

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Шемчук Василь В'ячеславович

УДК 654:12

Оцінювання якості зображень у телекомунікаційних системах

8.05090103 – Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль

2017

Роботу виконано на кафедрі радіотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент,
декан факультету прикладних інформаційних технологій
та електроінженерії
Яськів Володимир Іванович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри біотехнічних систем
Дедів Леонід Євгенович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 26 лютого 2017 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №26 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 28, навчальний корпус №9, ауд. 9-612.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми: Сучасний етап становлення цифрових телекомунікаційних систем в Україні і світі характеризується швидким розвитком комунікаційних технологій. Постійне розширення можливостей мереж зв'язку, особливо мобільного і супутникового, впровадження нових інформаційних послуг сприяють значному зростанню об'єму даних, що передаються каналами зв'язку. За прогнозами компанії Cisco світовий трафік за період 2014-2018 рр. повинен збільшитися приблизно в 3 рази. Ці тенденції розвитку сприяють поширенню цифрових зображень в системах телекомунікацій і моніторингу, завдань дистанційного зондування поверхні Землі, астрономії, медицини, правоохоронної діяльності, промисловості, що забезпечують рішення.

Неухильне зростання вимог до якості інформації, що надається, викликає необхідність вдосконалення засобів телекомунікацій, що містять облаштування формування перетворення, передачі і прийому інформації. Це призводить не лише до роботи по збільшенню надійності і швидкодії використовуваного устаткування, каналів зв'язку, оптимізації навантаження, але і до постійного ускладнення завдань обробки сигналів, у тому числі зображень. Сучасні системи обробки забезпечують стискування на супутнику LandSat - 8 багатоканальних зображень розміром близько 2 Гб для подальшої передачі каналами зв'язку з обмеженою пропускною спроможністю, обробку і поширення телекомунікаційними мережами більше 1,8 млрд. зображень щоденні. А високі вимоги, що пред'являються до зображень, викликають необхідність оцінки якості зображень на етапі формування, передачі, стискування, відновлення і поліпшення зображень.

Основною проблемою існуючих метрик якості є їх недостатня відповідність візуальному сприйняттю людини. Не лише кількісні показники(середньоквадратична погрішність, звичайне і пікове відношення сигнал-шум), але і сучасні метрики візуальної якості зображень не забезпечують необхідної точності відносно суб'єктивних оцінок. Причиною цього є фрагментарність психофізіологічних знань і відсутність математичних моделей, які повною мірою враховують вивчені особливості СВВЛ. З цієї причини існує необхідність визначення точності метрик якості, для чого використовують спеціальні бази тестових зображень(БТЗ). У них за результатами суб'єктивних експериментів для усіх тестових зображень формують усереднені експертні оцінки(mean opinion score, MOS), а точність метрик визначається обчисленням коефіцієнта кореляції між значень метрик і MOS. На даний момент існує десятки різних БТЗ, найбільш поширеними з яких є TID2016, LIVE Database, Toyama, CSIQ та ін. Але унаслідок обмежень по кількості тестових зображень, врахованих спотворень і проведених суб'єктивних експериментів БТЗ вносять свою помилку в оцінки точності метрик, ускладнюючи процес їх розробки.

Вказані недоліки викликають необхідність дослідження СВВЛ, удосконалення її моделей, методів оцінки візуальної якості зображень і баз тестових зображень як інструментів верифікації метрик.

Мета і завдання дослідження. Мета виконаних в магістерській роботі досліджень полягає в підвищенні точності методів оцінки візуальної якості цифрових зображень в системах і засобах телекомунікацій.

Відповідно до поставленої мети в магістерській роботі сформульовані наступні завдання:

- аналіз існуючих математичних моделей СВВЛ, метрик візуального якості зображень і баз тестових зображень, виявлення їх недоліків;
- удосконалення методів верифікації метрик візуальної якості за наявності і відсутності еталону за допомогою спеціальних баз тестових зображень;
- удосконалення існуючих математичних моделей і облік нових особливостей системи візуального сприйняття людини;

Об'єкт досліджень - цифрові зображення оптичного діапазону, використовувані в системах і засобах телекомунікацій.

Предметом досліджень є методи оцінки візуальної якості зображень, які використовуються в телекомунікаційних системах.

Методи досліджень :

- кореляційний аналіз, що дозволяє оцінити міру відповідності значень метрик візуальної якості і усереднених оцінок якості зображень, отриманих за результатами проведення суб'єктивних експериментів;
- комп'ютерне моделювання, за допомогою якого було реалізовані методи комбінування метрик візуальної якості зображень на основі самонавчальних алгоритмів кластеризації і нейронних мереж;

Наукова новизна отриманих результатів :

1. Подальший розвиток отримав метод верифікації метрик візуальної якості зображень за наявності еталону, ґрунтований на використанні спеціальних баз тестових зображень, такий, що відрізняється розробленою математичною моделлю процесу проходження учасниками суб'єктивних експериментів, обліком більшої кількості типів спотворень і їх рівнів інтенсивності, що дозволило підвищити репрезентативність баз тестових зображень і точність верифікації метрик.

2. Вдосконалений метод оцінювання візуальної якості зображень за наявності еталону, що враховує особливості системи візуального сприйняття людини, відрізняється оптимізованою функцією чутливості контрасту, обліком ефекту маскування ділянок зображення, чутливості до змін яскравості, контрасту і кольору, що дозволило підвищити точність оцінювання візуальної якості зображень.

Апробація результатів роботи. Викладені в роботі результати доповідалися і обговорювалися на міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів, (Тернопіль, 17–18 листоп. 2016.)

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 113 сторінках, списку використаних джерел з 22 назв на 3 сторінках, додатків на 3 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 116 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі Сучасний етап становлення цифрових телекомунікаційних систем в Україні і світі характеризується швидким розвитком комунікаційних технологій.

У першому розділі Цей розділ присвячений аналізу проблеми цифрової обробки зображень з урахуванням особливостей зору людини. У підрозділі 1.1 розглянуті основні чинники, що призводять до спотворень цифрових зображень в телекомунікаційних системах. Їх дія на візуальне сприйняття відрізняється, тому в підрозділі 1.2 розглянуті основні етапи перетворення і обробки реєстрованого оком зображення в системі візуального сприйняття людини, проведений аналіз їх математичних моделей. Метрики візуальної якості зображень, що використовують ці моделі, розглянуті в підрозділі 1.3. У підрозділі 1.4 розглянутий метод верифікації метрик візуальної якості, проведений аналіз існуючих баз тестових зображень і оцінена відповідність метрик якості візуальному сприйняттю людини.

У другому розділі Метрики візуальної якості зображень за наявності еталону Більшість існуючих метрик візуальної якості зображень відносяться до класу метрик за наявності еталону. Залежно від використовуваних математичних моделей і відповідності візуальному сприйняттю людини.

Найбільш поширеними з математичних є метрики візуальної якості за наявності еталону, ґрунтовані на визначенні відмінності значень пікселів зображень: середня абсолютна помилка, середньоквадратична помилка (СКП, англ. mean square error, MSE), співвідношення сигнал-шум, пікове співвідношення сигнал-шум (ПССШ, англ. peak signal - to - noise ratio, PSNR)

У третьому розділі Розвиток і поширення систем формування зображень, розширення прикладних завдань ЦОЗ вимагають постійного вдосконалення використовуваних методів обробки. Необхідність отримання кількісного показника візуальної якості формованих зображень, вдосконалення методів обробки зображень, аналізу їх точності з урахуванням особливостей візуального сприйняття людини сприяли розвитку метрик візуальної якості зображень.

МВКЯ застосовують для отримання кількісних показників візуальної якості зображення, враховуючи особливості системи візуального сприйняття людини, неоднакову чутливість до різних характеристик спотворень і зображень. І основною вимогою, що пред'являється метрикам, є забезпечення високої точності математичних моделей СВВЛ.

У четвертому розділі Розробка математичної моделі проведення суб'єктивних експериментів і оцінка точності бази даних TID2016

Забезпечення високої точності оцінювання зображень метриками візуальної якості вимагає використання при верифікації інструментів, погрішність яких значно нижча, ніж у самих метрик. Значення метрик на фіксованому наборі зображень порівнюються з оцінками MOS, тому забезпечення високої точності суб'єктивних оцінок є основною вимогою до баз тестових зображень.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» При проектуванні та моделюванні роботи на основі певних апріорних даних необхідних для кількісного

обчислення. Середовище Matlab як потужний науковий калькулятор та основні його функції.

У шостому розділі У розділі на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 33489,24 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 від максимального числа 1, а рекомендації по результатам виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто безпеку людини вплив електромагнітних коливань на біооб'єкт

Джерелами електромагнітних полів (ЕМП) є: атмосферна електрика, радіовипромінювання, електричні і магнітні поля Землі, штучні джерела (пристрої ТВЧ, радіомовлення і телебачення, радіолокація, радіонавігація й ін.). Джерелами випромінювання електромагнітної енергії є могутні телевізійні і радіомовні станції, промислові установки високочастотного нагрівання, а також багато вимірювальних, лабораторних приладів.

У восьмому розділі «Екологія» розглянуто питання глобальні та регіональні екологічні чинники і сучасні екологічні проблеми, зважено на зростання потреб суспільства у використанні природних ресурсів охорона навколишнього середовища.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі вибрані методики проведення суб'єктивних експериментів була побудована математична модель процесу проходження учасниками суб'єктивних експериментів. Для неї були визначені ряд параметрів, зокрема вірогідність випадкового натиснення на одно із зображень і середньоквадратичне відхилення ухвалення рішень. Проведення віртуальних експериментів і моделювання процесу верифікації метрик дозволили визначити, що для забезпечення високої точності верифікації (на рівні 0,993 по кореляції Спирмена) між істинними оцінками якості і усередненими результатами експерименту, потрібне проведення 30 результатів для кожного тестового зображення. Подальше збільшення кількості дає незначний приріст - на 0,002 при проведенні 50 експериментів. Забезпечення ідентичних умов при проведенні експериментів (зменшення дисперсії суб'єктивних оцінок) також підвищує точність верифікації метрик. Зменшення СКП суб'єктивного оцінювання з 0,75 до 0,5 рівнозначно збільшенню кількості експериментів з 30 до 50. А обчислення кореляції між MOS і значеннями метрик рекомендується проводити окремо по еталонах з подальшим усереднюванням.

Отримані результати підтвердили можливість проведення експериментів окремо по еталонних зображеннях і подальше збільшення БТЗ. Тому були проведені дослідження по додаванню спотворень, раніше не врахованих в TID2016. Так, ця БТЗ, як і інші, не містить сигнально-залежних типів спотворень.

Було проведено моделювання аддитивного, мультиплікативного і пуассоновського шуму, отримані оцінки MOS. Подальша верифікація показала, що існуючі метрики не враховують такий тип перешкод, їх значення не залежать від типу спотворень. Також в TID2016 недостатньо колірних спотворень.

ПЕРЕЛІК ПРАЦЬ

1. Шемчук В.В. Оцінювання якості зображень у телекомунікаційних системах / В.В.Шемчук, І.Ю.Дедів, О.Р.Соломка // Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 17–18 листоп. 2016.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2016. – 27.

АНОТАЦІЯ

Шемчук В.В. Оцінювання якості зображень у телекомунікаційних системах. Дипломна робота магістра за спеціальністю 8.05090103 – Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси, Тернопільський національний технічний університети імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2017.

Дипломна роботу магістра полягає в підвищенні точності методів оцінки візуальної якості цифрових зображень в системах і засобах телекомунікацій.. Проаналізовано способи оцінки якості зображень у телекомунікаційних системах. Обґрунтовано спосіб покращення характеристик якості зображень.

Ключові слова: Верифікація, метрик, еталон, кодування, декодування

SUMMARY

Shemchuk V. Evaluation of image quality in telecommunication systems. Master's Thesis in the specialty 8.05090103 - electronic devices, systems and complexes, Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ternopil, 2017.

Master's thesis is to improve the accuracy of methods for assessing visual quality of digital imaging systems and telecommunications .. The ways of assessing the quality of images in telecommunication systems. Grounded way to improve performance picture quality.

Keywords: Verification, metrics, standard, encoding, decoding.