

МЕТОДИ ОБРОБКИ ЦИФРОВОГО ВІДЕО ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ З ПИТАНЬ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Кружилко О.Є., докт. техн. наук, зав. відділом, Майстренко В.В., канд. техн. наук, зав. лаб. (ДУ «ННДІПБОП»); Полукаров О.І., канд. техн. наук, доцент, Левченко В.В., студ. (КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Порівняно основні алгоритми стиснення цифрового відео для використання в процесі дистанційного навчання з питань охорони праці, їх переваги та недоліки, області та особливості застосування. Складена їх порівняльна характеристика. Розглянуто принцип роботи стиснення за допомогою дискретного вейвлет.

Ключові слова: *цифрове відео, стиснення відео та зображень, вид стиснення, якість стиснення, вейвлет-перетворення, алгоритми обробки відео.*

Цифрове відео є ключовим ресурсом для формування систем дистанційного навчання так як сприяє ефективному засвоєнню матеріалу слухачем набагато краще, ніж звичайний текст. Серед усіх матеріалів, які може містити дистанційний курс (таких як текстові лекції, презентації, зображення, додатки та ін.) найбільшу вагу мають саме відео-файли. При розрахунках необхідного розміру жорсткого диску на сервері, де буде розміщено матеріали дистанційного курсу обсяг відео-файлів має найвищий пріоритет, а отже їх стиснення дозволить зекономити кошти на придбання сервера чи розмістити нові дані на вже існуючих ресурсах.

У зв'язку зі змінами у підході до створення, зберігання та обробки відео інформації набувають актуальності питання дослідження та розробки найбільш універсальних методів стиснення відео. Зокрема, у [5] розглянуто теоретичне підґрунтя для використання вейвлетів з метою стиснення візуальної інформації, детально пояснюють принцип роботи та сфери застосування алгоритму. У [4] представлено метод стиснення, який базується на векторній квантизації. У [6] наведено метод стиснення зображень за допомогою вейвлета Хаара у порівнянні з дискретним косинус перетворенням.

Метою даної роботи є огляд існуючих методів стискання відео файлів, аналіз алгоритмів, що використовуються у методах, порівняння їх з точки зору ефективності та області застосування, а також більш детальний огляд методу стиснення за допомогою вейвлет-перетворень та особливості його використання в системах дистанційного навчання з питань охорони праці.

Стиснення відео файлів відбувається за рахунок вилучення певних деталей зображення для зменшення обсягу файлу. При цьому неминуче втрачається якість зображення, і метою алгоритмів стискання є знаходження ідеального співвідношення якості/стиснення, при якому досягається максимальна ступінь стиснення і в той час зниження якості зображення для людського ока залишається мінімально помітним.

Виділяють такі види стиснення:

- Без втрат якості. Зображення після декомпресії в точності збігається з оригіналом, тобто втрати даних у процесі стиснення не відбуваються.

- З втратами якості. Відбувається втрата частини даних зображення, тобто оригінал частково не збігається з результатом.

- Без втрат якості з точки зору сприйняття. Втрати якості залишаються непомітними для людського ока.

- З природною втратою якості. Зміни в зображенні стають помітними, але не впливають на розпізнавання основних об'єктів зображення [1].

У світі поширені усі види стиснення і вибір кожного з них залежить від вимог до відео файлів, що висуваються у конкретних випадках. Якщо мова йде про відео для дистанційного курсу, то можуть використовуватися усі варіанти в залежності від характеру відео: чи це запис лабораторного експерименту чи цифрова презентація лекції з коментарями лектора. У першому випадку маємо реальне відео, яке не вдасться дуже ефективно стиснути без втрат якості. У другому випадку можливо обрати декілька варіантів стиснення, розроблених спеціально для відео, в якому є багато повторюваних елементів, мало рухомих об'єктів і мало коливань кольорів від кадру до кадру.

Всі широко використовувані відеокомпресори використовують технології стиснення з втратами якості, тому, вибираючи той чи інший компресор для стиснення цифрового відео для дистанційного курсу, необхідно досягти стиснення принаймні з природними втратами якості. [1-2]

Для огляду були обрані алгоритми стиснення: кодування довжин серій, різниця кадрів, компенсація руху, векторне квантування, дискретне косинус перетворення, дискретне вейвлет перетворення. Порівняльна характеристика алгоритмів приведена у таблиці 1.

У дистанційному курсі можуть бути використані різні типи відео, але далі мова піде саме про повнокольорове відео, таке як відео-запис лекції, експерименту, чи монтаж-нарізка у вигляді навчального посібника.

Дискретне косинус перетворення (ДКП) широко застосовувалося завдяки своїй універсальності і ефективності, але на зміну йому прийшло стиснення за допомогою вейвлетів (ДВП). Технічно, стиснення з ДВП багато чим нагадує ДКП, але має ряд переваг:

- Схеми вейвлетного кодування при високому рівні стиснення уникають утворення блочних «артефактів»;

- Краще підходять для сприйняття людським зором;

- Стиснення ДВП є масштабованим так як алгоритм може бути застосований до зображення велику кількість разів з метою отримання кращого стиснення;

- Стиснення ДВП дозволяє регулювати рівень розмиття чи різкості зображення;

- Дуже ефективно на низьких швидкостях;

- ДВП забезпечує ефективне розкладання сигналів перед стисненням;

- Виходячи з наведених переваг доцільно розглянути принцип роботи алгоритмів стиснення за допомогою ДВП [1-4].

Таблиця 1.

Порівняння основних методів стиснення відео

Алгоритм	Переваги	Недоліки	Застосування
Кодування довжин серій	Простий алгоритм	Не підходить для стиснення реальних відеозаписів	Цифрові 8-бітні зображення, комп'ютерні анімації з невеликою кількістю кольорів
Різниця кадрів	Краще стиснення, ніж незалежне стиснення окремих кадрів	Необхідність введення ключового кадру	Відео з великою кількістю повторюваних кадрів
Компенсація руху	Краще стиснення ніж у різниці кадрів	Кодування вельми трудомістке і вимагає спеціальну апаратуру	Відео, де переважно є сцени з переміщенням одного об'єкту відносно нерухомого фону
Векторне квантування	Процес декодування дуже швидкий	Кодування вельми трудомістке і вимагає спеціальну апаратуру; Блочні спотворення при сильному стисненні	Відео високої якості, яке має небагато повторюваних елементів
Дискретне косинус перетворення (ДКП)	Краще стиснення, ніж при векторному квантуванні	Блочні спотворення при сильному стисненні; Закруглення гострих кутів зображення	Відео високої якості, яке має небагато повторюваних елементів
Дискретне вейвлет-перетворення (ДВП)	Краща якість, ніж у ДКП і відсутність «блочності»	Деяка ступінь розмиття зображення	Те саме, як і у ДКП

ДВП-алгоритм заснований на передачі сигналу через пару фільтрів: низькочастотний і високочастотний. Фільтр низьких частот видає грубу форму вихідного сигналу. Високочастотний фільтр видає сигнал різниці або додаткової деталізації. У свою чергу, результат на виході високочастотного фільтра може бути пропущений через алгоритм повторно. Тобто отримується рекурсивне масштабоване стиснення.

Простим прикладом ДВП є ДВП Хаара. Нехай маємо чорно-біле зображення. У такому випадку кожний піксель зберігає значення яскравості від 0 до 255 і важить 1 байт. У «реальних» зображень, таких як фотографії, є одна особливість - яскравість сусідніх пікселів зазвичай відрізняється на невелику величину.

Нехай маємо рядок яскравостей значень пікселів. Алгоритм вейвлет-перетворення (зокрема, вейвлет Хаара) поділяє цей рядок на пари і виділяє з них напівсуми і напіврізниці. Отримані «напівсуми» - це середні значення в

парах пікселів. Тобто, фактично, так як напівсум в два рази менше, ніж вихідних пікселів, значення напівсуми - це зменшена копія вихідного зображення. Напівсуми опосередковують значення яскравості, тобто «відфільтровують» випадкові сплески значень. Можна вважати, що це певний частотний фільтр. Аналогічно, різниці «виділяють» серед значень міжпіксельні «сплески» і усувають константну складову. Тобто, вони «відфільтровують» низькі частоти[5].

Таким чином, перетворення Хаара - це пара фільтрів, які поділяють сигнал на низькочастотну і високочастотну складові. Кожен фільтр являє собою 2D Вейвлет-перетворення з індексом, що вказує на тип фільтра (високочастотний або низькочастотний) для відокремлюваних горизонтальних і вертикальних компонентів.

Серед них три - типи деталізації зображень для кожного напрямку, горизонтальні (Високі-Низькі), вертикальні (Низькі-Високі) і діагоналі (Високі-Високі), а останнє зображення – це зменшена вдвічі копія оригіналу, пропущена через фільтр низьких частот (Низькі-Низькі) і позбавлена вищевказаних деталізацій. Щоб отримати вихідний сигнал, потрібно об'єднати усі складові.

Зазвичай, коли ми дивимось на портрет, нас більше цікавить низькочастотна складова, а значить при стисненні частина високочастотних даних можна відкинути. Тим більше, що вона зазвичай має менші значення, а значить більш компактно кодується.

Проведене дослідження показало, що, хоча більшість методів стиснення відео є дуже вузько направлені і застосовуються для відео файлів, що відповідають тим чи іншим конкретним умовам, коли мова йде про повно кольорове високоякісне відео (таке як відеозапис реальних подій) одними з найкращих алгоритмів являються дискретні косинус перетворення і дискретні вейвлет перетворення. Зважаючи на це, вейвлети мають перевагу так як дають більш приємне для людського ока згладжування, дозволяють регулювати рівень стиснення і можуть бути застосовані багаторазового до одного зображення.

Всі ці переваги роблять дискретне вейвлет перетворення актуальним для ефективного стиснення відео перед завантаженням його на дистанційний курс.

Література

1. Садоян Р. Методы сжатия цифрового видео: [Электронный ресурс] / Р. Садоян – Режим доступа: <http://compress.ru/article.aspx?id=11935>
2. Temel C. Image/Video Coding: [Online source] / C. Temel – GeorgiaTech – CSIP – Access: <http://csip.ece.gatech.edu/?q=technical-area/imagevideo-coding>
3. Вектор движения и компенсация движения: [Электронный ресурс] / – 2013. Режим доступа: http://studopedia.su/4_1466_vektor-dvizheniya-i-kompensatsiya-dvizheniya.html
4. Gersho A. Vector Quantization and Signal Compression / A. Gersho, R. Gray. – Boston, MA: Kluwer, 1992

5. Grgic. S. Image compression using wavelets/ S. Grgic, K. Kers, M. Grgic. – Bled: Industrial Electronics, 1999. DOI: [10.1109/ISIE.1999.801765](https://doi.org/10.1109/ISIE.1999.801765)
6. Talukder K.H. A Scheme of Wavelet Based Compression of 2D Image/ K.H. Talukder, K. Harada. – HongKong: Proc. IMECS, 2006. – PP. 531-536.