

УДК 004.89

**СТВОРЕННЯ ДОДАТКУ ДЛЯ НЕЧІТКОГО МОДЕЛЮВАННЯ
СОЦІАЛЬНИХ ЯВИЩ ЗАСОБАМИ MAPLE**

Літвінов Антон, Олена Присяжнюк

Науковий керівник: канд. тех. наук Присяжнюк О.В.

Центральноукраїнський державний університет імені Володимира

Винниченка, м. Кропивницький, Україна

Використання нечіткої логіки для моделювання соціальних явищ є ефективним методом, оскільки соціальні системи часто характеризуються складністю, неоднозначністю та невизначеністю. Нечітка логіка дозволяє враховувати ці аспекти та пристосовуватися до різноманітних та змінюваних умов. Ця стаття присвячена описанню процесу створення додатку в середовищі Maple, який дає можливість налаштувати себе відповідним чином для моделювання довільного соціального явища, що може бути описано детермінованим набором лінгвістичних змінних.

Ключові слова: Maple, maplet, моделювання соціальних явищ.

**CREATION OF AN APPLICATION FOR FUZZY SIMULATION OF
SOCIAL PHENOMENA USING MAPLE**

Litvinov Anton, Prysyaagnuk Olena

Scientific supervisor: O.V. Prysyaagnuk, PhD

Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University,

Kropyvnytskyi, Ukraine

Using fuzzy logic to model social phenomena is an effective method because social systems are often characterized by complexity, ambiguity, and uncertainty. Fuzzy logic allows you to take these aspects into account and adapt to diverse and changing conditions. This article is devoted to the description of the process of creating an application in the Maple environment, which allows you to configure yourself accordingly to model an arbitrary social phenomenon that can be described by a deterministic set of linguistic variables.

Keywords: Maple, maplet, Get method, modeling of social phenomena.

Постановка проблеми. Моделювання соціальних явищ та процесів одна із цікавих та актуальних задач прикладної математики та програмування. В більшості випадків, коли говорять про математичні моделі соціальних явищ, то мають на увазі стохастичні або статистичні моделі, оскільки для більшості

параметрів моделювання неможливо підібрати надійні точні математичні описи.

Справа в тому, що соціальні процеси погано формалізуються в рамках двозначної логіки, а самі параметри моделювання мають інтервальний, статистичний або випадковий тип. Одним із засобів моделювання для параметрів такого типу є побудова моделей на базі нечіткої логіки, яка узагальнює ряд понять звичайної математичної логіки. Дана робота присвячена побудові та комп'ютерній реалізації моделі обраного соціального явища шляхом проектування блоку нечіткого прийняття рішень, створення на його основі графічного додатку для моделювання.

Аналіз досліджень і публікацій. Використання нечіткої логіки для моделювання соціальних явищ є ефективним методом, оскільки соціальні системи часто характеризуються складністю, неоднозначністю та невизначеністю. Нечітка логіка дозволяє враховувати ці аспекти та пристосовуватися до різноманітних та змінюваних умов.

У статті [22] представлено емоційну модель, розробку якої контролювали психологи, та її реалізацію на соціальному роботі. Базуючись на соціальній психології, ця вимірна модель має шість вимірів з дванадцятьма емоціями. Нечітка логіка була обрана для визначення: (1) того, як вхідні стимули впливають на емоції та (2) як емоції впливають на відповіді, створені роботом. Найбільш вагомим внеском цієї роботи є те, що запропонована методологія, яка дозволяє інженерам легко адаптувати особистість робота, розроблену командою психологів. Це також дозволяє експертам-психологам визначати правила, які пов'язують входи та виходи з емоціями, навіть без технічних знань. Цю методологію було розроблено та перевірено на роботі персонального помічника. Він складається з трьох вхідних подразників: (1) рівня батареї, (2) освітленості кімнати та (3) дотику пестоців. У спрощеній реалізації загальної моделі ці вхідні дані впливають на дві емоції, які генерують зовнішню емоційну реакцію за допомогою серцебиття, виразу обличчя та руху хвоста робота. Три проведені експерименти перевіряють правильне функціонування розробленої

емоційної моделі, демонструючи, що подразники, незалежно чи разом, генерують зміни в емоціях, які, у свою чергу, впливають на реакції робота.

Одним із найважливіших факторів довіри (або недовіри) людини до чуток є кількість сусідів, які вірять чуткам і поширюють їх (і навпаки, кількість сусідів, які не вірять чуткам і реагують на них). У статті [25] представлено цей випадок у формі лінгвістичних змінних і використання нечіткої логіки. У цій статті запропоновано епідемічну модель розповсюдження чуток у соціальних мережах онлайн, у якій на додаток до існуючих режимів (чутливий–інфікований–одужаний) механізм затримки чуток (виявлений) також додає механізм контратаки (контратака). Запропонована модель представлена у вигляді: сприйнятливий–заражений–інфікований–протинапад–вакцинований–одужав–сприйнятливий, враховуючи, що мережа та заражений вузол побудовані нечітко. Використовуючи чисельне моделювання, перевірено продуктивність моделі в SFN і реальній топології мережі (Facebook). Результати моделювання запропонованої моделі показують, що порівняно з моделями SIRS та SEIRS рівень викидів нижчий, а забруднення усувається раніше.

Метою дослідження [26] є використання багатокритеріальних оцінок, наданих мандрівниками в соціальних мережах, для розробки нової системи рекомендацій для рекомендацій готелів на платформах електронного туризму. Розширено чіткі багатокритеріальні алгоритми до нечітких багатокритеріальних алгоритмів для пошуку подібності між мандрівниками на основі їхніх оцінок. Для розробки методу рекомендацій використано методи машинного навчання кластеризації та прогнозування. Оцінено систему рекомендацій на основі даних TripAdvisor. Експерименти підтверджують, що використання кластеризації та машинного навчання прогнозування за допомогою нечітких алгоритмів рекомендацій може значно покращити якість рекомендацій у сфері туризму.

Мета статті: описати процес створення додатку в середовищі Maple, який дає можливість налаштувати себе відповідним чином для моделювання

довільного соціального явища, що може бути описано детермінованим набором лінгвістичних змінних.

Основна частина.

Для усіх лінгвістичних змінних ми визначимо базові терми через множину [«Низький», «Середній», «Великий»]. Кожен із цих нечітких термів представляє собою нечітку змінну (нечітку множину), яку можна повністю охарактеризувати її функцією належності. Оскільки ми хочемо описувати всі лінгвістичні змінні за одним і тим же підходом, ми визначимо конструктори для побудови функцій належності кожного терму. Для цього ми використовуватимемо функції належності у формі трикутника, які широко використовуються в методах нечіткої логіки. Ми розробимо конструктори для кожного терму, які матимуть наступний вигляд:

$$\begin{aligned}
 \text{smallTerm} &= \begin{cases} \frac{x - a_1}{2\left(\frac{a_1 + a_2}{2} - a_1\right)} + \frac{1}{2}, & a_1 < x < \frac{a_1 + a_2}{2}, \\ 1 - \frac{x - \frac{a_1 + a_2}{2}}{\frac{a_2 + a_3}{2} - \frac{a_1 + a_2}{2}}, & \frac{a_1 + a_2}{2} < x < \frac{a_2 + a_3}{2} \\ 0, & \text{otherwise,} \end{cases} \\
 \text{middleTerm} &= \begin{cases} \frac{x - \frac{a_1 + a_2}{2}}{\frac{a_2 + a_3}{2} - \frac{a_1 + a_2}{2}}, & \frac{a_2 + a_3}{2} < x < \frac{a_3 + a_4}{2}, \\ 1 - \frac{x - \frac{a_2 + a_3}{2}}{\frac{a_3 + a_4}{2} - \frac{a_2 + a_3}{2}}, & \frac{a_2 + a_3}{2} < x < \frac{a_3 + a_4}{2} \\ 0, & \text{otherwise,} \end{cases} \quad (1)
 \end{aligned}$$

$$highTerm = \begin{cases} \frac{x - \frac{a_2 + a_3}{2}}{\frac{a_3 + a_4}{2} - \frac{a_2 + a_3}{2}}, & \frac{a_2 + a_3}{2} < x < \frac{a_3 + a_4}{2}, \\ 1 - \frac{x - \frac{a_3 + a_4}{2}}{2 \left(a_4 - \frac{a_3 + a_4}{2} \right)}, & \frac{a_3 + a_4}{2} < x < a_4 \\ 0, & otherwise. \end{cases}$$

На основі (1) реалізуємо відповідні функції в Maple:

smallTerm := unapply(piecewise($a1 \leq x$ and $x \leq (a1+a2)*(1/2)$, $(x-a1)/(2*((a1+a2)*(1/2)-a1))+.5$, $(a1+a2)*(1/2) < x$ and $x \leq (a2+a3)*(1/2)$, $1-(x-(a1+a2)*(1/2))/((a2+a3)*(1/2)-(a1+a2)*(1/2))$), $a1, a2, a3, a4, x$);

middleTerm := unapply(piecewise($(a1+a2)*(1/2) \leq x$ and $x \leq (a2+a3)*(1/2)$, $(x-(a1+a2)*(1/2))/((a2+a3)*(1/2)-(a1+a2)*(1/2))$, $(a2+a3)*(1/2) < x$ and $x \leq (a3+a4)*(1/2)$, $1-(x-(a2+a3)*(1/2))/((a3+a4)*(1/2)-(a2+a3)*(1/2))$), $a1, a2, a3, a4, x$);

highTerm := unapply(piecewise($(a2+a3)*(1/2) \leq x$ and $x \leq (a3+a4)*(1/2)$, $(x-(a2+a3)*(1/2))/((a3+a4)*(1/2)-(a2+a3)*(1/2))$, $(a3+a4)*(1/2) \leq x$ and $x \leq a4$, $1-(x-(a3+a4)*(1/2))/(2*(a4-(a3+a4)*(1/2)))$), $a1, a2, a3, a4, x$);

Використовуючи програмну реалізацію функцій (1) ми можемо будувати довільні емпіричні набори правил для створення блоку нечіткого прийняття рішення, що призначений для реалізації тої чи іншої моделі на базі нечіткої логіки.

Так, для 6 вхідних та однієї вихідної лінгвістичних змінних, маплет для моделювання виглядатиме наступним чином (рис.1):

Рис.1. Обчислювальний маплет

Також, додаток дає можливість переглядати значення відповідних термів для всіх лінгвістичних змінних (рис.2.)

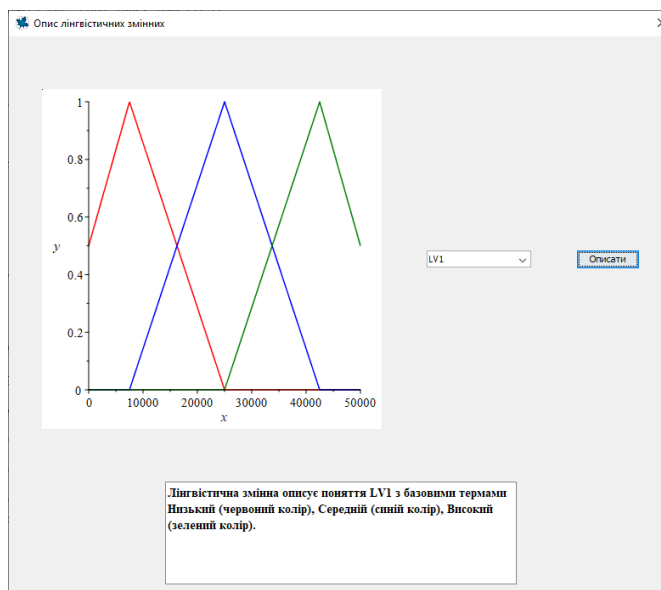


Рис.2. Маплет для лінгвістичних змінних

Самостійно задаючи правила, користувач може визначати роботу реалізованого блоку нечіткого прийняття рішення.

Висновки та перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження

Використання маплетів має велику важливість в різних областях, зокрема в науці, освіті, дослідженнях та інженерії. Використання нечіткої логіки при

моделюванні соціальних явищ має велику важливість через комплексність та неоднозначність, які часто супроводжують соціальні процеси. Соціальні явища часто характеризуються нечіткістю та неоднозначністю. Наприклад, поняття якості життя, задоволення від роботи чи політичних уподобань може бути важко описати чіткою логікою. Нечітка логіка дозволяє моделювати градації та різноманіття в цих поняттях, що важливо для точного відображення соціальної реальності. Спосіб вираження відчуттів, настроїв та оцінок у соціальних науках часто базується на лінгвістичних змінних. Нечітка логіка дозволяє адаптувати математичні моделі до людського мовлення та сприйняття, враховуючи лінгвістичні терміни та їх нечіткість.

Список використаної літератури

1. Sepehr Hendiani, Morteza Bagherpour, Developing an integrated index to assess social sustainability in construction industry using fuzzy logic, Journal of Cleaner Production, Volume 230, 2019, Pages 647-662, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.055>.
2. Nilashi, M., Yadegaridehkordi, E., Ibrahim, O. et al. Analysis of Travellers' Online Reviews in Social Networking Sites Using Fuzzy Logic Approach. Int. J. Fuzzy Syst. 21, 1367–1378 (2019). <https://doi.org/10.1007/s40815-019-00630-0>
3. Krouska, A., Troussas, C. and Sgouropoulou, C. 2019. Fuzzy Logic for Refining the Evaluation of Learners' Performance in Online Engineering Education. European Journal of Engineering and Technology Research. 4, 6 (Jun. 2019), 50–56. DOI:<https://doi.org/10.24018/ejeng.2019.4.6.1369>.