

Akustische Drohnerdetektion durch homomorphe Signalverarbeitung

Studiengang: BSc in Elektro- und Kommunikationstechnik | Vertiefung: Embedded Systems sowie Wirtschaft und Management

Betreuer: Dr. Rolf Vetter

Experte: Dr. Friedrich Heitger

Industriepartner: COMLAB AG, Ittigen

Drohnen kommen heutzutage in den verschiedensten Bereichen zur Anwendung, wodurch die Bedeutung einer wirkungsvollen Detektion und Abwehr solcher Flugobjekte zunimmt. In dieser Diplomarbeit wurde ein Algorithmus zur akustischen Erkennung von Drohnen entwickelt und implementiert.

Ausgangslage

Die heutzutage vielseitig einsetzbaren Drohnen erfreuen sich einem breiten Anwendungsgebiet. Nebst den positiven Aspekten bringen diese unbemannten Fluggeräte grosse Sicherheitsrisiken mit sich. Zum Beispiel sind Drohnen auf Flughäfen unerwünscht, da sie den Luftverkehr empfindlich beeinträchtigen können. Bei gesicherten Anstalten zeichnet sich eine Nutzung zum Schmuggeln von verbotenen Waren ab. Spätestens jedoch beim Anblick einer fremden Kamera-Drohne auf dem eigenen Grundstück, wird man sich der Problematik bewusst. Es ist naheliegend, dass in gewissen Umgebungen eine funktionierende Detektion und Abwehr von Drohnen gefordert wird. Ziel dieser Thesis ist das Entwickeln eines Algorithmus zur akustischen Detektion von Drohnen. Eine anschliessende Implementation in Simulink soll es ermöglichen, den Algorithmus in ein bestehendes System einzubinden.

Konzept und Realisierung

Die Audiosignale von Drohnen weisen im Frequenzspektrum ein sehr spezifisches Muster auf. Dieses besteht aus einer Grundschwingung und deren sehr ausgeprägten geraden und ungeraden Harmonischen. Durch homomorphe Signalverarbeitung kann im so-

genannten Cepstrum die Periodizität des harmonischen Prozesses bestimmt werden. Diese Signatur wird als Erkennungsmerkmal benutzt und ist für jede Drohne individuell. Wenn nun ein unbekanntes Audiosignal vorliegt, kann anhand dieser Merkmale eine Klassifikation erfolgen. Die berechnete Signatur wird dabei mit den Signaturen in einer Datenbank verglichen. So ist es möglich zu bestimmen, ob das vorliegende Audiosignal von einer Drohne stammt oder nicht.

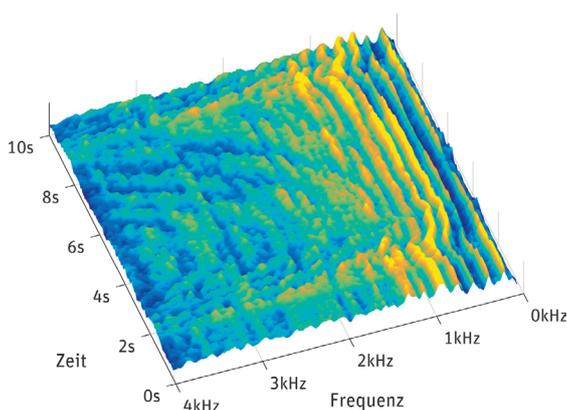
Eine durchgeführte Optimierung der Parameter mittels eines genetischen Algorithmus verbesserte die Empfindlichkeit und reduzierte die Falschalarmrate. Bei der Implementation in Simulink wurde ein eigener Block erstellt. Dieser konnte mit einem Beamforming-Algorithmus einer anderen Diplomarbeit zusammenschaltet werden, um die Reichweite zu erhöhen.

Resultate

Die Validierung des optimierten Algorithmus zeigte sehr gute Resultate und bestätigt die Machbarkeit und die Funktionalität. Bei einer simulierten Detektionsdistanz von 50m konnte noch eine Empfindlichkeit von ca. 91% erzielt werden. Mit vorgeschaltetem Beamforming-Algorithmus werden weitaus grössere Detektionsdistanzen von bis zu 150m möglich sein.



Matthias Patrick Luppi
matthias.luppi@bluewin.ch



Spektrum einer DJI Phantom 3 Professional während des Aufstiegs und anschliessenden Sinkflugs



In der Entwicklung verwendete Drohnenmodelle:
DJI Phantom 3 Professional, Parrot Bebop 2 und 3DR Solo