

XVII Konferencja Naukowo-Techniczna

TKI2024

TECHNIKI KOMPUTEROWE W INŻYNIERII

15-18 października 2024

Zarządzenie ugrupowaniem platform załogowych i bezzałogowych przy realizacji zadań logistycznych w środowisku nieustrukturyzowanym

Andrzej Typiak¹, Rafał Typiak¹

¹Zakład Centrum Robotów Mobilnych, Instytut Robotów i Konstrukcji Maszyn, Wydział Inżynierii Mechanicznej
Wojskowa Akademia Techniczna
email: andrzej.typiak@wat.edu.pl; rafal.typiak@wat.edu.pl

STRESZCZENIE: W artykule przedstawiono założenia projektu realizowanego w ramach Europejskiej Agencji Obrony. Projekt "Convoy Operations with Manned-unMAnNeD Systems" (COMMANDS) ma na celu opracowanie, integrację systemów i walidację możliwości życiowych (TLC) dla szybkoieżnych, inteligentnych i współpracujących załogowych i bezzałogowych systemów lądowych.

SŁOWA KLUCZOWE: ugrupowanie platform, architektura systemu

1. Wprowadzenie

Wykorzystanie obiektów bezzałogowych (UxV) w operacjach wojskowych stanowi jedną z najważniejszych innowacji ostatnich lat. Niewątpliwie wykorzystanie UxV wzrośnie w nadchodzących latach wraz z masowym wprowadzaniem innych systemów autonomicznych w różnych środowiskach (ląd, powietrze, woda) oraz wzrostem możliwości współpracy między systemami (rojami) i ludźmi.

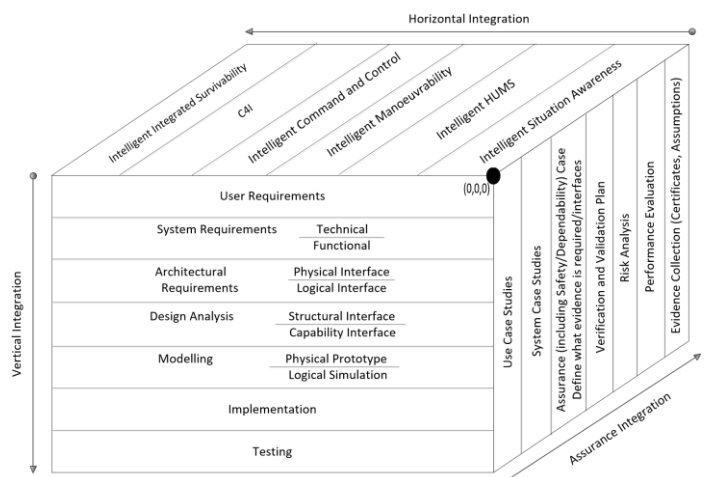
Stosowanie systemów UxV ma bezpośredni wpływ na zmniejszenie narażenia żołnierzy na związane z charakterem ich pracy ryzyko. Takie systemy mogą również poprawić wydajność i aktywność operatora, by zapewnić przewagę taktyczną i niezawodne rozwiązania działające w bardzo wymagających warunkach.

Platformy autonomiczne stosowane w środowisku cywilnym przeszły znaczącą i użyteczną ewolucję w ciągu ostatniej dekady, ale są to systemy, które działają zwykle w ustrukturyzowanych lub kontrolowanych środowiskach. W przypadku UxV do celów wojskowych muszą one być zdolne do działania również w środowiskach nieustrukturyzowanych i w sytuacjach braku lub degradacji sygnału satelitarne lub łączności, w których systemy bezzałogowe muszą podejmować decyzje przeciwko potencjalnym zagrożeniom (IED, wojna elektroniczna, ogień wroga, itd.). Dlatego wdrożenie autonomicznych UxV w zastosowaniach wojskowych stwarza wiele wyzwań technologicznych, z którymi należy się zmierzyć z punktu widzenia operacyjnego, takich jak: interoperacyjność (maszyna-maszyna i człowiek-maszyna), pewna i bezpieczna komunikacja, obsługa dużych ilości danych, autonomiczne podejmowanie decyzji czy precyzyjne pozycjonowanie bez sygnału Globalnych Systemów Nawigacji Satelitarnej (GNSS) [3].

2. Modelowanie systemu platform załogowych i bezzałogowych

Projekt COMMANDS wykorzystuje podejście inżynierii systemów (rys. 1) do rozwoju cyklu iteracyjnego w ramach ogólnej metodologii realizacji:

- integracja pionowa wdraża tradycyjne metody cyklu życia, takie jak model rozwoju V-Cycle dla rozwoju systemu fizycznego;
- integracja pozioma wdraża integrację zdolności, w której zdolności są wyabstrahowane z rzeczywistych aspektów systemu fizycznego w celu zintegrowania zdolności w kompleksowy sposób (np. C4I, inteligentna świadomość sytuacji, inteligentne zdolności manewrowe, zintegrowana przeżywalność, inteligentne dowodzenie i kontrola, inteligentny HUMS);
- Assurance Integration to miejsce, w którym gromadzone są pakiety umożliwiające certyfikację systemu.



Rys. 1. Model referencyjny inżynierii systemów [4]

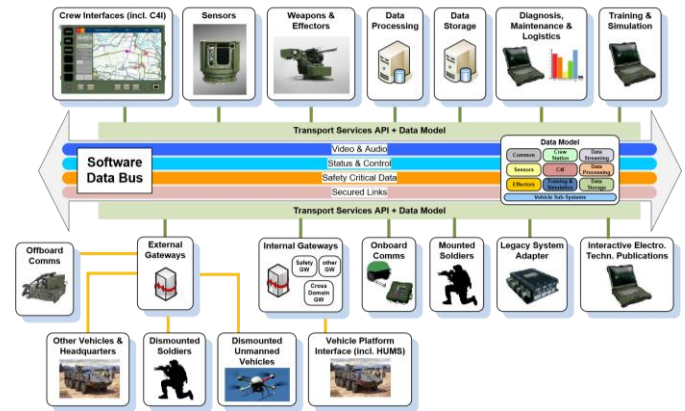
Oś pionowa i pozioma reprezentują proces rozwoju inteligentnych zdolności i technologii kierowany przez organizację NAF, podczas gdy oś integracji zapewnia wszystkie pakiety wymagane do weryfikacji i walidacji, a także ewentualnej certyfikacji przy użyciu kluczowych wskaźników efektywności.

3. Integracja systemów pokładowych

Każda platforma pojazdu COMMANDS będzie obsługiwana przez zintegrowane technologie w celu zapewnienia spójnej architektury usług standardowych, np. NGVA (architektura, bezpieczeństwo i ochrona). Różne podsystemy fizyczne będą miały na celu zapewnienie ujednoliconych usług na całej platformie pojazdu i inteligentne filtrowanie ich dla użytkownika pokładowego (systemy załogowe) lub zewnętrznego (systemy bezzałogowe). Fuzja czujników, siłowników i efektorów w różnych podsystemach fizycznych oraz fuzja informacji między różnymi modułami funkcjonalnymi umożliwiającymi przez algorytmy ML/AI będą zapewniały inteligentne zachowanie platformy. Informacje będą gromadzone i przedstawiane użytkownikowi w celu podjęcia decyzji o prowadzeniu misji (np. zarządzanie energią i zasobami, takie jak wybór amunicji i efektorów, unikanie skutków ubocznych). Architektura usług zdolności będzie wspólna dla platform załogowych i bezzałogowych, aby umożliwić płynne przejście z platformy załogowej do bezzałogowej. Bezpieczeństwo wbudowanych systemów zostanie zapewnione poprzez analizę zachowania systemów opartą o zbieranie danych HUMS w całym systemie pojazdu, a Intelligent HUMS będzie wykorzystany do niwelowania zagrożeń [3].

Rysunek 2 przedstawia schemat systemu skoncentrowanego na magistrali danych z różnymi typami podsystemów systemu misji brany pod uwagę w architekturze referencyjnej. Podejście skoncentrowane na magistrali danych traktuje każdy podsystem jako luźno powiązaną jednostkę, którą można dodać do ogólnej infrastruktury magistrali danych Mission System w sposób plug-and-play. W przeciwieństwie do podejścia zorientowanego na serwer, który jako centralny punkt, w przypadku awarii, ogranicza wydajność systemu. Nie wyklucza się podejścia zorientowanego na usługi, ponieważ usługi działające w czasie rzeczywistym mogą być realizowane w oparciu o infrastrukturę skoncentrowaną na danych.

Infrastruktura skoncentrowana na magistrali danych jest zbudowana na sieci Ethernet, która jest technologią rozwijaną od ponad 30 lat, zapewniającą wysoką wydajność, perspektywy modernizacji wydajności i ogólną skalowalność systemu przy stosunkowo niskich kosztach. Ethernet zapewnia elastyczność technologiczną w celu zaspokojenia potrzeb ogólnego przeznaczenia, a także bezpieczeństwa, ochrony i krytycznych aplikacji w czasie rzeczywistym, np. za pomocą wariantów Ethernet wyzwalanych czasowo. Ponadto technologia Ethernet i IP opiera się na otwartych standardach i promuje stosowanie standardowych technologii oprogramowania pośredniczącego, takich jak Data Distribution Service (DDS).



Rys. 2. Integracja systemów misji w oparciu o modułowe otwarte architektury i standardowe interfejsy [2]

4. Podsumowanie

Realizacja projektu będzie miała znaczący wpływ na działania operacyjne i taktyczne i bezpośrednio wpłynie na pomyslną realizację misji, dostępność sprzętu i gotowość zdolności, wzmacniając koncepcję zwinnych europejskich sił lądowych.

Ponadto modułowa otwarta architektura systemu ze standardowym podejściem interfejsów do inteligentnych i spójnych możliwości działania (zwrotność, świadomość sytuacji, przeżywalność, monitorowanie zdrowia i użytkownika, infrastruktura komunikacyjna i informacyjna, efekторы i środki zaradcze, dowodzenie i kontrola) oraz wprowadzenie nowatorskich technologii zapewni nowe elastyczne zarządzanie zdolnościami żywymi i kosztami konserwacji i modernizacji przy znacznie zmniejszonych środkach technicznych.

Wnioski z projektu wskażą drogę do przyszłych przełomowych technologii, a mobilny demonstrator skoncentrowany na długodystansowym scenariuszu operacyjnym dla "Konwoju zaopatrzeniowego na ostatnim kilometrze z ochroną sił" przedstawi integrację najnowocześniejszych technologii w celu zapewnienia inteligentnych możliwości.

Praca została wykonana w ramach projektu Nr 101102635 - COMMANDS, finansowanego przez Komisję Europejską.

Literatura

- [1] VSI, Vetrionics Standards & Guidelines, Annex: VSI Metrics for Electronic Architecture Assessment (August 2009), VSI, 2009.
- [2] LAVOSAR "Land Vehicle with Open System Architecture" 12.R&T.OP.336 - Final Report - BL 8387 T212 REP, 04 April 2014.
- [3] Ferreira A, Matias B, Almeida J, Silva E. Real-time GNSS precise positioning: RTKLIB for ROS. International Journal of Advanced Robotic Systems. 2020;17(3). doi:10.1177/1729881420904526.
- [4] The "Convoy Operations with Manned-unMANeD Systems" project (COMMANDS), EDF-2-21-GROUND-D-UGVT.