

ІНФОРМАЦІЙНО-ЕКСТРЕМАЛЬНИЙ АЛГОРИТМ НАВЧАННЯ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ ЕМОЦІЙНО-ПСИХІЧНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ

Розглядається метод розпізнавання емоційно-психічного стану людини за зображеннями її обличчя. При цьому запропоновано для одержання додаткової інформації використовувати такі фрагменти зображення обличчя людини, які включають зони очей і носу. Формування вхідного математичного опису системи розпізнавання здійснюється шляхом аналізу лівопівкульних та правопівкульних зображень обличчя людини. При цьому попередньо для стабільного емоційно-психічного стану особи формується навчальна матриця яскравості зображення, як всього обличчя, так і його відповідних фрагментів. Машинне навчання здійснюється в рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології, що ґрунтується на максимізації інформаційної спроможності системи розпізнавання. Як критерій функціональної ефективності машинного навчання використано модифіковану інформаційну міру Кульбака, яка розглядається як функціонал від точнісних характеристик двохальтернативних рішень. За побудованою категорійною моделлю у вигляді відображення множин, задіяних в процесі навчання, розроблено інформаційно-екстремальний алгоритм оптимізації геометричних параметрів гіперсферичних контейнерів класів розпізнавання, що відновлюються в процесі навчання в радіальному базисі простору ознак. За результатами фізичного моделювання доведено, що фрагменти обличчя є достатньо інформативними при розпізнаванні емоційно-психічного стану людини.

Ключові слова: інформаційно-екстремальна інтелектуальна технологія, комп'ютеризована система діагностування, психодіагностування, навчання, критерій функціональної ефективності.

НОМЕНКЛАТУРА

ІЕІ-технологія – інформаційно-екстремальна інтелектуальна технологія;

СППР – система підтримки прийняття рішень;

КФЕ – критерій функціональної ефективності;

m – номер поточного класу розпізнавання;

M – потужність алфавіту класів розпізнавання;

n – кількість векторів-реалізацій (далі просто реалізацій);

x_m – еталонна реалізація, визначає геометричний

центр контейнера класу X_m^o ;

d_m – радіус контейнера класу X_m^o ;

E_m – інформаційний КФЕ навчання системи розпізнавати реалізацію класу X_m^o ;

G_E – робоча (допустима) область визначення функції КФЕ;

G – простір вхідних факторів;

T – множина моментів часу зняття інформації;

Ω – простір ознак розпізнавання;

Z – простір можливих емоційно-психологічних станів людини;

Y – вибіркова множина (вхідна навчальна матриця);

$\tilde{\mathfrak{R}}^{[2]}$ – нечітке розбиття простору ознак розпізнавання;

$I^{|l|}$ – множина допустимих гіпотез;

l – кількість статистичних гіпотез;

$\mathfrak{R}^{[q]}$ – множина точнісних характеристик, де $q = l^2$;

E – терм-множина значень інформаційного КФЕ;

$\tilde{L}^{[2]}$ – множина діагнозів емоційно-психологічних станів людини;

θ – оператор, який будує розбиття $\tilde{\mathfrak{R}}^{[2]}$ простору ознак на класи розпізнавання;

Ψ – оператор, що перевіряє основну статистичну гіпотезу про належність реалізації $x_{m,i}^{(j)}$ класу X_m^o ;

γ – оператор, що формує множину точнісних характеристик для заданої системи оцінок рішень;

Φ – оператор, що обчислює множину значень інформаційного КФЕ;

r – оператор, що реалізує ітераційний процес оптимізації геометричних параметрів розбиття $\tilde{\mathfrak{R}}^{[2]}$;

U – оператор, що регламентує процес навчання і дозволяє оптимізувати параметри його планування;

G_d – радіус контейнерів класів розпізнавання;

i – номер ознаки розпізнавання фрагмента зображення;

j – номер реалізації класів фрагмента зображення обличчя пацієнта;

$D_1^{(k)}$ – перша достовірність, обчислена на k -му кроці навчання;

$D_2^{(k)}$ – друга достовірність, обчислена на k -му кроці навчання;

$\alpha^{(k)}$ – помилка першого роду, обчислена на k -му кроці навчання;

$\beta^{(k)}$ – помилка другого роду, обчислена на k -му кроці навчання;

10^{-r} – мале число для уникнення поділу на нуль.

ВСТУП

Технологія психодіагностування та корекції привертала увагу спеціалістів з давніх часів. Комп'ютерні технології психодіагностування за зображенням обличчя та його фрагментів дозволяють підвищити достовірність оцінки психічного стану людини та функціональну ефективність його корекції [1, 2].

Відомі методи розпізнавання зображень [3, 4] носять в основному модельний характер, оскільки не враховують перетин класів розпізнавання, що характеризують різні психічні стани пацієнта та довільні початкові умови формування зображень. Тому основним шляхом підвищення функціональної ефективності системи психодіагностування за зображеннями обличчя пацієнта є надання їй властивості адаптивності на основі машинного навчання. Одним із перспективних підходів до вирішення цієї проблеми є застосування ідей і методів ІЕІ-технології, яка оснований на максимізації інформаційної спроможності системи підтримки прийняття рішень в процесі її навчання [5]. У працях [1, 6] запропоновано в рамках ІЕІ-технології алгоритм навчання системи психодіагностування за зображенням обличчя, але асимптотична достовірність розпізнавання виявилася недостатньо високою.

В статті розглядається інформаційно-екстремальний алгоритм навчання СППР для відео-комп'ютерної психодіагностики та корекції, з використанням фрагментів зображення обличчя людини.

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Розглянемо формалізовану постановку задачі інформаційного синтезу для розпізнавання емоційно-психічного стану людини за фрагментами зображення її обличчя. Нехай дано алфавіт $\{X_m^o \mid m = \overline{1, M}\}$ класів розпізнавання, які характеризують різні психологічні стани пацієнта, і навчальну матрицю яскравості зображення обличчя пацієнта $\|y_{m,i}^{(j)}\|$, $i = \overline{1, N}$, $j = \overline{1, n}$. При цьому рядок матриці $\{y_{m,i}^{(j)} \mid i = \overline{1, N}\}$ визначає j -ту реалізацію, а стовпчик $\{y_{m,i}^{(j)} \mid j = \overline{1, n}\}$ – навчальну вибірку значень i -ї ознаки. Відомий структурований вектор параметрів навчання СППР $g = \langle x_m, d_m \rangle$. Необхідно на етапі навчання СППР оптимізувати координати вектора g шляхом пошуку глобального максимуму усередненого за алфавітом класів розпізнавання інформаційного КФЕ навчання системи

$$\bar{E} = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \max_{G_E} E_m, \quad (1)$$

На етапі екзамену, тобто безпосереднього діагностування, необхідно прийняти рішення про належність реалізації, що розпізнається, до одного із класів заданого алфавіту.

2 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Розпізнавання певної емоції по обличчю людини спочатку розглядалося як суто медична проблема [7, 8]. Практична цінність цих праць полягає в структуризації елементів обличчя та їх класифікації залежно від психоемоційного стану людини, що дозволяє формувати вхідний математичний опис комп'ютерних систем психодіагностування.

В праці [9, 10] запропоновано комп'ютерна емоційно-орієнтована технологія, яка встановлює відповідність фрагментів обличчя різним емоційним станам людини. При цьому, для розпізнавання емоцій використовується такі традиційні методи, як байєсівський класифікатор, штучні нейронні мережі та нечіткі методи подання, та виведення знань. Основним недоліком розглянутих методів розпізнавання емоційного стану людини є їх модельність, оскільки вони не враховують довільні початкові умови формування образів та вплив неконтрольованих факторів. Крім того, авторами не розглядається зв'язок емоційного і психічного станів людини. Загальним основним недоліком методів є застосування структурних або дистанційних мір схожості, що зменшує достовірність класифікації за умов апріорно нечіткого розбиття простору ознак на класи розпізнавання.

В праці [11] розглянуто застосування теоретико-інформаційного підходу до розпізнавання та відстеження положення обличчя та його структурних елементів. При цьому, інформаційна міра використовується як критерій різноманітності об'єктів, але не розглядалася задача інформаційного синтезу системи розпізнавання психоемоційного стану людини за обличчям.

Таким чином, з метою усунення визначених недоліків перспективним є створення в рамках теоретико-інформаційного підходу систем психодіагностування на основі ідей машинного навчання та розпізнавання образів, що дозволить надати їм властивість адаптивності за умов апріорної невизначеності.

3 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Категорійну модель процесу навчання системи психодіагностування в рамках ІЕІ-технології подамо у вигляді діаграми відображень множин. При цьому вхідний математичний опис СППР представимо у вигляді структури

$$\Delta_B = \langle G, T, \Omega, Z, Y; \Pi, \Phi, f \rangle,$$

де $\Pi: G \times T \times \Omega \rightarrow Z$ – оператор переходів, що відбиває механізм зміни емоційно-психологічних станів; $\Phi: G \times T \times \Omega \times Z \rightarrow Y$ – оператор оброблення зображення (формування вхідної навчальної матриці Y); $f: Y \rightarrow X^p$ – оператор відображає вхідну навчальну матрицю яскравості Y зображення обличчя в бінарну матрицю $X^{|p|}$, яка враховує значення яскравості виділених на зображенні заданих p фрагментів.

Діаграму відображень множин у процесі навчання СППР за інформаційно-екстремальним алгоритмом з оптимізацією геометричних параметрів гіперсферичних контейнерів класів розпізнавання показано на рис. 1.

На діаграмі (рис. 1) правий контур операторів реалізує в рамках ІЕІ-технології базовий алгоритм навчання СППР, основною задачею якого є оптимізація геометричних параметрів розбиття $\tilde{\mathfrak{R}}^{[2]}$ при заданій системі контрольних допусків на ознаки розпізнавання.

4 ЕКСПЕРИМЕНТИ

Розглянемо модифікований алгоритм навчання СППР для психодіагностування за фрагментами зображення обличчя пацієнта в рамках ІЕІ-технології, який відновлює в радіальному базисі простору ознак гіперсферичні контейнери класів розпізнавання. При цьому оптимальний радіус контейнера класу розпізнавання визначається як

$$d_m^* = \arg \max_{G_E \cap G_d} \bar{E}. \quad (2)$$

Вхідною інформацією для навчання СППР є багатовимірна навчальна матриця яскравості пікселів рецепторного поля зображення обличчя $\|y_{m,j}^{(j)}\|_{m=1, \bar{M}; I=1, \bar{N}; J=1, \bar{n}}$; система полів контрольних допусків $\{\delta_i\}$ на ознаки розпізнавання і рівні селекції $\{\rho_m\}$ координат еталонних двійкових векторів-реалізацій класів розпізнавання. Крім того, задається структура координат вершин прямокутних фрагментів зображення обличчя пацієнта $\langle i_B, i_E, j_B, j_E \rangle$. При цьому потужність словника ознак розпізнавання, сформованого за фрагментом зображень, дорівнює $i_E - i_B$ ознак, а кількість реалізацій – $j_E - j_B$.

Розглянемо основні етапи реалізації базового алгоритму навчання:

1. Формується по фрагменту зображення бінарна навчальна матриця $\|x_{m,i}^{(j)}\|^{(p)}$, елементи якої дорівнюють

$$x_{m,i}^{(j)} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } y_{m,i}^{(j)} \in \delta_i; \\ 0, & \text{якщо } y_{m,i}^{(j)} \notin \delta_i. \end{cases} \quad (3)$$

де $i = i_B \dots i_E, j = j_B \dots j_E$.

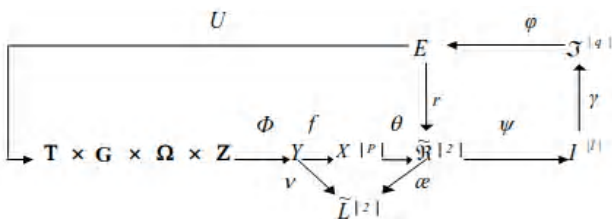


Рисунок 1 – Категорійна модель навчання СППР

2. Формування масиву еталонних двійкових векторів $\{x_{m,i} \mid m = \overline{1, M}\}$, елементи якого визначаються за правилом:

$$x_{m,i} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{m,i}^{(j)} > \rho_m; \\ 0, & \text{інакше.} \end{cases} \quad (4)$$

3. Для кожного класу $X_m^{(p)}$ здійснюється пошук найближчого «сусіда» $X_l^{(p)}$, для якого виконується умова

$$l = \arg \min_{\{t\}} d(x_m \oplus x_t), \text{ де } \{t\} = \{\overline{1, m-1}, \overline{m+1, M}\}.$$

4. Оптимізація кодової відстані $d_m^{(p)}$ відбувається за рекурентною процедурою $d_m(k) = [d_m(k-1) + h \mid d_m(k) \in G_m^d]$. При цьому приймається $E_m^{(p)}(0) = 0$.

3. Для кожного класу $X_m^{(p)}$ здійснюється пошук найближчого «сусіда» $X_l^{(p)}$, для якого виконується умова $l = \arg \min_{\{t\}} d(x_m \oplus x_t)$, де $\{t\} = \{\overline{1, m-1}, \overline{m+1, M}\}$.

4. Оптимізація кодової відстані $d_m^{(p)}$ відбувається за рекурентною процедурою $d_m(k) = [d_m(k-1) + h \mid d_m(k) \in G_m^d]$. При цьому приймається $E_m^{(p)}(0) = 0$.

5. Процедура закінчується при знаходженні максимуму КФЕ в робочій області визначення його функції

$$E_m^{*(p)} = \max_{\{d\}} E_m, \quad (5)$$

де $\{d\} = \{d_1, \dots, d_{\max}\} \in [0; d(x_m \oplus x_l) - 1]$ – множина радіусів концентрованих гіперсфер, центр яких визначається вершиною еталонного вектора $x_m^{(p)} \in X_m^{(p)}$. При цьому множина $\{d\}$ є так само множиною кроків навчання системи розпізнавання.

Таким чином, основною функцією базового алгоритму навчання у рамках ІЕІ-технології є обчислення на кожному кроці навчання інформаційного КФЕ і організація пошуку його глобального максимуму в робочій області визначення функції критерію з метою визначення оптимальних геометричних параметрів контейнерів класів розпізнавання.

Як критерій оптимізації параметрів навчання у рамках ІЕІ-технології може розглядатися будь-яка статистична інформаційна міра, яка є функціоналом від точнісних характеристик. Широкого використання в алгоритмах навчання набула модифікація інформаційної міри Кульбака [12]:

$$E_m^{(k)} = 0,5 \log_2 \left(\frac{D_1^{(k)} + D_2^{(k)} + 10^{-r}}{\alpha^{(k)} + \beta^{(k)} + 10^{-r}} \right) * \left[\left(D_1^{(k)} + D_2^{(k)} \right) - \left(\alpha^{(k)} + \beta^{(k)} \right) \right]. \quad (6)$$

5 РЕЗУЛЬТАТИ

Формування навчальної матриці здійснювалося за відомою технологією відео-комп'ютерної психодіагностики та корекції, яка базується на порівнянні лівопівкульного та правопівкульного портретів для оцінки психологічного стану людини. Вхідний математичний опис СППР було сформовано за графічними даними, наведеними в праці [2]. На рис. 2 показано портрети особи з нестабільним станом, які характеризують клас X_1^o , сформований із лівопівкульних (рис. 2а) і клас X_2^o , сформований із правопівкульних портретів (рис. 2б). Відповідно сформовано портрети особи із стабільним емоційно-психологічним станом – клас X_3^o (рис. 2в) і клас X_4^o (рис. 2г).

Результат оптимізації за критерієм (6) геометричних параметрів контейнерів класів розпізнавання, що відновлюються в радіальному базисі простору ознак за ітераційною процедурою базового алгоритму навчання, для повних портретів (рис. 2) показано на рис. 3.

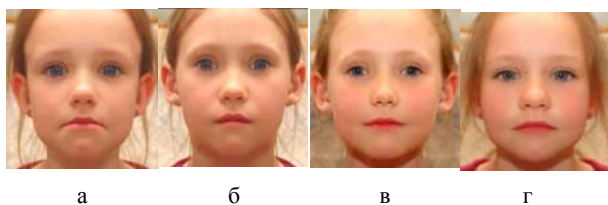
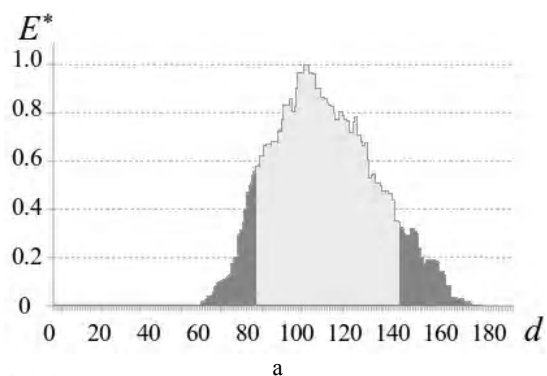
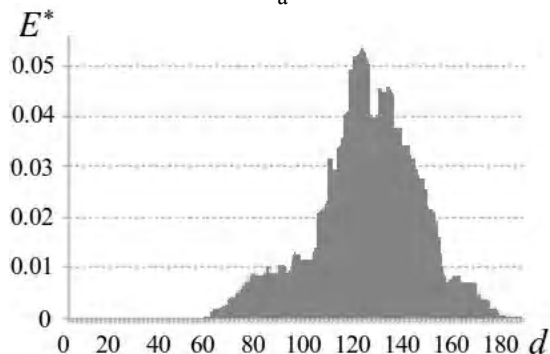


Рисунок 2 – Портрети, які використані при психодіагностиці: а – клас X_1^o ; б – клас X_2^o ; в – клас X_3^o ; г – клас X_4^o



а



б

На рис. 3 світлим кольором показано робочі (допустимі) області визначення функції КФЕ, в яких перша та друга достовірності перевершують відповідно помилки першого та другого роду. Аналіз рис. 3 показує, що незначні максимальні значення КФЕ характерні для особи зі стабільним емоційно-психологічним станом, що пояснюється схожістю лівопівкульних і правопівкульних портретів. Крім того, через близькість центрів класів X_3^o і X_4^o на рис. 3в і рис. 3г відсутні робочі області.

З метою дослідження інформативності фрагментів обличчя було сформовано навчальну матрицю яскравості для зображень фрагментів, які характеризували зону очей та носа. На рис. 4 показано портрети особи з нестабільним станом, які характеризують клас X_1^o , сформований із лівопівкульних (рис. 4а) і клас X_2^o , сформований із правопівкульних портретів (рис. 4б). Відповідно сформовано портрети особи із стабільним емоційно-психологічним станом – клас X_3^o (рис. 4в) і клас X_4^o (рис. 4г).

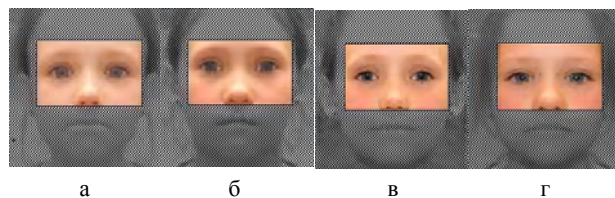
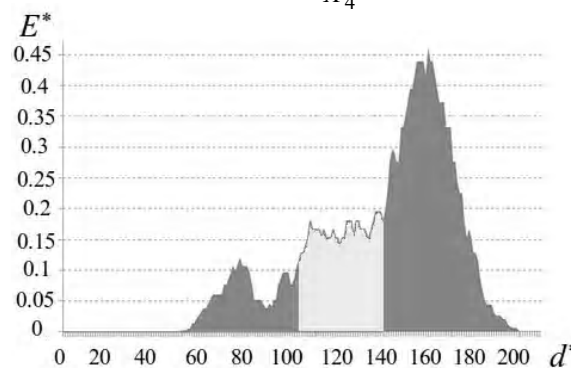
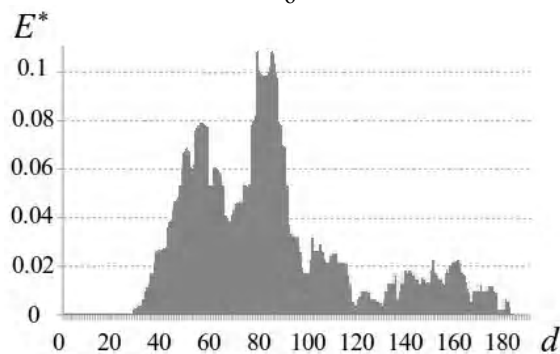


Рисунок 4 – Фрагменти портрета обличчя, які включають зону очей та носу: а – клас X_1^o ; б – клас X_2^o ; в – клас X_3^o ; г – клас X_4^o



б



г

Рисунок 3 – Графіки залежності КФЕ (6) від радіусів контейнерів класів розпізнавання для повного портрету: а – клас X_1^o ; б – клас X_2^o ; в – клас X_3^o ; г – клас X_4^o

Графіки залежності динаміки зміни КФЕ при формуванні вирішальних правил для портретів пацієнта до та після проведення психокорекції показано на рис. 5.

Аналіз рис. 5а і рис. 5б, одержаних за ліво- та право-півкульним портретом особи з нестабільним емоційно-психологічним станом, вказує на можливість створення вирішальних правил, перша та друга достовірності яких перевищують 0,5. Результати навчання для особи зі стабільним емоційно-психологічним станом за аналогічними алгоритмами, які подано на рис. 5в і рис. 5г, показують неможливість формування релевантних вирішальних правил, що свідчить про високий ступінь схожості ліво- та право-півкульних портретів. Таким чином, запропонований алгоритм навчання дозволяє будувати вирішальні правила, здатні визначати різноманітність між право- і ліво-півкульними портретами обличчя.

На наступному етапі, з метою дослідження інформативності фрагментів обличчя було сформовано навчальну матрицю яскравості для зображень фрагментів, які характеризували зону носа (рис. 6).

Графіки залежності динаміки зміни КФЕ при формуванні вирішальних правил для портретів пацієнта до та після проведення психокорекції показано на рис. 7.

Аналіз рис. 7а і рис. 7б, одержаних за ліво- та право-півкульним портретом особи з нестабільним емоційно-психологічним станом, вказує на можливість створення вирішальних правил. Результати навчання для особи зі стабільним емоційно-психологічним станом за аналогічними алгоритмами, які подано на рис. 7в і рис. 7г, пока-

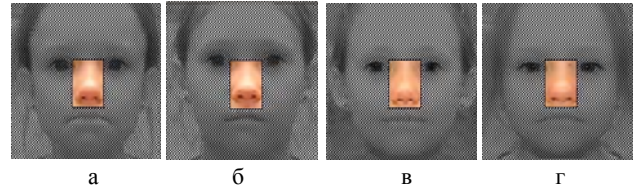


Рисунок 6 – Фрагменти портрета, що включають зону носа:

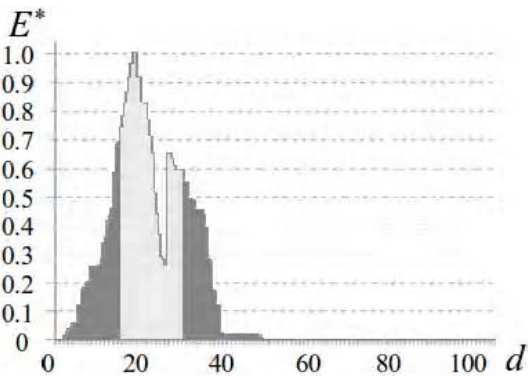
а – клас X_1^0 ; б – клас X_2^0 ; в – клас X_3^0 ; г – клас X_4^0

зують неможливість формування релевантних вирішальних правил, оскільки значення КФЕ є близькими до нуля, що свідчить про високий ступінь схожості ліво- та право-півкульних портретів. Таким чином, запропонований алгоритм навчання дозволяє будувати вирішальні правила, здатні визначати різноманітність між право- і ліво-півкульними портретами обличчя.

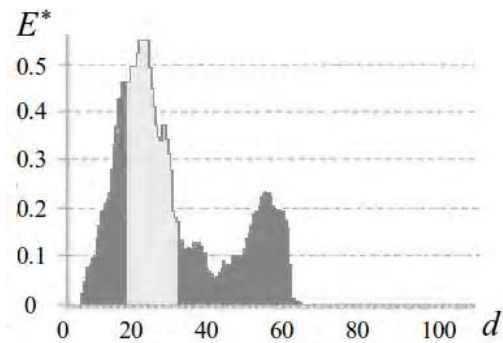
6 ОБГОВОРЕННЯ

Аналогічний аналіз зображень пацієнта, що були отримані на різних етапах психокорекції, дозволяє відслідкувати динаміку зміни КФЕ при формуванні вирішальних правил протягом всього періоду лікування (рис. 8).

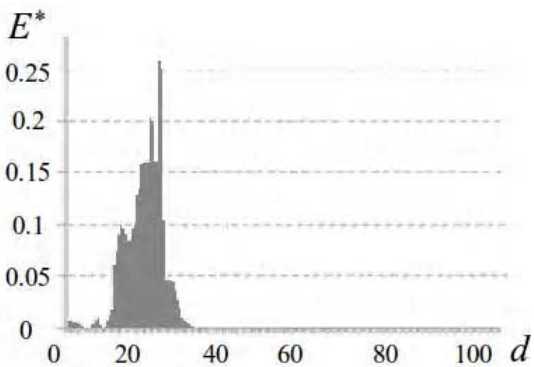
Аналіз рис. 8а показує, що на другому етапі лікування відбулося погіршення психологічного стану. На це вказує збільшення значення КФЕ при формуванні вирішальних правил. Після цього КФЕ, а отже і відмінність між право- і ліво-півкульними портретами, поступово зменшувалася і на четвертому кроці відповідні вирішальні правила не було сформовано. Аналіз рис. 8б показує, що на другому етапі лікування не відбулося



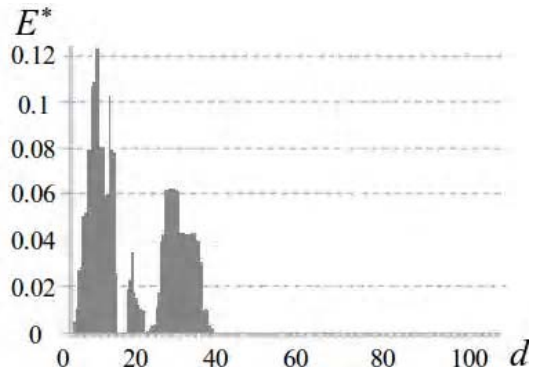
а



б



в



г

Рисунок 5 – Графіки залежності КФЕ (б) від радіусів контейнерів класів розпізнавання для фрагментів портрету, які включають зону очей та носу: а – клас X_1^0 ; б – клас X_2^0 ; в – клас X_3^0 ; г – клас X_4^0

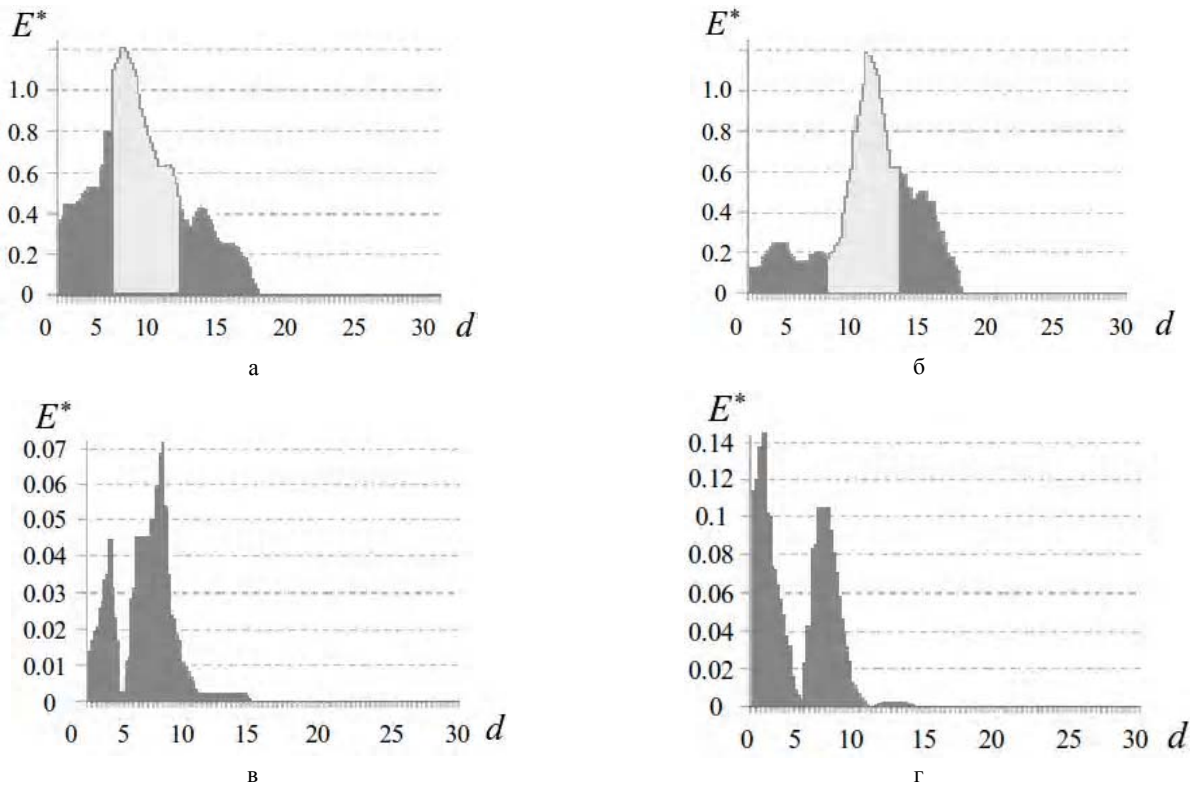


Рисунок 7 – Графіки залежності КФЕ (6) від радіусів контейнерів класів розпізнавання для фрагментів портрету, які включають зону носу: а – клас X_1^0 ; б – клас X_2^0 ; в – клас X_3^0 ; г – клас X_4^0

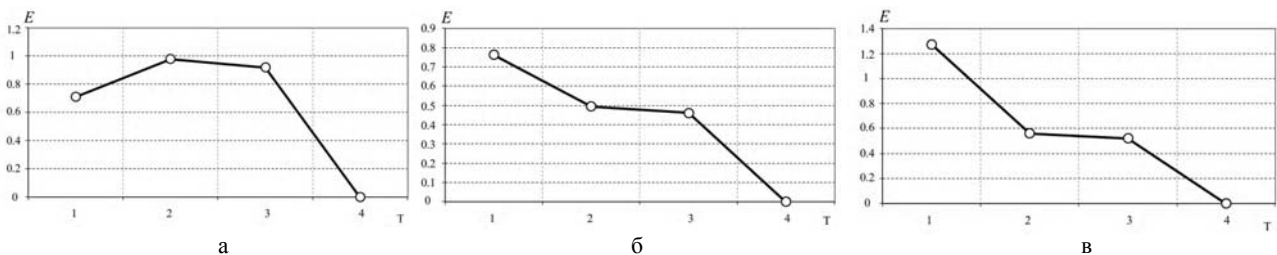


Рисунок 8 – Графіки зміни КФЕ (6) при формуванні вирішальних правил протягом всього періоду лікування: а – повний портрет; б – зона очей і носу; в – зона носу

погіршення психологічного стану, але на третьому етапі мало місце певне «гальмування» процесу психокорекції. На це вказують незначні зміни значення КФЕ при формуванні вирішальних правил на третьому етапі лікування відносно другого етапу. На четвертому кроці аналогічно до рис. 8а відповідні вирішальні правила не було сформовано. Аналіз рис. 8в показує, що аналогічно до рис. 8б, на другому етапі лікування не відбулося погіршення психологічного стану, але на третьому етапі мало місце певне «гальмування» процесу психокорекції. На це вказують незначні зміни значення КФЕ при формуванні вирішальних правил на третьому етапі лікування відносно другого етапу. На четвертому кроці аналогічно до рис. 8а–8б відповідні вирішальні правила не було сформовано.

Узагальнена траєкторія психокорекції за динамікою зміни КФЕ для двох різних частин портрету подана на рис. 9.

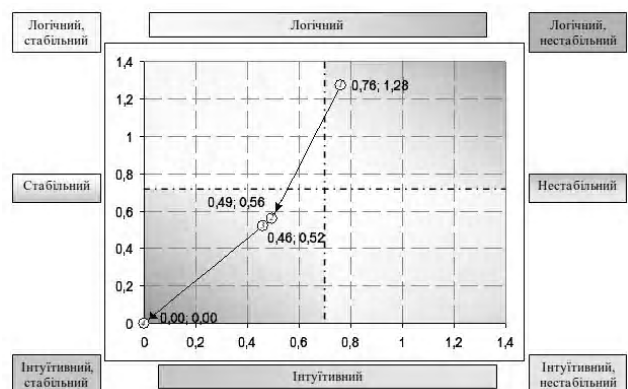


Рисунок 9 – Траєкторія психокорекції за динамікою зміни КФЕ

На рис. 9 траєкторія психокорекції формується на площині E_1E_2 . При цьому дана площина розбита на чотири області, що відповідають об'єктивній типології психологічних станів людини [2]. В верхній правій частині показана область логічних дестабільних психологічних станів, правій нижній – інтуїтивних дестабільних, лівій верхній – логічних стабільних, лівій нижній – інтуїтивних стабільних. Використання такого способу відображення процесу лікування дозволяє спостерігати за коректністю вжитих засобів, ефективністю окремих етапів та лікування в цілому.

ВИСНОВКИ

1. В роботі запропоновано модифікацію технології відео-комп'ютерної психодіагностики та корекції, що застосовується в Центрі Екології Людини НИКАР при Інституті Проблем Керування Російської Академії Наук шляхом її інтеграції з інформаційно-екстремальною інтелектуальною технологією.

2. Для сформованих навчальних матриць на базі фрагмента ліво- та право півкульних портретів запропоновано алгоритм обчислення інформаційної міри між цими портретами з метою визначення їх різноманітності. Порівняння максимальних значень інформаційних мір, отриманих при оптимізації параметрів навчання системи за портретами людини до та після проведення психокорекції показало, що використання частини портрета пацієнта для психоаналізу є більш ефективним, оскільки портрет може бути нестабільним, наприклад, через вікові особливості чи різні специфічні обмеження.

3. Показана можливість використання лише частини зображення для психодіагностики та об'єднання результатів психодіагностики за окремими фрагментами портрету, що дозволяє відобразити процес лікування у вигляді траєкторії психокорекції на площині об'єктивних типологій психологічних станів людини.

ПОДЯКИ

Робота виконана в рамках держбюджетних науково-дослідницьких тем «Розроблення науково-методичних основ та інформаційних засобів аналізу і синтезу інтелектуальних систем, що самонавчаються» (№ 52.17.02-01.12/13 ЗП), «Інтелектуальна система діагностування та прогнозування перебігу і наслідків патологічного про-

цесу» (№ 52.17.02-02.13\14 ЗП) на базі лабораторії інтелектуальних систем кафедри комп'ютерних наук Сумського державного університету.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Шелехов І. В. Оптимізація параметрів навчання комп'ютеризованої системи діагностування емоційно-психічного стану людини / І. В. Шелехов, Д. В. Прилепа // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. – 2014. – №1(65). – С. 161–167.
2. Анушвили А. Н. Объективная психология на основе волновой модели мозга / А.Н. Анушвили. – М. : Экон-Информ, 2008. – 292 с.
3. Анисимов Б. В. Распознавание и цифровая обработка изображений / Б. В. Анисимов, В. Д. Курганов, В. К. Злобин. – М. : Высшая школа, 1983. – 256 с.
4. Люггер Дж. Ф. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем / Дж. Ф. Люггер. – М. : Вильямс, 2003. – 864 с.
5. Довбиш А. С. Основы проектирования интеллектуальных систем : навчальний посібник / А. С. Довбиш. – Суми : СумДУ, 2009. – 171 с.
6. Шелехов І. В. Комп'ютеризована системи діагностування емоційно-психічного стану людини за фрагментами зображення обличчя / І. В. Шелехов, Д. В. Прилепа // *Advanced information systems and technologies : матеріали третьої міжнародної науково-практичної конференції* (Суми, 14–16 травня 2014 р.), AIST. – 2014. – С. 118–119.
7. Meneghini F. *Clinical Facial Analysis Elements, Principles, and Techniques* / F. Meneghini, P. Biondi. – Berlin : Springer, 2012. – 219 p.
8. George R. M. *Facial Geometry: Graphic Facial Analysis for Forensic Artists* / R. M. George. – Charles C Thomas Publisher, 2007. – 82 p.
9. Petta P. *Emotion-Oriented Systems. The Humaine Handbook* / P. Petta, C. Pelachaud, R. Cowie. – Berlin : Springer, 2011. – 816 p.
10. André E. *Experimental methodology in emotion-oriented computing* / E. André // *IEEE Pervasive Computing*. – 2011. – Vol. 10 (3). – P. 54–57.
11. Colmenarez A. J. *Facial Analysis from Continuous Video with Applications to Human-Computer Interface* / A. J. Colmenarez, Z. Xiong, T-S. Huang. – Berlin : Springer Science, 2004. – 134 p.
12. Довбиш А. С. Інтелектуальні інформаційні технології в електронному навчанні / А. С. Довбиш, А. В. Васильєв, В. О. Любчак. – Суми : СумДУ, 2014. – 172 с.

Стаття надійшла до редакції 04.11.2014.

Після доробки 26.11.2014.

Довбиш А. С.¹, Шелехов І. В.², Прилепа Д. В.³

¹Д-р техн. наук, професор, зав. каф. комп'ютерних наук, Сумської державної університету, Україна

²Канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютерних наук Сумського державного університету, Україна

³Аспірант кафедри комп'ютерних наук, Сумської державної університету, Україна

ИНФОРМАЦИОННО-ЭКСТРЕМАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ОБУЧЕНИЯ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ЭМОЦИОНАЛЬНО-ПСИХИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Рассматривается метод распознавания эмоционально-психического состояния человека по изображению его лица. При этом предложено для получения дополнительной информации использовать такие фрагменты изображения лица человека, которые включают зоны глаз и носа. Формирование входного математического описания системы распознавания осуществляется путем анализа левополушарных и правополушарных изображений лица человека. При этом предварительно для стабильного эмоционально-психического состояния лица формируется учебная матрица яркости изображения, как всего лица, так и его соответствующих фрагментов. Машинное обучение осуществляется в рамках информационно-экстремальной интеллектуальной технологии,

основанной на максимизации информационной способности системы распознавания. Как критерий функциональной эффективности машинного обучения использовано модифицированную информационную меру Кульбака, которая рассматривается как функционал от точностных характеристик двальтернативных решений. По построенной категорийной модели в виде отображения множеств, задействованных в процессе обучения, разработан информационно-экстремальный алгоритм оптимизации геометрических параметров гиперсферических контейнеров классов распознавания, которые восстанавливаются в процессе обучения в радиальном базисе пространства признаков. По результатам физического моделирования доказано, что фрагменты лица являются достаточно информативными при распознавании эмоционально-психического состояния человека.

Ключевые слова: информационно-экстремальная интеллектуальная технология, компьютеризированная система диагностики, психодиагностика, обучения, критерий функциональной эффективности.

Dovbysh A. S.¹, Shelehov I. V.², Prylepa D. V.³

¹Dr.Sc., Professor, head of department of Computer Science, Sumy State University, Ukraine

²Ph.D., Associate Professor of department of Computer Science Sumy State University, Ukraine

³Postgraduate student of department of Computer Science Sumy State University, Ukraine

INFORMATION-EXTREME ALGORITHM FOR SYSTEM DIAGNOSTICS EMOTIONAL AND MENTAL PERSON'S STATE LEARNING

A method of the emotional and mental person's state recognition using facial image is considered. The fragments with eye and nose areas of the image are prompted for additional information obtaining. A forming of the input mathematical description of pattern recognition system by analyzing the left hemisphere and right hemisphere images of the human face is proposed. The preliminary process of forming training matrix by image brightness for a stable emotional and mental person's state uses the whole images as well as corresponding fragments. Machine learning in the framework of information-extreme intellectual technologies is based on maximizing the information capacity of the recognition system. A criterion for the functional efficiency of machine learning uses a modified information measure Kullback as a functional of the accuracy characteristics of the two alternative solutions. An information-extreme algorithm for optimization geometrical parameters of recovering in radial basis of the feature space during the learning process hyperspherical containers of recognition classes is developed by the categorical model of mapping involved in the learning process sets. Physical modeling results proved that the fragments of facial image are quite informative for the emotional and mental person's state recognition.

Keywords: information-extreme intelligent technology, computer diagnostic system, psychodiagnostics, learning, the criterion of the functional efficiency.

REFERENCES

1. Shelehov I. V., Prylepa D. V. Optimization of the parameters of learning computerized diagnostic systems emotional-mental state of the person, *Radioelectronic and computer systems*, 2014, No. 1 (65), pp. 161–167.
2. Anuashvili A. N. Objective psychology based on the wave model of the brain. Moscow, Econ-Inform, 2008, 292 p.
3. Anisimov B. V., Kurganov V. D., Zlobin V. K. Recognition and digital image processing. Moscow, 1983, 256 p.
4. Luggner, J.F. Artificial Intelligence. Strategies and methods for solving complex problems. Moscow, St. Petersburg, Kiev, Publishing Williams, 2003, 864 p.
5. Dovbysh A. S. Foundation of intelligent systems designing: tutorial. Sumy, Publisher SSU, 2009, 171 p.
6. Shelehov I. V., Prylepa D. V. Computerized system of diagnosing emotional and mental state of a person with fragments of facial image, *Advanced information systems and technologies Proceedings of the Third International Scientific-Practical Conference (Sumy, 14–16 May 2014)*, AIST, 2014, pp. 118–119.
7. Meneghini F., Biondi P. Clinical Facial Analysis Elements, Principles, and Techniques. Berlin, Springer, 2012, 219 p.
8. George R. M. Facial Geometry: Graphic Facial Analysis for Forensic Artists, Charles C Thomas Publisher, 2007, 82 p.
9. Petta P., Pelachaud C., Cowie R. Emotion-Oriented Systems. The Humaine Handbook. Berlin, Springer Science & Business Media, 2011, 816 p.
10. Andr E. Experimental methodology in emotion-oriented computing, *IEEE Pervasive Computing*, 2011, Vol.10 (3), pp. 54–57.
11. Colmenarez A. J., Xiong Z., Huang T-S. Facial Analysis from Continuous Video with Applications to Human-Computer Interface, Berlin, Springer, 2004, 134 p.
12. Dovbysh A. S., Vasiliev A.V., Liubchak V. A. Intelligent information technologies in e-learning. Sumy, SSU, 2014, 172 p.