

# GENETICS

## Застосування продукційних правил для реалізації генетичного алгоритму

О. В. Федусенко, А. В. Єрукаєв

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна  
Corresponding author. E-mail: alusion@ukr.net

Paper received 18.09.16; Accepted for publication 01.10.16.

**Анотація.** В даній статті описується метод, що дозволяє спростити опис генетичних алгоритмів. Спрощення полягає в тому, що замість складних математичних формул, які досить важко сприймаються, запропоновані продукційні правила (ЯКЩО умова, ТО результат). І, відповідно, для їх розкриття використані дерева І-АБО-НЕ з деякою модифікацією та в схематичній формі вказано, як за їх допомогою прийти від початкових даних до результату.

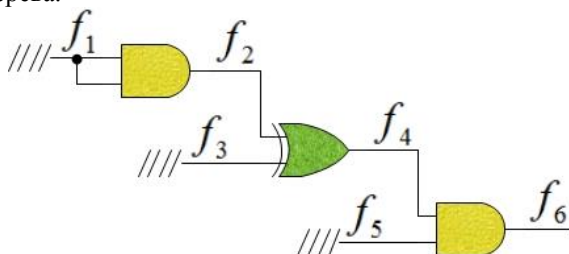
**Ключові слова:** продукційні правила, логічний вивід.

**Вступ** Генетичні алгоритми застосовуються для рішення складних наукових задач та проблем, оскільки вони є еволюційними алгоритмами, що використовують біологічні принципи природного відбору. Але для кожної окремої задачі математичного моделювання та оптимізації генетичні алгоритми необхідно пристосувати та змінювати відповідно до предметної області та самої поставленої задачі, оскільки не існує єдиного чітко формалізованого опису застосування генетичних алгоритмів для будь яких умов. Використання продукційних правил дозволить спростити опис та формалізацію генетичних алгоритмів у різних предметних областях.

Наведемо основні визначення, що необхідні для розуміння подальшого викладеного матеріалу з області штучного інтелекту, що наведені в [1].

Продукційна система складається з бази правил або набору правил, робочої пам'яті та логічного виводу. Робоча пам'ять (РП) – це пам'ять для короткочасного зберігання, в якій зберігаються умови, що описують конкретну предметну область (в даному випадку вибір вільної міської території під житлове будівництво) та результати, що отримані на їх основі.

Механізм виводу або логічний вивід – використовує правила у відповідності зі змістом робочої пам'яті. Правила можна описати за допомогою дерев І-АБО-НЕ [2]. На рисунку 1 представлено фрагмент даного дерева.



**Рисунок 1.** Дерево представлення продукційних правил

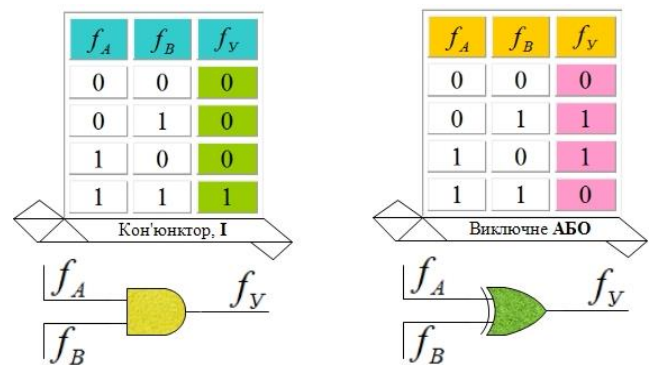
Пояснення до цього рисунку наведені в таблиці 1.

Оскільки в даних правилах присутня функція "виключне АБО", то дерево побудоване з її врахуванням. Функції, зображення яких були використані для побудови дерева (рисунок 1) представлені на рисунку 2.

**Огляд публікацій** Факти, з яких складається продукційна система, розкриті в [3]. Генетичний алгоритм, основні його кроки описані в [4]. З продукційними правилами, їхніми складовими, правилами їх створення, обмеженнями, що накладаються на них більш детально можна ознайомитись в [1, 2].

**Таблиця 1** Опис продукційних правил

Позначення правила	Позначення факту	Факт	Умова (У)/ Результат (Р)	Сполучник
$r_1$	$f_1$	кількість ланок є менше кількості експертів	У	–
	$f_2$	доповнення - зроблені	Р	–
$r_2$	$f_3$	кількість ланок дорівнює кількості експертів	У	Виключне АБО
	$f_2$	доповнення - зроблені	У	
	$f_4$	хромосома - побудована	Р	–
$r_3$	$f_4$	хромосома - побудована	У	І
	$f_5$	кількість хромосом дорівнює 5	У	
	$f_6$	популяція - початкова	Р	–



**Рисунок 2.** Таблиця істинності та графічне зображення, що описують кон'юнкцію (зліва) та виключне АБО (справа)

**Мета.** Підвищення ефективності застосування генетичних алгоритмів за допомогою використання продукційних правил, де результат можна отримати

застосувавши закони, що використовує логічний вивід: модус поненс та модус толлендо поненс.

Основна частина

Розглянуто отримання результату на прикладі прямого та зворотного логічного виводу.

Прямий вивід

Крок 1а: Користувач підтверджує факт  $f_1$ . Умовна частина правила  $r_1$  – істинна. Механізм виводу виконує заключну частину правила. Факт  $f_2$  надходить до РП.

Математичний запис даного кроку представлено формулою 1.

$$\frac{f_1 \rightarrow f_2; f_1}{f_2} \quad (1)$$

Ланцюжок виводу представлений на рисунку 3.

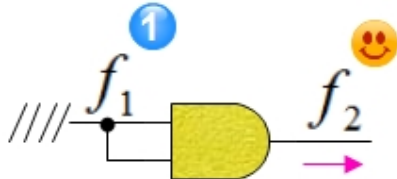


Рисунок 3. Ланцюжок виводу для кроку 1а

Крок 2а: Користувач не підтверджує факт  $f_3$ . Умовна частина правила  $r_2$  – істинна. Механізм виводу виконує заключну частину правила. Факт  $f_4$  надходить до РП.

Математичний запис даного кроку представлено формулами 2 та 3.

$$\frac{f_3 \vee f_2; \overline{f_3}}{f_2} \quad (2)$$

$$\frac{f_2 \rightarrow f_4; f_2}{f_4} \quad (3)$$

Ланцюжок виводу представлений на рисунку 4.

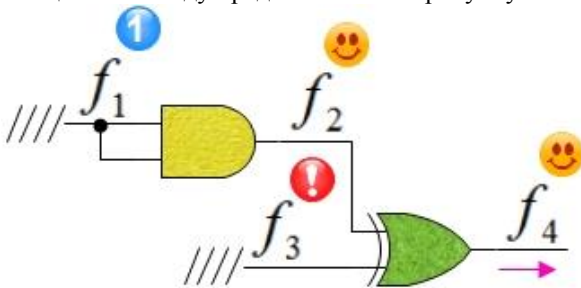


Рисунок 4. Ланцюжок виводу для кроку 2а

Крок 3а: Користувач підтверджує факт  $f_5$  і умовна частина правила  $r_3$  стає істинною. Механізм виводу виконує заключну частину правила. Факт  $f_6$  надходить до РП.

Математичний запис даного кроку представлено формулою 4.

$$\frac{f_4 \wedge f_5 \rightarrow f_6; f_4 \wedge f_5}{f_6} \quad (4)$$

Ланцюжок виводу представлений на рисунку 5.

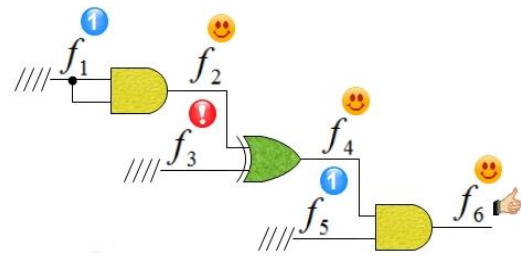


Рисунок 5. Ланцюжок виводу для кроку 3а

Оскільки на рисунку 1 присутня функція "виключне АБО", то можливе інше представлення кроків.

Крок 1б: Користувач не підтверджує факт  $f_1$ . Умовна частина правила  $r_1$  – хибна. Заключна частина правила. Факт  $f_2$  до РП не надходить.

Ланцюжок виводу представлений на рисунку 6.

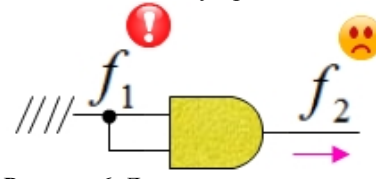


Рисунок 6. Ланцюжок виводу для кроку 1б

Крок 2б: Користувач підтверджує факт  $f_3$  і умовна частина правила  $r_2$  стає істинною. Механізм виводу виконує заключну частину правила. Факт  $f_4$  надходить до РП.

Ланцюжок виводу представлений на рисунку 7.

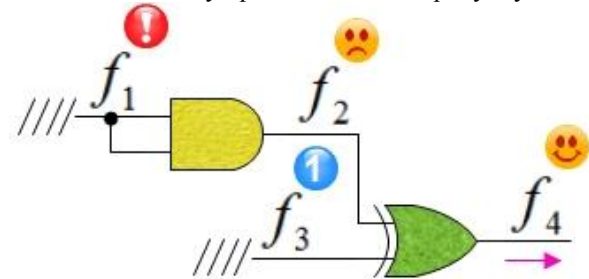


Рисунок 7. Ланцюжок виводу для кроку 2б

Крок 3б: Даний крок описується ланцюжком виводу, що представлений на рисунку 8.

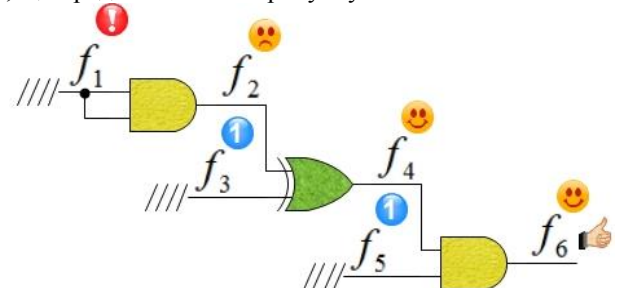


Рисунок 8. Ланцюжок виводу для кроку 3б

Прямий вивід на цьому завершується.

Зворотній логічний вивід

Крок 1с: Ціль –  $f_6$ . Досліджується правило  $r_3$ , щоб підтвердити цей факт. В умовній частині правила, факт  $f_5$  – занесений в РП. Необхідно підтвердити факт  $f_4$ .

Ланцюжок виводу представлений на рисунку 8.

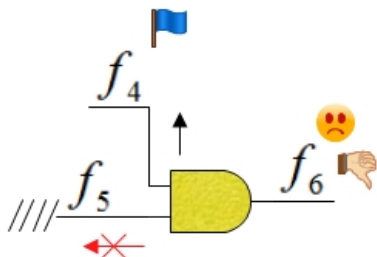


Рисунок 8. Ланцюжок виводу для кроку 1с

Крок 2с: Ціль –  $f_4$ . Досліджується правило  $r_2$ , щоб підтвердити цей факт. Через виключне АБО, що є лише істинним для одного з двох фактів (рисунок 2), факт  $f_4$  може бути підтвердженням через підтвердження факту  $f_3$ . Тобто відповідний крок ідентичний кроку 2б. Наступним кроком буде 3б. Зворотній вивід на цьому завершиться.

Якщо  $f_3$  – не підтверджено, тоді необхідно підтвердити факт  $f_2$ .

Ланцюжок виводу представлений на рисунку 9.

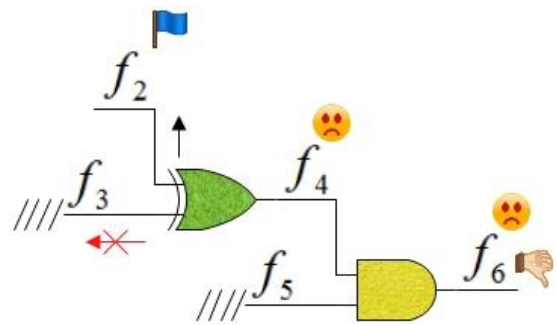


Рисунок 9. Ланцюжок виводу для кроку 2с

Крок 3с: Ціль –  $f_2$ . Досліджується правило  $r_1$ , щоб підтвердити цей факт. Оскільки умовна частина даного правила – істинна, то наступними кроками будуть: 1а, 2а, 3а.

Зворотній вивід на цьому завершиться.

Висновок

В статті було запропоновано використання продукційних правил для реалізації генетичного алгоритму. Основу запропонованого методу складає ідея застосувати до генетичних алгоритмів такий механізм систем штучного інтелекту як продукційні правила, що є зрозумілими на понятійному рівні Використання даного методу дозволить значно скоротити часові витрати на формалізацію та спростить використання генетичних алгоритмів у будь яких предметних середовищах.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Уэно, Х. Представление и использование знаний / Х. Уэно, М. Исидзука. – М.: Мир, 1989. – 225 с.
2. Джарратано, Д. Экспертные системы: принципы разработки и программирование / Д. Джарратано, Г. Райли. – М.: Вильямс, 2007. – 1148 с.
3. Штовба, С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику / С.Д. Штовба. – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/>
4. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский – М.: Горячая линия -Телеком, 2006. - 452 с.

#### REFERENCES

1. Ujeno H. The representation and use of knowledge / H. Ujeno, M. Isidzuka. – M.: Mir, 1989. –225 s.
2. Dzharratano D. Expert systems: principles and programming / D. Dzharratano, G. Rajli. – M.: Vil'jams, 2007. – 1148 s.
3. Shtovba S.D. Introduction to the theory of fuzzy sets and fuzzy logic / S.D. Shtovba – Retrieved from: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/>
4. Rutkovskaja D. Neural networks, genetic algorithms and fuzzy systems / D. Rutkovskaja, M. Pilin'skij, L. Rutkovskij. – M.: Gorjachaja linija - Telekom, 2006. – 452 s.

#### The use of production rules to implement the genetic algorithm

O. V. Fedusenko, A. V. Yerukaiev

**Abstract.** This article describes a method to simplify the implementation of genetic algorithms. The simplification is that instead of complicated mathematical formulas, which are quite hard to be perceived, the proposed production rules (IF condition, THEN result). And, accordingly, their disclosure is used trees AND-OR-NOT with some modification and in schematic form indicated, as they come from the original data to the result.

**Keywords:** production rules, logical inference.

#### Использование продукционных правил для реализации генетического алгоритма

Е. В. Федусенко, А. В. Ерукаев

**Аннотация.** В данной статье описывается метод, позволяющий упростить реализацию генетических алгоритмов. Упрощение заключается в том, что вместо сложных математических формул, которые довольно тяжело воспринимаются, предложены продукционные правила (ЕСЛИ условие, ТО результат). И, соответственно, для их раскрытия использованы деревья И-ИЛИ-НЕ с некоторой модификацией и в схематической форме указано, как при их помощи прийти от исходных данных к результату.

**Ключевые слова:** продукционные правила, логический вывод.