

УДК 621.876.113

Яковлєв Дмитрій Андрійович, магістрант

Кафедра автоматизації управління електротехнічними комплексами

## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ НА БАЗІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ЛІФТА

В статті розглядається використання нейронних мереж в управлінні ліфтом для покращення енергоефективності та зменшення часу очікування.

The article considers the use of neural networks in elevator control to improve energy efficiency and reduce waiting time.

Ключові слова: *Інтелектуальні системи, прийняття рішень, ліфти.*

### Вступ

Всі існуючі сьогодні ліфти поділяються на три категорії :

Пасажирські ліфти можуть бути встановлені в житлових будинках, будівлях громадського характеру або на заводах і фабриках. У ліфті такого типу можливе здійснення перевезень лише легкого вантажу через низьку вантажопідйомності. При цьому в них заборонено перевозити вибухонебезпечні і легкозаймисті речі.

Лікарняні ліфти розроблені для медичних установ, служать для підйому/спуску знаходяться на медичних транспортних засобах хворих та супроводжуючих їх лікарів. Відзначаються високими вимогами до плавності руху і точності зупинки.

На відміну від пасажирських, вантажні ліфти також підрозділяються на кілька категорій і бувають:

- звичайні вантажні ;
- вантажні з монорельсом. У цих ліфтах під стелею кабіни встановлюють балку, до якої підвішують вантажопідйомний пристрій ( таль , тельфер тощо);
- вижимні , в яких підйомна сила прикладена до низу кабіни;
- тротуарні, у яких кабіна виходить з шахти через розташований в її верхній частині люк. Ці ліфти застосовують на складах з великими підземними сховищами для спуску і підйому автомобілів з вантажем , на підземних автостоянках , в магазинах для переміщення вантажів з вулиці в підвал і т.д.;
- вантажні малі, призначені для підйому і спуску невеликих вантажів. Для виключення транспортування в них людей кабіну розраховують на перевезення вантажів масою не більше 250 кг , а її висота не повинна перевищувати 1250 мм;
- тротуарні використовуваними в шахтах і підземних спорудах;
- спеціальними, щорозробляються відповідно до визначених технологій.

**Мета і завдання:** наближення часу очікування ліфта до мінімально можливого за рахунок прокладання оптимального маршруту доставки пасажирів.

### Опис методу зворотнього розповсюдження помилки

Позначимо множину входів мережі як  $X_1 \dots X_n$  , множина виходів -outputs . Пронумеруємо наскрізно всі вузли числами від 1 до N. Позначимо через вагу зв'язку, що з'єднує  $i$ -й і  $j$ -й вузли, вихід  $i$ -го вузла - $Q_i$  . Бажані результати мережі відомі — $t_k, k \in Outputs$

оскільки вони є даними для тренування ШНМ. Функція помилки, отримана за методом найменших квадратів, буде виглядати так:

$$E(\{w_{ij}\}) = \frac{1}{2} \sum_{k \in \text{Outputs}} (t_k - o_k)^2 \quad (1)$$

Суть стохастичного градієнтного спуску полягає в тому, що після кожного тестового прикладу, чи міні набору прикладів, вагові коефіцієнти мережі будуть незначним чином виправлятися. Таким чином буде реалізовано рух в багатовимірному просторі в сторону, протилежну до напрямку вектору градієнту. Зміна вагового коефіцієнту:

(2)

$$\Delta w_{ij} = -\eta \frac{dE}{dw_{ij}}, \text{ де } 0 < \eta < 1 \quad \text{—множник, що відповідає розміру кроку.} \quad (3)$$

$S_j = \sum_i w_{ij} x_i$  - сума входів j-того вузла. Тому

$$\frac{dE}{dw_{ij}} = \frac{dE}{dS_j} \frac{dS_j}{dw_{ij}} = x_i \frac{dE}{dS_j} \quad (4)$$

Отже,  $S_j$  впливає на загальну помилку тільки в рамках j-того вузла. Якщо функція активації нейронів являє собою експоненціальну сигмоїду:

$$\sigma(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}, \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \frac{dE}{dS_j} &= \frac{dE}{do_j} \frac{do_j}{dS_j} = \left( \frac{d}{do_j} \frac{1}{2} \sum_{k \in \text{Outputs}} (t_k - o_k)^2 \right) \left( \frac{d\sigma(S_j)}{dS_j} \right) \\ &= \left( \frac{1}{2} \frac{d}{do_j} (t_j - o_j)^2 \right) (o_j(1 - o_j)) = -o_j(1 - o_j)(t_j - o_j) \end{aligned} \quad (6)$$

Якщо ж у j-того вузла є виходи, то

$$\frac{dE}{dS_j} = \sum_{k \in \text{Children}(j)} \frac{dE}{dS_k} \frac{dS_k}{dS_j} \quad (7)$$

також:

$$\frac{dS_k}{dS_j} = \frac{dS_k}{do_j} \frac{do_j}{dS_j} = w_{ij} \frac{do_j}{dS_j} = w_{ij} o_j(1 - o_j) \quad (8)$$

### Матеріали та результати досліджень:

В результаті дослідження порівняльної характеристики запропонованої і стандартної схеми руху для випадкових запитів, можна отримати даний результат:

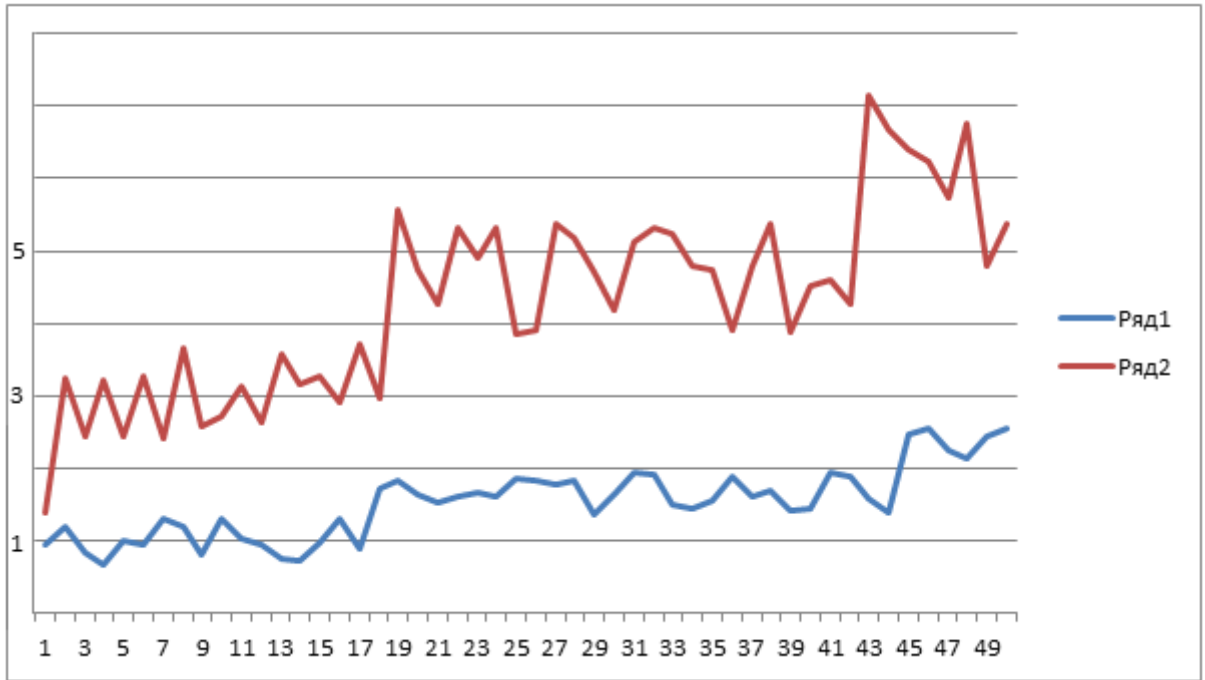


Рисунок 1 - При випадковому рухові пасажирів.

(Де по осі Y час очікування, а по осі X кількість викликів в масштабі 1 до 10, ряд 1 при стандартній схемі руху, ряд 2 при рекомендованій схемі руху)

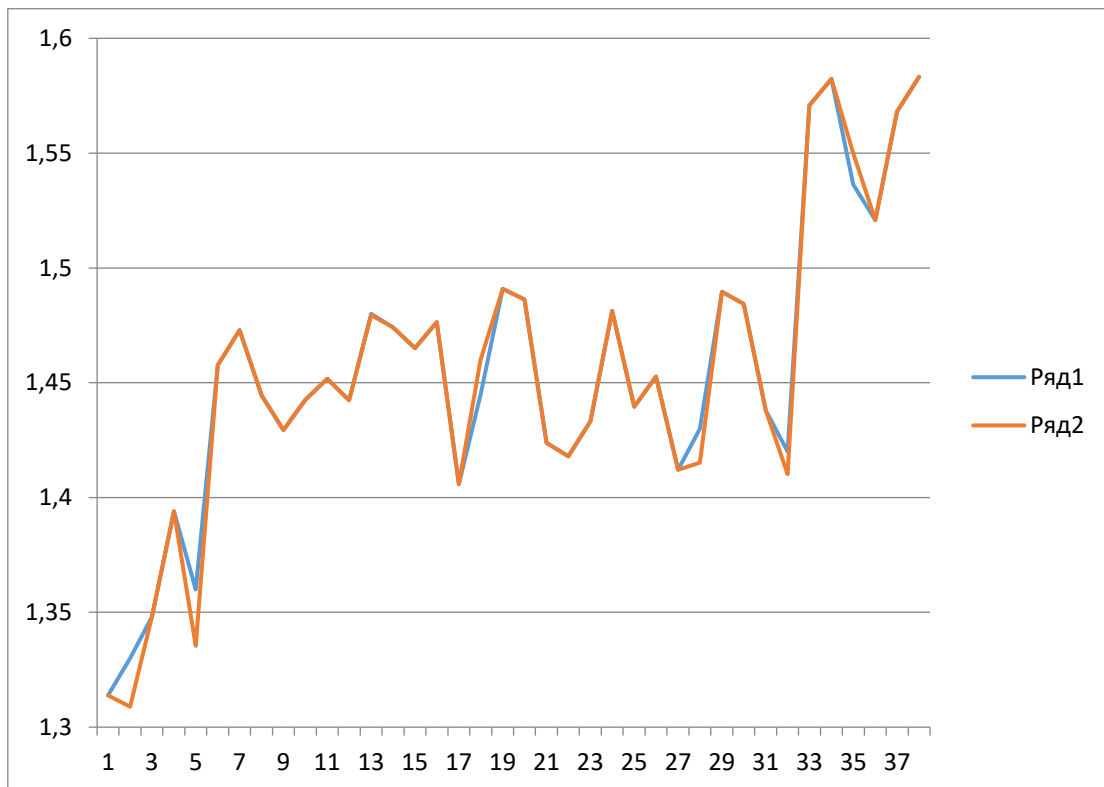


Рисунок 2 - При сталому рухові пасажирів.

## Висновок

З наведених вище результатів видно, що нейронна мережа може спрогнозувати найвірогідніші місця виклику, що призведе до значної економії енергії та підвищення задоволення очікування користувачів за рахунок скорочення часу очікування, допомагаючи гарантувати, що ліфт знаходиться в найбільш вірогідному місці, куди буде викликаний ліфт, до того, як особа навіть натисне на кнопку виклику, навчившись асоціювати час доби з конкретними місцями викликів. Отже, при наявності випадкового набору запитів, ефективність запропонованого алгоритму системи значно вища, ніж стандартна схема руху. А при наявності стабільних запитів результати стандартної і запропонованої системи руху майже однакові. В низьких житлових будинках система не ліквідна, із-за малої варіативності потоків руху пасажирів. Тому, дану систему управління доцільно використовувати в великих торговельних центрах та офісах, де вона зможе широко розкрити свій потенціал.

## Список використаної літератури

1. Ю. Ф. Голубев. Нейронные сети в мехатронике. //Фундаментальная и прикладная математика, том 11(2005), № 8, стр 81-103
2. Нейросетевые системы управления / Терехов В.А., Ефимов Д.В., Тюкин И.Ю. – Высш. шк. 2002. – 183 с.
3. Проект «Портал искусственного интеллекта» - електронна збірка новин і статей
4. Камышев А.Г. Грузовые и пассажирские лифты. Электрооборудование. М-Л. Госэнергоиздат. 1963 – 64 с.
5. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5031561/references#references>
6. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/672839>
7. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/28173>