УДК 004.9

А.Г. Казарян, аспірант кафедри АСУ, НУ “Львівська політехніка”,
В. М. Теслюк, д.т.н., проф. кафедри ІСТ, НУ “Львівська політехніка”,
В. Я. Коваль, асист. кафедри ІСТ, НУ “Львівська політехніка”.

ВИКОРИСТАННЯ ФУНКЦІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЬ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ДОСТУПУ КОРИСТУВАЧІВ ТА АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ НАЛАШТУВАНЬ ПРИЛАДІВ «РОЗУМНОГО» БУДИНКУ

Abstract. This article present the usage face recognition process to control access to “smart” house for defined users only. Also article present the process of data storage about recognized users and usage of this data for automatic control of home equipment settings by machine learning algorithms.

Анотація. У статті представлено опис використаня процесу розпізнавання облич, що використовується для контролю доступу визначених користувачів у «розумний» будинок. Також, у статті представлений процес зберігання даних про розпізнаних користувачів та використання цих даних для автоматизованого контролю налаштувань приладів будинку за допомогою алгоритмів машинного навчання.

Актуальність

На сьогоднішній день, більшість систем “розумного будинку” керуються вручну [1, 2], наприклад за допомогою мобільного телефону, або функціонують самостійно на основі попередньо визначених сценаріїв. Тому, існує потреба вирішення питання автономної роботи системи “розумного будинку”, в залежності від сукупності параметрів системи визначаючи поведінку системи автоматизовано, відповідно до вподобань конкретних користувачів та з урахуванням пересування мешканців у межах «розумного» будинку. Вирішення проблеми моніторингу пересування мешканців можна вирішити за допомогою функції розпізнавання обличь.

Розпізнавання облич також є однією з ключових функцій у системах розумного будинку [3], що використовується у процесах забезпечення охорони приватних будинків та комерційних установ. Найпоширеніший підхід до охорони приміщень базується на визначенні руху у приміщенні за допомогою давачів руху, цілісності вікон та спрацюванні відкриття вікон та дверей. Альтернативою до даного рішення, пропонується використовувати сигнал від давача руху як команду запуску функції розпізнавання облич. Такий підхід забезпечить можливість збору історичних даних про присутність та пересування конкретних користувачів в межах будинку, а також завадить хибному спрацюванню сигналізації у випадках що не пов’язані з проникненням сторонніх осіб всередину розумного будинку. До даних ситуацій належать такі як падіння з побутових поверхонь предметів, які піддалися вібрації від руху громадського транспорту маршрут яких

 © А.Г. Казарян, В. М. Теслюк, В. Я. Коваль

проходить біля розташування розумного будинку чи ремонтних робіт, що проводяться у сусідній квартирі чи будинку. Також, при застосуванні системи безпеки, яка базується тільки на реакції на рух у межах квартири, накладаються обмеження на утримання у межах площі, що охороняється домашніх тварин. Застосування давачів руху в поєднанні з функцією розпізнавання людських облич дає можливість пересвідчитись у тому, що рух всередині приміщення, яке охороняється, спричинений людськими діями мешканців будинку або зловмисниками, що підвищує надійність системи охорони, а також дає можливість реалізувати функцію автоматизованого керування приладами будинку, з урахуванням вподобань присутніх конкретних користувачів «розумного» будинку.

Для автоматизованого керування приладами «розумного» будинку пропонується використовувати методи машинного навчання для самостійного прийняття рішень системою, щодо налаштувань приладів будинку замість ручного керування відповідно до показників сенсорів у будинку, часу доби, дня тижня, пори року, відповідно до вподобань розпізнаних користувачів [4].

Процес розпізнавання облич та надання доступу

Функція надання та обмеження доступу працює за допомогою процесу розпізнавання обличчя та порівняння розпізнаного образу [5, 6] з образами користувачів, яким наданий доступ. Даний функціонал може бути застосований, як для надання доступу у приватний будинок чи прилеглу до нього територію, а також на комерційних підриємствах для надання доступу до окремих кімнат працівникам групи з відповідним рівнем доступу. У зоні дії веб-камери система очікує розташування лиця користувача системи, що потребує надання доступу. Після процесу оприділення обличчя у зоні дії вебкамери відбувається процес розпізнавання обличчя згідно с наявними користувачами системи. При отриманні високого показника точності співпадіння отриманго образу з одним з існуючих образів користувачів – система приймає рішення про надання чи обмеження доступу для поточного користувача згідно з даними про рівень доступу користувачів з бази даних.

При отриманні середнього показника точності співпадіння отриманого образу з одним з існуючих образів користувачів для яких наданий доступ – система пропонує користувачу ввести пін-код. При введенні правильного пін-коду, що відповідає користувачу з найбільшим коефіцієнтом співпадіння – система перевіряє рівень доступу користувача, що занесений до бази даних і відповідно до цих даних надає чи відмовляє у отриманні доступу користувачеві і відображає користувачеві відповідне повідомлення.

При введенні невірного пін-коду, що відповідає користувачу з найбільшим коефіцієнтом співпадіння – система забороняє у доступі користувачу і відображає користувачеві відповідне повідомлення.

Автоматизоване керування приладами будинку

Функція збору інформації про перебування користувачів у будинку працює за допомогою процесу розпізнавання обличчя та порівняння розпізнаного образу з образами користувачів, дані яких внесені до системи. Даний функціонал може бути застосований для створення тестової бази даних, що застосовуватиметься для тренування нейронної мережі, що входить до системи управління приладами інтелектуального будинку, яка використовуватиметься для автоматизованого налаштуванння приладів згідно вподобань жителів інтелектуального будинку. Також дана функція буде корисна при спостереженні за літніми людьми, дітьми та для надання даної інформації правоохоронним органам при виникненні ситуацій протиправного проникнення у будинок. При ідентифікації людських облич у зоні дії камери, система запускає процес розпізнавання облич та порівняння отриманих образів з існуючими образами користувачів системи з бази даних. При отриманні високого показника точності співпадіння отриманго образу з одним з існуючих образів користувачів – система записує інформацію про ім'я користувача, дату і час процедури успішної ідентифікації у базу даних та запускає процес збору поточних налаштувань приладів будинку.

Також, розроблена система зберігає знімок всіх показників станів системи на конкретний час для кожної окремої кімнати при будь-якій зміні налаштувань приладів у кімнаті. До таких показників відносяться присутність конкретних користувачів у кімнаті, час доби, день тижня, пора року, температура зовнішнього сереовища та поточні налаштування приладів будинку. Збережена інформація в подальшому використовується у вигляді тренувальної вибірки для алгоритмів машинного навчання.

Для вирішення завдань автоматизованого керування приладами в будинку відповідно до вподобань конкретних користувачів запропоновано використання алгоритму штучної нейронної мережі. Вхідними даними для штучної нейронної мережі є параметри часу доби, рівень освітленості у кімнаті, температура зовнішнього середовища, присутні користувачі. Вихідними даними є налаштування рівня освітленості та налаштування термостату. Для практичної реалізації даного рішення використовується бібліотека штучної нейроної мережі brain.js реалізована на мові програмування JavaScript та запущена на платформі NodeJS [7].

Першим кроком є створення штучної нейронної мережі викликом функції-конструктора NeuralNetwork бібліотеки brain.js з передачею у параметрах структури внутрішніх шарів ШНМ. В параметрах викликаної функції-конструктора задаємо структуру прихованих шарів нейронної мережі. Експериментально, на основі отриманих вихідних результатів прийняття рішень штучною нейронною мережею, найоптимальнішою структурою прихованих шарів вибрана структура з трьох прихованих шарів, з чотирма вузлами на першому шарі і трьома вузлами на другому та третьому шарах:

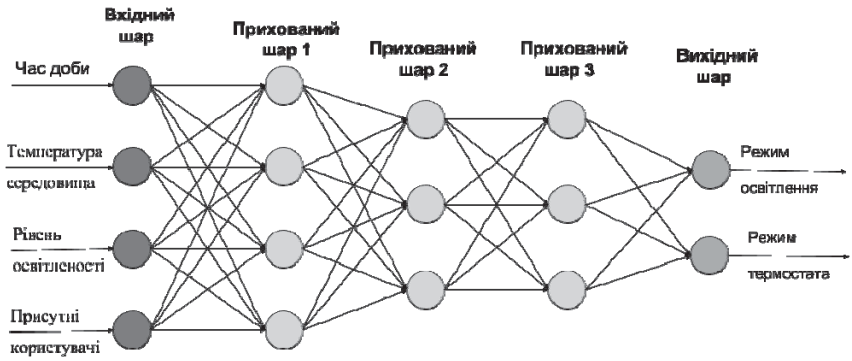

Рис. 1. Структура штучної нейронної мережі

Наступним етапом іде процес навчання штучної нейронної мережі за допомогою методу train створеної ШНМ з передачею у параметрі навчальної вибірки даних про режим освітлення та режим роботи термостата, відповідно до решти параметрів системи (час доби, рівень освітленості у кімнаті, температура зовнішнього середовища, присутні користувачі). Навчальна вибірка має наступну структуру представлену у таблиці:

Таблиця 1

Приклад навчальної вибірки

Вхідні дані				**Вихідні дані**	
Час доби	Рівень освітленості (лк)	Темп. середовища (°C)	Присутні користувачі	Режим освітлення	Режим термостату (°C)
19:00	73	18	[alex]	I	21
22:00	45	16	[alex, ivan]	II	23
...	...	...	...	...	...

Бібліотека brain.js дозволяє налаштовувати параметри процесу навчання створеної ШНМ, такі як допустимий поріг помилки, максимальна кількість ітерацій навчання та інші. Для розробленої системи допустимим порогом помилки встановлено 0.03 (3%), а максимальною кількістю ітерацій навчання 10 000. Відношення значення помилки навчання до кількості ітерацій процесу навчання ШНМ наведений у наступному графіку:

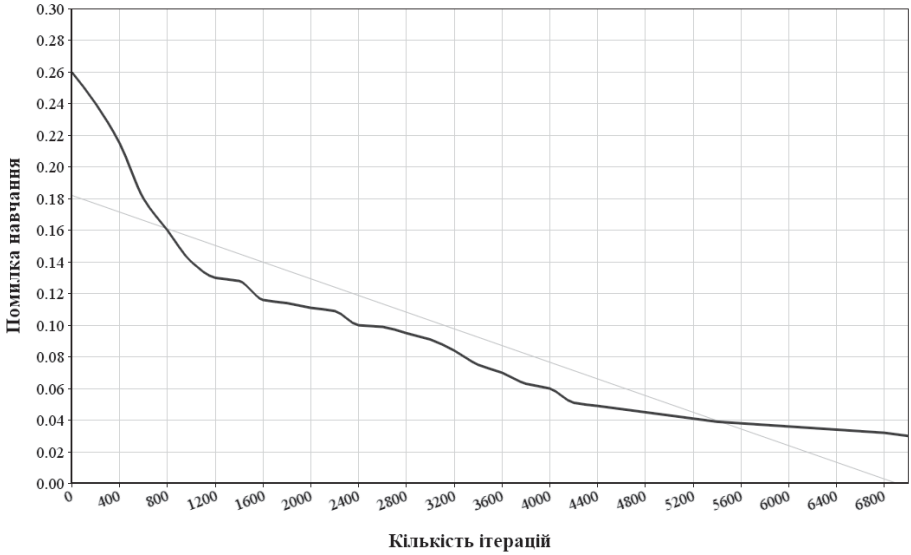

Рис. 2. Графік відношення помилки навчання до кількості ітерацій

Процес навчання ШНМ припиняється на 6902 ітерації, досягнувши допустимого порогу помилки раніше, ніж максимальної кількості ітерацій навчання.

При зміні одного з вхідних параметрів системи запускається обчислення нових показників режиму освітлення та режиму роботи термостата.

Таблиця 2

Результати автоматизованого обчислення параметрів

Вхідні дані				**Вихідні дані**	
Час доби	Рівень освітленості (лк)	Темп. середовища (°C)	Присутні користувачі	Режим освітлення	Режим термостату (°C)
19:00	79	20	[oleg]	I	21
20:00	53	18	[alex, oleg]	II	23
22:00	31	15	[alex, ivan]	II	23
00:00	26	14	[]	0	20

Висновки

В роботі представлено результат комбінування використання алгоритмів розпізнавання обличь користувачів з алгоритмом штучної нейронної мережі для запровадження автоматизованого керування приладами будинку. Даний підхід дозволяє налаштовувати параметри приладів з врахуванням уподобань конкретних мешканців будинку. Аналізуючи отримані результати, можна побачити залежність параметрів режимів освітлення та термостата від параметрів присутності конкретних мешканців у кімнаті, а також зміну параметрів освітлення та термостата від часу доби зі сталим параметром присутності конкретних мешканців у кімнаті. Результати роботи автоматизованого керування приладами будинку відповідають бажаним і логічним налаштуванням режимів людиною.

1. *Lobaccaro G. A* Review of Systems and Technologies for Smart Homes and Smart Grids / *G. Lobaccaro, S. Carlucci, E. Löfström.* // Energies. – 2016. – P. 348–381.

2. *Teslyuk V., Beregovskyi V., Denysyuk P., Teslyuk T., Lozynskyi A.* Development and Implementation of the Technical Accident Prevention Subsystem for the Smart Home System // International Journal of Intelligent Systems and Applications(IJISA), Vol.10, No.1, pp.1-8, 2018. DOI: 10.5815/ijisa.2018.01.01.

3. *Sahani M.* Design of Face Recognition based Embedded Home Security System / *M. Sahani, S. Subudhi, M. Mohanty* // KSII Transactions on Internet and Information Systems / *M. Sahani, S. Subudhi, M. Mohanty*. – Seoul, Korea: TIIS, 2016. – (1976-7277; 10).

4. *Kazarian A., Teslyuk V., Tsmots I., Mashevska M.* Units and structure of automated "smart" house system using machine learning algotithms // Proceeding of the 14th International Conference "The Experience of Designing and Application of Cad Systems in Microelectronics", CADSM'2017, 21-25 February 2017, Polyana, Lviv, Ukraine. 2017. – P. 364 – 366.

5. Face Detection and Tracking using OpenCV / *S. V.Viraktamath, M. Katti, A. Khatawkar, P. Kulkarni* // The SIJ Transactions on Computer Networks & Communication Engineering (CNCE) / *S. V.Viraktamath, M. Katti, A. Khatawkar, P. Kulkarni.* – (Vol. 1). – (No. 3). – P. 45–50.

6. *Attaullah M.* Real Time Face Detection and Tracking Using OpenCV / *M. Attaullah, S. Dhere, S. Hipparagi* // International Journal for research in emerging science and technology / *M. Attaullah, S. Dhere, S. Hipparagi.* – Maharashtra, 2017. – C. 39–43.

7. *Johanan J.* Building Scalable Apps with Redis and Node.js / *Joshua Johanan*. – Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2014. – 297 p. – (vol 1.). – (ISBN 978-1-78398-448-0).

Поступила 1.02.2018р.