

Н.К. Лиса, к.т.н., ЦСД, Л.С.Сікора, д.т.н., проф., НУ„ЛП”, Б.І.Яворський, д.т.н., проф., ТДТУ.

ЛАЗЕРНА ПРОЕКЦІЙНА ДІАГНОСТИКА ТОНКОЇ СТРУКТУРИ ПРОСТОРОВИХ ОБРАЗІВ ДИНАМІКИ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.

Анотація. В статі розглянуто проблему лазерного зондування середовища кювета з хімічними реагентами в кюветі, в якій в ході реакції формується неоднорідне середовище динаміки в часі. В процесі лабораторних досліджень за рахунок проекційних властивостей лазера, можливо отримати динамічний образ зміни концентрації, як характеристику стану фізико – хімічних і енергетичних перетворень.

Abstract. In sex the problem of laser sensing of environment kûveta chemical reagents in the ditch, which in the course of the reaction is formed by non-uniform environment dynamics in time. During the laboratory tests due to the projection of the properties of the laser, you might get a dynamic image changes in concentration, as a characteristic condition of physical and chemical and energy transformations.

Ключові слова. Дані, лазер, процеси, проекція, інформація, динаміка.

Keywords. Data, laser, processes, projection, speaker.

Актуальність. Для розв’язання задач геофізики, картографії, цифрової обробки зображень і розпізнавання образів, цифрових технологій в лазерному зондуванні, важливим є пошук методів структуризації 3-Д – зображень в $(R^n \times R^T)$ - просторі, визначення властивостей геометричних і часово – просторових перетворень, виявлення індикаторських ознак для ідентифікації класів об’єктів. На сьогоднішньому етапі досліджень з обробки n – мірних процесів і полів найбільш розвинуті методи цифрової фільтрації сигналів, образів та інтелектуальне опрацювання потоків даних одержаних фотографічним методом або мультимедія.[1-9]

Проблемна предметна область

Розглянемо класи задач в предметній області розпізнавання структури і статистичних властивостей образів полів при лазерних методах зондування середовища, які вимагають нових методів дослідження. Відповідно актуальними є [7-9]:

1. розробка методів оцінки якості друкованої продукції (папір, плівка, тканина);
2. розпізнавання просторової структури образів об’єктів (фотографії, сканування, мультимедія);
3. обробка динамічних образів в $(R^n \times R^T)$ одержаних в процесі лазерної та радіо і термолокації (просторові структури, біооб’єкти) об’єктів досліджень;
4. розпізнавання просторової структури матеріалів та об’ємної структури в

біологічних дослідженнях (концентрація біохімічних розчинів, мікро- і міні- біооб'єктів у водних розчинів);

5. фіксація динамічних процесів (біохімічні реакції і взаємодія біооб'єктів) методом опти- і лазерного зондування;
6. дослідження фізико – хімічних процесів в енергоактивних об'єктах технологічних систем.

Для розв'язання такого класу задач використовуються статистика, методи спектрального аналізу потоків даних та їх фільтрації. Для цифрової технології друкарства є важливим розроблення високоякісних методів сканування, цифрового перетворення зображень, цифрового друку і синтез кольорового образу в комп'ютерних видавничих систем, що вимагає використання нестандартного математичного апарату [1], методів стохастичної геометрії для обробки потоків даних і розпізнавання образів, які в свою чергу необхідні для проведення досліджень в техніці.

Проблемна задача: Побудова методів виявлення ознак образів і індикаторів для задач цифрової обробки проєкцій одержаних методом лазерного зондування [2-9] .

Аналіз задачі. При дослідженні фізико – хімічних, біологічних, екологічних середовищ важливою є задача виявлення структури поля концентрації реагентів, яке формується в ході хімічних реакцій [7-9] .

Для виявлення тонкої структури розчину і його характеристик використовується лазерне зондування зі зміною потужності, що забезпечує як проєкційні так і енергетичні перетворення процесу в кожній точці R^3 простору об'єкта дослідження і вигляді діаграми

$$I_z(x, y, z / L, P_\Omega) \xrightarrow{\Pi_R} T_C(x, y, z, l / C_K(t, \theta)) \xrightarrow{\Pi_{R_2}} I_3(\vec{r}, C_K, t) \xrightarrow{\Pi_{R_3}} I_{con} \left(I_S \left(\vec{r}^0, C_K(t, \theta) \right) \right)$$

де I_{con} - модель образу зондування, Π_R - проєкційні оператори, C_K

Згідно структурної схеми інформаційно – енергетичних перетворень при дистанційному зондуванні формуються, динамічне в часі, поле з неоднорідними областями концентрації $T_C()$ відносно координат $(\vec{r}(x, y, z) \in R^3)$ та стохастичною структурою. Згідно наведеної діаграми побудована структурна схема зондування рис.1.

Позначення на схемі: БЖЛ – блок живлення лазера, РПЛ – регулятор потужності лазера, НПЛр – напівпровідниковий проєкційний лазер, ЕП – екранна панель, $C_K(\vec{r})$ - поле концентрації компонент розчину, (α_1, α_2) -

кути падіння і відбиття лазерного променя, \vec{n} - нормальний вектор, (ФА, ВК) – фотоапараті відеокамера прийому образу відбитого лазерного променя, БЛС1 - інтерфейс з блоком узгодження відео сигналу, ПК1, БОСЗ – блоки обробки відеосигналу сформованого при прийомі лазерного променя.

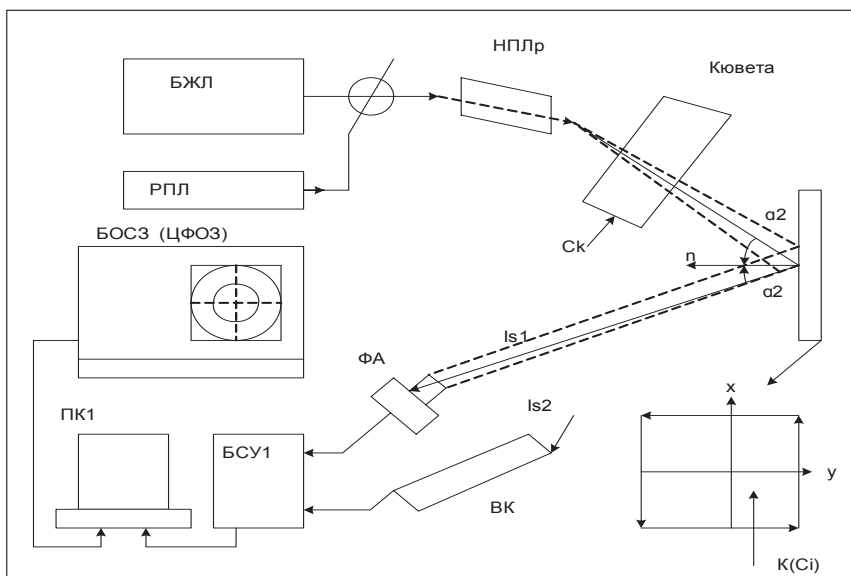


Рис.1 Структурна схема системи зондування

При лазерному зондуванні об'єкта неможливо прийняти фотоприймачем лазерний сигнал, так як він засліплює ПЗС – матрицю ФА і відеокамери, і тому його треба спроектувати на екран і обробляти відбитий від нього промінь лазера потужність якого змінюється в діапазоні (0.005-0.5)Вт.

При зондуванні об'єкта середовища в кюветі лазером, його неоднорідна стохастична структура проектується на екран в площині якого формується інтегральне поле інтенсивності з стохастичною структурою. Для вивчення структури поля, яка відображає динамічний стан об'єкта, необхідно побудувати відповідні математичні моделі.

Моделі образів лазерного променя

При проходженні лазерного променя через середовище об'єкта на виході кювети, формується динамічне поле концентрації і яке проектується на екран [7-9].

1. Модель гаусового поля [Драган] [6].

Для однорідної структури образу зображення модель стаціонарного однорідного скалярного гаусового поля можна задати просторово – часовими кореляційними функціями, які пов'язують динаміку в часі з просторовим розподілом елементів образів у вигляді

$$R(\rho, \tau) = MI \left(\varpi \left(\vec{r}, t \right) \cdot \xi \left(\varpi \left(\vec{r} + \vec{\rho}, t + \tau \right) \right) \right)$$

де $\omega(\)$ - просторово – часова компонента кругової частоти, $\xi(\)$ - амплітуда відбитку в точці \vec{r} ($\xi \in A_x(t, r)$), якщо надруковано елемент S .

Спектральна структура поля представлена у вигляді

$$\sigma^2 = \frac{1}{T \times YZ \int_0^R \int_0^T R(\vec{r}, t) d r d \tau}$$

$$\sigma_k^2 = \frac{1}{TXYZ} \int_0^R \int_0^T R(\vec{r}, \tau) \left(\cos \left(RS r + \vec{K} \omega_1 \tau \right) d \tau d \varepsilon \right)$$

де $\vec{K} S_1 = \left(K \frac{\pi}{X}; K \frac{\pi}{Y}, K \frac{\pi}{Z} \right), K \omega = \frac{K \pi}{T}$ - частота гармонік.

2 Параметрична модель поля [6]

Параметрична модель випадкового поля задається алгоритмом у вигляді

$$\xi \left(\omega, \vec{r}, \vec{\alpha} \right) = \mu_{\xi} + \sqrt{2} \sigma_{\xi} Z(\omega) \cdot \sin \left\{ \mathcal{G}_{ir}(\omega) \cdot \left(\vec{r}_0 + \vec{r} \right) + \frac{\pi}{4} \right\}$$

де $\vec{\mathcal{G}}_{ir}$ - m – мірний випадковий вектор.

Як бачимо, з вище наведеного представлені методи теорії випадкових полів в такій формі не є достатніми так як не виділяють геометричну структуру зображень, відповідно вони можуть використовуватись для побудови алгоритмів n – мірної фільтрації зображень.

Структура множин на R^z

Розглянемо елементи теорії множин, як основи структуризації в R^z - просторі образів проєкцій при лазерному зондуванні.[2-6]

2. Структура множин в $R^z \times R^T$ просторі та операції над ними.

2.1 Операції над множинами в просторі R^z

Позначимо сукупність елементів $\{x \in \Omega : P(x)\}$ для яких є істинний вираз $P(x)$ для всякого $x \in \Omega$, де $P(x)$ - логічний предикат представлення ознак.

Тоді операції над множинами відповідно трактуються у вигляді :

$$A \cup B \equiv \{ \forall x : (x \in A) \wedge (x \in B) \} - \text{об'єднання множин;}$$

$$A \cap B \equiv \{ \forall x : (x \in A) \wedge (x \in B) \} - \text{переріз двох множин;}$$

$$A / B \equiv \{ \forall x : (x \in A) \wedge (x \notin B) \} - \text{доповнення множини;}$$

$\bigcup_{n=1}^{\infty} A_n \equiv \{x: \exists n \in \mathbb{N}, x \in A_n\}$ - адитивна модель системи множин;

$\bigcap_{n=1}^{\infty} A_n \equiv \{x: x \in A_n \forall n \in \mathbb{N}\}$ - переріз системи множин;

де $A, B, \{A_n |_{n-1}^m\}$ - просторові структури.

2.2 Міри інваріантні до групи рухів об'єкта . [2-6]

Міра множини є узагальненням довжини l в R^1 , площі фігури S в R^2 , об'єму V в R^3 , потоку в $R^3 \times R^T$. Міра множини точок повинна бути інваріантна відносно поворотів і трансляції.

Побудова інваріантної міри [3] ґрунтується на лінгвістичній схемі.

Якщо множинам точок на площині приписати цілі числа, то міру можна описати через такі властивості в просторі R^Z :

1. Міра пустої множини: $\mu\{\emptyset\} = 0$;
2. Міра приймає значення $\mu(F) \in R^+$;
3. Міра адитивна для набору точок : якщо $\{F_i |_{i=1}^n\}$, $(F_i \cap F_k = \emptyset, F = \bigcup_{i=1}^n F_i)$

то $\mu(F) = \sum_{i=1}^n \mu(F_k)$ - має адитивну структуру .

3 означення виступають подальші властивості.

4. Міра інваріантна до групи рухів αV_i ;
5. Міра множини точок на площині має інтегральну структуру:

$\forall A_i(x, y) \in \Omega: \mu F = \int_F dx dy$: де $\mu(F)$ - єдина міра інваріантна відносно

Ω , щодо руху системи координат на R^Z .

6. Міра множини прямих $q(p, \theta)$ на Ω визначається згідно диференціальної форми $\mu(F) = \int_F (dp \wedge d\theta)$, де $dq = dp \wedge d\theta$ диференціальна форма, яка визначає густину множин прямих;

7. Кінематична міра на множині $(R^Z \times R^T)$ конгруентних фігур визначається згідно $\mu(F) = \int_F f(x, y, \phi) dx \wedge dy \wedge d\phi$, де $A(x, y)$ - точка

на площині, ϕ - кут положення фігури R і напрямком $\vec{\omega}$. Тоді

$\mu(F) = \int_F (dx \wedge dy \wedge d\phi)$ - міра множини фігур визначається

диференціальною формою $dq(x, y, \phi)$.

3.Процедури класифікації зображень [1,4,5]

Означення 1. Множина об'єктів як носіїв інформації в $[R^n]$ просторів визначається згідно представлення для системи ознак виду:

1. $Obj: \{g_x^i \in Mg\}$ - об'єкт який включає множину Mg елементів g_x^i ;
2. Кожний елемент $g_x^i \in Mg$ має m - степенів свободи з набором m - ознак, індикаторів;
3. $Q_x^j \equiv \{X_{ij} \dots X_{mj}\}$ - множина m - ознак;
4. $\forall (X_{kj}), (\exists lk \in L_k)$ - набір градацій ознаки;
5. $\exists \Pi_R(q_x^i \dots q_{RX}^j) \subset Klast(q, R)$ - згідно правила Π_R на множині Mq - утворюється кластер елементів з однаковим набором ознак.

3.1 Структуруючі функції множин на R^Z

Нехай задані:

- множина об'єктів $\{Obj\}$;
- еквівалентна множина x ;
- функція розподілу ймовірностей $P(x)$;
- множина кластерів ($Klast$) побудована в процесі групування елементів з однаковими ознаками;

тоді $T_k(x, y) = V_k(q(x), q(y))$ для якої маємо: $q: X \rightarrow C$ - групуючі структурна функція для якої маємо властивості

$\forall_R \in K, V_k: (C \times C) \rightarrow R, \forall (x, y) \in [X \times X]$ - множина обмежень;

$\forall_R \in K, T_k: (X \times X) \rightarrow R, \forall (x, y) \in [X \times X]$ - множина обмежень.

3.2 Віддалі між множинами. Нехай в структурі: $P(A, B) = 0$ то множини A, B зв'язані, а відношення ρ є еквівалентність A, B на f

Порядок на множині визначається відношенням $\forall x \exists y: (x \leq y), X \in R$

Для декартового добутку $(R \times R) \supset (X \times X)$ - маємо відповідно метричний простір $(X^2, \rho) = M_\rho$ для якого справедливо наступне:

1. $[\rho(x, y) = 0] \Rightarrow (x = y); x \in A, x \in B$;
2. $\rho(x, y) = \rho(y, x)$;
3. $\rho(x, y) < \rho(x, z) + \rho(y, z)$

Метрична структура відповідно на (x, β) задається на Ω і для неї є адекватними булевські операції і відношення порядку (V, \wedge, \leq) , для яких

справедливе представлення:

1. $Z = X \cup Y$; $X, Y \in \Omega$;

2. $U = X \cap Y$;

3. $[A \in X, B \in Y] \Rightarrow Z = [A \cup B]_\mu$; $U = [A \cap B]_\mu$;

4. $\bigcup_{n=1}^x A_n = \bigcap_{n=1}^\infty A_n$, $\bigcap_{n=1}^\infty x_n = \bigcup_{n=1}^\infty A_n$ - визначають грані множини .

Дійсна функція $\mu \in [0.1]$ є мірою на повній бульовій алгебрі $X \subset \Omega$, якщо виконується умова ($\mu \leq \infty$).

4. Статистична оцінка поля концентрації [2] .

Для стохастичної задачі оцінки поля концентрації неодноріднують середовища маємо умову належності елемента до кластера виконується якщо:

$q: x \rightarrow (P(S_i/x) \dots \rho(S_n/x))$, де q - оптимальна на (T_n, V_n) , $S_i \in Klast$;

$P(S_i/X)$ - ймовірність належності x до кластеру S_i .

4.1. Міри подібності структури множин.[5]

Якщо задано вектор $x = (x_1, x_2 \dots x_n)$ - елементи якого є цілі дійсні числа, що відображають градації ознак (в двійковому коді), то для любого об'єкта ($\forall U_i \in \bigcup$) можна побудувати опис (x) кожна компонента якого має бульові значення (0.1)

Подібність об'єктів ($U_i \leftrightarrow (U_j)$) можна визначити через співпадіння ознак, де

$\eta_{i,j}^{(1,1)}$ - число спів падіння одиничних ознак;

$\eta_{i,j}^{(0,0)}$ - число спів падіння нульових ознак;

$\{\eta_{i,j}^{1,0}, \eta_{i,j}^{0,1}\}$ - число протилежних співпадінь ознак:

$P_{i,j} = (\eta_{ij}^{(1,1)} + \eta_{ij}^{(0,0)})$ - число співпадінь однакових ознак;

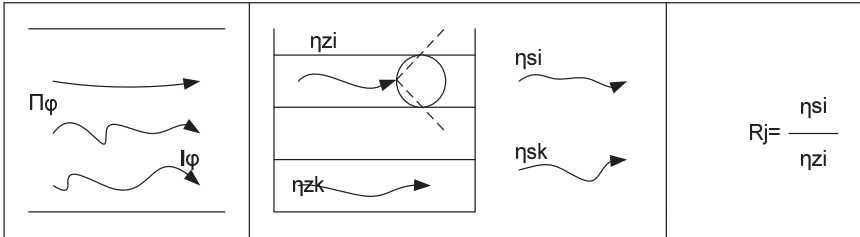
$q_{ij} = (\eta_{ij}^{(1,0)} + \eta_{ij}^{(0,1)})$ - число співпадіння протилежних ознак.

Відповідно будуються міри подібності об'єктів U на кластері $Klast$ в просторі ($R^2 \times R^i$) через означення коефіцієнта подібності $S_{ij}:(U_i \leftrightarrow U_j)$

Для ненульової градації ознак класифікації заданими шкалами ознак ($X_L^{(K)}$) відповідно для i - го об'єкта з кількісною ознакою визначаються величини допустимих границь на інтервалі оцінки рангів розбиття по параметрах для якого маємо $\{\min(X_i^K, X_j^K), \max(X_i^K, X_j^K)\}$, де величина ($\max X_0^K$) - визначає максимальне значення кількісної ознаки.

	назва	формула
1	проста міра	$S_{ij} = \frac{P_{ij}}{m}, S_{ij} \in [0,1]$
2	міра Рао	$S_{ij} = \frac{\eta_{ij}^{(1,1)}}{m}, S_{ij} \in [0,1]$
3	міра Хамана	$S_{ij} = \frac{P_{ij} - q_{ij}}{m}, S_{ij} \in [0,1]$
4	міра композиційної подібності	$S_{ij} = \frac{P_{ij}}{2m - \rho_{ij}}, S_{ij} \in [0,1]$
5	міра Дейко для співпадаючих ознак	$S_{ij} = \frac{2n_{ij}^{(1,1)}}{2n_{ij}^{(1,1)} + q_{ij}}, S_{ij} \in [0,1]$

Для всіх пар об'єктів, які характеризуються цими ознаками, вводяться параметри, які визначаються структуру просторового стохастичного поля ($R^3 \times R_T$) змінного в часі на підставі інтеграції енергетичних характеристик зондуючого лазерного променя з заданою інтенсивністю потоку фотонів ($\Pi\phi$).



Взаємодія потоків фотонів з середовищем

5 Структура лінійних моделей випадкових полів, як модель поля інтенсивності променя лазера.

Аналіз моделей полів [6].

5.1 Означення 2. Модель дійсного сепарабельного випадкового поля [Марченко В.І.] в ймовірнісному просторі (Ω, F, P) задається у вигляді

$\xi(\omega, \rho) = \lim_{m \rightarrow \infty} \sum_{K=1}^m \zeta_{nk}(\omega, \vec{p})$, де $\zeta_{nk}(\cdot)$ - нескінченна послідовність для якої виконується умова мінімуму розподілу ймовірності

$$\lim_{n \leftarrow \infty} \max_K P \left\{ \zeta_{nk}(\omega, \vec{p}) \geq \varepsilon \right\} \rightarrow 0$$

5.2 Гільбертове поле, як модель розподілу інтенсивності лазерного сигналу.

Означення 2. Модель лінійного гільбертового випадкового поля в інтегральнім представленні має наступне представлення

$$\xi\left(\omega, \vec{\rho}\right) = \int_{R^n} \phi\left(\vec{\rho}, \vec{\tau}\right) d\eta\left(\omega, \vec{\tau}\right), \text{ де } \eta\left(\omega, \vec{\tau}\right) - \text{стохастичне неперервне}$$

народжуючи гільбертове поле з незалежними приростами в R^n ; тоді:

- $\phi\left(\vec{\rho}, \vec{\tau}\right) \in L_p\left(R^n\right)$ - не випадкова функція інтенсивності компонент поля;

- $M\left[\zeta\left(\omega, \vec{\rho}\right)\right] = x_1 \int_{R^n} \phi\left(\vec{\tau}\right) d\vec{\tau}$ - математичне сподівання;

- $R\left(\rho_1, \rho_2\right) = R\left(\vec{S}\right) = x_2 \int_{R^n} \phi\left(\vec{\tau}\right) \phi\left(\vec{\tau} + \vec{S}\right) d\vec{\tau}$ - кореляційна функція поля по

вектору \vec{S} і $\vec{\tau}$.

Відповідно для двомірного поля одержимо

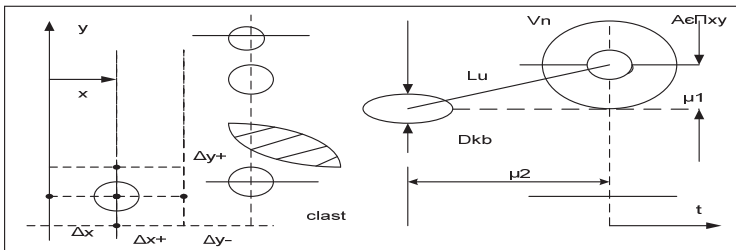
$$\xi(x, y, \omega) = \iint_{R^2} \phi(\tau, x, s, y) d\eta(\omega, \tau, s),$$

де $\phi(\)$ - числова функція інтенсивності, $\eta(\)$ - двомірне гільбертове поле стохастично неперервне з незалежними просторами.

5.3 Проекційні образ поля концентрації.

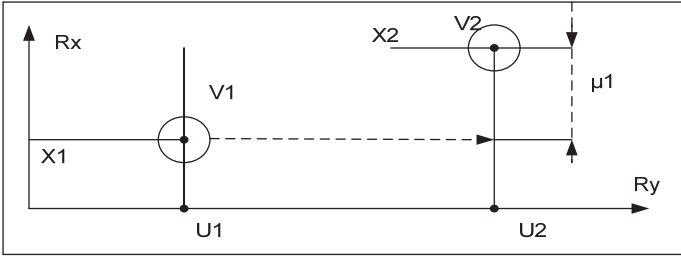
Відповідно до моделі двомірного випадкового поля будуємо схему проекційного $(R^2 \times R^T)$ - динамічного поля концентрації, яке трансформується на екранів поле інтенсивності (розподіл енергії на $(R_x \times R_y)^T$) для певного моменту часу [7-9].

Базові індикатори (I_K) стохастичної структури поля визначають належність елементів до певного околу $(I \times \in V_i) \subset \Pi_{x,y} CR^Z$



В процесі сканування структури поля поточна координата в полі розгортки кадру образу поля концентрації одержаного при зондуванні лазерним променем визначається – по світлості в околі V_i точки (X_i, Y_i) в момент t_i $I_V(x_i, y_i / t_i) \rightarrow \langle m_V | I |, D_V | I |, (\Delta x, \Delta y), V_{ar} I_{x_i} \rangle$ по рельєфу в околі V_n точки (x, y) в момент t_i $H_V(x, y_i / t_i) \rightarrow \langle m_V \rangle \langle |H_V|, D_V | h(x_i, y_i), Var h_i \rangle$.

Для оцінки метричних характеристик околів неоднорідностей $V_n(x_n, y_n, I_n)$ - кластерів використовуємо метрики в R^2 - просторі.



Для дискретної структури проєкційного поля маємо наступні вирази для зміщення координат ядра кластера, у вигляді:

$$\begin{aligned} \Delta X &= X_2 - X_1 \\ \Delta Y &= Y_2 - Y_1 \end{aligned} \Big|_r = R\mu = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2},$$

Якщо $(X_1, Y_1) \in V_1(C_K)$, $(X_2, Y_2) \in V_2(C_K)$

Тоді інтенсивність поля по енергетичній складовій лазерного поля буде :

$$E_K = \int_{VR} I(x, y / t) dx dy.$$

6. Структуризація просторів $[R^2 \times R^T]$

6.1 Метричні простори в R^2 Якщо задано непусту множину X і функцію ρ на декартовому добутку $(X \times X)$, яка називається метрикою то для неї справедливо [2-4]

$$1. \rho(x, x) = 0 \dots \forall x \in X$$

$$2. \rho(x, y) = \rho(y, x) \quad | \forall x, y, z \in X \times Y \times Z$$

$$3. \rho(x, z) \leq \rho(x, y) + \rho(y, z)$$

Відповідно маємо властивості для координат (x, y) :

$$M(V_1): \rho(x, y) = 0 \equiv (x = y)$$

$$M(V_2): \rho(x, y) = \rho(y, x)$$

$$M(V_3) = \rho(x, z) \leq \rho(x, y) + \rho(y, z)$$

які характеризують просторову структуру поля як кластерну так і в середині

кластера $\rho_K \gg \rho_x$, $Clast_A \stackrel{\Delta}{=} (\forall_{x_{ij}} \exists X_K (\rho_x(x_j x_K) \ll \rho_K), \rho_X(X_i X_K) \geq \varepsilon)$ тоді
 $X_i \in Clast$; $\bigcup_j Clast A_j \subset \Pi_K \subset R^2$

6.2. R^2 - Простори з мірою [2]

Простори з мірою, як модель розподілу інтегральних параметрів поля. Це є підставою для побудови кластерів концентрації. Нехай на площині задана алгебра F , для якої виконуються наступні аксіоми для міри [2,6]

Алгебра F	μ - міра на F для якої виконується:
$\forall A \wedge B \in F$; $\exists \omega \in \Omega \in F$; $A \Omega B \in F$; $A^c = \Omega / A \in F$; $A \cup B \in F$; $\emptyset \in F, \Omega \in F$	$A_1: F \stackrel{\Delta}{=} Alg(M)$; $A_2: \forall A \in F \rightarrow \mu A$; $A_3: \mu \Omega = 1$; $A_4: \mu(A+B) = \mu A + \mu B$ $A_5: \{ \exists (A_1 \supset A_2 \supset \dots A_n) \subset F \}$ $\Rightarrow \prod_{n=1}^{\infty} A_n = \emptyset$ $\Rightarrow \lim \mu A_n = 0$

де: ω - точки на Ω в F, A, B - підмножини F .

3 аксіоми $A_1 \div A_5$ впливають наступні властивості міри: $\forall (A_i |_{i=1}^n) \in F$

маємо:

- $\mu \emptyset = 0$; $(A \subset B) \Rightarrow (\mu A \leq \mu B)$;
- $\mu \left(\sum_{K=1}^n A_K \right) = \sum_{K=1}^n \mu A_K$;
- $\mu A = \mu \sum_{K=1}^{\infty} A_n = \sum_{n=1}^{\infty} \mu A_n$;
- $(A_1 \supset A_2 \supset A_3 \dots A_n \supset \dots) \Rightarrow \mu A = \mu \left(\bigcap_{n=1}^{\infty} A_n \right)$

які є визначальними для типу простору в R^2

Відповідно до наведених аксіом трійка $(\Omega, F, \mu) = \Pi_{\mu}$ - є простором з мірою μ - яка визначає його структуру.

Означення 3 M_1 : функція μ_e - називається зовнішньою мірою породженою мірою μ , якщо вона визначена для будь-якої множини $B \subset \Omega$ у вигляді:

$$\mu_e B = \inf \{ \mu A : B \subset A \in F \}.$$

Означення 4 M_2 : функція μ_{int} - називається внутрішньою мірою породженою мірою μ якщо вона визначена для будь-якої множини $B \subset \Omega$ у вигляді: $\mu_{\text{int}} B = \sup \{ \mu A : A \subset B, A \in F \}$ тоді відповідно для кожної множини B маємо: $\mu_{\text{int}} B + \mu_e B = 1$, $\mu_{\text{int}} B \leq \mu_e B$.

6.3 Ядро і вимірна оболонка множини.

Вимірна оболонка і ядро множини задається у вигляді

$$\exists (A, C) : (C \subset B \subset A) \Rightarrow (\mu C = \mu_{\text{int}} B) \wedge (\mu A = \mu_e B).$$

Простір A з мірою μ відповідно задається у вигляді: $\Pi_A = (A, F_A, \mu_A)$

Умова зчисленості множини.

Умова зчисленості адитивності для множини B_K для якої маємо

$$B = \bigcup_{n=1}^{\infty} A_n, \quad (A_1, A_2 \dots A_n \dots) \subset F;$$

$$B_K = \bigcup_{n=1}^K A_n; \quad \text{тоді маємо:}$$

1. $\phi_e(A) = \phi_e(A \cap B_n) + \phi_e(A \cap B_n^c)$;
2. $A \cap B = \sum_{n=0}^{\infty} A \cap (B_{n+1} / B_n)$;
3. $\phi_e(A \cap B) = \sum_{n=0}^{\infty} \phi_e(A \cap (B / B_n)) = \lim \phi_e(A \cap B_n)$
4. $\mu \left(\sum_{n=1}^{\infty} A_n \right) \geq \mu \left(\sum_{n=1}^K A_n \right) = \sum_{n=0}^K \mu A_n$
5. $\mu \left(\sum_{n=1}^{\infty} A_n \right) = \sum_{n=1}^{\infty} \mu A_n$

6.4 Розбиття простору з мірою на елементарні множини

Нехай має простір $\Pi_{\Omega} = (\Omega, F, \mu)$ з мірою μ . Розбиття множини Ω є розбиттям з мірою μ , якщо виконується умова $\Omega = \sum_{C \in \mathcal{E}} C_i$.

Умова перенесення розбиття з мірою μ при еквівалентних перетвореннях задається через: $f: A \rightarrow B$, $\mu \left(\sum_N A_n \right) \geq \rho \sum \mu A_n$;

$$\left(f \equiv \overset{\Delta}{f_E} \right) \Rightarrow \mu \left(\sum_N A_n \right) \geq \sum_N \mu A_n \equiv \sum_N f(\mu A_n);$$

де $\left\{ \sum_N A_n \subseteq A \right\}$ - адитивна структура повної множини $A \subset R^2$.

6.5 **Породжуючі системи з мірою.** Розглянемо в R^2 системи породжуючі в алгебра множин в просторі з мірою (μ) .

Означення 5. Нехай $\Pi_\Omega = (\Omega, f, \mu)$ - простір з мірою, то породжуючі системи утворюють класи множин типу:

$$KL_1: \sum d = \bigcap_{v=1}^n A_v, \quad \sum = \{A \subset \Omega A: A^C \in \sum\};$$

$$KL_2: \sum ds = \bigcup_{i=1}^m \left(\bigwedge_{i=1}^m A_i \right);$$

$$KL_3: \sum_{d\sigma} = \bigcup \left(\bigwedge_{i=1}^n Q_i \in A \right);$$

$$KL_4: \sum_A = \{B \cap A: B \in \sum\} \overset{\Delta}{=} \sigma_A - \text{сігма. Алгебра на } \Omega.$$

6.6 Вимірні відображення

Вимірні відображення простору з мірою.

Означення 6. Нехай маємо $\Pi_\Omega = \{\Omega, F, \mu\}$ і $\Pi_{\Omega'} = \{\Omega', F', \mu'\}$ та існує відображення між просторами $\phi: \Omega \rightarrow \Omega'$.

Відображення ϕ буде вимірним якщо виконується умова

$$\phi^{-1}(A') = \{\omega \in \Omega: \phi(\omega) \in A'\}$$

То для σ - алгебра на f справедливо:

$$\phi^{-1}(A \cup B) = \phi^{-1}(A) \cup \phi^{-1}(B);$$

$$\phi^{-1}(A \cap B) = \phi^{-1}(A) \cap \phi^{-1}(B);$$

$$\phi^{-1}\left(\bigcap_{n=1}^{\infty} A_n\right) = \bigcap_{n=1}^{\infty} \phi^{-1}(A_n), \quad \phi^{-1}\left(\bigcup_{n=1}^{\infty} A_n\right) = \bigcup_{n=1}^{\infty} \phi^{-1}(A_n)$$

Структурною характеристикою множини (A) є – гомоморфізм відображення $\phi: \Omega \rightarrow \Omega'$ з мірою μ задається у вигляді

$$\mu(\phi^{-1}(A')) = \mu' A', \quad \forall A' \in f'$$

де $A' \subset A$ - має адитивну структуру.

Відповідно метричний гомоморфізм відображення $(\phi: \Omega \rightarrow \Omega')$ - задається у вигляді: $(\forall A \in f', \mu A = 0) \equiv (\mu(\phi^{-1}(A^{-1}))) = 0$ і відображає структуру образу перетворень.

6.7 Асоційовані бульові алгебри

Означення 7. Нехай задано простір з мірою $\Pi_\Omega = (\Omega, f, \mu)$ та σ -

алгеброю розбиття простору f , відповідно визначимо для двох елементів простору $(A, B) \in f$ псевдовіддаль у вигляді представлення $P(A, B) = \mu(A \Delta B)$, де $A \Delta B$ - симетрична різниця множин A і B , для яких маємо $(A \Delta B) = (A/B) \cup (B/A)$ - об'єднання доповнень.

Відповідно метричні властивості між елементами множини на f згідно σ - алгебри будуть мати представлення.

1. $P(A; A) = 0$
2. $P(A, B) = p(B, A)$
3. $p(A, B) \leq p(A, C) + p(C, B)$

де $p \subset P$ - клас ознак властивостей.

В цьому випадку для міри властивості

1. $[\mu(x) = 0] \equiv [x = \emptyset]$ - міра пустої множини рівня (0);
2. $[\mu(\Omega) = 1]$ - міра повної множини;
3. $\{X_n : n \in \mathbb{N}\}$ - маємо $\left[\mu \left(\bigvee_{n=1}^{\infty} X_n \right) = \sum_{n=1}^{\infty} \mu(X_n) \right]$ - що характеризує адитивну

структуру $X \subset R^2$.

Введемо означення гомоморфізму як структурної властивості перетворення образів просторів з Ω - розбиттям і σ - алгеброю у вигляді:

$(\phi: X_1 \rightarrow X_2) \equiv$ гомоморфізм, якщо виконується умова: $\forall x, y \in X$ маємо

1. $\phi(X \cup Y) = \phi(X) \cup \phi(Y)$
2. $\phi(X \cap Y) = \phi(X) \cap \phi(Y)$
3. $\phi(Cx) = C\phi(x)$

Гомоморфізм дістає σ -алгебраїчну адитивну структуру, якщо виконується умова $\phi \left(\bigvee_{n=1}^{\infty} X_n \right) = \bigvee_{n=1}^{\infty} \phi(X_n)$, що визначає інваріантність по ϕ .

Ввівши характеристичну функцію $(f(\omega) \in f)$ у вигляді

$$f(\omega) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } \omega \in E \\ 0, & \text{якщо } \omega \notin E \end{cases}$$

на множині $E \in f$, можемо визначити інтеграл як дійсне число, що характеризує структуру простору f , як адитивну модель в R^2 інтегрального представлення поля.

Відповідно з представленою впливають властивості:

1. $\int_A f d\mu = \lim_{K \rightarrow \infty} \int_A f_K d\mu$; де $d\mu$ - диференціальна міра, або у вигляді

інтегралу на A

2. $\int_{\Lambda Q} f d\mu = \sum_{K=1}^n \alpha_K \mu(A \cap E_K)$, де f - інтегрована згідно міри μ .

6.8 Збереження міри і метрики в $(R^n \times T)$

При виконанні ізоморфних та еквівалентних перетворень плоских образів важливо оцінити зміни метрики.

Означення 8 Нехай $f: x \rightarrow y$ - відображення топологічних плоских просторів, відповідно перетворення зберігає метрику, якщо виконується умова для образу $f(x)$:

$$\begin{aligned} X_1, X_2 \in X, \forall X_1, X_2 \{ \rho_x(X_1, X_2) = \rho_y(f(X_1), f(X_2)) \}, \\ \mu(x) = \mu(f(x)) = \mu(Y); \end{aligned}$$

При виконанні умови неперервності

$$(f: X \rightarrow Y) \stackrel{\Delta}{=} (\text{неперервне}) \Leftrightarrow \forall F \subset Y, f^{-1}F = F' \in X,$$

де F', F - замкнені підмножини.

Відображення $f: x \rightarrow y$ - просторово розділює

$$\{ \forall x_1, x_2, \rho(x_1, x_2) \geq 0 \} \Rightarrow \rho(f(x_1), f(x_2)) > 0 \text{ та } f(x_1) \cap f(x_2) = \emptyset.$$

6.9 Кліткові простори над топологічним двомірним простором.

Означення 9. Якщо A - топологічний простір і $f: S^{i-1} \rightarrow A$ відображення то на A побудований тотожній клітковий простір $\{e_T = A \cup_f I_i\}$ який приклеєний до ґраткового базису $I_i = \{I_i^m\}$ у вигляді $A \cup \{ \lim_{i=1}^m \}$.

Характеристична функція побудованої структури простору визначається у вигляді адитивної моделі виду:

$$\Psi: I^i \rightarrow A \cup_f I_i.$$

Відповідно процедура стягування (розширення) e^i, e^{i-1} - клітки в $X \subset A$ задається у вигляді $f: S^i \rightarrow I^i / I^i, A \cup e^i \rightarrow (A \cup e^i) / A \approx I^i / I^i$, де f - гомологічна степінь відображення.

Принцип Кавальєрі збереження площ при деформаційних перетвореннях

Принцип кавальєрі збереження мір плоских об'єктів (двомірних) формулюється у вигляді:

Означення 10. Нехай D_1 і D_2 - дві області на площині $\Pi = X \cdot Y$, якщо для кожного у довжини хорд X_1 і X_2 співпадають, то площі областей

$D_1 \in \Pi, D_2 \in \Pi$ рівні $\int_a^b X_1 dy = \int_a^b X_2 dy$, тобто

$$\iint_{D_2} f(y) dx dy = \int_a^b f(y) X_1(y) dy = \iint_{D_1} f(y) dx dy$$

6.10 Евклідовий рух в просторі.

Означення 11. Відображення простору $f: x \rightarrow x', x, x' \in R^2$ на себе, яке зберігає віддаль між тарами точок називається евклідовим. При цьому маємо наступні властивості для матриці переміщень на площині:

$$\forall x, y \in R^2: \rho(x, y) = \rho(x', y'), X'_k = \sum_{i=1}^n a_{ki} X_i + b_k$$

де $A = \|A_{\text{Кв}}\|$ - ортогональна матриця.

Для випадку одиничної матриці $A = \|1\|$ маємо паралельний зсув образу при цьому $(\forall x \in X: X' = x + \epsilon)$ - виступає як динамічно проекційна характеристика образу.

Наведений математичний апарат аналізу структури проекційного образу поля є попереднім перед використанням методів цифрової фільтрації зображень, так як для таких задач первинним є аналіз динаміки кластерів концентрації реагуючих компонент, які можна одержати за рахунок лазерного зондування і проекції середовища на екранне поле.

Висновок. В статті розглянуто метод побудови систем лазерної проекційної діагностики тонкої структури просторових образів динаміки фізико – хімічних процесів, які відображають зміни стану технологічного і екологічного середовища ТЕС на підставі лабораторних досліджень рівня концентрації промислових викидів. Також ці методи актуальні при проведенні біологічних досліджень розчинів і лабораторних проб, що забезпечило більш повні інтерпритацію явищ.

1. Луцків М.М. Цифрові технології друкарства . –Львів.УАД. 2012.- 488 с.
2. Абарцулиян Р.В. Введение в стохастическую геометрию. / Абарцулиян Р.В.; Мекне И., Штоян Д. – М.: Наука, 1989–400с.
3. Федотов Я.А. Методы стохастической геометрии в распознавании образов.- М. Радио и связь. 1990- 144с.
4. Фомин Я.А. , Тарловский Г.Р. Статистическая теория распознавания образов. - М. Радио и связь. 1986- 264с.
5. Елисеева И.И., Рукавишников В.О. Группировка, корреляция, распознавание образов. –М. Статистика. 1977.- 144с.
6. Омельченко В.О. Імовірнісні моделі випадкових сигналів та полів у прикладах і задачах - к. ІСДО.1996 – с.242.
7. Погребенник В.Д. Системи розпізнавання образів. –Львів, СПОЛОН.2007 – 170с.
8. Сікора Л.С., Лиса Н.К., Марцишин Р.С., Міюшкович Ю.Г. Інформаційно – вимірювальні лазерні системи оцінки концентрації забруднень техногенного середовища

з експертною підтримкою / Л.С. Сікора, Н.К. Лиса, Р.С. Марцишин, Ю.Г. Міюшкович // Моделювання та інформаційні технології. - К. ІПМЕ. 2013. – Вип. 68. – С.133-140.
9. Сікора Л.С., Лиса Н.К., Марцишин Р.С., Міюшкович Ю.Г. Інформаційно – експертна модель формування факторів забруднення техногенного середовища та аналіз – хімічних ефектів для розробки сенсорів концентрації / Сікора, Н.К. Лиса, Р.С. Марцишин, Ю.Г. Міюшкови // ЗНП, Інститут проблем моделювання в енергетиці. - К. ІПМЕ. 2013. – Вип. 67. – С.129-137.

Поступила 10.04.2017р.

УДК 621.3

О.Б. Полусин¹, аспірант УАД, О.В. Тимченко^{1, 2}, д.т.н., професор,
В.І. Сабат¹, к.т.н., доцент

СУЧАСНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ МУЛЬТИМЕДІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Анотація. В статті розглянуті методи за допомогою яких здійснюється захист мультимедійних даних та об'єктів авторського права та інтелектуальної власності. Досліджуються елементи методів захисту. Визначається необхідність застосування одиничного чи комплексного методів для здійснення більш надійнішого захисту інформації мультимедіа.

Ключові слова: мультимедійні дані, захист мультимедійної інформації.

Вступ. Комп'ютерна техніка та інформаційні технології з кожним новим днем закріплюється на нових вершинах розвитку. Сюди ми можемо віднести розвиток окремих комплектуючих комп'ютера, до яких входять, процесори, материнські плати, навіть пристрої для зчитування даних, розвиток мереж, які об'єднують домашні і офісні комп'ютери в глобальні мережі, швидкість передачі даних в яких неймовірно збільшується.

Вперше мережа з'явилась для полегшення та прискорення обміном інформації між Стенфордським університетом та університетом штату Юта. Метою даного впровадження був і залишається по сьогоднішній день обмін інформацією.

Звісно нововведення спочатку не набуло досить великих масштабів і нараховувало у своїй мережі всього кілька десятків комп'ютерів, але з часом мережа збільшувалась, кількість користувачів, що прагнули отримати доступ до різноманітної інформації в різних цілях зроста, вони почали під'єднуватись до загального кола користувачів. На даний момент інформаційні потоки в сучасному світі досягли неймовірно великих масштабів, що дозволяє отримати

¹, Українська академія друкарства

² Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie