

Харківський національний університет радіоелектроніки

Гарячевська Ірина Василівна

УДК 044.03; 004.8

**Адаптивна інформаційна технологія
перетворення інформації
в спеціалізованих автоматизованих системах**

05.13.06 – інформаційні технології

Автореферат дисертації
на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2008

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському національному університеті радіоелектроніки, Міністерство освіти і науки України.

Науковий керівник – канд. техн. наук, доцент Кузьомін Олександр Якович, Харківський національний університет радіоелектроніки, професор кафедри інформатики.

Офіційні опоненти:

д-р техн. наук, професор Лисенко Едуард Вікторович, Харківський національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "ХАІ", професор кафедри інформаційних управляючих систем;

д-р техн. наук, професор Алексієв Олег Павлович, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, завідувач кафедри мехатроніки автотранспортних засобів.

Захист відбудеться 23.04.2008___ р. о 16-й годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.052.01 у Харківському національному університеті радіоелектроніки за адресою: 61166, м. Харків, просп. Леніна, 14.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Харківського національного університету радіоелектроніки за адресою: 61166, м. Харків, просп. Леніна, 14.

Автореферат розісланий 21.03.2008 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради

Чалий **ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ**

С.Ф.

Актуальність теми. Підсистеми перетворення графічної інформації застосовуються в різних областях науки і техніки. За їх допомогою здійснюється контроль за об'єктами в слідкуючих системах, перемішуються мобільні роботи, керується виробничий процес, визначаються діагнози в лікарнях, відстежується рух міського транспорту й здійснюється реєстрація правопорушників та ін. Подібні підсистеми можуть бути складовою частиною великих автоматизованих систем, наприклад, систем керування, або самостійними системами. В залежності від поставленої мети, підсистеми перетворення інформації розв'язують різні задачі, але розв'язання цих задач складається з поетапної обробки вхідних даних існуючими методами обробки графічної інформації.

В процесі побудови нової підсистеми перетворення інформації, чи модернізації вже існуючої виникає складна, слабо структурована задача визначення найбільш вдалих методів обробки графічної інформації з великої кількості «класичних» методів.

У процесі побудови для розв'язання подібної задачі необхідно враховувати такі аспекти, як: галузь застосування, параметри вхідної інформації, етапи та послідовність методів обробки інформації, адаптація до умов застосування підсистеми перетворення інформації.

Відсутність розроблених інформаційних технологій перетворення інформації вважається актуальною проблемою, яка вимагає аналізу зазначених вище аспектів та впливає на ефективність функціонування спеціалізованих автоматизованих систем.

Для України розробка інформаційних технологій є актуальною задачею тому, що зараз Україна займає 77 місце з 120 щодо розвитку інформаційних технологій у світі. Це було оголошено у шостому щорічному відзиву «Світові інформаційні технології», який складає міжнародна суспільна організація «Всесвітній економічний форум».

Таким чином, розв'язання сукупності зазначених проблем вимагає створення адаптивної інформаційної технології перетворення інформації для підвищення ефективності функціонування спеціалізованих автоматизованих систем.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до плану науково-дослідних робіт ХНУРЕ в рамках держбюджетних тем: № 161-1 (№ДР0103U001572) «Дослідження та розробка методів аналізу зображень в умовах складних збурень» (автор є виконавцем: розроблено метод видалення збурень з повним збереженням структури зображення), №178-3 (№ДР0104U004063) «Дослідження моделей зображень для розв'язання задачі сегментації геометричних об'єктів», № 178-2 (№ДР0104U004063) «Концептуальні підходи та методи інтелектуальної факторизації даних в умовах багатозначності»; позабюджетних тем: № 03-38 «Розробка бізнес-проекту спеціалізованої інформаційної системи з управління ситуаціями» (автор є

виконавцем: розроблено вимоги до застосування геоінформаційних технологій у ситуаційних центрах для бізнес-проекту) та № 04-22 «Розробка проекту побудови апаратно-програмних засобів для інформаційної автоматизованої системи управління ситуаціями» (автор є відповідальним виконавцем: розроблено алгоритми сегментації та фільтрації інформації під час розпізнавання кольорових зображень).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є розробка адаптивної інформаційної технології перетворення інформації для підвищення ефективності функціонування спеціалізованих автоматизованих систем. Для досягнення цієї мети в дисертації поставлено такі основні задачі:

- проаналізувати існуючі технології побудови підсистем перетворення графічної інформації;
- розробити модель підсистем перетворення інформації в спеціалізованих автоматизованих системах;
- розробити метод побудови послідовностей перетворення графічної інформації та базу знань для їх формування;
- розробити метод вибору послідовності перетворення інформації відповідно до обраного набору критеріїв;
- розробити метод адаптації вимог до засобів обчислювальної техніки спеціалізованої автоматизованої системи для програмної реалізації послідовності перетворення графічної інформації;
- проаналізувати та провести класифікацію методів обробки графічної інформації, розробити метод перетворення графічної інформації з урахуванням кольорової моделі;
- реалізувати адаптивну інформаційну технологію перетворення графічної інформації в основі якої є метод побудови послідовності перетворення графічної інформації.

Об'єктом дослідження є процес перетворення графічної інформації.

Предметом дослідження є адаптивна інформаційна технологія перетворення графічної інформації.

Методи дослідження. Для розв'язання поставленої задачі використовувалися такі методи, як системний аналіз, аналітичні методи обробки та перетворення зображень, теорія ймовірності, теорія прийняття рішень, нейронні мережі.

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи. В процесі розв'язання поставлених задач автором отримано такі наукові результати:

- вперше розроблено модель побудови та адаптації підсистеми перетворення інформації в спеціалізованих автоматизованих системах, яка характеризується врахуванням кольорової моделі вхідної графічної інформації, а також особливостями умов експлуатації підсистеми, що суттєво скорочує час розробки підсистеми перетворення графічної інформації;
- вперше розроблено метод адаптації вимог до засобів обчислювальної техніки спеціалізованої автоматизованої системи для програмної реалізації послідовності перетворення графічної інформації, який характеризується

виконанням розрахунку часу перетворення графічної інформації за допомогою нейронної мережі, що дає можливість скоротити час розробки підсистеми та уникнути етапу натурних досліджень;

- удосконалено метод вибору послідовності перетворення інформації відповідно до критеріїв якості зображення та часових критеріїв, який на відміну від існуючих поетапно зменшує кількість альтернатив послідовностей перетворення графічної інформації при перевищенні показників хоча б за одним з обраних критеріїв, що дає можливість здійснити вибір послідовності перетворення графічної інформації за меншу кількість кроків;

- набув подальшого розвитку метод побудови послідовностей перетворення графічної інформації, який на відміну від існуючих, містить етап побудови ієрархії методів перетворення графічної інформації у вигляді фреймової структури, що дає можливість реалізувати логічний висновок над фреймовою структурою за допомогою продукційних правил і тим самим суттєво скоротити час побудови відповідних послідовностей;

- набув подальшого розвитку метод перетворення графічної інформації, який на відміну від існуючих, одночасно згладжує та заглушує збурення зі збереженням структури графічної інформації, що дає можливість проводити якісне подальше перетворення інформації, зокрема виділення контурів об'єктів.

Практичне значення результатів дисертації. Використання програмно реалізованої адаптивної інформаційної технології, наукових положень і рекомендацій дозволило суттєво скоротити час розробки підсистеми перетворення інформації за рахунок чого підвищити ефективність функціонування спеціалізованих автоматизованих систем.

Результати дисертаційної роботи використано під час модернізації інформаційно-аналітичної системи моніторингу пасажиропотоку для диспетчерського керування рухом міського пасажирського транспорту у ХКП «Горелектротранс» що підтверджено відповідним актом впровадження.

Результати дисертаційної роботи використано під час розробки підсистеми визначення небезпечних предметів у місцях масового скупчення людей інформаційно-аналітичної системи попередження надзвичайних ситуацій у ЗАТ «ВО ОТ й ЗА», що підтверджено відповідним актом впровадження.

Особистий внесок здобувача. Всі основні результати отримано автором особисто. У роботах, опублікованих зі співавторами, особистий внесок автора складає: у роботі [1] автором розроблено метод зберігання шаблонів зображень у системи розпізнавання об'єктів, удосконалено метод зберігання еталонних зображень; у роботі [3] автором удосконалено модель синтезу послідовності методів обробки графічної інформації, на основі функцій вибору, дозволяє отримати найбільш вдалу послідовність та за рахунок цього підвищити ефективність обробки графічної інформації у системах технічного зору; у роботі [4] автором виконано аналіз засобів розробки підсистем обробки інформації спеціалізованих інформаційних

систем (система керування мобільного робота) та встановлено, що для зменшення затрат часу на розробку необхідно провести формалізацію процедур побудови апаратних та програмних складових; у роботі [5] автором описано розроблений метод сегментації на основі визначення області найбільш ймовірного розташування об'єкта на основі гістограми тонів; у роботі [6] автором запропоновано метод фільтрації локальних перешкод та збурень на етапі до процесу сегментації; у роботі [8] автором запропоновано метод приглушення збурень зі збереженням структури зображення; у [11] автором розглянуто питання сегментації та розпізнавання образів за допомогою розкладання зображення на прості складові за кольоровою ознакою; у роботі [12] автором запропоновано виконувати виділення контурів лише після попередньої обробки зображення розробленим фільтром, який не шкодить зображенню навіть під час багатократного застосування; у роботі [13] автором адаптовано методи виділення контурів для кольорових зображень, досліджено методи розпізнавання образів; у роботі [15] автором запропоновано модель автоматизованої системи для розробки підсистем перетворення інформації на прикладі систем технічного зору мобільного робота.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертації докладалися у доповідях на 5 конференціях: на 3-му і 7-му Міжнародних молодіжних форумах «Електроніка і молодь у XXI ст.» Харків, 2000, 2003; на 3-й, 4-й Міжнародних конференціях «Теорія і техніка передачі, прийому й обробки інформації» Туапсе, 2000, 2001; KDS-2003 international conference “Knowledge-Dialogue-Solution” (June 16-26, 2003, Varna (Bulgaria)); Міжнародній науковій конференції «Інтелектуалізація обробки інформації» (ИОИ2004)” (м. Алушта 2004р).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 15 робіт. 3 них 9 – у виданнях, які увійшли до переліків ВАК України, 1 – в зарубіжних виданнях, інші 5 – матеріали науково-технічних конференцій та тези доповідей.

Структура й обсяг дисертаційної роботи. Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, містить 132 сторінки основного тексту, в тому числі 23 рисунки на 18 сторінках, 7 таблиць на семи сторінках, 2 додатки на трьох сторінках, списку використаних літературних джерел із 212 найменувань на 18 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, мету та завдання дослідження, викладено наукову новизну й практичне значення отриманих результатів.

У першому розділі дисертаційної роботи розкрито основні напрямки розв'язання задачі перетворення інформації в спеціалізованих автоматизованих системах.

Проаналізовано актуальність застосування систем перетворення

графічної інформації. Встановлено що вони знаходять широку область застосування в сучасній науці та техніці. Використовуються в системах контролю якості продукції, слідкуючих системах, робототехнічних системах та ін.

Проаналізовано структурні та функціональні схеми самостійних систем та підсистем перетворення інформації, які є частиною великих автоматизованих систем, проаналізовано межі їх застосування. Виявлено спільні риси процесів перетворення інформації у розглянутих підсистемах та риси, якими вони відрізняються. До спільних рис підсистем перетворення інформації слід віднести отримання графічної інформації, її перетворення та передача вихідної інформації. Найбільш цікавим та складним є процес перетворення інформації певною послідовністю методів. Обґрунтовано необхідність застосування інформаційних технологій для врахування особливостей меж застосування підсистем та розробки послідовності перетворення інформації у підсистемі.

Проаналізовано існуючі інформаційні технології формування процесів перетворення інформації в спеціалізованих автоматизованих системах, з урахуванням того факту, що інформація графічна. Виявлено переваги й недоліки існуючих технологій, які роблять неефективним їх використання для побудови підсистем перетворення графічної інформації. Встановлено, що застосування інформаційних технологій для синтезу послідовностей перетворення інформації скорочує час розробки підсистеми в 10–15 разів. На основі проведеного огляду обумовлено необхідність побудови інформаційної технології перетворення графічної інформації.

Встановлено, що інформаційна технологія повинна мати можливість адаптуватися до різних задач та областей застосування підсистем перетворення графічної інформації в спеціалізованих автоматизованих системах, що визначило основну мету та головні завдання дисертаційної роботи.

Сформовано мету дисертаційної роботи, яка полягає в створенні адаптивної інформаційної технології перетворення інформації для підвищення ефективності функціонування спеціалізованих автоматизованих систем.

У другому розділі запропоновано модель побудови та адаптації підсистем перетворення інформації в спеціалізованих автоматизованих системах, метод побудови послідовностей перетворення графічної інформації, та метод вибору послідовності перетворення інформації відповідно до критеріїв якості зображення та часових критеріїв.

Підсистема перетворення інформації є упорядкованою структурою, яка складається з послідовності методів обробки графічної інформації (фільтр, маска тощо), кожен з яких крім вхідних та вихідних параметрів тобто відношення має особисті параметри (пороги, коефіцієнти, і т.д.). Враховуючи цей факт, підсистема перетворення інформації може бути визначена як упорядкована множина:

Визначення послідовності етапів перетворення інформації у підсистемі

пов'язано зі завданням множини . Область існування підсистеми з властивостями позначається як . На область існування накладаються деякі обмеження (заборона використання деяких методів та відношень), які виділяють множину допустимих послідовностей, тобто . Класично задачу синтезу підсистеми у вигляді послідовності перетворення інформації структурують таким чином: визначити мету; проаналізувати мету та виділити властивості, якими має володіти підсистема для її досягнення; визначити допустиму множину структур, які володіють необхідними властивостями; вибрати з них найбільш вдалу.

Зазначені етапи необхідно врахувати під час розробки адаптивної інформаційної технології, однак зупинитися при синтезі послідовності перетворення інформації на кроці вибору недостатньо. Графічна інформація, перетворенню якої приділено увагу в дисертаційній роботі, є досить складною інформацією. Визначити заздалегідь наскільки вдалою буде перетворення інформації синтезованою послідовністю в реальній підсистемі неможливо. Для визначення якості перетворення необхідно провести натурні випробування, які вимагають часових та матеріальних затрат. Крім того необхідно врахувати можливість адаптувати процес перетворення інформації до реальних умов застосування.

Розроблена модель побудови та адаптації підсистеми перетворення інформації (рис.1) є основою адаптивної інформаційної технології, та складається з п'яти етапів.

На першому етапі розробленої технології (блок аналізу) визначено задачі, які має розв'язати підсистема перетворення інформації та отримано інформацію про вхідні дані.

Рис.1. Модель побудови та адаптації підсистеми перетворення інформації

На другому етапі відбувається формування послідовностей обробки графічної інформації. Продукційно-фреймова база знань, аналізуючи вхідну інформацію та задачі, які стоять перед підсистемою, визначає, які етапи необхідні для перетворення вхідної інформації та окреслює множину методів, у базі даних, які мають можливість вирішити поставлену перед підсистемою мету.

Класична фреймова система має вигляд , де – множина фреймів, – кінцева множина слотів вигляду , які включають значення слоту та значення , – процедура демонів.

Висновок про значення вихідного параметра (результуючий фрейм –) здійснюється за умови чітких значень вхідних параметрів (фрейм-запиту – , складений з підмножини) має такий вигляд:

Результуючий фрейм є сукупністю та , що належать різним фреймам. Таким чином, – висновок продукційної системи, поданий у такому вигляді: .

Висновок продукційної системи наведено на рис.2.

Рис.2. Висновок продукційної системи

Враховуючи, те що для розв'язання кожної конкретної задачі, існує декілька методів на кожному з етапів перетворення інформації, послідовностей буде декілька. Слід зазначити, що всі послідовності перетворення інформації розв'язуватимуть задачі, які стоять перед підсистемою, але аналізуючи їх за певним набором критеріїв, можна обрати одну, найбільш вдалу послідовність.

На третьому етапі розробленого методу створення адаптивної інформаційної технології здійснюється вибір однієї послідовності з усіх – множина послідовностей, виданих базою знань на другому кроці.

Всі послідовності обробляють графічну інформацію у вигляді одного зображення, близького до реального. Процес прийняття рішення, яка послідовність є найбільш вдалою, визначається в загальному вигляді як: α , де α – мета, яку вирішує процес перетворення інформації, – процедура вибору β , – найбільш вдала послідовність.

Процедура вибору в загальному вигляді:

де α – нормалізовані, тобто зведені до ізоморфного вигляду критерії, β – висові коефіцієнти, для яких виконується обмеження

, .

Розроблений метод вибору послідовності перетворення інформації відповідно до обраного набору критеріїв, має такі кроки:

1. З множини критеріїв ЛПР обирає необхідний набір, допустиму межу та визначає відносну важливість критеріїв у вигляді вагових коефіцієнтів .

2. Для кожної послідовності під час обробки графічної інформації визначається значення за обраними критеріями та вносяться результати до прямокутної матриці:

,

де n – кількість критеріїв, m – кількість послідовностей.

3. Видаляються послідовності методів, в яких є перевищення допустимої межі хоча б за одним критерієм .

4. У послідовностях, які залишилися, нормалізується значення перетворення інформації за критеріями , .

5. Обчислюється вектор пріоритетів

6. Упорядковуються послідовності від найбільшого значення у векторі до найменшого.

Таким чином, обрана послідовність є найбільш вдалою для розв'язання поставлених перед підсистемою перетворення інформації задач. Однак здійснення перевірки якості роботи послідовності лише на окремому зображенні недоцільно. В зв'язку з цим виникає потреба у розробці додаткових етапів адаптивної інформаційної технології.

У третьому розділі дисертаційної роботи розроблено метод адаптації вимог до засобів обчислювальної техніки спеціалізованої автоматизованої системи для програмної реалізації послідовності перетворення графічної інформації.

Четвертий етап розробленої адаптивної інформаційної технології реалізує тестування відібраної послідовності методів перетворення інформації на послідовності зображень (відеоряді). Для розв'язання цієї задачі необхідно, враховуючи обраний набір критеріїв, сформулювати звіт (матрицю), у якому буде відзначено на яких кадрах перетворення інформації змінювалися показники за кожним критерієм. Повний прохід дозволяє побачити весь процес перетворення та оцінити динаміку.

Враховуючи той факт, що підсистеми перетворення зображень мають працювати у реальному часі, необхідно, насамперед, визначити виконання цієї вимоги та визначити різницю між фактичним та контрольним часом:

,

де – фактичний час, – контрольний час.

Обчислити загальну затримку обробки ряду:

,

де – встановлена межа, – загальна кількість кадрів.

Визначити середній час затримки :

.

Коли встановлено, що підсистема може функціонувати в системах реального часу, здійснюється перехід до оцінки за іншими критеріями.

Визначено математичне очікування для середнього значення критерію, дисперсію, та для визначення кількості кадрів, на яких під час обробки показники вийшли за межі визначеного середньоквадратичного відхилення.

Визначимо математичне очікування, для середнього значення кожного критерію: , де – значення критерію, – кількість кадрів. Дисперсію: . Визначаємо кількість кадрів, на яких під час обробки показники вийшли за межі, застосовуємо середньоквадратичне відхилення:

.

Цей підхід дозволяє визначити окремі зображення, перетворення яких не відповідає висунутим вимогам. Ці зображення будуть подані на вхід інформаційної технології і процес розробки послідовності буде повторено ще раз, з першого по третій етап технології. Під час виконання процедури вибору будуть враховані як вже існуючі послідовності так і нові, які отримано з урахуванням інформації про нові зображення. Обрана в цих умовах

послідовність буде протестована ще раз. Якщо показники змінилися на гірші, необхідно втручання ЛПР з метою зміни допустимих меж за окремими критеріями, якщо показники стали кращими (кількість кадрів обробки яких вийшла за допустиму межу) – етап тестування закінчено.

П'ятий етап адаптивної інформаційної технології дозволяє провести адаптацію підсистеми перетворення інформації під умови застосування.

Складність раціонального вибору компонентів технічного й програмного забезпечення підсистеми перетворення та передачі інформації обумовлена багатофакторністю оцінки можливостей цільової апаратної платформи. Зазвичай вирішення цього питання потребує натурні випробування або побудови багатовимірної статистичної моделі.

Це пов'язано з тим, що для визначення часу, яке займає робота послідовності обробки інформації у підсистемі перетворення графічної інформації на обчислювальній техніці, необхідно враховувати декілька факторів (наприклад, частота мікропроцесора, обсяг пам'яті оперативного запам'ятовуючого пристрою, обсяг відеопам'яті і т.д.).

Для вирішення цього питання використано нейромережні технології. Метод адаптації вимог програмної реалізації послідовності перетворення графічної інформації до засобів обчислювальної техніки спеціалізованої автоматизованої системи має такі етапи:

1. Визначити час роботи еталонної послідовності на еталонній обчислювальній техніці OT : , де – характеристика еталонної OT ; – еталона послідовність перетворення інформації.

2. Визначено вектор тимчасових характеристик платформ для навчальної вибірки нейронної мережі, тестування еталонної послідовності на різних OT : , де – вектор характеристик OT , використаних для одержання навчальної вибірки.

3. Навчання нейронної мережі, яке має такий вигляд: , де – функція навчання нейронної мережі, параметри: – нейронна мережа, і .

4. Визначено час роботи розробленої послідовності перетворення інформації на доступній OT : , де – характеристики доступної OT ; – розроблена послідовність.

5. Визначено час роботи еталонної послідовності на доступній OT :

.

6. Розраховано нейронною мережею передбачуваний час роботи еталонної послідовності на доступній OT : .

7. Визначено трудомісткість, це складність розробленої послідовності в порівнянні з еталонною:

,

8. Визначено час роботи еталонної послідовності, розрахований нейронною мережею: .

9. Визначено час роботи розробленої послідовності перетворення інформації на можливій OT : .

10. Визначено погрішність часу :

Розроблений метод адаптації дозволяє здійснити перерахунок часу перетворення інформації в підсистемах, що дає можливість перевірити сумісність програмної реалізації послідовності перетворення графічної інформації до засобів обчислювальної техніки спеціалізованої автоматизованої системи.

У четвертому розділі дисертації виконано програмну реалізацію розробленої адаптивної інформаційної технології, проведено експериментальні дослідження, в рамках яких розроблено декілька підсистем перетворення графічної інформації та описано розроблений метод перетворення графічної інформації.

Розроблена адаптивна інформаційна технологія перетворення графічної інформації була програмно реалізована у вигляді пакета прикладних програм. Пакет складається з трьох окремих програм: ImageFilterer, ImageTest, ImagePlatforms. Перша програма реалізує базу знань та здійснює формування багатьох послідовностей для перетворення графічної інформації. Друга програма здійснює вибір однієї послідовності та її тестування. Третя програма реалізує метод адаптації вимог програмної реалізації послідовності перетворення графічної інформації до засобів обчислювальної техніки спеціалізованої автоматизованої системи

За допомогою пакета прикладних програм розроблено декілька підсистем перетворення графічної інформації.

1. Підсистема перетворення графічної інформації в автоматизованій системі керування міським пасажирським транспортом, підсистема здійснює спостереження за окремими відрізками транспортної мережі з метою проведення моніторингу пасажиропотоку.

2. Підсистема перетворення графічної інформації у системі керування мобільним роботом, підсистема здійснює аналіз отриманої графічної інформації за допомогою методів та будує карту місцевості.

3. Система підвищення якості знімків тунелів ГЕС, розроблена послідовність здійснює усунення на зображенні окремих ділянок.

Під час програмної реалізації методів перетворення графічної інформації виявлено декілька суттєвих недоліків в перетворенні інформації, які усунуто розробленим методом низькорівневої обробки інформації, який складається з таких кроків:

1. Яскравість кожного пікселя в колі круглої 37 піксельної маски порівнюється з яскравістю ядра

де x – позиція ядра на площини зображення, y – позиція кожної точки всередині маски, z – яскравість точки, th – поріг різниці яскравості, а res – результат порівняння.

2. Порівняння виконується для кожної точки в середині маски, далі виконується складання \sum усіх виходів \sum .

3. Визначено площу «близьких значень», це загальне \sum є кількістю точок.

4. Порівнюється з фіксованим порогом («геометричний поріг»), який встановлюється рівним $\frac{1}{2}$, де \sum – максимальне значення, що може приймати.

Попереднє знаходження межі виконується за правилом:

5. Якщо площа менше $\frac{1}{2}$, маємо крім інформації імпульсний шум.

6. Приглушення здійснюється із застосованим двовимірним медіанним фільтром розміром вікна 3×3 і центром у точці ядра.

Порівняльна характеристика розробленого фільтра з класичними наведена в табл.1.

Таблица 1.

Порівняльна характеристика методів фільтрації

	Фільтр	Заглушення шуму	Згладжування	Збереження структури
1	Згладжувальний	–	+	–
2	Гауса	+	+	–
3	Медіанний	+	+	–
4	SUSAN	–	+	+
5	Розроблений	+	+	+

У четвертому розділі проведено техніко-економічний аналіз застосування підсистеми перетворення та передачі інформації в деяких спеціалізованих автоматизованих системах та доведено доцільність її застосування.

У додатках наведено акти впровадження дисертаційної роботи.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі виконано теоретичне узагальнення і нове розв’язання наукової задачі підвищення швидкості та якості роботи спеціалізованих автоматизованих систем за допомогою розробки адаптивної інформаційної технології перетворення інформації. На основі виконаних теоретичних і експериментальних досліджень отримано такі суттєві результати:

1. Проведено аналіз існуючих технологій побудови підсистем

перетворення графічної інформації та визначено невідповідальності існуючих технологій вимогам скорочення часу на розробку та необхідність проведення натурних експериментів під час тестування процесу перетворення графічної інформації.

2. Розроблено модель побудови та адаптації підсистем перетворення інформації в спеціалізованих автоматизованих системах, який характеризується врахуванням кольорової моделі вхідної графічної інформації, а також особливостями умов експлуатації підсистеми, що суттєво скорочує час розробки підсистеми перетворення графічної інформації.

3. Розроблено метод побудови послідовностей перетворення графічної інформації. Метод містить етап побудови ієрархії методів перетворення графічної інформації у вигляді фреймової структури, що дає можливість реалізувати логічний висновок над фреймовою структурою за допомогою продукційних правил і тим самим суттєво скоротити час побудови відповідних послідовностей.

4. Розроблено метод вибору послідовності перетворення інформації відповідно до критеріїв якості зображення та часових критеріїв. Розроблений метод поетапно зменшує кількість альтернатив послідовностей перетворення графічної інформації при перевищенні показників хоча б за одним з обраних критеріїв, що дає можливість здійснити вибір послідовності перетворення графічної інформації за меншу кількість кроків.

5. Розроблено метод адаптації вимог до засобів обчислювальної техніки спеціалізованої автоматизованої системи для програмної реалізації послідовності перетворення графічної інформації, який характеризується виконанням розрахунку часу перетворення графічної інформації за допомогою нейронної мережі, що дає можливість скоротити час розробки підсистеми та уникнути етапи натурних досліджень.

6. Проведено аналіз та класифікацію методів обробки графічної інформації, визначено та усунено недоліки методу низькорівневої обробки графічної інформації. Розроблено метод перетворення графічної інформації, який дозволяє проводити якісне подальше перетворення інформації, а саме, виділення контурів за рахунок одночасного згладжування та заглушення збурень зі збереженням структури графічної інформації.

7. Програмно реалізовано адаптивну інформаційну технологію, та під час експериментального випробування побудовано декілька підсистем перетворення інформації що підтверджено актами впровадження від 11.09.07 у ХКП «Горэлектротранс» та від 17.10.07 у ЗАТ «ВО ОТ й ЗА».