

## ЗАСТОСУВАННЯ АПАРАТУ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДО ЗАДАЧІ РОЗПІЗНАВАННЯ КОЛЬОРОВИХ ВІДТІНКІВ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Запропонований підхід може бути ефективно використаний при створенні автоматизованих систем розпізнавання різноманітних кольорових відтінків. Застосування його дасть можливість ефективно вирішувати задачі автоматизації дизайнерських процесів, а також стискування інформації при передачі та зберіганні.*

**Ключові слова:** напівтони, кольорові відтінки, розпізнавання кольорових відтінків, ідентифікація напівтонів.

### *Abstract*

*The approach can be effectively used in the creation of automated recognition of different colored shades. Its application will make it possible to effectively solve the problem of automating design processes, and data compression during transmission and storage.*

**Keywords:** halftones, color shades, recognition of colored shades, identification semitones.

### **Вступ**

Розпізнавання зображень є одним з основних напрямів, що входить у коло задач штучного інтелекту. Цей напрямок має множину практичних застосувань: автоматичне розпізнавання рукописного тексту, біометрична ідентифікація людини по фото і відбиткам пальців, інтелектуальний пошук у базах даних зображень та інші. Одним із важливих напрямів використання задач розпізнавання є автоматичні чи автоматизовані системи розпізнавання (ідентифікації) кольорів і кольорових відтінків. Відповідно, успішне вирішення задачі розпізнавання кольорів забезпечує ефективне функціонування систем автоматизованого пошуку, дизайну, стискування інформації та інших.

Метою роботи є підвищення достовірності розпізнавання кольорових відтінків.

### **Результати дослідження**

В повсякденній практиці людського буття, промисловості, мистецтві досить широко застосовується поняття «кольорового відтінку» – певного співвідношення значень кольорової моделі, яке одержало свою специфічну назву (лінгвістичний терм). Ось приклади таких назв: «кремовий», «морська хвиля», «сріблястий металік», «маренго», «асфальтовий», «хакі» і т.д. В силу використання різних кольорових моделей, різних кольоровідтворюючих програм, пристроїв (моніторів, принтерів, сканерів) для кожного із таких кольорових відтінків, не існує певного стандартного кількісного значення. Це стосується навіть таких галузей, як лако-фарбна або ткацька промисловість, виробництво будівельних та оздоблювальних матеріалів. Навіть виробники «понтонних» фарб для поліграфії не мають єдиного стандарту. Більше того, сам перелік модних кольорових відтінків постійно змінюється. Спеціалісти з психології навіть вказують на певну потребу людської психіки в «свіжих» кольорових відтінках. Так періодично «модними» стають кольорові відтінки, які раніше не використовувались. Нечіткі межі множини кількісних значень, що відповідають певному лінгвістичному терму кольорового відтінку, є запорукою використання в задачах, що оперують поняттями кольорових відтінків, наприклад, задачах розпізнавання, апарату нечітких множин [2, 3] з відповідною технологією (використання нечітких баз знань і нечітких логічних рівнянь)

Ідея, що лежить в основі формалізації причинно-наслідкових зв'язків між змінними «входи-виходи», полягає в описі цих зв'язків на природній мові з використанням теорії нечітких множин та лінгвістичних змінних. В основу цього покладена робота [3].

Нами розглядається об'єкт з одним виходом та  $n$  входами виду:

$$y = f_y(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1)$$

де  $y$  – вихідна змінна;  $x_1, x_2, \dots, x_n$  – вхідні змінні.

Змінні  $x_1, x_2, \dots, x_n$  та  $y$  можуть бути кількісними і якісними. Для нашого випадку кількісними змінними є: Глибина кольору = [4, 32] біт, Роздільна здатність = [50, 300] ppd, та інші змінні, які легко вимірюються в прийнятих для них кількісних шкалах.

Окрім «кольорового відтінку», прикладом змінної, для якої не існує природної кількісної шкали, є РІВЕНЬ ДАЛЬТОНІЗМУ ОПЕРАТОРА, який може бути оцінений якісними термами (низький, середній, високий) або вимірюватися в штучних шкалах, наприклад, по 5-бальній, 10-бальній, ..., 100-бальній системах.

Для кількісних змінних передбачаються відомими зміни:

$$U_i = [\underline{x}_i, \bar{x}_i], i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

$$Y = [\underline{y}, \bar{y}], \quad (3)$$

де  $\underline{x}_i$  ( $\bar{x}_i$ ) – нижнє (верхнє) значення вхідної змінних  $\bar{x}_j, i = \overline{1, n}$ ,

$\underline{y}$  ( $\bar{y}$ ) – нижнє (верхнє) значення вихідної змінної  $Y$ .

Для якісних змінних  $x_i \div x_n$  та  $Y$  передбачається, що змінюються множини всіх можливих значень:

$$U_i = [v_i^1, v_i^2, \dots, v_i^{q_i}], i = \overline{1, n}, \quad (4)$$

$$Y = [y^1, y^2, \dots, y^{q_m}], \quad (5)$$

де  $v_i^l (v_i^{q_i})$  – бальна оцінка, що відповідає найменшому (найбільшому) значенню вхідної змінної  $x_j$ ;

$y^1 (y^{q_m})$  – бальна оцінка, що відповідає найменшому (найбільшому) значенню вихідної змінної  $Y$ ;

$q_j, i = \overline{1, n}$  та  $q_m$  – потужності множин (4) та (5), при чому в загальному випадку  $q_1 \neq q_2 \neq \dots \neq q_n \neq q_m$ .

Введемо поняття лінгвістичних змінних

Нехай  $X^* = \langle x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^* \rangle$  – вектор фіксованих значень вхідних змінних розглянутого об'єкту, де  $x_i^* \in U_i, i = \overline{1, n}$ . Задача прийняття рішення полягає у тому, щоб на основі інформації про вектор входів  $X^*$  визначити вихід  $y^* \in Y$ . Необхідною умовою формального рішення такої задачі є наявність залежності (1). Для встановлення цієї залежності будемо розглядати вхідні змінні  $x_j, i = \overline{1, n}$  та вихідну змінну  $y$  як лінгвістичні змінні [2], задані на універсальних множинах (2), (3) або (4), (5).

Для оцінки лінгвістичних змінних  $x_j, i = \overline{1, n}$  та  $y$  будемо використовувати якісні терми з наступних терм-множин:

$A_i = \{a_i^1, a_i^2, \dots, a_i^{l_i}\}$  – терм-множина змінної  $x_j, i = \overline{1, n}$  ;

$D = \{d_1, d_2, \dots, d_m\}$  – терм-множина  $y$ ,

де  $a_i^p$  –  $p$ -й лінгвістичний терм змінної  $x_j, p = \overline{1, l_j}, i = \overline{1, n}$ ;

$d_j$  –  $j$ -й лінгвістичний терм змінної  $y$ ;

$m$  – кількість різноманітних рішень області, що розглядається.

Потужності терм-множин  $A_i, i = \overline{1, n}$  в загальному випадку можуть бути відмінними, тобто  $l_1 \neq l_2 \neq \dots \neq l_n$ .

Назви окремих термів  $a_i^1, a_i^2, \dots, a_i^{l_i}$  можуть також відрізнятися один від одного для різноманітних лінгвістичних змінних  $x_j, i = \overline{1, n}$ .

Лінгвістичні терми  $a_i^p \in A_i$  та  $d_j \in D, p = \overline{1, l_j}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}$  будемо розглядати як нечіткі множини, задані на універсальних множинах  $U_i$  та  $Y$ , та визначені співвідношеннями (2)-(5).

У випадку кількісних змінних  $x_j, i = \overline{1, n}$  та  $y$ , нечіткі множини  $a_i^p$  та  $d_j$ , визначені співвідношеннями:

$$a_i^p = \int_{\underline{x_i}}^{\overline{x_i}} \mu^{a_i^p}(x_i) / x_i, \quad (6)$$

$$d_j = \int_{\underline{d}}^{\overline{d}} \mu^{d_j}(d) / d, \quad (7)$$

де  $\mu^{a_i^p}(x_i)$  – функція приналежності значення вхідної змінної  $x_i \in [\underline{x_i}, \overline{x_i}]$  терму  $a_i^p \in A_i, p = \overline{1, l_j}, i = \overline{1, n}$ ,

$\mu^{d_j}(d)$  – функція приналежності значення вихідної змінної  $y \in [\underline{y}, \overline{y}]$  терму-рішенню  $d_j \in D, j = \overline{1, m}$ .

У випадку якісних змінних  $x_j, i = \overline{1, n}$  та  $y$ , нечіткі множини  $a_i^p$  та  $d_j$  визначимо так:

$$a_i^p = \sum_{k=1}^{q_i} \mu^{a_i^p}(v_i^k) / v_i^k, \quad (8)$$

$$d_j = \sum_{r=1}^{q_m} \mu^{d_j}(y^r) / y^r, \quad (9)$$

де  $\mu^{a_i^p}(v_i^k)$  – ступінь приналежності елемента  $v_i^k \in U_i$ , терму  $a_i^p \in A_i, p = \overline{1, l_j}, i = \overline{1, n}, k = \overline{1, q_j}$ ;

$\mu^{d_j}(y^r)$  – ступінь приналежності елемента  $y^r \in Y$  терму-рішенню  $d_j \in D, j = \overline{1, m}$ .

$U_i$  та  $Y$  визначається співвідношеннями (4) та (5).

Зауважимо, що в співвідношеннях (6) – (9) знаки інтегралу та суми позначають об'єднання пар  $\mu(u)/u$ .

Даний етап побудови нечіткої моделі, на якому визначаються лінгвістичні оцінки змінних та необхідних для їх формалізації функції приналежності, отримав в літературі по нечіткій логіці [4, 5] назву *фазифікації змінних*.

## Висновки

Запропонований підхід дозволить підвищити достовірність роботи експертних систем по визначенню кольорових відтінків, в основі яких лежить база знань, побудована на запропонованих нечітких моделях.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Люгер Джорж Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем, 4-е издание / Ф. Люгер Джорж. Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс». 2005. – 864 с.
2. Митюшкин Ю. И. Soft Computing: идентификация закономерностей нечеткими базами знаний / Ю. И. Митюшкин, Б. И., Мокин, А. П. Ротштейн – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2002. – 145 с.
3. Ротштейн О.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети./ О. П. Ротштейн – Вінниця: Універсум – Вінниця, 1999. – 320 с.
4. Арсенюк І. Р. Застосування апарату нечіткої логіки для оцінки якості графічних растрових зображень / І. Р. Арсенюк, С. В. Кукунін, О. В. Сілагін // «ІЕС-2014» Зб. наук. праць. – Вінниця; ВНТУ, 2014 – 321 с.
5. Месюра В. І. Системи прийняття рішень з нечіткою логікою : лабораторний практикум. Частина 1. Математичні основи нечіткої логіки / В. І. Месюра, Л. М.Ваховська, В. В. Колодний – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 124 с.

**Голуб Анатолій Володимирович** – студент групи КН-15м, факультет інформатики та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: golub-anatoliy@gmail.com;

**Евтушенко Владислав Валерійович** – студент групи КН-15м, факультет інформатики та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: e93vv@mail.ru;

**Козленко Дмитро Володимирович** – студент групи КН-15м, факультет інформатики та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 1994.kdv@gmail.com;

**Сілагін Олексій Віталійович** – канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет

**Anatoliy V. Golub** – Department of Informatics and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: golub-anatoliy@gmail.com;

**Vladislav V. Evtushenko** – Department of Informatics and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : e93vv@mail.ru;

**Dmytro V. Kozlenko** – Department of Informatics and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : 1994.kdv@gmail.com;

**Oleksiy V Silagin** – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Chair of Computer Science, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.