

В. В. Грицик

Оцінка якості передавання і комп'ютерна обробка даних образів

(Представлено членом-кореспондентом НАН України В. В. Грициком)

The state-of-art of computer vision based on perceptions and data transfers for different pattern domains of information infrastructures is examined. The urgency of a problem is explained by the prompt increase of using the video information and the implementation of intelligence systems. Especially, it is important to estimate the quality, authenticity, and efficiency of transfer and image data processing for recognition and decision making in real time. Future trends in computer vision developments are shown for different application areas.

1. Комп'ютерне бачення зору (комп'ютерний зір). Комп'ютерне бачення зору та сприйняття і передавання даних для різних предметних областей інформаційної інфраструктури у сучасному світі стрімко зростає у зв'язку із збільшенням використання відеоінформації та відеобачення, а також реалізації інформаційно-аналітичних систем [1–3]. Тут можна проводити дослідження, розробки та застосування найрізноманітніших систем моніторингу, спостереження одно-, дво- і тривимірних зображень, технічний зір і технічне бачення, відеотелефонію, що здійснює відбір, реєструє і передає величезні обсяги відеоданих, різні автономні режими — роботи, які приймають рішення на основі аналізу відеозображень, персональне телевізійне бачення, поліграфію, медицину, біологічні структури, Інтернет тощо. Особливо важливу роль комп'ютерний зір відіграє для дослідження та розробки, сприйняття і передавання даних у реальному часі в розпізнаванні та обробці зображень.

На рис. 1. наведено інформаційну предметну область, основні напрямки застосування техніки обробки зображень у різних галузях науки і предметних областей знань.

Прикладом складних зображень для оцінки, обробки, розпізнавання, класифікації є образ біологічних клітин, який показано на рис. 2.

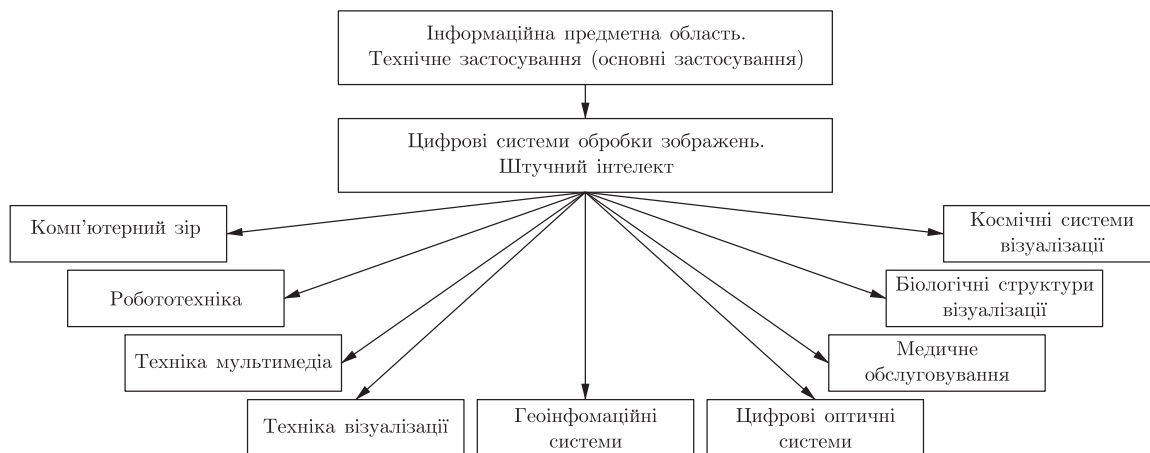


Рис. 1. Основні напрямки розвитку та застосування систем і техніки обробки зображень (комп'ютерний зір)

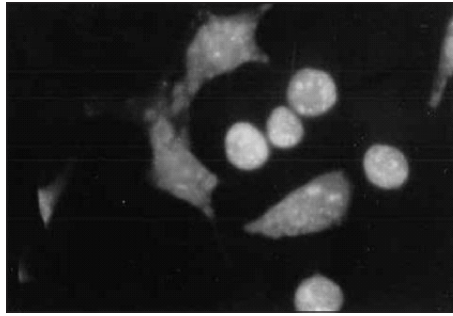


Рис. 2. Приклад поля уваги з різними класами об'єктів на ньому

2. Основні напрямки систем і техніки обробки зображень. На рис. 1 представлено основні напрямки дослідження та застосування розробок зображень у різних галузях науки і предметних областей знань.

3. Проблема. Проблема полягає у розробці методів, алгоритмів, критеріїв інформаційної оцінки та показників якості комп'ютерного зору для обробки відео даних зображень при відборі та передаванні інформації а також алгоритмів розпізнавання складних зображень в умовах афінних перетворень та завад на складному фоні рецепторного поля. Виходячи з показника достовірності передавання-відтворення даних зображення, визначають найкращу інформаційну ефективну в сенсі максимального значення функції інформаційну питому ємність.

4. Оцінка якості передачі і відтворень зображень. Інформаційний підхід та показники якості. Одним із підходів до оцінки якості і ефективності обробки зображень може бути вірогідна оцінка якості використання як інформаційний підхід на основі процесу цифрового перетворення і передачі даних зображення, де здійснена втрата інформації [4–6], за умови, коли інтенсивність зображення $f(x, y)$ представлена на рецепторному полі $m \times n$ у вигляді пікселів.

Розглянемо функцію $f_0(x, y)$, що представляє цифрове зображення цього образу у вигляді перетворення та передачі образу. Однією з об'єктивних оцінок міри якості передавання даних \tilde{x} та прийнятих даних \tilde{y} може бути інформаційний підхід передачі та обробки даних зображення у різних умовах завад. При цьому прийнята інформація $I = H(\tilde{x}) - H_{\tilde{y}}(\tilde{x})$, де $H(\tilde{x})$ – ентропія; $H_{\tilde{y}}(\tilde{x})$ – умовна ентропія. Оцінку якості можна охарактеризувати як показник $\mu = I/V$, де I – отримана інформація; V – необхідне здійснення затрат при передаванні та обробці даних зображень [3, 5]. Тут можна зауважити, що порівняльний показник та оцінка якості відтворення зображень μ дає кращий показник об'єктивності відтворення зображення, ніж міра ймовірності помилки, оскільки враховує значення помилки завад. Показник μ є також функцією показника достовірності передачі і обробки зображень, методів передачі даних зображення. Виходячи з інформаційного показника μ , можна порівняти системи і передачі даних зображення, розпізнавання як за потенціальними можливостями, так і за конкретними умовами їх застосування, за ефективністю використання в найрізноманітніших умовах реалізації інформаційно-аналітичних систем при отриманні цінної інформації про складні об'єкти, розпізнавання, прийняття рішень та керування. Потрібно було б відзначити також важливість підходу до інформаційного показника передавання та обробки, розпізнавання даних зображень як об'єктивність, загальність та універсальність цінності даних про розпізнавання інформації даних зображення.

Зобразимо вхідні дані у вигляді слів $v_i \in \tilde{x}$, $v_i = (a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, \dots, a_{in})$. Множина $v_j = (\tilde{a}_{j1}, \tilde{a}_{j2}, \tilde{a}_{j3}, \dots, \tilde{a}_{jn})$, $v_j \in \tilde{y}$ — як вихідні дані при передаванні (обробці) зображення. Буква a_{is} , $s = 1, \dots, n$, належить скінченному алфавіту, $\tilde{A} = \{\tilde{e}_1, \tilde{e}_2, \tilde{e}_3, \dots, \tilde{e}_a\}$ — алфавіт на виході зображення.

5. Достовірність методу передавання-відтворення зображення. Нехай підмножину $V_N(n)$ потужності N елементів множини $V(n)$ називатимемо кодом $K_N(n)$ даних зображення. Метод декодування даних зображення назвемо $D_N(n)$ як набір функцій $r_1(\tilde{v}), r_2(\tilde{v}), \dots, r_N(\tilde{v})$, де $\tilde{v} \in \tilde{V}(n)$, таких, що $0 \leq r_i(\tilde{v}) \leq 1$, $1 \leq i \leq N$, $\sum r_i(\tilde{v}) = 1$. Метод передавання зображень задається довільною парою $K_N(n), D_N(n)$. Далі розглядатимемо канал передавання даних стаціонарних зображень без пам'яті — незалежність переходів a_{is} від \tilde{a}_{js} в різні моменти часу. Тоді набір імовірностей для довільних n, i, j $P_{ij} = \prod_s P_{a_{is}\tilde{a}_{js}}$ як канал передавання даних зображень буде стаціонарним без пам'яті.

Розглядатимемо також рівномірне кодування даних зображення ($P_i = 1/N$). Метод передавання даних зображення назвемо $\{K_N(n), D_N(n)\}$, де $K_N(n)$ — кодоване зображення; $D_N(n)$ — декодоване зображення. Тоді метод передавання даних зображень при рівномірному розподілі даних зображень ($P_i = 1/N$) запишемо

$$P[K_N(n), D_N(n)] = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{v}_j \in \tilde{V}(n)} P_{ij} [1 - r_i(\tilde{v}_j)],$$

а оптимальну ймовірність помилки передавання (нижня границя) —

$$P_n(N) = \inf_{\{K_N(n), D_N(n)\}} P[K_N(n), D_N(n)].$$

Будемо розглядати нерандомізоване симетричне кодування, де

$$r_i(\tilde{v}_j) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } \max P_{ij} = P_{ij}, \quad 1 \leq i \leq N, \\ 0 & \text{— в інших випадках.} \end{cases}$$

Операція декодування даних зображення полягає у визначенні множини $\tilde{\Omega}_i$ для кожного v_i , тоді всі $\tilde{v}_j \in \tilde{\Omega}_i$ будуть правильно декодовані у v_i . Середню ймовірність правильного декодування зображення $v_i \in K_N(n)$ подамо у такому вигляді:

$$P_{\text{пр}}[K_N(n), D_N(n)] = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{v}_j \in \tilde{V}(n)} P_{ij} r_i(v_j) = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{v}_j \in \tilde{\Omega}_i} P_{ij}.$$

Оцінка $P_{\text{пр}}[K_N(n), D_N(n)]$ визначає достовірність методу передавання — відтворення даних зображень $M[K_N(n), D_N(n)]$, і має важливе значення для інформаційної оцінки ефективності методів передавання — відтворення даних зображень. Виходячи із показника достовірності передавання — відтворення даних зображення, можна визначити найкращу ефективність у сенсі максимального значення функції інформаційної питомої ємності.

6. Об'єктивна оцінка якості обробки зображень. Одну з об'єктивних оцінок міри якості обробки зображення у перетвореннях апроксимації та передачі даних зображення можна представити таким чином [3, 6]:

середнє значення перетворення зображення:

$$\mu_1 = \frac{\sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n [f(x, y) - f_0(x, y)]}{mn};$$

структурний підхід:

$$\mu_2 = \frac{\sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n [f(x, y)]^2}{\sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n [f_0(x, y)]^2};$$

взаємна кореляція, нормалізована крос-кореляція (normalized cross-correlation):

$$\mu_3 = \frac{\sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n [f(x, y)f_0(x, y)]}{\sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n [f(x, y)]^2};$$

якість кореляції:

$$\mu_4 = \frac{\sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n [f(x, y)f_0(x, y)]}{\sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n [f(x, y)]};$$

максимальне значення:

$$\mu_5 = \max\{|f(x, y) - f_0(x, y)|\};$$

середньоквадратична помилка:

$$\mu_6 = \frac{1}{mn} \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n [f(x, y) - f_0(x, y)]^2;$$

Таким чином, у роботі розглянуто методи оцінки та показники якості передавання та обробки зображень комп'ютерного зору.

1. *Форсайт Д., Понс Ж.* Компьютерное зрение. Современный подход. – Москва; Санкт-Петербург; Киев, 2004. – 930 с.
2. *Джордж Ф. Люгер.* Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем. – Москва; Санкт-Петербург: Вильямс, 2005. – 860 с.
3. *Грицик В. В.* Новаторські ідеї штучного інтелекту. Інформаційно-аналітичні системи. ДНДІІ. – Препринт № 1. – Львів, 2006. – 65 с.
4. *Грицик В. В.* Інформаційно-аналітична система обробки та розпізнавання і управління складними зображеннями у заданому полі уваги. – Матеріали міжнар. наук. конф. “Інтелектуальні системи прийняття рішень та прикладні аспекти інформаційних технологій” (ISDMIT’2006). – Т. 4, ч. 2. – С. 30–33.

5. Hrytsyk V., Hrytsyk V. Determining validity and amount of received information under information transfer methods using corrective codes. – V Symp. modelowanie i symulacja komputerowa w technice. – Lodz, 2005. – P. 99–108.
6. Woznicki J. Podstawowe techniki przetwarzania obrazu. – Warszawa: Wydawnictwo komunikacji i Łączności, 1996. – P. 261.

Державний науково-дослідний інститут
інформаційної інфраструктури НАН України, Львів

Надійшло до редакції 13.03.2008

УДК 519.85

© 2008

Т. Е. Романова, А. В. Кривуля

Средства математического моделирования задач покрытия

(Представлено членом-корреспондентом НАН Украины Ю. Г. Стояном)

The article considers theorems which are useful for the mathematical and computer modeling of the covering problems of a compact canonical multiconnected polygonal set with a finite family of convex polygons. Based on peculiarities of a rectangular cover, theorems concerning a partition of the translation vector space and an upper bound of the number of local extrema of the Γ -function are formulated.

Основой математического моделирования задач геометрического проектирования (задачи покрытия [1] и упаковки [2]) является аналитическое описание отношений точечных множеств в евклидовых пространствах. С этой целью используется метод Φ -функций [3–5]. Однако при математическом моделировании отношений двумерных φ -объектов [3], по крайней мере один из которых получен в результате пересечения базовых двухсвязных φ -объектов, возникает необходимость построения Φ -функций в виде композиций Φ -функций базовых объектов [4]. Конструктивным средством аналитического описания отношений области покрытия и семейства покрывающих объектов является Γ -функция [6]. Вид Γ -функции зависит от пространственных форм и метрических характеристик покрывающих объектов. В этой связи актуальны исследования такой зависимости для конечного семейства покрывающих прямоугольников, имеющих не обязательно различные метрические характеристики.

Пусть имеется компактное многосвязное каноническое многоугольное множество $\Omega \subset R^2$ и множество $P = \bigcup_{s=1}^{\tau} P_s \subset R^2$, где R^2 — двумерное арифметическое евклидово пространство; $P_s = \bigcup_{i=1}^{n_s} P_{si}$, $n_s \leq n$, P_{si} — выпуклый многоугольник; τ — число компонент связности множества P . Пусть $H = \bigcap_{s=1}^{\tau} H_s$, $H_s = R^2 \setminus \text{int } P_s$, $\text{int } P_s$ — внутренность P_s . При этом $H_s = \bigcup_{j=1}^{\lambda_s} C_{sj}$, где C_{sj} — выпуклое, многоугольное, канонически замкнутое, в общем случае неограниченное множество.