

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерних наук,
управління та адміністрування
Кафедра інформаційних
технологій

Бакалаврська кваліфікаційна робота

на тему: Розробка додатку для впровадження в учбовий процес
вальдорфської школи курсу фрактальної геометрії

Виконав студент 4 курсу групи К-41
Спеціальність 122 комп'ютерні
науки
Грабіна Віталій Віталійович

Керівник к.е.н.
Шуптар-Пориваєва Наталія
Йосипівна

Консультант к.ф-м.н., доцент
Козловська Валентина Петрівна

Рецензент к.т.н., доцент
Великодний Станіслав Сергійович

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ.....	6
ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....	10
1.1 Постановка задачі.....	10
1.2 Характеристика предметної області.....	11
1.3 Аналіз ринку існуючих аналогів	18
1.3.1 Додаток «Montessori Times Table Circle»	18
1.3.2 Додаток «Times Tables – Math»	19
1.3.3 Додаток «MyMandelbrotSetCalculator»	20
2 ВИБІР ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ.....	22
2.1 Вибір мови програмування.....	22
2.1.1 Опис мови Java	22
2.1.2 Опис мови JavaScript.....	24
2.2 Додаткові програмні засоби	27
2.2.1 Опис мови HTML	27
2.2.2 Опис мови CSS	28
2.2.3 Опис фреймворку Bootstrap	29
2.2.4 Опис програмної платформи Node.js	30
2.3 Вибір середовища розробки	31
2.3.1 Опис середовища розробки Electron	32
2.3.2 Опис середовища розробки NW.js.....	33
3. ПРОЕКТУВАННЯ.....	36
3.1 Проектування графічного інтерфейсу додатка.....	36
3.2 Проектування основних програмних компонентів	37
4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ.....	39
4.1 Розробка функціональних елементів додатку	39
4.2 Керівництво користувача.....	40

4.2.1 Реалізація розширеного функціоналу таблиці множення за допомогою креслення кола	42
4.2.2 Зв'язок кола таблиці множення з Множиною Мандельброта	43
ВИСНОВКИ	47
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	49

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

ККД – коефіцієнт корисної дії

ОС – операційна система

ПЗ – програмне забезпечення

ПК – персональний комп'ютер

ПП – програмний продукт

IOS – Intellectual operation system, мобільна операційна система для смартфонів та інших пристроїв, випущених компанією Apple.

IDE – Integrated Development Environment, інтегроване середовище розробки

JVM – Java Virtual Machine, віртуальна машина Java

HTML – Hyper Text Markup Language, стандартизована мова розмітки документів у Всесвітній павутині

CSS – Cascading Style Sheets, формальна мова опису зовнішнього вигляду документа, написаного з використанням мови розмітки

JS – JavaScript, мультіпарадігмена мова програмування

JDK – Java Development Kit, безкоштовно розповсюджуваний комплект розробника додатків на мові Java

XHTML – Extensible Hyper Text Markup Language, розширювана мова гіпертекстової розмітки

SGML – Standard Generalized Markup Language, стандартна узагальнена мова розмітки

HTTP – Hyper Text Transfer Protocol, протокол передачі тексту

HTTPS – Hyper Text Transfer Protocol Secure, розширення протоколу HTTP для підтримки шифрування з метою підвищення безпеки

XML – eXtensible Markup Language, розширювана мова розмітки

API – Application programming interface, програмний інтерфейс програми

UML – Unified Modeling Language, уніфікована мова моделювання

ВСТУП

Інформаційні технології є невід'ємною частиною сучасного світу, вони значною мірою визначають подальший економічний та суспільний розвиток людства. У цих умовах революційних змін вимагає й система навчання. Актуальність даного питання має місце у сучасному освітньому середовищі, адже нині якісне викладання дисциплін не може здійснюватися без використання засобів і можливостей, які надають комп'ютерні технології.

Пандемія коронавірусної інфекції та карантин, що охопили світ навесні 2020 року, змусили майже всі країни переглянути освітні стратегії. За даними ЮНЕСКО, станом на 28 квітня 2020 року закриття шкіл та університетів в Україні вплинуло на майже сім мільйонів здобувачів освіти. Однак якщо українські заклади вищої освіти і раніше практикували дистанційні форми навчання, то для багатьох шкіл організація віддалених занять виявилася проблемою [1]¹⁾, успішне вирішення якої можливе за рахунок впровадження в учбовий процес різноманітних комплексів тренажерів та ігрових навчальних програм.

У зв'язку з цим, в даний час гострої актуальності набирає розробка навчальних, ігрових та контролюючих програм, які допомагають суттєво зекономити час викладача, розвинути творчі здібності учня шляхом створення сприятливого середовища, тренуватися у вирішенні завдань певного класу і отримувати адекватні оцінки своїх знань.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка програмного додатку для впровадження в учбовий процес вальдорфської школи курсу фрактальної геометрії, що викладається факультативно учням 10-х та 11-х класів вальдорфської школи НВК «Ступени» (м.Одеса, Україна).

Розроблений додаток може стати допоміжним інструментом викладачів математики та інформатики для підвищення мотивації, стимулювання

¹⁾ [1] Іванців А. (2020, Травень 1).Залежність від людськості. Як школа справляється з викликами карантину та онлайн-освіти. Українські Новини. Взято з https://lb.ua/society/2020/05/01/456533_zalezhnist_vid_lyudskosti_yak_shkola.html

ініціативи і творчого мислення учнів при освоєнні ними завдань фрактальної геометрії, побудові фрактальних множин, створенні художніх композицій з використанням фракталів.

Дана кваліфікаційна робота містить 50 сторінок, 20 рисунків, 2 таблиці та 15 посилань.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Постановка задачі

Метою даної дипломної роботи є розробка додатку для поглиблення знань учнів старшої школи з курсу фрактальної геометрії.

Розроблений додаток повинен надавати користувачеві можливість вводу вхідних даних для подальшого обчислення та графічного виводу кола таблиці множення. Також повинна бути реалізована можливість ознайомлення користувача з множиною Мандельброта у різних ступенях та демонстрування подібності фрактала Мандельброта з отриманим колом таблиці множення.

Розроблений додаток має відповідати наступним вимогам та надавати користувачу наступні функціональні можливості:

- робити розрахунки кола таблиці множення за вхідними даними;
- мати лаконічний та інтуїтивно зрозумілий графічний інтерфейс користувача;
- забезпечувати швидку роботу на малопотужних ПК;
- працювати на платформах Windows/7/8/8.1/10.

Для реалізації поставленої мети були виділені основні задачі розробки:

- вивчити теоретичні основи побудови фракталів;
- вибрати мову програмування;
- вибрати IDE;
- спроектувати графічний інтерфейс додатку;
- розробити додаток для впровадження в учбовий процес вальдорфської школи курсу фрактальної геометрії;
- протестувати додаток.

1.2 Характеристика предметної області

Останнім часом великого поширення набули комп'ютерні малюнки, так звані фрактали. Поняття «фрактал» і «фрактальна геометрія» виникли 1970 - 1980 роках і міцно увійшли в ужиток математиків і програмістів. Слово «фрактал» утворене від латинського «fractus» і в перекладі означає «складається з фрагментів». Воно було запропоновано Бенуа Мандельброт в 1975 року задля позначення нерегулярних самоподібних структур. Визначення фрактала, дане Мандельброт, звучить так: "фракталом називається структура, що складається з частин, які в якомусь сенсі подібні цілому "[2]¹⁾. Основна їх властивість - будь-яка частина структури подібна всьому цілому. Властивість самоподібності також відображає особливість природних об'єктів, коли окрема клітина рослини або тварини несе в собі повну інформацію про весь організм.

Народження фрактальної геометрії прийнято пов'язувати з виходом в 1977 році книги Мандельброта «The Fractal Geometry of Nature» . У його роботах використані наукові результати інших вчених, які працювали в період 1875-1925 років в тій же області (Пуанкаре, Фату, Жюліа, Кантор, Хаусдорф). Але тільки в наш час вдалося об'єднати їхню роботу в одну систему.

Фрактали діляться на геометричні, алгебраїчні та стохастичні[3]²⁾.

Геометричні фрактали інакше називають класичними. Вони є найбільш наглядними, тому що мають так звану жорстку самоподобу, яка не змінюється при зміні масштабу. Це означає, що незалежно від того, наскільки ви приближаєте фрактал, ви бачите один і той же візерунок. Найбільш відомі приклади геометричних фракталів, серед яких крива Коха, крива

¹⁾ [2] Бенуа Б. Мандельброт. Фрактальная геометрия природы (The Fractal Geometry of Nature). М.: Институт компьютерных исследований. 2002. 656с. ISBN 5-93972-108-7.

²⁾ [3] Фрактальный анализ процессов, структур и сигналов/Под ред. Р.Э. Пашенко. Харьков: ЭкоПерспектива. 2006. 348 с.

Маньківського, крива Леві, крива дракона, серветка і килим Серпінського, п'ятикутник Дюрера, представлені на рис 1.

Алгебраїчні фрактали отримали свою назву, тому що будуються вони на основі алгебраїчних формул. При математичній обробці формули, на екрані з'являється точка певного кольору. Результатом є фігура дивної форми, в котрій прямі лінії перетворюються в криві, і ефекти самоподоби з'являються на різних рівнях шкали масштабу. Майже кожна точка на екрані комп'ютера – це окремий фрактал.

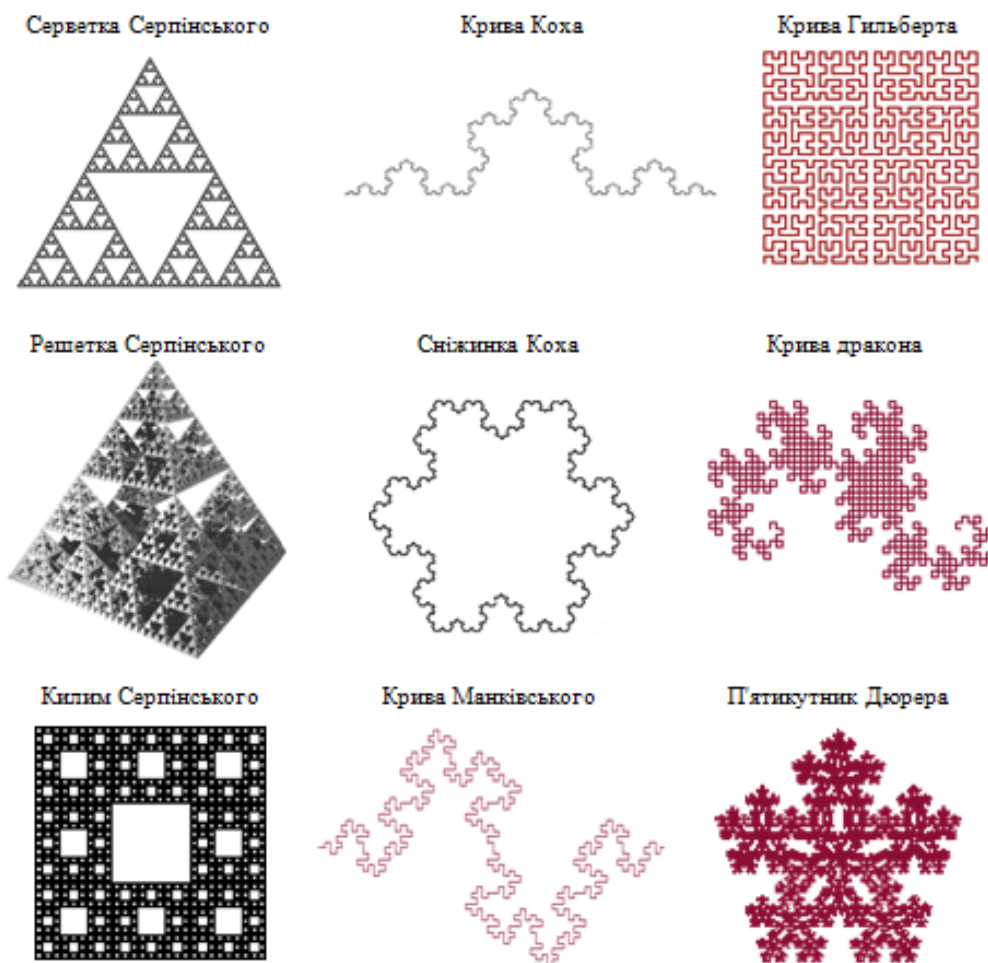


Рисунок 1 – Приклади геометричних фракталів

Найбільш відомі приклади алгебраїчних фракталів, серед яких виділяють множини Мандельброта і Жуліа, басейни Ньютона, представлені на рис 2.

Фрактали, при побудові яких в ітеративній системі випадковим чином змінюються якісь параметри називають стохастичними. При цьому виходять об'єкти дуже схожі на природні – несиметричні дерева, берегові лінії, тощо. Двовимірні стохастичні фрактали використовуються при моделюванні рельєфу місцевості та поверхні моря, процесу електролізу.

Після відкриття фракталів стало зрозуміло, що даний підхід здатний доволі точно описувати багато об'єктів і явищ навколишнього світу, тому теорія фракталів і фрактальні алгоритми зокрема, знайшли практичне застосування в багатьох областях науки і техніки[4]¹⁾.

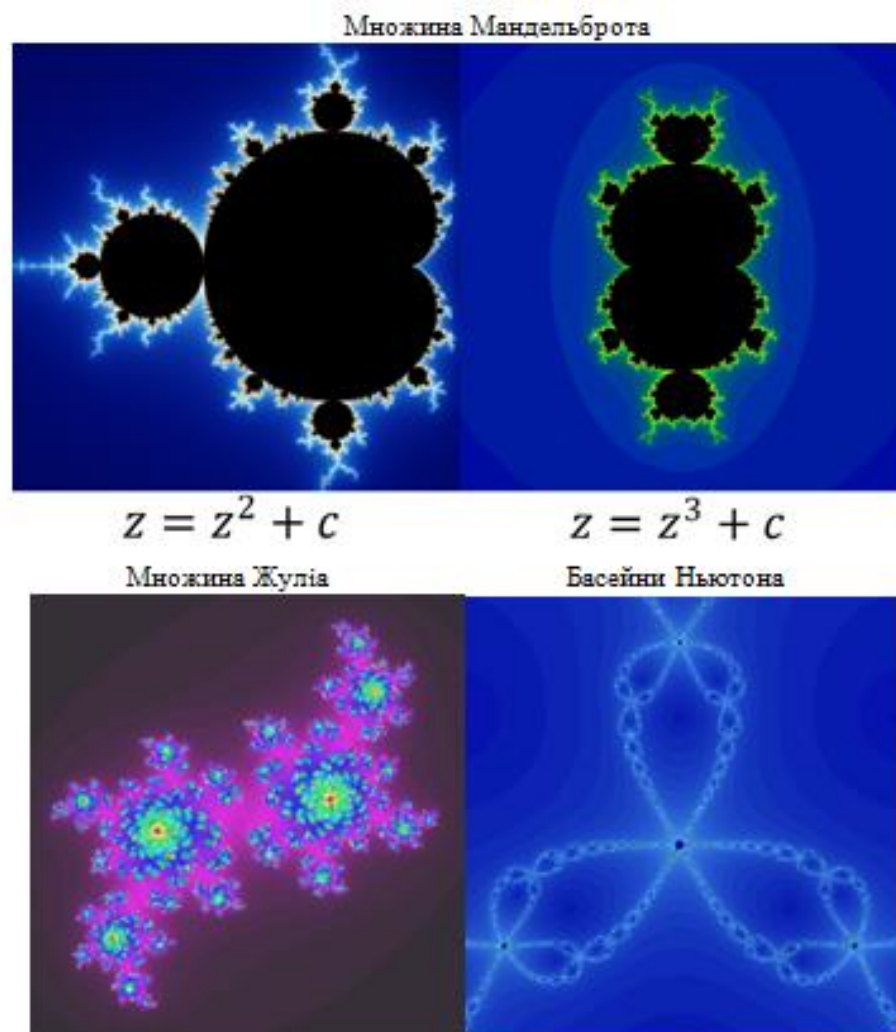


Рисунок 2 – Приклади алгебраїчних фракталів

¹⁾ [4] Бондар Г.М. Дослідження фрактальної структури в навколишньому світі. Взято з <https://vseosvita.ua/library/naukova-robota-doslidzenna-fraktalnoi-strukturi-v-navkolisnomu-sviti-149194.html>

Фрактали притягують і зачаровують своєю красою і нескінченністю. Саме тому фрактали дуже часто використовують для створення різного роду візуалізацій, відео інсталяцій та створення спецефектів в комп'ютерній графіці.

Сьогодні в багатьох комп'ютерних іграх, де присутні різного роду природні ландшафти, так чи інакше використовуються фрактальні алгоритми. Справа в тому, що справжні природні об'єкти мають в своїй основі фрактальну структуру. Виявивши це, програмісти створюють ландшафти на основі фрактальних алгоритмів.

Яскравим прикладом гри з використанням фрактальних алгоритмів є всевітньо відома гра Minecraft(рис. 3).

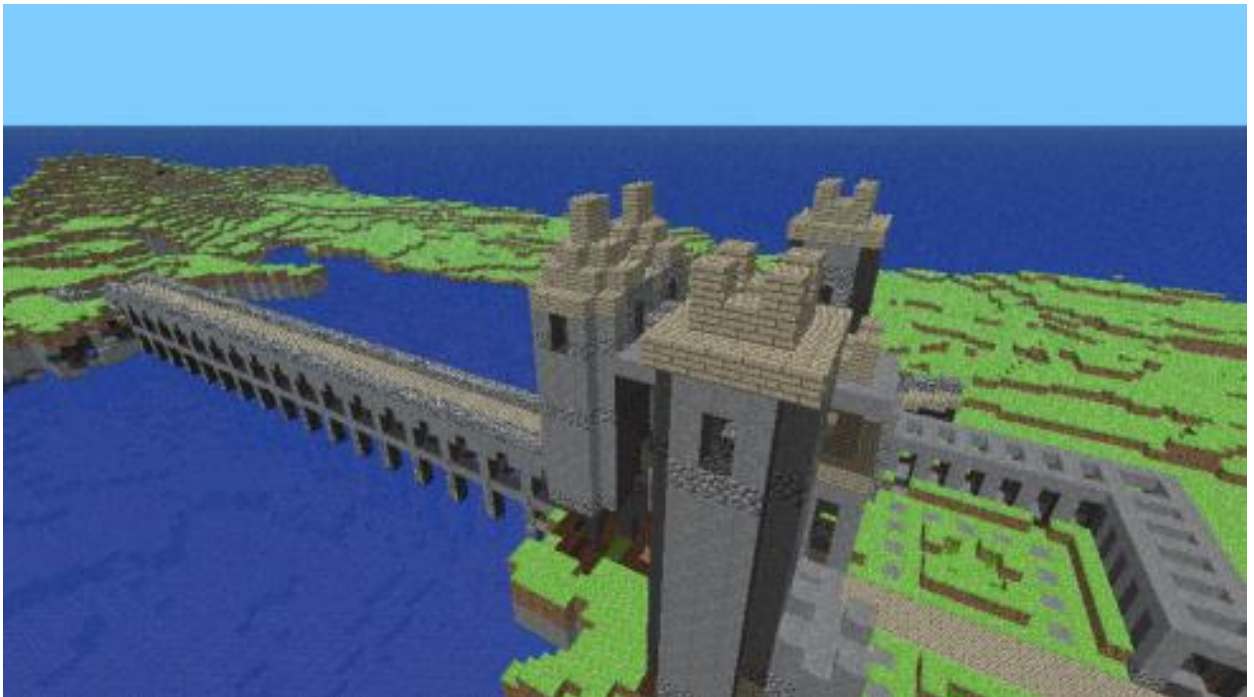


Рисунок3 – Скріншот з гри Minecraft

Сьогодні вже розроблено велику кількість графічних редакторів для генерації ландшафтів і пейзажів, заснованих на фрактальних алгоритмах. Серед них можна виділити Zbrush, Autodesk 3ds Max, Blender, World machine, Terragen та інші. Одним із недоліків використання таких редакторів є те, що змінювати параметри створених об'єктів можна лише в самому редакторі, що

незручно і часто займає багато часу. На рис. 4 зображена одна з перших візуалізацій 3D по фрактальному алгоритму.

Фрактали знаходять своє застосування також і в медицині, адже сам людський організм складається з безлічі фракталоподобних структур: кровоносна система, м'язи, бронхи і т.д.

Фрактали використовуються в обробці медичних рентгенівських зображень. Рентгенівські знімки оброблені за допомогою фрактальних алгоритмів дають більш якісну картинку, а відповідно - і більш якісну діагностику.

Активно застосовують принципи теорії фракталів в сфері гастроентерології. Так, був розроблений новий метод дослідження в медицині – електрогастроентерографія. Даний метод дослідження дозволяє оцінити біоелектричну активність шлунка, дванадцятипалої кишки та інших відділів шлунково-кишкового тракту.



Рисунок 4 – 3Dвізуалізація по фрактальному алгоритму

Важливу роль відіграють фрактали і в телекомунікації. Раніше, єдиним способом поліпшення параметрів антени, було збільшення її геометричних розмірів. Через це конструкції набували величезних розмірів, що не завжди було зручно. Тоді вчені стали експериментувати з різними формами антен, намагаючись отримати максимальний результат при мінімальних розмірах. Цю проблему вдалося вирішити за допомогою відомої фрактальної форми – «сніжинка Коха».

Антенa, зроблена за фрактальним малюнком, має високий ККД і покриває набагато ширший частотний діапазон в порівнянні з класичними рішеннями. Крім того, форма антени у вигляді кривої фрактала дозволяє істотно зменшити геометричні розміри. Для створення широкопasmової антени досить надати їй форму самоподобної фрактальної кривої.

Фрактальні антени зараз використовуються у різноманітних сферах, таких, як морський флот, авіація та в персональних пристроях. На рис. 5 наведено приклад фрактальної антени.

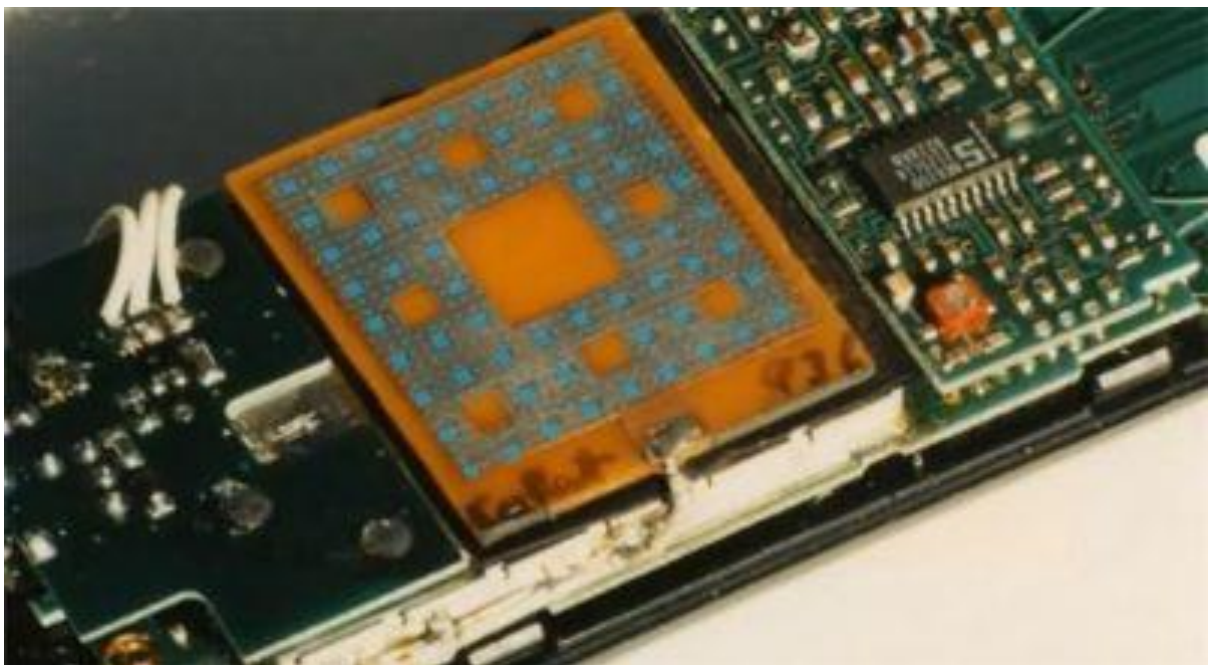


Рисунок 5 – Фрактальна антена

Отже, як бачимо, сьогодні спектр галузей, де застосовуються фрактали дуже великий і з високою вірогідністю в найближчому майбутньому муперелік областей де будуть застосовуватися фрактали буде тільки поповнюватися.

Саме тому в навчальний план вальдорфської школи «Ступени» був включений курс фрактальної геометрії. Ще у першому класі учні цієї школи зустрічаються с колом таблиці множення, що допомагає їм краще та легше засвоїти таблицю множення. В старших класах вони мають змогу познайомитися з фракталами та дізнатися про основи фрактальної геометрії на прикладі множини Мандельброта.

Процес навчання займає багато часу через те, що використовуються застарілі методи, а саме - малювання кола таблиці множення від руки, чи способом, який передбачає використання ниток та дерева (рис. 6). Саме тому було прийнято рішення автоматизувати процес, розробивши додаток для настільного користування.



Рисунок 6 – Вивчення таблиці множення за вальдорфською методикою [5]¹⁾

¹⁾ [5] За матеріалами офіційного сайту Вальдорфської школи «Ступени» Взято з <http://www.waldorf-school.org/>

1.3 Аналіз ринку існуючих аналогів

Після здійснення моніторингу існуючого у вільному доступі програмного забезпечення, було виявлено, що для ПК немає повноцінних додатків, які б моделювали креслення кола таблиці множення, а також виводили на екран зображення множини Мандельброта.

Тому були розглянуті програмні продукти з цифрового магазину продажу додатків для мобільних телефонів Appstore «Montessori Times Table Circle», «Times Tables – Math», та «MyMandelbrotSetCalculator».

1.3.1 Додаток «Montessori Times Table Circle»

«Montessori Times Table Circle» – це платний додаток для iPad, що призначений для вивчення таблиці множення за методикою Монтесорі. Користувач може випробувати свої навички з необмеженою кількістю вправ множення і ділення. Щоб вирішити математичну вправу, в будь-який момент можна скористатися колом таблиці множення.

Додаток орієнтований на дітей віком 3-6 років, тому має простий і зрозумілий інтерфейс (рис. 7).

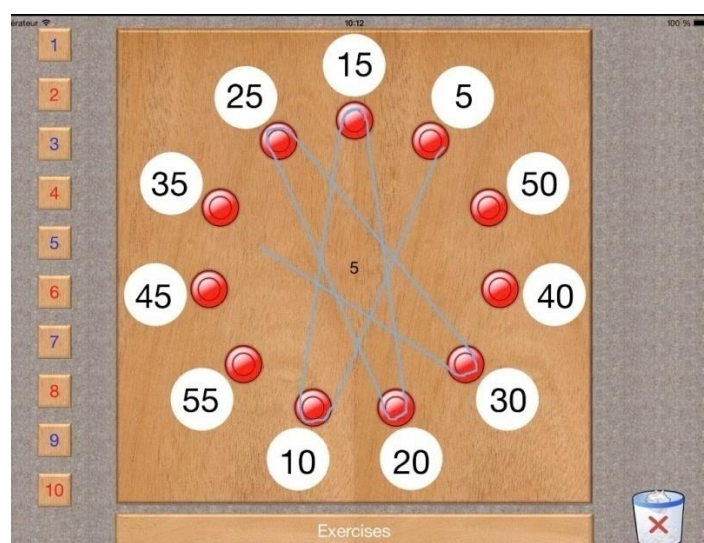


Рисунок 7 – Інтерфейс додатку «Montessori Times Table Circle»

Даний додаток може допомогти у вивченні таблиці множення учням початкової школи, а для використання учнями старшої школи він не має достатнього функціоналу, зокрема не розкриває аспекти фрактальної геометрії. Недоліками його також є те, що він платний, англomовний та підтримується тільки на iPad.

1.3.2 Додаток «Times Tables – Math»

«Times Tables» – Math» - це платний додаток для iPhone та iPad, який призначений для візуалізації перетворень кола таблиці множення. Завдяки йому можна створювати різноманітні візерунки, перетягуючи повзунок і змінюючи коефіцієнт масштабу на сегментованому елементі управління (рис. 8).

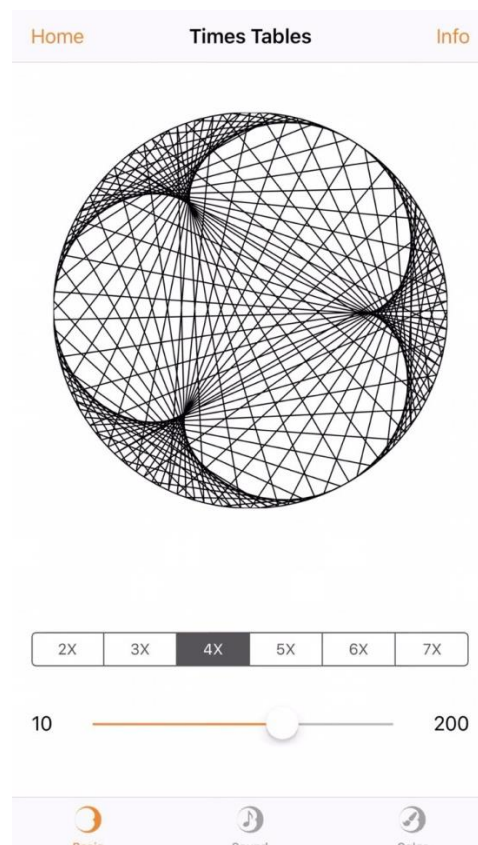


Рисунок 8 – Інтерфейс додатку «Times Tables – Math»

Даний додаток має виключно розважальний характер, призначений тільки для візуального відображення змін форми кардіоїди через кількість інтервалів у таблиці, дозволяючи змінювати колір кардіоїди з використанням аудіосупроводу.

Цей програмний продукт не підходить для навчання, він платний та не може бути використаний на ОС Windows.

1.3.3 Додаток «My Mandelbrot Set Calculator»

«My Mandelbrot Set Calculator» - додаток для iPhone та iPad, який призначений для зображення множини Мандельброта. Завдяки йому можна детально ознайомитися з множиною Мандельброта – є можливість збільшення розміру зображення для більш ніж стократного масштабу.

Перша сторінка додатку ознайомлює користувача з принципами генерації множини Мандельброта (рис. 9) та його функціоналом.

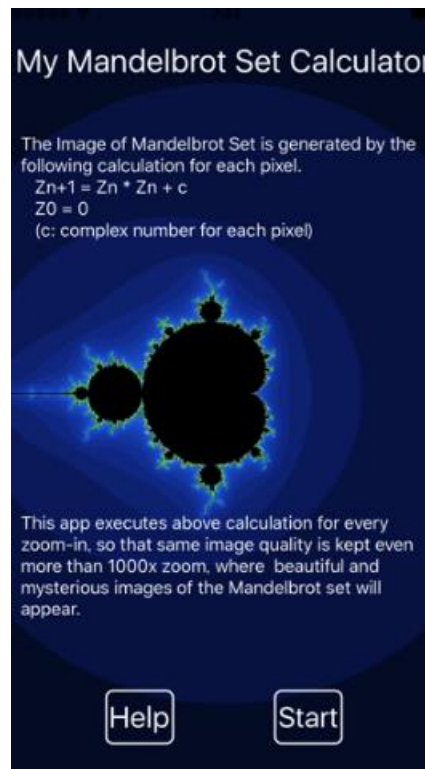


Рисунок 9 – Інтерфейс додатку «My Mandelbrot Set Calculator»

Даний додаток має простий функціонал, який реалізує зміну кольору, збереження та збільшення зображення та повернення до початкового стану. Розглянутий програмний продукт не підходить для навчання, тому що не має достатнього функціоналу для вивчення таблиці множення, не може використовуватися на ОС Windows та має англomовний інтерфейс.

2 ВИБІР ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ

2.1 Вибір мови програмування

Для розробки програмних додатків з графічним інтерфейсом під ОС Windows сьогодні існує широкий перелік мов програмування, серед яких: C++, C#, Java, Python, Perl та інші.

У даній роботі було проведено порівняльний аналіз мов Java та JavaScript у стеці з HTML/CSS.

2.1.1 Опис мови Java

Мова програмування Java була створена в рамках проекту корпорації Sun Microsystems по створенню комп'ютерних програмно-апаратних комплексів нового покоління. У 1995 році з'явилися відразу дві мови програмування, що мають нині значний вплив на розвиток програмних продуктів - Java, розроблена корпорацією Sun Microsystems та JavaScript, розроблена фірмою Netscape Communication, що отримала на той час популярність завдяки розробці браузера Netscape Navigator[6]¹⁾.

Java створювалась як універсальна мова, призначена для прикладного програмування в неоднорідних комп'ютерних мережах як з боку клієнтського комп'ютера, так і з боку сервера, у тому числі для використання на тонких апаратних клієнтах (пристроях малої обчислювальної потужності з вкрай обмеженими ресурсами). При цьому, скомпільовані програми Java працюють тільки під управлінням віртуальної Java-машини, тому вони називаються додатками Java.

¹⁾ [6] Монахов В.В. Язык программирования Java и среда NetBeans. Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ»2016. 451с.

Синтаксис операторів Java практично повністю збігається з синтаксисом мови C, але, на відміну від C ++, Java не є розширенням C - це абсолютно незалежна мова, зі своїми власними синтаксичними правилами. Він є набагато більш типізованим в порівнянні з C і C ++, тобто вносить набагато більше обмежень на дії зі змінними і величинами різних типів. Наприклад, в C/C++ немає різниці між цілочисельними числовими, булевими і символьними величинами, а також адресами в пам'яті.

Java стала першою універсальною C-образною мовою прикладного програмування що забезпечило легкість переходу на цю мову великої кількості програмістів, знайомих з C і C ++. А наявність засобів суворої перевірки типів, орієнтація на роботу з комп'ютерними мережами, переносимість на рівні коду, який виконається та підтримка кросплатформового графічного інтерфейсу, а також заборона прямого звернення до апаратури забезпечили виконання більшості вимог, висунутих до мови прикладного програмування.

В офіційній реалізації Java-програми компілюються у байт-код, який при виконанні інтерпретується віртуальною машиною для конкретної платформи.

Перевагою подібного способу виконання програм є повна незалежність байт-коду від операційної системи і устаткування, що дозволяє виконувати Java-додатки на всіх пристроях, на яких встановлено JVM. Через гнучку систему безпеки, виконання програми повністю контролюється віртуальною машиною. Операції, які перевищують встановлені повноваження програми, викликають негайне переривання.

Переваги Java:

- швидкість роботи;
- великий набір бібліотек.

НедолікиJava:

- необхідність встановлення додаткового ПЗ, а саме JVM;
- великий розмір програмних додатків;

- деякі парадигми Java створювалися давно і вже застаріли;
- JDK є пропрієтарним, тому Java повільно розвивається.

2.1.2 Опис мови JavaScript

Мова JavaScript була розроблена Бренданом Айком з корпорації Netscape Communications Corporation в 1995 році. Його перша розробка була вельми стрімкою, і критики JavaScript здебільшого засуджували недоліки попереднього планування під час його розробки. Однак Брендан Аїк не був дилетантом: у нього був серйозний досвід в інформатиці, і він заклав в JavaScript на подив складні і передові ідеї. Так чи інакше, він випередив час, і знадобилося 15 років, щоб ця мова завоювала популярність у провідних розробників.

До офіційного перейменування в "JavaScript", у випуску Netscape Navigator 1995 року мова називалася спочатку "Mocha", а потім "LiveScript". Слово "Java" в назві "JavaScript" не було випадковим, хоча і не було очевидним: крім загального синтаксичного родоводу, JavaScript має більше спільного з Self (заснована на прототипах мова, розроблена в Xerox PARC в середині 1980-х років) і Scheme (мова, розроблена в 1970-х Гаєм Стилом (Guy Steele) і Джеральдом Сассманом (Gerald Sussman) під сильним впливом Lisp і ALGOL), ніж з Java. Аїк був знайомий і з Self, і з Scheme і використовував деякі з їхніх передових парадигм в розробці JavaScript. Назва "JavaScript" частково було маркетинговою спробою отримати частину успіху мови Java, якого він досяг у той час.[7]¹⁾

JavaScript є мовою сценаріїв (скриптів), котру застосовують в основному для створення на Web-сторінках інтерактивних елементів. Її можна використовувати для побудови меню, перевірки правильності заповнення форм, зміни зображень, загалом для всього, що можна зробити на

¹⁾ [7] Браун Э. Изучаем JavaScript: руководство по созданию современных веб-сайтов, 3-е изд. :Пер. с англ. - СПб. : ООО "Альфа-книга"; 2017. - 368 с.

Web-сторінці. Якщо поглянути на Google Maps або службу GMail компанії Google, то можна зрозуміти всі можливості мови JavaScript сьогодні.

Так як JavaScript є в даний час єдиною мовою сценаріїв, яку підтримують всі основні браузери Web (Internet Explorer, Firefox, Netscape, Safari, Opera, Camino і т.д.), то вона використовується дуже широко.

Код JavaScript зазвичай виконується Web-браузером клієнта, і в цьому випадку він називається сценарієм на боці клієнта. Але код JavaScript можна також використовувати на web-сервері для формування документів HTML, втілюючи тим самим сценарій на стороні сервера. Хоча використання JavaScript зазвичай обмежується сценаріями на боці клієнта, вона є також дуже потужною серверною мовою.

При створенні коду JavaScript потрібен фактично текстовий редактор і Web-браузер. Знання HTML і CSS буде грати тільки коду безумовно позитивну роль.[8]¹⁾

В наш час JavaScript стала однією з найпопулярніших мов програмування. У далекі 90-і роки, в момент зародження мови, коли вона була створена з єдиною метою - додати інтерактивність веб-сторінок і поліпшити процес взаємодії з користувачем, навечно, ніхто не очікував, що вона буде мати такий широкий розвиток. Зараз мова JavaScript може бути використана для вирішення широкого спектру задач – написання сайту (бекенд і фронтенд), розробка мобільного додатку, та навіть програмування мікроконтролера.

Є, звичайно, і незначні мінуси в підході використання JavaScript, проте, не зважаючи на це, зараз є можливість створення десктопних додатків для Windows, Linux і Mac. Мова постійно розвивається, за більш ніж 20 років вона стала однією з найбільш гнучких мов програмування, що дозволяє створювати програми, які не поступаються своїм функціоналом додаткам,

¹⁾ [8] Кан М. Основы программирования на JavaScript. Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ» 2016. 168с.

написаним на Java та C++. Доповнює всі переваги використання стеку HTML/CSS/JS.

Переваги JavaScript:

- невеликий розмір програмних додатків;
- гнучкість у написанні коду;
- кожна бібліотека потрапляє в дерево залежностей;
- постійний розвиток.

Недоліки JavaScript:

- гнучкість і швидкий розвиток приводить до того, що треба постійно стежити за оновленнями;
- оновлення, іноді, виходять погано протестованими.

За результатами проведеного аналізу (табл. 1) було прийнято рішення, розробляти додаток, використовуючи мову JavaScript. Вибір мови обґрунтовано тим, що JavaScript постійно розвивається, розширюється коло її можливостей, все більше додатків написано на JS. Все це свідчить про популярність даної мови, а також про актуальність вибору.

Таблиця 1.

Порівняльний аналіз мов Java та JavaScript

Мова програмування	Переваги	Недоліки
Java 	<ul style="list-style-type: none"> - швидкість роботи; - великий набір бібліотек. 	<ul style="list-style-type: none"> - необхідність встановлення додаткового ПЗ, а саме JVM; - великий розмір програмних додатків; - деякі парадигми Java створювалися давно і вже застаріли; - JDK є пропрієтарним, тому Java повільно розвивається.
JavaScript 	<ul style="list-style-type: none"> - невеликий розмір програмних додатків; - гнучкість у написанні коду; - кожна бібліотека потрапляє в дерево залежностей; - постійний розвиток. 	<ul style="list-style-type: none"> - гнучкість і швидкий розвиток приводить до того, що треба постійно стежити за оновленнями; - оновлення, іноді, виходять погано протестованими.

2.2 Додаткові програмні засоби

Для повноцінного функціонування додатку, написаного на JavaScript, необхідно підключити також HTML/CSS. Для створення адаптивного дизайну використано фреймворк Bootstrap.

2.2.1 Опис мови HTML

HTML – стандартизована мова розмітки документів у Всесвітній павутині. Більшість веб-сторінок містять опис розмітки на мові HTML (або XHTML). Мова HTML інтерпретується браузером; отриманий в результаті інтерпретації форматований текст відображається на екрані монітора комп'ютера або мобільного пристрою.

Мова гіпертекстової розмітки HTML була розроблена британським вченим Тімом Бернерс-Лі приблизно в 1986-1991 роках в стінах ЦЕРН у Женеві в Швейцарії. HTML створювалась як мова для обміну науковою і технічною документацією, придатна для використання людьми, які не є фахівцями в області верстки. [9]¹⁾

HTML успішно справлялася з проблемою складності SGML шляхом визначення невеликого набору структурних і семантичних елементів– дескрипторів. Дескриптори також часто називають «тегами». За допомогою HTML можна легко створити відносно простий, але красиво оформлений документ. Крім спрощення структури документа, в HTML внесена підтримка гіпертексту. Мультимедійні можливості були додані пізніше.

Першим загальнодоступним описом HTML був документ «Теги HTML», вперше згаданий в Інтернеті Тімом Бернерс-Лі в кінці 1991 року. У ньому описуються 18 елементів, що становлять початковий, відносно простий дизайн HTML. За винятком тега гіперпосилання, на них сильно

¹⁾ [9] ХеникБ. HTML и CSS: Путь к совершенству. СПб.:Питер, 2011. 336с.

вплинув SGMLguid, внутрішній формат документації, заснований на стандартній узагальненій мові розмітки (SGML), в CERN. Одинадцять з цих елементів все ще існують в HTML 4.

Спочатку мова HTML була задумана і створена як засіб структурування та форматування документів без їх прив'язки до засобів відтворення (відображення). В ідеалі, текст з розміткою HTML повинен був без стилістичних та структурних спотворень відтворюватися на обладнанні з різною технічною оснащеністю (кольоровий екран сучасного комп'ютера, монохромний екран органайзера, обмежений за розмірами екран мобільного телефону або пристрою і програми голосового відтворення текстів).

Сучасне застосування HTML дуже далеко від його початкової задачі. Наприклад, тег <table> призначений для створення в документах таблиць, але іноді використовується і для оформлення розміщення елементів на сторінці. З плином часу основна ідея платформонезалежності мови HTML була «принесена в жертву» сучасним потребам в мультимедійному і графічному оформленні.

У всесвітній павутині HTML-сторінки, як правило, передаються браузером від сервера по протоколах HTTP або HTTPS, у вигляді простого тексту або з використанням шифрування.

2.2.2Опис мови CSS

CSS— формальна мова опису зовнішнього вигляду документа, написаного з використанням мови розмітки.

Переважно використовується як засіб опису, оформлення зовнішнього вигляду веб-сторінок, написаних за допомогою мов розмітки HTML і XHTML, але може також застосовуватися у будь-яких XML-документах.

CSS використовується розробниками веб-сторінок для завдання кольорів, шрифтів, стилів, розташування окремих блоків і інших аспектів представлення зовнішнього вигляду цих веб-сторінок. [10]¹⁾

Основною метою розробки CSS було відділення опису логічної структури веб-сторінки (яке проводиться за допомогою HTML або інших мов розмітки) від опису зовнішнього вигляду цієї веб-сторінки (який тепер проводиться за допомогою формальної мови CSS). Такий поділ може збільшити доступність документа, надати велику гнучкість і можливість управління його поданням, а також зменшити складність і повторюваність в структурному вмісті.

Крім того, CSS дозволяє представляти один і той же документ в різних стилях або методах виведення, таких як екранне уявлення, друковане подання, читання голосом (спеціальним голосовим браузером або програмою читання з екрану), або при виведенні пристроями, що використовують шрифт Брайля.

Правила CSS пишуться на формальній мові CSS. Правила можуть розташовуватися як в самому веб-документі, зовнішній вигляд якого вони описують, так і в зовнішніх файлах, що мають формат CSS. Формат CSS - це текстовий файл, в якому міститься перелік правил CSS і коментарів до них.

2.2.3 Опис фреймворку Bootstrap

Bootstrap (також відомий як TwitterBootstrap) – вільний набір інструментів для створення сайтів і веб-додатків. Включає в себе HTML- і CSS-шаблони оформлення для типографіки, веб-форм, кнопок, міток, блоків навігації та інших компонентів веб-інтерфейсу, включаючи JavaScript-розширення.[11]¹⁾

¹⁾ [10] Макфарланд Д. Новая большая книга CSS. СПб.: Питер, 2016. 720 с.

¹⁾ [11] JakeSpurlockBootstrap. ResponsiveWeb-Development. O'Reilly. 2013. 128 с.

Ця бібліотека почала розроблятися як внутрішня бібліотека компанії Twitter під назвою Twitter Blueprint. 19 серпня 2011 року, після кількох місяців розробки, вона була відкрита під назвою Bootstrap.

Основними нововведеннями другої версії, що з'явилася 31 січня 2012 року, стали 12-колоночна сітка і підтримка адаптивності.

Третя версія випущена 19 серпня 2013 року. У ній адаптивність отримала подальший розвиток, був здійснений перехід до концепції mobilefirst-оптимізації перш за все під мобільні пристрої. Дизайн за замовчуванням став плоским.[12]²⁾

Роботу над четвертою версією було розпочато 29 жовтня 2014 року. Альфа версія вийшла 19 серпня 2015 року. Перша бета версія випущена 10 серпня 2017 року. Друга бета версія випущена 19 жовтня 2017. 18 січня 2018 випущена перша стабільна версія Bootstrap 4, в якій усунуто деякі проблеми третьої версії та підтримується більший функціонал.

2.2.4 Опис програмної платформи Node.js

Node.js - програмна платформа, заснована на движку V8 (здійснює трансляцію JavaScript в машинний код), що перетворює JavaScript з вузькоспеціалізованої мови в мову загального призначення. Node.js додає можливість JavaScript взаємодіяти з пристроями введення-виведення через свій API (написаний на C ++), підключати інші зовнішні бібліотеки, написані на різних мовах, забезпечуючи виклики до них з JavaScript-коду.

Node.js застосовується переважно на сервері, виконуючи роль веб-сервера, але є можливість розробляти на Node.js і десктопні віконні додатки (за допомогою NW.js, AppJS або Electron для Linux, Windows і macOS) і навіть програмувати мікроконтролери (наприклад, tessel, low.js і espruino). В

²⁾ [12] Что такое Bootstrap. Взято з <https://guides.hexlet.io/bootstrap/>

основі Node.js лежить подієво-орієнтоване і асинхронне (або реактивне) програмування з неблокуючим введенням/виведенням.[13]¹⁾

Node.js розробив Райан Даль в 2009 році після двох років експериментування над створенням серверних веб-компонентів. В ході своїх досліджень він прийшов до висновку, що замість традиційної моделі паралелізму на основі потоків слід звернутися до подієво-орієнтованих систем. Ця модель була обрана через простоту, низьких накладних витрат (в порівнянні з ідеологією «один потік на кожне з'єднання») і швидкодії. Метою Node є запропонувати простий спосіб побудови масштабованих мережних серверів.

Важливими подіями в розвитку платформи стала поява Atomics і SharedArrayBuffer в Node.js 9, а також worker_threads в Node.js 10.5 (і значного розвитку в Node.js 12). Це дозволило створювати багатопотокові паралельні додатки, реалізовувати примітиви паралельного програмування і працювати з пам'яттю.

2.3 Вибір середовища розробки

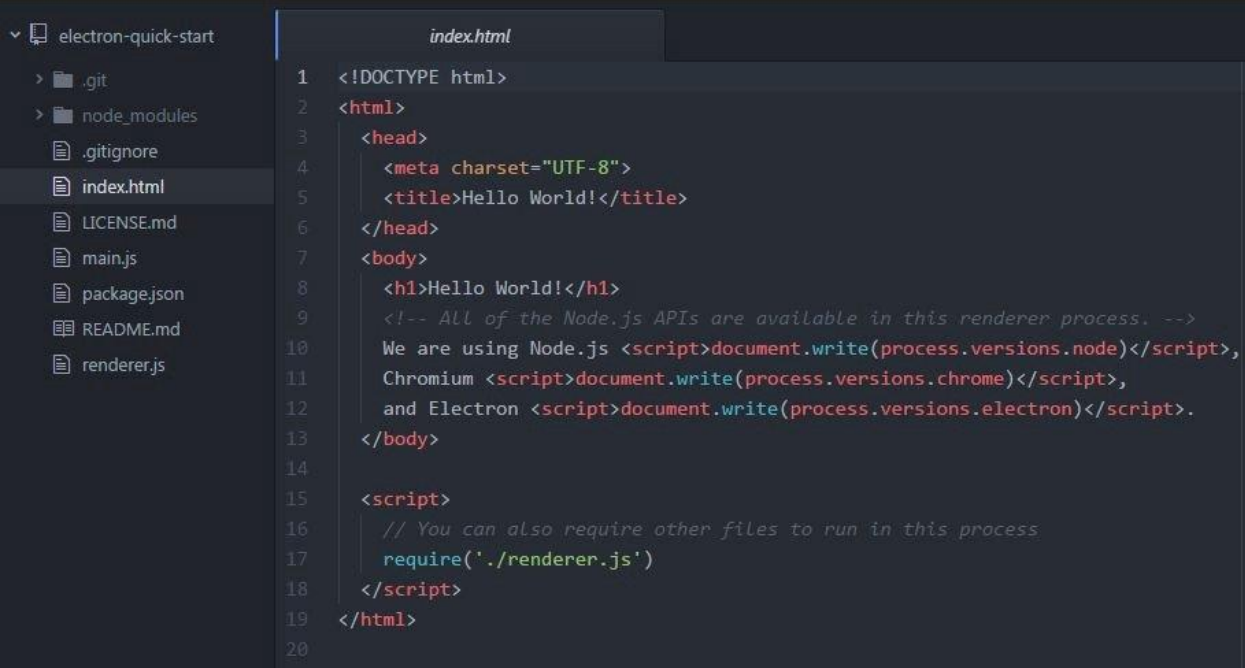
Для створення десктопних програм на основі веб-технологій, є два основних варіанти середовища розробки: NW.js (раніше відомий як node-webkit) і Electron (atom-shell). І NW.js і Electron надають платформу для розробки десктопних додатків з HTML в якості уявлення і NodeJS для доступу до системного API (для роботи з жорстким диском, залізом і т.д.). Але існують принципові відмінності між двома проектами. Проведено їх порівняльний аналіз.

¹⁾ [13] Брэд Дейли, Брендан Дейли, Калєб Дейли. Разработка веб-приложений с помощью Node.js, MongoDB и Angular: исчерпывающее руководство по использованию стека MEAN = Web Development with Node and Express. Санкт-Петербург: «Диалектика-Вильямс». 2020. 656 с.

2.3.1 Опис середовища розробки Electron

Electron – фреймворк, розроблений GitHub(рис.10). Дозволяє розробляти нативні графічні додатки для настільних операційних систем за допомогою веб-технологій. Фреймворк включає в себе Node.js для роботи з back-end і бібліотеку рендеринга з Chromium.

На базі Electron побудований не тільки текстовий редактор для програмістів Atom, а й такі програмні продукти для розробників, як Visual Studio Code, Light Table (починаючи з версії 0.8), Ionic [en] Lab, Avocode, REPL-консоль Mancy для фреймворків Node.js і Meteor.js, Mongotron - GUI-менеджер для MongoDB. Крім того, на основі цього фреймворка написано клієнтську програму чату Slack, Skype, Discord, десктопний клієнт WordPress і багато іншого.



```

1 <!DOCTYPE html>
2 <html>
3   <head>
4     <meta charset="UTF-8">
5     <title>Hello World!</title>
6   </head>
7   <body>
8     <h1>Hello World!</h1>
9     <!-- ALL of the Node.js APIs are available in this renderer process. -->
10    We are using Node.js <script>document.write(process.versions.node)</script>,
11    Chromium <script>document.write(process.versions.chrome)</script>,
12    and Electron <script>document.write(process.versions.electron)</script>.
13  </body>
14
15  <script>
16    // You can also require other files to run in this process
17    require('./renderer.js')
18  </script>
19 </html>
20

```

Рисунок 10 – Інтерфейс платформи Electron

У Electron немає будь-якого механізму для захисту вашого вихідного коду. Asar важко назвати прийнятним захистом, враховуючи що це простий

tar-архів і фактично будь-який користувач може «розпакувати» програму як звичайний архів і отримати доступ до всіх ресурсів і вихідного коду.

До переваг Electron можна віднести:

- швидкість запуску;
- інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача;
- постійна підтримка з боку розробників у вигляді постійних оновлень та відповідей на питання на веб-сервісі GitHub.

2.3.2 Опис середовища розробки NW.js

NW.js - це платформа, яка дозволяє створювати кросплатформові десктопні програми для Windows, macOS і Linux, використовуючи веб-технології. Крім того, є можливість використання високорівневої JS API для доступу до багатьох елементів операційних систем (налаштувань вікна, меню, буферу обміну, системного трею і ін.).

У 2011 році розробник з Китаю Roger Wang заснував проєкт Node-Webkit, основною задумкою якого стало використання веб-технологій для написання повнофункціональних кросплатформових десктопних додатків. Як вже зрозуміло з назви, основними складовими проєкту стали Node.js і Webkit (Chromium).

У 2015 році було прийнято рішення про зміну назви проєкту в NW.js. Експерти припускають, що в буквах NW закладений новий сенс – "Native Web".

Основною ідеєю NW.js є об'єднання Chromium і node.js в єдиний контекст, використовуючи один і той же движок V8. Якщо сказати точніше, node.js використовує M8 Chromium-а. Тобто за допомогою Chromium можна створити графічний інтерфейс на основі HTML, CSS, JS, як і в будь-якому веб-браузері. Але, на відміну від звичайного браузера, NW.js дозволяє з цього ж контексту викликати функції Node.js для роботи з системними API операційної системи (рис. 11).

NW.js дозволяє зібрати виконуваний файл із захистом через V8 Snapshot. Дане рішення не компілює JavaScript в машинний код (як стверджує документація) і не забезпечує повну безпеку вихідного коду. Але якщо єдина альтернатива - залишити вихідний код абсолютно відкритим, то багато розробників віддадуть перевагу V8 Snapshot, навіть з огляду на втрату приблизно 30% продуктивності.



Рисунок 11 – Структура додатку NW.js

NW.js дозволяє зібрати виконуваний файл із захистом через V8 Snapshot.

До переваг NW.js можна віднести:

- захист вихідного коду;
- зручний інтерфейс;

За результатами проведеного аналізу (табл. 2) було прийнято рішення, розробляти додаток, використовуючи NW.js. Вибір платформи обґрунтовано тим, що у NW.js є можливість захисту вихідного коду.

Порівняльний аналіз платформ NW.js Electron

	NW.js	Electron
Старт проекту	2011	2014
Ліцензія	MIT License	
Розробник	Intel	GitHub
GitHub Star	28,693	32,293
Платформи	Mac, Linux, Windows	
Точка входу	HTML/JavaScript	JavaScript
Захист вихідного коду	V8 Snapshot	ASAR Archive
Browser Runtime	Chromium	libchromiumcontent

3. ПРОЕКТУВАННЯ

3.1 Проектування графічного інтерфейсу додатка

Графічний інтерфейс – система засобів для взаємодії користувача з комп'ютером, заснована на представленні всіх доступних користувачеві системних об'єктів і функцій у вигляді графічних компонентів екрану (вікон, значків, меню, кнопок, списків і т. п.).

Графічний інтерфейс є частиною призначеною для користувача інтерфейсу і визначає взаємодію з ним на рівні візуалізованої інформації.

Для графічного моделювання інтерфейсу додатка (рис. 12) використана мова UML.

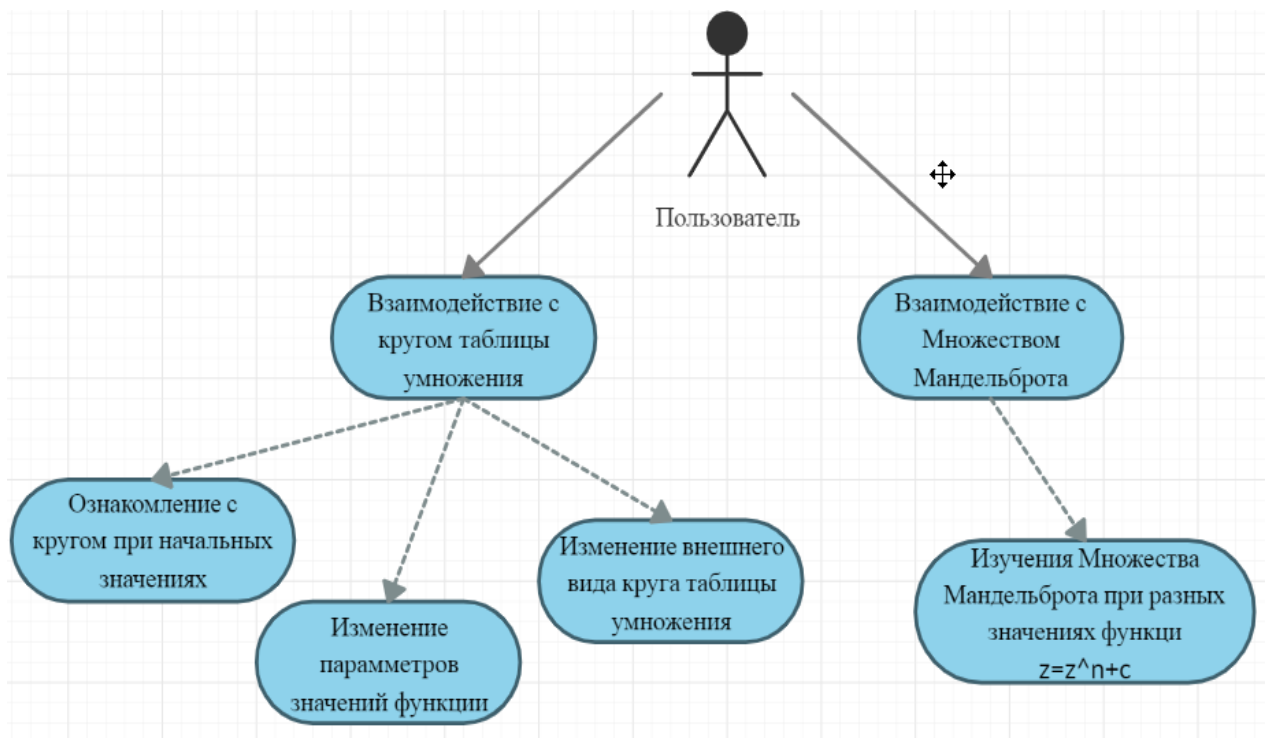


Рисунок 12 – UML діаграма взаємодії користувача з графічним інтерфейсом додатка

Дана UML діаграма була розроблена у додатку Edraw.

Edraw - додаток для створення діаграми UML. Він призначений для створення діаграми UML на Mac, Windows і Linux. Додаток Edraw було спеціально розроблено для ділової графіки, в якому зручно створювати схеми, діаграми, інфографіку, ілюстрації для презентаційних потреб і ділової літератури. Це векторний додаток, тому всі фігури з вбудованою бібліотеки редагуються з усіма перевагами векторної графіки. Принциповою відмінністю від стандартних векторних редакторів є наявність конекторів - з'єднувальних ліній і стрілок, які програмно прилипають до фігур і при пересуванні фігур рухаються разом з ними.

Щоб створити діаграму UML, можна почати з порожнього листа або з готових шаблонів. Трафарети вбудованих символів відкриваються автоматично кожного разу, коли починається новий проект. Швидкі кнопки в головному меню забезпечують успішність роботи. Багато експрес-стилів і теми допоможуть розробити індивідуальну діаграму UML.

UML – мова графічного опису для об'єктного моделювання в області розробки програмного забезпечення, для моделювання бізнес-процесів, системного проектування та відображення організаційних структур.

UML є мовою широкого профілю, це відкритий стандарт, який використовує графічні позначення для створення абстрактної моделі системи, яку називають UML-моделлю. UML була створена для визначення, візуалізації, проектування та документування, в основному, програмних систем. UML не є мовою програмування, але на підставі UML-моделей можлива генерація коду.[14]¹⁾

3.2 Проектування основних програмних компонентів

Проаналізувавши вимоги до додатку, можна виділити його 3 основні програмні компоненти, а саме:

¹⁾ **Общая характеристика языка UML** **Взято з** <http://www.informicus.ru/default.aspx?SECTION=6&id=73&subdivisionid=2> **3**

- коло таблиці множення з виведеною інформацією розрахунків, які саме здійснюються та вікном креслення кола;
- набір запропонованих опцій: модуль; множник; можливість приховати чи показати окружність, точки та нумерацію; розмір вікна кола таблиці множення;
- зображення множини Мандельброта.

4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ

4.1 Розробка функціональних елементів додатку

На рис.14 наведено функціональні елементи - перемикачі та поля для надання можливості користувачу ввести необхідні вхідні данні.

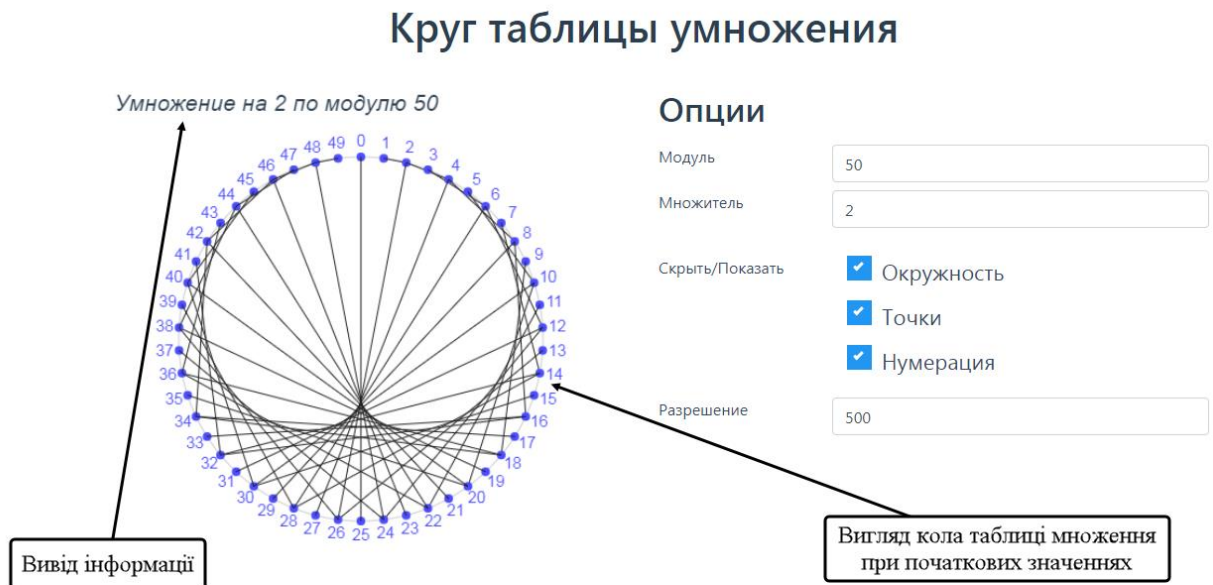
```
handlers: {
  modulo: function () {
    var val = Math.max(this.value, 1);
    opts.modulo = val;
    this.value = val;
    draw();},
  drawCircle: function () {
    opts.drawCircle = this.checked;
    draw();},
  drawPoints: function () {
    opts.drawPoints = this.checked;
    draw();},
  drawLines: function () {
    opts.drawLines = this.checked;
    draw();},
  drawText: function () {
    opts.drawText = this.checked;
    draw();},
  drawTitle: function () {
    opts.drawTitle = this.checked;
    draw();},
```

Модуль	<input type="text" value="54"/>
Множитель	<input type="text" value="17"/>
Скрыть/Показать	<input type="checkbox"/> Окружность <input checked="" type="checkbox"/> Точки <input checked="" type="checkbox"/> Нумерация
Разрешение	<input type="text" value="500"/>

Рисунок 14 – Перемикачі і поля для введення вхідних даних

4.2 Керівництво користувача

Для початку роботи з додатком користувачу потрібно розпакувати архів з файлами, після чого запусити файл «КругТаблицыУмножения.exe». Після запуску програми відкривається вікно з колом таблиці множення з виставленими початковими значеннями та зображеннями Множини Мандельброта (рис. 15).



Множество Мандельброта

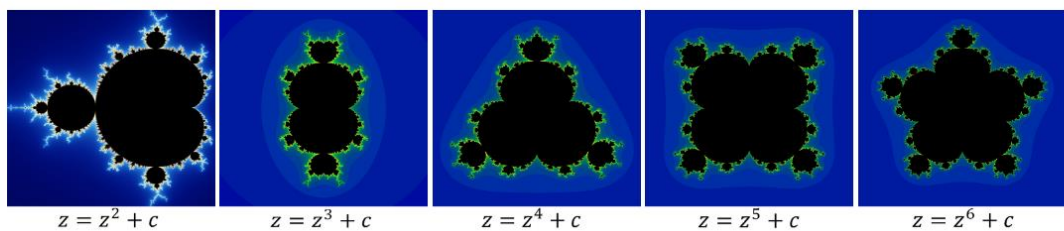


Рисунок 15 – Вікно додатку з виставленими початковими значеннями

Змінювати параметри можна в розділі «Опции». В ньому користувач може змінювати модуль та множник, за допомогою цифр та стрілок на клавіатурі, чи стрілок у відповідній панелі додатку. Також користувач має

можливість приховати або показати окружність, точки та нумерацію, є можливість змінити розмір кола(рис. 16).

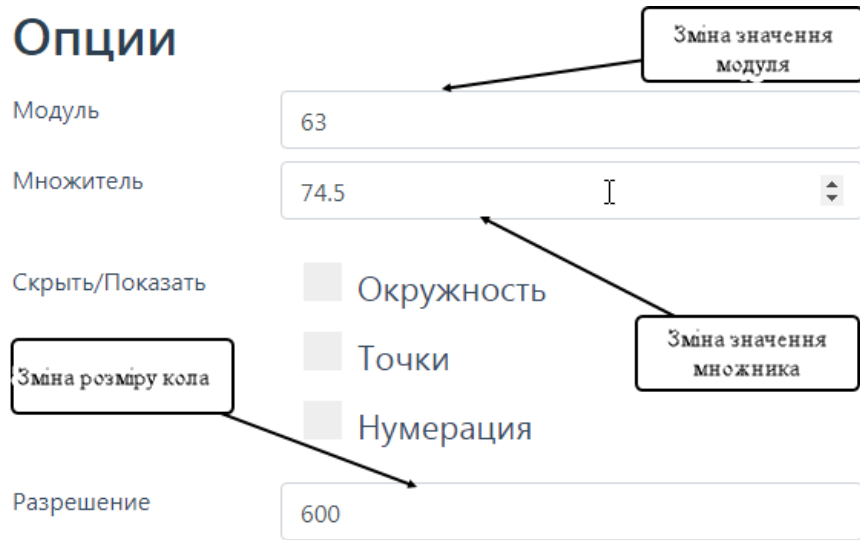


Рисунок 16 – Змінення параметрів в розділі «Опции»

Вигляд кола таблиці множення після внесених змін зображено на рис.17.

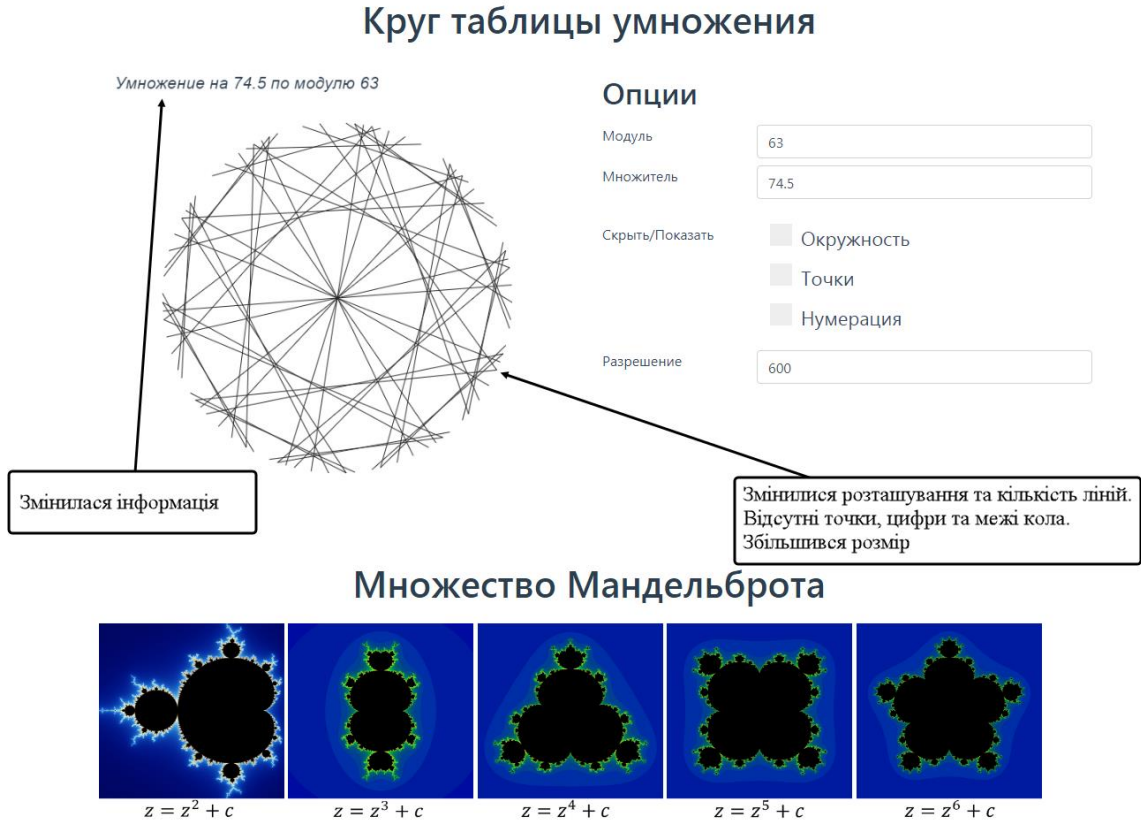


Рисунок 17– Коло таблиці множення після внесення змін параметрів

4.2.1 Реалізація розширеного функціоналу таблиці множення за допомогою креслення кола

Для більш детального розгляду принципу роботи кола таблиці множення візьмемо для наочності менші значення множника та модуля та проаналізуємо алгоритм креслення ліній (рис.18). Виконується множення чисел з нуля до дев'яти на сім.

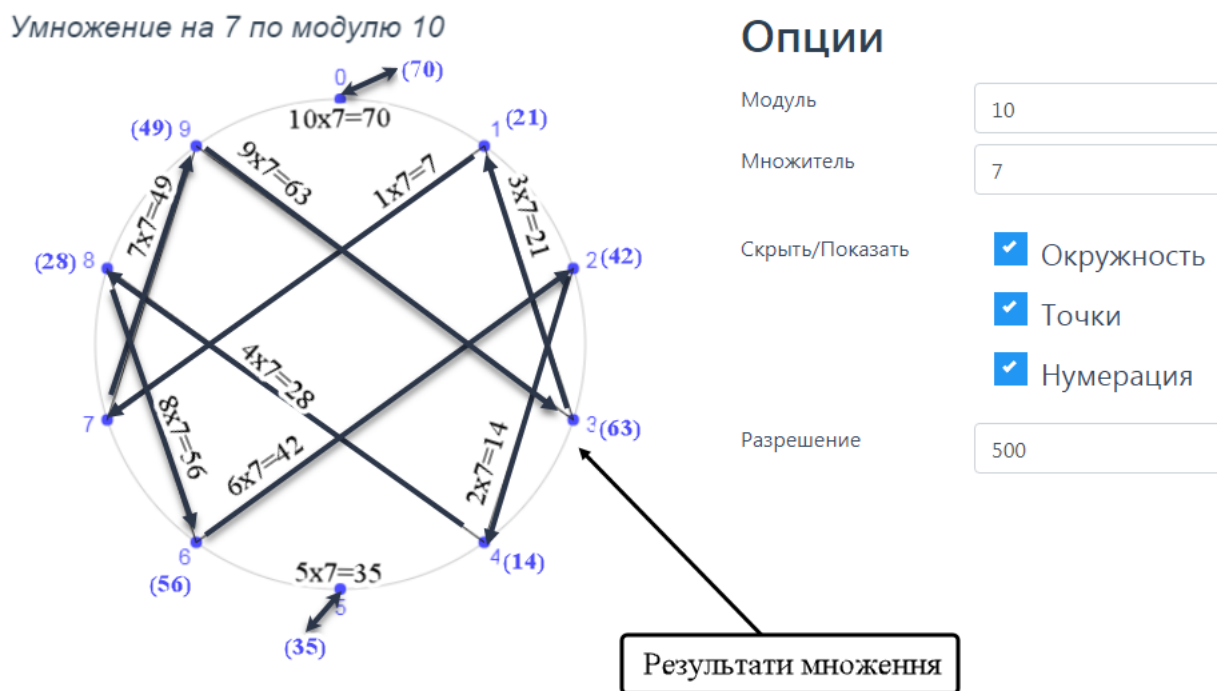
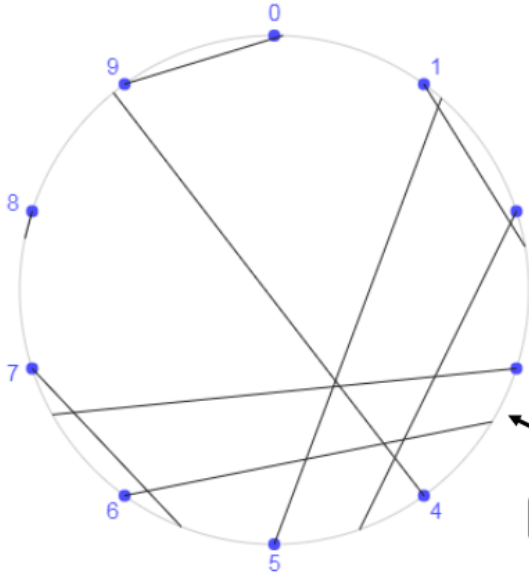


Рисунок 18 – Принцип роботи кола таблиці множення (множення чисел з нуля до дев'яти на сім)

При вивченні множення, за допомогою кола таблиці множення, завдяки візуальному супроводу людський мозок легше запам'ятовує отримані результати – числа.

Даний додаток містить набагато більший функціонал, ніж звичайна таблиця множення: є можливість виконувати множення на дробові та від'ємні числа (рис.19), а також є можливість множити числа більші, ніж десять, на відміну від класичної таблиці множення.

Умножение на 2.228 по модулю 10



Множення на дробові числа

Опции

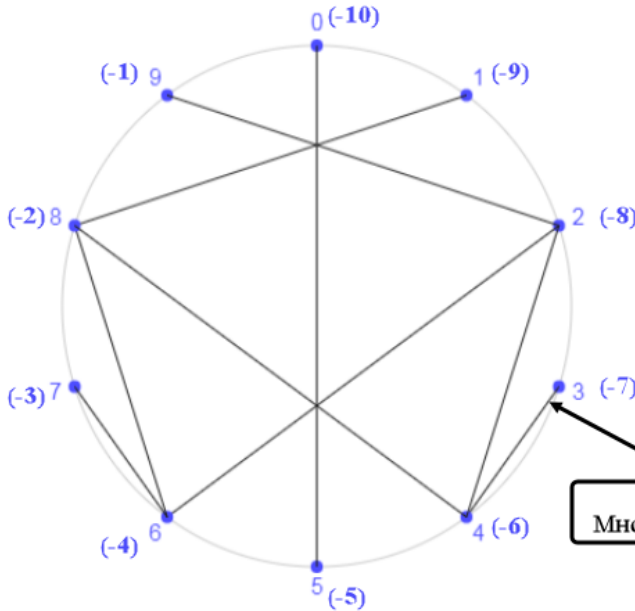
Модуль

Множитель

Скрыть/Показать Окружность
 Точки
 Нумерация

Разрешение

Умножение на -2 по модулю 10



Множення на від'ємні числа

Опции

Модуль

Множитель

Скрыть/Показать Окружность
 Точки
 Нумерация

Разрешение

Рисунок 19 – Реалізація множення на дробові та від'ємні числа

4.2.2 Зв'язок кола таблиці множення з Множиною Мандельброта

Мандельброт досліджував граничну поведінку послідовності комплексних чисел $z_{k+1} = z_k^2 + z_0$, $k = 0, 1, 2, \dots$; $z_0 = c$ при різних значеннях комплексних чисел c .

Послідовність z_k з ростом числа ітерацій демонструє поведінку двох типів залежно від вибору початкової точки z_0 . Її елементи або поступово прямують в безкінечність, або завжди залишаються в певній замкнутій області, здійснюючи циклічний рух або сходячись в точку.

Математиками доведено, що якщо при деякому k модуль $|z_k| > r_{min}$, де $r_{min}=2$ - мінімальний радіус розбіжності множини Мандельброта, то далі послідовність розходиться.

Безліч точок z_0 , для яких послідовність не розходиться, називається множиною Мандельброта. Для отримання графічної інтерпретації використовується наступний алгоритм.

Комплексне число $z = x + iy$ може бути зображено на площині точкою з координатами (x, y) . Зображення будується в деякій прямокутній області $n*m$ точок.

Цикл ітерацій для фрактала Мандельброта можна виконувати в діапазоні для $x_0 = (\text{від } -2,2 \text{ до } 1)$, для $y_0 = (\text{від } -1,2 \text{ до } 1,2)$ - початкові точки z_0 .

Для кожної початкової точки обчислюється кількість k точок, що потрапляють в коло збіжності (k - число ітерацій). Умовою завершення ітерацій є $|z_k| > 2$.

Суть алгоритму зводиться до ітераційного виводу точок, що потрапляють в коло збіжності для кожної початкової точки, в межах заданого графічного вікна. Для кожного циклу ітерації (для кожної початкової точки) вибирається свій колір.

Якщо прийняти значення k для кожної початкової точки (x, y) в якості висот деякої поверхні в даній точці можна побудувати об'ємне зображення безлічі Мандельброта або його частини, яка при спеціально підібраному освітленні може виглядати і як скеля з плоскою вершиною, і як водоспад, і як гірська печера.

Типовий фрактал, яким є множиною Мандельброта, являє собою ієрархічний об'єкт, що складається з батьківського тіла в формі кардіоїди і численних нащадків, які повторюють форму предків, від яких вони

відгалужуються. Саму подобу елементів фрактала добре видно на його зображенні.

Зв'язаність множини означає, що її елементи, навіть самого малого розміру, які Мандельброт назвав "фрактальним пилом", не відокремлені, а з'єднані найтоншими нитками в одне ціле. Продовжуючи процес збільшення прикордонних областей, всюди видно нескінченну різноманітність форм, що вражають гармонією, пишністю і дивовижною схожістю з зображеннями регулярно-хаотичних явищ природи: блискавок, сніжинок, крижаного узору, інею на гілках дерев, коралів, павутини, сонячних протуберанців, зоряних скупчень і т.п.

Якщо поступово збільшувати показник ступеня n , то фрактал буде змінювати форму[15]¹⁾. Порівнюючи коло таблиці множення, при різних значеннях множника, з фракталом Мандельброта, можна спостерігати за їх схожістю та залежністю один від одного, що добре видно у додатку (рис. 20).

Такі "математичні кола" можна побачити в класах вальдорфських шкіл. Саме такий нестандартний підхід до викладання за вальдорфською педагогікою допомагає учню краще зрозуміти підходи до вивчення таблиці множення в початкових класах, а в старшій школі – перейти до вивчення фрактальної геометрії. На думку викладачів математики можуть сухі приклади і зубріння не можуть відкрити учню справжню красу математики і її законів. Побачити і пережити справжню гармонію світу чисел - ось найголовніше завдання уроків математики, що ефективно може бути вирішене з використанням представленого додатку.

¹⁾15. Лабуть А. Снова о многомерности множества Мандельброта–Жюлиа Взято з <http://www.sciteclibrary.ru/texts/rus/stat/st2526.html>

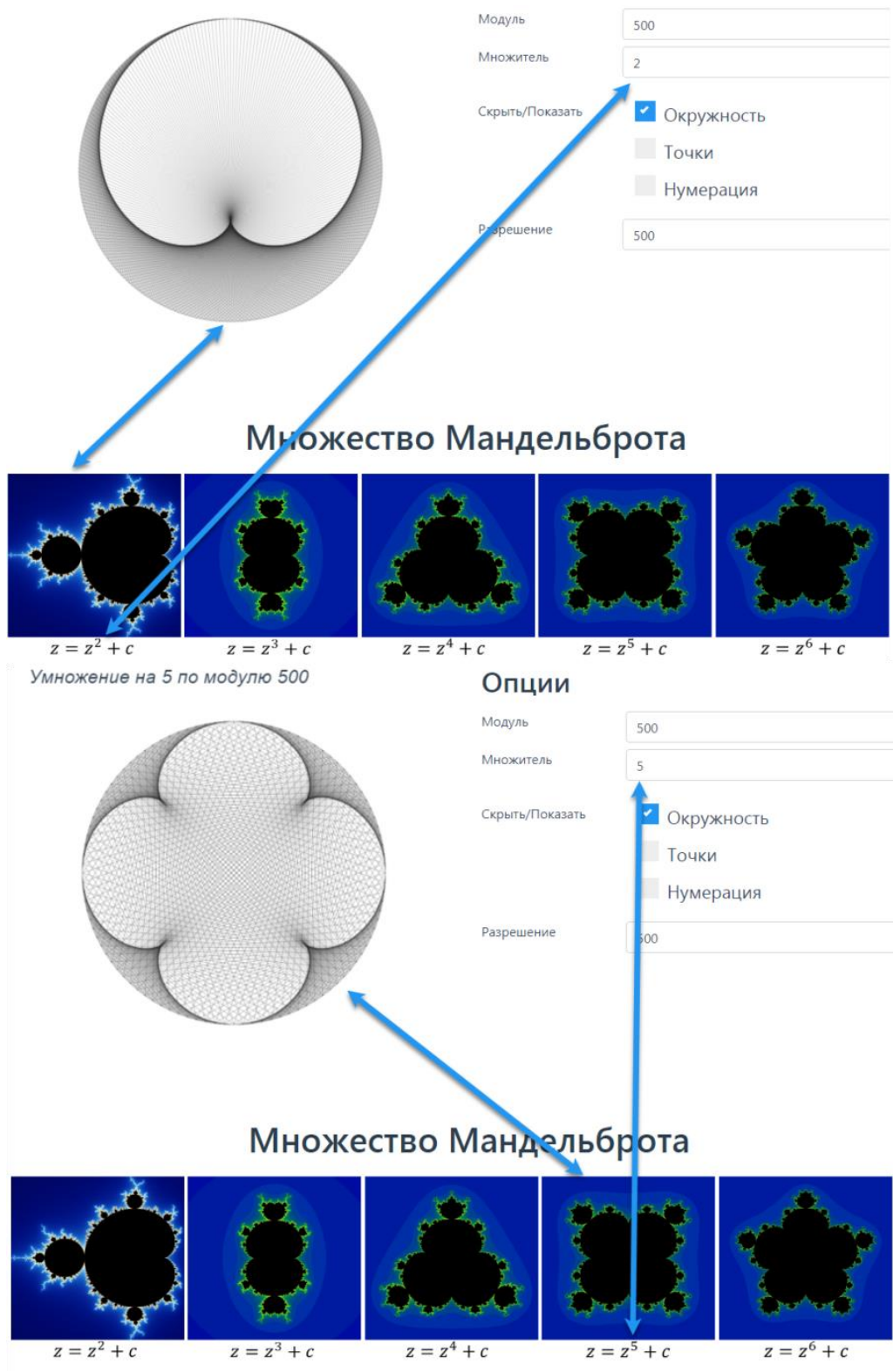


Рисунок 20 – Подібність та залежність множини Мандельброта та кола таблиці множення

ВИСНОВКИ

В сучасному світі гострої актуальності набирає розробка навчальних, ігрових та контролюючих програм, які допомагають суттєво зекономити час викладача, розвинути творчі здібності учня шляхом створення сприятливого середовища, тренуватися у вирішенні завдань певного класу і отримувати адекватні оцінки своїх знань.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка програмного додатку для впровадження в учбовий процес вальдорфської школи курсу фрактальної геометрії, що викладається факультативно учням 10-х та 11-х класів вальдорфської школи НВК «Ступени» (м. Одеса, Україна).

Фрактали знаходять своє застосування в комп'ютерній графіці, телекомуніціях, літературі, архітектурі, дизайні, економіці, іграх, кіноіндустрії, фізиці, біології, медицині, тому вальдорфська педагогіка приділяє велику увагу вивченню фрактальної геометрії.

В результаті виконання кваліфікаційної роботи було створено сучасний, зручний і швидкий програмний додаток. Розроблений додаток задовольняє всім вимогам, поставленим на етапі планування, а саме:

- робить розрахунки кола таблиці множення за вхідними даними, а також виводить зображення Множини Манельброта;
- є зрозумілим для цільової аудиторії, не містить нічого зайвого та відволікаючого;
- має зручний інтерфейс, орієнтований на користувача будь-якого рівня володіння сучасними технічними засобами.

При розробці додатку були проаналізовані та використані такі програмні засоби, як JavaScript, HTML, CSS, Bootstrap, а також середовище розробки NW.js.

В ході виконання роботи вдалося вирішити всі поставлені завдання:

- вивчено теоретичні основи побудови фракталів;
- вибрано мову програмування;
- вибрано IDE;

- спроектовано графічний інтерфейс додатку;
- розроблений и протестований додаток для впровадження в учбовий процес вальдорфської школи курсу фрактальної геометрії.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Іванців А. (2020, Травень 1). Залежність від людськості. Як школа справляється з викликами карантину та онлайн-освіти. Українські Новини. Взято з https://lb.ua/society/2020/05/01/456533_zalezhnist_vid_lyudskosti_yak_shkola.html
2. Бенуа Б. Мандельброт. Фрактальная геометрия природы (The Fractal Geometry of Nature). М.: Институт компьютерных исследований. 2002. 656 с. ISBN 5-93972-108-7.
3. Фрактальный анализ процессов, структур и сигналов/ Под ред. Р.Э. Пащенко. Харьков: ЭкоПерспектива. 2006. 348 с.
4. Бондар Г.М. Дослідження фрактальної структури в навколишньому світі. Взято з <https://vseosvita.ua/library/naukova-robota-doslidzenna-fraktalnoi-strukturi-v-navkolisnomu-sviti-149194.html>
5. За матеріалами офіційного сайту Вальдорфської школи «Ступени» Взято з <http://www.waldorf-school.org/>
6. Монахов В.В. Язык программирования Java и среда NetBeans. Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ» 2016. 451с.
7. Браун Э. Изучаем JavaScript: руководство по созданию современных веб-сайтов, 3-е изд. :Пер. с англ. - СПб. : ООО "Альфа-книга"; 2017. - 368 с.
8. Кан М. Основы программирования на JavaScript. Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ» 2016. 168с.
9. Хеник Б. HTML и CSS: Путь к совершенству. СПб.: Питер, 2011. 336с.
10. Макфарланд Д. Новая большая книга CSS. СПб.: Питер, 2016. 720 с.
11. Jake Spurlock. Bootstrap. Responsive Web-Development. O'Reilly. 2013. 128 с.
12. Что такое Bootstrap. Взято з <https://guides.hexlet.io/bootstrap/>
13. Брэд Дейли, Брендан Дейли, Калев Дейли. Разработка веб-приложений с помощью Node.js, MongoDB и Angular: исчерпывающее

руководство по использованию стека MEAN = Web Development with Node and Express. Санкт-Петербург: «Диалектика-Вильямс». 2020. 656 с.

14. Общая характеристика языка UML. Взято з <http://www.informicus.ru/default.aspx?SECTION=6&id=73&subdivisionid=2>

15. Лабуть А. Снова о многомерности множества Мандельброта–Жюлиа. Взято з <http://www.sciteclibrary.ru/texts/rus/stat/st2526.html>