

■ FORSCHUNG | 12.11.21

DIABETESERKENNUNG AUF DER NETZHAUT DURCH DEEP LEARNING

● Die durch Diabetes hervorgerufene Erkrankung der Netzhaut (diabetische Retinopathie, DR) ist die häufigste Ursache für den Verlust des Sehvermögens bei Erwachsenen im Alter zwischen 25 und 60 Jahren in Europa. Wenn DR frühzeitig erkannt wird, kann eine Behandlung den Sehkraftverlust wirksam reduzieren oder verhindern. Jedoch gibt es bisher nur in wenigen Ländern nationale Screening-Programme zur Erkennung von DR. Diese sind zudem sehr kostspielig.



(/fileadmin

/_processed_/8/4/csm_newsimage357316_7df4b3a4e8.jpg)

Dr. Holger Pfeifer - Kompetenzfeldleiter Software Dependability fortiss GmbH; Foto: fortiss GmbH

Im Rahmen der von fortiss unterstützten FED4SAE-Innovationsmaßnahme ist Ubotica Technologies als Gewinner aus einem Open Call hervorgegangen und hat eine auf Deep Learning basierende Lösung entwickelt, um das Vorhandensein von DR-Indikatoren in Netzhautbildern zu erkennen. Diese DR-Indikatoren auf der Netzhaut können mithilfe spezieller Retinakameras (Netzhautkameras, Funduskameras) erkennbar gemacht werden.

Durch den Einsatz der von fortiss entwickelten Software NNDK (Neural Network Dependability Kit) konnte das Deep-Learning-Modell so verbessert werden, dass es direkt in einer Funduskamera eingesetzt werden kann. Die Lösung wurde entwickelt, um Augenärzte bei der genauen und konsistenten Bewertung und Diagnose von DR zu unterstützen. Zu diesem Zweck liefert sie mithilfe von NNDK auch Informationen über die Grundlage, auf der die Bewertung vorgenommen wurde.

Motivation

Ziel der Entwicklung war es, einen funktionierenden Prototyp zu erstellen, der die Klassifizierung von Netzhautfundusbildern auf das Vorhandensein von Indikatoren für DR demonstriert. Die inhärenten Unsicherheiten von Algorithmen des Maschinellen Lernens schränken jedoch aufgrund ihres datengesteuerten Ansatzes die Integration in ein solches Klassifikationssystem ein, insbesondere in einem so sicherheits-kritischen Bereich.

Wesentliche Herausforderungen beim Einsatz auf Künstlicher Intelligenz (KI) basierenden Lösungen sind zum einen, Aussagen über die Zuverlässigkeit der Entscheidungen der künstlichen neuronalen Netze (Artificial Neural Networks = ANN) hinsichtlich Robustheit, Interpretierbarkeit und Korrektheit treffen zu können, und zum anderen in der stetigen Überwachung der Entscheidungen des neuronalen Netzes zu gewährleisten.

Lösungsansatz

Neuronale Netze sind künstliche Netzwerke aus vielen kleinen Einheiten (Neuronen), welche hochgradig verknüpft sind. Die einzelnen Neuronen sind adaptiv und das Netz damit lernfähig. In den letzten Jahren wurden neuronale Netze in großem Umfang in verschiedensten Anwendungen, wie z. B. dem Autonomen Fahren oder der Produktion zur Bilderkennung, Objektdetektion, Wahrnehmung und auch zur Entscheidungsfindung, eingesetzt. Diese lernfähigen Komponenten sind jedoch mit herkömmlichen Methoden nur schwer zu überprüfen. Insbesondere für die ANN-gestützte Klassifizierung medizinischer Bilder ist es wichtig, Eigenschaften der Robustheit von ANNs gegenüber verrauschten oder sogar böswillig manipulierten sensorischen Eingaben zu ermitteln. Da es keine bewährten Verfahren für die Entwicklung sicherer neuronaler Netze gibt, besteht außerdem ein erheblicher Bedarf an diversen geeigneten Metriken zur Messung wichtiger Zuverlässigkeitsmerkmale.

Ubotica hat, basierend auf 35.000 frei verfügbaren, vorklassifizierten Netzhautbildern, ein neuronales Netz, basierend auf Deep Learning, zur Indikation von DR trainiert. Die technische Lösung nutzt die Intel Movidius Myriad X Vision Processing Unit (VPU), eine elektronische Prozessoreinheit, die direkt in die Funduskamera integriert werden kann. Zunächst verarbeitet die VPU die Netzhautbilder mit ihren integrierten Bildfilterfunktionen vor. Daraufhin wird das trainierte neuronale Netz angewendet, um das Netzhautbild auf DR-Indikatoren zu untersuchen. NNDK kommt in der Entwicklung des neuronalen Netzes zum Einsatz, um mit verschiedenen Metriken dessen Leistung zu bewerten und damit das Modell weiter zu verbessern.

Das NNDK ist eine von fortiss entwickelte Open-Source-Toolbox zur Unterstützung des Safety-Engineering und zum besseren Verständnis von neuronalen Netzen. Es unterstützt die Verifikation, die Testfallgenerierung und die Berechnung von Metriken für neuronale Netze. Es basiert auf formalen Methoden, die zur Modellierung und rigorosen Überprüfung von Computersystemen dienen, um in sicherheitskritischen Systemen Fehlerfreiheit zu beweisen und um die Qualität von neuronalen Netzen zu argumentieren. Somit können neuronale Netze entwickelt werden, die robuster, zuverlässiger, interpretierbarer und vertrauenswürdiger sind.

Zu den wichtigsten Funktionen des NNDK gehören: