

Паламарчук І.О.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Базака Ю.А.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ ДОМАШНІХ ТВАРИН ДЛЯ РОЗУМНОГО ДОМУ

Щороку зростає кількість об'єктів, для роботи яких потрібно вирішувати складні завдання за допомогою інтелектуальних систем. Це зумовлено тим, що є велика кількість завдань у різних сферах діяльності людини, наприклад, таких як: медицина, економіка, робототехніка, машинобудування тощо. Зважаючи на велику кількість галузей, у яких застосовують машинне навчання та нейронні мережі, можна сказати, що ці системи являють собою набір інструментів, що допомагає у вирішенні питань аналізу та обробки великих масивів даних, а також у вирішенні завдань підвищеної складності. У статті розкрито питання застосування нейронних мереж до завдання розпізнавання тварин та до завдання допуску їх усередину приміщень. А саме розглядаються такі питання:

- що являє собою біологічний нейрон;
- що являє собою штучний нейрон і чим він відрізняється від біологічного;
- що таке нейронна мережа і як вона працює;
- збір та аналіз тестових даних для навчання системи розпізнавання домашніх улюбленців на фото за допомогою використання машинного навчання та нейронних мереж, що показують високий коефіцієнт досягнення максимального результату;
- навчання цієї системи тестовими даними та створення тестової моделі;
- проведення повторного тестування системи різними тестовими моделями та готовими даними для того, щоб упевнитися у правильності визначення тварин, бо система може «завчити» правильні результати та після зміни вхідних даних результати визначення можуть стати незадовільними.

Ще одним із поставлених завдань є знаходження можливих помилок під час завантаження до системи некоректних даних. Загалом, стаття присвячена завданням розпізнавання та допуску до приміщення домашніх тварин у системах розумного дому з використанням технологій машинного навчання та нейронних мереж. Стаття також присвячена визначенню доцільності використання цих мереж.

Ключові слова: машинне навчання, нейронна мережа, розпізнавання, інтелектуальна система.

Постановка проблеми. Сьогодні багато людей використовує системи розумного дому. Ці системи використовуються для автоматизації процесів усередині будинків – від деактивації розеток у разі їх невикористання до ввімкнення освітлення під час відчинення вхідних дверей. Та всі ці елементи призначені суто для задоволення людських потреб, хоча більшість домовласників мають удома тварин, які теж мають потреби. Завдання полягає в допуску тварин до приміщень за допомогою інтелектуального розпізнавання та передачі даних на мобільний пристрій власника. Для вирішення цієї проблеми потрібно використати нейронні мережі для розпізнавання домашньої тварини, яка повертається додому, та за допомогою сервісу відправки повідомлень проінформувати власника про прибуття домашньої тварини.

Власник за допомогою сервісу управління розумним домом може відчинити спеціальний прохід і впустити домашню тварину.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Після проведення аналізу ринку систем розумного дому було виявлено, що сьогодні таких на ринку немає. Також було проведено аналіз систем із розпізнавання об'єктів, а саме – тварин. Таких систем є багато, та більшість із них використовуються у завданнях розпізнавання предметів побуту, покупок тощо. Система Google Lens, яка представлена компанією Google, дає змогу вирішувати завдання розпізнавання не тільки предметів, але й тварин і рослин. Ця система зазвичай використовується на мобільних пристроях для визначення предмета/об'єкта на фото: якщо це товар, система показує його ціну і пропонує перейти на сайт для

його купівлі. Якщо це тварина або рослина, виводить про них інформацію: що за рід, порода тощо. Також є інша система, яка створена спеціально для того, щоб слідкувати за дикими тваринами. Вона допомагає знаходити тварин, які вважалися вимерлими. Вона працює за допомогою встановлення декількох камер для нагляду за певною місцевістю. Ці камери підключено до нейронної системи, яка навчена на великій кількості тестових даних. Далі, ця система визначає, що на відео – тварина, після – її рід і породу. Та ця система із закритим кодом, що виключає можливість нею скористатися звичайним користувачем.

Постановка завдання. Система розпізнавання домашніх тварин для розумного дому буде складатися з додатка, який за допомогою нейронних мереж і машинного навчання оброблюватиме відео, а саме – кадри з нього, та визначатиме об'єкт, який зображений на цьому кадрі. Головне завдання цієї системи – розпізнавання домашньої тварини.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вперше про штучні нейронні мережі заговорили в 1940-х роках. Саме як науковий напрям теорія нейронних мереж була відображена в роботі Мак-Калока та Пітса в 1943 році [1]. У цій роботі стверджувалося, що майже кожен логічну або арифметичну функцію можна реалізувати за допомогою найпростішої нейронної мережі.

У 1949 році Дональд Гебб сформував закон, який став відправним пунктом для навчання нейронних мереж. Він припустив, що навчання, перш за все, полягає в зміні сили синаптичних зв'язків. Його теорія – типовий випадок самонавчання, де випробувана система навчається виконувати потрібне завдання без втручання експериментатора.

Френк Розенблат у 1957 році запропонував нейронну мережу, під назвою перцептрон. Він призначений для класифікації об'єктів. Під час навчання перцептрон отримував повідомлення від «учителя».

З появою високопродуктивних персональних комп'ютерів стало можливим моделювати нейронні мережі. У 80-х роках поступово сформувався міцний теоретичний фундамент, на основі якого сьогодні створюється більшість мереж.

У 2007 році Джефрі Гінтон створив алгоритми глибокого вивчення нейронних мереж. Під час навчання нижніх шарів мережі Гінтон використовував обмежену машину Больцмана, яка являє собою стохастичну рекурентну нейронну мережу. Після навчання мережі отриманий застосунок міг швидко виконувати поставлене завдання (наприклад, пошук облич на фото). Цю функцію вмонтовано у всі цифрові фотоапарати.

Майбутнє нейрокомп'ютерних технологій буде пов'язане з новими відкриттями в галузі нейронного моделювання: як тільки вдасться розгадати таємницю функціонування хоча б однієї ділянки мозку, відразу ж стане багато чого зрозуміло і про інші його ділянки.

Людський мозок та нервова система складаються з нейронів, що з'єднані між собою нервовими волокнами. За допомогою цих волокон передаються імпульси між нейронами. Все, що відбувається з організмом, наприклад процес мислення, – це взаємодія нейронів один з одним. Ось такий вигляд має будова біологічного нейрона (рис. 1).

Синапс – це таке утворення, яке має вплив на силу імпульсу, для забезпечення контакту між аксоном і дендритом.

Аксон – слугує для передачі імпульсу нейронами.

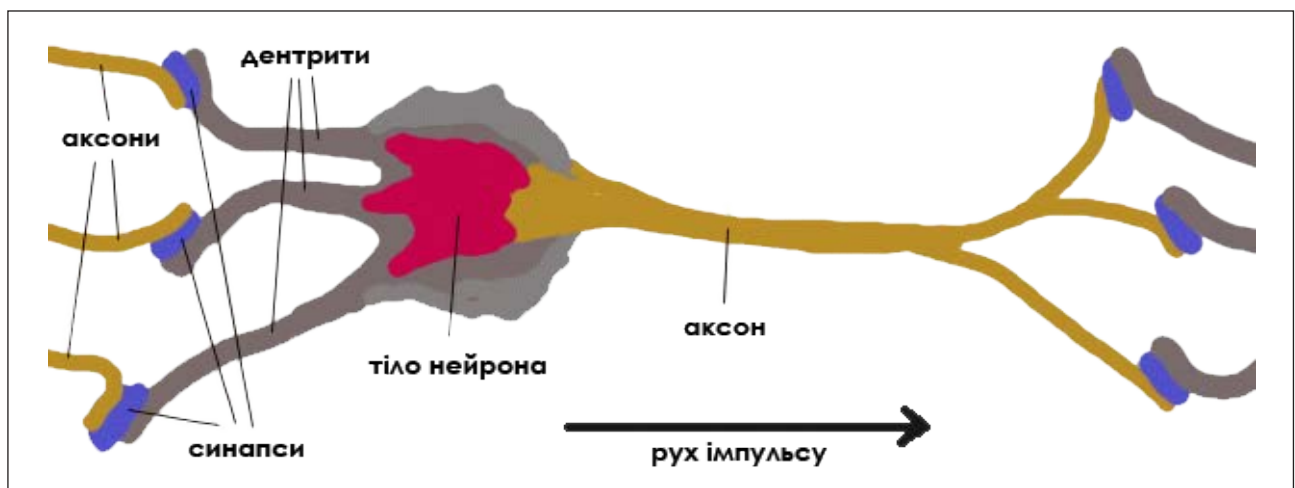


Рис. 1. Вигляд біологічного нейрона [3]

Дендрит – такий собі приймач імпульсів, які надходять від нейронів.

Нейрони ще можна назвати органічними перемикачами. Вони можуть змінювати тип переданих сигналів залежно від електричних або хімічних сигналів, які в них передаються. Нейронна мережа у людському мозку – величезна взаємопов’язана система нейронів, де сигнал, який передається одним нейроном, може передаватися в тисячі інших нейронів. Навчання відбувається через повторну активацію деяких нейронних з’єднань. Через це збільшується ймовірність виведення потрібного результату за відповідної вхідної інформації (сигналів). Такий вид навчання використовує зворотний зв’язок – за правильного результату нейронні зв’язки, які виводять його, стають більш щільними.

Штучні нейронні мережі імітують поведінку мозку в простішому вигляді. Вони можуть бути навчені контрольованих і неконтрольованих шляхів. У контрольованій штучній нейронній мережі мережа навчається шляхом передавання відповідної вхідної інформації та прикладів вихідної інформації. Наприклад, спам-фільтр у електронній поштовій скриньці: вхідною інформацією може бути список слів, які зазвичай містяться у спам-повідомленнях, а вихідною інформацією – класифікація для відповідного повідомлення (спам чи не спам). Такий вид навчання додає ваги зв’язкам штучної нейронної мережі.

Неконтрольоване навчання у ШНМ намагається «змусити» штучну нейронну мережу «зрозуміти» структуру переданої вхідної інформації «самостійно».

У випадку з розробленням системи для розпізнавання домашніх тварин навчання нейронної мережі відбуватиметься з певним набором тестових даних. Цей набір являтиме собою масив картинок у кількості 10 тис., на яких будуть зображені тварини. Тобто мережа буде шукати та порівнювати отриману картинку з тестовими даними доти, доки збіг не буде становити більше 85%. Якщо цього не станеться, потрібно підібрати кращий набір тестових даних або збільшити їхній обсяг. Також для того, щоб впевнитися в доцільності результату, потрібно провести декілька ітерацій навчання з різними тестовими моделями та готовими даними. Це потрібно для того, щоб уникнути помилкового навчання системи. Система може просто завчити правильні результати і після зміни вхідних даних результати можуть стати незадовільними.

Після того, як ми навчили нашу систему розпізнавати тварин на фотографії, потрібно перейти до наступного кроку – навчити систему визначати саме нашу домашню тварину. Для цього потрібно провести ще одне навчання системи – сформувати новий набір тестових даних, які будуть містити фотографії тільки нашої тваринки. На вхід будемо давати картинки різних тварин, серед яких буде і наша. Так зможемо визначити похибки першого та другого роду. Першого – коли до будинку прийшла наша тваринка, але система її не визначила. Та другого роду – коли прийшла чужа тварина, та система її ідентифікувала та пропустила. Тож після навчання системи можемо приступити до її опису.

1. Камера, що під’єднана до системи розумного дому.

2. Сервер, який встановлено в будинку, за допомогою якого ми можемо ідентифікувати нашого домашнього улюбленця.

3. Спеціальний прохід, за допомогою якого тварина зможе потрапити всередину.

Система працює за таким алгоритмом:

1. Встановлена відеокамера відправляє відеопотік на сервер.

2. Сервер отримує відео.

3. Сервер обробляє відео та розбирає його на кадри.

4. Кадр подається на нейронну мережу.

5. Мережа визначає, що зображено на кадрі.

6. Якщо це наша тварина – система за допомогою спеціального сервісу відправляє

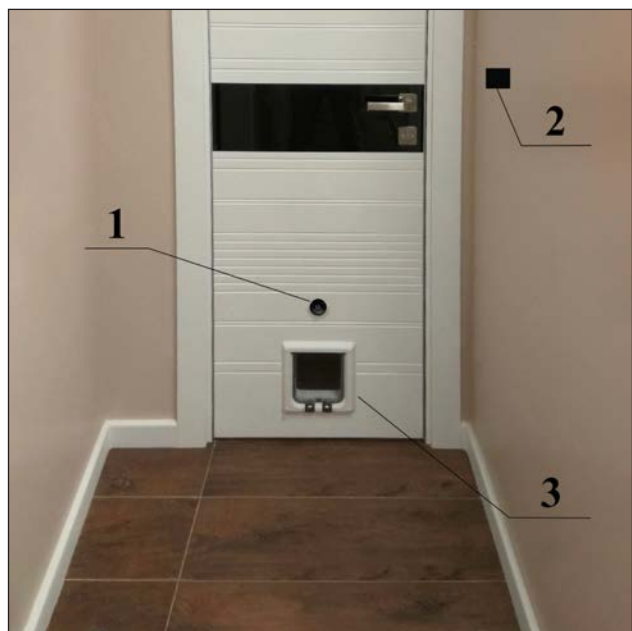


Рис. 2. Основні елементи системи

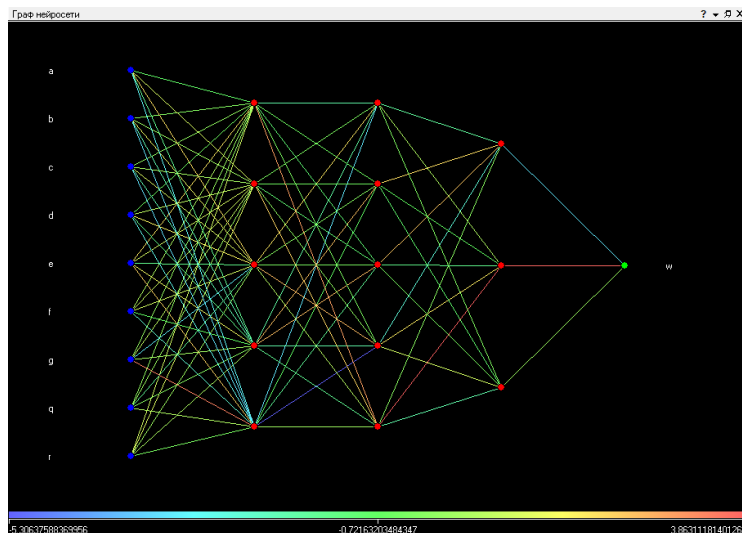


Рис. 3. Зображення роботи нейронної мережі

повідомлення на телефон користувача системи розумного дому.

7. Користувач бачить повідомлення і за допомогою системи розумного дому може підключитися до відеокамери та подивитися, що це справді його домашня тварина. Коли він впевнений, що це справді вона – посилає команду до системи, яка відчиняє спеціальний прохід.

8. Домашня тварина може увійти всередину будинку.

Завершальним етапом розроблення цієї системи буде тестування нейронної мережі. Після тестування мережі тестовими даними вдалося досягнути 94 відсоткової ефективності з визначення домашньої тварини. На рис. 3 можна побачити роботу нейронної мережі.

Висновки. Отже, створення такої системи, що дасть змогу визначати домашніх улюбленців, є математично складним завданням. Щоб створити подібну систему, потрібно мати хороші навички в галузі дискретної математики, також це вимагає поглибленого вивчення предметної галузі, проведення аналізу з вибору потрібного алгоритму для отримання якнайкращого результату, також потрібно зібрати велику кількість тестових даних для того, щоб натренувати систему, щоби вона задовольняла наші потреби.

У результаті експерименту, який наведено в статті, видно, що вдалося досягнути високого результату з визначення домашніх тварин за допомогою нейронної мережі. Кількість позитивних спрацювань становить 94%.

Похибка першого роду становить 3%, а другого – усього 1%.

Під час розроблення системи також проводилося спеціальне тестування усіх компонентів системи, що гарантує безперебійну її роботу. А саме:

- сервіси передачі даних усередині системи, щоб не губилися пакети;
- програмне забезпечення було протестоване за допомогою Unit тестів;
- телефон і встановлене на ньому ПЗ для роботів системі розумного дому.

Тож можна стверджувати, що використовувати нейронні мережі у своїх системах – це доцільна ідея. На завершення додам, що ця система може покращити життя не тільки людей, але й тварин.

Список літератури:

1. Крисиллов В. Представление исходных данных в задачах нейросетевого программирования. Одесса : ОНПУ, 2003.
2. Шитиков В., Розенберг Г., Зинченко Т. Методы системной идентификации. Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.
3. Введение в теорию нейронных сетей. URL: <http://www.orc.ru>.
4. Шахнов В., Власов А., Кузнецов А. Нейрокомпьютеры: архитектура и схемотехника. Москва : Изд-во «Машиностроение», 2000. 64 с.
5. Головкин В. Нейронные сети: обучения, организация и применение. Москва : ИПРЖР, 2008.
6. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. Москва : Вильямс, 2006.
7. Розенблатт Ф. Принципы нейродинамики. Перцептроны и теория механизмов мозга. Москва : Мир, 1992.
8. Соифер В. Методы компьютерной обработки изображений. Москва : Физматлит, 2001. 784 с.
9. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. Москва : Вильямс, 2006.
10. Шамис А. Поведение, восприятие, мышление: проблемы создания искусственного интеллекта. Москва : Изд-во «Наука», 2005. 224 с.
11. Вікіпедія. Машинне навчання. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Машинне_навчання.
12. Вікіпедія. Штучний інтелект. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Штучний_інтелект.
13. Вікіпедія. Штучна нейронна мережа. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Штучна_нейронна_мережа.
14. Вікіпедія. Навчання з учителем. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Навчання_з_учителем.

Palamarchuk I.O., Bazaka Yu.A. PETS RECOGNITION SYSTEM FOR SMART HOME

Every year, we can see an increasing interest in solving complex problems by using intelligent systems. This is due to the fact that there are a large number of tasks in various fields of human activity, such as medicine, economics, robotics, mechanical engineering, etc. Given a large number of industries in which machine learning and neural networks are used, it can be said that these systems are a set of tools that help in the analysis and processing of large data sets, as well as in solving complex problems.

This article discusses the application of neural networks to the task of recognizing animals on the photo and to the problem of admitting them to a building. Namely, the following issues are considered:

- what is a biological neuron;*
- what is an artificial neuron, and how it differs from the biological one;*
- what are the neural networks and how it works;*
- collecting and analyzing test data to train the system to recognize pets on the photo by using machine learning and neural networks that show a high coefficient of maximum output;*
- training of this system with test data and after that creation of a test model;*
- re-testing the system with different test models and ready data, in order to verify the correct identification of the animals, as the system may “keep in mind” the correct results, and after changing the input data, the determination result may become not satisfactory.*

Another problem is finding possible errors when uploading incorrect data to the system. In general, the article deals with the problems of recognizing and admitting pets in smart home systems using machine learning technologies and neural networks. The article also is devoted to determining the feasibility of using these networks in conventional systems in order to increase their productivity.

Key words: *machine learning, neural network, recognition, intelligent system.*