PRESSEINFORMATION

PiCASo erfasst die Umgebung und ortet Gaslecks mit Ultraschall

Kompakter Ultraschallsensor lässt Roboter ihre Umgebung »hören«

Forschende des Fraunhofer-Instituts für Photonische Mikrosysteme IPMS und des Cosys-Lab der Universität Antwerpen haben mit »PiCASo« einen besonders kompakten Ultraschallsensor für die Robotik entwickelt. Er kann seine Umgebung aktiv per Sonar erfassen und in einer zweiten Betriebsart akustische Auffälligkeiten wie Druckgaslecks lokalisieren. Damit verbindet das System Umgebungswahrnehmung und Zustandsüberwachung in einem einzigen Sensor.

Autonome Roboter nutzen zur Orientierung häufig Kameras oder LiDAR-Systeme. Letztere erfassen ihre Umgebung mit Laserlicht. Bei Staub, Rauch, Nebel, schlechter Beleuchtung oder eingeschränkter Sicht können diese Systeme jedoch an ihre Grenzen stoßen. PiCASo ergänzt die optische Wahrnehmung durch Ultraschall: Ähnlich wie Fledermäuse sendet der Sensor Schallwellen aus und wertet die zurückkehrenden Echos aus, um seine Umgebung zu erfassen.

Zwei Funktionen in einem kompakten Sensor

Das Herzstück des Systems bildet ein am Fraunhofer IPMS entwickelter mikromechanischer Ultraschallwandler (L-CMUT). Der nur 4 × 4 Millimeter große Wandler deckt einen breiten Frequenzbereich von etwa 20 bis 80 Kilohertz ab. Kombiniert wird er mit 16 kreisförmig angeordneten miniaturisierten digitalen Mikrofonen. Das komplette System inklusive Gehäuse misst nur 35 × 38 × 15 Millimeter und eignet sich damit insbesondere für die Integration in kompakte Robotersysteme.

Die Besonderheit des Systems liegt in der Verbindung zweier Betriebsarten. Im aktiven Modus sendet PiCASo Ultraschallsignale aus und nutzt deren Echos, um Objekte und Strukturen in seiner Umgebung räumlich zu erfassen. Im passiven Modus nehmen die 16 Mikrofone Ultraschallsignale aus der Umgebung auf. Aus diesen Messungen lassen sich beispielsweise die Positionen von Druckgaslecks bestimmen.

Umgebung erfassen und Lecks lokalisieren

In Experimenten untersuchte das Forschungsteam eine Druckluftleitung mit drei definierten Leckstellen. PiCASo konnte alle drei Leckstellen räumlich voneinander unterscheiden, darunter die kleinste untersuchte Leckstelle mit einem Durchmesser von 0,3 Millimetern.
Auch die aktive Umgebungswahrnehmung wurde in Innenräumen erprobt. Aus den reflektierten Ultraschallsignalen erzeugte das System akustische Abbilder der

Redaktion
Franka Balvin | Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS | Telefon +49 351 8823-1144|
Maria-Reiche-Straße 2 | 01109 Dresden | www.ipms.fraunhofer.de | franka.balvin@ipms.fraunhofer.de

Umgebung bis zu einem Abstand von 6 Metern, in denen sich unter anderem Wände, ein Durchgang, Heizkörper und weitere Objekte erkennen und räumlich zuordnen ließen. Diese echobasierte Wahrnehmung kann die autonome Navigation von Robotern und unbemannten Fahrzeugen unterstützen. Dabei nutzt sie das gleiche Prinzip der Echoortung, mit dem sich Fledermäuse in ihrer Umgebung orientieren.

»Entscheidend ist für uns, möglichst viel Wahrnehmung auf möglichst kleinem Raum unterzubringen«, erklärt Dr. Sandro Koch, Leiter des Geschäftsfelds Acoustic Sensors and Systems am Fraunhofer IPMS. »PiCASo verdeutlicht das Potenzial breitbandigen Ultraschalls für kompakte Robotersysteme. Die Technologie ermöglicht es Robotern und autonomen Systemen, ihre Umgebung präzise zu erfassen, Objekte zuverlässig zu erkennen und sich auch in unbekannten Umgebungen sicher zu orientieren. So können sie flexibel auf unterschiedliche Situationen reagieren.«

Ein Teil der Arbeiten wird im Projekt iCampus 2 vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) gefördert.

Vorstellung auf der Konferenz SII 2027 in Japan
Die Forschungsergebnisse werden unter dem Titel »PiCASo: A Miniature Dual-Mode Acoustic Sensor for Ultrasonic Robotic Perception« auf dem 2027 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII 2027) vorgestellt. Die Konferenz findet vom 11. bis 14. Januar 2027 in Kobe, Japan, statt.

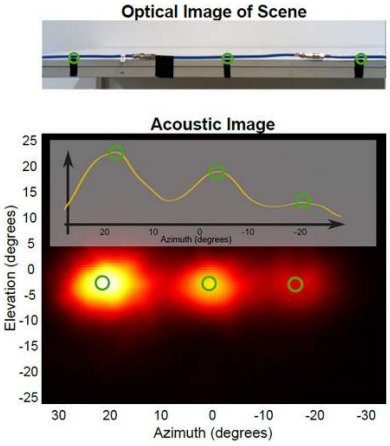
Über das Fraunhofer IPMS
Das Fraunhofer IPMS ist ein international führender Forschungs- und Entwicklungsdienstleister für elektronische und photonische Mikrosysteme. Unsere Technologien finden Anwendung in Industrie, Mobilität sowie Biotechnologie und Medizintechnik. Zugleich adressieren wir zentrale Zukunftsfelder wie Quantentechnologien und neuromorphes Computing. Mit unserer Forschung im Bereich grüner Mikroelektronik leisten wir Beiträge zu einer ressourcenschonenden und nachhaltigen Welt.

Über das Cosys-Lab
Das Cosys-Lab der Universität Antwerpen erforscht und entwickelt intelligente Systeme, die Sensorik, Software und physische Komponenten miteinander verbinden. Die Forschung des Labors reicht von neuen Sensortechnologien und eingebetteten Systemen bis zur Modellierung und energieeffizienten Gestaltung von Maschinen. Die Anwendungen liegen in Industrie, Mobilität, Landwirtschaft und Medizintechnik. Ein Schwerpunkt ist die akustische Umgebungswahrnehmung, etwa zur Orientierung von Robotern und zur Erkennung von Gaslecks.

Bildmaterial



Der kompakte Ultraschallsensor PiCASo besteht aus zwei Elektronikplatinen in einem 3D-gedruckten Gehäuse. Das System misst 35 × 38 × 15 Millimeter.
© *Cosys-Lab*



PiCASo lokalisiert im Versuch drei Leckstellen (0,8, 0,4 und 0,3 Millimeter Durchmesser) in einer Druckluftleitung. Oben: Foto der Leckstellen. Unten: akustisches Bild mit drei getrennt erkennbaren Leckstellen.
© *Cosys-Lab*

Die Fraunhofer-Gesellschaft mit Sitz in Deutschland ist eine der führenden Organisationen für anwendungsorientierte Forschung. Im Innovationsprozess spielt sie eine zentrale Rolle – mit Forschungsschwerpunkten in zukunftsrelevanten Schlüsseltechnologien und dem Transfer von Forschungsergebnissen in die Industrie zur Stärkung unseres Wirtschaftsstandorts und zum Wohle unserer Gesellschaft. Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 75 Institute und Forschungseinrichtungen. Die knapp 31 000 Mitarbeitenden, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Finanzvolumen von 3,6 Mrd. €. Davon fallen 3,2 Mrd. € auf den Bereich Vertragsforschung.