Dies Mathematicus

1. Dezember 2017

Institut für
Mathematik
Technische
Universität
Berlin

Programm

14:15 Vortragswettbewerb (MA041, MA042)

17:30 Festakt (MA005)

- Musikalischer Auftakt: AGvH Jazz Quartett
- Begrüßung durch den Dekan Prof. Dr. Etienne Emmrich
- Grußwort: Prof. Dr. Hans-Ulrich Heiß, Vizepräsident der TU Berlin
- Musikalisches Intermezzo: AGvH Jazz Quartett
- Hauptvortrag: Dr. André Gaul (PaperHive)
  Startup und Mathematik: Was macht man da so?
- Musikalisches Intermezzo: AGvH Jazz Quartett
- Verabschiedung der Absolventinnen und Absolventen
- Preisverleihung für die besten Studienabschlüsse des Jahres und die besten Vorträge des Tages

19:00 Party (vor HE101)

Snacks und Musik

AGvH Jazz Quartett:
Nico Lohmann (Saxophon und Querflöte), Richard Maegraith (Saxophon und Querflöte), Albrecht Gündel-vom Hofe (Piano), Christian Fischer (Kontrabass)

Vorträge im Hörsaal MA041

14:15 Das Graphensegmentierungsproblem: Mit Befahrungsdaten das Mautnetz vereinfachen
Gerald Bartz (Master)

14:35 Traffic-Matrix-Modellierung aus Transaktionsdaten der Commerzbank für die Risiko- und Betrugserkennung
Philipp Schrödel (Master)

14:55 Berechnung von Fahrzeiten und Maut in serien-parallelen Verkehrsnetzwerken
Philipp Warode (Master)

15:15 Kaffeepause

15:40 Geometrie und Statistik hochdimensionaler Gleichungssysteme
Ansgar Freyer (Bachelor)

16:00 Erzeugung von Hebelstabwerken für triangulierte Flächen
Alina Hinzmann (Bachelor)

16:20 Zur kinetischen Formulierung skalarer Erhaltungsgleichungen
Melanie Koser (Bachelor)

16:40 Impfstoffentwicklung mit diskreter Optimierung
Ansgar Rössig (Bachelor)

Vorträge im Hörsaal MA042

14:15 Bildklassifikation und die Scattering-Transformation
- Woher Facebook & Co. wissen, was auf unseren Fotos zu sehen ist
Jan Macdonald (Master)

14:35 Der Sprung vom Kontinuierlichen ins Diskrete:
Repräsentationssysteme zur Lösung von partiellen Differentialgleichungen
Mones Raslan (Master)

14:55 Künstliche Intelligenz überall! Komprimierung von künstlichen neuronalen Netzen für das effiziente Ausführen in eingebetteten Systemen
Simon Wiedemann (Master)

15:15 Kaffeepause

15:40 Differentialgleichungen in Netzwerken
Martin Plonka (Master)

16:00 Theorie und Approximation von stochastischen Evolutionsgleichungen mit monotonem Hauptteil
Rico Weiske (Master)

16:20 Zykel Clustern in Markow Prozessen
Leon Eifler (Master)

16:40 Das parabolische Anderson-Modell mit zeitabhängigem Katalysator
Alexander Wapenhans (Master)

Vorträge Bachelor: Abstracts

Geometrie und Statistik hochdimensionaler Gleichungssysteme

Ansgar Freyer (MA041, 15:40–16:00)

In vielen praktischen Situationen, wie z.B. der Bild- und Audiorekonstruktion, möchte man aus zufälligen Messungen einen Vektor $x_0 \in \mathbb{R}^n$ rekonstruieren. Oftmals ist das zugrundeliegende Gleichungssystem dabei unterbestimmt, sodass die Lösungsmenge unbeschränkt ist. Damit x_0 unter solchen Umständen approximiert werden kann, braucht man eine zusätzliche Information über x_0, wie z.B. dass x_0 in einer bestimmten Menge $K \subseteq \mathbb{R}^n$ liegt. Entscheidend für die Approximationsgüte ist dann eine geometrische Größe von K, die *mittlere Breite*.
Wir präsentieren zunächst ein anschauliches Approximationsresultat für lineare Gleichungssysteme mit gaußschen Matrizen. Anschließend soll eine Version des Satzes von Plan und Vershynin über nicht-lineare Gleichungssysteme vorgestellt werden. Dabei wird sich zeigen, dass eine Lösung des linearen Optimierungsproblems auch dann eine gute Approximation von x_0 sein kann, wenn das Modell selbst nicht linear (und nicht vollständig bekannt) ist. Außerdem wird noch ein Einblick in die allgemeine Theorie mit beliebigen Fehlermaßen gegeben. Zum Schluss erklären wir unser neues Resultat über *sub-gaußsche* Verteilungen.

Erzeugung von Hebelstabwerken für triangulierte Flächen

Alina Hinzmann (MA041, 16:00-16:20)

Der faszinierenden Bauweise von Hebelstabwerken liegt ein uraltes Konstruktionsprinzip zugrunde, gleichzeitig wohnt ihr eine hohe geometrische und strukturelle Komplexität inne. Alle einzelnen Elemente dieser Bauwerke stehen in wechselseitiger Abhängigkeit, weshalb ihr Entwurf eine besondere Herausforderung darstellt.
Die vorgestellte Abschlussarbeit beschäftigt sich mit der rechnergestützten Erzeugung von Hebelstabwerken für triangulierte Flächen und konzentriert sich dabei auf Geometrie und Formfindung. Die Funktionsweise eines von Song et al. im Artikel *Reciprocal Frame Structures Made Easy* beschriebenen Programms diente dabei als Ausgangspunkt und führte zur Entwicklung eines eigenen Programms, welches auf dem Gebrauch diskret konformer Parametrisierung von Triangulierungen basiert.

Zur kinetischen Formulierung skalarer Erhaltungsgleichungen

Melanie Koser (MA041, 16:20-16:40)

Physikalische Prozesse werden durch Zustandsgrößen wie zum Beispiel Temperatur, Masse oder auch Entropie beschrieben. Ist eine dieser Zustandsgrößen konstant, so genügt dieses System einem Erhaltungssatz. Beschrieben werden diese Systeme mit Hilfe nichtlinearer partieller Differentialgleichungen, die skalare Erhaltungsgleichungen genannt werden. Zunächst klären wir, was überhaupt unter einer Lösung dieser Gleichung verstanden werden soll und stellen die Begriffe der Entropielösung und der Lösung der zugehörigen kinetischen Formulierung vor. Letzteres ist ein Anfangswertproblem, bestehend aus einer linearen Transportgleichung. Jedoch ist die rechte Seite dieser linearen Transportgleichung nicht mehr wie üblich eine zumindest integrierbare Funktion, sondern ein nichtnegatives, endliches Radon-Maß. Abschließend erläutern wir die Äquivalenz der kinetischen Formulierung zu ihrer skalaren Erhaltungsgleichung und präsentieren eine mathematische Anwendung.

Impfstoffentwicklung mit diskreter Optimierung

Ansgar Rössig (MA041, 16:40-17:00)

In dem Vortrag wird die Analyse des HIV Env Virusproteins durch das sogenannte Unrooted Set Cover Connected Subgraph Problem (USCCSP) beschrieben. Diese Analyse könnte für die Entwicklung eines HIV-Impfstoffs nützlich sein. Es handelt sich beim USCCSP um ein NP-schweres Problem auf einem Graphen, für das verschiedene Lösungsansätze betrachtet werden. Insbesondere wird dazu ein lineares ganzzahliges Programm vorgestellt und die Separierung von auftretenden Ungleichung erläutert. Ein Einblick in eine weitere Variante des Problems sowie die Ergebnisse der Bachelorarbeit runden den Vortrag ab.

Vorträge Master: Abstracts

Das Graphensegmentierungsproblem: Mit Befahrungsdaten das Mautnetz vereinfachen

Gerald Bartz (MA041, 14:15-14:35)

Der Betreiber des deutschen LKW-Mautsystems steht bis Mitte des Jahres 2018 vor der Aufgabe, das Mautnetz auf alle Bundesstraßen auszuweiten und dabei die Mauterhebung nach Qualitätsvorgaben des Bundes sicherzustellen. Bei einem solchen Projekt stellt sich ganz natürlich die Frage, ob und wie man mit Hilfe verfügbarer Fahrdaten das künftige Mautnetz 'sinnvoll' vereinfachen kann. Die Komplexitätsreduktion soll selbstverständlich mit möglichst geringen Einnahmeeinbußen einhergehen.
Im Rahmen der Masterarbeit habe ich diese aus der Praxis resultierende Fragstellung in das von mir benannte "Graphensegmentierungsproblem"(GSP) abstrahiert. Dieses ist in der Literatur ohne Vorbild.
Im Vortrag werde ich die GSP-Definition, einfache Strukturresultate und einen Lösungsweg mit Hilfe der ganzzahligen Programmierung vorstellen. Außerdem präsentiere ich konkrete (und überraschende) Ergebnisse der Rechenstudien, welche ausschließlich auf den vom Industriepartner zur Verfügung gestellten Realdaten basieren.

Traffic-Matrix-Modellierung aus Transaktionsdaten der Commerzbank für die Risiko- und Betrugserkennung

Philipp Schrödel (MA041, 14:35-14:55)

In diesem Vortrag wird ein Zusammenhang zwischen Verkehrsmodellierung und der Risiko- und Betrugserkennung einer Bank vorgestellt. Aus den Ansätzen der Verkehrsmodellierung, wird ein neues Modell entwickelt, mit denen es möglich ist Transaktionsdaten aus dem Zahlungsverkehr einer Bank zu analysieren. Dabei werden die mathematischen Grundlagen des Gravitationsmodells genutzt. Abschließend wird das Modell an den Transaktionsdaten der Commerzbank, die für diese Arbeit zur Verfügung gestellt wurden, getestet und analysiert. Am Ende des Vortrags wird diskutiert wie die Ergebnisse genutzt werden können um die Risiko- und Betrugserkennung zu verbessern.

Berechnung von Fahrzeiten und Maut in serien-parallelen Verkehrsnetzwerken

Philipp Warode (MA041, 14:55-15:15)

Wir betrachten das Verkehrsmodell von Wardrop, in dem Verkehr als stetige Flüsse in Graphen modelliert werden. Das Prinzip von Wardrop besagt, dass sich ein Verkehrsgleichgewicht einstellt, in dem alle möglichen Wege aller Verkehrsteilnehmer von ihrem Start- zu ihrem Zielknoten die gleiche Länge haben.
Wir berechnen diese Gleichgewichte als Funktionen in Abhängigkeit des Verkehrsaufkommen. Dabei nutzen wir die Analogie zwischen dem Verkehrsmodell von Wardrop und dem Stromfluss in elektrischen Widerstands-Netzwerken. Wir beschränken uns dabei auf serien-parallele Netzwerke, da in diesen Widerstände besonders effizient berechnet werden können und entwickeln einen polynominalen Algorithmus zur Berechnung der Fluss- und Fahrzeitfunktionen.
Unter Ausnutzung bekannter Analogien zwischen Gleichgewichts- und Optimalflüssen können wir den Algorithmus ebenfalls zur Berechnung von sozialoptimalen Flüssen sowie optimalen Mauten zur Verkehrssteuerung nutzen.

Bildklassifikation und die Scattering-Transformation - Woher Facebook & Co. wissen, was auf unseren Fotos zu sehen ist

Jan Macdonald (MA042, 14:15-14:35)

Neuronale Netzwerke haben in den letzten Jahren beeindruckende Erfolge für verschiedenste Anwendungen erzielt, unter anderem im Bereich der Bildklassifikation. Ein tieferes theoretisches Verständnis dieser Erfolge fehlt jedoch noch größtenteils und viele Arbeiten in dem Gebiet sind rein experimentell. Die Scattering-Transformation von Stéphane Mallat, 2012, hat große Ähnlichkeit zu den weitverbreiteten Convolutional Neural Networks und ermöglicht somit einen präzisen mathematischen Zugang zu dem Thema. Wir betrachten exemplarisch das Problem der Ziffernerkennung in einem probabilistischen Rahmen und leiten für Klassifikationsmodelle basierend auf der Scattering-Transformation und multinomialer logistischer Regression eine Abschätzung für das Risiko von Missklassifikationen her.

Der Sprung vom Kontinuierlichen ins Diskrete: Repräsentationssysteme zur Lösung von partiellen Differentialgleichungen

Mones Raslan (MA042, 14:35-14:55)

Viele Probleme in der realen Welt lassen sich durch partielle Differentialgleichungen beschreiben. So gibt uns z.B. die Wärmeleitungsgleichung die Temperaturverteilung in einem Objekt oder die Wellengleichung die zeitliche Ausbreitung einer Welle an. Weiterhin findet die Poissongleichung, welche das Hauptaugenmerk dieses Vortrags ist, Anwendungen in der Quantenmechanik. Allerdings ist die Lösung dieser Gleichung, obwohl eindeutig bestimmt, im Allgemeinen sehr schwer zu ermitteln. Daher wurde eine Vielzahl von effizienten Algorithmen ermittelt, welche Näherungslösungen bestimmen. Ein Typ dieser Algorithmen benutzt spezielle Erzeugendensysteme für den Lösungsraum, sogenannte Frames, um ein zur Differentialgleichung äquivalentes, diskretes lineares Gleichungssystem zu entwickeln. Ziel dieses Vortrags ist die Vorstellung eines bestimmten Frames, eines sogenannten Shearletframes, welcher typische Lösungen der Poissongleichung durch endliche Linearkombinationen effizient approximiert.

Künstliche Intelligenz überall! Komprimierung von künstlichen neuronalen Netzen für das effiziente Ausführen in eingebetteten Systemen

Simon Wiedemann (MA042 14:55-15:15)

Autonom fahrende Autos, hoch akkurate Sprach- bzw. Objekterkennungstechnologien und Chatbots, die einen ausgezeichneten Kundenservice anbieten, sind nur einige von vielen Beispielen neuer Entwicklungen basierend auf künstlicher Intelligenz. Tatsächlich sehen wir stetig mehr solcher Technologien in unserem Alltag Anwendung finden und diesen stark beeinflussen. Künstliche neuronale Netze (kurz NN) – eine Art selbstlernender Algorithmen – sind die treibende Kraft hinter der rasanten Entwicklung dieser Technologien. Allerdings haben NN den wesentlichen Nachteil, dass sie sehr rechenintensiv sind. Aus diesem Grund ist die Verwendung von NN in eingebetteten Systemen, wie beispielsweise Handys oder Haushaltsgeräten, nur sehr eingeschränkt möglich. Im Rahmen meiner Masterarbeit habe ich ein Kompressionsverfahren für NN entwickelt. Konkret habe ich eine Optimierungsfunktion hergeleitet, die zum einen die Leistung maximiert und zum anderen die Komplexität (bzw. Größe) des NN minimiert. Angewandt auf eine Standardarchitektur zur Handschrifterkennung, konnte ich mit meinem Verfahren das originale NN um einen Faktor von 64 verkleinern, ohne dabei die Qualität des Algorithmus um mehr als 1% zu verschlechtern.

Differentialgleichungen in Netzwerken

Martin Plonka (MA042, 15:40-16:00)

Netzwerke werden genutzt um diverse Phänomäne und Probleme zu modellieren. Dazu gehören unter anderem reelle, virtuelle, soziale, elektrische, biologische, chemische Prozesse und Systeme und vieles mehr. Es gibt verschiedene Dynamiken **von**, **auf** oder **in** Netzwerken, die interessant und zu analysieren sind. Differentialgleichungen in Netzwerken ist ein recht neues Gebiet der Mathematik, welches in letzter Zeit insbesondere durch wirtschaftlich immer lukrativere Anwendungen einige Aufmerksamkeit erhält. Die relevante Dynamik ist durch partielle Differentialgleichungen auf den Kanten des Netzwerks gegeben, welche mit speziellen Knotenbedingungen anstelle von Randbedingungen anhand der Netzwerkstruktur gekoppelt sind. Anstatt sich wie in anderen Bereichen üblich mit Interaktionen zwischen den Knoten zu beschätigen, geht es um Prozesse in den Kanten und deren Interaktionen an Knoten. Aufgrund der Bandbreite möglicher Anwendungen, werden Transportprobleme (hyperbolisch 1. Ordnung), lineare und nicht-lineare Diffusion (parabolisch 1. Ordnung) sowie Schwingungen (hyperbolisch 2.Ordnung) mit verschiedenen Knotenbedingungen betrachtet und auf klassische, milde und variationelle Lösbarkeit untersucht, indem die Netzwerkprobleme auf bekannte Resultate der Funktionalanalysis zurück geführt werden. Analytisch wie numerisch stellt sich die Frage, welche Auswirkung die konkrete Netzwerkstruktur hat, und wie man diese ausnutzen kann, um detailliertere Aussagen zu gewinnen.

Theorie und Approximation von stochastischen Evolutionsgleichungen mit monotonem Hauptteil

Rico Weiske (MA042, 16:00-16:20)

Die Theorie der partiellen Differentialgleichungen umfasst ein breites Spektrum von Anwendungen. Ein Beispiel ist die Poröse-Medien-Gleichung, die die Dichte eines Gases beim Fluss durch ein poröses Medium beschreibt. Solche Phänomene können wir durch Evolutionsgleichungen mit monotonem Hauptteil modellieren. Da für viele Vorgänge in der Natur ein rein deterministischer Ansatz nicht ausreicht, ist die Einführung eines zusätzlichen Rauschterms erforderlich. Wir simulieren dies mit Hilfe eines Wiener-Prozesses und erhalten so eine stochastische Evolutionsgleichung.
In diesem Vortrag werden wir solch eine stochastische Differentialgleichung vorstellen und uns mit der Frage nach der Existenz und Eindeutigkeit einer Lösung auseinandersetzen. Insbesondere wollen wir die Möglichkeit zur Approximation dieser Gleichung mittels eines semi-impliziten Diskretisierungsschemas näher erläutern.

Zykel Clustern in Markow Prozessen

Leon Eifler (MA042, 16:20-16:40)

In der Simulation von Molekülen ist die Darstellung als Markow Prozess ein wichtiges Werkzeug um ein besseres Verständnis für die komplexen Ergebnisse der Simulation zu finden. Die Grundidee ist eine endliche Anzahl von Zuständen zu definieren, und die Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen diesen zu berechnen.
Die dadurch entstehenden Übergangsmatrizen sind jedoch zu groß um intuitiv verständlich zu sein. Aus diesem Grund gibt es verschiedene Möglichkeiten die Zustände zu Clustern zusammenzufassen. Wir präsentieren eine neue Methode um solche Cluster zu finden, die bei Prozessen mit schwachem zyklischen Verhalten Anwendung findet. Es wird ein gemischt ganzzahliges Programm gelöst um einen Zykel von Clustern zu finden. Dabei ist das Ziel, dass die Wahrscheinlichkeit den Zykel in Vorwärtsrichtung zu durchlaufen höher ist als ihn in der Gegenrichtung zu durchlaufen.

Das parabolische Anderson-Modell mit zeitabhängigem Katalysator

Alexander Wapenhans (MA042, 16:40-17:00)

Das Cauchy-Problem der Wärmeleitungsgleichung mit zufälligem Potential ξ auf dem $\mathbb{Z}^d$ ist als parabolisches Anderson-Modell (PAM) bekannt. Das Potential ξ soll in diesem Vortrag nur ein einziges, durch die Gegend wanderndes Partikel sein. Das heißt die Wärme im System würde sich gleichmäßig verteilen...wenn da nicht das störende Partikelchen wäre, dass an seiner Position die Wärme erhöht.
In diesem Vortrag soll erläutert werden, wie die Lösung der Wärmeleitungsgleichung mit Hilfe von Methoden aus der Wahrscheinlichkeitstheorie dargestellt werden kann. Dabei zeigt sich, dass das erwartete langzeit-Wachstumsverhalten des Modells von der Geschwindigkeit des Partikelchens abhängig ist, mit dem es zu einem seiner 2d Gitternachbarn springt.
In meiner Masterarbeit habe ich das Modell etwas erweitert um auch weitere Sprünge und eine Fluktuation in der Intensität der Wirkung des Partikelchens zuzulassen.

Sponsoren

Wir bedanken uns bei unseren Sponsoren:

TU Berlin - Institut für Mathematik

Berlin Mathematical School

Deutsche Mathematiker-Vereinigung

American Mathematical Society