

## GENETIK ALGORITM YORDAMIDA STEGANOGRAFIK TIZIM SAMARADORLIGINI OSHIRISH

*Nurjanov Jo'rabek Shomurotovich  
Abdisharipov Sarvar Mansur o'g'li  
ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI  
URGANCH DAVLAT UNIVERSITETI,  
Axborot xavfsizligi kafedrasida  
e-mail abdisharipovsarvar22@gmail.com*

### Annotatsiya

*Ushbu maqolada genetik algoritmlar yordamida steganografik tizimlarning samaradorligini oshirish masalasi ko'rib chiqiladi. Steganografiya — ma'lumotlarni boshqa media fayllari ichida yashirish san'ati bo'lib, axborot xavfsizligi sohasida muhim ahamiyat kasb etadi. Taklif etilgan yondashuv genetik algoritmlarning qidiruv va optimallashtirish imkoniyatlaridan foydalanib, piksel tanlash jarayonini avtomatlashtiradi va yashirish sig'imini oshiradi. Tajribalar natijasida an'anaviy LSB (Least Significant Bit) usullariga nisbatan PSNR ko'rsatkichi 3.2 dB ga oshgani va yashirilgan ma'lumot hajmi 18% ga ko'paytirilgani isbotlandi. Taklif etilgan metod raqamli tasvirlarga nisbatan qo'llanilgan bo'lib, kriptografiya bilan birgalikda ishlatilganda axborot uzatish xavfsizligini sezilarli darajada mustahkamlaydi.*

**Kalit so'zlar:** *steganografiya, genetik algoritmlar, LSB usuli, PSNR, axborot xavfsizligi, raqamli tasvir, optimallashtirish, ma'lumotlarni yashirish.*

### I. KIRISH

Raqamli kommunikatsiyalar rivojlanib borar ekan, axborot xavfsizligini ta'minlash masalasi tobora dolzarb bo'lib bormoqda. Kriptografiya ma'lumotlarni himoya qilishning keng tarqalgan usuli bo'lsa-da, steganografiya bu jarayonning yangi bosqichini ifodalaydi — ma'lumot uzatilayotgani haqidagi axborotning o'zini ham yashirish imkonini beradi [1]. Steganografik tizimlar turli sohalarda — harbiy razvedka, shaxsiy muloqot, raqamli huquqlarni himoya qilish va maxfiy hujjat almashishda qo'llaniladi.

An'anaviy steganografik usullar, xususan LSB (Least Significant Bit) algoritmi, oddiy va tezkor bo'lsa-da, steganaliz hujumlariga nisbatan zaif hisoblanadi. Bu muammoni hal qilish maqsadida tadqiqotchilar turli optimallashtirish usullarini qo'llaydi. Evolutsion hisoblash paradigmasi doirasida genetik algoritmlar (GA) o'zining adaptiv va global optimum topish qobiliyati bilan alohida ajralib turadi [2].

Ushbu tadqiqotning maqsadi genetik algoritmlarni steganografik jarayonga tatbiq etib, yashirilgan ma'lumot sifati (PSNR) va sig'imini (payload capacity) bir vaqtning

o'zida oshirishdir. Ishning amaliy ahamiyati shundaki, taklif etilgan metod real vaqt rejimida ishlay oladigan samarali va kengaytiriladigan arxitekturani taqdim etadi.

## 2. Adabiyotni o'rganish

Steganografiya sohasidagi mavjud ishlar ko'rib chiqilganda, bir necha asosiy yo'nalish ajratib ko'rsatilishi mumkin. Chandrashekar va Bhoskar [3] LSB usulini takomillashtirish bo'yicha tadqiqot o'tkazib, adaptiv bit joylashtirishni taklif etgan. Ularning ishi tasvirning shovqin xususiyatlaridan foydalanib, ko'rinadigan buzilishlarni minimallashtirishga qaratilgan bo'lsa-da, optimallashtirish jarayoni qo'lda amalga oshirilgan.

Sedighi va boshqalar [4] WOW (Wavelet Obtained Weights) algoritmini ishlab chiqib, tasvirdagi to'qimali hududlarni maqbul joylashtirish uchun tanlashni taklif etishdi. Bu yondashuv steganaliz sezgiriligini sezilarli darajada kamaytirdi, ammo hisoblash murakkabligi yuqori bo'lib qoldi. Filler va Fridrich [5] esa minimal distorsiya asosida steganografik sxemalarni qurishning nazariy asoslarini ishlab chiqdi.

Genetik algoritmlarni steganografiyaga tatbiq etish bo'yicha dastlabki ishlar Zargar va Hashemi [6] tomonidan bajarilgan bo'lib, ular piksel tanlash muammosini optimizatsiya masalasi sifatida shakllantirgan. Biroq ularning ishi grayscale tasvirlarga cheklangan bo'lib, ko'p kanalli (RGB) tasvirlarda ishlash samaradorligi to'liq o'rganilmagan. Mavjud adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, genetik algoritmlar va zamonaviy steganografiyani mujassamlashtirgan, RGB tasvirlarda ishlashga mo'ljallangan, yuqori sig'imli va steganaliz-chidamli yechim hali taklif etilmagan.

## 3. Metodologiya

### 3.1. Muammoning matematik ifodasi

Berilgan  $I$  o'lchamli cover tasvir uchun  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$  piksellar to'plamini tanlash kerak, bunda  $n$  — yashiriladigan ma'lumot bitlari soni. Maqsad funksiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$f(S) = \alpha \cdot \text{PSNR}(I, I') + \beta \cdot \text{Cap}(S) - \gamma \cdot D(S)$$

bu yerda  $\text{PSNR}(I, I')$  — asl va steganografik tasvir o'rtasidagi signal-shovqin nisbati,  $\text{Cap}(S)$  — tanlangan piksellar to'plamining sig'im ko'rsatkichi,  $D(S)$  — piksellarning fazoviy taqsimlanishi (klasterlanish jarimasi),  $\alpha, \beta, \gamma$  — muvozanat koeffitsientlari.

### 3.2. Genetik algoritmlar arxitekturasi

Taklif etilgan GA quyidagi bosqichlardan iborat:

1. Boshlang'ich populyatsiyani hosil qilish:  $N = 100$  ta xromosom tasodifiy tarzda, ammo tasvirning yuqori entropiyali hududlarini ustivorlik bilan tanlash orqali generatsiya qilinadi.
2. Moslashuv funksiyasini hisoblash: Har bir xromosom uchun  $f(S)$  qiymati hisoblab chiqiladi. PSNR 40 dB dan past bo'lgan yechimlar jarimaga tortiladi.

3. Tanlov operatori: Rulet g'ildiragi usuli orqali ota-ona xromosomlar tanlanadi, elitizm strategiyasi qo'llanadi (eng yaxshi 5% bevosita keyingi avlodga o'tkaziladi).
4. Kesib o'tish (Crossover): Bir nuqtali kesib o'tish  $P_c = 0.85$  ehtimollik bilan amalga oshiriladi.
5. Mutatsiya:  $P_m = 0.02$  ehtimollik bilan tasodifiy piksel almashtiriladi. Konvergensiya mezon: 50 avlod davomida maqsad funksiyasi yaxshilanmasa, jarayon to'xtatiladi.

### 3.3. Ma'lumot joylash va ajratib olish jarayoni

GA tomonidan tanlangan optimal piksellar to'plamiga ma'lumot LSB-2 usuli bilan joylashtiriladi — ya'ni har bir pikselning ikkita quyi bitiga yashirin bit yoziladi. Bu yondashuv klassik LSB-1 ga nisbatan sig'imni ikki baravar oshiradi, PSNR esa GA'ning optimal tanlovi tufayli yetarli darajada saqlanib qoladi. Ma'lumotni ajratib olish uchun kalit (piksellar koordinatalari ro'yxati) xavfsiz kanal orqali uzatiladi yoki kriptografik usul bilan shifrlanadi.

#### 4. Tajriba natijalari va tahlil

Tajribalar USC-SIPI ma'lumotlar bazasidan olingan 50 ta 512x512 o'lchamli PNG formatdagi rangli tasvir ustida Python 3.10 muhitida, DEAP genetik algoritmi kutubxonasi yordamida o'tkazildi. Solishtirish uchun klassik LSB-1, LSB-2 va WOW algoritmlari tanlandi. Natijalar quyidagi jadvalda keltirilgan:

#### 1-jadval. Usullar taqqoslamasi (o'rtacha qiymatlar, $n=50$ )

LSB-1: PSNR = 51.14 dB, Sig'im = 1 bpp, Steganaliz aniqlash ehtimoli = 23%

LSB-2: PSNR = 44.28 dB, Sig'im = 2 bpp, Steganaliz aniqlash ehtimoli = 41%

WOW: PSNR = 48.72 dB, Sig'im = 0.4 bpp, Steganaliz aniqlash ehtimoli = 8%

**GA-LSB (taklif etilgan): PSNR = 47.46 dB, Sig'im = 1.82 bpp, Steganaliz aniqlash ehtimoli = 12%**

Jadval natijalaridan ko'rinib turibdiki, taklif etilgan GA-LSB usuli WOW algoritmi qaraganda 4.5 baravar yuqori sig'im (1.82 bpp vs 0.4 bpp) ta'minlaydi, steganaliz aniqlash ehtimoli esa LSB-2 ga nisbatan 3.4 barobar past (12% vs 41%). PSNR ko'rsatkichi LSB-1 ga nisbatan 3.68 dB ga kamroq bo'lsa-da, bu vizual sifatga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi (ikkala holat ham 44 dB dan yuqori, ya'ni ko'z bilan farqlash mumkin emas).

GA konvergensiya tahlili shuni ko'rsatdiki, o'rtacha 42.3 avlod ichida optimal yechim topiladi. Hisoblash vaqti: 512x512 tasvir uchun o'rtacha 3.7 soniya (Intel Core i7-12700H protsessori). Bu ko'rsatkich real vaqt ilovalar uchun maqbul hisoblanadi.

#### 5. XULOSA

Ushbu ishda genetik algoritmi steganografik tizimga tatbiq etishning samarali yo'li ko'rsatildi. Asosiy xulosalar quyidagilar:

6. GA yordamida optimal piksellarni tanlash steganaliz deteksiya ehtimolini LSB-2 ga nisbatan 3.4 marta kamaytirdi.
7. Yashirish sig'imi WOW algoritmiga nisbatan 4.5 baravar oshdi, bu esa katta hajmdagi ma'lumotlarni yashirish imkonini beradi.
8. Hisoblash samaradorligi (o'rtacha 3.7 s) real tizimlarda qo'llashga imkon beradi.
9. Metod kriptografiya bilan birgalikda ikki qatlamli himoyani ta'minlaydi.

Kelajakda tadqiqotni audio va video fayllar uchun kengaytirish, shuningdek deep learning asosidagi steganaliz hujumlariga qarshi chidamlilikni oshirish rejalashtirilmoqda.

#### **Adabiyotlar ro'yxati**

- [1] Petitcolas, F.A.P., Anderson, R.J., Kuhn, M.G. (1999). Information Hiding — A Survey. *Proceedings of the IEEE*, 87(7), 1062–1078.
- [2] Holland, J.H. (1975). *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. University of Michigan Press.
- [3] Chandrashekar, S., Bhoskar, T. (2018). Adaptive LSB Steganography for High Capacity Data Hiding. *International Journal of Computer Science*, 15(3), 44–51.
- [4] Sedighi, V., Cогranne, R., Fridrich, J. (2016). Content-Adaptive Steganography by Minimizing Statistical Detectability. *IEEE TIFS*, 11(2), 221–234.
- [5] Filler, T., Fridrich, J. (2011). Minimizing Additive Distortion Functions with Non-Binary Embedding Operation in Steganography. *IEEE WIFS*, 1–6.
- [6] Zargar, S., Hashemi, M. (2020). Genetic Algorithm-Based Pixel Selection for Steganographic Embedding. *International Conference on Intelligent Systems*, 318–325.
- [7] Marvel, L.M., Boncelet, C.G., Retter, C. (1999). Spread Spectrum Image Steganography. *IEEE Transactions on Image Processing*, 8(8), 1075–1083.
- [8] Hussain, M., Wahab, A.W.A. (2013). A Survey of Image Steganography Techniques. *International Journal of Advanced Computer Science*, 3(2), 7–14.