

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ В ЗАДАЧАХ ОБРОБКИ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі доведено актуальність дослідження обробки цифрових зображень. Описано головні методи розв'язання задачі розфарбовування зображень. Доведена необхідність використання нейронних мереж для кольорового розфарбовування цифрових зображень.

Ключові слова: розфарбовування, зображення, нейронна мережа, обробка зображень

Abstract

The relevance of studying digital image processing is substantiated in this work. The main methods for solving the image colorization problem are described. The necessity of using neural networks for the colorization of digital images is justified.

Keywords: colorization, image, neural network, image processing.

Вступ

У сучасних умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій обробка цифрових зображень займає важливе місце серед напрямів комп'ютерних наук та штучного інтелекту. Цифрові зображення широко застосовуються в медицині, дистанційному зондуванні Землі, мультимедійних системах, системах безпеки, культурній спадщині та інших галузях, що зумовлює постійне зростання вимог до якості їх аналізу та візуалізації. Однією з актуальних задач обробки зображень є їх розфарбовування, яке полягає у відновленні або наданні кольорової інформації монохромним зображенням.

Результати дослідження

Задача розфарбовування цифрових зображень є однією з важливих і актуальних проблем сучасної обробки зображень, що має широку практичну значущість у різних сферах діяльності людини. Зокрема, вона активно застосовується під час реставрації архівних фото- та відеоматеріалів, де більшість даних збереглася у чорно-білому форматі. Надання таким матеріалам кольорової інформації сприяє більш повному відтворенню історичного контексту, підвищує їхню пізнавальну цінність та робить культурну спадщину більш доступною і зрозумілою для широкого кола користувачів. У сфері медіа та освіти розфарбовування також дозволяє значно покращити сприйняття зображень, оскільки колір відіграє важливу роль у візуальному аналізі, полегшуючи ідентифікацію об'єктів, їхніх структурних елементів і взаємозв'язків [1].

Окрім цього, використання кольорових зображень сприяє підвищенню інформативності результатів автоматизованого аналізу. У таких галузях, як медицина, технічна діагностика, дистанційне зондування Землі та системи комп'ютерного зору, наявність коректної кольорової інформації може істотно впливати на точність прийняття рішень, класифікації об'єктів та інтерпретації результатів. Розфарбовування дозволяє не лише покращити візуальну складову, але й підвищити ефективність подальших етапів обробки зображень, таких як сегментація, розпізнавання образів і виділення ознак.

Водночас традиційні методи розфарбовування, що ґрунтуються на ручному заданні кольорів або застосуванні простих евристичних алгоритмів, мають низку суттєвих обмежень. Вони, як правило, є трудомісткими, потребують значних часових і людських ресурсів, а також значною мірою залежать від суб'єктивного досвіду виконавця. Крім того, такі підходи часто не забезпечують достатньої точності та узгодженості кольорів, особливо у випадку складних сцен, різноманітних текстур і великої

кількості об'єктів на зображенні. Це призводить до появи візуальних артефактів і зниження якості кінцевого результату.

У зв'язку з цим особливої актуальності набуває застосування сучасних методів обробки цифрових зображень, зокрема підходів, заснованих на використанні нейронних мереж і технологій глибинного навчання. Такі методи дозволяють автоматизувати процес розфарбовування, враховувати просторові, текстурні та семантичні особливості зображень, а також навчатися на великих наборах даних. Завдяки цьому стає можливим отримання більш точних, узгоджених і реалістичних результатів, що значно перевершують можливості традиційних підходів та відкривають нові перспективи для подальшого розвитку систем комп'ютерного зору й інтелектуальної обробки зображень [2].

Згорткові нейронні мережі (Convolutional Neural Networks, CNN) є одним із найефективніших інструментів сучасної обробки цифрових зображень та комп'ютерного зору. Їхня архітектура спеціально адаптована для роботи з просторово впорядкованими даними, що робить CNN особливо придатними для розв'язання задачі розфарбовування зображень. Основною ідеєю застосування згорткових нейронних мереж у цій задачі є автоматичне навчання відповідності між яскравісною інформацією чорно-білих зображень та їхніми кольоровими компонентами [3].

Процес розфарбовування за допомогою CNN зазвичай формулюється як задача регресії або відновлення відсутніх даних. На вхід мережі подається монохромне зображення або його яскравісна складова, тоді як виходом є прогнозовані значення кольорових каналів. Для зменшення складності задачі часто використовують колірні простори, у яких яскравість відокремлена від кольору, наприклад Lab або YCbCr. У такому випадку CNN навчається відновлювати лише кольорові компоненти, зберігаючи початкову яскравісну інформацію без змін.

Архітектура згорткових нейронних мереж для розфарбовування зображень, як правило, складається з кількох послідовних згорткових шарів, які виконують автоматичне виділення локальних ознак, таких як краї, текстури та прості геометричні структури. На більш глибоких рівнях мережі формуються складніші та абстрактніші ознаки, що дозволяє враховувати контекст зображення і семантичний зміст об'єктів. Це є надзвичайно важливим для коректного розфарбовування, оскільки один і той самий відтінок сірого може відповідати різним кольорам залежно від типу об'єкта та сцени.

Для підвищення якості результатів часто застосовуються архітектури типу encoder-decoder, які поєднують процеси зменшення та відновлення просторової роздільної здатності. Енкодер відповідає за вилучення інформативних ознак і зменшення розмірності даних, тоді як декодер відновлює повнорозмірне кольорове зображення. Додатково можуть використовуватися пропуски з'єднання (skip connections), що дозволяють зберігати дрібні деталі та запобігають втраті просторової інформації [4].

Навчання згорткових нейронних мереж для розфарбовування здійснюється на великих наборах парних даних, що містять відповідні чорно-білі та кольорові зображення. Як функції втрат зазвичай використовують середньоквадратичну помилку, L1-норму або їх комбінації, а також перцептивні метрики, які краще відображають візуальну якість результатів. У деяких підходах CNN поєднуються з генеративно-змагальними мережами, що дозволяє отримувати більш природні та реалістичні кольори.

Використання згорткових нейронних мереж у задачі розфарбовування зображень забезпечує високий рівень автоматизації, адаптивності та точності. CNN дозволяють враховувати як локальні, так і глобальні особливості зображення, що робить їх потужним інструментом для відновлення кольорової інформації та подальшого розвитку інтелектуальних систем обробки цифрових зображень.

Висновки

У роботі розглянуто актуальну задачу обробки цифрових зображень, зокрема проблему їх розфарбовування, яка має важливе практичне значення для багатьох галузей, включаючи реставрацію архівних матеріалів, медичну візуалізацію, мультимедійні системи та комп'ютерний зір. Показано, що надання кольорової інформації монохромним зображенням сприяє покращенню візуального сприйняття, підвищенню інформативності та ефективності подальшого аналізу зображень.

Проаналізовано традиційні підходи до розфарбовування зображень, які ґрунтуються на ручному заданні кольорів та евристичних методах, і встановлено їхні основні недоліки, зокрема високу трудомісткість, суб'єктивність і обмежену точність. У результаті обґрунтовано доцільність застосування сучасних методів штучного інтелекту для автоматизації даного процесу.

Особливу увагу приділено використанню згорткових нейронних мереж, які завдяки своїй архітек-

турі здатні ефективно враховувати просторові та семантичні особливості зображень. Показано, що CNN дозволяють навчатися на великих обсягах даних, відновлювати кольорові компоненти з високим рівнем реалістичності та забезпечувати стабільні результати навіть для складних сцен. Застосування таких підходів значно перевершує можливості традиційних методів і відкриває перспективи подальшого розвитку інтелектуальних систем обробки цифрових зображень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Object Detection [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://en.wikipedia.org/wiki/Object_detection.
2. Tang, Y.; Zhang, C.; Gu, R. Vehicle detection and recognition for intelligent traffic surveillance system. Multimed. Tools Appl. 2017, 76, 5817–5832.
3. Згорткова нейронна мережа – просте пояснення CNN та її застосування – [Електронний ресурс] – <https://evergreens.com.ua/ua/articles/cnn.html>
4. Руденко О.В. Штучні нейронні мережі: Навчальний посібник / О.В.Руденко, Є.В.Бодянський. - Харків : ТОВ «Компанія СМІТ», 2006. — 404 с. - ISBN 966-8630-73-X.

Озеранський Володимир Сергійович — канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Сімончук Сергій Володимирович — асистент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Пінтя Дмитро Валентинович — студент групи 1КН-24м, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Ozeransky Volodymyr — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Computer Sciences Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Simonchuk Sergiy — Assistant of Computer Science Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Pintia Dmytro — student of Faculty of Intellectual Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.