

УДК 004.451.83

Цюцюра Микола Ігорович

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій, *orcid.org/0000-0003-4713-7568*
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Єрукаєв Андрій Віталійович

Кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій, *orcid.org/0000-0002-9956-3713*
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**ЗАСТОСУВАННЯ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ
ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ФУНКЦІЇ НАЛЕЖНОСТІ НЕЧІТКИХ МНОЖИН**

Анотація. Однією з головних умов існування міста, як добре злагодженої системи, є забезпечення його мешканців комфортним житлом. Для сьогоденних реалій глобалізації, коли населення країни все більше обирає своїм місцем проживання великі міста, перевага надається будівництву багатоквартирних будинків. Але перед будівництвом необхідно обрати земельну ділянку, на якій за результатами оцінки впливу різноманітних факторів, можна звести майбутній житловий будинок без зайвих витрат часу та грошей. Пропонується розглянути підхід для проведення такої оцінки на основі застосування нечітких множин, оскільки цей метод штучного інтелекту дає змогу використовувати правила продукцій, що найбільш точно описують задачі, для яких стандартний математичний апарат ще не розроблений. Описано застосування генетичного алгоритму для модифікації функцій належностей нечітких множин, які використовуються в процесі оцінювання земельних ділянок. Це допоможе зробити процес динамічним, в якому будуть враховуватися зміни, які мають місце в роботі з експертами при виборі найбільш придатної земельної ділянки з метою будівництва на ній багатоквартирного будинку.

Ключові слова: функція належності нечіткої множини; генетичний алгоритм та його складові

Мета статті

У цій статті описано підхід, який дає змогу зменшити додаткові фінансові витрати на експертів у процесі оцінювання міських земельних ділянок з метою будівництва на них багатоквартирних будинків. Для досягнення поставленої мети задіяно генетичний алгоритм, застосовуючи який планується досягти змін у вигляді функцій належностей нечітких множин без залучення професійних думок сторонніх осіб (експертів з цих питань) у роботу будівельної компанії [1; 2; 7].

Виклад основного матеріалу

Формування функцій належності

У процесі оцінювання земельних ділянок залучаються експерти, які формують початковий вигляд функцій належностей нечітких множин. Для цього використовується метод статистичної обробки експертної інформації [2; 5 – 10], який включає в себе такі кроки:

1. Заповнення експертом опитувального листа, де b_{ij}^k – думка k -го експерта про наявність у елемента u_i властивостей нечіткої множини t_j , $k = \overline{1, K}$, $i = \overline{1, N}$, $j = \overline{1, M}$.

Структура цього кроку показана на рис. 1.

Експерт	Терм-множина, T	Універсальна множина, U			
		u_1	u_2	...	u_N
1	t_1				
	t_2				
	...				
	t_M				
...
K

Рисунок 1 – Структура 1-го кроку методу статистичної обробки експертної інформації

2. Обробка експертних думок, де $S_{j,i}$ – кількість голосів, що віддані експертами за належність нечіткій множині відповідного елемента універсальній множині, $\mu_{t_j}(u_i)$ – степінь належності.

Структура цього кроку показана на рис. 2.

Терм-множина, T	Універсальна множина, U			
	u_1	u_2	...	u_N
t_1				
t_2				
...				
t_M				

Рисунок 2 – Структура 2-го кроку методу статистичної обробки експертної інформації

Функція належності, після виконання усіх кроків методу статистичної обробки експертної інформації, має вигляд графіка, де на осі ординат вказується $\mu(U)$ – степінь належності, а на осі абсцис – U – універсальна множина.

Авторами введено обмеження, які накладаються на функції належностей, що будуються за методом статистичної обробки експертної інформації:

1. Степінь належності 1-ї та 5-ї функцій належностей для значень універсальної множини 0 та 1 має обов'язково дорівнювати 1.

2. Висота будь-якої з 5-ти функцій належностей має дорівнювати 1, тобто степінь належності має дорівнювати 1.

3. Сусідні функції належностей мають перетинатися у точці, степінь належності якої має дорівнювати 0,5.

Використання генетичного алгоритму

Розглянемо детальніше основні кроки побудови ГА, що буде використовуватись для зміни вигляду функцій належностей, які представлені за допомогою блок-схеми алгоритму на рис. 3.

Наведемо основні визначення понять та операцій, які використовує ГА [1; 4; 8]:

- популяція – це кінцева множина особин;

– особина – це атомарний елемент популяції, що складається з хромосом;

– хромосома – це послідовність генів, що містить рішення задачі;

– ген – це атомарний елемент хромосоми;

– генотип – це набір хромосом даної особини;

– функція пристосування – це визначення міри пристосування даної особини в популяції;

– алель – це значення конкретного гену;

– локус – це місце розміщення даного гену в хромосомі;

– селекція – це вибір хромосом, які будуть брати участь у створенні нащадків для наступної популяції;

– схрещування – це процес створення нащадків;

– мутація – це зміна генів у створених хромосомах.

В ГА зміни вигляду функцій належностей виконуються із залученням особин, кожна з яких складається з п'яти хромосом.

Після того, як були прораховані степені належності за внесеними даними від експертів (рис. 2) необхідно утворити т.з. ланки t_j . Загальна схема утворення ланок наведена в [2].

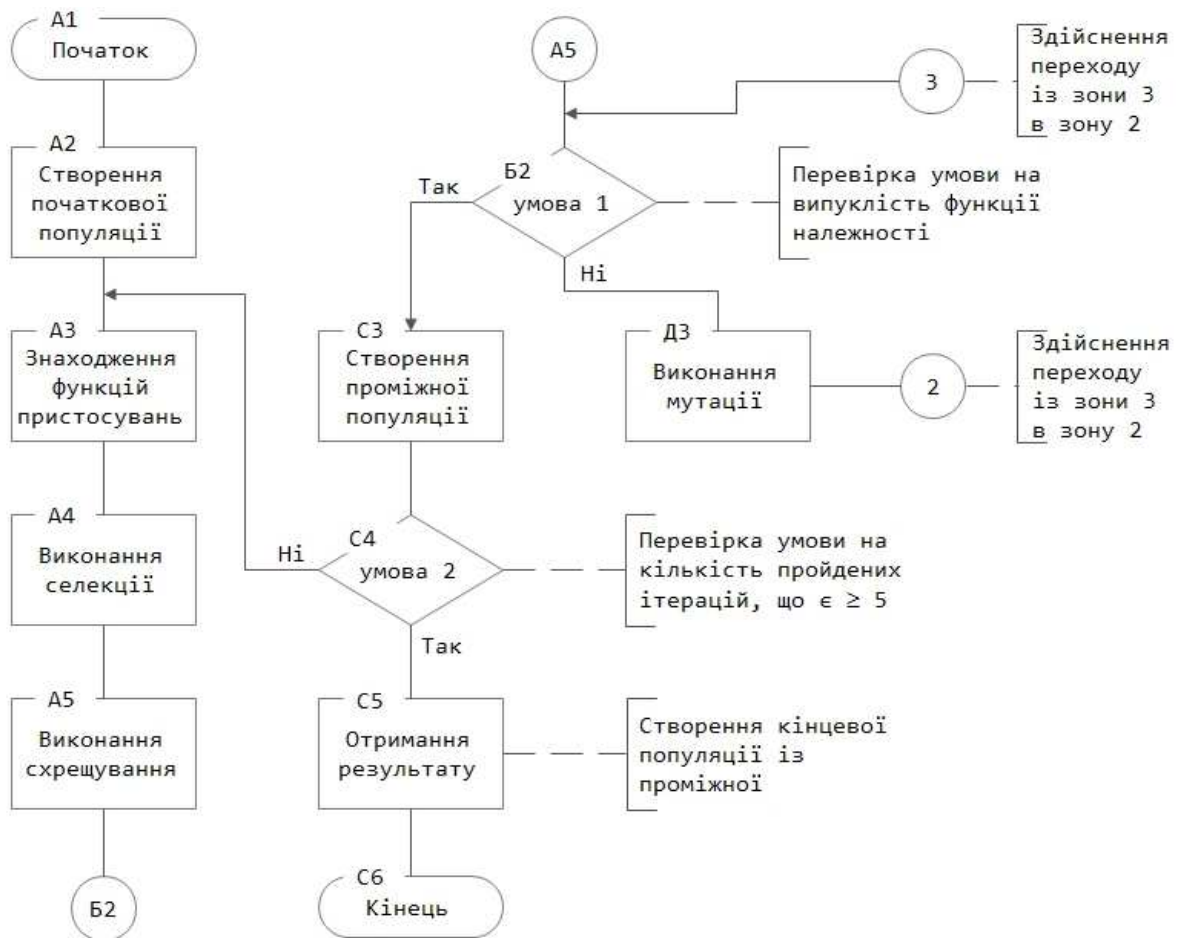


Рисунок 3 – Алгоритм ГА для зміни зовнішнього вигляду функцій належностей

Ланкою t_j є ненульові значення термів $S_{j,i} \neq 0$. Причому сума ланок по горизонталі має дорівнювати кількості експертів K . Елементи ланки мають бути менше або дорівнювати елементу тієї самої ланки, що містить число кількості експертів і розташовуватись за порядком зменшення.

Загальна схема утворення особи l_j із ланки t_j показана на рис. 4.

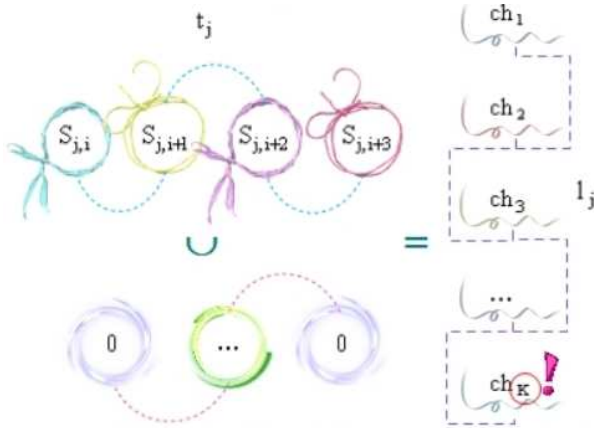


Рисунок 4 – Загальна схема утворення особи l_j із ланки t_j

Особина l_j має містити кількість генів, що дорівнює K . Якщо ланка має менше елементів, тоді нові гени матимуть алелі, що дорівнюють 0, і їх локуси будуть знаходитися в кінці хромосоми даної особи.

Графічне представлення початкової популяції особин та підрахунок їх функцій пристосувань вказано на рис. 5 на прикладі функцій належностей категорії О (можливість) нечіткого SWOT-аналізу [1 – 4].

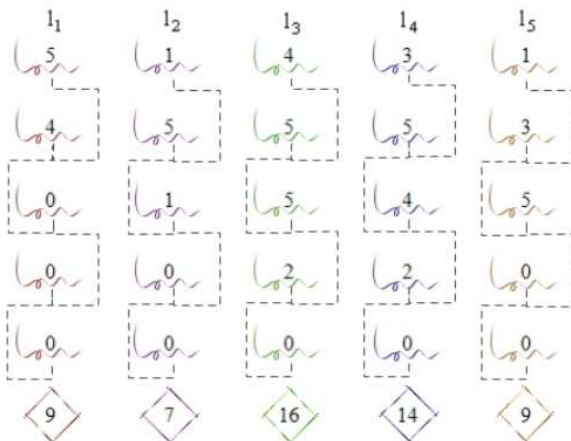


Рисунок 5 – Графічне представлення початкової популяції та їх функцій пристосувань

Представлення функцій належностей початкової популяції категорії О (можливість) SWOT у вигляді нечіткої множини наведено на рис. 6.

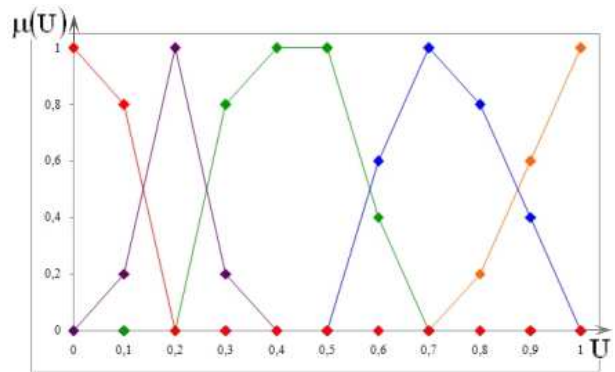


Рисунок 6 – Представлення функцій належностей початкової популяції у вигляді нечіткої множини

Вибір батьків у початковій популяції буде здійснюватися турнірною селекцією. Згідно [1; 7 – 10], особи поділяються на групи. Кращою буде лише та особина з кожної групи, у якій функція пристосування є найбільшою.

Схрещування буде двокрапковим [8], тобто кожна хромосома з батьківської пари буде розділена на дві частини, які між собою поміняються місцями для утворення двох нащадків.

У кожному з утворених нащадків має бути один або більше генів (які мають сусідні локуси), алелі яких дорівнюють K .

Нова (проміжна) популяція утворюється з двох нащадків, де алелі генів нових хромосом, мають в сумі дорівнювати K з алелями генів нащадків.

Якщо в результаті схрещування була отримана особина, хромосома якої не відповідає вигляду ланки, то над нею виконується мутація, яка полягає у тому, що гени, локуси яких неправильні, міняються місцями.

Після виконання усіх K ітерацій була отримана кінцева популяція із K -ї проміжною.

Графічне представлення порівняння функцій належностей кінцевої популяції з початковою показано на рис. 7.

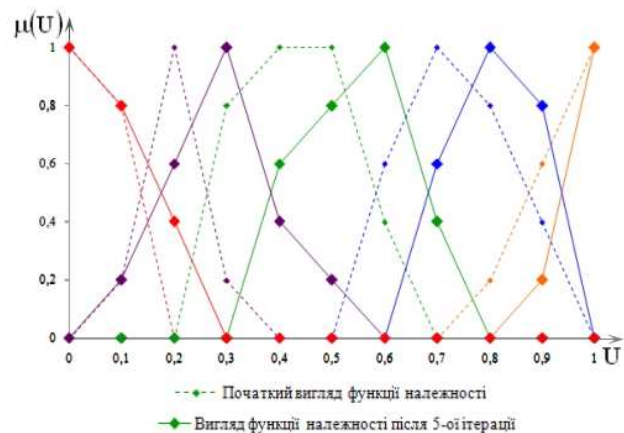


Рисунок 7 – Вигляд функцій належностей кінцевої популяції

Висновки

За розглянутим підходом при оцінці земельних ділянок для будівництва на них багатоквартирних будинків із застосуванням нечітких множин запропоновано метод, що дає змогу значно зменшити витрати будівельним компаніям. Його основна ідея ґрунтується на тому, що користуватися допомогою експертів, які висловлюють свої суб'єктивні твердження, що проявляють себе у черговій зміні

функцій належностей, які залежать від різноманітних чинників, – більше немає потреби. Для цього застосовується генетичний алгоритм, складові якого повною мірою дозволяють змоделювати основні кроки роботи експертів.

Результати вказаних досліджень підтверджені відповідними актами провідних експертів у галузі будівництва країн СНД, розкриті у дисертаційному дослідженні та провідних наукових журналах.

Список літератури

1. Цюцюра М.І. *Методологія розробки та принципи функціонування інформаційної технології гармонізації змісту освіти [Текст] / М.І. Цюцюра, С.Д. Бушуєв // Information Technologies and Learning Tools. – 2018. – № 1 (1). – С. 105 – 126.*
2. Tsiutsiura, M. (2018). A.V. A fuzzy model for assessing the impact of factors on free urban plots / M. Tsiutsiura, A. Yerukaiev // *Natural and Technical Sciences*, VI(17), 74 – 77.
3. Цюцюра М.І. *Застосування оптимальних стратегій створення системи цільового управління в освітній сфері [Текст] / М.І. Цюцюра, С.В. Цюцюра, О.В. Криворучко // Управління розвитком складних систем. – 2018. – № 34. – С. 170 – 174.*
4. Гайна Г.А. *Вибір території під багатоквартирний будинок з позиції системологічного підходу [Текст] / Г.А. Гайна, А.В. Ерукаєв, Т.А. Гончаренко // Управління розвитком складних систем. – 2016. – №27. – С. 106 – 111.*
5. Мицель А.А. *Применение нечетких лингвистических моделей при разработке стратегии развития муниципального образования [Текст] / А.А. Мицель // Известия Томского политехнического университета. – 2005. – №4 (308). – С. 177 – 182.*
6. Леоненков А.В. *Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH [Текст] / А.В. Леоненков. – СПб.: БХВ – Петербург, 2014. – 736 с.*
7. Рутковская Д. *Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы [Текст] / Д. Рутковская. – М.: Горячая линия – Телеком, 2013. – 384 с.*
8. Штовба С.Д. *Проектирование нечетких систем средствами MATLAB [Текст] / С.Д. Штовба. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.*
9. Уэно, Х. *Представление и использование знаний [Текст] / Х. Уэно, М. Исидзука. – М.: Мир, 1989. – 225 с.*
10. Джарратано, Д. *Экспертные системы: принципы разработки и программирование [Текст] / Д. Джарратано, Г. Райли. – М.: Вильямс, 2007. – 1148 с.*

Стаття надійшла до редколегії 23.10.2018

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.Д. Бушуєв, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.

Цюцюра Николай Игоревич

Кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий, orcid.org/0000-0003-4713-7568;
 Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

Ерукаев Андрей Витальевич

Кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий, orcid.org/0000-0002-9956-3713;
 Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИИ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

Аннотация. Одним из главных условий существования города, как хорошо работающей системы, есть обеспечение его жителей комфортным жильем. Для сегодняшних реалий глобализации, когда население страны все больше избирает своим местожительством крупные города, преимущество имеет строительство многоквартирных домов. Но перед строительством необходимо выбрать земельный участок, на котором по результатам оценки влияния разнообразных факторов, можно возвести будущий жилой дом без лишних расходов времени и денег. Предлагается рассмотреть подход для проведения данной оценки на основе применения нечетких множеств, поскольку данный метод искусственного интеллекта позволяет использовать правила продукций, которые наиболее точно описывают те задачи, для которых стандартный математический аппарат еще не разработан. В работе также описано применение генетического алгоритма для модификации функций принадлежности нечетких множеств, которые используются

в процессе оценки земельных участков. Это позволит сделать процесс динамическим, где будут учитываться изменения, которые имеют место в работе с экспертами при выборе наиболее пригодного земельного участка с целью строительства на нём многоквартирного дома.

Ключевые слова: функция принадлежности нечеткого множества; генетический алгоритм и его составляющие

Tsiutsiura Mikola

PhD (Eng.), Associate Professor, Department of Information Technology, orcid.org/0000-0003-4713-7568
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Yerukaiev Andrii

PhD (Eng.), Associate Professor, Department of Information Technology, orcid.org/0000-0002-9956-3713
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

**APPLICATION OF THE GENETIC ALGORITHM FOR THE FORMATION
OF THE MEMBERSHIP FUNCTION OF FUZZY SETS**

Abstract. One of main terms of existence of city as well working system there is providing of his habitants a comfort accommodation. For today's realities of globalization, when the population of country all anymore elects the residence metropolises, advantage goes toward building of apartment houses. But before building it is necessary to choose a land on that on results the estimation of influence of various factors, it is possible to create future dwelling-house without the superfluous charges of time and money. It is suggested to consider approach for realization of this estimation on the basis of application of fuzzy sets. As this method of artificial intelligence allows to use the rules of production, that most exactly describe those tasks for that a standard mathematical vehicle is not yet worked out. In-process application of genetic algorithm is also described for modification of functions of belonging of fuzzy sets that is used in the process of estimation of lot lands. It will allow to do a process dynamic, where changes that take place in-process with experts at the choice of the most suitable lot land with the purpose of building on him apartment house will be taken into account.

Keywords: function of belonging of fuzzy set; genetic algorithm and his constituents

References

1. Tsiutsiura, M. & Bushuiev, S. (2018). Methodology of the development and principles of the functioning of information technology for the harmonization of the content of education. *Information Technologies and Learning Tools*, 1(1), 105–126 [in Ukrainian].
2. Tsiutsiura, M. & Yerukaiev, A. (2018). A fuzzy model for assessing the impact of factors on free urban plots. *Natural and Technical Sciences*, VI (17), 74–77. [in English].
3. Tsiutsiura, M., Tsiutsiura, S. & Kryvoruchko, O. (2018). Application of optimal strategies for creating a system of target management in the educational sphere. *Management of development of complex systems*, 34, 170–174. [in Ukrainian].
4. Yerukaiev, A. & Honcharenko, T. (2016). The choice of the territory for an apartment building from the position of a systematic approach. *Management of development of complex systems*, 27, 106–111 [in Ukrainian].
5. Mytsel, A. (2005). The use of fuzzy linguistic models in the development of a municipal development strategy. *News of Tomsk Polytechnic University*, 4(308), 177–182 [in Russian].
6. Leonenkov, A. (2014). *Fuzzy simulation in the environment MATLAB and fuzzyTECH*. St. Petersburg, Russia: BKhV – Peterburh [in Russian].
7. Rutkovskaja, D. (2013). *Neural networks, genetic algorithms and fuzzy systems*. Moscow, Russia: Horiachaia lynyia – Telekom [in Russian].
8. Shtovba, S. (2007). *Designing fuzzy systems by means MATLAB*. Moscow, Russia: Horiachaia lynyia – Telekom [in Russian].
9. Uno, Kh., & Ysydzuka, M. (1989). *Representation and use of knowledge*. Moscow, Russia: Myr [in Russian].
10. Dzharratano, D. & Raily H. (2007). *Expert systems: principles of development and programming*. Moscow, Russia: Vyliams [in Russian].

Посилання на статтю

- APA Tsiutsiura, Mikola & Yerukaiev, Andrii. (2018). Application of the genetic algorithm for the formation of the membership function of fuzzy sets. *Management of Development of Complex Systems*, 36, 71 – 75. [in Ukrainian].
- ДСТУ Цюцюра М.І. Застосування генетичного алгоритму для формування функції належності нечітких множин [Текст] / М.І. Цюцюра, А.В. Єрукаєв // Управління розвитком складних систем. – 2018. – № 34. – С. 71 – 75.