

# Sensitivitätsanalyse eines neuronalen Netzes mit Hilfe einer systematischen Teststrategie zur Bestimmung von Grenzfällen

Jonas Engler

Bachelorarbeit • Studiengang Informatik • Fachbereich Informatik und Medien • 23.01.2023

## Problemstellung

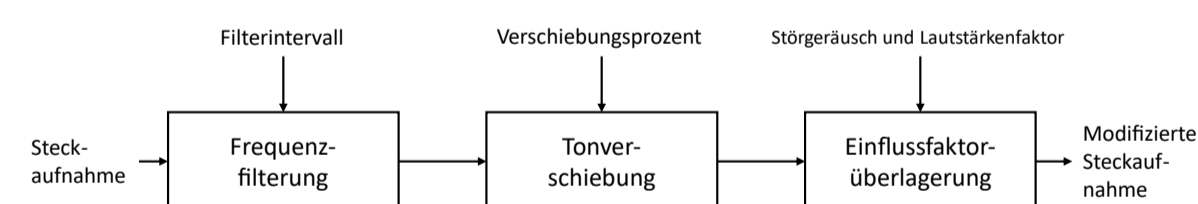
Es besteht Unsicherheit darüber, inwiefern sich akustische Einflussfaktoren einer Montageumgebung auf ein akustikbasiertes Prüfsystem für Steckverbindungen auswirken. Damit das System prozessfähig integriert werden kann, muss dieses gegenüber den Einflussfaktoren abgesichert werden. Bisher wurden Feldtests durchgeführt, die einzelne Aspekte der Realumgebung betrachten und das System absichern. Diese sollen um eine systematische Teststrategie ergänzt werden, die genauere Analysen zulässt.

## Aufgabenstellung

Ziel der Arbeit ist es eine systematische Teststrategie zur Simulation von Störfaktoren auf das KI-System zu entwickeln, diese anzuwenden und basierend auf berechneten Ergebnissen eine Analyse durchzuführen. Dadurch wird das Bewertungsverhalten des Systems ermittelt, beschrieben und so das Erreichen von Bewertungsgrenzen vorhersagbar gemacht.

## Konzept

Zur Simulation von Faktoren auf das KI-System, wurde zunächst ein Entwurf der Teststrategie erstellt. Bei diesem werden Eingabedaten für das System systematisch modifiziert, bewertet und Veränderungen im Bewertungsverhalten erfasst. Im Rahmen der Modifikation von Daten werden Varianz in diesen und Einflussfaktoren auf das System simuliert. Da es sich bei den Daten um Audioaufnahmen handelt, werden Techniken der Signalverarbeitung genutzt. Diese wirken zusammen, um eine Modifikationskette zu bilden, die verschiedene kumulative Veränderungen simulieren kann. In der Arbeit verwendete Techniken sind Frequenzfilterung, Tonverschiebung und Interferenz von Stör- und zu bewertenden Geräuschen. Jede dieser Techniken erhält eine Liste von Stellwerten, die während der Modifikation durchlaufen werden.



Nachdem eine modifizierte Aufnahme generiert wurde, wird diese durch das KI-System bewertet. Das System gibt eine Liste binärer Klassifikationen „ok“/„nok“ und zugehöriger Konfidenzwerte zwischen 0 und 1 aus. Aus der Liste wird mittels der Formel

$$k = \begin{cases} \#ok \geq 1 & \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n k_i \\ \#ok = 0 & 0 \\ \emptyset & 0 \end{cases}$$

der Konfidenzwert  $k$  berechnet. Berechnete Konfidenzwerte werden für die Analyse in Binärdateien gespeichert.

## Datenbasis

Zur Generierung analysierbarer Bewertungen wurde ein Datensatz zusammengestellt, der aus Aufnahmen von Steckungen eines Steckertyps und verschiedenen Störgeräuschen besteht. Die Störgeräusche umfassen folgende Kategorien:

- Schrauben eines Schraubers
- Rascheln mit ISO-Clips
- Verrasten eines ISO-Clips
- Verrasten einer Schmelzabdeckung
- Einmaliges Händeklatschen

## Analyse

Zur Ermittlung und Beschreibung des Bewertungsverhaltens wurde jede Modifikationstechnik jeweils einzeln in ihrer Wirkung betrachtet. Dafür wurden Verteilungen berechneter Werte mit Violinendiagrammen und der Verlauf des arithmetischen Mittels und Medians dargestellt. Außerdem wurden Regressionstechniken für die Tonverschiebung und Interferenz genutzt, um passende Funktionen zu berechnen, die die Veränderungen im Bewertungsverhalten beschreiben. Diese umfassen lineare Funktionen und eine e-Funktion mit linearem Anteil. Des Weiteren wurden Störfaktoren mittels der Berechnung der Pearson-Korrelationskoeffizienten für generierte Bewertungen priorisiert.

## Ergebnisse

Die Resultate der Analyse sind eine Rangliste der Störfaktoren, für den Bewertungsprozess der KI relevante Frequenzbereiche und die Reaktion des Systems auf Tonverschiebung. Die Rangliste vom stärksten zum schwächsten Einfluss ist:

1. Rascheln mit ISO-Clips
2. Einmaliges Händeklatschen
3. Verrasten eines ISO-Clips
4. Verrasten einer Schmelzabdeckung
5. Schrauben eines Schraubers

Für die Bewertung der KI sind Frequenzbereiche von 4410 bis 6615 und 15434 bis 17640 Hz für den betrachteten Steckertyp von Bedeutung. Die Reaktion des Systems auf Tonverschiebung ist ein Abfall der Konfidenz. Jedoch fällt die Konfidenz stärker bei Verschiebung in den hoch- als in den niedrigfrequenten Bereich ab.

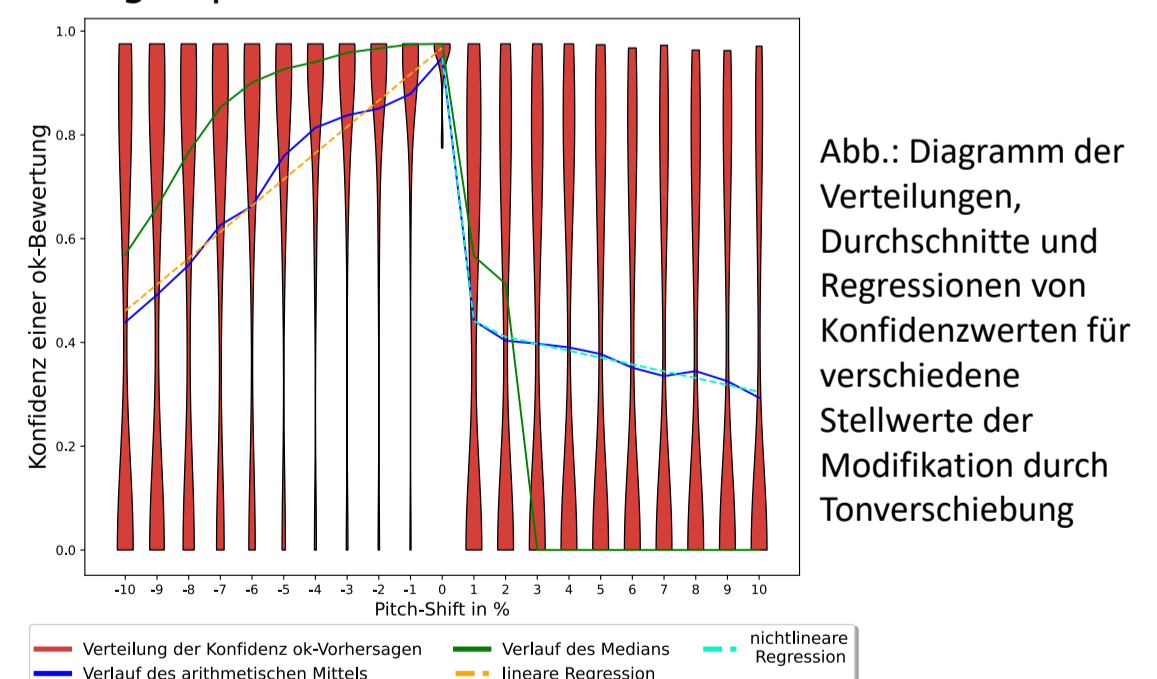


Abb.: Diagramm der Verteilungen, Durchschnitte und Regressionen von Konfidenzwerten für verschiedene Stellwerte der Modifikation durch Tonverschiebung

## Fazit

In der Arbeit wurde eine Teststrategie erarbeitet, implementiert, angewandt und resultierende Daten analysiert. Das Resultat der Analyse sind Funktionen, die die Reaktion der KI auf verschiedene Einflüsse beschreiben, sowie für die Bewertung der KI wichtige Frequenzbereiche von zu bewertenden Geräuschen. Dadurch lässt sich das Erreichen von Bewertungsgrenzen vorhersagen und die Unsicherheit über die Wirkung von Einflussfaktoren reduzieren.