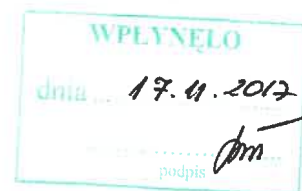


Prof. dr hab. inż. Jerzy KLAMKA
Członek rzeczywisty PAN
Instytut Automatyki
Politechnika Śląska
ul. Akademicka 16
44-100 Gliwice
jerzy.klamka@polsl.pl

Gliwice, 15.11.2017.



**Recenzja rozprawy doktorskiej
Pana mgr inż. Przemysława PUKOCZA**

**pt. "System wspomagania decyzji w transferze technologii informatycznych
oparty o metodę roadmappingu"**

Niniejsza recenzja dotyczy pracy doktorskiej Pana mgr inż. Przemysława Pukocza pt. "System wspomagania decyzji w transferze technologii informatycznych oparty o metodę roadmappingu" w dyscyplinie naukowej informatyka, której Promotorem jest Pan Prof. dr hab. inż. Andrzej Skulimowski. Recenzję opracowano na zlecenie Dziekana Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej Akademii Górniczo-Hutniczej im Stanisława Staszica w Krakowie Pana dr hab. inż. Ryszarda Sroki działającego na podstawie uchwały Rady Wydziału o powołaniu Recenzentów z dnia 26 października 2017 roku.

Zagadnienie wspomagania podejmowania decyzji znajduje w ostatnim okresie szerokie zastosowanie między innymi w dziedzinie szeroko rozumianego transferu technologii. W obszarze technologii informatycznych istnieje bardzo bogata literatura z tego zakresu obejmująca szeroką klasę problemów oraz algorytmów numerycznych. Tym niemniej, istnieje wiele specjalistycznych zagadnień z tego zakresu do tej pory nie w pełni rozwiązanych. Dotyczy to szczególnie problematyki wsparcia procesów planistycznych przez zewnętrzne podmioty.

Zasadniczym celem badawczym opiniowanej rozprawy doktorskiej jest opracowanie nowych efektywnych algorytmów bezpośredniego dostępu do narzędzi wspomagających proces pozyskiwania oraz przetwarzania informacji. Są to zarówno algorytmy sterujące procesami pozyskiwania i przetwarzania informacji o różnych modelach formalnych, jak i numeryczne algorytmy optymalizujące. W rozprawie przedstawiono problematykę tworzenia planów strategicznych oraz operacyjnych. W efekcie wybrano roadmapping technologiczny jako metodę wspomagania decyzji w transferze technologii informatycznych.

Praca dotyczy transferu technologii rozumianego jako ciąg działań bazujący na przekazywaniu wiedzy niezbędnej do wdrożenia danego procesu lub technologii. Zaproponowano hybrydowy model architektury systemu wspomagania decyzji. W modelu matematycznym przyjęto dyskretny system zdarzeń. Finalnie opracowano system informatyczny oparty na dyskretnym systemie zdarzeń wykorzystujący koncepcje sterowania optymalnego procesów dyskretnych, w szczególności oparty na znanej z literatury metodzie programowania dynamicznego.

Opiniowana rozprawa jest jak na rozprawę doktorską bardzo obszerna. Zawiera 280 stron i składa się ze wstępu, wykazu symboli, spisu oznaczeń, 7 zasadniczych rozdziałów, bardzo obszernej bibliografii cytowanych prac zawierającej 418 najnowszych pozycji literaturowych, opublikowanych w zdecydowanej większości w ciągu ostatnich kilku lat, podsumowania, dodatku oraz wykazu rysunków, wykresów i tabel.

Rozdział 1 mający charakter wprowadzenia do tematyki rozprawy zawiera cel pracy, zasadniczą tezę rozprawy oraz uzasadnienie podjętej tematyki badawczej na tle rezultatów znanych w literaturze specjalistycznej z zakresu podstaw wspomagania i podejmowania decyzji. Zdefiniowano podstawowy problem planowania strategicznego w transferze technologii. Zaproponowano tezę pracy, którą jest stwierdzenie, że system wspomagania decyzji oraz metody roadmappingu technologicznego mogą być efektywnie zastosowane do wdrażania technologii informatycznych. Rozdział ten opracowano w całości na podstawie źródeł literaturowych.

Rozdział 2 obejmuje problematykę opisu technik oraz narzędzi informatycznych wykorzystywanych w systemach wspomagania decyzji. Przedstawiono dostępne metody i techniki stosowane w transferze technologii wykorzystujące Systemy Wspomagania Decyzji (SWD) oraz procedury roadmappingu. System wspomagania decyzji zawiera moduły przetwarzające wiedzę wykorzystywaną następnie w procesie wspomagania podejmowania decyzji. Natomiast roadmapping jest narzędziem tworzenia planu wspomagania decyzji, którego efektem są diagramy roadmappingu. Rola tych diagramów jest podobna do metody PERT oraz wykresów Gantta, mogą one jednak modelować więcej uwarunkowań, niż te techniki. Rozdział ten opracowano w całości na podstawie źródeł literaturowych.

Rozdział 3 poświęcony jest w całości problematyce szeroko rozumianej identyfikacji klas problemów wykorzystujących narzędzia informatyczne oraz scenariusze transferu technologii. Określono podstawowe wymagania stawiane wobec systemu wspomagania decyzji. Podane informacje dotyczą założeń funkcjonalnych działania systemu i stanowią podstawę planowania strategicznego.

Rozdział 4 pracy zawiera propozycje architektury systemu wspomagania decyzji dopasowaną do wymagań funkcjonalnych. Przedstawiono szczegóły architektury hybrydowego statycznego system wspomagania decyzji w postaci wyróżnionych warstw i odpowiadających im modułów informatycznych, a mianowicie: warstwę problemu decyzyjnego, warstwę procesu roadmappingu, warstwę zarządzania systemem, warstwę akwizycji wiedzy, warstwę wiedzy, warstwę modelowania, warstwę analityczną, warstwę udostępniania wiedzy. Podano charakterystykę funkcjonalną poszczególnych warstw systemu wspomagania decyzji oraz w ramach każdego z modułów zaproponowano ich specyficzną architekturę.

Rozdział 5 przedstawia metody i techniki systemu wspomagania decyzji oparte na modelach matematycznych. W pracy do modelowania złożonych systemów technologicznych zaproponowano model zdarzeń dyskretnych. Definiuje się wielokryterialne nieliniowe zagadnienie optymalizacyjne, a optymalne strategie wyznaczane są metodą programowania dynamicznego.

Rozdział ten zawiera także definicję oraz opis teorii deterministycznych skończonych hiperautomatów i hipergrafów, których krawędziami są hiperzdarzenia. Przytoczono znaną z teorii układów dynamicznych definicję globalnej sterowalności hiperautomatu rozumianą

jako możliwość osiągnięcia w skończonym czasie dowolnego lub należącego do zadanego zbioru stanu końcowego hiperautomatu sekwencyjnego.

W przypadku sterowalnych hiperautomatów możliwe jest na ogół osiągnięcie zadanego stanu końcowego przy zastosowaniu różnych sterowań dopuszczalnych. W konsekwencji, zasadne jest poszukiwanie optymalnego rozwiązania w sensie przyjętego kryterium na drodze wybranych metod optymalizacji. Rozdział ten ma charakter rozważań matematycznych związanych głównie z ogólną teorią deterministycznych automatów sekwencyjnych oraz nieliniowej optymalizacji.

W obszernym rozdziale 6 przeprowadzono weryfikację modelu decyzyjnego z użyciem scenariuszy testowych oraz dokonano komputerowej implementacji systemu wspomagania decyzji. Zaproponowano sekwencyjną metodologię przeprowadzania testów oraz zdefiniowano kryteria oceny jakości poszczególnych podsystemów modelu.

Ponadto dokonano weryfikacji zarówno architektury, jak i algorytmów numerycznych systemu wspomagania decyzji. Weryfikacja opiera się w głównej mierze na analizie porównawczej uzyskanych rezultatów otrzymanych z zastosowaniem zaproponowanego w pracy deterministycznego optymalnego sterowania systemem dyskretnym oraz rezultatów wykorzystujących znane z literatury metody heurystyczne optymalizacji.

Rozdział 7 zawiera podsumowanie zasadniczych rezultatów rozprawy. Zasadniczym celem pracy jest zaproponowanie wzorcowych metod tworzenia praktycznie użytecznych hybrydowych systemów wspomagania decyzji. W efekcie przedstawiono ogólną koncepcję systemu informatycznego opartego na metodzie roadmappingu technologicznego. Zastosowanie hybrydowego systemu decyzyjnego - dzięki wykorzystaniu nowych technologii - ułatwia uzyskanie pozycji konkurencyjnej w stosunku do innych podmiotów.

Implementacja systemu została zweryfikowana na przykładach kilku scenariuszy, które zakładały wdrożenie metody w różnych podmiotach. Dodatkowo, testy weryfikacyjne wykorzystywały kilka metod porównawczych w różnych konfiguracjach. Rezultaty weryfikacji potwierdziły zasadność wykorzystania systemu wspomagania decyzji w transferze technologii informatycznych.

Dodatki zamieszczone na końcu pracy dotyczą głównie zagadnień przeglądu oprogramowania. W zakończeniu pracy przedstawiono w skrócie zasadnicze rezultaty merytoryczne rozprawy oraz proponowane kierunki dalszych badań.

Zasadniczymi rezultatami rozprawy doktorskiej są:

Zastosowanie wielokryterialnych metod sterowania optymalnego systemami dyskretnymi do wspomagania procesu podejmowania decyzji w transferze technologii informatycznych.

Opracowanie w oparciu o teorię zdarzeń dyskretnych oraz teorię grafów metod modelowania procesów inżynierii finansowej.

Opracowanie hybrydowego modelu matematycznego SWD oraz jego praktyczną weryfikację.

Zaproponowanie z wykorzystaniem roadmappingu technologicznego metodologii planowania na poziomie strategicznym oraz operacyjnym transferu technologii informatycznych.

Opiniowana praca doktorska ma charakter zarówno teoretyczny z zakresu teorii optymalności i niezawodności systemów informacyjnych, jak i aplikacyjny, reprezentowany przykładami realnych systemów. Sformułowane przez Autora we wprowadzeniu zasadnicze cele rozprawy doktorskiej zostały osiągnięte, a przedstawiona na wstępie teza rozprawy dotycząca możliwości wykorzystania systemów wspomagania decyzji w pełni dowiedziona i potwierdzona zarówno obliczeniami analitycznymi jak i przykładami numerycznymi.

Autor recenzowanej pracy wykazał się dobrą znajomością zagadnień komputerowego wspomagania decyzji stanowiących istotny dział dyscypliny naukowej Informatyka. Zasadnicze rezultaty teoretyczne rozprawy są ilustrowane dobrze dobranymi przykładami numerycznymi mającymi swoje odniesienia w realnych procesach technologicznych. Wymiernym efektem rozprawy doktorskiej jest poprawa własności funkcjonalnych roadmappingu uzyskana na drodze zastosowania elastycznej architektury systemu informatycznego.

Struktura wewnętrzna pracy, stosowana terminologia i oznaczenia, kolejność poszczególnych rozdziałów oraz podrozdziałów są właściwe. Pod względem redakcyjnym praca doktorska napisana jest starannie z nielicznymi błędami literowymi. Poniżej podano uwagi szczegółowe, niektóre o charakterze polemicznym, które Autor może wykorzystać przy publikacji rezultatów rozprawy.

Uwagi szczegółowe:

1. Udana adaptacja teorii systemów zdarzeń dyskretnych do konstruktywnej analizy obliczeniowej procesów planowania strategicznego opartych na roadmappingu, w tym zastosowanie hiperautomatów, należy niewątpliwie do mocnych stron recenzowanej rozprawy i stanowi oryginalny dorobek twórczy Autora. Tym niemniej, prezentacja tego aparatu na zastosowanym w rozprawie poziomie ogólności może stanowić barierę dla czytelników będących informatykami-praktykami, którzy mogliby być zainteresowani ewentualnymi wdrożeniami. W szczególności, znaczenie praktyczne mógłby mieć także wariant przedstawionego aparatu formalnego, w którym zastosowane byłyby jedynie automaty proste, a wybór optymalnych decyzji dokonywany byłby ze względu na jedno kryterium przy wielu ograniczeniach. Byłoby więc celowe, by Autor podjął trud popularyzacji opracowanej metodyki poprzez publikacje ułatwiające jej zrozumienie szerszym kręgom specjalistów w zakresie systemów informacyjnych dla przedsiębiorstw.
2. W Rozdziale 6, poświęconym opisowi implementacji i weryfikacji opracowanej metody zaznacza się pewien brak informacji o ergonomii zastosowanego rozwiązania, w tym o możliwościach ewentualnego wykorzystania urządzeń i technologii mobilnych. Ze względu na poziom komplikacji i poziom wymagań implementacyjnych opracowanego oprogramowania (por. str. 165-169 rozprawy), Autor powinien rozważyć możliwość jego prezentacji w postaci kilku animowanych scenariuszy aplikacyjnych (3-5 minut każdy).

3. Układ bibliografii, gdzie Autor zastosował kolejność zgodną z kolejnością wystąpień cytowań poszczególnych pozycji w tekście pracy znacznie utrudnia odszukanie źródeł w przypadku drugich i kolejnych cytowań. Taka kolejność nie jest właściwa dla opracowań o objętości recenzowanej rozprawy, zwłaszcza że pierwsze cytowania są czasem jedynie wzmiankami o prowadzonych badaniach, a właściwe odniesienia do rezultatów badawczych pojawiają się później. Zdecydowanie wygodniejsza dla czytelnika rozprawy wydaje się więc kolejność alfabetyczna bibliografii.
4. W tak obszernej bibliografii pojawiają się nieścisłości, nawet w cytowaniu prac własnych Autora, np. w poz. 201 pominięto nazwisko jednego z redaktorów pracy zbiorowej, a miejsce wydania jest błędne. W poz. 196 Autor pominął tytuł czasopisma („Technological Forecasting and Social Change”), a w pozycjach odnoszących się do materiałów konferencyjnych występuje nadmiarowy numer tomu „1” (np. poz. 197, 199, 208), co wynika zapewne z niezbyt elastycznej struktury bibliograficznej bazy danych stosowanej przez Autora.
5. Pewne fragmenty zamieszczone w Dodatku, w tym zwłaszcza tabela 0.3 zawierająca „Przegląd oprogramowania planowania strategicznego w oparciu o metodę roadmappingu” powinna – zdaniem recenzenta – znaleźć się w jednym ze wstępnych rozdziałów rozprawy, a towarzyszyć jej powinno krytyczne omówienie merytorycznych aspektów prezentowanych aplikacji oraz wskazanie na tym tle zalet podejścia zastosowanego przez Autora we własnej implementacji metody roadmappingu technologicznego, np. przez umieszczenie jej w tej samej tabeli i porównanie. Również tabela 0.4 „Rankingowanie metod weryfikowanych w Rozdziale szóstym” zawiera informacje istotne dla czytelnika wspomnianego rozdziału (6) i w nim powinna się znaleźć wraz z bardziej szczegółowym opisem zastosowanej metody rankingowej.

Powyższe uwagi nie wpływają na ogólnie bardzo pozytywną całościową ocenę recenzowanej rozprawy.

Podsumowując uważam, że recenzowana rozprawa doktorska spełnia w dyscyplinie naukowej Informatyka wymagania odnośnej Ustawy Sejmowej i wnioskuję o dopuszczenie Pana mgr inż. Przemysława Pukocza do publicznej obrony rozprawy doktorskiej przed Komisją Doktorską Rady Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

Jerzy Klamka



