

Augen im Fokus: Wie Algorithmen bei der Diagnostik diabetischer Retinopathie helfen

In der Augenheilkunde gibt es bereits viele praxisnahe Ansätze zur Nutzung künstlicher Intelligenz für die Erkennung von Folgeschäden

Fragt man Menschen mit Diabetes, welche der möglichen diabetischen Folgeerkrankungen ihnen am meisten Angst macht, nennen die meisten das Risiko zu erblinden. Trotz erheblicher Therapiefortschritte erblindet jährlich einer von 5000 Menschen mit Diabetes an diabetogenen oder anders verursachten Augenschäden.¹ Umso wichtiger ist es, die Früherkennung von Veränderungen an der Netzhaut voranzutreiben – beispielsweise mit künstlicher Intelligenz (KI) und Deep Learning.

Zur frühzeitigen Diagnose der diabetischen Retinopathie wird regelmäßig systematisch der Augenhintergrund auf Veränderungen untersucht. Vielerorts kommen hierfür bereits fotografische Verfahren zum Einsatz, bei denen ein Bild des Fundus aufgenommen und digital gespeichert wird. Die Diagnostik hierbei obliegt einem Arzt. Dieser wird primär nicht mehr benötigt, wenn Deep-Learning-Algorithmen die Auswertung übernehmen. Deren Einsatz war bislang allerdings limitiert, denn sie benötigen eine große Anzahl an Fundus-Bildern mit manuell hinzugefügten Zusatzinformationen (Annotationen), um das Auswerten der Bilder erlernen zu können.

Der neue Algorithmus trainiert sich selbst

Das Hinzufügen der Informationen durch Fachkräfte wiederum ist eine kostspielige Angelegenheit, daher sind annotierte Daten nur begrenzt verfügbar. Das Helmholtz Zentrum München und die TUM School of Life Sciences haben nun eine Methode entwickelt, die den Bedarf an teuren annotierten Daten für das Training des Algorithmus reduziert. Hierfür nutzten sie einen Datensatz der Augenklinik der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München mit mehr als 120 000 Fundus-Bildern und dazugehörigen optischen Kohärenztomographien (OCT), die präzise Informationen



Smartphone-basiertes Augen-Screening in Indien: Eine geschulte augenärztliche Hilfskraft (Mitte) nutzt ein umgerüstetes Smartphone als Augenspiegel unter Anleitung von Dr. Maximilian Wintergerst (links).

Foto: Presseabteilung Universitäts-Augenklinik Bonn

über die Netzhautdicke liefern. Die neue Methode wird als „cross modal self-supervised retinal thickness prediction“ bezeichnet. Dabei brachte sich der Algorithmus selbst bei, nicht-annotierte Fundus-Bilder auf Basis unterschiedlicher OCT-abgeleiteter Profile der Netzhautdicke zu erkennen. Auf diese Weise gelang es ihm, die Netzhautdicke allein auf Basis des Fundus-Bildes vorherzusagen.²

Für mobile oder eingebettete Geräte im klinischen Umfeld

Bei automatisierten Screenings für diabetische Retinopathie erreichte der Algorithmus dieselbe diagnostische Leistung wie medizinische Fachkräfte und auch wie Algorithmen, die weit mehr Trainingsdaten benötigen. Dabei gelang es, den Bedarf an annotierten Daten um 75 % zu reduzieren. „Die automatisierte Erkennung und Diagnose der diabetischen Retinopathie auf Basis der weit verbreiteten Fundus-Fotografie stellt für Vorsorgeuntersuchungen eine echte Verbesserung dar. „Damit könnten auch die Überweisungen von Patienten an teilweise

überfüllte spezialisierte Augenkliniken reduziert werden“, meint dazu Dr. Karsten Kortüm von der Augenklinik der LMU, der für den klinischen Teil dieser Studie verantwortlich war. Einen weiteren Vorteil der neuen Methode sehen die Forschenden darin, dass sie bis zu 200-mal kleinere Algorithmen ermöglicht, die dadurch leichter auf mobilen oder eingebetteten Geräten im klinischen Umfeld eingesetzt werden können.

Genau an einem solchen mobilen Einsatz von KI forschen derzeit auch verschiedene Start-ups. So sind künftig in der Diagnostik der diabetischen Retinopathie Algorithmen denkbar, mit denen medizinisches Fachpersonal – ausgestattet mit nicht mehr als einem Smartphone, das mit einer handelsüblichen Optik und einer KI-Software ausgerüstet ist – Augenhintergrunduntersuchungen durchführen kann. Sofern die KI ausschließlich lokal auf dem Smartphone agiert, benötigt man für diese Form der KI-Diagnostik pathologischer Veränderungen am Auge weder Cloud-Services noch andere Onlinedienste.

Dezentrale Augen-Basisdiagnostik in der Diabetespraxis

Für den Diabetologen Dr. Jens Kröger vom Zentrum für Diabetologie Hamburg-Bergedorf ist das eine attraktive Vorstellung: „Mit solchen Tools könnten Hausärzte und Diabetologen ohne Hinzuziehung eines Augenarztes selbst direkt erkennen, ob sich der Zustand der Netzhaut seit dem letzten Check-up verändert hat.“ Erfahrungsgemäß versäumen immer wieder Patienten ihre turnusmäßigen Augen-Checks – sei es, weil sie die Gefahr von Netzhautveränderungen unterschätzen, weil sie Schwierigkeiten

haben, einen Termin beim Augenarzt zu ergattern, oder schlicht weil sie den zusätzlichen Vorsorgetermin vergessen. „Für alle diese Menschen wäre es eine große Erleichterung, wenn man zumindest einen initialen Check gleich im Rahmen der Quartalsuntersuchung in der Diabetespraxis machen könnte, um Gefahrenmomente für Menschen mit Diabetes hinsichtlich der Augengesundheit zu erkennen“, findet Dr. Kröger. Für ihn selbst hätte ein solches KI-basiertes Tool den Vorteil, dass er dann auch schnell die Problematik mit den kooperierenden Augenärzten besprechen kann und der Mensch mit Diabetes schnell einen Termin beim Augenarzt bekommt.

Smartphone-Funduskopie und Telemedizin

Auch an Orten, wo es generell an medizinischer Infrastruktur mangelt, können KI-gestützte Smartphone-Anwendungen bei der Diagnostik diabetesbedingter Augenveränderungen unterstützen – beispielsweise in Südindien. Dort haben ungefähr 10 % der Bevölkerung Diabetes, etwa jeder dritte der Betroffenen hat schon eine diabetische Retinopathie entwickelt. Die frühzeitige Erkennung von Veränderungen am Augenhintergrund ist in den medizinisch unterversorgten Gegenden außerhalb der Städte oder in Slums allerdings nur eingeschränkt möglich. Ausgangspunkt ist ein Projekt zum telemedizinischen Screening, das man mit Unterstützung der Klinik für Augenheilkunde der Uniklinik Bonn am Sankara Eye Hospital in Bangalore entwickelt hat. Dort hatte man bereits einen sehr einfachen und kostengünstigen Ansatz für die Smartphone-Funduskopie erarbeitet. Geschultes Personal kann damit Fotos



Das Zukunftsboard Digitalisierung

Mit dem Zukunftsboard Digitalisierung (zd) möchte die BERLIN-CHEMIE AG dazu beitragen, den Digitalisierungsprozess in der Diabetologie aktiv voranzutreiben. Zurzeit gehören dem zd zehn feste Experten an. Darunter niedergelassene und klinisch tätige Diabetologen, Experten für Diabetestechnologie, Vertreter von Krankenkassen und Patienten. Das zd wird geleitet von Professor Dr. Bernhard Kulzer, Bad Mergentheim. Das zd möchte aufzeigen, welche Chancen und Nutzen die Digitalisierung bietet, aber auch Risiken identifizieren. Mehr Informationen unter www.zukunftsboard-digitalisierung.de und www.medical-tribune.de/digital-corner.

von Patientenaugen machen und zur Auswertung weiterleiten. Nach einer ersten erfolgreichen Pilotstudie sind der Projektleiter Dr. Maximilian Wintergerst, Assistenzarzt in der Bonner Augenklinik, und sein Team derzeit dabei, augenärztliche Hilfskräfte vor Ort in der neuen Technik auszubilden und parallel dazu ein Telemedizin-Zentrum aufzubauen.^{3,4} Dort können Augenärzte dann rasch eine Diagnose stellen und bei Bedarf eine Behandlung einleiten. Aufgrund seiner geringen Kosten und der einfachen Durchführung mit nicht-ärztlichem Personal kann das Smartphone-basierte Screening dazu beitragen, viele Menschen mit Diabetes in Indien vor der Erblindung zu bewahren. Das Projekt wurde 2020 mit einem Sonderpreis des bytes4diabetes-Award ausgezeichnet.⁵ Aktuell arbeiten die deutschen und indischen Forscher an einer App, die u.a. mithilfe von KI eine automatische Vorauswertung der Aufnahmen vornimmt und somit krankhafte Veränderungen ganz ohne menschliche Mitwirkung erkennen kann.

1. NVL Prävention und Therapie von Netzhautkomplikationen bei Diabetes; 2015
2. Holmberg et al. Nature Machine Intelligence; 2020
3. Wintergerst M et al. Ophthalmology 2020
4. Pressemitteilung der Universität Bonn; www.uni-bonn.de/neues/245-2017
5. www.bytes4diabetes.de/smartphone-based-tele-ophthalmology

Verschiedene Formen intelligenter Algorithmen

- **Künstliche Intelligenz:** Teilgebiet der Informatik, das sich mit menschlichem Denk-, Entscheidungs- und Problemlösungsverhalten und dessen Ab- und Nachbildung durch computergestützte Verfahren beschäftigt.
- **Maschinelles Lernen:** Intelligente Algorithmen suchen Muster bzw. Strukturen in Daten, welche gelernt und Grundlage für neue Entscheidungen in der Zukunft werden.
- **Neuronale Netze:** Ansammlung einzelner Informationsverarbeitungseinheiten (Neuronen), die in einer bestimmten gelernten Gewichtung miteinander verschaltet sind und damit der Arbeitsweise des menschlichen Gehirns ähneln.
- **Deep Learning:** Methode zur leistungsfähigeren Analyse und Optimierung künstlicher neuronaler Netze mithilfe annotierter Daten.