



Neuronal Decoding nennt sich das Wissenschaftsgebiet, wenn anhand der Gehirnaktivitäten auch gehörte Musik oder Sprache rekonstruiert werden.



Neurowissenschaften

Wie KI lernt, unsere Gedanken zu lesen

Computern ist es erstmals gelungen, menschliche Gehirnsignale in Bilder zu übersetzen. Nicht nur Marketingfirmen interessieren sich für die Technik – auch die Rüstungsindustrie.

Thomas Jahn Düsseldorf

Vor einigen Monaten stockte Yu Takagi der Atem. Die Fotos auf seinem Bildschirm wirkten so überzeugend. Der japanische Forscher ging ins Badezimmer, schaute in den Spiegel und dachte: „Okay, das Spiegelbild sieht normal aus. Vielleicht werde ich doch nicht verrückt.“ Der Grund für die Bestürzung: Ein KI-Modell hatte die Gehirnsignale von Testpersonen in Bilder übersetzt – und die glichen erstaunlich den vorher angeschauten Fotos. „Das hätte ich wirklich nicht erwartet“, sagt der Neurowissenschaftler und angehende Professor an der Osaka-Universität. „Neuronal Decoding“ nennt sich das Wissenschaftsgebiet. Künstliche Intelligenz (KI) kann anhand der Gehirnaktivitäten von Menschen nicht nur zuvor gesehene Bilder, sondern auch gehörte Musik oder Sprache rekonstruieren. „Der Fortschritt ist exponentiell“, sagt Sead Ahmetovic, Chef

46. Werden wir irgendwann Träume als Video sehen können?

von We Are Developers, Europas größter Entwicklerplattform. Überall in der Welt erzielen nicht nur Informatiker und Neurowissenschaftler immer mehr Verbesserungen an dem Verfahren. Auch Start-ups wie Neuralink und Kernel sowie Tech-Konzerne mischen mit – obwohl kommerzielle Anwendungen noch weit in der Zukunft liegen. Es geht um die ultimative Kommunikation zwischen Mensch und Maschine. Takagi wurde nach Veröffentlichung seiner Studie im September 2022 förmlich mit Anfragen überschüttet. Vor allem Marketingfirmen wollten mithilfe der Technologie erforschen, wie gut ihre Werbung ankommt. Auch seien Rüstungsunternehmen dabei gewesen, erzählt der Japaner. Aber: „Das geht aus ethischen Gründen nicht, jeder muss mit einer Untersuchung einverstanden sein – auch wenn es der Feind ist.“ Das Interesse der Unternehmen und Risikokapitalgeber an Takagis Studie mit dem Titel „High-resolution image reconstruction with latent diffusion models from human brain activity“ ist ver-

ständig angesichts der vielen potenziellen Anwendungsbereiche. Die „Hochauflösende Bildrekonstruktion“ von Gehirnaktivitäten führten Takagi und sein Kollege Shinji Nishimoto mit dem Programm Stable Diffusion durch, das an der LMU München entwickelt und von dem englischen Start-up Stable AI auf den Markt gebracht wurde. „Ich bin überrascht, was für unterschiedliche Anwendungen mit Stable Diffusion gemacht werden“, sagt Björn Ommer, Professor für Informatik an der LMU München. Das Deep-Learning-Modell ist vor allem dafür da, aus Texteingaben Bilder zu generieren. Takagi und sein Kollege haben eine Art Übersetzer vor Stable Diffusion gesetzt, der die Hirnsignale für die KI verständlich macht. „Es kann sicherlich keine Gedanken lesen“, sagt Ommer. „Aber es ist spannend, dass es funktioniert.“ **Gehörte Sprache rekonstruieren** So aufgrund der Ergebnisse sind, so liegt doch vieles noch im Unklaren. „Wir wissen nicht, wie das Gehirn Formen oder Farben genau erstellt“, sagt Thirza Dado, kognitive Neurowissenschaft-

Automatisierung Berge und Bots

Gleich mehrere Start-ups arbeiten daran, autonome Roboter in den Alltag zu bringen. Besonders viele junge Firmen kommen aus der Schweiz.

Jakob Blume Zürich

Der US-Roboterhersteller Boston Dynamics ist auch außerhalb der Ingenieurszene einem Millionenpublikum bekannt. Dafür sorgt unter anderem der vierbeinige Roboterhund „Spot“: Videos, in denen die Roboter synchron tanzen, gingen in den sozialen Netzwerken viral. Spot gilt als Paradebeispiel, was Roboter heute können. Von einer breiten Öffentlichkeit weniger bemerkt, dafür von der Fachwelt umso mehr, hat sich in den vergangenen Jahren ein Konkurrent herangepircht: „Anymal“, ein vierbeiniger Laufroboter des Züricher Start-ups Anybotics. CEO Péter Fankhauser hat Anybotics zusammen mit Ingenieurenkollegen von der ETH Zürich 2016 gegründet – im selben Jahr, in dem Boston Dynamics die erste Version seines Robohunds vorgestellt hat. Inzwischen kommen sowohl „Spot“ als auch „Anymal“ für Inspektionen in Industrieanlagen zum Einsatz. „Heute können wir mit Stolz sagen: Wir sind auf Augenhöhe“, sagt ETH-Professor und Anybotics-Mitgründer Roland Siegwart.

Komplexes Zusammenspiel von Motoren und Sensoren

Entscheidend dafür, dass ein anfangs kleines Team von Ingenieuren und Software-Entwicklern mehrere Jahre Entwicklungsversprung von Boston Dynamics aufgeholt hat, war eine Form von Künstlicher Intelligenz (KI) oder ganz präzise: Deep-Learning-Algorithmen. KI sei die Basistechnologie, um Sensoren zu bauen, die menschlichen Sinnesorganen ähnlich sind, bestätigt Anybotics-CEO Fankhauser: „Ohne Künstliche Intelligenz kann die Automatisierung nicht voranschreiten.“ Die Weiterentwicklung autonomer Roboter steht stellvertretend für den Trend, dass KI-Anwendungen eher menschenähnlich agieren. Den Durchbruch erlangte die Technologie noch mit der Lö-

sung von Problemen, die für Menschen kaum zu bewältigen sind, etwa der Verarbeitung großer Datenmengen. „Heute kann ein Computer viel besser Schach spielen als der Mensch, weil er in der Lage ist, viel mehr Züge im Voraus zu planen“, sagt Siegwart. Doch zunehmend verlagert sich die Forschung dahin, Abläufe zu trainieren, die Lebewesen intuitiv beherrschen. „Wenn ein Fohlen auf die Welt kommt, kann es bereits laufen“, führt Siegwart ein Beispiel an. Für einen Roboter ist der Lernprozess ungleich komplexer, ein Zusammenspiel von Motoren, Sensoren, Kameras und der radarähnlichen Lidar-Technologie. Erst das exponentielle Wachstum bei der Rechenleistung, kombiniert mit Fortschritten bei Deep-Learning-Algorithmen, brachte hier den Durchbruch – bis hin zur Tanzchoreografie der Robohunde. Eine große Herausforderung war es für Anybotics schon, dem Roboterhund das Laufen auf unebenem Untergrund oder das Treppensteigen beizubringen. Daher nutzt das Unternehmen Lernalgorithmen, die als künstliche neuronale Netze aufgebaut sind. Diese von den Nervenzellenverbindungen im menschlichen Gehirn inspirierten Berechnungsmodelle ermöglichen es dem Roboter, komplexe Bewegungsabläufe millionenfach virtuell zu trainieren. Damit sparte Anybotics Tausende Übungsstunden im Livebetrieb. „Der Einsatz von Deep-Learning-Algorithmen in der Robotik ist noch nicht Standard“, sagt ETH-Wissenschaftler Siegwart. Doch das Potenzial sei riesig.

Was heute bereits möglich ist, zeigen nicht zuletzt eine Reihe von Start-ups, die aus dem ETH-Labor für autonome Systeme von Professor Siegwart hervorgegangen sind. So hat Sevensesense AI „Augen und Gehirn“ für autonome Roboter entwickelt. Das ermöglicht etwa einem Putzroboter, durch ein gut gefülltes Kaufhaus zu navigieren. Gianluca Cesari, Co-Gründer von Sevensesense, sagt: „Unsere Software hilft Robotern dabei, herauszufinden, wo sie sich in einem Raum befinden, was um sie herum geschieht und wie sie optimal von einem Startpunkt zu einem definierten Ziel finden.“ Der Wachroboter von Ascento patrouilliert eigenständig auf weitläufigen Industriegrundstücken, etwa der Schweizerischen Bundesbahn. Er kann Menschen identifizieren und überprüfen, ob diese sich auf dem Gelände aufhalten dürfen. Voliro wiederum entwickelt eine Drohne, die auf festgelegten Routen durch Industrieanlagen fliegt und in großer Höhe Messungen vornehmen kann. Die technologischen Fortschritte bei KI, insbesondere bei Deep-Learning-Algorithmen, beflügeln die Entwicklung einer völlig neuen Robotergeneration, beobachtet Christian Noske. Er analysiert für den Venture-Capital-Investor NGP Roboterlösungen für die Industrie. Noske sagt: „Industrieroboter waren lange Zeit ausschließlich ein Thema für große Konzerne.“ Die Autobauer haben beispielsweise mit Robotern ihre Produktionsstraßen so stark automatisiert, dass der Mensch bei vielen Prozessschritten nicht eingreifen muss, ja gar nicht eingreifen darf. Doch das lohnt sich nur im großen Stil. Hier liege der fundamentale Unterschied zu der neuen Generation autonomer Roboter: „Sie sind für die Arbeit in Umgebungen ausgelegt, in denen auch Menschen mitarbeiten.“ Die Maschinen könnten damit in einem breiteren Kreis von Unternehmen eingesetzt werden. „Das spricht Kunden an, die zum ersten Mal einen Roboter kaufen“, sagt Noske.

Simpel zu steuern wie ein iPhone

CEO Fankhauser ist überzeugt: „In Zukunft können autonome Roboter nicht nur ihre Umgebung wahrnehmen und messen, sondern selbstständig Aufgaben übernehmen.“ Ein Beispiel sei, chemische Proben zu nehmen und zu analysieren. Für die Entwicklung solcher Fähigkeiten brauche Anybotics noch etwa zwei bis drei Jahre, schätzt er. Cesari von Sevensesense erwartet: „In fünf bis zehn Jahren wird es möglich sein, fast jeden Arbeitsschritt in der Industrie zu automatisieren.“ Den größten Markt sieht er etwa bei der Warenannahme oder dem Verladen. „Ein Logistiklager wird in Zukunft viel weniger menschliches Personal benötigen, die Produktivität wird dramatisch steigen“, ist er überzeugt. Gleichzeitig führen die Fortschritte bei komplexen Sprachmodellen wie ChatGPT dafür, dass die Interaktion von Menschen mit Robotern immer einfacher werde, sagt Investor Noske. „Die Entwicklung ist so stark vorangeschritten, dass Menschen mit einem Roboter schon bald wie mit einem Kollegen kommunizieren können.“ Daran arbeitet auch Sevensesense. Cesari ergänzt: „Unser Ziel ist es, dass ein Roboter so simpel zu bedienen ist wie ein iPhone.“ Doch Wissenschaftler Siegwart kennt auch die Grenzen dessen, was Maschinen auf absehbare Zeit leisten können. „Es gibt viele Roboter, die ein Auto zusammenzusetzen können – aber noch keinen, der ein Auto reparieren kann.“



47. Welchen Einfluss hat KI auf die Robotik?

Anymal: So heißt der vierbeinige Laufroboter des Züricher Start-ups Anybotics.