

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

АРСІРІЙ Олена Олександрівна

УДК 621. 372: 534

**ЗАСОБИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТА АВТОМАТИЗОВАНОЇ
ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВИХРОВИХ ХВИЛЬОВИХ СТРУКТУР**

Спеціальність 05.13.04 – “ Автоматизовані системи управління
та системи обробки інформації”

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук



00360367 (P)

Дисертація є рукописом.

Робота виконана в Одеському державному політехнічному університеті на кафедрі "Антенно-фідерні і НВЧ пристрої" та у науково-дослідному центрі інформаційних технологій НАН України при ОДПУ.

Науковий керівник:

академік, доктор
технічних наук,
професор Власенко В.О.

Офіційні опоненти:

доктор технічних
наук, професор
Нікульшин В.Р.

кандидат технічних
наук, доцент
Саркісянц В.О.

Провідна організація: Інститут кібернетики ім. академіка В.М. Глушкова НАН України, м. Київ.

Захист відбудеться "10" липня 1997 року в 13 годин на засіданні спеціалізованої ради Д 05.06.04 з надання наукових ступенів Одеського державного політехнічного університету за адресою: 270044, м. Одеса, проспект Шевченка, 1.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Одеського державного політехнічного університету за адресою: 270044, м. Одеса, проспект Шевченка, 1.

Автореферат розіслано "6" 06 1997 року.

Учений секретар спеціалізованої
ученої ради, к.т.н., професор

Ямпольський Ю. С.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність. Останні десятиріччя характеризуються переорієнтацією виробництва на ресурсо- та енергозаощаджуючі технології. При цьому виділилися два напрямки: пошук нових, екологічно чистих джерел енергії та зниження енергомісткості існуючих конструкцій і технологій. В межах другого підходу проектування оптимальних з точки зору енергозбереження конструкцій проточних частин гідро- та аеродинамічного обладнання передбачає детальне вивчення та врахування структури процесів масопереносу, що при однакових витратах енергії дозволяє отримати значний вигравш у продуктивності систем. Класичні методи вивчення структури процесів масопереносу шляхом вирішення систем рівнянь динаміки вимагають обчислювальних ресурсів, які на декілька порядків перевищують ресурси сучасних суперЕОМ. Тому для проектування конструкцій проточних частин енергетичного обладнання використовуються оптичні методи візуалізації потоків, які дозволяють отримати візуальні картини розподілу полів швидкостей та тисків. У поєднанні з алгоритмами автоматизованого аналізу отриманих зображень вони утворюють технологію «візуалізації вихрових хвильових потоків». Зазначена технологія може бути застосована до широкого класу задач, при вирішенні яких початкові поля даних можна трактувати як хвильові потоки, наприклад, в системах дистанційного зондування, екомоніторингу і таке інше, а також в криміналістиці в автоматизованій експертній системі ідентифікації папілярних візерунків.

Необхідність досліджень:

1. Необхідність отримання інформативних візуальних картин в умовах різних режимів масопереносу передбачає розробку і вдосконалення засобів візуалізації.
2. Оптимізація профілю трактів масопереносу шляхом його узгодження із квазістаціонарними ділянками акумуляції турбулентної енергії та усунення областей утрат енергії передбачає розробку ефективних алгоритмів аналізу структури вихрових хвильових потоків.
3. Обчислювальна складність існуючих алгоритмів морфологічного аналізу дактилоскопічних зображень передбачає дослідження можливості залучення технології візуалізації хвильових потоків для створення ефективної автоматизованої діалогової системи ідентифікації папілярних візерунків.

В дисертації вирішується комплекс задач з підвищення ефективності технології візуалізації, структурного аналізу вихрових хвильових потоків та автоматизованої ідентифікації виділених структурних примітивів як основи систем оптимального проектування трактів масопереносу та автоматизації криміналістичних досліджень.

Автор захищає технологію візуалізації хвильових вихрових структур (ТВ³С), розглядаючи хвильовий потік як просторову сукупність типових хвильових структур – структурних примітивів, які підлягають автоматизованій ідентифікації.

Мета роботи та задачі дослідження. Мета дисертаційної роботи полягає у розробці засобів візуалізації хвильових полів, які дозволяють виділити структурні примітиви, синтезі їх адекватних моделей та автоматизованій ідентифікації примітивів для структурного аналізу реальних вихрових хвильових потоків різної фізичної природи.

Для досягнення мети роботи вирішуються задачі:

1. Порівняльного аналізу існуючих та пошуку перспективних засобів візуалізації, обробки і класифікації зображень в контексті завдань ідентифікації вихрових хвильових потоків різної фізичної природи, що вирішуються в межах інформаційної технології.

2. Підвищення інформативності методу візуалізації дискретних структур потоків (МВДСП) шляхом управління процесом візуалізації з урахуванням параметрів масопереносу.

3. Експериментального виявлення типових хвильових вихрових структур – структурних примітивів, аналізу їх характеристик та синтезу їх спектральних (за Фур'є), узагальнено-фазових (за Фуко-Гільбертом) і структурно-спектральних моделей.

4. Розробки алгоритмів класифікації вихрових хвильових структур на підставах синтезованих моделей, дослідження ефективності процедур структурного аналізу зображень.

5. Створення на базі телевізійно-машинного комплексу відеоінформаційної системи (ТМК ВІС), яка здійснює процедури ТВ³С для вирішення практичних задач гідро-аеродинаміки та криміналістики.

Об'єкт дослідження. Зображення потоків масопереносу і папілярні візерунки, отримані за допомогою ТВ³С.

Методи досліджень. Оптичні методи візуалізації, спектральний, узагальнений амплітудно-фазовий і статистичний аналіз сигналів і зображень, методи цифрової фільтрації, розпізнавання образів.

Наукова новизна роботи:

1. Виявлено типові хвильові вихрові структури – структурні примітиви, і на їх базі розроблено метод структурного аналізу зображень складних неоднорідних потоків.

2. Синтезовано адекватні моделі структурних примітивів, які дозволяють ефективно ідентифікувати типи хвильових процесів.

3. На засадах синтезованих методу і моделей розроблена інформаційна технологія ТВ^{3С}, яка дозволяє автоматизувати процес візуалізації та структурного аналізу вихрових хвильових потоків різної фізичної природи.

Практична цінність роботи:

1. Створена технологія ТВ^{3С} дозволила оптимізувати тракти масопереносу різноманітного енергетичного обладнання і завдяки цьому досягти зниження енергоспоживання;

2. Знижено обчислювальні витрати і підвищено ефективність ідентифікації папілограм при побудові автоматизованого відеоінформаційного комплексу дактилоскопічних криміналістичних експертиз.

Реалізація та упровадження результатів дисертації. Результати дисертації, а саме: моделі, алгоритми обробки, аналізу, класифікації та сегментації, запроваджені у науково-дослідному центрі інформаційних технологій НАН України при ОДПУ, на кафедрі гідравліки та водовідведення ОДАБА і в Одеському НДІ судових експертиз підчас проведення госпбюджетних та госпдоговірних НДР (№ 920-, 928-, 929-, 985-, 997-, 99-, 211-, 236-146-(121)) на замовлення КБ ім. Морозова (НВО ім. Малишева, м. Харків), Секції прикладних проблем НАН України, Національного агентства морських досліджень та технологій України та інших.

Достовірність результатів підтверджується статистичними характеристиками, отриманими підчас експериментальних досліджень ефективності ідентифікації вихрових хвильових структур на засадах розробленої технології, здійснених у відповідності із загальноприйнятими методиками.

Публікації та апробація результатів роботи. Основні положення та результати дисертації опубліковано в 13 друкованих роботах, доповідались на Міжнародній науково-технічній конференції “Фізичні методи та засоби контролю матеріалів та виробів” (Славськ, Львівська обл., 1996 р.), науково-практичній конференції МВС України “Актуальні проблеми організації розслідування злочину” (м. Одеса, 1996 р), Міжнародній конференції UkrТелеКом-95

(м. Одеса, 1995 р.), Міжнародній конференції "Оптичні методи дослідження потоків" (м. Москва. 1995 р.).

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів, висновків, списку літератури з 114 назв та додатку. Робота містить 207 сторінок, з них 16 таблиць та 61 рисунок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету, задачі та наукову новизну досліджень, основні наукові та практичні результати роботи, які виносяться на захист.

У першому розділі вирішується задача порівняльного аналізу засобів візуалізації та обробки зображень в контексті завдань аналізу прихованих періодичностей у досліджуваних вихрових хвильових потоках. Розглянуто методи Фур'є- та Гільберт- оптики стосовно візуалізації і просторово - частотного та структурного аналізу хвильових процесів. Розглянуто методи статистичної та динамічної ідентифікації режимів вихрових хвильових потоків. Конкретизовано задачі досліджень.

У другому розділі вирішуються задачі візуалізації, обробки, аналізу, моделювання та ідентифікації хвильових структур гідродинамічних потоків на основі МВДСП. Запропоновано систему управління режимом зйомки та освітлення для досягнення стійкого виявлення структури потоку. Виконаний структурний аналіз отриманих візуальних картин потоку дозволяє сформулювати так зване "зображення загального плану" та виділити чотири види структурних примітивів, що характеризують режим течії рідини:

- 1 - ламінарний режим - шаруватий потік;
- 2 - турбулентний режим, в якому виділено:
 - 2.1 - чарункуватий потік;
 - 2.2 - орієнтований потік;
 - 2.3 - вихровий потік.

В табл. 1 наведено зображення структурних примітивів, зображення двомірних розподілів спектральної густоти (за Фур'є) цих примітивів (в логарифмічних координатах по інтенсивності), а також зображення розподілів узагальненої фази (за Фуко-Гільбертом) цих спектральних густот.

Методика створення двомірних просторово-спектральних моделей структурних примітивів заснована на аналізі цих останніх у просторах перетворень Фур'є та Фуко-Гільберта.

Структурні та спектральні примітиви вихрових хвильових потоків

Режим течії	Турбулентний $Re > 2300$			
	Ламінарний $Re < 2300$	чарункуватий потік	орієнтований потік	вихровий потік
Назва примітива	шаруватий потік			
початковий (фізичний) простір				
спектральний простір (за Фур'є)				
простір узагальноної фази (за Фуко-Гільбертом)				

Перетворюючи амплітудний спектр (за Фур'є) за допомогою ізотропного перетворення Фуко - Гільберта, отримуємо зображення просторових розподілів узагальнених огинаючої, фази та частоти від Фур'є-спектрів структурних примітивів:

$$\text{Узагальнена огинаюча} - A(\omega_x, \omega_y) = \sqrt{S^2(\omega_x, \omega_y) + \hat{S}^2(\omega_x, \omega_y)}, \quad (1)$$

$$\text{где } \hat{S}(\omega_x, \omega_y) = \sqrt{\hat{S}_{\omega_x}^2(\omega_x, \omega_y) + \hat{S}_{\omega_y}^2(\omega_x, \omega_y)},$$

$\hat{S}_{\omega_x}(\omega_x, \omega_y), \hat{S}_{\omega_y}(\omega_x, \omega_y)$ - складові одновимірної трансформанти Гільберта від спектру $S(\omega_x, \omega_y)$ по координатам $O\omega_x, O\omega_y$;

$$\text{Узагальнена фаза} - \psi(\omega_x, \omega_y) = \arctg \frac{\hat{S}(\omega_x, \omega_y)}{S(\omega_x, \omega_y)}; \quad (2)$$

$$\text{Узагальнена частота} - \Omega(\omega_x, \omega_y) = \sqrt{\Omega_{\omega_x}^2(\omega_x, \omega_y) + \Omega_{\omega_y}^2(\omega_x, \omega_y)}, \quad (3)$$

$$\text{де } \Omega_{\omega}(\omega_x, \omega_y) = \frac{S_{\omega}(\omega_x, \omega_y) \hat{S}'_{\omega}(\omega_x, \omega_y) - \hat{S}_{\omega}(\omega_x, \omega_y) S'_{\omega}(\omega_x, \omega_y)}{A^2(\omega_x, \omega_y)}; \quad (4)$$

$$\text{а } S'_{\omega}(\omega_x, \omega_y) = \frac{\partial S_{\omega}(\omega_x, \omega_y)}{\partial \omega} \quad \hat{S}'_{\omega}(\omega_x, \omega_y) = \frac{\partial \hat{S}_{\omega}(\omega_x, \omega_y)}{\partial \omega}$$

Для ідентифікації структурних примітивів гідродинамічних потоків на основі створених моделей використовується взаємна кореляційна функція та нормована взаємна кореляційна функція, а також інші спектральні критеріальні функції (табл. 2).

Типи критеріальних функцій.

Таблиця 2.

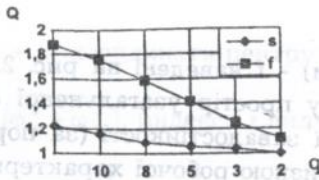
Тип функції	Виразення	Примітка
згортка $K_{11}(a_x)$;	$F^{-1} \{S_e(\omega_x) S_t(\omega_x)\}$;	$S_e(\omega_x), S_t(\omega_x)$ спектри еталонних та поточних зображень; $G_{et}(\omega_x)$ – взаємний енергетичний спектр; F^{-1} – символ зворотного перетворення Фур'є; “*” – символ комплексного сполучення.
кореляція $K_{11}(a_x)$;	$F^{-1} \{S_e(\omega_x) S_t^*(\omega_x)\} = F^{-1} \{G_{et}(\omega_x)\}$;	
Рота $K_{32}(a_x)$;	$F^{-1} \left\{ \frac{G_{et}(\omega_x)}{G_t(\omega_x)} \right\}$;	
когерентності $K_{33}^2(a_x)$;	$F^{-1} \left\{ \frac{G_{et}^2(\omega_x)}{\sqrt{G_e(\omega_x) G_t(\omega_x)}} \right\} = F^{-1} \{G_{et}(\omega_x) \gamma(\omega_x)\}$;	
Неппа $K_{34}(a_x)$;	$F^{-1} \left\{ \frac{G_{et}^2(\omega_x) \gamma(\omega_x)^2}{\sqrt{G_e(\omega_x) [1 - \gamma(\omega_x) ^2]}} \right\}$;	

Для оцінки ефективності розроблених алгоритмів використовуються оцінки показника якості Q і оцінки вірогідності правильної ідентифікації $R_{пр}$. Показник Q обчислюється як:

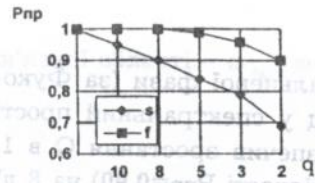
$$Q = \text{Ctr} \mathbf{B} / 2 \|\mathbf{B}'\|, \quad (5)$$

де $\text{tr} \mathbf{B}$ – слід ковариаційної матриці \mathbf{B} класифікованих зображень, $\|\mathbf{B}'\|$ – норма матриці \mathbf{B}' , утвореної з матриці \mathbf{B} шляхом усунення діагональних елементів (коефіцієнтів автокореляції), C – нормуюча стала величина. Для оцінки $R_{пр}$ використовуємо метод безпосереднього моделювання. Порівняльні результати досліджень ефективності ідентифікації структурних примітивів в спектральному просторі (за Фур'є) – s та в просторі узагальненої фази (за Фуко-Гільбертом) – f при різних співвідношеннях сигнал/шум – q наведені на рис. 1.

Послідовний перехід у спектральний простір та у простір узагальненої фази забезпечив зростання Q в 1,3-1,5 рази, а завадостійкості (за порогом вірогідності $R_{пр}=0,95$) на 3,5 дБ і за крутизною робочої характеристики $R_{пр}(q)$ в 2,3 рази.



а) - оцінки Q



б) - оцінки Rpp

Рис. 1. Якість та ефективність ідентифікації

У третьому розділі представлено результати розробки та дослідження ефективності алгоритмів візуалізації та ідентифікації характерних (так званих класифікаційних) загальних ознак структурних примітивів потоків папілярних ліній. Визначено 4 класифікаційні групи типів візерунків: дуговий; лівий петельний; правий петельний; завитковий, відповідно до морфології візерунків.

Таблиця 3.

Структурні та спектральні примітиви папілограм

Тип простору	Тип папілярного візерунку			
	дуговий	лівий петельний	правий петельний	завитковий
початковий (фізичний) простір				
спектральний простір (за Фур'є)				
простір узагальненої фази (за Фуко-Гільбертом)				

На основі методики створення двомірних просторово-спектральних моделей структурних примітивів синтезовано моделі зображень потоків папілярних ліній у спектральному просторі (за Фур'є) та у просторах узагальнених параметрів (за Фуко-Гільбертом) (табл. 3), а також вірогідностно-статистичні моделі у вигляді матриць спільних розподілів щільностей імовірностей цих параметрів. Порівняльні результати ідентифікації структурних примітивів у спектральному просторі (за Фур'є) - s та у просторі

узагальненої фази (за Фуко-Гільбертом) - f наведені на рис. 2. Перехід у спектральний простір, а далі у простір узагальненої фази забезпечив зростання Q в 1,2 рази, а завадостійкості (за порогом вірогідності $P_{пр}=0,90$) на 8 дБ і за крутизною робочої характеристики $P_{пр}(q)$ в 4,6 рази.

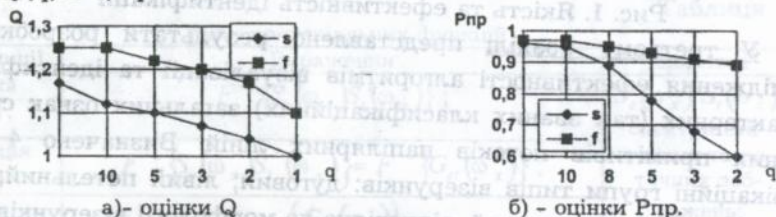


Рис. 2. Якість та ефективність ідентифікації

У четвертому розділі узагальнено алгоритми ідентифікації структурних примітивів вихрових хвильових потоків шляхом синтезу адитивних структурно-спектральних моделей (ССМ) із наступною оцінкою їх параметрів. Як адитивні моделі $G_A(\omega_x, \omega_y)$ запропоновано вирази виду:

$$G_A(\omega_x, \omega_y) = \sum_{i=1}^M G_{K_i}(\omega_x, \omega_y), \quad (6)$$

де M - кількість зв'язних областей замінюючої функції - топологічного перерізу (тіні) в площині $\omega_x O \omega_y$, $G_{K_i}(\omega_x, \omega_y)$ - оцінка спектральної щільності K_i зв'язної області.

Оцінка спектральної щільності K_i досить точно (за мінімумом середньоквадратичного відхилення) апроксимується (по амплітуді) спадаючою показниковою функцією з показником ступеня p , який визначається як:

$$p = \begin{cases} \frac{4}{\lg \left[\sqrt{\omega_{xM}^2 \cos^2 \varphi + \omega_{yM}^2 \sin^2 \varphi} / a \right]}, & \omega_x \neq 0, \forall \omega_y, \\ \frac{4}{\lg [\omega_{yM} / a]}, & \omega_x = 0, \forall \omega_y, \end{cases} \quad (7)$$

де $\varphi = \arctg(\omega_y / \omega_x)$, a - радіус зони загородження кругового просторового фільтра верхніх частот у частотній площині. Величина a надається за умови ефективного заглушування неінформативних низькочастотних компонентів спектрів.

Для синтезу аналітичної ССМ у вигляді зв'язного еліпсу необхідно оцінити за реальним розподілом низку параметрів: напіввісі еліпсу - ω_{xM}, ω_{yM} ; кут повороту великої напіввісі еліпсу відносно вісі

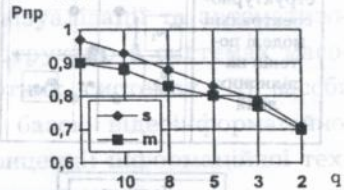
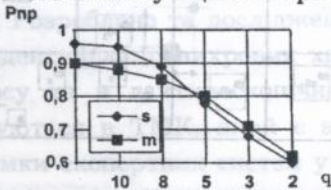
$O\omega_x - \theta$; координати центру ваги однозв'язної області – $\omega_{x_0}, \omega_{y_0}$,

($v = \sqrt{\omega_x^2 + \omega_y^2}$), (індекси i вилучено):

$$G_{K_i}(\omega_x, \omega_y) = \begin{cases} Av^{-p} \left(\frac{(\omega_x - \omega_{x_0}) \cos\theta - (\omega_y - \omega_{y_0}) \sin\theta}{\omega_{x_M}} \right)^2 + \\ + \left(\frac{(\omega_x - \omega_{x_0}) \sin\theta + (\omega_y - \omega_{y_0}) \cos\theta}{\omega_{y_M}} \right)^2 \leq 1, & \omega_x^2 + \omega_y^2 > a^2, \\ B, & \omega_x^2 + \omega_y^2 = a^2, \\ 0, & \left(\frac{(\omega_x - \omega_{x_0}) \cos\theta - (\omega_y - \omega_{y_0}) \sin\theta}{\omega_{x_M}} \right)^2 + \\ + \left(\frac{(\omega_x - \omega_{x_0}) \sin\theta + (\omega_y - \omega_{y_0}) \cos\theta}{\omega_{y_M}} \right)^2 > 1, & \omega_x^2 + \omega_y^2 < a^2. \end{cases} \quad (8)$$

В табл. 4 представлено синтезовані реальні та аналітичні ССМ структурних примітивів вихрових хвильових потоків різної фізичної природи.

На рис. 3 наведено оцінки вірогідності правильної ідентифікації структурних примітивів за допомогою кореляційно-екстремального методу в спектральному просторі (за Фур'є) – s та на основі морфологічного аналізу оцінок параметрів ССМ – m .



а) – потоки папілярних ліній

б) гідродинамічні потоки

Рис. 3. Якість та ефективність ідентифікації

Як бачимо, ідентифікація за допомогою ССМ поступається ($\approx 5\%$) кореляційно-екстремальним методам, однак структура класифікатора різко спрощується, і в умовах потужних завод ($q \in 2...5$) для задач ідентифікації папілограм ССМ-класифікатор працює дещо надійніше.

У п'ятому розділі описано базові та прикладні засоби ВІС, що використовуються для досліджень. Комплекс цих засобів складає інформаційну технологію, яка реалізує функції візуалізації, обробки,

аналізу, моделювання та ідентифікації вихрових хвильових структур і джерел, що їх породжують. ТМК є апаратною базою побудови ВІС. На рис. 4 зображено структуру апаратних засобів ТМК.

Таблиця 4.

Структурно-спектральні моделі структурних примітивів

Назва	Типи структурних примітивів			
	шаруватий	чарункуватий	орієнтований	вихровий
Реальні структурно-спектральні моделі гідродинамічних потоків				
Аналітичні структурно-спектральні моделі гідродинамічних потоків				
Назва	дугувий	лівий петельний	правий петельний	завитковий
Реальні структурно-спектральні моделі потоків папілярних ліній				
Аналітичні структурно-спектральні моделі потоків папілярних ліній				

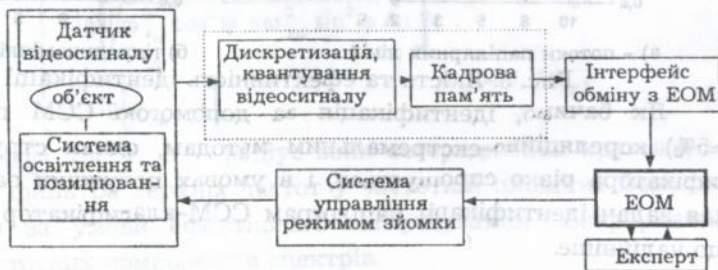


Рис. 4. Структура апаратних засобів ТМК

Блок - система управління зйомкою - дозволяє здійснювати автоматизоване (від ЕОМ) управління витримкою та діафрагмою

датчика відеосигналу для стійкого виділення структурних примітивів вихрових хвильових потоків. В табл. 5 наведено перелік процедур інформаційної технології, що реалізують функції ТМК.

Таблиця 5.

Структура базових засобів інформаційної технології

Назва процедури	Комплекс технологічних операцій
1. Отримання зображення (відеосигналу)	Вибір конфігурації візуалізатора, завдання відрізняючої здатності, умов зйомки (типу освітлення), сканування, позиювання, зчитування/запис зображень в кадровий нагромаджувач, управління режимом зйомки.
2. Базові процедури попередньої обробки зображень	Змінення динамічного діапазону, гамма-корекція, контрастування, згладжування, фільтрація, редагування, функції статистичного аналізу, ортогональні перетворення, згортка, кореляція.
3. Прикладні процедури тематичної попередньої обробки зображень	Отримання амплітудних та фазових спектрів (за Фур'є) та їх градієнтів, обчислення трансформант (за Гільбертом) та їх градієнтів, обчислення узагальнених огинаючих амплітуди фази і частоти (за Фуко-Гільбертом), побудова матриць сумісних розподілів вірогідності параметрів, морфологічна обробка.
4. Прикладні процедури ідентифікації зображень	Кореляційно-екстремальна фільтрація (розпізнавання, класифікація) на основі взаємно-кореляційних, спектральних, різностних та парних критеріальних функцій, моделювання (оцінювання і аналіз параметрів) та ідентифікація зображень.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

1. Розроблено та досліджено засоби візуалізації та автоматизованої ідентифікації вихрових хвильових структур в системах масопереносу та в дактилоскопічних експертних системах. Ці засоби об'єднуються в ТМК, який є апаратною базою відеоінформаційної підтримки експертних систем у межах концепції інформаційної технології візуалізації вихрових хвильових структур.

2. Розроблено алгоритми побудови спектральних (за Фур'є), узагальнено-фазових (за Фуко-Гільбертом) моделей структурних примітивів, виділених у вихрових хвильових потоках різної фізичної природи.

3. Якість ідентифікації типів структурних примітивів потоків масопереносу на основі узагальнено-фазових (за Фуко-Гільбертом) моделей в межах кореляційно-екстремальних класифікаторів збільшилась у 1,3-1,5 рази порівняно із спектральними (за Фур'є) моделями. При цьому завадостійкість алгоритмів зросла на 3,5 дБ

(за порогом вірогідності правильної ідентифікації 0,95) і у 2,3 рази (за крутизною спадання робочої характеристики).

4. Якість ідентифікації типів структурних примітивів потоків папілярних ліній на основі узагальнено-фазових (за Фуко-Гільбертом) моделей у межах кореляційно-екстремальних класифікаторів збільшилась у 1,2 рази порівняно із спектральними (за Фур'є) моделями. При цьому завадостійкість алгоритмів зросла на 8 дБ (за порогом вірогідності правильної ідентифікації 0,90) і у 4,6 рази (за крутизною спадання робочої характеристики).

5. Синтезовано адитивні структурно-спектральні моделі вихрових хвильових структур, які виявили ефективність ідентифікації структурних примітивів, що порівнюється із показниками алгоритмів кореляційно-екстремальної класифікації, при значному спрощенні структури ССМ-класифікаторів.

6. Розроблено автоматизовану процедуру структурного аналізу зображень вихрових хвильових потоків на основі адитивних структурно-спектральних моделей.

7. Використання опрацьованої інформаційної технології при проведенні науково-дослідних робіт дозволило:

- підвищити на 10-15% витрати ежектованого повітря в системах охолодження військових гусеничних машин, що дало змогу експлуатувати їх при вищих температурах навколишнього середовища;

- створити автоматизовану експертну систему з ідентифікації загальних ознак папілярних візерунків, яка у 4 рази скорочує обсяг пошуку.

Основний зміст роботи відображено в публікаціях:

1. Арсирий Е. А., Власенко В. А. Телевизионно - машинные комплексы поддержки экспертных систем: базовые структуры, информационные технологии и приложения//Труды УНИИРТ.-1996. -№6.
2. Арсирий В.А., Арсирий Е.А., Власенко В.А. Метод и информационная технология визуализации структур гидродинамических потоков//Труды Одес. политех. ун-та. -1997. - Вып.2.
3. Арсирий Е.А., Власенко В.А. Анализ и моделирование структурных примитивов потоков массопереноса в рамках информационной технологии ТВ³С//Труды Одес. политех. ун-та.- 1997.- Вып.2.
4. Арсирий Е.А., Власенко В.А., Макаренко Н.К. и др. Алгоритмы идентификации спектральных характеристик сигналов и изображений на основе Гильберт-оптики//Труды 2-ой Междунар. конф. Укр-ТелеКом-95.- Одесса, 1995.- С. 156-158.

5. Арсирый Е.А., Власенко В.А., Тихонова В.И. и др. Алгоритмы и программное обеспечение автоматизированной системы обработки и идентификации изображений шероховатых поверхностей, следов и папиллограмм//Труды научно-практ. конф. "Актуальные проблемы организации расследования преступления".- Одесса, 1996.-С.135-140.
6. Арсирый Е.А., Власенко В.А. Алгоритмы идентификации характерных признаков потоков папиллярных линий: подход на основе методов вероятностно-статистического описания в пространстве преобразования Фуко-Гильберта.- 28с.- Деп. в ГНТБ Украины 23.10.96, №1986-Ук96.
7. Арсирый Е.А., Власенко В.А. Алгоритмы идентификации характерных признаков потоков папиллярных линий: подход на основе метода корреляционно-экстремальной Гильберт-фильтрации.- 31с.- Деп. в ГНТБ Украины 23.10.96, №1983-Ук96.
8. Арсирый В.А., Арсирый Е.А., Власенко В.А. Моделирование и структурный анализ вихревых волновых структур в процессах массопереноса: аппаратурная реализация метода визуализации.- 20с.- Деп. в ГНТБ Украины 12.12.96, №2355-Ук96.
9. Арсирый Е.А., Власенко В.А. Анализ и моделирование структурных примитивов потоков массопереноса в рамках информационной технологии ТВ³С: идентификация и классификация на основе метода корреляционно-экстремальной Гильберт-фильтрации.- 16с.- Деп. в ГНТБ Украины 12.12.96, №2353-Ук96.
10. Арсирый Е.А., Власенко В.А., Гусев А.А. и др. Аппаратно-программный комплекс обработки и анализа изображений в задачах криминалистики//Тез. докл. Междунар. науч.-техн. конф. "Фізичні методи та засоби контролю матеріалів та виробів".- Славск, Львовская обл., 1996.- С. 134-136.
11. Арсирый В.А., Арсирый Е.А., Власенко В.А. Метод и информационная технология визуализации и моделирования волновых явлений в задачах НРК регулярности структур потоков массопереноса//Тез. докл. Междунар. науч.-техн. конф. "Фізичні методи та засоби контролю матеріалів та виробів".- Славск, Львовская обл., 1996.-С.22-23.
12. Арсирый В.А., Арсирый Е.А., Власенко В.А. Анализ полей данных в задачах НРК и технической диагностики: идентификация структурных и спектральных примитивов с помощью ВИС-ТМК//Тез. докл. Междунар. науч.-техн. конф. "Фізичні методи та засоби контролю матеріалів та виробів".- Славск, Львовская обл., 1996.-С.24-25.
13. Арсирый В.А., Арсирый Е.А., Майсоценко В.С. Визуальные исследования структуры потоков//Тез. докл. Междунар. конф. "Оптические методы исследования потоков".- Москва, 1995.- С. 84-85.

АНОТАЦІЯ

Арсирій О.О. Засоби візуалізації та автоматизованої ідентифікації вихрових хвильових структур. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.04 - "Автоматизовані системи управління та системи обробки інформації". Одеса: ОДПУ, 1997. У дисертації вирішено задачі підвищення ефективності методів візуалізації, алгоритмів автоматизованої обробки та ідентифікації (за Фур'є та Фуко-Гільбертом) структурних примітивів гідродинамічних потоків та потоків папілярних ліній з метою створення інформаційної технології візуалізації та ідентифікації вихрових хвильових структур.

АННОТАЦИЯ

Арсирий Е.А. Средства визуализации и автоматизированной идентификации вихревых волновых структур. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.04. - "Автоматизированные системы управления и системы обработки информации". Одесса: ОДПУ, 1997. В диссертации решены задачи повышения эффективности методов визуализации, алгоритмов автоматизированной обработки и идентификации (по Фурье и Фуко-Гильберту) структурных примитивов гидродинамических потоков и потоков папиллярных линий с целью создания информационной технологии визуализации и идентификации вихревых волновых структур.

ABSTRACT

Arsirij E.A. The means for visualization and automatic identification of vortex wave structures. Dissertation for obtaining the scientific degree of Engineering Sciences Candidate on speciality 05.13.04 - Automatic control systems and information processing systems. Odessa: OGPU, 1997. Methods for efficiency increasing of structural primitives vortex wave flows visualization and automatic Fourier- and Foucaut- Hilbert- identification are evaluated and investigated.

Ключові слова

Цифрова Фур'є-Гільберт-оптика, кореляційно-екстремальні системи, ідентифікація, гідродинаміка, криміналістика.

Здано в набір 4.06.97р.
Офсетний друк

Підп. до друку 4.06.97р.
Тираж 100

Папір типогр.
Замовлення 81

Виробничо-поліграфічний відділ ОЦНТЕІ
Україна, 270026, м. Одеса, вул. Рішельєвська, 28.

АНОТАЦІЯ

Арсирія О.І. Средства візуалізації та автоматизованої ідентифікації вихрових хвильових структур. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.04. - Автоматизовані системи управління та системи обробки інформації. Одеса: ОДНУ, 1997. У дисертації вирішено задачі підвищення ефективності методів візуалізації, алгоритми автоматизованої обробки та ідентифікації (за Фур'є та Фуко-Гільбертом) структурних примитивів гирлоподібних потоків та потоків півлінійних ліній з метою створення інформаційної технології візуалізації та ідентифікації вихрових хвильових структур.

АННОТАЦИЯ

Арсирия Е.А. Средства визуализации и автоматизированной идентификации вихревых волновых структур. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.04. - Автоматизированные системы управления и системы обработки информации. Одесса: ОДНУ, 1997. В диссертации решены задачи повышения эффективности методов визуализации, алгоритмы автоматизированной обработки и идентификации (по Фурье и Фуко-Гильберту) структурных примитивов гирлоподобных потоков и потоков псевдoliniйных линий с целью создания информационной технологии визуализации и идентификации вихревых волновых структур.

ABSTRACT

Araci O. I. The means for visualization and automatic identification of vortex wave structures. Dissertation for obtaining the scientific degree of Engineering Sciences Candidate on speciality 05.13.04. - Automatic control systems and information processing systems. Odessa: ODNU, 1997. Methods for efficiency increasing of structural primitives vortex wave flows visualization and automatic identification (after Fourier and Fuco-Hilbert) are evaluated and investigated.

Ключові слова

Цифрова Фуко-Гільберт-оптика, кореляційно-екстремальні сигнали, динаміка, динаміка, криміналістика.

Здобуто в редакції 10.06.97р. Підписано до друку 10.06.97р. Підписано до друку 10.06.97р. Підписано до друку 10.06.97р. Підписано до друку 10.06.97р.

200 10 10

283405

AB 38.062

AB 38.062