

ФРАКТАЛЛАР НАЗАРИЯСИ АСОСИДА ЎЗ-ЎЗИГА ЎХШАШ ТУЗИЛИШЛАРНИ АНИҚЛАШ

Шахзода Аманбоевна АНАРОВА

профессор

техника фанлари доктори

Тошкент ахборот технологиялари университети

Тошкент, Ўзбекистон

shakhzodaanarova@gmail.com

Жамолиддин Синдорович ЖАББАРОВ

доцент

техника фанлари бўйича (PhD) фалсафа доктори

Самарқанд давлат университети

Самарқанд, Ўзбекистон

jamoliddin.jabbarov@mail.ru

Достон Найим ўғли МУХТОРОВ

ассистент

Ўзбекистон миллий университети Жиззах филиали

Жиззах, Ўзбекистон

dmukhtorov062@gmail.com

Аннотация

Мазкур мақола фракталлар назарияси асосида ўз-ўзига ўхшаш тузилишларни аниқлашга қаратилган. Фрактал объектларнинг ўлчовларини ҳисоблашнинг турли хил математик усуллари батафсил баёни келтирилган ҳамда мураккаб геометрик объектларнинг касрли ўлчовини аниқлашдаги хатоликлар таҳлили ифодалаб берилган.

Таянч сўзлар: фрактал, фрактал графика, фрактал ўлчов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ САМОПОДОБНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ФРАКТАЛЬНОЙ ТЕОРИИ

Шахзода Аманбоевна АНАРОВА

профессор

доктор технических наук

Ташкентский университет информационных технологий

Ташкент, Узбекистан

shakhzodaanarova@gmail.com

Жамолиддин Синдорович ЖАББАРОВ

доцент

доктор философии по (PhD) техническим наукам

Самаркандский государственный университет

Самарканд, Узбекистан

jamoliddin.jabbarov@mail.ru

Достон Найим углы МУХТОРОВ

ассистент

Аннотация

Эта статья посвящена выявлению самоподобных структур на основе теории фракталов. Подробно даны различные математические методы вычисления размеров фрактальных объектов, представлен анализ погрешностей определения дробных размеров сложных геометрических объектов.

Ключевые слова: Фрактал, фрактальная графика, фрактальное измерение.

Жаҳонда замонавий ахборот-коммуникация технологияларининг ривожланиши тиббиёт соҳасида жуда катта ютуқларга эришишга имкон яратмоқда. Инсон бош миёсида шикастланишлар натижасида пайдо бўладиган ўзгаришларни фракталлар назариясидан фойдаланиб аниқлаш замонавий тиббиётнинг асосий масалаларидан биридир. Шу сабабли, фрактал тузилишли тиббий тасвирларнинг фрактал ўлчовини аниқлаш ва таҳлил қилиш бугунги куннинг долзарб муаммоларидан ҳисобланади. Мазкур соҳа бўйича хорижий мамлакатларда, шу жумладан, АҚШ, Германия, Италия, Россия Федерацияси, Хитой, Япония, Исроил, Жанубий Корея каби мамлакатларда кўплаб илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Жаҳон соғлиқни сақлаш ташкилотининг 2021 йилги маълумотида кўра, 14 миллион кишига саратон ташхиси қўйилган, шундан ўпка саратони сабабли 71% беморнинг ҳаёти ўлим билан тугаган. Халқаро ташкилотнинг башорат қилишича, 2025 йилга бориб бу 19 миллион, 2030 йилда 22 миллион, 2035 йилга бориб эса 24 миллионга етиши мумкин. Саратон касаллигининг энг хавфли турларидан бири бош миёдаги ўсимталардир. Бу касалликка чалинганлар сони дунё бўйича 308 102 кишини ташкил қилиб, шундан 251 329 нафари оламдан ўтган [16]. Шунинг учун ҳам фракталлар назариясидан фойдаланиб инсон тана аъзоларидаги ўсимталарни аниқлаш,

эрта ва аниқ ташхис қўйиш долзарб масала ҳисобланади. Бундай масалаларни ечиш ҳамда юқори даражадаги аниқликларга эришиш учун фрактал тузилишли тиббий тасвирларни рақамли ишлаш жараёнини геометрик моделлаштириш, тиббий тасвирларнинг фрактал ўлчовларини аниқлаш усуллари ва алгоритмларини такомиллаштириш орқали ҳисоблашлар сонини камайтириш ҳамда аниқликни ошириш зарур.

Бугунги кунга келиб дунёда тиббиёт соҳасига бўлган эътибор ва талаб кун сайин ортиб бормоқда, чунки беморларнинг касалликларини вақтида бартараф этиш ва унга аниқ ташхис қўйиш, унинг таҳлилини сифатли ва қисқа вақт мобайнида аниқлаш ҳамда моддий ресурсларни тежаш асосий масалалардан биридир. Шу сабабли, фрактал тузилишли тиббий тасвирларнинг фрактал ўлчовини аниқлаш ва таҳлил қилиш бугунги куннинг долзарб муаммоларидан ҳисобланади.

Фракталлар – қайсидир маънода бутунни ифодаладиган ўхшаш қисмлардан ташкил топган тузилма. Ушбу таъриф фракталларнинг хусусиятни ўз ичига олади ва уларни қандай миқёсда кузатишдан қатъий назар, бир хилда кўринади. Аммо фақат ташқи кўринишга эга бўлган ҳолда фрактал хусусиятларни баҳолаш қийин ва кўп ҳолларда имконсиздир деб қаралган [1].

Бугунги кунда фракталлар назариясининг математик формулаларнинг тадбиқи, шунингдек, табиий объектлар ва табиий ҳодисаларни фракталлар назарияси ёяларидан фойдаланиб тавсифлаш усуллари – фанда мустақил янги соҳа очилишига сабаб бўлди. Ҳозирги вақтда мураккаб геометрик фракталларнинг тадбиқи шу қадар кенгайиб кетдики, улар бир неча соҳаларига бўлиб ўрганилмоқда. Мураккаб геометрик фракталлар асосида баъзи бир табиий шаклларнинг фрактал ўлчовларини аниқлаш ва фрактал ўлчовларнинг тадбиқи ўрганилди [2]. Табиий объектларнинг фрактал геометриясига хизмат қилувчи жараёнларни ўрганишга қизиқиш биологияда,

физикада, материалшуносликда, математикада ва бошқа фанларда янги илмий йўналишлар очилишига ёрдам берди. Турли хил мураккаб геометрик объектларнинг фрактал тузилишга эга эканлиги илмий нуқтаи назардан қаралганда табиий кўринади, бироқ бундай фракталлар маълум бир математик қонуниятлар асосида ҳосил қилинади [3].

XIX аср олимлари томонидан ихтиро қилинган масштаблаш асосида давлатлар чегара узунликларини аниқлаш, бутун ўлчовдаги анъанавий геометрик фигуралардан (масалан, бир ўлчовли чизиқлар ёки икки ўлчовли юза ўлчовлари) фарқли ўлароқ, фрактал ўлчовга эга бўлган табиий объектлар, фрактал тузилишли шакллари ифодалайди [4]. Фракталларга бўлган қизиқиш, асосан, Беноит Мандельбротнинг ишидан келиб чиққан. “Фрактал” атамаси 1975 йилда Мандельброт томонидан киритилган; у латинча “Fractus” сўзидан келиб чиққан бўлиб, “парчаламоқ, бўлмоқ, синдирмоқ” деган маънони англатади. Фракталлар тушунчаси 1983 йилда Мандельбротнинг “Табиатнинг фрактал геометрияси” (The Fractals Geometry of Nature) номли китоби нашр этилгандан сўнг уларга бўлган қизиқиш янада ортиди [5]. Шу боис, Мандельброт тўплами ва табиатдаги мураккаб тузилишли объектларнинг ўртасидаги ўхшашлик фрактал тузилишли тасвирларда кенг қўлланилишини кўрсатади.

Фракталлар, объектлар ва жараёнларни визуал тасвирлашда энг самарали усуллардан ҳисобланади. Шу сабабли, фрактал тузилишли объектларнинг ўлчовлари ўзгармаслиги ёки “ўзига ўхшашлик” деб номланувчи геометрик қонуниятни ўзида акс эттиради [6, 7]. Ушбу табиий объектлар турли масштабларда қаралганда, бир хил элементлари доимо топилади ва такрорланувчи қисм тузилишининг фрактал ўлчови ўзгармайди. Шунинг учун фрактал ўлчовлар муҳим ўлчов бирликларидан ҳисобланади. Фрактал геометрия табиий шакллари Евклид геометриясидан кўра нафисроқ ва аниқроқ тасвирлайди [8].

Фрактал тузилишли тасвирларнинг асосий хоссаларидан бири уларнинг ўлчови ўзгармаслик хусусияти ҳисобланади. Бундан ташқари, фракталларнинг ўз-ўзига ўхшашлик хусусияти ҳам муҳимдир, унга кўра, кўплаб ҳодисалар қатъий такрорланувчи қоидаларга риоя қилинган ҳолда, аниқлилик жиҳатдан олдиндан айтиб бўлмайдиган ҳолат ҳисобланади. Масалан, атмосферадаги турбулентлик ёки инсон юрак уриши каби тартибсиз ҳодисалар турли вақт миқёсларида ўзгаришлари фазовий масштабларда ўхшаш структуравий нақшларни тасвирлайди. Фракталлар ва хаос ўртасидаги ўхшашликлар тасодифий эмас [9, 10]. Аксинча, бу уларнинг чуқур боғлиқлигининг аломатидир: фрактал геометрия – бу тартибсиз жойлашган мураккаб чизмали геометрия ҳисобланади.

Фрактал геометрия ва хаос назарияси ўртасидаги яна бир ўхшашлик шундан иборатки, ҳар иккала соҳадаги янги геометрик шакллар замонавий компьютер графикалари ёрдамида амалга оширилади. Бироқ кўпгина математик олимлар компьютер графикасининг жадал суръатларда ривожланишини соф геометрик шаклларни математик усулларда чизишни инкор этиш деб билишади [11].

Фрактал тузилишли шакллар геометриянинг асосий бўғинидир. Фракталларнинг асосий элементларини бевосита кузатиш учун табиий объектларни қараш мумкин. Бироқ Евклид геометриясининг одатий объектлари, масалан, тўғри чизик ёки айланалардан тубдан фарқ қилади. Фракталлар бирламчи геометрик шаклларда эмас, балки алгоритмларда, математик функциялар тўпламида ифодаланади [12]. Бу алгоритмлар компьютер ёрдамида геометрик шаклларга айлантирилади, натижада аниқ ва содда тузилишли фрактал тасвирлар ҳосил қилинади.

Евклид геометрияси бир нечта элементлардан (чизик, доира ва бошқалар) иборат бўлиб [13], улардан мураккаб объектлар куриш учун геометрик жиҳатдан бирлаштириш орқали фрактал тасвирлар ҳосил қилинади. Бошқа томондан қараганда, фрактал геометрия ҳам чексиз кўп элементлардан

ташкил топган бўлиб, уларнинг ҳар бири тўлиқ фрактал шаклга эга ва ўзига хосдир. Геометрик элементлар фрактал тузилишли тасвирларни ҳосил қилишда махсус алгоритмлар ёрдамида ишлаб чиқилади, лекин тасодифий фракталлар деб аталадиган фракталларнинг бир оиласи бошқаларидан фарқ қилади, чунки уларнинг фрактал тузилишли тасвирлари бошқариладиган тасодифийликни қўллаш орқали қурилади.

Тадқиқот ишида [14] фрактал геометриянинг кенг амалий имкониятларини ёритиш ва объектларни чизиқли фрактал тасвирлаш орқали компьютер хотирасида сақлаш учун зарур бўлган маълумотлар миқдорини сезиларли даражада камайтириш қаралган. Бунинг учун фрактал тасвирлардан фойдаланган ҳолда кодлаш фақат фрактал алгоритмларда яширинган тасвирни “чиқариш”нинг самарали усули мавжуд бўлса оқланади, қолган ҳолатларда бажариладиган амаллар кетма-кетлиги ортиб кетади. Табiiй фрактал тузилишли тасвирлардан фойдаланса, фрактал тасвир учун нусха кўчириш қоидалари шунини кўрсатадики, ҳар бир трансформация олдинги тасвирнинг тўртта қисқаришига олиб келиши мумкин. Битта трансформация тасвирни вертикал чизиққа сиқиб чиқарадиган айниқса, кескин қисқартиришни амалга оширади, бу эса сиқиш даражаси ортганлигини кўрсатади. Масалан, тўрт қиррали юлдузсимон фрактал қаралса, ҳар бир нусха кўчириш босқичида тўрт қиррали юлдузсимон фрактал тўрт марта ортади, лекин n ўзгартирилгандан кейин уларнинг сони $4n-1$ та бўлади. Тўрт марта такрорлангандан сўнг, асл тасвир (бу ҳолда, тўрт қиррали юлдузсимон фрактал) ажралиб туради. Тўрт қиррали юлдузсимон фрактални қуришнинг якуний шаклини ёритиб берадиган даражада кичик бўлиши учун тахминан ушбу жараён 5 марта такрорланиши керак, шунинг учун тахминан 1365 та тўрт қиррали юлдузсимон фракталлар ҳисоблаб чиқилиши ва чизилиши керак. Бу вазифа ҳар қандай мавжуд график дастурлар асосида ҳосил қилиш мумкин. Бунинг учун қуйидагича ҳисоблаш ишлари олиб борилади [15].

Бу турдаги тўрт қиррали юлдузсимон фракталларни чизиш учун қуйидагича кетма-кетлик амалга оширилади.



1-расм. $n=1$ бўлганда, асосий тасвир ҳосил қилинади

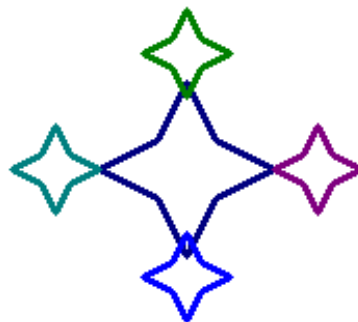
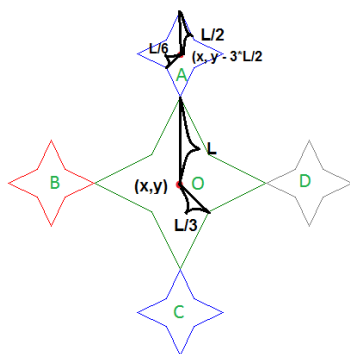
Бунда 3 хил ўзгарувчилар олинади. Булар x , y , L .

x – асосий тасвир маркази жойлашган нуқта абциссаси.

y – асосий тасвир маркази жойлашган нуқта ординатаси.

L – асосий тасвир марказидан энг узоқ учларигача бўлган масофа.

Кетма-кетлик учун яна битта ўзгарувчи киритилди. Бу ўзгарувчи (n) фрактал такрорланиши сонини белгилаб беради.



2-расм. $n=2$ бўлганда тўрт қиррали юлдузсимон фрактал

Ҳар бир шаклдаги координаталарнинг нуқтаси қуйидагича бўлади:

О нуқта координатаси $(x; y)$;

А нуқта координатаси $(x; y - (3L/2))$;

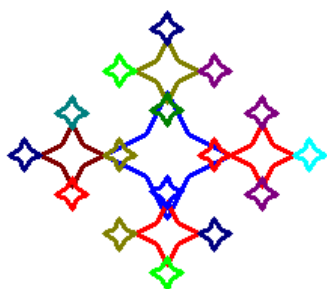
Б нуқта координатаси $(x - (3L/2); y)$;

С нуқта координатаси $(x; y + (3L/2))$;

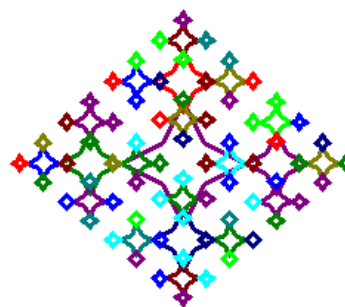
Д нуқта координатаси $((x + 3L/2); y)$.

Келтирилган тасвирда $n=3$ бўлганда асосий тасвир ва унинг ҳар бир учида ўлчови асосий тасвир ўлчовидан икки баробар кичик бўлган тасвирлар

чизилади [13], учинчи циклда эса кичик тасвир бурчакларида ўлчови асосий тасвир ўлчовидан тўрт барабар кичик бўлган тасвирлар чизилади.



3.1-расм. $n=3$ бўлганда тўрт қиррали юлдузсимон фрактал



3.4-расм. $n=4$ бўлганда тўрт қиррали юлдузсимон фрактал

Биринчи циклда 1 та нақш ҳосил бўлади.

Иккинчи циклда 5 та нақшлар ҳосил бўлади.

Учинчи циклда 21 та нақшлар ҳосил бўлади.

n -циклда ҳосил бўлган нақшлар сонини қуйидаги (1) формула бўйича топамиз:

$$N = 1 + 4 + 16 + 64 + \dots + 4^{n-1} = \sum_{i=1}^n 4^{i-1} \quad (1)$$

(2) формула орқали n -қадамдаги шаклнинг диагонал узунлиги ҳисобланади.

$$L_n = L + \frac{L}{2} + \frac{L}{4} + \frac{L}{8} + \dots + \frac{L}{2^{n-1}} = \sum_{i=1}^n \frac{L}{2^{i-1}} \quad (2)$$

Юқорида қаралган тўрт қиррали юлдузсимон фрактал тасодифий ҳосил қилинганга ўхшайди бироқ, бундай геометрик фракталлар маълум бир алгоритимларга асосланган бўлади [4]. Лекин фракталларнинг бошқа тури, масалан, табиий фракталлар яъни тасодифий фракталлар бутунлай бошқача қонуният асосида юзага келади. Шу турдаги фракталлардан бири текисликда ётган учбурчак билан бошланиши мумкин. Учбурчак томон ўртасининг координаталари бир-бирига боғланган, шу сабабли, учбурчак тўртта кичикроқ учбурчакка бўлинади ва ҳар бир ўрта нукта координаталари маълум миқдорга юқорига ёки пастга силжийди. Худди шу жараён кичикроқ учбурчакларнинг ҳар бирига, сўнгра ундан ҳам кичикроқларга ва ҳоказолар чексизгача

қўлланилади. Етарлича кўп миқдордаги такрорлашдан сўнг, мураккаб шаклдаги фрактал тасвир пайдо бўла бошлайди. Асосий учбурчакнинг ўрта нуқталарни юқорига ёки пастга силжитиш учун тасодифий ўзгарувчилар маълум бир қонуният асосида бошқарилади. Ўрта нуқталарнинг силжиш миқдори дастлабки бир неча итерациядан кейин жуда кичик бўлиши керак. Айтайлик, тоғ тизмаси ёки қирғоқ чизиғи каби кўпол сиртни тасвирлаш учун итерация жараёнининг ҳар бир босқичидан кейин силжишларни секин камайтириш қоидаси кўпроқ мос келади. Бу хусусан, тупроқ эрозиясини ўрганиш модели сифатида, сейсмик ҳодисаларни ўрганиш ва таҳлил қилиш учун, ер ости структурасидаги ёриқлар зонасининг ўзгаришини, моҳиятини яхшироқ тушуниш учун ишлатилган. Р.Восс ушбу усул ғоясидан жуда яхши кўринадиган сайёралар, булутлар, тоғ тизмалари ва ойлар тасвирларини ҳосил қилиш учун фойдаланган [15].

Ҳар доим объектлар икки йўл билан кузатилган. а) биринчиси, унинг фрактал тузилишидаги параметрларни, фрактал тасвирларнинг қисмларни алоҳида ажратган ҳолда қараш (4-расм). б) иккинчиси, уни атроф-муҳитдан ажратган ҳолда бир бутун сифатида қараш (5-расм). Бу қисмлар ўз навбатида, фракталларни тасвирларлашда ва уларнинг сифатини оширишда муҳим компонентлар ҳисобланади. а) ва б) ҳолатлар морфологик симметрия деб аталади, улар геометрияда бир хил, лекин бир-бирига қарама-қаршидир. Жараёнларнинг ҳар бири иккинчисининг мавжудлигини ифодалаши шарт. Бу универсал жуфтлик табиатнинг фрактал геометриясини ташкил қилади. Шунинг учун табиий объектлар тартибсиз [12], силлиқ бўлмаган шаклга эга – ҳар бир қисм, ҳар бир чизиқ такрорланиш орқали ҳосил қилинади.

4-расм. Дарахт шаклидаги табиий фрактал тасвир



Фрактал геометрияда табиий жараёнлар қаралаётган вақтда ўзгармас деб ўрганилади [6]. Фақат битта жараёндагина ўрганилаётган табиий фрактал, ноль ўлчовли яъни ўлчови нольга тенг бўлса, ҳеч қандай физик хусусиятларга эга бўлмаган объектлар, деб қаралади. Лекин юқорида кўриб чиқилган барча фракталларни мунтазам яъни айнан ўзини такрорлайди деб қараш мумкин, чунки улар қандайдир рекурсив алгоритмни такрорлаш натижасида ҳосил қилинади. Бундай фракталлар учун ўзига ўхшашлик хусусиятига қатъий амал қилинади [5]. Табиатда одатда тасодифий табиий фракталлар мавжуддир. Табиий фракталларнинг оддий фракталлардан фарқи шундаки, ўзига ўхшашлик хусусияти уларда статистик жиҳатдан намоён бўлади. Ўзига ўхшашлик табиий фракталларнинг барча статистик жиҳатлари бўйича ўхшашликларининг ўртачаси олингандагина ўзида акс этади. Бироқ табиий фракталларнинг катталаштирилган қисми асл бўлак билан мутлақо бир хил эмас, лекин уларнинг статистик хусусиятлари бир хил бўлади. Табиий фракталларга оддий ва айни пайтда жуда мазмунли мисол сифатида Броун ҳаракатининг траекториясини айтиш мумкин. Тасодифий юришлар ҳаракат вақтининг ҳар бир босқичида заррача d ўлчовли модел панжарасининг тасодифий танланган кўшни тугунигача бўлган масофа a га тенг. Фараз қилайлик, $t=0$ вақт моментида заррача d ўлчовли панжара фазоси координаталарининг бошидан бошланган деб қаралса. Кейин, маълум миқдордаги t вақт моментидаги қадамларидан сўнг, ҳаракатланган заррачанинг жорий ҳолати силжиш вектори 4-формула билан ифодаланади.

$$r(t) = a \sum_{k=1}^t e_k . \quad (3)$$

Бу ерда $r(t)$ – заррачанинг силжиши, e_k моделнинг k – вақт қадамида силжиш йўналишидаги узунлиги бирга тенг бўлган бирлик векторини билдиради. Заррачанинг t вақт моментидаги қадамлари бўйича тасодифий

силжишлари давомида ҳаракат қилган ўртача масофаси $(r^2(t))^{\frac{1}{2}}$ билан ифодаланади. Бунда $(r^2(t))^{\frac{1}{2}}$ ўртача тасодифий юришларнинг барча мумкин бўлган ҳолларининг орасидаги ўртачаси деб тушунилади. (4) формуладан фойдаланиб, қуйидагилар топилади:

$$(r^2(t)) = a^2 \sum_{k,k'=1}^t (e_k e_{k'}) = a^2 t + \sum_{k \neq k'}^t (e_k e_{k'}). \quad (4)$$

Заррача турли вақтларда k ва k' бир-бири билан узвий боғлиқ бўлганлиги сабабли, қуйидаги $(e_k e_{k'}) = \delta_{kk'}$ тенглик бажарилади ва натижада Фикнинг диффузия қонуни ҳосил бўлади:

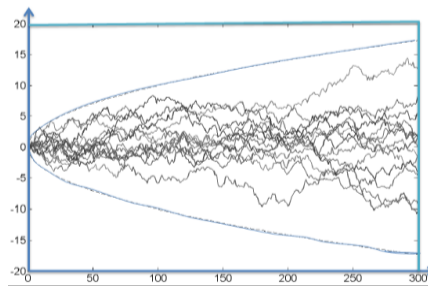
$$(r^2(t)) = a^2 t. \quad (5)$$

Натижа (6) формуладан маълумки, d ўлчовга боғлиқ эмас. Умумий ҳолатда, заррача ўз жойида силжимай қолса, ўртача квадрат силжиши қуйидагича ифодаланади:

$$(r^2(t)) = 2 d D t. \quad (6)$$

Бунда D – диффузия коэффиценти бўлиб, заррачанинг тасодифий юриш траекторияси бўйлаб ҳаракатланса қаралаётган массаси $M \sim t$ вақтга пропорционал бўлади [7]. Бундай ҳолда t вақт бўйича бутун траекторияни ўз ичига олган сферанинг радиуси $r \sim \sqrt{t}$ муносабати билан тавсифланади.

Шундай қилиб, $M \sim r^2$, яъни Р.Броун ҳаракати траекториясининг фрактал ўлчови иккига тенг ва фазо ўлчовига боғлиқ эмас. Шуниси эътиборга лойиқки, Броун заррасининг ҳаракат ҳолати ҳам фрактал тузилишга эга бўлган табиий фрактал экан. Бундай Броун ҳаракатининг табиий кўриниши 5-расмда келтирилган.



5-расм. Зарачанинг тасодифий юриш траекторияси

Табиатдаги кўплаб объектлар фрактал хусусиятларга эга, масалан, булутлар, қирғоқлар, қор парчалари, дарахт шохлари, инсоннинг қон айланиш тизими, ўпка нафас олиш органи тизими, юрак-қон томирлари тизими ва бошқалар [9].

Ҳозирги кунда фракталлар ривожланишнинг барча соҳаларида, шунингдек, тиббиётда тобора кенг қўлланилмоқда. Масалан, фракталлар назариясидан маълумотларни қайта ишлаш, тасвирларни фрактал тарзда сиқиш, тасвирларни таниб олиш, объектларнинг фракталли таснифи ва кластерлаш, тасвирларни тестлашни фракталли таниб олиш, тасвирнинг фрактал кодини тавсифлаш, радиотехникада сигналларни қайта ишлаш, фрактал сигнал ва вейвлет алмаштириши, суюқликлар ва газлар механикаси, сиртлар физикаси соҳаси, компьютер графикаси, марказлаштирилган тармоқлар, компьютер тизимлари соҳаси, телекоммуникация соҳаси, санъат соҳаси, кино, шаҳарсозлик, тўқимачилик ва нақш дизайни, Форех бозори савдоси, тиббиёт ва биология кабиларда кенг қўлланилмоқда. Жумладан, [10] тадқиқот ишида тиббиётда фракталларнинг қўлланилиши қаралган. Бироқ инсон танаси жуда кўп мураккаб тузилмалардан иборат, яъни бронхларнинг тармоқланиши, юрак-қон томирлари тузилиши, буйрак тизими, катта қон ва капилляр тармоқлари ва бошқалар. Ушбу тузилмалар ҳақиқий жисмоний тизимлар бўлиб, геометрик ва функционал тузилишга эга. Ушбу фрактал тузилишлар, албатта, математик моделлаштириш босқичидан ўтади. Аслида, бу фақат силлиқ ва мунтазам шакллардагина қўлланилади. Шундай қилиб, фрактал геометрия ўлчовлари билан шуғулланади, масалан, бирдан

иккитагача ёки иккитадан учтагача ва ҳоказо. Фракталларнинг бу ўзига хос хусусияти уларни ишлатишда биология ва тиббиёт соҳасида катта самара беради. Дарҳақиқат, тирик тизимларнинг кўплаб мураккаб тузилишлари, хусусан, инсон танаси фракталга ўхшаш геометрияни намоиш этади, бу уларни моделлаштиришга имкон беради. Шунинг учун фрактал таҳлил ёрдамида ушбу ҳодисаларни миқдорий аниқлаш мумкин. Фрактал – фазода локализация қилинган объект бўлиб, тобора камайиб бораётган ўхшаш ёки бир хил элементларнинг сонига айтилиши мумкин. Бу ўз-ўзига ўхшаш объект бўлиб, унинг энг кичик элементлари унинг энг катта объектларининг нусхалари эканлигини англатади. Табиатда топилган фракталларнинг кўпи учун масалан, булут чегаралари, қирғоқлар, дарахтлар, ўсимлик барглари ва бошқалар кичикроқ элементлар каттароқларига ўхшаш, аммо бир хил эмас.

Хулоса ўрнида шунини айтиш мумкинки, мазкур тадқиқот Фракталлар назариясининг асосий тушунчалари, объектлар ва жараёнларни визуал тасвирлашда энг самарали усуллардан ҳисобланади. Шунинг учун табиий объектларни тасвирлашда фрактал графикани қўллаш ва уларнинг фрактал ўлчовларини аниқлаш муҳим саналади. Шу нуқтаи назардан, қуйидаги натижаларга эришилди:

L-тизимларини график моделлаштириш асосида инсон танасидаги ҳужайраларнинг бўлиниш (кўпайиш) тузилмаси аниқланди;

арифметик хусусиятларга асосланган биномиал базис кўпхадлар назарияси усули асосида Люка сонларини ҳосил қилиш кўпхадлари аниқланди;

каср тартибли интеграллаш, дифференциаллаш ва уларнинг тадбиқлари тадқиқ қилинди.

Юқоридаги натижалардан маълумки, мураккаб фрактал тузилишли тасвирларни рақамли ишлашни геометрик моделлаштириш ва уларнинг фрактал ўлчовларини аниқлаш долзарб ҳисобланади. Ўз-ўзига ўхшаш фрактал объектлардан фойдаланиб ижобий натижалар олиш мумкинлиги кўрсатилди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Анарова Ш.А., Нуралиев Ф.М., Нарзуллоев О.М. Фракталларни куриш ва уларни дастурий таъминотини яратиш //Ахборот коммуникация технологиялари ва дастурий таъминот яратишда инновацион ғоялар: Рес. Илм.техник конференцияси. – Самарқанд, 2019 йил 16-17 апрель. – Б.39-42 б.
2. Балханов В.К. Основы фрактальной геометрии и фрактального исчисления. /Отв. ред. Ю.Б.Башкуев. – Улан-Удэ: Бурятский гос.унв., 2013. – 224 с.
3. Бирючинская Т.Я. Моделирование фрактальных структур в задачах многомерной классификации: автореф. дис... канд.ф.-м.н. – Воронеж, 2013. – 18 с.
4. Бондаренко Б.А. Generalized Pascal Triangles and Pyramids, their Fractals, Graphs, and Applications – USA, Santa Clara: Fibonacci Associations, The Third Edition. 2010. – 296 p.
5. Витолин Д. Применение фракталов в машинной графике //Computerworld – Россия, 1995. – №15. – С.11.
6. Вишик М.И. Фрактальная размерность множеств // Соросовский образовательный журнал, 1998. – №1. – С.122-127.
7. Василенко С.Л. Бифуркации в нелинейной динамической модели на основе золотого сечения // Академия Тринитаризма. – Москва: Эл. № 77-6567, публ.15232. – 2009 г. 14 апреля.
8. Голоденко А.Б. Оценка адекватности фрактальной модели атомной структуры аморфного кремния //Физика и техника полупроводников, 2010. – Том 44. Вып. 1. – С. 87-91.
9. Громов Ю.Ю., Земской Н.А., Иванова О.Г., Лагутин А.В., Тютюнник В.М. Фрактальный анализ и процессы в компьютерных сетях: учеб. пособие. 2-е изд., стереотип. – Тамбов: Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 108 с.

10. Гиляров А.М. В поисках универсальных закономерностей организации сообществ: прогресс на пути нейтрализма // Журн. общ. биол. Т.71. – 2010. – № 5. – С. 386-401.

11. Гринченко В.Т. Фракталы // Федер Е. Фракталы. Изд. 2-е., 2014. – 256 с.

12. Жиков В.В. Фракталы // Соросовский образовательный журн, 1996. – №12. – С. 109-117

13. Жаббаров Ж.С. Кубик сплайн ёрдамида математик функцияларни интерполяциялаш хатоликларини камайтирувчи алгоритим ва дастурий воситалар. //Инновацион ва замонавий ахборот технологияларини таълим, фан ва бошқарув соҳаларида қўллаш истиқболлари, 2020 йил 14-15 май. – № 5. – Б.120-122.

14. Жаббаров Ж.С. Фрактал ўлчов асосида геометрик шаклларнинг ўлчовлари //Инновацион ёндошувлар асосида миллий таълим тизимини такомиллаштириш: Халқаро илмий-амалий конференция. – 2021 йил 23 апрел. – Б. 179-182.

15. Жаббаров Ж.С. Инсон тўр пардасидаги қон томир тизимларининг фрактал тузилиши ва фрактал ўлчови // Янги Ўзбекистонда ислохотларни амалга оширишда замонавий ахборот-коммуникация технологияларидан фойдаланиш: Халқаро илмий-амалий конф. – 2021 йил 27-29-октябрь. – Б.98-101.

16. <https://tma.uz/2021/02/04/4-fevral-butunzha-on-saraton-kasalligiga-arshi-kurash-kuni/>