

ЗАХИСТ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ АУДИОМАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ЦИФРОВОГО ВІДБИТКУ

Якименко І.З.¹⁾, Ковтун Н.В.²⁾

Тернопільський національний економічний університет

¹⁾ к.т.н.; ²⁾ магістрант

І. Постановка проблеми

Впровадження цифрових методів стиснення і простота копіювання матеріалів в цифровому форматі призвели до широкого і безконтрольного поширення несанкціонованих копій різноманітних ліцензованих аудіовізуальних матеріалів. Відомо, що існують методи захисту і контролю за поширенням аудіовізуальної інформації, проте вони мають вагомні недоліки і не забезпечують необхідного рівня надійності і продуктивності. Поява принаймі однієї несанкціонованої копії і її безконтрольне розповсюдження в мережі Інтернет зводять всі спроби захисту нанівець. Для вирішення проблеми захисту мультимедійних матеріалів необхідна розробка нових методів ідентифікації і контролю за поширенням аудіовізуальної інформації. Одним з ефективних способів ідентифікації мультимедійних матеріалів є технологія, широко відома як «метод цифрових відбитків». Разом з цим відомо, що існуючі технології цифрових відбитків і пошуку в базі даних, які не спроможні забезпечити ідентифікацію навіть частини мультимедійних матеріалів, поширених в мережі Інтернет, що і визначає актуальність даної роботи.

II. Мета роботи

Метою роботи є створення автоматизованої системи захисту, ідентифікація і пошук аудіо- та відеоматеріалів на основі методу цифрових відбитків.

III. Система методів ідентифікації аудіовізуальних матеріалів

Вирізняють сім методів ідентифікації аудіоматеріалів. Muscle Fish – одна з перших систем ідентифікації аудіоматеріалів на підставі їх вмісту [1]. Ця система виділяє основні перцепційні параметри звуку такі, як гучність, тональність, тембр, смуга частот, ритм, темп і аналізує, як вони змінюються в часі. AudioDNA – процедура отримання АудіоДНК в основному полягає на аналізі спектральних характеристик сигналу та використанні Mel-частотних кепструм коефіцієнтів [2]. Кожен індивідуальний вектор ознак сигналу [3] представлений у вигляді прихованої Марківської моделі і на остаточному етапі порівняння найбільш ймовірна послідовність АудіоГенів визначається за допомогою алгоритму Вітербо [4]. RARE (Robust Audio Recognition Engine) – для частотно-часового подання даних у методі використовується модульоване комплексне перетворення. Philips – одним з методів, який не вимагає великого обсягу обчислень, є метод запропонований J. A. Naitsma [5]. Для обчислення суб-відбитків сигнал розбивається на фрагменти, що накладаються довжиною 0.37 секунд і фактором перекриття 31/32 і перетворюються в частотно-часове подання (спектрограму), використовуючи перетворення Фур'є (FFT). Philips (modified) – для компенсації ефектів, пов'язаних з масштабуванням частотно-амплітудного спектру сигналу при стисненні/розтягуванні сигналу в часі, була запропонована модифікація описаного вище методу, заснована на отриманні відбитків у масштабно-інваріантному просторі, використовуючи перетворення Фур'є-Мелліна [6]. MusicDNA – у даному методі використовуються середні значення та варіації енергії сигналу в 15 частотних барк діапазонах 12 послідовних фрагментах сигналу, які накладаються, тривалістю 3 секунди кожен. Отримані два вектора ознак нормалізуються і формують відбиток сигналу, що містить 30 компонентів. Особливістю підходу Google є уявлення спектрограми аудіосигналу у вигляді графічного зображення. Конкретна реалізація даного методу являє собою модифікований метод запропонований J. A. Naitsma [5], в якому замість фільтра з ядром, використовується набір, що складається з кількох Хаар фільтрів.

IV. Метод цифрових аудіовідбитків

Грунтуючись на властивостях повільних коливань сигналу, зокрема, стійкості до шуму, перекручувань і цифрового стиснення, запропоновано новий метод ідентифікації аудіофрагментів на основі аналізу спектру модуляції [7]. В основі запропонованого методу лежить поняття спектрограми амплітуди модуляції звукового сигналу, яка представляє частотний розподіл амплітуди повільних

змін сигналу в часі. Спектрограма амплітуди модуляції обчислюється на основі звичайної спектрограми сигналу і представляє залежність спектральної енергії від часу і частоти.

Метод аналізу спектру модуляції акустичних сигналів забезпечує хороші результати в системах автоматичного розпізнавання мови [8]. На рисунку 1 приведена блок-схема методу отримання спектрограми модуляції, використаного в роботі [9], в якій вхідний сигнал розбивається на частотні діапазони за допомогою набору смугових фільтрів з мінімальним частотним перекриттям. Після детектування сигнал в кожному діапазоні фільтрується, нормалізується, і спектр потужності модуляції обчислюється за допомогою перетворення Фур'є.

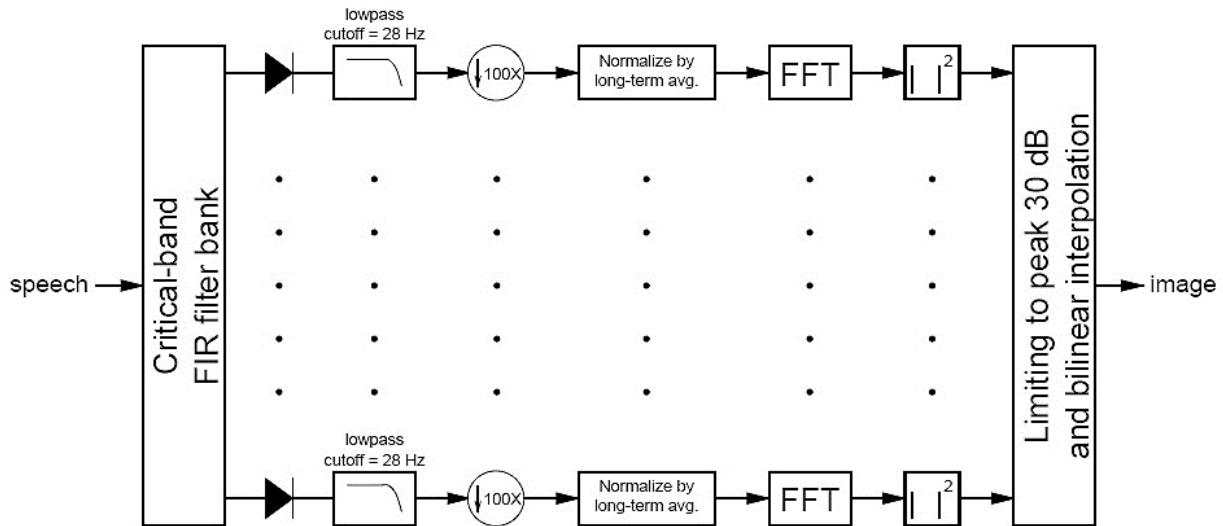


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритму обчислення спектрограми амплітуди модуляції відеосигналу. Аналогічний підхід використаний в методі цифрових відбитків на основі спектра модуляції. Основною відмінністю цього методу від описаного вище методу розпізнавання мови [9] є спосіб отримання параметрів модуляції, в якому замість другого перетворення Фур'є використовується вейвлет перетворення, що забезпечує краще розширення на низьких частотах.

V. Реалізація методу аудіовідбитків, інваріантних до масштабування

Особливість запропонованого методу ідентифікації аудіосигналів полягає в аналізі спектру амплітуди модуляції акустичного сигналу. Блок-схема цього алгоритму представлена на рисунку 2.

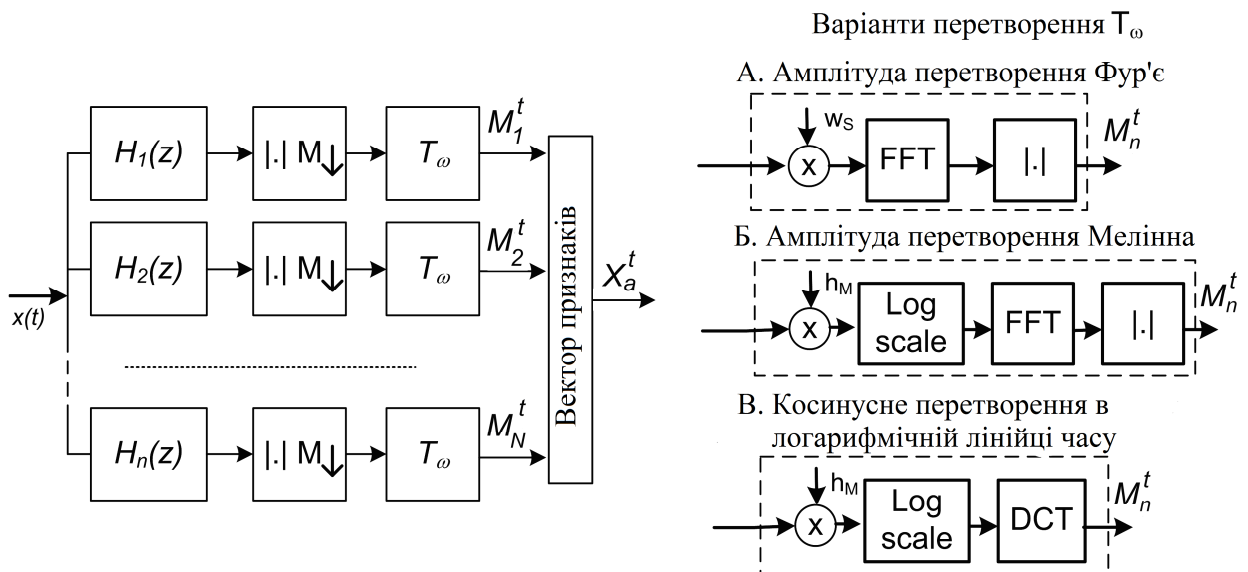


Рисунок 2 – Схема алгоритму генерації аудіовідбитків, інваріантних до масштабування.

На схемі вхідний сигнал смугових частотних фільтрів $H_n(z)$, $1 < n \leq N$ розбивається на діапазони, після детектування і нормалізації обвідної сигналу в кожному частотній смузі за допомогою дискретного перетворення T_ω , обчислюються параметри спектра модуляції:

$$T_n^t = \left\{ \left\{ M_k^t \right\}_{k=1}^{k=K} \right\}_{t_0+t*\Delta t_a} \quad (1)$$

де M_k^t – амплітуда k-ої частотної складової діапазону n в момент часу t; K - кількість частотних складових; Δt_a – дискретний зсув вікна аналізу аудіосигналу в часі.

В ході експериментів було встановлено, що цей алгоритм є досить чутливим до масштабування сигналу, викликаного змінами швидкості відтворення. Для збільшення стійкості до масштабування запропоновано модифікований алгоритм, в якому обчислення амплітуди спектра модуляції засноване на швидкому перетворення Мелліна:

$$T_\omega = |D_\omega(t, c)| \quad (2)$$

Використання швидкого перетворення Мелліна для генерації вектора ознак дозволило збільшити стійкість алгоритму до масштабування сигналу в часі в 2.5 рази в порівнянні з вихідним методом.

VI. Висновки

Експериментально встановлено, що існуючі методи не забезпечують надійну ідентифікацію акустичних сигналів, стислих у часі і, таким чином непридатні для моніторингу радіо- і телевізійних передач. Представлений новий метод ідентифікації акустичних сигналів, заснований на аналізі спектру модуляції в частотних діапазонах. З метою підвищення стійкості алгоритму до масштабування сигналу в часі для обчислення параметрів спектра модуляції запропоновано використовувати перетворення Мелліна і його модифікований варіант, заснований на дискретному косинусному перетворенні. Запропонований алгоритм має високу стійкість до зміни масштабу аудіосигналів і дозволяє здійснювати надійну ідентифікацію аудіовізуальних матеріалів, що мають аудіоканал.

Список використаних джерел

1. Wold E., Blum T., Keislar D., Wheaton J. Content-Based Classification, Search, and Retrieval of Audio // IEEE Multimedia. – 1996.- Vol. 3, No.3.- P. 27-36.
2. Cano P., Batlle E., Mayer H., Neuschmied H. Robust sound modeling for song detection in broadcast audio // Proc. AES 112th Int. Conv. – 2002. - Munich (Germany).
3. Neuschmied H., Mayer H., Batlle E. Content-based identification of audio titles on the internet //Proc. International Conference on Web Delivering of Music.- 2001.
4. Rabiner L. R. A Tutorial on Hidden Markov Models and Selected Applications in Speech Recognition // Proc. of the IEEE. – 1989.- Vol.77, No.2.- P. 257-286 .
5. Haitsma J., Kalker T. A Highly Robust Audio Fingerprinting System// Proc. of the 3rd Int. Symposium on Music Information Retrieval. – 2002. - P. 144-148.
6. Sd Jin Soo Seo, Haitsma J., Kalker T. Linear speed-change resilient audio fingerprinting // Proc. IEEE Benelux Workshop on Model based Processing and Coding of Audio. – 2002. – Leuven (Belgium).
7. С.В.Билобров. Метод идентификации аудиоматериалов на основании анализа спектра модуляции сигнала // Вісник Донецького університету, Сер.А: Природничі науки.-2005.-Вип.2.- С.387-391.
8. Picone J. Signal modeling techniques in speech recognition // Proc. of the ICASSP. – 1993. - Vol. 81. No. 9. - P. 1215–1247.
9. Greenberg S., Kingsbury B. The Modulation Spectrogram: in Pursuit of an Invariant Representation of Speech // ICASSP.- 1997.- P. 1647-1650.
9. Пат. US2007055500 США, МКИ G10L 21. Extraction and matching of characteristic fingerprints from audio signals: Пат. US2007055500 США, МКИ G10L 21 / S.Bilobrov; SIVI. - № 219385; Заявл. 01.11.05; Опубл. 08.03.07, НКИ 704/217. - 13с.

УДК 683.1

ЗАХИСТ ДОКУМЕНТІВ НА ОСНОВІ СЕМАНТИЧНОГО АНАЛІЗУ

Якименко І.З.¹⁾, Ящук В.Ф.²⁾

Тернопільський національний економічний університет

¹⁾ к.т.н.; ²⁾ магістрант

I. Постановка проблеми

При проектуванні та використанні документів на основі автоматизованої системи управління визначальну роль в наш час відіграє захист даних від несанкціонованого доступу [1], особливо в епоху широкого запровадження електронного документообігу та визнанням цифрових підписів, які