

Prof. dr hab. inż. Ngoc Thanh Nguyen
Katedra Systemów Informatycznych
Wydział Informatyki i Zarządzania
Politechnika Wrocławska

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Włodzimierza Wysockiego
pt.
„Agentowo–obiektywny model wsparcia procesu wytwarzania
oprogramowania”

Recenzja niniejsza została przygotowana na zlecenie Dziekana Wydziału Elektroniki i Informatyki Politechniki Koszalińskiej (pismo z dnia 21.02.2018).

I. Wprowadzenie

Organizacja procesu wytwarzania oprogramowania jest jednym z kluczowych zagadnień dziedziny Inżynieria oprogramowania. Do oceny procesów wytwarzania oprogramowania zwykle stosowany jest model dojrzałości CMMI (ang. *Capability Maturity Model Integration*). Jednak jego zastosowanie jest związane z dużymi kosztami wynikającymi z potrzeby przygotowania odpowiedniej dokumentacji oraz zatrudnienia certyfikowanych ekspertów do przeprowadzenia oceny dojrzałości. Wadą tego podejścia jest to, że ocena za pomocą modelu CMMI nie bierze pod uwagę wpływu charakterystyki zespołu projektowego na proces wytwarzania oprogramowania. Ponadto tradycyjne podejścia do tego problemu, polegające na ręcznej ocenie jakościowej, są nieefektywne ze względu na czasochłonność i zbyt dużą zależność od kompetencji ekspertów. Autor zauważył potrzebę opracowania nowego podejścia do usprawnienia organizacji procesu wytwarzania oprogramowania. Zauważył też, że wykorzystanie paradygmatu agentowego może pomóc w usprawnieniu tego procesu.

Jest to motywacja badawcza dla Autora niniejszej rozprawy doktorskiej. Problem ten jest jak najbardziej aktualny, wysoce praktyczny i wymaga efektywnego rozwiązania.

Autor sformułował następujące pytania badawcze:

1. Czy zastosowanie agentowo–obiekowego modelu procesu wytwarzania oprogramowania pozwoli na ocenę środowiska projektowego?
2. Czy zastosowanie agentowo–obiekowego modelu procesu wytwarzania oprogramowania umożliwi planowanie prac środowiska projektowego?

Następnie Autor określił cel pracy jako: *Budowa modelu obiektowo–agentowego do symulacji procesu wytwarzania oprogramowania oraz opracowanie metod oceny i planowania procesu wytwarzania oprogramowania oraz środowiska projektowego.*

W mojej ocenie problemy badawcze jak i cel rozprawy zostały jasno i spójnie sformułowane.

II. Struktura rozprawy

Praca liczy 182 strony, składa się z 7 rozdziałów oraz 4 załączników. Jej treść można scharakteryzować następująco:

- Pierwszy rozdział pracy zawiera przegląd istniejących metodyk wytwarzania oprogramowania i ich porównanie. Zaprezentowano krytyczną analizę różnych podejść do tego procesu. Przegląd dobrze uzasadnia motywację pracy. Autor wykazał dużą wiedzę w dziedzinach związanych z tematyką rozprawy i przedstawił dokładną krytyczną analizę istniejącego stanu literatury, która stanowi uzasadnienie dla wkładu swojej pracy.
- Drugi rozdział zawiera opracowanie układu eksperymentu. Układ eksperymentu jest schematem prac od analizy przygotowania środowiska projektowego do realizacji procesów wytwarzania według głównych metodyk, opisanych w części pierwszej rozprawy.
- Trzeci rozdział rozprawy poświęcony jest opisowi modelu podstawowego, który pasuje do wielu różnych układów eksperymentu. Model podstawowy przedstawiony w pracy stanowi rozbudowę zmiennych wejściowych i wyjściowych układu eksperymentu o elementy wewnętrzne, tworzące rdzeń modelu reprezentujący podstawowe składowe procesu wytwarzania oprogramowania.
- Czwarty rozdział przedstawia opis autorskiego uproszczonego modelu (zwanego AGOMO) procesu wytwarzania oprogramowania, dostosowanego do układu eksperymentu wynikającego z celu jego budowy. Opisano jego zmienne wejściowe i wyjściowe, a następnie strukturę wewnętrzną na poziomie modułów funkcjonalnych. Przedstawiono także koncepcje budowy agentów potrzebnych do procesu wytwarzania

oprogramowania.

- W piątym rozdziale przedstawiono plan eksperymentu oparty na metodzie AGOMAS. W ramach przeprowadzonego eksperymentu Autor przedstawił badaną organizację i scharakteryzował badany projekt, a następnie przeprowadził pięć etapów eksperymentu.
- Szósty rozdział zawiera opis procesu weryfikacji prognostycznej modelu AGOMO. Weryfikacja miała na celu sprawdzenie zdolności modelu AGOMO do prognozowania procesów wytwarzania oprogramowania nieznanego modelowi systemu rzeczywistego.
- Rozdział siódmy zawiera podsumowanie pracy i kierunki dalszych badań.

W pracy zacytowano 120 prac, w tym 2 publikacje z udziałem Autora rozprawy.

III. Oryginalny wkład naukowy rozprawy

Jako najważniejsze wyniki rozprawy można podkreślić następujące osiągnięcia doktoranta:

- Opracowanie modelu obiektowo-agentowego do symulacji procesu wytwarzania oprogramowania. Autor pokazał, że można zdefiniować zmienną wejściową określającą plan projektu tak, aby obejmowała plany projektów realizowanych przy pomocy różnych metodyk wytwarzania. Podobnie reprezentacja zmiennej wyjściowej procesu wytwarzania, przy pomocy grafu skierowanego, którego węzły są działaniami składającymi się z elementarnych typów zadań, umożliwiła opisanie dowolnej z rozpatrywanych metodyk. Po analizie obydwu koncepcji wykorzystania modelu, Autor ustalił zmienną wyjściową w postaci harmonogramu prac wykonanych w procesie wytwarzania. Dzięki temu opracowany układ eksperymentu może być wykorzystany zarówno do oceny, jak i do planowania procesu wytwarzania oprogramowania.
- Opracowanie wspólnego układu eksperymentu, które umożliwia tworzenie modelu podstawowego składający się z rdzenia realizującego podstawowe funkcje oraz rozszerzeń modelujących dodatkowe aspekty procesu wytwarzania oprogramowania. Dla elementów rdzenia modelu Autor określił strukturę w zapisie formalnym oraz przeanalizował występujące interakcje między elementami i opracował dla nich algorytmy sterujące. Wynikiem analizy jest określenie czterech zmiennych wejściowych i dwóch zmiennych wyjściowych, które umożliwiają badanie systemu rzeczywistego pod kątem oceny procesu wytwarzania.

- Autor przeprowadził analizę dziedzinową dla modelu podstawowego. Pokazał, że możliwa jest budowa modelu uproszczonego. Do tego zadania wykorzystał paradygmat agentowo–obiektowy jako najlepiej spełniający wymagania modelu uproszczonego i w pewnym sensie jest równoważny modelowi podstawowemu. Przeprowadził analizę, która pokazała, że zdolność modelu agentowo–obiektowego do wieloaspektowego odwzorowania pracy zespołu projektowego i przebiegu procesu wytwarzania jest taka sama jak przy wykorzystaniu modelu podstawowego. Autor przedstawił także koncepcje weryfikacji modelu, które posłużyły do przeprowadzenia eksperymentów weryfikujących zasadność uproszczonego modelu.
- Model uproszczony pod nazwą AGOMO, jest niewątpliwie największym osiągnięciem Autora. Wykorzystał takie narzędzia jak diagramy UML i zapisy formalne aby go opisać. Wykorzystanie agentów do reprezentowania osób wchodzących w skład zespołu projektowego jest dobrym pomysłem. Agenty zostały opisane jako zbiory automatów skończonych o zawartości zmieniającej się w zależności od potrzeb. Do sterowania automatami zostały opracowane algorytmy dla rdzenia modelu podstawowego. Opis formalny modelu został zweryfikowany przez implementację w systemie wieloagentowym JADE, co pokazuje możliwość opisu agentów za pomocą dynamicznych zbiorów automatów skończonych przetwarzających artefakty. Autor pokazał także istotne zalety swojego modelu. Pokazał, że rdzeń modelu odtwarza rzeczywisty proces wytwarzania na poziomie mikromodelu i mikrosymulacji, niewielka jest zależność od arbitralnych, analitycznych wzorów i modeli oraz uniwersalny opis metodyki wytwarzania. Zastosowany opis metodyki pozwala także na modelowanie innych niż RUP metodyk wytwarzania, w tym metodyk zwinnych. Zastosowanie technologii agenckiej jest trafny i pozwala na analizę wpływu cech osobowości członków zespołu projektowego na komunikację i wydajność. Pozwala to także na skalowalność implementacji.
- Autor opracował także metodę oceny procesów wytwarzania oprogramowania wg metodyki RUP, nazwaną AGOMAS.
- Przeprowadzenie eksperymentów w celu weryfikacji i zbadania zasadności replikatywnej modelu AGOMO. W ramach eksperymentu Autor przedstawił badaną organizację i scharakteryzował badany projekt, a następnie przeprowadził pięć etapów eksperymentu. Pokazał, że w wyniku eksperymentu model AGOMO z dużą dokładnością odtworzył przebieg badanego projektu informatycznego, co potwierdziło zasadność replikatywną modelu. W wyniku przeprowadzonej oceny procesu wytwarzania uzyskano wysoką

wartość wskaźnika zgodności. Otrzymane wyniki oceny mogą sugerować gotowość organizacji do zwinnej transformacji. Rzeczywista gotowość organizacji do transformacji została później potwierdzona przez udaną transformację badanej organizacji. Autor pokazał, że wyniki eksperymentu odnośnie porównania planu procesu wykonanego w oparciu o metodę AGOPLAN z rzeczywistym procesem wytwarzania pozwalają sformułować wniosek o zasadności predyktywnej autorskiego modelu AGOMO.

W świetle tych osiągnięć jestem w stanie stwierdzić, że rozprawa doktorska mgr. Włodzimierza Wysockiego ma bardzo duży aspekt praktyczny i dobrze wpisuje się w najnowszy, szczególnie ważny i innowacyjny nurt światowych badań w dziedzinie Inżynieria oprogramowania. Uzyskane wyniki świadczą o tym, że cel pracy został osiągnięty. W mojej ocenie praca mgr. Włodzimierza Wysockiego zawiera oryginalne rozwiązania postawionych problemów i wnosi istotny wkład do dziedziny Inżynieria oprogramowania.

IV. Uwagi krytyczne do rozprawy

Poniższe uwagi, oprócz szczegółowych, mają głównie charakter dyskusyjny.

- W ramach uproszczonego modelu (rodz. 4) Autor określił 3 typy agentów: agent-osoba, agent-symulator oraz agent-zegar. Wydaje się, że agenty-osoby symulujące osoby wchodzące w skład zespołu projektowego są najważniejsze. Brakuje jednak kilku istotnych elementów charakterystycznych dla użycia agentów, które wydają się być ważne:
 - Baza wiedzy agenta oraz autonomiczny proces podejmowania decyzji. Są to ważne elementy na uzasadnienie użycia agentów do danego zadania. W tym modelu są one także istotne gdyż naturalne jest założenie, że każdy członek zespołu projektowego jest autonomiczny w swoim działaniu i posiada swoją wiedzę jako podstawę do podejmowania decyzji.
 - W opracowanym modelu zachowanie agentów jest reprezentowane za pomocą pewnych stanów i zasad przejścia pomiędzy nimi (jak w automatach). Jest to proste podejście lecz ma dużo ograniczeń. Bardziej popularne są podejścia oparte o reguły w ramach pewnej logiki (np. logiki rozmytej).Ogólnie, nie jest przekonujące uzasadnienie podejścia Autora w zastosowaniu paradygmatu agenckiego do reprezentowania (symulowania) zachowania członków zespołu projektowego.
- Model komunikacji pomiędzy agentami nie został zaprezentowany. Nie wiadomo, jaki

jest język i jakie są protokoły komunikacji.

- W ramach eksperymentów i symulacji Autor nie przeprowadził żadnej analizy statystycznej. Chociaż Autor jest świadom tego faktu, jednak należy stwierdzić, że ten brak nie upowaznia Autora do wyciągnięcia ogólnych wniosków i istotnie zmniejsza wartość uzyskanych wyników.
- Autor używał formalnego zapisu aby opisać swój model, jednak używany formalizm tak naprawdę ogranicza się głównie do zdefiniowania różnych zbiorów za pomocą symboli. Czytelnik czuje pewien niedosyt kiedy nie zobaczy powiązań (relacji) pomiędzy wielkościami (parametrami) w ramach pewnego pojęcia. Nie zobaczy też wykorzystania tego formalizmu w innej części pracy. W niektórych definicjach, np. wzór (4.18) symbol o_i^5 reprezentuje działanie i-tego zadania. Niezrozumiała jest ta definicja. Autor także miesza język naturalny do formalnego zapisu (np. wzór 4.20) co bardzo zmniejsza czytelność i utrudnia zrozumienie.
- Autor wprowadził kilka pojęć bez głębszej definicji, np. pojęcie „kompetencja” (wzór 3.5, str. 77). Wspomniał także o cechach osobowości i ich związku z kompetencjami członków zespołu projektowego, ale bez dalszej analizy. Wydaje się jednak, że jest to bardzo ważny i interesujący aspekt i należy go uwzględnić w projektowaniu agentów-osób.
- Brak przekonującego uzasadnienia dla wzoru 3.7 (czas wykonywania zadania).
- W wielu pozycjach zacytowanej literatury brakuje kompletności danych bibliograficznych (np. pozycja 43).

V. Konkluzje

Pomimo tych krytycznych uwag stwierdzam, że rozprawa doktorska pana mgr. inż. Włodzimierza Wysockiego, stanowiąc oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz wykazując głęboką wiedzę Kandydata w dyscyplinie naukowej informatyka, a także umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych, spełnia wymagania określone w Ustawie o Stopniach naukowych i Tytule naukowym. Ponadto, jak stwierdziłem wcześniej, zakres i jakość wyszczególnionych badań przeprowadzonych przez Kandydata w pełni świadczą o solidnym wkładzie Autora przedstawionej mi do recenzji rozprawy. Dodatkowo, z czysto parametrycznego punktu widzenia, dorobek Doktoranta uzyskany w czasie powstawania rozprawy w postaci publikacji w czasopiśmie i materiałach konferencyjnych, również jest bardzo dobry. Dorobek ten, wg bazy DBLP, obejmuje 7

publikacji, w tym dwie pozycje w czasopismach znajdujących się w bazie *Journal Citation Index* (JCR).

Wobec powyższego z pełnym przekonaniem wnioskuję o dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony.

Npoc Tuh Nguyen