dr hab. inż. Paweł Czarnul
Katedra Architektury Systemów Komputerowych
Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki
Politechnika Gdańska

Gdańsk, 5 października 2016

**RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ
DLA
WYDZIAŁU INFORMATYKI, ELEKTRONIKI I TELEKOMUNIKACJI
AKADEMII GÓRNICZO-HUTNICZEJ
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**

**Autor rozprawy: mgr inż. Kamil Piętak
Katedra Informatyki,
Wydział Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie**

Tytuł rozprawy: Techniki komponentowe w złożonych systemach inteligencji obliczeniowej

Wstęp

Praca, napisana w języku polskim, zawiera streszczenie w języku polskim i angielskim, wprowadzenie, 6 rozdziałów, podsumowanie, dodatek, spis rysunków oraz bibliografię. Praca liczy 137 stron. W pierwszych trzech rozdziałach omówiono pojęcia istotne z punktu widzenia propozycji systemu inteligencji obliczeniowej: agentowe systemy obliczeniowe wraz z konkretnymi dostępnymi platformami/systemami, rozwiązania i środowiska komponentowe, ideę i model środowiska obliczeniowego opartego o agenty. W rozdziale czwartym opisano koncepcję środowiska komponentowego dla systemów obliczeniowych, z wyróżnieniem lekkich komponentów, modułów pozwalających na dystrybucję oraz ładowanie komponentów, opis architektury systemu a także środowisko uruchomieniowe pozwalające na weryfikację poprawności opisu architektury, tworzenie instancji komponentów i zarządzanie cyklem życia, a także udostępnianie instancji komponentów. Autor przedstawił przykłady implementacji agenta w postaci komponentu, przykłady konfiguracji a także sekwencję inicjalizacji instancji komponentu a wreszcie rekonfiguracji systemu. Rozdział piąty zawiera niektóre szczegóły implementacyjne

platformy agentowej pozwalającej na implementację wcześniej przedstawionego modelu. Wyróżniono agenty, akcje, zapytania. Autor przedstawił architekturę środowiska komponentowego, z odwołaniem do konkretnych pakietów w języku Java, szczegóły deskryptorów, przykładowy opis architektury z wykorzystaniem XML, mechanizmy m.in. instancjonowania komponentów i weryfikacji opisu architektury. Rozdział szósty stanowi swojego rodzaju kulminację narracji z przedstawieniem realizacji problemów z wykorzystaniem zaproponowanych wcześniej koncepcji. Problemy to optymalizacja linijki Golomba oraz Low Autocorrelation Binary Sequence (LABS). Przedstawiono definicję problemów a także wyniki działania w realizacji EMAS i klasycznego algorytmu ewolucyjnego. Dodatek zawiera przykład konfiguracji systemu EMAS, bibliografia zawiera 100 pozycji.

Jaki jest problem naukowy (teza) rozprawy i czy został on trafnie i jasno sformułowany?

Praca zorientowana jest na budowę i uruchamianie systemów inteligencji obliczeniowej w paradygmacie agentowym, ze szczególnym uwzględnieniem elastycznych rozwiązań umożliwiających łatwą i szybką konfigurację a także rekonfigurację aplikacji i systemu. Teza rozprawy głosi, że wykorzystanie technik komponentowych umożliwia efektywne budowanie, konfigurację i uruchamianie agentowych systemów inteligencji obliczeniowej. Teza rozprawy sformułowana została jasno i celnie, zaś występujące terminy klarownie wyjaśnione w treści pracy. Warto zaznaczyć, że w pracy chronologicznie wprowadzone zostały wymagane pojęcia na poziomie szczegółowości wystarczającym do uzasadnienia tezy jednocześnie nie wydłużając niepotrzebnie rozprawy.

Czy autor rozwiązał postawiony problem i czy użył do tego właściwych metod dowodząc, że posiadł umiejętności związane z metodyką i metodologią prowadzenia badań naukowych?

Autor rozwiązał postawiony problem wprowadzając po kolei niezbędne pojęcia i rozważając aspekty związane z tezą pracy, a więc:

- Systemy agentowe, ich charakterystykę i elementy, w tym interakcje pomiędzy agentami: kooperację, koordynację i negocjacje, wprowadzając model systemu agentowego, definicję agenta, istniejące systemy agentowe i kontekst obliczeniowy systemów agentowych.

- Środowiska komponentowe, w tym pojęcie komponentu, składanie komponentów, podstawowe wzorce i zasady stosowane w dalszej części pracy tj. lokator usług, zasadę odwróconego sterowania i wstrzykiwanie zależności wraz z omówieniem istniejących technologii i systemów pozwalających na implementację i wdrażanie komponentów.
- Koncepcję agentowego środowiska obliczeniowego gdzie autor wprowadził definicję systemu agentowego zawierającego: agenty, akcje, algorytmy, zapytania a także agenta wraz z typem i wiedzą a następnie platformę agentową, która z klasami pozwalającymi na wykonanie obliczeń stanowi środowisko wykonawcze.
- Propozycję modelu środowiska komponentowego dla klasy systemów obliczeniowych, w którym autor wprowadził lekkie komponenty do dostarczania m.in. agentów i akcji, moduły zawierające powiązane komponenty i umożliwiające dystrybucję. Opis architektury systemu zawiera wykaz wspomnianych komponentów i powiązania pomiędzy nimi. Wreszcie, środowisko uruchomieniowe pozwala m.in. na tworzenie instancji i inicjalizację instancji komponentów stosując wstrzykiwanie referencji wg wcześniej stworzonego opisu. Autor przedstawił sposoby implementacji agenta, powiązań, inicjalizacji i co bardzo ważne – sposobów łatwego rekonfigurowania i ponownego uruchamiania systemu komponentowego. Autor opisał także szczegóły implementacyjne na bazie środowiska AgE – m.in. sposoby implementacji agentów, zapytań, deskryptorów komponentów, konfiguracji określającej wiązania, tworzenie komponentów i weryfikację opisów.
- Demonstrację wykorzystania zaproponowanych modeli w realizacji EMAS dla problemów linijki Golomba oraz problemu Low Autocorrelation Binary Sequence (LABS), wraz z możliwościami konfiguracji wariantów systemu. Przedstawiono wyniki działania tych systemów w porównaniu do klasycznego algorytmu ewolucyjnego.

Autor zademonstrował umiejętność dekompozycji problemu, analizy i identyfikacji kluczowych podproblemów, analizy istniejących podejść, umiejętność integracji kluczowych rozwiązań w finalne rozwiązanie a także uzasadnienie tezy na przykładzie realizacji dwóch przykładowych problemów w zaproponowanym systemie.

Czy tematyka rozprawy jest aktualna lub dostatecznie ważna?

Systemy obliczeniowe są tematem niezwykle istotnym w dzisiejszym świecie ICT, wymaganym do realizacji wielu symulacji, optymalizacji w różnych dziedzinach życia. Stąd też kwestie efektywnego tworzenia systemów i aplikacji pozwalających na realizację takich systemów są

kluczowe. W szczególności istotne są następujące aspekty związane z wytwarzaniem takich systemów i aplikacji, będące w centrum zainteresowania autora:

1. wyróżnienie jednostek budowy oprogramowania,
2. wyróżnienie jednostek dystrybucji oprogramowania,
3. możliwość ponownego wykorzystania elementu/komponentu,
4. czas wytworzenia,
5. łatwość konfiguracji a także rekonfiguracji w celu ponownego uruchomienia.

Stąd też kwestie integracji podejścia komponentowego z systemami agentowymi pod kątem zastosowań obliczeniowych stanowią aktualną i ważną tematykę badawczą, w której postęp odgrywa dużą rolę praktyczną.

Czy rozprawa świadczy o dostatecznej wiedzy autora, wiedzy na zaawansowanym poziomie, o charakterze podstawowym dla dziedziny nauk technicznych oraz o charakterze szczegółowym, odpowiadającym obszarowi badań naukowych?

Czy rozprawa obejmuje najnowsze osiągnięcia nauki i świadczy o znajomości współczesnej literatury z dyscypliny naukowej, której dotyczy?

Pierwsze dwa rozdziały, w których omówiono odpowiednio systemy agentowe oraz środowiska komponentowe, mają w dużej mierze charakter przeglądowy. Autor zdefiniował w nich podstawowe terminy znane w literaturze, wprowadził wzorce i zasady znane w literaturze a także wymienił konkretne systemy i frameworki pozwalające na implementację i wdrożenie poszczególnych elementów. Należy zauważyć, że autor bardzo metodycznie wprowadził kolejne elementy w pracy, od definicji podstawowych dla systemów agentowych, środowisk komponentowych, koncepcji agentowego środowiska obliczeniowego aż do propozycji środowiska komponentowego dla klasy systemów obliczeniowych. Autor przedstawił szczegóły koncepcji, które są ważne z punktu widzenia uzasadnienia tezy pracy zachowując czytelność przekazu. Wiedzę i umiejętności na zaawansowanym poziomie postrzegam w zdolności połączenia tych koncepcji w integralne środowisko. Literatura obejmuje 100 pozycji z dyscypliny naukowej, której praca dotyczy, odpowiednio udokumentowanych, uwzględniając także pozycje z roku recenzji czyli 2016. Cytowania i omówienie literatury tyczy się aspektów rozpatrywanych na poziomie abstrakcji agentowych środowisk obliczeniowych co podkreśla wrażenie spójności opisu. Należy zauważyć,

że autor jest współautorem recenzowanych publikacji o zasięgu międzynarodowym, w tym publikacji w czasopiśmie Journal of Computational Science wydawnictwa Elsevier, ze współczynnikiem IF – pozycja [92] w literaturze.

Na czym polega oryginalny dorobek autora i jakie jest jego znaczenie poznawcze? Jakie są najważniejsze osiągnięcia rozprawy?

Oryginalny dorobek autora przedstawiony w pracy postrzegam w opracowaniu rozwiązania integrującego podejście komponentowe z paradygmatem agentowym pod kątem systemów obliczeniowych, w szczególności:

1. Wykorzystanie technik komponentowych w budowie agentów i środowiska agentowego.
2. Opracowanie koncepcji i modelu agentowego środowiska obliczeniowego z możliwością elastycznej budowy i integracji komponentów a także (re)konfiguracji.
3. Projekt platformy agentowej wykorzystującej opracowany model.
4. Implementację środowiska a także demonstrację wykorzystania w postaci przykładowych aplikacji problemów linijki Golomba oraz problemu Low Autocorrelation Binary Sequence (LABS) co potwierdza tezę pracy o efektywnym budowaniu, konfiguracji i uruchamianiu agentowych systemów inteligencji obliczeniowej.

Praca ma duże znaczenie praktyczne, w szczególności dla szybkiego tworzenia elastycznych systemów obliczeniowych, które mogą być uruchamiane i rekonfigurowane w łatwy sposób. Co istotne, platforma pozwala na łatwe wdrażanie wielu aplikacji mogących mieć zastosowanie w różnych dziedzinach, co sprawia, że ma duże praktyczne znaczenie dla szerokiej grupy użytkowników.

Jakie są wady i słabe strony rozprawy?

1. W pracy można by poświęcić nieco miejsca na komentarze odnośnie odwzorowania proponowanych systemów na systemy obliczeniowe wysokiej wydajności tj. wielordzeniowe procesory, akceleratory, koprocesory oraz klastry obliczeniowe. Wydaje się naturalne, że wydajność działania systemów będzie bardzo zależała od jakości tego odwzorowania. Jest to temat, który wychodzi poza model rozpatrywany w pracy, jest jednak istotny i powinien być uwzględniony i skomentowany. Autor jest tutaj współautorem pozycji [92], w której temat ten w części podjęto demonstrując skalowalność w zakresie

przykładowej architektury wielordzeniowej. Interesujące wydaje się porównanie zaproponowanego przez autora rozwiązania do implementacji nie agentowych na ww. środowiskach równoległych, pod kątem szybkości wytwarzania aplikacji, ale także wydajności. Można przypuszczać, że niektóre szczegóły istotne z punktu widzenia optymalizacji np. na Intel Xeon Phi nie mogą być uwzględnione na poziomie abstrakcji systemu rozpatrywanego w pracy. Z tego względu brakuje szerszego omówienia platform sprzętowych do uruchamiania zaproponowanego systemu a także ograniczeń. Można postawić tutaj następujące pytania: które z nowoczesnych systemów wysokiej wydajności (stacje robocze z wielordzeniowymi procesorami, procesory graficzne, klastry, systemy hybrydowe z wielordzeniowymi procesorami + akceleratory/koprocesory) można wykorzystać do wydajnego uruchamiania tego typu symulacji, które nie. Nie umniejsza to jednak osiągnięcia pracy, której wyniki pozwalają na szybkie tworzenie i rekonfigurację systemów obliczeniowych. Powyższa uwaga stanowi też wskazanie możliwych dalszych kierunków badań.

2. Porównanie EMAS i EA jest zbyt pobieżne pomimo zaprezentowania wyników obu implementacji i zapewnienia o możliwie bliskiej konfiguracji systemów. Dyskusja przyczyn przewagi EMAS nad EA jest dosyć zdawkowa i mogłaby, jak sądzę, zostać znacznie rozszerzona. W tym kontekście przykłady traktuję jako element uzasadniający tezę rozprawy nie zaś jako w pełni przeanalizowane porównanie wydajnościowe ww. rozwiązań.
3. Liczba przykładów demonstrujących zalety podejścia mogłaby być większa. Być może wówczas można by sformułować dodatkowe wnioski dla pewnych grup problemów.
4. Autor mógłby pokusić się o bardziej precyzyjną ocenę efektywności zaproponowanej metody budowania, konfiguracji i uruchamiania systemów agentowych zorientowanych na obliczenia poprzez zaangażowanie testowej grupy programistów i ocenę czasu wytwarzania, subiektywną ocenę trudności w porównaniu do metody alternatywnej.

Uwagi szczegółowe i redakcyjne

1. s. 23 „W ramach zadań związanych z zarządzaniem systemem obliczeniowym uruchamianym w środowisku rozproszonym (np. na klastrach lub gridach)". Ściśle rzecz biorąc należałoby określić klaster jako system równoległy zaś grid jako system rozproszony.

2. s. 74 „Przewiduje się również, że proponowane środowisko będzie pozwalało na uzyskanie dużej elastyczności oraz wydajności tworzenia systemów obliczeniowych". W przyszłości można podjąć badania pomierzenia tej wydajności w porównaniu do innych podejść.
3. s. 24 „(...) agenty odpowiadać mogą m.in. za definicję topologii węzłów oraz reguł sąsiedztwa i polityk migracji pomiędzy węzłami ustalanymi na podstawie informacji o obciążeniu i dostępnej mocy obliczeniowej poszczególnych węzłów". Oprócz cytowanej w tym kontekście literatury warto przyjrzeć się innym pozycjom, w szczególności w kontekście wykonania złożonych scenariuszy obliczeniowych składanych z usług, których wykonaniem zarządzają agenty. W tym kontekście warto byłoby również podjąć dyskusję czy systemy agentowe w tej roli (nadzorowania wykonania zadań obliczeniowych) stanowią lepsze podejście niż inne.
4. s. 44. Warto tutaj wspomnieć o aktualnej nazwie omawianej technologii – Java EE.
5. s. 132. Niejasny jest opis platformy testowej (i także odwzorowania symulacji na system). Napisano „Systemy były uruchamiane na 12 węzłach Intel Xeon X5650 ...", w legendzie na rysunku podano „12 cores" (liczba logicznych rdzeni wspomnianego procesora). Opis ten jest mylący i w efekcie na bazie opisu nie jest jasne jaka była rzeczywista platforma testowa.

Praca zawiera szereg literówek, poniżej podano właściwą formę:

1. s. 17 „realizacji tej koncepcji",
2. s. 35 „implementacja, testowanie i dokumentacja komponentów",
3. s. 36 „jednostkę składania, charakteryzującą się",
4. s. 36 „(...) [98] traktują",
5. s. 36 „poświęcając uwagę",
6. s. 37 „wspomagających",
7. s. 37 „komponentami",
8. s. 38 „branży motoryzacyjnej",
9. s. 40 „obiekty te dodawane są",
10. s. 40 „W technologiach komponentowych",

11. s. 44 „komponentowości",

12. s. 44 „dostarczoną wraz z komponentem",

13. s. 45 „rozwiązaniach",

14. s. 46 „zawierającą kod źródłowy oraz dane",

15. s. 50 „które będą odpowiedzialne",

16. s. 50 „wzorcu Lokator usług, przedstawionym (...)"

17. s. 53 „początki sięgają",

18. s. 53 „rozwiązaniami J2EE",

19. s. 54 „czytelniejszy interfejs",

20. s 58 „(...) agenta, wskazana jest",

21. s. 66 „platforma odpowiada jedynie za jego inicjalizację, uruchomienie ...",

22. s. 71 „Usługa topologii węzłów",

23. s. 72 „nad wykorzystaniem technologii komponentowych",

24. s. 77 „komponentów środowisko wykorzystuje podejście",

25. s. 78 „które mogą być wykorzystywane przez inne komponenty",

26. s. 113 „pozwala na wykonanie akcji migracji",

27. s. 118 „czasochłonnych badań, w ramach których".

Podsumowanie i ocena rozprawy

W rozprawie doktorskiej mgr inż. Kamil Piętak opracował rozwiązania integrujące podejście komponentowe z paradygmatem agentowym pod kątem systemów obliczeniowych a następnie zademonstrował wykorzystanie zaproponowanych koncepcji i faktycznie zrealizowanego systemu do optymalizacji dwóch rzeczywistych aplikacji, udowadniając jednocześnie tezę pracy. To ostatnie nie budzi wątpliwości, jako że pokazano, iż wykorzystanie podejścia komponentowego w paradygmacie agentowym pozwala na szybkie i łatwe budowanie elementów, ich integrację z wykorzystaniem sugerowanych wzorców a także konfigurowanie w środowisku a następnie ponownie szybkie oraz łatwe rekonfigurowanie w celu kolejnego uruchomienia.

Podsumowując, w moim przekonaniu rozprawa spełnia wymagania postawione rozprawom doktorskim przez Ustawę z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki, Dz.U. 2003 nr 65 poz. 595 z późniejszymi zmianami, w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie informatyka i wnioskuję o dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony.

Do której kategorii recenzent zalicza rozprawę?

Rozprawę doktorską pana magistra inżyniera Kamila Piętaka zaliczam do kategorii:

zadowalająco spełniająca wymagania

dr hab. inż. Paweł Czarnul