

**შემთხვევითი შეცდომების ზემოქმედების პირობებში საზომი ინფორმაციის
შეკუმშვის მეთოდების კვლევა კომპიუტერული ტექნოლოგიების საფუძველზე**

ირინა ჩხეიძე, ომარი ტომარაძე, ლალი ტოკაძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

გადმოცემულია შემთხვევითი შეცდომების პირობებში ერთ- და - ორგანზომილებიანი ინფორმაციის შეკუმშვის ალგორითმების კვლევა. ინფორმაციის შეკუმშვის ალგორითმში ვგულისხმობთ ისეთი უახლესი ტექნოლოგიის გამოყენებას, როგორცაა, ვეივლეტ-გარდაქმნის შეკუმშვის მეთოდი.

საკვანძო სიტყვები: ვეივლეტ-გარდაქმნა; ტრანსფორმანტა; სიგნალ/ხმაურის ფარდობის პიკური მნიშვნელობა; PSNR; შეკუმშვა; კონცენტრაცია; პიქსელი.

1. შესავალი

ნაშრომის მიზანია შემთხვევითი შეცდომების პირობებში ინფორმაციის გადაცემის ეფექტურობის კვლევა. ცხადია, რომ შემთხვევითი შეცდომების ე. ი. ხმაურისა და ხელშეშლების პირობებში ინფორმაციის გადაცემის ეფექტურობის მაჩვენებელი მცირდება. ეს შემცირება განპირობებულია როგორც ინფორმაციის შეკუმშვით, დაქანტვით, ინფორმაციის წყაროში და გადაცემის არხში არსებული ხმაურის და ხელშეშლების ზემოქმედებით. საჭიროა აუცილებლად რაოდენობრივად შეფასდეს ან გაიზომოს მიღებული დანაკარგები. ტექნიკურ ამოცანებში ეს შეფასება ხდება როგორც სტატისტიკური ან გასაშუალებული კრიტერიუმების მოხელვით ისე ცდომილებათა ჰისტოგრამების მიღების საშუალებით და სხვაობითი სურათის მიღებით. აღდგენილი გამოსახულების ხარისხის რაოდენობრივი შეფასების კრიტერიუმად ვიყენებთ სიგნალ/ხმაურის ფარდობის პიკურ მნიშვნელობას (PSNR) მოცემულს dB-ში. Mathcad პროგრამის გარემოში, არსებული ფუნქციების საფუძველზე, ამ პარამეტრების შეფასება ხდება საკმარისად მარტივად.

2. ძირითადი ნაწილი

პირველი ექსპერიმენტი ეხება შემდეგს: 1-ელ ნახაზზე მოცემულია საწყისი გამოსახულება „Lena“, (M) და მე-2 ნახაზზე - ხმაურდადებული გამოსახულება (Q) (ხმაურის ალბათობა $P=0,1$ და შეცდომათა მაქსიმალური დონეა 127).



M
ნახ.1 საწყისი გამოსახულება



Q
ნახ.2 ხმაურდადებული გამოსახულება



L_1
ნახ.3 აღდგენილი გამოსახულება, ხაღვ შენარჩუნებულია კოეფიციენტების 10%

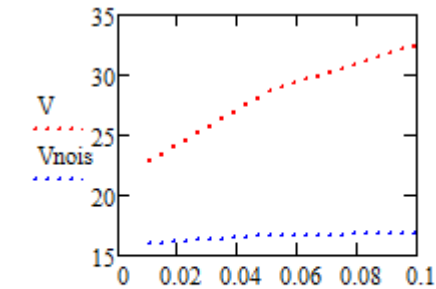


L_2
ნახ.4 აღდგენილი გამოსახულება, ხაღვ შენარჩუნებულია კოეფიციენტების 1%

მოვასწინებ M და Q გამოსახულებების ვეივლეტ-გარდაქმნა. მიღებულ ტრანსფორმანტაში შევინარჩუნეთ კოეფიციენტების 0,01, 0,05, 0,1 რაოდენობა, რითაც განხორციელდა შეკუმშვა. გამოსახულების აღსადგენად განვახორციელეთ ვეივლეტ-უკუგარდაქმნა. მე-3 ნახაზზე მოცემული L_1 გამოსახულება შეესაბამება იმ შემთხვევას, როდესაც შენარჩუნებული იყო კოეფიციენტების 10%, ხოლო მე-4 ნახაზზე მოცემულ L_2 გამოსახულებაზე მიღებული გვაქვს სურათი 1% კოეფიციენტის შენარჩუნებით.

თუ შევინარჩუნებდით ტრანსფორმანტის კოეფიციენტებს 0,1, მაშინ მივიღებდით აღდგენილი გამოსახულების ხარისხს PSNR=32,53 dB, თუ 0,05 - მივიღებდით 28,68 dB, თუ 0,01-მივიღებდით 28,8 dB.

ჩვენს მიერ ჩატარებული იქნა ექსპერიმენტი, რომელიც ეხებოდა სიგნალ/ხმაურის ფარდობის პიკური მნიშვნელობის დამოკიდებულებას შეკუმშვის კოეფიციენტებზე, რომელიც ხორციელდებოდა ვეივლეტ-გარდაქმნის გამოყენებით და ტრანსფორმანტაში 0,01, 0,05, 0,1 კოეფიციენტების შენარჩუნებით (მაშინ, როცა მთლიანი გამოსახულების ელემენტების რაოდენობა შეადგენდა N^2 პიქსელს) შედეგები გამოსახულია მე-5 ნახაზზე.



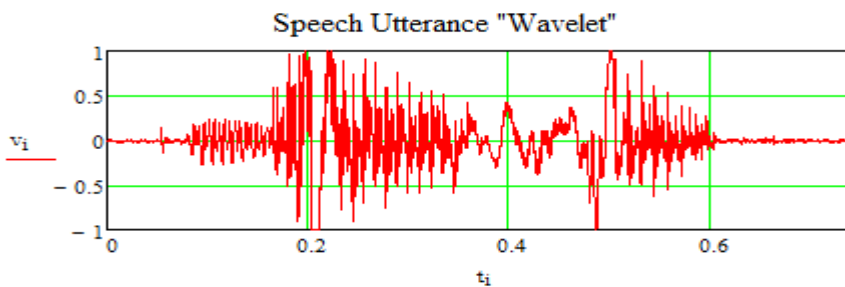
ნახ.5. სიგნალ/ხმაურის ფარდობის პიკური მნიშვნელობის დამოკიდებულება შეკუმშვის კოეფიციენტებზე

პუნქტურით მოცემული ზედა გრაფიკი ასახავს შემთხვევას, როდესაც შეკუმშვა ხდება საწყის გამოსახულებაზე შეცდომების დადების გარეშე, ქვედა გრაფიკი ასახავს იგივე დამოკიდებულებას შეცდომების შემცველი გამოსახულებისათვის. რაც შეეხება ზედა მრუდს იგი ასახავს PSNR დამოკიდებულებას კოეფიციენტების რაოდენობაზე, აქ

კარგად ჩანს ხმაურის დადება როგორ აფუჭებს, აღდგენილი გამოსახულების ხარისხს, კოეფიციენტების 0,1 მნიშვნელობის დროს თითქმის ორჯერ. მეორე შემთხვევაში ეს მაჩვენებელი ნაკლებად არის დამოკიდებული კოეფიციენტების რაოდენობაზე.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია, რომ თუ არ გამოვიყენებდით ვეივლეტ-გარდაქმნას შეკუმშვის გარეშე მივიღებდით აღდგენილი გამოსახულების ხარისხს, რომელიც გამოისახებოდა 11,18dB-ით, აქედან შეგვიძლია გავაკეთოთ დასკვნა, რომ ყველაზე უარეს შემთხვევაშიც (0,01 რაოდენობის დროსაც) ვეივლეტ-გარდაქმნა აუმჯობესებს აღდგენის ხარისხს 5dB-ით, ხოლო უკეთეს შემთხვევაში კი 6dB-ით.

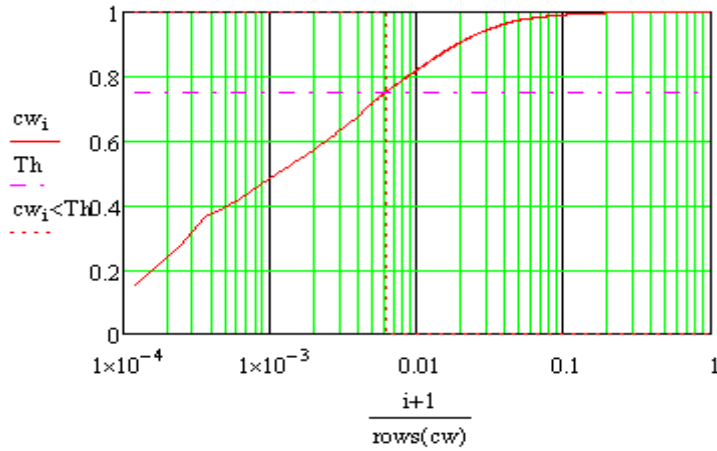
შემდეგი ექსპერიმენტი ეხებოდა ვეივლეტ-გარდაქმნისა და ფურიე გარდაქმნის შედარებას. ამისათვის გამოვიყენეთ სიგნალი, რომელიც აღიწერება სიტყვა "Wavelet" გახმოვანების დროს (ნახ.6).



ნახ.6 სიგნალი, რომელიც აღიწერება სიტყვა "Wavelet" გახმოვანების დროს

ხშირ შემთხვევაში ვეივლეტ-გარდაქმნა გამოიყენება მონაცემების შეკუმშვის მიზნით [1]. ეს კი განპირობებულია იმით, რომ სიგნალის ან გამოსახულების ძირითადი ენერჯია კონცენტრირდება რამდენიმე კოეფიციენტში. მაგალითისათვის განვიხილოთ მე-6 ნახაზზე მოცემული სიგნალისათვის შემდეგი ვეივლეტ-დისკრეტული გარდაქმნა (DWT).

```
J:=MaxDWTLevel(v)-2 filter:= coiflet(18) N:=rows(v)
W := dwt(v, j, filter) Th:= .75 i:= 0..N-1
cw:= Concentration (w)
```



ნახ.7 სიგნალის ენერჯის დამოკიდებულება შეკუმშვის კოეფიციენტებთან

ორდინატთა ღერძზე გადაზომილია სიგნალის ენერჯია და შესაბამისი ზღურბლი. მე-7 ნახაზიდან კარგად ჩანს, რომ ვეივლეტ-გარდაქმნა კონცენტრირებას უკეთებს ენერჯიას. იგი მოიცავს მთლიანი კოეფიციენტების 10%-ს, ხოლო კოეფიციენტების 75%-ი ნაკლებაა ზღურბლზე. აბცისთა ღერძზე 0,01 მნიშვნელობის გადაკვეთა 0,75-თან და მარჯვნივ მოთავსებულია ენერჯიის რაოდენობა, რომელიც აღემატება ზღურბლს და უფრო მეტიც იგი არის 0,01 და 0,1 მნიშვნელობებს შორის. ეს კი თვალნათლივ უჩვენებს სიგნალის შეკუმშვას და შემდგომში მის აღდგენას უფრო მნიშვნელოვანი კოეფიციენტების მეშვეობით.

შევიდაროთ ფურიე-გარდაქმნის (FET) შეკუმშვის უნარი ვეივლეტ-გარდაქმნასთან. (FET) გარდაქმნისათვის შეკუმშვის ფარდობითი კოეფიციენტი აღვნიშნოთ CR-ით.

```
CR: =99
ft: =cfft(v) cF: =Concentration(ft)
reconft: =icfft(Compress(ft,CR) }
```

აქვე ვაწარმოთ ვეივლეტ-გარდაქმნა ამავე CR მნიშვნელობისათვის

```
wt: =dwt(v,j,filter) cW: =Concentration(wt)
recondwt: =idwt(Compress(wt,CR),j,filter)
```

შემდეგ ეტაპზე შეკუმშვისათვის გამოვიყენოთ ვეივლეტ-პაკეტი-WPT

```
Tw: =WPt(v,j,filter)
entropy(x): =-x2.log(x2)
basis:= best-basis(Tw,basis)
wP: =extract-basis(Tw,basis)
cP: = Concentration(wR)
reconwR: =iWPt(Compress(wP,cR),basis,filter)
```

გამოვიყენოთ აგრეთვე კოსინუს-გარდაქმნა: Tc := lct(v, J, box)

$\text{Flatten}(A) := \left\{ \begin{array}{l} v \leftarrow A \\ \text{for } L \in 1.. \text{cols}(A) - 1 \\ v \leftarrow \text{stack}(v, A^L) \\ v \end{array} \right.$	$\text{findThresh}(T, \text{Percent}) := \left\{ \begin{array}{l} V \leftarrow T_1 \\ \text{for } L \in 2.. \text{rows}(T) - 1 \\ V \leftarrow \text{stack}(V, T_L) \\ V \leftarrow \text{Flatten}(V) \text{ if } \text{cols}(V) > 1 \\ V \leftarrow \text{sort}(\overrightarrow{ V }) \\ V_{\text{floor}(\text{rows}(V) \cdot \text{Percent})} \end{array} \right.$
--	--

