SURUx2

Semi-automatisches Robotersystem zur Detektion von ABC-Gefahrenstoffen und IEDs

Programm / Ausschreibung	FORTE, FORTE - Kooperative F&E-Projekte 2021/2022	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.12.2022	**Projektende**	30.04.2025
Zeitraum	2022 - 2025	**Projektlaufzeit**	29 Monate
Keywords	ABC-Gefahrenstoffe & USBVs (IEDs); Hyperspektralkamera; (teil)automatische Roboterpositionierung; 3D Umgebungsanalyse; abstandsfähige Gefahrenstoffdetektion		

Projektbeschreibung

Der Umgang mit bzw. die Abwehr von ABC-Gefahrstoffen und unkonventionellen Spreng- und Brandvorrichtungen (IEDs, improvised explosive devices) stellt nicht nur eine unmittelbare Gefahr für das beteiligte Personal dar, sondern birgt auch eine Bedrohung für das Umfeld und die Zivilbevölkerung. Die Annäherung an möglicherweise kontaminierte Objekte bzw. vermutete IEDs geschieht idealerweise mittels ferngesteuerter Roboter. Zum Nachweis von ABC-Gefahrenstoffen bzw. Sprengstoffsignaturen müssen Instrumente behutsam in nächste Nähe der Objektoberfläche gebracht werden, ohne das IED auszulösen oder selbst kontaminiert zu werden. Die Orientierung und Robotersteuerung erfolgt derzeit hauptsächlich manuell anhand von Kamerabildern, was die genaue und kollisionsfreie Positionierung insbesondere in komplexen und überladenen/beengten Umgebungen erheblich erschwert. Erschwerend kommt hinzu, dass in vielen Situationen keine direkte Sichtlinie zum Roboter besteht. Eine lückenlose Untersuchung des Zielobjektes ist bei nicht-volatilen oder nur schwach strahlenden Stoffen meist – falls überhaupt – nur durch hohen Personal-, Zeit- und/oder Ressourceneinsatz möglich.
Eine wesentliche angestrebte Verbesserung von SURUx2 zum Status quo ferngelenkter Robotersysteme stellt die Fähigkeit zur (teil-)automatisierten Bewegung in Positiv-Richtung (zum Objekt) dar. Dabei sollen sich Roboterplattform bzw. -arm durch Vorgabe von Zielwegpunkten kollisionsfrei bewegen bzw. positionieren lassen. Dazu wird ein System entwickelt, welches die Position und Raumlage des Roboters sowohl im Indoor- als auch Outdoor-Bereich selbstständig bestimmen kann und einen automatisierten und fließenden Übergang zwischen diesen Bereichen ermöglicht. Dadurch wird eine inkrementelle Routenplanung und dynamische Hindernisdetektion/Kollisionsvermeidung auch während der Bewegung möglich.
Zur lückenlosen abstandsfähigen Detektion und Monitoring von insbesondere nicht-volatilen C-Gefahrenstoffen sowie Sprengstoffsignaturen bieten sich bildgebende Sensoren wie Hyperspektralkameras an, da im Gegensatz zu punktförmiger Messung/Beprobung ungleichmäßige Stoffverteilungen wesentlich besser detektiert werden können. Mit ihrer Hilfe könnte eine vollständige abstandsfähige (De)kontaminationskontrolle von Objekten robotergeführt erfolgen und somit kein Einsatzpersonal im Nahbereich des möglicherweise kontaminierten Objekts nötig sein. Besonders bei Einsätzen im Feld kommt es durch Kameraführung rund ums Objekt zu hoher Variabilität der Abstände, Umgebungslicht etc. Der Einfluss dieser Parameter auf die Detektionsleistung eines solchen robotergeführten optischen Systems ist unklar, weshalb in SURUx2 wichtige Einsatzparameter ermittelt werden.
Radioaktive α-Strahler lassen sich im Gegensatz zu γ-Strahlern aufgrund der starken Dämpfung aus der Ferne kaum

detektieren. Dennoch stellen sie ein erhebliches Gefährdungspotential dar, wenn sie in das Grundwasser und/oder in den menschlichen Körper gelangen. Aufgrund dieser Gefährdung wurden bspw. nach Tschernobyl 1986 die Grenze zu Österreich überquerende Fahrzeuge systematisch nach an ihnen haftenden α-Strahlung emittierenden Partikeln abgesucht. Dazu mussten entsprechende Detektoren vollflächig von Hand in rund 3 cm Abstand zur Fahrzeugoberfläche geführt werden. Auch für solche Anwendungen soll SURUx2 die Fähigkeitenlücke zur (teil)automatisierten Ausführung komplexer und präziser Bewegungsabläufe in bzw. entlang unbekannter Umgebungen bzw. Objektgeometrien verringern.
SURUx2 erweitert den Fähigkeitenpool des BMLV (Bedarfsträger) zur abstandsfähigen (De)kontaminsationskontrolle bzw. Identifikation/Unschädlichmachen von IEDs in komplexen und überladenen/beengten Umgebungen an unbekannten Objekten. Wichtige Eckpfeiler sind der Schutz der Truppe, Beschleunigung des Einsatzablaufes, vereinfachte Logistik, sowie präzisiere und (teil)automatisierte ferngelenkte Aktionen eines Einsatzroboters.

Abstract

Projektkurzbeschreibung - DE
Der Umgang mit bzw. die Abwehr von ABC-Gefahrstoffen und unkonventionellen Spreng- und Brandvorrichtungen (IEDs, improvised explosive devices) stellt nicht nur eine unmittelbare Gefahr für das beteiligte Personal dar, sondern birgt auch eine Bedrohung für das Umfeld und die Zivilbevölkerung. Die Annäherung an möglicherweise kontaminierte Objekte bzw. vermutete IEDs geschieht idealerweise mittels ferngesteuerter Roboter. Zum Nachweis von ABC-Gefahrenstoffen bzw. Sprengstoffsignaturen müssen Instrumente behutsam in nächste Nähe der Objektoberfläche gebracht werden, ohne das IED auszulösen oder selbst kontaminiert zu werden. Die Orientierung und Robotersteuerung erfolgt derzeit hauptsächlich manuell anhand von Kamerabildern, was die genaue und kollisionsfreie Positionierung insbesondere in komplexen und überladenen/beengten Umgebungen erheblich erschwert. Erschwerend kommt hinzu, dass in vielen Situationen keine direkte Sichtlinie zum Roboter besteht. Eine lückenlose Untersuchung des Zielobjektes ist bei nicht-volatilen oder nur schwach strahlenden Stoffen meist – falls überhaupt – nur durch hohen Personal-, Zeit- und/oder Ressourceneinsatz möglich.
Eine wesentliche angestrebte Verbesserung von SURUx2 zum Status quo ferngelenkter Robotersysteme stellt die Fähigkeit zur (teil-)automatisierten Bewegung in Positiv-Richtung (zum Objekt) dar. Dabei sollen sich Roboterplattform bzw. -arm durch Vorgabe von Zielwegpunkten kollisionsfrei bewegen bzw. positionieren lassen. Dazu wird ein System entwickelt, welches die Position und Raumlage des Roboters sowohl im Indoor- als auch Outdoor-Bereich selbstständig bestimmen kann und einen automatisierten und fließenden Übergang zwischen diesen Bereichen ermöglicht. Dadurch wird eine inkrementelle Routenplanung und dynamische Hindernisdetektion/Kollisionsvermeidung auch während der Bewegung möglich.
Zur lückenlosen abstandsfähigen Detektion und Monitoring von insbesondere nicht-volatilen C-Gefahrenstoffen sowie Sprengstoffsignaturen bieten sich bildgebende Sensoren wie Hyperspektralkameras an, da im Gegensatz zu punktförmiger Messung/Beprobung ungleichmäßige Stoffverteilungen wesentlich besser detektiert werden können. Mit ihrer Hilfe könnte eine vollständige abstandsfähige (De)kontaminationskontrolle von Objekten robotergeführt erfolgen und somit kein Einsatzpersonal im Nahbereich des möglicherweise kontaminierten Objekts nötig sein. Besonders bei Einsätzen im Feld kommt es durch Kameraführung rund ums Objekt zu hoher Variabilität der Abstände, Umgebungslicht etc. Der Einfluss dieser Parameter auf die Detektionsleistung eines solchen robotergeführten optischen Systems ist unklar, weshalb in SURUx2 wichtige Einsatzparameter ermittelt werden.
Radioaktive α-Strahler lassen sich im Gegensatz zu γ-Strahlern aufgrund der starken Dämpfung aus der Ferne kaum detektieren. Dennoch stellen sie ein erhebliches Gefährdungspotential dar, wenn sie in das Grundwasser und/oder in den menschlichen Körper gelangen. Aufgrund dieser Gefährdung wurden bspw. nach Tschernobyl 1986 die Grenze zu Österreich überquerende Fahrzeuge systematisch nach an ihnen haftenden α-Strahlung emittierenden Partikeln abgesucht. Dazu

mussten entsprechende Detektoren vollflächig von Hand in rund 3 cm Abstand zur Fahrzeugoberfläche geführt werden. Auch für solche Anwendungen soll SURUx2 die Fähigkeitenlücke zur (teil)automatisierten Ausführung komplexer und präziser Bewegungsabläufe in bzw. entlang unbekannter Umgebungen bzw. Objektgeometrien verringern.
SURUx2 erweitert den Fähigkeitenpool des BMLV (Bedarfsträger) zur abstandsfähigen (De)kontaminsationskontrolle bzw. Identifikation/Unschädlichmachen von IEDs in komplexen und überladenen/beengten Umgebungen an unbekannten Objekten. Wichtige Eckpfeiler sind der Schutz der Truppe, Beschleunigung des Einsatzablaufes, vereinfachte Logistik, sowie präzisiere und (teil)automatisierte ferngelenkte Aktionen eines Einsatzroboters.

Abstract EN

Handling and/or countering CBRN agents and threats and improvised explosive devices (IEDs) not only poses an immediate danger to the personnel involved, but also poses a threat to the area exposed and the civilian population. Potentially contaminated objects or suspected IEDs are ideally approached using remote-controlled robots. To detect CBRN hazardous substances or traces of explosives, instruments must be carefully brought in close proximity to the object's surface without triggering the IED or becoming contaminated themselves. Robot control currently mainly depends on manual orientation using camera images. This makes precise and collision-free positioning considerably more difficult, especially in complex and cluttered/confined settings. To make matters worse, in many situations there is no direct line of sight to the robot which further impairs the ability to accurately control the robot. In the case of non-volatile or only weakly radiating substances, a complete examination of an object is usually only possible - if at all – at a high price in terms of staff deployment, time and/or resources.
A significant improvement of SURUx2 over the status quo of remote-controlled robot systems is the ability for (semi-)automatic positive movements (towards an object). Operators should be able to specify target waypoints - the robot platform and/or its arm, in turn, should then position themselves accordingly whilst avoiding collisions with its environment. For this purpose, a system is being developed that can independently determine the position and location of the robot both indoors and outdoors and enables an automated and smooth transition between these areas. This unlocks incremental route planning and dynamic obstacle detection/collision avoidance even during movements.
Imaging sensors such as hyperspectral cameras may be ideal for gapless stand-off detection and monitoring of, in particular, non-volatile C-hazardous substances and explosives. In contrast to point-based measurement/sampling, they can detect inhomogeneous substance distributions much better. With this technology, a complete robotic stand-off (de)contamination control of objects could be realized and thus no emergency personnel in the vicinity of the possibly contaminated object would be necessary anymore. Especially in field operations, the cameras experience high variability in object distances, ambient light conditions, etc. The influence of these parameters on the detection performance of such a robot-guided optical system is unclear, which is why important parameters are determined in SURUx2.
In contrast to γ-emitters, radioactive α-emitters can hardly be detected from a distance due to strong attenuation of their radiation. Nevertheless, they represent a significant hazard if they get into the groundwater and/or the human body. Because of this danger, vehicles crossing the border to Austria were systematically searched for α-radiation emitting particles after Chernobyl in 1986. To do this, the detectors had to be moved by hand over the entire vehicle’s surface at a distance of around 3 cm. Also for such applications, SURUx2 will reduce the capability gap for the (semi-)automatic execution of complex and precise movement sequences in unknown environments or along unknown object geometries.
SURUx2 expands the capability pool of the BMLV (Austrian Ministry of Defence, end user and public stakeholder) for remote (de)contamination control, or identification/defusing of IEDs in complex and cluttered/confined environments. Important cornerstones are the protection of the troops, acceleration of the operational process, simplified logistics, as well as precise and (semi-)automatically remote-controlled actions of a tactical robot.

Projektkoordinator

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Projektpartner

- Bundesministerium für Landesverteidigung
- CBRN Protection GmbH
- Rosenbauer International AG
- Technische Universität Graz Institut für Geodäsie / Arbeitsgruppe Navigation