

Dr hab. Marzena Nowakowska
Wydział Zarządzania i Modelowania Komputerowego
Politechnika Świętokrzyska
Kielce

**Recenzja rozprawy doktorskiej
dla Rady Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej**

Tytuł rozprawy:

Modelowanie zjawisk zmiany trasy przejazdu w sytuacjach nietypowych

(Rerouting phenomena modelling of unexpected events in Dynamic Traffic Assignment)

Autor rozprawy:

Mgr inż. Rafał Kucharski

Promotor:

Dr hab. inż. Andrzej Szarata, prof. PŚk

1. Struktura rozprawy

W pracy podjęto problem modelowania stanu sieci drogowej w następstwie zdarzeń nieoczekiwanych mogących przyczynić się zakłócenia pracy sieci.

Opiniowana rozprawa składa się z dziewięciu rozdziałów. Dwa pierwsze rozdziały mają charakter wstępny. W szczególności określono w nich najważniejsze zagadnienia poruszane w pracy oraz podano wykaz oznaczeń, definicji i skrótów. W rozdziale 3 Autor przekonująco uzasadnił podjęcie tematu, po czym poddał analizie literaturę przedmiotu, wskazując na miejsce swoich prac w badaniach z obszaru dynamicznego rozkładu ruchu DTA (*Dynamic Traffic Assignment*). Rozdziały 4, 5 i 6 stanowią główną część rozprawy i obejmują odpowiednio: omówienie podstaw teoretycznych zagadnienia DTA, prezentację opracowanych przez Autora modeli zmiany trasy w sieci drogowej, sposoby obserwacji zjawiska zmiany trasy w sieci i wykorzystanie tych obserwacji w estymacji modeli. W rozdziale 7 podano wnioski końcowe i wskazano kierunki dalszych badań. Na końcu pracy zamieszczono bibliografię oraz obszernie streszczenie w języku polskim.

Rozprawa liczy łącznie 116 stron.

2. Cel, tezy i zakres pracy

Cel, tezy i zakres pracy zostały *explicite* sformułowane w polskim streszczeniu pracy. W części zasadniczej, napisanej w języku angielskim, zamiast wyodrębnić te podstawowe elementy rozprawy doktorskiej, określa się je w różnych miejscach i kontekstach (*Summary, Solutions, Theoretical background*).

W części w języku polskim, jako cel pracy podano: *określenie, jaki będzie stan sieci drogowej, gdy część użytkowników, świadoma zdarzenia nieoczekiwanego, zmieni pierwotnie wybraną trasę*. Sądzę, że ten cel nie został precyzyjnie sformułowany. Tym bardziej, że w następnym zdaniu Autor sam stwierdza, że chodzi o opracowanie metody pozwalającej na wyznaczenie stanu sieci, gdy zajdzie nieoczekiwane zdarzenie zakłócające jej pracę. Tak więc Autor odpowiada raczej na pytanie „w jaki sposób można uwzględnić nieoczekiwane zdarzenie w miejskiej sieci drogowej w zadaniu modelowania DTA”, co wydaje się bardziej odpowiadać idei tytułu pracy.

W części angielskiej cel pracy jest zdefiniowany następująco: *Objective of the thesis is to utilize the above solution (well-established DTA model – przyp. MN) as much as possible and solve the problem with minimum possible modification*. Cele z tej części i ze streszczenia w języku polskim nie

pokrywają się. Wskazane byłoby więc w sposób jasny i jednoznaczny określić taki sam przedmiot pracy w obu wariantach rozprawy (angielskiej i streszczeniu polskim).

Pierwsze zdanie tezy naukowej pracy *Użytkownicy miejskiej sieci drogowej reagują na informacje o zdarzeniach wpływających na ich drogę i mogą zmieniać ścieżkę w trakcie podróży* jest truizmem. Do tej tezy Autor nawiązuje w podsumowaniu: *potwierdzono tezę, że użytkownicy miejskiej sieci drogowej reagują na informacje o zdarzeniach wpływających na ich drogę do celu i zmieniają ścieżkę w trakcie podróży*. Nie wiem, co by się musiało stać, aby tej reakcji nie było i w konsekwencji nie było zmiany trasy (jeżeli jest taka możliwość) – chyba tylko wtedy, gdyby kierujący nie byli osobami myślącymi w miarę racjonalnie i nie wyciągali prostych w gruncie rzeczy wniosków ze związków przyczynowo-skutkowych. Tak postawiona teza naukowa pracy powinna być przeformułowana.

W tezie praktycznej (ponownie w części polskiej) Autor stwierdza, że można wprowadzić zaproponowaną modyfikację modelu popytu (...) *bez znacznego zwiększenia czasu obliczeń modelu*. Określenie, mimo, że dość wygodne, nie jest precyzyjne – należałoby więc podać we właściwej części pracy (np. przy omawianiu implementacji metody), jakie jest to zwiększenie. Być może powinna być podana analiza efektywności zmodyfikowanego algorytmu i w ten sposób zweryfikowana teza praktyczna.

W odniesieniu do rozpatrywanego problemu badawczego, zakres pracy jest określony adekwatnie i wyczerpująco.

3. Zawartość i wyniki rozprawy

Rozprawa pana Rafała Kucharskiego dotyczy tematyki obejmującej metody DTA makroskopowego dynamicznego rozkładu ruchu na sieć drogową. Autor opracował i przedstawił dwa modele: model przyswajania informacji ICM (*Information Comply Model*) oraz model przesuwającego się horyzontu RH-DTA (*Rolling Horizon DTA*), dzięki którym jest możliwe uwzględnienie w metodzie określenia stanu sieci drogowej sytuacji nietypowej zakłócającej pracę tej sieci. Sytuacja taka została zdefiniowana jako nieoczekiwane zdarzenie powodujące zmianę trasy przez kierującego w trakcie wykonywania przez niego podróży. Pan Kucharski zaproponował wdrożenie obu modeli w procedurę DTA. Trzon pracy stanowią rozdziały: 4, 5 i 6.

Rozdział 4 jest poświęcony podstawom teoretycznym problemu DTA. Przedstawiono definicje i schematy obliczeniowe wykorzystane w procesach iteracyjnych stosowanych przy rozwiązywaniu problemu. Obecność takiej podstawy teoretycznej jest ze wszech miar wskazana, jako że stanowi wprowadzenie do własnych koncepcji Autora modyfikacji istniejących rozwiązań, zaprezentowanych dalej. Rozdział ten jednak wymaga poprawy redakcyjnej. W poszczególnych jego częściach występują mankamenty, które powodują trudności odbioru i wątpliwości dotyczące treści.

Autor wielokrotnie powołuje się na proces iteracyjny prowadzący do rozwiązania zadania osiągnięcia stanu równowagi sieci w modelu DTA. Skoro rozdział 4 traktuje o podstawach teoretycznych, to wydaje się zasadne podanie związku między (jakże ważnym dla rozpatrywanego zagadnienia) twierdzeniem Banacha o kontrakcji i znalezieniem stanu równowagi sieci, nie mówiąc już o bardzo ważnym problemie jakim jest uzasadnienie (dowód?) na to, że w całym zagadnieniu mamy do czynienia z odwzorowaniem zwężającym. Do poruszenia tego aspektu rozważań skłoniło mnie umieszczenie w pracy na s. 34 lematu i jego dowodu, przy jednoczesnym zdawkowym powoływaniu się Autora na Banacha zasadę kontrakcji.

Wskazane jest wyeliminowanie swego rodzaju swobody narracyjnej, która powoduje, że użyte sformułowania są niedokładne, niewłaściwe lub niepoprawne. Przykładowo w rozdziale 4.1.2:

- *a fixed-point problem of (4.5)* (nadmierny skrót lub brak interpretacyjny),
- *The fixed-point (...) is reached at the convergnce of this iterative process* (nie ma wcześniej informacji o żadnym procesie iteracyjnym, a tym bardziej nie ma informacji, skąd Autor wie, że proces jest zbieżny),
- z kontekstu nie wynika, co to jest *single iteration of the algorithm*,
- co oznacza sformułowanie: *the relative gap of the algorithm*,

- nie jest przestrzegana zasada, że najpierw należy wprowadzić i objaśnić pojęcie zanim się go użyje, (np. *For the DTA problem, the consistency between the supply and demand is obtained*). Podobne „nonszalancje redakcyjne”, w tym niezachowanie logiki kolejności wywodu, występują również w innych miejscach w pracy.

Rozdział 4.1.3 cechuje pewien chaos informacyjny. Warto byłoby opisać model popytu po kolei: (1) jakie elementy występują w modelu wraz z podaniem ich znaczenia (np. *shortest tree, node satisfaction, node weight, efficient alternative* itd.), (2) jakie są założenia oraz postać modelu, (3) w jakiej kolejności przetwarzane są informacje (np. z podanych rozważań nie wynika, czy *resulting tree* jest wynikiem kalkulacji czy jest dane wcześniej (czy to jest *shortest tree*?)), (4) czym jest ostateczny wynik kalkulacji. Należy podać interpretacje zależności umieszczonych w tym podrozdziale. Przy okazji warto zweryfikować oznaczenia występujące we wzorach w tym podrozdziale w odniesieniu do oznaczeń w rozdziale 2.1. Ponieważ istotną rolę w rozważaniach Autora odgrywa porządek topologiczny, warto byłoby poświęcić mu w pracy nieco miejsca, w szczególności podać definicję pojęcia. Niejasne jest dla mnie sformułowanie, że jakiś porządek topologiczny jest większy od innego porządku topologicznego (wzór 4.19), skoro porządek to (za „Słownikiem języka polskiego” pod redakcją M. Szymczaka) „następowanie po sobie wg kolejności, hierarchii” wartości lub obiektów. Nie wiem, co to jest *DTA algorithm* (2), ponieważ nigdzie nie został zdefiniowany.

W rozdziale 4.3 omówiono hybrydowy model wyboru ścieżki. Jedną trzecią tego rozdziału poświęcono lematowi i jego udowodnieniu. Jeżeli to oryginalne osiągnięcie Autora, to powinno być wyraźnie zaznaczone w pracy. Jeżeli nie, to powinno być powołanie na źródło. Stwierdzenie *one need to make sure that the following lemma holds true* nie rozstrzyga o autorstwie tej części pracy. W szczególności, jeżeli to osiągnięcie kogoś innego, nie widzę powodu, dla którego lemat i dowód są podawane, skoro nie ma innych twierdzeń i ich dowodów, o które opierają się rozwiązania zagadnień DTA. Chętnie posłuchałabym objaśnienia wspomnianego wywodu, tym bardziej, że nie wszystkie elementy występujące w wywodzie są skomentowane. Napomknę jeszcze, że w rozdziale 4.3 wcześniej zdefiniowano pojęcie *perspective* (s. 33, postrzeganie?) i oznaczenie tego pojęcia przez ε . Jak się to ma do tego samego oznaczenia podanego w wykazie w rozdziale 2.1 i określającego zdarzenie (np. wypadek) w sieci? Dodatkowo, fatalnie odbiera się pewną niespójność w oznaczeniach, jak np. używanie litery i do określenia węzła oraz oznaczenia i_ε do określenia czasu.

Rozdział 5 jest poświęcony modyfikacji algorytmu DTA – zaproponowanym przez Autora rozszerzeniom algorytmu DTA o element zmiany trasy przez kierującego w trakcie podróży. Modyfikacja ta polega na opracowaniu i wdrożeniu modeli: ICM oraz RH-DTA. Model przyswajania informacji ICM, dla pojedynczego zdarzenia w sieci, jest wyrażony poprzez łańcuch Markowa z trzema stanami zdefiniowanymi z wykorzystaniem modeli: uświadomienia (*awareness model*) i przyswojenia/reakcji (*compliance model*). W budowaniu modelu ICM Autor wykorzystał zaawansowany aparat matematyczny. Model RH-DTA został opracowany z myślą o jego zastosowaniu w systemach czasu rzeczywistego, gdy na stan sieci może wpływać więcej niż jedno nieoczekiwane zdarzenie. Zaproponowano hybrydowy model wyboru ścieżki w postaci funkcji sklepanej do wyznaczenia wielkości potoków ruchu. Niestety, również w tym rozdziale występuje pewna „rozmytość” informacji o autorstwie własności intelektualnej. Nie zostało zaznaczone, które elementy pochodzą z innych źródeł (nie autorskich). Dodatkowo, w przedstawieniu koncepcji modeli ICM oraz RH-DTA nie w pełni zachowano logikę w kolejności prezentowanych treści. W szczególności, wskazane jest podejmowanie dyskusji koncepcji autorskich dopiero po ich zaprezentowaniu.

Główna część podrozdziału 5.1.2 jest poświęcona składowym modelom ICM; tytuł podrozdziału jest więc nieadekwatny do jego treści. Składowe modelu, a nawet sam model to jeszcze nie algorytm (por. mój komentarz dalej w rozdziale *Uwagi ogólne*).

W rozdziale 5.1.2.2 omówiono źródła, z których informacja o atypowym zdarzeniu w sieci drogowej może dotrzeć do kierującego. Autor wskazuje na cztery takie źródła i we wspomnianym rozdziale omawia i definiuje profile rozprzestrzeniania się informacji (poprzez funkcje prawdopodobieństwa) dla trzech z nich. Nie rozumiem, dlaczego z rozważań tego rozdziału wykluczył model dla informacji dostępnej on-line, poświęcając temu modelowi osobny rozdział (5.1.2.3), co

zakłóca strukturę pracy. Albo więc każdemu modelowi należałoby poświęcić osobny podrozdział (przy okazji pogłębiając tę część opracowania, w szczególności interpretację podanych zależności), albo umieścić wszystko w jednym podrozdziale separując poszczególne części za pomocą śródtytułów. Dla modelu źródła informacji on-line nie podano wzoru na dystrybuantę, podczas gdy dla pozostałych modeli te dystrybuanty występują – w pracy brakuje uzasadnienia takiego podejścia.

Zbyt mało miejsca poświęcono bardzo ważnej części pracy dotyczącej modelu (5.19). Postać funkcji użyteczności jest wprowadzona w sposób powierzchowny i nieprecyzyjny (dwa oznaczenia, w tym jedna postać ukryta w tekście), nie określono dziedziny, nie podano interpretacji funkcji. Proszę o rozwinięcie zdania komentującego funkcję użyteczności, poprzez wskazanie, co jest normalizowane do przedziału (0, 1) (czy na pewno to ma być przedział otwarty?) i proszę podać dowód na tę normalizację. Niejasne jest wprowadzenie do modelu elementów ASC oraz η – nie wiadomo, w jaki sposób zachowanie kierującego jest przez te stałe kontrolowane. Wzór (5.20) jest napisany niedokładnie. Założenia (podobnie jak w innych przypadkach) zostały „schowane” w treść wywodu, zamiast być podane na początku. Symbol ε jest użyty do oznaczenia pojęcia innego niż do tej pory (w pracy za pomocą ε określono: *event*, *perspective*, *random term*).

Rozdziały 5.1.3 i 5.1.4 mają przejrzystą i spójną strukturę i w elegancki sposób przedstawiają autorską koncepcję implementacji modelu ICM, choć i tutaj Autor nie ustrzegł się uproszczeń i niedokładności, np. w kolejności powoływania się na schematy, niejednoznaczność użytych symboli, umieszczanie wzorów zbyt daleko od powołań na nie.

W rozdziale 5.1.5 zaprezentowano przykładowe obliczenia dla zaproponowanego modelu ICM. Ważność tego rozdziału jest znacząca, gdyż prześledzenie obliczeń ułatwia zrozumienie pomysłów Autora. W szczególności, pozytywnie należy ocenić przedstawienie kalkulacji dla różnych wariantów propagacji informacji o zdarzeniu nietypowym. Wskazane byłoby jednak objaśnienie sposobu uzyskania dyskutowanych wartości (dla wybranej pozycji), aby utwierdzić czytelnika, że dobrze śledzi obliczenia. Niezrozumiały jest dla mnie opis sytuacji w rozdziale 5.1.5.6. Skoro w węzłach 3-7 nie ma możliwości zmiany trasy, to dlaczego wielkości potoków zmieniających trasę w tych węzłach wynoszą od 13 (dla węzła 3) do 94 (dla węzła 7)?

Ciekawy jest model przesuwającego się horyzontu przedstawiony w rozdziale 5.2. Zastosowanie funkcji sklejaney w celu uwzględnienia zjawiska zmiany trasy, przy swojej prostocie, jest zabiegiem nie tylko eleganckim ale również wygodnym do praktycznego zastosowania przy wyznaczaniu w czasie rzeczywistym stanu sieci, w której wystąpiło wiele zdarzeń nietypowych. Podobnie jak w przypadku modelu ICM, struktura rozdziału 5.2 jest czytelna i logiczna. Również i tutaj pozytywnie oceniam włączenie do rozdziału obliczeń przykładowych (różne warianty). Jednak zarówno sposób przekazu jak i treści niektórych podrozdziałów wymagają poprawek.

W pracy Autor podaje przykłady obliczeniowe ilustrujące działanie zaproponowanych przez siebie modeli. Brakuje informacji na temat programu komputerowego, w którym przeprowadzano obliczenia (por. również mój komentarz dalej).

Rozdział 6 jest poświęcony zagadnieniu estymacji modeli przedstawionych w dysertacji. Zaproponowano dwa źródła danych do tego procesu: obserwację ścieżek (źródło bezpośrednie) i potoków ruchu (źródło pośrednie).

Nie jest jasne, skąd Autor pozyskał dane do dyskusji w rozdziale 6.2 – w części podstawowej pracy (po angielsku) podaje, że *direct estimation problem is illustrated with the synthetic data showing how a single observed path can be processes*. W streszczeniu polskim informuje, że *bezpośrednie (źródło obserwacji – przyp. MN) to zapis ścieżek przejazdu dla podróży źródło-cel zebranych dla reprezentatywnej próby podróży w mieście*. Proszę o komentarz. Warto byłoby również uporządkować sformułowania związane z obserwacją. Lakoniczność rozdziału 6.2.2 jest zbyt daleko posunięta. W szczególności nie jest dla mnie jasny związek między parą $\{\bar{\alpha}_i^d(t_i^k), \alpha_i^d(t_i^k)\}$ oraz zbiorem parametrów $\{a, \beta_{\Delta p_{id}}, \beta_{\Delta w_{id}}, \eta\}$. Proszę uzupełnić tę lukę, podać tę zależność i wyjaśnić skąd wynika. W rozdziale 6.2.3 nie wiadomo, jakie były wartości parametrów modelu w tych obliczeniach (czy jest i jaką ma wartość *the input variable s for the estimation problem*).

W rozdziale 6.3 Autor dyskutuje estymację modeli na podstawie informacji o zarejestrowanych rzeczywistych potokach ruchu. Podaje szereg zależności oraz stwierdzeń, które nie zawsze są oczywiste i nie zawsze wynikają z rozważań. W drugim akapicie w rozdziale 6.3.1 nie wiadomo: (1) do czego jest użyta statystyka t-Studenta, (2) na czym polega *reasonable fit at α level of 90%* danych zebranych dla sześciu typowych dni i na podstawie czego Autor to stwierdza, (3) jakiej zmiennej losowej dotyczą obserwowane wartości mające znaleźć się w przedziale ufności. W dalszej części nie podano znaczenia określenia *impact period*. Czy Autor wymiennie używa pojęć *impacted* oraz *influenced* w odniesieniu do łuków? Podobnie, jak w innych miejscach w pracy, pod wzorami nie są podane znaczenia użytych w nich symboli.

Rozdział 6.4 jest poświęcony studium przypadku – zmianom potoków ruchu w związku ze zdarzeniem nietypowym zarejestrowanym na moście w Warszawie. Umieszczenie takiego rozdziału wpływa bardzo pozytywnie na ocenę wartości merytorycznej pracy. Jednak, również i tutaj, niezbędne są poprawki w celu usunięcia usterek i wprowadzenia komentarzy uzupełniających (por. moje uwagi dalej).

W zakończeniu Autor przedstawił podsumowanie i wnioski finalne. Zwrócił uwagę na nierozstrzygnięte aspekty zaprezentowanej pracy, co świadczy o umiejętności zachowania dystansu do własnych osiągnięć. Te właśnie elementy zostały wskazane jako kierunek dalszych badań obok najważniejszego jakim jest połączenie dwóch zaproponowanych modeli.

Wykaz literatury obejmuje 115 pozycji adekwatnie dobranych do dyskutowanych zagadnień. Wykaz ten zawiera drobne usterki – zamiast łączników są używane myślniki, jest błąd w zakresie stron dla pracy Banacha (ciekawa jestem, czy Autor czytał tę pracę, skoro się na nią powołuje).

4. Uwagi ogólne

Uwagi ogólne, jakie nasunęły się w trakcie studiowania rozprawy przedstawiono poniżej.

1. Autor posługuje się oprogramowaniem komputerowym do obliczeń rozkładu ruchu w sieci. Jak wynika z pierwszego akapitu na s. 10 rozprawy, jest to program PTV VISUM oraz współpracująca z nim aplikacja TRE – Traffic Realtime Equilibrium (w tworzenie której Autor był zaangażowany). Niestety, w całej pracy, poza wspomnianym miejscem, nie ma ani słowa na temat tej aplikacji i jej wykorzystania. Zasadne jest wzbogacenie treści rozprawy o ten element osiągnięć Autora. W szczególności warto omówić, jak zaproponowane rozwiązania zostały zaimplementowane i w jaki sposób współpracują z programem VISUM (w szczególności jak działa wymiana danych między programami), tym bardziej, że są dyskutowane wyniki obliczeń dla zaproponowanych modeli: ICM oraz RH-DTA.
2. Pojęcie *time* jest używane w pracy w dwóch znaczeniach: jako odcinek czasu reprezentujący trwanie zdarzenia (np. czas podróży) i jako moment zajścia zdarzenia (*time instant*) oznaczający punkt na osi czasu. Autor wprowadza napomyka o tym na s. 28, ale w treści pracy (również w oznaczeniach) słowo *time* jest używane w obu znaczeniach, nawet w jednym zdaniu. Przykładowo, trudno zrozumieć objaśnienia w następującym fragmencie tekstu:
Throughout the equations, two different time notations are used: τ for time instant and θ for arrival time along trajectory. θ is used to evaluate the variable at particular time (...). Confusingly, second time variable θ needs to be introduced to refer to the time subject to arriving at given destination along the trajectory at time θ .
Brak precyzji zaciemnia obraz wyводу, co czyni go trudniejszym do odbioru. Przypadki takie należałoby z pracy usunąć.
3. Algorytm, nawet podany w postaci uproszczonego schematu, musi mieć swój początek i koniec. W przeciwnym przypadku mamy do czynienia nie z algorytmem, tylko np. ze schematem obliczeń, który może być częścią algorytmu. Niniejsza uwaga dotyczy schematów przetwarzania danych zaprezentowanych w rozdziałach 4, 5 i 6. Nie ma tam kryterium stopu. Używanie słowa „algorytm” w tym kontekście jest nadużyciem (por. np. s. 29, pierwszy akapit). Schematy nie mają postaci iteracyjnej – nie widzę tam żadnej pętli. Nadużywanie pojęcia algorytmu ma również

miejsce w rozdziale 5.1.2 o tytule *Algorithm*, gdzie nie znalazłam żadnego algorytmu ani jego schematu.

4. Autor stosuje niezgrabny sposób powoływania się w treści pracy na zależności (wzory), rysunki lub tablice. W wyniku tego występują podane niżej mankamenty.
 - Powołanie jest za wcześnie (albo, co na jedno wychodzi, obiekt, do którego Autor się odwołuje jest w pracy umieszczony za późno).
 - Nie jest przestrzegana zasada, że wzór powinien być umieszczany w miejscu, w którym jest na niego powołanie, zachowując logikę wyводу. Pod wzorem należy umieścić objaśnienie występujących w nim oznaczeń.
 - Odwołania do oznaczeń czy wzorów są umieszczane w zdaniach w złym miejscu, co powoduje, że cały kontekst jest mylący, niewłaściwy lub nieprawdziwy.

Przykład 1.

Na s. 31 Autor najpierw mówi o wzorze (4.19) a potem o wzorach mających wcześniejsze numery.

Przykład 2.

Ze zdania *First processing is in topological order, from destination to the furthest node* (4.19). (s. 31) wynika, że wzór (4.19) objaśnia najdalszy węzeł, co nie jest prawdą. Wzór ten opisuje porządek topologiczny (nie ma źródła dla tej definicji), więc zdanie powinno mieć konstrukcję: *First processing is in topological order* (4.19), *from destination to the furthest node*. Takich przypadków jest w pracy nadmiernie dużo.

Z kolei ze zdania (s. 34) *Moreover, by definition, the topological order calculated with shortest tree algorithm coincides with the chronological order propagation along the trajectories* (4.19) wynika, że zależność (4.19) objaśnia trajektorię.

Przykład 3.

Ze zdania *In DTA the decision points are all nodes of the graph $n \in N$* wynika, że n jest grafem z jakiegoś zbioru N . Zdanie powinno mieć postać: *In DTA the decision points are all nodes n of the graph N* .

Przykład 4.

Na s. 49 Autor powołuje się na zależność (5.26), która jest podana cztery strony dalej, dopiero na s. 53.

5. Nie określono dziedzin dla funkcji, których definicje podano w pracy.
6. Podpisy pod rysunkami są niejednorodne: raz występują a raz nie występują kropki kończące podpis (por. np. rysunki 5.1 i 5.2 oraz 5.3 i 5.4). Brak znaku separującego numer rysunku i treść podpisu w podpisach pod rysunkami.
7. Nie stawia się kropek na końcu tytułu rozdziału lub podrozdziału (por. np. rozdział 5.2.3.3).
8. W większości przypadków, Autor podając zależności (czy to w pełnej postaci analitycznej czy tylko w ogólnej postaci symbolicznej) nie powołuje się na źródła, co sprawia wrażenie jakby sam je wypracował. Tam, gdzie tak nie jest, proszę wprowadzić uzupełnienia literaturowe. Podobnie, nie wiadomo, które schematy i rysunki przedstawione w rozprawie są opracowane oryginalnie przez Autora, które są opracowaniem Autora na podstawie źródeł, a które ze źródeł pochodzą bezpośrednio – proszę we wszystkich przypadkach podać źródła.
9. W pracy występują braki zgodności w oznaczeniach: niektóre są niespójne z tymi w wykazie (rozdział 2.1), zdarzają się również oznaczenia pomyłone. Wskazana jest weryfikacja i wprowadzenia korekt pod kątem spójności oznaczeń.
10. Zgodnie z zasadami poprawnej edycji tekstu, w treści pracy nie powinny występować wiszące literki – jednak Autor pozostawił jednoliterowy spójnik na końcu pierwszej linii tekstu w tytule pracy (na stronie tytułowej)! Niedobre wrażenie sprawia również umieszczenie tytułu pracy w cudzysłowie, i to zarówno w wersji polskiej jak i angielskiej. Wiszące literki występują zresztą w całym streszczeniu pracy w języku polskim. Dobrze byłoby sprawdzić cały dokument również na okoliczność błędów i wdów.

5. Uwagi szczegółowe

Poniżej przedstawiono uwagi szczegółowe.

S. 11.

- Definicja porządku topologicznego jest niejasna. Uporządkowanie topologiczne odnosi się do wierzchołków grafu skierowanego a nie do jednego wierzchołka, jak Autor sugeruje w definicji. Ciąg dalszy tej definicji również jest niejasny.
- Ponieważ w wykazie oznaczeń jest stosowane specjalistyczne nazewnictwo, wskazane jest aby zmienić kolejność prezentacji treści i rozdział *Definition* umieścić przed rozdziałem *Notation*. Należy również uzupełnić rozdział *Definition* o pojęcia matematyczne mające istotne znaczenie w rozprawie w kontekście ich wykorzystania w zadaniach DTA: *topological order* (*topological sorting*), *shortest path*, *shortest tree*, *node satisfaction*, *centroid*. Proszę podać także definicje pojęć: *demand* oraz *supply*.
- W wykazie oznaczeń brak symboli używanych w opisie modelu RH-DTA.

S. 17.

Nie rozumiem celu użycia sformułowania *State-of-the-art* w tytule rozdziału 3.3. Tym bardziej, że wcześniej Autor używał tego zwrotu w znaczeniu przymiotnika *nowoczesny*, *najnowszy*. W treści tego rozdziału pojawia się zwrot *state-of-the-problem*, więc może to on miał być w tym tytule. Dlaczego wyrazy w tym ostatnim określeniu nie są separowane spacjami tylko scalone łącznikami?

S. 27.

Informacja w akapicie drugim o tym, jak są wyznaczane trasy (*routes*) jest nieprecyzyjna, a nawet błędna.

S. 29-30

Punkty e i g omówienia schematu 2 powinny być zweryfikowane pod kątem zgodności z tym schematem: zmienne w omówieniu nie mają indeksów górnych. Również wzory wymagają korekt: (4.7) – LTM vs. GLTM (?), (4.11) i (4.12) – brak indeksów górnych, jak podano w schemacie.

S. 35

Co to znaczy *driver needs to propagate*. Wyraz *propagate* można stosować w odniesieniu do ludzi w znaczeniu rozmnażanie lub przekazywanie (z pokolenia na pokolenie). No chyba nie o to tu chodzi.

S. 37

Nie wiem do czego (kogo?) odnosi się zaimek *they* w drugim paragrafie od góry.

Nie rozumiem, jak sytuacja może mieć porządek topologiczny: *the topological order of typical situation* (rozdział 4.4.6)?

S. 38

Zamiast sformułowania *three states and transition probabilities between them* lepiej napisać *three states and the probabilities of transitions between them*.

S. 40

W drugim akapicie Autor powołuje się na podrozdział 4.4.1: *Technically, the idea of ICM is to operate on the cost patterns: typical and actual (see chapter 4.4.1)*. Jednak, w rozdziale tym nie ma informacji o profilach kosztów, ani nie ma słowa *actual* w żadnym kontekście.

S. 40-61

- Tytuł rozdziału 5.1.2 jest niewłaściwy, zwłaszcza biorąc pod uwagę tytuł rozprawy.
- Drugie zdanie w rozdziale 5.1.2 *First part elaborates the awareness model* świadczy o nadmiernej swobodzie językowej Autora. Podobnie – zdanie *Thesis assumes any number of independent sources ...* (s. 41). Sformułowań podobnego typu jest w pracy więcej. Nie bardzo rozumiem, dlaczego Autor swoje koncepcje przypisuje obiektowi nieożywionemu, jakim jest jego rozprawa. Zalecam dokładnie prześledzić treść całej pracy i poprawić wszystkie takie lapsusy.
- Oznaczenia $\iota_o(\tau)$ nie ma w wykazie w rozdziale 2.1.

Uwagi do podrozdziału 5.1.2.1

- W tytule podrozdziału 5.1.2.1 wyraz *model* jest pisany z dużej litery, w tytule podrozdziału 5.1.2.3 ten sam wyraz jest pisany z małej litery.
- Czym są: *market penetration, spreading profile* (brak definicji).
- Dlaczego po objaśnieniu sformułowania *market penetration* P^S Autor odsyła do źródeł, skoro jest to ważny element proponowanego modelu (występuje w zależności (5.1)); akurat w tym przypadku to pojęcie powinno być objaśnione.
- Dlaczego zmienna całkowania τ , która w pracy określa czas, we wzorze (5.1) przebiega przestrzeń (łuki sieci)? Wzór (5.1) jest umieszczony w złym miejscu (za daleko od miejsca powołania się na niego).
- Nie podano, jaka rolę w modelu pełni t_0 .

Uwagi do podrozdziału 5.1.2.2

- Proponuję zastąpić *app.* przez *applications*.
- Proszę o objaśnienie zdania: *Taking the functional form of the Dirac delta (5.3) with positive value at τ_{NEWS} , such that $I^{NEWS}(\infty) = P^{NEWS}$* . W tym zdaniu nie ma podmiotu i orzeczenia. W wywodach nt. wzoru (5.4) nie zgadzają się końce przedziałów. Z ostatniej linijki przed wzorem (5.3) wynika, że $\tau \in (\tau_{NEWS}, \tau_{NEWS} + t_0]$, a w zależności (5.4) napisano, że $\tau \in [\tau_{NEWS}, \tau_{NEWS} + t_0)$. Ponieważ, nie wiadomo (przynajmniej w tym miejscu), jak jest liczone P^{NEWS} , nie wiadomo, czy zamiana miejscami „domkniętości” przedziałów nie spowoduje zmiany wartości ww. prawdopodobieństwa w tych punktach i na ile ma to znaczenie.
- Konstatacja, że *spreading profile* jest *the function of space, not time* (s. 42, punkt 2 dolny) nie zgadza się z zależnością (5.6), gdzie zmienną niezależną jest właśnie czas.

Uwagi do podrozdziału 5.1.2.3

- Pomieszano oznaczenia: A jest zbiorem gałęzi grafu skierowanego (rozdziale 2.1), na s. 43 A jest stałą – współczynnikiem proporcjonalności, nieobjaśnionym zresztą w miejscu jego wprowadzenia (wzór (5.7) nie jest zależnością dla A), przy czym zaraz na następnej stronie (s. 44) A we wzorze (5.12) jest ponownie zbiorem gałęzi.
- Na czym polega koncepcja *time window* i czym się różni oznaczenie przedziału od Δt do Δt^+ od oznaczenia od Δt do Δt^+ w dyskusji na s. 44.
- Jeżeli we wzorze (5.13) element $M(\tau)$ modyfikuje parametr skali w oryginalnym rozkładzie Rayleigha, to dlaczego ta modyfikacja występuje tylko w argumentie funkcji wykładniczej?
- Czym jest *network severity* $M(\tau)$ (s.44, 10d) i czy to jest to samo co *relative increase in travel time* $M(\tau)$ (s.44, 15d) i dlaczego? Czym jest M określane jako *total network delay* i skąd się wzięło (rysunki 5.3 i 5.4)?
- Nie podano definicji *basic spreading pace* (rysunek 5.3). Nie wiem, jaki sposób uporządkowania Autor stosuje stwierdzając *Basic spreading pace σ of 1500 seconds increases to 1200 and 900 seconds respectively* (rysunek 5.3), skoro zmiana z 1500 na 1200 (i 900) oznacza spadek a nie wzrost wartości.
- Rysunki 5.1 do 5.4 nie są skomentowane w treści pracy.
- Rysunek 5.5 i objaśnienia do niego są niejasne – informacja dotycząca składowych dystrybuant dla modelu (5.2) jest pomieszana z modelem łączącym więcej źródeł (*total probability*) – nie wiadomo, czy *total* obejmuje wszystkie źródła, czy tylko wybrane. Proponuję to uporządkować.

Uwagi do podrozdziału 5.1.2.4

- Komentarz na temat podobieństwo kosinusowego jest nieprawidłowy (s. 47). Wykres na rysunku 5.6 nie jest wykresem funkcji policzonej wg wzoru (5.15) dla podanych wektorów.
- Zapis wektorów w postaci $\{x, 1-x\}$ (i dalej) jest nieprawidłowy (s. 47).
- Wyrażenia (5.16) i (5.17) nie mają „lewych stron”.
- Rysunek 5.8 wymaga objaśnienia obliczeń – lakoniczny komentarz w podpisie jest niewystarczający.

Uwagi do podrozdziału 5.1.2.5

- Algorytm dla modelu ICM nie został jeszcze wprowadzony, a już są komentowane jego cechy i wyciągane wnioski (s. 49, 50).
- Rozdział 5.1.2.5 powinien być umieszczony w innym miejscu w pracy (po prezentacji algorytmu).

S. 62-73

- W tytule rozdziału 5.2.1 jest błąd ortograficzny.
- We wstępnej dyskusji (rozdział 5.2.1) brakuje podania *explicite* informacji (nawet gdyby miało to być powtórzeniem), jaki problem optymalizacyjny jest rozwiązywany za pomocą modelu RH-DTA i czym są: horyzont oraz lokalne optima wobec globalnego optimum dla DTA.
- Na rysunku 5.14 nie ma ani pionowej linii zielonej ani przerywanej linii czerwonej, na które Autor się powołuje w opisie rysunku (s. 66).
- W dyskusji zaczynającej się w ostatnim akapicie na s. 66 nie jest jasne, co to znaczy, że strumień pojazdów przełącza się na alternatywną trasę zanim zajdzie zdarzenie (s. 67), jeżeli w pierwszym zdaniu tego akapitu założono, że zdarzenie zaszło (s.66).
- Na rysunku 5.16 nie ma zielonej linii, na którą powołuje się Autor.
- Dlaczego na rysunkach 5.17 i 5.19 łuk nr 1 ma zwiększony potok i dlaczego nie ma zwiększenia potoku na łuku nr 3? Dlaczego oba rysunki są identyczne i mają identyczne podpisy? Linia pionowa (oznaczenie kolejki) jest niewidoczna.
- Na rysunku 5.18 są zamienione oznaczenia dla potoków na łukach 2 i 3 (potok na łuku nr 2 to linia kropkowana, a na łuku nr 3 to linia przerywana a nie odwrotnie, jak jest opisane na rysunku), co potwierdza dyskusja pod rysunkiem.
- Schematy 8 i 9 nie zgadzają się z opisem wzorca popytu generowanego z bloczka RCM; podpis pod schematem 9 należy skorygować.
- Dyskusja pod rysunkiem 5.20 nie zgadza się z jego zawartością.
- Uwaga *The precision needed is less critical than calculation time* (s. 72, rozdział 5.2.3.7) wymaga komentarza (co Autor rozumie przez to sformułowanie).

S. 74

Proszę o objaśnienie, co oznacza pojęcie *synthetic* w odniesieniu do danych.

W tytule rozdziału 6.2 jest błąd ortograficzny.

S. 75

- Tytuł rozdziału 6.2.1 (*Observing paths*) nie wydaje się najszcześliwiej dobrany do jego treści.
- Dyskusja w rozdziale 6.2.1 powinna być uzupełniona o objaśnienie kontekstu wzorów – duża liczba użytych oznaczeń, zwłaszcza w odniesieniu do zmiennych czasu (τ , \tilde{t} , \hat{t} , t_a , t_r^k) oraz nieco zaciemniony wywód (wzajemne relacje zmiennych czasu, podejrzewam luki w oznaczeniach) sprawiają, że nie wiadomo, co jest założeniem a co konkluzją z przyjętych założeń (np. podany na końcu zbioru zależności wzór (6.5)).

S. 83-90

Uwagi do rozdziału 6.4

- W pierwszym zdaniu tego rozdziału Autor podał sformułowanie *above pocedure* – o którą procedurę chodzi?
- Kolejność powołania po raz pierwszy na rysunki 6.3 i 6.4 jest odwrotna do ich numeracji. Odnosząc się do przepustowości, warto byłby podać, jakie są jej wartości dla poszczególnych mostów (np. w tabeli 6.1). Brak powołania na tabelę 6.1.
- Na rysunku 6.2 występuje nieprawidłowy opis mostu.
- W dyskusji zmian natężenia ruchu nie podano, jak długo trwała likwidacja skutków zdarzenia nietypowego, co ma wpływ na to ile czasu potrzeba, aby wartości natężeń wróciły do typowych.
- Dlaczego w akapicie trzecim, zaczynającym się na s. 85, liczba pojazdów jest ujemna (-3705)?

- Z rysunku 6.6 wynika, że powrót do typowych wartości strumieni miał miejsce o 13:00 a nie o 14:00, jak twierdzi Autor (por. również tabela 6.3).
- W zbiorze rysunków dla poszczególnych mostów brak rysunku dla Mostu Gdańskiego.
- Słowa *impacted* i *alternative* w odniesieniu do zbioru badanych mostów nie powinny być używane wymiennie, ponieważ Most Północny jest *alternative* ale nie jest *impacted* – por. tytuł tabeli 6.4 i odwołanie się do tej tabeli w tekście. W tabeli tej: (1) jest niewłaściwa kolejność mostów; kolejność prezentacji mostów w tabeli (od lewej do prawej) i na rysunkach powinna być taka jak na rysunku 6.2, (2) brak informacji o Moście Gdańskim, (3) wartości w kolumnie dla Mostu Północnego są nieprawidłowe.
- Co to jest *corrected estimate of total rerouting flow* i skąd się wzięła wartość 14640 (s. 89)? Podobnie jak w przypadku tabeli 6.3, w tabeli 6.4 należy zmienić kolejność prezentacji mostów oraz uzupełnić informację o Moście Gdańskim.
- Nie ma mostów: Gdańskiego i Północnego na rysunku 6.12.
- Na stronach 86-90 należy poprawić błędy w tytułach tabel, w podpisach pod rysunkami oraz nazwę mostu na rysunku 6.10. Na rysunku 6.9 powinien być Most Świętokrzyski a nie Most Siekierski.

S. 90

Jak się ma sformułowanie *observation methods* występujące w tytule rozdziału 6.5 do *observed paths, observing paths, observation, direct and indirect observations* oraz co Autor rozumie pod pojęciem *only optimal alternative* (pierwszy akapit w rozdziale 6.5) – w jakim sensie jest to jedyna alternatywa optymalna?

6. Uwagi dotyczące redakcji pracy

Konstrukcja i język pracy naukowej powinny być bez zarzutu, niezależnie od tego czy praca jest pisana w języku angielskim (tu trzeba przyznać, że liczba błędów gramatycznych jest niewielka) czy polskim. O ile w stosunku do tego pierwszego nie mam uwag krytycznych o tyle mam zastrzeżenia co do staranności i poprawności w odniesieniu do strony redakcyjnej rozprawy.

Konstrukcja pracy jest bardzo dobra. Zachowano logikę w kolejności prezentacji treści i, w zasadzie, właściwie wyważono zakres omawianych zagadnień. Jestem od wielu lat zwolenniczką harwardzkiego sposobu powoływania się na pozycje bibliograficzne, dlatego z satysfakcją odnotowuję fakt, że Autor również go stosuje. Na uznanie zasługuje wysiłek włożony w przygotowanie rozprawy w języku angielskim.

Niestety, odnoszę wrażenie, że Autor niedokładnie i mało krytycznie przeczytał swoją pracę po zakończeniu pisania. Charakteryzująca się wieloma mankamentami redakcja przyczynia się do tego, że pracę czyta się z trudnością, czasem ze zniechęceniem. Uwagi odnoszące się do tego aspektu pracy zostały sformułowane wyżej, razem z innymi uwagami.

Strona językowa streszczenia również pozostawia wiele do życzenia. Autor powinien krytycznie przeczytać tę część i poprawić styl tej wypowiedzi (oraz błędy). Poniżej podaję zastrzeżenia do przykładowych (nie wszystkich) treści wg kolejności ich pojawienia się w trakcie czytania.

- Błędy ortograficzne występują na stronach: 103, 104, 109, 112.
- Przepływ pojazdów i koszt nie są zmiennymi czasu tylko funkcjami czasu, albo zmiennymi zależnymi od czasu (s. 103).
- Praca nie ma problemu (cytuje: „Sposobem rozwiązania problemu pracy będzie ...”), to w pracy jest rozwiązywany (dyskutowany, przedstawiany) problem (s. 103).
- Nie rozumiem co to jest *wprowadzenie formalne*. Na czym w takim razie polega wprowadzenie nieformalne (s. 105)?
- Rozdział 9.6 jest napisany w sposób niestaranny: brak precyzji (np. *koszty wszystkich użytkowników są zrównoważone*), niewłaściwe sformułowania (np. *rozwiązanie problemu iteracyjnego*), fatalny miejscami styl (np. *część popytowa oblicza ścieżki*), brak opisu osi układów

współrzędnych na rysunkach (zwłaszcza w przypadku rysunku 5; dodatkowo, co to jest *zmienność czasu w czasie* – sformułowanie występujące w podpisie tego rysunku).

- W rozdziale 9.7: nie pojazdy reagują na zdarzenia nieoczekiwane tylko kierujący tymi pojazdami, tak samo jak metody nie rozszerzają algorytmu. Nie można w pracy doktorskiej pisać takich zdań: *100 użytkowników rozpoczyna propagację przez korytarz drogowy jako nieświadomi \hat{q} . (...) część użytkowników zaczyna być świadoma a* (itd. w tym akapicie).
- Rysunek 8 i komentarz do niego w treści pracy nie naświetlają wystarczająco zagadnienia.
- Nie ma w rozdziale 9.7.2 objaśnienia, czego dotyczy horyzont i co określa. ~~Na rysunku 10 jest niedokończony opis w prawym górnym bloku.~~
- Zdanie zaczynające się w drugim wierszu od góry na s. 113 jest niezrozumiałe – czego dotyczy podmiot domyślny i dlaczego dwa elementy tworzą jedną zmienną.
- Proszę o wytłumaczenie zdania: *strategiczne decyzje kierowców mogą być modelowane poprzez kolejne iteracji problemu punktu stałego dynamicznego modelu ruchu powinna być zweryfikowana w badaniach zachowań kierowców* (s. 114).
- Fatalnym zabiegiem jest umieszczanie w tytule (jakimkolwiek: pracy, rozdziału czy podrozdziału) elementów w nawiasach – por. tytuły rozdziałów 9.7.1 i 9.7.2.

7. Wnioski

Rozprawa ma charakter naukowy i jest świadectwem dużego wkładu pracy Autora w rozwój modeli DTA z uwzględnieniem warstwy utylitarnej. Stanowi oryginalne rozwiązanie naukowego problemu dynamicznego rozkładu ruchu na sieć drogową w sytuacjach nietypowych powodujących zakłócenia w funkcjonowaniu sieci. Nie znalazłam w pracy istotnych uchybień merytorycznych. Jednak znaczna liczba usterek, głównie natury redakcyjnej, zaburza ogólne pozytywne wrażenie.

Rozprawa pod względem merytorycznym spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim określone w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. Wnoszę o przyjęcie i dopuszczenie pana magistra inżyniera Rafała Kucharskiego do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia naukowego doktora.

Monika Jankowska