

КЛАСИФІКАЦІЯ СОНЯШНИКА ЗА ДОПОМОГОЮ ЗГОРТКОВО-КАПСУЛЬНОЇ МОДЕЛІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

В даній роботі запропоновано класифікацію соняшника за допомогою згортково-капсульної моделі нейронної мережі CNN-CapsNet із вдосконаленою архітектурою, яка поєднує згорткову нейронну мережу CNN та капсульну нейронну мережу CapsNet та дозволяє використати переваги цих обох архітектур. На основі цього розроблено дві окремі моделі. Одна модель виконує класифікацію на основі двох класів: «незрілий соняшник» та «стиглий соняшник». Друга модель виконує класифікацію на основі трьох класів: «незрілий соняшник», «стиглий соняшник» та «хворий соняшник». Здійснено порівняння запропонованих моделей нейронної мережі CNN-CapsNet з подібними, що продемонструвало найбільшу точність саме запропонованих моделей.

Ключові слова: класифікація, соняшник, згортково-капсульна модель, нейронна мережа, точність.

Abstract

In this article is proposed sunflower classification using CNN-CapsNet neural network capsule model of improved architecture, which combines the convolutional neural network CNN and the capsular neural network CapsNet and allows the using of advantages of these two architectures. Based on this, the two separate model have been developed. One model provides classification based on two classes: "unripe sunflower" and "ripe sunflower". The second model provides classification based on three classes: "unripe sunflower", "ripe sunflower" and "sick sunflower". A comparison of the proposed models of the CNN-CapsNet neural network with similar ones was made, which demonstrated the highest precision of the proposed models.

Keywords: classification, sunflower, convolutional-capsule model, neural network, accuracy.

Вступ

Вже багато років в Україні найбільші посівні площі займають три культури – соняшник (5,3 млн га), пшениця (4,4 млн га), кукурудза (3,9 млн га) [1]. При цьому найбільша рентабельність спостерігається саме для соняшника (63%) [2]. Тому Україна сьогодні є найбільшим експортером не лише зерна, а й соняшникової олії. Крім того, однією з причин цього є широке впровадження точного землеробства. Це сукупність технологій, які ґрунтуються на результатах агромоніторингу, а саме на точних даних, та їх обробки. Дані забезпечуються знімками супутників, системами технічного зору, робототехнічними комплексами, безпілотними літальними апаратами, системами відеоспостереження, веб-сервісами та мобільними додатками для ідентифікації та пошуку. Обробка цих даних забезпечується різноманітними моделями розпізнавання, які базуються на нейронних мережах [3, 4]. Для точного землеробства, зокрема для класифікації соняшника, використовують згорткові нейронні мережі (CNN) та капсульні нейронні мережі (CapsNets). CNN демонструють ефективність у виявленні різних аспектів, пов'язаних із посівами, включаючи ідентифікацію хвороб, оцінку здоров'я посівів тощо. CapsNets придатні для складних проблем, де традиційні мережі мають проблеми через експоненціальне зростання вимог до навчання, є більш точними та надійними. Таким чином, ефективність цих моделей визначається багатьма показниками, основним з яких є точність класифікації соняшника, для оцінки якої необхідні експериментальні дослідження.

Тому метою роботи є підвищення ефективності класифікації соняшника шляхом розробки моделі нейронної мережі CNN-CapsNet із вдосконаленою архітектурою, яка поєднує відповідні архітектури нейронних мереж та дозволяє використати переваги обох архітектур.

Результати дослідження

В результаті дослідження отримано показники ефективності двокласової та трикласової моделей нейронної мережі CNN-CapsNet сформовані на основі результатів дослідження (табл. 1).

Таблиця 1– Показники ефективності двокласової та трикласової моделей нейромережі CNN-CapsNet

Моделі CNN-CapsNet	Клас	Показники ефективності		
		Точність	Чутливість	F-оцінка
Двокласова	Стиглий соняшник	0,95	0,85	0,89
	Незрілий соняшник	0,87	0,90	0,81
Трикласова	Стиглий соняшник	0,95	0,86	0,83
	Незрілий соняшник	0,87	0,85	0,82
	Хворий соняшник	0,90	0,82	0,81

Як видно з таблиці, значення точності, чутливості та F-оцінки є досить значними, що вказує на високу ефективність запропонованих моделей нейронної мережі CNN-CapsNet.

Для перевірки запропонованих моделей нейронної мережі CNN-CapsNet було виконано порівняння з іншими моделями за ефективністю, а саме за точністю класифікації. Для перевірки моделей були використані зображення з набору Sunflower labeled image dataset, який містить 282 зображення 256×256 . Приклад застосування двокласової моделі нейронної мережі CNN-CapsNet для даного набору наведено на рис. 1, трикласової моделі – на рис. 2.



а



б

Рис. 1. Точність класифікації соняшника за допомогою двокласової моделі нейронної мережі CNN-CapsNet: *а* – стиглий соняшник (95%); *б* – незрілий соняшник (93%)



а



б



в

Рис. 2. Точність класифікації соняшника за допомогою трикласової моделі нейронної мережі CNN-CapsNet: *а* – стиглий соняшник (94%); *б* – незрілий соняшник (87%); *в* – хворий соняшник (85%)

Загальні результати точності класифікації запропонованих моделей та подібних зведено в табл. 2.

Таблиця 2– Загальні результати точності класифікації моделей нейронних мереж

Моделі CNN-CapsNet	Клас	Показники ефективності		
		Точність	Чутливість	F-оцінка
Двокласова	Стиглий соняшник	0,95	0,85	0,89
	Незрілий соняшник	0,87	0,90	0,81
Трикласова	Стиглий соняшник	0,95	0,86	0,83
	Незрілий соняшник	0,87	0,85	0,82
	Хворий соняшник	0,90	0,82	0,81

З таблиці видно, що найбільшу точність, а саме 90%, демонструють запропоновані моделі нейронної мережі CNN-CapsNet. Це свідчить про високу ефективності класифікації соняшника саме цими моделями.

Висновки

В роботі запропоновано класифікацію соняшника за допомогою згортково-капсульної моделі нейронної мережі CNN-CapsNet із вдосконаленою архітектурою, яка поєднує згорткову нейронну мережу CNN та капсульну нейронну мережу CapsNet та дозволяє використати переваги цих обох архітектур. На основі цього розроблено дві окремі моделі. Одна модель виконує класифікацію на основі двох класів: «незрілий соняшник» та «стиглий соняшник». Друга модель виконує класифікацію на основі трьох класів: «незрілий соняшник», «стиглий соняшник» та «хворий соняшник». Основними показниками ефективності нейронної мережі CNN-CapsNet було обрано такі характеристики як точність класифікації, чутливість та F-оцінка на основі помилок I і II роду. Для аналізу цих показників було побудовано матриці помилок. Значення точності мають високі показники, проте хибні класифікації трапляються, хоча й не часто. Графіки точності та похибок моделей показали хороші значення на перевірочній вибірці. Точність класифікації моделей під час перевірки перевищує 0,9, тоді як похибки класифікації становлять менше 0,1. Характер графіків свідчить, що значного перенавчання вдалось уникнути. Здійснено порівняння запропонованих моделей нейронної мережі CNN-CapsNet з подібними, що продемонструвало найбільшу точність (90%) саме запропонованих моделей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Названо топ-3 культури, посівні площі під якими змінилися найбільше [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://agroportal.ua/news/eksklyuzivny/nazvano-top-3-kulturi-posivni-ploshchi-pid-yakimi-zminilisya-naubilshe>. Дата звернення 09.07.2024.
2. Що вигідно вирощувати фермеру в Україні? [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://veles-agro.com/news/chto-vygodno-vyrashhivat-fermeru-v-ukraine>. Дата звернення 09.07.2024.
3. B. Knysh, Y. Kulyk, “Development of an image segmentation model based on a convolutional neural network”, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, no 2(2 (110), pp. 6–15, 2021. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.228644>.
4. B. Knysh, Y. Kulyk, “Improving a model of object recognition in images based on a convolutional neural network”, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, no 3(9 (111), pp. 40–50, 2021. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.233786>.

Книш Богдан Петрович – канд. техн. наук, доцент кафедри загальної фізики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tutmos-3@i.ua.

Knysh Bogdan P. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Department of General Physics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tutmos-3@i.ua.