

Medienmitteilung, 25. Juni 2018

SPERRFRIST: MONTAG, 25. JUNI 2018, 17:00 UHR MESZ

Wo sich Medizintechnik und Astrophysik treffen

An der Universität Bern haben Forschende aus der Astrophysik und der Medizintechnik gemeinsam eine neue Methode entwickelt, mit der sie Planeten ausserhalb unseres Sonnensystems untersuchen. Die ungewöhnliche Zusammenarbeit setzt auf maschinelles Lernen, einem Teilgebiet der künstlichen Intelligenz.

Der Astrophysiker Kevin Heng, Direktor des Center for Space and Habitability (CSH) war sofort fasziniert, als er von der Arbeit von Raphael Sznitman, Professor am ARTORG Center for Biomedical Engineering Research erfuhr. Sznitman und seine Gruppe nutzen für ihre Medizintechnik-Forschung maschinelles Lernen. Es ermöglicht Computern, aus Daten zu lernen, ohne dafür explizit programmiert werden zu müssen. Die Medizintechnik-Forschenden verwenden maschinelles Lernen unter anderem, um chirurgische Werkzeuge während Augenoperationen zu kontrollieren, und um auf Bildern Biomarker zu erkennen, die Krankheiten identifizieren können.

«Raphael Sznitmans Art, Bilder zu betrachten, gleicht der Vorgehensweise in der Astronomie», stellt Kevin Heng fest: «Egal ob in der Astronomie oder in der Medizintechnik, man versucht immer die Mängel der Bildgebungsverfahren zu verstehen und sie zu verbessern.» Und die Analysemethoden, die in Raphael Sznitmans Gruppe entwickelt werden, sind auf verschiedene Datenarten anwendbar. So beschlossen die beiden Wissenschaftler eine sehr ungewöhnliche interdisziplinäre Zusammenarbeit: Erstmals wollten sie maschinelles Lernen einsetzen, um damit die Atmosphäre von Planeten ausserhalb unseres Sonnensystems zu analysieren. Die Studie über das erfolgreiche Joint Venture ist jetzt in der Zeitschrift *Nature Astronomy* erschienen.

Wasser bei Exoplaneten aufspüren

In der Astronomie wird das Licht eines Objekts in verschiedene Farben zerlegt, um ein Spektrum zu erhalten. Das Spektrum eines Exoplaneten enthält versteckte Informationen über die in seiner Atmosphäre vorhandenen Moleküle, die physikalischen Bedingungen und die Existenz von Wolken. Durch die Analyse und Interpretation des Spektrums können Astronominnen und Astronomen beispielsweise Wasser in der Atmosphäre eines Planeten aufspüren und die Bewohnbarkeit abschätzen. Dazu vergleichen die Forschenden die Lichtspektren der Exoplaneten mit Modell-Spektren und versuchen, eine möglichst ähnliche Kombination zu finden.

Dieser Prozess war bisher sehr zeitaufwendig und bot Raum für menschliche Fehleinschätzungen. Deshalb wollte ihn das Team beschleunigen und automatisieren. Mit Hilfe von Postdoktorand Pablo Marquez-Neila (ARTORG) und Doktorandin Chloe Fisher (CSH) berechneten sie eine grosse Menge von Modellen und verwendeten diese dann als Trainingsset für das maschinelle Lernen. Mit Hilfe dieser Daten lernt der Computer, aus einem Spektrum die Zusammensetzung der Exoplaneten-Atmosphäre zu bestimmen. Die Methode, mit der der Computer das optimale Modell findet, heisst «Random Forest» (Zufallswald). Sie wird traditionellerweise zur Klassifizierung von Objekten in Bildern verwendet und funktioniert im Prinzip wie die Gesichtserkennung, die wir von unseren Smartphones kennen. «Der Computer lernt anhand der Daten zu erkennen, ob ein bestimmtes Merkmal auf einem Bild vorhanden ist oder nicht. Weil sich das Verfahren aus sehr vielen solcher Entscheidungsbäumen zusammensetzt, heisst es Random Forest», erklärt Raphael Sznitman. «Wir mussten uns zuvor mehrmals zusammensetzen, bis wir das Problem vollständig verstanden hatten», erinnert sich Sznitman: «Dann war uns klar, dass Random Forest auch auf Lichtspektren angewandt werden kann und somit die Lösung ist.»

Um die Methode zu testen, wählten die Astrophysiker als Beispiel den Exoplaneten WASP-12b, einen Jupiter-grossen Planeten mit einer Temperatur von mehr als 1000 Grad Celsius. Im beobachteten Spektrum musste der Computer nach Mustern suchen. «Das menschliche Auge ist sehr gut darin, aufgrund von Mustern Gesichter intuitiv zu erkennen», erklärt Kevin Heng: «Aber wenn es um sehr abstrakte Muster geht, stösst der menschliche Verstand schnell an Grenzen.» Der Computer reüssierte im Fall des heissen Jupiters WASP-12b und zeigte, dass die Random Forest-Methode viel schneller funktioniert als der reguläre Ansatz ohne maschinelles Lernen.

Diese neuartige Anwendung des maschinellen Lernens eröffnet spannende Möglichkeiten für die Zukunft. «Wir haben nun bessere Informationen, wenn es beispielweise darum geht, den Wassergehalt einer Exoplaneten-Atmosphäre abzuschätzen», sagt Heng: «Das erhöht unsere Chancen im internationalen Wettbewerb um die wertvolle Teleskopzeit. Und vielleicht können wir sogar das Design künftiger Instrumente beeinflussen.»

Interdisziplinarität hilft allen Beteiligten

Das Team beabsichtigt, seine Software öffentlich zugänglich zu machen, so dass Forschende künftig überall auf der Welt Spektren von Exoplaneten schneller analysieren können. «Das demokratisiert die Analyse. Alle, die einen Computer mit der Python-Software haben, können dieselben Analysen wie wir durchführen – das dauert nicht länger als eine Kaffeepause», merkt Kevin Heng an.

Die erfolgreiche Zusammenarbeit wird zudem fortgesetzt und soll auch zur Lösung medizinischer Probleme beitragen. In der Astronomie gibt es eine lange Tradition im Umgang mit Bildverarbeitung und Modellrechnungen. «Medizinische Bilder von Patientinnen und Patienten sind nicht immer ideal. Die grosse Erfahrung der Astronominen und Astronomen mit Modellrechnungen ist auch für die Bildverarbeitung in der Medizin sehr interessant und könnte die Diagnose und Behandlung der Patienten verbessern», sagt Raphael Sznitman. Die Kooperation zwischen Astrophysik und Medizintechnik ist ein gutes Beispiel für gelebte Interdisziplinarität, von der alle Beteiligten profitieren. «Interdisziplinarität wird immer wichtiger. Bei der Zusammenarbeit mit Forschenden aus anderen Fachgebieten muss man lernen, sich verständlich zu machen. Diese kommunikative Art der Wissenschaft ist sehr bereichernd», sagt Kevin Heng.

Publikationsangaben:

Pablo Marquez-Neila, Chloe Fisher, Raphael Sznitman, Kevin Heng: "Supervised Machine Learning for Analysing Spectra of Exoplanetary Atmospheres," Nature Astronomy Letters, in press.

<http://dx.doi.org/10.1038/s41550-018-0504-2>

Kontaktpersonen:

Prof. Dr. Kevin Heng

Center for Space and Habitability (CSH), Universität Bern

Telefon: +41 31 631 59 18

kevin.heng@csh.unibe.ch

Prof. Dr. Raphael Sznitman

ARTORG Center for Biomedical Engineering Research, Universität Bern

Telefon: +41 31 632 76 04

raphael.sznitman@artorg.unibe.ch