

Technische Hochschule Mittelhessen

Akustische Covid-Diagnose durch Husten

im Modul
Praktikum Künstliche Intelligenz (PKI)

Autorin:

Paula Schwalm (Matrikelnummer: 347488)

1. Einleitung

„Die Art des Geräusches ändert sich, wenn Sie Covid haben – selbst wenn Sie noch asymptomatisch sind. [1]“

— Brian Subirana

The way you produce sound changes when you have Covid, even if you're asymptomatic. [2]

Die Infektionskrankheit COVID-19, verursacht durch das SARS-CoV-2-Virus, verbreitet sich seit ihrem Ausbruch im Dezember 2019 [3] weltweit und wurde am 11. März von der Weltgesundheitsorganisation (englisch: World Health Organization, WHO) als Pandemie eingestuft [4]. Erst im Jahr 2022 konnte die Pandemie durch die Entwicklung eines Impfstoffs eingedämmt [5] und seitdem die Anzahl der Infektionen deutlich reduziert werden. Das Virus weist eine hohe Symptomvielfalt auf und kann von milden Erkältungserscheinungen bis hin zu schweren Lungenentzündungen führen, die im schlimmsten Fall zum Tod führen können [6]. In einer Studie der WHO wurde festgestellt, dass 67,7 % der 55.924 untersuchten Fälle unter einem trockenen Husten litten. Angesichts der Häufigkeit dieses Symptoms haben verschiedene Forscherinnen und Forscher untersucht, ob ein neuronales Netzwerk entwickelt werden kann, das in der Lage ist, eine Audioklassifizierung (COVID-19 positiv oder negativ) anhand eines Hustengeräusches durchzuführen. Durch Arbeiten wie „Cough Audio Analysis for COVID-19 Diagnosis“ [7] oder „COVID-19 detection using cough sound analysis and deep learning algorithms“ [8] konnte gezeigt werden, dass ein solches Verfahren möglich ist und vielversprechende Ergebnisse liefert. Ein solches Verfahren bietet eine kostengünstige, nicht-invasive und schnelle Alternative zu herkömmlichen Testverfahren und zeigt, wie Deep Learning Technologien künftig in der Medizin zur Diagnose von Krankheiten eingesetzt werden könnten.

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung von neuronalen Netzwerken für die vorgestellte Problemstellung, wobei der Fokus auf der Betrachtung von unterschiedlichen Lösungsansätzen liegt. Die Arbeit, die im Rahmen des Moduls „Praktikum Künstliche Intelligenz“ (PKI) an der Technischen Hochschule Mittelhessen (THM) im Wintersemester 2024/2025 entstanden ist, verfolgt dabei nicht das Ziel, den optimalen Ansatz zu ermitteln, sondern vielmehr unterschiedliche mögliche Lösungsansätze zu untersuchen. Um möglichst realitätsnahe Ergebnisse zu erzielen, wird darauf geachtet, die Daten nicht

vorzuverarbeiten, d. h. es werden keine Hintergrundgeräusche herausgefiltert oder ähnliche Verfahren angewendet.

2. Forschungsstand

Eine der ersten Forschungsergebnisse zur Erkennung von COVID-19 durch die Analyse von Hustengeräuschen wurde von Wissenschaftler:innen des Massachusetts Institute of Technology veröffentlicht [2]. Zur Erkennung entwickelten Sie ein Künstliche Intelligenz (KI) Sprachverarbeitungsframework, das akustische Biomarker-Funktionsextraktoren nutzt und auf einem Convolutional Neural Network (CNN) basiert. Dadurch konnten Sie eine Erkennungsquote von 98,5 % bei nachweislich infizierten Personen erreichen und 100 % bei symptomfreien Probanden [9], wobei das Modell an 4256 Probanden getestet worden ist. Aufgrund der vielversprechenden Ergebnisse wurden insbesondere im Zeitraum der Covid-19 Pandemie weitere Forschungsergebnisse veröffentlicht, die sich mit verschiedenen Ansätzen zur Audioklassifizierung von COVID-19 Hustengeräuschen beschäftigen. Beispielsweise wurde in dem Paper „Cough Audio Analysis for COVID-19 Diagnosis“ [10] eine Wettbewerbsanalyse von vier verschiedenen Modellen: Multilayer Perceptron (MLP), Convolutional Neural Networks (CNN), Recurrent Neural Networks with Long Short-Term Memory und VGG-19 with Support Vector Machines durchgeführt, wobei das beste Ergebnis mit dem MLP-Modell erzielt werden konnte.

Die Literaturrecherche ergab, dass es verschiedene Ansätze zur Audioklassifizierung von COVID-19 Hustengeräuschen gibt, die sich vielen Faktoren wie der Vorverarbeitung der Daten, der Wahl und Komplexität des Modells und der Wahl des Datensatzes unterscheiden. Diese Faktoren beeinflussen die Genauigkeit der Modelle und zeigen, dass es keine allgemeingültige Lösung gibt. Aufgrund des Endes der Pandemie und der damit verbundenen sinkenden Relevanz von COVID-19 ist die Forschung in diesem speziellen Anwendungsfall rückläufig oder wird nicht mehr weiterverfolgt. Forschende und Unternehmen konzentrieren sich derzeit auf andere medizinische Anwendungsfälle, wie die Erkennung von Tuberkulose oder anderen Krankheiten durch KI-Modelle. So arbeitet Google beispielsweise an einem bioakustischen Modell, das Krankheiten, wie Tuberkulose, anhand von Geräuschen erkennen kann, um so eine Frühdiagnostik zu ermöglichen FIXME.

3. Literaturverzeichnis

- [1] [Online]. Verfügbar unter: <https://www.heise.de/news/KI-soll-COVID-19-Infizierte-am-Husten-erkennen-4945746.html>
- [2] [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bbc.com/news/technology-54780460>
- [3] [Online]. Verfügbar unter: <https://www.dzif.de/de/glossar/sars-cov-2>
- [4] [Online]. Verfügbar unter: <https://www.tagesschau.de/ausland/europa/coronavirus-317.html>
- [5] [Online]. Verfügbar unter: <https://www.mdr.de/wissen/ende-corona-pandemie-weltweit-zweitausenddreihundzwanzig-deutschland-endemischer-zustand-100.html>
- [6] [Online]. Verfügbar unter: <https://www.infektionsschutz.de/coronavirus/basisinformationen/symptome-und-krankheitsverlauf/>
- [7] Zugriffen: 3. Januar 2025. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.dzif.de/de/glossar/sars-cov-2>
- [8] Zugriffen: 3. Januar 2025. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.dzif.de/de/glossar/sars-cov-2>
- [9] [Online]. Verfügbar unter: <https://www.embs.org/ojemb/articles/covid-19-artificial-intelligence-diagnosis-using-only-cough-recordings/>
- [10] [Online]. Verfügbar unter: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9791965/>
- [11] [Online]. Verfügbar unter: <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19-final-report.pdf>
- [12] [Online]. Verfügbar unter: <https://c4science.ch/diffusion/10770/>
- [13] [Online]. Verfügbar unter: <https://github.com/virufy/virufy-data>
- [14] [Online]. Verfügbar unter: https://www.covid-19-sounds.org/en/blog/neurips_dataset.html
- [15] [Online]. Verfügbar unter: <https://www.heise.de/news/Frueherkennung-Neue-Google-KI-soll-Krankheiten- hoeren-koennen-9853725.html>