

нові дослідження будуть давати кращі і досконаліші шляхи застосування цифрового водяного знаку, а також покращить захист як персональних так і мультимедійних даних.

Висновки. Порівнявши різноманітні методи захисту мультимедійних даних та об'єктів авторського права та інтелектуальної власності, можемо дійти висновку, що використання комбінованих методів кодування і шифрування надають нові перспективи для досягнення більш надійного захисту даних. Центральним та ключовим елементом завдяки своїй універсальності, на даний момент, залишається цифровий водяний знак. Його властивості в поєднанні з іншими методами захисту нададуть більшого захисту і впевненості власникам мультимедійної інформації, а також авторам, що здійснюють авторську та інтелектуальну діяльність.

1. <https://uk.wikipedia.org/wiki>
2. <https://www.microsoft.com/uk-ua/antipiracy/>
3. <http://www.epravda.com.ua/news/2016/10/19/608322/>
4. Рекомендації щодо вдосконалення механізму регулювання цифрового використання об'єктів авторського права і суміжних прав через мережу Інтернет – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://sips.gov.ua/ua/recomnet.html>.
5. http://www.isan.org/about/#what_is_isan

Поступила 20.04.2017р.

УДК 004.9

Р.О. Кульчицький¹, аспірант УАД, О.В. Тимченко^{1, 2}, д.т.н, професор,
І.М. Лях³, к.т.н., доцент

ПОРІВНЯННЯ АЛГОРИТМІВ ВИЯВЛЕННЯ КОНТУРУ ЦИФРОВОГО ЗОБРАЖЕННЯ

Анотація. В задачах розробки систем комп'ютерного зору, відновлення тривимірного зображення із серії знімків, моделювання та редагування зображення часто постає завдання виділити контур певної текстури – букви у слові, лица людини, контуру будинку, тощо. Виділення контурів – доволі складна та нова математична задача. Новизна пов'язана з тим що цифрове фото зародилося на початку 1980-х, а масове застосування - лише в 1990-х роках.

Ключові слова. Контур зображення, цифрове фото.

¹ Українська академія друкарства

² Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

³ ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Вступ. В даній роботі розглянемо основні алгоритми виявлення контуру цифрового зображення, одержаного за допомогою камери. Після визначення контурів отримуємо набір кривих, що визначають межі об'єктів та зміну їх забарвлення. Таке виділення суттєво зменшує кількість даних, що підлягають обробці, але зберігає важливі структурні властивості зображення і в багатьох випадках спрощує інтерпретацію об'єктів на зображенні.

Метою роботи є дослідження основних алгоритмів виділення контуру зображення, порівняння ефективності їх роботи.

Основна частина. Знаходження контурів у зображення дає багато можливостей для подальших дій з цим зображенням, починаючи від накладання фільтрів лише на частину зображення без необхідності виділення цієї частини вручну до побудови «скелету» з серії фотографій і накладання на нього текстур (рис. 1) [1].



Рис. 1: Відрендерине зображення черепа та частини скелету людини, одержано з допомогою трьох МРТ знімків (DICOM Viewer)

На даний момент найпопулярніші 4 основних алгоритми виявлення контуру зображення на основі функція Гаусса, а саме:

- 1) алгоритм Кенні та алгоритм Собеля;
- 2) алгоритм Прюїтта;
- 3) хрест Робертса

Розглянемо детально кожен з них.

Алгоритм Кенні

Алгоритм розроблений Джоном Ф. Кенні (John F. Sanny) в 1986 році для виявлення великого діапазону контурів у зображенні. Основною ідеєю при

розробці даного алгоритму було те що 1) слід відсіяти максимальну кількість непотрібної інформації з зображення (усунення шумів) 2) алгоритми для виявлення розривів на зображенні мають багато спільного тому можна їх усереднити, при цьому якість алгоритму для всіх типів розривів істотно не знизиться. Поділив контури на діагональні, горизонтальні та вертикальні. Основними особливостями алгоритму Кенні над іншими є:

- 1) низька частота появи помилок (підвищення відношення сигнал/шум);
- 2) точка контуру виявлена з допомогою алгоритму лежить точно посередині контуру;
- 3) контур виділяється один раз, шум не повинен викликати появу додаткових контурів.

Щоб задовільнити основні вимоги Кенні застосував варіаційне числення – метод, який знаходить функцію, що оптимізує даний функціонал. Оптимальна функція Кенні описується сумою чотирьох експонент, проте можна застосовувати і функцію Гаусса (1).



Рис.2: Зображення головного корпусу Української академії друкарства (м.Львів) після застосування алгоритму Кенні (скомпільована програма [1])

1 етап. Зазвичай перед початком обробки до вхідного зображення застосовують фільтр Гаусса, оскільки застосування алгоритму Кенні вимагає дещо згладити зображення, щоб запобігти виникненню спотворень під дією шумів.

$$H_{ij} = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{(i-(k+1))^2 + (j-(k+1))^2}{2\sigma^2}\right); 1 \leq i, j \leq 2k+1, \quad (1)$$

де σ - коефіцієнт, який підбирається вручну, зазвичай знаходиться в околі $\sigma = 1.4$; i, j - координати, k - розмір вибірки.

Або, в класичному варіанті, вихідна матриця домножується на оператор Кенні:

$$B = \frac{1}{159} \begin{bmatrix} 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 5 & 12 & 15 & 12 & 5 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \end{bmatrix} \cdot A. \quad (2)$$

2 етап. Вихідне зображення переводиться з формату RGB в «градації сірого». Для цього підходить будь-який алгоритм та будь яка модель кольору яка включає складову яскравості. Для прикладу приведемо переведення в YUV модель, хоча можна використовувати і HSL, HSV та інші моделі [3].

$$\begin{aligned} Y &= 0,3 * R + 0,587 * G + 0,114 * B \\ U &= -0,14713 * R - 0,28886 * G + 0,436 * B + 128 \\ V &= 0,615 * R - 0,51499 * G - 0,10001 * B + 128 \end{aligned} \quad (3)$$

де Y - яскравість.



Рис.3. Зображення головного корпусу Української академії друкарства (м.Львів) після переведення в кольорову схему YUV

3 етап. На цьому етапі здійснюється пошук градієнтів на зображенні. Часто для цього завдання використовується оператор Собеля — дискретний диференціальний оператор, яким обраховується наближене значення градієнта яскравості зображення. Результатом застосування оператора Собеля в кожній точці зображення є або вектор градієнта яскравості в цій точці, або його норма. Оператор Собеля оснований на згортанні зображення невеликими цілочисельними фільтрами у вертикальному і горизонтальному напрямках. В такому випадку одержується доволі груба апроксимація градієнта, особливо помітна на високочастотних коливаннях у зображенні [4].

Для згортання використовуються наступні фільтри

- 1) оператори Кенні (4);
- 2) оператори Собеля (5):

$$G_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix} \quad G_y = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

$$G_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad G_y = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix} \quad (5)$$

Довжина вектору визначається за формулою (6), а кут (7)

$$G = \sqrt{G_x + G_y} \quad (6)$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{G_y}{G_x}\right) \quad (7)$$

4 етап. Подавлення не максимумів.

Кут вектору квантується по 45 градусів. Пікселями границь називають ті пікселі, в яких виконується умова локального максимуму [2].

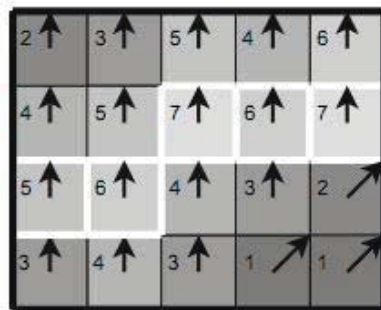


Рис.4: Ілюстрація подавлення «не максимумів»

Майже всі пікселі на рис.4 мають «орієнтацію вгору», тому значення цих градієнтів в точках будуть порівняні до значень пікселів знизу і зверху. Обведені білим контуром пікселі залишаться в вихідному зображенні, а інші будуть подавлені. Після проведення даного етапу границі стають тоншими та точними.

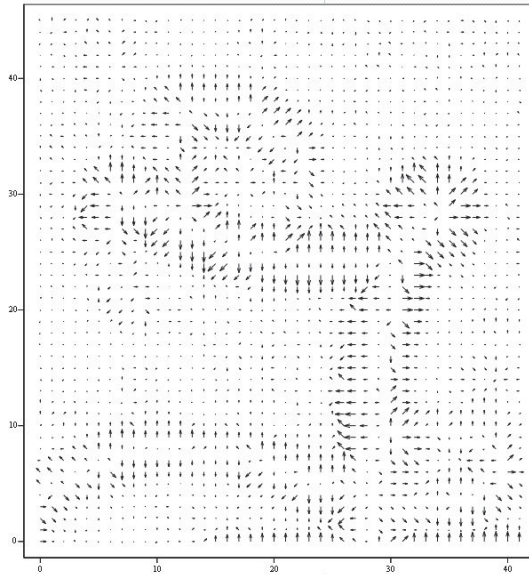


Рис.5: Ілюстрація подавлення ділянки зображення. Чіткі границі на виході

5 етап. Завершальний етап не є обов'язковим, але може здійснюватися, якщо вихідне зображення не відповідатиме критеріям експериментатора. Може полягати у подвійній пороговій фільтрації, застосуванні оператора Щарра на етапі 3, трасування області неоднозначності.

Щарр довів, що у певних випадках оператори Кенні та Собеля не обробляють правильно паразитні шуми і запропонував використовувати оператор (8):

$$G_x = \begin{pmatrix} 3 & 10 & 3 \\ 0 & 0 & 0 \\ -3 & -10 & -3 \end{pmatrix} \quad G_y = \begin{pmatrix} 3 & 0 & -3 \\ 10 & 0 & -10 \\ 3 & 0 & -3 \end{pmatrix} \quad (8)$$

Задача трасування зводиться до виділення груп пікселів, одержаних на етапі 4 і співставленні їх до границі (якщо вони з'єднані з однією з встановлених границь) або подавлення цих пікселів (в іншому випадку). Піксель добавляється до групи, якщо він дотикається до неї на одному з восьми напрямків.

Хрест Робертса. Використання оператора Робертса (хреста Робертса)

забезпечує просту апроксимацію і одержання градієнту[5]:

$$G_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \quad G_y = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \quad (9)$$

Оператор Прюїтта. Особливістю використання алгоритму (оператора) Прюїтта є те, що він не передбачає можливості трасування зображення (етап б).

$$G_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad G_y = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix} \quad (10)$$

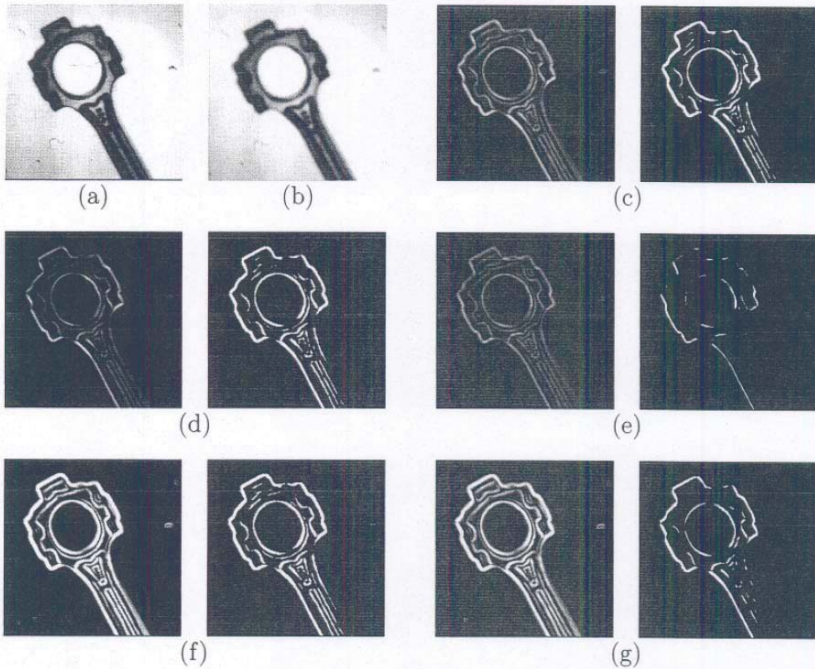


Рис 6: а) оригінал зображення; в) фільтроване зображення; с)-д) оператор Кенні; е) хрест Робертса; ф) оператор Собеля; г) оператор Прюїтта

Висновки. У даній статті розглянуто основні алгоритми виявлення контуру оцифрованого зображення які основані на використанні фільтру Гаусса та Лапласіана. Дане сімейство алгоритмів є одним з наймасштабніших серед алгоритмів пошуку виявлення контуру, при цьому усі представленні алгоритми, як продемонстровано, володіють доволі хорошою точністю. По цій причині більшість з них використовуються в популярних редакторах таких як Adobe Photoshop та Gimp.

1. http://docs.opencv.org/2.4/edge_canny.html
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. — М.: Техносфера, 2005. — 1007с
3. Анисимов Б.В. Распознавание и цифровая обработка изображений — М.: Высш. школа, 1983 — 295с
4. Samuel J. Dwyer III. A personalized view of the history of PACS in the USA. In: Proceedings of the SPIE, «Medical Imaging 2000: PACS Design and Evaluation: Engineering and Clinical Issues», edited by G. James Blaine and Eliot L. Siegel. 2000;3980:2-9
5. R. Boyle and R. Thomas Computer Vision: A First Course, Blackwell Scientific Publications, 1988.

Поступила 3.04.2017р.

УДК 621.3

М.Б.Поліщук¹, к.т.н., ст. викл., Г.Н.Левицька¹, викладач,
О.В. Тимченко², д.т.н, професор

САМООСВІТА У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ПРОФЕСІЙНО-ОРІЄНТОВАНОЇ ОСОБИ

Вступ

Підвищені вимоги до професійного рівня персоналу організацій і підприємств потребують від нього самонавчання, орієнтованого на тип виробництва. Організація і підтримка самостійної освіти є на сучасному етапі досить актуальним питанням. Дослідження показують, що самоосвіта стає значною, необхідною частиною навчальної діяльності сучасної людини. За даними статистичних досліджень самонавчанням для здобуття додаткових знань і спеціальностей займається приблизно 70% слухачів. Під самостійним навчанням розуміємо цілеспрямовану самостійну роботу з отримання, поглиблення та удосконалення знань, навичок і умінь [1].

Особистісне орієнтоване навчання зосереджене на індивідуальності людини, розвитку її самобутності, самоцінності. Мета його полягає в сприйнятті становленню індивідуальності, культурної ідентифікації особи, її комунікативності та соціалізації, життєвому самовизначенню, цілеорієнтації, здатності приймати рішення.

Головним завданням самостійного навчання є розвиток пізнавальних здібностей кожної людини, максимальне виявлення її індивідуального

¹ Львівське вище професійне училище комп'ютерних технологій та будівництва

² Українська академія друкарства, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie