

dr hab. inż. Jerzy Balicki, prof. uczelni
Zakład Strukturalnych Metod Przetwarzania Wiedzy
Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych
Politechnika Warszawska
ul. Koszykowa 75
00-662 Warszawa

Warszawa, 22.12.2020 r.

Recenzja

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska pt.: „*Metoda efektywnego rozmieszczania komponentów oraz sterowania ich obciążeniem w systemach klasy SOA*”, której autorem jest mgr inż. Adrian Woźniak. Promotorem rozprawy jest Pan prof. dr hab. inż. Tadeusz Nowicki.

1. Tematyka rozprawy

Rozprawa umiejscowiona jest tematycznie w obszarze optymalizacji rozproszonych systemów informatycznych w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja w zakresie informatyki technicznej. W dysertacji opisano wyniki badań nad efektywnym rozmieszczaniem i wykorzystaniem zasobów informatycznych w systemach rozproszonych zorientowanych na usługi i serwisy webowe.

Rozprawa jest bardzo przejrzysto napisana w kontekście aktualnego stanu wiedzy. Praca składa się z wstępu, siedmiu merytorycznych rozdziałów, wniosków końcowych, wykazu tabel i rysunków, a także bibliografii – łącznie 92 strony.

W rozdziale 1 scharakteryzowano systemy o architekturze zorientowanej na usługi, w których zadania w procesie biznesowym można modelować jako usługi systemu SOA. Poprawnie zastosowano zasady wykorzystania notacji BPMN (ang. *Business Process Modeling & Notation*) do modelowania procesów biznesowych, wyodrębniając zadania, relacje przepływu oraz bramki. Odniesiono się do silników procesów biznesowych (ang. BPM engines), które pozwalają na orkiestrację tychże procesów, zlecając wykonanie usług wybranym komponentom systemu informatycznego ze szczególnym uwzględnieniem serwisów webowych. Doktorant w jasny sposób wprowadza czytelnika w słownik pojęciowy i badaną problematykę, a także definiuje węzłowe pojęcia i problemy.

W rozdziale drugim dokonano krytycznej analizy literatury przedmiotu w zakresie metod optymalizacji systemów SOA. Omówiono zaawansowaną metodologię analizy literatury, a także wyniki analizy statystycznej. Doktorant w interesujący i świadczący o dobrej znajomości rzeczy sposób opisuje *state_of_the_art* uprawianych badań. Nawiązano do algorytmów komponowania usług, metod harmonogramowania usług oraz metod alokacji

zasobów do usług. Autor sięga do najważniejszych i aktualnych publikacji dotyczących tematyki doktoratu. Słusznie wskazano na pewną lukę w literaturze przedmiotu, która obejmuje brak metody wyznaczającej nie tylko odpowiednią alokację zasobów, ale również efektywny algorytm komponowania i harmonogramowania usług.

Celem rozprawy, który określono w rozdziale trzecim, jest opracowanie metody optymalizacji rozmieszczenia komponentów na serwerach oraz wyboru algorytmu harmonogramowania i komponowania usług umożliwiających redukcję kosztów oraz czasu realizacji procesów przy uwzględnieniu charakterystyk niezawodnościowych systemu. Natomiast tezą naukową jest stwierdzenie, że „Zastosowanie metody optymalizującej alokację komponentów do serwerów oraz wybór najlepszych algorytmów harmonogramowania i komponowania usług pozwoli na uzyskanie rozwiązań wymagających mniejszych zasobów sprzętowych oraz dających większą wartość użytkownikom systemu poprzez krótszy czas realizacji procesów, większą niezawodność i przewidywalność wykonania procesów biznesowych.”

Po szczegółowej analizie rozprawy warto podkreślić, że zasadna jest dowodzona teza naukowa rozprawy, a cel naukowy został osiągnięty. Warto podkreślić, że omówiono również ograniczenia proponowanego podejścia. Doktorant umiejętnie wskazuje kierunek, w którym potoczą się rozważania w dalszej części rozprawy.

Istotnym walorem pracy jest rozdział czwarty, w którym opisano model matematyczny systemu klasy SOA. W modelu czterowarstwowym wyróżniono warstwę organizacji, warstwę silnika procesów biznesowych, warstwę komponentów oraz warstwę serwerów. Autor kompetentnie stosuje zasady modelowania systemów. W efekcie w zagadnieniu optymalizacji zmienne decyzyjne reprezentowane są za pomocą:

- macierzy przydziału komponentów do serwerów;
- macierzy określającej możliwość realizacji komponentów w środowiskach uruchomieniowych;
- para (algorytm harmonogramowania; algorytm komponowania usług).

Nałożono kluczowe ograniczenia na wymaganą moc obliczeniową serwerów, zajętość pamięci, a także na konieczność przydziału komponentów i szyny ESB do serwera. Natomiast rozwiązania dopuszczalne oceniane są za pomocą następujących kryteriów:

- średni oczekiwany czas realizacji procesu biznesowego w systemie ważony oczekiwaną liczbą instancji w zadanym czasie działania systemu;

- oczekiwana wariancja czasu realizacji procesów biznesowych ważona oczekiwaną liczbą instancji w zadanym czasie działania systemu;
- oczekiwany stopień wykorzystania zasobów procesora podczas realizacji usług w zadanym czasie;
- oczekiwany stopień wykorzystania pamięci podczas realizacji usług w zadanym czasie;
- liczba niezrealizowanych procesów w systemie.

W rozdziale piątym omówiono wielokryterialną metodę optymalizacji systemu klasy SOA, która opiera się na algorytmie ewolucyjnym. Doktorant słusznie wskazał na zalety zaproponowanego podejścia. Ponadto zaproponowano właściwą procedurę krzyżowania i selekcji. Architektura i implementacja symulatora jest natomiast przedmiotem treści rozdziału szóstego. Rozważania te zilustrowano adekwatnymi przykładami. Opis wyników eksperymentów zamieszczono w rozdziale siódmym. Zbadano zbieżność, wydajność i wrażliwość opracowanego algorytmu. Końcowe wnioski dotyczą najważniejszych osiągnięć Autora. Przy weryfikacji przyjętego podejścia naukowego Autor umiejętnie skorzystał z dorobku teorii naukowych dotyczących systemów rozproszonych, algorytmów ewolucyjnych, modelowania matematycznego oraz teorii optymalizacji wielokryterialnej.

Swoje tezy Autor wspiera za pomocą odnośników do 131 źródeł literaturowych z aktualnej dla podejmowanej tematyki i reprezentatywnej literatury przedmiotu.

2. Walory pracy

Dysertacja napisana jest zwięźle i klarownie. Widać, że Autor nie ma problemów związanych z pisaniem publikacji naukowych. Doktorant poprawnie używa konstrukcji językowych pod względem gramatycznym, semantycznym i pragmatycznym. Układ pracy jest adekwatny, struktura podziału treści – prawidłowa. Zakres jest spójny i przejrzysty.

Wykaz literatury zawiera reprezentatywne pozycje. Przeprowadzono interesującą analizę literatury przedmiotu, a zgromadzony materiał dobrze świadczy o wiedzy Autora. Przegląd wyników związanych z dziedziną jest poprawny, zaś wyciągnięte wnioski nie budzą zastrzeżeń. Sposób cytowania oraz podawania źródeł zaczerpniętej wiedzy jest właściwy.

W badaniach swoich Doktorant wykazał wyczucie w zakresie doboru metod oraz procedur postępowania. Autor wywiązał się z postawionego zadania, wynikającego z określonego celu naukowego. Na podstawie lektury doktoratu należy uznać, że mgr inż. Adrian Woźnak wykazał się odpowiednią wiedzą w zakresie informatyki technicznej, w tym

sztucznej inteligencji i optymalizacji wektorowej, jak również umiejętnością przyjęcia racjonalnych założeń oraz stosownym warsztatem naukowym i inżynierskim.

W syntetycznym ujęciu należy stwierdzić, że do kluczowych osiągnięć Doktoranta można zaliczyć następujące elementy:

1. Zaproponowanie adekwatnego modelu opisu alokacji zasobów komputerowych do wykonywania procesów biznesowych z uwzględnieniem komponowania i harmonogramowania usług;
2. Sformułowanie oryginalnego zagadnienia optymalizacji wielokryterialnej;
3. Opracowanie algorytmu ewolucyjnego do optymalizacji wektorowej procesów biznesowych realizowanych w systemach klasy SOA z uwzględnieniem niezawodności i szerokiej gamy charakterystyk losowych systemu klasy SOA;
4. Zaprojektowanie aplikacji oraz przeprowadzenie badań eksperymentalnych, które wykazały istotną zbieżność metody z punktu widzenia stosowanych kryteriów optymalizacji. Ponadto przeprowadzono interesujące badania nad wrażliwością metody. Wydajność metody okazała się wystarczająca do optymalizacji instancji o relatywnie dużym rozmiarze;
5. Przeprowadzenie obszernego przeglądu literatury przedmiotu.

Uwzględniając wymienione oryginalne osiągnięcia naukowo-badawcze, uważam, że mgr inż. Adrian Woźniak wykazał się umiejętnością samodzielnego rozwiązywania zagadnień naukowych i projektowych w wymaganym zakresie.

Na podstawie lektury całości rozprawy, należy także uznać, iż Autor w bardzo wysokim stopniu posiadał umiejętności: analizy problemu naukowego, prezentacji wnoszonych innowacji oraz interpretacji uzyskanych wyników. Docenić należy również fakt, że Doktorant włożył bardzo duży wysiłek w przygotowanie rozprawy.

3. Dyskusyjne elementy dysertacji

Bardzo trudno doszukać się w rozprawie nieco słabszych fragmentów. Wymieniłbym może dwa elementy dysertacji, o których warto podyskutować na publicznej obronie. Najważniejszym z nich jest pełniejsza analiza złożoności rozpatrywanego problemu optymalizacji wielokryterialnej. Czy jest to zagadnienie NP-trudne? Czy zbiór rozwiązań Pareto-optymalnych jest osiągalny za pomocą opracowanej metody dla instancji o dużych rozmiarach? Czy nie wiąże się to ze zbyt „kosztownymi” nakładami obliczeniowymi na klasycznych komputerach?

W rozprawie nawiązano do możliwości zrównoleglenia procesu obliczeniowego. W tym kontekście można się również zastanowić nad możliwością wykorzystania procesorów graficznych GPU lub superkomputerów do optymalizacji alokacji zasobów w odniesieniu do komponowania i harmonogramowania usług.

Warto podkreślić, że rozprawa napisana jest niezwykle starannie. Nie występują w niej poważne błędy stylistyczne. Również w systemie oznaczeń, założeń i definicji nie zauważyłem istotnych nieprecyzyjności.

4. Przydatność rozprawy dla nauk inżynieryjno-technicznych

Główny wynik recenzowanej rozprawy doktorskiej to model optymalizacji alokacji zasobów w odniesieniu do komponowania i harmonogramowania usług oraz wielokryterialny algorytm ewolucyjny. Przyjęta metodyka konstruowania tej klasy algorytmów oraz ich analizy jest w pełni zasadna. Problematyka ta jest niezwykle ważna w projektowaniu systemów rozproszonych o architekturze klasy SOA i sztucznej inteligencji. Poszerzanie wiedzy, zdobywanie doświadczeń w tym obszarze oraz rozwijanie nowych narzędzi słusznie jest przedmiotem dociekań naukowych i realizacji projektów badawczych.

Przydatność rozprawy dla dziedziny nauk inżynieryjno-technicznych jest zatem zasadna ze względów poznawczych, a także aplikacyjnych. Podnoszone przeze mnie uwagi krytyczne nie wpływają na bardzo wysoką ocenę oryginalnych osiągnięć naukowo-badawczych i zasadniczych wyników zawartych w recenzowanej pracy. Dysertacja stanowi ważny krok w rozwoju informatyki technicznej, w tym optymalizacji systemów rozproszonych.

5. Podsumowanie

Podsumowując, stwierdzam, że praca pt.: *Metoda efektywnego rozmieszczania komponentów oraz sterowania ich obciążeniem w systemach klasy SOA*, której autorem jest Pan mgr inż. Adrian Woźniak w przedstawionej formie spełnia wymagania przewidziane dla rozpraw doktorskich w aktualnie obowiązującej ustawie. Dlatego, stawiam wniosek o przyjęcie jej jako rozprawy doktorskiej i o dopuszczenie jej Autora do publicznej obrony.

Ponadto, ze względu na nowatorskie podjęcie tematyki, zgłaszam wniosek o wyróżnienie ww. rozprawy. Uważam, że otrzymane rezultaty, wysoki poziom trudności rozwiązywanego problemu badawczego i interesujący sposób napisania rozprawy w pełni to uzasadniają.



