

МАНДЕЛЬБРОТ-РИЧАРДСОН ЎЛЧОВИ АСОСИДА ЎПКА ҚОН ТОМИР ТИЗИМЛАРИНИНГ ФРАКТАЛ ЎЛЧОВИНИ АНИҚЛАШ

Шахзода Аманбоевна АНАРОВА

профессор

техника фанлари доктори

Тошкент ахборот технологиялари унверситети

Тошкент, Ўзбекистон

shakhzodaanarova@gmail.com

Аброр Аликулович РУСТАМОВ

директор

Шароф Рашидов номидаги

Самарқанд давлат унверситети

Ахборот-ресурс бош маркази

Самарқанд, Ўзбекистон

rustamovabror88@gmail.com

Муҳаммадали Эралиевич БАҲРАМОВ

магистр

Тошкент ахборот технологиялари унверситети

Тошкент, Ўзбекистон

bahromov1997.04.09@gmail.com

Аннотация

Ушбу мақола инсон ўпкасининг фрактал тузилиши ва фрактал ҳажмини аниқлашга бағишланган. Унда инсон органларининг фрактал тузилиши ва хусусиятлари Мандельброт-Ричардсон шкаласи ёрдамида инсон ўпкасининг фрактал тузилиши ҳамда дарахт шохларининг фрактал тузилишини солиштириш орқали ўрганилди.

Таянч сўзлар: фрактал, фрактал графика, Мандельброт-Ричардсон, фрактал ўлчов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФРАКТАЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ ЛЕГОЧНЫХ СОСУДИСТЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ РАЗМЕРНОСТИ МАНДЕЛЬБРОТА-РИЧАРДСОНА

Шахзода Аманбоевна АНАРОВА

профессор

доктор технических наук

Ташкентский университет информационных технологий

Ташкент, Узбекистан

shakhzodaanarova@gmail.com

Аброр Аликулович РУСТАМОВ

директор

Главный информационно-ресурсный центр

Самаркандского государственного университета

имени Шарофа Рашидова

Самарканд, Узбекистан

rustamovabror88@gmail.com

Мухаммадали Эралиевич БАХРАМОВ

магистр

Ташкентский университет информационных технологий

Ташкент, Узбекистан

bahromov1997.04.09@gmail.com

Аннотация

Настоящая статья посвящена определению фрактальной структуры и фрактального объема легкого человека. Фрактальная структура и свойства органов человека исследована с помощью шкалы Мандельброта-Ричардсона путем сравнения фрактальной структуры легких человека и фрактальной структуры ветвей дерева.

Ключевые слова: Фрактал, фрактальная графика, Мандельброт-Ричардсон, фрактальное измерение.

Фракталлар компьютер тизимларида, телекоммуникацияларда, саноат ишлаб чиқаришида ҳамда фан ва техниканинг бошқа кўплаб соҳаларида қўлланилади. Энг қизиқарли соҳалардан бири бу фракталларни тиббиётда қўллашдир. Инсон танасининг фрактал органлари – бу бутун нафас олиш йўллари, қон томир тизими, лимфа томирлари, жигар ва ўт йўллари, шунингдек, фрактал ўлчамлари турли йўллар билан аниқланадиган асаб тизими. Одамнинг тўр пардасидаги қон томир тизимлари статистик жиҳатдан ўхшаш ва фракталдир. Бу тартибсиз, аммо чекланган ўсиш жараёнига мос келади ва қон томир тизимининг эмбриологик ривожланишига таъсир қилиши мумкин. Бундан ташқари, инсоннинг бронхиал ва нафас олиш йўллари ҳам фрактал тузилишга эга.

Ҳозирги вақтда инсон танасида фрактал тузилишга эга бўлган органларнинг фрактал ўлчамларини аниқлаш муҳим аҳамиятга эга. Бу асосда одамларда турли касалликларни олдиндан айтиш ва даволаш амалга оширилади. Шунинг учун тадқиқотимиз инсон органларининг фрактал ўлчамларини

аниқлашга қаратилган. Дарахт шохларининг фрактал ҳажмини аниқлаш усуллари инсон органларининг фрактал ўлчовларини топиш учун ишлатилган.

Ўпканинг фрактал ҳажмини аниқлашда Р.В.Генни вектор усулини қўллаган ва бу мақолада ўпканинг фрактал ўлчами Манделброт-Ричардсон ўлчагич усули ёки таниқли GRID усули ёрдамида аниқланган. Одамнинг ўпкаси ва тўр пардасидаги қон томир тизимларининг фрактал ўлчамларини аниқлашда томирларнинг жойлашиши уларни дарахт шохлари билан таққослаш орқали ўрганилган. Шунинг учун у биринчи навбатда, дарахт шохларининг фрактал ўлчамларида топилган ва кейин фрактал тузилишга эга бўлган инсон аъзосига қўлланилган.

Фрактал тизимларнинг синергетикасини ташкил этувчи билим соҳалари генетик жиҳатдан очиқ берилади. Бу манбалар алоҳида фанлар: математика, сезгилар физиологияси ва психология тарихи сифатида акс эттирилган [2].

Фрактал модель математик асосга асосланади ва фалсафий тадқиқотларда математика ва физика натижалари кўпинча назарий хулосаларнинг исботи бўлиб хизмат қилади. Ташқи дунёнинг чизиқли бўлмаган тузилмаларининг асосини геометрик ўзига ўхшаш фрактал ташкил этиши исботланган [3].

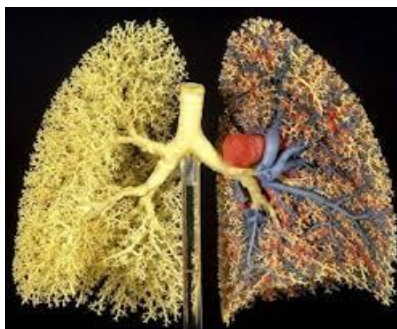
Табиий фрактал тузилмаларни ўрганиш бизга ночизиқли тизимларнинг ўз-ўзини ташкил қилиш ва ривожланиши жараёнларини чуқурроқ тушунишга имкон беради. Дунёда теварак-атрофимиздаги объектларнинг кўп сиртлари фрактал бўлиб, қиррали ва кўполдир. Узок вақт давомида фанда жисмларнинг фақат сайқалланган, геометрик текисланган сиртлари ўрганилган. Математик Б.Мандельброт [2] дунё тузилишининг ўзига хос хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда шаклсиз жисмлар морфологиясини янада адекват акс эттирувчи фрактал тушунчасини киритади. У қирғоқ чизиғи, металл қотишмалари, булут силуетлари ва бошқа кўплаб табиий ва сунъий объектларгача бўлган турли хил нарса ва ҳодисаларни тасвирлайди. Тадқиқотда фрактални ўзига ўхшашлик ва ўзига яқинлик хусусиятига эга бўлган маълум бир шаклланиш сифатида тушунилади.

У мунтазам геометрик тузилишга эга, бу ерда фракталнинг ҳар бир бўлаги бутун таркибий тузилмани бир бутун сифатида такрорлайди.

Тизимларнинг фрактал хусусиятини психологик дунёга кенгайтирамыз, уларни дунёнинг ривожланиши ва бирлигининг энг кенг позицияларидан талқин қиламыз, улар бир-биридан фазо-вақт микёсларида фарқланади [4]. Биз синергетик равишда дунёнинг фрактал расмининг танланган даражаларини турли ўлчов қийматлари билан динамик чизиқли бўлмаган тизимга бирлаштирамыз. Биз яхлит тузилишга эга бўламыз ва уни мультифрактал сифатида тавсифлаймыз. Биз нозикликни киритамыз, унга кўра, фрактал ва аттрактор ўртасида ўхшашлик кузатилади. Шу билан бирга, жонли ва жонсиз табиатдаги кўплаб ҳодисалар лаваболар, цикллар, аттракторлар ва ғалати аттракторлар нуқтаи назаридан тасвирланган. Бундай ҳодисаларни ягона фрактал тузилиш асосида очиш керак. Ўлчам иккидан ортиқ, лекин учдан кам бўлса, Лорентзнинг ғалати аттракторининг хусусиятлари пайдо бўлади [5]. Инглиз тилидан таржимада ғалати жалб қилувчи "жалб қилувчи" деган маънони англатади. Фаза фазосидаги траекториялар тўплами сифатида тушунилади. Шунингдек, у аттрактор яқинида жойлашган турли траекторияларни ўзига тортади. Шундай қилиб, фрактал тузилма маълум бир тартибга эга бўлади ва фракталнинг ўзи ўз-ўзини ташкил қилиш ва чизиқли бўлмаган тизимларнинг ривожланишини ўрганиш учун жуда қулай моделга айланади [6]. Демак, ривожланишнинг диалектик концепцияси синергетика ва фракталлар назарияси билан тасдиқланган. У турли даражадаги ўз-ўзини ташкил қилиш жараёнларининг универсаллиги туфайли дунёни тушунишнинг нозикликли усулларида фойдаланган ҳолда жонли ва жонсиз табиатнинг ривожланиш жараёнларини шарҳловчи физик термодинамика ва математик тўпламлар назариясига, тизимли ва тизимли ёндашувларга таянади.

Инсон мияси ҳам фрактал голограмма сифатида тасвирланган. У мия атрофидаги дунёни акс эттиради. Бу кенгрок тизимнинг бир қисмидир. Асосий

эйтибор миянинг структуравий ва функционал механизмларига қаратилади. Инсон мияси, бошқа кўплаб тизимлар сингари, чизиқли бўлмаган, хаотик тарзда ишлайди [7].

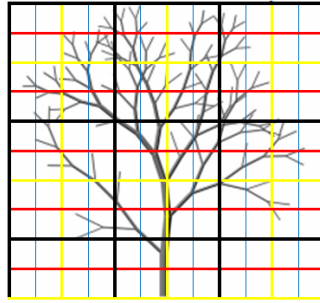


1-расм. Нафас олиш йўллариининг тузилиши

Фрактал ўлчамни амалда ҳисоблашда ҳисоблаш аниқлиги, тезлиги ва тизим ресурсларини ҳисобга олган ҳолда тегишли алгоритмни танлаш керак [8].

Манделброт-Ричардсон ўлчови. Фрактал тузилишга эга мураккаб геометрик объектларни математик усуллар билан тасвирлаш ва ўрганиш мумкин. Дарахт шохларининг жойлашиш зичлигини таҳлил қилиш ушбу бўшлиқни тўлдиришни миқдорий аниқлаш сифатида кўриб чиқилиши мумкин. Шундай қилиб, икки ўлчовли тарвақайлаб кетган шохларнинг фрактал ўлчамининг қиймати иккига яқинроқ бўлса, дарахт бўшлиқни қанчалик самарали тўлдиради, чунки фрактал ўлчамнинг юқори чегараси топологик ўлчамга мос келади. Гап шундаки, фрактал геометрик жисмларнинг тасвирлари одатда ҳар доим текисликда жойлашган деб ҳисобланади [1]. Фрактал тасвирлар текисликда қанча майдонни эгаллаганини кўришимиз мумкин. Бунинг учун текисликнинг ўлчами a билан белгиланган катакчаларга бўлиниб, фрактал тасвирларни қанча ҳужайра кесишганини ҳисобланг.

Манделброт-Ричардсон шкаласи ёрдамида дарахт шохларининг фрактал ўлчовини аниқлаш:



2-расм. Дарахт шохлари

устидан учта турли

ўлчамдаги квадратлар чизилган. Бундан маълум бўлдики: a - катакнинг ўлчами, шартли равишда $a = 48$ мм, чизмадаги катакчалар сони мос, кора рангдаги катакчалар сони $N_1 = 7$, сариқ рангдаги хужайралар сони $N_2 = 22$, кўк рангдаги хужайралар сони $N_3 = 73$.

Юқоридаги N ва Мандельброт-Ричардсон формуласи билан боғлиқ: Яъни,

$$N = C \times a^{-D}$$

1* бу ерда, D – фрактал ўлчам, C - фрактал геометриянинг ўлчов характеристикаси. Фрактал ўлчов текис юзани фрактал чизма билан тўлдириш даражасини кўрсатади.

1-жадвал. Чизиклар жойлашган катакчалар сонини ўлчаш натижалари.

Катакчалар ўлчами a	9	16	48
Катакчалар сони N	73	22	7
$y = \ln N$	4,2904	3,0910	1,9459
$x = \ln a$	2,1972	2,7726	3,8712

Формула 1* бўйича қуйидагиларга тенг.

$$D = \left(\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i - n \sum_{i=1}^n x_i y_i \right) / \left(n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right) = 1,3531$$

Фрактал шкалани баҳолаш, шунингдек, инсон кўзининг тўр пардасини, турли хил ўсма шаклланишини тавсифлаш учун, шунингдек, компьютер томографияси маълумотлари ёрдамида олинган одам ўпкасининг уч ўлчовли артериал дарахтини таҳлил қилиш учун ишлатилиши мумкин. Кўриниб турибдики, ҳеч бўлмаганда ўпканинг артериал тизими иккита компонентнинг

комбинациясидан, бўшлиқни бир хилда тўлдирадиган капилляр тармоқ ва йирик томирларнинг тарқоқ фрактал тузилишидан иборат.

Одамнинг тўр пардасидаги қон томир системалари ўзига хос хусусиятга эга бўлиб, инсон ёши улғайган сари унинг тўр пардасидаги қон томирлари дарахтлардек, шохдек ўсади. Бу шуни англатадики, инсоннинг тўр пардасидаги қон томирлари вақт ўтиши билан фрактал ҳажмини ўзгартиради. Бироқ, фрактал ўлчамнинг қиймати асл ўлчамга нисбатан унчалик ўзгармайди. Яъни, тадқиқот натижалари шуни кўрсатадики, инсоннинг тўр пардасидаги қон томирларининг фрактал ҳажми $\pm 0,073$ га ўзгаради. Хулоса қилиб айтганда:

1. Одамнинг нафас йўллари фрактал тузилишга эга эканлиги аниқланди ва шу асосда одам ўпкасининг фрактал катталиги топилди.

2. Инсон ўпкасининг фрактал катталиги тана ҳажмига боғлиқ эмас, балки 1,57 дан 1,58 гача ўзгариб туриши аниқланди.

3. Одамнинг тўр пардасидаги қон томир тизими фрактал тузилишга эга эканлиги аниқланди.

4. Одамнинг тўр пардасидаги қон томир тизимларининг фрактал ўлчами 1,7 га тенг эканлиги аниқланди. Ушбу ўлчов орқали инсоннинг қандли диабет касаллиги бор ёки йўқлигини тахмин қилиш мумкин.

5. Инсоннинг тўр пардасидаги қон томир тизимининг фрактал ҳажми ёшга қараб ўзгариши, яъни, унинг қиймати ошиши мумкинлиги аниқланди.

Фойдаланилган адабиётлар:

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

2. Мандельброт Б.Б. Фрактальная геометрия природы / Мандельброт Б.Б. – Москва: Институт компьютерных исследований, 2010. – 676 с.

3. Lindenmayer A. The Algorithmic Beauty of Plants. // Springer-Verlag, New York. 2004. P. 240
4. Hye-Rim So., Gun-Baek So., Gang-Gyoo Ji. An Efficient BC Approach to Compute Fractal Dimension of Coastline. // J. Navig. Port Res. Vol. 40, No. 4 : 207-212, August 2016 (ISSN:1598-5725(Print)/ISSN:2093-8470(Online)) DOI : <http://dx.doi.org/10.5394/KINPR.2016.40.4.207-212> p.
5. Anarova Sh.A. Fraktallar nazariyasi va fraktal grafika. Darslik. – T.: “Universitet”, 2021. 254 b.
6. Anarova, S., Nuraliev, F., Narzulloev, O. Construction of the equation of fractals structure based on the rvachev r-functions theories //Journal of Physics: Conference Series, 2019, 1260(7), 072001
7. Nuraliev F.M., Anarova Sh.A., Narzulloev O.M. Mathematical and software of fractal structures from combinatorial numbers. International Conference on Information Science and Communications Technologies ICISCT 2019 Applications, Trends and Opportunities 4th, 5th and 6th of November 2019, Tashkent University of Information Technologies TUIT, TASHKENT, UZBEKISTAN. (SCOPUS).
8. Zainidinov Kh.N., Anarova Sh.A., Zhabbarov Zh.S. Fractal measurement and prospects for its application // Problems of computational and applied mathematics journal. – Toshkent. 2021. No. 3 (33), - pp. 105-114