

Одним з оперативних завдань, яке постає перед диспетчерським апаратом є ритмічне та рівномірне просування поїздів по напрямках. З цією метою диспетчери на основі свого досвіду разом з машиністами локомотивів розробляють та постійно моніторять стратегію просування поїздів по залізничних дільницях. Такий підхід дуже енерговитратний з точки зору використання людських ресурсів із-за високого нервового напруження. Разом із цим у результаті помилок виникають непродуктивні простой на залізничних станціях та в певних випадках суттєве зменшення дільничної швидкості.

У якості розв'язання такого становища пропнується застосування контролюючого продукційного правила, яке у базі даних автоматизованого комплексу може бути представленим у вигляді предикату колізії  $\beta_{re}(p_i, p_j, t_n)$ , який в свою чергу на початковому етапі буде мати вигляд:

$$\beta_{re}(p_i, p_j, t_n) \Leftrightarrow (p_i \chi_s p_j) \tau_{(g)}(t_{n-1}) \& (p_j \chi_s p_i) \tau_{(g)}(t_{n+1}),$$

де  $\beta_{re}$  - предикат колізії початкової поїзної ситуації на перегоні;

$p_i, p_j$  - два поїзда, що знаходяться на одному перегоні і прямують один за одним;

$\tau_{(g)}(t_{n-1}), \tau_{(g)}(t_{n+1})$  - моменти часу, що розмежують поїзди при їзді на зелений вогонь, тобто з розмеженням, що найменш трьома блок-дільницями.

Подальші модифікації даного виразу дозволять в реальному режимі часу адекватно відтворювати та корегувати поїзний стан на дільниці. Подальші дослідження будуть спрямовані саме на пошук адекватних варіантів реалізації штучного інтелекту, який стане суттєвою підтримкою оперативному диспетчерському апарату регіональних філій.

[1] Довідник основних показників роботи регіональних філій АТ «Українська залізниця» (2005-2020рр.). - К.: 2021р. - 41с.

[2] Lavrukhin O., Kovalov A., Schevcenko V., Kyman A., Kulova D. Creating a complex criterion for accident consequence assessment in connection with the carriage of dangerous goods by rail // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. Vol. 2, Issue 3 (98). P. 25-31.

**УДК 004.8**

## **НЕЧІТКА МОДЕЛЬ КЕРУВАННЯ ФАКТИЧНИМ СТАНОМ НА ОСНОВІ ЛОГІСТИЧНОЇ РЕГРЕСІЇ**

### **A FUZZY MODEL OF ACTUAL STATE MANAGEMENT BASED ON LOGISTIC REGRESSION**

*Лазарєва Н.М., Лазарєв О.В.*

*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

На сучасному етапі головним принципом обслуговування є не підтримка бездоганного стану об'єкту, а недопущення відхилення параметрів обладнання до критичних значень, що призводять до порушень функціонування об'єкта або системи. В цьому плані максимально ефективним є інтелектуальне прогнозування стану, засноване на діагностиці та контролі параметрів об'єкту та їх відхилень від нормованого значення з метою прогнозування передаварійних станів.

Завдання полягає у навчанні класифікатора станів, який приймає на вході інформацію про параметри об'єкта та середовища, представлене вектором ознак  $X$  і передбачення ймовірності досягнення передаварійного стану, що характеризується значенням  $y$ .

Щоб перетворити значення з датчиків у вхідний вектор  $X$ , використовується вектор вимірюваних ознак розміром  $n_x$ .

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix}; X \in R^n$$

Нехай поточний вектор ознак  $X$  відповідає стану, який ми хочемо розпізнати. Потрібен алгоритм, що обчислить передбачення  $\hat{y}$ , що є розрахунковим значенням вихідної змінної  $y$ . Формально  $\hat{y}$  визначає ймовірність  $y=1$  при заданому векторі ознак на вході:  $\hat{y} = P(y=1|x)$ , тобто ймовірність передаварійного стану об'єкта контролю.

Маючи вхідний вектор  $X$  визначаємо  $\hat{y}$  як функцію від вхідного вектора. В разі лінійної функції  $y(x) = f(w^T x + b)$ , параметри логістичної регресії:  $X \in R^n$ ,  $w \in R^n$ ,  $b \in R$ .

Для отримання результату ймовірності у проміжку  $[0;1]$ , застосовуємо сигмоїду – нелінійну монотонну S-подібну функцію  $f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} = \frac{e^x}{e^x+1}$ , зображену на рис.1.

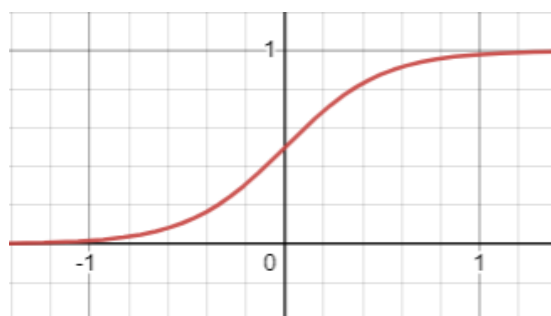


Рис.1 Сигмоїдальна функція

$$\text{Тоді } \hat{y} = y(w^T x + b) = \frac{1}{1+e^{-(w^T x+b)}}.$$

Завдання полягає у визначенні таких параметрів  $w$  і  $b$ , при яких  $\hat{y}$  буде якомога точніше визначати ймовірність  $y = 1$ , тобто передбачати передаварійний стан контрольованого об'єкта.

Вважаючи, що відомі експериментальні дані залежності  $Y$  від  $X$  у вигляді пар  $(X_r, Y_r)$ ,  $r = 1, m$ , де  $X_r = (x_{r_1}, x_{r_2}, \dots, x_{r_n})$  – вхідний вектор в парі навчаючої вибірки,  $Y_r = (y_{r_1}, y_{r_2}, \dots, y_{r_n})$  – відповідний вихідний вектор.

Для реалізації навчання нейронної мережі одиничний тренувальний зразок представляється парою  $(X, y)$ , де  $X \in R^{n_x}$ ,  $y = \{0, 1, \dots, k\}$ . Отримуємо матрицю ознак  $M_x$  розміром  $n_x \times m$ :

$$M_x = \begin{bmatrix} X^{(1)} & X^{(2)} & \dots & X^{(m)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1^{(1)} & x_1^{(2)} & \dots & x_1^{(m)} \\ x_2^{(1)} & x_2^{(2)} & \dots & x_2^{(m)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n^{(1)} & x_n^{(2)} & \dots & x_n^{(m)} \end{bmatrix}; M_x \in R^{n_x \times m}$$

Значення еталонного керуючого сигналу записані у вигляді матриці  $Y = [y_1 \ y_2 \ \dots \ y_n]$ ;  $Y \in R^{1 \times m}$ .

Маючи  $m$  тренувальних зразків, тренувальний набір запишеться як  $\{(X^{(1)}, y^{(1)}), (X^{(2)}, y^{(2)}), \dots, (X^{(m)}, y^{(m)})\}$

Достовірна оцінка фактичного стану контрольованого об'єкта, що визначає експлуатаційний ресурс обладнання, сприяє забезпеченню збільшення строків експлуатації та мінімізації ризиків.

[1] Рутковская Д., Пилинський М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. Пер. с польск. И.Д. Рудинского. – М: Горячая линия – Телеком, 2006. 452 с.

[2] Логістична регресія [https://uk.wikipedia.org/wiki/Логістична\\_регресія](https://uk.wikipedia.org/wiki/Логістична_регресія)

[3] Лазарева Н.М., Лазарев О.В., Принципи навчання при нейронечіткому керуванні фактичним станом об'єкта. „Інформаційнокеруючі системи на залізничному транспорті” 35-а міжнародна науково-практична конференція листопад 2022р. Україна Тези стендових доповідей та виступів учасників конференції / ІКСЗТ, 2022 №3 (додаток). С. 59-60.

**УДК 656.072**

## **МЕТОДИКА МОДЕЛЮВАННЯ МІСТКОСТЕЙ ЗУПИНОЧНИХ ПУНКТІВ З ВІДПРАВЛЕННЯ ТА ПРИБУТТЯ ПАСАЖИРІВ**

## **METHOD OF SIMULATING CAPACITIES OF PASSENGER ARRIVAL AND DEPARTURE POINTS**

*Канд. техн. наук., доцент Є.В. Любий, студентка К.А. Литвиненко  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

*Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof. E.V. Liubiy, student K.A. Litvinenko  
Kharkiv National Automobile and Highway University*