

ALGORITHMUS FÜR KREATIVITÄT GESUCHT

ALGORITHMUS FÜR KREATIVITÄT GESUCHT

HERAUSFORDERUNGEN MASCHINELLEN SPRACHVERSTEHENS

ANETTE FRANK & KATJA MARKERT

Ob Schachspiel, Quiz oder virtuelle Debatte: Dank Künstlicher Intelligenz sind Maschinen heutzutage in der Lage, sich in allen möglichen Disziplinen mit Menschen zu messen – auch auf sprachlicher Ebene. Systeme, die das sogenannte tiefe Lernen anwenden, können beispielsweise Texte in hoher Qualität übersetzen oder Fragen des täglichen Lebens beantworten. Mit der Entwicklung und Untersuchung von Methoden, die diese und andere sprachliche Anwendungen für Maschinen ermöglichen, befasst sich die Computerlinguistik – auch an der Universität Heidelberg.



In unserer Informationsgesellschaft ist die Verarbeitung menschlicher Sprache durch Computer allgegenwärtig: Smartphones müssen die Bedeutung von Spracheingaben erfassen, maschinelle Übersetzungen helfen bei der Kommunikation und Informationen müssen aus großen Datenmengen extrahiert und zusammengefasst werden. Die Computerlinguistik entwickelt Methoden, um Maschinen

beizubringen, wie man Sprachfertigkeiten wie das Übersetzen oder Zusammenfassen von Texten, das Beantworten von Fragen oder das Erzählen von Geschichten ausführt. Damit Maschinen menschliche Sprache automatisch verarbeiten und interpretieren können, erforschen Computerlinguistinnen und -linguisten die mathematischen und logischen Eigenschaften natürlicher Sprache und entwickeln algorithmische und statistische Verfahren zur automatischen Sprachverarbeitung. In diesem Beitrag erklären wir, wie Menschen Sprache nutzen und verstehen, welche Herausforderungen für maschinelles Sprachverstehen sich daraus ergeben, wie solches Wissen in sprachtechnologischen Anwendungen eingesetzt wird und welche Projekte wir dabei am Institut für Computerlinguistik der Universität Heidelberg verfolgen.

Wie Menschen Sprache nutzen und verstehen

Den Inhalt von Sprache zu erschließen heißt, Entitäten zu erkennen, ihre Relationen zueinander und ihre Beteiligung

„Sprache zeichnet sich neben Diskursgebundenheit auch durch Kreativität aus.“

in Ereignissen zu verstehen und ganze Sachverhalte in Beziehung zu setzen – zum Beispiel zeitlich oder kausal.

- (1) [Tina₁ made spaghetti₂ for her₁ boyfriend₃]₄. It₄ took a lot of work, but she₁ was very proud. Her₁ boyfriend₃ ate the whole plate₂ and said it₂ was good.

In Beispiel (1) sind solche Entitäten „Tina“, die „Spaghetti“ und „Tinas Freund“. Neben Ereignissen werden auch Gefühle („proud“) und Eigenschaften („good“) zum Ausdruck gebracht. Dafür stellt das Lexikon einer Sprache geeignete Ausdrücke bereit. Charakteristisch für Diskurse ist, dass auf bereits eingeführte Entitäten – sogenannte Referenten – mit Pronomina Bezug genommen werden kann. So bezieht sich „her“₁ auf Tina, „it“₂ auf das Gericht, „her boyfriend“₃ auf Tinas Freund und „It“₄ auf das Vorbereiten der Spaghetti durch Tina.

Menschen fällt es leicht, Bezugselemente für Pronomina zu identifizieren und so die im Text dargestellten Sachverhalte korrekt zu interpretieren. Wie stark diese Fähigkeit von unserem Weltwissen abhängt, wird klar, wenn nur eines von mehreren Bezugselementen möglich ist, da alles andere unserem Weltwissen widerspricht – siehe Beispiel (2). Verfahren, mit denen man erkennt, welche Ausdrücke in einem Text sich auf die gleiche Entität beziehen, bezeichnet man als Koreferenzresolution oder -auflösung. Klassische Verfahren zur Koreferenzresolution, denen derartige Wissen fehlt, können solche Fälle nicht lösen, denn sie benötigen Weltwissen, um je nach Kontext die korrekte Entität zu wählen, auf die sich das Pronomen bezieht.

- (2) a. Joan₁ made sure to thank Susan₂ for all the help she_{1,2} had received/given.
b. The trophy₁ doesn't fit into the brown suitcase₂ because it_{1,2} is too large/small.

Wie essenziell Koreferenzauflösung im Diskurs ist, lässt sich anhand von Meinungsanalyse verdeutlichen. In Beispiel (3) kritisiert Mexikos Präsident einen Sachverhalt, der nur durch korrekte Auflösung der sogenannten abstrakten

Anapher „this“ als Gegenstand seiner Kritik interpretierbar ist – als Anapher bezeichnet die Sprachwissenschaft ein zurückverweisendes Element eines Textes.

- (3) [U.S. gun laws enable weapons to flow from the U.S. to the hands of Mexico's drug cartels]₁. ... Mexico's president criticizes this/this issue₁.

Doch anaphorische Bezüge können auch ohne Pronomina und ohne Gleichsetzung der Entitäten vorliegen. In Beispiel (4) stehen „the supermarket“ und „the owner“ zueinander in Beziehung, beschreiben aber nicht die gleiche Entität. In Beispiel (5) wird im zweiten Satz deutlich, dass John an einem Ort ankommt („arrived“) – nicht aber wo. Dies kann aus dem Vorsatz erschlossen werden: Er kam in London an, dem Ziel der Reise („travel to London“).

- (4) The supermarket went out of business. The owner soon found a new job.
(5) John traveled to London. His train arrived at 6 pm.

Schließlich bleiben auch Beziehungen zwischen Sachverhalten, wie sie durch Konjunktionen („because“, „before“) angezeigt werden, oft implizit, solange sie vom Hörer rekonstruiert werden können. Obwohl in Beispiel (6) die Folge (Kevin ist hingefallen) der Ursache (Maria hat ihn gestoßen) im Text vorangeht, benötigen wir zur korrekten Interpretation kein explizites „because“: Unser Alltagswissen ist dafür ausreichend.

- (6) Kevin fell. Mary pushed him.

Ein mit Anaphorik verwandtes Phänomen ist die sogenannte Präsupposition – die implizite Voraussetzung: So wird durch ein Verb wie „öffnen“ in Beispiel (7) ein notwendiger Vorzustand (geschlossen sein) mitverstanden („präsupponiert“) – selbst wenn das Ereignis negiert ist.

- (7) John opened the door. / John did not open the door.

Die Prinzipien, die solchen Sprachphänomenen zugrunde liegen, beschrieb der englische Sprachphilosoph Paul Grice 1975 als Konversationsmaxime der Quantität, der Qualität, der Relation und der Art und Weise. Phänomene der oben beschriebenen „Implicitness“ fallen unter die Maxime der Quantität: „Sei nur so informativ wie nötig“.

Bildliche Sprache

Sprache zeichnet sich neben Diskursgebundenheit auch durch Kreativität aus. Bildliche Sprache benutzt Worte innovativ so, dass diese von ihrer allgemein akzeptierten Bedeutung abweichen, zum Beispiel, um abstraktere Gegebenheiten zu veranschaulichen, rhetorische Effekte zu erzielen oder auch Sachverhalte verkürzt darzustellen. Oberflächlich gesehen verletzt bildliche Sprache die Grice'sche Maxime der Qualität („Be truthful“) durch die übertragene Bedeutung.

Bekannte Beispiele sind Metaphern, in denen ein Vehikel aus einer Domäne übertragen einen sogenannten Tenor aus einer anderen Domäne plastisch zum Ausdruck bringt. In Beispiel (8) beschreibt das Vehikel „attacked“ aus der konkreteren, physischen Domäne des Kriegs einen Tenor aus der Domäne des Streits.

(8) *Jane attacked all my arguments.*

Während Metaphern eine Ähnlichkeitsbeziehung zwischen zwei Domänen herstellen oder ausnutzen, wird bei Metonymien nicht eine Ähnlichkeits-, sondern eine sogenannte Kontiguitätsbeziehung der realen sachlichen Zusammengehörigkeit zwischen zwei Entitäten zum verkürzten Bezug genutzt: In Beispiel (9) steht Vietnam für den Vietnamkrieg und nutzt die Beziehung zwischen einem Ereignis und seinem Ort aus.

(9) *John was traumatized by Vietnam.*

Metaphern und Metonymien sind oft keine willkürlichen Einzelfälle von Domänenübertragungen, sondern sprachliche Ausdrucksformen systematischer konzeptueller Metaphern. Weitere Beispiele für die oben eingeführte konzeptuelle Metapher ARGUMENT IS WAR sind „Jane shot down all my arguments“ oder „We declared a ceasefire during dinner“. Ein weiteres Beispiel einer konzeptuellen Metapher ist EMOTIONS ARE HEAT („The crowd was fired up“). Metonymien sind ebenfalls oft regularisiert. So ist PLACE-FOR-EVENT nicht nur für Vietnam, sondern für jeden Ort mit einem mit ihm stark assoziierten Ereignis nutzbar. Weitere metonymische Muster sind PLACE-FOR-SPORTSTEAM („Germany lost the world cup final“) oder AUTHOR-FOR-BOOK („I read Chaucer“).

Metaphorische und metonymische Übertragungen variieren stark in ihrer Kreativität. Innerhalb einer konzeptuellen

Maschinelle Verarbeitung natürlicher Sprache

Im Jahr 1988 wurde an der Universität Heidelberg der erste Lehrstuhl für Computerlinguistik eingerichtet, den der „Vater der Heidelberger Computerlinguistik“, Prof. Dr. Peter Hellwig, übernahm. 1993 startete an der Neuphilologischen Fakultät der Magisterstudiengang Computerlinguistik, 2005 zog das Institut aus den Räumlichkeiten des Germanistischen Seminars in der Altstadt auf den naturwissenschaftlich-medizinischen Campus Im Neuenheimer Feld um. Aktuell verfügt das Institut über zwei Professuren für Computerlinguistik und eine Professur für Linguistische Informatik sowie über fünf Honorarprofessuren. Das Studienfach Computerlinguistik wird als Bachelor- und als Masterstudiengang angeboten.

Das Forschungsspektrum reicht von der Untersuchung grundlegender computerlinguistischer Fragestellungen bis zur Entwicklung vielfältiger Anwendungen. In der Grundlagenforschung finden dabei linguistische Forschungsfragen, beispielsweise aus Semantik und Diskurs, ebenso Beachtung wie Probleme auf den Gebieten der Forschung zur Künstlichen Intelligenz (KI) und des maschinellen Lernens. Auf der Anwendungsseite deckt das Institut von der maschinellen Übersetzung über Frage-Antwort-Systeme, automatische Textzusammenfassung und Argumentanalyse bis hin zur Anreicherung von Wissensdatenbanken ein breites Spektrum aktueller Forschung ab.

Das Institut kooperiert eng mit der „Heidelberger Graduiertenschule der mathematischen und computer-gestützten Methoden für die Wissenschaften“ (HGS MathComp) der Universität Heidelberg und dem Fachbereich Informatik der Technischen Universität Darmstadt sowie mit dem Leibniz-Institut für Deutsche Sprache (IDS) in Mannheim. Mit der Abteilung „Natural Language Processing“ des Heidelberger Instituts für Theoretische Studien (HITS) betreibt es ein gemeinsames Doktorandenprogramm „Semantic Processing“ mit integrierten Graduiertenkollegs.

www.cl.uni-heidelberg.de

Metapher oder eines metonymischen Musters ist die Verwendung mancher Worte so gebräuchlich, dass sie uns überhaupt nicht mehr als Metaphern auffallen und die entsprechende bildliche Bedeutung sogar in Lexika aufgeführt ist (siehe „attack“ in „Jane attacked all my arguments“). Andere dagegen greifen zwar auf die gleiche konzeptuelle Metapher zurück, sind aber bedeutend ungewöhnlicher (wie „ceasefire“ in „We declared a ceasefire during dinner“). Des Weiteren können ganze Domänen innovativ zueinander

in Beziehung gesetzt werden: So setzt Emily Dickinson in ihrem berühmten Vers „hope is the thing with feathers“ das Gefühl der Hoffnung mit der Vogelwelt gleich, was keiner der typischen konzeptuellen Alltagsmetaphern entspricht.

Herausforderungen für maschinelles Sprachverstehen

Maschinelles Sprachverstehen muss die Bedeutung von Sätzen aus der Bedeutung von Wörtern im Kontext konstruieren. Dafür sind syntaktische, also den Satzbau betreffende Beziehungen ausschlaggebend: Sie zeigen an, welche Rolle eine Entität in Bezug auf ein Verb spielt: In Beispiel (10) werden je nach Verb („bekommen“ vs. „verwirren“) die Professorinnen als Subjekt („sie bekommen Formulare“) oder Objekt („Formulare verwirren sie“) interpretiert. Lokale syntaktische Relationen im Satz tragen also wesentlich zur Bestimmung der Bedeutung bei.

(10) weil die Professorinnen_{nomlakk} viele Formulare_{akklnom}
(bekommen)verwirren)

Für die Auflösung des Bezugs von Pronomina wie in den Beispielen (1) bis (3) stehen aber lokale syntaktische Beziehungen zum Verb als Indikatoren nicht zur Verfügung. Hier spielt mehr und mehr das Weltwissen eine Rolle: Ist es plausibel, dass sich Joan bei Susan bedankt, wenn Joan Susan geholfen hat – oder eher, wenn Susan Joan geholfen hat? Warum passt der Pokal nicht in die Tasche – ist der Pokal zu groß oder die Tasche?

Die sogenannten Winograd-Sätze in Beispiel (2) gelten als Turing-Test (Die „Winograd Schema Challenge“ wie auch der Turing-Test sind Tests der Maschinenintelligenz): Um den Bezug der Pronomina aufzulösen, wird Wissen über die Welt benötigt – Wissen um physikalische Gesetze, über die Interaktion zwischen Menschen und vieles mehr. Wissen, das Menschen im Laufe ihres Lebens erwerben. Ebenso ist für ein tieferes Verständnis von Metaphern Wissen über die entsprechenden Domänen nötig.

Wie können wir dieses Wissen sammeln und für Maschinen verfügbar machen?

Um Faktenwissen über die Welt zu erlangen, nutzt die Computerlinguistik ihre eigenen Methoden: Wissen lässt sich aus Texten extrahieren und in Datenbanken speichern. Das Paradigma NELL („Never Ending Language Learning“) zieht Informationen aus Texten der Wikipedia, den Nachrichten und wissenschaftlichen Artikeln in Medizin oder Bioinformatik. Für eine hohe Qualität werden Fakten extrahiert, die in lokalen syntaktischen Mustern ausgedrückt werden.

Doch wollen wir mit dieser Methode Alltagswissen extrahieren, das zur Interpretation von Anaphern und Präsuppositionen und zum „Lesen zwischen den Zeilen“

nötig ist, stehen wir vor einer Quadratur des Kreises: Das Wissen, das für Menschen so selbstverständlich ist, dass es ohne Weiteres für Schlussfolgerungen genutzt werden kann, wird – nach Paul Grice – sprachlich meist nicht explizit gemacht und kann daher durch Methoden wie NELL nicht ohne Weiteres aus Texten gewonnen werden. Im Gegenteil: Nachrichtentexte berichten vor allem über sogenannte saliente, also auffallende Ereignisse. Schlösse man also aus der Frequenz von Erwähnungen darauf, was in der Welt passiert, würden Maschinen lernen, dass weit mehr Morde verübt als Menschen geboren werden – da Letzteres selten erwähnt wird; oder dass Menschen eher streiken, als täglich zur Arbeit zu gehen. Dies wurde als „reporting bias“ erkannt und führte dazu, dass Alltagswissen („commonsense knowledge“) explizit von Menschen erfragt wurde – anhand von Templates, die menschliches Wissen zu bestimmten Beziehungen erfragen: „X is used for / is a prerequisite for / is a subevent of Y“. Aus den ermittelten Konzeptpaaren X,Y für 30+ Relationstypen wurde das Begriffsnetz „ConceptNet“ erstellt.

Wie aber wird solches Wissen in sprachtechnologischen Anwendungen eingesetzt?

Einsatz in sprachtechnologische Anwendungen

Mit Methoden des „tiefen Lernens“ („deep learning“), zum Beispiel sogenannten rekurrenten – also rückgekoppelten – Netzwerken oder vortrainierten Sprachmodellen wie BERT, sind Aufgaben der Sprachverarbeitung auf immer höherem Niveau lösbar. Wesentlich dafür sind unüberwacht trainierte Wortvektoren – sogenannte word embeddings, die versuchen, die Bedeutung von Wörtern mit Zahlen zu erfassen und die den neuronalen Netzwerken reiche Repräsentationen für das Vokabular vieler Sprachen liefern.

Doch können diese Modelle über Wort- und Satzfolgen eines Textes verallgemeinern? Können sie Texte verstehen und kompakt zusammenfassen? Können sie Fragen zu Texten beantworten, die nicht als Muster im Text vorgegeben sind? Haben die Modelle dafür das nötige Hintergrundwissen?

Die Herausforderungen, die sich für maschinelles Sprachverstehen stellen, haben wir anhand vieler Phänomene veranschaulicht. Die Computerlinguistik in Heidelberg forscht vor allem zu Anwendungen, die vielfältige Facetten expliziter, impliziter sowie kreativer Sprache im Kontext betreffen. Im Folgenden erläutern wir kurz einige unserer Forschungsarbeiten:

Verarbeitung bildlicher Sprache

Zur automatischen Erkennung metaphorischer oder metonymischer Worte (wie „attack“ in „Jane attacked all my arguments“) lernen die aktuellsten Systeme aus speziellen Metaphernkorpora, in denen jedes Wort als metaphorisch oder wörtlich „annotiert“ – also mit



PROF. DR. ANETTE FRANK leitet die „NLP Group“ am Institut für Computerlinguistik der Universität Heidelberg. Frühere Stationen waren das Institut für Maschinelle Sprachverarbeitung in Stuttgart, das Xerox Research Centre Europe in Grenoble (Frankreich) und das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz in Saarbrücken. Schwerpunkt ihrer Forschung ist die Erforschung maschinellen Sprachverstehens, beispielsweise für textbasierte Frage-Antwort-Systeme oder computationelle Argumentation. Zentral sind dabei die Analyse impliziter Sprache, Integration von Wissen und Phänomene der Diskursemantik, zum Beispiel abstrakte Anaphern. Zusammen mit Katja Markert leitet Anette Frank gemeinsam mit dem Leibniz-Institut für deutsche Sprache (IDS) in Mannheim den Leibniz-WissenschaftsCampus „Empirical Linguistics and Computational Language Modeling“.

Kontakt: frank@cl.uni-heidelberg.de

„Maschinelles Sprachverstehen muss die Bedeutung von Sätzen aus der Bedeutung von Wörtern im Kontext konstruieren.“

linguistischen Informationen angereichert - wurde. Die Systeme basieren stark auf der Verwendung von „word embeddings“. Allerdings sind die erreichten guten Ergebnisse trügerisch. In einer Untersuchung unseres eigenen, auf „BERT embeddings“ basierenden Systems sowie zweier bekannter Systeme anderer Gruppen stellt sich heraus, dass diese alle ungenügend generalisieren. Sie lernen vor allem konventionalisierte metaphorische Bedeutungen wie „attack“ für die verbale Attacke und zeigen eine deutlich schlechtere Sprachverwendung für unkonventionalisierte und kreative Metaphern wie beispielsweise die Benutzung von „ceasefire“ im obigen Beispiel „We declared a ceasefire during dinner“: Dies steht im Gegensatz zu menschlichen Annotatoren, denen solche Metaphern besonders auffallen.

In einer unserer Forschungsarbeiten aus dem Jahr 2018 erkennen wir dagegen Metaphern mit einem linguistisch motivierten Modell, das im Rahmen des Leibniz-WissenschaftsCampus entstanden ist. Die Arbeit unterscheidet automatisch zwischen Affixoiden (für die Bildung neuer Wörter verwendbaren Wortbestandteilen), die metaphorisch gebraucht werden (wie „hai“ in „Miethai“), und entsprechendem wörtlichen Gebrauch als selbstständiges Wort in einem zusammengesetzten Begriff („hai“ in „Hammerhai“). Zusätzlich zu statistischen Merkmalen benutzen wir psycholinguistische und Emotionsmerkmale sowie Wissen aus dem maschinenlesbaren Wortnetz „GermaNet“ und erzielen damit eine hohe Unterscheidungs-güte dieser Phänomene.

Text Summarization – Textzusammenfassung

Automatische Textzusammenfassung kürzt einzelne Sätze sowie ganze oder mehrere Texte mit dem Ziel, nur den

Analyse digitaler Sprachdaten: Leibniz-WissenschaftsCampus

Die Entwicklung neuer Methoden, Modelle und Werkzeuge, mit denen digitale Sprachbestände erfasst und analysiert werden können, ist das Ziel des Leibniz-WissenschaftsCampus „Empirical Linguistics and Computational Language Modeling“, einer Forschungsk Kooperation des Instituts für Computerlinguistik der Universität Heidelberg und des Leibniz-Instituts für Deutsche Sprache (IDS) in Mannheim. Von Sommer 2015 bis Ende November 2020 entwickelt das Verbundprojekt innovative Forschungsmethoden für die Anwendung korpuslinguistischer und computerlinguistischer Sprachmodellierung in den Geistes- und Sozialwissenschaften, den „Digital Humanities“. Die Förderung wird gemeinsam von der Leibniz-Gemeinschaft, dem Leibniz-Institut für Deutsche Sprache, der Universität Heidelberg und dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg getragen. Mit dem Förderinstrument Leibniz-WissenschaftsCampus soll die interdisziplinäre Zusammenarbeit von universitärer und außeruniversitärer Forschung forciert werden.

<http://wisscamp.de>

wichtigsten Inhalt wiederzugeben. Während sich bei der Zusammenfassung mehrerer Texte die meisten Systeme auf fünf bis zehn eng verwandte Texte beschränken, behandeln wir auch die Zusammenfassung von großen Mengen an Nachrichtentexten zu einem länger dauernden

Ereignis (wie dem Untergang der „Deepwater Horizon“-Ölplattform) in strukturierten Timelines. Ein Exzerpt einer von einem Journalisten geschriebenen Timeline der „Washington Post“ ist wie folgt:

2010-04-20

Deepwater Horizon drilling rig explodes about 42 miles off Louisiana, killing 11 men.

2010-04-22

The rig, having burned and been showered with water during firefighting efforts, sinks. The force of the sinking breaks off the rig's drillpipe, allowing oil to spew out into the gulf.

2010-05-02

The federal government closes 3 percent of federal waters in the gulf to fishing.

Unser System „Tilse“ erzeugt Timelines durch Optimierungsalgorithmen, die die wichtigsten Sätze zu Ereignissen aus vielen Zeitungsartikeln extrahieren, datieren und zusammenstellen. Dabei wird die Auffälligkeit von Unterereignissen modelliert, indem man abbildet, welche Sätze in großen Korpora semantisch zentral sind. Mehrfach vorhandene Informationen werden durch spezielle Diversitätsfunktionen eliminiert. Diese Funktionen werden temporalisiert, um den datenspezifischen Eigenschaften der Timeline-Zusammenfassung Rechnung zu tragen, zum Beispiel der Auffälligkeit von Ereignissen über einen kurzen oder einen langen Zeitraum hinweg. Während das System den aktuellsten Stand für das Problem darstellt, zeigt sich bei der Inspektion der generierten Timelines, dass zwar wichtige Ereignisse ausgewählt und datiert werden, aber die Kohärenz – also der Zusammenhang – oft zu wünschen übrig lässt. Beispielsweise ist es oft nicht möglich, verständliche Pronomina oder Referenzketten wie im menschlichen Beispiel „Deepwater horizon drilling rig“ — „the rig“ zu generieren. So beginnt die systemgenerierte Timeline mit:

(11) **2010-04-20.** The well began leaking oil into the Gulf after BP's Deepwater Horizon oil rig exploded on 10 April, killing 11 workers.

Dies wählt zwar das wichtigste Anfangsereignis, aber „the well“ und „the Gulf“ sind nicht vollständig interpretierbar. Hier ist deshalb in Zukunft auf eine stärkere Integration von Koreferenz und Weltwissen zu achten.

Reading Comprehension – Leseverstehen

Wie gut ein sprachverarbeitendes System einen Text versteht, wird – wie bei Schülern – durch Aufgaben zum Leseverstehen („reading comprehension“) geprüft. Das System erhält eine Textpassage und muss im Multiple-Choice-Verfahren die korrekte Antwort für eine Frage

auswählen oder eine Textlücke durch das korrekte Wort füllen – siehe Beispiel (12). Dafür entwickelten wir den „Knowledgeable Reader“: ein System, das für den gegebenen Text relevantes Hintergrundwissen aus dem Begriffsnetzwerk „ConceptNet“ identifiziert und diese Fakten – siehe Background Knowledge in (12) – in die Verarbeitung des Textes integriert. Durch sogenannte Attentiongewichte über den integrierten Fakten lässt sich feststellen, welche Fakten für welche Textstellen berücksichtigt werden. Wir zeigen, dass die Integration von Alltagswissen die Ergebnisse signifikant verbessert und dass der „Knowledgeable Reader“ inkorrekte Vorhersagen, die ohne solches Hintergrundwissen getroffen würden, mithilfe des integrierten Wissens korrigieren kann.

(12) **Text:** The prince arrived on a white horse with a sword in his hand. The fairy asked him to guard the apple tree from the wolves. The hero beat the wolves off with the sword. But they attacked again and again. The prince got tired and the wolves damaged the tree. He mounted his XXX sadly and headed home.

Candidates: sword – wolves – horse – hand – tree
Background Knowledge:
horse IsUsedFor riding; sword Causes death;
human HasA hand; mount RelatedTo animal

Computational Argumentation

Die Kunst des Argumentierens durch das Anführen von Voraussetzungen (Prämissen) und das Ziehen einer Schlussfolgerung (Konklusion) geht zurück auf die Tradition der Griechen und Römer. Doch auch für die Moderne ist Argumentation relevant, dient sie doch zur Abwägung von Argumenten und Interessen in schwierigen Entscheidungen. Angesichts polarisierender Diskussionen in Sozialen Medien benötigen wir Systeme, die die Logik von Argumenten überprüfen und rhetorische Täuschungen offenlegen und bewerten können. Doch auch in Argumenten bleiben relevante Prämissen – sogenannte Enthymemes wie in Beispiel (13) – oft implizit. Die Logik von Argumenten ist damit für Maschinen nicht einfach nachvollziehbar. In unserem Forschungsprojekt ExPLAIN des DFG-Schwerpunktprogramms RATIO („Rational Argumentation Machines“) entwickeln wir Verfahren, um implizite Prämissen in Argumenten aufzuspüren, zu ergänzen und so Argumente für Maschinen interpretierbar zu machen.

Beispiel (13) zeigt ein Beispiel aus argumentativen Microtexts. Wesentlich für das Verständnis, wie die Konklusion (13.a) durch die Prämisse (13.c) gestützt wird, sind implizite Prämissen in (13.b), die von menschlichen Annotatoren ergänzt wurden. Unsere vollständige Annotation der Microtexts zeigt, dass die ergänzten Prämissen zu 80 Prozent einer der in „ConceptNet“ definierten Relationen entsprechen (13.b). Auch in argumentativen Texten kann



PROF. DR. KATJA MARKERT ist Professorin für Computerlinguistik an der Universität Heidelberg. Zuvor forschte und lehrte sie an den Universitäten Edinburgh und Leeds (beide Großbritannien) und Hannover. Sie beschäftigt sich vor allem mit Semantik und Diskurs. Dabei liegen ihre Schwerpunkte auf der automatischen Modellierung kreativer Sprache sowie der Anaphernresolution. Im Anwendungsbereich entwickelt sie Modelle für die automatische Textzusammenfassung. Zusammen mit Anette Frank leitet Katja Markert gemeinsam mit dem Leibniz-Institut für deutsche Sprache (IDS) in Mannheim den Leibniz-WissenschaftsCampus „Empirical Linguistics and Computational Language Modeling“.

Kontakt: markert@cl.uni-heidelberg.de

AN ALGORITHM FOR CREATIVITY?

HOW MACHINES ATTEMPT TO UNDERSTAND HUMAN LANGUAGE

ANETTE FRANK & KATJA MARKERT

Artificial intelligence is a widely discussed subject in science and society. Machines are already able to outperform humans in playing chess, answering quiz questions and in debating. Computational linguists develop methods whereby machines are taught various language skills: using “deep learning”, today’s systems can translate texts in high quality, answer text questions at the level of an eight-year-old or respond to questions about daily life.

But the performance we measure in our labs does not always reflect the true abilities of these systems. So-called artefacts – frequent patterns in the data – can help systems achieve deceptively high results that do not stand up to closer scrutiny. To detect such illusory effects, researchers need to design probing tasks to test whether the systems really have an in-depth knowledge of language. The fundamental question is: what challenges must a system endowed with language capabilities be able to solve?

First and foremost, such systems must capture the meaning conveyed by language. This is, however, quite challenging: for one thing, language is typically embedded in, and relies on, context. For another, meaning is not only conveyed by what is said – explicit language – but also by what is not said – implicit language, i.e. content that can be inferred by what has been said before or that does not require words because we can infer it from world knowledge. Finally, human language is creative and innovative, which makes it hard for machines to understand.

The semantics of explicit and implicit language in context is a major research topic for computational linguistics in Heidelberg. We describe how to model explicit and implicit language in context, how to integrate language with knowledge and inferential processes, how to model creative and innovative language – and how this inspires applications such as text summarisation, textual question answering and computational argumentation. ●

PROF. DR ANETTE FRANK heads the “NLP Group” at Heidelberg University’s Department of Computational Linguistics. Before transferring to Heidelberg, she worked at the Institute for Natural Language Processing in Stuttgart, the Xerox Research Centre Europe in Grenoble (France) and the German Research Center for Artificial Intelligence in Saarbrücken. Anette Frank’s research interests are automatic language understanding, e.g. for text-based question-answer systems or computational argumentation. Central aspects of this field of study include the analysis of implied language, integration of knowledge and phenomena of discourse semantics, such as abstract anaphors. Together with Katja Markert and the Leibniz Institute for the German Language (IDS) in Mannheim, Anette Frank heads the Leibniz Science Campus “Empirical Linguistics and Computational Language Modeling”.

Contact: frank@
cl.uni-heidelberg.de

“In order to understand human language, machines must be able to construct the meaning of sentences from the meaning of words in context.”

PROF. DR KATJA MARKERT is a professor of computer linguistics at Heidelberg University. She previously held faculty appointments at the universities of Edinburgh and Leeds (UK) and the University of Hanover. Katja Markert is particularly interested in semantics and discourse, with special focus on automatic modelling of creative language and anaphora resolution. She also develops applications based on her research, specifically models for automatic text summarisation. Together with Anette Frank and the Leibniz Institute for the German Language (IDS) in Mannheim, Katja Markert heads the Leibniz Science Campus “Empirical Linguistics and Computational Language Modeling”.

Contact: markert@
cl.uni-heidelberg.de

also Hintergrundwissen implizit bleiben und dem Leser zur Vervollständigung überlassen werden.

(13) Rekonstruktion impliziter Prämissen (Enthymemes) in Argumenten:

a. Prämisse

Our constitution enshrines an inviolable human dignity.

b. Enthymemes

Human dignity includes the protection of life.

PartOf(human dignity, protection of life)

Protection of life is the opposite of extinction of life.

Antonym(Protection of life, extinction of life)

Death penalty extinguishes life.

Causes(death penalty, extinction of life)

c. Konklusion

The death penalty is a legal remedy which is not applicable in Germany.

Ziel des ExPLAIN-Projekts ist es, solche impliziten Prämissen in Argumenten zu erkennen und explizit zu machen.

Um sogenannte Inferenzketten wie in Beispiel (13.b) zu erzeugen, entwickeln wir Systeme zur dynamischen Vorhersage sogenannter Relationstriplet, die in „ConceptNet“ noch nicht enthalten sind. Hierfür haben wir das neuronale COREC-System entwickelt. Dieses erweitern wir aktuell zur Erzeugung von Inferenzketten, um vollständige Argumentrepräsentationen herzustellen und so den Zusammenhang von Argumenten für Mensch und Maschine transparent und nachprüfbar zu machen.

Die Forschung über neuronale Systeme kehrt also zu den Grundlagen der menschlichen Sprache zurück: Welche Herausforderungen muss ein mit Sprachfähigkeiten ausgestattetes System bewältigen können? Denn es ist in erster Linie die mit der Sprache vermittelte Bedeutung, die die Systeme erfassen müssen. Diese Semantik von expliziter und impliziter Sprache im Kontext ist ein wichtiges Forschungsthema der Heidelberger Computerlinguistik. ●

„Mit Methoden des ‚tiefen Lernens‘ (‚deep learning‘) sind Aufgaben der Sprachverarbeitung auf immer höherem Niveau lösbar.“