

Częstochowa, dn. 05.03.2018

Prof. dr hab. inż. Roman Wyrzykowski
Instytut Informatyki Teoretycznej i Stosowanej
Politechnika Częstochowska
ul. Dąbrowskiego 69
42-201 Częstochowa

RECENZJA
ROZPRAWY DOKTORSKIEJ
mgr inż. Kamila Żyły
„Inżynieria budowy aplikacji sterowanych modelami z dziedziny
komunikacji personalnej”

Promotor: Prof. dr hab. inż. Krzysztof Zieliński
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie

Niniejsza recenzja przygotowana została na zlecenie Prodziekana Wydziału Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji Akademii Górniczo-Hutniczej, Pana dr. hab. inż. Krzysztofa Winczy, prof. AGH (pismo z dnia 19 stycznia 2018), działającego na podstawie uchwały Rady Wydziału Informatyki, Telekomunikacji i Informatyki AGH z dnia 18 stycznia 2018.

1. Ocena wyboru tematu i tezy rozprawy

Rozwój informatyki i jej zastosowań wiąże się nieodłącznie ze zwiększoną złożonością procesu tworzenia aplikacji dla systemów komputerowych przeznaczonych do wykorzystania w najrozmaitszych dziedzinach ludzkiej działalności. Dążenie do racjonalizacji procesu wytwarzania oprogramowania doprowadziło do wyodrębnienia się w ramach dyscypliny naukowej informatyka samodzielnej i stale rozwijającej się dziedziny jaką stanowi inżynieria oprogramowania. Szerokie wykorzystanie w praktyce uzyskanych w niej rezultatów i opracowanych na tej podstawie metod oraz całych metodyk i metodologii powinno przełożyć się zarówno na zwiększenie efektywności samego procesu tworzenia oprogramowania, jak i poprawę jakości wytworzonych aplikacji.

Na podstawie moich osobistych doświadczeń w obszarze budowy aplikacji równoległych i rozproszonych, a także wieloletnich kontaktów z innymi specjalistami w tym i innych obszarach zastosowań informatyki, nie mówiąc już o opiniach spotykanych w literaturze,

nasuwa się jednak wniosek o istnieniu poważnego rozdźwięku pomiędzy zaawansowanymi możliwościami oferowanymi przez inżynierię oprogramowania, a praktyką tworzenia rzeczywistych aplikacji w wielu obszarach. Jednym z przykładów takiego rozdźwięku jest zbyt małe rozpowszechnienie w praktyce osiągnięć inżynierii oprogramowania sterowanej modelami (ang. *model-driven software engineering*), gdzie w centrum zainteresowania podczas wytwarzania oprogramowania znajdują się modele dziedzinowe, a nie kod. Wśród najważniejszych korzyści ze stosowania tej metodyki wymienić należy: przyspieszenie procesu tworzenia aplikacji dzięki użyciu bardziej ogólnych pojęć, dobre wykorzystanie wiedzy ekspertów z danej dziedziny, większą odporność na zmiany technologii czy wreszcie możliwość obniżenia kosztów dzięki skupieniu się na problemach biznesowych, a nie szczegółach implementacji.

Zdając sobie sprawę z faktu, iż użycie tej metodyki wiąże się również z określonymi zagrożeniami związanymi z pewną utratą elastyczności programowania, kluczowego znaczenia nabiera zbadanie dróg najbardziej racjonalnego i dostosowanego do wymagań użytkowników wykorzystania metod inżynierii sterowanej modelami w konkretnych dziedzinach. Wśród tych użytkowników są bowiem nie tylko programiści, lecz również osoby o ograniczonej wiedzy technicznej, bez większego doświadczenia i wiedzy w zakresie programowania. Jedną z takich dziedzin jest dynamicznie rozwijający się od pewnego czasu obszar komunikacji personalnej z wykorzystaniem różnego rodzaju urządzeń mobilnych, takich jak smartfony czy inne „inteligentne gadgety”. Zastosowanie takich rozwiązań jak graficzne języki modelowania wydaje się być tutaj szczególnie obiecujące z punktu widzenia możliwości tworzenia oprogramowania przez osoby o ograniczonej wiedzy technicznej czy programistycznej, dzięki tworzeniu opisu funkcjonalności w sposób niezależny od platformy sprzętowo-programowej i skupieniu się na idei aplikacji, a nie szczegółach implementacyjnych.

Recenzowana praca mgr inż. Kamila Żyły dotyczy zatem wszechstronnego zbadania możliwości budowy graficznego języka modelowania umożliwiającego dostatecznie pełną i zwartą, a jednocześnie rozszerzalną reprezentację pojęć i problemów w dziedzinie tworzenia aplikacji do komunikacji personalnej, przy jednoczesnej łatwości użycia. Zaproponowane w pracy synergiczne podejście do problemu, z uwzględnieniem zagadnień niezależności od docelowej platformy, dostosowaniem do specyfiki osób o ograniczonej wiedzy programistycznej oraz wprowadzeniem i twórczym wykorzystaniem innowacyjnego zestawu metryk pozwalających na ilościową analizę różnych rozwiązań, korzystnie świadczy o przygotowaniu Autora do działalności badawczej i wdrożeniowej.

Podsumowując, kierunek badań, wybór problematyki rozprawy oraz jej tezy i celów zaproponowane i zrealizowane przez mgr inż. Kamila Żyłę oceniam zdecydowanie pozytywnie. Lokują się one korzystnie w nakreślonej wyżej tematyce współczesnej informatyki, dotyczącej podstaw teoretycznych i zastosowań praktycznych inżynierii

oprogramowania sterowanej modelami jako jednego z najbardziej obiecujących podejść do budowy zaawansowanych systemów i aplikacji, definiując teoretyczny i jednocześnie technologiczny charakter rozprawy.

2. Koncepcja i redakcja rozprawy

Recenzowana praca doktorska obejmuje formalnie 7 rozdziałów, obszerną bibliografię zawierającą 255 pozycji, a także 3 załączniki opisujące szczegółowo zaproponowany przez Autora język AergiaML. Zasadnicza część rozprawy (bez dodatków, ale z uwzględnieniem bibliografii) liczy łącznie aż 190 stron, co szczerze powiedziawszy, przekracza zwyczajową objętość rozpraw doktorskich.

W *rozdziale pierwszym* Autor zawarł motywację i cel badań oraz tezę pracy wraz z wypunktowaniem swoich najważniejszych osiągnięć, a także scharakteryzował podstawowe dla pracy pojęcia, takie jak komunikacja personalna, osoba o ograniczonej wiedzy technicznej czy języki modelowania.

Obszerny *rozdział drugi* poświęcono szczegółowemu przedstawieniu stanu prac w zakresie wieloplatformowego tworzenia aplikacji z dziedziny komunikacji personalnej. Składają się nań takie istotne zagadnienia jak przegląd istniejących narzędzi do tworzenia aplikacji z dziedziny komunikacji personalnej, porównanie języków modelowania dla omawianej dziedziny czy wreszcie charakterystyka narzędzi i standardów wykorzystywanych do implementacji języków modelowania. Rozdział ten kończy wartościowa i nacechowana osobistymi przemyśleniami Autora dyskusja dotycząca różnych spojrzeń na inżynierię sterowaną modelami jako dziedzinę inżynierii oprogramowania.

Bazując na sformułowanym w rozdziale drugim wniosku o braku niezależnej od platformy metody modelowania aplikacji do komunikacji personalnej, w kolejnych rozdziałach Autor podjął się opracowania graficznego języka modelowania o nazwie AergiaML, spełniającego sformułowane wymagania i jednocześnie odpowiadającego na zidentyfikowane podczas analizy stanu prac potrzeby i braki. *Rozdział trzeci* rozpoczyna więc w pełni oryginalną część dysertacji i poświęcony jest sformułowaniu wymagań, o charakterze zarówno funkcjonalnym, jak i нефункциональным, a także przedstawieniu ogólnej koncepcji języka, w tym również jego umiejscowienia w procesie wytwarzania oprogramowania oraz cyklu życia aplikacji modelowanej za jego pomocą.

Kontynuując tematykę opracowania zaproponowanego języka, w *rozdziale czwartym* zaprezentowano definicję języka AergiaML, począwszy od opisu składowych języka oraz ich wzajemnych relacji. Scharakteryzowano także sposób oraz stopień pokrycia dziedziny komunikacji personalnej w takich jej obszarach jak: usługi społecznościowe

oraz multimedialne, składowanie treści, zarządzanie sensorami czy akwizycją i przetwarzaniem treści. Na zakończenie rozdziału Autor starał się przybliżyć algorytm przetwarzania modelu, do czego wykorzystano również przykładowy model aplikacji do raportowania nielegalnych wysypisk śmieci.

Konsekwentnie przedstawiając zaproponowane rozwiązanie, **rozdział piąty** poświęcono omówieniu zagadnień budowy środowiska wykonawczego dla zaproponowanego języka w oparciu o narzędzia udostępniane w ramach Eclipse Modeling Project. Będąc zgodnymi ze standardami OMG, narzędzia te zapewniły wsparcie dla całości procesu wytwarzania języka – od tworzenia metamodelu języka, poprzez ułatwienia w budowie graficznego edytora i walidację, a skończywszy na transformacjach jednego modelu na inny i generacji kodu. Ze względu na obszerność poruszanej tematyki, ograniczono się do przedstawienia tylko tych zagadnień, które są niezbędne do uzyskania charakterystycznych cech, które Autor przewidywał do osiągnięcia, zaś zakres samej implementacji ograniczono do postaci wystarczającej do eksperymentu weryfikującego tezę pracy.

Przeprowadzenie dostatecznie szczegółowych badań eksperymentalnych, umożliwiających ewaluację stworzonego języka AergiaML i tym samym weryfikację tezy dysertacji, stanowi temat obszernego i moim zdaniem bardzo wartościowego **rozdziału szóstego**. Przede wszystkim przedstawiono w nim organizację procesu badawczego, z podziałem na część eksperymentalną i ankietową, a także zdefiniowano metryki zastosowane w procesie ewaluacji. Kolejne podrozdziały poświęcono analizie modeli stworzonych w trakcie eksperymentu z wykorzystaniem trzech różnych technologii, co umożliwiło identyfikację słabych stron języka AergiaML na tle rozwiązań alternatywnych, a także dokonano w nich analizy wyników ankietowania przeprowadzonego zarówno wśród osób związanych z kierunkami technicznymi, które wykonywały analizowane modele, jak również wśród osób niezwiązanych z kierunkami technicznymi, które badano pod kątem sprawdzenia wiedzy na temat różnych technologii nabytej w rezultacie przeprowadzonych wcześniej warsztatów.

W **rozdziale siódmym** dokonano zwięzłego podsumowania pracy, w tym jej oryginalnych elementów, a także wskazano kierunki przyszłych prac w obszarze tematyki rozprawy. W szczególności, do kierunków tych należy zapewnienie wsparcia dla osiągnięcia interoperacyjności z konstrukcjami wyrażonymi w innych językach czy też budowa edytora „online” współpracującego ze środowiskami chmurowymi.

3. Wkład Autora i zaprezentowana wiedza

Uwzględniając powyższe omówienie zawartości pracy oraz pozytywną ocenę jej zawartości merytorycznej, za bezsporne osiągnięcia Autora należy uznać następujące rezultaty:

1. Podstawowym wynikiem o ogólnym charakterze jest wykazanie możliwości zapewnienia skutecznego wsparcia dla tworzenia zaawansowanych aplikacji w dostatecznie złożonej dziedzinie zastosowań, jaką stanowi komunikacja personalna z wykorzystaniem platform mobilnych, przez szerokie grono użytkowników, w tym również przez osoby o ograniczonym doświadczeniu programistycznym, dzięki wykorzystaniu możliwości oferowanych przez współczesną inżynierię oprogramowania sterowanego modelami.
2. Osiągnięcie powyższego wyniku oparte zostało na opracowaniu i implementacji graficznego języka modelowania AergiaML umożliwiającego dostatecznie pełną i zwartą reprezentację pojęć i problemów w dziedzinie tworzenia aplikacji do komunikacji personalnej, przy jednoczesnej łatwości jego użycia. Zaproponowany język spełnia sformułowany przez Autora zestaw wymagań funkcjonalnych oraz niefunkcjonalnych i charakteryzuje się rozszerzalną strukturą i składnią, co umożliwia zawarcie w modelu całokształtu informacji wymaganych do stworzenia działającej aplikacji dla konkretnej platformy docelowej.
3. Za istotne osiągnięcie Autora należy także uznać zestaw autorskich metryk ukierunkowanych na jak najbardziej obiektywne eksperymentalne porównywanie, pod względem ilościowym, języków modelowania o bardzo różnej filozofii funkcjonowania, które Autor oparł na uwzględnieniu następujących aspektów: kompletności modelu, wydajności modelowania, rozmiaru modelu oraz jego poprawności.
4. Istotnym wkładem Autora, łączącym aspekt poznawczy i praktyczny (aplikacyjny), jest także przeprowadzenie wyczerpujących badań eksperymentalnych i ankietowych według opracowanej procedury badawczej i z wykorzystaniem autorskiego edytora graficznego wytworzonego w oparciu o narzędzia dostępne w ramach Eclipse Modeling Project. Umożliwiło to ocenę i walidację zaproponowanego języka modelowania, a także stanowiło weryfikację możliwości konstruktorskich Autora w dziedzinie inżynierii sterowanej modelami.

Uzyskane wyniki zostały opublikowane w 14 pracach w języku polskim i angielskim. Z uwzględnieniem szerokiego zakresu tematycznego zagadnień poruszanych w powyższych pracach, świadczy to w sumie dosyć pozytywnie o stopniu weryfikacji uzyskanych rezultatów przez międzynarodową społeczność badawczą. Określony niedosyt budzi natomiast fakt, iż żadna z tych prac nie została opublikowana w

czasopiśmie z listy JCR (tzw. lista filadelfijska) i tylko jedna publikacja znalazła się w bazie Web of Science.

Z omówienia treści pracy, które przytoczono w punkcie 2 niniejszej recenzji, wynika, iż dwa pierwsze rozdziały rozprawy poświęcone są w dużym stopniu krytycznemu omówieniu stanu wiedzy w zakresie tematyki pracy, potwierdzając w ten sposób ogólny stan wiedzy Autora w zakresie dyscypliny Informatyka, ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień inżynierii oprogramowania sterowanej modelami. Jakość tych rozdziałów zasługuje na bardzo wysoką ocenę, również ze względu na jasny i przystępny sposób przedstawienia dostatecznie złożonych przecież zagadnień. Również moja opinia o bibliografii wykorzystanej w pracy oraz jej kompletności jest wysoce pozytywna.

4. Poprawność pracy i uwagi krytyczne

Poprawność treści pracy nie wzbudza moich istotnych zastrzeżeń, a stwierdzenia w niej zawarte wydają się być godne zaufania, co wynika w szczególności z dosyć szczegółowych uzasadnień, popartych wynikami przeprowadzonych badań eksperymentalnych, jak również badań ankietowych. Generalnie, starannie przemyślany sposób przeprowadzenia badań eksperymentalnych i ankietowych, poparty wszechstronną analizą otrzymanych wyników, stanowi bardzo wartościowy element pracy i zasługuje na podkreślenie.

Wśród nielicznych uwag o charakterze bardziej dyskusyjnym niż krytycznym wymienić należy:

1. Jednym z podstawowych wymagań niefunkcjonalnych w stosunku do opracowywanego rozwiązania było zapewnienie jak największej niezależności od platformy docelowej. Zaproponowane rozwiązanie zdaje się generalnie spełniać to wymaganie. Jednakże w przeprowadzonych badaniach eksperymentalnych ten istotny aspekt nie został praktycznie zaadresowany. Recenzent rozumie trudności wiążące się z przeprowadzeniem niezbędnych badań eksperymentalnych w tym zakresie z uwzględnieniem różnych platform mobilnych. Tym niemniej interesujące byłoby zapoznanie się z praktycznymi doświadczeniami Autora w zakresie tworzenia aplikacji dla urządzeń mobilnych o różnych charakterystykach, np. smartfonów i wymienionych w pracy „inteligentnych” zegarków czy telewizorów, co wymaga uwzględnienia szeregu ograniczeń charakteryzujących poszczególne platformy.
2. Kolejna uwaga nawiązuje do poprzedniej i dotyczy możliwości akceptacji i tworzenia aplikacji w dziedzinie komunikacji personalnej przez osoby niezwiązane z kierunkami technicznymi i w związku z tym nie posiadające doświadczenia programistycznego. W przeprowadzonych badaniach eksperymentalnych Autor ograniczył się do przeprowadzenia ankietowania takich osób, ukierunkowanego w gruncie rzeczy na sprawdzenie zrozumienia zaproponowanej technologii, nie decydując się na weryfikację możliwości jej wykorzystania do tworzenia chociażby

prostych aplikacji. W związku z tym nasuwa się pytanie czy Autor dysponuje danymi potwierdzającymi powyższą możliwość w praktyce ?

3. Opisując w rozdziale 6 wykorzystywane środowisko eksperymentalne, Autor ograniczył się do stwierdzenia, iż zadbano o wystarczające i porównywalne warunki sprzętowe. Recenzentowi takie podejście nie wydaje się satysfakcjonujące, również dlatego, iż należałoby chociaż pobieżnie opisać konfigurację wykorzystywanego środowiska programowego.

5. Podsumowanie

Przytoczone wyżej uwagi dyskusyjne nie umniejszają zasług Autora ani nie kwestionują jego osiągnięć. Recenzowana praca zasługuje na wysoką ocenę merytoryczną i wnosi istotny i oryginalny wkład w rozwój inżynierii oprogramowania sterowanej modelami, Podstawowe cele i zadania pracy zostały zrealizowane. Tematyka dobrze wpisuje się we współczesny nurt badań w tym zakresie.

Stwierdzam zatem z pełnym przekonaniem, że opiniowana rozprawa Pana mgr inż. Kamila Żyły spełnia wszystkie wymagania przewidziane dla rozpraw doktorskich w aktualnie obowiązującej Ustawie o Tytule Naukowym i Stopniach Naukowych i stawiam wniosek o dopuszczenie jej Autora do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Prof. dr hab. inż. Roman Wyrzykowski