

Web-ресурс для виконання математичних операцій над нечіткими числами та інтервалами

Олексій Вадимович Анісімов*, Вячеслав Петрович Салій[‡],
Юрій Васильович Триус[#]

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій управління,
Черкаський державний технологічний університет, бул. Шевченка, 460,
м. Черкаси, 18006, Україна
anisimovleksey@gmail.com*, slavasalijj@gmail.com[‡], tryusyv@gmail.com[#]

Анотація. Метою дослідження є створення web-ресурсу, призначеного для виконання математичних операцій над нечіткими числами та інтервалами, що задані у різних форматах; а також надання студентам теоретичних відомостей про правила виконання зазначених операцій в онлайн-режимі. *Задачами дослідження* є: аналіз різних форм подання нечітких чисел та інтервалів; розробка web-ресурсу, призначеного для виконання унарних та бінарних математичних операцій над нечіткими числами та інтервалами. *Об'єктом дослідження* є процес навчання студентів комп'ютерних спеціальностей теорії нечітких множин і нечіткої логіки та їх застосуванням. *Предметом дослідження* є web-ресурс для виконання математичних операцій над нечіткими числами та інтервалами, що задані у різних форматах. *Результати дослідження* планується використовувати у навчанні студентів комп'ютерних спеціальностей технічних університетів.

Ключові слова: нечіткі множини; нечітка логіка та інтервали; нечіткі числа; fuzzy-технологія.

O. V. Anisimov*, V. P. Salij[‡], Y. V. Tryus[#]. Web-resource to perform mathematical operations on fuzzy numbers and intervals

Abstract. The *aim* of this study is a web-resource designed to perform mathematical operations on fuzzy numbers and intervals submitted by in different formats, and provide students with theoretical information about these operations online. The *objectives of the study* are: analysis of different forms of representation of fuzzy numbers and intervals; development of web-resource to perform of unary and binary mathematical operations with fuzzy numbers and intervals. The *object of the research* is the process of teaching students computer specialties of fuzzy sets and fuzzy logic and them by practical application. The *subject of research* is the web-resource to perform mathematical operations on fuzzy numbers and intervals submitted by in different formats. The *results of the study* will be used in teaching students of computer specializations of technical universities.

Keywords: fuzzy sets; fuzzy logic; fuzzy numbers and intervals; fuzzy-technology.

Affiliation: Department of Computer Science and Information Technology Management, Cherkasy State Technological University, 460, Shevchenko str., Cherkasy, 18006, Ukraine.

E-mail: anisimovoleksey@gmail.com*, slavasalijj@gmail.com[‡], tryusyvv@gmail.com[#].

Вступ. Для багатьох додатків, пов'язаних із управлінням технологічними процесами, необхідна побудова моделі процесу, що досліджується. Знання моделі надає можливість підібрати відповідний регулятор (модуль) управління. Однак часто побудова коректної моделі технологічного процесу являє собою складну проблему, що вимагає іноді введення різних спрощень. Застосування теорії нечітких множин для управління технологічними процесами не передбачає знання моделей цих процесів. Потрібно лише сформулювати правила поведінки об'єкту у формі нечітких умовних суджень типу IF ... THEN [1]. На відміну від традиційної математики, що вимагає на кожному кроці моделювання точних і однозначних формулювань закономірностей, нечітка логіка пропонує зовсім інший рівень мислення, завдяки якому творчий процес моделювання відбувається на найвищому рівні абстракції, при якому задається лише мінімальний набір закономірностей.

Питанням теорії і практики застосування нечітких множин та нечіткої логіки присвячено роботи Л. Ванга, Б. Коско, Е. Мамдані, М. Сугено, О. Є. Алтуніна, Ю. П. Зайченка, О. В. Леоненкова, А. В. Матвійчука, О. О. Недосекіна, Д. О. Поспелова, М. В. Семухіна, К. І. Словак, І. М. Цідила, С. Д. Штовби та інших науковців.

Актуальність дослідження. Формування у студентів комп'ютерних спеціальностей знань з основ теорії нечітких множин та нечіткої логіки, проектування програмних засобів, що їх реалізують, а також вмінь і навичок застосування систем управління на основі нечіткого виведення у різних сферах діяльності людини є важливою складовою їхньої професійної підготовки. Тому дослідження, пов'язані з методикою навчання дисциплін, де розглядаються теоретичні основи і застосування нечітких моделей та методів для розв'язування задач економіки, бізнесу, фінансової сфери в умовах нечіткості, невизначеності й ризику, студентів комп'ютерних спеціальностей у технічних університетах є досить актуальною проблемою.

У Черкаському державному технологічному університеті студенти комп'ютерних спеціальностей вивчають основи теорії нечітких множин та нечіткої логіки у кількох дисциплінах: «Моделі і методи нечіткої

логіки» (3 курс, 5 семестр), «Теорія прийняття рішень» (3 курс, 6 семестр), «Штучні нейронні мережі в комерції та бізнесі» (1 курс магістратури, 1 семестр) та «Нечіткі моделі і методи в системах прийняття рішень» (1 курс магістратури, 1 семестр). Для навчання зазначених дисциплін створено курси дистанційного навчання (КДН), розміщені у системі підтримки дистанційного навчання факультету інформаційних технологій та систем (СПДН ФІТІС) на базі Moodle. Основу навчального контенту даних КДН складають навчально-методичні матеріали у текстовому вигляді, у вигляді HTML-сторінок, гіперпосилань, презентацій, відео-лекцій, що розміщуються в СПДН або завантажуються до неї. За допомогою цих матеріалів розкривається зміст зазначених навчальних курсів. Окрім цього, силами викладачів, аспірантів і студентів створюються web-сервіси і ресурси, що надають можливість вивчати окремі розділи теорії нечітких множин в онлайн-режимі. Одним з таких web-ресурсів є FuzzyCalc, що створюється авторами і є предметом цього дослідження. Цей ресурс призначений для ознайомлення студентів із правилами виконання основних арифметичних операцій над нечіткими числами у різних формах їх подання, а таж для виконання цих операцій із графічною візуалізацією результатів.

Основна частина. Поняття нечіткої множини допускає різні уточнення, які доцільно використовувати для більш адекватного відображення семантики невизначеності при побудові нечітких моделей складних систем. Такими уточненнями є поняття нечіткої величини, нечіткого числа, нечіткого інтервалу, лінгвістичної змінної, які широко використовуються у нечіткому управлінні для представлення вхідних і вихідних даних, а також змінних керуючої системи. Процес нечіткого моделювання ґрунтується на кількісному представленні вхідних і вихідних змінних системи у формі нечіткої множини. Таке подання пов'язане із розглядом спеціальних нечітких множин, які задаються на множині дійсних чисел і мають деякі додаткові властивості. До таких нечітких множин відносяться нечіткі величини, зокрема нечіткі числа та інтервали. У загальному випадку арифметичні операції над нечіткими числами потребують проведення складних обчислень. Тому при вирішенні практичних завдань нечіткого моделювання найбільше застосування знайшли прості окремі випадки нечітких чисел та інтервалів, що отримали свою назву за виглядом їх функцій належності: трикутні та трапецієвидні. Ці нечіткі числа та інтервали можна розглядати як окремі випадки нечітких чисел та інтервалів (L-R)-типу, якщо у якості відповідних функцій L-типу і R-типу використовувати їх граничні випадки, а саме лінійні функції. При цьому доцільність використання трикутних нечітких чисел і трапецієвидних нечітких

інтервалів обумовлюється не лише простою виконання операцій над ними, але й їх наочною графічною інтерпретацією [2].

Так, Д. Дюбуа і А. Прейд [1] запропонували часткову форму подання нечітких трикутних чисел за допомогою трьох параметрів, яка значно спрощує нечітку арифметику. При цьому цими науковцями було доведено теорему: «Якщо нечіткі числа A і B мають неперервні функції належності, то результатом арифметичних операцій додавання, віднімання, множення та ділення будуть нечіткі числа».

Для вивчення теорії нечітких множин можна використовувати досить відомі програмні продукти, що реалізують так звану Fuzzy-технологію для прийняття рішень в умовах нечіткості, зокрема: CubiCalc; CubiQuick; FuzzyTech; Fuzzy Logic Toolbox СКМ Matlab. При вивченні теорії нечітких множин для побудови функцій належностей нечітких множин та операцій над ними також можна використовувати СКМ Wolfram Alpha Mathematica і Mathcad.

Однак безпосереднє виконання арифметичних операцій над нечіткими числами та інтервалами за допомогою зазначених програмних продуктів ускладнене тим, що необхідно прописувати відповідні правила виконання арифметичних операцій мовою цих продуктів.

Розглянемо детальніше призначення і функціонал web-ресурсу FuzzyCalc, що позбавлений вищевказаних ускладнень. Ресурс надає можливість виконувати наступні бінарні операції над нечіткими трикутними і трапецієвидними числами: додавання, віднімання, множення, ділення, розширеного максимуму й мінімуму; а також унарні операції: знаходження протилежного і оберненого чисел.

Нехай A_{Δ} і B_{Δ} – два довільних трикутних нечітких числа, які задані параметрично у вигляді: $A_{\Delta} = \langle a, \alpha_1, \beta_1 \rangle_{\Delta}$ і $B_{\Delta} = \langle b, \alpha_2, \beta_2 \rangle_{\Delta}$, де a, b – середнє значення відповідних нечітких чисел, $\alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2$ – ліві та праві розкиди вказаних чисел. На рис. 1 подано результати додавання і віднімання двох нечітких чисел $A_{\Delta} = \langle 5, 2, 2 \rangle_{\Delta}$ і $B_{\Delta} = \langle -3, 3, 3 \rangle_{\Delta}$, отримані за допомогою ресурсу FuzzyCalc.

Висновки. Знання, здобуті студентами при вивченні теорії нечітких множин, моделей і методів нечіткої логіки, широко застосовуються в інтелектуальних інформаційних системах для розв'язування задач прийняття рішень у менеджменті, мікро- та макроекономіці, фінансовому аналізі, управлінні, а також використовуються при виконанні творчих індивідуальних завдань, наукових досліджень, написанні бакалаврських та магістерських робіт. Тому створення програмних засобів для навчання в онлайн-режимі є актуальною проблемою, над якою працюють автори дослідження.



Рис. 1. Результат додавання і віднімання двох нечітких чисел у web-ресурсі FuzzyCalc

Список використаних джерел

1. Dubois D. Operations on fuzzy numbers / Didier Dubois and Henri Prade // International Journal Of Systems Science. – 1978. – Vol. 9, Iss. 6. – P. 613-626.
2. Засельський В. Й. Реалізація «м'яких» обчислень у MMC SAGE / В. Й. Засельський, М. А. Кислова, Н. В. Рашевська, К. І. Словак // Новітні комп'ютерні технології. – 2010. – Т. 8. – С. 144-145.
3. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы : пер. с польск. / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – М. : Горячая линия – Телеком, 2006. – 383 с.

References (translated and transliterated)

1. Dubois D. Operations on fuzzy numbers / Didier Dubois and Henri Prade // International Journal of Systems Science. – 1978. – Vol. 9, Iss. 6. – P. 613-626.
2. Zaselskyi V. Y. Realizatsiia «miakykh» obchyslen u MMC SAGE [The implementation of "soft" computing in MME SAGE] / V. Y. Zaselskyi, M. A. Kyslova, N. V. Rashevskaja, K. I. Slovak // New computer technology. – 2010. – Vol. 8. – P. 144-145. (In Ukrainian)
3. Rutkovskaja D. Nejronnye seti, geneticheskie algoritmy i nechetkie sistemy [Neural networks, genetic algorithms and fuzzy systems] : per. s pol'sk. / D. Rutkovskaja, M. Pilin'skij, L. Rutkovskij. – M. : Gorjachaja linija – Telekom, 2006. – 383 s. (In Russian)