

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ СИГНАЛЬНИМИ ПРИСТРОЯМИ РЕГУЛЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

А. В. Гавриленко

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: artem.havrylenko@nure.ua

Анотація: Роботу присвячено вивченню способів розрахунку інтервалів роботи дорожнього світлофора та реалізації визначення цих інтервалів за допомогою нейронної мережі. Визначено переваги такого способу знаходження інтервалів над математичними розрахунками.

Ключові слова: автоматизація, дорожній рух, транспорт, нейронна мережа.

A SIGNAL CONTROL SYSTEM FOR ROAD TRANSPORT BY THE NEURAL NETWORK

A. Havrylenko

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: artem.havrylenko@nure.ua

Annotation: The work is dedicated to studying approaches of calculating the intervals of traffic light signals and the implementation of the definition of these intervals with the help of a neural network. The advantages of such a way of finding intervals over mathematical calculations are determined.

Key words: automation, road traffic, transport, neural network.

В останні роки значного поширення здобули нейронні мережі. Нейронна мережа являє собою деяку математичну модель, її апаратне чи програмне втілення, що побудоване по принципу організації і функціонування біологічних нейронних мереж – мереж нервових клітин живого організму. Нейронні мережі не програмуються в звичному сенсі цього слова, вони навчаються. Можливість навчання – одна з головних переваг нейронних мереж перед традиційними алгоритмами. У випадку вдалого навчання мережа може повернути правильний результат на основі даних, які були відсутні в навчальній вибірці, а також неповних та/або частково спотворених даних. Поширення нейронних мереж обумовлене збільшенням потужності сучасних ЕОМ, що сприяє швидкому навчанню мережі.

До сфер застосування нейронних мереж можна віднести наступні:

- розпізнавання образів та класифікація;
- прийняття рішень та керування;
- кластеризація;
- прогнозування;
- апроксимація;
- стискання даних та асоціативна пам'ять;
- аналіз даних.

Існує 3 способи навчання нейронної мережі:

1. Навчання з вчителем (supervised learning) передбачає наявність повного набору розмічених даних для тренування моделі на всіх етапах її побудови.

2. Навчання без вчителя (unsupervised learning) характеризується наявністю у моделі набору даних та відсутністю явних вказівок, що з цими даними робити. Нейронна мережа

намагається самостійно знайти кореляції в них, виокремлюючи корисні ознаки і аналізуючи їх.

3. Навчання з підкріпленням (reinforcement learning) відрізняється від стандартного навчання з учителем тим, що пари правильних входів/виходів ніколи не представляються, а недостатньо оптимальні дії явно не виправляються. Крім того, є акцент на інтерактивній продуктивності, який включає знаходження балансу між дослідженням та використанням.

Засоби навчання можуть певним чином поєднуватись [1].

Узагальнена математична модель нейрона виглядає наступним чином:

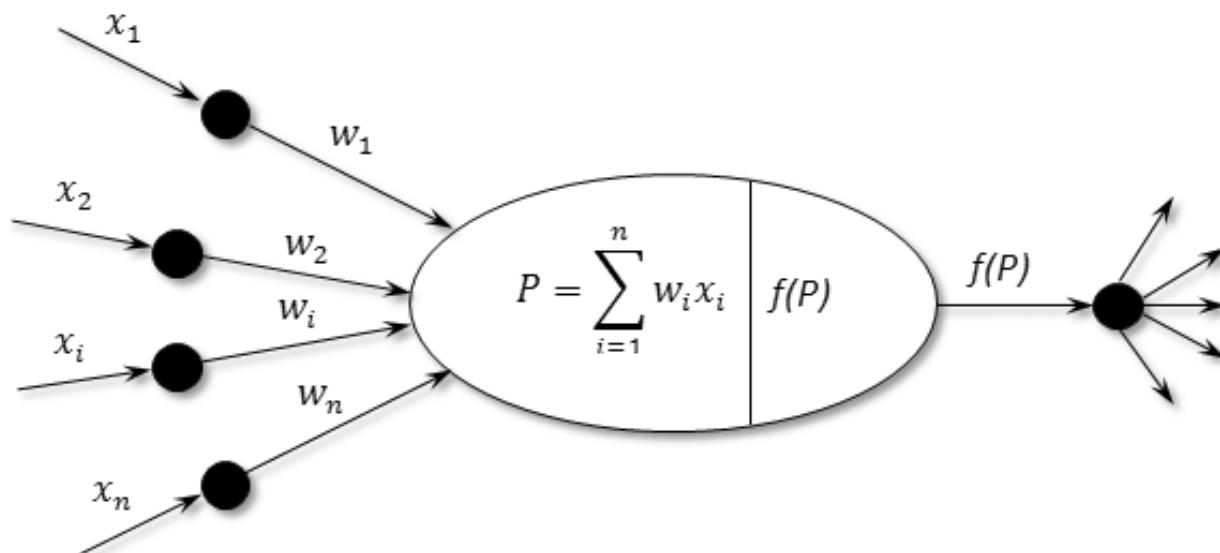


Рисунок 1 – Математична модель нейрона

- вхідні сигнали x_i – дані, що надходять з довкілля або від інших активних нейронів. Вхідні значення можуть бути дискретними з множин $[0, 1]$ чи $[-1, 1]$ або приймати будь-які дійсні значення;
- дійсні вагові коефіцієнти w_i – визначають силу зв'язку між нейронами;

$$P = \sum_{i=1}^n w_i x_i$$

- рівень активації (потенціал) нейрона ;
- функція активації $f(P)$ – призначена для розрахування вихідного значення сигналу, що передається іншим нейронам.

Штучна нейронна мережа складається з декількох шарів, в які групуються нейрони. Її можна представити наступним чином: на нейрони вхідного шару подаються виміряні і перетворені значення характеристик об'єкту (образу). Сигнали, що надійшли до нейронів вхідного шару, передаються на наступний шар (прихований чи вихідний) без перетворень (тобто до них не застосовуються функція активації). Приховані шари і вихідний шар, що відображають специфіку знань, перетворюють вхідні данні. Вихідний шар генерують скаляр (одне значення) або вектор (декілька значень), що є рішенням задачі [2].

Використання нейронної мережі для керування сигнальними пристроями регулювання дорожнього руху виправдане у зв'язку з тим, що прийняті методи математичного розрахунку можуть не враховувати деяких деталей дорожньої ділянки, що регулюється. Також, такі методи можуть застосовуватись у межах одного перехрестя, розгалуження тощо, тоді як нейронну мережу можна впровадити для дорожньої ділянки значно більшої і складної, що дозволить не лише оптимізувати транспортний трафік на одному світлофорі, а також синхронізувати роботу світлофорів, що знаходяться на якійсь відстані один від одного.

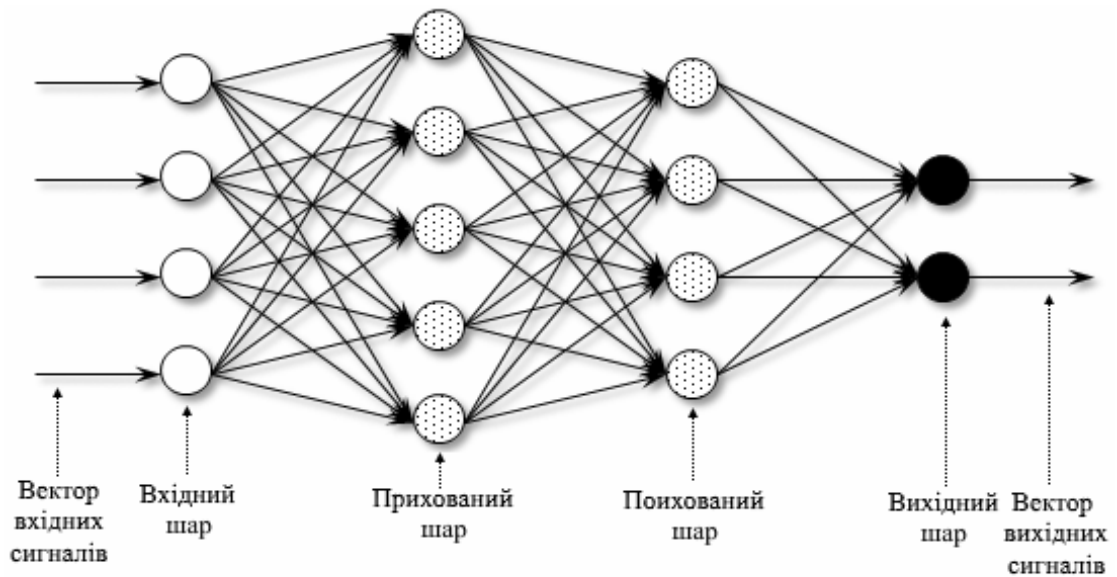


Рисунок 2 – Штучна нейронна мережа

Світлофорне регулювання є одним з ефективних методів підвищення безпеки дорожнього руху і регулювання транспортних і пішохідних потоків. Світлофорні об'єкти, що використовуються індивідуальні автоматичні перемикачі світлофорних сигналів і працюють в одному чи декількох жорстких режимах, проектують на перетини автомобільних доріг. При значному взаємному віддаленні світлофорних об'єктів один від одного такий спосіб регулювання дає хороші результати. Необхідними умовами для цього є обґрунтоване встановлення світлофора і оптимальне призначення режиму його роботи, залежно від об'ємів транспортного і пішохідного руху і планувальної характеристики пересічення автомобільних доріг.

Типи світлофорів, які використовують для керування транспортними потоками, вказані в ДСТУ 4092-2002. Вони поділяються на транспортні (маркування «Т») та пішохідні (маркування «П») (рис.3).

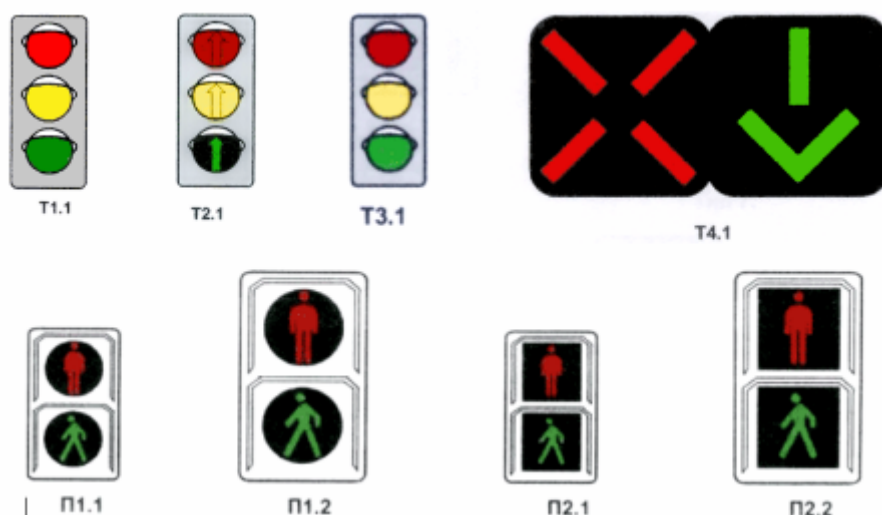


Рисунок 3 – Приклади світлофорів: транспортні – Т1.1, Т2.1, Т3.1, Т4.1; пішохідні – П1.1, П1.2, П2.1, П2.2

Система керування світлофорами за допомогою нейронної мережі враховує наступні умови:

1. Сигнали чергуються за наступною послідовністю: червоний – червоний з жовтим – зелений – жовтий – червоний.
2. Тривалість сигналу «червоний з жовтим» рекомендується налаштувати не більше 2 с, тривалість жовтого сигналу – 3 с. Якщо розрахована тривалість проміжного такту перевищує вказані величини, то тривалість червоного сигналу рекомендується збільшувати на час перевищення.
3. Допускається послідовність включення сигналів: червоний – зелений – жовтий – червоний, якщо світлофорний об'єкт не включено до системи координованого керування рухом.
4. В режимах роботи світлофорної сигналізації з використанням світлофорів Т.1, Т.3 (будь-якого типу), Т.2, Т.8 та Т.9 рекомендується передбачати миготіння зеленого сигналу протягом 3 с безпосередньо перед його виключенням з частотою 1 спал/с (допускається відхилення від вказаної частоти $\pm 10\%$), для світлофорів П.1 та П.2 такий режим є обов'язковим.
5. Для інформування водіїв і пішоходів про час, що залишився до закінчення горіння зеленого сигналу, допускається застосування цифрового табло.
6. На пішохідних переходах, якими регулярно користуються пішоходи зі слабким чи відсутнім зором, додатково до світлофорної сигналізації рекомендується застосовувати звукову сигналізацію, що працює в узгодженому режимі з пішохідними світлофорами.
7. А період зниження інтенсивності руху до значень менш за 50% для умов 1 та 2 світлофори Т.1, Т.2, Т.3 та Т.9 рекомендується переводити на режим миготіння жовтого сигналу. За умов забезпечення безпеки руху допускається залишати ці світлофори в режимі трьохколірної сигналізації впродовж доби.
8. Рекомендується, щоб всі світлофори, що встановлені на одному світлофорному об'єкті (окрім світлофорів Т.4), працювали у взаємоузгоджених режимах.
9. Рекомендується, щоб будь-який світлофорний об'єкт, що входить в систему координованого керування рухом, мав можливість працювати в індивідуальному (резервному) автоматичному режимі, незалежно від роботи інших світлофорних об'єктів.
10. Розрахунок режимів роботи світлофорного об'єкта (часу циклу, часу пофазних роз'їздів) рекомендується проводити для 3 програм для різних періодів доби (ранок, день, вечір) і визначати в ході вивчення умов руху на даній ділянці автомобільної дороги.
11. При наявності світлофорів П.1 та П.2 на перехрестях, що регулюються, не рекомендується використання часткового конфлікту в русі пішоходів та транспорту в схемах світлофорного регулювання [3].

Отже, впровадження нейронної мережі для розрахунків інтервалів роботи світлофорів може бути цілком виправдане, адже при достатньо детальному моделюванні ділянки дорожнього руху на результат можуть впливати фактори, що не враховуються або якими нехтують для простоти розрахунків. Також можна застосовувати нейронну мережу одразу для великих ділянок дороги, що включає декілька ділянок з регулюванням світлофорами. Це дозволить синхронізувати значну кількість транспортних розв'язок, що може оптимізувати дорожній трафік.

ЛІТЕРАТУРА

1. Обучение нейросети с учителем, без учителя, с подкреплением – в чем отличие? Какой алгоритм лучше? [Електронний ресурс] // URL: <https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/obuchenie-s-uchitelem-bez-uchitelja-s-podkrepleniem/> (дата звернення: 02.07.2019).
2. Искусственные нейронные сети [Електронний ресурс] // URL: <https://sites.google.com/site/anisimovkhv/learning/iis/lecture/tema16> (дата звернення: 02.07.2019).

3. Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах [Электронный ресурс] // URL: http://rodosnpp.ru/media/rodos/normative_base/nt_dejstv/odm/_218.6.003-2011.pdf (дата звернення: 02.07.2019).

Науковий керівник: Сезонова Ірина Костянтинівна, к.т.н., професор кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки

УДК 621.315

ДОСЛІДЖЕННЯ МІНІАТЮРНИХ ЛІНІЙНИХ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ

А. В. Кухір, В. М. Пилипенко, С.С. Шостенко

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр.Науки 14

E-mail: anna.kuhir@nure.ua

Анотація: У статті розглянуті мініатюрні лінійні п'єзоелектричні двигуни. Приведені сфери використання п'єзодвигуна та прилади, які можуть бути створені на його основі. В ході роботи перелічені головні переваги двигуна та недоліки, які запропоновано вирішити зміною матеріалу одного з головних елементів приладу, а саме використовувати під час виготовлення ходового гвинта замість сталі сплав з магнію і наночастинок.

Ключові слова: двигуни, п'єзоелектричні двигуни, ходовий гвинт, сплав з магнію і наночастинок.

RESEARCH OF MINIATURE LINEAR PIEZOELECTRIC MOTORS

A. Kuhir, V. Pilipenko, S. Shostenko

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Naauky av.,14

Email: anna.kuhir@nure.ua, vladyslava.pylypenko@nure.ua, svitlana.shostenko@nure.ua

Anotations: Miniature linear piezoelectric motors are considered in the article. The scope of the piezoelectric motor and the devices that can be created on its basis are given. During the work the main advantages of the engine and the disadvantages that are proposed to be solved by changing the material of one of the main elements of the device, namely to use in the manufacture of a driving screw instead of steel alloy of magnesium and nanoparticles, are listed.

Key words: motors, piezoelectric motors, running screw, magnesium alloy and nanoparticles.

П'єзоелектричний двигун або п'єзомотор – це тип електродвигуна, заснований на зміні форми п'єзоелектричного матеріалу при додатку електричного поля. П'єзоелектричні двигуни використовують зворотний п'єзоелектричний ефект п'єзоелектричних датчиків, в яких деформація або вібрація п'єзоелектричного матеріалу викликає електричний заряд.

П'єзоелектричний двигун може бути виконаний як з п'єземагнітних, так і з п'єзоелектричних матеріалів. Однак найбільш ефективними в даний час є п'єзоелектричні, а не п'єземагнітні двигуни. П'єзоелектричний ефект спостерігається в анізотропних діелектриках, переважно в кристалах деяких речовин, що володіють певною, досить низькою симетрією. П'єзоэффектом можуть володіти кристали, що не мають центру симетрії, а мають