

## ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА ОБРОБКИ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ І УПРАВЛІННЯ СКЛАДНИМИ ЗОБРАЖЕННЯМИ В ЗАДАНОМУ ПОЛІ УВАГИ.

### Вступ

Важливу роль в практичних застосуваннях мають перетворення зображень в заданому полі уваги, які відповідають певному представленню об'єктів. Такими об'єктами можуть бути представлені як біологічні структури, клітини, так і різні технічні об'єкти, наприклад, космічні системи. Особливо важливі представлення різних технічних системах, природніх та ін. У ряді випадків необхідно здійснювати розпізнавання та цільове управління складними процесами, перетворення і обробки зображень. В основу управління складними процесами покладено створення інформаційно-аналітичних систем розпізнавання руху об'єктів в полі уваги. В результаті розпізнавання і сприйняття руху об'єктів отримуємо ряд важливих інформаційних ознак, які характеризують процес зміни об'єкта, процес руху і тип руху, швидкість напрямку та ін. В загальному випадку інформаційно-аналітичну систему для управління складними процесами, перетворень зображень в полі уваги  $IAC \rightarrow \{O, P, Z, R, K, U\}$ , O- об'єкт, P- перетворення, Z- зображення, R- розпізнавання, K – класифікація, U – управління. Зображення можна представити у вигляді:

$$\begin{matrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & a_{nn} \end{matrix},$$

де  $a_{ij} \in A = \{0, 1, 2, \dots, m-1\}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n}$

Зображення може розглядатись на фоні завад або інших зображень. Представлення зображень на полі уваги можуть бути на фоні інших зображень. У цьому випадку говоримо про різні моделі представлення і сприйняття зображень. За певний час і можливе певне переміщення(рух) зображень в полі уваги. Задача полягає у

дослідженні, представленні і сприйняття зображень, які розглядаються у зміні (русі) для систем керування, створення інформаційно-аналітичної системи.

### Прості моделі сприйняття зображень у полі уваги

Нижче представимо прості моделі представлення і сприйняття зображення об'єктів заданому в полі уваги.

Модель1. Розглянемо випадок коли об'єкт (зображення), що рухається накладається на фонове зображення (об'єкт „над фоном”). Фонове зображення відповідає у такому вигляді:

$$|\Phi| = \begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nm} \end{vmatrix},$$

#### 1. Модель $\oplus_1$

$$a_{ij} \oplus_1 b_{ij} = a_{ij}(b)$$

де  $\oplus_1$  - оператор накладання,  $i, j = \overline{1, n}$ ,  $b_{ij} \in A$

$$0 \oplus_1 b_{ij} = b_{ij}$$

Модель2. Розглянемо випадок коли об'єкт (зображення) знаходиться поза фоновим зображенням (об'єкт „поза фоном”). Маємо наступну модель

$$a_{ij} \oplus_2 b_{ij} = b_{ij}(a), \quad b_{ij} \neq 0$$

$\oplus_2$  - операція накладання

$$a_{ij} \oplus_2 0 = a_{ij} \text{ (модель 1)}$$

У випадку моделі 2 зображення об'єкту сприйняти неможливо. Фонове зображення ніби заступає зображення об'єкта.

Модель3. В умовах моделі 1 допустимо, що  $a_{ij} \neq b_{ij}$  і  $a_{ij} > b_{ij}$  для всіх  $i, j = \overline{1, n}$ . Легко переконатися, що у всіх можливих випадках моделі 3 сприйняття зображення можливо для будь-якого складного зображення фону.

Модель 4. В умовах моделі 1 допустимо, що  $a_{ij} \neq b_{ij}$  і  $a_{ij} < b_{ij}$  для всіх  $i, j = \overline{1, n}$ . Для цієї моделі сприйняття зображення об'єкта можливим для будь-якого складного зображення фону.

Таким чином моделі 1-4 є базовими моделями практично вичерпують всі можливі варіанти представлення і сприйняття зображень на заданому полі уваги. Можливі моделі, які є комбінацією базових моделей представлення і сприйняття зображень на заданому полі уваги.

### **Інформаційно-аналитична система обробки та розпізнавання і управління складних зображень в заданому полі уваги та передачі і вірогідність інформації**

Важливу роль в практичних застосувань мають перетворення зображень в заданому полі уваги, які відповідають певному представленню об'єктів. Такими об'єктами можуть бути не тільки різні технічні, а й біологічні структури, клітини та ін. Особливо важливі представлення в різних технічних системах, природних та ін. У ряді випадків необхідно здійснювати розпізнавання та цільове управління складними процесами, перетворення і обробки зображень та передачі інформації.

В основу управління складними процесами покладено створення інформаційно-аналітичної системи розпізнавання і сприйняття руху об'єктів в полі уваги. В результаті розпізнавання і сприйняття руху об'єктів утримуємо ряд важливих інформаційних ознак, які характеризують процес зміни об'єкту, процес руху: тип руху, швидкість напрямку та ін. В загальному випадку інформаційно-аналітичну систему для управління складними процесами, перетворення зображень в полі уваги  $IAC \rightarrow \{O, P, Z, P, K, V\}$

### **Обробка і вірогідність передачі інформації в системах інформаційно-аналітичного забезпечення**

Метод обробки та передачі інформації зображень  $M$  задається трійкою

$$\{K_N(n), S, D_N(n)\}, \quad (1)$$

де  $K_N(n) \in V(n)$ , а  $D_N(n)$  визначається як набір функції

$$r_1(\tilde{v}), r_2(\tilde{v}), \dots, r_N(\tilde{v}) \quad (2)$$

де  $\tilde{v} \in \tilde{V}(n)$ , такі, що  $0 \leq r_i(\tilde{v}) \leq 1$ ,  $i = \overline{1, N}$ ,  $\sum r_i(\tilde{v}) = 1$ , функції (2) можна трактувати, як імовірність, з якою приймається рішення, що в дійсності був  $i$ -й результат. Нижче в основному розглядаються

$$r_i(\tilde{v}_j) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } P_{1j} = P_{ij} \\ 0, & \text{в інших випадках} \end{cases} \quad (3)$$

Імовірність помилки для методу обробки інформації  $M(P_i = \frac{1}{N})$  є

$$P[K_N(n), S, D_N(n)] = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{v_j \in \tilde{V}(n)} P_{ij} [1 - r_i(v_j)] \quad (4)$$

і оптимальна імовірність помилки методу обробки інформації (нижня границя):

$$P_n(N) = \inf_{\{K_N(n), D_N(n)\}} P[K_N(n), S, D_N(n)] \quad (5)$$

Оптимальна імовірність помилки для  $K_N(n)$  рівна

$$P[K_N(n)] = \inf_{P_N(n)} P[K_N(n), S, D_N(n)] \quad (6)$$

Усереднена імовірність помилки визначається як математичне сподівання

$$P_n[K_N(n)] = M\{P[K_N(n)]\} \quad (7)$$

В роботі показано, що для заданого  $K_N(n)$  оптимальним методом  $D_N(n) = \{r_i(\tilde{v}_j)\}$  буде таким, що  $r_i(\tilde{v}_j) = 0$ , якщо  $\max_{1 \leq l \leq N} P_{lj} \neq P_{ij}$ ;

У цьому випадку для довільного методу  $D'_N(n)$  справедливо  $D[K_N(n), S, D'_N(n)] \geq P[K_N(n), S, D_N(n)]$ . Вірогідність методу  $[K_N(n), S, D_N(n)]$

$$P_{np}[K_N(n), S, D_N(n)] = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{v}_j \in \tilde{V}(n)} \underline{P}_{ij} \cdot r_i(\tilde{v}_j) = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{v}_j \in \Omega_i} P_{ij}.$$

Величина  $\underline{P}_{np}[K_N(n), S, D_N(n)]$  визначає вірогідність методу обробки інформації, яка має важливу роль при інформаційній оцінці ефективності обробки інформації. Власне виходячи із заданої вірогідності обробки інформації є метод обробки інформації з найкращою ефективністю. Досліджені методи обробки інформації:  $M^b = [K_N(n), S, D_N^b(n)]$ ,  $M^{Kt} = [K_N(n), S, D_N^{Kt}]$ ,  $M^{Kt, t+1} = [K_N(n), S, D_N^{Kt, t+1}]$ , коди

$K_N(n)$  використовуються відповідно в режимі відновлення помилок  $D_N^b(n)$ , корекції всіх помилок включено до кратності  $K_t$  і деяких  $\alpha_{t+s}, s = \overline{1, l}$ , помилок вищої кратності. Для цих методів вірогідності обробки інформації:

$$M^b : \underline{P}_{np} [K_N(n), S, D_N^b(n)] = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{v}_j \in \tilde{V}(n)} \underline{P}_{ij} r_i(v_j) = (1-p)^n$$

Ймовірність невиявленої помилки рівня

$$\underline{P}_{np} [K_N(n), S, D_N^b(n)] = \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{v}_j \in K_N(n) - \Omega_i^b} \underline{P}_{ij} = \sum_{S=2t+1} B_S p^S (1-p)^{n-S},$$

де  $B_S$  визначає спектр коду  $K_N(n)$ .

$$M^{K_t} : \underline{P}_{np}^{K_t} [K_n(n), S, D_N^{K_t}(n)] = \frac{1}{N} \sum_{V_{i \in i}} \sum_{\tilde{v}_j \in \Omega^{K_t}} \underline{P}_{ij} = \sum_{s=0}^n C_n^s p^s (1-p)^{n-s}$$

Ймовірність помилки для  $M^{K_t}$  рівня

$$P^{K_t} [K_N, S, D_N] = \sum_{S=t+1}^N C_N^S P^S (1-P)^{N-S}$$

В роботі показано, що  $K_N(n)$  оптимальним методом  $D_N(n) = \{r_i(\tilde{v}_j)\}$  буде таким, що  $r_i(\tilde{v}_j) = 0$ , якщо  $\max_{1 \leq l \leq N} P_{lj} \neq \underline{P}_{ij}$ ; у цьому випадку для довільного методу  $D'_N(n)$  справедливо  $D[K_N(n), S, D'_N(n)] \geq P[K_N(n), S, D_N(n)]$ . Вірогідність методу  $[K_N(n), S, D_N(n)]$

$$\underline{P}_{np} [K_N(n), S, D_N(n)] = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{v}_j \in \tilde{V}(n)} \underline{P}_{ij} \cdot r_i(\tilde{v}_j) = \frac{1}{N} \sum_{v_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{v}_j \in \Omega_i} \underline{P}_{ij}.$$

Величини  $\underline{P}_{np} [K_N(n), S, D_N(n)]$  визначає вірогідність методу обробки інформації, яка має важливу роль при інформаційній оцінці ефективності обробки інформації. Власне виходячи із заданої вірогідності обробки інформації є метод обробки інформації з найкращою ефективністю. Досліджені методи обробки інформації:  $M^b = [K_N(n), S, D_N^b(n)]$ ,  $M^{K_t} = [K_N(n), S, D_N^{K_t}]$ ,  $M^{K_t, t+1} = [K_N(n), S, D_N^{K_t, t+1}]$ , коди  $K_N(n)$  використовуються відповідно в режимі відновлення помилок  $D_N^b(n)$ , корекції всіх помилок включено до кратності  $K_t$  і деяких

$\alpha_{t+s}, s = \overline{1, l}$ , помилок вищої кратності. Для цих методів вірогідності обробки інформації :

$$M^b : P_{np}^b [K_N(n), S, D_N^b(n)] = \sum_{V_i \in K_N(n)} \sum_{\tilde{V}_j \in K_N(n) - \Omega_i^b} \frac{P_{ij}}{B_S} = \sum_{S=2t+1} B_S p^S (1-p)^{n-S},$$

де  $B_S$  визначає спектр коду  $K_N(n)$ .

$$M^{K_t} : P_{np}^{K_t} [K_n(n), S, D_N^{K_t}(n)] = \frac{1}{N} \sum_{V_{ici} \in K_N(n)} \sum_{\tilde{V}_{jc} \in \Omega^{K_t}} P_{ij}$$

Ймовірність помилки для  $M^{K_t}$  рівня

$$P^{K_t} [K_N, S, D_N] = \sum_{S=t+1}^N C_N^S P^S (1-P)^{N-S}$$

То у випадку моделі 1  $a_{ij} \oplus_1 b_{ij} = a_{ij}$ ,  $a_{ij} \neq 0 \Rightarrow a_{ij} \neq b_{ij}$  де  $\oplus$  операція накладання для моделі 1  $i, j = \overline{1, n}$

$$b_{ij} \in a = \{0, 1, 2, \dots, m_0 - 1\}, 0 \oplus b_{ij} = b_{ij}.$$

## ЛІТЕРАТУРА

1. V. Hrytsyk, V. Hrytsyk (jounger). Determining validity and amount of received information under information transfer methods using corrective codes // IV sympozjum modelowanie I symulacja komputerowa w technice. Łódź 2005. pp. 99-108.
2. Гонзалис Р., Вудс Р., Цифровая обработка изображений. М. Техносфера, 2005. – 1072 с.
3. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: В 2 т. М.: Мир, 1982.
4. Грицик В.В. Інформаційно-аналітична система для оцінки складних зображень, процесів і прогнозування ситуацій// Інформаційні технології і системи. – 1998. – №1/2.-с.174-176
5. Грицик В.В., М.А.Влах Технічні та програмні засоби розпізнавання та аналізу зображень складних біологічних об'єктів Інформаційні технології і системи. – 2005. – №1 Т.8.-с.17-28