

УДК 004.08

В.В. ГРИЦИК

Національний університет "Львівська політехніка"

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ СЕГМЕНТАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ ПРИ ЇХ ЗАСТОСУВАННІ В ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧАХ

Представлено продовження досліджень елемента машино-машинного інтерфейсу на предмет можливості динамічної адаптації для покращення сприйняття зовнішнього середовища шляхом розробки методики адаптації робозору до візуального спектра. Досліджено і порівняно між собою різні порогові методи сегментації зображень різних категорій. Досліджено різні рівні складності предметної області, показано результати сегментування як на два, так і на три класи. І відповідно, досліджено якість методів при пристосуванні до потрібних умов. Показано ефективність концепції для застосування зі значним набором вибору об'єктів та практичну цінність досліджень.

Ключові слова: сегментація зображень, робозір, бінаризація, розпізнавання образів, інформаційно аналітичні системи майбутнього.

В.В. ГРИЦИК

Національний університет "Львівська політехніка"

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧАХ

Представлено продолжение исследований элемента машинно-машинного интерфейса на предмет возможности динамической адаптации для улучшения восприятия внешней среды путем разработки методики адаптации роботизированного зрения к визуальному спектру. Исследовано и сравнено между собой различные пороговые методы сегментации изображения различных категорий. Исследовано разные уровни сложности предметной области, показано результаты сегментирования как на два, так и на три класса. Соответственно исследовано качество методов при приспособлении к требуемым условиям. Показано эффективность концепции для применения со значительным набором объектов и их практическую ценность исследования.

Ключевые слова: сегментация изображений, роботизированное зрение, бинаризация, распознавание образов, информационно-аналитические системы будущего.

V.V. HRYTSYK

Lviv Polytechnic National University

RESEARCH OF IMAGE SEGMENTATION METHODS FOR APPLIED TASKS

The necessity of constructing a mathematical model arises immediately when using a computer for image processing. By evaluating the "eye" affiliation of a pixel to a particular segment, we do not think about how it is done but for computer we need write algorithm. If the task is some adaptation we need to have written all possibility conditions. Instructing this

computer, we have to teach him to perform similar actions, that is, to put in it the corresponding data and algorithms.

The paper investigates the methods of transformation that are carried out primarily in order to reduce the information redundancy of the image for specific time conditions, leaving it only the information that is needed to solve a particular task at a specific time point. In the binary image, the parts that are of interest to us (for example, the outlines of the displayed objects) must be preserved and insignificant features (background) are excluded.

The aim of the study is to improve computer perception by developing an adaptive approach to the environment. The main idea is to integrate the intellectual property of the future with the characters in the system of perception. In particular, the computer should feel and understand the dynamics of the real world. Therefore, the author investigates the models and means of synthesizing the methods of perception of data of the visual spectrum, arriving in real time. Continue of research of the machine-machine interface element is concerned on the possibility of dynamic adaptation for improving the perception of reflection of the visual specter of environment by developing a methodic or/and methods for adapting the computer vision to the visual spectrum. The various threshold methods of image segmentation for apply task are investigated and compared among themselves. The methods were applied to segmentation tasks of divide of image to two and three classes and results (quality estimation) for different parameters are shown. Adaptation concept estimation for practical tasks are shown. Triangle, Otsu, Bottom threshold, Yen, Roshenfeld, SIS, k-means, Sezan, Ramesh methods are estimated in the paper. Mean squared error method was taken as procedure for estimating of segmentation quality. Results of bottom threshold is taken as the basic value for estimation by mean squared error method. Results of study are shown in one table and five figures. Reader cans see results as visual reflection in pictures and as digital reflection in the table and in the figures of program visualization.

Keywords: image segmentation, computer vision, pattern recognition, future information analytical systems.

Постановка проблеми

Зараз важко уявити собі вид діяльності, в якому так чи інакше не використовуються комп'ютери [3]. Вже зараз у численних галузях промисловості, науки, інтернет-технологій тощо ефективно використовуються розробки, які пов'язані з використанням систем штучного інтелекту, а також різного виду роботів або роботизованих систем. У цій роботі буде продовжено вивчення можливостей самоадаптивних технологій у такій галузі як розпізнавання, зокрема у візуальному діапазоні спектра. Нагадаємо, що з точки зору ІТ, сегментація — це процес розділення зображення на декілька сегментів (сегмент — це множина пікселів, які часто називають суперпікселями). Мета сегментації полягає у спрощенні і/або зміні представлення зображення для полегшення його аналізу. Отже, сегментація зображень — це процес присвоєння таких міток кожному пікселю зображення, що пікселі з однаковими мітками мають спільні візуальні характеристики. Результатом сегментації зображення є множина сегментів, які разом покривають все зображення, або множина контурів, виділених з зображення. Всі пікселі в сегменті схожі за деякою характеристикою або за визначеною властивістю, наприклад, колір, яскравість, текстура. Сусідні сегменти істотно відрізняються за цими характеристиками.

Нагадаємо: роботи майбутнього — це технології з інтелектуальними візуальними можливостями. Вони повинні відчувати і розуміти динаміку реального світу [7]. Тому автор досліджує моделі і засоби синтезу методів сприйняття даних візуального спектру, що надходять в режимі реального часу [2, 4]. Отже, розширено перелік досліджуваних методів сприйняття комп'ютером зовнішнього світу через розуміння відео даних [1, 5].

Мета дослідження

Метою роботи є покращення сприйняття візуального світу автономними інформаційно-аналітичними системами шляхом розробки методики адаптації машинних алгоритмів до особливостей зовнішнього середовища.

Викладення основного матеріалу дослідження

Нагадаємо [8], що аналізуючи методом MSE метод Ніблака, жорсткий поріг, гістограмні методи, метод Оцу, метод Єна, метод трикутника, отримано рис. 1. Також відповідні порівняльні дані відображені в табл. 1. Як еталонне зображення було використано оригінальне зображення, яке бінаризоване методом з нижнім порогом бінаризації. Досліджуваними виступали зображення, які отримувалися внаслідок обробки оригінального зображення кожним із методів. Похибка обчислювалась за формулою:

$$MSE = \frac{1}{w \cdot h} \cdot \sum_{i=0}^{w-1} \sum_{j=0}^{h-1} (I(i, j) - K(i, j))^2, \tag{1}$$

де $I(i, j)$ – значення яскравості пікселя у точці (i, j) досліджуваного зображення;
 $K(i, j)$ – значення яскравості пікселя у точці (i, j) еталонного зображення;
 w – ширина зображення; h – висота зображення; MSE – значення похибки.

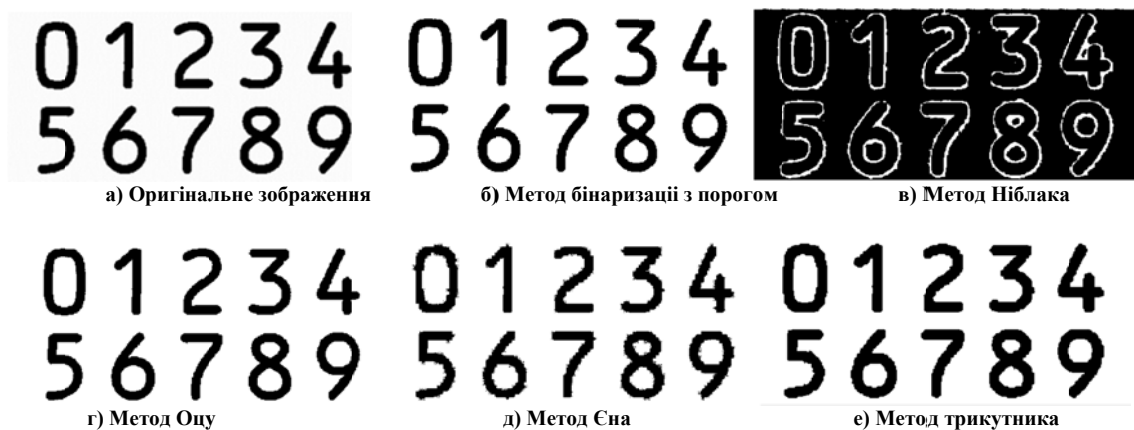


Рис. 1. Візуальне порівняння роботи алгоритмів.

Таблиця 1

Порівняння результатів застосування досліджуваних методів

№ експе- рименту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Похибка <i>MSE</i>
Бінаризація з нижнім порогом	3088	3566	3606	3062	3298	3125	3144	3251	3390	±3281
Метод Ніблака	1004	604	874	599	780	905	588	820	991	±796
Метод Оцу	3092	3299	3593	3152	3237	3508	3109	3023	3495	±3279
Метод Єна	780	890	595	773	530	871	642	903	824	±756
Метод трикутника	634	1012	650	931	742	892	638	659	712	±763

Продовжуючи дослідження адаптивності інформаційно-аналітичної системи, отримано порівняльні результати, які відображені на рис. 2–5. Для забезпечення різноманітності умов досліджень було вибрано розподілену модель: різні учасники, адаптивні умови щодо одного набору образів та спільного методу кореляції.

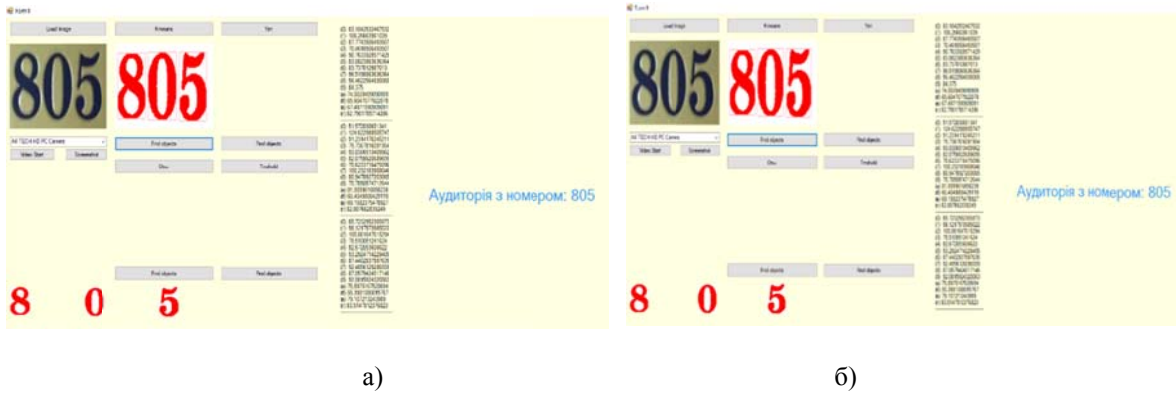


Рис. 2. Результати застосування методів: К-середнє, Єна, Отсу, Нижній поріг.

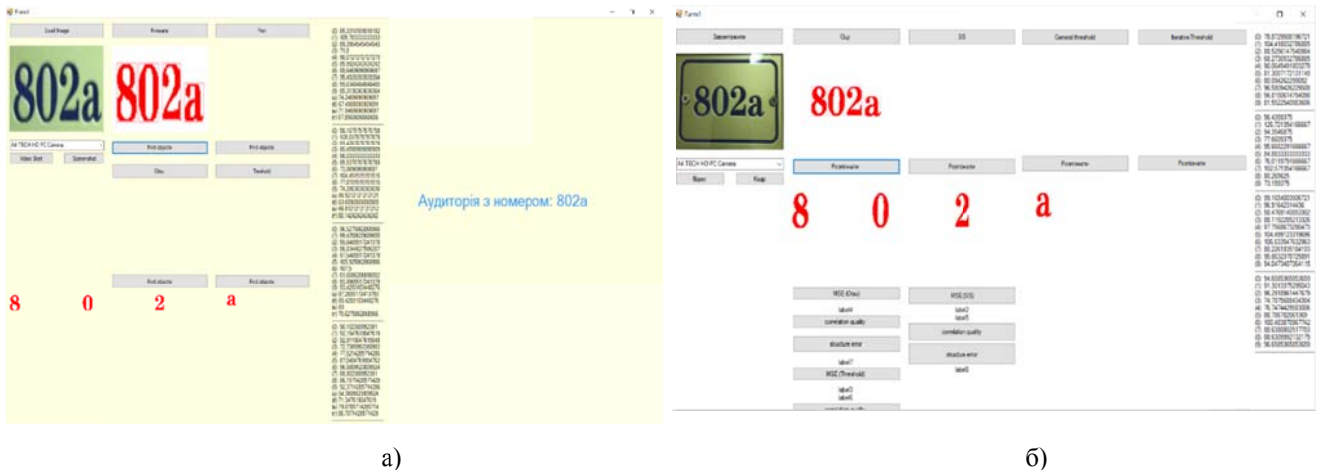


Рис. 3. Результати застосування методів: а) К-середнє, Єна, Отсу, Нижній поріг, б) Отсу, SIS, Нижній поріг, Ітеративний поріг.

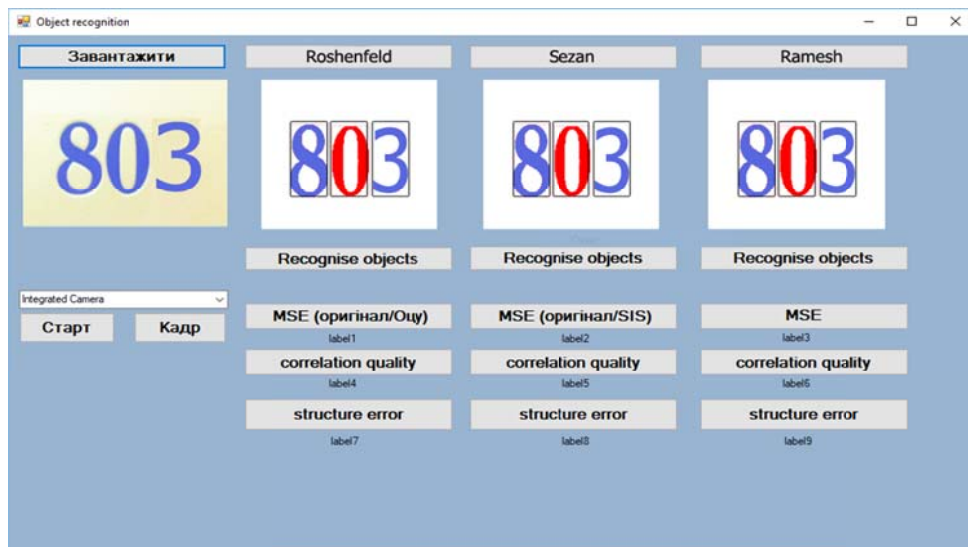


Рис. 4. Результати застосування методів: Розенфельда, Сезана, Рамеш.

На рис 5 показано автоматизоване виділення потрібного сегмента на полі уваги.

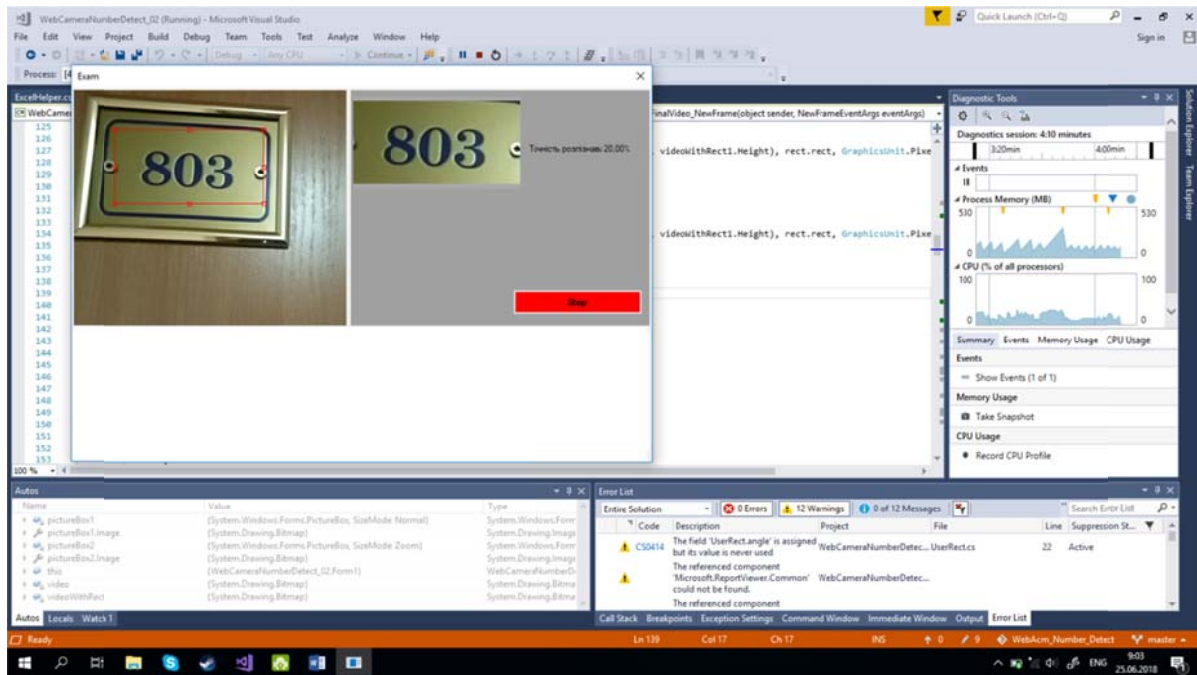


Рис. 5. Інтерфейс розпізнавання потенційно корисного об'єкта на зображенні.

Висновки

У результаті проведених експериментів були отримані дані щодо ефективності кожного методу в умовах адаптації. Порівнюючи значення MSE, які отримані для кожного методу, ми отримуємо показники ефективності кожного методу в заданих умовах. У порівнянні з дослідженням, яке представлено автором у роботі [8], окрім ускладнення поля уваги, було додано розбиття на три класи.

Список використаної літератури

1. Грицик В.В. Оцінка якості передавання і комп'ютерна обробка даних образів. *Доповіді НАН України*. 2008. № 9 : Інформатика та кібернетика. С. 43-48.
2. Audio-Visual Answer to Modern Computing. *Research*eu Results Supplement*. 2010. № 26. P. 31–32.
3. Мічо Кайку. *Фізика майбутнього* / переклала з англ.. Анжела Кам'янець. Львів: Літопис, 2013. 432 с.
4. Software: Running Commentary for Smarter Surveillance? *Research*eu Results Supplement*. 2010. № 24. P. 29.
5. Hrytsyk V., Grondzal A., Bilenyk A. Augmented Reality for People with Disabilities. *Proceedings of the International Conference on Computer Sciences and Information Technologies, CSIT'2015 (Lviv, 2015, September 14–17)*. Lviv: Polytechnic National University, 2015. P. 188–191.
6. Korzynska A., Roszkowiak L., Lopez C., Bosch R., Witkowski L., Lejeune M. Validation of Various Adaptive Threshold Methods of Segmentation Applied to Follicular Lymphoma Digital Images Stained with 3,3'-Diaminobenzidine&Haematoxylin. *Diagnostic Pathology*. 2013. Vol. 8. Issue 48. <https://doi.org/10.1186/1746-1596-8-48>
7. Sauvola J., Pietikainen M. Adaptive document image binarization. *Pattern Recognition*. 2000. № 33. P. 225–236. DOI: 10.1016/S0031-3203(99)00055-2.

8. Грицик В.В., Дунас А.Я. Дослідження методів розпізнавання образів для систем комп'ютерного зору роботів майбутнього. *Вісник ХНТУ*. 2017. № 3, Т. 1. С. 297–301.

REFERENCES

1. Hrytsyk, V. V. (2008). Otsinka yakosti peredavannia i kompiuterna obrobka danykh obraziv. *Dopovidi NAN Ukrainy*. **9**: Informatyka ta kibernetyka, 43–48.
2. Audio-Visual Answer to Modern Computing. (2010). *Research*eu Results Supplement*. **26**, 31–32.
3. Micho, Kaiku. (2013). Fyzyka maibutnoho / pereklala z anhl.. Anzhela Kamianets. Lviv: Litopys.
4. Software: Running Commentary for Smarter Surveillance? (2010). *Research*eu Results Supplement*. **24**, 29.
5. Hrytsyk, V., Grondzal, A., & Bilenkyj, A. (2015). Augmented Reality for People with Disabilities. Proceedings of the *International Conference on Computer Sciences and Information Technologies*, CSIT'2015 (Lviv, 2015, September 14–17). Lviv: Polytechnic National University, pp. 188–191.
6. Korzynska, A., Roszkowiak, L., Lopez, C., Bosch, R., Witkowski, L., & Lejeune, M. (2013). Validation of Various Adaptive Threshold Methods of Segmentation Applied to Follicular Lymphoma Digital Images Stained with 3,3'-Diaminobenzidine&Haematoxylin. *Diagnostic Pathology*. **8**, 48. <https://doi.org/10.1186/1746-1596-8-48>
7. Sauvola, J., & Pietikainen, M. (2000). Adaptive document image binarization. *Pattern Recognition*. **33**, 225–236. DOI: 10.1016/S0031-3203(99)00055-2.
8. Hrytsyk, V. V. & Dunas, A. Ya. (2017). Doslidzhennia metodiv rozpoznavannia obraziv dlia system kompiuternoho zoru robotiv maibutnoho. *Visnyk KhNTU*. **3**, 1, 297–301.