

Białystok, 24 .09.2014

*dr hab. inż. Waldemar Rakowski*  
*prof. nadzwyczajny*  
*Politechnika Białostocka*  
*Wydział Zarządzania*

**RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**  
**dla RADY WYDZIAŁU**  
**ELEKTROTECHNIKI, ELEKTRONIKI, INFORMATYKI I AUTOMATYKI**  
**POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ**

**Tytuł rozprawy: Metodyka AADL projektowania rozproszonych systemów czasu rzeczywistego w autonomicznej platformie mobilnej**

**Autor rozprawy: mgr inż. Maciej Łaski**

Praca doktorska mgra inż. Macieja Łaskiego ma charakter zaawansowanego technologicznie projektu inżynierskiego zawierającego oryginalne rozwiązania problemów naukowych związanych z zarządzaniem komputerowym autonomiczną platformą mobilną przeznaczoną do zadań wojskowych i paramilitarnych, w szczególności do wykonywania zwiadu i wykrywania min.

Mgr inż. Maciej Łaski był członkiem zespołu badawczego realizującego w Instytucie Informatyki Stosowanej Politechniki Łódzkiej grant Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego pt. „Autonomiczny robot pola walki przeznaczony do zadań zwiadu i wykrywania min”. Skonstruowany w ramach tego grantu robot jest produktem interdyscyplinarnym z zakresu automatyki, elektroniki, robotyki i informatyki. W rozprawie doktorskiej mgra inż. Macieja Łaskiego w sposób wyraźny wyodrębniono zarówno w sensie merytorycznym jak i ilościowym (procentowo) wkład Doktoranta w realizację robota, głównie w zakresie rozwiązań informatycznych.

**Opis zawartości pracy**

Rozprawa liczy 132 strony, składa się ze wstępu, 9 rozdziałów, podsumowania i obszernej

bibliografii.

We wstępie podano informację o granicie Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego finansującym projekt i realizację robota, składzie zespołu badawczego, który zaprojektował robot i o oprogramowaniu robota liczącym około 200 tysięcy linii kodu w językach C, C++ i C#, z czego 30 % zostało wykonane przez Doktoranta.

W rozdziale 1 sformułowano cel i tezę pracy. Jako cel wyznaczono zaprojektowanie rozproszonego systemu czasu rzeczywistego zarządzania platformą mobilną posiadającą ściśle określone funkcjonalności. Postawiono tezę, że realizacja celu jest możliwa w oparciu o metodykę AADL, którą oferuje język służący do projektowania i analizy architektury oprogramowania i sprzętu systemów czasu rzeczywistego o nazwie Architecture Analysis & Design Language, opracowany przez Society for Automotive Engineers. Z dalszych części pracy wynika, że tezę sformułowano właściwie.

W rozdziale 2 scharakteryzowano komputerowe systemy czasu rzeczywistego, zagrożenia akwizycji danych w takim systemie i problemy czasowe w systemie rozproszonym.

Rozdział 3 poświęcono metodykom projektowania rozproszonych systemów czasu rzeczywistego, krótko charakteryzując metodykę AADL i inne takie jak MASCOT, HRT-HOOD, UML\_RT, ROOM.

W rozdziale 4 przedstawiono definicje pojęć i symboli graficznych występujących w języku AADL.

Rozdział 5 opisuje funkcjonalności robota, jego główne parametry i model robota w języku AADL zdekomponowany na 8 modułów. Na stronie 51 zamieszczono schemat blokowy pokazujący opracowane algorytmy i ich autorów. Wyraźnie wyróżniono algorytmy opracowane, zmodyfikowane i zaimplementowane przez Autora rozprawy.

W rozdziale 6 opisano moduły wchodzące w skład systemu zarządzania robotem; zamieszczono diagramy w języku AADL poszczególnych modułów.

Rozdział 7 opisuje moduł będący systemem zarządzania napędem sześciokołowego robota. Zamieszczono diagram w języku AADL zarządzania silnikami, diagram procesu

uruchomieniowego na procesorze tsm320f28335 i diagram zarządzania pojedynczym silnikiem. Opisano zaprojektowane przez Autora rozprawy systemy zabezpieczenia silników robota. Przedstawiono algorytm kontroli trakcji i wykresy prędkości liniowej kół.

W rozdziale 8 opisano algorytmy dotyczące ramienia obserwacyjnego robota. Ramię ma cztery stopnie swobody i jest zarządzane w systemie rozproszonym. Przedstawione są poszczególne podsystemy zarządzania manipulatorem, diagram modelu zarządzania przegubem, diagram procesu realizującego algorytmy zarządzania przegubem. Zamieszczono algorytmy realizacji sterowania manipulatorem w układzie współrzędnych kartezjańskich i realizacji sterowania manipulatorem w trybie obserwacji obiektu.

Rozdział 9 poświęcony jest zagadnieniu lokalizacji robota mobilnego. Scharakteryzowano wykorzystany do lokalizacji robota algorytm nazywany ICP (Iterative Closest Point). Przedstawiono modyfikację tego algorytmu i jego implementację z wykorzystaniem drzewa KD. Zamieszczono wykresy porównujące czasy działania algorytmu ICP bez modyfikacji i z modyfikacją optymalizującą działanie algorytmu wykonaną przez Autora rozprawy. Wykresy te ilustrują znaczący wpływ modyfikacji na czasy obliczeń.

Pracę zamyka obszerna bibliografia, w której wymieniono wyłącznie pozycje cytowane w tekście rozprawy i podano strony na których cytowanie ma miejsce.

### **Uwagi ogólne**

Styl, język pracy, jasność prezentacji, poza dość licznymi literówkami, nie budzi zastrzeżeń.

Prezentacja niektórych zagadnień wydaje się jednak zbyt encyklopedyczna. Uwaga ta dotyczy w szczególności rozdziału 4 noszącego tytuł „Metodyka AADL”, zajmującego 3,5 strony. Rozdział ten jest kluczowy w kontekście tytułu, celu i tezy rozprawy, i moim zdaniem, powinien być przedstawiony bardziej szczegółowo.

Autor rozprawy wykazał się dobrą znajomością zagadnień z nauk pokrewnych, w szczególności z zakresu fizyki i elektroniki.

Praca doktorska mgr inż. Macieja Łaskiego jest dobrym przykładem awansu naukowego poprzez

badania naukowe i realizację projektu o wysoko zaawansowanej technologii i o dużym znaczeniu dla nauk technicznych.

### **Zauważone usterki**

- str. 11, „Unsigned integer 16 bits” przetłumaczono jako „szesnastobitowa liczba całkowita ze znakiem” i prawdopodobnie idzie o liczbę ze znakiem, gdyż dotyczy oznaczenia „int16”
- błędy w zdaniach na końcu str. 56
- błąd w zdaniu w drugiej połowie str. 62
- w środku str. 104 powinno być raczej „translacji” zamiast „transformacji”
- w opisie algorytmu ICP na str. 105 są nieścisłości we wzorach (9.1) i (9.3), jednakże w trakcie przygotowywania recenzji Doktorant przysłał mi poprawione wersje tych wzorów, podobnie wyjaśnił nieścisłości w oznaczeniach zmiennych na str. 106
- na końcu str. 114 zamieszczono informację, cytując: „Wyniki prac związanych z tematyką rozprawy zawarte zostały w 15 publikacjach naukowych w tym: jedna z listy Filadelfijskiej (Ostalczyk, Łaski i inni, 2013)”, ale trudno znaleźć tę pozycję w bibliografii rozprawy.

### **Uwaga terminologiczna**

Na stronie 31 rozprawy użyto terminu „enkapsulacja”. W literaturze polskiej dotyczącej programowania obiektowego używany jest termin „kapsułkowanie”, który być może jest lepszym spolszczeniem terminu angielskiego „encapsulation”.

### **Główne, oryginalne osiągnięcia Doktoranta**

Do głównych oryginalnych osiągnięć Doktoranta należą:

- projekt modułowego oprogramowania stanowiącego System Zarządzania Platformą Mobilną
- opracowanie algorytmu kontroli trakcji z optymalizacją zużycia energii i zasięgu mobilności robota
- opracowanie algorytmów realizujących intuicyjne sterowanie robotem
- modyfikacja algorytmu ICP w celu lokalizacji robota i przystosowanie go do działania na procesorach sygnałowych o niskiej częstotliwości taktowania i ograniczonym poborze mocy

- implementacja wybranych modułów funkcjonalnych Systemu Zarządzania Platformą Mobilną takich jak: zarządzania zasilaniem, sterowania ruchem sześciokołowego robota, sterowania ramieniem obserwacyjnym robota, lokalizacji i budowy mapy otoczenia robota

W realizacji powyższych zadań Doktorant wykorzystał metodykę AADL projektowania systemów czasu rzeczywistego i tym samym udowodnił postawioną na początku rozprawy tezę, że metodyka AADL umożliwia zaprojektowanie Systemu Zarządzania Platformą mobilną, gdyż robot został wykonany i przeszedł pomyślnie szczegółowe testy.

### **Podsumowanie**

Rozprawa doktorska mgr inż. Macieja Łaskiego spełnia wymagania ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (z późniejszymi zmianami, Dz. U. z 2011 r. Nr 84, poz. 455), w szczególności wymagania określone w artykule 13 ustęp 1 odnośnie oryginalności rozwiązań naukowych w zakresie informatyki w naukach technicznych. Jest pracą o charakterze projektowym, konstrukcyjnym i technologicznym i spełnia wymogi ustępu 3. Poprzez wyraźne wyodrębnienie z całości projektu robota indywidualnego wkładu Doktoranta w ten projekt spełnia wymogi ustępu 4 cytowanej ustawy.

W tym stanie rzeczy wnoszę o przyjęcie rozprawy doktorskiej mgr inż. Macieja Łaskiego i w przypadku spełnienia pozostałych wymogów związanych z przewodem doktorskim, proszę Wysoką Radę o dopuszczenie Go do publicznej obrony pracy doktorskiej.

*Waldemar Ralski*