



Wrocław, dnia 7.01.2014r.

prof. dr hab. inż. Jerzy Świątek
Instytut Informatyki
Wydział Informatyki i Zarządzania
Politechnika Wroclawska

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ
DLA RADY WYDZIAŁU AUTOMATYKI, ELEKTRONIKI i INFORMATYKI
POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

(Recenzja opracowana na podstawie zlecenia Dziekana prof. dr hab. inż. Adama Czernika z dnia 7.11.2013, zgodnie z uchwałą Rady Wydziału Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej z dnia 22.10.2013 r.)

Temat: „Identyfikacja parametrów biliniowych modeli ciągów modeli ciągów czasowych w pełnym zakresie ich stabilności”

Autor: mgr inż. Łukasz Maliński

Promotor: dr hab. inż. Ewa Bielińska. Profesor Politechniki Śląskiej

1. Cel i zakres pracy.

W ostatnich latach, w literaturze światowej, obserwujemy burzliwy rozwój problematyki analizy strumieni danych. Jest to spowodowane z jednej strony rozwojem techniki pomiarowej, która udostępnia tanie i dokładne czujniki oraz urządzenia pomiarowe, które pozwalają na budowę złożonych systemów pomiarowych. Z drugiej strony współczesne platformy sprzętowe i programowe pozwalają na projektowanie złożonych systemów monitorowania i przetwarzania danych. Dodatkowo należy zwrócić uwagę na rozwój telekomunikacji, która umożliwia transmisję danych z wykorzystaniem sieci przewodowych oraz bezprzewodowych, co pozwala na projektowanie rozproszonych systemów monitorowania i przetwarzania danych. W wyniku otrzymujemy ogromny przyrost danych dotyczących monitorowanego procesu, obiektu czy zjawiska. Można to odnotować w różnych obszarach zastosowań, począwszy od monitorowania procesów technologicznych poprzez procesy ekonomiczne, społeczne, biomedyczne po monitorowanie obserwacji astronomicznych. Pojawia się problem wykorzystania zebranych danych w zadaniach wspomagania decyzji, projektowania, sterowania, zarządzania, w procesach diagnostycznych itp. W aktualnej, światowej literaturze ukształtował się obszar prac naukowych nazwany: „fuzja danych (data fusion)”. W tym obszarze wyróżniono następujące problemy:

RAU	Biuro Dziekana	
	Wpłynęło dnia	13.01.2014
	Nr	240 /zał

- Niskopoziomowa fuzja danych dotyczy problemów związanych z układem pomiarowym, sygnałem, zakłóceniami pomiarowymi itp. (zadanie identyfikacji).
- Średnio-poziomowa fuzja danych dotyczy analizy cech sygnałów w określonym kontekście (redukcja cech, transformacja pomiarów, klasyfikacja),
- Wysokopoziomowa fuzja danych dotyczy przetwarzania danych pochodzących z monitoringu w zadaniach wspomagania decyzji projektowych, sterowania, zarządzania itp.

W tym obszarze należy ulokować przedstawiony, główny problem podjęty w recenzowanym opracowaniu sformułowany jest poprzez jasno i poprawnie postawioną tezę pracy, która jest następująca: „Istnieje możliwość poprawnej identyfikacji wartości współczynników elementarnego biliniowego modelu ciągu czasowego w całym jego zakresie stabilności.” Teza pomocnicza: „Stosowanie właściwego ograniczenia na wartości ocen sygnału stymulacji w trakcie identyfikacji nieodwracalnych biliniowych modeli ciągów czasowych ogranicza błędy tych ocen wynikające z braku stabilności modelu odwrotnego. W rezultacie możliwe jest uzyskanie nieobciążonych ocen współczynników oryginalnego modelu badanego procesu losowego.” – wskazuje na możliwy sposób dowiedzenia tezy pracy.

Z tezą pracy związany jest cel pracy, który przekłada się na następujące zadania badawcze i projektowe:

1. Zbadanie przyczyn ograniczonej do odwracalnych modeli stabilnych, efektywności dotychczas stosowanych algorytmów identyfikacji dla elementarnego modelu biliniowego ciągu czasowego (modelu EB).
2. Opracowanie metody identyfikacji biliniowych modeli ciągów czasowych w pełnym zakresie stabilności.
3. Przeprowadzenie badań symulacyjnych mających na celu zbadanie własności statystycznych estymatora.
4. Opracowanie przykładu zastosowań nieodwracalnych modeli EB do szyfrowania informacji.

W świetle wcześniej przedstawionych uwag mogę stwierdzić, że podjęty temat recenzowanej rozprawy jest ważny i aktualny, a opracowane zadania mają ważny aspekt praktyczny i wnoszą istotny wkład w rozwój automatyki i robotyki.

2. Przegląd treści pracy

Wyniki pracy autor przedstawia w rozprawie doktorskiej napisanej w języku polskim, która składa się z 10. punktów oraz bibliografii. Całość liczy 127 stron.

Pracę poprzedza przedmowa. W punkcie **pierwszym** sformułowano cel i zakres pracy. Sformułowano tezę pracy oraz ulokowano jej treść na rzetelnie sporządzonym przeglądzie literatury, który przedstawia rozwój zadania analizy ciągów czasowych ze szczególnym uwzględnieniem identyfikacji modeli biliniowych. W punkcie tym wskazano również na potencjalne zastosowania biliniowych modeli ciągów czasowych. Punkt **drugi** przedstawia wybrane modele ciągów czasowych wraz ich podstawowymi charakterystykami w postaci momentów statystycznych. Nieco obszerniej przedstawia opis elementarnego biliniowego modelu ciągu czasowego, klasyfikację tych modeli oraz uwagi na temat identyfikacji struktury modelu. Punkt **trzeci** zawiera przegląd wybranych metod estymacji parametrów modelu, w tym: ważoną rozszerzoną rekurencyjną metodę najmniejszych kwadratów, metodę największej wiarygodności oraz metodę momentów. Zasadnicze wyniki pracy rozpoczynają się w punkcie **czwartym**. W punkcie tym dokonano analizy powodów trudności w identyfikacji elementarnego modelu biliniowego w całym zakresie stabilności. Zwrócono uwagę, że źródłem problemu występującego w algorytmach jest odwracalność modelu. Ponadto pokazano, że funkcja celu dla modeli nieodwracalnych jest multimodalna co stanowi kolejny problem w zadaniu identyfikacji. Punkt **piąty** przedstawia zasadniczy wynik pracy. Zaproponowano rozwiązanie pojawiających się problemów identyfikacji poprzez modyfikację funkcji celu. Wprowadzono ograniczenie na wartość błędu predykcji w jednym kroku, a po zbadaniu wpływu tego ograniczenia na kształt funkcji celu stwierdzono, że funkcja osiąga minimum globalne w punkcie odpowiadającym wartości parametru modelu. Pozostaje określić wartość ograniczenia. Jest ona oczywista gdy znane są parametry procesu stymulującego. W praktyce tak nie jest. Na podstawie analizy właściwości statystycznych tak zmodyfikowanego estymatora autor zaproponował rekurencyjną procedurę doboru wartości ograniczenia w funkcji celu. W punkcie **szóstym** zaproponowano algorytm optymalizacji funkcji celu. Pojawiły się dwa problemy. Pierwszy to multimodalność funkcji celu, a drugi związany jest ze zmianą funkcji celu (niestacjonarnością) w trakcie trwania estymacji. Do rozwiązania tego zadania zastosowano algorytm memotyczny, w którym zdefiniowano mechanizmy poszukiwania lokalnego (udoskonalenie) oraz globalnego (eksploracja). W związku ze zmiennym charakterem funkcji celu zaproponowano nowy, oryginalny operator – rewolucja. Punkt **siódmy** przedstawia przykładowe zadania identyfikacji z wykorzystaniem opracowanego algorytmu. Są to identyfikacja symulowanego ciągu czasowego z modelem odwracalnym oraz nieodwracalnym, a także identyfikacja

rzeczywistego ciągu czasowego pochodzącego z rejestracji jednego z sygnałów sterujących w układzie Aktywnej Redukcji Hałasu. W punkcie ósmym przedstawiono badania symulacyjne, które miały na celu statystyczną analizę skuteczności opracowanego algorytmu oraz jego porównanie z algorytmem ważonej rozszerzonej rekurencyjnej metody najmniejszych kwadratów. Punkt dziewiąty zawiera opis przykładowego zastosowania elementarnego modelu biliniowego i jego identyfikacji do zadania szyfrowania informacji. Punkt dziesiąty stanowi podsumowanie pracy. **Bibliografia** zawiera wykaz 57. trafnie dobranych pozycji literaturowych. Cytowane są głównie artykuły w czasopismach oraz monografie. Zbiór informacji jest ściśle ukierunkowany na wyznaczony cel pracy. Większość pozycji literaturowych stanowią pozycje aktualne z ostatnich 10 lat. Informacje literaturowe ściśle dotyczą tematyki rozprawy. W wykazie literatury można znaleźć pozycje Autora pracy. Są to materiały z konferencji krajowych i międzynarodowych oraz artykuły w zeszytach naukowych.

3. Uwagi redakcyjne

Na podstawie lektury pracy mogę stwierdzić, że podział treści jest logiczny i uporządkowany, styl oraz poziom językowy jest wysoki, a szata graficzna jest staranna i dopracowana. Sposób przekazywania treści jest bardzo dobry. Pracę czyta się z przyjemnością. Informacja jest dość dobrze wyważona. Czytając lekturę pracy odnosi się wrażenie o wysokiej kompetencji merytorycznej Autora, który potrafi przedstawić swoje wyniki w sposób przyjazny dla czytelnika.

Uwaga krytyczna:

W pracy w wielu miejscach operuje się pojęciem „stabilności” i „odwracalności”. W punkcie 2.4 podaje się kryteria, a w punkcie 4.2 przedstawia się relację pomiędzy zakresem stabilności a zakresem odwracalności. Brak jednak definicji tych pojęć.

Przedstawiona powyższa uwaga krytyczna redakcyjna nie umniejsza merytorycznej wartości pracy. Jest to oczekiwania czytelnika pracy.

4. Oryginalne wyniki

Wykonanie założonego celu wiąże się z wykonaniem następujących zadań szczegółowych, które uważam za oryginalne wyniki pracy:

1. Krytyczna analiza znanych algorytmów identyfikacji procesów z modelem biliniowym i zbadanie przyczyn ograniczonej stosowalności do odwracalnych modeli stabilnych.

2. Zaproponowanie oryginalnej, autorskiej procedury rekurencyjnej doboru parametru określającego ograniczenie wartości jednokrokowego błędu predykcji w funkcji celu. Procedura ta pozwala na przesunięcie globalnego minimum funkcji celu do wartości zgodnej z wartością estymowanego parametru.
3. Zastosowanie algorytmu memetycznego do wyznaczenia estymatora parametru elementarnego modelu biliniowego, z wykorzystaniem zaproponowanej przez autora operacja rewolucji, która uwzględnia zmienność funkcji celu w czasie estymacji.
4. Przeprowadzenie badań symulacyjnych, które miały na celu statystyczną analizę skuteczności opracowanego algorytmu oraz jego porównanie z algorytmem ważonej rozszerzonej rekurencyjnej metody najmniejszych kwadratów
5. Opracowanie zastosowania elementarnego modelu biliniowego i jego identyfikacji do zadania szyfrowania informacji

5. Uwagi merytoryczne (pytania dyskusyjne)

W trakcie analizy treści pracy nasuwają się uwagi, o których wyjaśnienie poproszę na publicznej obronie pracy:

1. Czy przedstawiona procedura doboru wartości ograniczenia w zmodyfikowanej funkcji celu, a w szczególności operator rewolucji zapewnia zbieżność algorytmu estymacji?
2. Autor, w podsumowaniu stwierdza cyt.: „Do słabych stron zaproponowanego algorytmu identyfikacji modeli EB należy niewątpliwie zaliczyć jego złożoność obliczeniową”. W pracy nie znalazłem analizy złożoności obliczeniowej. Czy można prosić o uzasadnienie powyższego stwierdzenia.

6. Ocena wiedzy doktoranta w zakresie dyscyplin naukowych związanych z tematyką rozprawy

1. Problematyka rozprawy obejmuje wiedzę z dziedziny nauk technicznych w zakresie dyscypliny automatyka i robotyka, a w szczególności w zakresie identyfikacji obiektów. Wiedza ta jest pogłębiona i związana z zastosowaniami.
2. Doktorant swobodnie posługuje się aparatem matematycznym, właściwie formułuje hipotezy badawcze i wykazuje umiejętność dokonywania trafnych wyborów i właściwego wnioskowania. Doktorant poprawnie wykorzystał umiejętność posługiwania się badaniami symulacyjnymi w badaniu algorytmów.

Formułowane przez doktoranta wnioski są przemyślane, logiczne i spójne.

3. W stopniu biegłym opanował tematykę rozprawy w warstwie nie tylko teoretycznej, ale także praktycznej, w oparciu o dobre rozeznanie problemów związanych z opracowaniem i badaniem algorytmów identyfikacji.
4. Lektura rozprawy upoważnia mnie do stwierdzenia, że doktorant swobodnie porusza się po literaturze przedmiotu, dysponuje wymaganym do prowadzenia badań naukowych zasobem wiedzy z zakresu automatyki i robotyki, czyli tego obszaru nauki i techniki, którego dotyczy temat rozprawy.

7. Podsumowanie.

Na podstawie lektury recenzowanej rozprawy mogę stwierdzić, że:

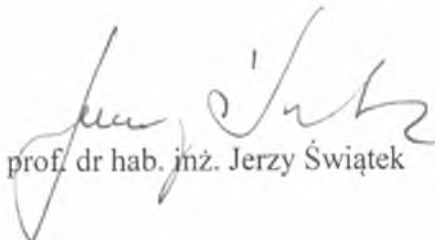
- doktorant podjął ważny i aktualny problem w obszarze automatyki i robotyki,
- uzyskał oryginalne wyniki w zakresie identyfikacji obiektów,
- przedstawił interesujące możliwości zastosowań prezentowanych wyników,

a tym samym wniósł interesujący i znaczący wkład w rozwój dyscypliny: automatyka i robotyka.

W podsumowaniu mojej oceny stwierdzam, że opiniowana praca mgra inż. Łukasza Malińskiego pt.: „Identyfikacja parametrów biliniowych modeli ciągów modeli ciągów czasowych w pełnym zakresie ich stabilności” jest kompletna i nie wymaga żadnych zmian ani uzupełnień. Spełnia ona w wystarczającym stopniu wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone w „Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki” z dnia 14 marca 2003 roku.

Wnioskuje o przyjęcie niniejszej pracy, jako rozprawy doktorskiej i wnoszę o dopuszczenie mgra inż. Łukasza Malińskiego do publicznej dyskusji nad przedłożoną pracą.




prof. dr hab. inż. Jerzy Świątek