

УДК 004.89

DOI: 10.31673/2412-9070.2021.051618

А. І. ГОРЕЛОВ, магістр;

Н. А. ТРИНТИНА, канд. техн. наук, доцент;

О. В. НЕГОДЕНКО, канд. техн. наук, доцент;

О. В. КИТУРА, аспірант,

Державний університет телекомунікацій, Київ

## ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ СИСТЕМИ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ» ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ

*Останнім часом штучний інтелект заволодів чималою низкою вирішень, що допомагають нам у повсякденному житті. Сьогодні системи «Розумного будинку» посіли значуще місце серед розробок у сфері інформаційних технологій. Проте величезні обсяги даних, що генеруються в них, та різноманітність форматів цих даних не дають змоги створити універсальний механізм для їхнього продуктивного оброблення. Тому інтеграція нейронних мереж, що найкраще підходить для розв'язання окремих задач, забезпечить нас високими показниками ефективності систем «Розумного будинку» з мінімально допустимими похибками прийнятих рішень.*

*Рік у рік зростає інтерес до вирішення все більш складних завдань розпізнавання об'єктів через потреби в автоматизації формованого спілкування в інтелектуальних системах. Тому вдосконалення реалізації розпізнавання комп'ютерними системами зображення є актуальним. Для розв'язання цієї задачі запропоновано використання штучних нейронних мереж і нейрокомп'ютерів як найбільш прогресивних щодо проблем класифікації завдань на розпізнавання образів. Нині пропонується велика кількість архітектур нейронних мереж для застосування під час розпізнавання об'єктів. Проте аналіз із запропонованих вирішень показує, що досі немає такої моделі, яка б була найкращою серед усіх отриманих параметрів продуктивності. Перспективи покращення архітектури вбачаються у згорткових нейронних мережах.*

**Ключові слова:** штучний інтелект; нейронна мережа; «розумний будинок»; оптимальний.

### Вступ

Розумний будинок — це система вирішень, що в автоматичному режимі відслідковують та контролюють низку заданих параметрів в оселі. До них належать: автоматизоване опалення, автоматична активація тих чи тих давачів, контроль освітлення, активація та деактивація розеток (залежно від їх використання), автоматичний контроль сигналізаційних систем.

Завдяки науково-технічному прогресу з'явився спосіб досягти максимального ефекту у сфері побудови систем асистування за допомогою нейронних мереж.

*Об'єкт дослідження* — методи та засоби розпізнавання об'єктів за допомогою нейронних мереж, інтегрованих у системи «Розумного будинку».

*Предмет дослідження* — аналіз різних нейронних мереж, які дають змогу розпізнавати об'єкти, їхні переваги та недоліки.

*Мета статті* — підвищення ефективності функціонування систем «Розумного будинку» на основі нейронних мереж.

### Основна частина

У наукових дослідженнях [1; 2] описано процес інтеграції алгоритмів машинного навчання в системи «Розумного будинку». Ці алгоритми використовують для адаптації налаштувань згідно з уподобаннями користувачів та низки зовнішніх факторів. Система Netatmo [3] дає системі функціонал розпізнавання облич, тому «розумний будинок» з легкістю ідентифікує неавторизованих

осіб. Популярні системи Amazon Echo [4] і Google Home [5] дають змогу керувати сторонніми приладами за допомогою голосових команд. Особливістю наведених продуктів є те, що вони взаємодіють з обмеженою кількістю приладів будинку, тому розроблення комплексного вирішення керування «розумним будинком» із використанням алгоритмів машинного навчання сьогодні є доволі актуальним завданням. Система Google Lens [6] дає змогу здійснювати розпізнавання не лише предметів, а й тварин і рослин. Даний алгоритм сканує фото та пропонує посилання на інформаційні портали, де йдеться про предмет на імпортованому зображенні. Сервіс Image Recognizer [7] уможливорює ідентифікацію об'єкта, зображеного на фото. Для цього потрібно лише відправити фото на аналіз. Далі система зрозуміє, що саме на фото та надасть інформацію про нього. Система Imagga [8] дає змогу не лише визначати об'єкти на фото, а й зараховувати їх до категорії після аналізу.

Порівняння деяких наявних вирішень наведено в таблиці.

Критерій порівняння	Google Lens	Image Recognizer	Imagga
Функціональність	+	+	+
Зручність використання	+	+	+
Можливість розширення функціоналу	-	-	-
Крос-платформність	-	-	+
Відкрите API	-	-	+

© А. І. Горелов, Н. А. Тринтина, О. В. Негоденко, О. В. Кітура, 2021

Отже, сучасні вирішення не відповідають вимогам для інтеграції в системи «Розумного будинку», адже функціонал жодного сервісу не можна програмно розширити. Лише один застосунок (Imagga) є крос-платформним. Для побудови майбутнього вирішення, яке можна буде інтегрувати в системи «Розумного будинку», слід здійснити аналіз наявних нейронних мереж та вибрати найбільш продуктивну відповідно до поставлених завдань.

Нейронна мережа (*Neural network, NN*) — це низка алгоритмів, які намагаються розпізнати основні взаємозв'язки в наборах даних за допомогою процесу, що імітує роботу людського мозку. Нейронні мережі є одним із найбільш часто використовуваних видів машинного навчання [9].

**Одношарові штучні нейронні мережі** — найпростіші мережі, що складаються з низки нейронів, які утворюють шар (layer) (рис. 1).

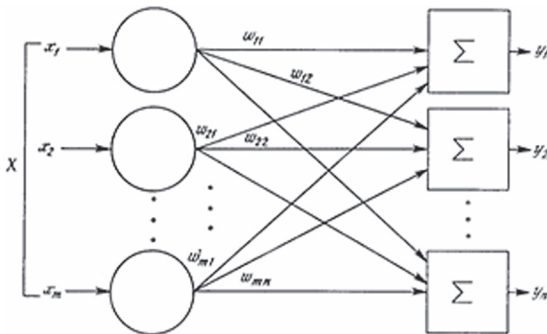


Рис. 1. Одношарова нейронна мережа

Кола, розташовані ліворуч, слугують лише для розподілу вхідних сигналів. Нейрони, що позначені квадратами, виконують певні обчислення відповідно до поставленої задачі. Кожен елемент із множини входів  $X$  сполучено з усіма нейронами;  $W$  — ваги всіх елементів матриці, яка має  $t$  рядків та  $n$  стовпців, де  $t$  — кількість входів,  $n$  — кількість нейронів [10].

**Багатошарові штучні нейронні мережі** — складніші та потужніші мережі, що мають великі обчислювальні можливості (рис. 2). Багатошарові мережі можуть бути побудовані з шарів, які становлять каскади. Входом одного шару може бути вихід іншого [11].

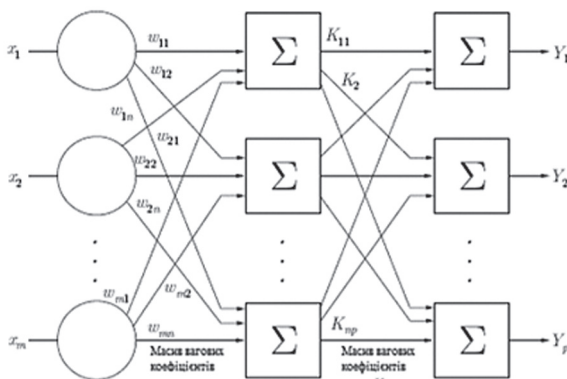


Рис. 2. Двошарова нейронна мережа

**Рекурентні нейронні мережі** — дуже популярні мережі (рис. 3). Усі задачі, пов'язані з послідовностями (текстові, голосові тощо), розв'язуються такими мережами.

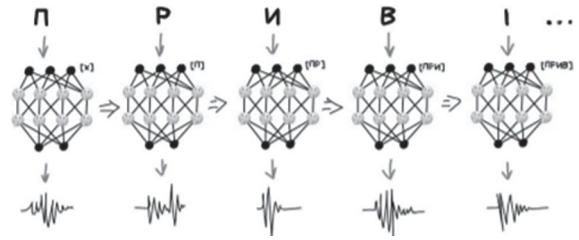


Рис. 3. Рекурентна нейронна мережа

Оскільки перцептрон не здатен запам'ятовувати те, що він генерував раніше, постає проблема з послідовністю. Щоразу, коли перцептрон завершує роботу, він забуває попередні обчислення. Отже, з'явилася ідея наділити пам'яттю кожен нейрон. Саме так з'явилися рекурентні нейронні мережі.

**Нейронні мережі прямого поширення** — дуже прості мережі. Вони передають інформацію від входу до виходу (рис. 4).

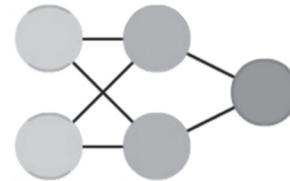


Рис. 4. Нейронна мережа прямого поширення

Найпростіша мережа складається з двох вхідних та одного вихідного нейрона і моделює логічний вентиль — базовий елемент, що виконує елементарну логічну операцію. Таку мережу навчають методом зворотного поширення помилки, подаючи на вхід пари вхідних і очікуваних вихідних даних [11].

**Згорткові нейронні мережі** — використовуються для оброблення зображень, у рідкісних випадках для аудіо та інших типів вхідних даних (рис. 5). Характерний спосіб застосування цієї мережі — класифікація зображень.

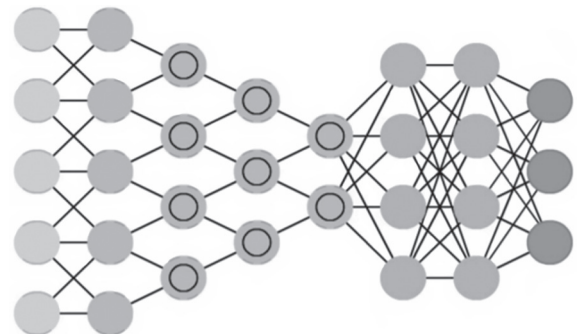


Рис. 5. Згорткова нейронна мережа

Під час подавання зображення мережа не будує шар із кількості вузлів, що відповідає кількості пікселів даного зображення. Замість цього мережа обчислює в 100 разів менший квадрат, починаючи з лівого верхнього кута зі зсувом у 1 піксель.

Потім ці дані передаються через згорткові шари, в яких вузли з'єднано тільки з сусідніми. Шари, зі свого боку, мають властивість стискатися зі збільшенням глибини, причому зменшуючись на будь-який дільник кількості вхідних даних (20 вузлів у наступному шарі перетворюються в 10, далі в наступному — 5) [12].

### Висновки

Інтеграція нейронних мереж у системи «Розумних будинків» значно підвищить їхню ефективність. Сучасний будинок можна зробити розумним за допомогою ретельно підібраних алгоритмів. Для цього необхідно осмислити завдання, проаналізувати безліч факторів та визначити потрібні методи, результати та максимально можливі варіанти, щоб реалізувати задумане. Стандартні методи, які не використовують нейронні мережі, ґрунтуються на строгому фіксованому наборі алгоритмів, які можуть бути непристосовані до різкої зміни умов експлуатації. Також вони не можуть «підлаштуватись» під конкретну ситуацію, що вийшла за межі їхніх алгоритмів. У нейронних мережах процес навчання (чи самонавчання) замінює процес традиційного програмування. Іноді це значною мірою заощаджує час розробника.

Отже, застосування нейронних мереж є досить потужним методом для розв'язання будь-яких задач. Після проведеного аналізу типів нейронних мереж для системи, яка має розпізнавати тварин на фото, потрібно використовувати згорткову нейронну мережу — систему, яку спеціально створено для визначення об'єктів на фото або зображеннях.

### Список використаної літератури

1. **Amit B., Surekha B.** *Smart Home System Design based on Artificial Neural Networks.*
2. **Tobias T.** *Design of a Prototype Neural Network for Smart Homes and Energy Efficiency.*
3. **Інтернет-джерело.** URL: <https://nest.com>
4. **Інтернет-джерело.** URL: <https://www.amazon.com>
5. **Інтернет-джерело.** URL: [https://store.google.com/us/product/google\\_home](https://store.google.com/us/product/google_home)
6. **Інтернет-джерело.** URL: <https://lens.google>
7. **Інтернет-джерело.** URL: <https://imagerecognize.com>
8. **Інтернет-джерело.** URL: <https://imagga.com>
9. **Інтернет-джерело.** URL: <https://www.investopedia.com/terms/n/neuralnetwork.asp>
10. **Rozenblatt F.** *Principles of Neurodynamics.*
11. **Rozenblatt F.** *The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain.*
12. **LeCun Y.** *Gradient-based learning applied to document recognition.*

А. І. Горелов, Н. А. Тринтина, О. В. Негоденко, О. В. Китура

### ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ СИСТЕМЫ УМНОГО ДОМА ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

В последнее время искусственный интеллект овладел немалым рядом решений, помогающих нам в повседневной жизни. На сегодняшний день системы Умного дома заняли значимое место среди разработок в сфере информационных технологий. Однако огромные объемы генерируемых в них данных и разнообразие форматов этих данных не позволяет создать универсальный механизм для их производительной обработки. Поэтому интеграция нейронных сетей, наиболее подходящая для решения отдельных задач, обеспечит нас высокими показателями эффективности систем Умного дома с минимально допустимыми погрешностями принятых решений. Из года в год возрастает энтузиазм к решению все более сложных задач распознавания объектов в связи с потребностями в автоматизации формируемого общения в интеллектуальных системах. Поэтому совершенствование реализации распознавания компьютерными системами изображения является актуальным. Для решения этой задачи предложено использование искусственных нейронных сетей и нейрокомпьютеров как наиболее прогрессивных проблем классификации задач на распознавание образов. В настоящее время предлагается большое количество архитектур нейронных сетей для применения при распознавании объектов. Однако анализ из предложенных решений показывает, что до сих пор нет такой модели, которая была бы лучшей из всех полученных параметров производительности. Перспективы улучшения архитектуры видны в сверточных нейронных сетях.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект; нейронная сеть; Умный дом; оптимальный.

A. Horelov, N. Trintina, O. Nehodenko, O. V. Kytura

### SELECTION OF THE OPTIMAL NEURAL NETWORK OF A SMART BUILDING SYSTEM FOR OBJECT RECOGNITION

Recently, artificial intelligence has captured a number of solutions that help us in everyday life. It will not surprise anyone now. It is in every modern smartphone and helps us to search, sort and process information faster. Today, smart home systems have taken a significant place among the developments in the field of information technology. The huge amount of data generated in them and the variety of formats of this data does not allow to create a universal mechanism for their productive processing. Therefore, the integration of neural networks, which is best suited for individual tasks, will provide us with high efficiency of smart home systems with minimal errors in decisions. Year by year, the interest in solving more complex tasks of object recognition is growing, due to automation needs for shaped communication processes in intelligent systems. Therefore, improving the implementation of the recognition of computer image systems is relevant. One of the promising directions for solving this problem is based on the use of artificial neural networks and neurocomputers as the most progressive in relation to the problems of classification of pattern recognition tasks. In our time, a large number of neural network architectures are proposed for application in the recognition of objects. The analysis of the proposed solutions shows that there is still no such model that would be the best among all the resulting performance parameters. Prospects for the improvement of architecture are seen in convolutional neural networks. The advantages of roller networks over multilayers are to use a common weight in the roller coasters, which means that for each pixel of the layer is used the same filter.

**Keywords:** artificial intelligence; neural network; smart house; optimal; image recognize.