



## AFCEA Bonn e.V. Studienpreis 2017 Kernthesen der Arbeit

<b>Titel der Arbeit:</b>	Segmentation and Detection of "Man-made Targets"
<b>Tag der Einreichung:</b>	12.02.2016
<b>Hochschule:</b>	Hochschule Koblenz
<b>Name des Verfassers:</b>	Alexander Epp
<b>Betreuender Professor:</b>	Prof. Jens Bongartz

*Kurze Beschreibung (1 Seite !) der Kernthesen.*

*Was ist die Quintessenz der Arbeit?*

Die eingereichte Arbeit befasst sich mit der Bildsegmentierung und Detektion von durch menschlichen Einfluss geschaffenen Zielen in Synthetic-Aperture Radarbildern (SAR). Ziel ist Implementierung der kompletten Verarbeitungskette von der Bildgewinnung über die Signalverarbeitung bis hin zur automatischen Bodenziel-Klassifizierung (ATR) für luftgestützte Radare. Die in der Arbeit gewonnen theoretischen und anhand der MATLAB-Implementierung praktisch nachgewiesenen Erkenntnisse liefern hierzu einen wichtigen Baustein.

Die Arbeit mit Radardaten stellt im Vergleich zu optischen Bildverarbeitungsverfahren eine besondere Herausforderung dar. Die aus der kohärenten Verarbeitung der Radarsignale gewonnen komplexwertigen Rohdaten werden durch unterschiedliche, z.T. topographieangepasste Projektionsverfahren zu 2D-SAR Bildern weiterverarbeitet. Aufgrund der aktiven Beleuchtung ist das Ergebnis im Wesentlichen abhängig von Ausbreitungs- und Reflexionseigenschaften des Zielgebiets und unabhängig von externen Strahlungsquellen.

Zur Vorverarbeitung der Daten wurden in der Arbeit das Median-, Bilateral und das Wienerfilter implementiert und anhand des Peak-Signal-to-Noise-Ratio evaluiert. Hierzu wurden aus der Literatur typische SAR Rausch-Wahrscheinlichkeitsverteilungen in Abhängigkeit der Bodenbeschaffenheit entnommen und in MATLAB umgesetzt. Das beste Ergebnis liefert das Median und das Wiener-Filter mit einem aus dem Bild geschätzten Sigma-Wert. Weitere Vorverarbeitungsschritte dienen der Entfernung von sensorspezifischen Parametern, wie Skalierung, Spiegelung, Ausrichtung sowie wie die Normalisierung der Bilddynamik durch Histogrammausgleich.

Die vorverarbeiteten Bilder werden anschließend in die Bereiche Wald, Wiese, Gebäude, Straße und Gewässer diskriminiert um darin „Man-Made-Objects“ zu detektieren. Die Segmentierung erfolgt in mehreren Schritten für die einzelnen Bereiche, wobei bereits zugeordnete Regionen vom bestehenden Bild abgezogen werden. Zunächst wird mittels der e-Funktion der Kontrast verschärft um anschließend mit morphologischen Operationen Gebäude zu identifizieren, da diese gut strukturierte, z.B. rechteckige Reflexionskanten aufweisen. Danach werden mittels Verfahren aus der optischen Bildverarbeitung Gebiete wie Schatten, Straßen aber auch Gewässer erkannt. Für das verbleibende Bild wird die Gray Level Cooccurrence Matrix bestimmt. Mit dieser lassen sich die Strukturmaße Kontrast, Korrelation, Energie und Homogenität nach Haralick bestimmen. Diese Features werden anhand einer Korrelation mit einer gelabelten Trainingsdatenbank zur Klassifizierung von Wiesen- und Waldgebieten genutzt. Die Segmentierung endet mit einer

entropiebasierten Kantendetektion. Dies ermöglicht die spätere Zuordnung des segmentierten Bereichs mit verfügbarem Kartenmaterial, wie z.B. Open-Street Maps.

Der letzte Verarbeitungsschritt auf den segmentierten Regionen stellt die Detektion von möglichen Zielen dar. Hierzu wurde ein Constant-False-Alarm (CFAR) Detektor implementiert. Dieser maximiert die Entdeckungswahrscheinlichkeit bei gegebener Falschalarmrate. Die Berechnung der Detektionsschwelle richtet sich nach der Statistik des sog. Radar-Clutters (Reflexionen des zielumgebenden Bodens). Hierzu wurden in der Arbeit die Exponential, Rayleigh-, Log- Normal, Weibullverteilung untersucht. Die Verteilungsparameter werden über einen Maximum-Likelihood-Schätzer aus einem über das Bild geschobenen Fenster geschätzt. Die besten Detektionsraten lieferten die Exponential- und log-Normal Verteilungen, wobei aufgrund der fünf-fach geringeren Laufzeit der CFAR-Detektor mit Exponentialverteilung schlussendlich das Verfahren der Wahl darstellt. Abschliessend wurden in der Arbeit Teile des Codes durch die MATLAB Parallel-Computing Toolbox reimplementiert, was zu einem deutlichen Geschwindigkeitszuwachs führte.

Die komplexe Verarbeitungskette wurde im Rahmen der Arbeit mit realen, für die Bundeswehr erfolgten SAR-Szenen validiert. Die von Herrn Epp aktuell weitergeführten Arbeiten befassen sich mit der weiteren Parallelisierung des Codes zur Geschwindigkeitssteigerung, sowie der Untersuchung von Unsupervised-Learning Verfahren zur Clusterung der Bildsegmente ohne a-priori Wissen über die Bildinhalte.