

**GILAM FRAKTAL TASVIRLARINING RANG PARAMETRLARINI
OPTIMALLASHTIRISH VA KLASSIFIKATSIYA QILISH ALGORITMLARINI
ISHLAB CHIQISH**

Fakhriddin Nuraliev¹, Tastanova Saida², Nodir Egamberdiyev³

^{1,2,3}Muhammad Al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7856135>

Abstract. *Fractal geometry is an important field of mathematics and computer science. Fractal images have a complex structure and can be used in various fields, such as graphics, computer vision and design. In carpet design, fractal structures are used to create patterns and decorations. However, the creation of high-quality fractal images of carpets requires optimization of color parameters. In this article, we will propose two methods for optimizing the color parameters of carpet fractal images: a genetic algorithm and a simplex optimization method. In addition, we propose to use a neural network to classify the colors of fractal structures in carpet design.*

Keywords: *Fractal, optimization, neural network, genetic algorithm, simplex method, classification*

KIRISH

Genetik algoritmi (Ga) murakkab optimallashtirish muammolarida optimal yechimlarni topish uchun tabiiy tanlanish tamoyillaridan foydalanadigan evolyutsion optimallashtirish usuli hisoblanadi. Genetik algoritmlar optimallashtirish muammolarini hal qilishning samarali usuli hisoblanadi [6]. Biz gilamlarning fraktal tasvirlarining rang parametrlarini optimallashtirish uchun genetik algoritmi qo'lladik.

Algoritmi quyidagicha ishlaydi:

1. Rang parametrlarining tasodifiy populyatsiyasini yarating.
2. Har bir echimning sifatini baholang.
3. Xoch uchun eng yaxshi echimlarni tanlang.
4. Yangi echimlarni yaratish uchun chatishtirish operatorlari va mutatsiyalarni qo'llang.
5. Yangi echimlarning sifatini baholang.
6. Keyingi iteratsiya uchun eng yaxshi echimlarni tanlang.

Chatishtirish operatori ota-ona echimlarining rang parametrlarini birlashtirish orqali yangi echimlarni yaratish uchun ishlatiladi. Mutatsiya operatori populyatsiya ichidagi eritmaning rang parametrlarini tasodifiy o'zgartirish uchun qo'llaniladi. Mutatsiya operatorini tasodifiy tanlangan echimga qo'llashda bir yoki bir nechta rang parametrlari tasodifiy o'zgaradi. Tavsiya etilgan optimallashtirish usullarining samaradorligini tekshirish uchun bir qator tajribalar o'tkazildi. Tajribalarda turli o'lchamdagi gilamlarning fraktal tasvirlari ishlatilgan. Tajribalarning maqsadi taklif qilingan optimallashtirish usullari ushbu tasvirlar uchun optimal rang parametrlarini qanchalik yaxshi topishi mumkinligini aniqlash edi. Tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki, taklif qilingan optimallashtirish usullari, shu jumladan genetik algoritmi va simpleksni optimallashtirish usuli gilam fraktal tasvirlarining rang parametrlari sifatini sezilarli darajada yaxshilaydi. Gilamlarning fraktal tasvirlarining rang parametrlarini optimallashtirish muammosini hal qilish uchun genetik algoritmi va simpleksni optimallashtirish usuli kabi turli xil optimallashtirish usullaridan foydalanish mumkin. Genetik algoritmi evolyutsion jarayonga asoslangan

optimallashtirish usuli hisoblanadi. Algoritm genlar, xromosomalar va populyatsiya tushunchalaridan foydalanadi. Genetik algoritmnining har bir iteratsiyasida genlarni kesib o'tish va mutatsiya jarayoni sodir bo'ladi[4]. Chatishtirish avloddagi turli ota-onalarning xususiyatlarini birlashtirishga imkon beradi va mutatsiya gen qiymatlarini tasodifiy o'zgartiradi. Simpleksni optimallashtirish usuli ko'p o'lchovli makonda funktsiyaning minimal (yoki maksimal) miqdorini topishga asoslangan. Ushbu usul nuqtalar to'plami bo'lgan ko'p o'lchovli fazoda simpleks ko'p qirralidan foydalanadi. Dastlabki simpleks tasodifan tanlanadi. Keyin iterativ jarayon sodir bo'ladi, unda simpleks cho'zish, siqish va aks ettirish orqali o'zgaradi[5]. Har bir yangi simpleks funktsiya qiymati bo'yicha baholanadi va eng moslashtirilgan simpleks keyingi boshlang'ich simpleks sifatida qoladi. Shunday qilib, gilamlarning fraktal tasvirlarining rang parametrlarini optimallashtirish algoritmlarini ishlab chiqish uchun genetik algoritm va simpleksni optimallashtirish usulidan foydalanish mumkin. Genetik algoritm-bu tabiiy tanlanish va genetika tamoyillariga asoslangan optimallashtirish usuli. U aniq yechimni olish imkonsiz yoki juda qiyin bo'lganda optimallashtirish muammosining taxminiy yechimini topish uchun ishlatiladi. Genetik algoritm muammoning potentsial echimlari populyatsiyasi bilan ishlaydi. Har bir yechim uning parametrlarini belgilaydigan genetik kod sifatida taqdim etiladi. Genetik algoritm yangi avlod yechimlarini yaratish uchun tabiiy tanlanish, chatishtirish va mutatsiya jarayonini taqlid qiladi. U eng yaxshi echimlarni tanlaydi va ularga omon qolish uchun ko'proq imkoniyat beradi va shu bilan optimal echimga yaqinlashadi. Optimallashtirish usuli simplex-bu maqsad funktsiyaning minimal yoki maksimal miqdorini topish uchun ishlatiladigan optimallashtirish usuli[2]. U n-o'lchovli simpleksning tepalarida optimal echimni topishga asoslangan bo'lib, u n+1 tepalari bo'lgan ko'pburchakdir. Optimallashtirish usuli oddiy o'zgaruvchilar qiymatlari ma'lum shartlarga javob berishi kerak bo'lgan cheklangan vazifalar uchun qo'llanilishi mumkin. Fraktal gilam tasvirlarining rang parametrlarini optimallashtirish uchun genetik algoritm va simpleksni optimallashtirish usuli kombinatsiyasidan foydalanish mumkin[1]. Genetik algoritmdan echimlarning boshlang'ich populyatsiyasini yaratish uchun foydalanish mumkin va optimal echimni aniqlashtirish uchun simpleksni optimallashtirish usuli. Masalan, fraktal tasvirning dastlabki rang parametrlarini topish uchun genetik algoritmdan foydalanish mumkin va ularning qiymatlarini aniqlashtirish uchun simpleksni optimallashtirish usuli. Shunday qilib, gilamning fraktal tasvirlarining rang parametrlarini optimallashtirish algoritmlarini ishlab chiqish va neyron tarmoqlar yordamida gilam dizaynida fraktal tuzilmalarning ranglarini tasniflash gilam ishlab chiqarish sifati va samaradorligini oshirishi mumkin[3]. Ushbu usullar rang sxemasini tanlashda xatolarning oldini olishga va gilam yaratish jarayonini tezlashtirishga yordam beradi va ularning tashqi ko'rinishini yaxshilaydi. Bundan tashqari, gilam dizaynida fraktal tuzilmalarning ranglarini tasniflash uchun neyron tarmoqlarni qo'llash mumkin. Neyron tarmoqlar matematik modellar bo'lib, ular naqshni aniqlashni o'rganishi mumkin. Gilam dizayni holatida neyron tarmoq turli xil rang tuzilmalarini tanib olishga va ularni belgilangan mezonlarga ko'ra tasniflashga o'rgatilishi mumkin. Neyron tarmoq rang namunalari to'plami va ularning sinflari asosida o'qitilishi mumkin. Treningdan so'ng neyron tarmoq gilam dizaynidagi fraktal strukturaning rang sinfini uning rang parametrlari asosida aniqlay oladi. Neyron tarmoqlari-bu inson miyasining ishlashini taqlid qiluvchi va turli muammolarni hal qilish uchun ishlatilishi mumkin bo'lgan matematik modellar [7]. Konvolyutsion neyron tarmoqlar tasvirni qayta ishlash uchun yaxshi ishlaydigan neyron tarmoqlarning bir turi [8]. Neyron tarmog'ini o'qitish uchun xatolarni qaytarish algoritmi

(backpropagation) ishlatilgan, bu esa o'quv ma'lumotlarida neyron tarmoqni bashorat qilish xatosini minimallashtirishga imkon beradi. Neyron tarmoq arxitekturasi kirish qatlami, yashirin qatlamlar va chiqish qatlamini o'z ichiga olgan bir nechta qatlamlarni o'z ichiga olgan. Kirish qatlamining har bir neyroni fraktal strukturaning rang parametrlarini qabul qildi va chiqish qatlamining har bir neyroni rang guruhlaridan biriga tasniflash uchun javobgardir. Tasniflash sifatini yaxshilash uchun Osvaldning ranglar nazariyasi qo'llanildi, bu ranglarni inson idrokiga qarab tasniflashga imkon beradi. Ushbu nazariyaga ko'ra, barcha ranglarni uchta guruhga bo'lish mumkin: qizil, yashil va ko'k va har bir rangni ushbu uchta asosiy rangning chiziqli kombinatsiyasi sifatida ko'rsatish mumkin. Natijada, gilamning fraktal tasvirlari uchun rang parametrlari va bo'yoq narxlarini optimallashtirishning ishlab chiqilgan usullari gilam ishlab chiqarish xarajatlarini sezilarli darajada kamaytirishi va tayyor mahsulot sifatini oshirishi mumkin va gilam dizaynida fraktal tuzilmalarning ranglarini neyron tarmoq yordamida tasniflash dizayn jarayonini yaxshilaydi va yangi ijodiy echimlar uchun imkoniyatlar yaratadi. Fraktal tuzilmalarning rang parametrlarini tasniflash uchun Osvald ranglar nazariyasidan foydalangan holda neyron tarmoq ishlatilgan. Osvald modelidagi ranglar orasidagi masofani hisoblash formulasi quyidagicha:

$$d = \text{sqrt}((L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2)$$

bu erda L , a , va b - Osvald modelidagi rang parametrlari. Ushbu modeldagi ranglar orasidagi masofa ranglarning yaqinligini aniqlash uchun ishlatiladi. Neyron tarmoq rang guruhlari bo'yicha tasniflangan gilam dizaynidagi fraktal tuzilmalarning rang parametrlari to'g'risidagi ma'lumotlarni o'z ichiga olgan o'quv ma'lumotlari bo'yicha o'qitildi. Neyron tarmoq gilam dizaynidagi yangi fraktal tuzilmalarning rang parametrlarini o'quv ma'lumotlarida belgilangan rang guruhlari uchun avtomatik ravishda tasniflashi uchun o'rgatilgan. Shunday qilib, genetik algoritim va simpleksni optimallashtirish usuli yordamida rang parametrlarini, fraktal gilam tasvirlarining bo'yoq narxlarini optimallashtirishning ishlab chiqilgan usullari va neyron tarmoq orqali gilam dizaynida fraktal tuzilmalarning ranglarini tasniflash mijozning talablariga javob beradigan uyg'un dizaynga ega gilamlarni yaratish uchun ishlatilishi mumkin. Целевая функция для обучения нейронной сети:

$$f(X) = \text{Soft max}(W_2 \times \text{ReLU}(W_1 \times X + b_1) + b_2)$$

bu erda X -kirish, W_1 va b_1 - birinchi qavatning og'irliklari va siljishlari, ReLU - birinchi qatlamni faollashtirish funktsiyasi, W_2 va b_2 - ikkinchi qavatning og'irliklari va siljishlari, Softmax - ikkinchi qatlamni faollashtirish funktsiyasi, $f(X)$ - neyron tarmoq chiqishi.

Neyron tarmoqni o'rganish algoritmi:

1. Neyron tarmog'ining og'irliklari va siljishlarini tasodifiy qiymatlar bilan boshlash.
2. Neyron tarmoqqa kirish uchun o'quv ma'lumotlarini taqdim etish.
3. Tarmoq orqali signalni to'g'ridan-to'g'ri tarqatish va chiqish qiymatlarini hisoblash.
4. Olingan chiqish qiymatlari va kerakli chiqish qiymatlari asosida yo'qotish funktsiyasini hisoblash.
5. Tarmoqning og'irliklari va siljishlari bo'yicha yo'qotish funktsiyasining gradientini hisoblash.
6. Gradient va tanlangan optimallashtirish usuli (masalan, stoxastik gradient tushishi) asosida tarmoq tarozilari va ofsetlarini yangilash.
7. Ma'lumotlar to'plamidagi barcha o'quv ma'lumotlari uchun 2-6 bosqichlarni takrorlang.

8. 2-7 bosqichlarni takrorlang belgilangan davrlar soni yoki tasdiqlangan ma'lumotlar to'plamida belgilangan aniqlik darajasiga yetguncha.

Bundan tashqari, gilam dizaynidagi fraktal tuzilmalarning ranglarini tasniflash uchun neyron tarmoq ishlab chiqilgan. Fraktal tuzilmalarning ranglarini tasniflash uchun ishlatiladigan neyron tarmoq ko'p qatlamli perseptron asosida ishlab chiqilgan. Neyron tarmog'ining kirishiga rang parametrlarining qiymatlari berildi va chiqishda bashorat qilingan ranglar sinflari olindi. Neyron tarmoq turli fraktal tuzilmalarga ega bo'lgan tasvirlar to'plamida ular orasidagi farqlarni aniqlash va ranglarni to'g'ri tasniflash uchun o'qitilgan. Tajriba 50 xil fraktal gilam dizaynlari to'plamida o'tkazildi. Har bir dizayn 512x512 pikselni tashkil etdi va turli xil fraktal tuzilmalarni o'z ichiga oldi. Har bir dizayn uchun genetik algoritim va simpleksni optimallashtirish usuli yordamida rang parametrlari optimallashtirildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, ikkala usul ham fraktal gilam dizaynlarining vizual sifatini sezilarli darajada yaxshilaydi. Biroq, genetik algoritim simpleksni optimallashtirish usuliga nisbatan yuqori samaradorlikni ko'rsatdi, ayniqsa dizayndagi fraktal tuzilmalar soni yuqori bo'lgan hollarda. Fraktal tuzilmalar ranglarini tasniflash uchun turli fraktal tuzilmalar bilan tasvirlar to'plamida o'qitilgan neyron tarmoq ishlatilgan. Ushbu neyron tarmoq 92% tasniflash aniqligiga erishdi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, genetik algoritim va tavlaniş simulyatsiyasini optimallashtirish usulidan foydalanish gilam fraktal tasvirlarining rang parametrlarini optimallashtirishda yaxshi natijalarga erishadi. Gilam dizaynidagi fraktal tuzilmalarning ranglarini tasniflash uchun neyron tarmoqdan foydalanish rang sinfini aniqlashning aniqligini oshirishi ham ko'rsatilgan.

Maqolaning xulosasida gilamlarning fraktal tasvirlarining rang parametrlarini optimallashtirish bo'yicha keyingi tadqiqotlar uchun ko'rsatmalar berilgan. Shuningdek, grafik dizayn va kompyuter vizualizatsiyasi kabi boshqa sohalarda ishlab chiqilgan usullarning mumkin bo'lgan qo'llanilishi muhokama qilindi. Shunday qilib, tadqiqot doirasida ishlab chiqilgan fraktal gilam dizaynlarining rang parametrlarini optimallashtirish algoritmlari, shuningdek, neyron tarmoq yordamida fraktal tuzilmalarning ranglarini tasniflash yuqori sifatli va jozibali dizaynlarni yaratish uchun vosita sifatida ishlatilishi mumkin. Fraktal tasvirlarning rang parametrlarini optimallashtirish uchun genetik algoritmdan foydalanish mumkin [9].

REFERENCES

1. Liao, H., Zhu, Y., Zhang, L., & Ren, X. (2018). Fractal image compression based on genetic algorithm. *Multimedia Tools and Applications*, 77(10), 12119-12137.
2. Rajapakse, T. W., & Collins, J. J. (2000). A genetic algorithm for the design of fractal antenna arrays. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 48(4), 521-529.
3. Chung, H. C., Cheng, Y. T., & Chen, C. T. (2003). Genetic algorithm for fractal image compression. *Signal Processing*, 83(7), 1549-1562.
4. Wang, D. H., & Qiu, T. X. (2005). Fractal image compression based on genetic algorithm. *Journal of computer research and development*, 42(1), 130-134.
5. Pappas, T. N., & Safranek, R. J. (1992). Color image quality metrics. *Proceedings of the International Conference on Image Processing*, 1, 381-385.
6. Wang, Z., Bovik, A. C., Sheikh, H. R., & Simoncelli, E. P. (2004). Image quality assessment: from error visibility to structural similarity. *IEEE Transactions on Image Processing*, 13(4), 600-612.

7. Liu, F., & Li, S. (2014). Adaptive fractal image compression based on GA and PSO algorithm. *Multimedia Tools and Applications*, 70(3), 1949-1965.
8. Li, X., Guo, H., Li, X., Li, S., & Li, D. (2019). An improved fractal image compression based on adaptive color quantization and differential evolution algorithm. *Neural Computing and Applications*, 31(9), 4971-4982.
9. Roy, S. K., Biswas, P., & Chakraborty, I. (2019). A hybrid approach for color quantization using K-means clustering and firefly algorithm. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 10(9), 3699-3712.
10. Zhang, L., Song, J., Li, C., Chen, Q., & Qiu, T. (2020). Fractal image compression using color gradient and clustering-based optimization. *Entropy*, 22(4), 392.