

Wie man mit künstlicher Intelligenz Drohnen detektiert

Forschungsgruppe Bio-Inspired Modeling & Learning Systems



Dr. Matthias Nyfeler
Dozent, nyfe@zhaw.ch



Dr. Claus Horn
Dozent, horc@zhaw.ch

Forschungsprojekt Detektion von Drohnen

Leitung:
Dr. Matthias Nyfeler, Dr. Claus Horn, Bio-Inspired Modeling & Learning Systems

Dauer:
August 2020 – März 2021

Partner/Förderung:
Armasuisse

Die meisten Drohnen werden mit WLAN-Funksignalen gesteuert. Mit Hilfe von künstlicher Intelligenz (KI) können die Drohnensignale von anderen WLAN-Signalen unterschieden werden und auch nach Drohnen-Typ klassifiziert werden.

Mikrodrohnen

Mikrodrohnen (<30 kg) haben längst ihren Einzug in die Consumerwelt gefunden und werden immer erschwinglicher und einfacher in der Bedienung. Neben den typischen Consumerdrohnen zur Aufnahme von Foto und Videomaterial sind auch Eigenbauten stark auf dem Vormarsch. Es gibt immer mehr offen zugängliche Ressourcen zum Bau solcher Fluggeräte (z. B. ardupilot.org). Drohnen sind auch ein grosses Thema im Smart Farming. Ausgehend von unserer Expertise im Bereich der künstlichen Intelligenz bietet das Projekt daher interessante Anknüpfungspunkte für Kooperationen in diesem spannenden Gebiet.

Drohnen als Bedrohung

Mikrodrohnen können leider einfach missbraucht werden und die öffentliche Sicherheit bedrohen. Daher haben wir von der Armasuisse den Auftrag bekommen, ein KI-System zur Detektierung von Drohnen zu entwickeln. Eine für Consumerdrohnen sehr vielversprechende Technik hierzu besteht in der Analyse der

ausgesendeten Funksignale. Die Detektionsreichweite ist in der Größenordnung der Flugreichweite der Drohne und der Ortungsgenauigkeit relativ gut. Weiter lassen die Art der Signale Rückschlüsse auf das Drohnenmodell zu. Um einen Funksender genau orten zu können, braucht es allerdings komplexe und teure Funksensoren. Dabei ist es schwierig, die Drohnensignale von anderen, ähnlichen Signalen wie z. B. WiFi zu unterscheiden.

Günstige Lösungen mit künstlicher Intelligenz

Um dieses Problem zu lösen, haben wir in unserem Studio Drohnen- und WLAN-Signale mit günstigen USB-Funkantennen (Software Defined Radios SDR) aufgezeichnet und mit Hilfe von maschinellem Lernen Algorithmen entwickelt, um Drohnensignale effizient unterscheiden zu können. Dabei wurden künstliche neuronale Netzwerke trainiert, die ursprünglich für die Sprach- und Bilderkennung entwickelt wurden (CNN- und Transformer-Architekturen). Mit ein paar Tricks konnten wir diese für die Verarbeitung von Funksignalen adaptieren. Wie sich herausstellte, können diese Netzwerke dann auch sehr effizient Drohnensignale von WLAN-Hintergrundsignalen unterscheiden.

Verrauschte Signale

Die interessante Frage, die sich stellt, ist, unter welchen Voraussetzungen

wir die Drohnen noch erkennen können. Bei grossen Distanzen sind die Drohnensignale im Vergleich zu Störsignalen von WLAN in der Umgebung sehr schwach. Mit unseren trainierten künstlichen neuronalen Netzen konnten wir selbst bei einem Signal-Rausch-Verhältnis von -10 dB, d. h. das Rauschen ist 10-mal stärker als das Signal, die Signale noch mit über 99 Prozent Genauigkeit unterscheiden.

Abtastraten und Big Data

Signale können mit unterschiedlich hohen Abtastraten aufgezeichnet werden. Wir kennen das aus der Musik, wo mit 44.1 kHz Audiosignale abgetastet werden. Die Funksignale werden mit Abtastraten im MHz-Bereich aufgezeichnet. Deshalb ergeben sich sehr schnell sehr grosse Datenmengen. Dies erfordert ein effizientes Datenmanagement, ist aber für künstliche neuronale Netze sehr interessant, wo grosse Datenmengen für ein erfolgreiches Training erforderlich sind. Allerdings gilt, dass günstigere USB-Funkantennen eher tiefere Abtastraten haben, was bedeutet, dass Information verloren geht. In dieser Studie haben wir mit Abtastraten von 2 MHz bis 56 GHz gearbeitet. Bei nur 2 MHz Abtastrate haben die Signale grosse Lücken, jedoch können wir da, wo noch Information vorhanden ist, diese immer noch sehr erfolgreich detektieren.

Ausblick

Diese Studie konnte mit den vorliegenden Daten sehr erfolgreich Drohnensignale detektieren. Die trainierten künstlichen neuronalen Netzwerke wurden auch auf weitere unbekannte Funkdaten angewandt und haben auch da sehr gute Resultate erzielt. Nun sind wir in einem Folgeprojekt daran, einen Prototypen zu bauen, d. h. einen Laptop mit USB-Funkantenne, welcher im Live-Betrieb Funkdaten auswertet und so Drohnen detektieren kann. ■



ZHAW, Wädenswil (Foto: Frank Brüderli)

Digitale Werkzeuge für die Codon-Optimierung: Erforschung des Potenzials der Biotechnologie für Technologien mit negativen Emissionen

Victor Garcia, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, gara@zhaw.ch

Dieses Projekt schlägt vor, mathematische Modelle zu entwickeln, zu untersuchen und anzuwenden, um die Proteinproduktion eines Gens, das aus einem Organismus stammt, in einem anderen Organismus zu optimieren.



Pflanzenwurzeln (Quelle: Colourbox)

Diese Modelle werden sowohl die Kosten von Nonsense-Fehlern als auch die ribosomalen Overhead-Kosten im mRNA-Translationsprozess der Zelle berücksichtigen. Der Fokus wird speziell auf Genen liegen, die an der Biosynthese von Suberin beteiligt sind. Suberin ist ein kohlenstoffreicher, fäulnisresistenter Biopolyester, der hauptsächlich in der Epidermis von Pflanzenwurzeln oder in der Rinde von Bäumen vorkommt. Aufgrund seiner chemischen Eigenschaften kann Suberin die dauerhafte Speicherung von Kohlenstoff im Boden unterstützen und so als Verstärker der Kohlenstoffbindung im Boden (soil carbon sequestration – SCS) dienen. SCS ist eine weithin untersuchte negative Emissionstechnologie (NET). NETs sind Technologien, die aktiv Treibhausgase aus der Atmosphäre entfernen und eine wichtige Rolle in wissenschaftlichen Modellen spielen. Sie integrieren Gesellschaft, Wirtschaft und Biosphäre in einen übergreifenden Rahmen, um die Auswirkungen der globalen Erwärmung zu bewerten. NETs können, wenn sie in grossem Massstab eingesetzt werden, zur Stabilisierung des Klimas in Übereinstimmung mit dem Pariser Klimaabkommen beitragen. ■

Neue Projekte

Designing Business Models for the IoT

Dauer: 03.01.21 – 03.07.22

Projektpartner: Universität St. Gallen
Institut für Technologiemanagement

Weitere Projekte

zhaw.ch/ias/projekte

Weiterbildung

09.06.2021

Natural Language Processing Fundamentals

01.09.2021

Process Simulation Fundamentals

16.09.2021

Deep Learning Fundamentals

29.09.2021

Simulating of Complex Processing

17.11.2021

Collecting, Generating & Structuring Data for Simulations

Diverse Kurse und Angebote

zhaw.ch/ias/weiterbildung

Softscope – Automatische Auswertung von Mikroskopie-Bildern

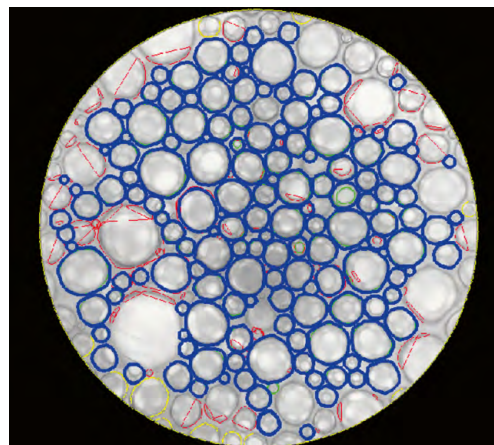
Adrian Busin, Wissenschaftlicher Mitarbeiter Forschungsgruppe Knowledge Engineering, busi@zhaw.ch

Dr. Robert Vorburger, Dozent Forschungsgruppe Knowledge Engineering, voru@zhaw.ch

Dr. Matthias Kinner, Wissenschaftlicher Mitarbeiter Forschungsgruppe Lebensmitteltechnologie, kinr@zhaw.ch

Digitale, hochaufgelöste Mikroskopie-Bilder dienen in vielen Bereichen der Life Sciences als wichtige analytische Datengrundlage. Nach wie vor wird ein Grossteil der Auswertungen manuell durchgeführt. Formen und Strukturen der zu untersuchenden Objekte werden dabei von Hand erfasst und ausgemessen. Dies ist nicht nur schwierig zu reproduzieren, sondern aufgrund der immer höheren Anzahl Bilder auch zeitlich praktisch nicht mehr durchführbar. Im Projekt Softscope entwickelte die Forschungsgruppe Knowledge Engineering des Instituts für Angewandte Simulation in Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe Lebensmitteltechnologie des Instituts für Lebensmittel- und Getränkeinnovation eine Software zur automatischen Auswertung von Mikroskopie-Bildern. Einen generischen Ansatz liefert dabei eine Bilderverarbeitungs-Pipeline zur qualitativen Aufbereitung der Bilder, zur Erkennung von Objekten und der Bestimmung von Formparametern. Durch die Konfiguration einer Vielzahl von Prozessparametern lässt sich die Auswertung gezielt für

konkrete Anwendungen optimieren – so zum Beispiel bei der Analyse von Schäumen und Emulsionen in der Lebensmittelforschung. ■



Lebensmittelschaum, 4-fach vergrössert (c) ZHAW LSFM