

Igelschutz für Mähroboter

Diplomand



Benyamin Meier

Ziel der Arbeit: Der zunehmende Einsatz autonomer Mähroboter in privaten Gärten führt vermehrt zu Kollisionen mit Wildtieren. Besonders betroffen ist der Igel, der bei Gefahr nicht flieht, sondern sich einkugelt und damit für die Sensorik konventioneller Mähroboter schwer erkennbar ist. Viele Geräte überfahren diese Tiere, was zu schweren Schnittverletzungen oder schlimmstenfalls zum Tod führt. Trotz zunehmender gesellschaftlicher Sensibilität für Tierschutzfragen existieren bislang kaum kostengünstige, nachrüstbare Lösungen, die bestehende Mähroboter igelsicher machen. Ziel dieser Bachelorarbeit ist die Entwicklung eines modularen, nachrüstbaren Schutzsystems, das sich ohne Eingriff in die Elektronik auf bestehende Roboterplattformen integrieren lässt und eine zuverlässige Erkennung sowie automatische Reaktion auf Igel erlaubt.

Vorgehen / Technologien: Basierend auf einer technischen Analyse bestehender Systeme und sensorischer Tiererkennungsmethoden wurden zunächst verschiedene Konzepte entwickelt und evaluiert. Ein erster Ansatz mit LiDAR-Sensorik wurde aufgrund technischer Inkompatibilitäten verworfen. In der finalen Umsetzung kombiniert das System Ultraschallsensoren zur Nahbereichserkennung mit einem kamerabasierten Objekterkennungssystem, das mithilfe eines selbst trainierten YOLOv5-Modells zwischen Igeln und anderen Objekten differenziert. Die Systemsteuerung erfolgt über einen Raspberry Pi 5, der via Cloud-API mit dem Mähroboter kommuniziert. Zur Validierung wurde ein mehrstufiges Testverfahren durchgeführt: Bilderkennungstests mit echten Igeln, Reaktionslogik-Tests mit Igel-Dummies, und ein Feldversuch unter realen Einsatzbedingungen inklusive Nachtbetrieb mit LED-Beleuchtung.

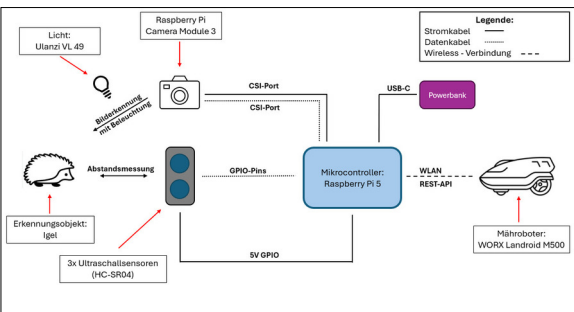
Ergebnis: Das entwickelte System zeigte in sämtlichen Testphasen eine grundsätzlich zuverlässige Funktion. Die Bildklassifikation mit dem YOLOv5-Modell erreichte im Training eine mAP@0.5 von 0.98, eine Precision von 0.97 sowie einen Recall von 0.99. Bei der Validierung mit echten Igeln im Tierzentrum konnten 19 von 21 Aufnahmen korrekt erkannt werden. Im Outdoortest zeigte das System eine robuste Performance bei Igeln in flachem und mittlerem Gras. Einschränkungen traten lediglich bei sehr hohem Gras (> 60 mm) auf, welches ohnehin ausserhalb der Einsatzparameter von Mährobotern liegt. Die Reaktionslogik, welche Ultraschallsensorik mit Bildverarbeitung kombiniert, bewährte sich im Indoor- wie Outdoor-Einsatz. In 30 Feldversuchen wurden alle Igel korrekt identifiziert und der Mähvorgang in 18 Fällen wie vorgesehen unterbrochen. 12 Fehlalarme (40 %) waren auf Sensordatenfehler der Ultraschallmodule im unebenen Gelände zurückzuführen. Auch der Einsatz igelähnlicher Objekte offenbarte

Optimierungspotenzial: Dunkle, runderliche Steine wurden teilweise falsch-positiv klassifiziert. Eine gezielte Erweiterung des Datensatzes um negativ gelabelte Objekte wird empfohlen. Die integrierte Beleuchtung war entscheidend für Nachtaufnahmen: Ohne Licht sank die Erkennungsleistung signifikant, mit Beleuchtung funktionierte das System stabil. Insgesamt bestätigt die Arbeit die technische Machbarkeit eines kostengünstigen, nachrüstbaren Igelschutzmoduls für Mähroboter. Die geschätzten Produktionskosten liegen bei einer Stückzahl von 5'000 Einheiten bei 76.70 CHF. Damit bietet das System ein praktikables Mittel zur Erhöhung des Tierschutzes im Gartenbetrieb.

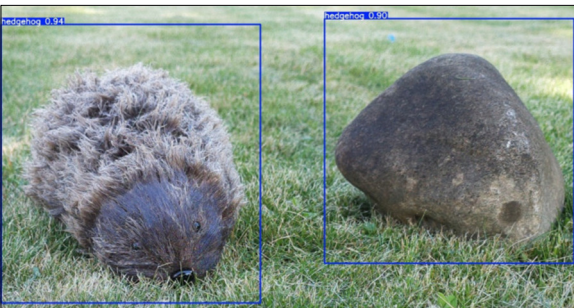
Mähroboter mit Igelschutzmodul Eigene Darstellung



Schematischer Aufbau des Igelschutzmoduls Eigene Darstellung



Klassifizierter Igel-Dummy mit False-Positive Klassifikation eines Steines Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Elmar Nestle

Korreferent

Robert Spasov, Graf + Cie AG, Rapperswil SG, SG

Themengebiet

Sensorik, Automation & Robotik