

## ВІДГУК

Офіційного опонента доктора технічних наук, доцента  
Бичкова Олексія Сергійовича  
на дисертаційну роботу  
Гребенюка Віктора Вікторовича на тему:  
«МЕТОДИКА КОМП'ЮТЕРНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ  
ДАНИХ НА ОСНОВІ НЕРЕФЕРЕНТНИХ МЕТОДІВ»,  
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія

### Актуальність теми дисертації

В роботі показано, що для забезпечення аналізу якості мультимедійних даних, кількість яких невинно росте, під час створення, обробки, передачі та відтворення залучати людину є недоцільним. А специфіка контенту унеможливорює порівнювати їх з певним еталоном у зв'язку відсутності такого. Тому виникає необхідність застосовувати нерелативні методи оцінки якості зображень та відео.

Показано, що існуючі алгоритми та методи, які оцінюють якість зображень є важливим етапом обробки зображень в різних галузях науки: від створення розважального контенту до обробки медичних рентгенівських знімків та сканів комп'ютерних томографів, як в сукупності з іншими методами на кшталт виділення границь, так і у вигляді самостійного інструменту для контролю якості отриманого відеопотоку під час прямої трансляції різноманітних подій. Існуючі методи не є ефективними та не дають достовірні результати під час аналізу та оцінки різного роду артефактів, а їхні метрики не можуть бути порівняними між собою. Більш того, не існує методів виявлення артефактів типу подвоєння на зображеннях та кадрах відео. Це доводить, що забезпечення достовірності, повторюваності та можливості порівняння метрик є актуальним і значущим.

### Загальна характеристика дисертаційної роботи

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і завдання дослідження, визначено об'єкт, предмет, методи дослідження, визначено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, представлено загальну характеристику роботи, структуру та обсяг дисертації.

В першому розділі показано, що одним з етапом цифрової обробки мультимедійних даних є саме оцінка їх якості, пошук та аналіз видів



артефактів, що використовується у процесах фільтрації, відновлення та очищення зображень від різного роду артефактів. Залучення людини до цього процесу є економічно недоцільним через високу вартість та низьку швидкодію, а суб'єктивне ставлення до побачених кадрів може негативно вплинути на достовірність отриманих результатів.

Досліджено, що існуючі види та типи методів та алгоритмів пошуку та аналізу артефактів стиснення та подвоєння на зображеннях та кадрах відео, як референтні та гібридні так і нереферентні. Застосування референтних методів не завжди є можливим, адже є більшість сучасного контенту не має, та й в принципі не може мати, еталонного джерела для порівняння. Порівняно результати роботи різних видів методів для аналізу та оцінки артефактів стиснення та подвоєння на однакових кадрах відео, що дозволило скласти враження про доцільність чи недоцільність використання кожного з методів для оцінки артефактів на зображеннях та кадрах відео.

Проведено огляд способів розрахунку фінальної оцінки якості відео та продемонстровані недоліки таких підходів. Запропоновані приклади тестових зображень та відео для проведення досліджень в рамках дисертаційної роботи. Запропоновано і проаналізовано методи та інструменти вирішення поставлених завдань, оцінено ступінь спрацьованості теми дослідження, виділені невирішені або недостатньо опрацьовані напрямки, обґрунтована структура дисертаційної роботи.

**У другому розділі** обґрунтовано важливість виявлення, аналізу та оцінки артефактів стиснення на зображеннях та кадрах відео. Доведено, що існуючий метод NPBM має недоліки та обґрунтовано способи їх усунення.

Удосконалено метод пошуку та оцінки артефактів стиснення на зображеннях, який відрізняється від існуючих застосуванням процедури пошуку блочності на етапі поєднання перцептивної та піксельної мір, що дозволяє краще провести оцінку артефактів стиснення на зображеннях.

Розроблено методику нереферентної оцінки якості зображень, яка ґрунтується на розрахунку метрик, що відбувається шляхом статистичного аналізу яскравостей пікселів за окремими кольоровими каналами на основі розрахунку коефіцієнту варіації та розмірів прямолінійних ділянок однакової інтенсивності за геометричними розмірами напівтонового зображення, а також за окремими каналами кольоровості.

**Третій розділ** присвячено розробці методик та методів виявлення та оцінки артефактів типу подвоєння на зображеннях та кадрах відео. Вперше розроблено метод виявлення артефактів подвоєння на зображеннях та кадрах відео, основою якого є застосування методів детекторів границь Canny та Prewitt, що дозволяє виявити та оцінити величину подвоєння об'єкту на



зображені та величину і напрямок змазу отриманого внаслідок фільмування швидкоплинного об'єкту з великою витримкою.

Розроблено методику розрахунку загальної оцінки якості відеопослідовності, яка ґрунтується на аналізі трьох величин: середньому значенні оцінок всіх кадрів відео, середньому значенні 10% найгірших оцінок та середньому значенні 1% найгірших оцінок, що дозволяє за допомогою однієї метрики оцінити якість всього відео, а не окремої його частини.

Це дозволило проаналізувати не тільки загальну оцінку всього відео, а також виявити наявність чи відсутність невеликого відсотку кадрів з низькою оцінкою якості, що раніше було неможливо зробити оперуючи тільки однією середньою величиною.

**Висновки** дисертаційної роботи підкреслюють наукову новизну та практичну цінність досліджень.

Список використаних джерел та посилань на них у текст дисертації свідчить, що під час роботи було проаналізовано всі сучасні результати наукових досліджень провідних вчених світу.

Теоретичні та практичні результати дисертаційної роботи досконально висвітлені в публікаціях фахових наукових журналів та науково-технічних міжнародних конференціях.

### **Наукова новизна дисертаційної роботи**

**Метою дисертаційної роботи** є підвищення достовірності нереперентних методів оцінки якості мультимедійних даних.

Для досягнення поставленої мети в дисертаційній роботі вирішується наступні **задачі**:

1. Порівняльний аналіз існуючих методик, алгоритмів та метрик об'єктивної та суб'єктивної оцінки мультимедійних даних.
2. Вдосконалення методу нереперентної оцінки якості зображень на основі існуючого алгоритму NPBM.
3. Розробка методу оцінки артефактів стиснення, що базується на властивостях артефактів.
4. Розробка методу оцінки артефактів стиснення із залученням статистичних методів обробки даних.
5. Розробка методу виявлення та оцінки артефактів подвоєння на зображеннях.
6. Розробка методики розрахунку загальної оцінки якості відео файлу.

7. Експериментальне підтвердження ефективності методів і засобів пошуку, аналізу та оцінки артефактів на зображеннях та кадрах відео.

**Об'єктом дослідження** є процес забезпечення якості мультимедійних даних в процесі створення, обробки, передачі чи відтворення.

**Предметом дослідження** є методи комп'ютерної оцінки якості мультимедійних даних на основі нерелативних методів.

### **Методи досліджень, використані в дисертаційній роботі**

Для досягнення поставлених в дисертаційній роботі задач використані методи цифрової обробки зображень, методи теорії ймовірності та математичної статистики, чисельні методи та методи оптимізації, методи математичного моделювання, методи програмування на мовах високого рівня C# та MATLAB

### **Обґрунтованість та достовірність наукових результатів, висновків та рекомендацій**

Обґрунтованість та достовірність наукових результатів, висновків та рекомендацій, викладених в дисертаційній роботі Гребенюка В.В. впливають з подальшого:

1. Теоретичні дослідження досягаються ретельним багатостороннім системним аналізом реально існуючих процесів у галузі інформаційних технологій взагалі та в об'єкті дослідження зокрема;

2. Отримані теоретичні матеріали добре узгоджуються з відомими фактами, не суперечать теорії;

3. Матеріали дисертації доповідались і обговорювались на міжнародних науково-технічних конференціях та семінарах.

### **Зауваження до дисертації**

1. В роботі недостатню увагу приділено висвітленню існуючих проблем фільтрації та відновленні відео та аналізу існуючих розробок із зазначеної тематики.

2. В першому розділі не наведено результатів тестування функції SSIM для групи відповідних кадрів.

3. В другому розділі не достатньо обґрунтовано оцінку впливу нелінійності суб'єктивного сприйняття блочності людським оком.

4. В третьому розділі доцільно було б визначити вплив куту нахилу прямої між центрами описаних навколо го виділених границь об'єктів на метрику оцінок артефактів подвоєння на зображеннях та кадрах відео.



5. В третьому розділі не пояснено, чому саме необхідно виключити для подальших досліджень декілька фрагментів з тестового відео.

6. Дисертаційна робота містить невелику кількість пунктуаційних та стилістичних помилок.

Відзначені зауваження не впливають на загальну, безперечно, позитивну оцінку дисертаційної роботи, оскільки робота має завершеність, а одержані наукові результати доцільні до впровадження в комп'ютерних мережах України.

### Висновки

За актуальністю, науковою новизною і практичною цінністю дисертаційна робота Гребенюка В.В. є завершеним самостійним науковим дослідженням і відповідає вимогам Порядку присудження наукових ступенів, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567, Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 06 березня 2019 року № 167, а її автор Гребенюк Віктор Вікторович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія.

Офіційний опонент,  
доктор технічних наук, доцент  
Київський національний університет  
імені Тараса Шевченка,  
Факультет інформаційних технологій,  
Завідувач кафедри програмних систем і технологій

**О.С. Бичков**

