

Dissertationspreis 2021

für ausgezeichnete Dissertationen

Universität Stuttgart

Dr.-Ing. Michael Ulrich

„Radar Signal Processing and Sensor Fusion with Thermal Infrared for Firefighting“

Zusammenfassung

Wenn Feuerwehrleute in einem brennenden Gebäude einen Rettungsversuch unternehmen, können sie im Rauch durch die schlechte Sicht die Orientierung verlieren – mit tödlichen Folgen. In der Dissertationsarbeit werden die Signalverarbeitung eines Radarsensors und die Sensorfusion mit einer Wärmebildkamera erforscht, um durch den Rauch zu sehen. Wärmebildkameras werden schon heute im Feuerwehreinsatz verwendet und können Temperaturunterschiede messen. Ein zusätzlicher Radarsensor ergänzt Abstands- und Geschwindigkeitsmessungen, die einerseits einen Tiefeneindruck liefern und andererseits zur Erkennung von Bewegung helfen. Eine Radar-Winkelschätzung liefert die Richtung eines reflektierenden Objekts in der Szene für die Sensorfusion. Die Qualität der Winkelschätzung hängt von der Apertur des Radarsensors ab, was einen Sensor mit vielen Antennen erfordert. Zur kostengünstigen Realisierung des Radarsensors wird ein neuartiges WLD-MIMO-Konzept (engl.: wavelength diverse multiple-input multiple-output) vorgeschlagen. Durch die Erweiterung eines konventionellen MIMORadars mit mehreren geschickt gewählten Trägerfrequenzen ergibt sich eine große virtuelle Apertur für die verbesserte Winkelschätzung trotz einer geringen Anzahl von Antennen. Ein weiterer methodischer Beitrag sind Algorithmen zur Sensorfusion, wie beispielsweise die Zuordnung der Radardaten zu Regionen im Wärmebild oder die Klassifikation von echten Personen und Spiegelbildern mittels neuronaler Netze.

Laudatio

Diese Dissertation entstand in einem Verbundprojekt mit mehreren Partnern (Feuerwehr, Universität, Fraunhofer, Industrie) zur Erforschung einer verbesserten Umgebungserfassung beim Feuerwehreinsatz ("sehen durch Rauch") durch Sensorfusion von Radar und Wärmebildkamera mit Methoden statistischer Signalverarbeitung und vom Deep Learning. Während eine Wärmebildkamera Temperaturunterschiede erfasst, ergänzt ein Radar mit einer Tiefen- und Bewegungsmessung. Die Dissertation ist gekennzeichnet durch mehrere originelle methodische Beiträge, wie ein neuartiges WLD-MIMO-Konzept (engl: wavelength diverse multiple-input multiple-output) für eine verbesserte Radar-Winkelschätzung trotz einer geringen Anzahl von Antennen, Zuordnung von Radardaten zu Wärmebildregionen zur Auflösung von Ambiguität sowie die Klassifikation von echten Personen und deren Spiegelbildern mittels neuronaler Netze. Herr Ulrich hat nicht nur die Algorithmen entwickelt, sondern auch gemeinsam mit Feuerwehr und anderen Partnern in einem Live-Demonstrator evaluiert.

Prof Dr.-Ing. Bin Yang, Institut für Signalverarbeitung und Systemtheorie, Universität Stuttgart