

Тетракоди: новий метод кодування сигналів і зображень
ОЛЕКСАНДР АНОПРІЄНКО, СЕРГІЙ КРИВОШЕЄВ

Донецький державний технічний університет

Україна, 340000 Донецьк,
вулиця Артема 58
Тел.: (0622) 35-45-89

Електронна пошта: anoprien@dstu.donetsk.ua

Alexander Anoprienko. Tetracodes: a New Method for Signal and Image Coding.

Tetracodes are expansion of usual binary codes. The expansion is provided by the introduction except binary 0 and 1 two additional digital significances. Tetracodes permit to execute effective compression and hierarchical coding of signals and images. Efficiency of coding does not concede to known graphic formats. But the functional opportunities of tetracodes are essential wider.

Швидке зростання обсягів обробки та накопичення графічної комп'ютерної інформації потребує подальшого пошуку нових ефективних методів її кодування. Базою для розробки таких методів можуть бути і деякі нові принципи комп'ютерної логіки [1]. Одним із прикладів такої розробки є так звана тетралогіка, на базі якої може бути побудований тетракод [2].

Тетракод є розширенням звичайного бінарного коду шляхом введення двох принципово нових цифрових позначень: перше означає одночасно 0 та 1, друге — рівновірогідність 0 та 1 (рис.1). Таким чином, ми маємо тетраду цифр: 0, 1, A, N. Необхідність двох бітів для кодування кожної цифри приводить до подвійної кількості бітів при кодуванні кожного числа у порівнянні з бінарним кодом. Але такою ціною ми придбаємо нову якість коду: можливість однією комбінацією відобразити цілу кількість значень, а також можливість певної різноманітності коду при його застосуванні.

Наявність у будь-якому місці коду цифри A є ознакою того, що код відповідає одночасово більш як одному числу. Кількість одночасово закодованих значень є 2^K , де K - кількість цифр A у запису числа. Якщо ми маємо тільки деяку кількість цифр A і більш ніяких, то це означає всю множину можливих значень. У будь-якому разі наявність цифр A є ознакою множини значень. Кожна така множина є ритмічною відповідно позиції цифр A у тетракоді (дивись, наприклад, рис. 2).

Наявність у будь-якому місці коду цифри N є ознакою того, що тетракод кожного разу при його застосуванні може приймати одно якесь значення із множини в 2^M значень, де M - кількість цифр N у запису числа (рис. 3).

Зрозуміло, що кожне число може складатися з усіх чотирьох цифр у різноманітних комбінаціях, що дозволяє відобразити тетракодами велику кількість вірогідностних ритмічних множин значень. Неритмічні множини значень можуть бути закодовані відповідною множиною тетракодів.

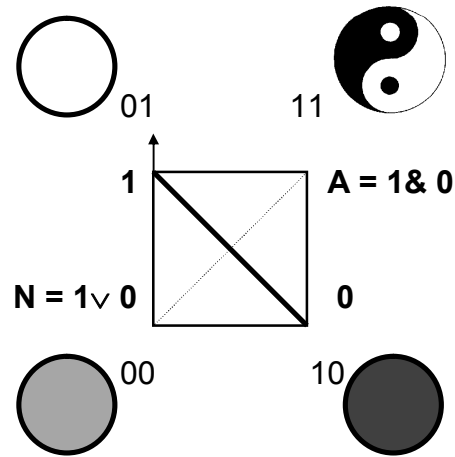


Рис. 1. Принцип побудови тетракоду та умовне позначення його цифрових символів.

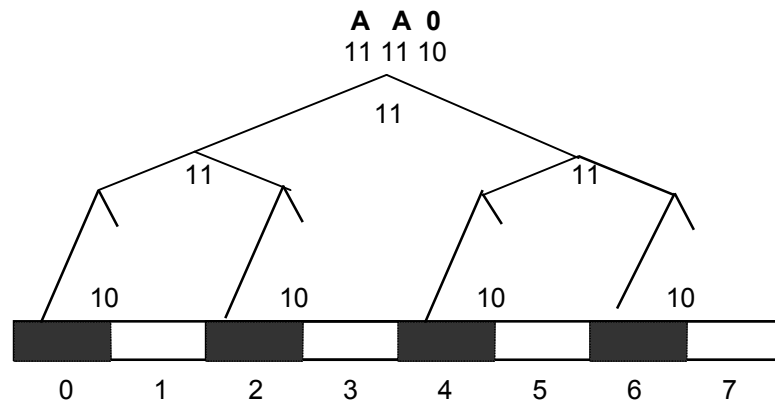


Рис. 2. Приклад тетракоду, який кодує одночасово чотири значення: 0, 2, 4, 6 (або: 0&2&4&6).

Тетракоди можуть бути представлені не тільки як числа з фіксованою комою, а також і як числа з плаваючою комою. В останньому разі кожний тетракод вже буде не тільки множиною значень, а також і множиною різномасштабних структур значень.

Може бути також введено поняття розмірності тетракоду. Розглянутий вище звичайний тетракод є одномірним, який задає значення на числовій лінійці. Для кодування значення у двомірному просторі потребується пара звичайних значень. У цьому разі може бути застосовано поняття двомірної цифри, яка є комбінацією двох тетрацифр, які задають сукупність значень у двомірному просторі. Двомірні тетракоди надають можливість надзвичайно стисло кодувати такі структури як різноманітні решетки та текстури. У трьох- та чотирьохмірних просторах однією з координат може бути час. Відповідні тетракоди в цьому випадку дозволяють кодувати різноманітні пульсуючі ритмічні структури, що у випадку тетракодів з плаваючою комою надає можливість надзвичайно стисло кодування складних часо-просторових процесів.

Найбільш цікавим застосуванням тетракодів є кодування структур, сигналів і зображень в системах моделювання. Простіший варіант: опис динаміки різноманітних генераторів сигналів детермінованого та випадкового типу. В цілому треба зазначити, що природа тетракодів більш відповідає природі людського уявлення про навколишній світ, ніж звичайна бінарна логіка та бінарні коди, що є дуже важливим з точки зору підвищення функціональних можливостей моделюючих систем.

Одним з найбільш перспективних застосувань тетракодів уявляється кодування зображень. Вже доказано теоретично та на практиці ефективність впровадження ієрархічного принципу кодування зображень, в тому числі у вигляді так званих квадрантних та октантних кодів [3]. Розроблено також і багато технічних пристроїв, які на базі ієрархічного кодування зображень дозволяють значно прискорити обробку та генерацію зображень (дивись, наприклад, [4, 5, 6]).

Тетракоди дозволяють не тільки впровадити ієрархічний принцип кодування, но також і забезпечити варіативність кодуємих зображень. При цьому зображення буде представлено як масив тетракодів, які можуть бути як одномірними (наприклад, при кодуванні телевізійного сигналу), так і двомірними. Найбільш просто кодуються чорно-білі зображення без полутонів. Треба зазначити, що при масовому перенесенні технічної інформації та різноманітної документації на комп'ютерні носії більшість зображень є само такими. При програмному (послідовному) кодуванні зображень тетракодами алгоритми найбільш просто можуть бути побудовані за двоетапною схемою:

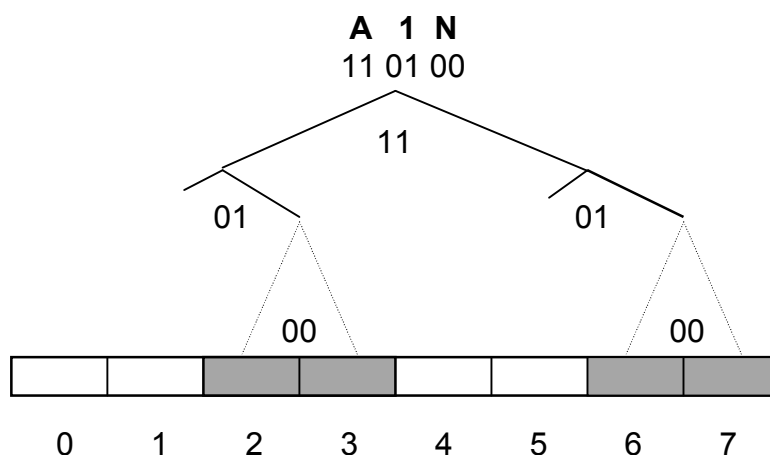


Рис. 3. Приклад тетракоду, який кодує два значення із можливих чотирьох: $(2\sqrt{3}) \& (6\sqrt{7})$.

Перший етап: послідовна обробка зображення з метою формування тетракодів для масивів суміжних елементів зображення.

Другий етап: послідовна обробка сформованих тетракодів з метою їх об'єднання шляхом зведення в один тетракод ритмічно розміщених несуміжних елементів та їх масивів.

Проведені експерименти свідчать, що впровадження такого кодування дає в середньому не гірший результат, ніж відомі графічні формати *psx* та *gif*, а в деяких випадках тетракод дає набагато більш стислий опис зображення. При цьому, на відміну від названих форматів, можлива подальша обробка зображень у формі тетракодів. Ще однією перевагою тетракодів є можливість ефективної апаратної реалізації кодування та подальшої обробки паралельно для усього зображення.

Література.

1. Аноприенко А.Я., Кухтин А.А. *О некоторых возможностях расширения логического базиса информатики*. Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції "Інформатизація в умовах переходу до ринку", Київ, 5-6 листопада 1992 р., с. 30-32.
2. Аноприенко А.Я. *Тетралогика и тетракоды*. Сборник трудов факультета вычислительной техники и информатики. Выпуск 1. Донецкий государственный технический университет. — Донецк: ДонГТУ, 1996, с. 32-43.
3. Samet H. *The Quadtree and Related Hierarchical Data Structures*. Computing Surveys, Vol.16, No.2, June 1984, p.187-260.
4. *Устройство для отображения графической информации на экране телевизионного индикатора*. А.с.1403091(СССР)/ Аноприенко А.Я., Башков Е.А., Оpubл.1988, БИ №22.
5. *Устройство для вывода графической информации*. А.с.1403092 (СССР) / Аноприенко А.Я., Оpubл. 1988, БИ № 22.
6. *Запоминающее устройство с многоформатным доступом к данным*. А.с. 1624526 (СССР) / Аноприенко А.Я., Гриза В.А., Оpubл. 1991, БИ № 4.

Як посилатися на цю доповідь:

Аноприенко О., Кривошеєв С. Тетракоди: новий метод кодування сигналів і зображень // Праці Всеукраїнської міжнародної конференції "Оброблення сигналів і зображень та розпізнавання образів (УкрОБРАЗ'96)". – Київ. – 1996. С. 15-17.