

Серденко Т. В.,
старший викладач кафедри комп'ютерної математики та
інформаційної безпеки,
ДВНЗ «КНЕУ імені Вадима Гетьмана»

Serdenko T. V.,
Senior Lecturer of the Computer Mathematics and
Information Security Department,
SHEI KNEU named after V. Hetman

ВЕЙВЛЕТ АНАЛІЗ У ГАЛУЗІ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ

WAVELET ANALYSIS IN THE FIELD OF INFORMATION PROTECTION

Анотація. У статті наведено огляд сучасних методів захисту інформації, для реалізації яких використовується вейвлет-перетворення сигналів. Основна область застосування вейвлетних перетворень — аналіз та обробка сигналів, нестационарних у часі або неоднорідних у просторі, коли результат аналізу повинен містити не лише загальну частотну характеристику сигналу, але й відомості про певні локальні координати, на яких проявляються ті чи інші групи частотних складових, або на яких відбуваються їх швидкі зміни. Проаналізовано перспективи використання методів вейвлет-аналізу для захисту зображень шляхом вбудовування водяних знаків у зображення та для захисту передавання мовної інформації, так як саме мовна інформація часто містить персональні дані людини, інформацію про особисте життя людини, тобто таку інформацію, яка не підлягає широкому розголосу, а іноді і секретні дані стосовно фінансової чи виробничої діяльності організацій. На сьогодні існує кілька методів захисту передавання інформації. Поряд з методами цифрової обробки застосовуються аналогові методи, але аналогові методи захисту інформації забезпечують менший ступінь захисту, ніж цифрові. Стоїть задача вирішити питання оптимального захисту інформації у каналах зв'язку найбільш простими та швидкими методами. Вейвлет-аналіз є перспективним напрямом обробки сигналів, так як має ряд переваг перед іншими методами, зокрема перед перетворенням Фур'є. Можна виділити подальші перспективні напрямки досліджень, а саме розробку більш досконалих алгоритмів захисту інформації за допомогою вейвлет-перетворень, створення вейвлет-фільтрів, які найточніше відповідають поставленій задачі, тестування різних типів вейвлетів для різних задач, так як різні види вейвлетів дозволяють виявити різні особливості сигналів, тому підбір найкращого алгоритму носить децю суб'єктивний характер. Необхідно провести порівняльний аналіз різних вейвлетів для однієї задачі та вибрати той вейвлет, який найбільше підходить для вирішення конкретної задачі.

Ключові слова: вейвлет-перетворення; вейвлет-фільтр; захист інформації; мовні сигнали; стеганографія; цифровий сигнал; цифрові водяні знаки.

Abstract. This article provides an overview of modern methods of information protection, for the implementation of which wavelet signal conversion is used.

The main area of application of wavelet transforms is the analysis and processing of signals that are nonstationary in time or inhomogeneous in space, when the result of the analysis must contain not only the general frequency response of the signal, but also information about certain local coordinates on which certain groups of frequency components appear or their rapid changes take place. Prospects for the use of wavelet analysis methods to protect images by embedding watermarks in images and to protect the transmission of speech information, because of speech information often contains personal data, personal information about human life, i.e., information that is not subject to wide publicity, and sometimes contains classified information about the financial or production activities of organizations. Today, there are several methods to protect the transmission of information. Along with digital processing methods, analog methods are used, but analog methods of information protection provide a lower degree of protection than digital. The task is to solve the problem of optimal protection of information in communication channels by the simplest and fastest methods. Wavelet analysis is a promising area of signal processing, as it has a number of advantages over other methods, including Fourier transform. We can identify further promising areas of research, namely the development of more advanced algorithms for protecting information using wavelet transforms, creating wavelet filters that best meet the problem, testing different types of wavelets for different tasks, because of using different types of wavelets allows to detect different features of the signals, so the selection of the best algorithm is subjective. It is necessary to conduct a comparative analysis of different wavelets for one task and choose the wavelet that is most suitable for a particular problem.

Keywords: wavelet transform; wavelet filter; information protection; speech signals; steganography; digital signal; digital watermarks.

Вступ. Вейвлет-аналіз є перспективним напрямом цифрової обробки сигналів. На даний час вейвлети широко використовують для фільтрації та попередньої обробки цифрової інформації, стиснення та обробки зображень, розпізнавання образів, аналізу медичних сигналів (зокрема ЕКГ), аналізу стану та прогнозування ситуації на фондових ринках, при вивченні нейромереж і в багатьох інших випадках [1-5].

Постановка проблеми. На сьогодні вейвлет-аналіз використовується для захисту цифрової інформації, але цей метод має як ряд переваг, так і певні недоліки та обмеження.

Метою статті є огляд існуючих напрямків використання вейвлет-перетворень з метою захисту інформації. Розглянуто основні напрямки використання вейвлет-перетворень у галузі захисту інформації, проаналізовано їх переваги та недоліки. Окреслено подальші перспективні напрямки дослідження для вирішення існуючих проблем.

Виклад основного матеріалу. Вейвлет-аналіз виник у середині 80-х років ХХ століття на потребу вирішення прикладних задач. Так, неперервний вейвлет-аналіз виник у результаті необхідності аналізу сейсмічних коливань з більшою чутливістю, ніж це міг забезпечити аналіз за допомогою перетворень Фур'є.

Перша згадка про вейвлети з'явилась у джерелах про цифрову обробку та аналіз сейсмічних сигналів. Аналіз сигналів за допомогою вейвлетів дозволяє виявляти присутність у них певних стрибків і неоднорідностей. Основна область застосування вейвлетних перетворень — аналіз та обробка сигналів і функцій, нестационарних у часі або неоднорідних у просторі, коли результат аналізу повинен містити не лише загальну частотну характеристику сигналу, але й відомості про певні локальні координати, на яких проявляються ті чи інші групи частотних складових, або на яких відбуваються швидкі зміни частотних складових сигналу.

Слово «wavelet» у перекладі з англійської означає «маленька хвиля» (така назва пояснюється формою функції, яка використовується у вейвлет-аналізі). Цей термін ввели у своїй статті 1984 року Морлет і Гросман.

Вейвлети мають вигляд коротких хвильових пакетів з нульовим інтегральним значенням, локалізованих по осі аргументів (незалежних змінних), інваріантних до зсуву та лінійних до операції масштабування (стиснення-розтягнення).

Вейвлетні базиси можуть бути добре локалізованими як по частоті, так і по часу. При виділенні в сигналах добре локалізованих різномасштабних процесів можна розглядати тільки ті масштабні рівні розкладу, які становлять інтерес для конкретної задачі. Вейвлетні базиси, на відміну від перетворення Фур'є, мають досить багато різних базових функцій, властивості яких орієнтовані на вирішення різних задач. Недоліком вейвлетних перетворень є їх відносна складність.

На сучасному етапі можна виділити кілька типів задач, для розв'язання яких використовується вейвлет-аналіз.

Багатомасштабний аналіз полягає у тому, щоб розглянути сигнал з різним наближенням. Шляхом послідовного поглиблення та уточнення сигналу виявляються його локальні особливості, це можуть бути характерні деталі зображення чи наголос при аналізі аудіо сигналів. Можна прослідкувати динаміку зміни сигналу залежно від масштабу.

Ортогональне вейвлет-перетворення полягає у тому, щоб масштабувати вейвлет у кілька разів і зміщувати його в часі на фіксовані відстані залежно від масштабу, при цьому всі зсуви одного масштабу повинні бути попарно ортогональні. Результатом таких послідовних кроків буде результат з заданою деталізацією сигналу та набір деталей у різних масштабах, що дозволяє збільшувати суттєві деталі чи відкидати несуттєві.

Розглянемо детальніше перспективні напрямки використання вейвлет-перетворень.

1. Обробка зображень. Вейвлет-перетворення використовується для стиснення зображень, при цьому можна виділити чи приховати деякі деталі зображень, збільшити чи зменшити зображення, підвищити його якість.

2. Обробка експериментальних даних. Використання вейвлет-перетворень дозволяє очистити вихідні дані від шумів та випадкових спотворень, виявити особливості даних для визначення подальшого напрямку їх обробки та аналізу. Вейвлети добре підходять для аналізу нестационарних сигналів, а саме медичних процесів і процесів на фондових ринках.

3. Стиснення даних за допомогою вейвлет-перетворення не вносить надмірності у вихідні дані, його перевагою є те, що сигнал може бути повністю відновлений за допомогою тих самих фільтрів.

4. Системи передачі даних і цифрової обробки сигналів. Вейвлет-перетворення має ряд переваг перед перетворенням Фур'є, тому може замінити його в традиційних сферах застосування.

Окремої уваги заслуговують два напрямки використання вейвлет-перетворень у галузі захисту інформації, яким присвячено найбільша кількість досліджень: вбудовування цифрових водяних знаків для стеганографічних систем передавання даних і захист передавання мовної інформації.

Вбудовування цифрових водяних знаків є одним з найефективніших засобів захисту інтелектуальної власності. Найпоширенішими методами приховування водяних знаків на даному етапі є методи вейвлет-перетворення. Ці методи не вносять значних спотворень у зображення, мають достатню пропускну здатність і є стійкими до навмисних атак і викривлення у каналах зв'язку.

У роботі [6] за допомогою вейвлетів Добеші розроблено алгоритм приховування цифрових водяних знаків у гладких областях зображення, як результат отримано стегозображення високої якості. Проаналізовано вплив рівнів розкладання контейнера зображення на якість приховування цифрових водяних знаків, визначено можливості застосування різних типів вейвлет-перетворень у стеганографії. У роботі [7] виконано порівняльний аналіз різних вейвлетів, досліджено їх характеристики при різних коефіцієнтах вбудовування та вбудовування у різні області перетворення для методів прихованого передавання даних на основі вейвлетів.

Мовна інформація є одним з основних джерел отримання інформації про особисте життя людини, фінансової, адміністративної

або виробничої діяльності організації, тобто відомостей, що не підлягають широкому розголосу, а іноді і зовсім секретних. Тому захист мовної інформації є дуже актуальним питанням. Під захистом передачі мовної інформації можна розуміти як приховування самого факту передавання інформації каналами зв'язку, так і передавання мовного сигналу у зашифрованому вигляді.

На сьогодні існує кілька відомих методів захисту мовної інформації, що передається: часові та частотні перетворення, накладання захисного шуму, використання динамічного хаосу, криптографічні методи.

У роботі [8] запропоновано використовувати цифрові вейвлет-фільтри для побудови системи захищеної передачі мовної інформації. Такі алгоритми можуть бути ефективними також для передавання інших типів даних, вони можуть бути застосовані при проведенні відеоконференцій і при передаванні мультимедійної інформації. Проведено оцінку криптостійкості алгоритму. Перевагою описаного алгоритму є приховування факту передачі інформації у каналі, що працює. Недоліком цього методу є те, що для збереження якості мовної інформації потрібно збільшити швидкість передавання інформації у каналі у два рази. Метод не потребує синхронізації і стійкий до часових затримок.

Висновки. Не зважаючи на те, що математичний апарат вейвлет-аналізу добре вивчений, розроблено програмне забезпечення для реалізації вейвлет-перетворень (реалізація таких алгоритмів передбачена у Matchad, Matlab, Mathematica), вейвлети залишають широкий простір для подальших досліджень. У великій мірі результат аналізу залежить від вибору вейвлету, потрібно підібрати певний вид вейвлетної функції для реалізації конкретної задачі.

Найбільший інтерес на даний час становлять кілька напрямів захисту інформації на основі вейвлет-перетворень, а саме вбудовування водяних знаків і захист мовної інформації. Розроблено алгоритми, які мають певні переваги і недоліки, проте роботи у цьому напрямку продовжується, тестуються нові типи вейвлетних функцій і підбираються найдосконаліші алгоритми.

Бібліографічні посилання

1. Daubechies I. Ten Lectures on Wavelets / I. Daubechies. — Philadelphia: SIAM, 1992. — 357 s.
2. Mallat S. A Theory for Multiresolution Signal Decomposition: The Wavelet Representation / S. Mallat // IEEE Pattern Anal. and Machine Intell. — 1989. — № 11. — S. 674–693.
3. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. М.: Мир, 2005.

4. Чуи Ч. Введение в вейвлеты. М.: Мир, 2001.
5. Воробьев В.И., Грибунин В.Г. Теория и практика вейвлет-преобразования. ВУС, 1999.
6. Лагун А. Використання вейвлет-перетворення для приховування інформації в нерухомих зображеннях / А. Лагун, І. Лагун // Захист інформації і безпека інформаційних систем. — Л. — 2013. — С. 98–99.
7. Астраханцев А.А., Вовк О.О. Аналіз ефективності застосування вейвлет-перетворення в стенографічних системах передавання даних // Вісник Національного університету Львівська політехніка. Інформаційні системи та мережі. — 2015. — Т.832. — С.9–17.
8. Новоселов С.А., Савватин А.И. Использование согласованных вейвлет-фильтров в задаче защиты речевой информации // Докл. 12-й междунар. конф. «Цифровая обработка сигналов и ее применение». М., 2010. Т.2. С.209–211.

Статтю подано до редакції 03.11.2020

УДК 629.7.01:629.7.083(045)

DOI 10.33111/mise.100.13

Шевчук Д. О., д.т.н., с.н.с.,
завідувач кафедри організації авіаційних перевезень,
Мединський Д. В.,
аспірант кафедри організації авіаційних перевезень,
Маляренко Д. Л.,
аспірантка кафедри організації авіаційних перевезень,
Національний авіаційний університет

Shevchuk D. O., Dr. of Engineering Sciences, Senior Research Officer,
Head of the Air Transportation Management Department
Medynskiy D. V.,
Postgraduate at the Department of Air Transportation
Management Department,
Maliarenko D. L.,
Postgraduate at the Department of Air Transportation
Management Department
National aviation university

АРХІТЕКТУРА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ АВІАЦІЙНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ, ЩО ФУНКЦІОНУЄ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

ARCHITECTURE OF AN INTELLIGENT AVIATION TRANSPORT SYSTEM THAT OPERATES UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY

Анотація. Існуюча локальна система інформаційного супроводу та контролю діяльності сегментів авіаційного транспортного комплексу забезпечують ефективне вирішення певного ряду завдань. Але відсутність