

Jahresbericht im strukturierten Promotionsstudiengang

Erster Bericht (15.01.19 - 14.01.19)

vorgelegt von Florian Streitbürger

Mat.Nr.: 165759, E-Mail: florian.streitbuerger@math.tu-dortmund.de

1 Forschung

Ich habe mich im vergangenen Jahr unter Betreuung von JProf. Dr. Sandra May mit neuen Möglichkeiten zur Stabilisierung von unstetigen Galerkin Verfahren beschäftigt, die zum Lösen von hyperbolischen Erhaltungsgleichungen auf sogenannten Cut-Cell-Gittern verwendet werden. Unter Cut-Cell-Gittern verstehen wir hierbei Gitter, die entstehen wenn man das zu untersuchende Objekt aus einem äquidistanten Gitter hinausschneidet (vgl. Abb. 1). Dabei entstehen am Rand sogenannte Cut-Cells, die verschiedene Formen annehmen und beliebig klein werden können. Dadurch kommt es beim Lösen auf diesen Cut-Cells zu Instabilitäten. Das größte Problem bei hyperbolischen Erhaltungsgleichungen ist das sogenannte *Kleine-Zelle-Problem* (engl. small cell problem). Der Hintergrund des Ganzen ist, dass man zum Lösen von hyperbolischen Erhaltungsgleichungen explizite Zeitschrittverfahren verwendet. Diese unterliegen bei der Wahl der Zeitschrittweite der CFL-Bedingung. Diese besagt, dass man die Zeitschrittweite gemäß des Ortsgitters wählen muss. Wenn die Cut-Cells nun beliebig klein werden können, ist dies nicht mehr möglich. Daher wählt man die Zeitschrittweite gemäß des kartesischen Hintergrundgitters und versucht die Instabilitäten, die durch eine zu große Zeitschrittweite auf den kleinen Cut-Cells entstehen, mit geeigneten Stabilitätstermen zu neutralisieren.

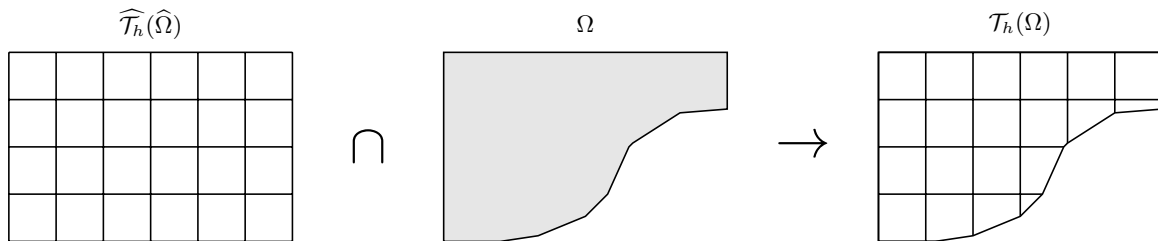


Abbildung 1: Konstruktion eines Cut-Cell-Gitters $\mathcal{T}_h(\Omega)$: Aus dem Hintergrundgitter $\widehat{\mathcal{T}}_h$ eines größeren Gebiets $\widehat{\Omega}$ wird das Simulationsgebiet Ω ausgeschnitten. Hierbei entstehen sog. Cut-Cells $E = \widehat{E} \cap \Omega$, wobei $\widehat{E} \in \widehat{\mathcal{T}}_h$ eine kartesische Hintergrundzelle ist. (Quelle: [1])

In diesem Rahmen wurden in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Christian Engwer von der WWU Münster die Stabilitätsterme für stückweise konstante Ansatzfunktionen, die bereits in meiner Masterarbeit bei JProf. Dr. Sandra May für eine Dimension erarbeitet und anschließend theoretisch und numerisch verifiziert wurden, auf den zweidimensionalen Fall übertragen. Hierbei wurde die C++-Bibliothek **Dune** verwendet, die von Christian Engwer mitentwickelt wurde und bereits eine gute Infrastruktur für Cut-Cell-Gitter liefert. Gleichzeitig wurden im Eindimensionalen sowohl die Wahl des Vorfaktors der Stabilisierungsterme untersucht als auch Stabilitätsterme für stückweise lineare Ansatzfunktionen entwickelt. Hierfür konnte theoretisch bewiesen werden, dass das Verfahren für stückweise lineare Funktionen unter Hinzunahme eines geeigneten Limiters eine *TVDM* (total variation diminishing in the means)-Eigenschaft erfüllt. Anschließend konnten diese Stabilitätsterme ebenfalls erfolgreich ins Zweidimensionale erweitert werden. In den numerischen Tests in einer sowie zwei Dimensionen weisen die Verfahren für beliebig kleine Cut-Cells keinerlei Instabilitäten auf. Die Fehlerordnungen liegen ebenfalls in den für Cut-Cells typischen Bereichen. Die Ergebnisse wurden im Anschluss in einem Paper

sowie einem Proceeding zusammengefasst und sind unter [1, 2] zu finden.


Weiterhin wurden die Ziele definiert, die Stabilitätsterme für höhere Polynomgrade sowie nicht-lineare Erhaltungsgleichungen zu erweitern. Hierbei liegt der Fokus auf den Euler-Gleichungen, wobei der erste Schritt die Burgers-Gleichung sein wird. Bei diesem gemeinsamen Projekt wird ein ständiger Austausch mit Christian Engwer aus Münster stattfinden. Als großes Ziel setzen wir uns Euler-Gleichungen in zwei Dimensionen für beliebig hohe Polynomgrade.

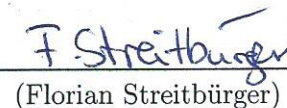
Literatur

- [1] C. Engwer, S. May, C. Nüßing, and F. Streitbürger, A stabilized discontinuous Galerkin cut cell method for discretizing the linear transport equation. arXiv:1906.05642, (2019)
- [2] F. Streitbürger, C. Engwer, S. May, and C. Nüßing, Monotonicity considerations for stabilized DG cut cell schemes for the unsteady advection equation arXiv:1912.11933, (2019)

2 Leistungen im Promotionsstudiengang

Leistung	Semester/ Jahr	Anl.	Name des Veranstalters	Unterschrift
Promotionsnahe Leistungen				
<i>Teilnahme:</i> DUNE Workshop	März 19		-	S. May
<i>Präsentation:</i> Hirschegg Workshop On Conservation Laws	September 19		-	S. May
<i>Präsentation:</i> Enumath	Oktober 19		-	S. May
<i>Präsentation:</i> Oberseminar LSIII	SS 19		-	S. May
<i>Publikation:</i> Oberwolfach Report No. 24/2019	Mai 19		-	S. May
<i>Eingereichte Publikation:</i> A stabilized DG cut cell method for discretizing the linear transport equation	Juni 19		-	S. May
<i>Präsentation:</i> Gastvortrag TU München	November 19		-	S. May
<i>Eingereichte Publikation:</i> Enumath Proceedings 2019	Dezember 19		-	S. May
Leistungen wissenschaftlicher Weiterbildung				
<i>Teilnahme:</i> HPC Programmierung mit C/C++ für MATLAB Programmierer	SS 19		I. Schulz	S. Anhang
Erwerb überfachlicher Kompetenzen				
<i>Tutor:</i> Numerik II	SS 19		S. Turek	S. May
<i>Tutor:</i> COP-Kurs	SS 19		S. May	S. May
<i>Tutor:</i> Unstetige Galerkin-Verfahren	SS 19		S. May	S. May
<i>Teilnahme Workshop:</i> Conference Presentation	November 2019		-	S. Anhang
<i>Tutor:</i> Analysis I	WS 19\20		B. Schweizer	B. Schweizer


(JProf. Dr. Sandra May)


(Florian Streitbürger)

Modulbescheinigung Studium Fundamentale

Frau/Herr: Florian Streitbürger

Studiengang: Promotion Mathematik

Matrikelnummer: 165759

hat im SoSe 2019 aktiv an der Lehrveranstaltung _____

HPC-Programmierung mit C/C++ für MATLAB-Programmierer

der Fakultät/Einrichtung Informatik

im Rahmen des Studium Fundamentale teilgenommen.

Veranstaltungsleitung: Ingo Schulz

Anzahl der Credit Points: 2

Bemerkung/en: Die Lehrveranstaltung umfasste folgende Themen:

Einführung in C/C++ (Grundkonzepte, Arrays, Zeiger, Objektorientierung),

Einführung in Hardwarearchitektur (CPUs: Cache Hierarchien, Vektorisierung),

Performance-Engineering, Umsetzen von MATLAB-Code in C/C++ mit Code-

Optimierung auf dem Hochleistungsrechner LiDO und Vergleich der Ergebnisse.

18.12.2019
Datum


Unterschrift/Stempel des Instituts



Teilnahmebescheinigung

Florian Streitbürger

hat

am 07. und 08.11.2019 (ganztagig)

im Rahmen des überfachlichen Qualifizierungsprogramms
des Graduiertenzentrums der Technischen Universität Dortmund
an der Veranstaltung

Conference Presentation: Engaging the Listener in Your Talk

teilgenommen.

Inhalte der Veranstaltung waren:

- Concisely introducing yourself: practice your “pitch”
- Engaging the audience in one’s talk
- Affirming the strengths and individual style of the speaker
- Improving body language
- Effectively promoting oneself
- Develop strong tactics for effective communication
- Receiving video-feedback

Dortmund, 08.11.2019

Graduiertenzentrum
TU Dortmund

Nils Kasties

Dr. Nils Kasties
Leiter Referat
Forschungsförderung

IGDK1754 Announcements Talks2019

Talks**Talks 2020**

Date	Speaker	Title	Location	Room
Februar 04 2020 16:45	Martin Stoll (TU Chemnitz)	From PDEs to data science: an adventure with the graph Laplacian	UniBW	Gebäude 33, Room 1431

Talks 2019

Date	Speaker	Title	Location	Room
December 05 2019 14:30	Daniel Walter (TU München)	Optimal feedback stabilization via deep neural network approximation	TUM	02.06.011
November 28 2019 14:30	Lukas Failer (TU München)	Title: Newton-Multigrid Solver for Optimal Control of Fluid-Structure Interaction	TUM	02.06.011
November 26 2019 13:00	Florian Streitbürger (TU Dortmund)	A stabilized DG cut cell method for discretizing the linear advection equation	TUM	02.06.011
November 25 2019 13:00	Clemens Hofreither (RICAM, Linz)	A Unified View of Some Numerical Methods for Fractional Diffusion	TUM	02.06.011
November 21 2019 13:00	Georg Müller (Uni Konstanz)	Multiobjective Optimal Control of a Non-Smooth Semi-Linear Elliptic PDE	TUM	02.06.011
July 15 2019 10:30	Dmitriy Leykekhman (University of Connecticut, USA)	Pointwise error estimates for \mathcal{C}^0 interior penalty approximation of biharmonic problems	TUM	02.06.011
February 5 2019 17:00	Christian Meyer (TU Dortmund)	Discrete Schemes for Rate-independent Evolutions with Non-Convex Energies	UniBW	Gebäude 33, Raum 0231
January 21 2019 17:00	Daniel Wachsmuth (Universität Würzburg)	Second-order optimality conditions in optimal control problems	UniBW	Gebäude 33, Raum 1401

Talks 2018**Talks 2017****Talks 2016****Talks 2015****Talks 2014****Talks 2013****Talks 2012**