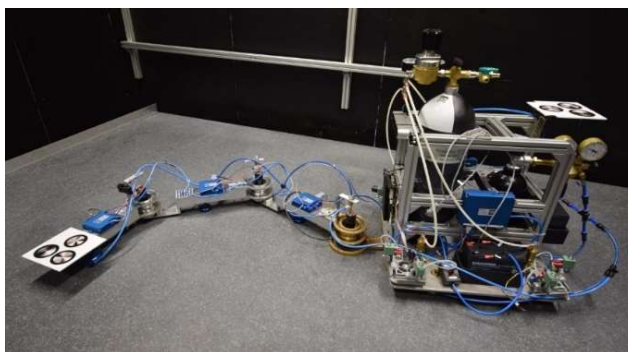
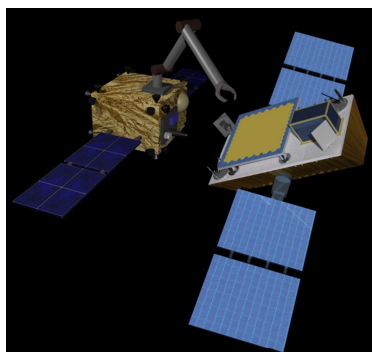


Opracowanie, analiza i walidacja algorytmów optymalnego planowania trajektorii i sterowania adaptacyjnego przeznaczonych dla wielocłonowych układów dynamicznych pracujących w warunkach mikrogravitacji

W ostatnich latach znacząco wzrosła liczba satelitów znajdujących się na orbicie okołoziemskiej. Eksperci przewidują, że rozwój technologii z zakresu robotyki kosmicznej pozwoli na organizację misji serwisowych z użyciem bezzałogowych satelitów zdolnych do prowadzenia napraw na orbicie. Satelity serwisowe mogłyby także zostać użyte do przechwytywania i usuwania z orbity dużych śmieci kosmicznych w celu powstrzymania wzrostu populacji śmieci na orbicie. Europejska Agencja Kosmiczna pracuje nad koncepcją aktywnego usuwania śmieci kosmicznych w ramach inicjatywy „Clean Space”. Misje serwisowe oraz misje, których celem będzie przechwytywanie śmieci kosmicznych, będą wymagały użycia manipulatora do złapania niekontrolowanego obiektu na orbicie. Manewr przechwycenia będzie najtrudniejszym elementem tych misji, ponieważ siły i momenty reakcji wywołane ruchem manipulatora wpływają na pozycję i orientację satelity serwisowego.

Głównym celem naukowym projektu jest opracowanie, analiza i walidacja algorytmów planowania trajektorii i algorytmów sterowania, które pozwolą na przechwycenie obiektu (np. uszkodzonego satelity) na orbicie za pomocą manipulatora umieszczonego na satelicie serwisowym. Proponowane podejście umożliwi zaplanowanie optymalnej trajektorii, a więc znalezienie najlepszej możliwej trajektorii, która pozwala na realizację dodatkowych zadań. Ruch manipulatora wpływa na orientację satelity, a zatem możliwe jest znalezienie takiej trajektorii, która pozwoli na złapanie wybranego obiektu przy jednoczesnej minimalizacji zmian orientacji satelity serwisowego. Ze względu na to, że baza manipulatora może się swobodnie przesuwać i obracać, na etapie planowania trajektorii konieczne jest użycie równań matematycznych opisujących dynamikę układu satelita-manipulator. To jest największa różnica między manipulatorami o stałej bazie pracującymi na Ziemi, a manipulatorami, które zostaną zamontowane na małych satelitach. Z powodu zakłóceń działających na układ oraz ze względu na niedokładną znajomość parametrów konieczne jest użycie sterowania z zamkniętą pętlą sprzężenia w celu zapewnienia realizacji zaplanowanej trajektorii. Do zrealizowania trajektorii zostanie zastosowane sterowanie adaptacyjne. Proponowane metody planowania trajektorii i sterowania będą badane z użyciem symulacji numerycznych. Podejście opracowane w ramach projektu zostanie porównane z innymi metodami znanymi z literatury. Możliwość praktycznego wykorzystania metod planowania trajektorii zostanie zademonstrowana w eksperymentach przeprowadzonych na stanowisku testowym wykorzystującym płaskie łożyska powietrzne do symulacji warunków mikrogravitacji. Takie łożyska pozwalają na pozbawiony tarcia ruch makiety satelity wyposażonej w manipulator. W ramach projektu stanowisko testowe zostanie ulepszone: planowane jest dodanie koła reakcyjnego pozwalającego na opcjonalną kontrolę orientacji satelity oraz dodanie czujnika do precyzyjnych pomiarów orientacji. Dodatkowe testy zostaną zrealizowane z użyciem manipulatora przemysłowego o siedmiu przegubach. Celem ostatniego zadania będzie krytyczna ocena uzyskanych wyników. Proponowane jest wprowadzenie kryteriów liczbowych, które pozwolą na porównanie różnych metod planowania. Ocena tego, jak dana metoda sprawdza się w konkretnym scenariuszu, biorąc pod uwagę ustalone warunki początkowe, jest kluczowym elementem projektu.

Duży potencjał projektu wynika z faktu, że trzy główne obszary badawcze (matematyczne modelowanie układu satelita-manipulator, planowanie trajektorii oraz sterowanie w zamkniętej pętli sprzężenia) są rozważane razem. Rozwój metod planowania trajektorii i sterowania jest inspirowany realnymi potrzebami i potencjalnym przyszłym zapotrzebowaniem na takie technologie. Prace nad proponowanymi metodami mogą być kontynuowane pod kątem ich potencjalnego zastosowania w orbitalnych misjach serwisowych oraz misjach, których celem będzie przechwytywanie i usuwanie z orbity śmieci kosmicznych.



Rysunek 1. Wizja artystyczna orbitalnej misji serwisowej (lewy panel) oraz makieta satelity na stanowisku testowym wykorzystującym płaskie łożyska powietrzne do symulacji warunków mikrogravitacji (prawy panel).