

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ

УДК 620.179.680

О.В. Горда

*Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ*

### ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІЇ НАЯВНОСТІ ДЕФЕКТУ ТИПУ «ТРИЩИНА» НА ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕННЯХ ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА

*Досліджено функції наявності дефекту типу «тріщина» на цифрових зображеннях об'єктів будівництва. Здійснено класифікацію топологій ланок тріщини за фігурою її представлення. Визначено вимоги та особливості реалізації оцінки функції наявності.*

**Ключові слова:** зображення, тріщина, апертура, точки кореня, розгалуження, тупики

#### Постановка та аналіз проблеми

Задача виявлення дефекту типу «тріщина» за зображенням об'єктів будівництва (ОБ) є актуальною в силу широкомасштабного впровадження засобів оптико-електронного контролю моніторингу за їх технічним станом. Сутність задачі зводиться до аналізу прояву першопричин виникнення дефекту та динаміки її розвитку. Актуальність дослідження функції наявності визначається її важливістю для завдань виявлення і розпізнавання дефектів.

Значення функції наявності отримують за результатом перетворення величин, що характеризують зображення, а саме - спочатку визначаються області, для яких функція наявності дорівнює "0", далі визначається власне величина функції наявності. Фігурі, що представляє тріщину може відповідати певна послідовність об'єднаних і впорядкованих фігур – ланок тріщини [1;4]. Таким чином, основою дослідження функції наявності тріщини є дослідження функції наявності її ланки, що виконується в два етапи:

1. Визначення фігури ланки тріщини;
2. Специфікація виділеної ланки за її фігурою.

Сутність першого етапу полягає у такому:

– по-перше, здійснюється перетворення кольорного простору зображення в простір BW (Black and White) для виділення початкового наближення фігури ланки, що надалі грає роль остову фігури.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИИ ПРИСУТСТВИЯ ДЕФЕКТА ТИПА «ТРЕЩИНА» НА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА**

*Исследованы функции присутствия дефекта типа «трещина» на цифровых изображениях объектов строительства. Осуществлена классификация топологий звеньев трещины с фигурой ее представления. Определены требования и особенности реализации оценки функции присутствия.*

**STUDY OF THE EXISTENCE OF THE DEFECT SUCH AS «CRACK» IN THE DIGITAL IMAGING OF OBJECTS OF CONSTRUCTION**

*Investigated the presence of the defect functions such as "crack" on the digital images of construction. The classification of topologies crack links Watchers its introduction. The requirements and features of evaluation function presence.*

При цьому, максимум порогу яскравості визначається так, щоб фігури ланки не розпалися на окремі фрагменти;

– по-друге, на початковому зображенні вибором мінімальної точки "білого" визначається область за умови, що вона є суміжною до остову фігури ланки тріщини, отриманої на попередньому кроці, не є "білою" (має «сірий» колір) і визначає собою еліптично-видовжений кластер в апертурі.

Якщо отриманий кластер в поточній апертурі суміжний з попереднім, то це служить підставою віднесення його до фігури ланки тріщини. Далі досліджуємо власне фігуру ланки тріщини, використовуючи той факт, що функція розподілу "чорного" на ній є заглибленням.

Для подальшого дослідження переводимо кольорний простір початкового зображення в кольорний простір GrayScale. Кількість і величину градацій "сірого" необхідно вибирати з умови максимуму приросту площі остову фігури ланки тріщини за суміжністю відтінків пікселів за рахунок приєднання до остову концентричних контуру фігури областей, що мають для кожної з них постійне значення "сірого".

Поріг по точці "чорного" визначається з умови незбільшення площі дна заглиблення, при цьому перемички дна, що характеризуються більшою світлістю, мають бути точками локальних максимумів уздовж функції світлості дна заглиблення або середньої лінії остову ланки

тріщини, що безпосередньо виходить з дотримання вимоги неперервності ланки тріщини. Ланка тріщини окрім розглянутого типу, як елемент топології може характеризуватися додатково такими властивостями:
















- 1) містить точку росту тріщини;
- 2) розвивається від фронту в глиб об'єкта;
- 3) входить в точку розгалуження тріщини;

- 4) виходить з точки розгалуження тріщини;
- 5) виходить з кореня тріщини.

Скелет фігури дефекту типу "тріщина" є складеним, для якого атомарними елементами є корінь (КТ), точки росту (ТР1, ТР2), точка розгалуження (ТР), ланка (ребро). Топологія апертур наведена в табл. 1.

Таблиця 1

Специфікація ланки тріщини за фігурою її представлення

№	ТР	КТ	ТР1	ТР2	Рис.	№	ТР	КТ	ТР1	ТР2	Рис.
1	-	-	-	-		9	+	-	-	-	
2	-	-	-	+		10	+	-	-	+	
3	-	-	+	-		11	+	-	+	-	
4	-	-	+	+	не існує	12	+	-	+	+	
5	-	+	-	-		13	+	+	-	-	
6	-	+	-	+		14	+	+	-	+	
7	-	+	+	-		15	+	+	+	-	
8	-	+	+	+		16	+	+	+	+	

Значимо, що у процесі визначення функції наявності не використовується поняття розкриття тріщини, а враховуються тільки властивості околу дефекту, що дає можливість застосування функції наявності до усіх типів тріщин.

Наступною особливістю є те, що визначати функцію наявності слід для зображень, що пройшли попередню обробку, виключають шумову і локальну перешкоду, забруднення і допускають попереднє кадрівання областей.

Адаптивність побудови функції наявності, як третя особливість, виражається в тому, що вона ефективно визначається для зображення (за рахунок вибору точки "чорного" і точки "білого"), із заданою дискретністю "сірого", визначуваного роздільною здатністю камери, при цьому, еліптично-видовжена область визначення значень функції наявності завжди містить деякий об'єкт кластеризації, за рахунок чого функція наявності може бути побудована для класу зображень, що отримуються від заданої камери з урахуванням ракурсу і умов формування зображень по цьому об'єкту.

**Визначення 3.** До випадкових чинників, що впливають на процес розпізнання і класифікацію дефектів ОБ, час настання яких зумовити

неможливо, але можливо класифікувати за результатами формування зображення, будемо відносити:

- випадкове забруднення поверхні;
- зміну прозорості середовища між об'єктом моніторингу та фіксуючою камерою (пил, дощ);
- випадкові затінювання не пов'язані з об'єктом (наведені тіні від нестационарно розташованих предметів поза областю формування зображення);
- випадкове освітлення не пов'язане з об'єктом (наведені відблиски і відбиття від нестационарно розташованих предметів, що знаходяться поза областю формування зображення об'єкта);
- випадкові режими експлуатації – разові, аварійні, неординарні;
- помилки фіксації в документації змін режимів експлуатації;
- випадкові втрати даних стосовно спостереження;
- первинний прояв раніше невизначеного фактору.

**Висновок 1.** Таким чином, особливості алгоритму візуалізації дефектів ОБ на основі зображень оптичного діапазону ґрунтуються на:

– внутрішніх чинниках – представленні ОБ як об'єктів, яким властиві певні дефекти;

– зовнішніх чинниках – представленні ОБ як об'єктів, що експлуатуються в певній множині середовищ і в заданому різноманітті режимів навантажень;

– механізми візуалізації – дослідженні різноманіття функцій наявності дефектів представлених зображеннями корозійного матеріалу і об'єктів, що вивчаються в процесі корозійного утворення дефектів.

– адаптивності алгоритму візуалізації виявлення в динаміці невизначених раніше чинників і на основі їх прояву дефектів реалізується за схемою: поточний стан спостереження об'єкта з відніманням результатів стану, що раніше спостерігався, апроксимованого на даний момент часу з урахуванням динаміки умов та середовища експлуатації без урахування прояву випадкових факторів визначає прояв не виявлених раніше факторів.

**Визначення 4.** Комплекс перетворень, що забезпечує вирішення конкретної задачі розпізнання зображення, утворює траєкторію розв'язків задачі.

**Властивість 4.** Формування траєкторії в деякому розумінні аналогічно етапу навчання або налаштування алгоритму на завдання в класичному її варіанті. Синтез траєкторії вирішення нової задачі зводиться до задачі вибору оптимальної траєкторії з множини можливих траєкторій, поставлених у відповідність деякому класу еквівалентності (принаймні після того, як клас еквівалентності для спостережуваного зображення відновлений).

**Властивість 5.** Іншим варіантом цього завдання є задача відновлення траєкторії за її фрагментами, поставленими у відповідність деяким типам описів, представлень та їх перетворень. Ця задача може виникати у зв'язку з проблемою ефективного використання наявного об'єму знань на етапі логічної фільтрації.

За даними, що характеризують експлуатаційні дії ОБ, що викликали необхідність проведення обстеження, встановлюється характер зовнішнього впливу на конструкції, дані про довкілля, дефекти, що проявилися, ушкодження та інше. На основі аналізу інформаційних властивостей зображень, залежно від їх інформаційних характеристик для розпізнавання, враховуючи синтаксичну і семантичну (дескриптивну) інформацію про зображення, здійснюється вибір перетворень.

Візуалізація і класифікація дефектів ОБ на основі зображень оптичного діапазону на першому етапі містить:

– аналіз технічної і ремонтної документації, результатів обстеження з використанням різних методів контролю;

– аналіз режиму експлуатації елементів ОБ і визначення експлуатаційних характеристик розрахунково-експериментальним шляхом;

– аналіз характеристик дефектів будівельних машин, устаткування і споруд з урахуванням тимчасового коригування за даними технічного діагностування середовища експлуатації;

– аналіз застосовності відповідних механізмів накопичення дефектів ОБ.

На основі отриманих даних визначається:

– тип зображення;

– тип модельного представлення зображення;

– область зображення;

– тип об'єкта;

– тип середовища експлуатації;

– тип режимів функціонування;

– тип раніше виявлених дефектів.

Для відображення багатоаспектної інформації, представленої на зображенні, використовують графі – дерева, вершини яких є дескрипторами і відбивають властивості зображення, ребра – співвідношення між дескрипторами і будь-який елемент дерева може мати тільки єдиного «батька». Надалі такі дерева використовуватимуться як представлення обґрунтованого вибору ознакової моделі зображень для дослідження.

## Список літератури

1. *Обнаружение поверхностных трещин оптическим сканированием // Испытательные приборы и стенды: Экспресс-информация.-1988, N 14(59). – С.1-8.*

2. *Прэтт У. Цифровая обработка изображений. / Прэтт У.; пер. с англ., в 2-х кн. –М.: Мир, 1982., Ч. 1. – 310 с.; ч.2. – 790 с.*

3. *Горда О.В. Фільтрація зображень дефекту типу «тріщина» в оптичному діапазоні web-камер //Техніка будівництва – 2009, №21– С.134-138.*

4. *Горда О.В. Локалізація дефекту типу «тріщина» на решітчастих, фрактальних та орнаментальних 2-d структурах //Управління розвитком складних систем – 2010, Вип. 3 – С.75-80.*

*Стаття надійшла до редколегії 12.05.2012*

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.О. Плоский, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.