

УДК 519.873

МОЙСЕСЕНКО В.І., д.т.н. (УкрДАЗТ)

ЧЕГОДАЄВ Б.В., інженер (ДП «Донецька залізниця»)

ЗОТОВА О.С., старший викладач (ХНТУ ім. П. Василенка)

Використання нечіткої логіки для ідентифікації перехідних етапів елементів залізничної автоматики

Moiseenko V.I., Dr. Eng. (USART)

Chegodayev B.V., Engineer (SE "Donetsk railway")

Zotova A.S., Senior Lecturer (KHNTU them. P. Vasilenko)

The use of fuzzy logic to identify transitions elements of railway automatics

Вступ

Більшість параметрів, що характеризують функціонування систем залізничної автоматики традиційно характеризуються булевою логікою. Це стосується і процесів контролю фіксованих значень сигналів об'єктів керування. При вирішенні завдань діагностування істотне значення має визначення передвідмовного стану, коли значення сигналу, що спостерігається, починає зменшуватися (збільшуватися) у межах нормованого діапазону значень поступово наближаючись до деякого критичного рівня.

Традиційно у подібних ситуаціях розробники переходять до аналогової форми вхідних сигналів, поведінку яких і спостерігають. Але подібний підхід потребує значних матеріальних і інтелектуальних витрат, що не завжди виправдовує себе, особливо для систем з дискретною логікою роботи.

У зв'язку з цим визначне питання дослідження можна вважати актуальним для систем та елементів з дискретною логікою функціонування.

Аналіз досліджень та публікацій

Основи нового підходу до аналізу складних систем та процесів були сформульовані А. Заде [1]. Числові змінні представляються так званими нечіткими «лінгвіс-

тичними» змінними, а відношення між ними описується за допомогою нечіткої логіки. Вказаний підхід був використаний для ідентифікації етапів об'єктів керування залізничної автоматики [2,3]. Автори синтезували моделі окремих об'єктів залізничної автоматики, що дало змогу ідентифікувати небезпечні етапи в процесі їх функціонування. Подальшим розвитком цього напрямку можливо застосувати роботу [4], де розглядається питання ранжування небезпек на основі лінгвістичних змінних та нечітких відношень між ними. На відміну від традиційних кількісних методів стає можливим здійснювати процедуру оцінювання за умов дефіциту статистичних даних.

Ціль роботи

Дослідження перехідних етапів елементів залізничної автоматики шляхом використання нечіткої логіки.

Основний матеріал

Вхідний сигнал будь-якої автоматизованої системи керування можливо розглядати як деяку змінну, що може приймати декілька значень. Їх кількість може бути якою завгодно. Сучасні технічні системи використовують два граничних стана, які умовно позначаються як 0 та 1, що дуже спрощує процес технічної реалізації. У той самий

час класичні об'єкти з булевим алгоритмом роботи фактично не завжди мають чітку роботу.

Розглянемо роботу дискретного модуля введення програмованого логічного

контролера. Якщо він контролює значення напруги вхідного сигналу, то при двох вихідних параметрах OFF та ON фактично існує перехідна зона, або зона невизначеності (рисунок 1).

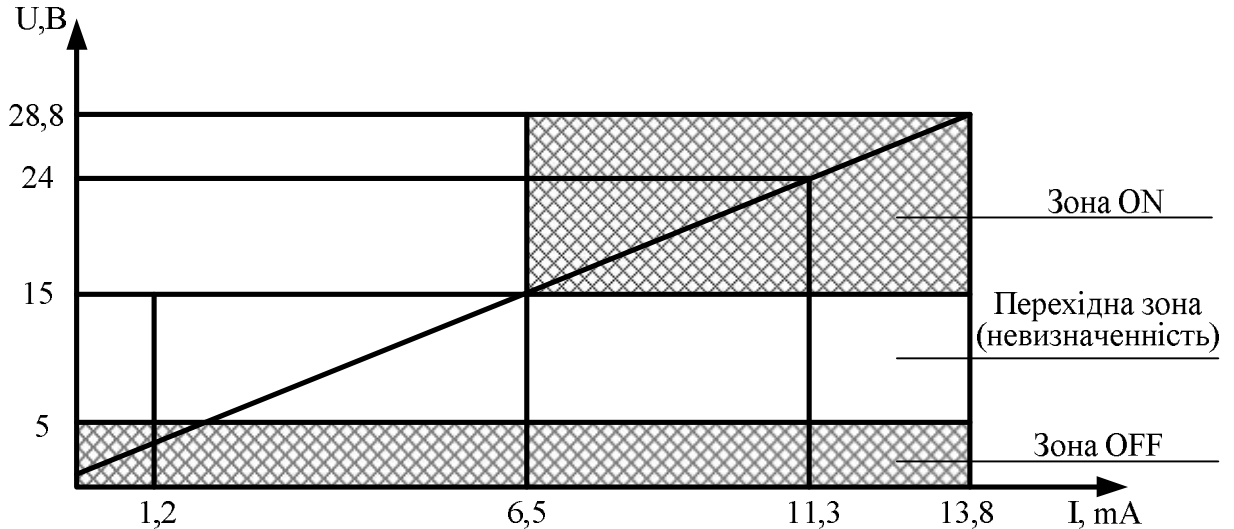


Рис. 1. Характеристика вхідного кола модуля введення програмованого логічного контролера

Для дискретних модулів з вхідним сигналом 24В перехідна зона, або зона невизначеності знаходиться у межах від 5 до 15В. Це означає, що при появі сигналу з вказаного діапазону на виході модуля може з'явитися сигнал «0», або «1». Булева логіка чітко функціонує в інтервалах 0–5В та відповідно 15–28,8В.

У зв'язку з цим позначимо множину значень сигналу, що спостерігається як деяка область суджень U . Виділимо деяку підмножину A тієї області, яка характеризується функцією належності $\mu_A: U \rightarrow [0, 1]$. Тобто кожному елементу y (ігрек) множини U ставиться у відповідність деяке число $\mu_A(y)$ з відрізка $[0, 1]$. Воно характеризує ступінь приналежності елемента y до множини A .

Відповідно до суджень Заде [1] множину A можна представити як

$$A = \int_U \mu_A(y) / y. \quad (1)$$

У випадку кінцевого числа елементів множини A інтегрування замінюється сумуванням

$$A = \mu_1 / y_1 + \mu_2 / y_2 + \dots + \mu_n / y_n, \quad (2)$$

де $\mu_i (i = 1, \dots, n)$ – ступінь приналежності елемента y_i до множини A .

Кінцева множина $U = \{y_1, y_2, y_3, \dots, y_n\}$ також має вигляд суми

$$U = 1 / y_1 + 1 / y_2 + 1 / y_3 + \dots + 1 / y_n = \sum_{i=1}^n 1 / y_i \quad (3)$$

Повернемося до наведеного на рисунку 1 прикладу. Нехай U – інтервал значень вхідного сигналу y у інтервалі $[0, 28,8]$ з елементом $y = \text{стан}$.

Тоді нечіткі підмножини „OFF”, „ON” можна представити відповідно до [1] та (1,2) таким чином:

$$\text{„OFF”} = \int_0^5 \frac{1}{y} + \int_5^{28,8} \left(1 + \left(\frac{y-5}{10}\right)^2\right)^{-1} / y;$$

$$\text{„ON”} = \int_{15}^{28,8} \left(1 + \left(\frac{y-15}{10}\right)^{-2}\right)^{-1} / y$$

У загальному вигляді можливі ситуації, що пов'язані з ідентифікацією сигналів залізничної автоматики можна звести до декількох найбільш характерних прикладів:

- поява сигналу (включення);
- зникнення сигналу (виключення);
- зміна параметрів сигналу.

Зокрема під зміною параметрів сигналу можна розуміти такі логічні поняття:

- визначення конкретного значення з декількох;
- визначення розкиду значень (min, max, оптимальне).

Можливі і інші лінгвістичні змінні в залежності від специфіки роботи та конструкції того, чи іншого обладнання.

Результат ідентифікації визначених понять в значній мірі залежать від обраної функції належності. Так, для перших двох ситуацій може бути обрана функція класу S[1-4] (рисунок 2)

$$S(x, a, b, c) = \begin{cases} 0 & \text{для } x \leq a, \\ 2\left(\frac{x-a}{c-a}\right)^2 & \text{для } a \leq x \leq b, \\ 1 - 2\left(\frac{x-c}{c-a}\right)^2 & \text{для } b \leq x \leq c, \\ 1 & \text{для } x \geq c, \end{cases}$$

де a, b, c – значення сигналу x ; в точці $x=b=(a+c)/2$ вона дорівнює 0,5.

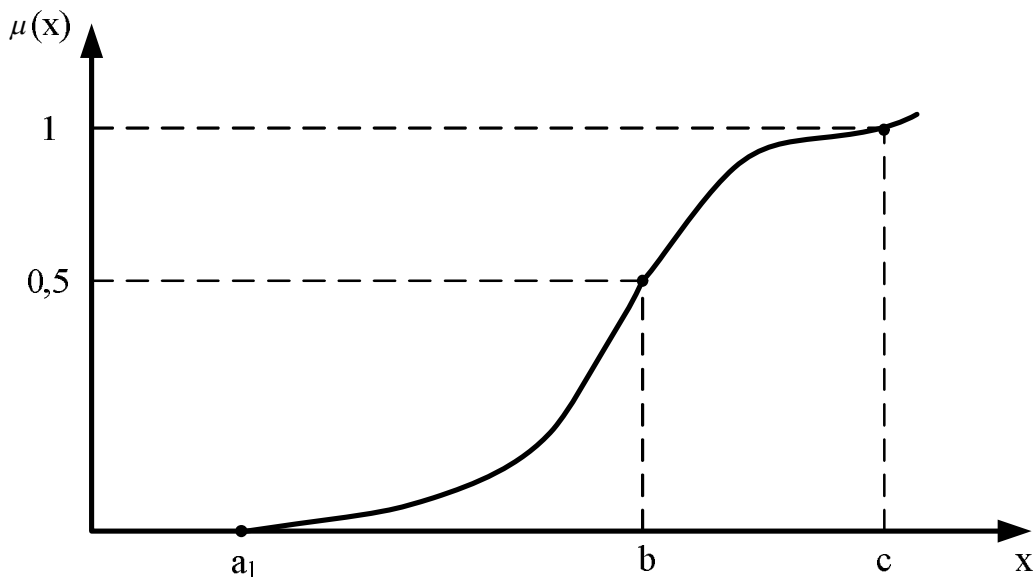


Рис. 2. Функція належності класу S

При вирішенні завдань вибору одного значення з декількох, доцільно використовувати функцію класу π (рисунок 3).

Функція належності класу π виражається через функцію S

$$\pi(x, b, c) = \begin{cases} S(x, c-b, c-b/2, c) & \text{для } x \leq c, \\ 1 - S(x, c, c+b/2, c+b) & \text{для } x \geq c. \end{cases}$$

У точках $x \geq c+b$ та $x \leq c-b$ вона приймає нульові значення, а при $x=c \pm b/2$ дорівнює 0,5.

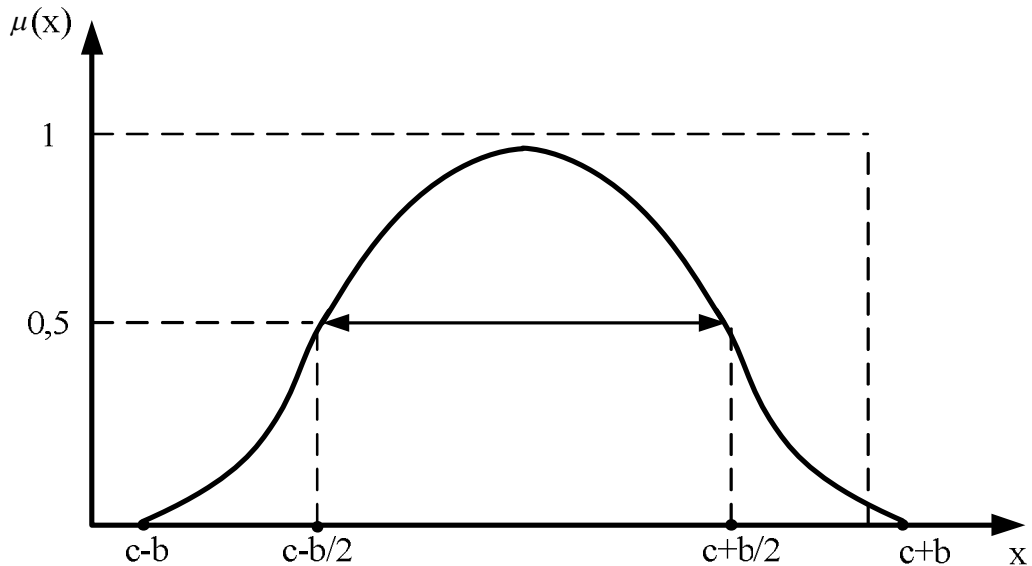


Рис. 3. Вигляд функції належності класу π

Для визначення окремих значень параметрів сигналу (наприклад „мінімальне значення напруги живлення”, „номінальне” та „максимальне”) можна використовувати більш складні логічні конструкції. У даному випадку маємо діапазон $[0, x_{\max}]$, де $x_{\max} = v_{\max}$ з множниками А – „мінімальне”, В – „оптимальне”, С – „максимальне значення”. Відповідно функції належності: для множини А – клас L, для множини В – клас t, і для множини С – клас γ (рисунок 4).

Функція класу L:

$$L(x, a, b) = \begin{cases} 1 & \text{для } x \leq a, \\ \frac{b-x}{b-a} & \text{для } a \leq x \leq b, \\ 0 & \text{для } x \geq b, \end{cases}$$

де a та b – точки, у яких функція $\mu(x)$ відповідно дорівнює 1 та 0.

Функція належності класу t часто є альтернативною π

$$t(x, a, b, c) = \begin{cases} 0 & \text{для } x \leq a, \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{для } a \leq x \leq b, \\ \frac{c-x}{c-b} & \text{для } b \leq x \leq c, \\ 0 & \text{для } x \geq c. \end{cases}$$

Функція класу γ :

$$\gamma(x, a, b) = \begin{cases} 0 & \text{для } x \leq a, \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{для } a \leq x \leq b, \\ 1 & \text{для } x \geq b, \end{cases}$$

де a та b – точки, у яких вона приймає значення 0 та 1 відповідно.

Відповідно до наведених викладень можуть бути визначені й інші параметри електричних та інших сигналів і їх значень.

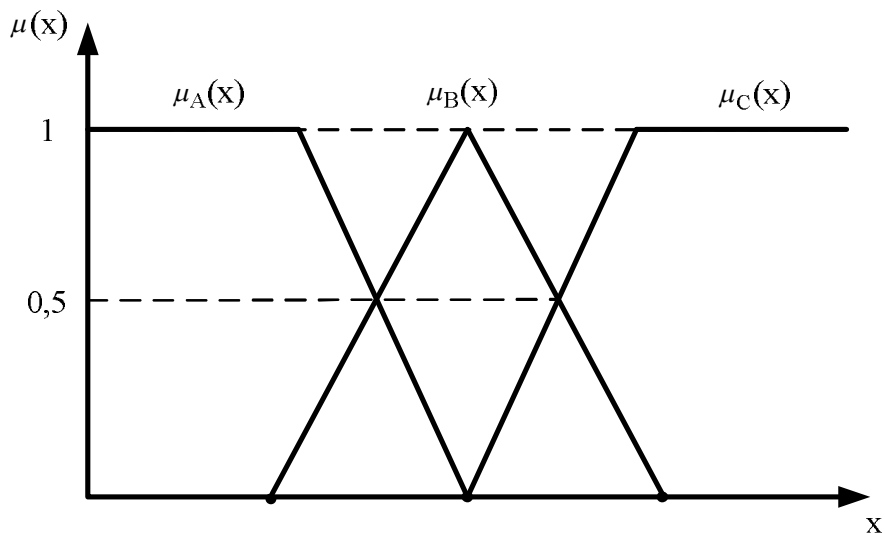


Рис. 4. Функція належності для вираження значень сигналу

Висновки

Запропонований підхід дозволяє спростити процедуру ідентифікації сигналів автоматизованих систем керування на залізничному транспорті. Отримані результати можуть бути застосовані і для систем керування та контролю в промисловості та інших сферах діяльності. Подальшим розвитком цього напрямку є формулювання більш складних правил, які описують взаємодію сигналів.

Список літератури:

1. Заде Л.А. Контуры нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений[Текст]: Учебник / Л.А. Заде. – G.: IEEE Trans. Syst., Man, Cybernet., vol. SMC, 1973. – 244с.
2. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение для принятия приближенных решений[Текст]: Учебник / Л.А. Заде. –М.: Мир, 1976. - 165с.
3. Беллман Р. Принятие решений в расплывчатых условиях[Текст] Р. Беллман, Л.Заде // Вопросы анализа и процедуры принятия решений: Сб. статей / Пер. с англ., Под ред. И.Ф. Шахнова. - М., 1976.– С. 172 – 215.
4. Борисов А.Н. Обработка нечёткой информации в системах принятия

решений [Текст]: Учебник / А. Н. Борисов, А. В. Алексеев, Г. В. Меркурьева [и др.]. - М.: Радио и связь, 1989. - 305с.

5. Борисов А. Н. Принятие решений на основе нечётких моделей: Примеры использования[Текст]: Учебник / А. Н. Борисов. – Рига: Зинатне, 1990. – 184с.

6. Орловский С. А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации[Текст]: Учебник / С. А. Орловский. - М.: Наука, 1981. - 206с.

7. Кофман А. Введение в теорию нечётких множеств[Текст]: Учебник / А. Кофман. - М.: Радио и связь, 1982. - 432с.

8. Мойсеенко В.И. Использование нейронных сетей для моделирования в системах диспетчерской централизации [Текст] / В.И. Мойсеенко, М.Н. Чепцов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті: Харків: УкрДАЗТ. - 1999.–Вип.3.–С.38–42.

9. Мойсеенко В.И. Ранжирование опасностей с нечеткими зонами межранговых переходов [Текст] / В.И. Мойсеенко, В.М. Бутенко Збірник наукових праць ДонУЗТ. – Донецьк: ДонУЗТ. - 2008. – Вип.14. – С.64 – 73.

Spysok literatury:

1. Zadeh L.A. Outline a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes[Text]: Textbook / L.A. Zadeh. – G.: IEEE Trans. Syst., Man, Cyber., vol. SMC, 1973. – 244s.
2. Zadeh L.A. the Concept of a linguistic variable and its application to the adoption of approximate solutions[Text]: Textbook / L.A. Zadeh. - M: Mir, 1976. - 165s.
3. Bellman R. Decision making in vague terms[Text] P. Bellman, L.A. Zadeh // Questions of analysis and decision-making procedures: Sat. articles / TRANS. from English., Edited by IVAN Sakhnova. - M, 1976. - S. 172 - 215.
4. Borisov A. N. Processing of fuzzy information in the decision-making systems [Text]: Textbook / A. N. Borisov, A. C. Alexeev, G. C. Merkurjeva [and others]. - M: Radio and communication, 1989. - 305 s.
5. Borisov A. N. Decision making based on fuzzy models: [Text]: Textbook / A. N. Borisov. - Riga: zinatne, 1990. - 184s.
6. Orlov S. A. Problems of decision making in fuzzy initial information[Text]: Textbook / S. A. Orlov. - M: Nauka, 1981. - 206s.
7. Kofman A. introduction to the theory of fuzzy sets[Text]: Textbook / A. Kofman. - M: Radio and communication, 1982. - 432s.
8. Moiseyenko V.I. Use of neural networks to model the centralized traffic control systems [Text] / V.I. Moiseyenko, M.N. Cheptsov // Informacio-Kerouac systems on salanieta transport: Kharkiv: Ukrast. - 1999. - VIP.3. – S. 38-42.
9. Moiseyenko V.I. ranking of the hazards from the fuzzy areas mairamovich

transitions [Text] / V.I. Moiseyenko, V.M. Butenko. Coll scientific proceedings of Donut. - Donetsk: Donut. - 2008. - VIP.14. - S.64 - 73.

Анотації:

В роботі розглянуті питання ідентифікації параметрів сигналів залізничної автоматика на основі нечіткої логіки. Встановлені лінгвістичні змінні, які характеризують основні ситуації, що відбуваються в процесі контролю тих, чи інших параметрів сигналу. Запропонований підхід дозволяє достатньо просто ідентифікувати різні види сигналів та їх можливі зміни.

Ключові слова: системи залізничної автоматика, булева логіка, алгоритм роботи модуля.

В статье рассматриваются вопросы идентификации параметров сигналов устройств железнодорожной автоматика на основе нечеткой логики. Установлены лингвистические переменные, которые характеризуют основные ситуации, возникающие в процессе контроля входных сигналов систем управления.

Определены нечеткие множества, характеризующие изменения сигналов и их функции принадлежности. Предложенный подход позволяет существенно упростить процесс идентификации сигналов систем управления.

Ключевые слова: системы железнодорожной автоматика, булева логика, алгоритм работы модуля.

The article considers the questions of identification of signal parameters of devices of railway automatics on the basis of fuzzy logic. Installed linguistic variables, which characterize the basic situation arising in the process of controlling the input signals control systems.

Defined by fuzzy sets, which characterize change of signals and their function facilities. The proposed approach allows to simplify the process of identification signals control. systems.

Keywords: systems of railway automatics, Boolean logic, algorithm robots module.