

УДК 004.932

П.О. Становський, магістр,  
Є.В. Малахов, канд. техн. наук, доц.,  
О.О. Арсірій, канд. техн. наук, доц.,  
Одес. нац. політехн. ун-т

## РОЗРОБКА МЕТОДУ ФРАКТАЛЬНОГО КОДУВАННЯ-ДЕКОДУВАННЯ ВІДЕОПОТОКІВ

*П.А. Становский, Е.В. Малахов, Е.А. Арсирій.*

**Разработка метода фрактального кодирования-декодирования видеопотоков.** Приведен метод фрактального кодирования-декодирования разностных кадров видеопотока, основанный на использовании в качестве опорного изображения, содержащего нулевой (черный) участок.

*P.A. Stanovsky, E.V. Malakhov, E.A. Arsiryi.*

**The development of videostreams coding-decoding fractal method.** The method for fractal coding and decoding of videostream differented frames is presented, as based on the application of the image, containing a zero (black) area, as a reference one.

В літературних джерелах згадується фрактальне кодування прямокутних зображень. Розглянемо клас зображень, форма яких відрізняється від прямокутної, але які вони все-таки обмежені відрізками прямих ліній, що збігаються з лініями деякої регулярної сітки. Подальшим розвитком цього підходу є подання зображення у вигляді двох або більше окремих фрагментів не обов'язково однакового розміру.

Таке подання дозволяє, з одного боку, розглядати зображення як суму фрагментів досить складної форми, а з іншого — розглядати два або більше окремих зображень як одне. З погляду існуючих методів фрактального кодування це припустимо, оскільки для реалізації останнього необхідно тільки задати набір рангових блоків (або правило їхнього утворення) і набір доменних. При цьому фотореалістичні зображення можуть бути настільки складними, що окремі їхні елементи цілком можна вважати *окремими самостійними зображеннями*, що не заважає їх фрактальному кодуванню як *єдиного цілого*. Очевидно, що справедливо і зворотне: два (або більше) *різних за походженням* зображення можна “скласти” у єдине ціле і далі вважати цю суму єдиним зображенням.

Розглянемо фрагмент деякого видеопотоку, який складається із двох послідовних кадрів. Припустимо також, що на кадрах є нерухомий фон і рухлива частина, яка від першого до другого кадру змінила своє положення. Різницевий кадр (другий мінус перший) у цьому випадку буде мати дві ненульових ділянки — там, де рухлива частина частково замінила собою фон, і там, де рухлива частина частково поступилася місцем фону. Інша (чорна) частина різницевого кадру являє собою двовимірний простір пікселів, яскравість яких дорівнює нулю.

Природно припустити, що будь-якому ранговому блоку, який повністю перебуває в межах “нульової” зони, буде найкраще відповідати доменний блок, що також являє собою повністю нульову (чорну) квадратну ділянку, в  $2 \times 2 = 4$  рази більшу за площею рангових блоків різницевого кадру.

Якщо рухлива частина відносно мала, то такий доменний блок легко знайдеться на іншій фоновій частині різницевого блоку. Однак через постійну зміну різницевого кадру знайдений чорний доменний блок може виявитися в наступному такому кадрі вже не чорним, і його доведеться шукати знову. Крім того, для ненульових різницевих рангових блоків доменний блок на різницевому кадрі знайти досить важко, а в деяких випадках неможливо.

Тому відповідно до підходів [1], будемо шукати доменні блоки на іншому, довільному, базовому зображенні (кадрі), що завдяки своїй фотореалістичності містить необхідні для кодування різницевого кадру доменні блоки. Його розмір не обов'язково повинен відповідати розміру різницевого зображення. Оскільки це нове зображення буде використано винятково для пошуку доменних блоків, на ньому бажано мати нульову (чорну) ділянку, де й розміститься нульовий домен для нульових рангових блоків фона різницевого кадру. На відміну від фону різницевого кадру ця чорна ділянка на базовому кадрі *завжди* перебуває *на одному й тому ж міс-*

ці, тому при кодуванні її *не потрібно шукати*, а координати її не потрібно передавати, оскільки на прийомному боці вони відомі заздалегідь.

В цьому випадку стандартне зображення *Lenna* не підходить, оскільки воно не містить нульової (чорної) ділянки (див. рисунок 1, *а*). Така ділянка є, наприклад, на іншому базовому зображенні — *Feddja*, яке і використовувалося в роботі (див. рисунок 1, *б*).



Базові зображення: *Lenna* — без нульової (чорної) ділянки (*а*) та *Feddja* — таке, що містить нульову ділянку, на якій повністю розміщується нульовий доменний блок (*б*)

Поєднуючи різницевий кадр, який кодується, і базовий кадр у єдине зображення, одержимо сумарне зображення, кодування якого здійснюється за таким алгоритмом.

Крок 1. *Заздалегідь* здійснюється кодування базової частини сумарного зображення. При цьому доменні блоки шукаються тільки в межах цієї ж частини сумарного зображення. Відповідна результуюча інформація разом з базовою частиною *заздалегідь* передається до каналу зв'язку і протягом усього процесу передачі відеопотоку зберігається та використовується на прийомному боці.

Крок 2. На базовій частині *заздалегідь* виділяється нульовий (чорний) доменний блок, інформація про нього (координати) також *заздалегідь* передається в канал зв'язку і протягом усього процесу передачі відеопотоку також зберігається та використовується на прийомному боці.

Крок 3. Далі починається власне кодування. При цьому обробляються рангові блоки сумарного зображення трьох типів:

- нульові (чорні) рангові блоки різницевої частини; до них доменний блок вже підібраний на кроці 2;
- ненульові рангові блоки різницевої частини; вони підлягають кодуванню за базовим алгоритмі, описаним в розділі 2;
- всі рангові блоки базової частини; до них доменні блоки вже підібрані на кроці 1.

Таким чином, основні часові витрати торкнуться тільки кодування ненульових рангових блоків різницевої частини, кількість яких у порівнянні з нульовими ранговими блоками різницевої частини та всіх рангових блоків базової частини (закодованих один раз для всього відеопотоку і *заздалегідь*) незрівнянно мала, що в підсумку дає *величезний вигравш у часі кодування*.

Перераховані особливості і проблеми дозволили запропонувати для фрактального кодування пакетів зображень новий, комбінований метод, який полягає в тому, що спільному кодуванню як єдине зображення піддаються два “напівзображення” з єдиною наскрізною нумерацією пікселів:  $\{1 - N_1\}$  у першому напівзображенні та  $\{(N_1 + 1) - (N_1 + N_2)\}$  — у другому, де  $N_1, N_2$  — кількість пікселів, відповідно, першого і другого напівзображень.

Першим (опорним) напівзображенням використовується таке, частота відновлення якого на кілька порядків нижча, ніж частота проходження кадрів у відеопотоці, а другим — різниця між двома послідовними кадрами відеопотоку.

Опорним може також використовуватися перший кадр відеопотоку.

У цьому методі опорне (повне) напівзображення є джерелом доменних блоків для другого, в якому через малу кількість ненульових пікселів підібрати хоча б один “значущий” доменний блок досить важко.

При такому методі на кожному кадрі опорне зображення знову відновлюється (як каталізатор у хімічному процесі), але витрати часу на його відновлення відносяться до процесу декодування й тому несуттєві.

У результаті запропонований алгоритм кодування-декодування відеопотоків, що складається з таких операцій.

Перший кадр відеопотоку піддається фрактальному кодуванню і передається в канал зв'язку. Обчислюється попіксельна різниця між другим і першим кадрами відеопотоку.

Перший кадр і різниця між другим і першим кадрами відеопотоку піддаються спільному (комбінованому) фрактальному кодуванню і передається в канал зв'язку.

Приймач одержує стислий перший кадр і піддає його фрактальному декодуванню.

Приймач одержує стислий перший кадр відеопотоку і піддає його фрактальному декодуванню.

Приймач одержує результат комбінованого фрактального кодування і піддає його разом з отриманим раніше опорним кадром комбінованому фрактальному декодуванню. У результаті виходить різниця між другим і першим кадрами відеопотоку.

Різниця між другим і першим кадрами відеопотоку складається з першим кадром, у результаті чого виходить шуканий другий кадр і т.д.

У випадку фрактального кодування кольорового відеопотоку опорним вибирається також кольорове зображення, а якщо такого немає, — на початку процесу кодування між передавачем і приймачем погоджується будь-яке повнокольорове зображення, що відіграє роль опорного.

Отже, запропоновано метод комбінованого фрактального кодування-декодування відеопотоків, що полягає у використанні на етапах кодування й декодування опорного зображення. Розроблено метод комбінованого фрактального кодування відео потоків, особливість якого полягає в тому, що для кодування різницевого кадру використовується деякий базовий, заздалегідь відомий відправнику та отримувачу кадр, який містить нерухому чорну (нульову) ділянку та завдяки своїй фотореалістичності містить необхідні для кодування різницевого кадру доменні блоки. На відміну від фона різницевого кадру ця чорна ділянка на базовому кадрі *завжди* перебуває на одному й тому ж місці, тому при кодуванні її не потрібно шукати, а координати її не потрібно передавати, оскільки на прийомному боці вони відомі заздалегідь. У випадку фрактального кодування кольорового відеопотоку за опорне вибирається також кольорове зображення, а якщо такого немає, — на початку процесу кодування між передавачем і приймачем погоджується будь-яке повнокольорове базове зображення, яке відіграє роль опорного.

## Література

1. Абу-Айаш Т.А. Новый метод фрактального сжатия подвижных изображений / Абу-Айаш Т.А., Востров Г.Н., Становский П.А. // Тр. Одесс. политехн. ун-та. — Одесса, 2005. — Спецвып. — С. 98 — 101.

Надійшла до редакції 5 червня 2007 р.