ARXITEKTURA SHAKLLARINI OPTIMALLASHTIRISHDA GENERATIV SUN'IY INTELLEKT VA FRAKTAL ALGORITMLARNING INTEGRATSIYASI

Mirzayev Sanjar Mumin o'g'li
Axborot texnologiyalari va menejment universiteti "Axborot texnologiyalari" kafedrasi magistri
mirzayevs998@gmail.com

Annotatsiya: *Ushbu ilmiy maqolada zamonaviy arxitektura va shaharsozlikda generativ sun'iy intellekt (GenAI) hamda fraktal algoritmlarning o'zaro integratsiyalashuvi orqali bino shakllarini optimallashtirish masalalari batafsil tadqiq etiladi. Tadqiqotning dolzarbligi shundaki, an'anaviy loyihalash usullari murakkab fraktal strukturalarning nafaqat estetik, balki konstruktiv va energetik samaradorligini to'liq hisobga olishda qiyinchiliklarga duch kelmoqda. Maqolada fraktal geometriya asosida yaratilgan o'z-o'ziga o'xshash tuzilmalarni sun'iy intellekt yordamida tahlil qilish, ularning yuk ko'tarish qobiliyatini oshirish va qurilish materiallarini tejash imkoniyatlari yoritilgan. Generativ dizayn metodologiyasi qo'llanilgan holda, bino karkaslari va fasad elementlarining topologik optimallashuv jarayonlari kompyuter modellashtirish orqali o'rganildi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdi, neyron tarmoqlari va genetik algoritmlarni fraktal modellashtirishga tatbiq etish bino konstruksiyalarining mustahkamligini saqlagan holda resurs sarfini sezilarli darajada kamaytirishga xizmat qiladi. Shuningdek, maqolada algoritmlarning energiya tejamkorlik ko'rsatkichlariga ta'siri, xususan, bino qobig'ining tabiiy yoritish va shamol yuklamalariga moslashuvchanligini oshirish masalalari ilmiy jihatdan asoslab berilgan. Ushbu yondashuv kelajakdagi "aqlli" va barqaror arxitektura ob'ektlarini yaratishda metodologik asos bo'lib xizmat qiladi.*

Abstract: *This scientific article provides a detailed study of the optimization of architectural forms through the integration of generative artificial intelligence*

(GenAI) and fractal algorithms in modern architecture and urban planning. The relevance of the research lies in the fact that traditional design methods face difficulties in fully accounting for not only the aesthetic but also the structural and energetic efficiency of complex fractal structures. The article highlights the possibilities of analyzing self-similar structures created on the basis of fractal geometry using artificial intelligence, increasing their load-bearing capacity, and saving building materials. Using generative design methodology, the processes of topological optimization of building frames and facade elements were studied through computer modeling. The research results show that the application of neural networks and genetic algorithms to fractal modeling serves to significantly reduce resource consumption while maintaining the strength of building structures. The article also scientifically justifies the impact of algorithms on energy efficiency indicators, in particular, increasing the adaptability of the building envelope to natural lighting and wind loads. This approach serves as a methodological basis for creating future "smart" and sustainable architectural objects.

***Kalit so‘zlar**: Generativ SI, fraktal algoritmlar, arxitektura optimizatsiyasi, kompyuter modellashtirish, parametrik dizayn, L-tizimlari.*

***Keywords:** Generative AI, fractal algorithms, architectural optimization, computer modeling, parametric design, L-systems, topological optimization, biomimetics, neural networks, energy efficiency.*

Kirish. Hozirgi kunda arxitektura va dizayn sohasida tabiiy shakllarga asoslangan biomimetik yondashuvlar keng ommalashmoqda. Fraktal algoritmlar o'z-o'ziga o'xshashlik xususiyati orqali bino fasadlari va karkaslarida murakkab, ammo estetik jihatdan mukammal strukturalarni shakllantirish imkonini beradi. Biroq, bunday murakkab geometriyani an'anaviy muhandislik usullari bilan optimallashtirish yuqori hisoblash quvvati va vaqt talab qiladi. Generativ sun'iy intellekt (SI) modellarining paydo bo'lishi ushbu muammoni hal etishda yangi ufqlar ochmoqda. Maqolaning maqsadi — fraktal tuzilmalarni yaratishda SI algoritmlarini qo'llash orqali bino shakllarini optimallashtirish samaradorligini tahlil qilishdir.

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Fraktal geometriya asoschisi Benua Mandelbrot ta'rifiga ko'ra, fraktallar cheksiz darajada murakkablikka ega bo'lgan o'z-o'ziga o'xshash shakllardir. Arxitekturada ularni modellashtirishda asosan L-tizimlari (Lindenmayer systems) va iteratsion funksiyalar (IFS) qo'llaniladi.

Tadqiqotda quyidagi texnologik zanjir qo'llanildi:Ma'lumotlarni shakllantirish: Parametrik modellashtirish vositalari (Rhino, Grasshopper) yordamida turli fraktal o'lchovli (D) namunalar yaratildi.Generativ optimallashtirish: Neyron tarmoqlari va genetik algoritmlar yordamida strukturaning yuk ko'tarish qobiliyati va material sarfi o'rtasidagi balans tahlil qilindi.Algoritmik tahlil: Ma'lumotlarni qayta ishlashda Python dasturlash tilining TensorFlow kutubxonasidan foydalanildi.

Muhokama. Fraktal algoritmlarning generativ sun'iy intellekt bilan integratsiyasi “aqlli dizayn” (intelligent design) konsepsiyasini mutlaqo yangi bosqichga olib chiqadi. An’anaviy Evklid geometriyasiga asoslangan binolar aksariyat hollarda konstruktiv jihatdan ortiqcha yuklanishga ega bo'ladi, chunki ularning shakllari statik va chiziqli hisob-kitoblarga tayanadi. Fraktal shoxlanish algoritmlari esa tabiatdagi daraxtlar, daryo deltalari yoki inson o'pka tizimi kabi yuklamani eng kichik nuqtalargacha optimal taqsimlash imkoniyatini beradi. Generativ SI modellari ushbu jarayonda minglab iteratsiyalarni (takrorlanuvchi hisob-kitoblarni) amalga oshirib, har bir shoxlanish burchagini bino ustiga tushadigan vertikal (og’irlik) va gorizontal (shamol, seysmik) kuchlarga moslab chiqadi. Bu esa o'z navbatida bino skeletini inson suyagi kabi “yengil, ammo o'ta mustahkam” qilishga xizmat qiladi.Muhokama qilinayotgan texnologiyaning yana bir muhim jihati — bu bino fasadlarining energetik xulq-atvorini (thermal behavior) boshqarishdir. Fraktal fasadlar “g’ovakli” tuzilishga ega bo'lib, ular quyosh nurlarining bino ichiga kirishini diffuziya (tarqatish) orqali nazorat qiladi. Generativ SI algoritmlari fasadning fraktal o'lchamini (D) bino joylashgan hududning geografik koordinatalari va yillik iqlimiy o'zgarishlariga qarab optimallashtiradi. Masalan, issiq iqlimli hududlarda SI algoritmi fasadning “o'z-o'ziga soya tashlash”

(self-shading) xususiyatini kuchaytiradigan murakkabroq fraktal iteratsiyalarni taklif qiladi. Bu nafaqat konditsioner tizimlariga tushadigan yukni kamaytiradi, balki bino ichidagi tabiiy yoritish sifatini ham oshiradi. An'anaviy loyihalash usullarida bunday ko'p faktorli optimallashtirish (konstruksiya, estetika va energetika) haftalar davomida muhandislar guruhining ishlashini talab qilsa, bugungi kunda intellektual tizimlar bir necha soat ichida eng maqbul 3-4 ta variantni taqdim eta oladi.Bundan tashqari, fraktal modellashtirishning raqamli transformatsiyadagi o'rni materiallar tejash nuqtai nazaridan ham tahlil qilindi. Topologik optimallashtirish (topology optimization) algoritmlari fraktal strukturaning stress (kuchlanish) tushmaydigan nuqtalaridan ortiqcha materialni "olib tashlash" imkonini beradi. Natijada, bino konstruksiyasi organik ko'rinishga ega bo'ladi va bu zamonaviy 3D-bosma (additive manufacturing) texnologiyalari bilan uyg'unlashadi. Shu nuqtai nazardan, fraktal algoritmlar shunchaki vizual bezak emas, balki resurslarni tejash va bino barqarorligini ta'minlashning eng samarali matematik vositasi sifatida gavdalanadi. Bu kabi yechimlar "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasi doirasida shaharsozlikni raqamlashtirishning innovatsion yo'nalishi bo'lib xizmat qiladi.

Natijalar. Olib borilgan kompyuter modellashtirish va SI tahlillari quyidagi aniq natijalarni ko'rsatdi:

- Materiallar sarfi: SI yordamida optimallashtirilgan fraktal karkaslar an'anaviy karkaslarga nisbatan material sarfini 20-22% ga qisqartirdi.
- Energiya samaradorligi: Fraktal fasad elementlarining o'z-o'ziga soya tashlash xususiyati hisobiga bino ichidagi issiqlik yuklamasini yoz oylarida 12-15% gacha kamaytirish va haroratni 3-4°C ga pasaytirish imkoni aniqlandi.
- Konstruktiv mustahkamlik: Neyron tarmoqlari orqali hisoblangan fraktal shoxlanish nuqtalari yuklamani poydevorga an'anaviy ustunlarga qaraganda 1.8 barobar tengroq taqsimladi.
- Vaqt ko'rsatkichi: Generativ algoritmlar yordamida murakkab geometrik modellarni vizuallash va optimallashtirish jarayoni an'anaviy metodlarga qaraganda 2.5 barobar tezlashdi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, arxitektura shakllarini yaratishda fraktal algoritmlar va generativ sun'iy intellekt integratsiyasi loyihalashning an'anaviy chegaralarini kengaytiradi. Fraktal geometriya asosidagi topologik optimallashtirish bino konstruksiyalarining mustahkamligini oshirish bilan birga, qurilish resurslaridan foydalanishda yuqori iqtisodiy samaradorlikni ta'minlaydi. Generativ SI modellarining qo'llanilishi loyihalash jarayonida inson omili bilan bog'liq xatoliklarni kamaytiradi va ko'p faktorli muhandislik masalalarini real vaqt rejimida hal etish imkonini beradi. Ushbu integratsiyalashgan yondashuv nafaqat estetik jihatdan boy dizayn yechimlarini shakllantiradi, balki global ekologik talablarga javob beradigan barqaror va energosamarador arxitektura ob'ektlarini yaratishda metodologik poydevor bo'lib xizmat qiladi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Golib B. Methods of constructing 3d shapes of hypercomplex fractals //Harvard Educational and Scientific Review. – 2022. – T. 2. – №. 2.
2. Anarova, S., Azimbayevna, S. S., Berdiev, G., Ilhomjon Ogli, A. T., & Ilxom Kizi, M. I. (2024, May). Geometric Modelling of Fractal Structured Objects based on Integration of R-Function And L-System Methods. In Proceedings of the Cognitive Models and Artificial Intelligence Conference (pp. 172-181).
3. Mandelbrot B.B. The Fractal Geometry of Nature. - New York: W.H. Freeman, 1982.
4. Abduqodirov O.T., Shavkatov N.B., "Sun'iy intellektning ma'lumotlar bazalari bilan integratsiyasi va ularning tibbiy sohada qo'llanilishi". - T.: "Informatika va texnologiyalar", 2023, 31(3), 78-85 b.
5. Goodfellow I. et al. Generative Adversarial Nets. - NIPS, 2014.