

Politechnika Warszawska
Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych

Warszawa, 20 marca 2017 r.

D z i e k a n a t

Uprzejmie informuję, że na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej odbędzie się w dniu 4 kwietnia 2017 r. publiczna obrona rozprawy doktorskiej

mgr inż. Rafała Graczyka

temat: “Reliability and performance modeling of configurable electronic systems for unmanned spacecraft”

promotor – dr hab. inż. Krzysztof Poźniak, prof. Politechniki Warszawskiej

recenzenci:

dr hab. inż. Zbigniew Szadkowski, prof. Uniwersytetu Łódzkiego

dr hab. inż. Tomasz Adamski, prof. Politechniki Warszawskiej

Obrona odbędzie się w dniu 4 kwietnia 2017 r. w sali 116 na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych – Gmach im. Janusza Groszkowskiego, Warszawa, ul. Nowowiejska 15/19; początek godz. 9.00.

Po adresem: www.elka.pw.edu.pl/Wydzial/Rada-Wydzialu/Harmonogram-obron-doktorskich-streszczenia-i-recenzje zapewniony jest na stronie Wydziału dostęp do tekstów streszczenia rozprawy i recenzji, jak również do tekstu rozprawy umieszczonej w Bazie Wiedzy Politechniki Warszawskiej.

Dziekan



prof. dr hab. inż. Krzysztof Zaremba

Rodzaj pracy: rozprawa doktorska

Mgr inż. Rafał Graczyk

Promoter- dr hab. inż. Krzysztof Poźniak, prof. PW

Tytuł:

“Reliability and performance modeling of configurable electronic systems for unmanned spacecraft” / „Modelowanie niezawodności i wydajności konfigurowalnych systemów elektronicznych dla bezzałogowych pojazdów kosmicznych”

Streszczenie:

Modelowanie niezawodności i zdolności do dostarczenia wymaganej mocy obliczeniowej, jest ważnym zagadnieniem dla projektantów aparatury lotniczej i kosmicznej. W prezentowanej rozprawie przedstawiona jest obiecująca metoda modelowania złożonych systemów, w szczególności opartych o konfigurowalne układy logiczne i procesory, z wykorzystaniem sieci Petriego, do stosowania w kontekście ich analizy oraz oceny jakościowej i ilościowej ich wiarygodności. Metoda ta, choć z pewnymi ograniczeniami i niedogodnościami oferuje przystępne, wizualne i formalne, sposoby opisywania zachowania systemu na różnych poziomach (funkcyjnym, czasowym, zdarzeń losowych) i oferuje dostęp do aparatu matematycznego, idealnego do prowadzenia symulacji i wsparcia technicznego procesu podejmowania decyzji. Praktyczny przypadek użycia proponowanej metodologii jest zaprezentowany na przykładzie analizy rozwiązań dla budowy sterownika koronografu (Coronagraph Control Box) projektowanego i budowanego dla misji PROBA-3 prowadzonej przez Europejską Agencję Kosmiczną. PROBA-3 jest misją badawczą która pozwala wprowadzić w życie nowe rozwiązania eksperymentalne do lotu w przestrzeni kosmicznej i tym samym zbierać doświadczenia działalności operacyjnej wybranych i zaimplementowanych rozwiązań.

Łódź, 14 stycznia 2017

dr hab. Zbigniew Szadkowski, prof. nadzw. UŁ
Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej
Uniwersytetu Łódzkiego

**Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr Rafała Graczyka
„Reliability and Performance Modeling of Configurable
Electronic Systems for Unmanned Spacecraft”**

Praca doktorska przedstawiona przez mgra Rafała Graczyka została wykonana na Wydziale Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej pod kierunkiem dr hab. Krzysztofa Poźniaka prof. nadzw. PW.

- 1. Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy (teza rozprawy) I czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez Autora? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny) ?**

We wstępie (Preface) Autor przedstawia dokładną strukturę swojej dysertacji. Jednakże brakuje we wstępie precyzyjnego opisu zagadnienia naukowego jakie będzie w tej pracy rozpatrzone i dyskutowane. Dopiero w rozdziale 5.2 na stronie 71 pojawia się definicja celu pracy, a mianowicie weryfikacja hipotezy :

It is possible to design and evaluate a dependable on-board control and data processing unit for unmanned spacecraft utilizing system model associating environmental and functional information in Petri Net.

Oraz dwa cele demonstrujące praktyczne zastosowanie proponowanej metodologii i oceny systemu:

- Goal 1** Coronagraph Control Box performance shall be evaluated using proposed methodology by establishing and simulation of Petri Net system performance model.
- Goal 2** Coronagraph Control Box reliability shall be evaluated using proposed methodology by establishing and simulation Petri Net system reliability model.

Pojawienie się precyzyjnego wyjaśnienia celu pracy dopiero właściwie w połowie dysertacji jest może nieco ukryte i niezbyt zgodne z ogólnymi oczekiwaniami, by tezy zostały sformułowane na początku pracy. Niemniej jednak, Autor przez 4 rozdziały konsekwentnie i precyzyjnie wprowadza Czytelnika w podstawy inżynierii systemów, środowisko operacyjne dla testowanego oprzyrządowania, modelowanie awioniki, sieci Petri’ego oraz opis koronografu, będącego środowiskiem testowym proponowanej w pracy metodologii. Zatem w chwili sformułowania tezy, Czytelnik jest w pełni przygotowany, by zrozumieć i ocenić wagę proponowanego rozwiązania.

Praca ma charakter teoretyczno-doświadczalny. Metodologia modelowania niezawodności systemów została praktycznie przetestowana na bazie sterownika koronografu projektowanego i budowanego dla misji PROBA-3 prowadzonej przez Europejską Agencję Kosmiczną.

2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł (w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle) świadczący o dostatecznej wiedzy Autora? Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący?

Tak. Praca zawiera precyzyjne wyjaśnienia i odnośniki do literatury – 140 pozycji, w większości prace w renomowanych czasopismach o zasięgu światowym: 15 w IEEE Trans. on Nucl. Science, 31 pozycje książkowe, 41 odnośników do publikacji konferencyjnych, 11 odnośników do raportów Europejskiej Agencji Kosmicznej oraz NASA oraz 12 publikacji w czasopismach IEEE.

Zakres cytowanych źródeł jest bardzo szeroki i dobitnie świadczy o pełnej orientacji Autora w zakresie obecnego stanu wiedzy, jak i trendów w rozważanej dziedzinie.

W rozdziałach 2-4 Autor opisuje bardzo wiele procesów natury fizycznej, technicznej czy logistycznej bogato ilustrując opisywane procesy odnośnikami do literatury.

3. Czy Autor rozwiązał postawione zagadnienie i czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?

Tak. Autor rozwiązał postawione zagadnienie i użył właściwej do tego metody opartej o sieci Petri'ego. Analiza bardzo złożonych systemów awioniki i aparatury kosmicznej stanowi zawsze wyzwanie. Przedstawiona przez Autora metodologia statyczne i dynamiczne modelowanie złożonych systemów. Autor wprowadza Czytelnika w praktyczną metodologię implementacji, porównuje modele klasyczne z relatywnie prostymi i bardziej skomplikowanymi sieciami Petri'ego biorące pod uwagę zaawansowane (i nie jawne oczywiste) własności systemu. Dla CCB DPU przy modelowaniu wydajności Autor udowadnia cel nr 1 (Goal 1). Przy modelowania niezawodności Autor osiąga cel nr 2 (Goal 2).

4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek Autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy, czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

Oryginalność rozprawy polega na

- Wprowadzeniu zaawansowanej metodologii modelowania złożonych systemów awioniki,
- Zastosowaniu sieci Petri'ego w celu symulacji mocy obliczeniowej i niezawodności modelu CCB DPU (Coronagraph Control Box Data Processing Unit),
- Analizie architektury CCB DPU.

Doktorant w oparciu o analizę dostępnej wiedzy, zdobyte doświadczenie i właściwą interpretację wyników dostarczył niezwykle silne narzędzie diagnostyczne o olbrzymich walorach praktycznych umożliwiających oszacowanie niezawodności skomplikowanych systemów awioniki i aparatury kosmicznej.

5. Czy Autor wykazał się umiejętnością poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników (zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy) ?

Praca napisana jest w języku angielskim. Słownictwo, gramatyka i całość pracy ocenić należy na poziomie bardzo dobrym.

Autor przedstawia skrótowo

- całą gamę procesów fizycznych istotnych z punktu widzenia niezawodności systemów w awionice i operujących w przestrzeni kosmicznej,

- przegląd procesów istotnych z punktu widzenia modelowania niezawodności awioniki,
- sieci Petri'ego będące jednym z narzędzi późniejszej analizy,
- sterownik koronografu.

W każdym z rozdziałów widać kompetencję Autora w formułowaniu opisów procesów i wyciąganiu wniosków.

Autor sformułował precyzyjnie wnioski: hipoteza z rozdziału 5.2 została w pełni potwierdzona.

- Sieci Petri'ego wraz z wprowadzoną metodologią stanowią bardzo użyteczne narzędzie w wizualizacji wielu aspektów pracy systemu umożliwiając potwierdzenie lub dyskwalifikację wstępnej oceny bazującej na standardowych narzędziach inżynierskich.
- DPU powinien być traktowany jako jednostka strumieniowa, a nie buforująca, gdyż w skrajnie niekorzystnym przypadku brakuje czasu, by przesłać wszystkie istotne dane po zakończeniu obserwacji.
- Przy takim podejściu możliwa jest istotna redukcja pojemności buforującej pamięci RAM, co skutkuje oszczędnościami na poziomie 50 k€,
- Analiza modelu DPU pokazuje, jak zarządzać przepływem istotnych danych z koronografu do modułu kompresującego i do bloku ADPMS (Advanced Data and Power Management System) w celu uzyskania pożądanej wydajności systemu,
- Symulacja niezawodności DPU zapewnia wizualizację udziałów funkcjonalnych łańcuchów dla DPU koronografu.
- Rozszerzony model niezawodności DPU dostarcza znacznie więcej danych o redundancji, czasach odzyskiwania utraconych bloków, średnich czasach międzyawaryjnych w stosunku do klasycznych modeli.

6. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?

Z czystego obowiązku podaję kilka drobnych mankamentów. Pozycja [65] w spisie literatury nie jest opisana. Autor mógłby zasugerować, że tezy pracy zostaną przedstawione w głębi dysertacji. Proponowałbym zamianę kolejności paragrafów 1.1 i 1.2.

Autor używa naprzemiennie sformułowań : „it is worth to notice” i „it is worth noticing”. Należałoby raczej stosować konsekwentnie najlepiej drugą formę.

7. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych?

Modelowanie niezawodności i zdolności do dostarczania wystarczającej mocy obliczeniowej jest bardzo ważnym zagadnieniem w projektowaniu awioniki i aparatury kosmicznej. Wybór architektury, stopnia redundancji, komponentów systemu, topologii systemu, optymalizacja kosztów, funkcjonalności i niezawodności jest zagadnieniem trudnym wymagającym uwzględnienia wielu, często przeciwstawnych, parametrów. Poziom komplikacji zdecydowanie rośnie dla aparatury kosmicznej, gdy priorytetem jest niezawodność, ale która musi być kompromisem między kosztami, ciężarem systemu, poborem mocy etc.

Stąd praca Autora jest bardzo istotna dla przyszłych badaczy podobnych zagadnień, gdyż dostarcza szereg szczegółowych informacji, zwykle niedostępnych w publikacjach naukowych, które koncentrują się na meritum zagadnienia, pozostawiając niuanse, tricki nieopublikowane, a które to, często niedoceniane szczegóły, są fundamentem know-how.

8. Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę:

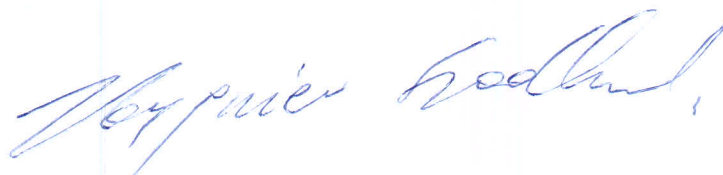
- a) Nie spełniająca wymagań stawianym rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy
- b) Wymagająca wprowadzenia poprawek,
- c) Spełniająca wymagania,
- d) Spełniająca wymagania z wyraźnym nadmiarem,

e) Wybitnie dobra, zasługująca na wyróżnienie

Podsumowanie

Podsumowując przedstawianą opinię stwierdzam, że praca mgra Rafała Graczyka „**Reliability and Performance Modeling of Configurable Electronic Systems for Unmanned Spacecraft**” spełnia wymagania formalne przepisów o rozprawach doktorskich zgodnie z Ustawą o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 – Dz. U. 2003, Nr 65, poz. 595 – z późniejszymi zmianami oraz wymagania zwyczajowe stawiane rozprawom doktorskim i **wnioskuję o dopuszczenie doktoranta do publicznej obrony rozprawy.**

Rozprawę zaliczam do kategorii **Wybitnie dobra, zasługująca na wyróżnienie** i stawiam wniosek o przyznanie wyróżnienia pracy mgr Rafała Graczyka.



dr hab. Zbigniew Szadkowski prof. nadzw. UŁ

dr hab. Tomasz Adamski, prof. nzw. PW

.....
tytuł, stopień, imię i nazwisko

Warszawa 20.01.2017

.....
data

Politechnika Warszawska
Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Instytut Systemów Elektronicznych
.....
miejsce pracy

***KWESTIONARIUSZ - RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ DLA RADY
WYDZIAŁU ELEKTRONIKI I TECHNIK INFORMACYJNYCH
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ***

Tytuł rozprawy:

**Reliability and Performance Modeling of Configurable Electronic Systems for
Unmanned Spacecraft**

Autor rozprawy: mgr inż. Rafał Graczyk

1. Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy (teza rozprawy) i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, konstrukcyjny, inny)?

Teza rozprawy jest następująca. Za pomocą modelowania wykorzystującego głównie aparat matematyczny sieci Petriego (choć nie tylko) możliwa jest ocena niezawodności, parametrów i poprawności działania elektronicznych systemów konfigurowalnych.

Metodyka zaproponowana przez Autora ma w gruncie rzeczy charakter ogólny i dotyczy obszernej kategorii systemów złożonych jednak w pracy Autor koncentruje się na systemach awioniki bezzałogowych statków kosmicznych.

Należy podkreślić, że ocena niezawodności tego typu systemów musi uwzględniać cały szereg efektów typowych dla przestrzeni kosmicznej i ma zasadnicze znaczenie dla powodzenia i kosztów wszystkich bezzałogowych misji kosmicznych.

Cele i tezy rozprawy zostały przez Autora podane w rozprawie precyzyjnie i jasno.

Rozprawa ma charakter częściowo teoretyczny częściowo konstrukcyjno-doświadczalny z bardzo rozbudowanymi, obszernymi badaniami numeryczno-symulacyjnymi.

3. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł (w tym literatury światowej i stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle) świadczący o dostatecznej wiedzy autora. Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący?

Przegląd dotychczasowego stanu wiedzy w zakresie zagadnień poruszanych w pracy zrobiony jest bardzo starannie a wnioski stąd wypływające sformułowane są w sposób właściwy. Spis literatury obejmuje ponad 140 pozycji.

4. Czy autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?

Autor rozwiązał postawiony problem poprawnie. Zastosowania sieci Petriego do analizy, modelowania, weryfikacji poprawności działania oraz projektowania systemów złożonych różnego typu takich jak systemy operacyjne, sieci komputerowe czy systemy transportowe są powszechnie znane. Po raz pierwszy został jednak aparat matematyczny sieci Petriego zastosowany do oceny niezawodności złożonego systemu awioniki. Na podkreślenie zasługuje uwzględnienie w proponowanej metodyce opartej na sieciach Petriego aspektów losowych, probabilistycznych typowych dla środowiska przestrzeni kosmicznej.

5. Na czy polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

W ocenie recenzenta zaproponowana w pracy metodologia modelowania oraz oceny niezawodności i parametrów systemu złożonego oparta na wykorzystaniu aparatu matematycznego sieci Petriego jest oryginalnym osiągnięciem Autora. Autor co prawda koncentruje się w pracy na systemach awioniki dla bezzałogowych statków kosmicznych ale to dobrze bo zastosowanie ogólnego podejścia w konkretnych przedstawionych w pracy przykładach pozwala ocenić użyteczność zaproponowanego podejścia. Warto podkreślić, że stosując metodykę sieci Petriego Autor nie rezygnuje z klasycznych metod oceny niezawodności systemów złożonych znanych z matematycznej teorii niezawodności. Oryginalność rozprawy polega również na całościowym, syntetycznym podejściu do problemu niezawodności badanych systemów awioniki kosmicznej.

6. Czy autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników (zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy)?

Autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych wyników. Autor dowodzi postawionych tez w sposób poprawny. Poprawność redakcyjna pracy również nie budzi zastrzeżeń. Praca ma logiczną przejrzystą strukturę. Język pracy jest jasny. Pracę czyta się bardzo dobrze.

7. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?

Praca nie ma zasadniczych wad a dostrzeżone drobne przeoczenia nie wpływają na wartość merytoryczną pracy. Na przykład na stronie 46 w definicji procesu Markowa postulat drugi mówi o niezmienności w czasie prawdopodobieństwa przejścia (tzw. jądra Markowa). Tak będzie ale dla procesów Markowa stacjonarnych. Ogólnie rzecz biorąc tak być nie musi. Ponadto w pracy nt. zastosowań sieci Petriego dobrze byłoby dokładniej, obszerniej omówić matematyczne własności tych sieci zwłaszcza, że istnieją różne rodzaje tych sieci.

8. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych?

Wydaje się, że zaproponowana przez Autora metodyka modelowania systemów złożonych (a szczególności złożonych systemów awioniki bezzałogowych statków kosmicznych) oparta na wykorzystaniu sieci Petriego jest najlepszym (i najtańszym) obecnie sposobem oceny niezawodności, poprawności pracy i estymacji parametrów takich systemów bez wykonywania bardzo kosztownych w przypadku awioniki badań doświadczalnych na urządzeniach prototypowych. Wprzęgnięcie proponowanej przez Autora metodyki w proces projektowania awioniki statków kosmicznych umożliwiłoby znaczną obniżkę kosztów opracowywanej aparatury.

9. Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę:

- a) niespełniająca wymagań stawianych rozprawom doktorskich przez obowiązujące przepisy**
- b) wymagająca wprowadzenia poprawek i ponownego recenzowania**
- c) spełniająca wymagania stawiane rozprawom doktorskim**

d) spełniająca wymagania z wyraźnym nadmiarem

e) wybitnie dobra, zasługująca na wyróżnienie

Zaliczam rozprawę do kategorii e) tzn. praca zasługująca na wyróżnienie

T. Adamski

.....
podpis