

FORSCHUNG KOMPAKT

FORSCHUNG KOMPAKT

2. Januar 2025 || Seite 1 | 3

Virtuelle 3D-Umgebung

Roboter mit LiDAR-Laser erkundet Gefahrenzonen

Robotersysteme erkunden bisher unbekanntes Gelände, Gebäude oder Gefahrenzonen mit Kameras. Im Projekt »3D-InAus« nutzen Forschende des Fraunhofer-Instituts für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE einen LiDAR-Laser auf einem fahrenden Roboter, der mit Laserimpulsen Entfernungen misst. In der Visualisierung entstehen geometrisch exakte 3D-Umgebungen.

Bei Katastrophen wie einem Unfall im Chemiewerk oder Hochwasser sind die Einsatzkräfte darauf angewiesen, einen schnellen Überblick zu gewinnen. Dabei dürfen sie oftmals das Gelände nicht betreten, um sich nicht selbst in Gefahr zu bringen.

An einer Lösung hierfür arbeiten die Forschenden des Fraunhofer FKIE in Wachtberg im Projekt 3D-InAus. Ein Roboter mit LiDAR-Laser (Light Detection and Ranging) erkundet das Gelände. Die LiDAR-Technik tastet die Umgebung mit gepulstem Licht ab, um Entfernungen zu messen. So entsteht ein 3D-Modell mit Gebäuden, Innenräumen, Freiflächen, Objekten und allen dazu gehörigen Abmessungen und Entfernungen. Nutzerinnen und Nutzer bewegen sich via Joystick völlig frei in der 360-Grad-Visualisierung und untersuchen die virtuelle Umgebung.

Timo Röhling, Technischer Projektleiter aus der Abteilung Kognitive Mobile Systeme, sagt: »Im Vergleich zu Robotersystemen, die eine Gefahrenzone mit Kameras erkunden, geht unser Projekt einen großen Schritt weiter. Die Laserimpulse liefern Messwerte für die exakte 3D-Kartographierung eines Geländes oder Gebäudes. Entfernungen und Abmessungen werden dabei nicht geschätzt, sondern auf wenige Zentimeter genau ermittelt.«

Geometrische Punktwolke aus Laserimpulsen

Kern der Hardware ist ein LiDAR-Laser auf einem Drehteller. Im LiDAR-Modul ist ein rotierender Spiegel verbaut, mit dem sich zehnmal pro Sekunde ein Ausschnitt von 16 senkrechten Scheiben abtasten lässt. Der Drehteller rotiert den Laser dann so, dass die senkrechten Ausschnitte horizontal eine komplette Rundumsicht abdecken. Es entstehen insgesamt 1,3 Millionen Laserimpulse pro Sekunde. Diese werden von der Umgebung reflektiert, aus der Zeitdifferenz wird die jeweilige Entfernung berechnet. Das LiDAR-Modul ist auf einem Fahrzeug montiert, das sich im Stop-and-Go-Betrieb oder kontinuierlich durch das Gelände bewegt. Das kontinuierliche Fahren ist deutlich schneller, aber weniger genau. So entsteht eine 3D-Punktwolke, jeder Punkt steht für einen Laserimpuls bzw. eine Entfernungsmessung.

Kontakt

Monika Landgraf | Fraunhofer-Gesellschaft, München | Kommunikation | Telefon +49 89 1205-1333 | presse@zv.fraunhofer.de
Silke Wiesemann | Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE | Telefon +49 228 9435-103
Fraunhoferstraße 20 | 53343 Wachtberg | www.fkie.fraunhofer.de | silke.wiesemann@fkie.fraunhofer.de

Hinzu kommt ein Kamerasystem mit bis zu sechs Kameras. Deren Bilder werden genutzt, die dazu gehörenden Objekte oder Formen einzufärben. »Wir verschmelzen sozusagen Kamerabilder und Punktwolke. So entsteht eine anschauliche, detaillierte und zugleich geometrisch korrekte 3D-Umgebung mit Häusern, Freiflächen und Objekten«, sagt Röhling.

Die im LiDAR-Laser gewonnen Rohdaten werden bereits während der Fahrt in einem Rechnermodul im Roboter vorverarbeitet. Die endgültige Visualisierung findet dann stationär im Postprocessing statt. Ein 400 × 400 m² großes Gelände kann in etwa drei Stunden kartiert werden. Wenn es im Katastrophenfall besonders schnell gehen muss, kann man durch beschleunigten Betrieb schon nach einer Stunde einen ersten Überblick gewinnen. Es ist zudem möglich, mehrere Fahrzeuge gleichzeitig auf Erkundungstour zu schicken.

Auch für die Bundeswehr, die das Forschungsprojekt in Auftrag gegeben hat, ist die 3D-Kartierung wertvoll. Sie kann verwendet werden, um komplexe Lagebilder von unbekanntem Gelände oder einer Gefahrenzone zu generieren – und damit das Leben von Soldatinnen oder Soldaten schützen. Die Software des Systems ist in der Lage, die Messwerte von Sensoren zu verarbeiten, die gasförmige toxische Substanzen oder radioaktive Quellen detektieren. Diese lassen sich in den 3D-Karten platzieren.

Virtuelles GPS im Gebäude

Gesteuert wird das Robotersystem in der Regel per Funk, die Anwenderin oder der Anwender nutzen hierfür Joystick und Tablet. Wenn kein Funkkontakt besteht, können die Robotersysteme sich auch automatisiert auf dem Gelände bewegen.

Eine Herausforderung stellt die Erkundung in Gebäuden dar, hier gibt es keinen GPS-Empfang. Auch hierfür haben die Forschenden des Fraunhofer FKIE eine Lösung gefunden. Durch die Kartierung des Geländes sind Position und Größe des Gebäudes bekannt, daraus generiert die Software ein virtuelles GPS für das Gebäudeinnere. So kann das Robotersystem auch in den Innenräumen selbstständig navigieren.

Bei dem Projekt kam den Forschenden des Fraunhofer FKIE ihre langjährige Expertise mit robotergestützter Modellierung von 3D-Umgebungen zugute. »Wir haben das Konzept entwickelt, die Komponenten ausgesucht und die Algorithmen implementiert«, erklärt Röhling.

Flexible Plattform für unterschiedliche Szenarien

Das Forschungsteam hat darauf geachtet, dass das Robotersystem möglichst vielseitig einsetzbar ist. So sind Lasermodule und Drehteller auf ganz unterschiedlichen Fahrzeugen montierbar. Je nach Gelände könnte man Landfahrzeuge mit Rädern, Kettenfahrzeuge oder auch Drohnen einsetzen. Anwenderinnen und Anwender stellen die Komponenten für jedes Szenario passgenau zusammen.



Abb. 1 Der LiDAR-Laser ist auf einem rotierenden Drehteller befestigt. Pro Sekunde tastet der Laser einen Ausschnitt von 16 senkrechten Scheiben ab. Insgesamt sendet das Gerät 1,3 Millionen Laserimpulse pro Sekunde. So entsteht eine 3D-Punktwolke der Umgebung.

© Fraunhofer FKIE

FORSCHUNG KOMPAKT

2. Januar 2025 || Seite 3 | 3



Abb. 2 In der visuellen Darstellung werden die Punktwolken durch Kamerabilder eingefärbt. So entsteht eine virtuelle 3D-Umgebung, die Anschaulichkeit mit exakten geometrischen Informationen verbindet. In der virtuellen Szenerie kann man sich frei bewegen.

© Fraunhofer FKIE