

Künstliche Intelligenz mit einem besonderen Blick auf ChatGPT

Fürchtet ihr euch?

Künstliche Intelligenz
Bedrohung oder
Symbiose?

Kooperative Wahrnehmung für den Straßenverkehr

Eine vielversprechende
Technologie?

KI in der Intensivmedizin

Durch reinforced learning
zur optimalen
Behandlungsstrategie



alumni
club

Join the **alumni**
be part of
the **community**

Nächste Gelegenheiten, bieten die beiden Events:

Podiumsdiskussion | Bedeutung der KI
(ChatGPT & Co, Bildgeneratoren, Deep Fake, ...)
am Montag, 18.03.2024
im Festsaal der TU Wien

Expert:innen werden die Einflüsse von KI im
Dienstleistungs- und Beratungsbereich
beleuchten und die Auswirkungen auf den
Lehr- und Prüfungsbetrieb der TU Wien diskutieren.

Die gesamte Veranstaltung ist mit hochkarätigen
Absolvent:innen aus verschiedenen Lebenszyklusphasen besetzt!



DrachenbootCup
am Freitag, 14.06.2024
an der Alten Donau

Die Plätze sind begrenzt, daher rasch
anmelden. Alle Details finden Sie auf
www.tualumni.at.





Im Rahmen des Absolvent:innenmagazins stellen wir die Leistungen und Erfolge der Menschen in den Vordergrund. Daher verzichten wir im Bulletin zumeist auf die Nennung akademischer Titel. Herzlichen Dank für Ihr Verständnis.

LIEBE LESER:INNEN

In dieser Ausgabe des Bulletin bieten wir Ihnen eine umfassende Perspektive auf künstliche Intelligenz. Unsere Beiträge informieren nicht nur, sondern regen auch zum Nachdenken an und tragen dazu bei, einen verantwortungsvollen Umgang mit KI zu fördern.

Wir beleuchten innovative Anwendungen und diskutieren die damit verbundenen ethischen Fragen, die sich im Zuge der digitalen Transformation an Universitäten stellen. Die Beiträge decken ein breites Spektrum ab.

Bahnbrechende Entwicklungen in der Drohnentechnologie und ihrer Überwachung durch KI-gestützte Systeme eröffnen neue Perspektiven für Sicherheit und Überwachung. Gleichzeitig werfen sie Fragen zum Schutz der Privatsphäre und zum ethischen Einsatz von Überwachungstechnologien auf.

In-Sensor-Computing ermöglicht die Datenverarbeitung direkt an der Quelle der Datenerfassung. Dadurch wird die Art und Weise, wie wir mit Informationen umgehen, revolutioniert. Es bietet neue Lösungen für Energieeffizienz und Datenmanagement.

Die Integration von KI in die Telekommunikation steigert die Effizienz und Leistungsfähigkeit von Netzwerken. Dabei werden auch die Herausforderungen in Bezug auf Datenübertragung und -sicherheit beleuchtet.

Unser Ziel ist es, gemeinsam mit Ihnen die vielfältigen Aspekte künstlicher Intelligenz zu erkunden und ein tieferes Verständnis für die Komplexität und Dynamik der KI-Entwicklung zu gewinnen.

Wir hoffen, dass Sie beim Lesen dieser Ausgabe viel Freude haben.

Feine Grüße, Herbert Danninger & Silke Cubert

EIN DANKESCHÖN AN DIE AUTOR:INNEN

Impressum:

Herausgeber: TU Wien alumni club, Resselgasse 5 | 1040 Wien | +43 1 58801 406022 | office@tualumni.at | www.tualumni.at

Verlagspostamt: 1040 Wien | Medieninhaber & Redaktion: TU Wien alumni club |

Redaktionsleitung: Silke Cubert | Grafik & Redaktion: Andrea Pinter

Lektorat: Katharina Hausegger | Illustrationen & Bilder: © freepik | Auflage: 7.000 Stück | Anzeigenakquisition: TU Wien alumni club

Druckerei: Print Alliance HAV Produktions GmbH, 2540 Bad Vöslau | Satz & Druckfehler vorbehalten.

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ IST MEHR ALS CHATGPT

Thomas Eiter & Stefan Woltran

Large Language Models, ChatGPT & Co. sind in aller Munde. Die KI umfasst aber viele Methoden, deren Kombination für transparente und sichere KI-Systeme essenziell ist. Die hiesige Grundlagenforschung ist dazu bestens qualifiziert.

Dartmouth College, USA, Sommer 1956. Renommierte Wissenschaftler aus unterschiedlichen Disziplinen treffen sich, um das Potenzial der gerade entstehenden Computertechnologie auszuloten. Bereits im Jahr davor wurde im Zuge der Planung dieses Treffens der Begriff „künstliche Intelligenz“ geprägt, nun formuliert man folgenden Gedanken: „Wenn Computer Aufgaben wie z.B. die Berechnung von ballistischen Flugbahnen durch Anwendung von einfachen Rechenregeln besser als jeder Mensch bewerkstelligen, dann muss es doch möglich sein, durch die Abarbeitung einfacher logischer Schlussregeln menschliches Denken zu simulieren oder gar zu erzeugen.“ Tatsächlich wurden bereits in den 1960er-Jahren erste Computerprogramme mit logischen Methoden ausgerüstet, die einen mathematischen Beweis erstellen oder Menschen in Spielen wie Schach besiegen konnten.

Die Euphorie jener Tage verpuffte allerdings schnell. Eine Enttäuschung war, dass die explizite Angabe der Abarbeitungsregeln zwar in Bereichen wie dem Beweisen von mathematischen Aussagen gut funktionierte, andere vermeintlich einfachere kognitive Fähigkeiten, wie z.B. das Erkennen von Objekten auf einem Bild, ließen sich jedoch – wenn überhaupt – nur äußerst

schwer auf diese Weise realisieren.

Ein anderer Ansatz, der in Verbindung mit künstlichen neuronalen Netzwerken schon seit den späten 1940er-Jahren in der Theorie existierte, hat sich hier als zielführender erwiesen. In diesem werden dem Computer keine Regeln vorgegeben, deren Abarbeitung zur Lösung eines Problems führen, sondern Daten. Systeme lernen damit automatisch Muster bzw. Gewichte für Informationen, die für die Entscheidungsfindung ausschlaggebend sind. Erst im 21. Jahrhundert erzielte dieser Ansatz durch die Verfügbarkeit großer Datenmengen und hoher Rechenleistungen einen Durchbruch, der als Deep Learning bekannt wurde. Generative KI-Systeme, wie z.B. ChatGPT und DALL-E, sind Beispiele erfolgreicher Anwendungen.

In Anlehnung an Daniel Kahnemans Sicht von schnellem und langsamem Denken (Abb. 1) kann der datengetriebene Ansatz schnell zu intuitiv richtigen Ergebnissen kommen, während der logikbasierte Ansatz für aufwändigere Probleme, wie z.B. Planerstellung oder Schlussfolgerungen, besser geeignet ist. Uns Menschen fällt es leicht, zwischen diesen beiden „Denkweisen“ zu wechseln oder sie zu vereinen. So erkennen wir ein Tier auf einem Foto ohne darüber nachzudenken,

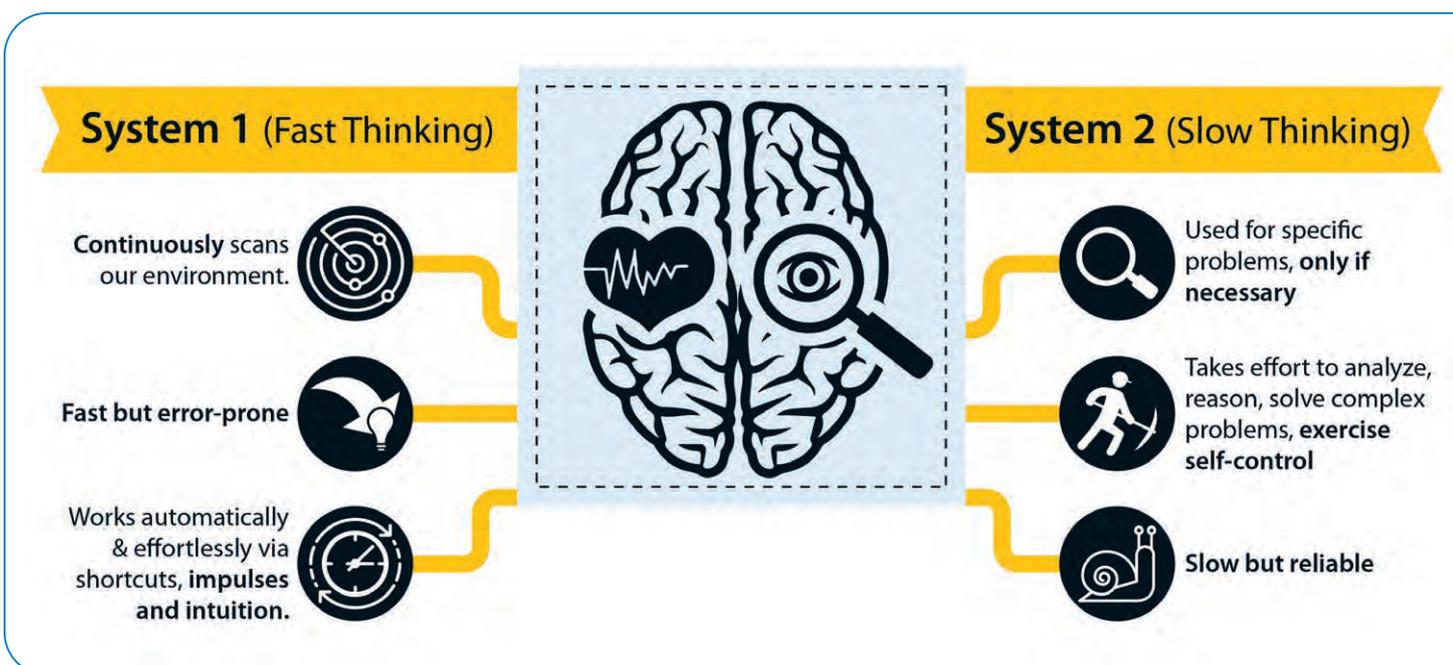


können aber dieses Erkennen ex post anhand von abstrakten Konzepten eines Modells der Welt „symbolisch“ erklären. Ein solches Zusammenspiel der beiden Denkweisen ist eine hochaktuelle zentrale Frage der KI-Grundlagenforschung. Nur durch die Verbindung beider Ansätze werden Systeme in der Lage sein, sinnvoll Auskunft über ihre Ergebnisse zu geben und ihren Weg dahin für uns Menschen transparent offenzulegen. Sie ist auch hilfreich, um ein gewünschtes Systemverhalten sicherzustellen. So muss man ChatGPT ethisches Verhalten durch langwieriges, datenbasiertes Training „beibringen“. Viel effizienter und sicherer wäre es, das Lernen und auch die Antworterzeugung durch logische oder normative Regeln zu steuern bzw. zu kontrollieren.

In Österreich arbeitet in beiden KI-Bereichen eine Reihe von Spitzenforscher:innen, die sich im Konsortium „Bilateral AI“ um den Deep-Learning-Pionier Sepp Hochreiter versammelt haben, darunter Träger:innen von FWF-Wittgenstein- und START-Preisen. Die TU Wien hat hierbei ihr Schwergewicht in der logikbasierten KI eingebracht. Obwohl der Antrag im FWF-Programm „Clusters of Excellence“ als exzellent eingestuft wurde, blieb eine Förderung jedoch aus finanziellen Gründen aus. Der Hilferuf des FWF an die Politik, dieses und weitere Projekte zu fördern, verhalte vorerst ungehört. Damit würde leider die Chance vertan, einen Kooperationsvorsprung in einer Schlüsseltechnologie zu nutzen und Spitzenforscher:innen und Talente ins Land zu bringen.

Abb. 1: Daniel Kahnemans Sicht eines Systems, das aus Subsystemen für schnelle und intuitive Entscheidungen (System 1) sowie zeitintensive und überlegte Entscheidungen (System 2) besteht

Quelle: Kahneman, Thinking, fast and slow – Farrar, Straus and Giroux (2011)



FÜRCHTET IHR EUCH?

Theresa Aichinger-Fankhauser

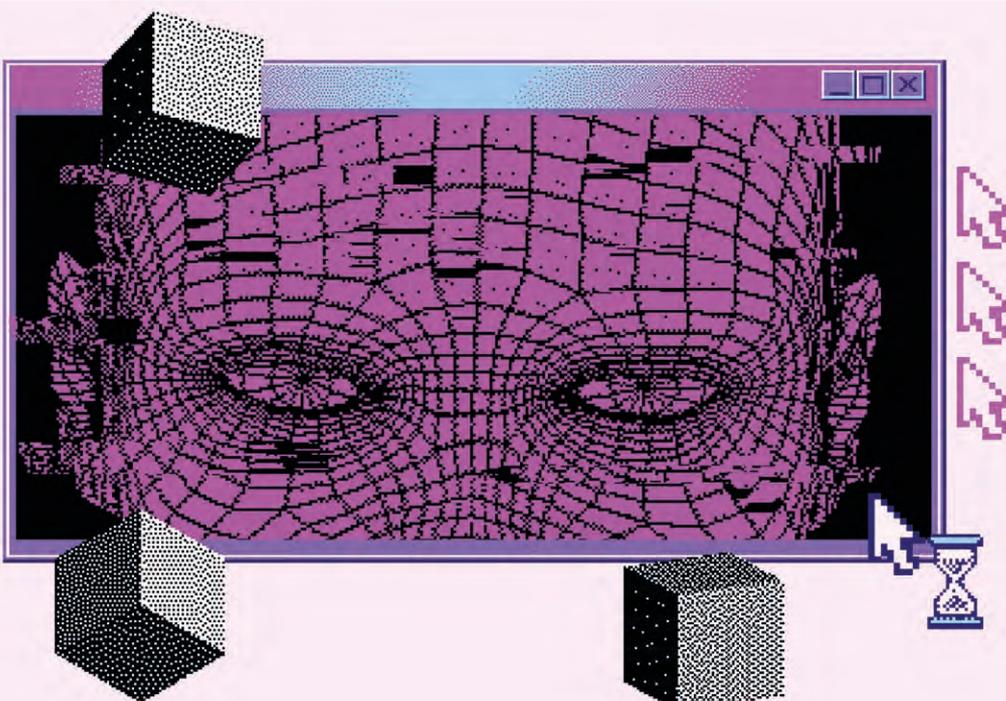
Trotz des aktuellen Hypes ist unsere Beziehung zur KI nicht einfach. Sorgen sind durchaus gerechtfertigt. Das pessimistische Narrativ stellen wir jedoch infrage: In einem von der TU Wien und dem Institut für die Wissenschaft vom Menschen (IWM) veranstalteten Symposium diskutierten von 16. bis 17. November 2023 Expert:innen darüber, wie Maschinen vielleicht doch noch die Welt retten könnten.

Unsere Einstellung zu neuen Technologien hat sich dramatisch verändert. Die Ära des Optimismus der frühen 2000er-Jahre ist noch nicht lange her – rasante Technologieentwicklung, eine vereinte Welt durch das Internet und scheinbar unendliches Wachstum inklusive. Die Utopie bröckelt nur zehn Jahre später mit der immer stärkeren Monopolisierung durch Firmenriesen wie Alphabet und Co. Datenschutzverletzungen, schlechte Arbeitsbedingungen, Umweltschäden, Fehlinformationen und neue Kriegsführung sind mittlerweile allzu realistische Bedrohungen. KI ist Freund und Feind zugleich. Aber wie können wir sie zum Guten nutzen? Von 16. bis 17. November 2023 veranstaltete die TU Wien zusammen mit CAIML und IWM das Symposium „Can Machines Save the World?“ als Teil ihres Digital Humanism Fellowship Programs, um die pessimistische Haltung zu verstehen und herauszufordern.

Ähnliche Ängste, neue Bedrohungen?

Jeder technologische Sprung wird von einer tiefen Angst vor dem Kontrollverlust begleitet. Im 15. Jahrhundert revolutionierte die Druckerpresse die Verbreitung von Wissen. Die Fähigkeit, Texte in Massenproduktion herzustellen, bedrohte ein Vorrecht weniger: die Informationskontrolle. Die industrielle Revolution brachte ähnliche Ängste wie heute die generalisierte KI. Maschinen ermöglichten enormes wirtschaftliches Wachstum, lösten aber auch Sorgen über Arbeitsplatzverlust und die Entmenschlichung der Arbeit aus. Die „Luddites“ beispielsweise zerstörten damals Maschinen, die scheinbar ihre Existenz bedrohten.

KI ist das neueste Kapitel dieser Saga. Doch das Streben nach einer menschenähnlichen Intelligenz hat unsere Beziehung zu Maschinen verändert: Mit KI übertragen wir zunehmend



*Wer kontrolliert wen?
Die Angst vor dem Kontrollverlust begleitet uns bei jeder technologischen Umwälzung*

nicht nur Skills, sondern auch unsere menschliche Handlungsfähigkeit auf die Technologie. Wir glauben, dass ihre Aktionen und Vorhersagen richtig sind, und riskieren, uns in einer „self-fulfilling prophecy“ wiederzufinden. Wer kontrolliert also wen? Diese Angst vor dem Kontrollverlust bezieht sich nicht nur auf die Technologie selbst, sondern auch auf diejenigen, die sie beherrschen. Folgeschwere Entgleisungen aus der Vergangenheit – von der Kernenergie und Pharmaskandalen bis hin zu Biotechnologie – haben bleibenden Eindruck hinterlassen.

Wie mit der Bedrohung umgehen?

Transparenz, Regulierung, demokratischer Zugang und Nachhaltigkeit sind die Grundpfeiler für eine moderne Technologieentwicklung. Nutzer:innen müssen verstehen, wie KI-Systeme zu ihren Schlussfolgerungen kommen – nur dann können sie sicher angewendet werden und ethischen Parametern folgen. Dieser Entwicklungsschritt ist besonders herausfordernd. Er verlangt ein nuanciertes moralisches Verständnis im digitalen Kontext und Mittel, um unsere humanistischen Prinzipien auf technologischer Ebene zu übersetzen.

Sicherheit wird von allen Geräten erwartet, die wir täglich nutzen. Dafür gibt es strenge Standards und gesetzliche Regulierung. Genau wie ein Toaster bei richtiger Verwendung keine Bedrohung darstellt, kann KI, die von umfassenden Standards geregelt wird, sicher arbeiten. Der 2023 beschlossene EU AI Act ist der erste wichtige Schritt in diese Richtung, aber bei Weitem noch nicht das Ende. Die Schlüsselherausforderung liegt darin, KI in ein öffentliches Gut zu verwandeln und damit zu demokratisieren. Die Entwicklung von Plattformen wie ChatGPT zeigt das Ungleichgewicht in der KI-Entwicklung deutlich: 90 % der Finanzierung stammt von privaten Investitionen und nur 10 % aus öffentlicher Hand. Umso deutlicher wird

hier die zentrale Rolle der Universitäten und ihrer Grundlagenforschung sichtbar, für die es dringend finanzielle und politische Unterstützung benötigt. Außerdem werden wir ein weiteres Problem lösen müssen: Von ihren energieintensiven Trainingsprozessen bis hin zum Lebenszyklusmanagement ist KI ressourcen-intensiv. Es braucht gezielte Forschung und Entwicklung im Bereich Nachhaltigkeit, sowohl in der Informatik als auch in angrenzenden Disziplinen.

19 internationale Expert:innen des Symposiums sind sich einig: KI in eine Kraft zum Guten zu verwandeln, erfordert einen ganzheitlichen Ansatz, der technologische Innovation mit ethischen, regulatorischen und nachhaltigen Praktiken in Einklang bringt. In einer Welt, in der Maschinen unsere größten Verbündeten sein können, werden nur wir Menschen fähig sein, ihr Potenzial auszuschöpfen. Wenn wir uns also fürchten sollten, dann wohl nur vor uns selbst.

Das Digital Humanism Fellowship Program wird durch das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie finanziert und durch das IWM und das CAIML – Center for AI and Machine Learning an der Fakultät für Informatik organisatorisch betreut. Im Rahmen des Fellowship Programs finden zahlreiche Veranstaltungen statt, für Expert:innen genauso wie für die interessierte Öffentlichkeit.



19 internationale Expert:innen aus unterschiedlichen Disziplinen diskutierten im MQ Wien, wie wir technologische Entwicklung mit humanistischen Werten vereinbaren können

DIE ROLLE VON CHATGPT IN DER INFORMATIKLEHRE

Sascha Hunold, Konstantin Lackner, Martin Nöllenburg, Peter Purgathofer, Maximilian Ulreich, Shuyin Zheng

ChatGPT, das wissen mittlerweile alle Studienanfänger:innen, ist ein System, das Fragen beantwortet, und das häufig korrekt und rund um die Uhr. Ende des Jahres 2022 wurde die akademische Lehre mit der plötzlichen Verfügbarkeit von ChatGPT vor große Herausforderungen gestellt. Die zentrale Frage war: Ist eine Neuausrichtung der Lehre durch die Verfügbarkeit von generativen Werkzeugen aus der KI notwendig, und wenn ja, wie kann eine solche aussehen?

Dieser Frage sind wir mithilfe eines von der TU Wien geförderten .dcall-Projekts nachgegangen, in dem die Lehre in den Bachelorstudiengängen an der Fakultät für Informatik im Fokus stand.

Welches Stimmungsbild zu ChatGPT gibt es an der Fakultät?

Dazu wurde zu Beginn des Wintersemesters 2023/24 eine Online-Umfrage an 5.000 Studierende und 700 Fakultätsmitglieder geschickt. Im Zuge derer waren 16 einfache Szenarien des Einsatzes von ChatGPT zwischen „nicht ok“ (1) und „ok“ (7) zu beurteilen. Beispiel: Studierende generieren mit ChatGPT eine Erklärung für die Lösung eines Übungsbeispiels und präsentieren diese in der Übungsgruppe. 886 Studierende und 99 Lehrende haben teilgenommen und ein durchaus gespaltenes Bild vermittelt. Die kritische oder optimistische Haltung zieht sich durch alle Gruppen gleichermaßen, wobei Studierende insgesamt leicht positivere Antworten gaben (\bar{x} 4,2) als Lehrende (\bar{x} 3,65). Besonders interessant: Je mehr ChatGPT verwendet wird, desto positiver wird der Einsatz gesehen.

Was sagen die Lehrenden?

In Interviews mit Lehrenden wiederholten sich einige Aussagen, z.B. dass der persönliche Kontakt zu den Studierenden wichtiger sei denn je. Dadurch würde nicht nur die Problematik von Plagiaten mithilfe von ChatGPT eingeschränkt, sondern ließen sich Wissen und Fähigkeiten, wie z.B. kritisches Denken und Analysieren, besser vermitteln. Solche Aussagen stehen im Widerspruch zu den Unterrichtsmodi, die während der COVID-19-Pandemie gelebt wurden. Eine weitere Erkenntnis ist: Nun ist endgültig Schluss mit Distance Learning!

Auf die Frage, wie die Lehre nun nach den ersten Erfahrungen mit ChatGPT angepasst werden sollte, antwortete eine befragte Person: „Das Problem sind eben immer die Ressourcen. Was willst du mit fünf Tutor:innen machen? Wenn du Hunderte von Studierenden hast, dann verstehe ich nicht, wie die Uni sich erwartet, dass Professor:innen irgendwelche Prüfungen machen oder anschauen.“

Aus einem anderen Interview: „Da müssen die Ressourcen her, dass man wirklich mehr persönlichen Kontakt mit den Studierenden haben kann.“

Frage 7 Wie bewerten Sie die Nutzung von ChatGPT in folgendem Szenario?

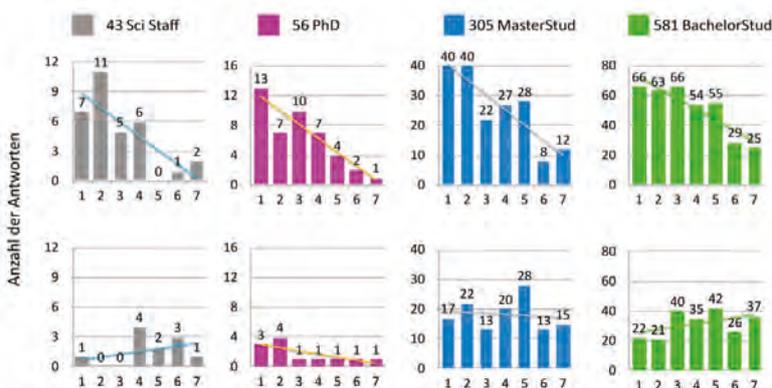
Studierende lassen ChatGPT eine Erklärung einer Lösung für eine Übungsaufgabe erstellen und präsentieren diese in der Übungsgruppe.

(Skala: 1 = „nicht ok“ bis 7 = „ok“)

Wie oft verwenden Sie ChatGPT

nie oder manchmal

oft bis täglich



Wie schlägt sich ChatGPT in einer Informatikprüfung?

„Algorithmen und Datenstrukturen“ ist eine zentrale Lehrveranstaltung im zweiten Semester des Informatik-Bachelorstudiums. Die Prüfung gilt unter Studierenden als echte Hürde. Inhaltlich sind verschiedene theoretische Fragen zur Analyse von algorithmischen Problemen zu beantworten. Als Antworten werden formale Berechnungen, Untersuchungen und Ergänzungen von Programmcodes

„Also ohne Zweifel, da braucht es einfach Menschen, ja, viele, viele.“
 „Diese direkte Interaktion war einfach wichtig, immer schon.“

sowie schlüssige logische Argumentationen verlangt. Im September 2023 ließen wir deshalb GPT-4 bei einem Nachtragstest inkognito antreten. Die Antworten von ChatGPT haben wir handschriftlich in den Prüfungsbogen eingetragen und zur Korrektur unter die echten Prüfungen gemischt. Mit 56 von 100 Punkten hat ChatGPT die Prüfung gerade noch bestanden. Damit war ChatGPT aber trotzdem besser als zwei Drittel der teilnehmenden Studierenden.

Fazit

ChatGPT ist am Ende doch alles andere als eine allwissende und perfekte Intelligenz,

als die sie allzu oft wahrgenommen wird. Auf die Korrektheit einer Antwort ist leider kein Verlass. Kritisches Hinterfragen und Überprüfen bleiben erforderlich und vermutlich eine Kernkompetenz, die es in Zukunft zu vermitteln gilt. Und vielleicht ist es am Ende doch effizienter, selbst nachzudenken. Denn beim Lernen ist ChatGPT wie ein Fitness-Center, in dem sich die Gewichte selbst bewegen, damit man nicht so viel schwitzen muss. Lernen ist und bleibt anstrengend, und das kann uns die Automatisierung nicht abnehmen.

WAS BITTE IST CAIML?

Clemens Heitzinger, Stefan Woltran & Walter Palmethofer

Das Zentrum für Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen (CAIML) hat das Ziel, die Forschungsaktivitäten sowohl in den Grundlagen als auch in den Anwendungen zu bündeln und zu stärken sowie die TU Wien als Kompetenzzentrum für KI und maschinelles Lernen zu etablieren.

Die drei thematischen Kernbereiche des CAIML sind die Methoden der symbolischen KI, die Methoden des maschinellen Lernens und der erklärbaren KI sowie KI-Aspekte im Kontext des digitalen Humanismus. Das Board des CAIML besteht aus zwölf international renommierten Forscher: innen der Fakultäten für Informatik sowie für Mathematik und Geoinformation der TU Wien. Darüber hinaus erweitern 15 spezielle Interessengruppen (SIGs) zu AI in Industry, Climate Change, Digital Humanism, Generative AI, Geo, Human-Centered AI, Knowledge Discovery in Architecture, Knowledge Graphs, Logics, Materials Science, Medicine, Quantum Physics, Reinforcement Learning, Visual Computing die abgedeckten Bereiche. Hauptziel des Zentrums ist die Vernetzung von Expert:innen aus verschiedenen Bereichen und Fakultäten der TU Wien, um neuartige Kooperationen zur Lösung schwieriger und anstehender Forschungsfragen zu fördern und

die TU Wien als national führende Institution im Bereich der KI zu positionieren.

Im Jahr 2023 zeichnete das CAIML u.a. als Co-Veranstalter für zwei erfolgreiche Summer Schools verantwortlich: die AI National Summer School im Juli (<https://caiml.org/summerschool2023/>) bzw. die zweite Digital Humanism Summerschool im September (<https://dighum.org/summerschool2023/>). Weiters wurden zwei hochrangige Tagungen mitorganisiert: Can Machines Save the World? und aihealthvienna.at. Im Mai 2023 wurde der UNESCO Chair on Digital Humanism eingerichtet und mit den CAIML-Mitgliedern Peter Knees als Chairholder und Julia Neidhardt als Co-Chairholder besetzt. Mitglieder des Zentrums haben zudem Beiträge für das soeben von Werthner et al. herausgegebene Buch „Introduction to Digital Humanism“ beigesteuert.



Bleiben Sie unter
<https://twitter.com/caimltuwien>
 auf dem Laufenden, was die
 KI an der TU Wien betrifft!



TECHNOLOGISCHE & PSYCHOLOGISCHE FILTERBLASEN IHRE WECHSELWIRKUNGEN AUF DIE DEMOKRATIE

Irina Nalis

Mit dem bevorstehenden Superwahljahr 2024 stellt die rasante Technologieentwicklung die Gesellschaft vor neue Herausforderungen an der Schnittstelle zwischen KI, Psychologie und Demokratie. Das Christian Doppler Labor für Recommender Systems, geleitet von Julia Neidhardt, UNESCO Co-Chair für Digital Humanism, erforscht die Auswirkungen technologischer und psychologischer Filterblasen auf politische Meinungen und soziale Dynamiken.

Mit dem bevorstehenden Superwahljahr 2024 stellt die rasante Technologieentwicklung die Gesellschaft vor neue Herausforderungen an der Schnittstelle zwischen KI, Psychologie und Demokratie. Das Christian Doppler Labor für Recommender Systems, geleitet von Julia Neidhardt, UNESCO Co-Chair für Digital Humanism, erforscht die Auswirkungen technologischer und psychologischer Filterblasen auf politische Meinungen und soziale Dynamiken.

Recommender-Systeme in Online-Shopping, sozialen Medien und Nachrichtenpersonalisierung beeinflussen Nutzerverhalten, können aber auch Vorurteile verstärken und Emotionen wie Langeweile oder Stress auslösen. Daher rückt das Konzept „sozial verantwortungsvoller Designs“ in den Fokus, um Vielfalt und Fairness zu fördern und Filterblasen zu vermeiden. Das Labor widmet sich der Entwicklung von Ansätzen, die über die bloße Genauigkeit von Empfehlungen hinausgehen, die auf früheren Verhaltensweisen oder ähnlichem Nutzungsverhalten basieren.

Ein Schwerpunkt ist die Gestaltung sozial verantwortlicher Nachrichtempfehlungssysteme. Dabei wird der Einfluss diversifizierter Nachrichtempfehlungen auf das Wohlbefinden der Nutzer erforscht. Der Einsatz von Large Language Models (LLMs) wird oft kritisch betrachtet, insbesondere wegen der Sorge um einen Anstieg von Fehl- und

Desinformation. Hinzu kommt, dass Technologien wie Gesichtserkennung oder Emotionsanalyse häufig in die Privatsphäre eingreifen, was zu einem Vertrauensverlust in Technologie und demokratische Institutionen führen kann. Hier setzt die interdisziplinäre Forschung des Labors an, die technische Möglichkeiten mit aktuellen Erkenntnissen aus Psychologie und Neurowissenschaften verbindet. Die Entwicklung neuer Methoden für Emotionserkennung und Sentimentanalyse, welche die Komplexität und den Kontext von Emotionen betrachten, ermöglicht ein tieferes Verständnis der Komplexität emotionaler Äußerungen.

Bei der Gestaltung verantwortungsvoller News Recommenders werden Menschenrechte, Meinungsfreiheit und die gehirngerechte Aufbereitung von Informationen einbezogen, um Phänomene wie Polarisierung, Doomscrolling (das exzessive Konsumieren negativer Nachrichten) zu adressieren und die Diskursqualität und ein besseres „Digital Wellbeing“ zu fördern. Dieser Zugang zielt auf Erweiterung unseres Verständnisses der Beziehung zwischen Technologie, Demokratie und menschlichem Wohlbefinden. Die Forschungen unterstreichen die Bedeutung verantwortungsbewusster Technologien für die digitale Welt und Demokratie. Mehr Informationen zur Arbeit des Christian Doppler Labors für Recommender Systems finden Sie unter <https://recsys-lab.at>.



KÜNSTLICHE INTELLIGENZ IST AUF BAUSTELLEN GEFRAGT



Karl-Heinz Strauss
CEO der PORR Group

Die PORR beschäftigt sich schon lange mit dem Thema künstliche Intelligenz. Wir waren bei den neueren Entwicklungen von Anfang an mit dabei. Algorithmen spielen auf Baustellen eine unterstützende Rolle. Etwa im Robotikbereich oder in der Arbeitssicherheit, wo wir im Rahmen von Safety Walks und Safety Inspections die Dateneingabe der Sicherheitsfachkräfte bei Begehungen mithilfe von Algorithmen vereinfachen. Das große Potenzial, das uns nun die neuen Large Language Models (LLM) bieten, ist natürlich auch für unsere Baustellen hochaktuell. Wir sind zum Beispiel dabei, Programme wie Microsoft 365 Copilot in unsere Prozesse zu integrieren. Sie können unsere Bauleiterinnen und Bauleiter im Laufe von Vertragsverhandlungen unterstützen, indem sie Versionsänderungen der Verträge präzise nachverfolgen. Diese Dokumente sind oft sehr lange und komplex.

Auch im kaufmännischen Bereich bietet uns künstliche Intelligenz klare Vorteile. Zurzeit trainieren wir zum Beispiel eine KI darauf, Dokumente unseres Integrierten Managementsystems abzufragen und darin Antworten auf Fragen zu unseren gesammelten Standards und Richtlinien zu suchen. Auch in anderen Bereichen – Beispiel Umsatzsteuer – ist das Thema für uns relevant. Künstliche Intelligenz spannt also einen breiten Bogen, und wir bei PORR nutzen die klaren Vorteile, die sie uns bietet.

Dennoch darf nicht vergessen werden: Im Mittelpunkt all dieser Bemühungen stehen immer der PORRianer und die PORRianerin, die die richtige Information zur richtigen Zeit benötigen, um die richtigen Entscheidungen zu treffen. Bauen ist und bleibt ein People Business.



BAUTECHNIK-BEGEISTERTE
HIER ENTLANG:
karriere.porr.at



KI INTENSIVMEDIZIN DAS LERNEN OPTIMALER BEHANDLUNGSSTRATEGIEN

Clemens Heitzinger

Viele der Erfolge der KI in den letzten Jahren sind auf das bestärkende Lernen zurückzuführen. Wir verwenden es, um die Frage zu beantworten, wie Patient:innen bestmöglich behandelt werden können.

Mit ChatGPT steht uns heute ein Programm zur Verfügung, dem man eine gewisse Intelligenz und Kreativität nicht absprechen kann. Aber schon in den Jahren davor gab es große Fortschritte in der künstlichen Intelligenz (KI). So entwickelte DeepMind mit AlphaZero einen einzelnen Algorithmus, der Go, Schach und mehrere Computerspiele besser als der Mensch spielen kann und diese Spiele beginnend mit null Wissen lernt. AlphaZero ist ein Erfolg des bestärkenden Lernens (Reinforcement Learning). Ein weiterer Erfolg des bestärkenden Lernens ist ChatGPT von OpenAI. Wir verwenden Reinforcement Learning, um die zentrale Frage der Medizin zu beantworten: Wie können Patient:innen bestmöglich behandelt werden?

Reinforcement Learning

Beim Reinforcement Learning besteht die Aufgabenstellung darin, einen Agenten ein System (üblicherweise die Umgebung genannt) so kontrollieren zu lassen, dass der Agent möglichst hohe Belohnungen erhält (siehe Abb. 1). In jedem Zeitschritt setzt der Agent anhand seiner Strategie eine Aktion. Dies verändert die Umgebung. Der Agent beobachtet nun den neuen Zustand der Umgebung und bekommt eine Belohnung, wenn ein gewünschter Zustand eingetreten ist. Aufgrund des neuen Zustands der Umgebung wählt der Agent nun wieder eine Aktion aus usw. Ziel des Agenten ist es, den Erwartungswert der Summe aller zukünftigen Belohnungen

zu maximieren. Ziel der Lernalgorithmen ist es, optimale Strategien für die Agenten zu berechnen. In unserer Anwendung ist der Agent der Arzt/die Ärztin und die Aktionen sind das Verabreichen verschiedener Medikamente in verschiedenen Dosen. Der/Die Patient:in ist das System, das kontrolliert werden soll. Eine Belohnung gibt es am Ende der Episode nur dann, wenn der/die Patient:in gesundet ist.

Warum Sepsis?

Als ich auf der Suche nach sicherheitskritischen Anwendungen des Reinforcement Learnings war, kam zunächst die Medizin in Frage. Die Intensivmedizin bietet sich aufgrund der guten Datenlage besonders an. Zwar gibt es weltweit nur wenige Datenbanken, diese sind aber, wie sich im Lauf der Arbeit herausstellte, heutzutage schon ausreichend groß. Außerdem kommen laufend neue Datensätze hinzu. Sepsis ist die häufigste Erkrankung auf Intensivstationen mit einer hohen Sterblichkeit und damit auch die häufigste Todesursache auf Intensivstationen, sodass sich diese als führende Anwendung anbot. An dieser Stelle sei die wertvolle Zusammenarbeit mit Prof. Oliver Kimberger von der Medizinischen Universität Wien erwähnt.

Resultate

Aufbauend auf Datensätzen, die anonymisiert zur Verfügung stehen, entwickelten und programmierten mein Team und ich Lernalgorithmen, die aus historischen Daten





optimale Behandlungsstrategien lernen und sogar Risiken quantifizieren können. Ziel ist es, die septischen Patient:innen so weit zu stabilisieren, dass sie die Intensivstation möglichst schnell wieder verlassen können. Bemerkenswert ist, dass kein Wissen über die biologischen Prozesse der Patient:innen notwendig ist (auch wenn implizit ein Modell berechnet wird). Ansonsten wären noch Jahrzehnte an Forschung notwendig. Unsere Algorithmen berechnen heute schon für die Patient:innen völlig gefahrlos die bestmöglichen Behandlungsstrategien. Dass die Strategien optimal sind, lässt sich (unter gewissen technischen Annahmen) tatsächlich als mathematische Theoreme beweisen. Insofern generieren wir den maximalen

Nutzen für die Patient:innen. Sie profitieren von der gesammelten Erfahrung der Zehntausenden Patient:innen, die vor ihnen kamen. Diese Erfahrungen stehen nun durch den Algorithmus konzentriert und bestmöglich aufbereitet zur Verfügung. Neben dem Berechnen der optimalen Strategien beschäftigen wir uns selbstverständlich auch mit der Evaluierung der Strategien. Verschiedene Evaluierungsmethoden angewendet auf simulierte Patient:innen zeigen übereinstimmend, dass unsere Strategien das Niveau der weltweit besten Intensivmediziner:innen erreichen und sogar etwas übertreffen. Mehr Informationen finden Sie unter <http://Clemens.Heitzinger.name> und <http://aihealthvienna.at>.

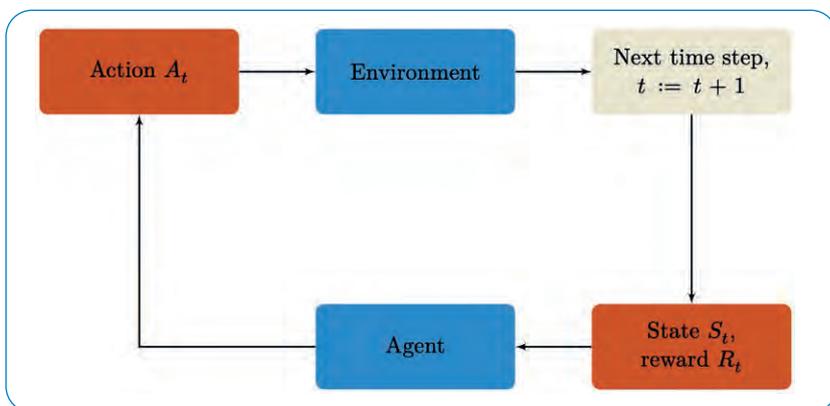


Abb. 1: Der Kreislauf der Interaktion des Agenten mit der Umgebung im Reinforcement Learning. Reinforcement Learning hat aufgrund der Allgemeinheit dieses Konzepts viele Anwendungen. Die Lernalgorithmen berechnen Strategien, denen der Agent bei der Auswahl seiner Aktionen folgt.

ICH SEHE WAS, DAS DU NICHT SIEHST

VISUAL QUESTION ANSWERING HEUTE & IN ZUKUNFT

Thomas Eiter, Nelson Higuera, Johannes Oetsch

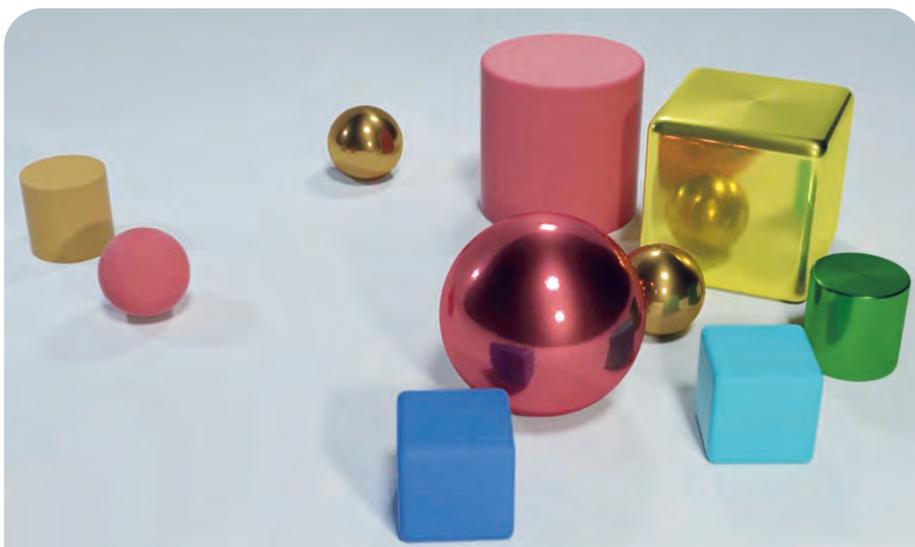
Fragen zu Bildern zu beantworten, stellt Maschinen vor mehrere Herausforderungen. In Verbindung mit anderen KI-Ansätzen können hier Large Language Models (LLMs) zu großen Fortschritten beitragen.

In Science-Fiction-Filmen können KI-Systeme, wie z.B. in Stanley Kubricks Klassiker „2001: A Space Odyssey“ der omnipräsente Computer HAL, visuellen Input wahrnehmen und sich mit Menschen darüber austauschen. Was spielerisch aussieht, benötigt verschiedene kognitive Fähigkeiten, die für sich gesehen komplexe Problemstellungen bergen und deren Verbindung schwierig ist. Im Gebiet des Visual Question Answerings (VQA) beschäftigt man sich damit, konkrete Fragen in natürlicher Sprache zu einem Bild oder Video maschinell zu beantworten, z.B. also mit der Frage, welche Größe der Zylinder in Abb. 1 links vom braunen Metallobjekt hat, das links von der großen Kugel ist. Für die Antwort muss man intuitiv Objekte erkennen, die Frage verstehen und die Antwort unter Bedacht auf semantische Begriffe wie „links von“, „braun“ und „groß“ bilden.

Es gibt unzählige VQA-Datensets und -Benchmarks unterschiedlicher Charakteristik, zudem wurden viele Architekturen für VQA-Systeme entwickelt. Alle benutzen neuronale Netzwerke und Deep Learning, um oben genannte Subprobleme lösen zu können. Bei End-to-End-Architekturen erfolgt dies implizit in einem (komplexen) neuronalen Netzwerk, während modulare Architekturen spezielle Komponenten aufweisen. Zu Letzteren gehören neuro-symbolische Ansätze, die Komponenten mit symbolischer Wissensdarstellung und -verarbeitung verwenden (Abb. 2). Dabei wird ein explizites semantisches Modell einer Szene wie in Abb. 1 erstellt, das die Basis für die Ermittlung der Antwort auf die Frage bildet. Neben der Modularität, die einen Austausch von Komponenten erlaubt, ist vor allem die Verfügbarkeit eines symbolischen Modells ein großer Vorteil.

Abb. 1: Visual Question Answering: Beispielfrage (Q) in einem Szenario mit Antwort (A) und einer Erklärung, welche Änderung eine andere Antwort (F) bewirken würde (rechts)

(Q): Welche Größe hat der Zylinder links vom braunen Metallobjekt, das links von der großen Kugel ist? (A) klein (F) Wann wäre die Antwort „groß“?



large



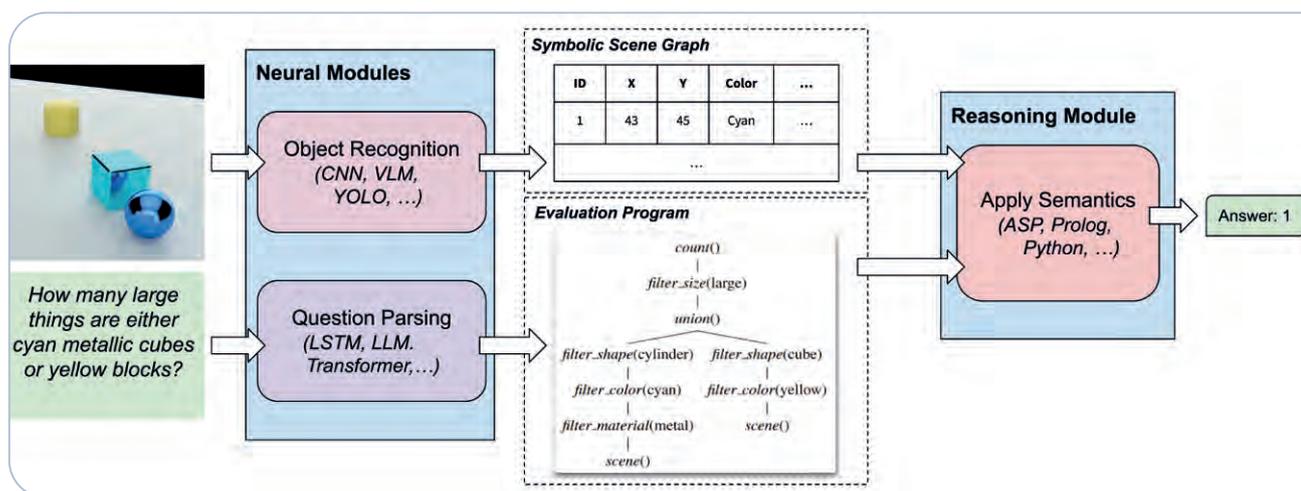


Abb. 2: Neuro-symbolische Architektur für VQA

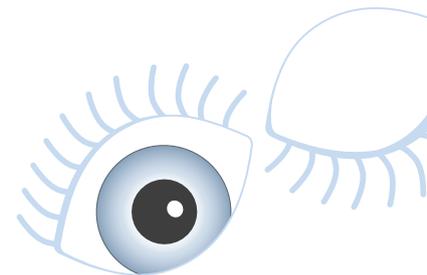
Ein symbolisches Modell begünstigt die Einsicht in das System und kann für die Erstellung von Erklärungen genutzt werden, womit sich Transparenz und Systemvertrauen erhöhen lassen. Insbesondere haben Modelle in deklarativen, logik-basierten Sprachen den Vorteil, dass sie für Schlussfolgerungen in verschiedene Richtungen (von Eigenschaften zu Konsequenzen oder von Beobachtungen zu möglichen Ursachen) flexibel nutzbar sind. So lassen sich z.B. Erklärungen wie „Unter welchen Änderungen würde die Antwort in Abb. 1 ‚groß‘ lauten?“ unter Verwendung von Techniken wie Abduktion und kontra-faktuellem (hypothetischem) Schließen elegant lösen. In einer Kooperation mit dem Bosch Center for Artificial Intelligence in Renningen, Deutschland, verfolgen Forscher:innen am Institute of Logic and Computation der TU Wien den neuro-symbolischen Ansatz, der für Anwendungen in Gebieten wie Produktion, autonomes Fahren, Gesundheitswesen u.a.m. von großem Interesse ist.

Fotos: © TU Wien



Der rasante Aufstieg von LLMs für Sprache wie etwa GPT oder PaLM eröffnen auch für das VQA neue Möglichkeiten. Auf LLMs basierte Programme wie ChatGPT oder Bard ermöglichen eine barrierefreie Kommunikation zwischen dem System und dem Benutzer, die sich zu einem komplexen Dialog entspinnen kann. Ein solches Szenario bringt neue Herausforderungen: Fragen sind nicht wie üblich an ein enges Vokabular gebunden, und Antworten erfolgen im Kontext vorheriger Fragen und Antworten sowie Rückmeldungen. Es sind Lösungen gefragt, die auf allgemeinere Fragebereiche übertragbar sind und mühelos (im maschinellen Lernen als Zero-Shot Solving bekannt) angepasst werden können. Weiters ist eine Einschätzung des Gegenübers sowie von dessen Kenntnissen und Erwartungshaltungen hilfreich. Dafür müssen Benutzermodelle entwickelt werden, aus denen fundierte Schlüsse gezogen werden können. Commonsense Reasoning, d.h. Schließen mit Allgemeinwissen, z.B. ein verdecktes Objekt ist nicht sichtbar, existiert aber – eines der schwelenden Probleme der KI –, und auch ethische Aspekte spielen hierbei eine wichtige Rolle. Neuro-symbolische Ansätze sind hierzu naturgemäß prädestiniert.

VQA hat in den letzten Jahren große Fortschritte erlebt. Bis potenziell vielschichtige Fragen wie „Ich sehe was, das du nicht siehst“ befriedigend beantwortet werden können, dürfte aber noch einiges an Forschung und Entwicklung nötig sein.



KOOPERATIVE WAHRNEHMUNG FÜR DEN STRASSENVERKEHR

Ein Paradigmenwechsel für Radarsensoren zur Steigerung der Verkehrssicherheit
Christoph Mecklenbräuer

Zahl der Verkehrstopfer steigt wieder an

Kürzlich veröffentlichte das Bundesministerium für Inneres die Verkehrsstatistik 2023. Darin ist zu lesen, dass im vergangenen Jahr 396 Menschen auf Österreichs Straßen tödlich verunglückten. Die Zahl der Verkehrstoten liegt damit unterhalb des Niveaus des Jahres 2019 (416 Getötete), also vor der Corona-Pandemie. Nur in den Pandemie Jahren 2020

bis 2022 waren die Zahlen niedriger, der Tiefststand lag im Jahr 2020 bei 344 Verkehrstoten. Leider steigen die Zahlen seither wieder; aber das ist kein Naturgesetz. Wir müssen etwas dagegen unternehmen!

Jeder schwere Verkehrsunfall bringt viel Leid für die Opfer und deren Angehörigen. Maximale Verkehrssicherheit ist ein gesellschaftliches Gebot, am besten

durch Unfallvermeidung. Die Exekutive nimmt bei der Prävention und Bewusstseinsbildung eine wichtige Rolle ein. Die Verkehrsplaner, Gemeinden und Fahrzeughersteller erhöhen die Verkehrssicherheit durch bauliche Gestaltung, konstruktive Maßnahmen sowie durch den Einbau von Sensorik und Fahrerassistenzsysteme.

Heutige Radarsensorik in Straßenfahrzeugen

Viele Autos und Lkws sind bereits mit Radarsensoren ausgestattet. Sie helfen z.B. beim

Einparken, geben Abstandswarnungen, wenn man zu dicht auf ein anderes Fahrzeug auffährt oder das Streifen einer Hauswand droht.

Das Grundprinzip des Radars (vom Englischen „radio detection and ranging“) ist bereits mehr als 100 Jahre alt: Ein Funksender erzeugt eine elektromagnetische Wellenform und sendet diese aus. Trifft die ausgesandte Welle auf Hindernisse oder andere Verkehrsteilnehmer, wird ein Teil der Welle in viele Richtungen gestreut – auch in jene, von wo die Welle kam. Der Radarsensor bewertet die Stärke, die zeitliche Verzögerung, eventuell auftretende Dopplereffekte und Ankwurtswinkel sowie weitere charakteristische Eigenschaften der rückgestreuten Wellen, um daraus Informationen über andere Verkehrsteilnehmer und Hindernisse zu gewinnen. Grundsätzlich können heutige Radarsensoren nur Verkehrsteilnehmer und Hindernisse erfassen, die von der ausgesandten Welle getroffen („beleuchtet“) wurden. Daher hat ein Radarsensor blinde Flecke und einen sehr beschränkten Informationshorizont: Abgeschattete Objekte – im Allgemeinen alles, was nicht beleuchtet wurde – bleiben dem Sensor verborgen.

Kooperative Wahrnehmung

Was wäre aber, wenn Verkehrsteilnehmer ihre jeweiligen Radarsensoren vernetzen würden, um die gewonnenen Informationen über andere Verkehrsteilnehmer und Hindernisse miteinander zu teilen? Die geteilten Informationen könnten so die eigenen Sensordaten ergänzen und die blinden Flecken schrumpfen oder gar verschwinden lassen. So ließe sich

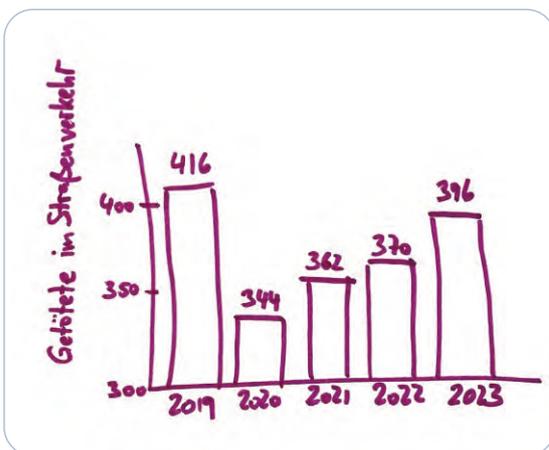


Abb. 1: Verkehrstote in Österreich seit Beginn des Jahres 2019



Abb. 3: Der Lkw teilt seine Radarsensorinformation mit dem Pkw = kooperative Wahrnehmung

ein Fahrrad, das von einem überholenden Lkw verdeckt wird, oder ein spielendes Kind zwischen parkenden Fahrzeugen entdecken. Das Teilen von Informationen ermöglicht demnach dramatische Verbesserungen durch eine kooperative Wahrnehmung. Um die geteilten Informationen aber zur Erweiterung des eigenen Informationshorizonts nutzen zu können, braucht es effiziente Modelle sowie Verarbeitungs- und Übertragungsverfahren. Über die gängigen 4G-/5G-Mobilfunk- und WiFi-Netze können Informationen aus Radarsensoren im Straßenverkehr effizient, verlässlich und sicher geteilt werden. Eine intelligente Straßenkreuzung wird das Teilen von Informationen dieser Art in naher Zukunft unterstützen.

Bayes'sche Schlussweisen für spärliche Modelle – Sparse Bayesian Learning

Die rasante Entwicklung im Bereich des maschinellen Lernens (siehe auch den Beitrag Matz et al., Maschinelles Lernen und Telekommunikation – eine starke Allianz, in diesem Heft ab Seite 34) und der intelligenten Verkehrssysteme ermöglicht die zukünftige Umsetzung kooperativer Wahrnehmung im Straßenverkehr. Die jüngsten Fortschritte in der Sensorgruppendatenverarbeitung auf der Grundlage der Bayes'schen Statistik ermöglichen die Formulierung schneller Algorithmen zur Verarbeitung von Radarsignalen unter Berücksichtigung von geteilten Informationen benachbarter Verkehrsteilnehmer. Eine Schlüsselrolle kommt hierbei den sogenannten spärlichen Modellen zu: Diese Modellklasse wird charakterisiert durch eine Parametrisierung in einem hochdimensionalen

Raum, wobei nur sehr wenige Elemente des Parametervektors von null verschieden sind. Das ist ein geeignetes Modell für die vom Radarsensor empfangenen rückgestreuten Wellen von Hindernissen und benachbarten Verkehrsteilnehmern. Effiziente Algorithmen für das maschinelle Lernen erlauben es, die wenigen von null verschiedenen Elemente des Parametervektors aus den Radarsensordaten zu schätzen. Teilen Nachbarfahrzeuge ihre Sensorinformationen, kann ein spärliches Modell der eigenen Radarsensordaten erweitert werden, obwohl einzelne Verkehrsteilnehmer und Hindernisse abgeschattet sind. Derart kann der Informationshorizont der Verkehrsteilnehmer über den unmittelbar sichtbaren Bereich hinaus für das vorausschauende Fahren vergrößert werden – Technik für Menschen!



Abb. 2: Der Radarsensor des Lkws sieht das Fahrrad, das Radar des Pkws sieht dieses jedoch nicht

TREMENS ET FASCINANS

Peter Purgathofer

Vor rund 100 Jahren bezeichnete der Theologe Rudolf Otto das Göttliche als „mysterium tremendum et fascinans“, um die irrationalen Grunderfahrungen des Religiösen zu beschreiben. Nach den ersten Wochen mit ChatGPT war genau das die beste Zusammenfassung meiner Reaktion auf die Erfahrungen mit dem System: Es war gleichermaßen faszinierend wie erschreckend.

Das Faszinosum eines Systems, das mit quasi schlafwandlerischer Sicherheit auf jede beliebige Frage zumindest kompetent klingenden Text generiert, ist unbestreitbar. Gerade wir erleben diese Faszination neuer technischer Systeme mit etwas Stolz. Endlich, so scheint es, hat jemand etwas aus unserer Arbeit gemacht, das so richtig toll ist.

Auf der andere Seite erzeugen generative AI/genAI-Systeme so viele Probleme, dass sich die schreckliche Seite nicht übersehen lässt: überzeugende Falschaussagen, Privacy-Probleme, die menschliche Billiglohnarbeit

zur Datenaufbereitung, ungeklärte Copyright-Fragen – die Liste ließe sich beliebig fortsetzen.

Ein Aspekt, der oft übersehen wird, sind Probleme, die entstehen, wenn genAI-Systeme sich als Menschen ausgeben. Die Eloquenz der generierten Texte suggeriert uns, dass mehr als nur ein generatives System am Werk ist. Wir erleben das Wechselspiel aus Prompt und Ausgabe fälschlicherweise als Kommunikation mit einer Entität. Wir sprechen über unsere Interaktionen als Dialog, bezeichnen systematische Fehlfunktionen solcher Systeme als „Halluzination“ – und vermenschlichen sie damit.

Seit Jo Weizenbaums „Eliza“ wissen wir, wie problematisch diese Vermenschlichung wirken kann. Mit ChatGPT & Co. sind Systeme verfügbar, mit denen unter Ausnutzung dieses Effekts massiver persönlicher und gesellschaftlicher Schaden verursacht werden kann. Wir werden genAI-Systeme sehen, die dazu gemacht sind, uns gekonnt argumentativ von allem zu überzeugen; wir werden Betrugs-E-Mails bekommen, die wir nicht mehr sofort entlarven; wir werden bekannte Menschen als Deepfakes sehen und daran glauben.

Gerade als Menschen mit technischem Hintergrund sehen wir am liebsten die aufregenden Möglichkeiten und Potenziale neuer Technologien – das „fascinans“. Wir müssen aber aufpassen, dass diese nicht den Blick auf den möglichen Missbrauch verstellen.



Ein weiteres Problem von genAI-Systemen: Ihr unvermeidlicher Bias in der Darstellung der Geschlechter – und Hände. Dieses Bild wurde mit Midjourney aus dem Prompt „Any sufficiently advanced technology is indistinguishable from magic“ generiert.



DA GEHT DIE SONNE AUF!

Auf dem Dach unserer Zentrale und den Backstuben in der Lexergasse und in der Johann-Ströck-Gasse entstehen derzeit zwei ziemlich mächtige Solaranlagen: Gemeinsam werden sie eine knappe Million Kilowattstunden pro Jahr erzeugen können – das ist etwa das 100-fache einer normalen Einfamilienhausanlage. Das hilft uns, etwa 350 Tonnen CO₂ einzusparen.



ALTES HANDWERK IN DER ZEIT VON INDUSTRIE 4.0 NEU GEDACHT

Ströck – innovative Bäckerei verbindet altes Handwerk schon jetzt mit künstlicher Intelligenz und sieht sich verantwortlich für eine nachhaltige Unternehmenskultur, die auch für Studienabsolvent:innen der TU spannende, zukunfts-sichere Arbeitsplätze bietet.

In den vergangenen Monaten ist uns allen wieder in Erinnerung gerufen worden, wie wortwörtlich kostbar Energie ist – und wie wichtig es ist, dass wir achtsam mit ihr umgehen. Wir setzen bereits seit über zehn Jahren auf 100 Prozent Ökostrom, nutzen die Restwärme unserer Backöfen für Warmwasser und verwenden sparsame LED-Lampen. Und während Sie diese Zeilen lesen, entsteht gerade unsere extragroße und leistungsstarke Solaranlage.

RECHENPOWER GEGEN VERSCHWENDUNG

Damit erst gar nicht so viel Retourwaren anfallen, setzen wir auf moderne Technik: Ein Computerprogramm errechnet für jede Filiale die passende Bestellmenge, je nach Standort, Wochentag, Datum und sogar Wetter! Die Filialleiter:innen haben aber natürlich das letzte Wort.



VORAUSSCHAUEND PLANEN

Wir haben viel vor! Predictive Maintenance wird uns z. B. helfen, unsere Backstube frei von Stillständen und Schäden zu halten. Damit unsere Bäcker:innen noch mehr Zeit haben, ihre Leidenschaft in unsere Backwaren fließen zu lassen.



NACHHALTIGE TRADITIONEN

Backstuben waren traditionell immer Orte gelebter Nachhaltigkeit. Vor allem die wertvolle Hitze, die es für ein gutes Brot braucht, wurde für mehr verwendet als nur für eine resche Kruste. Wenn das Brot schon fertig, aber der Ofen noch herrlich warm war, wurde in der Restwärme des Ofens Obst gedörft, Getreide getrocknet oder herrliche Schmorgerichte gekocht.



PLANUNG & VISUALISIERUNG: ARCHITECTS COLLECTIVE

ABWÄRME INTELLIGENT NUTZEN

Kann man mit Brotöfen Gemüse wachsen lassen? Und wie! Wir zeigen in unserer erweiterten Backstube in der Lexergasse bald, wie aus Restwärme vom Backen herrlich aromatische Paradeiser werden. Auf dem Dach entsteht ein riesiges Gewächshaus für Gemüse, dieses landet wiederum auf den Tellern unserer Gäste im Ströck-Feierabend.

NEUGIERIG GEWORDEN?

Wir freuen uns über Ihre Initiativbewerbung.



REVOLUTIONÄRE FORTSCHRITTE IN DER NANOWELT: KI ALS SCHLÜSSEL ZU ATOMAREN GEHEIMNISSEN

Lado Filipovic & Tibor Grasser

Die rasante Miniaturisierung in der Nanoelektronik erfordert eine präzise Analyse des Verhaltens moderner Transistoren auf atomarer Ebene. Der Bedarf an den dafür notwendigen atomistischen Ab-initio-Simulationen ist enorm, da diese häufig eingesetzt werden, um die Leistung und Zuverlässigkeit neuartiger, hochskalierter Bauelemente zu verstehen sowie die Verwendbarkeit und Realisierbarkeit neuer Materialien zu untersuchen. Die Einführung neuer Materialien in der Mikroelektronik ist von größter Bedeutung, da die physikalischen Grenzen von Silizium fast komplett ausgeschöpft scheinen.

Konventionelle Ab-initio-Simulationen, also das approximative Lösen der Schrödingergleichung mittels der Dichte-Funktional-Theorie, sind zwar genau, stoßen jedoch schnell an ihre Grenzen – sie sind rechenintensiv und auf einige hundert Atome beschränkt. Die klassische Molekulardynamik (MD) mit empirischen interatomaren Potenzialen kann neuartige Materialsysteme jedoch nicht genau beschreiben. An dieser Stelle tritt das maschinelle Lernen (ML) in den Vordergrund, um die Molekulardynamik mit KI-unterstützten interatomaren Potenzialen zu optimieren. Basierend auf diesen Potenzialen können nun mittels MD das dynamische Verhalten der Atome und die sich daraus ergebenden Änderungen in der Konfiguration erfasst werden (Abb. 1). Dies ermöglicht die Erforschung großer Systeme und ganzer nanoelektronischer Bauelemente mit nahezu Ab-initio-Genauigkeit. Mithilfe von KI-Potenzialen erforschen wir derzeit unter anderem die Entstehung von Defekten in amorphem Siliziumoxid während der Herstellung bzw. des Betriebs sowie die Dotierung von Breitband-Halbleitern.

Entwicklung und Herstellung der nächsten Generation von nanoelektronischen Bauelementen werden bereits durch KI-gestützte Simulationen ergänzt. Die größte Herausforderung besteht darin, dass heutige Bauelemente nur wenige Nanometer groß sind, während Fabrikationsanlagen im Zentimeter-/Meterbereich liegen. Traditionell verwendet man dafür Mehrskalmodelle, die versuchen, diese unterschiedlichen Größenordnungen vom atomaren

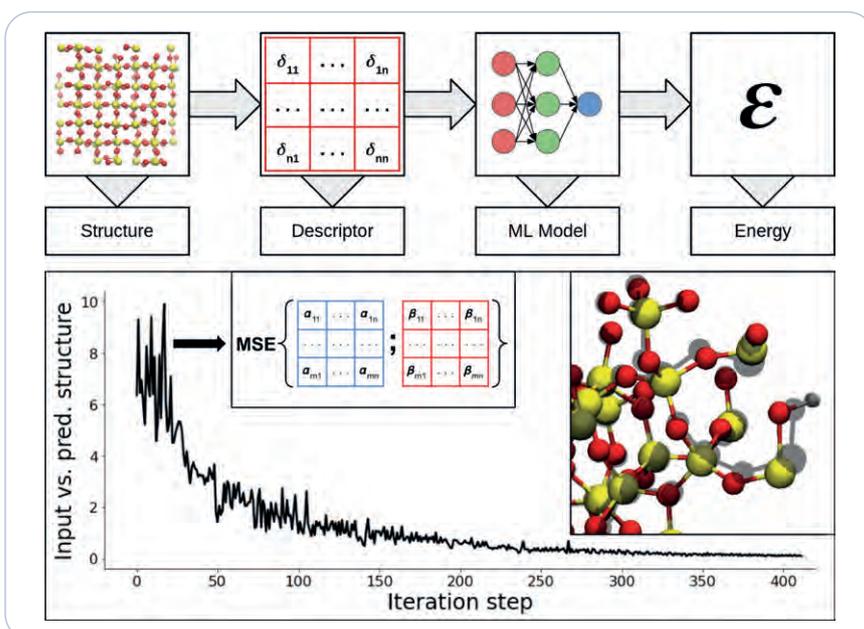
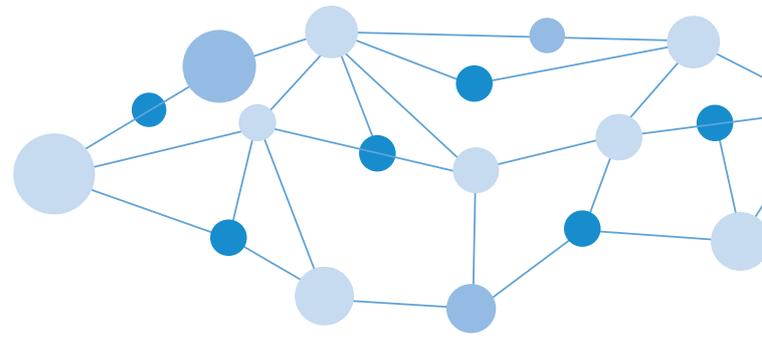


Abb. 1: Trainingsprozess für das ML-IAP-Modell (oben), der mehrere Iterationsschritte erfordert (unten), um die richtige Energieverteilung zu erhalten (D. Milardovic et al, ESSDERC 2021, DOI: 10.1109/ESSDERC53440.2021.9631837)

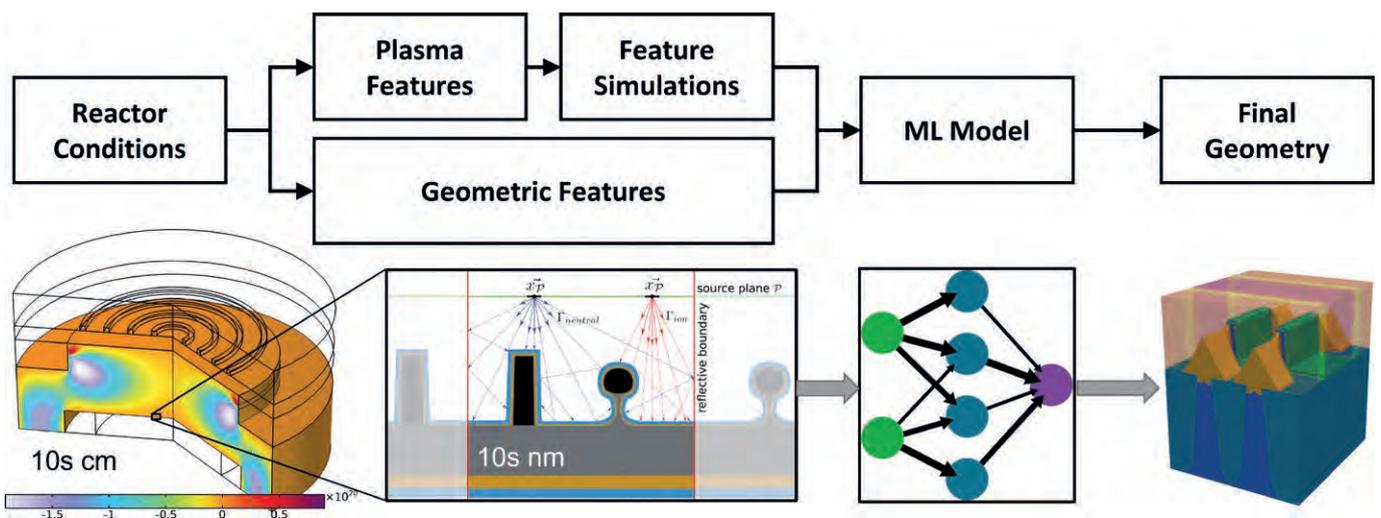


Subnanometerbereich bis hin zu Metern geschickt mit entsprechend angepassten Parametern zu verknüpfen. Die derzeitigen Ansätze zur Mehrskalenmodellierung sind komplex und ressourcenintensiv. Sie erfordern die getrennte Simulation der Herstellungskammern und die zeitintensive Entwicklung semi-empirischer Modelle auf Grundlage dieser Simulationsergebnisse. Diese Modelle können dann auf Simulationen im Bauteilmaßstab angewendet werden, um zu untersuchen, wie unterschiedliche Geometrien hergestellt werden können.

An dieser Stelle baut maschinelles Lernen eine Brücke zwischen den Anlageneinstellungen und den erzeugten geometrischen Profilen (Abb. 2). ML ermöglicht die Erstellung von prädiktiven Modellen, unabhängig vom Maßstab. Ein zusätzlicher Vorteil dieser Modelle ist, dass sie direkt mit den Reaktoreinstellungen verknüpfbar sind. Statt sich auf Zwischen-

parametern zu verlassen, die Reaktor- und Feature-Skalen miteinander verknüpfen, können wir daher die erwartete Geometrie direkt auf der Grundlage der Kammereingaben erzeugen. Eine spannende Variante besteht auch darin, das Verfahren sozusagen „umzudrehen“, um dadurch künftige nanoelektronische Bauelemente mit speziellen Eigenschaften zu entwickeln. Anstatt also die Herstellungsbedingungen vorzugeben, um dann zu berechnen, wie sich die damit hergestellten Bauelemente verhalten, wird es eines Tages möglich sein, direkt das gewünschte Bauelementverhalten anzugeben. Das inverse KI-Modell liefert dann die Geräteeinstellungen und Eingaben, die zur Erzeugung des erforderlichen Bauelements führen. Dank KI werden bereits bahnbrechende Fortschritte in dieser Richtung erreicht, wobei viele kleine Schritte die Tür zu neuen Möglichkeiten öffnen.

Abb. 2: Prozess des Trainings eines Multi-Scale-ML-Modells (oben) und ein typischer Simulationsablauf vom Reaktor bis zu Bauteilsimulationen (X. Klemensits, Doctoral thesis, TU Wien 2022, DOI: 10.34726/hss.2022.89324)



KI-BASIERTE DETEKTION, IDENTIFIKATION & VERFOLGUNG VON **DROHNEN** MIT ROBOTISCHEN TELESKOPSYSTEMEN

Denis Ojdanic, Christopher Naverschnigg, Andreas Sinn & Georg Schitter

Drohnen und andere Arten von unbemannten Flugobjekten (UAVs) gewannen in den letzten Jahren enorm an Popularität. Diverse Vorfälle, wie z.B. die Schließung von Flughäfen aufgrund von unautorisierten Drohnenflügen, zeigen, dass Fortschritte in der Drohnen-Technologie auch eine Bedrohung der öffentlichen Sicherheit darstellen. Eine rasche Identifizierung von herannahenden Flugobjekten ist für die frühzeitige Lagebeurteilung von höchster Priorität.

Kommerzielle Systeme nutzen unterschiedliche Sensorarten im Verbund zur Objekterkennung und -identifizierung. So ermöglichen z.B. Radarsysteme die Detektion von Objekten über mehrere Kilometer, jedoch keine eindeutige Identifizierung (etwa Drohne oder Vogel).

Hierfür werden optische Sensoren verwendet, die mit einer Kamera eine visuelle Beurteilung ermöglichen. Die Einsatzdistanz dieser Kamerasysteme ist typischerweise auf ein bis zwei Kilometer limitiert, was im Fall einer herannahenden Bedrohung nicht ausreichend ist.

Das Projekt „Optofence II“ zielt darauf ab, die optische Detektionsdistanz durch die Nutzung lichtstarker Teleskope in Kombination mit Deep-Learning-Ansätzen für die Objektdetektion und einer performanten Montierung zur vollautomatischen Nachführung deutlich zu erhöhen. Damit verlängert sich die Zeitspanne für die Lagebeurteilung erheblich.

Hierfür liefert ein geeignetes Paar aus Teleskop und Kamera hochauflösende Videobilder (Abb. 1). Um eine dynamische Nachführung des Teleskopsystems zu ermöglichen, ist eine schnelle und präzise Objektdetektion auf Basis der Videodateien in Echtzeit notwendig. Die Detektion und somit Bestimmung der Drohnenposition im Bild wird über moderne Methoden der KI ermöglicht (Abb. 2). Hierfür wird ein Convolutional Neural Network (CNN) mit einem eigens erstellten Datensatz trainiert. Der Datensatz wurde im Zuge des Projekts während diverser Feldtests aufgenommen und besteht aus zahlreichen Bildern sowie Videosequenzen von verschiedenen Drohrentypen, aber auch Vögeln und Flugzeugen. In weiterer Folge sind daher die Klassifizierung und Unterscheidung von Objekten möglich. Mittels synthetischer Datenerzeugung wurde

Automatisches Teleskopsystem zur Detektion von Drohnen



der Datensatz noch zusätzlich erweitert, wodurch etwa 40.000 Bilder für Trainings- und Analysezwecke zur Verfügung stehen.

CNNs, die eine präzise und zuverlässige Detektion ermöglichen, haben jedoch den Nachteil, dass sie aufgrund ihrer Komplexität eine hohe Rechenleistung benötigen. Daher ist die erzielte Bildrate, mit der Drohnen detektiert werden können, beschränkt. Für eine dynamische und rasche Nachführung des Teleskopsystems ist jedoch eine hohe Positionsvorgabe erwünscht, um den schnellen und agilen Flugmanövern von Drohnen folgen zu können. Aus diesem Grund wird das neuronale Netzwerk durch einen parallel laufenden Algorithmus ergänzt, der auf klassischen Methoden der Bildverarbeitung beruht.

Der Vergleich aus zahlreichen Methoden ergibt, dass ein Algorithmus basierend auf

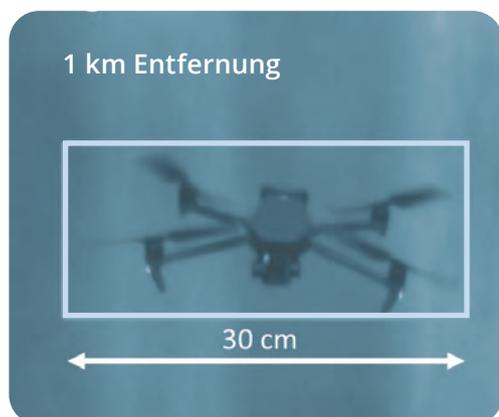
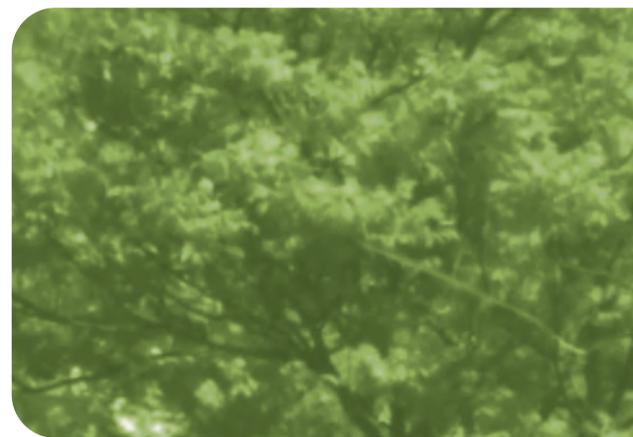


Abb. 1: Beispielhafte Detektion einer DJI Mavic 3

dem Optical Flow eine hinreichende Präzision, vor allem aber auch die Echtzeitanforderungen bzw. die hohe notwendige Bildrate für das System ermöglicht. Durch Kombination eines präzisen, jedoch relativ langsamen neuronalen Netzwerks mit einem schnellen Objekt-Tracker wurde ein System entwickelt, das Objekte mit bis zu 100 Bildern pro Sekunde detektieren und verfolgen kann. Hierfür wurde eine Softwarearchitektur implementiert, die eine effiziente und parallele laufende Zusammenarbeit aus dem neuronalen Netz und dem Object-Tracker ermöglicht. Durch eine Kombination aus der effizienten Bildverarbeitung mit einer hoch performanten Teleskopmontierung und entsprechender Regelungstechnik können Drohnen mit Geschwindigkeiten von bis zu 250 km/h zuverlässig detektiert und verfolgt werden.

Zusammenfassend ermöglicht das Gesamtsystem, das fortschrittliche Methoden der Bildverarbeitung und Regelungstechnik kombiniert, die Verfolgung von Kleindrohnen mit Geschwindigkeiten bis zu 250 km/h über Distanzen von 150 m bis zu 5 km, wodurch der Einsatzbereich gegenüber konventionellen Systemen deutlich erweitert und frühzeitige Entscheidungen über Abwehrmaßnahmen ermöglicht werden.



Originalvideo

Mit KI detektierte Drohne



Abb. 2: Vergleichsbildausschnitt eines Videos einer Drohne vor komplexem Hintergrund. Oben: Unmarkiertes Originalvideo. Die Drohne ist kaum zu erkennen. Unten: Mittels KI im Video detektierte und markierte Drohne.

OptoFence II ist gemeinsam mit dem Firmenpartner ASA Astrosysteme und dem Bundesministerium für Landesverteidigung durchgeführt worden. Es wurde gefördert durch das Österreichische Verteidigungsforschungs-Förderprogramm FORTE – eine Initiative des Bundesministeriums für Finanzen.

FOUNDATION MODELS-ASSISTED LANGUAGE-DRIVEN ROBOTIC GRASPING

Minh-Nhat VU, Wolfgang Kemmetmüller & Andreas Kugi

Foundation models such as ChatGPT and Gemini have significantly advanced robotic tasks thanks to their universal representation of real-world domains. These models can be easily adapted to different tasks with minimal modifications. Leveraging these models allows robots to plan at a sophisticated level by facilitating a deep semantic understanding of tasks and objects.

Consider the scenario where we ask an assistant robot to grasp a cup among a clutter of everyday items like a knife, a fork, and a pair of scissors. Conventionally, humans convey this task through natural language commands like "Give me the cup." While humans intuitively know how to grasp the cup based on such linguistic instructions, enabling robots to determine specific grasp actions for objects poses significant challenges for the following reasons:

1. Natural language is usually overlooked in existing grasp datasets, while training vision-and-language neural networks necessitates an excessive number of labeled examples.
2. Recent works tend to concentrate on specific manipulation tasks involving a limited set of objects, creating a bottleneck for real-world robot execution in diverse environments.
3. Despite recent developments, bridging the gap between language, vision, and control for real-world robotic experiments remains challenging.

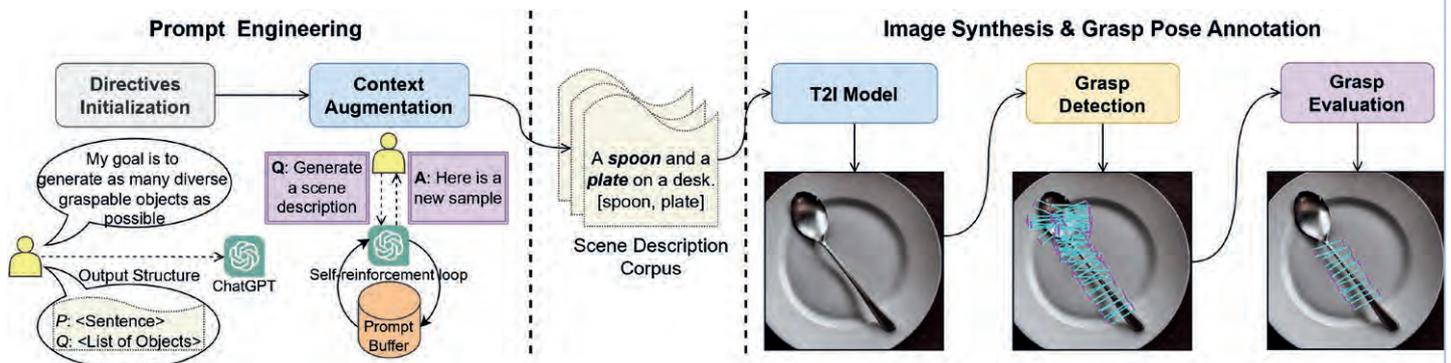
Recently, language-driven robotic frameworks have been gaining attraction, allowing robots to process natural language and bridge the gap

between robotic manipulations and real-world human-robot interaction. Embodied robots such as PaLM-E, EgoCOT, and ConceptFusion are noteworthy examples, demonstrating the capability to comprehend natural language using powerful foundation models like ChatGPT. Despite these advancements, a limitation persists in most of the works, i.e., the actual grasping capabilities of the existing robots are often overestimated. This restricts the generalization across robotic domains, tasks, and skills. In collaboration with other groups, particularly Assoc. Prof. Anh Nguyen, University of Liverpool, and Dr. Tobias Glück, AIT Austrian Institute of Technology, we explore training a language-driven agent to implement low-level actions, focusing on object grasping via image observations. Specifically, our central hypothesis revolves around developing a robotic system capable of executing precise grasping actions in response to language instructions.

For this, we introduced a new large-scale dataset for grasp detection, called Grasp-Anything¹, which substantially outperforms existing datasets in diversity and magnitude. Figure 1 illustrates the process of creating the Grasp-Anything dataset exploiting the potential of LLMs (large language models) and T2I (text-to-image) models.



Figure 1: Pipeline for generating the Grasp-Anything dataset



In the first step, we utilize ChatGPT and perform a prompt engineering technique to guide ChatGPT to generate diverse scene descriptions by the following conversation.

Q: Imagine you are helping me generate a corpus of scene descriptions, each condensed to a single sentence. My goal is to create a wide variety of easily recognizable objects in each sentence. Each sentence should be unique and contain at least two objects.

A: Of course, I'd be delighted to assist you in creating an extensive collection of scene descriptions featuring diverse objects.

Then, we set up the output template for ChatGPT in the following.

Q: “The template for each sentence contains two parts. The first part is the sentence with the structure as `<Obj_1><Obj_2>...<Verb><Container>`. The second part is the list of extracted objects from the sentence `[<Obj_1><Obj_2>...]`.”

A: “Understood! Let’s generate the first sentence...”

This template guarantees that each generated prompt has two components: the text describing the scene arrangement and a list indicating graspable objects in the text. For instance, this process leads to the following example scenario:

Q: “Based on sample scene descriptions, generate a new scene description with a similar structure.”

A: “Certainly! Here’s a new scene description: A spoon and a plate on a desk. [spoon, plate]”

Based on the scene descriptions in the form of text prompts generated by ChatGPT, we use the T2I model Stable Diffusion 2.1² to generate images that align with these scene descriptions. For every object in the image, instance segmentation is performed utilizing standard techniques, and feasible grasping points are automatically determined.

Table 1 shows a comparison of the most important publicly available grasp datasets in terms of data representation (RGB-D or 3D point clouds), grasp labels (rectangle-based or 6 DoF³), and quantity. A thorough statistical analysis reveals that Grasp-Anything outperforms all the other datasets concerning the number of objects, different object categories, and object shape distribution.

Finally, we validated the usefulness of the proposed approach by training deep-learning grasp networks, particularly GRConvNet⁴, on five different datasets, one of which was Grasp-Anything. Then, we performed grasping experiments in our lab at TU Wien on a KUKA robot, as depicted in Figure 2, with objects that have never been encountered before, so-called zero-shot grasp detection experiments. The grasp detection results are converted into a 6-DoF grasp pose using the depth image from a RealSense camera, and a trajectory planner is used to execute the grasp. The evaluation was conducted for a single object and a cluttered scenario utilizing 15 objects. Grasp-Anything outperformed all other datasets with a success rate of 93.3 % for the single object and 91.6 % for the cluttered scene, compared to 85.0 % and 88.3 % for the second-best result.

While the proposed integration of a large-scale synthetic dataset into a deep-learning grasp model marks a significant step towards zero-shot grasp detection in real-world robotic tasks, it is essential to acknowledge potential limitations, such as fine-tuning challenges in diverse environments. Addressing these constraints remains a focus for future advancements in language-driven robotic manipulation.

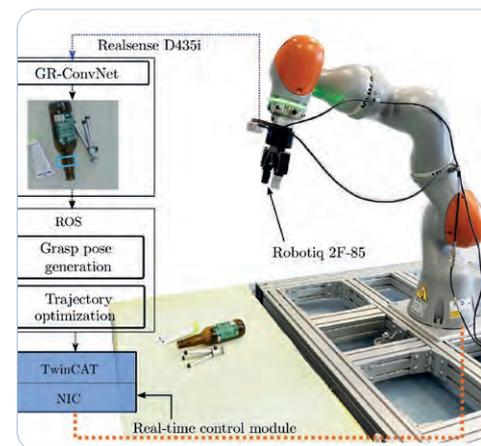


Figure 2: Setup with KUKA robot for zero-shot grasping experiments

Dataset	Grasp Label	Data Representation	Multi-object?	Grasps per object	Num. objects	Num. grasps	Num. samples	Data type	Label annotation	Scene description?
Cornell	Rec.	Image	✗	33	240	8019	1035	Real	Human	✗
Pinto <i>et al.</i>	Rec.	Image	✓	1	150	50K	50K	Real	Trial-and-error	✗
Levine <i>et al.</i>	Rec.	Image	✓	-	-	800K	-	Real	Trial-and-error	✗
Dec-net	Rec.	Image	✗	100	1500	6.7M	-	Sim	Analysis	✗
Jacquard	Rec.	Image	✗	100	11K	1.1M	54K	Sim	Sim. (PyBullet)	✗
VMRD	Rec.	Image	✓	20	15K	100K	4683	Real	Human	✗
OCID-grasp	Rec.	Image	✓	6-7	~40	75K	11K	Real	Human	✗
VR-Grasping-101	6-DoF	Image	✗	10-20	101	151K	-	Sim	Trial-and-error	✗
YCB-Video	None	Image	✓	None	21	None	134K	Real	None	✗
GraspNet	6-DoF	Image	✓	3-9M	88	1.2B	97K	Real	Analysis	✗
Kappler <i>et al.</i>	6-DoF	Point Cloud	✗	500	80	300K	700	Sim	Analysis	✗
6-DOF GraspNet	6-DoF	Point Cloud	✗	34K	206	7M	206	Sim	Sim. (Flex)	✗
Epper <i>et al.</i>	6-DoF	Point Cloud	✗	47.8M	21	1B	21	Sim	Sim. (Flex)	✗
EGAD!	6-DoF	Point Cloud	✗	100	2231	233K	2231	Sim	Analysis	✗
ACRONYM	6-DoF	Point Cloud	✓	2000	8872	17.7M	-	Sim	Sim. (Flex)	✗
MetaGraspNet	6-DoF	Point Cloud	✓	5K	82	-	217K	Sim	Sim. (Isaac Sim)	✗
Grasp-Anything (Ours)	Rec.	Image	✓	~200	~3M	~600M	1M	Synth.	Analysis	✓

Table 1. Most important publicly available grasp datasets

¹ Vuong AD, Vu MN, Le H, Huang B, Huynh B, Vo T, Kugj A, Nguyen A. Grasp-anything: Large-scale grasp dataset from foundation models. in IEEE/RSJ International Conference on Robotics and Automation (ICRA) (2024) [Accepted].

² <https://huggingface.co/stabilityai/stable-diffusion-2-1>.

³ DoF = degree of freedom.

⁴ Kumra S, Joshi S, Sahin F, Antipodal robotic grasping using generative residual convolutional neural network, in IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS) (2020) 9626.

INTELLIGENT ROBOTS EMPOWERED BY LARGE LANGUAGE MODELS

Dongheui Lee, Daniel Sliwowski, Esteve Valls Mascaro

At TU Wien, the Autonomous Systems Lab (www.tuwien.at/etit/ict/asl) carries out interdisciplinary research on robot skill learning and control based on human motion understanding. The research focus is two-fold: autonomous learning from observations in daily life and cognitive robot control. This article shows how artificial intelligence, especially large language models like ChatGPT, can enhance robot's skill learning and intelligence control for daily tasks to assist humans.

Large language models, such as ChatGPT – a generative pre-trained transformer trained on a vast dataset of text – can impact highly in robotics. First, its natural language processing allows a human-friendly interface to a robot. A robot with a large language model can process natural language (e.g. human text or voice commands) and generate natural (linguistic) responses, which results in lowering the barrier of communication between humans and robots. Thus, it can enable a voice-controlled robotic system without a need for expertise in robotics or programming.

Secondly, large language models show great performance in common sense and

chain-of-thought reasoning. One of such examples is that these models can generate plans for tasks which were not taught to the robot beforehand. For example, you can ask ChatGPT to prepare a plan for making a mojito given the skills a robot can do (e.g. pick up an object) and the model will output a reasonable planning result (a sequence of actions to make a mojito).

When a robot learns everyday manipulation tasks, it is also important to monitor its task execution. Using a vision-language model, a robot can monitor if its own action (e.g. “pick up a bottle”, “pour juice into a cup”) was executed successfully or not.

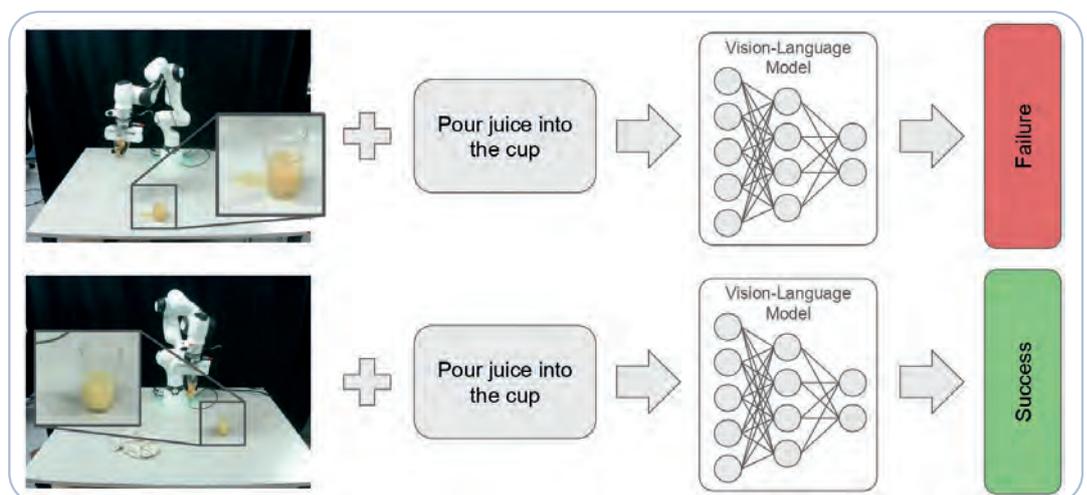


Figure 1: The vision-language model can be used to monitor the successful execution of the action “Pour juice into the cup”

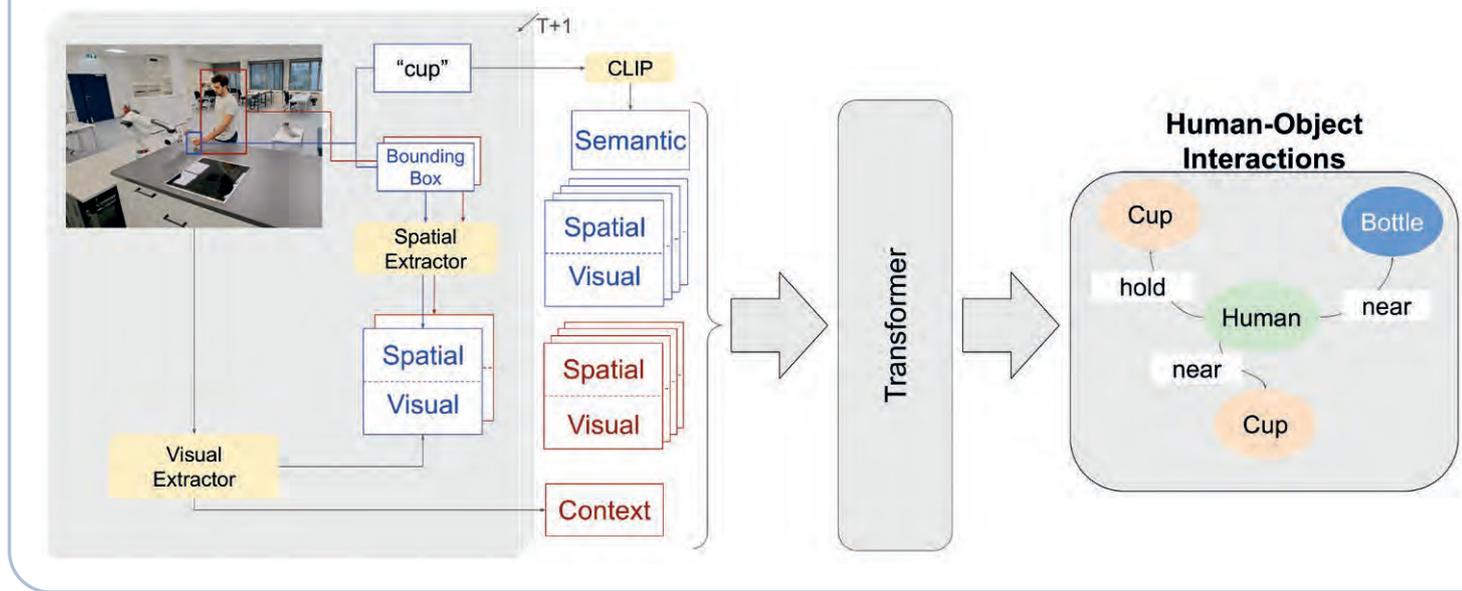


Figure 2: The proposed HOI4A-BOT architecture for human-object interaction anticipation

Figure 1 shows an example of monitoring of successful action execution.

Vision-Language Models for Assisting Humans

When we adopt robots in our daily living, robots are expected to perform daily manipulation tasks and assist humans in various tasks. To ensure effective interaction and collaboration between humans and robots, it is essential that robots understand humans' intentions and anticipate humans' actions. Valls Mascaro et al. from the Autonomous Systems Lab proposed a new method to anticipate human's future actions in terms of human-object interactions (HOI), namely (human1, hold, cup3) meaning human1 will hold cup3.

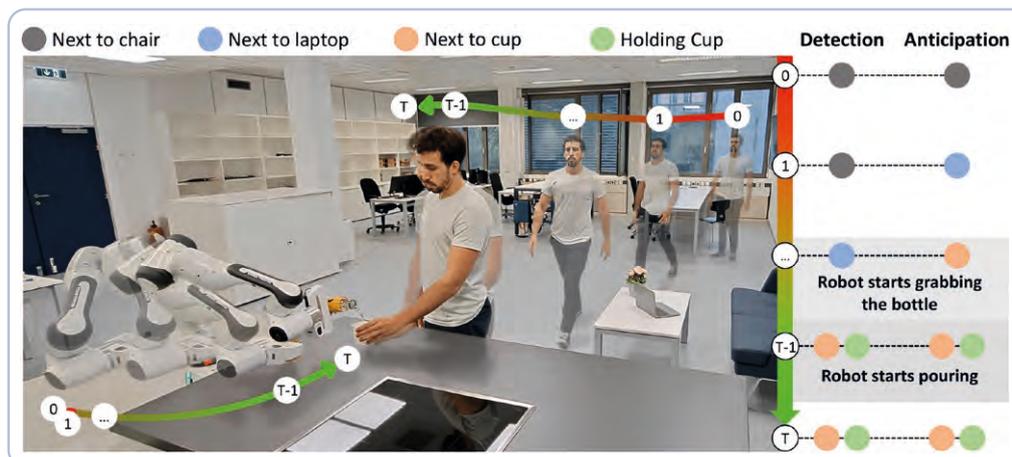
How does it work?

In a video (i.e. a sequence of images), we identify and locate objects and humans. For each object and person, we analyze spatial and visual characteristics. Using a combination of visual and language processing, specifically the Contrastive Language-Image Pre-training model (CLIP), we capture the meaning of each object. Additionally, we extract a feature representing the overall scene to understand the context (if we are in a kitchen, office, etc.). These various features are utilized in a transformer, a sequence processing architecture type, to identify and predict human-object interactions in both the present and future. You can refer to Figure 2 for an illustration of the proposed architecture. Our model is trained

using daily human videos, which do not contain robots. Even without seeing any human-robot interactions, the model could be applied in human-robot collaboration scenarios. Figure 3 illustrates an example where a robot acts as a bartender. When it anticipates the human is going to be near the countertop, it grabs a bottle in preparation for pouring the drink. Next, if the human grabs a cup, the robot can detect if and which cup is being held, and pour the beverage into it.

In this article, we presented a few applications of large language models in robotics. Robots with large visual-language models can improve their capability to perform daily tasks by monitoring their action execution and to assist humans by forecasting human's future actions in terms of future activities with objects of interest. We hope to develop intelligent artificial machines to support our society in a human-friendly manner.

Figure 3: A robot detects and anticipates human-object interactions in its surroundings and assists the human promptly. The robot anticipates the human intention of holding the cup, so it prepares itself for pouring by grabbing the bottle. The robot reacts to the human holding the cup by pouring water



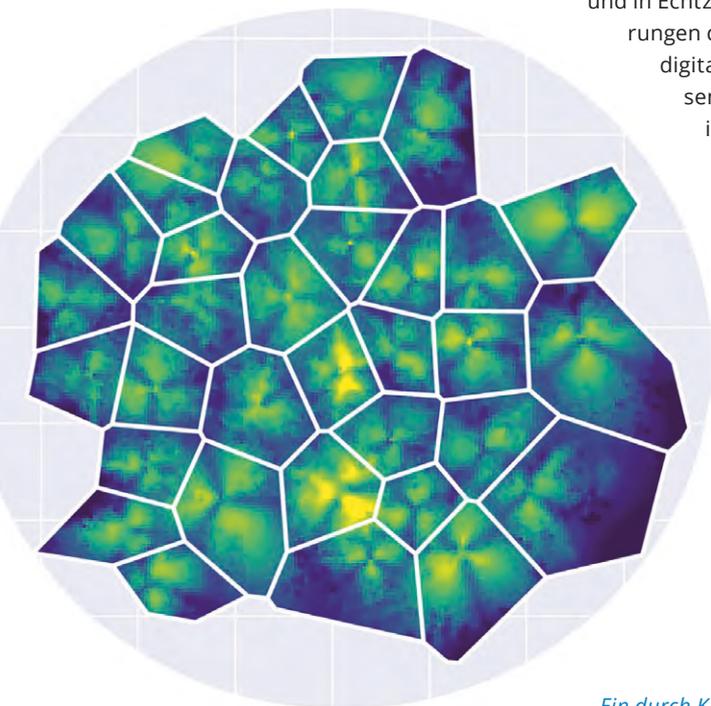
WIE DIGITALE ZWILLINGE MIT KI DEN MOBILFUNK REVOLUTIONIEREN

Philipp Svoboda

Die Herausforderung im Mobilfunk ist es, eine Balance zwischen hoher Qualität und Zuverlässigkeit zu finden, während gleichzeitig der Energieverbrauch auf ein Minimum reduziert wird.

Alle zwei Jahre verdoppelt sich das Datenvolumen in den Mobilfunknetzen. Die Balance zwischen Qualität, Zuverlässigkeit und Energieverbrauch je übertragenem Bit wird zu einer immer größeren Herausforderung. Mit der Einführung von 5G ist es nun möglich, Funkressourcen dynamisch, effizient und in Echtzeit an die Anforderungen der Nutzer bzw. ihrer digitalen Zwillinge anzupassen. Ein digitaler Zwilling ist eine virtuelle Repräsentation eines physischen Objekts oder Systems. In Kombination mit KI ermöglicht er, Verhaltensweisen und Leistung von Netzwerken detailliert zu modellieren, zu simulieren und zu optimieren. Präzise Anpassungen in Echtzeit

ermöglichen nun, die Effizienz zu steigern. Im CD-Labor: „Digitale Zwillinge mit integrierter KI für nachhaltigen Funkzugang“ forschen wir an Lösungen für diese Herausforderungen. Im Zuge der Grundlagenforschung befassen wir uns mit der Integration von digitalen Zwillingen in datengetriebenen Methoden des maschinellen Lernens und Algorithmen. Ziel ist es, eine Optimierung der drahtlosen Konnektivität mit ressourceneffizienten Methoden basierend auf einer Integration von digitalen Zwillingen in die KI zu erreichen. Die aktuelle Forschung umfasst im Speziellen Themen zu Komplexität, Datensparsamkeit, begrenzter Rechenleistung und Zuverlässigkeit der Methoden des maschinellen Lernens. Die Arbeit des Labors schlägt eine Brücke zwischen theoretischer Forschung und praktischen Anwendungen in herausfordernden Szenarien wie bei Industrieanlagen und im Bahnverkehr. Die nahtlose Integration von KI markiert einen wichtigen Schritt in der Entwicklung der Mobilfunktechnologie. Sie soll einen soliden Grundstein für kommende Innovationen im Bereich der Mobilfunknetze legen und somit den Weg in Richtung 6G ebnen.



Ein durch KI optimierter digitaler Zwilling eines Mobilfunknetzes

LOCAL KNOWLEDGE, GLOBAL IMPACT WIE EXTERNE INFORMATIONEN DER HALLUZINATION VON LLMs ENTGEGENWIRKEN KÖNNEN

Ahmadou Wagne

Seit dem Erfolg von OpenAIs ChatGPT haben viele Menschen den Service entweder explorativ genutzt oder in ihre täglichen Aufgaben integriert. Dabei zeigt sich, dass der Dienst gut für die Umformulierung von Texten geeignet ist, während er für die Recherche von Literatur weniger geeignet erscheint. Ein Beispiel (Abb. 1) verdeutlicht, wie ChatGPT wissenschaftliche Paper vorschlägt, die auf den ersten Blick plausibel klingen, jedoch teilweise nicht existieren oder deren angegebene Autor:innen keinen Bezug zum genannten Paper haben – ein Phänomen, das als „halluzinieren“ bekannt ist.

Trotz der Anbindung von Suchmaschinen an die „Plus“-Version von ChatGPT ist es äußerst schwierig zu kontrollieren, welche Informationen das System verwendet, um Antworten zu generieren, und dementsprechend den Wahrheitsgehalt einzuschätzen. Daher ist es von Interesse, Local Knowledge (externe Daten als Wissensquelle) in Large Language Models (LLMs) zu integrieren und sie mit den außerordentlichen Fähigkeiten des Global Knowledge (Fähigkeit der Modelle, Text und Kontext zu verstehen und zu generieren) zu kombinieren.

Im November 2023 führte ChatGPT die Möglichkeit ein, eigene GPTs zu erstellen, denen externes Wissen in Form von u.a. PDF-Dateien mitgegeben werden kann. In einem Produktsystem ist der Zugriff auf Local Knowledge von großem Interesse, da verlässliche Informationen hier entscheidend sein können. Daher ist es für Unternehmen erstrebenswert, eigene LLMs lokal aufzusetzen, um unabhängig von Produkten wie ChatGPT zu agieren und sensible Daten in der eigenen Infrastruktur zu bewahren. Mithilfe von LLMs ist es hierbei möglich, große interne Quellen wie Datenbanken anzubinden und diese mit natürlicher Sprache abzufragen.

Innerhalb des CD-Labors für Recommender Systems (Empfehlungssysteme) forschen wir grundsätzlich daran, wie wir in unserem Kontext lokale LLMs in realen Szenarien einsetzen können. Hier kann Local Knowledge genutzt werden, um den eigenen Produktkatalog anzubinden und den Nutzer:innen nur Produkte zu empfehlen, die tatsächlich verfügbar sind. Das LLM kann dann als Agent fungieren, der Nutzer:innen und deren Präferenzen simulieren kann, wodurch sich neue Möglichkeiten zur Evaluierung ergeben. Weiters kann es dazu genutzt werden, latente Eigenschaften aus den Daten der Produkte zu extrahieren (etwa Anwendungsfälle von Produkten) oder diese zu gruppieren. Trotz der aktuell rasanten Entwicklungen steht das Ausschöpfen der Potenziale, die aus der Kombination von Local und Global Knowledge entstehen, noch in der Anfangsphase.

WA

You

Provide a list of research papers on Large Language Models in Recommender Systems.

ChatGPT

As of my last knowledge update in January 2022, I can provide you with a list of research papers that were relevant to large language models in recommender systems up to that point. Please note that there may be more recent papers published after this date. You can use academic databases like PubMed, IEEE Xplore, or Google Scholar to find the latest research papers on this topic. Here's a list of some relevant papers:

1. **"BERT4Rec: Sequential Recommendation with Bidirectional Encoder Representations from Transformer"**
 - Authors: Weizhi Ma, et al.
 - Published: 2019
 - Link: [arXiv](#)

BERT4Rec: Sequential recommendation with bidirectional encoder representations from transformer

[F Sun](#), [J Liu](#), [J Wu](#), [C Pei](#), [X Lin](#), [W Ou](#), [P Jiang](#)

Proceedings of the 28th ACM international conference on information and ..., 2019 · [dl.acm.org](#)



VIEL GLÜCK AUF DEM WEG IN DIE ZUKUNFT!

Promotionsfeierlichkeiten und Sponsionen zählen wohl zu den emotionalsten Momenten im Leben eines Studierenden. An der TU Wien werden diese Feiern besonders stilvoll im Kuppelsaal des Hauptgebäudes inszeniert. Immer mit dabei – der alumni club der TU Wien, denn die Verbundenheit mit der eigenen alma mater ist für unsere Absolventinnen und Absolventen Ehrensache.



Sie stehen an Beginn ihrer Karriere und wir freuen uns, wenn Sie uns auf dem Laufenden halten! Am besten hinterlassen Sie ihre eMail Adresse unter office@tualumni.at und wir melden uns immer wieder bei Ihnen.

Ihr TUWac Team



Fotos: © Klaus Ranger



alumni club

HUBs save the date

Absolvent:innen der TU Wien haben nicht nur im Zentralraum Wien die Möglichkeit persönlich in Kontakt zu bleiben. Seit einigen Jahren engagieren sich in verschiedenen Regionen immer wieder alumni um diese Verbundenheit und den Zusammenhalt der gemeinsamen Alma Mater zu erhalten.

Seien auch Sie dabei, wenn sich die Hubs in den verschiedenen Regionen treffen und austauschen. Wer weiß, wen Sie dort nach Jahren wieder treffen.

Sie möchten selbst gerne aktiv werden? Wir freuen uns über Ihre Initiative und unterstützen Sie sehr gerne!

Oberösterreich HUB

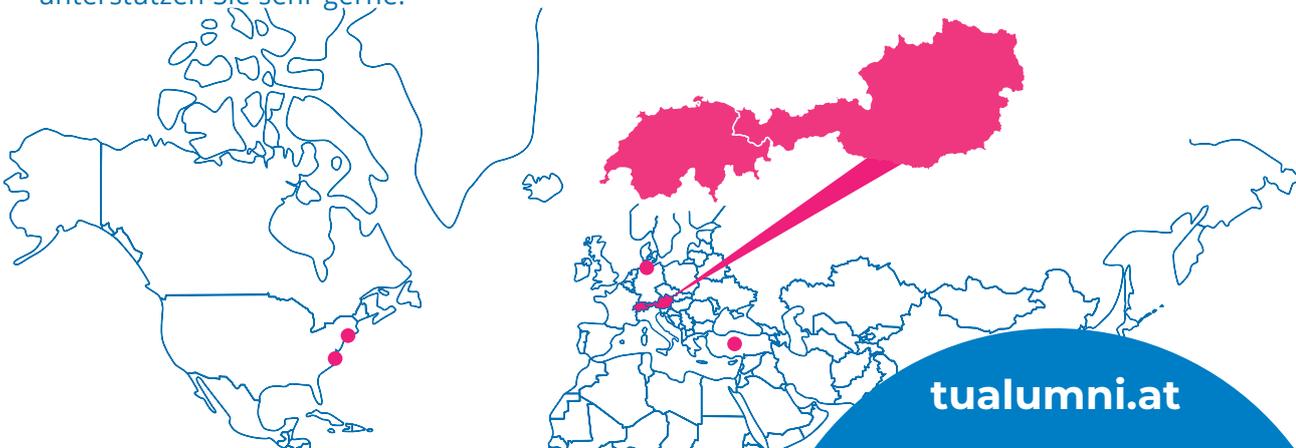
20. März 19 Uhr im Josef | Landstraße 49, 4020 Linz
06. Juni 19 Uhr Gösser Bräu
Kaiser-Josef-Platz 27, 4600 Wels
Andreas Nagl | andreas.nagl@gmail.com
Klaus Dobrezberger | klausdobrezberger@gmail.com

Vorarlberg | Schweiz HUB

Manuel Messner | manuel.messner.22@gmail.com

Washington DC HUB

04. April 6pm to 8pm | casual dinner
Sanjay Patnaik | SAPatnaik@brookings.edu



tualumni.at

SO PRICKELND KANN
TROCKEN SEIN



HENKELL

IN-SENSOR COMPUTING: OPTISCHE SENSOREN NEU GEDACHT

Thomas Müller

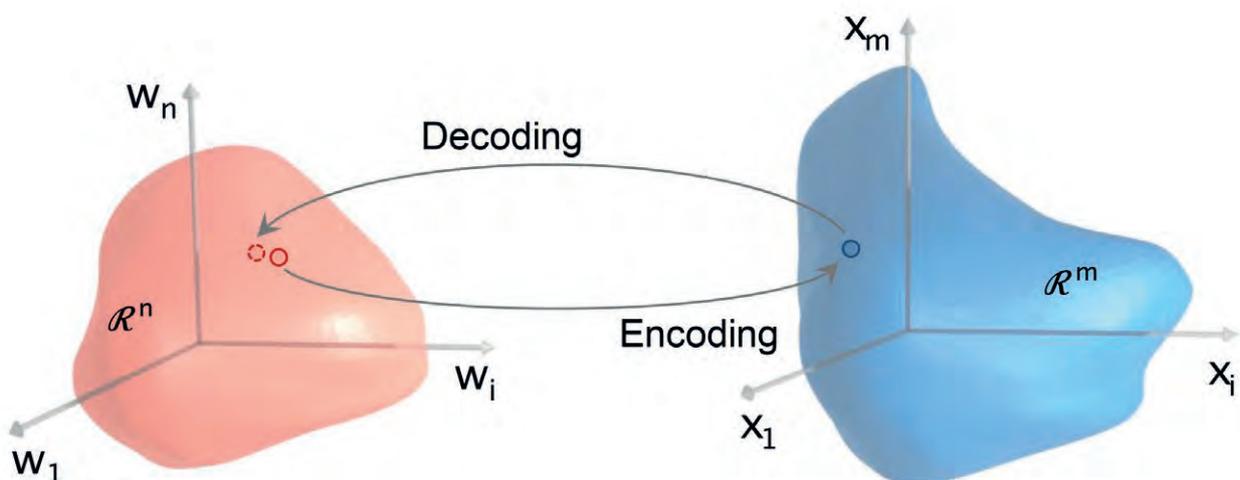
Die rasanten Fortschritte in der künstlichen Intelligenz werden nicht nur von algorithmischen Verbesserungen angetrieben, sondern auch von Innovationen auf der Hardware-seite. Grafikprozessoren (GPUs) haben z.B. den Weg für das Deep Learning geebnet. Trotz dieser Erfolge steht die KI-Entwicklung vor einem bedeutenden Engpass – dem sogenannten von Neumann Bottleneck. Dieses Hindernis liegt in der Übertragung von Daten zwischen Prozessor und Speicher, was die weitere Evolution der KI hemmt.

In diesem Kontext stellt das In-Memory Computing einen vielversprechenden Ansatz dar, um den Bottleneck zu überwinden. Hierbei werden Daten direkt im Speicher verarbeitet, was die Notwendigkeit eines

separaten Datentransfers zwischen Prozessor und Speicher eliminiert. Doch ein weiteres Bottleneck, insbesondere im Bereich der Sensortechnologie, bleibt bestehen: die Übertragung großer Datenmengen von Sensoren zu einem externen Rechner, auf dem die eigentliche KI-Verarbeitung stattfindet.

Ein bedeutendes Szenario hierbei ist die Verarbeitung von optischen Sensorinformationen in Echtzeit, z.B. in autonom gesteuerten Systemen. Kameradaten, Lidar-Scans oder spektroskopische Daten werden von einem optischen Sensor erfasst, an einen externen Rechner übertragen und dort von einem Machine-Learning-Algorithmus analysiert. Das Ergebnis dieser Analyse sind manchmal nur wenige Bits an relevanten

Abb. 1: Der Sensor kodiert hochdimensionale Information w (z.B. ein optisches Spektrum) in ein niedrigdimensionales Ausgangssignal x , aus dem die ursprüngliche Information wiederhergestellt werden kann



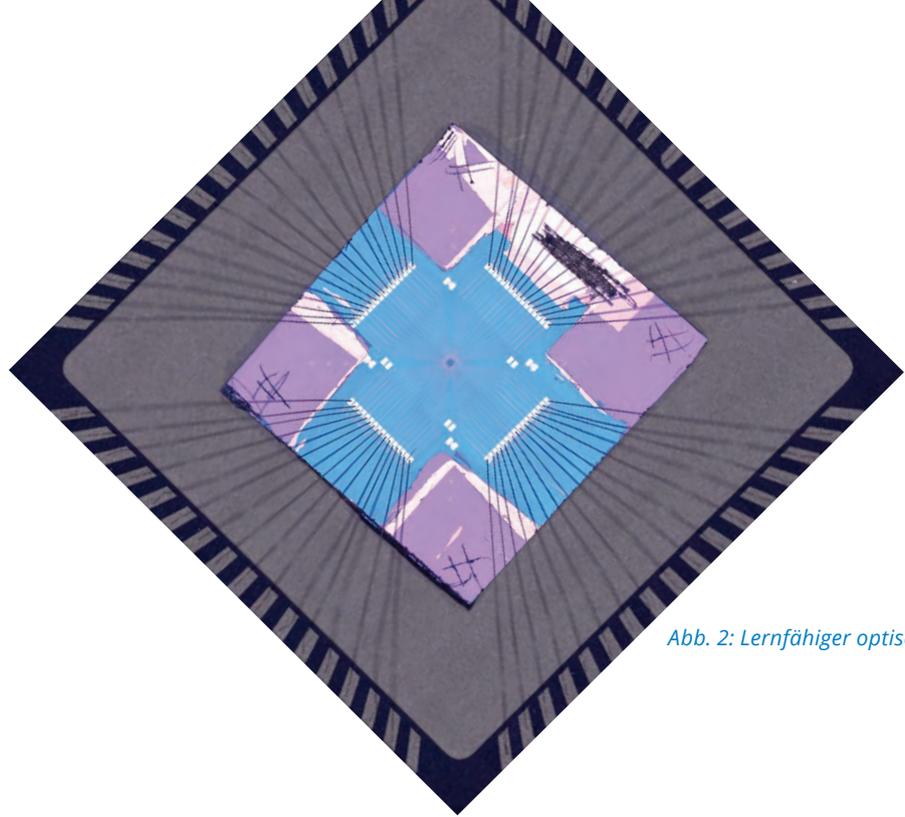


Abb. 2: Lernfähiger optischer Sensor

Informationen, während die ursprünglich erfassten Datenmengen drastisch größer sind. Dies führt zu einer ineffizienten Nutzung von Bandbreite, Rechenleistung und Energie.

In diesem Kontext setzt das neuartige Konzept des In-Sensor Computings an, das in maßgeblichem Umfang auch von unserer Forschungsgruppe an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik vorangetrieben wird. Der Grundgedanke von In-Sensor Computing besteht darin, den Sensor nicht nur als einen passiven Konverter physikalischer Einheiten zu betrachten, sondern als intelligentes und lernfähiges Bauelement. Dieses Bauelement kann darauf trainiert werden, Daten bereits während ihrer Erfassung zu verarbeiten und aufzubereiten – und das auf physikalischer Ebene und direkt im Bauelement.

Ein konkretes Beispiel verdeutlicht das Prinzip: Betrachten wir einen linearen Photodetektionsprozess, so lässt sich dieser als mathematisches Skalarprodukt zwischen einem Vektor, der das zu messende optische Spektrum repräsentiert, und einem Vektor, der die spektrale Empfindlichkeit des Photodetektors darstellt, verstehen. Traditionell bleibt dieser Zusammenhang ungenutzt, und die gängige Ingenieurpraxis besteht darin, die spektrale Empfindlichkeit des Detektors möglichst wellenlängen-unabhängig zu gestalten.

In-Sensor Computing hingegen nimmt eine neue Perspektive ein: Die spektrale Empfindlichkeit wird als Designparameter betrachtet und in einem Trainingsprozess so eingestellt, dass ein Machine-Learning-Algorithmus direkt auf Sensorebene implementiert werden kann. Durch die Einführung nichtlinearer Effekte im Detektionsprozess können auch nichtlineare Algorithmen wie neuronale Netze direkt im Sensor realisiert werden. Diese Herangehensweise eröffnet neue Dimensionen für die Datenverarbeitung, indem sie eine unmittelbare und effiziente Verarbeitung von umfangreichen Messdaten direkt am Ursprung ermöglicht.

In-Sensor Computing markiert einen Paradigmenwechsel in der Sensor- und KI-Technologie. Die Idee, den (optischen) Sensor nicht nur als Datenerfasser, sondern als intelligenten Verarbeiter zu betrachten, verspricht nicht nur technologische Fortschritte, sondern auch eine nachhaltigere und effizientere Nutzung von Ressourcen. Durch die Fähigkeit des Bauelements, nur relevante Informationen zu übermitteln, wird die Bandbreitennutzung optimiert, was neue Möglichkeiten für Anwendungen in Echtzeit und in ressourcenbeschränkten Umgebungen eröffnet. Unsere Forschungsgruppe setzt sich aktiv dafür ein, die Potenziale von In-Sensor Computing weiter zu erforschen und dieses innovative Konzept in verschiedenen Anwendungsbereichen zu etablieren.

MASCHINELLES LERNEN & TELEKOMMUNIKATION - EINE STARKE ALLIANZ

Gerald Matz, Franz Hlawatsch, Stefan Schwarz, Tanja Zseby & Joachim Fabini

Kaum zwei Disziplinen ergänzen einander beim Thema künstliche Intelligenz so perfekt wie Telekommunikation und maschinelles Lernen.

Mit Sprachmodellen wie ChatGPT und Llama sowie Bildgeneratoren wie DALL-E und Midjourney hat der in Fachkreisen schon länger bestehende KI-Boom auch die Allgemeinbevölkerung erfasst. Die genannten Systeme basieren allesamt auf dem Konzept eines Deep Neural Networks, d.h. eines neuronalen Netzes mit einer großen Anzahl an Schichten, das eine wichtige Methode des maschinellen Lernens darstellt. Wesentliche Konzepte des maschinellen Lernens stammen aus dem Gebiet der statistischen Signalverarbeitung, das seit vielen Jahren einen Forschungsschwerpunkt des Institute of Telecommunications der TU Wien bildet. Zudem sind Telekommunikationssysteme ein wichtiger Anwendungsbereich für KI-Modelle. Aufgrund dieses Wechselspiels bilden KI und

KI und maschinelles Lernen sowie deren Anwendungen in der Telekommunikation.

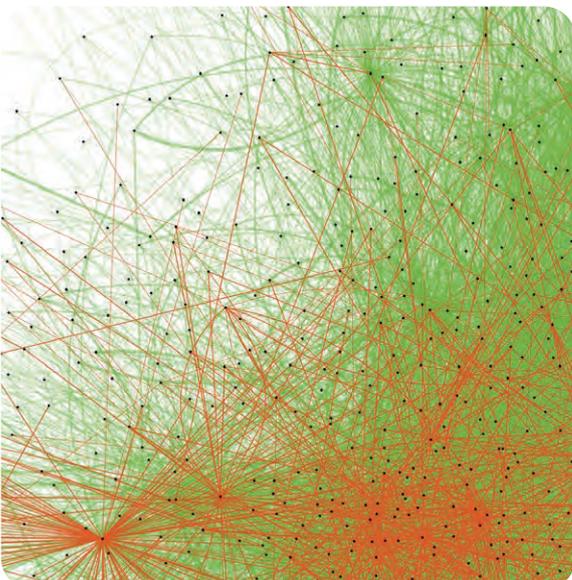
Grundlagen des maschinellen Lernens

Während KI-Modelle für Sprach- und Bildverarbeitung vorwiegend auf neuronalen Netzen mit Rückkopplung bzw. Faltungsstruktur beruhen, befinden sich seit einiger Zeit Graph-basierte neuronale Netze (GNNs) im Vormarsch. GNNs modellieren die Abhängigkeiten zwischen Datenpunkten anhand von Graphen. Erste erfolgreiche GNN-Umsetzungen in kommerziellen Produkten finden sich als Recommender-Systeme (PinSage von Pinterest, P-Companion von Amazon) und in der Verkehrsvorhersage (Berechnung der Ankunftszeit in Google Maps). Im wissenschaftlichen Bereich werden GNNs zum Auffinden neuer Arzneimittel und Werkstoffe ebenso eingesetzt wie zur Analyse von Daten aus dem Large Hadron Collider.

In unseren eigenen Forschungsarbeiten beschäftigen wir uns intensiv mit Graph-Signalverarbeitung, die die mathematisch-methodische Grundlage für GNNs darstellt. Abgesehen davon liegen die zugehörigen Konzepte auch weiteren Graph-basierten Verfahren des maschinellen Lernens wie Dateninterpolation und Klassifikation zugrunde. Im Vordergrund unserer Arbeiten stehen verallgemeinerte Graph-Modelle (Abb. 1) mit vorzeichenbehafteten Kanten und damit einhergehende leistungsfähige Methoden zum Erlernen der Graph-Topologie und zum teilbeaufsichtigten

Telekommunikation ein leistungsfähiges Duo in der aktuellen IKT-Forschung – eine Tatsache, die sich auch im derzeit in Planung befindlichen neuen Masterstudiengang Information and Communication Engineering widerspiegelt. In diesem Beitrag präsentieren wir beispielhaft einige Forschungsaktivitäten des Institute of Telecommunications im Bereich

Abb. 1: Ein Graph-Modell für das Vertrauen (grün) und Misstrauen (rot) zwischen Benutzern auf Bitcoin-Alpha



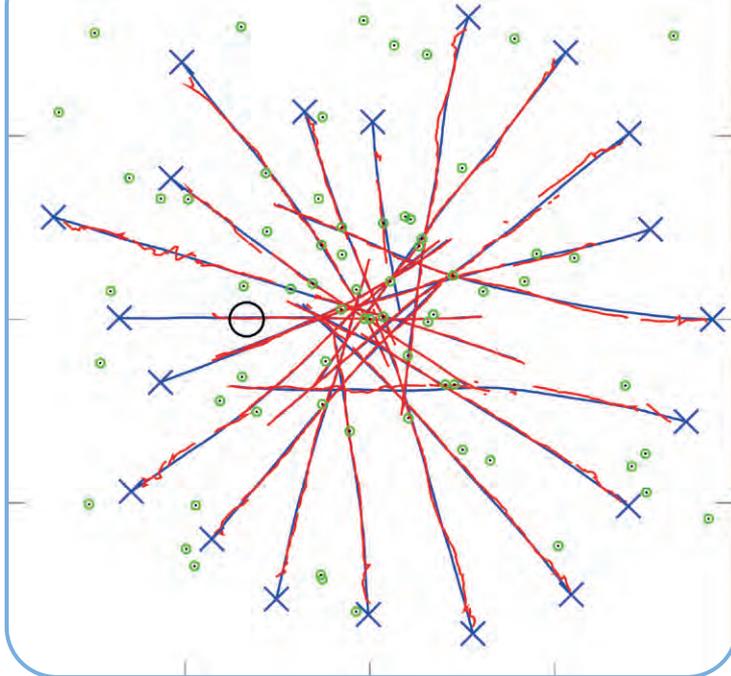


Abb. 3: Mit maschinellem Lernen lassen sich die Trajektorien (blaue Kurven) von mehreren Objekten genau nachverfolgen (rote Kurven)

Auffinden von Datenclustern. Die hohe Recheneffizienz unserer Verfahren ermöglicht eine Skalierung selbst auf riesige Datensätze. Als praktische Anwendung unserer Arbeiten untersuchen wir unter anderem die Erkennung von Anomalien in Energieversorgungsnetzen. Unsere aktuelle Forschung beschäftigt sich zudem damit, modellbasierte Algorithmen auf probabilistischen graphischen Modellen mit datengetriebenen GNNs zu kombinieren, um die Leistungsfähigkeit digitaler Übertragungssystemen z.B. hinsichtlich Fehlerkorrektur zu verbessern (Abb. 2).

Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt ist die probabilistische Signalverarbeitung, bei der Wahrscheinlichkeiten und Wahrscheinlichkeitsverteilungen im Mittelpunkt stehen. Die probabilistische Signalverarbeitung bildet einen wesentlichen Bestandteil vieler Methoden von maschinellem Lernen und KI und spielt auch in der Telekommunikation eine wichtige Rolle. Ihre praktische Bedeutung erklärt sich aus dem Umstand, dass physikalisch-technische Größen und Ereignisse oft nur ungenau

oder gar nicht bekannt sind. Diese Unwägbarkeiten können mittels Wahrscheinlichkeitsverteilungen einer quantitativen Analyse und Verarbeitung zugänglich gemacht werden.

Am Institute of Telecommunications entwickeln wir Methoden der probabilistischen Signalverarbeitung in der Telekommunikation, insbesondere zur Modellierung, Planung und Optimierung von Kommunikationssystemen sowie zur Analyse, Schätzung und Entzerrung von Übertragungskanälen. Eine weitere Anwendung ist die Detektion und Verfolgung mehrerer sich bewegnender Objekte wie Flugzeuge, Drohnen, Roboter, autonome Fahrzeuge oder Schiffe, basierend auf Messwerten, die z.B. von Radar-, Sonar- oder Lidar-Sensoren geliefert werden (Abb. 3). Unser wesentlichster Beitrag in diesem Bereich war die Entwicklung von Methoden, die auf probabilistischen Graphen (sogenannten Faktorgraphen) und dem Summen-Produkt-Algorithmus beruhen. Diese Methoden zeichnen sich durch hohe Leistungsfähigkeit und geringe Komplexität aus und erlauben eine kontinuierliche Anpassung an sich verändernde Umgebungen sowie eine einfache Zusammenführung der Messwerte mehrerer Sensoren.

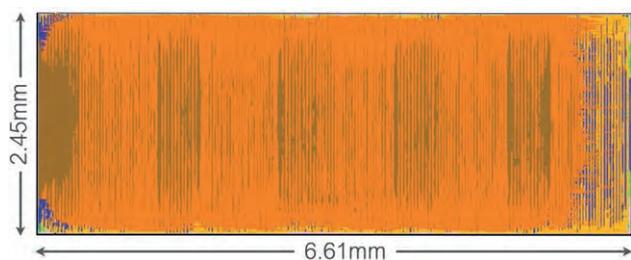


Abb. 2: Chip-Layout für einen mit maschinellem Lernen optimierten Ethernet-Decoder mit einem Rekord-Durchsatz von mehr als 500 Gbit/s

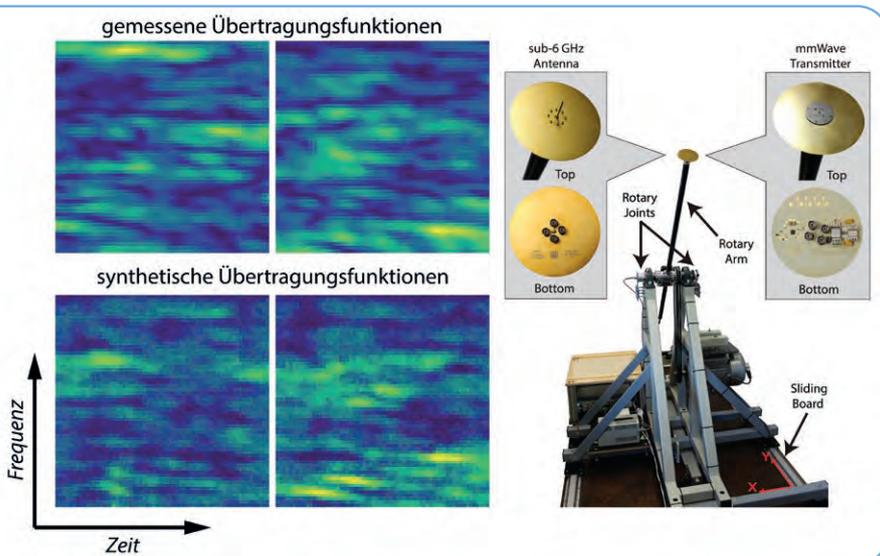
Abb. 4: Mit generativen neuronalen Netzen können Funkkanäle synthetisiert werden, die mit gemessenen Kanälen sehr gut übereinstimmen

Maschinelles Lernen für den Mobilfunk

Am Institute of Telecommunications sind wir aktiv an der Entwicklung von Mobilfunksystemen der sechsten Generation (6G) beteiligt, deren kommerzieller Betrieb ab 2030 geplant ist. 6G wird vermehrt auf Methoden maschinellen Lernens setzen, um Netzeffizienz, Datendurchsatz und Energieeffizienz weiter zu optimieren (Abb. 4). Umgekehrt gewinnen drahtlose Netze zunehmend als Grundpfeiler für die Vernetzung lernender Systeme an Bedeutung. Dies beinhaltet auch die verstärkte Integration autonomer Systeme wie Roboter und selbstfahrende Fahrzeuge in diese Netze.

Schicht bis hin zur Netzwerkschicht. Ihr volles Potenzial wurde aufgrund der Vielschichtigkeit und des unzureichenden Verständnisses der Zusammenhänge zwischen diesen Parametern und der Netzwerkleistung noch nicht vollständig ausgeschöpft. Zukünftig werden Methoden maschinellen Lernens die aus dem Netzbetrieb resultierenden umfangreichen Daten nutzen, um Muster und Zusammenhänge zu extrahieren und diese zur autonomen Optimierung des Netzes einzusetzen.

Am Institute of Telecommunications forschen wir intensiv an solchen lernenden Mobilfunknetzen und legen derzeit besonderes Augenmerk auf verstärkendes Lernen. Diese Lernmethode orientiert sich an natürlichen Verhaltensweisen, indem das lernende System direkt mit seiner Umgebung interagiert, um sich kontinuierlich zu verbessern und anzupassen. Zusätzlich werden 6G-Netzkomponenten die Fähigkeit erlangen, ihr Umfeld wahrzunehmen, indem sie vorhandene elektromagnetische Signale nicht nur zur Kommunikation, sondern auch zur Umgebungserkennung nutzen. Dieser Prozess beruht auf hochdimensionalen Signalen, aus denen mittels Merkmals-Extraktion charakteristische Eigenschaften der Umgebung herausgefiltert werden, die zur Optimierung der Übertragungen genutzt werden. In unserer Forschung trainieren wir dafür selbstüberwachte neuronale Netze mit Transformer-Architektur. Dieser Ansatz ermöglicht die autonome Extraktion von übergeordneten Merkmalen, die für eine Vielzahl



Mobilfunknetze sind hochkomplex und umfassen mehrere Ebenen mit zahlreichen Parametern, beginnend bei der physikalischen

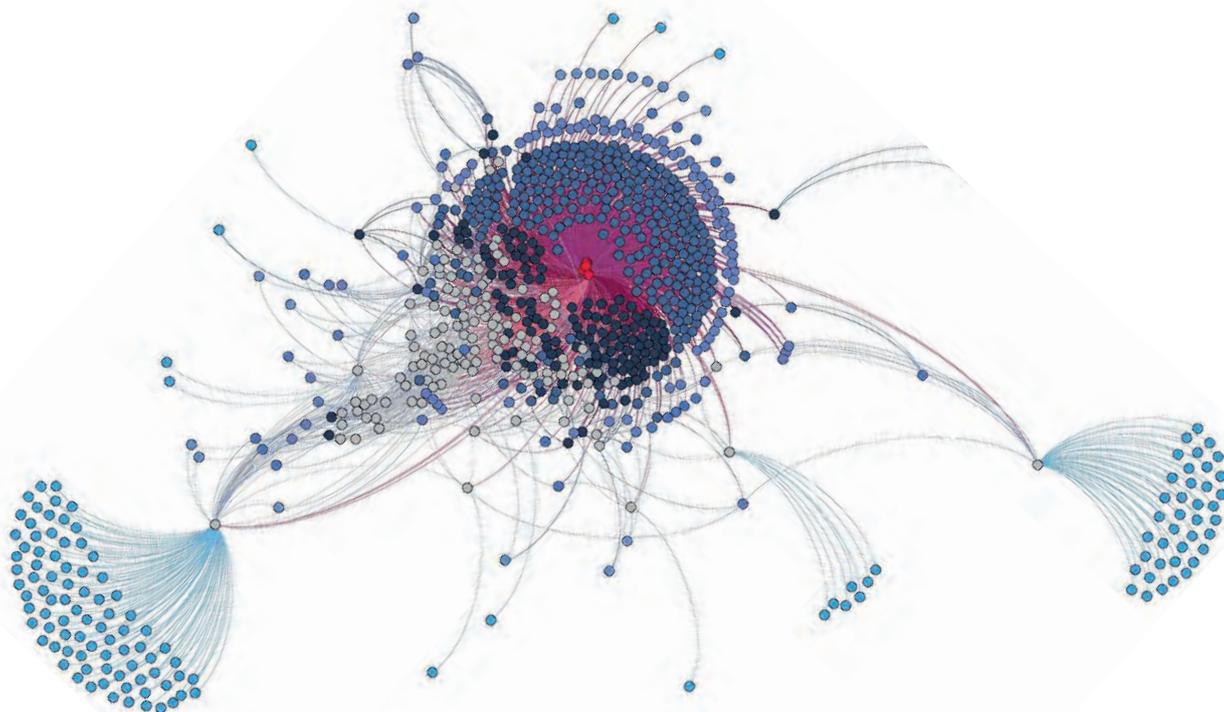


Abb. 5: Analyse eines Kommunikationsnetzes: Die Farben zeigen, mit wie vielen anderen Systemen ein Netzwerkgerät verbunden ist. Rote Punkte repräsentieren Server.

von nachgelagerten übertragungstechnischen Aufgaben weiterverarbeitet werden können.

Maschinelles Lernen für Kommunikationsnetze

Kommunikationsnetze bilden das Rückgrat der digitalisierten Gesellschaft und sind Teil vieler kritischer Infrastrukturen (Abb. 5). Damit sind sie ein lohnendes Ziel für potenzielle Angreifer, und die Cybersicherheit ist ein essenzielles Anliegen der Gesellschaft.

Aufgrund ihrer Komplexität haben Kommunikationsnetze oft unbekannte Schwachstellen. Daher müssen präventive proaktive Sicherheitsmaßnahmen durch reaktive Verfahren ergänzt werden. Dabei wird versucht, einen Normalzustand zu definieren und Abweichungen davon (Anomalien) als mögliche Bedrohungen zu erkennen und zu melden. Ein zentrales Forschungsgebiet des Institute of Telecommunications ist daher das Entwickeln von Methoden, um derartige Anomalien zu erkennen. Maschinelles Lernen erweist sich als Mittel der Wahl für die Erkennung abweichender Datenverkehrsmuster bei klassischem Internetverkehr und bei der Kommunikation in kritischen Infrastrukturen (z.B. Smart Grid, Smart Production, eMobility). Eine Herausforderung ist dabei, dass Netzwerkverkehr komplex, sehr dynamisch und meistens schwer vorhersagbar ist. Es ist daher oft schwierig, ein Modell für den Normalbetrieb des Datenverkehrs zu formulieren. In der Forschung betrachten wir daher auch unüberwachte Verfahren maschinellen

Lernens, die keine gelabelten Trainingsdaten benötigen. Zudem arbeiten wir an Stream-Clustering-Verfahren, die dynamische Datenströme im laufenden Betrieb analysieren und auf Änderungen im Normalverhalten reagieren (Abb. 6).

Angreifer auf Kommunikationssysteme versuchen, ihre Aktivitäten zu verschleiern, um von Monitoring-Systemen nicht entdeckt zu werden. Auf maschinellem Lernen basierende Erkennungssysteme können sogar durch aktive Manipulation ausgetrickst werden. Das Forschungsgebiet „Adversarial ML“ befasst sich mit gegnerischer Manipulation von Methoden maschinellen Lernens. Während im Bereich der Bilderkennung Manipulationsmöglichkeiten bereits weitgehend erforscht sind, gibt es im Bereich der Kommunikationsnetze aufgrund der Komplexität und Abhängigkeiten der Netzwerkdaten noch massiven Forschungsbedarf.

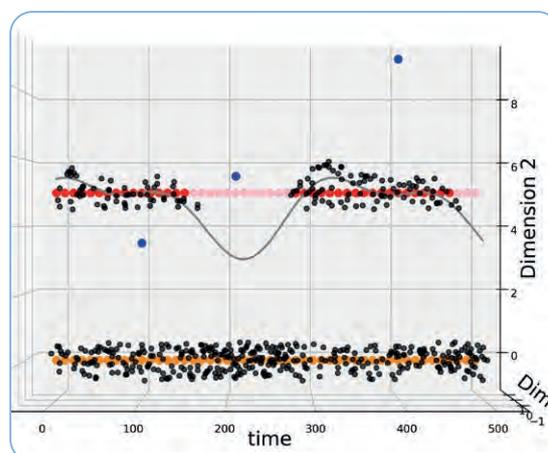


Abb. 6: Clustering von Datenströmen: die zwei-dimensionalen Merkmale (schwarz) bilden Cluster, mit denen sich potenzielle Angriffe (blau) erkennen lassen

MASSGESCHNEIDERTES WISSEN ZUGÄNGLICH GEMACHT

Thomas E. Kolb

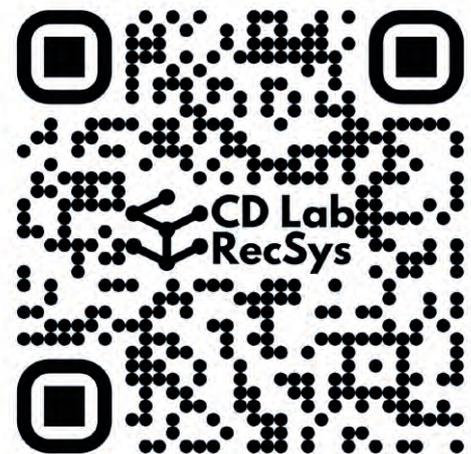
Die Anwendung von Large Language Models am Beispiel des digitalen Humanismus

OpenAIs ChatGPT, Googles Bard oder Microsofts Copilot sind bekannte Beispiele aus der Industrie für die umfangreiche Anwendung von auf Large Language Models (LLMs) basierenden Technologien. Sie verdeutlichen eindrucksvoll, wie schnell sich neue Technologien verbreiten und dabei das Potenzial haben, die Art und Weise, wie viele Tätigkeiten durchgeführt werden, disruptiv zu verändern. Sie vereinfachen z.B. das Umwandeln von kurzen Notizen in ausformulierte E-Mails erheblich. Zudem ermöglichen diese mehrsprachigen Modelle, Anfragen in der eigenen Muttersprache zu stellen, selbst wenn die zugrunde liegenden Daten in einer anderen Sprache vorliegen. Dies ist besonders nützlich, etwa wenn eine nur auf Englisch verfügbare Bedienungsanleitung in der eigenen Sprache durchsucht werden soll. In Zukunft könnte dies sogar per Sprachbefehl geschehen, eine Funktion, die von einigen aktuellen Apps bereits unterstützt wird.

In diesem dynamischen Umfeld ist es entscheidend, die menschlichen Interessen im Auge zu behalten. Die Initiative „Digitaler Humanismus (DigHum)“ an der TU Wien konzentriert sich darauf, ein Bewusstsein für die Bedeutung menschlicher Bedürfnisse und Werte in der Technologieentwicklung zu schaffen. Ziel ist ein digitaler Humanismus, der das komplexe Zusammenspiel von Technologie und

Menschheit analysiert und positiv beeinflusst, zum Vorteil des Einzelnen und der Gesellschaft.

Das CD-Labor für Recommender-Systeme (Leitung: Julia Neidhardt) hat im Rahmen der DigHum Summer School an der TU Wien im September 2023 einen DigHum ChatBot entwickelt, der nun erweitert wurde und online zur Verfügung steht (Abb. 1). Dieser ChatBot ermöglicht



den Zugriff auf Materialien zum digitalen Humanismus, so z.B. auf das neue Buch „Introduction to Digital Humanism“, die „DigHum Roadmap“ und vieles mehr. Der ChatBot demonstriert das Potenzial dieser Technologie, komplexe Informationen für verschiedene Zielgruppen zugänglich zu machen. Ein Beispiel-Prompt für den ChatBot könnte lauten: „Beschreibe das Konzept des digitalen Humanismus für ein zehnjähriges Kind.“ Dieser Ansatz macht wissenschaftliche Inhalte einem breiten Publikum zugänglich.

POLARISIERUNG IN NETZWERKEN VERSTEHEN UND EINDÄMMEN

Stefan Neumann

Digitale soziale Netzwerke wie Facebook oder X (vormals Twitter) sind integraler Bestandteil unseres Alltags und bieten eine Plattform für soziale Interaktionen sowie um tagesaktuelle Nachrichten zu erhalten. Allerdings gab es zuletzt große Kritik an diesen Netzwerken. Es gibt z.B. Bedenken hinsichtlich sogenannter Filter Bubbles, die sich auf diesen Plattformen bilden und zur gesellschaftlichen Polarisierung beitragen sollen. Ein wesentlicher Faktor dabei ist der Einsatz von Timeline-Algorithmen, die den Nutzer:innen mittels maschinellen Lernens Inhalte anzeigen und kontroverse Inhalte priorisieren sollen.

Eine entscheidende Schwierigkeit in diesem Bereich besteht darin, dass wir als Forscher:innen keinen Zugriff auf die Algorithmen und Daten von sozialen Netzwerken haben. Insbesondere wissen wir nicht, wann und wie die Anbieter dieser Plattformen ihre Algorithmen verändern. Wenn wir also etwa heute Daten von Facebook erheben und dabei feststellen, dass kontroverse Inhalte nicht bevorzugt angezeigt werden, heißt das nicht, dass dies in drei Wochen noch immer so sein wird, falls Facebook in der Zwischenzeit seinen Timeline-Algorithmus aktualisiert.

Eine weitere Herausforderung sind Feedback Loops (Rückkopplungseffekte) zwischen den Algorithmen und menschlichem Verhalten. Dieser macht es schwierig, kausal festzustellen, ob ein Algorithmus zur Polarisierung in einer Gesellschaft beiträgt oder sich diese unabhängig davon entwickelt.

Die Forschung meiner Gruppe zielt darauf ab, diesen Fragen fundamental nachzugehen. Insbesondere wollen wir die Grundlagen dafür schaffen, die Auswirkungen von Timeline-Algorithmen auf soziale Netzwerke verstehen zu können, bevor diese Algorithmen in der realen Welt eingesetzt werden. Dies ist eine der wichtigsten Herausforderungen im Bereich der Analyse sozialer Netzwerke. Dies mit dem Ziel, negative gesellschaftliche Auswirkungen zu minimieren und zur effektiven Regulierung von Algorithmen in sozialen Medien beizutragen.

Dafür entwickeln wir neue Methoden, die es ermöglichen, das Zusammenspiel von Timeline-Algorithmen und der Polarisierung in digitalen sozialen Netzwerken mathematisch zu verstehen. Dies beinhaltet die Erweiterung von Meinungsbildungsmodellen aus der Soziologie auf Szenarien, die User-Interaktionen und Timeline-Algorithmen einbeziehen sowie Attacks von Angreifern modellieren (Abb. 1 & 2). Auch die effiziente Simulation dieser Modelle ist umfasst, zudem die Erforschung der sich ergebenden Optimierungsprobleme.

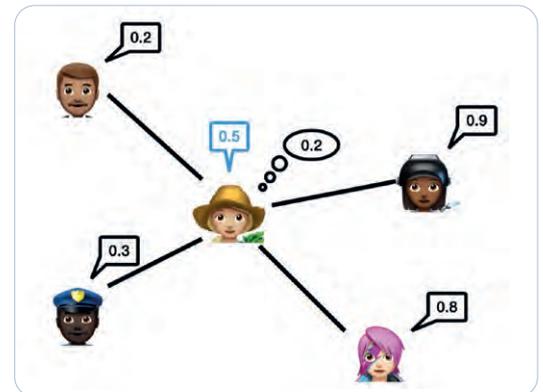


Abb. 1: Nutzer:innen eines sozialen Netzwerks und ihre Meinungen (abstrahiert als Zahlen zwischen 0 und 1). Zunächst sind die ursprünglichen Meinungen angezeigt.

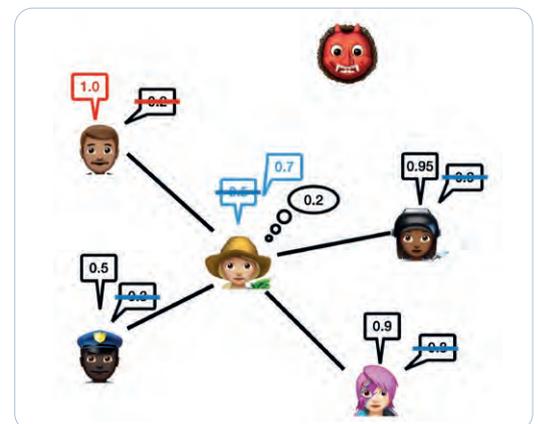


Abb. 2: Die Meinungen, nachdem ein Angreifer die Meinung von einem User manipuliert.

SUB-AUSPICIIS- PROMOTIONEN

Sieben Absolvent:innen der TU Wien wurden am 7. Dezember 2023, im Rahmen der Sub-auspiciis-Promotionen für ihre herausragenden Leistungen in Schule und Studium geehrt. Bundespräsidenten Dr. Alexander Van der Bellen verlieh ihnen den Ehrenring der Republik Österreich.



Seit 1964 werden an der TU Wien Sub-auspiciis-Promotionen gefeiert. Bis 2022 wurden insgesamt 182 Absolvent:innen mit dieser Auszeichnung geehrt. Zum/zur „Doktor:in der Technischen Wissenschaften“ promoviert:

Michael Innerberger

Dissertation: Reliable goal-oriented adaptive FEM
Fakultät für Mathematik und Geoinformation

Lucas Kletzander

Dissertation: Automated solution methods for complex real-life personnel scheduling problems
Fakultät für Informatik

Josef Leutgeb

Dissertation: Holographic QCD and the anomalous magnetic moment of the muon
Fakultät für Physik

Elisabeth Renner

Dissertation: Commissioning of the new CERN PS booster charge exchange injection system: Optimising and automating transverse phase space painting
Fakultät für Physik

Christoph Schattauer

Dissertation: Defects in two-dimensional crystals
Fakultät für Physik

Michael Herbert Spiegel

Dissertation: Advanced resilience-oriented control of multi-microgrids
Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften

Michael Tschiedel

Dissertation: Patient-prosthesis interaction: Control through the healthy leg
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

DREI DER SUB-AUSPICIIS-ABSOLVENT:INNEN 2022 & 2023 HABEN MIT DEM ALUMNI CLUB DER TU WIEN GEPLAUDERT



MAGDALENA SCHNEIDER

Stell dir vor, du legst einen ausgezeichneten Studienerfolg hin und bei der Promotionsfeier erkrankt der Bundespräsident kurzfristig an COVID-19. Magdalena Schneider absolvierte ihr Studium an der Fakultät für Technische Physik und verfasste eine vorrangig theoretische Arbeit – während der Pandemie vorteilhaft. Wermutstropfen dabei, das Rigorosum konnte nur online stattfinden.

Die positive Grundstimmung von Magdalena ist im Gespräch sofort spürbar. Auch wenn der persönliche Austausch und die Teamarbeit in der Wissenschaft während der Pandemie sicher zu kurz gekommen sind, haben Online-Meetings einen gewissen Austausch ermöglicht. „Ich habe während der Pandemie, im Speziellen in den Lockdowns, viel gelernt; wissenschaftliche Arbeit ist aber definitiv gemeinsam

interessanter und fruchtbarer. Das genieße ich an meiner momentanen Tätigkeit als Theory Fellow am Janelia Research Campus, da hier ein sehr leichter und häufiger Austausch zwischen Kolleg:innen ermöglicht wird. Gegenstand meiner Dissertation ist die hochauflösende Einzelmolekül-Mikroskopie. Diese spezielle Art der Mikroskopie stellt einen Durchbruch im Auflösungsvermögen von Lichtmikroskopie dar, für den 2014 der Nobelpreis verliehen wurde. Einer der Preisträger hat seine Forschung am Janelia Research Campus durchgeführt – meinem aktuellen Arbeitsplatz, also.“

Mit dieser Art der Mikroskopie ist es möglich, die Anordnung von Molekülen in einer Zelle mit Nanometer-Genauigkeit zu untersuchen. Die Zuverlässigkeit der Einzelmolekül-Mikroskopie ist jedoch durch Artefakte beeinträchtigt, die durch unbeabsichtigt wiederholte Detektion

desselben Moleküls entstehen. In ihrer Doktorarbeit hat Magdalena Methoden entwickelt, um dieses Problem zu umgehen. Weiters hat sie sich damit beschäftigt, wie solche Experimente auch bei Tieftemperaturen durchgeführt werden können, da hierbei die ursprüngliche Anordnung aller Moleküle in der Zelle besser erhalten wird als mit bisherigen Methoden.

„Ein Masterplan für meine Karriere? Ich habe jedenfalls eine gute Vorstellung davon, was ich gerne mache und für welche Art an Forschung ich mich begeistere. Wie man die Vorstellungen, die man hat, am besten umsetzt, muss man sowieso immer an die Gegebenheiten anpassen. Meine derzeitige Position als Fellow gibt mir

die Freiheit, unabhängig zu arbeiten und meinen Forschungsinteressen nachzugehen. Mein Ziel ist es, weiterhin in der Forschung zu bleiben, denn es gibt ständig Neues zu entdecken. Besonders faszinieren mich die Möglichkeiten, die sich aus der Kombination von Simulation, maschinellem Lernen, Mikroskopie und Biologie ergeben. Diese Schnittstelle bietet ein großes Potenzial für neue Erkenntnisse.“

Als Wienerin studierte Magdalena sehr gerne an der TU Wien – das Betreuungsverhältnis ist international konkurrenzfähig, die große Flexibilität in der Einteilung ermöglicht Auslandsaufenthalte und der Zusammenhalt sowie die gegenseitige Unterstützung unter den Studierenden sind wesentliche Erfolgsfaktoren.

MICHAEL INNERBERGER

„Sub-auspiciis-Promotion ... mit einem positiven Damoklesschwert und einer Portion Glück zum Erfolg“ – Nein, ich habe sicherlich nie gezielt darauf hingearbeitet, und auch nicht damit gerechnet. Für mich standen immer der Wissensgewinn und mein ehrliches Interesse an den Studieninhalten im Vordergrund, gute Noten waren zweitrangig. Um bei all den interessanten Inhalten nicht die Studiendauer aus dem Blick zu verlieren, war im Nachhinein gesehen auch eine Portion Pragmatismus notwendig.

Herzlichen Glückwunsch, Herr Michael Innerberger. Sie sind frisch gebackener Sub-auspiciis-Absolvent der Fakultät für Mathematik und Geoinformation. Ihre Dissertation hat den Titel „Reliable Goal-oriented Adaptive FEM“. Wie würden Sie die Inhalte Ihrer Arbeit einem Nicht-Mathematiker erklären?

In Naturwissenschaft und Technik werden die meisten Phänomene durch sogenannte partielle Differentialgleichungen („Partial Differential Equation“, PDE) beschrieben. Diese PDEs sind meist zu kompliziert, um sie mit Papier und Bleistift zu lösen, und man bedient sich Computern, um Näherungslösungen zu berechnen. Eine der verbreitetsten Techniken hierfür ist die Finite-Elemente-Methode (FEM), bei der das Gebiet, auf dem man die Gleichung lösen will (etwa ein Bauteil), in viele kleine Teile (die finiten Elemente) aufgeteilt wird, auf denen jeweils eine einfachere Gleichung gelöst werden kann. Viele Elemente bedeuten eine hohe Rechengenauigkeit, aber auch einen hohen Aufwand, um die Lösung zu berechnen. In meiner Dissertation habe ich mich mit zielorientierter adaptiver („goal-orien-

ted adaptive“) FEM beschäftigt. Hierbei variiert die Anzahl der finiten Elemente lokal, sodass in Bereichen, für die man sich besonders interessiert, besonders viele Elemente für die Berechnung zur Verfügung stehen. Die Schwierigkeit besteht darin, die Elemente richtig zu platzieren, sodass mit möglichst wenig Elementen ein möglichst genaues Resultat erzielt werden kann.

Als Mathematiker habe ich Algorithmen entwickelt, um die Platzierung der Elemente automatisiert vom Computer durchführen zu lassen. Dabei lag ein besonderes Augenmerk auf der Zuverlässigkeit („Reliability“), den Rechenfehler unter einer vorgegebenen Schranke zu halten.

Ein gewisses Grundinteresse für Naturwissenschaft und Technik, die Förderung durch meine Lehrenden an der AHS und die Unterstützung meines Umfelds waren entscheidend, um an der TU Wien zu studieren. Eine gute Entscheidung, denn die Mathematikausbildung an der TU Wien kann sich auch international mit namhaften Universitäten messen. Besonders gefallen hat mir das soziale Klima: Anstatt im Konkurrenzkampf miteinander zu sein, helfen die Studierenden einander beim Verständnis des Gelernten und bei Übungsaufgaben. Dabei habe ich auch einige Freundschaften geschlossen, die weit über das Studium hinaus bestehen. Gleichzeitig lassen österreichische Universitäten generell sehr viel Freiheiten im Studium, was insbesondere sehr hilfreich dafür war, Lehrveranstaltungen aus meinen beiden Studien zu



koordinieren. Insofern würde ich mich in derselben Situation wohl wieder für die TU Wien entscheiden.

Offensichtlich haben Sie gerne Zeit an der TU Wien verbracht. Was hat Ihnen am besten gefallen, bzw. würden Sie sich wieder so entscheiden? Sie haben einige Forschungsaufenthalte genossen. Was bzw. wie viel haben Ihnen die Auslandsaufenthalte für Ihre Forschungsfragen bzw. für Ihre persönliche Weiterentwicklung gebracht?

Forschungsaufenthalte helfen immer, den eigenen Horizont zu erweitern – wissenschaftlich sowie

persönlich. In meinem Fall konnte ich Einblicke in für mich völlig neue Forschungsfelder erhalten und sehen, wie Forschung an anderen Institutionen gelebt wird. Der größte unmittelbare Nutzen für meine Forschung ist sicherlich eine sehr erfolgreiche Zusammenarbeit, die aus einem der Aufenthalte resultiert. Persönlich war der Nutzen aber deutlich langfristiger, da mir die Aufenthalte dabei geholfen haben, meine Begeisterung für wissenschaftlich-mathematische Software zu wecken. Eine Begeisterung, die ich momentan als Scientific Software Engineer am HHMI Janelia Research Campus voll ausleben kann.

Mit Magdalena Schneider und Michael Innerberger, forschen gleich zwei Sub-auspiciis-Absolvent:innen der TU Wien am HHMI Janelia Research Campus in den USA. Seit einigen Jahren bietet der alumni club der TU Wien auch international tätigen Absolvent:innen mittels eines Hubs die Möglichkeit, persönliche Kontakte zu pflegen und sich auszutauschen. In den USA kümmert sich Sanjay Patnaik um regelmäßige Treffen und Gedankenaustausch.

Save the Date – Washington TU Alumni Chapter | Meet-up on April 4, 2024

TU Wien Alumni in the Washington, DC area, please hold April 4, 2024 from 6pm to 8pm on your calendar. The TU Wien Alumni club chapter in DC will hold a meet and greet at a local restaurant for a casual dinner together. More details will be announced in our LinkedIn group closer to the date.
Sanjay Patnaik | SAPatnaik@brookings.edu



LUCAS KLETZANDER

Sie haben an der Fakultät für Informatik studiert und Ihre Doktorarbeit zum Thema „Automated Solution Methods for Complex Real-life Personnel Scheduling Problems“ verfasst. Wie würden Sie Ihre Arbeit in ein paar Sätzen erklären?

Personalzeitplanung ist ein komplexes Thema, bei dem unterschiedlicher Bedarf nach Arbeitskräften möglichst effizient abgedeckt werden muss. Dabei müssen aber auch zahlreiche Regeln berücksichtigt werden, die sich aus Gesetzen, Kollektivverträgen oder Betriebsvereinbarungen ergeben. Da schlechte Einteilung der Arbeitszeit negative Auswirkungen auf Sozialleben und Gesundheit hat, muss die Optimierung solcher Pläne nicht nur Effizienz, sondern auch wichtige ergonomische Aspekte berücksichtigen.

Ich habe in meiner Arbeit neue Problemstellungen mit besonderem Fokus auf diese Aspekte modelliert und existierende erweitert, dies basierend auf realen Anwendungen der Firma XIMES GmbH. Für diese wurden dann mit verschiedenen Verfahren hochqualitative Lösungen erstellt, die Kosteneffizienz und Bedürfnisse der Mitarbeiter:innen vereinen. Da es allerdings aufwendig ist, diese Lösungen für unterschiedliche Problemstellungen händisch anzupassen, habe ich zudem eine Methode entwickelt, die mittels künstlicher Intelligenz lernt, automatisch eine passende Lösungsmethode aus kleinen algorithmischen Bausteinen zusammensetzen.

Ihre Ausbildung hat den Grundstein für Ihre Karriere gelegt. Wo soll es denn hingehen bzw. welchen Weg möchten Sie einschlagen?

Ich bin aktuell als Universitätsassistent weiter an der TU Wien beschäftigt und strebe eine wissenschaftliche Karriere an. Komplexe Optimierungsprobleme begegnen uns in vielen verschiedenen Formen, mit vielen Abhängigkeiten und Unsicherheiten. Hier gibt es noch viel zu tun, und ich möchte mich weiter damit beschäftigen, solche Probleme besser und einfacher lösbar zu machen sowie unterschiedliche Optimierungsaspekte zu verknüpfen. Hier bietet die Verknüpfung von künstlicher Intelligenz mit klassischen Optimierungsmethoden ein spannendes Forschungsfeld. Bei den Anwendungen interessiert mich besonders, wenn dadurch nicht nur die Effizienz im Umgang mit komplexen Systemen erhöht werden kann, sondern auch besser auf die Bedürfnisse der betroffenen Menschen eingegangen werden kann.

Würden Sie die TU Wien als Ihre Alma Mater weiterempfehlen bzw. sich nochmals gleich entscheiden?

Mir hat das Studium an der TU Wien sehr gut gefallen. Einerseits konnte ich an praktisch relevanten Problemen arbeiten, andererseits habe ich die Möglichkeiten geschätzt, mich mit formalen und theoretischen Aspekten wie Logik und Komplexitätstheorie zu beschäftigen. Insofern würde ich mich auch heute wieder so entscheiden.



Wir leisten Pionierarbeit im Gesundheitswesen.

Für jeden Menschen. Überall. Nachhaltig.

[siemens-healthineers.com/at](https://www.siemens-healthineers.com/at)



Als eines der führenden Medizintechnikunternehmen setzen wir uns ein für eine Welt, in der bahnbrechende Entwicklungen im Gesundheitswesen neue Möglichkeiten schaffen – mit den geringstmöglichen Auswirkungen auf unseren Planeten. Indem wir kontinuierlich Neuerungen auf den Markt bringen, unterstützen wir medizinisches Fachpersonal mit Innovationen für eine personalisierte Versorgung, Konzepten zur Steigerung von Qualität und Produktivität und bei der Neugestaltung der Gesundheitsversorgung.

Unser Portfolio, das von der In-vitro- und In-vivo-Diagnostik über die bildgestützte Therapie bis hin zur Krebsversorgung reicht, ist ausschlaggebend für die klinische Entscheidungsfindung und Gestaltung von Behandlungspfaden. Durch die einzigartige Verbindung

unserer Stärken in den Bereichen digitale Zwillinge von Patient*innen¹, Präzisionstherapie und Digitalisierung, Daten und Künstliche Intelligenz (KI) sind wir bestens aufgestellt, die wichtigsten Trends im Gesundheitswesen aktiv zu gestalten. Auf diesen Stärken werden wir weiter aufbauen, um die bedrohlichsten Krankheiten der Welt zu bekämpfen, die Qualität klinischer Ergebnisse sowie den Zugang zu Gesundheitsversorgung zu verbessern.

Wir sind ein Team aus mehr als 71.000 hoch engagierten Healthineers in über 70 Ländern. Mit Leidenschaft verschieben wir die Grenzen des Möglichen im Gesundheitswesen, um das Leben von Menschen auf der ganzen Welt zu verbessern.

¹ Personalisierung von Diagnose, Therapieauswahl und -überwachung, Nachsorge und Gesundheitsmanagement.



Viele Jobs für eine Herausforderung: Die Klimawende

Die Wiener Stadtwerke-Gruppe hält Wien am Laufen und macht die Stadt klimafit. Dafür braucht es engagierte Menschen mit vielfältigen Fähigkeiten. Gemeinsam schaffen wir die Klimawende!

WIENER LINIEN | WIEN ENERGIE | WIENER NETZE | WIENER LOKALBAHNEN | WIPARK | WIEN IT
BESTATTUNG WIEN | FRIEDHÖFE WIEN | UPSTREAM MOBILITY | IMMOH | GWSG

WIENER STADTWERKE GRUPPE

Über 300
freie Stellen:
Jetzt bewerben!

