

Through-the-Wall Sensing

Zu wissen, wie die Situation hinter einer Wand oder einem anderen festen Hindernis aussieht, wo sich dort Menschen befinden und ob diese möglicherweise bewaffnet oder unbewaffnet sind, ist ein langgehegter Wunsch von Einsatz- und Rettungskräften. Die Forschung an solchen Through-the-Wall-Sensing-Technologien (TTWS) begann bereits Mitte der 1970er Jahre, allerdings zunächst eher schleppend. Erst die Fortschritte insbesondere auf dem Gebiet der Signalverarbeitung während des letzten Jahrzehnts haben es möglich gemacht, die Entwicklung solcher Systeme soweit voranzubringen, dass mittlerweile bereits erste Varianten auf dem Markt sind.

Technologische Grundlage jedes TTWS-Systems ist die Nutzung elektromagnetischer Wellen, mit denen es möglich ist, Wände und ähnliche Hindernisse zu durchdringen. In dem hinter der Wand liegenden Raum werden die ausgesandten Signale teilweise von den dort anwesenden Personen, Möbeln und anderen Objekten reflektiert und durchdringen die Wand ein weiteres Mal. Hierbei wird dem Signal gleichsam eine Art Fingerabdruck der Szene im zu beobachtenden Raum aufgeprägt, welchen es anschließend zu entschlüsseln gilt. Hierfür kommt allerdings nur ein Teil des elektromagnetischen Spektrums in Frage. Licht im sichtbaren Bereich beispielsweise ist nicht in der Lage, eine feste Wand zu durchdringen. Stattdessen greift man auf langwelligere Strahlung im Mikrowellen- und Radarbereich zurück. Die bevorzugte Signalform für TTWS-Radare ist das sogenannte Ultra-Breitband-Signal, welches einen sehr großen Frequenzbereich nutzt. Bei der Auswahl des Frequenzbereichs muss immer ein Kompromiss eingegangen werden. Auf der einen Seite ist man daran interessiert, Strahlung möglichst niedriger Frequenz (und damit großer Wellenlänge) zu nutzen, da diese Wände besonders gut durchdringt. Auf der anderen Seite erlaubt die Nutzung hochfrequenter Strahlung eine bessere Genauigkeit hinsichtlich der räumlichen Auflösung der zu detektierenden Objekte. Die Verwendung elektromagnetischer Strahlung bedeutet allerdings

auch, dass Wände, die aus leitfähigen Materialien bestehen (bspw. Stahlcontainer), nicht durchleuchtet werden können.

Die benutzten Radarquellen lassen sich in zwei Gruppen unterteilen. Am weitesten entwickelt und zum Teil bereits kommerziell verfügbar sind solche, die direkt an die zu durchleuchtende Wand gehalten werden. Hierbei handelt es sich meist um relativ handliche Geräte, die von ein bis zwei Personen bedient werden können. Deutlich größer sind Radarquellen für die sogenannte Fernerkundung ganzer Gebäude. Hierbei geht es darum, aus sicherer Entfernung von zehn Metern und mehr neben der Ortung von Personen auch einen Überblick über das Gebäude zu erhalten. Solche Geräte, die sich derzeit noch in der Entwicklung befinden, werden auf entsprechend ausgerüsteten Fahrzeugen montiert.

Bei den verwendeten Radarquellen und -antennen kann man im Prinzip auf Einzeltechnologien zurückgreifen, die auch in anderen Anwendungsbereichen benutzt werden. So nutzt man zur Verbesserung der Auflösung von TTWS-Systemen meist das Prinzip der sogenannten synthetischen Apertur, bei dem durch Bewegung einer einzigen relativ kleinen realen Antenne ein größeres Antennenarray simuliert wird. Die wesentliche technologische Herausforderung liegt in der Aufbereitung des stark abgeschwächten Radarsignals. Das Hauptproblem besteht darin, dass sich hier sehr viele Einzelsignale überlagern und somit das detektierte Gesamtsignal sehr unübersichtlich wird. So stammt beispielsweise das stärkste detektierte Signal von der Wand direkt vor der Radarquelle. Es liefert daher keine Informationen über die Objekte hinter dieser Wand, deren zurückreflektierte Signale deutlich schwächer sind. Während sich dieses als Flash-Effekt bekannte Phänomen noch recht gut herausrechnen lässt, sorgen Abschattungen, Reflexionen, Brechungen usw. im weiteren Verlauf der Signalausbreitung dafür, dass das empfangene Signal aus einer Vielzahl sich überlagernder Einzel- oder auch Störsignale besteht. Dieses als Clutter bezeichnete Phänomen kennt man

auch von anderen Radaranwendungen, beim TTWS ist es jedoch von entscheidender Bedeutung. In den letzten Jahren wurden signifikante Fortschritte dabei erzielt, das empfangene Signal zu analysieren und so aufzubereiten, dass ein geübter Anwender Rückschlüsse auf die Situation im zu beobachtenden Raum ziehen kann. Im Mittelpunkt des Interesses stehen hierbei ausgefeilte mathematische Verfahren wie beispielsweise das sogenannte Compressed Sensing. Dieses Verfahren soll es ermöglichen, aus relativ wenig detektierten Informationen trotzdem ein komplettes Bild zu rekonstruieren. Trotz dieser Fortschritte muss ein Benutzer, der die von einem TTWS-System erzeugten „Bilder“ interpretieren soll, noch sehr viel Erfahrung darin besitzen, um beispielsweise Personen von Möbeln zu unterscheiden. Zur Zeit ist es auch extrem schwierig, beispielsweise Waffen zu erkennen, auch wenn dies prinzipiell möglich wäre.

Das wesentliche Einsatzszenario für diese Art von Technologie ist, Personen innerhalb geschlossener Räume zu orten, zu verfolgen und zu entscheiden, ob sie Waffen tragen oder nicht. Für die Verfolgung sind Systeme notwendig, die in Echtzeit arbeiten und gleichsam einen Radarfilm erzeugen. Auch dies ist nach derzeitigem Stand prinzipiell möglich, steckt aber entwicklungs-technisch noch in den Kinderschuhen. Eine solche Technologie wäre vor allem für polizeiliche Einsatzkräfte oder Spezialkommandos von Interesse. Prinzipiell ist es auch möglich, mittels solcher Systeme die Atembewegung oder sogar den Herzschlag eines Menschen zu detektieren. Daher kämen sie auch für den Einsatz von Rettungskräften bei der Suche nach Verschütteten in Frage.

Künftig wird es bei der Weiterentwicklung von TTWS-Systemen vor allem darum gehen, die erzeugten Bilder einfacher interpretierbar zu machen. Ferner wird diskutiert, die allgegenwärtige Strahlung von Mobilfunknetzen und WLAN-Routern nutzbar zu machen. Zumindest im letzteren Fall ist es bereits gelungen, die prinzipielle Machbarkeit solcher Ansätze zu demonstrieren.

Dr. Marcus John