

УДК 004.915

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ФАКТОРІВ ПРОЦЕСУ СПРИЙНЯТТЯ ТАКТИЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ

І. В. Гілета, М. М. Гавенко

Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна

Створено ієрархічну структуру математичної моделі формалізації факторів, визначених на нечітких множинах параметрів сприйняття тактильної поверхні незрячими. Вихідні фактори та результат моделювання формалізуються нечіткими змінними, заданими на терм-множинах значень.

Ключові слова: фактор, шрифт Брайля, нечітке логічне виведення, лінгвістична змінна, терм-множина.

Постановка проблеми. Процес оцінювання якості сприйняття тактильного продукту (ТП), визначення його характеристик є складною технологічною процедурою. Оптимальний спосіб відтворення тактильної поверхні, матеріалу-основи та матеріалу для утворення крапки шрифту потребує врахування великої кількості факторів процесу сприйняття тактильної інформації. Важливим чинником виступає процес узгодження залежності вхідних значень факторів впливу від вихідних. Сьогодні немає способів формалізації факторів процесу проектування тактильного продукту та побудов на цій основі математичної моделі.

Задача ефективного оцінювання ТП розв'язується на основі оцінки факторів впливу як пошук відображення

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow y_j \in Y = (y_1, y_2, \dots, y_m),$$

де X — множина факторів впливу на сприйняття тактильної інформації, Y — множина варіантів-прогнозів проектування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз наукової літератури стосовно дослідження проблеми, пов'язаної із забезпеченням та оцінюванням якості тактильної продукції, видань для потреб інклюзивної освіти, отримали українські науковці: С. Гавенко, М. Лабецька, В. Маїк, Д. Вакуліч. Водночас аналіз наукових праць засвідчив відсутність досліджень, пов'язаних з виявленням і прогностичним встановленням пріоритетності впливу факторів, що стосуються технології, технічних засобів і матеріалів виробництва тактильної продукції, якості сприйняття зображень шрифту Брайля.

Мета статті. Гарантування якості сприйняття ТП — проблема, вирішення якої потребує комплексного дослідження для визначення і управління параметрами, які впливають на ефективність його використання. Метою статті є формалізація факторів впливу для встановлення значення показника якості сприйняття ТП.

Виклад основного матеріалу дослідження. Складність розв'язання цієї задачі характеризується такими особливостями:

- Для правильного розв'язання задачі прогнозування необхідно враховувати велику кількість факторів впливу. При цьому важко врахувати одночасно сукупність їхнього впливу.
- Необхідно встановити аналітичні залежності між факторами та варіантами прогнозів. Їх побудова характеризується значною кількістю і різним способом задання факторів. Вони можуть набувати кількісних, якісних та бінарних значень.

Для розроблення інформаційної моделі оцінювання якості необхідно здійснити системний аналіз процесу розміщення матеріалу на полосі газетного видання. Результати роботи формалізуються через їх подання у вигляді таблиць, графів, формул та переведення у формат, зрозумілий комп'ютерній системі, для подальшого використання за призначенням.

Для розв'язання завдання використовуємо засоби логічного програмування. Теоретичною основою є апарат функцій висловлювань (предикатів), який дозволяє здійснювати автоматичне доведення теорем. Відповідно до цієї методології, прогноз може бути отриманий з вектора факторів (x_1, x_2, \dots, x_n) , якщо в експертній базі знань (правил висновку «ЯКЩО — ТО») існує ланцюжок міркувань:

$$\text{ЯКЩО } x_1 \cap x_2 \cap \dots \cap x_n, \text{ ТО } y_j.$$

Логічне програмування зручне для пошуку ланцюжка правил, що ведуть від факторів x_i до прогнозу y_j або від прогнозу до факторів, обраних з бази знань. Це дозволяє не тільки здійснювати прогнозування, а й пояснювати та обґрунтовувати причини прийнятого рішення. Проте існують різновиди знань, які мають нечітку ймовірнісну природу. Так, наприклад, для керування процесом визначення матеріалу для утворення крапки шрифту Брайля — це знання типу: «ЯКЩО вік читача старший, ТО бажане використання вдосконаленого покриття матеріалу для утворення крапки шрифту Брайля», або «ЯКЩО досвід читання великий, ТО можливим є стандартний спосіб відтворення шрифту Брайля».

Для реалізації дедуктивного логічного виведення введено операцію пошуку за зразком. Тобто для виведення за допомогою правила «ЯКЩО $x \in A$, ТО $y \in B$ » необхідно насамперед перевірити, чи існує в базі знань факт « $x \in A$ ». Класична теорія множин не забезпечує можливості логічного висновку в проміжних точках типу « x — величина, близька до A ». Тому в базі знань необхідно зберігати інформацію про всі допустимі значення фактору x . Це приводить до надмірного збільшення витрат комп'ютерної пам'яті й машинного часу на роботу програми, яка реалізує логічний висновок.

Інтелектуальна технологія, побудована на основі комплексного використання нечіткої логіки, може бути використана для формалізації зв'язку входів і виходів технологічного процесу об'єктів моделювання за умови, якщо для них коректний аналітичний опис традиційними засобами неможливий.

Перевага нечіткої логіки полягає в можливості використання експертних знань у вигляді лінгвістичних змінних, пов'язаних за допомогою правил «ЯКЩО

<входи>, ТО <вихід>». При такому підході процес оцінювання якості сприйняття тактильного продукту можна розбити на два етапи:

- підготовка – підбір значень факторів сприйняття ТП на основі багатфакторного моделювання з отриманням логічного висновку й прогнозу;
- застосування – знайдені значення факторів, які б забезпечили необхідний рівень якості сприйняття, встановлюються особою, яка приймає рішення.

При розробленні методу прогнозування якості сприйняття з використанням нечіткої логіки застосовується ряд науково-методичних принципів: лінгвістичності прогнозу (виходу) і вхідних факторів; лінгвістичності знань; ієрархічності бази знань [3, 4].

Побудуємо ієрархічну структуру математичної моделі на основі формалізації факторів впливу, заданих нечіткими множинами. Для оцінки та оптимізації значень формалізованих лінгвістичних факторів використовуються функції належності.

Визначення характеристик технологічного процесу виготовлення тактильного продукту – це складний багатоплановий процес. У процесі проектування тактильного продукту можливе виникнення різноманітних ситуацій, які можуть привести до корекції окремих параметрів тактильного продукту, наприклад: зміна вікової категорії користувачів тактильного продукту призведе до зміни вимог до тактильної поверхні і, відповідно, корекції використання матеріалу створення крапки Брайля. Тому важливим є оперативне керування зазначеним процесом.

Таким чином, для керування потоком вибрано підхід ситуаційного управління, структура якого подана на рис. 1.

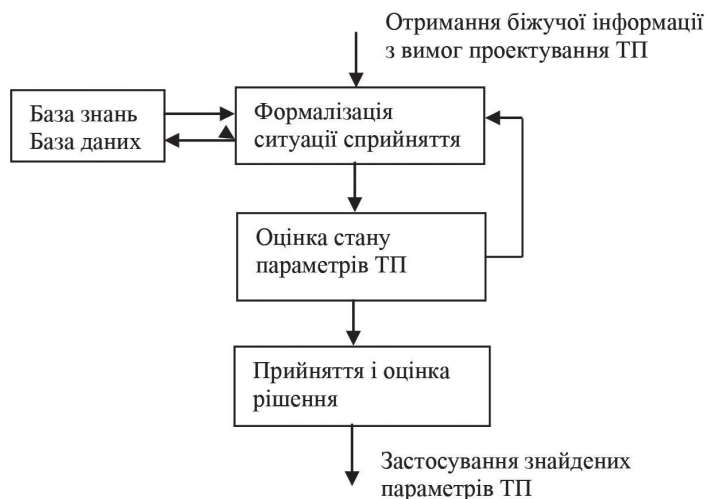


Рис. 1. Структурна схема процесу оцінювання якості сприйняття ТП

Класифікація факторів, які впливають на якість сприйняття, показана рис. 2. Як видно, взаємозв'язок окремих характеристик доцільно розглядати та аналізувати на ієрархічних рівнях, а саме: системному; і компонент тактильної поверхні; створення тактильної поверхні; сприйняття змісту тактильного продукту [1, 2].

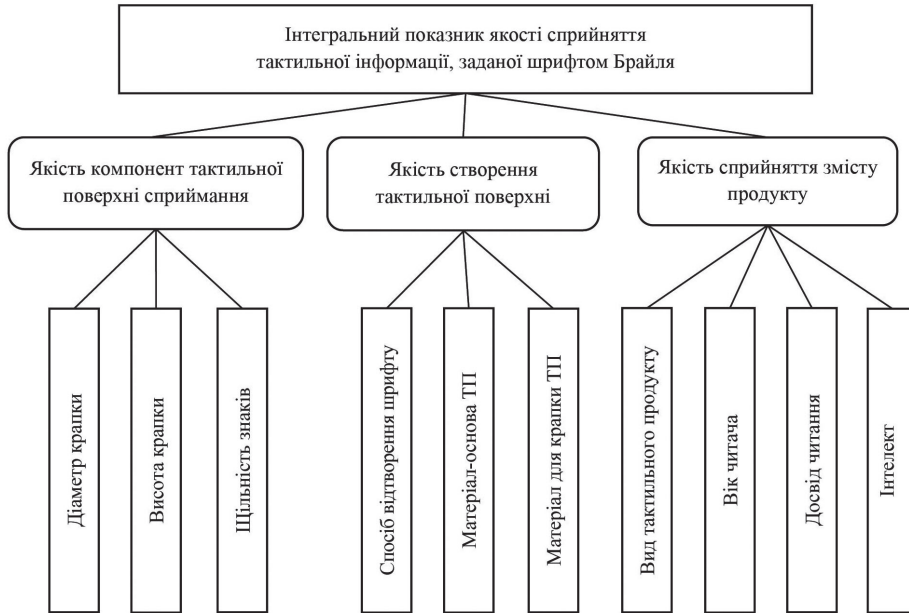


Рис. 2. Графічна модель формування якості сприйняття тактильної інформації, заданої шрифтом Брайля

Системний рівень. Нехай Q — лінгвістична змінна [3], що описує якість процесу сприйняття тактильної інформації. Згідно з графічною моделлю наведеною на рис. 2, значення інтегрального показника якості сприйняття тактильної інформації, заданої шрифтом Брайля Q , залежить від факторів, заданих лінгвістичними змінними, що визначають якість задання компонент тактильної поверхні, якість створення тактильної поверхні, якість сприйняття змісту тактильного продукту. У результаті маємо залежність

$$Q = F_Q(H, P, Z), \quad (1)$$

де H — фактори якості компонент тактильної поверхні; P — фактори створення тактильної поверхні; Z — фактори сприйняття змісту тактильного продукту.

Фактори якості компонент тактильної поверхні. Фактори якості компонент тактильної поверхні визначаються такими лінгвістичними змінними: діаметр крапки шрифту Брайля; висота крапки шрифту Брайля; щільність розміщення знаків шрифту Брайля тощо. Тому змінна H , що входить в (4.1), може бути розгорнута у вигляді такого співвідношення:

$$H = F_H(h_1, h_2, h_3), \quad (2)$$

де h_1 — діаметр крапки; h_2 — висота крапки; h_3 — щільність розміщення.

Фактори створення тактильної поверхні. Фактори створення тактильної поверхні продукту з шрифтом Брайля залежать від таких факторів: технологія створення тактильного продукту, матеріал-основа для нанесення шрифту Брайля та матеріал для утворення крапки тактильного продукту. Тому змінна P — «характеристики полоси газети» — може бути задана у вигляді такого співвідношення:

$$P = F_p(p_1, p_2, p_3), \quad (3)$$

де p_1 — спосіб відтворення; p_2 — матеріал-основа; p_3 — матеріал крапки.

Таблиця 1

Терм — множина значень лінгвістичних термів

Змінна	Суть лінгвістичної змінної	Універсальна множина значень (множина U)	Лінгвістичні терми (множина X)
h_1	Діаметр крапки	1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6 мм.	Малий, середній, великий
h_2	Висота крапки	0,4; 0,45; 0,5; 0,55; 0,6 мм	Мала, середня, велика
h_3	Щільність знаків	5,6; 5,8; 6; 6,2; 6,4 мм	Мала, середня, велика
p_1	Спосіб відтворення шрифту Брайля	Тиснення, трафаретний, цифровий,	Допустимий, стандартний, задовільний
p_2	Матеріал-основа для нанесення шрифту Брайля	Картон, самоклеючий папір, полімерні матеріали	традиційний, достатній, вдосконалений
p_3	Матеріал для утворення крапки Брайля	УФ-лаки, фарби, аромолаки, аромофарби	Звичайне, спеціальний, вдосконалений
z_1	Вид тактильного продукту	Дитяча, художня, навчальна, маркувальний	Універсальний, спеціального призначення, навчальний
z_2	Вік читача	7-80 років	Молодший, середній, старший
z_3	Досвід читання	Від 1 до 5 у.о.	Малий, середній, великий
z_4	Інтелект	Від 1 до 5 у.о.	Малий (недостатній), середній, великий

Фактори сприйняття змісту тактильного продукту. Процес розміщення матеріалу публікації на полосі газетного видання можливий при правильній взаємодії його факторів із параметрами полоси.

Тоді лінгвістична змінна Z — фактори якості сприйняття змісту тактильного продукту, визначена на лінгвістичних аргументах, може бути розгорнута у вигляді співвідношення:

$$Z = F_z(z_1, z_2, z_3, z_4), \quad (4)$$

де z_1 — вид тактильного продукту; z_2 — вік читача; z_3 — досвід читання; z_4 — інтелект.

Ієрархічна сукупність співвідношень 1–4 відповідає розробленому дереву нечіткого логічного виведення, поданому на рис. 3. Аналогію з [90] у вузлах дерева подаються імена співвідношень, що відповідають різним рівням опису.

Термінальні вершини дерева нечіткого логічного виведення формалізуються лінгвістичними змінними, для яких універсальні множини й оціночні терми подані в таблиці.

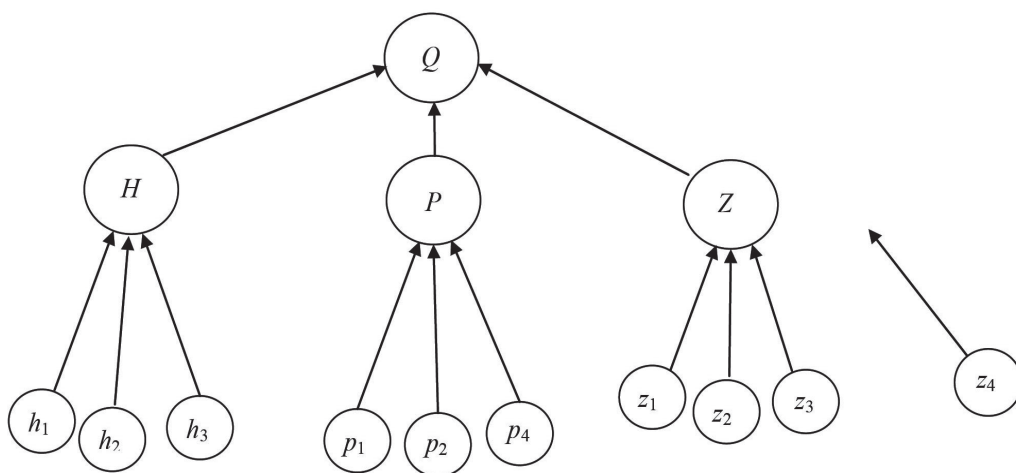


Рис. 3. Дерево нечіткого логічного виведення визначення якості сприйняття тактильної поверхні незрячими особами

Висновки. У проведеному дослідженні виокремлено фактори, що впливають на сприйняття ТП незрячими та подано їх у вигляді формалізованих лінгвістичних змінних, заданих на терм-множинах. Ієрархічна сукупність факторів, дотичних до оцінювання тактильної поверхні подана у вигляді дерева виведення, корінь якого відповідає показнику якості сприйняття ТП, а нависаючі вершини — факторам впливу, що розглядаються як лінгвістичні змінні. Синтезовано ієрархічну структуру математичної моделі формалізації факторів, визначених на нечітких множинах параметрів оцінювання сприйняття ТП, та побудовано відповідне цій структурі дерево нечіткого логічного виведення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гілета І. В., Гавенко М. М., Сеньківський В. М. Модель факторів впливу на процес проектування тактильної продукції. Поліграфія і видавнича справа. 2017. № 1 (55). С. 47–54.
2. Гілета І. В., Сеньківський В. М. Формалізація факторів процесу макетування шпальти газети. Поліграфія і видавнича справа. 2010. № 1 (51). С. 61–68.
3. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. Москва: Мир, 1976. 228 с.
4. Ротштейн О. П., Ларяшкин С. П., Мітюшкін Ю. І. Soft Computing в біотехнології: багатофакторний аналіз і діагностика : монографія. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. 144 с.

FORMALIZATION OF THE PROCESS FACTORS OF TACTILE PRODUCTS PERCEPTION

I V. Hileta, M. M. Havenko

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine*

The hierarchical structure of the mathematical model of the factors formalization determined on the fuzzy sets of the tactile surface perception parameters by the blind has been formed. Output factors and the result of the modelling are formalized by fuzzy variables given on term sets of values.

Keywords: *factor, Braille font, fuzzy logical inference, linguistic variable, term set.*

Стаття надійшла до редакції 00.00.2018.