

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ СТИСНЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ ПЕРЕДАЧІ ПОТОКІВ ВІДЕОДАНИХ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ

Застосування методів стиснення інформації для надання різноманітних сервісів у Web-середовищі при переносі мультимедіа-потоків набуло широкого використання. У статті розглядаються деякі методи стиснення відеоданих і виконання переносу потоків мультимедіа-даних, які можуть бути використані не тільки для односторонньої передачі даних, а і при двонаправленій передачі в різноманітних мережах при застосуванні таких потоків у системах дистанційного навчання «он-лайн» та візуальної ідентифікації при перевірці знань слухачів при таких системах навчання.

Широке розповсюдження різних методів стиснення аудіо-, відеоінформації в останні десятиріччя привело до стандартизації цих методів, що стали відомими як MPEG (розробляються відомою групою Motion Picture Expert Group), що початково базувалися на принципі стиснення даних JPEG. Останнім часом усі ці методи постійно розвиваються та вдосконалюються, тим самим підвищується якість стиснення та відновлення інформації. Хоча ця система здебільшого реалізується вже на апаратному рівні, але ще досі є основою, як первинний метод компресії даних для їх подальшої обробки.

Відомо, що для виведення кольорової картини на екран комп'ютера використовується RGB - система розподілу кольорів. Мова йде про додаткову систему утворення кольорів шляхом накладання основних R (червоного), B (синього) та G (зеленого) кольорів на їх складові кольори, варіація яких утворює кольори різної інтенсивності. Систему RGB можна уявити як координатний куб, в якому координатам X відповідає червоний колір, координатам Y - синій, а координатам Z - зелений (рис. 1).

У багатьох обчислювальних системах використовується 8-бітне представлення кольору, при цьому використовують 256 відтінків світлової інтенсивності цих кольорів для кожного з компонентів. Таким чином, теоретично можна змішувати $256 = 16,7$ млн фарб. У відеотехніці

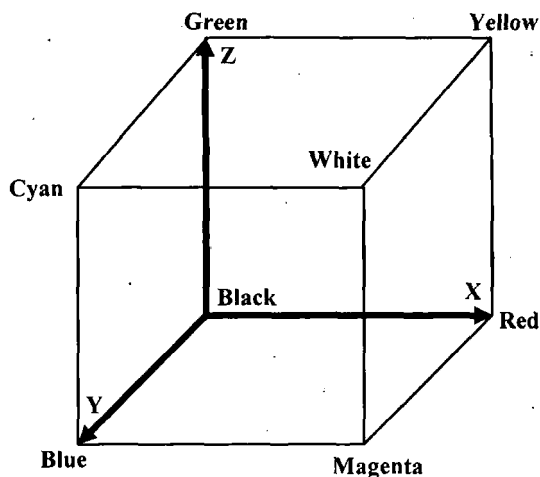


Рис 1. Схема розподілу та утворення кольорів на базі RGB

для кольорового зображення використовуються два кольорових компоненти U та V спільно з компонентом освітлення Y, що дозволяє при використанні чорно-білих пристроїв відображення інформації показувати картинку з використанням сірого спектра кольорів. Така система використовується при процесі стиснення відеоінформації за допомогою JPEG-компресії.

На першому етапі такого методу виконується перетворення зображення з кольорового простору RGB в простір YUV, що базується на характеристиках яскравості та кольоровості, які краще сприймаються людським оком. Таким чином, подальша робота кодека виконується саме в цьому кольоровому просторі, що дає змогу за деякими характеристиками виконувати й отримувати стиснення інформації з великим ступенем стиснення. Після перетворення такого переносу в наступному кроці виконується стиснення даних уже в новому кольоровому просторі, що за деякими характеристиками дозволяє отримувати найбільший ступінь стиснення. Усе це пов'язано з тим, що Y-компонента безпосередньо пов'язана з якістю зображення, хоча це є чорно-біле зображення даної картинки. Компоненти U та V мають інформацію про колір і дозволяють нам розфарбовувати Y-малюнок.

При передачі кольорових зображень у пристроях з чорно-білим відображенням інформації ми маємо змогу отримувати зображення з використанням сірого спектра відтінків. Перетворення RGB сигналів та перенесення їх на простір YUV можна представити рівнянням (1), що використовується в Європі при застосуванні протоколів передачі відеозображення за форматами PAL3 та SECAM4.

$$\begin{pmatrix} Y \\ U \\ V \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,299 & 0,587 & 0,114 \\ -0,146 & -0,288 & 0,434 \\ 0,617 & -0,517 & -0,1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}. \quad (1)$$

У США та Японії використовують інший формат представлення відеоінформації в телевізійних каналах зв'язку, а саме NTSC-Format5, що використовує простір YIQ на протилежну YUV, при цьому вони використовують рівняння у вигляді (2):

$$\begin{pmatrix} Y \\ I \\ Q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,299 & 0,587 & 0,114 \\ 0,597 & -0,277 & -0,321 \\ 0,213 & -0,523 & 0,309 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Як бачимо з (1) та (2), відмінність не суттєва, проте використання різниці деяких сигналів впливає на сумісність передачі та прийому даних різними системами відображення, хоча алгоритм перетворення залишається незмінним. Проте

будь-яке перетворення та перенесення зображення базується на середній чутливості людського ока. Якщо проаналізувати частотну інформацію про появу кольорів, можна позбутися тієї частини спектра, що не сприймається людським оком, уже в процесі квантування сигналу. Грубо кажучи, можна просто відкинути частину яскравості картини, як складову, приблизно на $\frac{1}{4}$ від усього сигналу, і це не впливатиме на зорове сприймання сигналу.

На сьогодні існує дуже багато форматів представлення відеоданих, проте якщо розглядати представлення в цифровому вигляді, то найкращим поки що залишається метод MPEG як один з методів використання JPEG-методу. Таких форматів кілька, хоча можна виконати об'єднання деяких з них, а саме MPEG-1 та MPEG-2, і представити як MPEG-1&2 [1], єдина різниця між якими – це неоднакові фрейми при передачі зображення.

Загальний відеосигнал, що передається у звичайному вигляді без компресії, має потік приблизно у 220 Mbps, проте якщо ми використовуємо певну систему кодування (що включає в себе ще й алгоритм декодування) на початковому етапі, весь потік можна перевести на потік з коефіцієнтом стиснення даних 2:1 (при низькій якості передачі) або 3:1 (при високій якості передачі зображення), що дає змогу зменшити потік до 4–6 Mbps [1]. За таких умов ми отримуємо підвищення швидкості переносу даних у каналі передачі даних.

Інший випадок, коли ми хочемо пов'язати коефіцієнт стиснення зі швидкістю передачі даних у каналах зв'язку для перенесення цих відеосигналів. За теорією інформації, ми повинні розглянути концепцію, за якою для того, щоб отримати максимальний коефіцієнт стиснення, необхідно пожертвувати деякими даними, які не будуть відновлені під час декомування отриманого сигналу, тобто використовується принцип стиснення інформації з безпечним для сигналу вилученням даних. Кількість інформації, що вилучається при стисненні, залежить від якості зображення, яку бажано отримати. При максимально високому рівні стиснення деякі деталі зображення стираються і блок стає сірим. При середньому та низькому ступені стиснення зберігається часткова інформація про колір ділянки зображення. Тобто для збереження даних використовуються ряди Фур'є, і при високому рівні стиснення відкидаються члени ряду вищого порядку. Після цього кодується інформація про колір та яскравість, а оскільки за результатом обробки можуть з'являтися багато нулів, то остання стадія стиснення виконується за допомогою алгоритму Хаффмана. Таким чином, цей

спосіб можна назвати методом із втратою. Проте з розвитком технології стиснення даних цей принцип зазнав певних змін і вдосконалення внаслідок застосування інших алгоритмів цифрової обробки даних, застосування та реалізації деяких цих алгоритмів на апаратному рівні. На сьогодні випускається багато контролерів, що використовують реалізацію M-JPEG компресії/декомпресії, яка виконується на апаратному рівні. Одним з представників та постачальників таких чіп-сетів є Zoran або продукція фірми Sanyo. При перенесенні на апаратний рівень алгоритмів стиснення даних виникла тенденція для зміни алгоритмів основних методів, оскільки значна частина роботи попередньо виконується ще до застосування програмних методів стиснення даних. І тепер дані, що не враховуються при декомпресії, це в основному дані про відеоінформацію, яка не сприймається людським оком при перегляді.

Поліпшення якості стисненого сигналу, що передається каналами зв'язку, можна обчислити за допомогою розрахунку відношення сигналу, що передається, та сигналу очікуваної якості, застосовуючи один і той самий метод компресії та декомпресії. Звівши елементи $R_{\text{MPEG1\&2}}$ та R_{Test} отримуємо коефіцієнт F_1 підвищення якості одержуваної інформації, і тоді маємо:

$$F_1 = \frac{R_{\text{MPEG1\&2}}}{R_{\text{Test}}}. \quad (3)$$

Якщо необхідно забезпечити відеозображення студійної якості, тоді маємо отримати коефіцієнт $F_1 = 1, 2$ та забезпечити потік передачі даних такого сигналу, який повинен становити приблизно 3,33 Mbps. Для підвищення якості сигналу, що передається та отримується через канали зв'язку з відповідною якістю відновлення, нам необхідно забезпечити зменшення коефіцієнта відношення вищезгаданих параметрів та отримати значно менший коефіцієнт F_1 , якщо це можливо при використанні методів MPEG1&2 компресії та декомпресії даних, або повністю змінити алгоритм та метод стиснення інформації.

У 1999 році застосовано новий спосіб передачі поточкових медіа-даних – MPEG-4, що розроблявся в першу чергу для низькошвидкісних каналів зв'язку. Цей метод містить у собі блок VLBV Core (Very Low Bit-rate Video) – ядро, що забезпечує роботу з каналами, які мають дуже низьку швидкість потоку даних. Окрім ефективних та похибокостійких методів кодування послідовності подібних кадрів відеоряду, VLBV Core має пропозиції стосовно реалізації операцій довільного доступу до кадрів усієї відеопослідовності. При роботі з потоками великої швид-

кості, включаючи якість стандарту ITU-R 601 (International Telecommunication Union), забезпечено ті ж самі функції, що і VLBV Core, а також передбачено ресурси роботи з відео, що має не тільки прогресивну, а й міжрядкову телевізійну розгортку. Таким чином обробляються звичайні відеопотоки з прямокутними кадрами і фактично забезпечується функціональність MPEG1&2, а також можливість кодування «живих» текстур.

Якщо згадати про коефіцієнт якості відеозображення, то MPEG-4, який містить кілька блоків обробки, дає змогу отримати значення коефіцієнта $F_1 = 1,1 \div 1,6$ і забезпечує стиснення відеоданих та подальшу їх передачу по каналах зв'язку без її корекції, як це відбувалось при застосуванні MPEG1&2. Вдосконалення цього методу може привести до 20 %-го удосконалення відтворення будь-якої інформації не тільки для роботи за методами MPEG1&2, а й удосконалення даних, що передаються сучасними каналами зв'язку.

MPEG-4 застосовує нові принципи роботи з контентом (цифровим представленням мультимедіа-даних) для різних областей застосування – власне інтерактивного мультимедіа, графічних аплікацій (синтетичного контенту), цифрового телебачення DTV. MPEG-4 фактично встановлює правила організації середовища, причому середовища об'єктно-орієнтованого, і має справу не тільки з потоками даних, масивами медіа-даних, а й з медіа-об'єктами.

Як і в частині, що відповідає за поточкову передачу, архітектура MPEG-4 базується на стандарті ISO – семирівневій моделі взаємодії відкритих систем, яка відокремлює 7 незалежних вкладених рівнів: прикладний, представницький, сеансів, транспортний, мережний, каналний та фізичний. Кожний з цих рівнів на передавальній стороні «спілкується» з відповідним рівнем на приймальній. MPEG-4 в основному діє на верхніх рівнях стандарту ISO, починаючи з сеансового. Для передачі потоків даних він звертається до служб транспортного рівня, які забезпечують пропозиції до інваріантності роботи з різними системами і мережними середовищами доставки даних, в т. ч. IP/UDP/RTP, ATM, мережами комутації, що використовують протокол H.223. Таким чином мультимедіа-потоки можуть надходити в один або кілька елементарних потоків.

Отже, як бачимо, метод MPEG-4 може стати найпопулярнішим засобом обробки відеоінформації, хоча на сьогодні при використанні його в системах передачі даних і різновиді відеопослідовностей MPEG-4 може забезпечити приблизно 20 % поліпшення якості роботи стосовно попередніх методів стиснення. Хоча цей метод ще

не стандартизовано, проте він є різноплановим і продовжує розвиватися. На сьогодні існує версія MPEG-4 Version 1, але вже готується наступна, яка має функції дозволу багатокористувацької присутності в сцені й у взаємодії з контентом. Також відбувається подальше поповнення функції BIFS та зближення його з VRLM. Значне

вдосконалення на рівні DMIF або Delivery Multimedia Integration Framework - середовище інтеграції доставки мультимедіа, що включає симетричні під'єднання відправник-отримувач замість клієнт-сервер, дасть змогу будувати розмовні аплікаційні програми та організовувати пошук у мультимедійних базах даних.

1. Li W., Heising C, Benzler U., Baroncini V., Perfferkorn S. Report of the Formal Verification Tests on MPEG-4 Video Coding at Low and Medium Bit Rates // MPEG document number ISO/IEC JTC 1/SC/WG11 № 2826, July 1999.
2. Overview of the MPEG-4 Standard // ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 № 2459, October 1998/Atlantic City.
3. Koenen R. MPEG-4 // Multimedia For Our Time. IEEE Spectrum, February, 1999.

V. V. Omelchenko

USE OF METHODS OF COMPRESSION OF THE INFORMATION BY TRANSFER OF STREAMS OF THE VIDEO DATA IN THE NETWORKS

Use of the data compressions methods for maintenance of various services in Web environment at carry of multimedia of streams has got wide scale of application. In article are some methods of video data compression and performance of carry of streams of multimedia of the data which can be used not only for unilateral data transfer, but also by the two-directed transfer to polytypic networks are considered, at use of dataflow in systems of remote education "online" and visual identification of students at examination in such systems of training.