

WPLYNĘŁO  
2023 -09- 27  
dn.....

Lublin, 11 września 2023r.

dr hab. inż. Andrzej Smolarz  
Katedra Elektroniki i Technik Informatycznych  
Wydział Elektrotechniki i Informatyki  
Politechnika Lubelska

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ  
dla Rady Doskonałości Naukowej dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika  
Politechniki Warszawskiej

Tytuł rozprawy doktorskiej: „Functional Bus Description Language”

Autor rozprawy: mgr inż. Michał Kruszewski

Dyscyplina: Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika;  
Dziedzina nauk inżynieryjno-technicznych

Promotor: dr hab. inż. Wojciech Zabołotny, profesor uczelni

*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)?*

Autor analizuje właściwości współczesnych narzędzi do projektowania systemów wykorzystujących układy FPGA. Stwierdza, że wszystkie dostępne rozwiązania cechuje takie samo podejście do zagadnienia – stanowiące główną ich wadę – są one zorientowane na rejestry. Użytkownik najpierw definiuje rejestr, i w kolejnym kroku ręcznie rozmieszcza w nim dane. Autor twierdzi, że należy zmienić podejście na funkcjonalne i stawia tezę, że „możliwe jest określenie struktury magistrali i rejestrów na podstawie opisu funkcjonalnego danych, które mają być przechowywane w rejestrach”. Autor formułuje tezę rozprawy w sposób jasny i poprawny. Praca ma zarówno charakter teoretyczny, jak i doświadczalny.

Podsumowując, recenzent stwierdza, że zagadnienie naukowe rozpatrzone w pracy posiada stosowną dla prac doktorskich wagę naukową. Teza rozprawy jest tezą naukową, badawczą, wymagającą stworzenia złożonego oprogramowania i przeprowadzenia jego weryfikacji na rzeczywistych układach elektronicznych.

*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?*

Praca zawiera 84 odnośników do literatury w opublikowanej na świecie w większości ciągu ostatnich 10 lat. Cytowane są w większości pozycje literatury światowej, reprezentujące obecny stan wiedzy. Ze względu na specyfikę pracy dużą część literatury stanowi dokumentacja techniczna wykorzystywanych narzędzi IT. W pierwszych trzech rozdziałach autor przedstawia dogłębną analizę architektury układów elektronicznych stanowiących przedmiot badań, obecnego stanu wiedzy na temat ich projektowania, a także narzędzi i ich zalet i wad. Na podstawie lektury tych rozdziałów należy stwierdzić, że analiza źródeł została w rozprawie przeprowadzona prawidłowo, a wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący. Literatura zawiera 4 cytowania pozycji, w których

Doktorant jest współautorem, z czego w 2 pozycjach występuje jako pierwszy autor. Podsumowując recenzent stwierdza, że mgr inż. Michał Kruszewski w sposób właściwy przeprowadził analizę źródeł literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań. Analiza przestudiowanej i cytowanej literatury świadczy o dobrej wiedzy Autora w obszarze tematycznym realizowanej rozprawy doktorskiej. Wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący. Wnioski te doprowadziły Autora do właściwego sformułowania tezy rozprawy oraz do prawidłowego przeprowadzenia dowodu tej tezy w oparciu o własne oryginalne prace badawcze.

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

Praca zawiera 108 stron, i składa się z 9 numerowanych rozdziałów i 4 dodatków. Praca jest napisana w języku angielskim i zawiera streszczenie w języku polskim. Pracę rozpoczynają streszczenia, spis treści, oraz lista stosowanych symboli i skrótów. W przedmowie Autor przedstawia motywację podjęcia tematyki badawczej, zarysowuje ogólnie strukturę pracy.

Rozdział 1 wprowadza w problem zarządzania magistralą i rejestrami. Zawiera on uproszczony przykład, który służy do przedstawienia niektórych zadań cząstkowych i przeanalizowania, w jaki sposób są one rozwiązywane w typowym podejściu „rejestrocentrycznym” i „funkcjonalno-centrycznym”, zaproponowanym przez Autora.

W rozdziale 2 pokrótce omówiono architektury połączeń między układami scalonymi. Przedstawiono w nim dwie różne logiki sterowania magistralami, wykorzystujące magistrale AMBA AXI i Wishbone. Omówiono również technologię NoC, będącą naturalnym rozwinięciem tradycyjnych magistral on-chip.

Rozdział 3 to analiza stanu techniki. Obejmuje ona tylko rozwiązania zgodne z podejściem rejestrocentrycznym. Autor proponuje zmianę tego podejścia na podejście funkcjonalne i jednocześnie zauważa brak w literaturze jakiegokolwiek rozwiązania zgodnego z tym podejściem.

Rozdział 4 zawiera tezę, cel i zakres rozprawy.

Rozdział 5 stanowi rozszerzenie specyfikacji FBDL, zawartej w Dodatku D. Omówiono w nim wszystkie obsługiwane funkcjonalności, skupiając się na uzasadnieniu poszczególnych rozwiązań.

Rozdział 6 omawia najczęstsze funkcje obecne w narzędziach rejestrocentrycznych, ale nieobecne w FBDL. Skupiono się na uzasadnieniu, dlaczego są one nieobecne na obecnym etapie rozwoju FBDL.

Rozdział 7 opisuje implementację kompilatora dla FBDL. Rozdział ten opisuje ogólną strukturę i skupia się na szczegółach, z którymi prawdopodobnie będzie musiał zmierzyć się każdy kompilator zgodny z FBDL.

Rozdział 8 zawiera informacje na temat praktycznego zastosowania FBDL w jednym z przedsięwzięć. Jednak ze względu na zastrzeżony charakter projektu, nie ujawniono żadnych wewnętrznych szczegółów.

Rozdział 9 podsumowuje zalety opisywania magistrali systemowej przy użyciu podejścia funkcjonalno-centrycznego zamiast rejestrucentrycznego.

Praca zawiera liczne fragmenty kodu w celu lepszego zilustrowania problemów lub wyjaśnienia rozwiązań. Język VHDL został wybrany jako gateway, a język Python został wybrany jako język oprogramowania, jednakże przedstawione koncepcje i sposób rozumowania mogą zostać zaimplementowane w dowolnym języku.

Podsumowując należy stwierdzić, że mgr inż. Michał Kruszewski rozwiązał postawione zagadnienia, użył właściwej do tego metody, a przyjęte założenia są uzasadnione.

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.

Oryginalne fragmenty rozprawy są rozproszone pomiędzy rozdziałami dotyczącymi opisu funkcjonalności, brakujących funkcji i implementacji, czyli 5 – 8, a rozdziałem 9 w którym Autor dokonuje podsumowania wyników. Oryginalny wkład własny Autora polega na zmianie podejścia do programowania układów FPGA z rejestrowego na funkcjonalny i zaprojektowania narzędzia stosującego to podejście. Wydaje się, że uprawnione jest porównanie z dziedziną IT i przejściem z programowania w assemblerze na projektowanie proceduralne z elementami programowania obiektowego.

5. Czy Autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników /zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy/?

Rozprawa jest napisana w sposób poprawny. Kolejność prezentowania treści w rozdziałach – właściwa. Praca jest dobrze skupiona wokół rozpatrywanego zagadnienia badawczego, odpowiednio zwięzła i jednocześnie zawierająca wszystkie niezbędne komponenty tworzące jednolitą logiczną całość. Wyniki uzyskane przez Autora są przedstawione prawidłowo, bogato ilustrowane rysunkami i listingami z wyczerpującym opisem zarówno na samym rysunku, jak i w tekście rozprawy. Redakcja rozprawy jest w większości poprawna, jednakże do recenzowanej pracy doktorskiej mgr inż. Michała Kruszewskiego recenzent zgłasza krytyczne uwagi szczegółowe/komentarze wymienione w następnym punkcie.

Podsumowując recenzent stwierdza, że Autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników badawczych. Zwięzłość, jasność i poprawność redakcyjna rozprawy nie budzą większych zastrzeżeń.

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

1. Nie jestem native speakerem i nie czuję się uprawniony do oceny poprawności językowej. Jednakże w pracy zwraca uwagę użycie nieuprawnionych kalek językowych np. na str. 17 w zdaniu „*Working manually on the register layout is also fragile to changes.*” Słowo *fragile* powinno być zastąpione przez *susceptible* albo *sensitive*. W innym miejscu (str. 19) jest „Any data wider than bus width has atomic access unless the user explicitly resigns from it.” Powinno brzmieć „[...] *unless explicitly waived (opted-out) by the user.*”
2. Błędy typograficzne. Na stronie 17 rysunek 12 dzieli zdanie (wystarczyłoby przesunąć go za koniec akapitu), podobnie na stronie 19, 27 i dalszych. Pojawiają się wdowy, np. ostatni akapit na str. 36 albo pierwszy akapit na str. 37 lub wręcz części przeniesionych wyrazów (str. 83) albo pojedyncze litery (str. 43). Na końcu str. 43 pojawia się szewc, i zdarzają się pierwsze punkty list na poprzedniej stronie. Zamieszczanie listingów w ramkach tekstowych powoduje problemy z opływaniem tekstu i na przykład na stronie 30 pojawia się bękart pod rysunkiem, podobnie na str. 60/61.
3. W rozdziale 6.2 Autor analizuje 3 języki programowania pod względem implementacji typu wyliczeniowego. Proszę wyjaśnić sposób wyboru przykładów i dlaczego nie znalazły się tam inne popularne języki np. Java lub Swift.
4. Autor w przedmowie oraz w rozdziale 8 opisuje praktyczne użycie koncepcji i oprogramowania będącego przedmiotem rozprawy. Ze zrozumiałych względów szczegółowe dane nie mogą być opublikowane w rozprawie. Wydaje się jednak, że powinny zostać opisane wnioski z implementacji, zwłaszcza, że autor jawnie nie pokazuje dalszych kierunków rozwoju opisywanego podejścia. Proszę krótko odnieść się do tej kwestii.

W tym miejscu podkreślam, że wymienione przeze mnie uwagi krytyczne, a także wątpliwości wyrażone w pytaniach nie wpływają na pozytywną ocenę przedstawionej pracy

doktorskiej i nie umniejszają mojej pozytywnej oceny oryginalności rozprawy i aktualności poruszanej w niej tematyki badawczej.

#### *7. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych?*

Praca ma zarówno charakter teoretyczny, jak i doświadczalny. Bazuje na doświadczeniach autora z pracy w zespołach wykorzystujących układy FPGA. Przedmiot rozprawy jest na pograniczu dyscyplin AEEiTK oraz ITT Informatyka Techniczna i Telekomunikacja, przy czym zastosowanie praktyczne zdecydowanie należy do AEEiTK. Ocena przydatności może zależeć od tego, jaka dyscyplina jest rozważana. Interdyscyplinarna praca przyczynia się do rozwoju obszarów granicznych pomiędzy tymi wymienionymi dyscyplinami, a rezultat już został wykorzystany praktycznie, co stanowi dodatkowy wkład Autora.

#### *Podsumowanie*

W ramach prac badawczych, autor opracował koncepcję oraz implementację nowego podejścia do projektowania układów elektronicznych z wykorzystaniem FPGA, a następnie przeprowadził badania wdrożeniowe. Praca ma zarówno charakter teoretyczny, jak i doświadczalny. Analiza źródeł została w rozprawie przeprowadzona prawidłowo, a wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący. Autor rozwiązał postawione zagadnienia, użył właściwej do tego metody, a przyjęte założenia są uzasadnione. Tematyka badawcza poruszana w Rozprawie jest oryginalna i aktualna. Ponieważ podobne rozwiązania nie są obecne w literaturze, oprócz pozycji własnych autora, można stwierdzić, że są one przynajmniej na poziomie europejskim, o ile nie światowym.

**Reasumując stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Michała Kruszewskiego zatytułowana „Functional Bus Description Language” spełnia ustawowe wymogi stawiane pracom doktorskim w odniesieniu do oryginalności problemu naukowego, umiejętności samodzielnego prowadzenia badań naukowych oraz wiedzy teoretycznej. W związku z powyższym wnioskuję o dopuszczenie Pana mgr inż. Michała Kruszewskiego do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.**

