Interreg

Brandenburg – Polska

Kofinanziert von der Europäischen Union

Współfinansowany przez Unię Europejską

MobiRobAI

Informacja o realizacji IV etapu projektu | Informationen zur Umsetzung der vierten Projektphase

WERSJA POLSKA

Najważniejsze informacje o projekcie

Nazwa projektu: MobiRobAI - Prototyp autonomicznego manipulatora mobilnego do zbioru owoców i czyszczenia paneli słonecznych

Program wspierający: Interreg VI A Brandenburg - Polska

Priorytet programu: 1.1 Innowacyjne pogranicze - transfer wiedzy i technologii na rzecz innowacyjnych rozwiązań.

Cel szczegółowy: Rozwijanie i wzmacnianie zdolności badawczych i innowacyjnych oraz wykorzystywanie zaawansowanych technologii.

Partner wiodący: Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk

Partnerzy projektu: 1. Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk.
2. IHP - Leibniz Institute for High Performance Microelectronics.

Partnerzy stowarzyszeni: BTU Brandenburski Uniwersytet Techniczny w Chociebużu

Kwalifikowalny budżet projektu: 822 101,04 EUR

Kwota dofinansowania EFRR: 657 680,83 EUR

Okres realizacji: 01.10.2024 - 31.03.2027

Główny cel projektu

Głównym celem projektu jest współpraca badawcza dwóch instytucji naukowych służąca wykorzystaniu rozwijanych przez partnerów rozwiązań robotyki kosmicznej do zastosowań w codziennej praktyce. Nowoczesne techniki badań planetarnych takie, jak hierarchiczne planowanie i wykonywanie zadań przez autonomiczne roboty z wbudowaną sztuczną inteligencją, rozpoznawanie obrazów i śledzenie obiektów, planowanie trajektorii zostaną wykorzystane do stworzenia prototypu modularnego manipulatora mobilnego zbierającego wybrane obiekty (np. pomidory) i czyszczącego panele fotowoltaiczne.

Najważniejsze działania projektu

1. Zaprojektowanie systemu i zakup elementów prototypu oraz przygotowanie rozwiązań dla podsystemów.
2. Integracja podsystemów, testy systemu i jego usprawnienia.
3. Rozpowszechnienie wyników projektu i przygotowanie prototypu do wdrożenia.

Stan realizacji projektu

W IV etapie projektu MobiRobAI, realizowanego przez CBK PAN i IHP, kontynuowaliśmy integrację i testy systemu. Jego sterownik nadrzędny ma w podobny sposób zarządzać pracą dwóch podsystemów: mobilnego manipulatora do zbioru pomidorów oraz bezzałogowego statku powietrznego (BSP) do inspekcji i czyszczenia paneli fotowoltaicznych. Każdy z tych podsystemów stanowi osobny demonstrator. Wspólny sterownik nadrzędny ma umożliwiać organizację i nadzorowanie zadań według podobnych zasad, mimo że demonstratory wykonują różne prace. Właśnie możliwość zastosowania tej architektury do obu zadań jest ważnym założeniem projektu. W minionym półroczu sprawdzaliśmy ich rozwiązania sprzętowe i programowe w laboratorium, wprowadzając potrzebne poprawki. Integrację prowadziliśmy stopniowo: po sprawdzeniu poszczególnych rozwiązań weryfikowaliśmy ich współpracę w ramach demonstratorów. We wrześniu rozpoczęliśmy zaplanowane testy polowe. Prace koncentrowały się na rozpoznawaniu i zbiorze pomidorów; funkcje związane z panelami fotowoltaicznymi sprawdzono dotąd w podstawowym zakresie.

Testy laboratoryjne rozwiązania obejmowały sterowanie ruchem platformy z manipulatorem po zadanej trajektorii oraz przetwarzanie obrazów z systemu wizyjnego przy końcówce roboczej. Dane dotyczące ruchu oraz obrazy trafiały do sterownika nadrzędnego. Szczególnej uwagi wymagała współpraca układu sterowania ruchem z systemem wizyjnym, ponieważ od niej zależy wykonanie zadania zbioru owoców. Testy pozwalały wykrywać problemy podczas integracji i na bieżąco wprowadzać poprawki sprzętowe oraz programowe. Oprogramowanie sprawdzaliśmy także z użyciem modelu kinematyczno-dynamicznego opracowanego w III etapie. Model opisuje ruch platformy z manipulatorem i pozwala oceniać działanie algorytmu sterowania. Dzięki temu część testów oprogramowania mogliśmy prowadzić równolegle z integracją sprzętu na platformie. Obecny algorytm sterowania bazuje na tym modelu; w dalszych pracach planujemy go uprościć i oprzeć na samej kinematyce. Testy polowe sterowania będą kontynuowane w V etapie.

W IV etapie prezentowaliśmy projekt podczas wydarzeń naukowych i regionalnych. Ukazał się również artykuł o projekcie w serwisie Deutsche Welle. W lipcu 2026 r. podczas konferencji Polish Control Conference (PCC), współorganizowanej przez CBK PAN, zespół przedstawił trzy referaty w dwóch sesjach specjalnych. Artykuły związane z tymi wystąpieniami zostały następnie opublikowane w materiałach konferencyjnych wydawnictwa Springer. Przedstawiliśmy w nich wybrane rozwiązania i wyniki uzyskane dotychczas podczas realizacji projektu.

W ostatnim, V etapie projektu, planujemy dokończyć testy polowe obu demonstratorów: mobilnego manipulatora do zbioru pomidorów oraz BSP do inspekcji i czyszczenia paneli fotowoltaicznych. Podczas tych prób będziemy weryfikować działanie poszczególnych podsystemów oraz ich współpracę ze sterownikiem nadrzędnym. Zebrane dane posłużą do dalszych usprawnień obu demonstratorów. Będziemy także testować przygotowaną bazę danych paneli fotowoltaicznych i upraszczać algorytm sterowania mobilnym manipulatorem, opierając go na kinematyce. Równolegle będziemy upowszechniać wyniki projektu podczas seminariów i targów branżowych. Wyniki testów pomogą określić, jakie zmiany są jeszcze potrzebne przed zakończeniem projektu. W miarę możliwości przygotujemy również prototyp demonstratorów projektowych do wdrożenia.

DEUTSCHE FASSUNG

Die wichtigsten Projektdaten

Projektbezeichnung: MobiRobAI - Prototyp eines autonomen mobilen Manipulators für die Obsternte und Solarpanelreinigung

Programm: Interreg VI A Brandenburg - Polska

Priorität: Ein innovativer Grenzraum - Wissens- und Technologietransfer für innovative Lösungen

Spezifisches Ziel: Entwicklung und Ausbau der Forschungs- und Innovationskapazitäten und der Einführung fortschrittlicher Technologien

Leadpartner: Weltraumforschungszentrum der Polnischen Akademie der Wissenschaften

Projektpartner: 1. Weltraumforschungszentrum der Polnischen Akademie der Wissenschaften.
2. IHP - Leibniz Institute for High Performance Microelectronics

Assoziierte Partner: BTU Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg

Förderfähiges Gesamtbudget: 822 101,04 EUR

Förderbetrag EFRE: 657 680,83 EUR

Durchführungszeitraum: 01.10.2024 - 31.03.2027

Das Hauptziel des Projekts

Das Hauptziel des Projekts ist eine Forschungskooperation zwischen zwei wissenschaftlichen Instituten, um die von ihnen entwickelten Lösungen für die Weltraumrobotik für Anwendungen in der täglichen Arbeit zu nutzen. Modernste Techniken der Planetenerkundung wie hierarchische Planung und Aufgabenausführung durch autonome Roboter mit eingebetteter künstlicher Intelligenz, Bilderkennung und Objektverfolgung sowie Trajektorienplanung werden zur Entwicklung eines Prototyps eines modularen mobilen Manipulators eingesetzt, der ausgewählte Objekte (z. B. Tomaten) aufnimmt und Solarpanelen reinigt.

Wichtigsten Maßnahmen des Projekts

1. Systementwurf und Erwerb von Prototypkomponenten + Vorbereitung von Teilsystemlösungen.
2. Integration von Teilsystemen, Systemtests und Verbesserungen.
3. Verbreitung der Projektergebnisse und Vorbereitung des Prototyps für die Umsetzung.

Durchführungsstand des Projekts

In der vierten Phase des Projekts MobiRobAI, das vom CBK PAN und dem IHP durchgeführt wird, haben wir die Integration und die Tests des Systems fortgesetzt. Seine Haupt-Steuerungssoftware soll die Arbeit von zwei Teilsystemen auf ähnliche Weise steuern: eines mobilen Manipulators zur Tomatenernte sowie eines unbemannten Luftfahrzeugs (UAV) zur Inspektion und Reinigung von Photovoltaikmodulen. Jedes dieser Teilsysteme stellt einen eigenständigen Demonstrator dar. Die gemeinsame Hauptsteuerung soll die Organisation und Überwachung der Aufgaben gemäß ähnlichen Prinzipien ermöglichen, obwohl die Demonstratoren unterschiedliche Aufgaben ausführen. Genau die Möglichkeit, diese Architektur für beide Aufgaben einzusetzen, ist ein wichtiges Ziel des Projekts. Im vergangenen Halbjahr haben wir ihre Hardware- und Softwarelösungen im Labor getestet und die erforderlichen Nachbesserungen vorgenommen. Die Integration erfolgte schrittweise: nach der Prüfung der jeweiligen Lösungen haben wir deren Zusammenspiel im Rahmen von Demonstrationsanlagen überprüft. Im September haben wir mit den geplanten Feldtests begonnen. Die Arbeiten konzentrierten sich auf Tomatenerkennung und -ernte; die Funktionen im Bereich der Photovoltaikmodule wurden bislang in grundlegendem Umfang geprüft.

Die Labortests der Anlage umfassten die Bewegungssteuerung der Plattform mit dem Manipulator entlang einer vorgegebenen Trajektorie und die Bildverarbeitung durch das Bildverarbeitungssystem am Arbeitsende. Die Bewegungsdaten sowie die Bilder selbst wurden an die Haupt-Steuerung übertragen. Besondere Berücksichtigung erforderte das Zusammenwirken des Bewegungssteuerungssystems mit dem Bildverarbeitungssystem, da davon die Ausführung der Aufgabe der Obsternte abgehängt war. Die Tests ermöglichten es, Probleme während der Integration zu erkennen und laufend Korrekturen an Hardware und Software vorzunehmen. Die Software haben wir zudem mithilfe des in der dritten Phase entwickelten kinematisch-dynamischen Modells überprüft. Das Modell beschreibt die Bewegung der Plattform mit dem Manipulator und ermöglicht es, die Funktionsweise des Steuerungsalgorithmus zu bewerten. Dadurch konnten wir einen Teil der Softwaretests parallel zur Integration der Hardware auf der Plattform durchführen. Der derzeitige Steuerungsalgorithmus basiert auf diesem Modell; im weiteren Arbeitsverlauf planen wir, ihn zu vereinfachen und ausschließlich auf der Kinematik aufzubauen. Die Feldtests der Steuerung werden in Phase V fortgesetzt.

In der vierten Phase haben wir das Projekt im Rahmen wissenschaftlicher und regionaler Veranstaltungen präsentiert. Außerdem erschien ein Artikel über das Projekt auf der Internetseite der Deutschen Welle. Im Juli 2026, während der von CBK PAN mitorganisierten Polish Control Conference (PCC), hielt das Team drei Vorträge auf zwei Sondersitzungen. Die Artikel zu diesen Vorträgen wurden daraufhin in den Konferenzunterlagen des Springer-Verlags veröffentlicht. Darin haben wir ausgewählte Lösungen und die bisher im Rahmen des Projekts erzielten Ergebnisse vorgestellt.

In der letzten, fünften Projektphase planen wir, die Feldtests beider Demonstratoren fertigzustellen: des mobilen Manipulators zur Tomatenernte sowie der Drohne zur Inspektion und Reinigung von Photovoltaikmodulen. Im Laufe dieser Tests werden wir die Funktionsweise der einzelnen Teilsysteme sowie deren Zusammenspiel mit der Hauptsteuerung überprüfen. Die gesammelten Daten werden für weitere Optimierungen beider Demonstratoren genutzt. Außerdem werden wir die erstellte Datenbank der Photovoltaikmodule testen und den Steuerungsalgorithmus für den mobilen Manipulator vereinfachen, indem wir ihn auf Kinematikgrundlagen aufbauen. Parallel dazu werden wir die Ergebnisse des Projekts im Rahmen von Seminaren und Fachmessen veröffentlichen. Anhand der Testergebnisse lässt sich feststellen, welche Änderungsmaßnahmen vor Abschluss des Projekts noch erforderlich sind. Soweit möglich, werden wir zudem einen Prototyp der Projektdemonstratoren für die Umsetzung ausarbeiten.

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego. | Das Projekt wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung kofinanziert.

Zdjęcia demonstratorów projektu | Bilder der Projektdemonstratoren



PL BSP do inspekcji i czyszczenia paneli fotowoltaicznych.

DE Drohne zur Inspektion und Reinigung von Photovoltaikmodulen.



PL Platforma mobilna z manipulatorem do zbioru pomidorów w laboratorium - widok boczny.

DE Mobile Plattform mit Roboterarm für die Tomatenernte im Untersuchungslabor - Seitenansicht.



PL Platforma mobilna z manipulatorem do zbioru pomidorów w trakcie testów polowych.

DE Mobile Plattform mit Roboterarm für die Tomatenernte während der Felderprobung.

Przydatne linki | Nützliche Links

MobiRobAI Project	*https://mobirobai.spaceregion.eu/*
Interreg Brandenburgia - Polska	*https://interreg-brandenburg-polska.eu/pl/*
Centrum Badań Kosmicznych PAN	*https://cbkpan.pl/*
IHP - Leibniz Institute for High Performance Microelectronics	*https://www.ihp-microelectronics.com/*