SmartDis

Smart Disassembly with a Knowledge-based Automation System

Programm / Ausschreibung	IKT der Zukunft, IKT der Zukunft - Ausschreibung DE-AT AI	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.03.2021	**Projektende**	31.12.2023
Zeitraum	2021 - 2023	**Projektlaufzeit**	34 Monate
Keywords	Ontology; Industrial Robotics; Recycling; Waste Electrical And Electronic Equipment (WEEE); Disassembly		

Projektbeschreibung

Im letzten Jahrzehnt wurde Elektroschrott meist auf Deponien gelagert, verbrannt oder in Entwicklungsländer transportiert. 88,000 Tonnen Elektroschrott (Daten von 2011) fallen jedes Jahr in Österreich an, wovon 5,000 Tonnen als Sondermüll deklariert werden. Elektroschrott-Recycling wird daher als besonders wichtig gesehen, um Umweltverschmutzung einzudämmen und Ressourcen zu sparen. Die Zerlegung defekter Produkte erlaubt die Wiederverwendung von Teilen und Material, wird aber meist manuell durchgeführt. Die bereits im industriellen Umfeld existierenden Demontageanlagen weisen dabei im Allgemeinen nur einen geringen automatisierten Anteil auf und sind typischerweise direkt auf einen konkreten Produkttyp zugeschnitten. Dadurch wird sowohl die Flexibilität bezüglich veränderter Produktreihen, als auch die Adaptivität der Gesamtanlage im Recyclingprozess signifikant eingeschränkt. Die weiterhin steigende Menge an Elektroschrott erfordert einen höheren Automatisierungsgrad für mehr Effizienz. Vor allem da es derzeit Millionen von Produkten im Verbraucherbereich gibt, die am Ende ihres Lebenszyklus stehen und von denen wir nicht genau wissen, wie man sie auseinandernimmt.
Unser Ziel ist die Entwicklung und Implementierung eines automatisierten wissens-getriebenen Roboter-zentrierten Demontagesystems, das sich autonom an die jeweiligen Vorgaben und Beschränkungen anpasst, welche zur Demontage eines gegebenen Produktes notwendig sind. Ein systematischer Zugang zur Automatisierung von Demontageprozessen wird durch die Anwendung von wissensbasierten Systemen geboten indem eine semantische Kopplung zwischen einzelnen Aktivitäten wie z.B. Erkennung, Greifen, Manipulation und einzelnen Demontageoperationen vorgesehen ist. Die Verwendung maschinen-interpretierbarer Semantik ermöglicht den integrierten intelligenten Komponenten eines Demontagesystems das Produktkonzept, den Demontageablauf und die nötigen Zeitplanungsprozesse sowie die erforderlichen Demontagewerkzeuge so zu verbinden, dass die Datenintegration bzw. automatische Schlussfolgerungen ermöglicht wird. Dabei wird die semantische Repräsentation eines Produktmodells mit dem Bilderkennungssystem verknüpft um eine automatische Identifikation zu realisieren. Anschließend werden Methoden der Bildverarbeitung in die Optimierungsalgorithmen der Pfadplanung und der modellbasierten Roboterregelung integriert um eine dynamische Vorgabe der Bewegungsabfolge des Roboters für die einzelnen Demontageprozesse zu erzielen. Die hierfür notwendigen Daten sollen mit unterschiedlichen Sensoren aufgenommen und anschließend fusioniert werden.
Das SmartDis-System wird als Demonstrator für die Demontage von Desktop-PCs implementiert und in einer

Laborumgebung am ACIN der TU Wien, Lehrstuhl für Regelungstechnik der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel und beim PRIA getestet und evaluiert. Die Anwendbarkeit des Systems, als auch die Möglichkeit das System für ein breiteres Spektrum an Produkten bei der Mülltrennung einzusetzen, wird in einem weiteren Anwendungsfall (Demontage von Antennenverstärker) demonstriert, der vom industriellen Partner Augusta GmbH zur Verfügung gestellt wird.

Abstract

In the last decade, most waste electrical and electronic equipment (WEEE) has been landfilled, burned or transported to developing countries. 88,000 tons of WEEE (data from 2011) are generated each year in Austria, of which 5,000 tons are declared hazardous waste. Therefore, E-waste recycling is seen as particularly important to reduce environmental pollution and save resources. The disassembly of defective products allows the reuse of parts and materials but is usually carried out manually. Generally, already existing industrial disassembly plants have only a small automated part and are typically directly tailored to a specific product type. This limits the flexibility with respect to changing product series as well as the adaptivity of the entire plant in the recycling process. The continuously increasing amounts of WEEE requires a higher degree of automation for more efficiency. Especially since there are currently millions of products in the consumer sector that are at the end of their life cycle and for which we do not know exactly how to take them apart.
Our goal is to develop and implement an automated knowledge-driven robot-centric disassembly system that autonomously adapts to the constraints and limitations necessary to disassemble a given product. A systematic approach to automate the disassembly process is achieved by applying knowledge-based systems. They semantically link individual activities such as detection, gripping, manipulation and existing individual disassembly operations. The use of machine-interpretable semantics enables integrated intelligent components of a disassembly system to combine the product concept, the disassembly sequence, and the necessary scheduling processes as well as the required disassembly tools in such a way that automatic reasoning, as well as data integration, is possible. The semantic representation of the product model is linked with an image recognition system to realize an automatic identification. Subsequently, image processing methods are integrated into the optimization algorithms of path planning and model-based robot control in order to achieve a dynamic specification of the robot's motion sequence for the individual disassembly processes. The data required for this purpose will be obtained with different sensors and then merged.
The SmartDis system will be implemented as a demonstrator for the disassembly of desktop PCs and tested and evaluated in a laboratory environment at ACIN of TU Vienna, Chair of Automatic Control of Kiel University as well as at PRIA. The applicability of the system, as well as the ability to use the system for a wider range of products in waste separation, will be demonstrated in one another use case (disassembly of the antenna amplifiers) provided by the industrial partner Augusta.

Projektkoordinator

- Practical Robotics Institute Austria (PRIA) zur Förderung des wissenschaftlich-technischen Nachwuchses über Robotik

Projektpartner

- AUGUSTA Buntmetalle GmbH
- Boxx IT Solutions GmbH
- Ing. Eric Dokulil e.U.
- Karlsruher Institut für Technologie Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Mechanik (MVM)
- Reichmann SPS - Service GmbH
- Technische Universität Wien Institut für Automatisierungs- und Regelungstechnik (ACIN)