

APRIL 27-28, 2023

2D VA 3D ФРАКТАЛЛАРИНИ КЎЛЛАНИШ СОҲАЛАЛАРИ ВА УЛАРНИ ҚУРИШ
УСУЛЛАРИ

Нуралиев Ф.М., Нарзуллоев О.М., Нурымбетов Б.Т.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7859689>

Аннотация. Ушбу мақола фракталларни қўллаш соҳаси бўйича адабиётларнинг кенг қамровли таҳлилини тақдим этади, жумладан, улардан архитектурада, ерни рельефини геометрик моделлаштиришида, текстуралашида, тасвир сифатини сиқшида ва мураккаб гилам нақшларида фойдаланиш. Таҳлил натижаси фан ва технологиянинг турли соҳаларида фракталларнинг хилма-хил ва кенг қўлланилишини таъкидлайди. Мақолада фракталлар билан ишлашдаги муаммолар ва чекловлар, хусусан, 3D моделлаштириш соҳасида фракталлар назариясидан фойдаланиш ёритилган. Таҳлилларга асосланиб, мақолада келажакда фрактал тузилишига эга объектлар билан ишлашда 3D имкониятларини ошириш учун ечим таклиф қилинган. Таклиф этилаётган ечим ҳозирги чекловларни бартараф этишига ва фракталларнинг турли соҳалардаги имкониятларини кенгайтиришига қаратилган. Умуман олганда, ушбу мақола фракталлар ва уларнинг қўлланилиши бўйича тадқиқотларнинг ҳозирги ҳолатини кўриб чиқади ва ушбу соҳада амалга ошириладиган келажакдаги тадқиқотлар учун янги йўналишни таклиф қилади.

Калит сузлари: фрактал, 2D фрактал, 3D фрактал, L-тизим, итерацион функциялар тизими (IFS), R-функция усули (RFM), архитектура, текстура, тасвирни сифатли сиқши.

Фракталлар мураккаб геометрик шакллар бўлиб, улар турли масштабларда ўзига ўхшаш нақшларга эга. Улар кўпинча такрорлаш жараёни орқали яратилади, бу ерда оддий геометрик нақш математик қоидалар тўплами ёрдамида қайта-қайта такрорланади. 2D фракталлар компьютер графикаси ва рақамли тасвирларда тез-тез учрайдиган текис шакллардир. Енг машҳур 2D фракталлардан бири бу Мандельброт тўплами, у жуда батафсил ва чексиз мураккаб нақш бўлиб, оддий тенграманинг такрорий такрорланиши натижасида ҳосил бўлади. Мандельброт тўплами Жулиа тўпламининг бир тури бўлиб, у функцияни такрорлаш орқали яратилган фракталларнинг яна бир оиласидир.

Фракталлар компьютер графикаси соҳасида реал ландшафтларни яратишдан тортиб визуал жиҳатдан ҳайратланарли рақамли санъат яратишгача бўлган кўплаб иловаларга эга. Мана бир нечта мисоллар:

Рельеф яратиш: Фракталлардан тоғлар, водийлар ва дарёлар каби табиий кўринишга эга бўлган ҳақиқий 3D рельефларни яратиш учун фойдаланиш мумкин. Фрактал алгоритмларни 3D панжарага қўллаш орқали қўлда яратиш қийин бўлган мураккаб ва табиийдек ландшафтларни яратиш мумкин.

[1] Ушбу мақолада фрактал назарияга асосланган автоматик рельеф яратишнинг тўпланган усули таклиф қилинган. Носозликни шакллантириш алгоритми ернинг дастлабки моделини яратиш учун ишлатилади. Ёриқ шаклланишининг итерацияси ва амплитудасини назорат қилиш орқали диверсификацияланган контурли ерни олиш мумкинлиги кўрсатилган. Кейин бошланғич моделни такрорлаш учун фрактал назариянинг MPD (Middle Point Displacement) усули қўлланилади, бу эса кўпроқ рельеф тафсилотларига олиб келади. Усулнинг асосий афзаллиги - автоматиклик ва

бошқариладиганликнинг комбинацияси. Бир томондан, Terrain Feature шаблонлари хато шаклланиши параметрларининг турли қийматлари томонидан автоматик равишда яратилиши мумкин. Бошқа томондан, Фрактал параметрларининг турли қийматлари орқали ўзбошимчалик даражасидаги тафсилотлар ишлаб чиқарилиши мумкинлиги кўсатиб ўтилган.

[2] Ушбу мақолада дастлаб кўп фрактал спектр параметрларининг маъноси батафсил кўриб чиқилган ҳамда мос равишда оддий ўлчам ва кўп фрактал характеристиканинг афзалликлари аниқланган. Шунингдек, тоғ кўчкисини мисол қилиб олиб, кўчкидан олдинги худуднинг оддий фрактал ўлчами ва кўп фрактал спектрлари индексларини тоғ силжишидан кейинги бир хил майдоннинг кўрсаткичлари билан таққосланган. Ва ушбу икки индекс гуруҳи ўртасидаги фарқ келтириб ўтилган.

Денгиз туби рельефини яратиш жараёнида [3] ушбу мақолада вертикал шкала омилини ижодий ҳисоблаш учун баландликдан фойдаланилади. Натижалар шуни кўрсатадики, ушбу усул билан ўрнатиладиган денгиз туби рельефи юқори аниқлик, яхши барқарорлик ва ҳақиқатни яхши ҳис қилиш қобилиятига эга. Денгиз тубининг 3D рельефи такомиллаштирилган фрактал интерполяция алгоритми билан белгиланади.

Ҳаракатланувчи сирт ғоясини қабул қилиш ва денгиз туби рельефининг маҳаллий ўхшашлигидан фойдаланган ҳолда, бу усул фрактал интерполяция ёрдамида интерполяция қилинган хужайранинг марказий интерполяцияси атрофидаги хужайралардан ташкил топган тўртбурчаклар пастки майдонни хариталайди. Бундан ташқари, маълумотларни қисмларга бўлиш ва силлиқ қирралаш керак эмас, шунинг учун бу усулнинг мураккаблиги сезиларли даражада камаяди.

Архитектура ва қурилиш. Франсуз-америкалик математик Бенуа Мандельбротга мансуб фрактал геометриянинг (ёки табиат геометриясининг) кашфиёти муқаррар равишда табиий ва техника фанларида, бинобарин, архитектура ва қурилиш муҳандислигида техника фанлари соҳаси сифатида катта инқилобга олиб келди. Фракталларнинг кўп ишлатилишининг сабаби табиатдаги кўплаб шаклларда (қирғоқлар, дарё шохлари ва оқимлари, тоғ тизмалари, ўрмонлар, дарахтларнинг илдизлари ва тепалари, барглар, гуллар, булутлар, чакмоқлар, иқлим тизимлари, қор парчалари, бактериялар, ўпкалар қон томир тизимлари...) тартибсиз ва кўпол бўлиб, бу тартибсизликларни турли миқёсда таклиф қилади. Бу барча шаклларнинг характеристикалари моҳиятан мунтазам геометрик шакллар ва Евклид геометриясининг жисмларига (тўп, куб, пирамида, конус) қарама-қаршидир, лекин фракталлар ёрдамида анча яхши ифодаланиши мумкин (табиат фракталдир). Бошқача қилиб айтганда, фрактал геометрия, Евклиддан фарқли ўлароқ, табиий объектларни тасвирлашнинг анча яхши усулларини таклиф қилади. Табиатнинг кўпол хусусиятлари Евклид геометриясининг силлиқ шакллари билан моделлаштирилмайди, аммо бу фрактал мураккабликнинг янги ёндашуви структуранинг ўзидаги носимметрикликлар билан курашади.

Қурилиш ва дизайнда қўлланиладиган фрактал геометрия тамойилларининг кўплаб мисолларини замонавий архитектурада топиш мумкин. Фрактал концепциясига иккита нуқтаи назар ёки иккита ёндашув одатда ажралиб туради: биринчи ёндашув, табиий шаклларни тақлид қилишга ёки объектни лойиҳалашда турли ўлчамдаги ўхшаш шаклларни қўллашга ҳаракат қилади, иккинчиси эса ўлчашга ҳаракат қилади (ўлчов

фрактални ҳисоблашга асосланади). Иккала ёндашувда ҳам фрактал геометрия меъморий маҳсулотнинг жисмоний кўринишининг мураккаблигини ва унинг "фрактал" сифатида таснифлаш даражасини тавсифлаш учун миқдорий воситани тақдим этади [5]. Пекиндаги Миллий сув маркази (6-расм) ёки Лондондаги Британия музейи (7.а-расм) фрактал компонентли архитектуранинг бир нечта замонавий ва ажойиб намуналари. Фракталларни архитектурада қўллашнинг бошқа кўплаб мисолларини қуйидаги ҳаволаларда топиш мумкин: [6] – [10].

Тасвирлани қайта ишлаш. Фракталлар тасвирни фрактал нақш сифатида кўрсатиш орқали рақамли тасвирларни сиқиш учун ишлатилиши мумкин. Асл тасвирга ўхшаш нақш яратиш учун фрактал алгоритмдан фойдаланиб, тасвирни визуал тафсилотларининг кўп қисмини сақлаб қолган ҳолда сиқиш мумкин. Ушбу услуб кўпинча тасвирни сиқиш дастурида қўлланилади, бу ерда сифатни йўқотмасдан тасвир файллари ҳажмини сезиларли даражада камайтириши мумкин.

[13] ушбу мақолада ёрқинлик ва контрастни ўзгартириш аниқлигининг фрактал сиқишдаги тасвир сифатига таъсири ўрганилган. Мақолада фрактал тасвирни сиқиш техникаси такрорланган функция тизимларига (IFS) асосланган бўлиб, тасвирлар кодлаш босқичида ихчам IFS кодларида сиқилади ва декодлаш босқичида асл тасвирга яқинлашиш учун фрактал тасвирлар яратилади.

Мазкур иш натижасида, доменларнинг ёрқинлиги ва контрастини ўзгартириш фрактал тасвирни сиқиш алгоритмининг муҳим қисми эканлиги, рухсат этилган диапазонлардан танланган ёрқинлик ва контрастни ўзгартириш коэффициентларини сақлаш учун анъанавий равишда маълум собит битлар сони қўлланилиши, шу билан бирга, ушбу диапазонлар ва конвертация коэффициентларининг аниқлиги қайта тикланган тасвирнинг бузилишларига жиддий таъсир қилиши ҳулосаси аниқланган.

Табиий дарахтларни тақлид қилиш компьютер графикаси учун жуда муҳим, чунки дарахтлар деярли ҳар хил ташқи кўринишда мавжуд. Ботаника дарахти - бу қаттиқ бўлмаган, мураккаб тузилишга эга бўлган қийин масала. [12] ушбу мақола ўсимликни осонгина симуляция қилиш учун ишлатилиши мумкин бўлган стохастик фрактал рекурсия алгоритмидан фойдаланган ҳолда муаммони ҳал қилиш усулини амалга оширади. Бунда кўпроқ хилма-хилликни яратиш учун прогноз қилинаётган тасвирнинг реализминини ошириш ва тасодифий омил ҳисобга олиниши учун текстура харитасидан фойдалади. Алгоритм дарахтларни тақлид қилиш учун етарлича осон, лекин жуда табиий дарахт тузилишини яратиши ва L-тизимининг камчиликлари бўлган баланд дарахтни моделлаштириши мумкин.

Бошқа томондан, 3D фракталлар уч ўлчамдаги ўзига ўхшаш нақшларга эга бўлган мураккаб шакллардир. Улар кўпинча уч ўлчамли бўшлиқни фрактал нақшлар билан тўлдиришни ва кейин уларни маҳсус дастурий таъминот ёрдамида кўрсатишни ўз ичига олган “ҳажмни кўрсатиш” деб номланган жараён ёрдамида яратилади.

[13] мақолада арифметик тузилмалар ва комбинатор сонлар тушунчаси билан боғлиқ масалалар кўриб чиқилган. Илимий ишда Паскаль учбурчаги ва бином коэффициентларини, шунингдек, умумлаштирилган Паскаль учбурчаги ва умумлаштирилган бином коэффициентларини ўрганиб чиқиб таҳлил қилган.

APRIL 27-28, 2023

[14] ушбу мақола фрактал тузилмаларга эга объектларни геометрик моделлаштириш усуллари ва алгоритмларини тақдим этилган. Фрактал тузилмаларнинг аналитик тенгламалари геометрик шакллар ва уларнинг асосий тушунчалари ёрдамида тузилган. Компьютер графикасининг 2D текислигида R-функция, биномиал теорема ва икки ўлчовли геометрик ўзгартириш усулларида фойдаланган ҳолда алгоритмлар ишлаб чиқилган. Паскаль учбурчагига асосланган фракталнинг ўлчами аниқланиб, ишлаб чиқилган алгоритм асосида олинган ифодалар формула шаклида тақдим этилган. Тақдим этилган усуллардан фойдаланган ҳолда ишлаб чиқилган алгоритмлар асосида дастурий восита ишлаб чиқилган ва дастурий восита ёрдамида олинган натижалар график кўринишда келтирилган.

Генетик алгоритм – бу анъанавий усуллар билан ҳал қилиб бўлмайдиган синов ва хато учун ишлатилиши керак бўлган муаммоларга жавоб бериш усули. Агар параметрлар кўп бўлса, барча жавобларни баҳолаш қийин. Генетик алгоритм кўп сонли жавобларни ўз ичига олиши ва муаммолардан фикр-мулоҳазаларни олиш орқали енг мақбул ечимни топиши мумкин. Тизимдаги Фракталнинг мураккаб тасвири гилам дизайнида турли рангдаги бир нечта дизайнларни бажариш мумкин. Фойдаланувчидан керакли фикр-мулоҳазаларни олгандан сўнг, генетик алгоритм дизайнни оптималлаштириш ва мукамал нақшларни танлаш учун ишлатилиши мумкин. Генетик алгоритм ёрдамида рангларни нархлари бўйича оптималлаштириш ва фойдаланувчининг керакли фикр-мулоҳазаларини инобатга олган ҳолда мукамал дизайнларни танлаш мумкин, [15] илимий ишда илгари сурилган алгоритм ёрдамида мураккаб тасвири гиламларни ишлаб чиқаришда рангни оптималлаштириш учун фойдаланиш масаласи очиб берилган.

Юқорида фракталларни куриш усулларида ҳозирги ҳолатини таҳлил қилиш ва уларни қўллаш келтириб ўтилган. Маълумотлардан кўринадиги уч ўлчовли фрактал тузилишли объектларни аналитик усуллар, хусусан фрактал тузилишли уч ўлчовли геометрик объектларни визуаллаштириш усуллари, аналитик конструкциявий R-функция усулини (RFM) қўллаган ҳолда 3D фрактал тузилишдаги объектларни геометрик моделлаштириш усули ва алгоритмлари ҳамда Паскаль учбурчаги асосидаги алгебраик тузилмалар ва туб сонлар назариясини ҳисобга олган ҳолда 3D фрактал кўринишдаги тасвирларни визуаллаштириш усули ва алгоритмининг ёрдамида геометрик моделлаштириш етарли даражада ўрганилмаган. Яни келгусидаги тадқиқотнинг мақсади уч ўлчовли фрактал тузилишли объектлар учун геометрик моделлар, рекурсив алгоритмлар ва дастурий воситаларни ишлаб чиқишдан иборат.

3D фракталлар соҳасининг ривожланиши келажакда анимация, видео ўйинлар ва виртуал ҳақиқат каби соҳаларда фойдали бўлиши мумкин бўлган ҳақиқий ва мураккаб компьютер томонидан яратилган тасвирлар учун янги ечим ва алгоритмларга олиб келиши, тиббий тасвирлашда 3D фракталлар органлар ва тўқималарнинг тузилишини тасаввур қилиш учун ишлатилиши, умуман олганда, 3D фракталлар соҳасини ривожлантириш компьютер графикасидан илмий визуализация ва материалшуносликгача бўлган кенг доирадаги ютуқларга олиб келиши мумкин. Айнан шунинг учун ҳам бу соҳадаги тадқиқодлар долзарб ҳисобланади.

Хулоса. Мақолада 3D рақамли санъат ва компьютер графикасини яратишда фрактал геометрияни қўллаш усуллари ва алгоритмлари бўйича адабиётлар таҳлил қилиб

ўтилди. Фракталлар мураккаб геометрик шакллар бўлиб, улар турли масштабларда ўхшаш нақшларга эга ва математик қоидалар ёрдамида такрорланучи жараён орқали яратилиши мумкин. Мақолада фрактал алгоритмларни 3D тўрға қўллаш орқали тоғлар, водийлар ва дарёлар каби ландшафтлар учун ҳақиқий 3D рельефларни яратишда фракталлардан қандай фойдаланиш мумкинлигига бир қанча мисоллар келтирилган. Шунингдек, архитектура ва қурилишда ва визуал тарзда ажойиб рақамли график тасвир яратишда фракталлардан фойдаланиш келтирилган ва соҳадаги ўрганиш зарур бўлган мулжал аниқ белгилаб олиниб, келгусида ўрганилиши зарур бўлган йўналиш белгилаб олинди.

REFERENCES

1. LI Kui-Ru, LEI Xiao-Feng. An Accumulated Method Based on Fractal for Automatic Terrain Generation. 2010 International Conference on E-Health Networking Digital Ecosystems and Technologies (EDT), 17-18 April 2010, Shenzhen, China.
2. Jiangdong Cai, Qing You. Fractal Theory and Its Application in Studying the Feature of Landforms. 2010 International Workshop on Chaos-Fractal Theories and Applications, 29-31 October 2010, Kunming, China.
3. Liqiang Liu; Xiangguo Wang; Huili Ren. 3D Seabed Terrain Establishment Based on Moving Fractal Interpolation. 2014 Seventh International Joint Conference on Computational Sciences and Optimization, 04-06 July 2014, Beijing, China.
4. Anton Vrdoljak, Kristina Miletić. Principles of fractal geometry and applications in architecture and civil engineering. e-Zbornik: Electronic collection of papers of the Faculty of Civil Engineering, Vol. 9 No. 17, June, 2019.
5. Joye, Y.: A review of the presence and use of fractal geometry in architectural design, Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 2011, Vol. 38, pp. 814–828.
6. Hastings, H.M., Sugihara, G.: Fractals. A user's guide for the natural sciences, Oxford University Press, Oxford, 1993.
7. Bovill, C.: Fractal Geometry in Architecture and Design, Springer, New York, 1996.
8. Lorenz, W.: Fractals and Fractal Architecture – Master’s Thesis, TU Wien, 2003.
9. Haghani, T.: Fractal Geometry, Complexity, and the Nature of Urban Morphological Evolution: Developing a fractal analysis tool to assess urban morphological change at neighbourhood level – PhD Thesis, Birmingham City University, Faculty of Architecture, Birmingham, 2009.
10. Stotz, I.: Iterative Geometric Design for Architecture – PhD Thesis, EPFL Technical University, Faculty of Architecture, Civil and Environmental Engineering, Lausanne, 2009.
11. Tianyi Wang; Sei-ichiro Kamata. Classification of structural mri images in adhd using 3d fractal dimension complexity map. 2019 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP). DOI: 10.1109/ICIP.2019.8802930, September 2019, Taipei, Taiwan.
12. Huan Ding; Wanggen Wan; Jicheng Lin; Xiaohui Tan. Researched on 3D model tree based on stochastic fractal recursion algorithm, 2008 International Conference on Audio, Language and Image Processing, DOI: 10.1109/ICALIP.2008.4590277, July 2008, Shanghai, China.

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE
“DIGITAL TECHNOLOGIES: PROBLEMS AND SOLUTIONS OF PRACTICAL
IMPLEMENTATION IN THE INDUSTRY”**

APRIL 27-28, 2023

13. Nuraliyev, F.M., Anarova, S.A., Norzullayev, O.M. Mathematical and software of fractal structures from combinatorial numbers. International Conference on Information Science and Communications Technologies: Applications, Trends and Opportunities, ICISCT 2019, 2019, 9012051.
14. Murodillaevich, N.F., Amanbayevna, A.S., Mirzayevich, N.O., Sharifovich, N.I. Methods and algorithms of geometric modeling of fractal structured objects. International Conference on Information Science and Communications Technologies: Applications, Trends and Opportunities, ICISCT 2021, 2021
15. Oybek Narzulloyev, Fakhridin Nuraliev and Saida Tastanova. Optimization of fractal structure pattern colors in carpet design using genetic algorithm. Intelligent Human Computer Interaction. 14th International Conference, IHCI 2022, Tashkent, Uzbekistan, October 20–22, 2022, Revised Selected Papers