

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

Нікітюк Роман Юрійович

УДК 004.42

**Дослідження процесів прийняття рішень на основі операторів нечіткої
агрегації**

124 – Системний аналіз

Автореферат

магістерської наукової роботи на здобуття освітньої кваліфікації

«Магістр системного аналізу»

Миколаїв – 2019

Магістерська наукова робота є рукописом.

Робота виконана в Чорноморському національному університеті імені Петра Могили Міністерства освіти і науки України на кафедрі інтелектуальних інформаційних систем.

Науковий керівник: доктор технічних наук,
Г. В. Кондратенко,
Чорноморський національний
університет ім. Петра Могили,
завідувач кафедри інженерії
програмного забезпечення

Рецензент: доктор технічних наук,
М. П. Мусієнко,
Чорноморський національний
університет ім. Петра Могили,
кафедра комп'ютерної інженерії

Захист відбудеться 28 лютого 2019 р. о 9³⁰ год. на засіданні екзаменаційної комісії (ауд. 2-403) у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

З магістерською науковою роботою можна ознайомитися в бібліотеці Чорноморського національного університету імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

Автореферат представлений «___» лютого 2019 р.

Секретар
екзаменаційної комісії,
канд. пед. наук, доцент

Н. М. Болюбаш

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Прийняття рішень у проблемно-орієнтованих інформаційних системах та системах керування здійснюється в умовах апріорної невизначеності, обумовленої неточністю або неповнотою вхідних даних, стохастичною природою зовнішніх впливів, відсутністю адекватної математичної моделі функціонування, нечіткістю мети, людським фактором та ін. Невизначеність системи призводить до зростання ризиків від прийняття неефективних рішень, результатом чого можуть бути негативні економічні, технічні та соціальні наслідки. Невизначеності у системах прийняття рішень компенсують за допомогою різноманітних методів штучного інтелекту. Для ефективного прийняття рішень при невизначеності умов функціонування системи застосовують методи на основі правил нечіткої логіки. Такі методи ґрунтуються на нечітких множинах і використовують лінгвістичні величини і висловлювання для опису стратегій прийняття рішень.

Групове прийняття рішень (GDM) зазвичай розглядається як процес вибору найкращого варіанту або альтернативи за здійснений набір згідно з оцінками даними групою людей, яких називають особами, які приймають рішення. Згідно дій кількох відомих і шанованих авторів в цій галузі досліджень, є два основних процеси, необхідних для вирішення GDM проблема в правильному порядку. Перший - це процес досягнення консенсусу, основною метою якого є підтримка прийняття рішень. Виробники до отримання найвищого рівня згоди серед своїх оцінок. Другий вибір процесу, який має справу з оцінками окремих осіб, які приймають рішення, щоб обчислити колективний рейтинг альтернатив відповідно до колективних переваг. В обох процесах важливим кроком є етап агрегації. В процесі консенсусу агрегація використовується для розрахувати рівню консенсусу, якого досягли особи, які приймають рішення. З іншого боку, в процесі вибору агрегації використовується для розрахунку колективної думки і впорядкування варіантів або альтернатив від кращих до гірших. Тому багато дослідників вивчали оператори агрегування для сценаріїв GDM. Після багатьох років продуктивних досліджень в області операторів агрегації необхідно озирнутися назад і огляд розробленого дослідження. Систематична оцінка дослідження проводиться, як це

було підкреслено для оптимізація розподілу досліджень, обмеження досліджень в певних областях, переорієнтація підтримки досліджень або розширення результативність досліджень.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Методи нечітких множин особливо корисні за відсутності точної математичної моделі функціонування системи. Теорія нечітких множин дає можливість застосувати для прийняття рішень неточні та суб'єктивні експертні знання про предметну область без формалізації їх у вигляді традиційних математичних моделей. З використанням теорії нечітких множин вирішуються питання узгодження суперечливих критеріїв прийняття рішень, створення логічних регуляторів систем. Нечіткі множини дають змогу застосовувати лінгвістичний опис складних процесів, встановлювати нечіткі відношення між поняттями, прогнозувати поведінку системи, формувати множину альтернативних дій, виконувати формальний опис нечітких правил прийняття рішень. Методи теорії нечітких множин є зручним засобом проектування інтерфейсів у людиномашинних системах. На основі нечіткого логічного виведення будуються системи керування, подання знань, підтримки прийняття рішень, апроксимації, структурної та параметричної ідентифікації, розпізнавання образів, оптимізації [1]. Нечітка логіка знаходить застосування у побутовій електроніці, діагностиці, різноманітних експертних системах. Нечіткі експертні системи для підтримки прийняття рішень знаходять широке застосування у військовій справі, медицині та економіці. З їх допомогою здійснюють бізнес-прогнозування, оцінювання ризиків та прибутковості інвестиційних проектів. На основі нечіткої логіки досліджують глобальні політичні рішення та моделюють кризові ситуації. Важливим застосуванням теорії нечітких множин є контролери нечіткої логіки, які використовуються у різноманітних системах керування, зокрема у побутових приладах. Замість 116 математичної моделі для опису системи такі контролери використовують інтегровані знання експертів, які за структурою подання наближаються до розмовної мови і описуються за допомогою лінгвістичних змінних та нечітких множин. Загальна структура fuzzy-контролера містить у своєму складі такі складові: блок фазифікації; база знань; блок рішень; блок дефазифікації. Блок фазифікації перетворює чіткі величини, виміряні на виході об'єкта керування, на нечіткі величини, описані лінгвістичними змінними

у базі знань. Блок рішень використовує нечіткі умовні (if – then) правила, закладені у базі знань, для перетворення нечітких вхідних даних на необхідні керуючі впливи, що мають також нечіткий характер. Блок дефазифікації[2] перетворює нечіткі дані з виходу блоку рішень на чітку величину, яка подається на виконавчий пристрій для керування об'єктом. З огляду на широке поширення систем штучного інтелекту з інтегрованою нечіткою логікою, розроблення ефективних систем прийняття рішень на їх основі є актуальною науково-практичною проблемою [2-5]. Перспектива застосування нечіткої логіки полягає у розробленні гібридних методів штучного інтелекту, до яких можна віднести нечіткі штучні нейронні мережі, адаптивне поповнення баз нечітких правил, підтримка нечітких запитів до баз даних, побудова нечітких когнітивних карт, нечіткі графи, нечіткі мережі Петрі, нечіткі дерева прийняття рішень, нечітка кластеризація та ін. [3, 7-9].

З тих пір, коли був вперше введений FN, багато авторів його застосовували. Головною перевагою є те, що вона може представлятись в більш повному вигляді, таким чином, інформація може бути розглянута як максимальна і мінімальна, а також можливість виникнення внутрішніх значень. Нехай $R (-\infty, \infty)$ - множина всіх дійсних чисел[29]. FN - це а нечітка підмножина з R з функцією належності $m: R \rightarrow [0, 1]$ задовольняють наступним умовам:

Нормальність: існує принаймні одне число $a_0 \in R$, таке, що $m(a_0) = 1$.

- Опуклість: $m(t)$ не зменшується на $(-\infty, a_0]$ і не збільшується на $[a_0, \infty)$.

FN можна розглядати як узагальнений номер інтервалу. У літературі ми знаходимо широкий спектр FN, такі як трикутні FN (TFN), трапецеїдальні FN (TrFN), інтервально-значущі FN, інтуїціоністичні FN (прості і інтервально-оцінені), узагальнені FN (прості, інтервально-цінні, інтуїціоністські та інтервальнозначні інтуїціоністичні), тип 2 FN і більш складні структури. Наприклад, трапецеїдальний FN (TrFN) А всесвіту дискурсу R можна охарактеризувати трапецієподібною функцією належності $A = (a, a)$ така, що

$$\begin{aligned} \underline{a}(\alpha) &= a_1 + \alpha(a_2 - a_1), \\ \bar{a}(\alpha) &= a_4 - \alpha(a_4 - a_3). \end{aligned}$$

де $\alpha \in [0, 1]$ і параметризовані за допомогою (a_1, a_2, a_3, a_4) де $a_1 \leq a_2 \leq a_3 \leq a_4$, є реальними значеннями. Зверніть увагу, що якщо $a_1 = a_2 = a_3 = a_4$, то FN є чітким значенням, а якщо $a_2 = a_3$, FN представлений трикутним FN (TFN). Примітка що TFN можна параметризувати за допомогою (a_1, a_2, a_4) . ТрFN також може бути представлений нижче шлях:

$$m(t) = \begin{cases} 1 & \text{if } t = [a_2, a_3], \\ \frac{t - a_1}{a_2 - a_1} & \text{if } t \in [a_1, a_2], \\ \frac{a_4 - t}{a_4 - a_3} & \text{if } t \in [a_3, a_4], \\ 0 & \text{otherwise,} \end{cases}$$

де $a_1, a_2, a_3, a_4 \in \mathbb{R}$ та $a_1 \leq a_2 \leq a_3 \leq a_4$. Зверніть увагу, що в Ця стаття, особливо при розробці ілюстративного Наприклад, позначимо ТрFN як (a_1, a_2, a_3, a_4) . Крім того, ми позначимо всі FN в загальному вигляді. Таким чином, надавши цю аббревіатуру, ми зможемо представляють всі FN в одній і тій же рецептурі[31]. Нижче ми розглянемо FN арифметичні операції наступні. Нехай A і B два TFN, де $A = (a_1, a_2, a_3)$ і $B = (b_1, b_2, b_3)$. Потім:

1. $A + B = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3)$,
2. $A - B = (a_1 - b_3, a_2 - b_2, a_3 - b_1)$,
3. $A \times k = (k \times a_1, k \times a_2, k \times a_3)$; for $k > 0$.

Серед широкого кола методів, що існують у літературі для ранжування ФН, ми рекомендуємо методи коментовані Меріго, наприклад, використання значення знаходяться на найвищому рівні членства ($\alpha = 1$). Зверніть увагу на ці і інші операції та методи ранжирування.

Оператор впорядкованого зваженого усереднення (OWA) (Yager 1988) є дуже відомим оператором агрегації для сплавлення числової інформації (Beliakov et al. 2007; Salvo et al. 2002). Проте ми можемо знайти ситуації, коли наявна інформація є невизначеною або неточною, і неможливо проаналізувати її з числовими значеннями. Отже, необхідно використовувати інший підхід, наприклад, якісний, що використовує лінгвістичні оцінки (Zadeh 1975). У літературі ми знаходимо різні типи операторів OWA, які використовують лінгвістичну інформацію (Herrera et al. 2008, 1995; Herrera and Martínez 2000; Xu 2008). У цій роботі ми слідуємо ідеям

індукованого лінгвістичного OWA (ILOWA) та індукованого лінгвістичного оператора OWG (ILOWG) (Xu 2006a, b). Зауважимо, що ці оператори являють собою лінгвістичну версію індукованих операторів агрегації, введених Ягером і Філев (1999). З моменту свого впровадження вони були вивчені багатьма авторами. Наприклад, Yager (2003, 2004a) розробив кілька властивостей і застосування з інтегралом Choquet. Меріго і Казановас (2009) розробили застосування у прийнятті рішень з теорії доказів Демпстера-Шафера. Wei et al. (2010) вивчав кілька типів операторів індукованої агрегації з інтуїціоністськими нечіткими множинами.

Іншим цікавим розширенням оператора OWA є узагальнення, яке використовує узагальнені засоби і квазі-арифметичні засоби. Ці типи агрегацій відомі як узагальнений оператор OWA (GOWA) (Karayiannis 2000; Yager 2004b) і оператор квазі-OWA (Fodor et al. 1995)[33]. Вони узагальнюють широкий спектр операторів агрегації, таких як середні, OWA та OWG оператори. Нещодавно Merigó та Gil-Lafuente (2009) запропонували узагальнення індукованого OWA (IOWA) оператора за допомогою узагальнених засобів. Цей оператор відомий як індукований генератор OWA (IGOWA) і узагальнює широкий спектр операторів агрегації, таких як OWA і оператор IOWA. Зауважимо, що подальше узагальнення можливе за допомогою квазі-арифметичних засобів (оператор квазі-IOWA). Останнім часом були впроваджені додаткові розширення. Наприклад, Merigó і Casanovas (2010a, b) розробили нечітку версію оператора GOWA і розширили його за допомогою гібридних середніх[16]. Вони також розробили узагальнення з використанням важких агрегатів (Merigó та Casanovas 2010c). Zhao et al. (2010) розглянули використання інтуїціоністських нечітких множин з операторами узагальнених агрегацій. Чжоу і Чен (2010a, б) розробили узагальнений оператор логарифмічної агрегації і безперервну узагальнену агрегацію.

Нещодавно Merigó та Gil-Lafuente (2008) запропонували індукований лінгвістичний узагальнений оператор OWA (ILGOWA). Здійснюючи подальший крок, однією з цілей даної роботи є більш детальний аналіз оператора ILGOWA з урахуванням широкого спектру властивостей цього оператора агрегації. ILGOWA являє собою розширення оператора IGOWA для випадків, коли доступна інформація

оцінюється за допомогою лінгвістичних змінних. Він також використовує змінні, що індукують порядок, для представлення складних процесів переупорядкування в процесі агрегації. Таким чином, ми можемо узагальнити широкий спектр операторів лінгвістичної агрегації, таких як ILOWA, лінгвістична OWA (LOWA), лінгвістично зважене середнє (LWA), лінгвістичне узагальнене середнє (LGM), лінгвістичний узагальнений середній LWGM) та лінгвістичну GOWA (LGOWA).

Зауважимо, що були розроблені різні підходи для роботи з мовною інформацією (Bonissone 1982; Zadeh 1975). У цій роботі ми зосереджуємося на ідеях Сю (2004, 2008), де ми можемо обчислити слова безпосередньо без втрати інформації в процесі обчислення. Більше того, варто зазначити, що Ван і Хао (2006) розглядали узагальнення оператора LOWA за допомогою квазіарифметичних засобів. Проте, їх модель орієнтована на 2-х лінгвістичний підхід (Herrera and Martínez 2000) і не розглядає операторів індукованої агрегації. Крім того, зауважимо, що наша модель відрізняється від моделі, запропонованої Сюй (2006b). Ху назвав узагальнену індуковану лінгвістичну OWA моделі, заснованої на узагальненні змінних, що індукують порядок. Однак він не аналізував використання узагальнених і квазі-арифметичних засобів.

Також ми представляємо подальше узагальнення оператора ILGOWA за допомогою квазі-арифметичних засобів. Ми називаємо це оператором квазі-ILOWA. Зауважимо, що квазі-ILOWA також розглядалися Меріго та Гіл-Лафуенте (2008). Головною перевагою такого підходу є те, що він включає ILGOWA як особливий випадок і багато інших випадків. Таким чином, ми отримуємо більш надійну формулювання цієї моделі.

Більш того, ми також розширюємо цей підхід, використовуючи середню гібрид (Ху і Да 2003). Роблячи це, ми можемо використовувати середньозважену величину і IOAB в одній і тій же постановці і в невизначеному середовищі, яке можна оцінити за допомогою лінгвістичних змінних. Називаємо це оператором індукованого лінгвістичного узагальненого гібридного усереднення (ILGHA). Однією з його ключових особливостей є те, що вона включає широкий спектр операторів агрегації, включаючи LGOWA та LWGM. Ми також узагальнюємо цей

підхід, використовуючи квазі-арифметичні засоби з отриманням індукованого квазі-арифметичного лінгвістичного гібридного середнього (квазі-ІЛНА) оператора.

Крім того, ми також представляємо індуковану лінгвістичну узагальнену інтегральну агрегацію Чоке (ILGCIA) та індуковану лінгвістичну квазі-арифметичну інтегральну агрегацію Чоке (Quasi-ILCIA). Ці оператори агрегації представляють узагальнення ILGOWA і квазі-ILOWA за допомогою інтеграла Choquet (Choquet 1953). Нарешті, ми розробляємо підхід до прийняття рішень для оцінювання факультету університету для працевлаштування та підвищення кваліфікації на основі оператора ІЛГНА та оператора ІЛГОВА. Тобто, ми використовуємо оператора ІЛГНА для агрегації окремої матриці рішень в загальну, а потім використовуємо оператора ІЛГОВА для отримання колективних значень переваг кандидатів. Таким чином, ми можемо класифікувати кандидатів і вибрати найкраще[19-20].

Ця стаття організована наступним чином. У розділі 2 представлені основні поняття. У сект. 3, ми представляємо оператор ІЛГОВА і Sect. 4 вводить оператор квазі-ILOWA. У Розділі 5 представлені оператори ІЛГНА та квазі-ІЛНА та у секції. 6 ми пропонуємо розширення за допомогою інтегралів Choquet. У сект. 7 ми розробляємо застосування в груповому прийнятті рішень. Нарешті, в секції. 8 ми підсумовуємо основні висновки статті.

ВИСНОВКИ

По-перше, ввели оператор $ILGOWA$. Це узагальнення оператора OWA , який використовує змінні, що індукують порядок, для оцінки комплексу перерозподіл процесів, лінгвістичної інформації та узагальнених засобів. Було видно, що він узагальнює широкий спектр мовних операторів агрегації, таких як LGM , $LGOWA$ і оператор $LOWA$. Більш того, розробили подальше узагальнення, використовуючи квазі-арифметику кошти, отримання оператора квазі- $ILOWA$. Вона включає в себе особливий випадок $ILGOWA$ і багато інших ситуацій. Таким чином, ми отримуємо більш надійну формулу оператори лінгвістичної агрегації. Крім того, ми презентували оператор $ILGHA$ та квазі- $ILHA$. Головною перевагою цих моделей є те, що вони здатні мати справу з OWA і середньозважене значення в тій же постановці в невизначеному середовищі, яке може оцінюється за допомогою лінгвістичних змінних. Крім того, також запропонували використовувати Інтегралі Choquet в операторі $ILGOWA$ з оператором $ILGCIA$. Маємо багато конкретних випадків цих нових підходів. Результат показує, що підходи є здійсненими та ефективними, забезпечуючи більш надійну формулювання попередні моделі. У майбутніх дослідженнях очікуємо подальшого вдосконалення, додавши більше характеристики в моделі, такі як використання інших типів операторів агрегації і застосовувати його в інших завданнях прийняття рішень.