

Fachbereich Elektrotechnik und Technische Informatik  
*Department of Electrical Engineering and Computer Science*

**Studien- und Bachelorarbeit**  
**Sergej Grunau**

**Klassifizierung überlagerter Funksignale mit**  
***Convolutional Neuronal Networks***

**Kurzfassung**

*Convolutional Neural Networks* (CNNs) haben sich im Bereich der Modulationserkennung und Funksignalidentifikation bewährt. Die dort eingesetzten CNNs sind Single-Label-Klassifizierer und können nur eine Modulation oder ein Funksignal in einer Power-Spectral-Density-Aufzeichnung (PSD) klassifizieren.

In dieser Arbeit wird ein Ansatz für den Entwurf eines Multi-Label-Klassifizierers vorgestellt, der mehrere Signale in einer PSD-Aufzeichnung klassifizieren kann. Dazu wird ein bekannter Single-Label-Klassifizierer verwendet und seine Ausgabefunktion geändert. Um den Multi-Label-Klassifizierer zu trainieren, wird aus dem Single-Label-Datensatz von [1], ein Multi-Label-Datensatz erstellt. Anschließend wird der Multi-Label-Klassifizierer in das Software-Defined-Radio-Framework (SDR-Framework) Gnuradio integriert und der Datendurchsatz gemessen.

Die Ergebnisse zeigen, dass Multi-Label-Klassifizierer bezüglich der Erkennungsraten an Single-Label-Klassifizierern heranreichen. Bei einem Multi-Label-Problem mit fünfzehn Klassen erreicht der Multi-Label-Klassifizierer Erkennungsraten von 93%.

**Abstract**

Convolutional Neural Networks (CNNs) have been proved in the field of modulation detection and radio signal identification. These CNNs are single label classifiers and are able to classify only one modulation or one radio signal in a power spectral density (PSD) plot.

In this thesis an approach for the design of a multi-label classifier is presented, which can classify several signals in a PSD plot. For this purpose, a well-known single-label classifier is used and its output function is changed. To train the multi-label classifier, a multi-label dataset is created from the single-label dataset [1]. Finally, the multi-label classifier is integrated into the software-defined radio framework (SDR framework) Gnuradio to measure the data throughput.

The results show that the multi-label classifier approaches the accuracy of the single-label classifier. For a multi-label problem with fifteen classes, the multi-Label classifier achieves recognition rates of 93 %.

**Prüfer:**     **Prof. Dr.-Ing. Uwe Meier**  
              **Prof. Dr.-Ing. Volker Lohweg**