

Prof. Tadeusz Sawik
Reykjavik University
Reykjavik, Iceland

Osiedle Uroczę 1/141
31-952 Kraków

<http://home.agh.edu.pl/~tsawik/CV.pdf>

Rada Naukowa Dyscypliny
INFORMATYKA TECHNICZNA
I TELEKOMUNIKACJA
Sekretariat
Data wpływu: 16.04.24
Numer.....



Kraków, 10 kwietnia 2024 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr inż. Mariusza DRABECKIEGO

pt: "Quality-based multi-criteria optimisation approach in dispatch
of Services of General Interest"

Wstęp

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Mariusza Drabeckiego została wykonana w Politechnice Warszawskiej pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Eugeniusza Toczyłowskiego. Głównym jej celem było opracowanie ogólnego modelu matematycznego optymalizacji wielokryterialnej dla wspomaganie dyspozycji Usług Świadczonej w Interesie Ogólnym, SGI (ang. *Services of General Interest*) z uwzględnieniem kryteriów jakościowych. Zaproponowana w dysertacji tematyka badań jest nowatorska i ważna nie tylko z naukowego ale przede wszystkim praktycznego punktu widzenia.

Ogólna ocena rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do opinii rozprawa doktorska napisana jest w języku angielskim, w formie monografii liczącej 195 stron. Monografia jest podzielona na 7 rozdziałów plus bibliografia, listy tabel i rysunków oraz dwa aneksy, w których dodano definicje relacji binarnych i przedstawiono sformułowania trzech podstawowych modeli optymalizacyjnych. Kolejne rozdziały monografii, to:

1 *Introduction*, w którym przedstawiono tematykę badań, sformułowano ogólną tezę i szczegółowe cele badawcze, podkreślając ich wagę i opisano problem optymalizacji dyspozycji z kryteriami jakościowymi oraz zawartość pozostałych rozdziałów.

2 *Review of the concepts*, w którym problem optymalizacji dyspozycji SGI przedstawiono jako ogólny, wielokryterialny problem przydziału, dokonano przeglądu literatury oraz podstawowych koncepcji optymalizacji wielokryterialnej, ze szczególnym uwzględnieniem metody punktu referencyjnego oraz optymalizacji sprawiedliwej.

3 *Generic SGI dispatch optimisation problem with quality-based criteria*, w którym sformułowano ogólny problem optymalizacji dyspozycji SGI z kryteriami jakościowymi i do dalszych badań wybrano metodę punktu referencyjnego.

4 *Considering multiple criteria in the generic SGI dispatch optimisation problem-experiments*, w którym przedstawiono wyniki 6000 eksperymentów obliczeniowych wraz ich szczegółową analizą statystyczną.

5 *Case Study I: Electrical energy generation*, w którym zastosowano opracowane modele do optymalizacji dyspozycji jednostek wytwórczych energii elektrycznej.

6 *Case Study II: Emergency Medical Services*, w którym zastosowano opracowane modele do optymalizacji dyspozycji zespołów ratownictwa medycznego oraz szpitalnych oddziałów ratunkowych.

7 *Conclusions and discussion*, w którym podsumowano uzyskane wyniki, zweryfikowano tezy i cele badawcze oraz wskazano kierunki przyszłych badań.

Większość materiału przedstawionego w Rozdziale 6 i 7 została wcześniej opublikowana w dwóch artykułach naukowych, przygotowanych wspólnie z promotorem, prof. Eugeniuszem Toczyłowskim i innymi autorami, odpowiednio [13] i [63]. W obu artykułach mgr Mariusz Drabecki jest pierwszym autorem.

Rozważane w rozprawie problemy dyspozycyjne i ich modele optymalizacyjne mają charakter czysto deterministyczny. Całość materiału została przygotowana bardzo starannie, co czyni monografię przystępną dla szerszego grona praktyków i profesjonalistów z zakresu wielokryterialnej optymalizacji decyzji dyspozytorskich. Każdy rozdział monografii posiada wstęp, przegląd literatury i podsumowanie, co ułatwia przyswojenie, jak również analizę prezentowanego materiału. Rozdziały wstępne przedstawiają jasno tezę i cele pracy oraz układ pracy, co znacznie ułatwia czytanie rozprawy. Zamieszczone wyniki różnorodnych eksperymentów obliczeniowych opartych o rzeczywiste problemy dyspozycyjne dodatkowo ilustrują uzyskane wyniki teoretyczne. Recenzowana rozprawa świadczy o bardzo dobrej wiedzy Autora i znajomości współczesnej literatury z rozpatrywanej dyscypliny naukowej.

Najważniejsze wyniki rozprawy

- Sformułowanie ogólnych modeli programowania całkowitoliczbowego do sprawiedliwej i dowolnej, wielokryterialnej optymalizacji dyspozycji SGI z kryteriami jakościowymi. Ponieważ kryteria kosztowe są przeważnie w konflikcie z kryteriami jakościowymi (lepsza jakość, to na ogół wyższy koszt), a jednocześnie obie grupy kryteriów są często tak samo ważne, należy podkreślić zastosowanie optymalizacji sprawiedliwej do wspomaganie decyzji dyspozytorskich.
- Dokonanie analizy porównawczej optymalnych rozwiązań standardowego problemu minimalizacji kosztów i wielokryterialnego problemu optymalizacji z kryteriami jakościowymi.
- Opracowanie szczegółowych modeli i zastosowanie ich do wielokryterialnej optymalizacji dyspozycji jednostek wytwórczych energii elektrycznej z uwzględnieniem mechanizmów rynkowych typowych dla współczesnego zdecentralizowanego rynku energii (np. p2p) oraz jakości wytwarzanej energii. Jakość energii oceniana jest np. przez tzw. zielone certyfikaty, którymi handluje się na giełdzie energetycznej i których koszty dodawane są do kosztów zakupu energii. Zielone certyfikaty przyznawane są dla energii pozyskiwanej z odnawialnych źródeł ekologicznych lub wytwarzanej wg standardów socjalnie odpowiedzialnych. W zastosowanej metodzie punktu referencyjnego jakościowe wymagania konsumentów energii reprezentowane są przez wartości parametrów aspiracji i rezerwacji.
- Opracowanie szczegółowych modeli i zastosowanie ich do wielokryterialnej optymalizacji dyspozycji zespołów ratownictwa medycznego lub szpitalnych oddziałów ratunkowych z uwzględnieniem jakościowych wymagań pacjentów. W szczególności dotyczą one czasu oczekiwania na

pomoc medyczną i poziomu adekwatności (specjalizacji) otrzymanego wsparcia medycznego. Problemy te sformułowane są jako zadania przydziału pacjenta do ambulansu, a następnie do szpitalnego oddziału ratunkowego. W zastosowanej metodzie punktu referencyjnego wymagania pacjentów reprezentowane są przez wartości parametrów aspiracji i rezerwacji, zależne od stanu zdrowia pacjenta. Na podkreślenie zasługuje także oparcie eksperymentów obliczeniowych na najczęściej zagrażających życiu przypadkach kardiologicznych z możliwością przekierowywania pacjenta do szpitala specjalistycznego.

Poniżej zamieszczam kilka uwag, które nasunęły mi się podczas czytania tej rozprawy.

1. Do eksperymentów obliczeniowych Doktorant wybrał metodę punktu referencyjnego, która jednak wymagała zbyt dużych nakładów obliczeniowych w przypadku sprawiedliwej optymalizacji dyspozycji, co praktycznie wyeliminowało możliwość wyznaczania rozwiązań sprawiedliwych. Czy w takiej sytuacji Doktorant nie próbował stosować optymalizację leksykograficzną z porządkową średnią ważoną (ang. Ordered Weighted Averaging Aggregation, OWA), tzn. model (2.5) z funkcją celu w postaci sumy ważonej zmiennych „ $z_{\{k\}}$ ”? Model taki jest bowiem prostszy i umożliwia sprawiedliwą optymalizację dyspozycji bez konieczności wstępnego przyjmowania poziomów aspiracji i rezerwacji oraz uwzględniania związanych z nimi dodatkowych ograniczeń. Otrzymane w taki sposób optimum i tak mogłoby być zadowalające z punktu widzenia nieuwzględnionych poziomów aspiracji i rezerwacji dla często równie ważnych, a jednocześnie konfliktowych kryteriów kosztowych i jakościowych.
2. Jakość opracowanych modeli Doktorant ocenia również poprzez bardzo istotny dla praktyki dyspozytorskiej czas obliczeń (por. Rodział 4). Z treści pracy wynika, że zastosowany był solver Gurobi. Oczywiście czasy obliczeń silnie zależą od parametrów komputera, ale również od parametrów solvera, które użytkownik może dostrajać do modelu. Czy Doktorant korzystał z takiej możliwości? Interesujące byłoby także podanie jak silne były LP-relaksacje opracowanych modeli. Pozwalają one ocenić efektywność obliczeniową opracowanych modeli i w programowaniu całkowitoliczbowym istotnie wpływają na czasy wyznaczania gwarantowanych optimum.
3. Notację zastosowaną w modelach matematycznych można by uprościć i uczynić bardziej przejrzystą. Na przykład superscript można by wykorzystywać jedynie dla rozróżnienia kryteriów, zaś dla wszystkich pozostałych indeksów zastosować subscript. Na przykład w (4.1), $t^{\{i,k\}}$ zastąpiłbym przez $t_{\{ijk\}}$, a $y^{\{j\}}_{\{i\}}$ przez $y_{\{ij\}}$, albo wprost przez $x_{\{ij\}}$ (przez x oznaczono wektor zmiennych decyzyjnych). Dodanie tabel z zastosowaną notacją zapewne poprawiłoby czytelność opracowanych modeli. Ponadto w liniowych modelach matematycznych zwykle zachowuje się kolejność mnożenia: współczynnik*zmienne, a nie odwrotnie, np. $y*t$ w (4.1).

4. W modelach (2.5) i (3.9), $t_{\{k\}}$ oraz $d_{\{i,k\}}$ to zmienne, a nie parametry jak mogą sugerować ich oznaczenia (por. Rozdział 4) i sformułowania tych modeli.
5. W niektórych modelach dobrze byłoby dodać bardziej szczegółowy słowny opis ograniczeń.
6. Przedstawienie obszernej bibliografii liczącej 256 pozycji, w formie nie alfabetycznej, utrudnia późniejsze powroty do wybranych pozycji.

Wszystkie powyższe uwagi nie mają większego wpływu na przedstawioną poniżej, bardzo wysoką ogólną ocenę rozprawy.

Konkluzja

Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Mariusza Drabeckiego stanowi samodzielne i oryginalne rozwiązanie problemu naukowego o istotnym znaczeniu praktycznym. Wyniki teoretycznych badań Doktorant częściowo zweryfikował w oparciu o rzeczywiste dane dla dwóch różnych zastosowań praktycznych. Wszystkie uzyskane wyniki są oryginalne w skali światowej i umożliwiają zaliczenie rozprawy do kategorii prac wybitnie dobrych i zasługujących na wyróżnienie. W związku z powyższym stwierdzam, że rozprawa spełnia warunki określone w odpowiedniej ustawie Prawa o szkolnictwie wyższym i nauce i wnoszę o dopuszczenie mgr inż. Mariusza Drabeckiego do publicznej obrony.

Biorąc pod uwagę rangę osiągniętych wyników oraz uznanie osiągnięć naukowych Doktoranta, którego wyrazem są publikacje w poważnych czasopismach naukowych, w tym także publikacje fragmentów rozprawy, proponuję również wyróżnienie recenzowanej pracy.

