

Łódź, 2.04.2019

dr hab. Tomasz Gwizdała, prof. UŁ
Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej
Uniwersytet Łódzki
tomasz.gwizdalla@uni.lodz.pl



Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr. inż. Roberta Lubasia

pt. Metody modelowania dynamiki tłumu bazujące na niehomogenicznych automatach komórkowych

Niniejsza recenzja została sporządzona na zlecenie Dziekana Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, dr. hab. Ryszarda Sroki, prof. AGH wyrażoną w piśmie z dnia 6.03.2019 roku. Jej przedmiotem jest rozprawa doktorska pana mgr. inż. Roberta Lubasia pt „Metody modelowania dynamiki tłumu bazujące na niehomogenicznych automatach komórkowych”, której promotorem jest dr hab. Jarosław Wąs, prof. AGH. Rozprawa stanowi podstawę do ubiegania się o stopień doktora w dyscyplinie informatyka.

1. Problem badawczy, cele i tezy rozprawy

Rozprawa poświęcona jest badaniu zjawiska dynamiki tłumu, ze szczególnym uwzględnieniem problemu ewakuacji. To bardzo ważna i aktualna tematyka. Na pierwszy plan wybija się tu oczywiście aspekt praktyczny, związany z próbą udzielenia jak najbardziej realistycznej odpowiedzi na pytania dotyczące zachowania grup ludzi, zarówno w warunkach ruchu uspokojonego, jak i, charakteryzującej się dużym poziomem stresu, ewakuacji. Jednak równie istotny może być aspekt teoretyczny związany z analizą granic stosowalności różnorodnych modeli, zarówno mikroskopowych jak i makroskopowych, w badaniu procesów dotyczących jednostek obdarzonych wolą i inteligencją. Warto zwrócić uwagę, że rezultaty takich analiz mogą mieć wpływ na takie, pozornie odległe od przedstawianych w rozprawie tematów, zagadnienia, jak procesy formowania się opinii, systemy wspomaganie decyzji, czy systemy rekomendacyjne.

Autor wskazuje dwa zasadnicze cele pracy. Pierwszym jest rozwinięcie modelu procesu ewakuacji, zaproponowanego wcześniej przez Promotora pracy, o nowe rozwiązania algorytmiczne, umożliwiające bardziej wiarygodną realizację wybranych scenariuszy dynamiki tłumu. Drugim jest analiza i wprowadzenie nowych metod związanych z weryfikacją i walidacją modeli symulacyjnych.

2. Zawartość rozprawy

Rozdział 1 zawiera wprowadzenie do tematyki pracy oraz ogólne informacje o jej zawartości. Pod pojęciem wprowadzenie kryje się głównie prezentacja najbardziej spektakularnych katastrof z udziałem dużych grup ludzi, ze wskazaniem ich przyczyn.

Informacje o pracy zawierają wskazanie celu oraz zawartości kolejnych sześciu rozdziałów.

W rozdziale 2 Autor skupia się na przedstawieniu dwóch problemów. Najpierw definiuje pojęcie automatu komórkowego, Następnie przeprowadza dyskusję pojęć, które są szczególnie istotne dla problematyki pracy, definiując najczęściej używane typy sąsiedztw oraz rozważając fundamentalne dla procesu symulacji, pojęcia homogeniczności i synchroniczności. W dalszej części rozdziału Autor przybliży najbardziej popularne techniki modelowania zachowania tłumu, zarówno makroskopowe jak i mikroskopowe, opisując też metody ich klasyfikowania.

Rozdział 3 jest realizacją pierwszego z celów wskazanych we Wstępie. Na tle wyjściowego modelu „social distances” Autor prezentuje własne modyfikacje w postaci pól słyszalności, pól widzialności, umożliwienia zachowań grupowych, czy wprowadzenia zmian w formułach dotyczących dynamicznego pola „Floor Field”. Interesującym rozwiązaniem jest tu konstrukcja funkcji kosztu

Realizacja drugiego z celów omówiona jest w rozdziale 4. Autor szczegółowo przedstawia wiele technik umożliwiających kontrolę poprawności modelu symulacyjnego, zarówno w kontekście powtarzalności wyników, jak i ich zgodności z ostateczną instancją weryfikującą – eksperymentem. Oprócz szerokiej prezentacji propozycji literaturowych, pokazanych jest tu wiele pomysłów Autora pracy, od wydawałoby się tak oczywistego jak badanie relacji $v(\rho)$, po analizę błędów dyskretyzacji pomieszczeń i korytarzy.

Rozdział 5 zawiera informacje techniczne dotyczące aplikacji stworzonej przez Autora. Znajdujemy tu przede wszystkim ogólne i szczegółowe informacje o architekturze aplikacji oraz o podziale czasu wykonania pomiędzy poszczególne procesy aplikacji.

Rozdział 6 jest najdłuższą częścią pracy i zawiera opis wyników symulacji przeprowadzonych dla różnych przypadków, zarówno rzeczywistych jak i testowych, Przypadki testowe służą tu do pokazania pewnych specyficznych własności pojawiających się w trakcie ruchu pieszych, jak na przykład obserwowalne procesy samoorganizacji. Symulacja przypadków rzeczywistych to natomiast analiza zachowania tłumu w sytuacjach o wzrastającym skomplikowaniu. Autor zaczyna tu od małej sali ćwiczeniowej, kończąc na monachijskiej Allianz Arenie, mogącej pomieścić około 75 tysięcy widzów.

Pracę kończy podsumowanie oraz zawierająca 70 pozycji bibliografia.

3. Wkład Autora i istotne elementy pracy

Zasadnicze elementami rozprawy stanowiącymi oryginalny wkład Doktoranta w rozwiązanie problemu o charakterze zarówno naukowym jak i technologicznym są

1. Opracowanie nowej koncepcji sterowania zachowaniem agentów w modelu wieloagentowym na poziomie strategicznym i wdrożenie jej w wybranej wersji testowej. Warto zwrócić uwagę, że choć implementacja dokonana przez Autora (def. 3.2.3, wz.3.1) wydaje się banalnie prosta, jednak o wiele istotniejsze od samej formuły jest

wprowadzenie, na poziomie określenia zasadniczego kierunku ruchu, czynnika determinującego zmiany jego kierunku. Forma, którą może przyjąć funkcja SF jest praktycznie dowolna i może odpowiadać propagacji sygnału zarówno przez falę dźwiękową jak i na przykład przez sieci komórkowe. NB. w swojej opublikowanej pracy (J.Supercomp. – poz.3 na liście publikacji) Autor zwraca uwagę, że jego formuła jest uproszczona, czego nie robi w rozprawie.

2. Wprowadzenie modyfikacji wartości dynamicznego „Floor Field” w modelu Nishinari’ego z uwzględnieniem otoczenia Moore’a (w oryginale uwzględnia się tylko otoczenie von Neumanna). Oczywiście, konstrukcja odpowiednich otoczeń o zadanym promieniu jest techniką dobrze znaną w literaturze, jednak niezaprzeczalnym osiągnięciem Autora jest wykazanie, że wprowadzona zmiana ma istotny wpływ na zachowanie agentów.

3. Wprowadzenie koncepcji oraz implementacja pól widzenia ograniczająca (i urealnijająca) znacznie dostęp do informacji o otoczeniu agenta w trakcie jego ruchu. Wprowadzenie takiego efektu pozwala na przykład na tworzenie grup, zarówno koncentrujących się wokół pewnego lidera jak i realizujących dążenie do jednego celu (wyjścia).

4. Modernizacja funkcji kosztu (równ. 3.7). Jak i w poprzednich przypadkach, tak i tu, sama koncepcja jest dobrze znana, jednak drobne zmiany wprowadzone przez Autora pozwalają uwzględnić w sposób kompleksowy dodatkowe czynniki.

5. Synteza oraz propozycja testów weryfikacyjnych oraz, przede wszystkim, walidacyjnych. Ich znaczenie jest oczywiste w kontekście prób modelowania procesów rzeczywistych. Zapewnienie niezależności wyniku od konstrukcji sieci czy sposobu organizacji przeszkód oraz odtworzenie efektów charakterystycznych zarówno dla ruchów w pomieszczeniach umożliwiających ruch prostoliniowy (ruch w korytarzach: zachowanie prędkości, przeciwprądy, zachowania grupowe) jak i w okolicy przeszkód (narożniki, przewężenia) jest podstawowym czynnikiem mogącym sfalsyfikować model.

6. Konstrukcja aplikacji umożliwiającej symulację ruchu pieszych i ewakuacji dla praktycznie dowolnego układu pomieszczeń. Podstawowym problemem wielu aplikacji tworzonych na potrzeby weryfikacji hipotez naukowych jest ich zamknięcie w uproszczonej formie czysto tekstowych metod zarządzania danymi. W prezentowanej rozprawie mamy do czynienia z pełnym interfejsem graficznym, charakterystycznym dla aplikacji komercyjnych, realizowanym (jak wynika z opisu) w klasycznym modelu MVC. Zapewnia to uniwersalność zastosowań wytworzonej aplikacji.

W przedstawionej rozprawie można wskazać zarówno aspekt teoretyczny jak i aplikacyjny. Część teoretyczna dotyczy analizy zachowania systemów wieloagentowych i możliwości ich rozbudowy, część aplikacyjna – symulacji realnych sytuacji z uwzględnieniem analizy poprawności implementacji. Pozwala to na stwierdzenie, że w pracy zostały zrealizowane jej podstawowe cele sformułowane w rozdziale 1. Pewnym brakiem rozprawy jest brak jednoznacznie postawionej tezy. Zwyczajowo, oczekuje się od dysertacji doktorskich takiego sformułowania, jednoznacznie potwierdzającego świadomość pracy badawczej Autora.

Przedstawiona rozprawa pozwala na stwierdzenie, że Autor wykazał się wymaganą wiedzą z zakresu dyscypliny Informatyka, w której ubiega się o nadanie stopnia naukowego. Autor dobrze orientuje się w aktualnej wiedzy dotyczącej badanego tematu, potrafi dobrać różnorodne i uzupełniające się przypadki testowe do weryfikacji zmian wprowadzanych w swoim modelu. Świadczy to też o samodzielności Doktoranta.

4. Uwagi

Zanim przedstawię swoje uwagi, chciałbym odnieść się w sposób ogólny do strony formalnej rozprawy. Jej konstrukcja, biorąc pod uwagę strukturę i terminologię jest poprawna, jednak czytelnik odczuwa czasami niedosyt związany ze skrótowością niektórych zawartych w niej opisów. Jest to mój podstawowy zarzut wobec pracy, który, nie obniżając jej wartości merytorycznej, znacznie utrudnia czytanie. Dlatego, być może, odpowiedź na niektóre spośród poniższych uwag może być oczywista, jednak nie przedstawiono jej w rozprawie.

Wydaje się, że zbyt mało uwagi poświęcono problemowi synchronizacji automatu komórkowego. Autor w dwóch miejscach, na stronie 21 i 27, pisze o stosowaniu asynchronicznej metody aktualizacji stanów, jednak temu elementowi należałoby poświęcić więcej miejsca. W różnych miejscach swojej rozprawy Autor pisze o „konfliktach” i ich rozwiązywaniu oraz o „współzawodnictwie”. Jednak konflikt dotyczy głównie kwestii konfiguracji, a nie procesu decyzyjnego. Współzawodnictwo zaś wspomniane jest często w rozdziale 6, jednak bez wniknięcia w szczegóły modelowania tego procesu. Oba wspomniane procesy mogą bardzo silnie zależeć od sposobu uaktualniania stanu automatu, tym samym bardziej szczegółowa dyskusja byłaby tu wartościowa.

Z punktu widzenia dynamiki tłumu brakuje mi szerszej dyskusji przypadkowości ruchu agentów odpowiadającego zwykle wybuchom paniki. Autor ogranicza się do komentarza (str. 29), że zmodyfikowana wersja pola dynamicznego „odpowiednio odzwierciedla przypadkowość ruchu agenta”. Jednak w żaden sposób nie pokazuje, które składniki tej formuły mogą takie zachowania modelować. Jest to tym bardziej ciekawe, że Autor sam, w tabeli 1.1, wskazuje wybuch niekontrolowanej paniki jako jeden z najważniejszych czynników prowadzących do katastrof z udziałem tłumu.

W rozdziale 4 Autor proponuje metody walidacji i weryfikacji modeli ewakuacji. Jednak nigdzie nie pisze, które z tych metod wykorzystuje w swojej pracy. W punkcie 4.3.1 przedstawiono walidację wybranych modeli w konkretnych warunkach eksperymentalnych i jest to jedyna informacja o tym, jakimi technikami posłużył się Autor realizując obliczenia.

Także z punktem 4.3.1 pracy związana jest obiekcja natury metodologicznej. Na kilku rysunkach (4.13-4.16) Autor przedstawia zależność strumienia osób opuszczających pomieszczenie od czasu symulacji. Moje pytanie brzmi: dlaczego Autor dokonywał aproksymacji wyników (bo jak rozumiem tym ma być linia trendu). W analizie danych, aproksymacji dokonuje się wtedy, kiedy istnieją teoretyczne podstawy sugerujące postać zależności aproksymacyjnej. Czy tu istnieją takie podstawy? Oczekiwałbym tu raczej prezentacji punktów pomiarowych, z zaznaczeniem niepewności, tak jak (bez niepewności) przedstawiono to dla niektórych modeli

na diagramie fundamentalnym. Przypis 2 na stronie 48, o wykorzystaniu wielomianu piątego stopnia, traktuję jako błąd drukarski.

Wątpliwości budzi edytorska strona pracy. Można wskazać sporo drobnych niedociągnięć, które utrudniają czytanie rozprawy lub budzą pewną irytację. Wymieńmy kilka z nich:

- już na pierwszej stronie wstępu pojawiają się spójniki na końcach linii;
- w definicji 2.1.1 reguła raz opisywana jest wielką, raz małą literą;
- nienumerowane rysunki (str. 13), rysunki do których brak odniesień w tekście (np. 2.1, 2.2, 6.12, 6.17) lub niekonsekwencja w numeracji (rysunek 4.17 wspomniany jest wcześniej niż 4.12 i kolejne);
- niejednolite traktowanie zwrotów angielskich, np. nie tłumaczone sformułowanie „lattice gas” ma dobrze ugruntowane w języku polskim tłumaczenie „gaz sieciowy”;
- nieprzemyślane podpisy pod rysunkami, popatrzmy na rysunek 3.1, czy tam naprawdę jest gradient, szczególnie jeśli weźmiemy pod uwagę opis z poprzedniej strony: „Każda komórka siatki ... posiada wartość zwiększającą się proporcjonalnie od dystansu do najbliższego wyjścia”.

5. Wskaźniki bibliometryczne

Analiza bibliometryczna nie jest zwykle wykonywana dla rozpraw doktorskich. Wydaje się jednak, że warto zwrócić uwagę na ten czynnik, który świadczy o znaczeniu prac wykonywanych przez Doktoranta dla środowiska naukowego. Według bazy Scopus, pan Robert Lubaś jest współautorem 15 publikacji (5 z listy JCR, 10 konferencyjnych), w tym w pięciu (odpowiednio: 2 i 3) jest pierwszym autorem. Prace te, wykonane w grupach 2-5 autorów) były cytowane 113 razy (81 bez autocytowań). Prowadzi to do wartości indeksu Hirscha $h=5$. To bardzo wysoka wartość, jak dla osoby ubiegającej się o stopień doktora, dlatego uznałem ją za godną podkreślenia.

6. Podsumowanie

Reasumując, uważam, że rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Roberta Lubasia pt. „Metody modelowania dynamiki tłumy bazujące na niehomogenicznych automatach komórkowych” spełnia wymagania Ustawy z 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (z późniejszymi zmianami). W związku z tym wnioskuję o dopuszczenie mgr. inż. Roberta Lubasia do dalszych etapów przewodu doktorskiego w dyscyplinie informatyka.

Analizując równocześnie art. 13 przywołanej ustawy, stwierdzam, że ustawodawca ponad stronę formalną przedkłada oryginalność rozwiązania problemu, wiedzę kandydata oraz jego samodzielność i rozpatrując mniejszą wagę wspomnianych wcześniej uchybień wobec niewątpliwie wysokiej jakości merytorycznej rozprawy, potwierdzonej choćby wysoką liczbą publikacji i cytowań, wnioskuję o wyróżnienie rozprawy.

