

**გამოსახულებათა ფრაქტალური კოდირების შერწყმა
შეკუმშვის სხვა ალგორითმებთან**

ნოდარ ხარატიშვილი, ირინა ჩხეიძე, დავით ნარიმანაშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ნაჩვენებია გამოსახულებათა ფრაქტალური კოდირების შერწყმის შესაძლებლობა კოდირების სხვა ცნობილ მეთოდებთან. მიღებულია შედეგი, რომლის თანახმად გამოსახულების წინასწარი ფილტრაცია მორფოლოგიური ფილტრით აუმჯობესებს გამოსახულების აღდგენის ხარისხს, ხოლო ფრაქტალური კოდირება მორფოლოგიური პირამიდის წვეროებზე საშუალებას იძლევა 15-16-ჯერ გაიზარდოს შეკუმშვის კოეფიციენტი, გამოსახულების აღდგენის ხარისხის 1-2 დ.ბ. გაუარესების პირობებში.

საკვანძო სიტყვები: კოდირება. ფრაქტალები. მორფოლოგიური ფილტრი. მორფოლოგიური პირამიდა.

1. შესავალი

მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების თანამედროვე ეტაპზე კოდირების ეფექტურობა მკვეთრად შეიძლება გაიზარდოს კოდირების ჰიბრიდული მეთოდების გამოყენებით, როდესაც ხდება რამდენიმე მეთოდის კომბინირება გამოსახულებათა კოდირებისათვის[1], ამიტომაც ჩვენ შევეცადეთ გამოსახულებათა ფრაქტალური კოდირების შერწყმის განხორციელებას სხვა ცნობილ მეთოდებთან, კერძოდ: მორფოლოგიურ პირამიდულ აგებებთან და კადრთაშორის წრფივ ინტერპოლაციასთან.

2. ძირითადი ნაწილი

კოდირების ეფექტურობის ამაღლებისათვის ვიყენებთ კოდირების კომბინირებულ მეთოდს, კერძოდ გამოსახულების ფრაქტალური კოდირების კომბინირებას გამოსახულებათა მორფოლოგიურ აგებებთან. იგულისხმება ცნობილი გამოსახულება :

$$K = \frac{B \cdot M \cdot N}{\sum_{i=1}^k B_i \cdot M_i \cdot N_i}$$

ექსპერიმენტები, რომლებიც ეხება გამოსახულებათა ფრაქტალური კოდირების შერწყმას მორფოლოგიურ აგებებთან შედეგადად ორი ნაწილისაგან:

პირველი მდგომარეობის იმაში, რომ ფრაქტალური კოდირების წინ საწყისი გამოსახულება ექვემდებარება წინასწარ გაფილტვრას მორფოლოგიური ფილტრით. როგორც ცნობილია მორფოლოგიური ფილტრაცია [2], მიეკუთვნება გარდაქმნას არაწრფივი ოპერაციებით. ჩვენს შემთხვევაში ვიყენებთ ოპერაციას „opening” (გახსნა) კვადრატული ფორმის სტრუქტურული ელემენტით, რომელიც შეიცავს 3*3 პიქსელს. ცნობილია, რომ მორფოლოგიური ფილტრით დამუშავებული გამოსახულება არ შეიცავს დეტალებს რომლის ზომაც მცირეა სტრუქტურული ელემენტის ზომაზე. მის გამო საინტერესოა ვაჩვენოთ თუ როგორ იმოქმედებს ფრაქტალურ კოდირებაზე ასეთი წინასწარი დამუშავება.

ქსპერიმენტი ჩატარდა გამოსახულებათა „ლენა“-სთვის. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია N 1 ცხრილში. აქ მოცემულია შედარება საწყის და აღდგენილ გამოსახულებათა შორის მიღებული შედეგების ანალიზი, ცხადყოფს, რომ გამოსახულებათა წინასწარი ფილტრაცია ჩატარებული მორფოლოგიური ოპერაციით აუმჯობესებს მიღებულ შედეგებს: კერძოდ გამოსახულების წინასწარი გაფილტვრა მორფოლოგიური ფილტრით ზრდის შეკუმშვის კოეფიციენტს და ამავე დროს აუმჯობესებს სიგნალ-ხმაურის პიკურ ფარდობას(სსხფ) მიახლოებით 1.2 დბ.

ცხრ.1

გამოსახულების ზომა	დომენების რაოდენობა სტრიქონსა და სვეტში	დომენების დონე	ასახვის დასაშვები ცდომილება.	ვიზოვით საუკეთესო დომენი?	კვადრატის სიდიდე	დომენთა რიცხვი	რანგული ბლოკების საერთო რაოდენობა	საშუალო ცდომილება პიქსელებში. (APE) (%)	პსხფ (dB)	შკ
256*256	16*16	2	0,0500	ღიას	6	1280	1582	2,5023	27,0922	10,36
	16*16	2	0,0400	ღიას	6	1280	1765	2,3727	27,3465	9,28
	16*16	2	0,0250	ღიას	6	1280	2293	2,1024	27,8538	7,15
	16*16	2	0.0250	ღიას	6	1280	1700	2.42	26.2	9.09

მიღებული შედეგი გვიჩვენებს, რომ უფრო ეფექტურია გამოსახულების ფრაქტალური აგების კომბინირება წინასწარ გაფილტვრულ მორფოლოგიურ ფილტრთან, რადგანაც, როცა $შკ=10,4$, გამოსახულების აღდგენის სიზუსტის მახასიათებელი ფასდება $პსხფ=27,1$ დბ-ით.

ცხრილის ბოლო სტრიქონში წარმოდგენილია ფრაქტალური კოდირებით მიღებული შედეგები მორფოლოგიური ფილტრაციის გარეშე.

მივიღეთ, რომ გამოსაკვლევი გამოსახულების წინასწარი ფილტრაცია მორფოლოგიური ფილტრით ზრდის შეკუმშვის კოეფიციენტს და ამასთან ერთად აუმჯობესებს აღდგენილი გამოსახულების სიზუსტის მახასიათებლებს. შესაბამისად, ეფექტურობის ამაღლების მიზნით მიზანშეწონილია წინასწარ განხორციელდეს მორფოლოგიური ფილტრაცია, რამდენადაც არაწრფივი ტიპის ეს ოპერაცია გამოსახულებაში განაცალკევებს ძირითადისაგან მცირე დეტალებს და ამასთან ერთად არ კუმშავს კონტურს.

მეორე ნაწილის ცდები ეხებოდა პირამიდის აგებას, რომელიც დაფუძნებულია მორფოლოგიური ოპერაციების გამოყენებაზე. ამ შემთხვევაში ფრაქტალური კოდირება ხორციელდებოდა პირამიდის წვეროზე [3], რომელიც შეიცავდა 64X64 პიქსელს. ცხადია, რომ ამ შემთხვევაში ფრაქტალური მეთოდით დამუშავებული გამოსახულების კოდი, რომელიც გადაცემულ უნდა იქნეს ხაზში, მოითხოვს 16-ჯერ ნაკლებ ინფორმაციის რაოდენობას. გარდა ამისა, ცნობილია[4,5],რომ ფრაქტალური კოდირების შედეგების დამოუკიდებლობამ დეკოდირებული გამოსახულების ზომაზე შესაძლებელი გახდა ფრაქტალური კოდირების განხორციელება ორდონიანი მორფოლოგიური პირამიდის წვეროზე (64X64 პიქსელით) და დეკოდირება სასტარტო გამოსახულებაზე (256X256 პიქსელების ზომით).

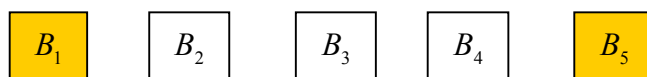
ამრიგად „უმტკივნეულოდ“ დეკოდირების დროს ფრაქტალური მეთოდით დამუშავებული და აღდგენილი წვეროს ზომა გავზარდეთ 4X4-ჯერ და შემდგომ კი მისთვის ჩავატარეთ ყველა ის ოპერაცია, რომელიც აუცილებელია პირამიდული კოდირების დროს. შედეგები მოცემულია N 2 ცხრილში.

გამოსახულების ზომა	დომენების რაოდენობა სტრიქონსა და სვეტში	დომენების დონე	ასახვის დასაშვები ცდომილება.	ვიპოვოთ საუკეთესო დომენი?	კვადრატის სიღრმე	დომენთა რიცხვი	რანგული ბლოკების საერთო რაოდენობა	საშუალო ცდომილება პიქსელებში. () (%)	პსხვ (დ)	შპ
64x64	8x8	2	0,0250	ღიას	6	320	1912	2,2841	27,32	2,14
									25,97	34.24

მიღებული შედეგების ანალიზი ცხადყოფს, რომ კოდირების ეფექტურობა (შეკუმშვის კოეფიციენტი) ამაღლდა 16-ჯერ, გამოსახულების პსხვ-ს შემცირებით 27,32-25,97=1.35 (დბ).

იმისათვის, რომ გავზარდოთ ფრაქტალური კოდირების ეფექტურობა, შესაძლებელია განვახორციელოთ ფრაქტალური კოდირების შერწყმა კადრთაშორის ინტერპოლაციასთან. შერწყმა ხორციელდება შემდეგი თანმიმდევრობით: ჯერ ხორციელდება ფრაქტალური კოდირება, შემდეგ ხდება რამოდენიმე კადრის გამოტოვება. (ჩვენს შემთხვევაში სამი კადრის). მიმდებ მხარეში გადაიცემა 1,5... გამოსახულების ფრაქტალური კოდირების შედეგები, ვინაიდან ვახორციელებთ სამი კადრის გამოტოვებას, ამ შემთხვევაში გადაცემას ექვემდებარებიან 1,5,9,13... კადრები. ყველა გადასაცემ კადრზე ხდება ფრაქტალური კოდირების განხორციელება. მიმდებში ხდება გამოტოვებული კადრების აღდგენა წრფივი დროითი ინტერპოლაციის მეშვეობით [6].

ჩვენს შემთხვევაში, ანუ როდესაც ხდება ყოველი მეოთხე კადრის კავშირის ხაზებში გადაცემა, გამოტოვებული კადრების ინტერპოლაცია ხორციელდება წონითი კოეფიციენტების მიხედვით. 1-ელ ნახაზზე წარმოდგენილია მიმდებში მიღებული და აღსადგენი კადრების თანმიმდევრობა:



ნახ.1

ნახაზზე გამუქებულად არის გამოყოფილი კადრები, რომლებიც გადაიცემა კავშირის არხებში. წონითი კოეფიციენტის სიდიდე განისაზღვრება აღსადგენი კადრის რიგითობის სიანხლოვით აღდგენაში მონაწილე კადრთან, მაგალითად: სურ 1-ზე მოყვანილი მიმდევრობის მონაკვეთისათვის, B_2

კადრისათვის B_1 კადრი მონაწილეობას მიიღებს $\frac{3}{4}$ წონითი კოეფიციენტით, ხოლო B_5 კადრი - $\frac{1}{4}$

წონითი კოეფიციენტით; B_3 კადრისათვის - ორივე (B_1 და B_5) კადრი $\frac{2}{4}$ ანუ $\frac{1}{2}$ წონითი

კოეფიციენტით, ხოლო B_4 კადრისათვის B_1 კადრი მონაწილეობას მიიღებს $\frac{1}{4}$ წონითი

კოეფიციენტით და B_5 კადრი - $\frac{3}{4}$ წონითი კოეფიციენტით. შესაბამისად ჩვენ შეგვიძლია მივიღოთ:

$$B_{2(i,j)} = \frac{3}{4} B_{1(i,j)} + \frac{1}{4} B_{5(i,j)} \quad (1)$$

$$B_{3(i,j)} = \frac{1}{2} B_{1(i,j)} + \frac{1}{2} B_{5(i,j)} \quad (2)$$

$$B_{4(i,j)} = \frac{1}{4} B_{1(i,j)} + \frac{3}{4} B_{5(i,j)} \quad (3)$$

გამოკვლევები ჩავატარეთ 3 სხვადასხვა მიმდევრობისათვის, რომელიც შედგება 3 კადრისაგან: “ლომი”, “ბუნება”, “ხელოსნები”. (ნახ.2). სამივე მიმდევრობა შეიცავს სხვადასხვა რაოდენობის დეტალებს, კონტურებს და მოძრავ ფრაგმენტებს. მიღებული შედეგების ანალიზის შედეგად გადაწყვეტილ იქნა ფრაქტალური კოდირება ჩაკვეტარებინა 1,5,9 კადრებისათვის.



ნახ.2

მიღებული შედეგები მოცემულია მე-3 ცხრილში.

ცხრ.3

გამოსახულება	კადრის ნომერი	სხპფ
ბუნება	1	22,758
	2	20,653
	3	19,563
	4	18,44
ლომი	1	29,312
	2	28,049
	3	27,108
	4	25,754
ხელოსნები	1	26,149
	2	25,048
	3	23,478
	4	21,560

მიღებული შედეგიდან ჩანს, რომ აღდგენილი გამოსახულების სიზუსტის მაჩვენებელი სხპფ დამოკიდებულია საწყისი გამოსახულების სახეობაზე, იქ სადაც მეტია დეტალების და კონტურების რაოდენობა სხპფ-ს მაჩვენებელი უფრო დაბალია, მაგ.:გამოსახულება “ბუნება“-სათვის სხპფ-ს მნიშვნელობა მეორე კადრისათვის 20,653-ის ტოლია, ხოლო გამოსახულება “ლომი“-სათვის შესაბამისად 28,049-ის.

დასკვნა

ექსპერიმენტის შედეგად ნაჩვენებია, გამოსახულებათა ფრაქტალური კოდირების ეფექტურობის ამაღლების შესაძლებლობა კოდირების ფრაქტალური მეთოდის კომბინირებით სხვა ალგორითმებთან. კერძოდ, გამოსაკვლევი გამოსახულების წინასწარი ფილტრაცია მორფოლოგიური ფილტრით ზრდის შეკუმშვის კოეფიციენტს და ამასთან ერთად აუძობს ალდგენილი გამოსახულების სიზუსტის მაჩვენებლებს; ფრაქტალური კოდირების განხორციელება მოდიფიცირებული მორფოლოგიური პირამიდის წვეროზე იძლევა საშუალებას მივალწიოთ კოდირების ამაღლებას 13-15-ჯერ აღდგენილი გამოსახულების ხარისხის შემცირებით 1-2 ბ-ით; ფრაქტალური შეკუმშვის მეთოდის შერწყმა

კატორთაშორის წრფივ ინტერპოლაციასთან ზრდის შეკუმშვის კოეფიციენტს 5-10 ჯერ ღეკოდირებულ გამოსახულების ხარისხის დამახინჯებით მიახლოებით 4-5 დბ-ით.

ლიტერატურა

1. Clarke R.J. Hybrid Intraframe Coding of Image Date./ IEEE Proc., v.131 part F, №1, Feb. 1984.
2. P. Maragos. R.W. Schafer. Morphological systems for multidimensional signal processing. IEEE, Trans. Communication, Vol. 78, №4, 1990, pp.690-710.
3. Н.Г. Харатишвили, И.М. Чхеидзе, Д. Ронсен, Ф.И. Инджия. Пирамидальное кодирование изображений. М.: "Радио и Связь". 1996. 189 с.
4. Марагос, Р.У. Шафер. Морфологические системы для многомерной обработки сигналов. ТИИЭР. т.78. №4. 1990. с.109-131.
5. И.М. Чхеидзе. Эффективное кодирование ТВ изображений на основе пирамидальных построений. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Тбилиси, 1993.
6. Прэт У. Цифровая обработка изображений - Москва: Мир, 1982.

CONFLUENCE OF THE FRACTAL ENCODING OF IMAGES TO THE OTHER ALGORITHMS OF SQUEEZING

Xaratisvili Nodar, Chxeidze Irina, Narimanashvili David
Georgian Technikal University

Summary

It is shown the possibility of confluence of fractal encoding of the images with the known methods of encoding. According to the result of the abovementioned, the preliminary filtration of images with the morphologic filter improves the quality of recovering of the image. Fractal encoding on the tops of the morphologic pyramids gives the opportunity to increase the coefficient of squeezing 15-16 times in the conditions of deteriorating of the quality of image with 2-3 decibel.

СОЧЕТАНИЕ ФРАКТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ КОДИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ДРУГИМИ МЕТОДАМИ

Харатишвили Н., Чхеидзе И., Нариманашвили Д.
Грузинский Технический Университет

Резюме

Показана возможность сочетания фрактальных методов кодирования с другими методами кодирования изображения. Получено, что предварительная фильтрация исходного изображения морфологическим фильтром улучшает качество восстановленного изображения, а осуществление фрактального кодирования над вершиной морфологической пирамиды позволяет в 15-16 раз увеличить коэффициент сжатия при ухудшении качества восстановленного изображения на 2-3 дб.