**Zhuowei Han**

Pfaffenwaldring 44D • 70569 Stuttgart • Tel.: 0176/61891464

***Tätigkeitsbeschreibung I***

09/2013 – 03/2014 Forschungsarbeit, Robert Bosch GmbH, Leonberg,

**◼ Thema**

Optimierung und Validierung der Parameter der adaptiven Schwelle im ultraschallbasierten Detektionssystem

**◼ Aufgabe**

1. Auswerte-Algorithmus in Matlab weiterentwickeln mit dem Ziel einer weitgehenden Automatisierung der Tests
2. Ermittlung fehlender Daten/Szenen
3. Entwicklung von Ansätzen zur Verbesserung des Algorithmus

**◼ Meine Tägtigkeiten**

Das Cell Averaging Constant False Alarm Rate (CA-CFAR) Algorithmus wird für die Messung der Entfernung zum Objekt im zukünftigen Fahrerassistenzsystem verwendet, welches eine adaptive Schwelle für die Detektion der Amplitudenspitze im zeitlichen Autokorrelationssignal bestimmt. Durch diese Forschungsarbeit soll ein Mutiplikatorsparameter für dieses Algorithmus optimiert und validiert werden.

1. Durchführung von „Untergrund-Messungen“ ohne Objekt mit verschiedenen Oberflächen
   1. Aufbau des Messsystem.
   2. Durchführung der Messung auf dem glatten Boden im Einbauhalle.

Die Messdaten von dieser Messung wird als Referenz für alle andere Boden betrachtet, da es im Prinzip kein Bodenecho gibt.

* 1. Durchführung der Messung im Fahrzeug auf Asphalt, Schotter, Pflaster, Gras. Das Fahrzeug befindet sich üblichweise auf unterschiedliche Fahrbahnoberfläche und daher variiert der Mittelwert der Echosamplitude vom Grund. Um die False Positive Rate konstant zu behalten, soll die Abhängigkeit der Parameter von allen Böden untersucht werden.
  2. Troubleshooting der Motorstörung in der Messung im Fahrzeug.

Da die Auswertung der Messdaten aus meiner Messungen mit dem Fahrzeug einen ungewöhnlich Wert des Parameters ergabt, wurde zunächst ein Rauschsignal durch Monitoring wärend der Messung festgelegt. Anschließend wurde ein Test im Fahrzeug durchgeführt, indem der Sensor nur im Empfangbetrieb arbeitete und ein konstant Rauschsignal erhielt, nur wenn der Motor im Fahrzeug eingeschaltet wurde. Ein Bericht über das Problem wurde in der Gruppesitzung angezeigt und das Problem wurde danach durch andere Hardware-Ingenieur gelöst.

1. Untersuchung der Abhängigkeit der Parameter vom Sendemuster.

Der Ultraschallsensor betriebt im Frequenzband von 40 kHz bis 60 kHz mit der Signalbandbreite von 1 kHZ bis 9 kHz in einer steigenden oder fallenden Rampe. Daher beeinflusst die Einflussgröße des Signals den Parameter:

* + 1. Mittelfrequenz.
    2. Bandbreite
    3. Dauer

1. Untersuchung der Abhängigkeit der Parameter von der Filterlänge.

Die Filterstrecke in der Signalverarbeitungsstufe liefert das Autokorrelationssignal für die Objektdetektion. Wegen der mechanische Eigenschaft des Ultraschallumwandler ist der Sensor nicht in der Lage, das akustische Signal gleichzeitig zu senden und zu empfangen. Daher ist der lange dauerte Sendemuster im Prinzip nicht für kleine Entfernung geeignet. Das Filter mit der Länge kürze als des Sendeimpuls dient dazu, dass nur der letzte Teil des Empfangsignals für die Berechnung des Autokorrelationssignal benutzt wird. Die Länge des Filters wird durch Messung untersucht und derer mögliche Einflüsse wird anhand der Daten erläutert.

1. Optimierung des Parameters unter der Randbedingung einer vorgegebenen Falschalarmrate in verschiedenen Entfernungsbereichen, Nah- und Fernbereich.

Im Nahbereich von 0,5 m bis 3,5 m ist in die Amplitude des Bodenechos in der Regel deutliche größer als im Fernbereich von 3,5 m bis 6 m. Daher werden alle Daten aus obengenannten Messungen und Untersuchungen in unterschiedlichen Bereichen ausgewertet, um die Paramter jeweils für Nah- und Fernbereich optimieret und validiert.

1. Weiterentwicklung des Auswertungstool in Matlab und Entwicklung des Automatisierungstool in Excel VBA.
   1. Matlab

Die Auswertung soll möglichst automatisiert gestalten und daher muss Funktionen in den ganzen Code-Rahmen oder in die GUI-Oberfläche hinzugefügt werden.

* 1. Excel VBA

Excel Datei wird als Datenbank für die Ergebnisse der Matlab Auswertung verwendet. Das Auslesen und die grafische Darstellung der Ergebnisse wird durch ein eigenständige entwickelte VBA-Tool automatisiert.

Was noch verbessert werden kann?

VBA Tools in GUI entwickeln, oder als Adds-on in Excel integrieren.

***Tätigkeitsbeschreibung II***

10/2013 – 01/2014 Praktische Übung im Labor – Universität Stuttgart

**◼ Thema**

Statistical Signal Processing – Automotive Radar

**◼ Aufgabe**

1. Statistische Signalverarbeitung des Automobil - Radarsignals
2. Aufbau des gesamten Signalverarbeitungssystems
3. Bestimmung der Position und Geschwindigkeit des Objektes
4. Objekttracking
5. Implementierung in Matlab
6. Teamarbeit

**◼ Meine Tätigkeiten**

1. Signalverarbeitung LFMCW - Radar
   1. Einarbeitung in der Applikation des LFMCW – Radar für die Messung der Abstand und Geschwindigkeit des Objektes
   2. Empfangenes Signal ins Basisband untermischen
   3. Zeitliches Signal mit FFT in die Frequenzdomäne umwandeln und Rauschen mit Hamming - Fenster unterdrücken
2. Peak Detektion mit Varienten des Constant False Alarm Rate Algorithmus
   1. Implementierung Cell Averaging (CA) und Order Statistic (OS) – CFAR
   2. Vergleich der Detektionsrate und Berechnungskomplexität
   3. Validierung der OS - CFAR für Multi-Peak Detektion
   4. Implementierung der Centre of Gravity Methode für Peak Interpolation
3. Abstimmung der Frequenz und Abschätzung der Abstand und Geschwindigkeit
   1. Implementierung des Cross-Section Algorithmus für Abstimmung der Frequenz

Zwei von vier Rampe werden für die Berechnung der Frequenz verwendet, die andere zwei dienen zu der Validierung der gerechneten Frequenz

* 1. Auslöschen des Ghost-Objektes mit Zusammenlagerung
  2. Abschätzung der Range und Velocity (Abstand und Geschwindigkeit)
  3. Visualisierung des Berechnungsvorgang mit R-V Diagramm

1. Objekt Tracking
   1. Implementierung des Kalman Filters für Objekt Tracking
   2. Visualisierung des Trackings
2. Verteilte Versionverwaltung für Matlab Code (Git) und Dateien
3. Aufteilen der Aufgabe und Tätigkeit.

Hinweis: Da meine Masterarbeit komplett auf Englisch geschrieben wurde und ebenso die überwiegende Literatur im Themenfeld „Deep Learning und Machine Learning“ sind, sind im Folgenden die Inhalte der Tätigkeitbeschreibung III auf Englisch .

***Tätigkeitsbeschreibung III***

08/2013 – 02/2015 Masterarbeit – Universität Stuttgart

**◼ Thema**

Deep Neural Network for learning speech emotion representations

**◼ Aufgabe**

* + - 1. Pre-processing of speech signal
      2. Implementation of models for unsupervised/supervised speech feature learning
      3. Implementation of models for emotion classification
      4. Optimization of model parameters and hyper-parameters
      5. Programming in Python

**◼ Meine Tätigkeiten**

****

Design the speech recognition system with above illustrated structure

1. Understood the source – filter model of speech signal production
2. Preprocessed speech emotion signal to extracted low-level features.
   1. Extracted MFCC (Mel Frequency Cepstral Coefficients) features with FFT and Mel - filter bank, applied DCT for decorrelation of coefficients
   2. Normalized the amplitude in MFCC spectrum on the energy within the whole frame
3. Built, trained two models for feature learning. Speech emotion features are time-variant which requires the model to capture variations of hidden patterns in both short and long term.
   1. Unsupervised feature learning with Conditional Restricted Boltzmann Machine (CRBM), trained with Contrastive Divergence algorithm.
   2. Supervised feature learning with Convolutional Neural Network (CNN), trained CNN with back propagation algorithm.
4. Built, trained three models for supervised classification.
   1. Deep Neural Network (rectifier linear activation), trained with back propagation
   2. Deep Neural Network (sigmoid activation), layer-wise pre-trained as auto-encoder and trained with back propagation
   3. Long Short Term Memory, trained with back propagation through time
5. Evaluated implemented models. Since the spectrum features is quite abstract and not evaluable with visualization, the evaluation of both models was done according to the error rate by performing classification.
6. Optimization CRBM-DNN (sigmoid/rectifier), CRBM-LSTM model parameters, weights, bias and length of temporal dependency.
7. Optimization the hyper-parameter with grid search technique. Hyper-parameters are training or model structure related parameter: learning rate, number of hidden units and hidden layers, number of training iterations, mini-batch size for stochastic gradient descent.