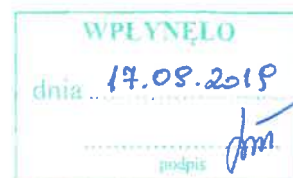


OPINIA

o rozprawie doktorskiej dla

Rady Wydziału Elektrotechniki, Automatyki,
Informatyki i Inżynierii Biomedycznej AGH



Tytuł rozprawy: Data-driven modeling of crowd dynamics

Autor rozprawy: mgr inż. Jakub Porzycki

1. Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy (teza rozprawy) i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez Autora? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny)?

Praca ma charakter doświadczalny i implementacyjny. Autor podjął temat analizy i modelowania dynamiki tłumów w oparciu o rzeczywiste dane opisujące zachowanie pieszych, a także przedstawił własne badania eksperymentalne, dotyczące przestrzennych relacji pomiędzy sąsiadującymi osobami w tłumie oraz dotyczące podejmowania decyzji o rozpoczęciu ewakuacji. Autor opisał metodykę modelowania dynamiki pieszych w oparciu o pozyskiwane eksperymentalnie dane, sposoby walidacji tworzonych modeli oraz zaprezentował przykłady zastosowania tej metodyki.

Wykorzystując przedstawioną metodykę, Autor stworzył wieloagentowy model działający na siatce automatu komórkowego, wykorzystujący koncepcję pól potencjału wpływających na ruch pieszych. Do konstrukcji modelu Autor wykorzystał dane z przeprowadzonych wcześniej eksperymentów. Przydatną własnością zaproponowanego modelu jest łatwość zmiany rozmiaru komórki w automacie komórkowym. Ponadto, model ten jest elastyczny i może być rozszerzany o dodatkowe mechanizmy.

Cele pracy są jasno sformułowane w rozprawie.

2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł (w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle) świadczącej o dostatecznej wiedzy Autora? Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący?

Rozprawa jako całość jest krótka – liczy około 67 stron bez spisów literatury, z czego tylko 6 stron rozprawy zajmuje rozdział „Related works”. Niemniej lista cytowanych prac jest kompletna, a Autor zwięźle i skrótowo przedstawia obecny stan wiedzy.

Autor zamieszcza dwa spisy literatury: tradycyjny (144 pozycje) i bezpośrednio po nim „List of chosen author’s papers” (13 pozycji). Obie listy numerowane są w tym samym stylu, czyli [1], [2], itd. Z tego powodu odwołania do nich z treści pracy są niejednoznaczne – szczególnie, że na obu listach znajdują się prace, w których Autor jest współautorem. Spodziewałbym się, że w treści pracy będą tylko odniesienia do pierwszej listy, a druga lista pełnić będzie funkcję pomocniczą, demonstrującą istotne publikacje Autora, ale tak nie jest. Problem jest szczególnie widoczny w sytuacji zgrupowanych cytowań takich jak [81,8], gdzie część odwołań dotyczy pierwszej listy, a część – drugiej, i zmusza czytelnika do

sprawdzania pozycji literatury na obu listach i domyślania się, którą pracę Autor chciał zacytować w danym zdaniu.

Autor podkreśla (str. 83), że w zaproponowanym przez niego modelu „there are no non-local conflicts between agents – contrary to the statement from [61], which states that every model with fine cell discretization would have such conflicts”. Przeczytałem [61] i nie znalazłem tam (<https://arxiv.org/pdf/cond-mat/0203461.pdf>) takiego stwierdzenia. Gdyby jednak ktoś stwierdził, że jeśli wpływ agenta wykracza poza pojedynczą komórkę, to w tradycyjnym modelu komórkowym mogą zdarzyć się konflikty nie-lokalne – miałby rację, i model proponowany przez Autora nie przeczy tej tezie. Ten model raczej ją „obchodzi” za pomocą dodatkowego mechanizmu – bowiem choć w zaproponowanym modelu agent w pewnym sensie zajmuje tylko jedną komórkę (która może być mniejsza niż np. „ciało” agenta), to jego wpływ wykracza poza nią za pomocą nie-lokalnego pola IFF, które przejmuje odpowiedzialność za obsługę interakcji między agentami.

3. Czy Autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?

Autor wykonał znaczną pracę eksperymentalną i analityczną uczestnicząc w doświadczeniach z udziałem ludzi, a następnie implementując model i kalibrując go tak, by był zgodny z obserwacjami. Użyte przez Autora metody i sposób podejścia do tworzenia modelu są adekwatne do celów, jakie chciał osiągnąć.

4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek Autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

Samodzielnymi i oryginalnymi osiągnięciami Autora są: opisanie metodyki modelowania dynamiki pieszych w oparciu o pozyskiwane eksperymentalnie dane, stworzenie wieloagentowego modelu ruchu pieszych działającego na siatce automatu komórkowego, jego kalibracja oraz przeprowadzenie symulacji komputerowych z jego użyciem. Są to nowe, interesujące osiągnięcia w skali światowej.

W rozdziale 3 znajdujemy opis kilku eksperymentów częściowo prowadzonych na AGH. Nie jest tu wprost powiedziane, czy – i, jeśli tak, to które eksperymenty są częścią samodzielnego dokonania Autora, które chce przedstawić w dysertacji do oceny. Opis części z tych eksperymentów (rozdziały 3.1.3, 3.1.4, 3.1.5) nie zawiera cytowań opublikowanych prac, co sugeruje, że jest to ich pierwsze przedstawienie, ale nie wiadomo, czy Autor pracy doktorskiej jest jedynym autorem pomysłu tych eksperymentów, zebrania danych i analiz. Ze względu na brak informacji w tekście, zakładałem, że tak jest. Z drugiej strony, pod rysunkami znajdują się dopiski „Source: own figure [12]” więc po podpisach rysunków można by pośrednio wnioskować, że i treść opisuje wnioski opublikowane w [12]. Dalej zakładając, że przy szukaniu [12] (odniesienia wymienionego również we wprowadzającym podrozdziale 3.1.1) należy skorzystać z drugiej listy literatury „List of chosen author’s papers”, można by dojść do wniosku, że te rezultaty pochodzą z wieloautorskiego artykułu, a Autor nie określa w treści dysertacji jawnie swojego wkładu. To z kolei oznacza, że te podrozdziały opisują po prostu wybrane przez Autora – spośród wszystkich podobnych przeprowadzonych na świecie – eksperymenty zgodne z tytułem rozdziału, z preferencją tych eksperymentów, w których miał pewien udział.

Część 3.2 przejawia podobny problem; w 3.2.2 Autor jasno wskazuje obce pochodzenie danych, a potem pojawiają się anonimowe określenia „2 runs was chosen” i w 3.2.3 „is introduced”, „is provided”. Tu, a także dalej, znów w treści nie ma cytowań prac, co sugeruje, że są to nowatorskie wnioski opisane po raz pierwszy w dysertacji. Jednak pod rysunkami znajdziemy dopiski „Source: own figure [1]” albo „Source: own figure”, gdzie [1] wskazuje najprawdopodobniej na drugą listę literatury i publikację 5 autorów z pierwszym Autorem, a w treści dysertacji brak jawnego określenia wkładu Autora.

Jako że w Streszczeniu Autor pisze, że w jego opinii praca opisuje „oryginalne, wartościowe naukowo elementy” wymieniając m.in. „wnioski z eksperymentów dotyczących podejmowania decyzji o rozpoczęciu ewakuacji i relacji przestrzennych pomiędzy sąsiadami w tłumie”, zakładam, że ta część należy do samodzielnego dokonania autora, które chce on poddać ocenie, ale nie można się domyślić dokładnie jaka część – Autor tego jawnie nie określił, np. przez podanie numerów podrozdziałów lub inne zaznaczenie w treści. W tym rozdziale pojawia się przecież wiele wniosków i cytowane są różne wieloautorskie artykuły, w tym wiele prac innych autorów. Jedną z prac cytowanych w rozdziale 3 jest [2] (z drugiej listy literatury); zajrzałem do tej pracy licząc, że może tam znajdę informację o wkładzie Autora w badania z rozdziału 3. Jednak role wskazane przez samych współautorów w tej pracy mówią, że niemal wszystkie działania (*Conceptualization, Data curation, Formal analysis, Investigation, Methodology, Project administration, Resources, Writing – original draft, review & editing*) były w tej publikacji podzielone między współautorów, a rolą przypisaną jedynie do Autora było *Software*.

Przykład zdania, które mówi jasno o częściach pracy opisujących dokonania Autora znajdziemy na stronie 40 w rozdziale 4.1, gdzie pisze on, że jego (własne) próby zbudowania modelu z danych opisane są w rozdziałach 5 i 6. Szkoda, że w Streszczeniu, gdzie Autor zwięźle wylicza swoje najważniejsze osiągnięcia, nie pojawiły się w nawiasach odpowiednie numery rozdziałów i podrozdziałów. Częściowo takie odnośniki pojawiają się w Podsumowaniu.

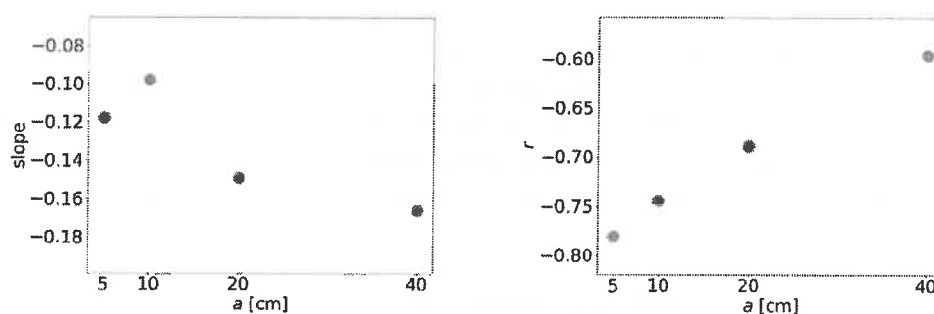
5. Czy Autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników (zwięźłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy)?

Ogólna intencja Autora, idea oraz cel eksperymentów i zaproponowanego modelu są zrozumiałe. W kilku kwestiach rozprawa pozostawia wątpliwości:

- Nie jest jasne, czemu służy podział na tabelę 2.1 i 2.2. Opis tabeli 2.2 mówi, że jest to kontynuacja tabeli 2.1, w tekście jest do nich zawsze wspólne odniesienie – zatem to powinna być jedna tabela z jednym numerem, ewentualnie podzielona na dwie strony, jeśli nie mieści się na jednej. Jednak podział na dwie tabele sugeruje, że ich zawartość czymś się różni i autor miał w takim podziale jakiś cel, który nie został w pracy podany i którego nie udało mi się odkryć.
- W rozdziale 2.3 opisującym wcześniejsze dokonania badaczy i znane, istniejące modele dynamiki tłumy, opis prosi się o wzbogacenie schematycznymi rysunkami ilustrującymi opisywane zasady i różnice pomiędzy poszczególnymi modelami.
- Rozdział 3 posiada ogólny tytuł „Eksperymenty z dynamiką tłumów”, jednak rozpoczyna się bardzo specyficzną tematyką – definicją „pre-movement time” w symulacjach ewakuacji. Przydałoby się tutaj wprowadzenie i uzasadnienie, zawężające ogólny zakres definiowany przez tytuł rozdziału (albo użycie bardziej specyficznego tytułu), bowiem dalej następuje już opis specyficznej hipotezy dotyczącej ewakuacji grup osób.
- Sposób wizualizacji na rysunku 5.10 nie pozwala dostrzec różnic w kolorach (w szczególności 5.10a) – przydałby się komentarz w treści bardziej precyzyjny niż „more or less uniform” albo inny sposób wizualizacji, np. poprzez zaznaczenie konturów zamiast nieznacznie różniących się barwą obszarów.
- W podpisie rysunku 5.14 brak istotnego fragmentu tekstu.
- W rozdziale 5.2.8 „Agent transition function and time discretization”, ostatnie dwa zdania dotyczą dyskretyzacji czasu. Autor podaje na jaką wartość ustawił Δt i pisze, że dyskretyzacja czasu nie miała żadnego wpływu na trajektorie pieszych. Brakuje tu uzasadnienia tej tezy (konkretnych wyników, np. policzenia różnic trajektorii i wyjaśnienia, dlaczego nie miała) oraz doprecyzowania, czy chodzi o różnicę pomiędzy czasem dyskretnym a ciągłym („dyskretyzacja nie miała wpływu”), czy o różne przetestowane wartości Δt („rozdzielczość dyskretyzacji w przebadanym zakresie od... do... nie miała wpływu”).

- Sformułowanie używane przez Autora – „**variable space discretization**” – sugeruje, że przestrzeń jest w różnych miejscach różnie zdyskretyzowana (np. tam, gdzie nie ma agentów komórki są większe, a tam gdzie dzieje się dużo akcji – symulujemy dokładniej) albo, że w trakcie symulacji sposób dyskretyzacji może się zmieniać. Ten pierwszy pomysł Autor opisuje w przedostatnim akapicie pracy na str. 84 jako „future works” i „possibility of proposed model”, zatem nie o to chodziło w sformułowaniu. Eksperymentów ze zmieniającą się w trakcie pojedynczej symulacji rozdzielczością również w pracy nie ma, zatem wydaje się, że autor używając słowa „variable” miał na myśli po prostu fakt, że można ustawić na początku eksperymentu rozmiar komórki z rozsądnego zakresu (jednak taki sam dla wszystkich komórek i stały do końca symulacji), a inne parametry są zdefiniowane względem tego rozmiaru, więc zostaną odpowiednio przeskalowane, np. pomnożone. Jest to prosta i oczywista własność, jednak na str. 82 Autor pisze, że wcześniejsze modele mają „fixed cell size”, a w jego proponowanym podejściu „cell size can be modified as a simple model parameter” (tak jakby autorzy innych symulacji nie mogli w ich modelach ustalić nieco innej wielkości komórki) i że to jest „novelty in crowd dynamics”. Może w sformułowaniu „variable” Autorowi chodzi o większy zakres możliwych wielkości komórki w jego modelu i w tym aspekcie wcześniejsze modele były bardziej ograniczone? Wtedy lepiej byłoby użyć np. określeń „wide-range...” albo „highly flexible...” jako wyróżników modelu Autora. Ponadto, symulacje dają jednak różniące się wyniki dla różnych wielkości komórki – więcej o tym w ostatnim punkcie tej listy.
- Na stronie 83 Autor podaje listę najważniejszych wedle niego i oryginalnych swoich osiągnięć. Pierwszym z nich jest fakt, że zaproponowany model pozwala na „variable space and time discretization”. Powyżej pisałem o „variable space discretization”, natomiast co do „time discretization”, raczej nie chodzi o sam fakt dyskretyzacji czasu – to jest przecież powszechne w takich modelach symulacyjnych – chodzi zatem o „variable time discretization”. I tu, podobnie jak w powyżej analizowanym przypadku dyskretyzacji przestrzeni, w rozprawie nie ma ani czasu płynącego z różną rozdzielczością w różnych miejscach przestrzeni, ani czasu płynącego tak samo w całej przestrzeni, ale z różną rozdzielczością na różnych etapach symulacji. „Variable” ma zatem jak rozumiem oznaczać, że można dobierać swobodnie krok symulacji (w rozsądnym zakresie) na zasadzie analogicznej do ustawiania wielkości komórki, bo inne parametry modelu zostaną w miarę potrzeby odpowiednio przeskalowane. Jeśli tak, to może zamiast „variable” lepszym określeniem byłoby „easily adjustable”?
- Również na stronie 83 Autor pisze: „Its (\rightarrow It is) worth noting, that in the limit $a \rightarrow 0$, the model becomes continuous in space and time”: po pierwsze, dlaczego również ciągłość czasu? Rozumiem, że dla małych komórek nawet przy dużym kroku symulacji agenci poruszają się wolno, ale czas pozostaje i tak niezależnym parametrem od a . Po drugie, dla a zbliżających się do zera wydaje się, że zaleta utrzymywania formalizmu automatu komórkowego będzie malała – symulacja jest już w części agentowa i liczba agentów, nawet podniesiona do kwadratu, będzie dużo mniejsza od liczby komórek.
- W rozdziale 7 Autor podkreśla zaletę podejścia „data-driven” – przydałaby się tu jakaś weryfikacja, że to jest zaleta, czyli pokazanie, co daje „oparcie się na danych” w porównaniu do braku tegoż, gdzie parametry zostałyby np. ustalone przez eksperta bez dostępu do danych z prawdziwych eksperymentów angażujących ludzi. Jak różniłyby się wyniki takich symulacji? Innym pomysłem byłoby odniesienie wyników symulacji bez i z oparciem się na danych do rzeczywistości i w ten sposób wykazanie zalet „data-driven”. Obecnie nie mamy obiektywnego dowodu, że oparcie się na danych daje mierzalną przewagę – jedynie wierzymy, że tak *powinno* być.
- Nawiązując do powyższego, praca pozostawia spore uczucie niedosytu, jeśli chodzi o weryfikację zalet i pełniejszą ocenę cech zaproponowanego modelu. Jedną z jego zalet jest to, że nie jest on skomplikowany ani koncepcyjnie, ani matematycznie, ani implementacyjnie. Rozprawa nie zawiera jednak kompletnych analiz wydajności, złożoności, ani porównań różnych modeli *w działaniu* (tj. działających na tych samych danych, w jednorodnej implementacji, z

wieloaspektowym porównaniem ich własności), ani żadnych obiektywnych metryk jakości modeli. Pomimo tego, że Autor jako swoje osiągnięcie podaje opis metodyki modelowania dynamiki pieszych, która obejmuje różne sposoby walidacji i weryfikacji tworzonych modeli – jedyną walidacją proponowanego modelu było sprawdzenie na pojedynczej mapie podstawowej zależności, że dla czterech wielkości komórek im większa gęstość tłumu, tym mniejsza prędkość pieszych. Na Rys. 5.20 Autor zauważa niewielkie różnice w maksymalnej gęstości tłumu dla różnych wielkości komórki i mniejszy rozrzut wartości prędkości dla wysokich gęstości. Mimo to, Autor pisze, że „in general ... diagrams are similar” oraz „the model seems to work similarly regardless on used space discretization”. Moim zdaniem rozrzut prędkości różni się nie tylko dla wysokich gęstości, a wszelkie różnice dobrze jest oszacować obiektywnie i ilościowo, a nie „na oko”. Analiza danych z wykresów za pomocą regresji liniowej (bazowałem na wydruku papierowym pracy, więc wyniki nie są idealnie precyzyjne) ujawnia wymierne różnice w działaniu modelu dla różnych wielkości komórki, a (po lewej współczynnik kierunkowy, po prawej współczynnik korelacji liniowej pomiędzy prędkością pieszych a gęstością tłumu):



Jeśli chodzi o poprawność redakcyjną, praca ma bardzo liczne niedociągnięcia – tak liczne, że sprawia wrażenie dużej niedbałości i nieznanności zasad. Poniżej podsumowuję lekturę kilku pierwszych stron, z błędami różnej natury – gramatycznymi, interpunkcyjnymi, typograficznymi... Na liście podaję po jednym przykładzie każdego rodzaju usterki i nie powtarzam wcześniej podanych usterek więcej niż raz.

Pierwsza strona – „Streszczenie” po polsku:

- znaki cudzysłowu otwierające takie same jak zamykające zamiast ``...’’
- „Wśród najważniejszy wyników...”
- niekonsekwentne stosowanie kursywy do angielskich terminów (*Floor Fields* ma, *Static FF* nie ma)
- cudzysłów bez pary – bezcielesnego” agenta
- usterki interpunkcyjne – Właściwością wyróżniającą ..., jest
- powszechne stosowanie dywizu (łącznika) zamiast półpauzy, choć czasem zdarzają się półpauzy

Druga strona – „Abstract”:

- akapit 1 – growths → grows
- licznie brakujące lub błędnie stosowane „a”, „the”
- worth mention → mentioning
- validation test are → tests
- experimental results from previous sections – what sections are previous here?
- unbodied agents, which always occupies → occupy

Rozdział „Introduction”:

- that would able → be able

- brak spacji przed odnośnikami do literatury[123], choć w kolejnych rozdziałach czasem się pojawiają
- which allows on using, allow on tracking, on improving
- To begin well... processing. - to zdanie jest urwane
- are detected and send → sent
- Floor Filed i słowo później Floor Field (tak samo jest w rozdziale 2.3.2 – dwa razy w dwóch krótkich akapitach, także w tytule i na końcu rozdziału 2.3.3 itd.)
- w przypisie 1 brak na końcu kropki
- all cell size are... → sizes
- agent as a one cell
- that can occurs
- Chapter describes the authors motivation...

Dalszych błędów językowych i edycyjnych na kolejnych stronach nie podaję – mają ten sam charakter co powyższe, a ich wyliczanie zajęłoby kilkadziesiąt stron recenzji. Błędy językowe są wszechobecne (niekiedy kilka w jednym zdaniu), najczęściej zupełnie podstawowe („Typically, that equations take...” albo „of a computer models”) i niekiedy utrudniają zrozumienie tekstu. Nie utrudniają zrozumienia tekstu natomiast błędy edycyjne, takie jak: brakujące nawiasy, spacje, kropki, literówki, przestawione cyfry, czy różne niekonsekwencje związane z notacją, na przykład używanie raz kropki, raz przecinka jako separatora dziesiętnego w liczbach. Znakomitą większość podstawowych błędów językowych i edycyjnych można było bardzo prosto wyeliminować, dzięki czemu ta rozprawa doktorska byłaby mniej niedbała.

6. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?

Podsumowując powyższe szczegółowe uwagi, słabe strony rozprawy to: brak w jednym z rozdziałów precyzyjnego wskazania, co jest samodzielnym wkładem Autora, niezbyt fortunne określenie „variable” użyte do scharakteryzowania wyjątkowej własności zaproponowanego modelu, kilka niedużych niedostatków w opisie i wnioskach z przeprowadzonych eksperymentów, bardzo krótka część poświęcona bieżącemu stanowi wiedzy, brak obiektywnej weryfikacji zalet zaproponowanego modelu (analiz wydajności, złożoności, przeprowadzonych w jednorodnych warunkach porównań różnych modeli czy obiektywnych metryk jakości) oraz duża niedbałość redakcyjna.

7. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych?

Zaproponowane i eksperymentalnie zweryfikowane w rozprawie podejście jest przydatne dla nauk technicznych. Aktualna tematyka i implementacyjny charakter pracy pozwalają na jej praktyczne wykorzystanie.

8. Podsumowanie

Pomimo powyższych uwag i sugestii, rozprawa spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy. Wnoszę zatem o dopuszczenie mgr inż. Jakuba Porzyckiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego w dyscyplinie **informatyka**.

Maciej Komosiński