Lernende Systeme
DIE PLATTFORM FÜR KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

ANWENDUNGSSZENARIEN FÜR KI

Unter Wasser autonom unterwegs

Ausgangssituation

Mehr als 1.700 Offshore-Windenergieanlagen stehen schon heute vor deutschen Küsten, weitere werden derzeit gebaut. Ihre Fundamente liegen bis zu 50 Meter unter der Wasseroberfläche – eine Herausforderung für Inspektion, Wartung und Reparatur der Anlagen. Arbeiten an Unterwasserstrukturen sind deshalb aufwendig, teuer und gefährlich für die Taucher, die sie ausführen.

Lernende robotische Assistenzsysteme können den Menschen dabei unterstützen, Offshore-Anlagen und andere Unterwasserinfrastrukturen zu inspizieren, zu warten und zu reparieren. Diese autonomen Unterwasserfahrzeuge – Autonomous Underwater Vehicles (AUVs) – greifen auf Methoden der Künstlichen Intelligenz zurück.

Anwendungsszenario

Zur Wartung einer Offshore-Windkraftanlage wird ein Unterwasserroboter im Meer ausgesetzt. Er navigiert eigenständig zur vorgesehenen Anlage und führt daran planmäßig eine Inspektion durch. Einige kleinere Arbeiten kann das AUV gleich vor Ort erledigen, für eine größere Reparatur fordert es Unterstützung an. Nach Abschluss der Arbeiten kehrt der Roboter in ein Unterwasser-Dock zurück, wo die gewonnenen Daten ausgewertet werden.

Autonom unterwegs

Nachdem das AUV von einem Schiff ausgesetzt wurde, navigiert es automatisiert zur Offshore-Anlage. Zur Orientierung benutzt es markante Merkmale wie Pipelines oder andere Unterwasserstrukturen. Auf der Fahrt nutzt das AUV seine On-Board-Sensorik, um Hindernisse zu vermeiden oder die Karte zu aktualisieren. Mit Hilfe der gesammelten Daten verbessern Online-Lernalgorithmen das Verhalten des Systems.

Inspektion vor Ort

Am Ziel angekommen inspiziert das AUV die Anlage auftragsgemäß anhand detaillierter Navigations- und Planungsschritte. Nach Abschluss der Inspektion werden Planung und tatsächlicher Verlauf miteinander verglichen und daraus Verbesserungen für künftige Missionen abgeleitet. Kleinere Arbeiten kann das AUV an Ort und Stelle eigenständig ausführen; für größere Reparaturen fordert es selbst oder über das Fachpersonal Unterstützung durch spezialisierte Wartungsfahrzeuge oder Taucher an.

Lernen für die Zukunft
Nach Abschluss der Inspektion kann das AUV im Meer verbleiben (Subsea Resident). Es steuert selbstständig ein Unterwasser-Dock an, wo eine Systemdiagnose und Wartung erfolgen sowie die Batterien wieder aufgeladen werden. Nun ist das AUV bereit für den nächsten Einsatz, der mit der Zusendung der Missionsdaten aus dem Kontrollzentrum beginnen wird. Im Dock wird solange das Verhalten des Systems mit Hilfe von Lernverfahren auf Basis der gesammelten Daten optimiert. Die Daten können in die Weiterentwicklung neuer Fahrzeuge einfließen und mit Erkenntnissen anderer Wissensgebiete kombiniert werden. Zusätzlich können Fachkräfte für Inspektions- und Wartungsarbeiten die Daten nutzen, um Missionsverläufe nachzuvollziehen und weiteres Wissen und Erfahrungen in die Planungsalgorithmen zu integrieren (Teaching).

Nutzen

Lernende Systeme können die Arbeiten an Unterwasserstrukturen grundlegend verändern:
- **Stabilität:** Lernende robotische Assistenzsysteme können Ausfälle von Teilsystemen vorhersagen und kompensieren.
- **Wirtschaftlichkeit:** AUVs machen die notwendigen Inspektionen von Unterwasserinfrastrukturen wirtschaftlicher und manche Einsätze überhaupt erst möglich.
- **Sicherheit:** Der Betrieb von Unterwasserinfrastrukturen wird insgesamt sicherer und nachhaltiger. Gleichzeitig verringert der Einsatz von AUVs das Gesundheitsrisiko für Fachpersonal (v. a. für Taucher).

Herausforderungen

Bis Unterwassersysteme autonome Wartungs- und Reparatureinsätze durchführen werden, sind folgende Fragen zu klären:
- **Haftung:** Wer haftet im Schadensfall und wie können Schäden versichert werden?
- **Dual-Use:** Wie lässt sich eine Zweckentfremdung der Systeme ausschließen?
- **Lernverfahren:** Wie können Rahmenbedingungen für zielgerichtetes Lernen geschaffen werden?
- **Transfer:** Wie kann der Lerntransfer und die Verallgemeinerung des Erlernten ermöglicht werden?

Was ist zu tun?

Um das Anwendungsszenario Realität werden zu lassen, sind folgende Schritte nötig:
- Förderung der Technologieentwicklung bis zur Marktreife
- Lösung technischer/wissenschaftlicher Fragen zur Befähigung der Systeme

Das Anwendungsszenario „Unter Wasser autonom unterwegs“ wurde entwickelt von der Arbeitsgruppe Lernfähige Robotiksysteme der Plattform Lernende Systeme.
Mehr zum Anwendungsszenario erfahren Sie unter www.plattform-lernende-systeme.de

Impressum
Lernende Systeme – Die Plattform für Künstliche Intelligenz | Geschäftsstelle | c/o acatech | Karolinenplatz 4 | 80333 München | info@plattform-lernende-systeme.de | www.plattform-lernende-systeme.de | Bildnachweis: edeos – digital education GmbH | Stand: Oktober 2026