

Алгоритм Сугено у Системі Підтримки Прийняття Судових Рішень

Анна Бакурова, Еліна Терещенко, Марія Пасічник
кафедра системного аналізу та обчислювальної математики
Запорізький національний технічний університет
Запоріжжя, Україна
abaka111060@gmail.com, elina_vt@ukr.net, mashali@ukr.net

Support System for Making Judicial Decisions Based on Sugeno Algorithm

Anna Bakurova, Elina Tereschenko, Mariia Pasichnyk
Zaporizhzhya National Technical University
Zaporizhzhya, Ukraine
abaka111060@gmail.com, elina_vt@ukr.net, mashali@ukr.net

Анотація—Покарання винного в незаконних діях признається судом у межах санкції статті Особливої частини Кримінального кодексу України з урахуванням ступеню тяжкості вчиненого злочину, особи винного та обставин, що пом'якшують та обтяжують покарання. При цьому можливі розбіжності при призначенні вироків для схожих за складом та обставинами незаконних дій. Це визначається присутністю окрім об'єктивної складової вироку ще і суб'єктивної, а саме судового угляду, оцінки особи винного та визначення тяжкості злочину. Впровадження більш формального підходу визначення цих складових у судову практику дозволить уніфікувати процес вибору співвимірною покарання. Системи підтримки прийняття судових рішень на базі нечіткої продукції дозволить фахівцям «спілкуватися» з системою на мові професійної діяльності, застосовуючи основні структурні компоненти мови людського спілкування. В роботі розроблено модель системи підтримки прийняття судових рішень як нечіткої продукційної системи алгоритмом Сугено для конкретної статті Кримінального кодексу України.

Abstract—In unlawful actions the punishment of the perpetrator is imposed by the court within the sanction limits of the article of the Special Part of the Criminal Code of Ukraine, taking into account the severity of the crime, the person of perpetrator and the circumstances that mitigate and burden the punishment.

At the same time, there may be differences in the designation of sentences for similar in composition and circumstances of unlawful actions. This is determined by the presence, in addition to the objective component of the sentence, of the subjective,

named, judicial review, the assessment of the perpetrator and the determination of the severity of the crime.

The introduction of a more formal approach to defining these components in judicial practice will unify the process of sentence choosing. Judicial decision support systems, that bases on fuzzy logic, will allow professionals to "communicate" with the system in the language of professional activity, using the main structural components of the language of human communication. In the paper, the model of the system of support for the adoption of court decisions is developed as a fuzzy production system by the Sugeno algorithm for a specific article of the Criminal Code of Ukraine.

Ключові слова—система підтримки прийняття рішення, алгоритм Сугено, судові рішення, санкції

Key words—fuzzy output, decision support system, SUGENO ALGORITHM, court decision, sanctions

I. ВСТУП

При виборі вироку суддя повинен оцінити усі елементи злочину і усі обставини його здійснення в цілях визначення міри відповідальності підсудного і призначення йому співвимірною покарання. Відповідно до ст. 65 Кримінального кодексу України (КК України), суд признає покарання у межах, установлених у санкції статті Особливої частини КК, що передбачає відповідальність за вчинений злочин, відповідно до положень Загальної частини КК, враховуючи ступінь тяжкості вчиненого злочину, особу винного та обставини, що пом'якшують та обтяжують покарання. Закон визначає

вид і діапазон розміру кари в залежності від складу злочину, що дозволяє формально визначати її максимальне та мінімальне значення. Вибір виду покарання у разі, коли закон передбачає альтернативні санкції залишається за суддею. Отже, слабо формалізованою частиною вироку залишається важення обставин здійснення злочину й характеристики особи винного. При тому, що від судді не вимагається детальне коментування критеріїв оцінки, чітко регламентується необхідність досить мотивованого вибору покарання. Введення більш формалізованих оцінок пом'якшуючих та обтяжуючих обставин, особи винного та тяжкості злочину дасть підґрунття для винесення схожих вироків при схожих за складом та обставинами злочинах.

II. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

В Україні ратифіковано «Конвенцію про захист прав людини і основоположних свобод» [1], де в статті 6 «Право на справедливий суд» наведено критерії справедливого судового розгляду: незалежність і безсторонність суду, встановлення судом обґрунтованості кримінального обвинувачення.

При цьому припускається, що кожен суддя має своє уявлення про справедливість. Як зазначає автор Ладиченко В. [2], справедливість не стільки теоретично усвідомлюється, скільки інтуїтивно сприймається, інколи з підсвідомим її розумінням: люди ніби виважують правильність того чи іншого акту судової влади на «внутрішніх вагах» справедливості. В монографії Дядькина Д. [3] розроблено алгоритмічний підхід до визначення вироку за нормами законодавства. Автор демонструє на прикладі оцінки соціальної небезпеки злочину можливості формального підходу, застосовуючи нечітке логічне виведення.

Нечітке логічне виведення є ефективним інструментарієм для формалізації знань та досвіду експертів в різних галузях людської діяльності [4, 5]. Метою статті є побудова моделі системи підтримки прийняття рішень (СППР) у суді як нечіткої продукційної системи на базі алгоритму Sugeno.

Для побудови нечіткої продукційної системи за алгоритмом Sugeno необхідно сформувати базу з узгоджених нечітких продукційних правил, які містять формалізовані знання експертів предметної області. Правило має вид «IF A THEN B », де посилка A є нечітким висловлюванням. Посилка A побудована з термів визначених терм-множин для кожної лінгвістичної змінної, які з'єднані бінарними операціями «AND», «OR». Лінгвістична змінна може приймати значення у вигляді слова або словосполучення спеціалізованої мови експертів або мови повсякденного спілкування. Лінгвістична змінна приймає значення з терм-множини, елементами якої є терми, що задаються нечіткою множиною з наперед визначеною функцією належності [6].

Вихідною змінною B продукційних правил є лінійна функція $\omega_i = a_{i,0} + \sum_{k=1}^n a_{i,k} x_k$ від вхідних змінних $x_k, k = \overline{1, n}$, де ω_i - чітке значення вихідної змінної, $a_{i,0}, a_{i,k}$ - числові

константи, i - номер продукційного правила. На етапі фазифікації оцінюється ступінь відповідності значення вхідних змінних до кожного з термів лінгвістичної змінної. На етапі агрегації по часткових висновках визначається істинність лінгвістичного правила за допомогою нечіткої логічної операції «AND» $\mu(A \cap B) = \min\{\mu(A); \mu(B)\}$. Активізація здійснюється за два етапи. На першому етапі знаходять значення ступенів істинності $c_i, i = \overline{1, n}$ всіх часткових висновків нечітких продукційних правил методом міні-активізації $\mu(y) = \min\{c; \mu(x)\}$, де $\mu(x)$ і c - відповідно функції приналежності термів лінгвістичних змінних і ступені істинності нечітких висловлювань, що утворюють відповідні висновки нечітких продукційних правил. На другому етапі для кожного з продукційних правил знаходиться чітке значення вихідної змінної ω_i . Таким чином, кожному продукційному правилу (i) ставиться у відповідність пара (c_i, ω_i) , де c_i - ступінь істинності продукційного правила, ω_i - чітке значення вихідної змінної, визначеної в підвисновку продукційного правила (i). При дефазифікації для кожної лінгвістичної змінної здійснюється перехід від дискретної множини чітких значень $\omega_i, i = \overline{1, n}$ до єдиного чіткого значення,

наприклад, за формулою центроїду $y = \frac{\sum_{i=1}^n c_i * \omega_i}{\sum_{i=1}^n c_i}$, де n -

кількість продукційних правил в базі.

Для побудови моделі системи підтримки прийняття судових рішень згідно ч. 1 ст. 185 КК України про крадіжку [6] як нечіткої продукційної системи авторами було обрано алгоритм Sugeno. Для реалізації обрано середовище Fuzzy Logic Toolbox MatLab.

III. РЕЗУЛЬТАТИ

Відповідно до ст. 65 Кримінального кодексу України, суд призначає покарання у межах, установлених у санкції статті Особливої частини КК, що передбачає відповідальність за вчинений злочин, відповідно до положень Загальної частини КК, враховуючи: 1) ступінь тяжкості вчиненого злочину; 2) особу винного; 3) обставини, що пом'якшують та 4) обтяжують покарання [6]. Законодавча санкція статті враховує як кількісні показники відповідних обставин, так і якісні. Наприклад, згідно ст. 185 КК України про крадіжку [6] у частині першій «Таємне викрадення чужого майна» передбачено п'ять видів покарання: штраф від 50 до 100 нмдг та громадські роботи на строк від 80 до 240 годин для нанесеної шкоди від 0,2 неоподаткованого мінімуму доходів громадян (нмдг), та виправні роботи на строк від 6 до 24 місяців, арешт на строк від 1 до 6 місяців, позбавлення волі від 1 до 3 років для нанесеної шкоди до 100 нмдг.

Прийнята така загальна модель СППР у суді:

(**Fine, PW, CW, Arrest, Years**) = **SUGENO(Severity, Lawyer, Burden, Mitigation, Personality, LB, LM)**,

де **SUGENO** –алгоритм нечіткого виведення.

Визначимо всі вхідні та вихідні змінні як лінгвістичні.

Лінгвістична змінна **Severity**, що характеризує рівень завданної шкоди, приймає значення з терм-множини, яка містить шість термів {[34,200],[200,2000],[2000 – 5000], [5000 – 10000],[10000,12000],[12000,17000]} .

Лінгвістична змінна **Personality** характеризує особу винного та приймає значення з терм-множини {негативна, нейтральна, позитивна}. Вона дозволяє враховувати, наприклад, працевлаштування, наявність суспільно корисної діяльності, характеристику за місцем мешкання, тощо.

При побудові алгоритму призначення покарання було обрано зазначені в ст. 66 Кримінального кодексу України обставини, які пом'якшують покарання. Таких обставин визначено одинадцять. Необхідно зазначити, що відповідно до ч. 3 ст. 66 Кримінального кодексу України, якщо будь-яка з обставин, що пом'якшує покарання, передбачена в статті Особливої частини КК як ознака злочину, що впливає на його кваліфікацію, суд не може ще раз враховувати її при призначенні покарання як таку, що його пом'якшує [6]. Для оцінки обставин, що пом'якшують покарання, було обрано дві лінгвістичні змінні. Лінгвістична змінна **Mitigation** дає оцінку можливості урахування суддею визначеної кількості реалізованих обставин. Лінгвістична змінна **LM** оцінює рівень пом'якшення покарання обставинами, які реалізувалися.

Також при побудові алгоритму призначення покарання було взято зазначені в ст. 67 Кримінального кодексу України обставини, які обтяжують покарання. Таких обставин визначено чотирнадцять. При призначенні покарання суд не може визнати такими, що його обтяжують, інші обставини. Якщо будь-яка з обставин, що обтяжує покарання, передбачена в статті Особливої частини КК як ознака злочину, що впливає на його кваліфікацію, суд не може ще раз враховувати її при призначенні покарання як таку, що його обтяжує [6]. Вхідними змінними для оцінки обставин, що обтяжують покарання, є **Burden** та **LB** . Лінгвістична змінна **Burden** дає оцінку можливості урахування визначеної кількості реалізованих обставин. Лінгвістична змінна **LB** оцінює рівень обтяження покарання обставинами, які реалізувалися. Терм-множини містять по три терми, які характеризують рівень реалізації {невисокий, середній, високий}.

Лінгвістична змінна **Lawyer** характеризує рівень нейтральності судді та приймає значення з терм –множини {лояльний, нейтральний, суворий}. Будемо вважати, що справедливим є суддя за рівнем «нейтральний».

Суд може призначити міру покарання, складовими частинами якої є певні види покарання.

Для більшої визначеності функції належності термів вхідних лінгвістичних змінних та вихідні функції сформульовано на матеріалах вироків за кримінальними справами стосовно ч.1 ст. 185 КК України.

Вихідна функція **Fine** визначає розмір штрафу від 50 до 100 нмдг.

Вихідна функція **PW** (Public Works) громадські роботи на строк від 80 до 240 годин.

Вихідна функція **CW** (Correctional Work) виправні роботи на строк від 6 до 24 місяців.

Вихідна функція **Arrest** визначає арешт на строк від 1 до 6 місяців.

Вихідна функція **Years** визначає кількість років позбавлення волі від 1 до 3 років.

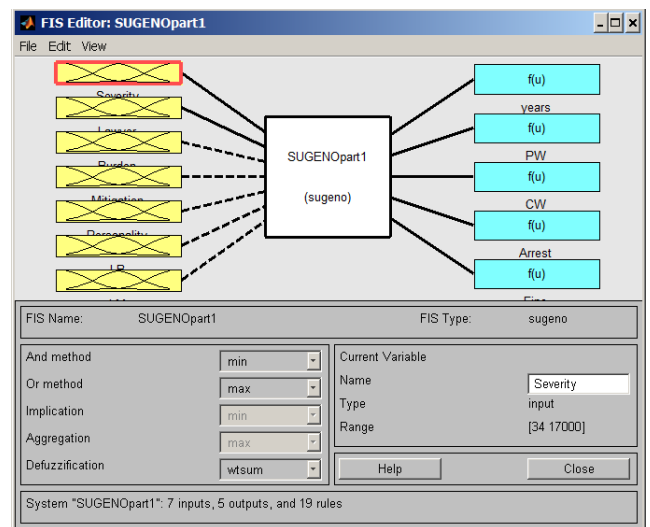


Рис. 1. Структурна схема СППР у суді ч.1 ст. 185 КК України.

На рис.1 показана структурна схема та параметри алгоритму СППР у суді ч.1 ст. 185 КК України.

Було розроблено базу з 19 нечітких продукційних правил такого типу (рис.2):

«ЯКЩО **Lawyer** = «нейтральний» та **Severity** = d_1 ТО **Fine** = y_1 »,

«ЯКЩО **Lawyer** = «лояльний» та **Severity** = d_1 ТО **Fine** = y_2 »,

«ЯКЩО **Lawyer** = «суворий» та **Severity** = d_1 ТО **Fine** = y_3 ».

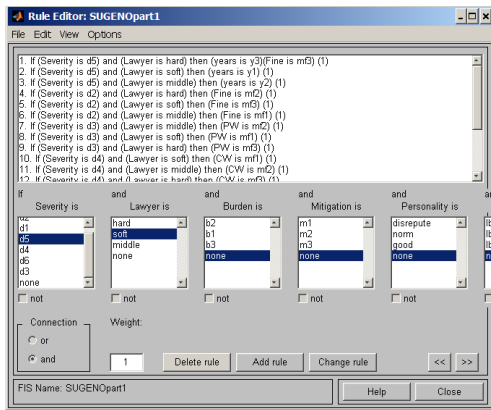


Рис. 2. Фрагмент системи продукційних правил СППР у суді ч.1 ст. 185 КК України.

Для розрахунків міри покарання для кожної складової було обрано лінійні функції, які залежать від входів системи. Функції виходу **Fine**, **PW**, **CW**, **Arrest**, **Years** представлені трьома лінійними функціями кожна. Коефіцієнти обиралися з огляду на вже відомі міри покарання [6]. Розглядаючи певну множину справ, можна отримати дані, які стануть вузлами для багатомірної інтерполяції, що дозволить отримати коефіцієнти вихідних лінійних функцій.

Для проведення експерименту були обрані вирок суду за частиною 1 ст. 185 КК України про крадіжку за реєстром всіх судових рішень в Україні [7].

Наприклад, за кримінальною справою 644/49/18 винесено вирок на 850 грн штрафу, при відсутності обставин, що обтяжують покарання, та наявності обставин, що пом'якшують покарання, як щире каяття у вчиненні злочину і повне відшкодування заподіяної злочинном матеріальної шкоди, при позитивній характеристиці винної.

За рядом аналогічних справ було визначено такі коефіцієнти трьох функцій штрафу **Fine** для [0.508-885-50][0.608-885-50][1010-9105-52].

Вихідна функція «громадські роботи» **PW** має такі коефіцієнти:
 [0.0500.3-0.650.50.3-0.40][0.0500.3-0.650.50.3-0.40]
 [0.2500.5-0.60.50.3-0.30].

Коефіцієнтами вихідної функції «виправні роботи» **CW** визначено такі:

[0.00100.1-0.10.20.1-0.10][0.000100.1-0.10.20.1-0.10]
 [1e-00500.1-0.10.20.1-0.10].

Вихідна функція, що визначає термін арешту, **Arrest**:
 [0.000100-0.10.10-0.10][0.000100.1-0.10.10.1-0.10]
 [0.000100.6-0.10.50.1-0.10].

Вихідна функція, що визначає термін років позбавлення волі, **Years**:

[4e-00500.11-0.030.20.1-0.0150.2]
 [5e-00500.11-0.030.20.1-0.010.4]
 [5e-00500.11-0.0330.20.1-0.030.5].

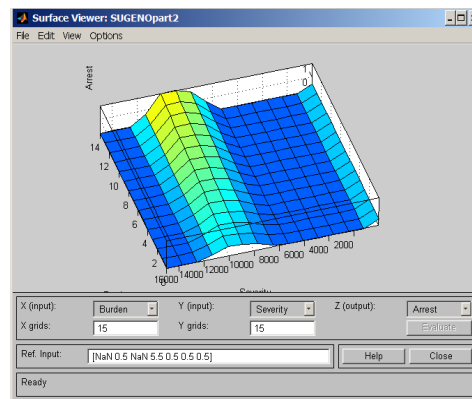


Рис. 3. Поверхня відгуку вихідної функції **Arrest**.

На рис. 3 показана поверхня відгуку вихідної функції **Arrest** побудованої СППР в координатах **Burden**, **Severity**.

Проведений експеримент продемонстрував необхідність розробки уніфікованих правил ініціалізації вхідних змінних для налаштування нечітких продукційних моделей отримання справедливого вироку.

ВИСНОВКИ

Впровадження у судову практику систем підтримки прийняття судових рішень є актуальним напрямом розвитку автоматизації рутинних моментів судової практики. Застосування методів нечіткого логічного виведення є потенційно продуктивним для підтримки прийняття справедливих судових рішень. Системи підтримки прийняття судових рішень у вигляді нечітких продукційних систем нададуть можливість фахівцям «спілкуватися» з системою на мові професійної діяльності, зменшать потік документів, підвищать якість прийняття рішень, знизять їх суб'єктивність, скоротять терміни винесення вироків.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/995_004.
- [2] Ладиченко В. Інституціоналізація справедливості в процесі державотворення / В. Ладиченко // Юрид. Україна. – 2006. – № 6. – С. 4–9.
- [3] Дядькин, Д. С. Теоретические основы назначения уголовного наказания : алгоритмический подход / Д. С. Дядькин. - Санкт-Петербург : Изд-во Р. Асланова "Юридический центр пресс", 2006. - 508 с.
- [4] Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С. Штовба. — М: Горячая линия-Телеком, 2007. — 288 с.
- [5] Зайченко Ю. П. Сравнительный анализ эффективности нечетких нейронных сетей в задачах прогнозирования в экономике и финансовой сфере / Ю. П. Зайченко, Ф. Севаев, Ю. В. Келестин // Систем. дослідж. та інформ. технології. — 2006. — № 1. — С. 56–70.
- [6] Кримінальний кодекс <http://zakon2.rada.gov.ua>
- [7] <http://www.revestr.court.gov.ua/Page/1> (реєстр всіх судових рішень в Україні)