

Б.М. Гавриш¹, к.т.н., ст. викл.
О.В. Тимченко^{1,2}, д.т.н., професор,
В.О. Демченко³, магістр

МЕТОДИ ПОКРАЩЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ШЛЯХОМ РЕКОНСТРУКЦІЇ НАДВИСОКОЇ РОЗДІЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ

Розглядається загальні методи покращення слабкоконтрастних кольорових зображень для формування нового простору ознак програмними засобами шляхом реконструкції надвисокої роздільної здатності зображень.

Ключові слова: розпізнавання образів, слабкоконтрастні зображення, надвисока роздільна здатність.

Вступ. Завдання виділення візуально невиразних областей слабкоконтрастних зображень має велике прикладне значення (рентгенограма, термограма, біофізичні знімки, тощо). Останнім часом збільшилася кількість завдань, які використовують ансамбль зображень, які мають багато параметрів, наприклад, в таких областях, як медична діагностика (аналіз характеристик ЯМР, томограм), дистанційне зондування Земної поверхні, аналіз геофізичних полів тощо.

Досить широко поширені методи аналізу на основі використання трьох спектральних діапазонів з подальшим їх злиттям в одне результуюче RGB кольорове зображення, з подальшою сегментацією на основі використання колірних ознак [1-4]. Однак цей підхід вельми рідко дозволяє ідентифікувати слабкоконтрастні ділянки через незначну зміну їх відбивної здатності (на жаль, тут неможливо надати кольорові зображення які демонструють цей ефект), тому саме використання колірних методів кодування зображень не вирішує завдання підвищення візуальної чутливості процедури сегментації.

Ключовою проблемою для здійснення чутливої сегментації є формування нового простору ознак на основі аналізу локального контрасту його елементів, який забезпечують рішення поставленого завдання.

При розробці нових методів аналізу зображень можливо використання віртуальних аналогів фізичних методів обробки радіофізичних і оптичних сигналів і полів і їх математичних моделей.

¹ Українська академія друкарства

² Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

³ НУ «Львівська політехніка»

Постановка проблеми. Необхідність в розпізнаванні образів виникає в різних областях - від геологічної розвідки до медичної діагностики. До якої б сфери ні відносилось завдання, під час розпізнавання образів перед побудовою класифікатора найчастіше необхідно будувати істотні (інваріантні) ознаки на основі деяких вихідних ознак, що нерідко робиться вручну. Завдання автоматичного виділення ознак є особливо актуальною для систем комп'ютерного зору [1].

Останнє пов'язане з тим, що класи об'єктів, які розпізнаються за їхніми зображеннями, вкрай рідко бувають лінійно нероздільні в просторі первинної ознаки – яскравості пікселів. Побудова нелінійних розділяючих поверхонь можлива за допомогою таких традиційних методів розпізнавання образів, як, наприклад, метод узагальнених вирішальних функцій або машин опорних векторів. Однак застосування цих методів рівноцінне побудові лінійної роздільної поверхні в розширеному просторі ознак, де додаткові нелінійні ознаки задані апріорно (явно чи неявно – через ядра) [2]. Типові нелінійні ознакові перетворення (такі як поліноміальне) не забезпечують подальшої лінійної роздільності класів образів, в зв'язку з чим і виникає потреба в нових ознаках, побудованих з урахуванням особливостей розподілу образів у вихідному просторі ознак.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Одним з найбільш популярних напрямків сучасних інформаційних технологій, який дотичний, більш менш, з усіма областями техніки, є обробка цифрових зображень. Вони щораз частіше використовуються для подання інформації в наукових дослідженнях, медицині, екології, промисловості, наприклад, для вирішення завдань аналізу геофізичних полів [5], виявлення та ідентифікації малорозмірних замаскованих цілей у військовій області, аналізу анатомічної структури з виділенням ділянок потенційного інтересу в медичній діагностиці [6], візуальної біоідентифікації в системах закритого доступу тощо.

Виклад основного матеріалу дослідження. У багатьох завданнях цифрової обробки, зображення з високою роздільною здатністю мають перевагу для якісних наступних обробок і аналізу. Необхідність в зображеннях високої роздільної здатності пов'язана з двома основними областями застосування: покращення образотворчої інформації для інтерпретації людини; і допомогу в поданні для автоматичного сприйняття машини. Роздільна здатність зображення описує деталі, що містяться в зображенні, і чим вища роздільна здатність, тим детальніше зображення. Висока роздільна здатність означає, що щільність пікселів в зображенні висока, і тому зображення з високою роздільною здатністю може запропонувати більш детальну інформацію, яка в свою чергу може мати вирішальне значення в різних додатках [5]. Наприклад, медичні знімки дуже корисні для лікаря, і їх деталізація може вплинути на правильність

постановки діагнозу, в задачах обробки супутникових зображень високе зображення допоможе виявити дрібне тіло, а ефективність розпізнавання образів в комп'ютерному зорі може бути покращена, якщо роздільна здатність розглянутого зображення буде високою.

Основний спосіб підвищення роздільної здатності зображення – покращення технічних характеристик обладнання, що використовується для зйомки. Однак, в цьому випадку зростає вартість, вага і габарити обладнання, що в багатьох випадках може виявитися неприйнятним. Так, нарощування роздільної здатності в камерах спостереження, які зараз широко використовуються, і вбудованих камерах стільникового телефону недоцільно з міркувань вартості. Також, роздільна здатність камери спостереження обмежена швидкістю камери і апаратним забезпеченням. У деяких інших сценаріях, таких як супутникові знімки, важко використовувати датчики з високою роздільною здатністю через фізичні обмеження. Іншим способом вирішення цієї проблеми є прийняття невисокої якості зображень і його наступне покращення програмними засобами для компенсації обчислювальних витрат за рахунок вартості обладнання. Методи, які вирішують цю задачу називаються методами реконструкції надвисокої роздільної здатності або просто методами надвисокої роздільної здатності (НВРЗ).

Позначимо $\mathbf{x} \in \mathbb{R}^{L_1 N_1 L_2 N_2}$ – вектор зображення високої роздільної здатності та $\mathbf{y} \in \mathbb{R}^{N_1 N_2}$ – вектор зображення низької роздільної здатності, де L_1 і L_2 – показники зниження розмірності по вертикалі і горизонталі відповідно. Загальноприйнятою є наступна модель отримання зображення низької роздільної здатності із зображення з високою роздільною здатністю

$$\mathbf{y} = \mathbf{DHF}\mathbf{x} + \mathbf{v},$$

де

- $\mathbf{F} \in \mathbb{R}^{L_1 N_1 L_2 N_2 \times L_1 N_1 L_2 N_2}$ – матриця руху (зсуву, повороту, тощо),
- $\mathbf{H} \in \mathbb{R}^{L_1 N_1 L_2 N_2 \times L_1 N_1 L_2 N_2}$ – матриця розмиття (оптичне розмиття, розмиття від руху, тощо),
- $\mathbf{D} \in \mathbb{R}^{N_1 N_2 \times L_1 N_1 L_2 N_2}$ – матриця пониження розмірності,
- $\mathbf{v} \in \mathbb{R}^{N_1 N_2}$ – вектор завад.

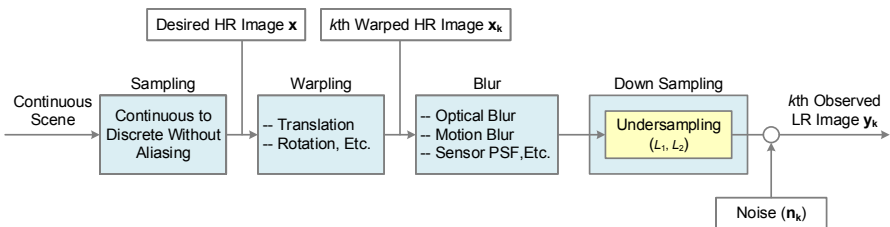


Рис. 1. Модель отримання зображення ВРЗ із зображень НРЗ [7].

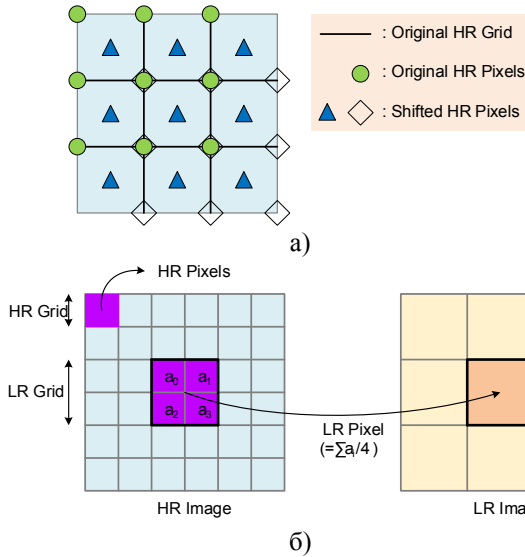


Рис. 2. а – інтерполяція на сітці ВРЗ; б – оператор просторового усереднення [7]

Модель зв'язку зображень низької роздільної здатності (НРЗ) і зображення високої роздільної здатності (ВРЗ) проілюстрована на рис. 1. Рух, який відбувається під час отримання зображення, представлений матрицею деформацій F . Він може містити глобальний або локальний переклад, ротацію тощо. Взагалі кажучи, ця матриця невідома і необхідно оцінити рух сцени для кожного кадру відносно інших. Процес деформування, що виконується на зображенні ВР фактично визначається в термінах інтервалів $\{L_k\}_1^K$ зображень НРЗ, під час його оцінювання. Таким чином, цей крок вимагає інтерполяції, коли дробова одиниця руху не дорівнює сітці зображення ВР. Приклад глобального перекладу наведений на рис. 2а. Тут коло (\circ) є вихідним (контрольним) образом x , а трикутник (Δ) і ромб (\diamond) представляють собою глобально зсунуті версії. Якщо коефіцієнт понижувальної вибірки дорівнює двом, ромб (\diamond) має субпіксельний зсув (0.5, 0.5) для горизонтального і вертикального напрямків, а трикутник (Δ) має зсув, який менший за (0.5, 0.5). Отже, як показано на рис. 2а, ромб (\diamond) не потребує інтерполяції, але трикутник (Δ) повинен бути інтерпольований з x , оскільки він не розташований на сітці ВРЗ. Теоретично можна використовувати ідеальну інтерполяцію, на практиці ж в основному використовуються прості методи, наприклад, методи нульового порядку і білінійні методи інтерполяції.

Розмиття може бути викликано оптичною системою (наприклад, розфокусуванням, дифракційною межею, аберацією тощо), відносним рухом

між системою формування зображення і вихідної сценою, і функцією розсіювання точки датчика НРЗ. Її ефект представлений матрицею **H**. При НВРЗ одного зображення зазвичай розглядається оптичне розмиття або розмиття в результаті руху. Однак під час реконструкції зображення НРЗ кінцівка фізичної роздільної здатності в датчиках НРЗ є важливим фактором розмиття. Зазвичай цей датчик моделюється оператором просторового усереднення (див. рис. 2б). Під час використання методів реконструкції НВРЗ характеристики розмиття часто вважаються відомими, але можуть бути і оцінені в процесі реконструкції.

Матриця зниження розмірності **D** генерує зображення НРЗ з спотвореного і розмитого зображення ВРЗ шляхом накладання (аліасинга). Хоча розмиття діє більш-менш як фільтр згладжування (антиаліасинга), під час реконструкції зображення ВРЗ передбачається, що накладення завжди присутнє в зображеннях НРЗ. Варто відзначити, що в разі НВРЗ багатьох зображень роздільна здатність зображень НРЗ і, отже розміри матриць **D_k** можуть відрізнятися.

Модель (1) допускає спрощений запис виду:

$$y = \mathbf{M}x + v.$$

Матриці **D**, **H** і **F** часто є розрядженими, через що рівняння (2) є некоректно поставленим. Більш того, ці матриці можуть бути невідомі. В обох випадках, для успішного вирішення завдання отримання надвисокої роздільної здатності зображення необхідно апріорне знання про матриці **D**, **H**, **F**, завади **v** і вектор високої роздільної здатності **x** виражене у вигляді регуляризації і додаткових обмеженнях.

Висновок

Наведений огляд методу отримання надвисокої роздільної здатності зображень демонструє широкий спектр існуючих завдань і підходів. За умов наявності лише одного зображення низької роздільної здатності найбільш перспективними є підходи, засновані на прикладах.

1. Шовенгердт Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений [Текст] / Р. А. Шовенгердт; пер с англ. И. А. Громова. – М.: Техносфераб, 2010. – 560 с.
2. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений [Текст] / Р. Гонсалес, Р. Вудс; пер. с англ. под ред. П.А. Чочиа. – М.: Технос-фера, 2006. – 1070 с.
3. Kinoshenko D. Metrical Properties of Nested Partitions for Image Retrieval [Text] / D. Kinoshenko, V. Mashtalir, E. Yegorova, V. Shlyakhov; C.-H. Wei, Y. Li (Ed.) // Machine Learning Techniques for Adaptive Multimedia Retrieval: Technologies Applications and Perspectives, 2010. –Р. 18–49.
4. Яне Б. Цифровая обработка изображений [Текст] / Б. Яне; пер. с англ. А.М. Измайловой. – М.: Техносфера, 2007. – 583 с.
5. He Y., Kavukcuoglu K., Wang Y., Szlam A., Qi Y. Unsupervised Feature Learning by Deep Sparse Coding [Электронный ресурс]. 2013. Режим доступа: <http://arxiv.org/pdf/1312.5783v1>, свободный. Яз. англ.

6. *Bengio Y., Lamblin P., Popovici D., Larochelle H.* Greedy layer-wise training of deep networks // *Advances in Neural Information Processing Systems*. 2007. V. 19. P. 153–160.
7. *Park S. C., Park M. K., Kang M. G.* Super-resolution image reconstruction: a technical overview // *IEEE signal processing magazine*. 2003. Vol. 20. No. 3. P. 21–36.

Поступила 10.09.2018р.

УДК 655.2+004.942

О. І. Осінчук, Львів
О. В. Литовченко, Львів
І. В. Калиній, Львів

ФОРМУВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПЛАНУВАННЯ ТА ХУДОЖНЬО-ТЕХНІЧНОГО ОФОРМЛЕННЯ КНИЖКОВИХ ВИДАНЬ ЗАСОБАМИ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

Abstract. Using the means of the theory of fuzzy sets, functions have been formed and models of formation of integral indicators of quality are constructed, which show the hierarchical dependence of the quality of the process implementation on the values of the linguistic terms of the factors.

Вступ

Продовжуючи дослідження відносно додрукарської підготовки книжкових видань, а саме планування та художньо-технічного оформлення [1,2], варто навести процедуру побудови моделей формування інтегральних показників якості досліджуваних процесів. Це дозволить отримати ієрархічну залежність якості реалізації процесів від значень лінгвістичних термів виокремлених факторів та обчислити функції належності множини лінгвістичних термів, які є основою для створення нечіткої бази знань та системи нечітких логічних рівнянь [3].

У публікаціях, присвячених додрукарській підготовці книжкових видань з використанням нечіткої логіки, досліджено інтегральний показник якості книжкових видань [4], процес проектування та структурування видання [5,6], реалізацію монтажних спусків [7]. Однак не приділено уваги використанню нечіткої логіки для планування та художньо-технічного оформлення видань.

Метою статті є побудова моделей формування інтегральних показників якості тематичного і виробничо-технічного планування та художньо-технічного оформлення книжкових видань. Для цього варто сформувати функції, аргументи яких фактори, тобто лінгвістичні змінні (ЛЗ) досліджуваних процесів, та вставити універсальні терм-множини з відповідними межами значень ЛЗ.