

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

**Studien- und Bachelorarbeit**  
**Malte Schmidt**

**Funksignalklassifizierung mit *Convolutional Neural Networks*:**  
**Möglichkeiten und Grenzen – Implementierung und Evaluation**

**Kurzfassung**

Die zunehmende Nutzung von lizenzfreien Frequenzbändern erfordert ein zuverlässiges Koexistenzmanagement für eine effiziente Nutzung der Ressourcen. Elementarer Bestandteil eines Koexistenzmanagements ist ein Klassifikator zur Funksignalklassifizierung.

In dieser Arbeit werden *Convolutional Neural Networks* zur Funksignalklassifizierung entworfen und untersucht. Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass sich *Convolutional Neural Networks* sinnvoll für eine Funksignalklassifizierung einsetzen lassen. Durch die Selbstoptimierung der *Convolutional Neural Networks* während der Lernphase werden Merkmale angelehrt, die eine zuverlässigere Klassifizierung von Funksignalen als durch den zuvor eingesetzten *Neuro-Fuzzy*-Signalklassifikator ermöglichen.

Die *Convolutional Neural Networks* erzielen bei vergleichsweise höheren Anforderungen an die Rechenleistung bessere Erkennungsraten. Ab einem Signal-Rausch-Verhältnis von ca.  $-5$  dB ist die Erkennungsrate der *Convolutional Neural Networks* höher als 95%.

**Abstract**

The steadily growing use of license-free frequency bands requires a reliable coexistence management. An elementary part of a coexistence management is a classifier.

In this work a convolutional neural network is proposed as a classifier for radio signal classification. The results show that convolutional neural networks are a suitable type of classifier for the classification of radio signals. With the naively learned features through self-optimization during a learning process the convolutional neural networks perform better overall signal-to-noise ratios than the neuro-fuzzy signal classifier, a radio signal classifier that was previously used for coexistence management.

With convolutional neural networks an accuracy higher than 95% was achieved for a signal-to-noise ratio of at least  $-5$  dB.

**Prüfer:**     **Prof. Dr.-Ing. Uwe Meier**  
                  **Prof. Dr.-Ing. Oliver Stübbe**