



FRAKTALLAR NAZARIYASINING ASOSIY TUSHUNCHALARI VA GEOMETRIK MODELLASHTIRISHDAGI QO'LLANILISHI

Diyarova Muhayyo Sherpulatovna

Axborot texnologiyalari va menejment universiteti, magistr

Annotatsiya: Ushbu maqolada fraktal geometriyaning shakllanish tarixi, fraktal tushunchasining mazmuni hamda fraktallarga xos bo'lgan asosiy xususiyatlar — o'ziga-o'xshashlik, kasr o'lcham (fraktal o'lcham), nomuntazamlilik va rekursiv tuzilish tahlil qilinadi. Shuningdek, fraktal tuzilishli obyektlarni analitik va algoritmik yondashuvlar yordamida modellashtirish masalalari yoritilib, L-tizimlar (Lindenmayer tizimlari), iteratsiyalangan funksiyalar tizimi (IFS) kabi klassik usullarning mohiyati bayon etiladi. Fraktallarning amaliy ahamiyati tabiiy obyektlar modeli, kompyuter grafikasi, shaharsozlik, sensor tarmoqlari, materiallar va iqtisodiy vaqt qatorlari kabi yo'nalishlar kesimida ko'rsatib beriladi. Maqola fraktal geometriyani murakkab shakllarni yaratish va tahlil qilishda universal matematik-axborotiy vosita sifatida asoslaydi.

Kalit so'zlar: fraktal, fraktal geometriya, o'ziga-o'xshashlik, fraktal o'lcham, Hausdorff o'lchami, qutilarni sanash usuli, L-tizim, Turtle grafika, IFS, geometrik modellashtirish, Mandelbrot to'plami.

KIRISH

Fraktal geometriyaning fan sifatida ommalashuvi B.B. Mandelbrotning 1977 yilda nashr etilgan "The Fractal Geometry of Nature" asari bilan bevosita bog'liq. Mandelbrot fraktal g'oyalarining shakllanishida Puankare, Fatu, Jyuliya, Kantor, Xausdorf kabi olimlar ishlaridagi "g'alati" ko'rinadigan, biroq chuqur mazmunga ega natijalardan keng foydalangan. Fraktal tushunchasi lotincha "fractus" — "buzilgan, bo'laklangan" ma'nosidan kelib chiqqan bo'lib, u Evklid geometriyasi ifodalashga qiynaladigan notekis, murakkab va ko'pincha cheksiz mayda tuzilishga ega shakllarni tavsiflash uchun kiritilgan.

Fraktal obyektlar sof matematikada Serpinski uchburchagi, Kantor to'plami, Mandelbrot to'plami chegarasi, fon Kox qor parchasi kabi arxetip misollar bilan ifodalanadi; "haqiqiy hayot"da esa o'pka alveolalari yuzasi, daraxt shoxlanishi, daryo irmoqlari, tog' relyefi, bulutlar konturi kabi ko'plab tabiiy obyektlar fraktal xususiyatlarni namoyon etadi. Shuning uchun fraktal geometriya nafaqat nazariy matematika, balki informatika, fizika, tibbiyot, arxitektura va iqtisodiyot kabi yo'nalishlarda ham kuchli amaliy qiymat kasb etadi.

Maqolaning maqsadi — fraktallar nazariyasining asosiy tushunchalarini tizimli bayon qilish, fraktal o'lcham va o'ziga-o'xshashlik kabi tushunchalarning mazmunini ochish hamda fraktallarni algoritmik modellashtirish (L-tizim, IFS) imkoniyatlarini amaliy misollar kontekstida asoslashdan iborat.

METODOLOGIYA

Ushbu ish konseptual-tahliliy metodga tayangan bo'lib, fraktal geometriya bo'yicha klassik manbalar va qo'llanma-adabiyotlarda uchraydigan yondashuvlarni umumlashtirish



asosida bajarildi. Maqolada fraktal obyektlarni qurish va tahlil qilishning quyidagi metodik yo'nalishlari tayanch sifatida olindi:

1. Tarixiy-nazariy tahlil: fraktal g'oyalar evolyutsiyasi Weierstrassning hech qayerda differensiallanmaydigan uzluksiz funksiyalari, Kantorning nol uzunlikdagi cheksiz to'plami, Braun harakati kabi misollar orqali yoritildi.

2. Asosiy xususiyatlarni formal bayon qilish: fraktalning o'ziga-o'xshashligi, kasr o'lchamliligi va nomuntazamligi tushunchalari mazmuniiy va metodik nuqtayi nazardan ajratib ko'rsatildi.

3. Algoritmik modelashtirish yondashuvlari:

o L-tizimlar: rekursiv grammatika asosida geometrik fraktallarni generatsiyalash (Turtle grafika buyruqlari: F, f, +, -, [,],).

o IFS (Iterated Function Systems): chiziqli xaritalar va ehtimolliklar orqali attraktor-fraktalni hosil qilish g'oyasi.

4. Amaliy qo'llanmalar tahlili: sensor tarmoqlarida bo'shliqni to'ldirish egri chiziqlari (Node-Gosper, Mur), qurilish va arxitekturada fraktal shakllar, transport tarmoqlarining fraktal o'lchami (qutilarni sanash) kabi misollar asosida fraktallarning qo'llanish sohasi ko'rsatildi.

NATIJALAR

1. Fraktalning asosiy ta'rifiy belgilarini tizimlashtirish

Adabiyotlarda fraktal uchun yagona "qattiq" ta'rif mavjud bo'lmasa-da, fraktal obyektlarni aniqlashda uchta umumiy belgi ajralib turadi:

- O'ziga-o'xshashlik: obyektning bir qismi butunning kichraytirilgan nusxasiga o'xshash bo'ladi; bu xossa ideal holatda aniq, amaliy (tabiiy) holatda esa taxminiy ko'rinishda namoyon bo'ladi.

- Kasr o'lchamlilik (fraktal o'lcham): fraktalning "murakkablik darajasi" butun son bo'lmagan o'lcham bilan ifodalanishi mumkin; bu Evklid geometriyasidan fraktal geometriyaning eng muhim farqidir.

- Nomuntazamlilik: ko'plab fraktal chiziqlar/sirtlar klassik ma'noda tekis emas, ularning differensiallanishi ko'pincha mumkin bo'lmaydi (Weierstrass misollari bilan uyg'un).

2. Fraktal geometriyaning fanlararo rivojlanish yo'nalishlari

Fraktal geometriya dinamik tizimlar, geometrik o'lchovlar nazariyasi, garmonik tahlil, ehtimollar, sonlar nazariyasi kabi sohalar bilan uzviy bog'langan holda rivojlandi. Ayniqsa, fraktallar:

- tasodifiy jarayonlar grafiklari,
- perkolatsiya modellari,
- turbulent oqimlar,
- ko'p shkalali tabiiy strukturalar kabi hodisalarning geometrik "izini" tushuntirishda samarali konsepsiya sifatida ko'riladi.

3. L-tizimlar orqali fraktallarni qurishning amaliy modeli

L-tizimlar (Lindenmayer tizimlari) rekursiv qoidalar yordamida murakkab shakllarni oddiy elementlardan hosil qilish g'oyasiga asoslanadi. Turtle grafika talqinida:

- F: chiziq chizib oldinga yurish,



- f: chizmasdan oldinga yurish,
- + / -: ma'lum burchakka burilish,
- []: holatni xotiraga olish va qaytish

buyruqlari orqali fraktal chizma bosqichma-bosqich quriladi. Natijada Kox qor parchasi, Serpinski uchburchagi, Peano egri chizig'i kabi klassik fraktallar rekursiya va iteratsiya yordamida hosil qilinadi.

4. IFS yondashuvi: "attraktor" tushunchasi orqali fraktal generatsiyasi

IFS yondashuvida bir nechta (odatda chiziqli) xaritalar to'plami va ularga mos ehtimolliklar iterativ qo'llanib boradi; natijada tizimning barqaror holati sifatida "attraktor" paydo bo'ladi va u ko'pincha fraktal to'plamni ifodalaydi. Muhim natija shundaki, nisbatan oz sonli transformatsiyalar juda murakkab obyektни generatsiyalashi mumkin; bundan tashqari "teskari masala" — berilgan shaklga mos iterativ funksiyalarni topish g'oyasi ham amaliy ahamiyatga ega.

5. Qo'llanilishlar: sensor tarmoqlari, arxitektura, transport va dizayn

- Simsiz sensor tarmoqlari: bo'shliqni to'ldirish egri chiziqlari (Node-Gosper, Mur egri chizig'i) mobil tugun yo'lini rejalashda qamrovni oshirish va ma'lumot yig'ish kechikishini kamaytirish uchun qo'llanadi; Mur egri chizig'ining "o'z-o'zidan aylanish" xususiyati amaliy ustunlik beradi.

- Qurilish va shaharsozlik: fraktal algoritmlar murakkab obyektlarni kompyuterda hosil qilish, shahar arxitektura qiyofasini tadqiq etish va prognozlashda qo'l keladi.

- Transport tarmoqlari: qutilarni sanash (box-counting) fraktal o'lchami (Db) shahar transport tarmog'i murakkabligini miqdoriy baholashga xizmat qiladi; Db va tarmoq parametrlari o'rtasida sezilarli korrelyatsiyalar kuzatilishi mumkin.

- Grafik dizayn va kompyuter grafika: fraktal shakllar yuqori detal darajasidagi naqshlarni generatsiyalash, parametrlarni o'zgartirish orqali ko'p variantli dizaynlar olish, qo'lda chizish qiyin bo'lgan bezaklarni avtomatlashtirish imkonini beradi. Batik naqshlarini fraktal xususiyatlar asosida avtomatik simulyatsiya qilish ham shular jumlasidandir.

- Ichki me'morchilik: Cantor guruhi, Serpinski uchburchagi kabi fraktal shakllar bezak va kompozitsion yechimlar yaratishda qo'llanishi mumkin.

MUHOKAMA

Klassik Evklid geometriyasi ko'plab tabiiy obyektlarni (bulut, tog', chaqmoq, biologik to'qimalar) soddalashtirilgan ideal shakllar orqali ifodalaydi, biroq bunday obyektlarning notekisligi va ko'p shkalaliligi sababli aniq tavsif berishda cheklanishlar mavjud. Fraktal geometriya aynan shu cheklovni yengib, obyekt murakkabligini o'lcham (fraktal o'lcham) va rekursiya (o'ziga-o'xshashlik) orqali izohlashga imkon beradi.

Shu bilan birga, fraktallarni amaliy modellashtirishda ikki yo'nalish bir-birini to'ldiradi:

- L-tizimlar ko'proq qoidaviy-rekursiv o'sish (masalan, o'simlik shoxlanishi)ni ifodalashga qulay;
- IFS esa transformatsion (affin xaritalar) yondashuv orqali murakkab attraktorlarni olishda samarali.

Bundan tashqari, fraktal tahlil faqat chizma generatsiyasi emas, balki murakkab tizimlarning strukturaviy "darajasi"ni o'lchash (transport tarmoqlari, materiallar, sensorlar)



uchun ham ishlatiladi. Demak, fraktal geometriya “model qurish” va “model baholash” vazifalarini birlashtiradigan universal apparat bo‘lib xizmat qiladi.

XULOSA

Fraktallar nazariyasi tabiat va texnikadagi murakkab, notekis va ko‘p shkalali obyektlarni tavsiflashda kuchli matematik asos beradi. Maqolada fraktallarning tarixiy shakllanishi hamda fraktal obyektlarning asosiy belgilarini — o‘ziga-o‘xshashlik, kasr o‘lchamlilik va nomuntazamlilikni tizimli yoritildi. L-tizimlar va IFS kabi algoritmik yondashuvlar fraktallarni kompyuterda generatsiyalash va geometrik modellashtirish masalalarini hal etishda samarali ekanligi ko‘rsatildi. Fraktal metodlar sensor tarmoqlari, dizayn, arxitektura va transport tahlili kabi yo‘nalishlarda amaliy natijadorlikka ega bo‘lib, kelgusida fraktal o‘lchovlarning yangi turlari (jumladan, Assouad o‘lchami) va hisoblash protseduralarini kengaytirish istiqbolli yo‘nalish bo‘lib qoladi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Zohirov K. et al. Electromyography-Based Sign Language Recognition: A Low-Channel Approach for Classifying Fruit Name Gestures //Signals. – 2025. – T. 6. – №. 4. – C. 50.
2. Ochilova S., Berdiyev G., Xujaqulov N. Fraktal nazariyasiga asoslangan musiqa kompozitsiyasining tahliliy usullari //Journal of Transport. – 2025. – T. 2. – №. 3. – C. 136-139.
3. Bekhzod N., Berdiev G. Development of a System for Automating the Process of Lending to Individuals in Banks //American Journal of Public Diplomacy and International Studies (2993-2157). – 2023. – T. 12. – C. 21.
4. Golib B. Methods of constructing 3d shapes of hypercomplex fractals //Harvard Educational and Scientific Review. – 2022. – T. 2. – №. 2.
5. Berdiev G. Me’moriy fraktal shakllarning tahlili va istiqboldagi o‘rni //digital transformation and artificial intelligence. – 2023. – T. 1. – №. 4. – C. 23-31.
6. Pardayeva G. Talabalarning intellektual salohiyatini rivojlantirishda axborot texnologiyalaridan foydalanishning ustuvor yo‘nalishlari. transforming education through scientific discovery. – 2025.
7. Sadullaeva S. A., Pardayeva G. Numerical Investigation one System Reaction-Diffusion with Double Nonlineari //Journal of Mathematics, Mechanics and Computer Science. – 2015. – T. 86. – №. 3. – C. 58-62.
8. Zohirov K. et al. Electromyography-Based Sign Language Recognition: A Low-Channel Approach for Classifying Fruit Name Gestures //Signals. – 2025. – T. 6. – №. 4. – C. 50.
9. Pardayeva G., qizi Vakilova L. N., qizi Samandarova S. J. THE ROLE OF MOBILE APPS IN SIMPLIFYING ENGLISH LEARNING //Global Science Review. – 2025. – T. 4. – №. 5. – C. 685-691.