

| Номер доку-мента | Познака | Найменування | Прим. | |
|--|--------------------|--|---------------|-------------|
| | | | | |
| | | <u>Текстові документи</u> | | |
| 1 | ГЮІК. 122022.011ПЗ | Пояснювальна записка | 79 с. | |
| 2 | | Рецензія | 1 с. | |
| 3 | | Науково-технічні публікації (апробація) | 9 с. | |
| 4 | | Сертифікати про участь у науково-технічних заходах | 1 с. | |
| | | | | |
| | | <u>Графічні документи</u> | | |
| 5 | | Презентаційний матеріал | 13 с. | |
| | | | | |
| | | <u>Електронні матеріали</u> | | |
| 6 | | 2022_M_ІНФ_ІНФм-21-1_Кухарчук_В_А.doc | | |
| 7 | | 2022_M_ІНФ_ІНФм-21-1_Кухарчук_В_А.pdf | | |
| 8 | | 2022_M_ІНФ_ІНФм-21-1_Кухарчук_В_А.pptx | | |
| 9 | | Каталог з програмою – program | | |
| 10 | | 2022_M_ІНФ_ІНФм-21-1_Кухарчук_В_А_readme.txt | | |
| | | | | |
| 11 | | Оригінальність тексту _____ % | | |
| | | Керівник кваліфікаційної роботи | | |
| | | доц. Руденко Д. О. _____ | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | ГЮІК. 122022.011Д4 | | |
| Зм | Арк | № докум. | Підпис | Дата |
| Розроб. | Кухарчук В.А. | | | |
| Перевір. | Руденко Д.О. | | | |
| Т.контр | | | | |
| Н.контр | Творошенко І.С. | | | |
| Затв. | Кобилін О.А. | | | |
| Дослідження нейромережного підходу для покращення якості зображення | | | | |
| Відомість кваліфікаційної роботи магістра | | | | |
| | | | Літ | |
| | | | Арк | |
| | | | Аркуш | |
| | | | 1 | |
| ХНУРЕ | | | | |
| Кафедра Інформатики | | | | |

SCI-CONF.COM.UA

**MODERN RESEARCH
IN WORLD SCIENCE**



**PROCEEDINGS OF VIII INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
OCTOBER 29-31, 2022**

**LVIV
2022**

78. *Нечіпор С. В., Тільна Ю. П., Маслій С. І.* 356
ПРОЕКТУВАННЯ ОДЯГУ ДЛЯ РІЗНИХ ТИПІВ ФІГУР З
ВРАХУВАННЯМ ЗОРОВИХ ІЛЮЗІЙ
79. *Педяш В. В., Златов С. С., Нестеренко Д. В.* 361
МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ СПЕКТРАЛЬНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ
КОГЕРЕНТНИХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ СИСТЕМ
ПЕРЕДАВАННЯ
80. *Петров В. М., Жданов О. О., Мацей Р. О.* 365
КОНСТРУКЦІЇ КРУПОРІЗОК ТА ЇХ ВДОСКОНАЛЕННЯ
81. *Подустов М. О., Демидов С. О.* 371
КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ
ВИРОБНИЦТВОМ ГРАНУЛЬОВАНИХ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ
ДОБРІВ
82. *Проказа У. С.* 373
ПРОЄКТ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ВПРОВАДЖЕННЯ
ЗАХИСТУ ХМАРНИХ ДАНИХ НА ОСНОВІ БЛОКЧЕЙНУ
83. *Путченко Т. О.* 378
ПРОГРАМНИЙ ЗАСТОСУНОК АНАЛІЗУ РІВНЯ ВРАЗЛИВОСТІ
ВЕБСАЙТУ ДО XSS-АТАК
84. *Романова М. М., Бабич О. В.* 382
АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ЕПОКСИДНИХ СМОЛ
85. *Романюк О. Н., Романюк О. В., Мельник О. В., Козубенко М. В.,
Вінтонюк В. В.* 389
ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ГРАФІЧНОГО РЕДАКТОРА НА
ГЕСАГОНАЛЬНОМУ РАСТРІ
86. *Руденко Д. О., Кухарчук В. А.* 393
СУЧАСНІ НАПРЯМКИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ СУПЕР
РОЗДІЛЬНОСТІ ЗОБРАЖЕННЯ
87. *Рудик А. В., Чуприна В. М.* 400
АДЕКВАТНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРІВ ТЕМПЕРАТУРИ І
ПОТУЖНОСТІ ТА РОЗРАХУНКІВ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ
ШЛІФУВАННЯ
88. *Рябіченко В. С.* 407
ФОТОГРАФІЧНА РОЗВІДКА ЯК ЗАГРОЗА ІНФОРМАЦІЇ, ЩО
ВІЗУАЛІЗУЄТЬСЯ НА ОБ'ЄКТІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ
89. *Сопрун О. В., Василюк А. С.* 410
РЕКОМЕНДАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ СТАНУ
СИНХРОННОГО ДВИГУНА
90. *Суліган Р. А.* 413
ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНАЦІЙНИХ МЕТОДІВ ДИНАМІЧНОГО
ПРОГНОЗУВАННЯ В АГРОПРОМИСЛОВОСТІ
91. *Твердохліб Ю. П., Кравець П. О.* 415
СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА АНАЛІЗУ ВІДГУКІВ У
СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ
КУПІВЛІ ТОВАРІВ

СУЧАСНІ НАПРЯМКИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ СУПЕР РОЗДІЛЬНОСТІ ЗОБРАЖЕННЯ

Руденко Діана Олександрівна,

к.т.н., доцент

Кухарчук Василь Андрійович,

Студент

Харківський національний університет радіоелектроніки,
м. Харків, Україна

Вступ./Introduction. Роздільна здатність зображення – це кількість пікселів на квадратний дюйм цифрового зображення. Супер роздільність зображення – це процес відновлення зображення високої роздільної здатності із зображення низької роздільної здатності. Це також можна назвати інтерполяцією зображення, масштабуванням або підвищенням дискретизації [1]. Метою супер роздільності зображення є отримання високої щільності пікселів і чітких деталей із зображень із низькою роздільною здатністю, які неможливо побачити неозброєним оком.

Оскільки цифрові зображення з високою роздільною здатністю бажані в більшості випадків, в останні десятиліття технології отримання зображень швидко розвивалися, і роздільна здатність вийшла на новий рівень. Тому постає питання: чи все ще потрібні методи покращення якості зображення?

Мета роботи./Aim. Супер роздільність охоплює набір алгоритмів і методів, завдання яких полягає в тому, щоб збільшити ширину та висоту вхідного зображення з мінімальним (в ідеалі нульовим) погіршенням якості. Відповідно до кількості вхідних зображень низької роздільності, супер роздільність можна поділити на супер роздільність на основі одного зображення (СРОЗ) і супер роздільність на основі кількох зображень (СРКЗ). Якщо можна одержати кілька зображень однієї сцени з субпіксельним зсувом, додаткову інформацію між ними можна використати для реконструкції зображення або послідовності зображень з вищою роздільною здатністю. Однак кілька зображень високої роздільної здатності часто недоступні, а технологія СРКЗ вимагає більше часу та

обчислювальних ресурсів, через що СРОЗ наразі набагато популярніший [2].

Одразу варто зазначити, що неможливо зробити так, щоб відновлене зображення мало такий самий вигляд, як і оригінал. Жодна розумна функція чи алгоритм не зможе замінити відсутню інформацію. Найкраще, що можна зробити, це наблизити та заповнити прогалини на основі сусідніх пікселів [3].

З розвитком технологій машинного навчання основні дослідження зараз націлені на новий підхід заснований на навчанні, яким є метод глибокого навчання. Глибоке навчання продемонструвало кращу продуктивність, ніж традиційні моделі машинного навчання, а через його швидкий розвиток результати безперервно покращуються.

Алгоритми глибокого навчання переглядають тисячі й мільйони зразків і запам'ятовують закономірності, тож їм не доводиться приблизно визначати відсутню інформацію, вони її продукують на основі минулих даних. Також можна виділити ще дві переваги підходу на основі згорткових нейронних мереж (ЗНМ). По-перше, метод на основі ЗНМ виділяє значно більше ознак із вхідних даних порівняно з іншими згаданими методами, що забезпечує модель гнучкістю в оптимізації. По-друге, підхід на основі ЗНМ має механізм зворотного зв'язку, який дозволяє точніше налаштовувати параметри. Кінцевою метою тонкого налаштування параметрів є одержання мінімальних втрат у прогнозі моделі [4].

Матеріали та методи./Materials and methods. На сьогодні методи супер роздільності, засновані на ЗНМ, вже показують досить добрі результати. Проте є кілька проблем, пов'язаних із цією технологією. По-перше, як зазначалося раніше, втрачену інформацію зображення неможливо відновити на 100%, тому нейронні мережі використовують попередній досвід і «додумують» відсутню інформацію, що може призвести до появи на зображенні деталей, яких там насправді не було. Найбільш гостро цей аспект проявляється при відновленні зображень з дуже низькою якістю та роздільною здатністю і в багатьох випадках подібний підхід є неприпустимим.

Ще однією, пов'язаною з попередньою, проблемою є багатоваріантність відновлених зображень, тобто множина можливих зображень з високою

роздільною здатністю, одержаних із зображення з низькою роздільною здатністю. Ця множина збільшується зі зменшенням якості вхідного зображення і призводить до суб'єктивно абсолютно різних, несхожих один на одного результатів [3].

Окрім того, сучасні нейромережі для супер роздільності є здебільшого спеціалізованими, цебто навченими для покращення зображень конкретного типу, й застосування нейромережі, навченої для супер роздільності зображень природи на світлинці людського обличчя призведе до незадовільних результатів.

І останнім аспектом, на якому сьогодні сконцентрована увага дослідників, є спрощення архітектури нейронних мереж для супер роздільності, адже сучасні методи, що показують хороші висліди, є надто складними з розлогою структурою, через що робота цих мереж вимагає вельми великих обчислювальних потужностей [5].

Результати та обговорення./Results and discussion. Можна виділити основні області, в яких є потреба в застосування технології супер роздільності.

1. Спостереження. Системи відеоспостереження широко використовуються в усьому світі для безпеки та запису. Відео з системи відеоспостереження часто використовується для допомоги в розкритті кримінальних справ. Однак на цей час неможливо обладнати великогабаритні HR-пристрої, через що якість оптики та систем замкнутого телебачення (CCTV) є низькою і одержуване відео виходить нечітким. Окрім того, деякі зображення часто погіршуються за певних умов. Наприклад, знімання в умовах слабкого освітлення чи туману (через недостатню кількість інформації, отриманої від об'єкта сцени) призводить до втрати контрасту та до розмитості деталей зображення. Тому для подолання низької якості зображення з відеокамер можна застосовувати техніки супер роздільності зображення [4].

2. Медична діагностика. Різні методи медичної візуалізації можуть надати як анатомічну, так і функціональну інформацію про структуру тіла людини. Однак обмеження роздільної здатності завжди знижують цінність медичних зображень у діагностиці. Технології супер роздільності використовуються з

ключовими методами медичної візуалізації, включаючи комп'ютерну томографію, магнітно-резонансну томографію, позитронно-емісійну томографію та зображення судин очного дна сітківки, які почасти мають низьку роздільну здатність, властивий шум і відсутність структурної інформації, через що викликають великі складнощі із тим, щоб поставити правильний діагноз [6].

Причинами обмеження якості зображень у наведених методах є час сканування, рух тіла, міркування щодо комфорту пацієнтів, конфігурація апаратного забезпечення або обмеження дози випромінювання (наприклад, питання, як отримати 3D-моделі будови людини із зображеннями високої роздільної здатності при зниженні рівня радіації все ще залишається проблемою [7]), і методи глибокого навчання можуть бути дуже корисними для компенсації якості. Системи медичної візуалізації можуть працювати в пильно контрольованому середовищі, тому можна легко одержати безперервні та багаторакурсні зображення. Проте, порівняно з супер роздільністю природніх зображень, медичним зображенням потрібна додаткова попередня інформація для конкретних випадків. Окрім того, є деякі складнощі з одержанням навчальних наборів даних, оскільки медична діагностика пов'язана з конфіденційністю і є проблема одержання відповідних клінічних зображень високої та низької роздільної здатності [8].

3. Дистанційне зондування Землі. Супутникові зображення та зображення аеророзвідки можна додатково збільшити без втрати якості та без додаткового обладнання, просто застосувавши для них супер роздільність. Наразі вже застосовуються супутники із вбудованою системою супер роздільності [9].

4. Астрономічні спостереження. Хоча ми можемо виявляти далекі зорі та планети, навіть за допомогою великих телескопів, таких як космічний телескоп Габбл, ми можемо робити лише розмиті зображення. Завдяки прогресу в техніці супер роздільності ми можемо одержати більш чіткі зображення небесних тіл [10]. Покращуючи роздільність астрономічних зображень, супер роздільність може допомогти астрономам у дослідженні космічного простору (рис. 1).

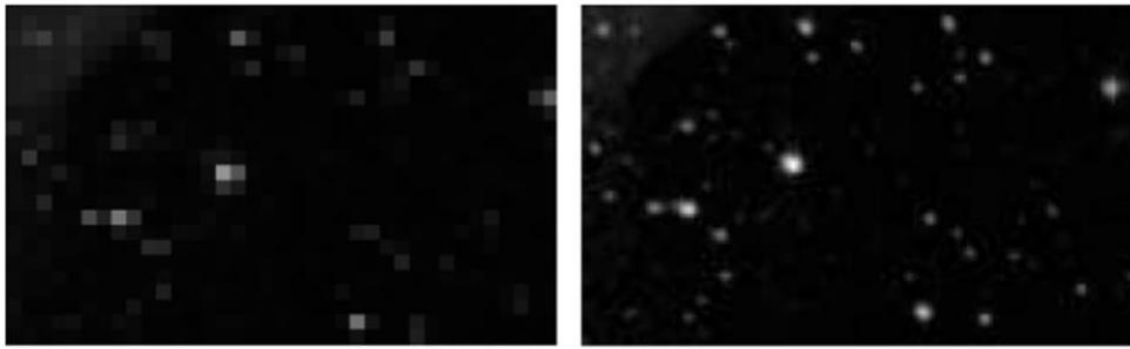


Рис. 1. Приклад застосування технології супер роздільності до знімку космічного простору

Перше в історії зображення чорної діри, яка розташована за мільйони світлових років од нас, технічно не було зафіксовано. Зібрану інформацію було оброблено й приведено до кінцевого зображення з високою роздільною здатністю.

5. Біометрична ідентифікація. Супер роздільність також важлива для біометричного розпізнавання, включно з покращенням роздільної здатності для облич, відбитків пальців і зображень райдужної оболонки. Роздільна здатність біометричних зображень є ключовою в процесі виявлення й розпізнавання. Ґрунтуючись на надлишковості та подібності структурних особливостей біометричних зображень, СРОЗ на основі інформації із бази даних є ефективним способом її підвищення. Використовуючи супер роздільність, деталі форм і текстури покращуються, тоді як глобальна структура ефективно зберігається, що може покращити здатність розпізнавання у відповідних програмах [5].

6. Стиснення даних, збереження пропускної здатності. Алгоритми стиснення зображень зазвичай призводять до втрати якості й за допомогою супер роздільності можна компенсувати втрачену інформацію. Що стосується збереження пропускної здатності, то можна передавати зображення з низькою роздільною здатністю, які займають небагато місця в пам'яті, і вже на боці клієнта переглядати їх з використанням системи супер роздільності.

7. Торгівля. Ще одним напрямом застосування технології супер роздільності є царина бізнесу. Наприклад, у роздрібній торгівлі, де автоматичне оброблення зображень для покращення їхньої якості призводить до збільшення

привабливості для потенційних покупців. Те саме стосується сфери ріелторства, де якість світлин домівок грає важливу роль (рис. 2). Для друку великих рекламних плакатів доконечні зображення високої чіткості й розміру, що подеколи повною мірою не можуть задовольнити навіть сучасні професійні камери.



Рис. 2. Приклад застосування SR до рекламної світлини кімнати

8. Побутове використання. Застосування методів супер роздільності увійшло в наше повсякденне життя. Компанія Hitachi Ltd. винайшла метод перетворення телебачення стандартної чіткості (SDTV) на телебачення високої чіткості (HDTV) за допомогою технології супер роздільності для відео, що робить її особливо цікавою та актуальною темою для досліджень.

В усіх сучасних смартфонах використовується технологія супер роздільності для покращення якості світлин під час фотографування, що стало можливим завдяки збільшенню обчислювальної потужності, в тому числі графічних процесорів, цих пристроїв. Крім того, старі світлини, зроблені на старі пристрої зі значно меншими оптичними й обчислювальними можливостями, також можливо покращити за допомогою технології супер роздільності.

Вже існує багато доступних сервісів супер роздільності, наприклад, відома американська компанія Adobe вже створила власну реалізацію програмного забезпечення для збільшення роздільності зображень.

Висновки./Conclusions. Таким робом, проаналізувавши технологію супер роздільності, сфери її застосування та темпи розвитку, можна зробити висновок, що технологія є вельми актуальною та перспективною, на неї є значний попит, тому вона заслуговує на дальші дослідження та розвиток.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Wang Z., Chen J., & Hoi S. C. (2020). Deep learning for image super-resolution: A survey. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 43(10), 3365-3387.
2. Li, J., Pei, Z., & Zeng, T. (2021). From beginner to master: A survey for deep learning-based single-image super-resolution. *arXiv preprint arXiv:2109.14335*.
3. Dahl, R., Norouzi, M., & Shlens, J. (2017). Pixel recursive super resolution. In *Proceedings of the IEEE international conference on computer vision* (pp. 5439-5448).
4. Ooi, Y. K., & Ibrahim, H. (2021). Deep Learning Algorithms for Single Image Super-Resolution: A Systematic Review. *Electronics*, 10(7), 867.
5. Yue, L., Shen, H., Li, J., Yuan, Q., Zhang, H., & Zhang, L. (2016). Image super-resolution: The techniques, applications, and future. *Signal Processing*, 128, 389-408.
6. Robinson M. D., Chiu S. J., Toth C. A., Izatt J. A., Lo J. Y., & Farsiu S. (2017). New applications of super-resolution in medical imaging. In *Super-resolution imaging* (pp. 383-412). CRC Press.
7. Greenspan H. (2009). Super-resolution in medical imaging. *The computer journal*, 52(1), 43-63.
8. Li Y., Sixou B., & Peyrin, F. (2021). A review of the deep learning methods for medical images super resolution problems. *Irbm*, 42(2), 120-133.
9. Murthy K., Shearn M., Smiley B. D., Chau A. H., Levine J., & Robinson M. D. (2014, October). SkySat-1: very high-resolution imagery from a small satellite. In *Sensors, systems, and next-generation Satellites XVIII* (Vol. 9241, pp. 367-378). SPIE.
10. Willett R., Jermyn I. H., Nowak R., & Zerubia J. (2003). Wavelet-based superresolution in astronomy. *Astronomical Society of the Pacific*.

CERTIFICATE

is awarded to

Kukharchuk Vasyl

for being an active participant in
VIII International Scientific and Practical Conference

**“MODERN RESEARCH
IN WORLD SCIENCE”**

24 Hours of Participation

(0,8 ECTS credits)



LVIV

29-31 October 2022



sci-conf.com.ua