



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **152506** (13) **U**
(51) МПК
G06V 10/22 (2022.01)
G06N 3/02 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2022 01266	(72) Винахідник(и): Книш Богдан Петрович (UA), Кулик Ярослав Анатолійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 14.04.2022	(73) Володілець (володільці): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 16.02.2023	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 15.02.2023, Бюл.№ 7	

(54) ПРИСТРІЙ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ НА ЗОБРАЖЕННЯХ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗГОРТКОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

(57) Реферат:

Пристрій розпізнавання об'єктів на зображеннях з використанням згорткової нейронної мережі містить з'єднані між собою блок обробки даних, який складається з блока прийому та передачі даних і блока зберігання даних, підсистему розпізнавання зображень, яка взаємопов'язана з блоком прийому та передачі даних і з базою зображень, а також пов'язана з блоком зберігання даних, і пристрій навчання згорткової нейронної мережі, який взаємопов'язаний з блоком зберігання даних та з базою зображень. Введено пристрій донавчання згорткової нейронної мережі, який взаємопов'язаний з блоком зберігання даних, базу зображень для донавчання, яка взаємопов'язана з пристроєм донавчання згорткової нейронної мережі, блок оцінки згорткової нейронної мережі, який взаємопов'язаний з пристроєм навчання згорткової нейронної мережі та з пристроєм донавчання згорткової нейронної мережі і пов'язаний з підсистемою розпізнавання зображень.

UA 152506 U

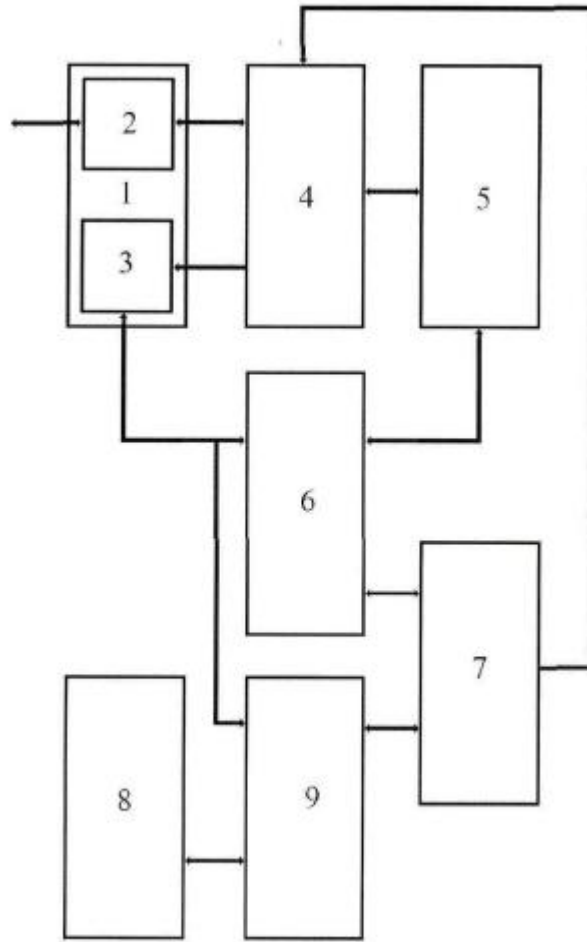


Fig. 1

Корисна модель належить до області вимірювальної техніки і може бути використана для розпізнавання об'єктів на зображеннях в автоматизованих вимірювальних системах.

Відомий "Нейромережевий пристрій для розпізнавання зображень" [Патент України № 93316, МПК G06G 7/60, опубл. 25.09.2014] створений на основі безперервної нейронної мережі адаптивної резонансної теорії, складається з сенсорного та розпізнавального шарів нейронів, крім того до його складу входять шари інтерфейсних нейронів, які зв'язані вхідними зв'язками з нормуючим нейроном та відповідними сенсорними нейронами, а також вихідними зв'язками з керуючим нейроном та зваженими двонаправленими зв'язками з відповідними ваговими коефіцієнтами з кожним нейроном розпізнавального шару елементів, які, в свою чергу, пов'язані вхідними зв'язками з керуючим нейроном, крім того, сенсорні нейрони пов'язані вхідними зв'язками з нормуючим нейроном пристрою.

Недоліком такого пристрою є низька точність розпізнавання об'єктів на зображеннях, оскільки нейромережевий пристрій за рахунок простої архітектури є неефективним.

За близький аналог вибрано пристрій розпізнавання товарів на зображеннях, який описано в [Патент Російської федерації № 2708504, МПК G06Q 30/00, опубл. 09.12.2019], який містить з'єднані між собою блок обробки даних, який складається з блока прийому та передачі даних і блока зберігання даних, підсистему розпізнавання зображень, яка взаємопов'язана з блоком прийому та передачі даних і з базою зображень, а також пов'язана з блоком зберігання даних, і пристрій навчання згорткової нейронної мережі, який взаємопов'язаний з блоком зберігання даних та з базою зображень, а також пов'язаний з підсистемою розпізнавання зображень.

Недоліком близького аналога є недостатня точність розпізнавання об'єктів на реальних цифрових кольорових відеозображеннях, які в автоматизованій вимірювальній системі містять шуми та інші завади, і, як наслідок, низька точність визначення об'єктів відеозображення.

В основу корисної моделі поставлена задача створення пристрою розпізнавання об'єктів на зображеннях з використанням згорткової нейронної мережі, в якому за рахунок вдосконалення архітектури згорткової нейронної мережі для розпізнавання об'єктів на зображеннях та вибору параметрів навчання цієї мережі забезпечується підвищення точності розпізнавання об'єктів на реальних цифрових кольорових зображеннях.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій розпізнавання об'єктів на зображеннях і використанням згорткової нейронної мережі, який містить з'єднані між собою блок обробки даних, який складається з блока прийому та передачі даних і блока зберігання даних, підсистему розпізнавання зображень, яка взаємопов'язана з блоком прийому та передачі даних і з базою зображень, а також пов'язана з блоком зберігання даних, і пристрій навчання згорткової нейронної мережі, який взаємопов'язаний з блоком зберігання даних та з базою зображень, згідно з корисною моделлю, введено пристрій донавчання згорткової нейронної мережі, який взаємопов'язаний з блоком зберігання даних, базу зображень для донавчання, яка з'єднана з пристроєм донавчання згорткової нейронної мережі, блок оцінки згорткової нейронної мережі, який з'єднано з пристроєм навчання згорткової нейронної мережі та з пристроєм донавчання згорткової нейронної мережі і пов'язаний з підсистемою розпізнавання зображень.

Пристрій пояснюється фігурами: фіг. 1 - структурна схема пристрою розпізнавання об'єктів на зображеннях з використанням згорткової нейронної мережі; фіг. 2 - графік перевірки ефективності моделі Inria-3; фіг. 3 - графік перевірки ефективності моделі Inria-7; фіг. 4 - графік перевірки ефективності моделі Inria-8; фіг. 5 - графік перевірки ефективності моделі Inria-9; фіг. 6 - розпізнані будівлі на зображеннях з відеокамери для моделі Inria-9.

Пристрій (фіг. 1) містить: 1 - блок обробки даних, 2 - блок прийому та передачі даних, 3 - блок зберігання даних, 4 - підсистему розпізнавання зображень, 5 - базу зображень, 6 - пристрій навчання згорткової нейронної мережі, 7 - блок оцінки згорткової нейронної мережі, 8 - базу зображень для донавчання, 9 - пристрій донавчання згорткової нейронної мережі.

Запропонований пристрій розпізнавання об'єктів на зображеннях з використанням згорткової нейронної мережі працює таким чином.

Реалізація навчання згорткової нейронної мережі відбувається в пристрої навчання згорткової нейронної мережі 6 та визначається особливостями розпізнавання об'єктів на зображеннях з бази зображень 5.

Оцінка ефективності навчання згорткової нейронної мережі в пристрої навчання згорткової нейронної мережі 6 здійснюється в блоці оцінки згорткової нейронної мережі 7 на основі оптимальних параметрів згорткової нейронної мережі. Цими параметрами є тривалість навчання (число епох), алгоритм оптимізації (адаптивна миттєва оцінка (Adam)), вид зміни швидкості навчання, коефіцієнт γ чи ρ , швидкість навчання (крок навчання), попередньо навчена модель. Комбінації параметрів в процесі навчання в пристрої навчання згорткової нейронної мережі 6 шести моделей зведено у Таблицю.

Комбінації параметрів в процесі навчання

Модель	Тривалість навчання (число епох)	Алгоритм оптимізації	Вид зміни швидкості навчання, коефіцієнт γ	Швидкість навчання (крок навчання)	Базується на моделі
Inria-1	30	Adam	Експоненційний, 0,99	0,0001	GoogLeNet
Inria-2	30	Adam	Експоненційний, 0,99	0,000075	GoogLeNet
Inria-3	30	Adam	Експоненційний, 0,99	0,00005	GoogLeNet
Inria-4	30	Adam	Експоненційний, 0,99	0,000025	GoogLeNet
Inria-5	100	Adam	Експоненційний, 0,99	0,00001	GoogLeNet
Inria-6	100	Adam	Експоненційний, 0,99	0,000075	GoogLeNet

3 шести моделей блок оцінки згорткової нейронної мережі 7 оцінив як найефективнішу модель Inria-3, графік перевірки ефективності якої наведено на фіг. 2, з якого видно, що значення влучності, чутливості та оцінки усередненої точності поступово збільшуються і набувають максимального значення на 30-й епосі навчання. Значення влучності, чутливості та оцінки усередненої точності складають 79,38, 68,08 та 55,41 %, відповідно, при 30 епохах навчання та швидкості навчання 0,00005.

Оцінену блоком оцінки згорткової нейронної мережі 7 модель Inria-3 використовують як основу для навчання нової моделі Inria-7 в пристрої навчання згорткової нейронної мережі 6 при 30 епохах з експоненційною зміною швидкості навчання, яка складає 0,000025, коефіцієнтом γ - 0,99 та видом оптимізації Adam.

Після навчання моделі Inria-7 в пристрої навчання згорткової нейронної мережі 6 блок оцінки згорткової нейронної мережі 7 оцінив її, графік перевірки ефективності якої наведено на фіг. 3, з якого видно, що значення влучності, чутливості та оцінки усередненої точності поступово збільшуються і набувають максимального значення на 23-й епосі навчання.

Значення влучності, чутливості та оцінки усередненої точності складають 82,12, 72,69 та 60,77 %, відповідно. Таким чином, значення оцінки усередненої точності зросло із 55,41 до 60,77 %.

Оцінену блоком оцінки згорткової нейронної мережі 7 модель Inria-7 використовують як основу для навчання нової моделі Inria-8 в пристрої навчання згорткової нейронної мережі 6 при 100 епохах з поліноміальною зміною швидкості навчання, яка складає 0,00005, коефіцієнтом γ - 0,99 та видом оптимізації Adam.

Після навчання моделі Inria-8 в пристрої навчання згорткової нейронної мережі 6 блок оцінки згорткової нейронної мережі 7 оцінив її, графік перевірки ефективності якої наведено на фіг. 4, з якого видно, що значення влучності, чутливості та оцінки усередненої точності збільшуються і набувають максимального значення на 24-й епосі для чутливості та 45-й для влучності та оцінки усередненої точності. Значення влучності, чутливості та оцінки усередненої точності для 45-ї епохи складають 85,68, 75,59 та 65,70 %, відповідно. Таким чином, значення оцінки усередненої точності зросло із 60,77 до 65,70 %.

Блоком оцінки згорткової нейронної мережі 7 встановлено, що в моделі Inria-8 відсутні перенавчання, тому її використовують як основу для навчання нової моделі Inria-9 в пристрої донавчання згорткової нейронної мережі 9 на основі зображень з блока зображень для донавчання 8, який містить реальні цифрові кольорові зображення. В процесі донавчання в пристрої донавчання згорткової нейронної мережі 9 використовують значення параметрів: швидкість навчання - 0,000025; тривалість навчання (число епох) - 100; алгоритм оптимізації - Adam; вид зміни швидкості навчання - поліноміальний; коефіцієнт γ - 0,99.

Після навчання моделі Inria-9 в пристрої донавчання згорткової нейронної мережі 9 блок оцінки згорткової нейронної мережі 7 оцінив її, графік перевірки ефективності якої наведено на

фіг. 5, з якого видно, що значення влучності, чутливості та оцінки усередненої точності поступово збільшуються і набувають максимального значення на 97-й епосі навчання.

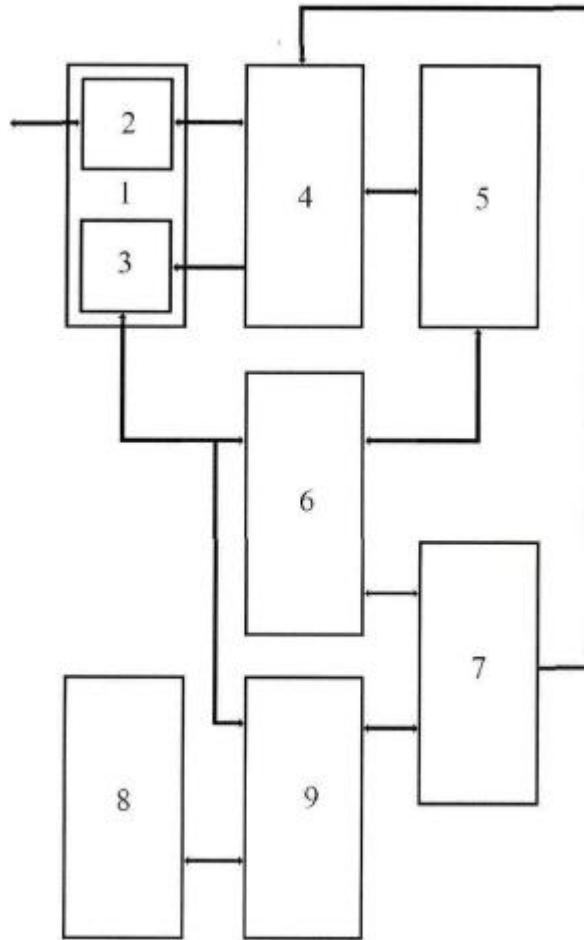
Значення влучності, чутливості та оцінки усередненої точності складають 85,95, 79,26 та 68,78 %, відповідно.

5 Сформована згортова нейронна мережева модель Inpia-9 надходить на підсистему розпізнавання зображень 4, яка здійснює безпосереднє розпізнавання об'єктів на зображеннях, як на фіг. 6, де показано розпізнавання будівель на зображеннях з відеокамери, використовуючи блок обробки даних 1, який містить блок прийому та передачі даних 2, на який надходять зображення для розпізнавання, і блок зберігання даних 3, де зберігаються всі дані по
10 розпізнаванню об'єктів на зображеннях і параметри та результати навчання згорткових нейронних мереж.

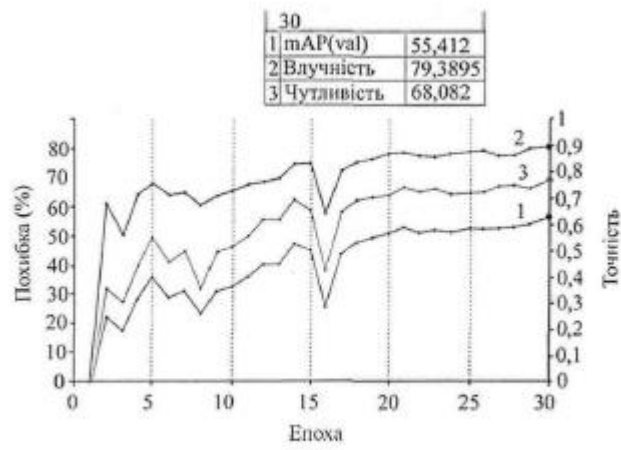
Запропонований пристрій розпізнавання об'єктів на зображеннях з використанням згорткової нейронної мережі дозволяє за рахунок вдосконалення архітектури згорткової нейронної мережі та вибору параметрів навчання цієї мережі забезпечити підвищення точності розпізнавання
15 об'єктів на реальних цифрових кольорових зображеннях.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

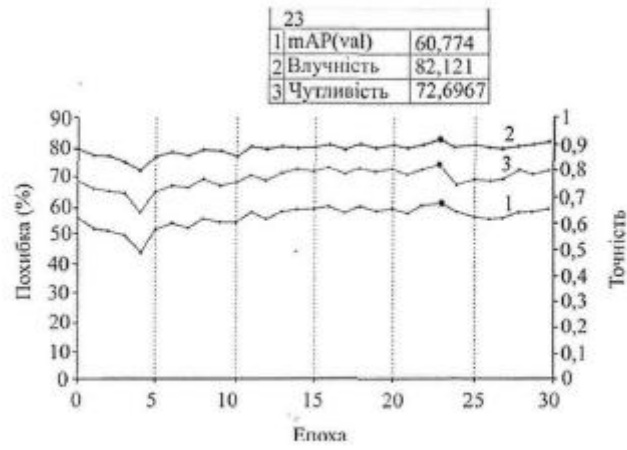
20 Пристрій розпізнавання об'єктів на зображеннях з використанням згорткової нейронної мережі, що містить з'єднані між собою блок обробки даних, який складається з блока прийому та передачі даних і блока зберігання даних, підсистему розпізнавання зображень, яка взаємопов'язана з блоком прийому та передачі даних і з базою зображень, а також пов'язана з блоком зберігання даних, і пристрій навчання згорткової нейронної мережі, який
25 взаємопов'язаний з блоком зберігання даних та з базою зображень, який **відрізняється** тим, що введено пристрій донавчання згорткової нейронної мережі, який взаємопов'язаний з блоком зберігання даних, базу зображень для донавчання, яка взаємопов'язана з пристроєм донавчання згорткової нейронної мережі, блок оцінки згорткової нейронної мережі, який взаємопов'язаний з пристроєм навчання згорткової нейронної мережі та з пристроєм донавчання згорткової нейронної мережі і пов'язаний з підсистемою розпізнавання зображень.



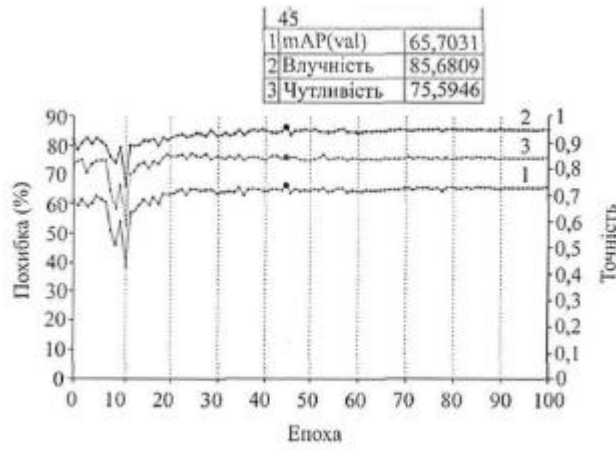
Фиг. 1



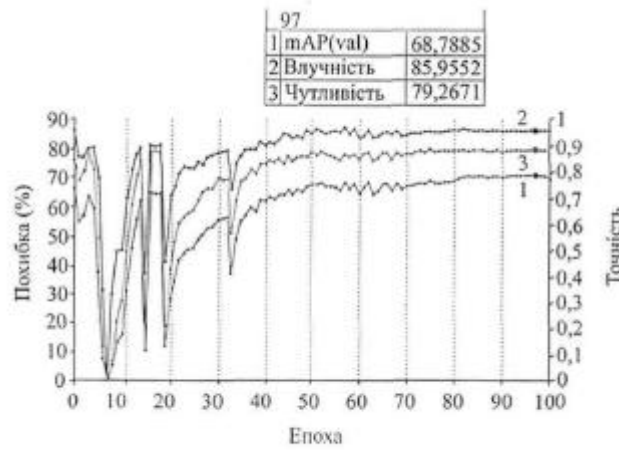
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фіг. 6