

hcm NEWS 4/2021



Stephan Held gewinnt mit zwei Kollegen die „Amazon Last Mile Routing Research Challenge“

Wie kann die Paketzustellung bei einer Masse von Routen und Paketen optimiert werden? Genauer gesagt: Wie können Algorithmen das Wissen und Verhalten von erfahrenen Zusteller*innen lernen und nutzen?

Für die Lösung dieses Problems ist Stephan Held vom Forschungsinstitut für Diskrete Mathematik gemeinsam mit zwei Teampartnern aus Kanada und Dänemark als Gewinner eines weltweiten Wettbewerbs hervorgegangen – der „Amazon Last Mile Routing Research Challenge“. Veranstalter des Wettbewerbs sind das Unternehmen Amazon und das MIT Center for Transportation & Logistics in Boston. Das Preisgeld von 100.000 Dollar für das Gewinnerteam hatte in diesem Jahr 2.285 Teilnehmende aus der ganzen Welt angelockt.

Die Aufgabenstellung des Wettbewerbs war es, das Wissen und Verhalten von erfahrenen Zusteller*innen mit Verfahren des Maschinellen Lernens zu erfassen und zu nutzen. Hintergrund: Zusteller*innen reichern häufig die automatisch generierten Routen mit ihrem Wissen über Staus, Baustellen oder Kundenerreichbarkeiten an.

Bei der mathematischen Herangehensweise des Problems handelt es sich um eine neue Variante des bekannten Traveling Salesperson Problems. Dabei wird die kürzeste Tour durch eine Vielzahl von Städten oder Paketadressen gesucht. Ob es effiziente Algorithmen für dieses Problem gibt oder nicht geben kann, hängt unmittelbar mit dem „Milleniums-Problem P vs. NP“ zusammen.

Im ersten Teil des Wettbewerbs sollten die Algorithmen von rund 6.000 bereits von Menschen gefahrenen Routen lernen. Danach mussten die Teilnehmenden neue Touren mit geheim gehaltenen Routen planen. Diese wurden nach ihrer Ähnlichkeit zu den tatsächlich gefahrenen Routen bewertet.

Das Team von Stephan Held, William Cook (University of Waterloo, Kanada) und Keld Helsgaun (Universität Roskilde, Dänemark) ging das Problem durch eine Weiterentwicklung bekannter kombinatorischer lokaler Such-Algorithmen an. So konnten die Wissenschaftler in den gefahrenen Touren eine zweistufige hierarchische Cluster-Struktur erkennen, die zu einer neuen Variante des Traveling Salesperson Problems führte. Darüber hinaus extrahierten sie sogenannte Reihenfolgebeschränkungen zwischen den Clustern aus einer bekannten Tour mit einer ähnlichsten Cluster-Struktur. Solche Reihenfolgebeschränkungen sagen zum Beispiel aus, dass Cluster A vor B und C angefahren werden soll. Daraus ergaben sich neue sogenannte disjunktive Reihenfolgebeschränkungen – diese geben vor, dass die Cluster entweder in der Reihenfolge A, B, C oder in der Reihenfolge B, C, A besucht werden müssen.

Die Forscher gewannen den Wettbewerb mit einem um 42 Prozent besseren Ergebnis als das zweitplatzierte Team vom Massachusetts Institute of Technology (MIT). Von dem zwölf-

HAUSDORFF PEOPLE

stündigen Zeitlimit, das zum Lernen aus den historischen Routen zur Verfügung stand, nutzten sie rund fünf Minuten zum Extrahieren der Reihenfolgebeschränkungen. „Zur Berechnung der Touren für die neuen Instanzen haben wir das hierfür vorgegebene Zeitlimit von vier Stunden nahezu ausgenutzt, um das Ergebnis möglichst weit zu verbessern“, erzählt Stephan Held. „Im Nachhinein zeigte sich allerdings, dass auch hier sogar eine Rechenzeit von zehn Minuten ausreichend gewesen wäre, um den ersten Platz zu erzielen.“

Es stellte sich heraus, dass nur eine Minderheit von 35 Prozent der Teams Techniken des Maschinellen Lernens nutzten. „In der Tat spielen diese für kombinatorische Optimie-

rungsprobleme wie das klassische TSP bislang keine große Rolle, obwohl vielfach daran geforscht wird. Die Zukunft wird vermutlich noch bessere kombinatorische Algorithmen für das Wettbewerbsproblem bringen, eventuell in Kombination mit Machine-Learning-Algorithmen“, sagt Stephan Held, der auch Mitglied des Transdisziplinären Forschungsbereichs „Modelling“ der Universität Bonn ist.

Um die neue Art von Forschung anzutreiben, ist der Gewinnercode mittlerweile im Internet frei verfügbar: <https://github.com/heldstephan/jpt-amz>. Ein erster technischer Report wird in Kürze in einer Serie des MIT erscheinen.



Christian Brennecke ist seit Oktober als Bonn Junior Fellow am Hausdorff Center tätig. Er hat 2018 an der Universität Zürich promoviert. Nach seiner Promotion arbeitete er von 2018 bis 2021 als Benjamin Peirce Fellow an der Harvard University. Sein Forschungsgebiet ist die mathematische Physik. Genauer gesagt interessiert er sich für das genaue Verständnis von Vielteilchensystemen aus der Quantenmechanik und der statistischen Physik, wobei er Werkzeuge aus der Analysis und der Wahrscheinlichkeitsrechnung verwendet. Seine aktuelle Arbeit konzentriert sich auf die spektrale und dynamische Analyse von Bose-Einstein-Kondensaten in ultra-verdünnten Regimen sowie auf das Verständnis von klassischen Spingläsern und Quanten-Spin-Gläsern.



Maitreyee Kulkarni arbeitet seit August als Postdoc am Hausdorff Center. Sie schloss ihre Doktorarbeit an der Louisiana State University ab. Nach ihrem Abschluss 2018 war sie Postdoktorandin am Institute for Advanced Study in Princeton und Paul Olum Postdoktorandin an der University of Oregon. 2019 zog sie nach Deutschland, um ihre Postdoc-Stelle am MPIM in Bonn anzutreten. Sie interessiert sich für die Strukturtheorie von Algebren, die sich aus der Untersuchung von Köchern (gerichteten Graphen) mit Potential ergeben. Sie ist besonders an der Verbindung zwischen diesen Algebren und ihrer Beziehung zur Kategorisierung von Cluster-Algebren interessiert. Ihre aktuelle Arbeit umfasst auch die Untersuchung vieler kombinatorischer Objekte wie „Plabic Graphs“ (planare, zweifarbige Graphen), Friese (Bandornamente) und Associahedra sowie deren Beziehungen zu bestimmten algebraischen Objekten. Sie arbeitet an der Entwicklung eines kombinatorischen Modells für total nichtnegative partielle Flaggenvarietäten.



Jacob Matherne ist seit August am Hausdorff Center als Hirzebruch Research Instructor beschäftigt und dabei gleichzeitig dem Mathematischen Institut der Universität Bonn und dem Max-Planck-Institut für Mathematik zugehörig. Er promovierte 2016 an der Louisiana State University, war Visiting Assistant Professor an der University of Massachusetts Amherst von 2016 bis 2018, Mitglied am Institute for Advanced Study in Princeton von 2018 bis 2019, und seit 2019 Paul Olum Postdoctoral Scholar an der University of Oregon. Er war zudem als Postdoc am MPIM und HIM tätig. Seine Forschung bewegt sich an der Schnittstelle von algebraischer Geometrie, Darstellungstheorie und Kombinatorik. Er liebt sowohl die Lösung von kombinatorischen Problemen mit Hilfe von Darstellungstheorie und Geometrie als auch umgekehrt die Verwendung von Kombinatorik zur expliziten Berechnung von Beispielen aus geometrischen oder repräsentationstheoretischen Problemen. Als konkretes Beispiel wurde kürzlich zusammen mit Braden, Huh, Proudfoot und Wang eine

seit langem bestehende Vermutung in der Matroidentheorie gelöst, indem er einen kombinatorischen Begriff der Schnittpunktkohomologie für Matroide entwickelte. Während seiner Zeit am HCM beabsichtigt er die Kazhdan-Lusztig-Theorie der Matroide weiter zu vertiefen und andere repräsentationstheoretische Begriffe in das Gebiet einführen.



Inga Berg hat Anfang Oktober die Aufgaben als Programm Managerin am HIM übernommen. Sie absolvierte ihr Diplom in Mathematik an der Universität Bielefeld und wird nun ihre langjährigen Erfahrungen im Wissenschaftsmanagement und Controlling für die Organisation der Trimesterprogramme und die Teamleitung im HIM einsetzen.

Herzlich
Willkommen!

HAUSDORFF PEOPLE

Paul Wedrich zum W2-Professor an die Universität Hamburg berufen

Paul Wedrich hat im Dezember 2020 einen Ruf der Universität Hamburg auf eine W2-Professur für „Mathematik, insbesondere kohomologische Methoden“ bekommen und hat diese Stelle im September 2021 angetreten. Er war seit Oktober 2019 (und mit einer kleinen Unterbrechung Februar-Mai 2020 wegen MSRI-Aufenthalt) einer der ersten Hirzebruch Research Instructors - eine damals neue Art von Stelle, geteilt zwischen der Universität Bonn und dem MPI für Mathematik. In dieser Zeit hat Paul Wedrich hauptsächlich mit der Arbeitsgruppe von Catharina Stroppel interagiert und war im Herbst 2020 einer der Gruppenleiter beim JTP „New Trends in Representation Theory“ am HIM. In seiner Forschung beschäftigt sich Paul Wedrich mit Themen aus dem Bereich der niedrigdimensionalen Topologie und Darstellungstheorie, die oft physikalisch motiviert sind. Sein Spezialgebiet sind Knotenhomologietheorien und damit zusammenhängende Strukturen. Herzlichen Glückwunsch zur Rufannahme!



HAUSDORFF EVENTS



HCM-Symposium – ein Zeichen des Aufbruchs

Im August fand die erste große Präsenzveranstaltung des HCM seit vielen Monaten statt. Das HCM-Symposium war ursprünglich als Abschlussveranstaltung von HCM2 konzipiert und musste bereits zweimal wegen der Pandemie verschoben werden.

Im neuen Gewand diente sie aber auch als Zeichen des Aufbruchs nach der Pandemie. An drei aufeinander folgenden Tagen präsentierten die ehemals 10 Research Areas aktuelle Forschungsthemen, gemeinsam mit Kooperationspartnern aus dem akademischen Ausland. In den Nachmittagsessions wurden

zahlreichen Nachwuchswissenschaftler*innen des HCM die Möglichkeit gegeben ihr Forschung einem größeren Kreis vorzustellen. Über alle drei Tagen zusammengenommen waren knapp 200 Teilnehmer*innen vor Ort. Sichtlich genossen wurde die Möglichkeit sich endlich mal wieder bei einer Tasse Kaffee oder dem reichhaltigen Buffet fachlich auszutauschen und neue Netzwerke zu bilden. Susanne Lonski hat [hier](#) ein paar Foto- und Videoaufnahmen mit selbstkomponierter Musik zusammengestellt.

HAUSDORFF EVENTS



Mathematik trifft Lebenswissenschaften – Gemeinsames Symposium lässt Disziplinen noch enger zusammenwachsen

Ziel des Ende August erstmalig ausgetragenen Symposiums „Interdisciplinary Research in Mathematics and Life Sciences“ war es, einen Überblick über die fachbezogene Bonner Forschung zu geben, Netzwerke zu fördern und neue Kooperationen anzustoßen. Das Symposium wurde gemeinsam von den beiden Exzellenzclustern Hausdorff Center for Mathematics und ImmunoSensation2 sowie den Transdisziplinären Forschungsbereichen „Modelling“ und „Life and Health“ ausgetragen. Das Organisationskomitee bildeten hierbei die Geschäftsführerinnen Sonja Dames, Catherine Drescher,

Julia Belau und Meike Brömer. Die an den Schnittstellen arbeitenden Professoren und ihre Kolleg*innen stellten ihre Forschung vor und luden zum Mitmachen ein. Den thematischen Kern bildeten hierbei die Forschungsgebiete der drei IRUs. Unter den Teilnehmenden waren Wissenschaftler*innen der Universität Bonn und des Universitätsklinikums Bonn sowie kooperierender Einrichtungen. Das Symposium fand im Hörsaal statt und wurde online übertragen. [Hier](#) wurden ein paar Impressionen aufgenommen.

Hybrides Bonner Matheturnier

Ende September fand das Bonner Mathematikturnier in einem hybriden Format in der Poppelsdorfer Mensa CAM-PO statt. Im Vergleich zum rein virtuellen Turnier aus dem letzten Jahr kam in diesem Jahr wieder etwas mehr Turnieratmosphäre auf. 10 Schulen waren mit ihren Teams vor Ort, weiterhin – wie immer außer Konkurrenz – ein Lehrer*innen-Dreamteam und ein Dreamteam des HCM, bestehend aus Sergio Conti, Christoph Thiele, Bertram Arnold, Pavel Zorin-Kranich und Iris Hebbeker. Weitere knapp 60 Schulen aus ganz Deutschland haben per Zoom teilgenommen. Das Turnier begann mit einem ausführlichen und wertschätzenden Grußwort der Bonner Ober-



bürgermeisterin Katja Dörner. Durch das Programm führten den ganzen Tag Thoralf Räsch und Janna Schmidt. Gewonnen hat das Bonner Mathematikturnier in diesem

HAUSDORFF EVENTS

Jahr das Amos-Comenius-Gymnasium. Herzlichen Glückwunsch! Das Turnier stand unter dem Motto „Satz von Bayes, Umgebungsfiler und Cluster – wie Amazon und Netflix deine Vorlieben vorhersagen“ und zu diesem Thema gab Marcus Kleiner auch einen spannenden und kritischen Vortrag. Wolfgang Riemer hielt eine praxisnahe Lehrer*innenfortbildung zum Thema „Wahrscheinlichkeitsdichten: Anspruchsvolle Mathematik – in handlungsorientierter Verpackung“. Anfang November geht es für das Amos-Comenius-Gymnasium aus

Bonn, das Stiftisches Gymnasium aus Düren (Platz 2), das Ernst-Moritz-Arndt-Gymnasium aus Bonn sowie das Städtisches Gymnasium aus Leichlingen (geteilter Platz 3) auf die Preisreise in die Niederlande. Weitere Preise wurden von Casio, Maple, dem Quecke-Verlag und dem Verlag Springer Nature gespendet. Herzlichen Dank dafür im Namen der vielen Gewinner*innen! [Hier](#) kann man sich ein kleines Impressionsvideo anschauen.

Schüler*innenwoche – endlich wieder in Präsenz!

Endlich konnte unsere Schüler*innenwoche wieder stattfinden. Mit Masken und Abstand, aber immerhin: in Präsenz! Neben drei spannenden Vorlesungen von Rainer Kaenders, Antje Kiesel und Marc Alexander Schweitzer mit darauf abgestimmten Übungen gab es an den vier Tagen auch eine mathematische Zaubershow, eine Studienberatung, ein Speed-Dating mit Mathematiker*innen aller Karrierestufen sowie eine Mathe-Rallye für die rund 30 teilnehmenden Schüler*innen. Wir hoffen, dass viele von ihnen auf den Geschmack gekommen sind!



Künstliche Intelligenz zur Feststellung von Hirnblutungen

Hirnblutungen gehören zu den klinischen Notfällen, bei denen ein schnelles Einschreiten essenziell für den weiteren Verlauf ist. Dabei kommt der Radiologie eine zentrale Rolle zu, denn erst die verlässliche Diagnostik der Hirnblutung mittels CT (Computertomographie) ermöglicht die richtige Einordnung der Blutung und die Einleitung weiterer therapeutischer Schritte. Um in Zukunft Hirnblutungen mittels künstlicher Intelligenz automatisiert erkennen zu können, arbeiten Mathematiker*innen und Mediziner*innen eng zusammen. „Die Kooperation mit der Medizin ist so wichtig, da die Systeme künstlicher Intelligenz nur so gut werden können wie die Daten, anhand derer sie trainiert werden. Die Kooperation mit der Klinik für Neuroradiologie am UKB, die über große Mengen an Bilddaten zu Hirnblutungen verfügt, ist daher essenziell“, sagt Alexander Effland, einer der drei Projektleiter. Er ist Mitglied der Interdisciplinary

Research Unit (IRU) Mathematics and Life Sciences des HCM und des Transdisziplinären Forschungsbereichs (TRA) „Modelling“ der Universität Bonn. „Der Vorteil der neuen Techniken ist, dass sie nicht müde werden und auch um drei Uhr nachts die gleiche Leistung bringen“, betont Daniel Paech, Oberarzt in der Klinik für Neuroradiologie am UKB und ebenfalls Leiter des Projekts. Während der Arzt oder die Ärztin nach langen Arbeitstagen und insbesondere während der Nachtdienste Gefahr läuft, kleine Blutungen zu übersehen, passiert dies der künstlichen Intelligenz nicht. „In Bonn haben wir den großen Vorteil, dass wir mit der starken Bonner Mathematik einen optimalen Partner für translationale Projekte auf dem Gebiet der künstlichen Intelligenz haben“, betont Alexander Radbruch, Direktor der Klinik für Neuroradiologie am UKB. Diese Kooperation soll weiter ausgebaut werden.



Welche Faktoren beeinflussen die Ausbreitung von Viren – Förderung durch die DFG



Die Deutsche Forschungsgemeinschaft fördert ein transdisziplinäres Projekt von Forscher*innen der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn mit 270.000 Euro. Ziel ist es, neue Faktoren zu ermitteln, die für die Übertragung oder Eindämmung von SARS-CoV-2-Viren relevant sind. Zwei unserer HCM-Mitglieder sind an diesem großen Projekt beteiligt: der Mathematiker Jan Hasenauer, der sich mit Computational Life Sciences beschäftigt, und die Mikroökonomin Lena Janys, die an Modellen zur Entscheidungsfindung forscht.



Bericht über die „Tea Time with Women in Mathematics“

In der vorletzten Ausgabe der „Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung“ berichten Anna Kraut und Clelia Albrecht über unsere „Tea Time with Women in Mathematics“, eine regelmäßige Networking-Reihe, bei der wir alle Studentinnen*, Postdocs und Professorinnen* einladen (*inklusive nicht-binäre, intersexuelle und trans Personen), bei einer Tasse Tee persönliche Erfahrungen auszutauschen. Auf diese großartige Initiative sind wir sehr stolz und unterstützen sie gerne!

IMPRESSUM

Hausdorff Center for Mathematics
Endenicher Allee 62
53115 Bonn
presse@hcm.uni-bonn.de

verantwortlich: Stefan Hartmann
Redaktion: Stefan Hartmann
Fotos: Barbara Frommann, Volker Lannert, Stefan Hartmann, Universitätsklinikum Bonn (UKB)/J.F. Saba, COLOURBOX.de, UHH, RRZ/MCC, Mentz, privat
Grafik: Carmen Wolfer

KLICKEN SIE HIER UM SICH VOM NEWSLETTER ABZUMELDEN

