum normalen Farbbild weitere Daten, beispielsweise ein Tiefenbild und die Daten der verwendeten Kameraeinstellung. Für die Darstellungsextrapolation werden Farb- und Tiefenbild zusammen interpretiert, beispielsweise als Punktwolke oder Höhenfeldgeometrie. Im Rahmen dieser Arbeit soll untersucht werden, wie die Darstellung mittels Höhenfeldgeometrie optimiert werden kann. Ansätze sind hierfür Algorithmen aus der Netzvereinfachung. Zu erwarten sind sowohl harte Kanten als auch glatte Verläufe der Tiefenwerte, welche sich in der Netzgeometrie durch adaptive Vernetzung mit reduziertem Datenaufwand darstellen lassen.

Dem Szenario der Web-basierten Remote-Visualisierung folgend soll der Web-Browser als Klient-Komponente eingesetzt werden. Die einzusetzenden Technologien sind HTML5, Javascript, WebGL und WebSockets. Entsprechende Javascript-Bibliotheken sollen genutzt werden um die Qualität und Wartbarkeit des Quellcodes zu steigern. Für die Server-Komponente darf die Technologie vom Bearbeiter frei gewählt werden.

Zu Beginn der Arbeit wird eine Literatur-Recherche zu Web-basierter Visualisierung und Remote-Visualisierung erfolgen. Schwerpunkte sind hierbei die Bild-Extrapolation, Vernetzung und Rekonstruktion auf Basis von Tiefenbildern und die Netzoptimierung und -Vereinfachung. Im Anschluss an die Literaturrecherche wird ein Konzept für die Implementierung mit dem Betreuer abgesprochen und anschließend als prototypische Software umgesetzt. Folgendes Szenario dient als Grundlage für dieses Konzept:

Als Eingabedaten stehen mehrere Datensätze aus unterschiedlichen Szenarien der wissenschaftlichen Visualisierung zur Verfügung. Für jeden Datensatz sind mehrere Tripel aus Farbbild, Tiefenbild und Kamera-Parameter gegeben. Die Serverkomponente bereitet einen Datensatz auf und bietet ihn dem Klienten an. Diese Aufbereitung ist vor allem die Generierung einer optimierten Tiefennetzgeometrie aus den Tiefenbilddaten. Der Klient fordert Farbbilder, Kameraeinstellungen und Tiefengeometrie von Tripel-Paaren an. Konzeptuell wird ein Tripel als aktueller Zustand und das zweite Tripel als Ground-Truth einer Bildextrapolation verstanden. Diese können daher auch in dieser Reihenfolge angefordert werden. Die Tripel werden zwischen Klient und Server direkt per Sockets/WebSockets übertragen. Die Daten des ersten Tripels werden anschließend genutzt um dessen Farbbild in die Ansicht des zweiten Tripels extrapoliert. Hierbei werden vom zweiten Tripel nur die Kameraeinstellung genutzt. Diese Extrapolation wird Klient-seitig in WebGL implementiert damit alle Berechnungen auf der GPU ausgeführt

---

werden. Anschließend wird das extrapolierte Bild mit dem originalen Ground-Truth-Farbbild aus dem zweiten Tripel verglichen um die Qualität der Extrapolation zu bewerten, z.B. durch SSIM.

Die umgesetzte Lösung wird ausführlich evaluiert. Zentraler Wert ist hierbei die Bildqualität nach der Extrapolation abhängig vom Winkelunterschied zwischen den Kameraeinstellungen und den Parametern der Vereinfachung der Tiefennetzgeometrie. Hierfür werden Tripel-Paare aus den Datensätzen und Variationen der Parameter der Algorithmen systematisch und automatisiert vermessen. Untersuchungen zum Laufzeitverhalten der Netzoptimierung im Server und der Bildextrapolation im Klienten sind optional durchzuführen.

---

# Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die von mir am heutigen Tag dem Prüfungsausschuss der Fakultät Informatik eingereichte Arbeit zum Thema:

*Optimierung und Übertragung von Tiefengeometrie für Remote-Visualisierung*

vollkommen selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie Zitate kenntlich gemacht habe.

Dresden, den 17. Oktober 2016

Josef Schulz

---

## **Kurzfassung**

Zusammenfassung Text Deutsch

## **Abstract**

abstract text english

# Inhaltsverzeichnis

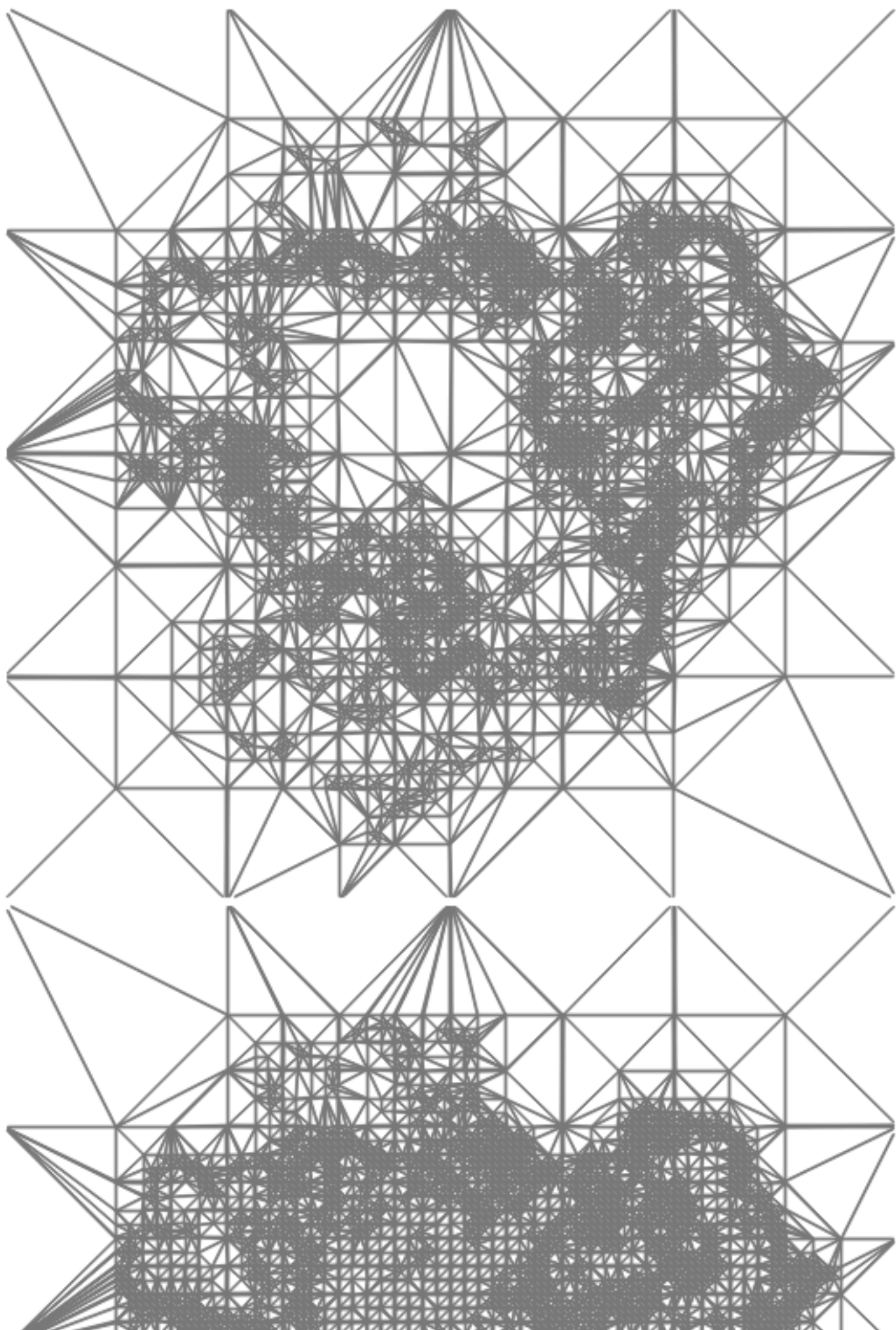
<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Verwandte Arbeiten</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Noch mehr Ergebnisse</b>	<b>6</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>9</b>

# 1 Einleitung

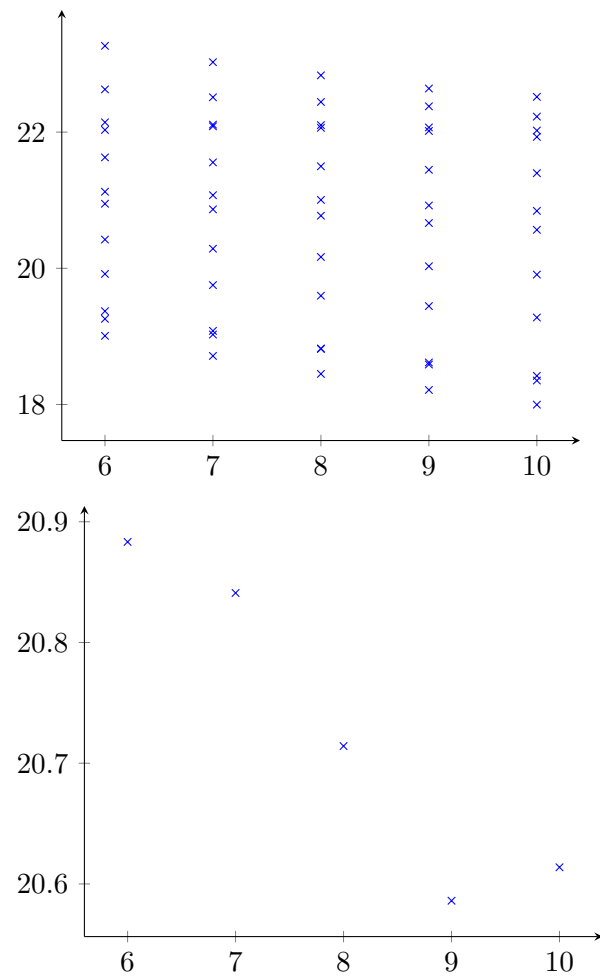
## **2 Verwandte Arbeiten**

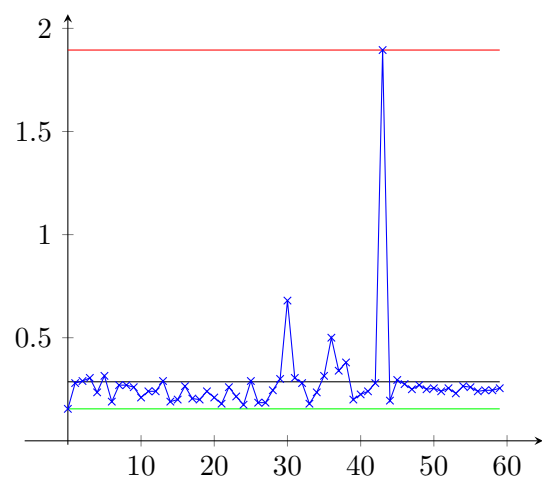
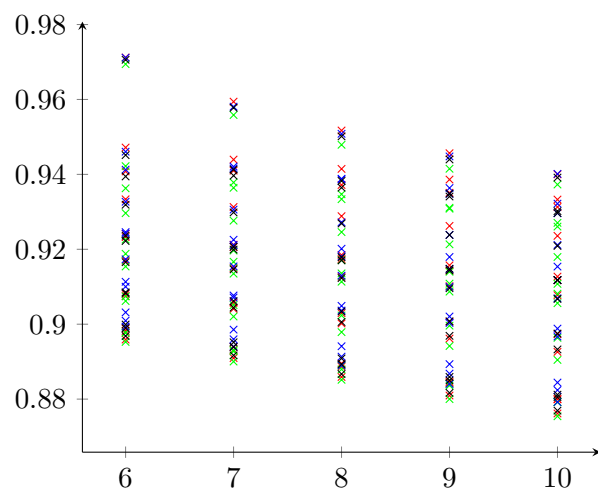
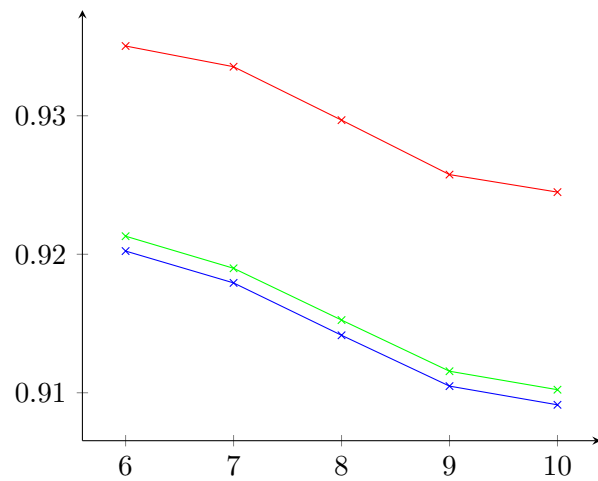


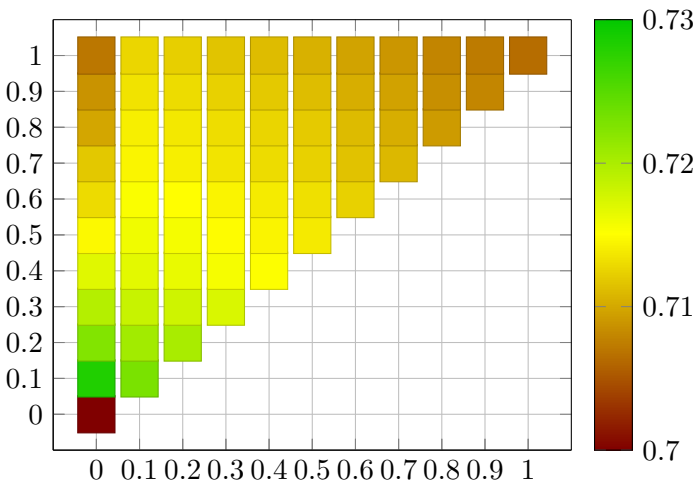
## **3 Ergebnisse**



## 4 Noch mehr Ergebnisse







□

## Literaturverzeichnis

- [Eis07] EISERT, Peter: Remote rendering of computer games. In: *in Proc. International Conference on Signal Processing and Multimedia Applications (SIGMAP, 2007)*
- [MKB<sup>+</sup>15] MWALONGO, Finian ; KRONE, Michael ; BECHER, Michael ; REINA, Guido ; ERTL, Thomas: Remote Visualization of Dynamic Molecular Data Using WebGL. In: *Proceedings of the 20th International Conference on 3D Web Technology*. New York, NY, USA : ACM, 2015 (Web3D '15). – ISBN 978–1–4503–3647–5, S. 115–122
- [SH15] SHI, Shu ; HSU, Cheng-Hsin: A Survey of Interactive Remote Rendering Systems. In: *ACM Comput. Surv.* 47 (2015), Mai, Nr. 4, S. 57:1–57:29. – ISSN 0360–0300
- [SNC12] SHI, Shu ; NAHRSTEDT, Klara ; CAMPBELL, Roy: A Real-time Remote Rendering System for Interactive Mobile Graphics. In: *ACM Trans. Multimedia Comput. Commun. Appl.* 8 (2012), Oktober, Nr. 3s, S. 46:1–46:20. – ISSN 1551–6857
- [WPJR11] WESSELS, Andrew ; PURVIS, Mike ; JACKSON, Jahrain ; RAHMAN, Syed (.: Remote Data Visualization through WebSockets. In: *Eighth International Conference on Information Technology: New Generations, ITNG 2011, Las Vegas, Nevada, USA, 11-13 April 2011*, 2011, S. 1050–1051

## **Danksagung**

Die Danksagung...

## **Erklärungen zum Urheberrecht**

Hier soll jeder Autor die von ihm eingeholten Zustimmungen der Copyright-Besitzer angeben bzw. die in Web Press Rooms angegebenen generellen Konditionen seiner Text- und Bildübernahmen zitieren.