



ASD

Acoustic Sensing & Design

Hauptstandort	Graz
Weitere Standorte	Wien
Thematische Schwerpunkte	Akustische Intelligenz für automotiv Anwendungen Ambientes Audio für persönliche Mobilität und Gesundheit

Success Story Kurzversion

Auf Übersee, und einen Schritt der Zeit voraus.

Ein Bericht über einen Forschungsaufenthalt in den Vereinigten Staaten von Amerika, dessen Einfluss auf die wissenschaftlichen Arbeiten und dessen Nutzen für das K-Projekt ASD.

Success Story Langversion

Obwohl einem das Internet Zugang zu den aktuellsten und interessantesten wissenschaftlichen Beiträgen verschafft, muss man als Forscher in der Sprachsignalverarbeitung oft geduldig warten, bis diese im World Wide Web überhaupt erst veröffentlicht werden. Zudem ist es auch schwierig, wichtige und vor allem richtungsweisende Beiträge für die eigene Arbeit zu finden, wenn man gar nicht weiß, ob sie überhaupt existieren. Um diese Probleme erst gar nicht auftreten zu lassen, muss man zur richtigen Zeit am richtigen Ort sein; nämlich dort, wo die neuesten und innovativsten Forschungsarbeiten entstehen: in den Vereinigten Staaten von Amerika.

Immer einen Schritt der Zeit voraus: Ein Ziel aller industriellen Partner und universitären Einrichtungen, die im COMET K-Projekt namens Acoustic Sensing and Design (ASD) involviert sind. So ist dies auch ein Ziel der Technischen Universität Graz, genauer gesagt, ein Ziel des Instituts für Signalverarbeitung und Sprachkommunikation (SPSC).

Mein Name ist Hannes Pessentheiner; ich bin Doktoraststudent am SPSC, und durfte das Gefühl, einen Schritt der Zeit voraus zu sein, bereits erleben. Im Februar 2014 beendete ich erfolgreich einen achtmonatigen Forschungsaufenthalt an der University of California, San Diego (UCSD), in den Vereinigten Staaten von Amerika. Um neue und innovative, grundsätzlich unbekannte Techniken und Methoden dem Projekt beizusteuern, beschloss ich, das Digital Signal Processing Laboratory unter der Leitung von Prof. Bhaskar D. Rao zu besuchen. Bekannt für seine Zusammenarbeit mit Konzernen und Unternehmen wie, u.a., Qualcomm, Inc., AT&T Bell Laboratories, und Microsoft Research, spezialisierte sich der von IEEE ernannte Dozent für Signalverarbeitung auf drahtlose Kommunikation, Signalkorrektur und Signalrekonstruktion anhand spärlich besetzter Matrizen, und Sprachsignalverarbeitung. Seine weitgefächerten Interessen erlauben ihm verschiedene Techniken in einem Forschungsbereich, z.B. in der Radartechnik, woanders, z.B. in der Sprachsignalverarbeitung, einzusetzen.

Neben zahlreicher interessanter Diskussionen und neuen Ideen für meine Forschungsarbeit ermöglichte mir der in Kalifornien wohnhafte Professor ein einwöchiges Seminar der US Air Force in Albuquerque, New Mexico, zu besuchen. Dieses stand im Zeichen der Einführung und Anwendung der Wahrscheinlichkeitstheorie und der Statistik basierend auf endlichen Gruppen – im Englischen auch bekannt als „Finite Set Statistics“ (FISST). Hierbei handelt es sich um Teilgebiet der Mathematik, mit der sich sogenannte Multi-Target Tracking-Systeme realisieren lassen. Ein Target (auf Deutsch: Ziel) kann, z.B., ein Satellit oder ein bedrohliches Objekt im niedrigen oder mittleren Erdorbit sein. Ronald Mahler, ein Vortragender des Seminars und begeisterter Statistiker, führte die „Finite Set Statistics“ im Jahre 1994 ein. Und als ein Forscher bei Lockheed Martin – ein Konzern bekannt für seine höchst zuverlässigen Weltraumsysteme und Kampfflugzeuge, z.B. die F-16 und F-22 – ist vor allem an der Anwendung dieser mathematischen Theorie im Radarbereich interessiert.

Nun stellt sich aber die Frage, warum ausgerechnet ich an solch einem Seminar teilnehme, wo es doch um Themen geht, die nicht unmittelbar in Zusammenhang mit den Themen des ASD Projektes stehen. Die Antwort ist eine einfache: Die dort präsentierten Techniken können sowohl in der Radartechnik als auch in der Sprecherlokalisierung, einem Teilgebiet der digitalen Signalverarbeitung, im Raum angewandt werden.

Und wozu bedarf es dieser besonderen mathematischen Theorie? Genau diese Theorie führte in den vergangenen Jahren zu bahnbrechenden Tracking-Systemen wie z.B. der „Probability Hypothesis Density“ Filter, der „Cardinalized Probability Hypothesis Density“ Filter (siehe Abbildung 1) und „Multi-Target Multi-Bernoulli“ Filter.

Wo liegt das Problem bei den altbewährten, klassischen Multi-Target Tracking-Ansätzen? Diese sind üblicherweise „Hacks“, also ein Single-Target Tracker in Kombination mit einem oder mehreren anderen Algorithmen, um eine Multi-Target Tracking-Fähigkeit zu gewährleisten. Alternativen wie der „Joint Probabilistic Data Association“ Filter (JPDAF) oder



der „Multi-Hypothesis Tracking“ (MHT) Filter benötigen ein a priori Wissen, welches in der Regel nicht zugänglich ist. Zum Beispiel muss die Anzahl jener Targets, die gleichzeitig aktiv sind, bereits zu Beginn des Tracking-Vorganges bekannt sein. Der FISST Ansatz hingegen ermittelt die Anzahl der aktiven Targets selbstständig. Außerdem ist er robuster gegen falsche Detektionen verursacht durch Reflexionen in der Umgebung. Des Weiteren benötigt er keine sogenannte „Measurement-to-Track“ Assoziation, also eine Zuordnung der einzelnen Target-Detektionen zu den ermittelten Tracks.

In der Regel sind solche mathematischen Konstrukte schwierig zu implementieren, und sie benötigen viel Rechenleistung. Um diese aber so gering wie nur möglich zu halten besuchte ich ein spezielles Seminar über Optimierung und Speicher-Management in MATLAB, welches von Loren Shure an der UCSD abgehalten wurde. Sie ist Chefprogrammiererin bei MathWorks, Inc., und war Physikerin am Massachusetts Institute of Technology (MIT).

Neben Seminaren konzentrierte ich mich auch auf das Erschließen neuer Kontakte für zukünftige Kollaborationen. Ein Resultat meiner Mühen war ein Gastvortrag am California Institute of Technology (CalIT2) gegen Ende meines Forschungsaufenthalts. Intensive Gespräche und Diskussionen über die Anwendung von, u.a., Multi-Target Tracking-Systemen mit Prof. Peter Otto führten auch zu neuen Ideen für zukünftige Projekte. Der in Amerika geborene Professor unterrichtet an der UCSD und ist Leitfigur der ersten Generation der sogenannten „Cross-Over Digital Media“ Technologen; also jene Menschen, die verschiedene digitale Medien gleichzeitig genutzt haben um, z.B., Computermusik zu produzieren. Zurzeit arbeitet er eng mit Qualcomm, Inc., The Walt Disney Company, Meyer Sound, und der NTT Group zusammen.

Unmittelbar nach meiner Rückkehr nach Österreich realisierte ich den Wert meines Aufenthalts. Vor allem war ich nun in der Lage, neue und innovative Techniken in unsere Arbeit einzubringen. Sogar Forschungsarbeiten und -ergebnisse abseits der Multi-Target Tracking-Systeme haben sich als wertvolle Beiträge für das ASD Projekt herausgestellt. Ein schönes Gefühl, einen Schritt voraus zu sein.

Hannes Pessentheiner

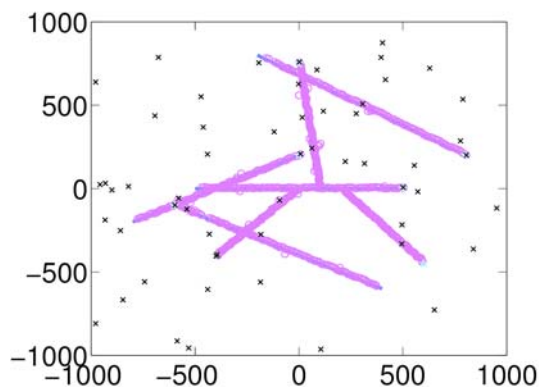


Abbildung 1: Diese Abbildung zeigt die präzise Tracking-Leistung des GM-CPHD Multi-Target Trackers für sieben Targets in einem definierten Raum (2000 x 2000 m) mit jeder Menge Fehldetektionen (ca. 50 pro Zeiteinheit).. Zu sehen sind die wahren Trajektorien der Targets (blau), die geschätzten Trajektorien des Multi-Target Trackers (violett), und die wahren sowie falschen Detektionen (x) eines Target-Detektors, sprich: ein Radar.

Wirkungen und Effekte

- Einführung einer mathematischer Theorie namens FISST (finite set statistics)
- Einführung von mächtigen Multi-Sensor Multi-Target Tracking-Systemen
- neues Wissen über Target Detektion und Tracking zur Verfügung gestellt von der US Air Force

Kontakt:

Signal Processing and Speech Communication Laboratory
Hannes Pessentheiner
Inffeldgasse 16c, 8010 Graz
+43 316 873 4485
hannes.pessentheiner@tugraz.at, www.spsc.tugraz.at