Міністерство освіти і науки України
Кам’янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
Фізико-математичний факультет
Кафедра комп’ютерних наук

Дипломна робота
магістра

з теми: “**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ СЕМАНТИЧНОЇ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ**”

Виконала: студентка 2 курсу,
групи KN1-M21,
спеціальності 122 Комп’ютерні науки
Сокальська Діана Сергіївна

Керівник: старший викладач кафедри,
кандидат технічних наук, доцент
Слободянюк Олександр Васильович

Кам’янець-Подільський – 2022

ЗМІСТ

ВСТУП 4
РОЗДІЛ 1. ПОНЯТТЯ СЕМАНТИЧНОЇ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕННЯ 7
1.1. Сприйняття зображення комп'ютером 7
1.2. Поняття обробки зображення 10
1.3. Сегментація зображення 12
1.4. Математична постановка задачі 17
1.5. Завдання сегментації 19
1.6. Проблематика 20
1.7. Застосування 22
РОЗДІЛ 2. ОГЛЯД МЕТОДІВ СЕМАНТИЧНОЇ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ 28
2.1. Підготовка даних 29
2.2. Пороги 32
2.3. Алгоритм K-means 34
2.4. Сегментація країв 35
2.5. Методи на основі стиснення 36
2.6. Нейронна мережа 38
2.7. CNN(convolutional neural network) 39
2.8. Повністю згорточні мережі. 43
2.9. U-Net 44
2.10. SegNet 46
РОЗДІЛ 3. Дослідження ефективності методів 50
3.1. Обгрунтування вибору ПЗ 50
3.1.1. Google Collaboratory 54
3.1.2. TensorFlow 55
3.1.3. Keras 56
3.1.4. NumPy 57
3.2. ImageNet 58
3.3. Метрики оцінки ефективності семантичної обробки 59

3.4. Ефективність обробки зображень з будівельними об’єктами із аерофотознімків 63
3.5. Ефективність обробки зображень з водними об'єктами 67
ВИСНОВОК 70
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 71

ВСТУП

У сучасному світі ми постійно взаємодіємо з цифровими зображеннями. Зображення стало одним з основних типів інформації, який допомагає нам легко зберігати інформацію про навколишній світ. Це й не дивно, адже, як відомо, понад 80% інформації людина сприймає за допомогою зору. За даними агентства маркетингових досліджень InfoTrends, у 2023 році пристрої зберігатимуть близько 7,4 трильйонів цифрових зображень [1]. Здебільшого такі зображення мають суто творчий та естетичний характер, але навколо нас все ще є багато областей, і зображення містять інформацію, яку потрібно ще певним чином опрацювати. Будь то наука, медицина, криміналістика і т. д. Питання яке постало давно все ще залишається актуальним і в наш час, адже зображення є природним засобом спілкування людини і машини в будь-яких системах обробки, аналізу та управління.

Розвиток технологій дозволяє створювати системи комп'ютерного зору, здатні не тільки доповнювати, але в деяких випадках і замінювати людину в задачах розпізнавання образів у різних галузях науки і техніки.

Сьогодні комп'ютерний зір широко використовується в найрізноманітніших галузях промисловості. Наприклад, він набув широкого застосування в галузі медицини, де з його допомогою можна визначити діагноз або виявити проблему на основі рентгенівського знімка чи будь-якого іншого фото- та відеоматеріалу, у багатьох випадках комп'ютери помічають те, що не помічають навіть найдосвідченіші лікарі. Вони виступають своєрідними помічниками, чий «технічний» висновок підтверджує гіпотезу лікаря або дає привід для більш глибоких досліджень.

Інша галузь — фізика, де комп'ютерний зір набув широкого поширення для вимірювання та аналізу теплового або електромагнітного випромінювання. Але найчастіше комп'ютерний зір йде рука об руку зі штучним інтелектом і машинним навчанням. Найпоширенішими сферами є

розпізнавання образів і методи навчання. За допомогою штучного інтелекту можна проводити такі вимірювання та виконувати завдання, які раніше неможливо було уявити. Технології машинного навчання в комп'ютерному зорі швидко покращують розуміння комп'ютером високорівневих зображень, відкриваючи тим самим нові можливості для завдань, які раніше вимагали ручного втручання людини

З 2010 року ми спостерігаємо прискорення вдосконалення методів і технологій глибинного навчання. Завдяки глибокому навчанню тепер ми можемо програмувати суперкомп'ютери на навчання, самовдосконалення з часом і надання деяких із цих бізнес-можливостей у вигляді онлайн-додатків, наприклад хмарних додатків. Все це дало різкий поштовх для розвитку комп'ютерного зору разом зі штучним інтелектом. Багато великих компаній, таких як Facebook або Microsoft, витрачають багато часу та ресурсів на вивчення цієї сфери. Вони розробляють велику кількість програмного забезпечення або просто вдосконалюють існуючі програми за допомогою комп'ютерного зору для вирішення найрізноманітніших завдань.

Область цифрової обробки зображень фокусується на перетворенні одного зображення на інше, незалежно від його змісту, тоді як область комп'ютерного зору фокусується на перетворенні тривимірної сцени, спроектованої на одне або кілька зображень. Але розв'язання задачі безпосередньо залежить від припущень про зміст сцени. Першим етапом обробки зображення є сегментація, оскільки необхідно розрізняти різні об'єкти, що з'являються на сцені.

Завдання семантичної сегментації є високорівневим завданням обробки зображень, що належить до групи задач машинного розпізнавання. Вона є більш складною, ніж завдання класифікації зображень та пошуку об'єктів, що обумовлено не лише необхідністю визначення класів об'єктів, а й виявлення їхньої структури, правильного виділення частин об'єктів на зображенні.

Саме тому для дослідження було обрано найбільш широко застосовані методи обробки зображення і сегментації для подальшого аналізу і порівняння на основі якого можна буде зробити висновок щодо доцільності і результативності застосування до певної групи зображень.

Предметом дослідження є результати отримані після застосування обробки до кожної з обраних груп зображень для встановлення якості роботи методів за обраними критеріями.

Об'єктом дослідження методи обробки зображень та отримані сегменти зображень і те, наскільки вони відрізняються від реальних та їх порівняльний аналіз.

Мета дослідження полягає в тому, щоб розглянути та проаналізувати найбільш поширені способи семантичної обробки (сегментації) зображень. Дослідити продуктивність методів, вибраних для роботи на кількох наборах даних, для подальшого порівняння ефективності їх застосування.

Практичне значення одержаних результатів полягає в встановленні доцільності застосування методів до семантичної обробки зображень.

Робота складається з трьох розділів. У першому розділі з’ясовуємо як саме комп’ютер сприймає зображення, що розуміємо під визначенням семантичної обробки зображення, які є основні елементи обробки зображення на підготовчому етапі, а також визначили головну задачу даної області, проблематику та актуальність. Другий розділ присвячений огляду існуючих методів семантичної обробки зображення та їх поділу, а також критерії оцінки роботи методів. У третьому розділі обґрунтовано вибір самих методів для дослідження методів обробки зображень та програмного забезпечення для їх реалізації та проведення порівняльного аналізу.

ВИСНОВОК

Вирішення питання семантичної обробки зображень є актуальною як ніколи, адже це важливо для подальшого розвитку детального розуміння об'єктів, присутніх на зображенні, а з розвитком технологій штучного інтелекту та відкриттям нових горизонтів, його актуальність ще більше зростає.

Для різних галузей промисловості за останні десятиліття було розроблено чимало методів за допомогою яких є можливість обробляти зображення. Для різних підходів існують свої методи які по тому чи іншому показнику відрізняються в своїй ефективності.

Для досягнення поставлених цілей в ході цієї роботи було вирішенні наступні завдання і зроблено наступні кроки:

1. Досліджено та проаналізовано літературу, що стосується сприйняття зображення комп’ютером.

2. Було проведено огляд загальних питань, пов'язаних з постановкою задачі та огляду основних проблем даного дослідження.

3. Розглянуто поширені методи семантичної обробки зображень на основі різних підходів

4. Порівняли результати даних отриманих при обробці зображень будівельних об’єктів із аерофотознімків та зображень з водними об’єктами

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Carrington D. How Many Photos Will Be Taken in 2023? *Tech today*. 2023. URL: https://focus.mylio.com/tech-today/how-many-photos-will-be-taken-in-2023
2. Робототехника К. Фу, Р. Гонсалес, К. Ли. М.: Мир, 1989.
3. Дуда Р.О., Харт П.Є. Розпізнавання образів та аналіз сцен. 1976. 511 ст.
4. Вапник В.М., Червоненкіс А.Я. Теорія розпізнавання образів. Стохастичні проблеми навчання. Наука, 1974. 415 ст.
5. Денисов, Д. А. Сегментація зображень на ЕВМ/ Д. А. Денисов, В. А. Нізовкин // Зарубіжна радіоелектроника. 1985.
6. Linda G. Shapiro and George C. Stockman (2001): “Computer Vision”, pp 279–325, New Jersey, Prentice-Hall, ISBN 0-13-030796-3
7. Barghout, Lauren, and Lawrence W. Lee. "Perceptual information processing system." Paravue Inc. U.S. Patent Application 10/618,543, filed July 11, 2003.
8. Nielsen, Frank; Nock, Richard (2003). "On region merging: The statistical soundness of fast sorting, with applications". 2003 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2003. Proceedings. Vol. 2. IEEE. pp. II:19–26. doi:10.1109/CVPR.2003.1211447. ISBN 0-7695-1900-8.
9. Zachow, Stefan, Michael Zilske, and Hans-Christian Hege. "3D reconstruction of individual anatomy from medical image data: Segmentation and geometry processing." (2007).
10. K. Hara, V. Jagadeesh, R. Piramuthu. Fashion Apparel Detection: The Role of Deep Convolutional Neural Network and Pose-dependent Priors. URL: http://arxiv.org/pdf/1411.5319v2.pdf (Дата звернення: 11.05.2022).

11. Денисов Д.А. Комп'ютерні методи аналізу відеоінформації, монографія. Красноярськ, Краснояр. держ. техн. Університет. 1993, 192 с. [Denisov D.A. Комп'ютерні методи для аналізу інформації про відео, monograph. Красноярськ, Краснояр. Gos. tehn. University, 1993, 192 p. (in Ukrainian)]
12. Денисов Д.А., Дудкін А.К., П'яткін В.П. Структурні методи опису об'єктів зображень. ВЦ З АН СРСР. Новосибірськ, 1988. 35 с. [Denisov D.A., Dudkin K.A., Pyatkin V.P. Структурні методи опису зображення об'єктів, комп'ютерних центрів Siberian branch of Russian Academy of Sciences USSR. Novosibirsk, 1988 (in Ukrainian)]
13. Борисенко В.І., Златопольський А.А., Мучник І.Б. Сегментація зображень (стан проблеми). Автоматика і телемеханіка, 1987, 7, 3-56 [Борисенко В.І., Златопольська А.А., Мухнік І.Б. Image segmentation (state of the problem), Automation and remote control, 1987, 7, 3-56 (in Ukrainian)]
14. Бакут П.А., Колмогоров Г.С., Варновицький І.Е. Сегментація зображень: методи порогової обробки. Зарубіжна радіоелектроніка, 1987, 10, 54-61 [Bakut P. A., Kolmogorov G. S., Vornovitsky I. E. Image segmentation. thresholding методів. Foreign Radioelectronics, 1987, 10, 54-61 (in Ukrainian)]
15. Прет У. Цифрова обробка зображень, в 2 т. М., Світ, 1982. 790 с. [Pratt W. Digital image processing, in 2 vol. M., Mir, 1982. 790 p. (in Ukrainian)]
16. Яншин В.В. Аналіз та обробка зображень. принципи та алгоритми, М., Машинобудування, 1994. 112 с. [Yanshin V.V. Analysis and processing of images. principles and algorithms, M. Mashinostroenie, 1994, 112 p. (in Ukrainian)]
17. Коулмен Г.Б., Ендрюс Х.С. Сегментація зображень за допомогою автоматичної класифікації. ТІІЕР. 1979, 5, 82-97. [Coleman G.B.,

Andrews H.C. The image segmentation by automatic classi cation. TIIEP. 1979, 5, 82-97 (in Ukrainian)]

18. Brian L. DeCost, Elizabeth A. Holm A computer vision approach for automated analysis and classi cation of microstructural image data. Computational Materials Science 110, 2015, 126-133.
19. Khodaskar A., Ladhake S. Semantic Image Analysis for Intelligent Image Retrieval International Conference on Intelligent. Computing, Communication & Convergence Institute of Management and Technology, India 2014, 193-197.
20. Banerjee S.K., Ghosh S., Datta S.K. Segmentation of dual phase steel micrograph. An automated approach. Measurement 2013, 2435-2440.
21. Murphy A.G., Browne D.J., Mirihanage W.U., Mathiesen R.H. Combined in situ X-ray radiographic observations and post-solidi cation metallographic characterisation of eutectic transformations in Al-Cu alloy systems, Acta materialia 61, 2013, 4559-4571.
22. Tolnai D., Requena G., Cloetens P., Lendvai J., Degischer H.P. E ect of solution heat treatment on the internal architecture and compressive strength of an AlMg4.7Si8 alloy. Materials Science & Engineering, A 585, 2013, 480-487.
23. Попередня обробка зображень. Моделювання та розпізнавання 2D/3D образів: веб-сайт. URL: https://bit.ly/3eOC54e (дата звернення: 06.05.2022).
24. Ратайчак, Р.; Кріспім-Джуніор, С.Ф.; Форе, Е.; Ферверс, Б.; Tougne, L. Автоматична реконструкція земельного покриву З історичних аерофотознімків: оцінка алгоритмів вилучення ознак і класифікації. IEEE Trans. Обробка зображення. 2019, 28, 3357–3371. [CrossRef] [PubMed]
25. Chen, J.; Chen, J.; Liao, A.; Cao, X.; Chen, L.; Chen, X.; He, C.; Han, G.; Peng, S.; Lu, M.; et al. Global land cover mapping at 30 m resolution:

A POK-based operational approach. ISPRS J. Photogramm. Remote Sens. 2015, 103, 7–27. [CrossRef]

26. Wulder, M.A.; Hermosilla, T.; Stinson, G.; Gougeon, F.A.; White, J.C.; Hill, D.A.; Smiley, B.P. Satellite-based time series land cover and change information to map forest area consistent with national and international reporting requirements. For. Int. J. For. Res. 2020, 93, 331–343. [CrossRef]
27. Griffiths, P.; van der Linden, S.; Kuemmerle, T.; Hostert, P. A Pixel-Based Landsat Compositing Algorithm for Large Area Land Cover Mapping. IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obs. Remote Sens. 2013, 6, 2088–2101.[CrossRef]
28. Hauser, L.T.; Nguyen Vu, G.; Nguyen, B.A.; Dade, E.; Nguyen, H.M.; Nguyen, T.T.Q.; Le, T.Q.; Vu, L.H.; Tong, A.T.H.; Pham, H.V. Uncovering the spatio-temporal dynamics of land cover change and fragmentation of mangroves in the Ca Mau peninsula, Vietnam using multi-temporal SPOT satellite imagery (2004–2013). Appl. Geogr. 2017, 86, 197–207. [CrossRef]
29. Karakizi, C.; Karantzalos, K.; Vakalopoulou, M.; Antoniou, G. Detailed Land Cover Mapping from Multitemporal Landsat-8 Data of Different Cloud Cover. Remote Sens. 2018, 10, 1214. [CrossRef] Lobser, S.E.; Cohen, W.B. MODIS tasselled cap: Land cover characteristics expressed through transformed MODIS data. Int. J. Remote Sens. 2007, 28, 5079–5101. [CrossRef]