



Retter in der Not

In Dortmund entsteht das Deutsche Rettungsrobotik-Zentrum (DRZ), in dem Partner aus Forschung und Industrie sowie Einsatzkräfte aus ganz Deutschland gemeinsam mobile Robotersysteme für die zivile Gefahrenabwehr entwickeln. Prof. Christian Wietfeld bringt im DRZ seine Expertise auf dem Gebiet der zuverlässigen, drahtlosen Vernetzung ein.

„Roboter können in gefährlichen Situationen Aufgaben von Rettungskräften übernehmen.“

Prof. Christian Wietfeld



Prof. Christian Wietfeld hat an der RWTH Aachen Elektrotechnik studiert und dort 1997 seine Promotion mit Auszeichnung abgeschlossen. Nach verschiedenen Stationen in der Industrie leitet er seit 2005 den Bereich Kommunikationsnetze an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Dortmund. Seit 2014 ist er stellvertretender Sprecher im SFB 876 „Verfügbarkeit von Information durch Analyse unter Ressourcenbeschränkung“. Er leitet verschiedene Forschungsprojekte, u.a. LARUS. Zudem ist Prof. Wietfeld Mitherausgeber des IEEE Wireless Communication Magazines. 2018 wurde er in den wissenschaftlichen Programmausschuss „Forschung für die zivile Sicherheit“ des BMBF berufen. Er forscht schwerpunktmäßig zu Systementwürfen, Modellierungen und Leistungsbewertungen modernster Kommunikationsnetze. Im Mai 2019 hat Prof. Wietfeld das „Competence Center 5G.NRW“ eingeworben, das die Landesregierung mit 1,2 Millionen Euro fördert.

In Kürze

Die Innovation

Autonome Robotersysteme sollen Rettungskräfte zukünftig bei gefährlichen Einsätzen im Bereich der zivilen Gefahrenabwehr unterstützen.

Die Forschung

Im Deutschen Rettungsrobotik-Zentrum in Dortmund entwickeln und erproben Partner aus Forschung, Industrie und Rettungswesen Anwendungen für den praktischen Einsatz.

Eine Fabrik steht in Flammen. Zahlreiche kleine, unbemannte Raupenfahrzeuge mit beweglichen Löscharm rücken aus, den Brand zu löschen, während gleichzeitig Roboter im Gebäude Türen öffnen, um nach verschütteten Personen zu suchen und Drohnen zur Erkundung in die Kaminschächte fliegen – alles orchestriert von Einsatzkräften, die in einer mehrere hundert Meter entfernten, mobilen Leitzentrale sitzen. Was nach Science Fiction klingt, könnte in Dortmund schon bald Realität werden.

Auf dem ehemaligen Industriegelände Phoenix West in Dortmund-Hörde entsteht derzeit ein nationales Kompetenzzentrum, in dem Vertreterinnen und Vertreter aus Forschung und Industrie gemeinsam mit Rettungskräften mobile Robotersysteme für die zivile Gefahrenabwehr entwickeln. Basis hierfür bieten die vier Leitszenarien Feuer, Einsturz und Verschüttung, Detektion von Gefahrstoffen sowie Hochwasser. Denn trotz guter Ausbildung, taktischer Konzepte und zuverlässiger Schutzausrüstung werden jedes Jahr weltweit Einsatzkräfte während ihrer Arbeit verletzt oder getötet. „Die Roboter sollen einen schnellen Überblick über die Gefahrenlage liefern, außerdem können sie in gefährlichen Situationen Aufgaben von Rettungskräften übernehmen und somit zu deren Schutz und Unterstützung beitragen“, erklärt Prof. Christian Wietfeld vom Bereich Kommunikationsnetze an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Dortmund.

Die Anforderungen an die Rettungsrobotiksysteme sind vielfältig. Wietfeld und sein Team bringen beim Aufbau des Deutschen Rettungsrobotik-Zentrums (A-DRZ) ihre Expertise auf dem Gebiet der zuverlässigen Vernetzung und drahtlosen Kommunikation ein. In einem Living Lab, einem innen- und außenliegenden Testparcours auf dem Gelände des DRZ, werden sich die Roboter unter herausfordernden, realen Bedingungen beweisen müssen. Hierzu zählen unter anderem Störungen im Kommunikationskanal, die der Bereich Kommunikationsnetze der TU Dortmund simulieren wird. „Störungen im



Das Projekt LARUS erforscht, wie Drohnen bei der Ortung, Suche und Rettung von havarierten und in Seenot geratenen Personen eingesetzt werden können.

Mobilfunk sind Realität. Das erlebt man auch als Handynutzer immer wieder“, sagt Wietfeld. „Die Robotikforschung hat sich bislang darauf konzentriert, mechanische Fähigkeiten zu verbessern, damit die Roboter beispielsweise Hindernisse aus dem Weg räumen können. Die kommunikationstechnischen Herausforderungen sind dagegen noch nicht ausreichend angegangen worden.“

Seenotrettung per Drohne

Bei der Entwicklung einer zuverlässigen Kommunikationslösung können Wietfeld und seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf ihre Erfahrungen aus LARUS zurückgreifen. LARUS ist ein bereits seit 2016 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördertes Forschungsprojekt zur „Lageunterstützung bei Seenoteinsätzen durch unbemannte Luftfahrtsysteme“, dessen Verbundkoordinator Wietfeld ist. Für havarierte Schiffe und in Seenot geratene Menschen zählt jede Minute. Die Vorteile eines drohnen-gestützten Rettungseinsatzes liegen dabei auf der

Hand: Mit einer Geschwindigkeit von bis zu 200 km/h erreichen die Flugobjekte den Unglücksort wesentlich schneller als ein Gefährt zu Wasser. Da sie unbemannt sind, können sie zudem auch unter ungünstigen Wetterbedingungen eingesetzt werden. Außerdem sind sie in der Lage, in Echtzeit präzise Informationen über die Situation vor Ort zu liefern. Dies zu gewährleisten, ist die Aufgabe des Bereichs Kommunikationsnetze der TU Dortmund, der die Kommunikation zwischen der Leitzentrale und dem Unmanned Aerial Vehicle (UAV), also der Drohne, erforscht und optimiert hat. Die Funkverbindung muss aus zwei Gründen besonders stabil und zuverlässig sein: zum einen, damit das Fluggerät, das sich in der Regel außerhalb der Sichtweite der Pilotin oder des Piloten befindet, sicher gesteuert werden kann und zum anderen, um wichtige Nutzdaten übertragen zu können.

Erfasst eine Drohne ein AIS-Signal (Automatic Identification System), das Schiffbrüchige unter anderem von ihrer Schwimmweste aus senden können, leitet sie dies an die Zentrale weiter und verharrt zunächst in Wartestellung. Die

DRZ

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert den Aufbau des Deutschen Rettungsrobotik-Zentrums (A-DRZ) für zunächst vier Jahre mit knapp 12 Mio. Euro. An dem Kompetenzzentrum, das das Institut für Feuerwehr- und Rettungstechnologie der Stadt Dortmund koordiniert, sind neben der TU Dortmund unter anderem die FH Dortmund, die Universität Bonn, das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz Saarbrücken und das Brandschutzunternehmen Minimax beteiligt. Ein Ziel des DRZ besteht darin, Prüfkriterien zu entwickeln, nach denen zukünftige Robotersysteme standardisiert und zertifiziert werden können. Um einen Fortbestand des DRZ über den Förderzeitraum des BMBF hinaus zu sichern, haben die beteiligten Projektpartner bereits den Verein DRZ e.V. gegründet. Prof. Christian Wietfeld vertritt die TU Dortmund im Präsidium des DRZ.

Rettungskräfte konzipieren dann den Einsatz und grenzen ein Gebiet ein, in dem die Drohne anschließend autonom nach der Unglücksstelle sucht. Anhand ihrer Sensordaten und eines intelligenten Suchalgorithmus passt sie das Suchschema selbstständig an. Die in LARUS entwickelten UAVs fungieren zudem als Aerial Hotspot, sie beinhalten also eine kleine Basisstation, mittels derer ein lokales Funknetz aufgespannt werden kann. Hat der Havierte ein Handy oder eine andere Funkquelle zur Verfügung, kann er auf diese Weise mit der Leitzentrale Kontakt aufnehmen.

Eine besondere Herausforderung für das Kommunikationssystem liegt in der großen Entfernung zwischen Leitzentrale und Drohne. So sollen Distanzen bis zu 30 Kilometer überbrückt werden. Auf dem Dach des mobilen Einsatzfahrzeuges, das die TU Dortmund zu Testzwecken angeschafft und ausgerüstet hat, befinden sich daher zwei Antennen, die Signale sowohl empfangen als auch senden können. Über einen Steuerlink erhalten die Rettungskräfte im Einsatzmobil Informationen über die aktuelle Position der Drohne und können wiederum die Antenne für den Nutzpfad in die entsprechende Richtung lenken. Wietfeld erklärt: „Bei dem Nutzpfad handelt es sich um eine Verbindung mit hohen Bit-Raten, die etwa hochwertige Videoübertragungen und sogar die Durchführung eines EKG ermöglicht. Hat jemand an Bord eines havarierten Schiffes gesundheitliche Probleme, kann per Telemedizin eine ärztliche Unterstützung über Audio und Video stattfinden.“

Starker Seegang hilft bei der Funkübertragung

Eine weitere Herausforderung ergibt sich aus der besonderen Eigenart von Funkwellen, da diese in höheren Frequenzbereichen neben dem direkten Pfad immer auch Reflexionen in der Umgebung verursachen. Überlagern sich der direkte Pfad und die Reflexionen, entstehen sogenannte Interferenzmuster – ein in der Funktechnik herausforderndes Szenario, da es zu einer



Das Einsatzmobil der TU Dortmund unterstützt inzwischen den neuen Mobilfunkstandard 5G. Neben zwei leistungsstarken Antennen auf dem Dach gehören auch verschiedene Drohnen zur Ausrüstung.



Auslöschung aller Funkwellen und somit zu einem temporären Funkloch führen kann. Im maritimen Anwendungsfall sind die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu einem auf den ersten Blick überraschenden Ergebnis gelangt: Je ruhiger das Meer, desto störanfälliger die Funkverbindung. „Eine im wahrsten Sinne des Wortes spiegelglatte Wasseroberfläche wirkt dann als idealer Reflektor, die Funkwellen werden also kaum gedämpft und treffen den direkten Pfad, während sie bei aufgerauter See abgefangen und in unterschiedliche Richtungen gelenkt werden“, so Wietfeld. Diese Wirkung eines starken Wellengangs hatten er und sein Team zunächst in einem Funkkanalmodell modelliert und anschließend in mehreren Feldversuchen validiert.

Die in den Simulationen gewonnenen Erkenntnisse werden sie nun im DRZ einbringen können. Auch bei einem Einsatz von Rettungsrobotern muss eine zuverlässige Kommunikation garantiert sein, nicht zuletzt, weil es sich um eine sicherheitsrelevante Anwendung handelt. Deshalb werden im Living Lab gezielt Reflexionsflächen in die Szenarien integriert, um die Funkübertragung und Vernetzung der Systeme darauf vorzubereiten und zu optimieren. Im Gegensatz zu LARUS müssen allerdings keine großen Entfernungen überbrückt werden, da sich die mobile Einsatzzentrale in der Nähe des Unglücksortes befindet. Aus diesem Grund werden neben der LTE-Übertragung, die bei den Versuchen zur drohnengestützten Seenotrettung überwiegend zum Einsatz kam, auch



Der Transporter dient als mobile Leitzentrale. Von hier aus können die Rettungskräfte den Einsatz steuern, Lagebilder ansehen und Kontakt zu den Drohnen und Robotern halten.

WiFi-Techniken der neuesten Generation genutzt. Der Fokus wird im DRZ allerdings auf dem neuesten Mobilfunkstandard 5G liegen, der echtzeitfähig, besonders zuverlässig und auf die Kommunikation zwischen Maschinen sowie die Vernetzung im Internet der Dinge ausgelegt ist. Das Stichwort lautet: Ultra Reliable Low-Latency Communication (URLLC), eine hohe Zuverlässigkeit der Funkverbindung gepaart mit einer möglichst geringen Verzögerung.

Roboter sollen sich kommunikationssensitiv verhalten

Da Störungen grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden können, wird stets

Doch wie legt der Roboter bei all den zu beachtenden Kriterien überhaupt seine Route fest? Für den Einsatz von Rettungsrobotersystemen sind unzählige Szenarien denkbar. Um die verschiedenen Ziele und Herausforderungen miteinander in Einklang zu bringen, gleicht der Roboter diese mit einem Entscheidungsalgorithmus ab. Er bedient sich also der Methoden des Maschinellen Lernens. „Mir ist wichtig, dass an dieser Stelle für Transparenz gesorgt wird“, betont Wietfeld. „Bei einem kombinierten Einsatz mit Robotern setzen Menschen teilweise ihr Leben aufs Spiel und müssen ihren künstlichen Helfern vertrauen. Sie sollten daher nachvollziehen können, auf welcher Grundlage die Roboter ihre Entscheidungen treffen oder wie sie ein Lagebild erzeugen und sichergehen können, dass das System nicht unvorhergesehen reagiert.“

Im Einsatz zwischen Notfall und Prävention

Neben Katastrophen wie beispielsweise Störfällen in Industrieanlagen sollen die Rettungsroboter auch in der Prävention eingesetzt werden. So ist denkbar, dass Roboter selbstständig vorgegebene Bereiche inspizieren oder kleine autonome Löschfahrzeuge in Gebäuden bereitstellen, um die aufwendig zu installierenden Sprinkleranlagen zu ersetzen.

Das eingangs beschriebene Szenario ist also viel weniger Zukunftsmusik, als es zunächst scheint. Zumindest im Living Lab des DRZ werden schon in den kommenden drei Jahren Roboter über Hindernisse klettern, mit Einsatzkräften kommunizieren und autonom agieren. Bei ihnen handelt es sich um kleine und kompakte Maschinen, humanoide Gestalten sind – zumindest in der Rettungsrobotik – also vorerst tatsächlich noch Science-Fiction-Filmen vorbehalten.

Lisa Burgardt