

Gdańsk, 16.08.2018

Prof. Henryk Krawczyk
Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki
Politechnika Gdańska
hkrawk@pg.edu.pl

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Andrzeja Stroińskiego
z tytułem
„Discovery of Petri Net models of distributed processes in Communicating Resource
Systems”

Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Andrzeja Stroińskiego dotyczy systemów CRS (Communicating Resource Systems) stanowiących kolekcje hierarchicznie uporządkowanych zasobów (np. komponentów oprogramowania) komunikujących się ze sobą na przykład poprzez interfejs zgodny z REST oraz protokół HTTP. Każdy taki pasywny zasób wykonuje swój lokalny proces wyłącznie w efekcie wywołania go przez inny zasób lub zewnętrznego klienta systemu. Szereg takich wywołań zasobów systemu zainicjowany przez klienta zewnętrznego i realizowany w ustalonej kolejności stanowi proces biznesowy systemu CRS. Głównym celem recenzowanej rozprawy jest odkrywanie modeli takich procesów, które mają miejsce podczas działania systemu CRS. Umożliwia to ocenę jakości funkcjonowania, w tym wydajności i wiarygodności takiego systemu. Ma to duże znaczenie, gdyż ostatnio obserwuje się znaczny rozwój systemów o tego typu architekturze. Dotyczy to zarówno technologii Internetu Rzeczy jak i chmury obliczeniowej, gdzie większość dostępnych serwisów polega na odpowiednim wykorzystaniu zasobów dostępnych w tego typu środowiskach.

Odkrywanie modeli procesów CRS wymaga odpowiedniej wiedzy o tych praktycznie funkcjonujących systemach. Z reguły obserwacja zachowania się rzeczywistych systemów polega na monitorowaniu zdarzeń zachodzących w ich środowiskach wykonania. W tym celu wykorzystuje się odpowiednie mechanizmy rejestrujące, które umożliwiają tworzenie dzienników zdarzeń. Analiza takich dzienników pozwala wykrycie ewentualnych anomalii pojawiających się podczas pracy systemu. Jest to istotne dla ciągłego udoskonalania funkcjonalności ocenianych systemów. Niestety istniejące rozwiązania dotyczące dzienników zdarzeń nie umożliwiają realizacji celów postawionych przez Doktoranta. W związku z powyższym zadania przyjęte w jego rozprawie są bardziej ambitne i bardziej złożone. Najpierw należy odpowiedzieć na pytanie jak organizować dzienniki zdarzeń systemu CRS, a następnie jak je ustrukturalizować, by odkrywanie modeli procesów biznesowych systemów CRS było możliwe. Autor rozprawy doktorskiej proponuje zastosowanie nowej metody tzw. logowania kontekstowego, które dla dwóch rodzajów zdarzeń: lokalnych (związanych z aktywnością danego zasobu) oraz komunikacyjnych (dotyczących odbioru i wysyłania wiadomości) wzbogaca opis zachodzących zdarzeń o dodatkowe informacje, które przekazywane do sąsiednich zasobów pozwalają na identyfikację poszczególnych instancji procesu biznesowego, a dalej na rekonstrukcję całego zbioru śladów tworzących log procesu. Dopiero taki log procesu biznesowego jest poddawany dalszej analizie w celu odkrywania modelu procesu biznesowego w postaci zmodyfikowanych sieci Petriego.

Najważniejszy wkład Autora rozprawy polega na dogłębnej formalizacji opisu zarówno własności systemów CRS jak też ich sposobów działania. Formalizacji poddano

również podstawowe zdarzenia zachodzące w systemach, jak też sposób ich oznakowania i rejestracji. Do opisu modeli procesów biznesowych wykorzystano tzw. sieci przepływu oraz ich rozszerzenie tzw. sieci komunikujących się zasobów wraz z hierarchią zasobów, jak też kolorowaną sieć komunikujących się zasobów, jednoznacznie definiującą jednoczesne wykonywanie wielu instancji pojedynczego zasobu. W rozprawie doktorskiej wprowadzono ponad 70 definicji formalnych, które umożliwiają uporządkowany i jednoznaczny opis procesów biznesowych oraz precyzyjne przedstawienie oryginalnych algorytmów rekonstrukcji procesów lokalnych jak i globalnych. Dzięki temu wykazano (twierdzenie 4), że kompletny log procesu biznesowego CRS może być modelowany za pomocą strukturalnej sieci przepływu. Co więcej takie formalne podejście umożliwiło opracowanie algorytmów pozyskiwania modeli procesów biznesowych CRS, a także udowodniono (twierdzenie 5 i 6) możliwość ich modelowania za pomocą sieci komunikujących się zasobów oraz w przypadku jednoczesnego wykonywania wielu instancji pojedynczych zasobów – za pomocą kolorowanej sieci komunikujących się zasobów. Bardzo ważnym osiągnięciem Doktoranta jest też opracowanie algorytmów pozyskiwania modeli biznesowych systemu CRS, przy wykorzystaniu znanych algorytmów Alpha oraz Alpha Plus, a także ilustracja ich działania na wybranych przykładach hipotetycznych procesów biznesowych. Zasygnalizowano również ich zakres stosowalności przy uwzględnieniu złożoności takich procesów czy efektywności ich wzajemnej komunikacji. Ma to duże znaczenie praktyczne nie tylko przy wykorzystaniu tych algorytmów do modelowania systemów CRS, ale również do projektowania nowych generacji takich systemów.

Wprowadzony aparat formalny, jak i przeprowadzone rozważania w celu opracowania algorytmów CSR miner, hCRS miner, dhCRSminer oraz cdhCRS miner nie budzą zastrzeżeń. Zaproponowane algorytmy stanowią stopniowe rozszerzenie funkcjonalności systemów CRS; od uwzględnienia podstawowych funkcji procesów odpowiadającym zasobom, poprzez wzięcie pod uwagę komunikacji pomiędzy zasobami, do uwzględnienia hierarchii zasobów oraz integracji tych wszystkich możliwości. Tym samym algorytm cdhCRS miner jest najbardziej atrakcyjny i szkoda, że jego ocenie działania poświęcono zbyt mało miejsca.

Przyjęte założenia dotyczące budowy dzienników zdarzeń czy konstrukcji algorytmów uwzględniają szereg ograniczeń, które są typowe dla tego typu formalnego podejścia. Dyskusyjne jest przyjęcie pozyskania kompletnego dziennika zdarzeń, który obejmuje wszystkie możliwe przepływy efektywności możliwe do wystąpienia w systemie CRS. Jest to osiągalne przy długoterminowym monitorowaniu systemu lub wymuszaniu odpowiedniego zachowania się systemu. Oba przypadki są trudno realizowalne i powstaje pytanie o spełnienie tego typu założeń w praktyce. Mniej dyskusyjne jest przyjęcie założenia o niezależności zasobów, gdy funkcjonują one w hierarchicznej strukturze i są zobowiązane do samodzielnego wykonania pewnych, powtarzających się czynności. Inne ograniczenie dotyczy stosowalności modelu i związane jest z przyjęciem pełnej niezawodności kanałów komunikacyjnych, co wymaga odpowiedniej redundancji i znacznie komplikuje wprowadzony model zachowania się systemu. Istnieje więc potrzeba krytycznego spojrzenia dotyczącego wprowadzonych opisów formalnych i wykazanych twierdzeń odnośnie możliwości realizacji reprezentatywnych rozwiązań praktycznych. Jednym z takich podejść mogłyby być, szeroko analizowane w literaturze, procesy biznesowe łańcucha dostaw. Czy możliwe byłoby odniesienie proponowanego podejścia do tego typu rozwiązań?

Warto podkreślić, że Doktorant wykazał się obszerną wiedzą o współczesnych architekturach systemów opartych na podejściu SOA (Service Oriented Architecture). Skoncentrował się na ROA (Resource Oriented Architecture), stanowiącej podstawę rozwoju systemów CRS. Poza tym posiada dużą wiedzę i wysokie umiejętności jej wykorzystania w przypadku analizy modeli sformułowanych na podstawie różnego typu sieci Petriego.

Przedstawiona literatura w tym zakresie wydaje się być wystarczająca i właściwie dobrana do przedstawionych analiz. Do uwag krytycznych należy zaliczyć:

- brak wykazu oznaczeń licznych symboli wykorzystywanych w rozprawie doktorskiej. Można się ich doszukać w opisie wprowadzanych definicji, co jednak wymaga poświęcenia dodatkowego czasu i co utrudnia zrozumienie treści przedstawionej rozprawy
- opis środowiska, w którym sprawdza się działanie opracowanych algorytmów jest zbyt ogólny.

Jest wiadomo, że takie środowisko zostało opracowane przez szkołę naukową prof. J. Brzezińskiego, ale nie podkreślono roli i znaczenia Doktoranta w jego opracowaniu. Poza tym nie jest wiadome czy osiągnięte wyniki testowania mogą być akceptowalne dla innych środowisk działania systemów CRS? Są to zagadnienia dyskusyjne, do których mógłby się ustosunkować Doktorant podczas obrony rozprawy doktorskiej.

Warto zwrócić uwagę na dorobek naukowy Doktoranta udokumentowany w kilku istotnych publikacjach. Do nich zaliczam 3 referaty prezentowane na renomowanych konferencjach IEEE dotyczących problematyki usług IT. Dwie inne publikacje zostały wydane w materiałach konferencji międzynarodowej przez wydawnictwo Springer oraz w czasopiśmie Foundation of Computing and Decision Sciences. Najważniejsza publikacja dotyczy bardzo istotnego czasopisma IEEE Transactions on Services Computing, które koncentruje się na matematycznych, algorytmicznych oraz obliczeniowych modelach usług oraz ich modelowaniu. Publikacje te potwierdzają również wysoką jakość rozważań przedstawionych w rozprawie doktorskiej.

Reasumując, rozprawa doktorska mgra inż. Andrzeja Stroińskiego definiuje bardzo istotny problem badawczy związany z odkrywaniem modeli CRS, wprowadza kompletny aparat formalny zarówno do opisu i modelowania procesów dotyczących zasobów takiego systemu. Na tej podstawie Autor rozprawy formułuje 3 własne algorytmy odkrywania modeli różnego typu procesów biznesowych, agregując je w uniwersalny model opisany za pomocą kolorowanej sieci Petriego. Oceniając rozprawę pod względem trzech wymaganych kryteriów, zdecydowanie stwierdzam, że zawiera ona oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, kandydat posiada ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie informatyka oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. W związku z powyższym potwierdzam, że rozprawa doktorska mgra inż. Andrzeja Stroińskiego spełnia ustawowe wymagania o stopniach i tytułach naukowych. Biorąc pod uwagę jej wysokie walory naukowe, w tym fakt publikacji jej pewnych wyników w renomowanym czasopiśmie światowym, rekomenduję wyróżnienie rozprawy.

