

КОМП'ЮТЕРНИЙ ЗІР ЯК ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ

©Грицик В., 2006

Досліджено інформаційні показники у складних зображеннях під час передавання інформації.

In the article are reviewed information factors in complex images at transfer of information

Вступ

Одним з напрямків штучного інтелекту в сучасній інформаційній інфраструктурі у різних галузях знань є визначення оптимальних інформаційних показників у складних зображеннях (зокрема медичних та біологічних), об'єктах, текстових бібліотеках, мовних структурах, рухомих зображеннях одновимірних, двовимірних і тривимірних об'єктів [4].

На сучасному етапі дослідження інформаційної інфраструктури у різних предметних галузях знання людства існують процеси управління мобільними роботами (автоматами), взаємодії людина/комп'ютер, пошуку зображення, мови (цифрові та мовні бібліотеки), аналізу й реального передавання мовних даних, змодельованих сцен, мовних структур комп'ютерного зору і спілкування. Важливого значення набуває розроблення фундаментальних показників інформаційної технології і комп'ютерного зору і мовного спілкування. В зв'язку з цим існують інформаційні показники якості передавання інформації в системах комп'ютерного зору і спілкування. Ці напрями особливо важливі в задачах і проблемах дослідження, які потребують оброблення великих масивів інформації та використання режимів надійного функціонування великих ієрархічних систем управління з розподілом на великих просторах. Важливого значення набуває дослідження комп'ютерного моделювання та аналізу таких деталей структури у різних предметних галузях [4–9], зокрема питання підвищення вірогідності та якості комп'ютерного зору і спілкування для оцінки якості ефективності передавання інформації. Зростання цих вимог у сучасній науці, бурхливий розвиток комп'ютерної техніки і автоматичного оброблення інформації, телекерування і телевимірювання стимулюють розвиток фундаментальних і прикладних основ комп'ютерного зору і мовного спілкування та якості передавання інформації.

Отримано інформаційні показники комп'ютерного зору і спілкування [4] для оцінки якості передачі інформації [1, 2, 3].

Вірогідність інформації

Визначимо вірогідність отриманої інформації із використанням коригуючих кодів.

Нехай задане дискретне стаціонарне джерело інформації, яке можна описати вхідною множиною (X, x_i) із заданим на ньому розподілом $P(x_i)$, $1 \leq i \leq N$, де x_i – повідомлення на вході кодера джерела, що складаються з букв, що належать алфавіту $A \{0, 1, 2, \dots, m-1\}$, тобто $x_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in})$, $a_{is} \in A$, $1 \leq s \leq n$. Вихідна множина (\tilde{Y}, \tilde{y}_j) характеризує можливі повідомлення на виході каналу $\tilde{y}_j \in \tilde{Y}$ завдовжки n , що складаються з букв, які належать до деякого іншого алфавіту $\tilde{A} = \{0, 1, 2, \dots, m'-1\}$, де $m' \geq m$, тобто $\tilde{y}_j = (\tilde{a}_{j1}, \tilde{a}_{j2}, \dots, \tilde{a}_{jn})$, $1 \leq j \leq m'^n$. Заданий

умовний розподіл вірогідності P_{ij} , де P_{ij} – вірогідність трансформації i -го повідомлення на вході каналу в j -те повідомлення на виході каналу і не залежить від попередніх повідомлень. Припустимо, що повідомлення x_i взаємно незалежні і рівноймовірні, а завади в каналі передачі діють на кожну букву незалежно. Визначений так канал передавання інформації називають дискретним каналом без пам'яті. Якщо ймовірнісна характеристика каналу не змінюється в часі, то канал передачі називається стаціонарним.

Нижче розглядатимемо модель передавання інформації через зв'язок комп'ютерного зору з якістю передавання і приймання інформаційних показників складних об'єктів і процесів [1, 2].

Міру інформаційних показників визначаємо шеннонівською моделлю [1, 2], яка є функцією вірогідності появи показників та характеристик $P(x_i)$ і з цією вірогідністю джерело (об'єкт, процес, мовний процес) з деякої множини x . Визначимо множину x як множину, що складається з кінцевого числа елементів x_i , і нехай $P(x_i)$ – вірогідність i -го елемента, $1 \leq i \leq N$, причому $\sum P(x_i) = 1$. Сукупність (x, x_i) і $P(x_i)$ можна розглядати як деяке джерело інформації, де x_i – повідомлення, а X – алфавіт повідомлень. Якщо джерело інформації дискретне (з дискретним часом) і характеристика вірогідності продукції його незмінна в часі, тобто

$$H(X) = - \sum_{x_i \in X} P(x_i) \log P(x_i), \quad (1)$$

$$H(\tilde{Y}) = - \sum_{\tilde{y}_j \in \tilde{Y}} P(\tilde{y}_j) \log P(\tilde{y}_j), \quad (2)$$

$$H(X, \tilde{Y}) = - \sum_{\tilde{y}_j \in \tilde{Y}} \sum_{x_i \in X} P(x_i, \tilde{y}_j) \log P(x_i, \tilde{y}_j), \quad (3)$$

а умовна вірогідність

$$P(x_i / \tilde{y}_j) = \frac{P(x_i, \tilde{y}_j)}{P(\tilde{y}_j)} \quad (4)$$

і умовна кількість інформації

$$H_{\tilde{y}_j}(X) = - \sum_{x_i} \sum_{\tilde{y}_j} P(x_i, \tilde{y}_j) \log P(x_i / \tilde{y}_j). \quad (5)$$

Тоді в середній кількості інформації, що вимагається для того, щоб виділити будь-яке слово з множини x , є середні значення за всіма x_i :

$$\dot{I}(X) = - \sum_{x_i \in X} P(x_i) \log P(x_i). \quad (6)$$

Середня кількість букв, необхідна для подання будь-якого слова $x_i \in X$, має дорівнювати принаймні середньому значенню інформації (ентропії) $H(x)$, поділеному на максимальну кількість інформації, що міститься в одній букві.

Можна визначити середню кількість інформації, що міститься в \tilde{y}_j відносно x_i [1]

$$\dot{I} = H(X) - H_{\tilde{y}_j}(X), \quad (7)$$

де $H(X)$ – ентропія джерела і являє собою середню кількість передаваної інформації, а ентропія $H_{\tilde{y}_j}(X)$ інтерпретується як середня кількість інформації, втраченої в каналі, або іншими словами, $H_{\tilde{y}_j}(X)$ показує, наскільки велика ще невизначеність, що залишилася в слові після його приймання.

Введена величина середньої кількості прийнятої інформації (7) виконує важливу роль для розроблення інформаційної технології комп'ютерного зору та з погляду якості передавання інформації.

Відзначимо важливі властивості I :

$$1) \dot{I} = H(X) - H_{\tilde{Y}}(X) = H(\tilde{Y}) - H_X(\tilde{Y}).$$

У виразі для $I = H(\tilde{Y}) - H_X(\tilde{Y})$ ентропію $H(\tilde{Y})$ можна інтерпретувати як середню кількість інформації, необхідну для визначення прийнятого повідомлення, коли передане повідомлення відоме.

Введемо позначення

$$P(x_i) = P_i, \quad P(\tilde{y}_j) = P_j, \quad P(x_i, \tilde{y}_j) = P(i, j), \quad P(x_i / \tilde{y}_j) = P_{ij}. \quad (8)$$

Маємо

$$P_i = \sum_j P_{ij} \times P_j P(i, j) = P_j P_i. \quad (9)$$

Враховуючи рівність (7), (8) і (9), одержуємо

$$\dot{I} = H(\tilde{Y}) - H_X(\tilde{Y}) = - \sum_j \sum_i P_{ij} P_i \log \sum_i P_{ij} P_i + \sum_j \sum_i P_{ij} P_i \log P_{ij}. \quad (10)$$

Рівність (10) з врахування $P_i = \frac{1}{N}$ набуває вигляду

$$\dot{I} = - \frac{1}{N} \left\{ \sum_j \sum_i P_{ij} \log \frac{1}{N} \sum_i P_{ij} - \sum_j \sum_i P_{ij} P_i \log P_{ij} \right\}. \quad (11)$$

Отже, вираз (11) характеризує середню кількість прийнятої інформації на слово i для його визначення потрібно знати значення P_{ij} ($1 \leq i \leq N, 1 \leq j \leq N'$).

Наведене вище визначення середньої кількості прийнятої інформації на повідомлення характеризується інформаційним показником технології для оцінки якості передачі інформації \dot{I} . Про величину \dot{I} можна говорити і як про швидкість передавання інформації. Ця величина, звичайно, залежить від джерела інформації, ентропія якого дорівнює $H(X)$, і як про канал, який можна розглядати як основну характеристику, як верхню грань за всіма джерелами, пропускну спроможність

$$C = \max_{P(x_i)} \{H(X) - H_{\tilde{Y}}(X)\}, \quad (12)$$

Відомі теореми Шеннона, Хинчина та інші можна сформулювати в загальному вигляді [1]. Під час передавання інформації можна знайти такий код, щоб швидкість передачі даних була близька до ентропії джерела H . Ці теореми сформульовані на рівні існування і показують, що для дискретного каналу без пам'яті C пропускну спроможністю C , використовуючи достатньо довгі коди, передавання повідомлень можна вести при швидкості $R < C$, із як завгодно малою частотою помилок. Головна задача полягає в тому, щоб якнайкраще узгодити роботу джерела інформації C з пропускну спроможністю каналу, забезпечуючи при цьому задану вірогідність відтворення інформації на виході.

Тому існує проблема пошуку оптимальних методів якості передавання інформації. Важливим є дослідження таких інформаційних технологій комп'ютерного спілкування і зору для оцінки якості передавання інформації. Нижче розглядають один з підходів підвищення достовірності і якості передавання інформації.

Нехай задані дві кінцеві множини слів довжиною n : множина $V(n)$ слів $v_i = (a_{i1} a_{i2} \dots a_{in})$ на вході і множина $\tilde{V}(n)$ слів $\tilde{v}_j = (\tilde{a}_{j1} \tilde{a}_{j2} \dots \tilde{a}_{jn})$ на виході. Букви a_{is} , $1 \leq s \leq n$ належать до кінцевого алфавіту $A = \{e_1, e_2, e_3, \dots, e_a\}$ – алфавіт букв на вході, а букви алфавіту \tilde{A} – на виході. Будь-яку підмножину $K_N(n)$ потужності N назвемо кодом. Метод декодування $D_N(n)$ як набір функцій [1]

$$r_1(\tilde{v}), r_1(\tilde{v}), \dots, r_N(\tilde{v}), \quad \tilde{v} \in \tilde{V}(n), \quad (13)$$

$$0 \leq r_i(\tilde{v}) \leq 1, \quad 1 \leq i \leq N, \quad \sum_{i=1}^N r_i(\tilde{v}) = 1.$$

Метод передавання повідомлень даних зображення задається довільною парою $[K_N(n), D_N(n)]$. Канал передавання інформації характеризується системою умовної вірогідності $P_{ij} (v_i, \tilde{v}_j)$ [1].

Вірогідність якості передавання інформації подамо так [1]:

$$P_{\text{пр}}[K_N(n), D_N(n)] = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{v_j \in \tilde{V}(n)} P_{ij} r_i(\tilde{v}_j) = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{v_j \in \tilde{\Omega}_i^B} P_{ij}. \quad (14)$$

Величина $P_{\text{пр}}[K_N(n), D_N(n)]$ визначає вірогідність методу оцінки якості передавання інформації і виконує важливу роль під час відбору і передавання комп'ютерного зору і спілкування в системах передавання інформації [1].

Вірогідність передавання інформації про зображення, об'єкти, мовних повідомлень:

а) у разі виявлення помилок

$$P_{\text{пр}}^o[K_N(n), D_N(n)] = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{v}_j \in \tilde{V}(n)} P_{ij} r_i(\tilde{v}_j) = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{v}_j \in \tilde{\Omega}_i^B} P_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} P_{ij} = (1-p)^n. \quad (15)$$

б) якщо використовують передавання повідомлень у режимі корекції всіх включно до t -кратних помилок:

$$P_{\text{пр}}^{k_t}[K_N(n), D_N^{k_t}(n)] = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{v}_j \in \tilde{V}(n)} P_{ij} r_i(\tilde{v}_j) \quad (16)$$

Беручи до уваги, що код використовують лише в режимі корекції всіх t -кратних помилок, отримуємо

$$P_{\text{н.о.}}^B[K_N(n), D_N^B(n)] = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{v}_j \in K_N(n) - \tilde{\Omega}_i^B} P_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{v}_j \neq v_i} P_{ij} = \sum_{s=2t+1} B_s p^s (1-p)^{n-s}. \quad (17)$$

в) якщо використовують передавання повідомлень у режимі корекції всіх включно до кратного t помилок і деяких помилок $\alpha_{t+1}, \alpha_{t+2}, \dots, \alpha_{t+l}$, отримуємо вираз вірогідності передавання мовних повідомлень:

$$P_{\text{пр}}^{k_t, t+l}[K_N(n), D_N^{k_t, t+l}(n)] = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{v}_j \in \tilde{V}(n)} P_{ij} r_i(\tilde{v}_j) = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{v}_j \in \tilde{\Omega}_i^{k_t, t+l}} P_{ij} \quad (18)$$

Висновок

Сучасні і прогнозовані умови теорії і практики комп'ютерного спілкування і зору у межах штучного інтелекту вимагають створення нових алгоритмів інформаційних технологій, що задовольняють умови систем реального часу [3]:

проблема забезпечення реального часу – проблема забезпечення високої інформаційної ефективності і вірогідності одержаного результату, надійності, готовності і живучості;

проблема розроблення нових методів поліпшення якості комп'ютерного зору і спілкування за допомогою мовних даних:

- проблема забезпечення нейроподібних систем для розв'язання задач комп'ютерного спілкування і зору у реальному часі;
- проблема забезпечення реального часу на базі систолічних структур високопродуктивних спецпроцесорів і проблемно-орієнтованих систем;
- проблема проектування і синтезу принципово нової елементної бази.

1. Hrytsyk V.(s), Hrytsyk V. (younger) *Determining validity and amount of received information under information transfer methods using corrective codes // IV symposium modelowanie i symulacja komputerowa w technice. – Lodz, March 2005. – P. 99–108.* 2. Hrytsyk V., Hrytsyk V. (younger) *Determining validity and amount of received information under information transfer methods using corrective*

codes. – Lodz: Wyższa szkoła informatyki, 2005. – P. 161–163. 3. Hrytsyk V.V. (junior), Dudykevych A.T., Levytska S.M. *Parallel algorithms for processing of information*. – Lodz: Wyższa szkoła informatyki, 2005. – P. 99–108. 4. Форсайт Д.А., Понс Ж. *Компьютерное зрение*. – М.: Вильямс, 2004. – 928 с. 5. Медведев Н.Н. *Метод Вороного-Делоне в исследовании структуры некристаллических систем*. – Новосибирск: Изд-во СОРАН, 2000. 6. Медведев Н. *Компьютерное моделирование и анализ тонких деталей структуры периодических и непериодических супрамолекулярных систем на основе построения многогранников Вороного и симплексов Делоне*. – Новосибирск: Изд-во СОРАН. 7. Okabe A., Boots B., Sugihara K. and Chirns S.N. *Spatial Tessellations: Concepts and applications of Voronoi diagrams*. – Chichester, John Wiley, 2000. 8. Делоне Б.Н. *Петербургская школа теорий чисел*. – М.-Л.: Изд. АН СССР, 1947. – С. 196–136 9. Вороной Г.Ф. *Исследования о примитивных параллелоэдрах: Собр. сочинений. Т. 2*. – К.: Изд. АН УССР, 1952.

УДК 004.932

Ю. Рашкевич, Д. Пелешко, А. Ковальчук, Н. Кустра
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра автоматизованих систем управління

ЗБІЛЬШЕННЯ РОЗДІЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ЗОБРАЖЕНЬ МЕТОДАМИ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

©Рашкевич Ю., Пелешко Д., Ковальчук А., Кустра Н., 2006

Розроблено алгоритм збільшення роздільної здатності зображень методами теорії нечітких множин. За основу взято метод прогнозування на основі нечітких множин.

In the paper described the algorithm increase the resolution of images based on the method of fuzzy sets.

Вступ

Ефективність цифрового оброблення зображення значною мірою підвищується завдяки розробленню швидкодіючих алгоритмів цифрових перетворень для розв’язання багатьох прикладних задач.

Одним з інформативних класів зображення, проаналізованих у статті, є напівтонові зображення, тобто такі, в яких елементами матриці є числа з достатньо вузького діапазону кольорів. Практика показує, що найбільш оптимальними є зображення з 256 рівнями яскравості [1, 2].

Мета роботи

Сенс задачі збільшення роздільної здатності (ЗПРЗ) полягає у перетворенні окремого рисунка в новий, але з іншою роздільною здатністю. Оскільки як вхідний задано набір рисунків, то завдання полягає в побудові тієї ж кількості рисунків, кожен з яких вже має нову роздільну здатність. При цьому для отримання нового рисунка необхідно задіяти усі рисунки з вхідного набору.

Основною ідеєю цього підходу є те, що попередньо відцентровані в межах одного пікселя [1] точки різних рисунків з однаковими координатами, маючи різні значення кольорів, володіють водночас надлишковою інформативністю. Цю надлишковість можна використати для істотного підвищення роздільної здатності із збереженням якісних характеристик вихідного рисунка (чи рисунків).

Отже, метою статті є розв’язання задачі збільшення роздільної здатності зображень на основі методів теорії нечітких множин [3].