

ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ

Навчально-науковий інститут денної освіти

Форма навчання денна

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Допускається до захисту

Завідувач кафедри

_____ Олена ОЛЬХОВСЬКА

(підпис)

«__» _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему

«ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ НАВЧАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ З ТЕМИ «МНОЖИНА ЕДЖВОРТА-ПАРЕТО» ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ «СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА ТЕОРІЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ»

зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

освітня програма «Комп'ютерні науки»

ступеня магістра

Виконавець роботи Шульц Дмитро Сергійович

_____ «__» _____ 2024р.

(підпис)

Науковий керівник к.ф.-м.н., доц., Черненко О.О.

_____ «__» _____ 2024р.

(підпис)

Рецензент

к.ф.-м.н., доц., Гора Дмитро Юрійович

ПОЛТАВА 2024

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____ Ольховська О.В.
«_» _____ 2024р.

**ЗАВДАННЯ ТА КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК
ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему «Програмне забезпечення для навчального інструменту з теми «Множина Еджворта-Парето» дистанційного навчального курсу «Системний аналіз та теорія прийняття рішень»

зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

освітня програма «Комп'ютерні науки»

ступеня магістра

Прізвище, ім'я, по батькові Шульц Дмитро Сергійович

Затверджена наказом ректора № _____ -Н від «_» _____ 202_ р.

Термін подання студентом роботи «_» _____ 202_ р.

Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: публікації з теми, навчальні тренажери в дистанційних курсах з комп'ютерних наук.

Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

ВСТУП

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД

2.1 Аналіз робіт зі схожою метою та завданням

2.2 Негативні та позитивні аспекти оглянутих тренажерів

2.3 Актуальність розробки програмного забезпечення

3. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

3.1. Основні відомості про Принцип Еджворта-Парето

3.2. Приклади застосування в реальних задачах

3.3. Загальний принцип Еджворта-Парето

3.4. Алгоритм роботи тренажера

3.5. Блок-схема програми тренажера

4. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

4.1 Опис програмної реалізації

ВИСНОВОК

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

4. Перелік графічного матеріалу: 3-4 аркуші блок-схем, інші необхідні ілюстрації.

5. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали, посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Постанова задачі	<u>Черненко О.О.</u>		
2. Інформаційний огляд	<u>Черненко О.О.</u>		
3. Теоретична частина	<u>Черненко О.О.</u>		
4. Практична реалізація	<u>Черненко О.О.</u>		

6. Календарний графік виконання кваліфікаційної роботи

Зміст роботи	Термін виконання	Фактичне виконання
1. Вступ		
2. Вивчення методичних рекомендацій та стандартів та звіт керівнику		
3. Постановка задачі		
4. Інформаційний огляд джерел бібліотек та інтернету		
5. Теоретична частина		
6. Практична частина		
7. Закінчення оформлення		
8. Доповідь студента на кафедрі		
9. Доробка (за необхідністю), рецензування		

Дата видачі завдання «__» _____ 2024 р.

Здобувач вищої освіти

Шульц Д.С.

Науковий керівник

к. ф.-м. н., Черненко О.О.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Кваліфікаційна робота оцінена на

_____ (балів, оцінка за національною шкалою, оцінка за ECTS)

Протокол засідання ЕК № _____ від «__» _____ 2024 р.

Секретар ЕК _____
(підпис)

_____ (ініціали та прізвище)

Затверджую
Зав. кафедрою _____
к.ф.-м.н. О. ОЛЬХОВСЬКА

Погоджено
Науковий керівник _____
доцент, к.ф.-м.н. О. ЧЕРНЕНКО

«_____» _____ 2024 р.

«_____» _____ 2024 р.

План

кваліфікаційної роботи ступеня магістр
зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки
освітня програма 122 Комп'ютерні науки

Шульц Д.С.

Прізвище, ім'я, по батькові

на тему «Програмне забезпечення для навчального інструменту з теми «Множина Еджворта-Парето» дистанційного навчального курсу «Системний аналіз та теорія прийняття рішень»

ВСТУП

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД

2.1 Аналіз робіт зі схожою метою та завданням

2.2 Негативні та позитивні аспекти оглянутих тренажерів

2.3 Актуальність розробки програмного забезпечення

3. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

3.1. Основні відомості про Принцип Еджворта-Парето

3.2. Приклади застосування в реальних задачах

3.3. Загальний принцип Еджворта-Парето

3.4. Алгоритм роботи тренажера

3.5. Блок-схема програми тренажера

4. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

4.1 Опис програмної реалізації

ВИСНОВОК

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Здобувач вищої освіти _____ Д. ШУЛЬЦ
«_____» _____ 2024 р.

РЕФЕРАТ

Записка: 44 стор., в т.ч. основна частина 40 стор., джерел - 20.

СИСТЕМИ ЧИСЛЕННЯ, НАВЧАЛЬНИЙ ТРЕНАЖЕР, АРХІТЕКТУРА
ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ.

Об'єкт розробки – Тренажер з теми «Множина Еджворта-Парето» дистанційного навчального курсу «системний аналіз та теорія прийняття рішень». Його ціллю є навчання студентів основам методу аналізу ієрархій та його застосуванню в процесі прийняття рішень.

Мета роботи – Дослідження програмного забезпечення для тренажера з теми «Множина Еджворта-Парето» дистанційного навчального курсу «Системний аналіз та теорія прийняття рішень»

Предмет розробки – Програмне забезпечення для тренажера з теми «Множина Еджворта-Парето»

Методи, які були використані для розв'язування задачі – для розроблення програми було обрано середовище IDE MS Visual Studio та платформу Unity 2022 та мову програмування C#.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ.....	9
2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД.....	10
2.1 Аналіз робіт зі схожою метою та завданням	10
2.2 Негативні та позитивні аспекти оглянутих тренажерів	10
2.3 Актуальність розробки програмного забезпечення	18
3. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.....	19
3.1. Основні відомості про Принцип Еджворта-Парето	19
3.2. Приклади застосування в реальних задачах	20
3.3. Загальний принцип Еджворта-Парето	21
3.4. Алгоритм роботи тренажера.....	25
3.5. Блок-схема програми тренажера	32
4. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	34
4.1 Опис програмної реалізації.....	34
ВИСНОВОК.....	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	41

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

Умовні позначення, символи, скорочення, терміни	Пояснення умовного позначення, скорочень, символів
Тренажер	Комп'ютерна програма-вчитель, призначена для вивчення і закріплення знань з різноманітних тем.
<i>ДК</i>	Дистанційний курс.
<i>ДН</i>	Дистанційне навчання.
<i>C#</i>	Мова програмування.
<i>Unity 2021</i>	Платформа для програмної реалізації.
<i>IDE MS Visual Studio</i>	Середовище для написання програмного коду.
<i>ММНР</i>	Мультикритеріальні методи прийняття рішень.
<i>ОНР</i>	Обога, що приймає рішення.
<i>МНР</i>	Мультикритеріальне прийняття рішень.
<i>МАІ</i>	Метод аналізу ієрархій.
<i>НМАІ</i>	Нечіткий метод аналізу ієрархій.
<i>МАМ</i>	Метод аналізу мережі.

ВСТУП

«Електронні помічники» в освіті - це програмні продукти, створені для вивчення навчальних дисциплін і їх розділів, відпрацювання та перевірки засвоєння конкретних навичок. До прикладів таких «помічників» належать тренажери, які можуть містити навчальні матеріали, тести, практичні завдання, методичні рекомендації та системи контролю знань.

Принцип Еджворта-Парето є основоположним у багатьох теоретичних дослідженнях і є надійним інструментом для вирішення різних прикладних багатокритерійних задач. Тому вивчення студентами дистанційного курсу «Системний аналіз і теорія прийняття рішень» теми «Множина Еджворта-Парето» є важливим та необхідним для подальшого прийняття рішень в умовах багатьох критеріїв. Для тренувань, перевірки засвоєного матеріалу та вдосконалення знань студентів з цієї теми, в цьому проекті розробляється програма-тренажер, яка покращить якість дистанційного вивчення навчального матеріалу.

- Метою роботи є дослідження програмного забезпечення для тренажера з теми «Множина Еджворта-Парето» дистанційного навчального курсу «Системний аналіз та теорія прийняття рішень»

- Об'єкт розробки - тренажер з теми «Множина Еджворта-Парето» дистанційного навчального курсу «системний аналіз та теорія прийняття рішень». Його ціллю є навчання студентів основам методу аналізу ієрархій та його застосуванню в процесі прийняття рішень.

- Предмет розробки - програма-тренажер на тему «Множина Еджворта-Парето».

- Методи роботи - для створення тренажера використовувалася платформа Unity 2022 з використанням мови програмування C#.

Таким чином, розробка імітаційних інструментів для вивчення та оптимізації навчальних завдань є важливим завданням, а створений тренажер задовольняє ці вимоги, сприяючи систематичному засвоєнню студентами матеріалу та навичок у цій сфері. Створення даної програми-тренажеру є актуальним та необхідним.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Основною задачею цієї кваліфікаційної роботи є створення тренажера для студентів, які проходять дистанційний курс «Системний аналіз та теорія прийняття рішень». Мета тренажера — допомогти студентам освоїти та перевірити свої знання з теми «Множина Еджворта-Парето».

Розроблений навчальний тренажер повинен бути зрозумілим і доступним для студентів, відповідати вимогам дистанційного навчання, містити теоретичний матеріал та практичні завдання, включати систему перевірки правильності обраної відповіді та забезпечувати зворотний зв'язок про результати проходження тренувань.

Програма повинна відповідати таким вимогам:

1. Повна сумісність мови програмування та середовища розробки програмного забезпечення з системою дистанційного навчання MOODLE.
2. Наявність сучасного, інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу, який не буде перевантажений зайвими елементами.
3. Можливість повторного проходження курсу для підвищення якості навчання.
4. Включення достатньої кількості теоретичних матеріалів, практичних завдань та завдань для самостійного опрацювання, щоб студенти могли максимально засвоїти матеріал.

Обрана платформа для створення тренажера - Unity 2022, а мова програмування - C#, що дозволить інтегрувати створену програму в систему дистанційного навчання ПУЕТ MOODLE. Це забезпечить надійність і зручність у використанні тренажера для студентів, надаючи їм всі необхідні ресурси для ефективного вивчення та перевірки своїх знань у сфері системного аналізу та теорії прийняття рішень.

2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД

2.1 Аналіз робіт зі схожою метою та завданням

Для створення тренажеру з обраної теми, в електронному репозитарії системи дистанційного навчання MOODLE ПУЕТ, були знайдені, розглянуті та проаналізовані наступні роботи зі схожим завданням та актуальними навчальними матеріалами:

1. Тренажер з теми «Марківські підстановки» навчального курсу «Теорія програмування» за розробки Волосевича М.В. [2]
2. Програма-тренажер на тему «Класифікатор Naive Bayes» з дисципліни «Комп'ютерний аналіз статистичних даних» розроблений Шарким Я.І. [3]

2.2 Негативні та позитивні аспекти оглянутих тренажерів

Аналізуємо перший знайдений тренажер Волосевича М.В «Марківські підстановки». Виявлені позитивні сторони реалізуємо при розробці тренажеру, беремо до уваги недоліки та запобігаємо їх виникненню.

На початку роботи з тренажером, відображається вікно (див. Рисунок 2.2.1) з інформацією про розробника та наукового керівника, кнопками «Інформація», «Тести», «Практична частина» , кожна з яких відповідно надає можливість переглянути теоретичний матеріал з теми (див. Рисунок 2.2.2), вирішити тестові (див. Рисунок 2.2.3) чи практичні завдання (див. Рисунок 2.2.4).

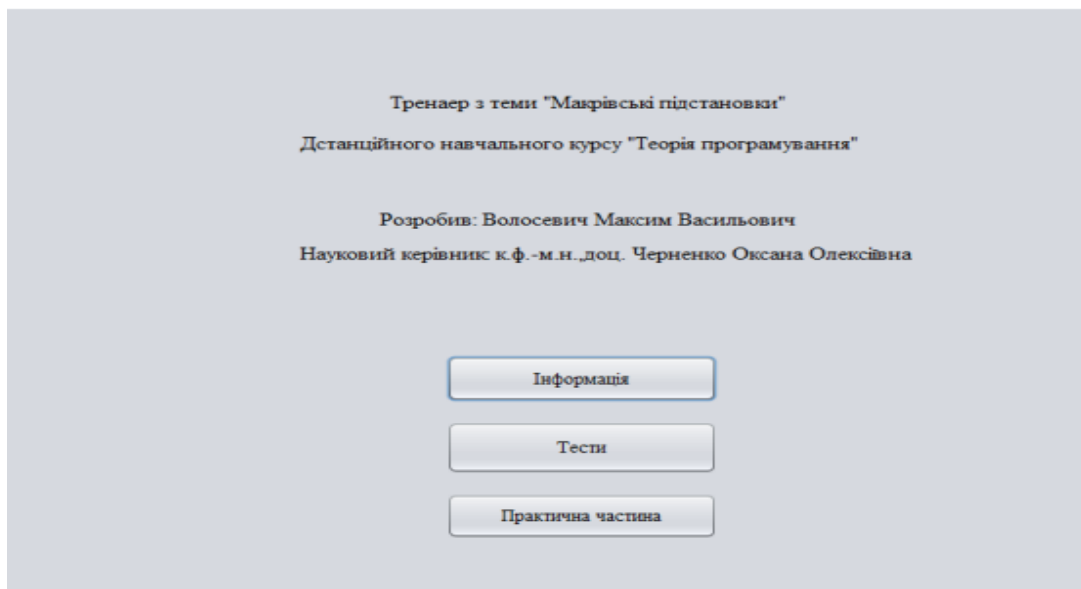


Рисунок 2.2.1 - Стартова панель тренажеру

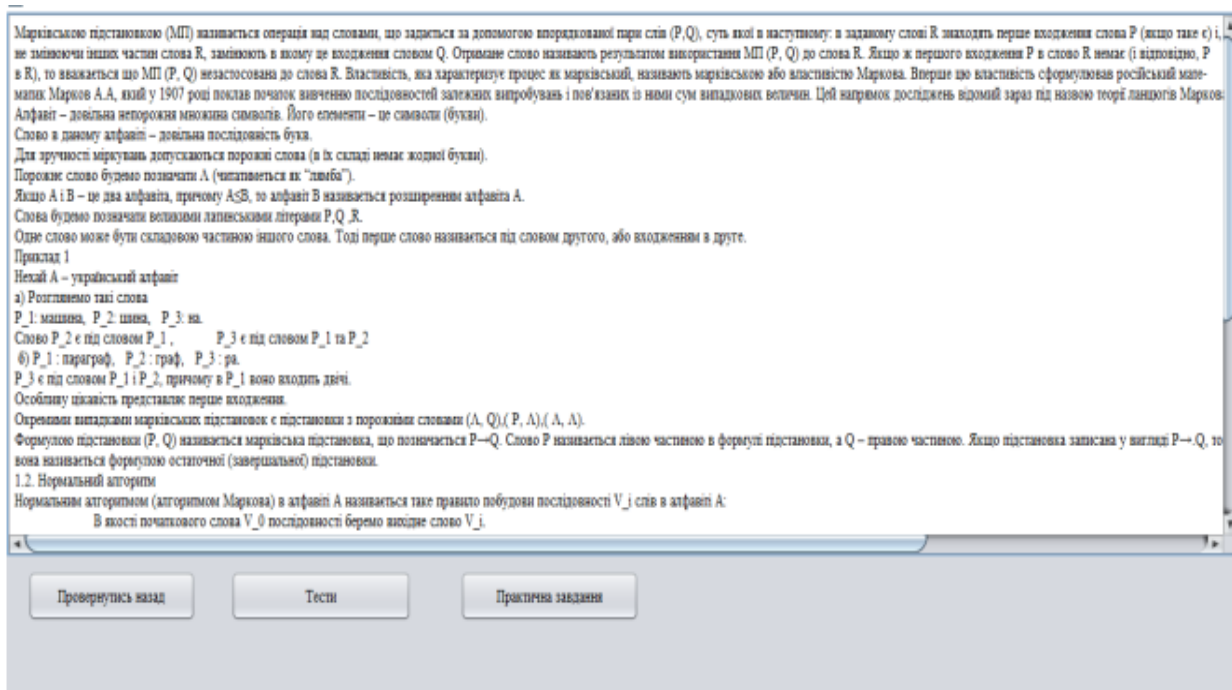


Рисунок 2.2.2 - Вікно тренажера з теоретичною інформацією

При перегляді теоретичної інформації користувач має змогу повернутись назад, перейти до вирішення тестів або практичних завдань натисненням однієї кнопки з відповідною назвою.

Завдання № 1

Ким була створена теорія нормальних алгоритмів?

☐ а) Курт Ф.Г.
☐ б) Марков А.А.
☐ в) Георг Ф.Б.
☐ г) Рене Декарт.

Відповідь

Завдання № 2

Алфавіт це – ?

☐ а) Форма писемності, заснована на стандартному наборі знаків;
☐ б) Це установа сукупість умовних знаків, що передають звуки мови, тобто букв, у певному порядку;
☐ в) Довільна непорожня множина символів;
☐ г) Це скінченна множина символів.

Відповідь

Наступні тести

Рисунок 2.2.3- Вікно тренажера з тестовими завданнями

При вирішенні тестових та практичних завдань, повернутися до теорії неможливо без завершення тестування, що є недоліком даного тренажера.

Завдання № 1

Нехай для слова $abcdacba$ в алфавіті $A = \{a, b, c, d\}$ максимальну кількість разів, потрібно зробити шість перетворень з допомогою схеми

№	Слово з якого розпочинається перетворення	Слово яке ми маємо після перетворення
1)	ab	dc
2)	bc	a
3)	dd	bb
4)	da	Λ
5)	b	a
6)	a	bd

Виберіть правильне перетворене слово зі слова «abcdacba» використовуючи перший рядок? Перше завдання з шести

☐ а) dcbddacba
☐ б) abcdacba;
☐ в) abebdacba;
☐ г) acbdddacba;
☐ е) abcdacba;

Відповідь

Рисунок 2.2.4 - Вікно тренажера з практичними завданнями

У випадку помилки, студент отримує сповіщення в вигляді поля з надписом про невірну відповідь без підказок та вказання на правильну відповідь (див. Рисунок 2.2.5)

Завдання № 7

Знайти правильну відповідність алфавітів за схемою $a - 1; b - 1$.

☒ a) $aaa - 11111; ababaa - 111; 11aab - 111111$;
☐ b) $aaa - 111111; ababaa - 11111; 11aab - 111$;
☐ c) $aaa - 111; ababaa - 111111; 11aab - 11111$;
☐ d) $aaa - 111; ababaa - 11111; 11aab - 111111$

Відповідь

Ви дали невірну відповідь

Завдання № 8

Знайти правильну відповідність алфавітів за схемою $ba \rightarrow ab, ab \rightarrow A$

☐ a) $bbbb - A; bbaabab - \text{не застосовний до даного слова}; baabbaab - aaabbbb$;
☒ b) $bbbb - \text{не застосовний до даного слова}; bbaabab - aaabbbb; baabbaab - A$;
☐ c) $bbbb - aaabbbb; bbaabab - A; baabbaab - \text{не застосовний до даного слова}$;

Відповідь

Наступні тести

Ви дали правильну відповідь відповідь

Рисунок 2.2.5 - Поля з правильною відповіддю та помилкою

Всього в тренажері міститься 10 тестових та 6 практичних завдань, які теж подані у вигляді тестів з одним правильним варіантом відповіді.

На кінцевому вікні після завершення тренінгу, перед користувачем з'являється кнопка «Закінчити», що перенаправляє на стартове вікно (див. Рисунок 2.2.1) з можливістю знову продивитися теоретичний матеріал, пройти тести чи практичну частину.

Позитивні сторони проаналізованого тренажеру:

- простий та зручний інтерфейс, що не відволікає від навчання;
- наявність вкладки для ознайомлення з теоретичною інформацією, що дозволяє оволодіти основними поняттями теми;
- можливість повторити роботу з тренажером без його перезапуску;
- передбачена система перевірки правильності отриманої від студента відповіді з вказанням на помилки;

Негативні сторони проаналізованого тренажеру:

- відсутність системи підказок, посилань до теорії та вказання правильної відповіді при хибному проходженні завдання;
- неможливість переходу між вкладками до завершення проходження відповідних блоків тренінгу;
- відсутність системи оцінювання студентів з вказанням кількості правильних відповідей та балів за проходження тренування;
- одноманітність завдань (лише тестова форма);
- відсутність вибору мов інтерфейсу, що унеможлиблює роботу з тренажером для англомовних студентів.

Другим було розглянуто тренажер на тему «Класифікатор Naïve Bayes» з дисципліни «Комп'ютерний аналіз статистичних даних» розроблений Шарким Я.І.. При запуску програми на стартовому вікні (див. Рисунок 2.2.6) випадковим способом виводиться один з трьох запрограмованих наборів даних (див. Рисунок 2.2.7). Також кожна змінна приймає випадкове значення з допустимого набору, що перевіряється кількома запусками тренажеру.

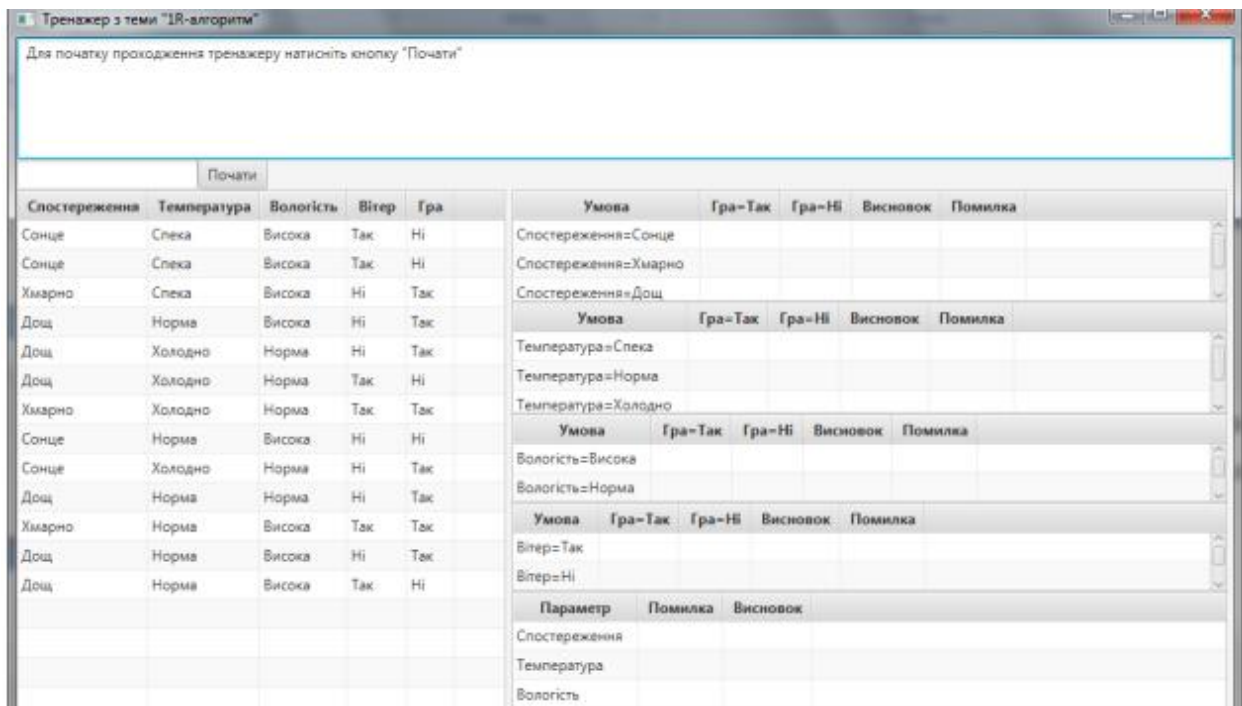


Рисунок 2.2.6 - Вікно програми початку роботи

Студенту пропонується покрокове вирішення задачі з вказанням формул.

Ознайомтеся із даними в лівій частині вікна. Ви можете відсортувати їх по будь-якому стовпцю.
В правій частині вікна завдання. Вам потрібно по чергово порахувати ймовірності.
Обрахуйте першу ймовірність. Відповідь введіть звичайним дробом, наприклад, 2/5 та натисніть Enter.

Спостереження	Температура	Вологість	Вітер	Гра
Сонце	Спека	Висока	Так	Ні
Сонце	Спека	Висока	Так	Ні
Хмарно	Спека	Висока	Ні	Так
Дощ	Норма	Висока	Ні	Так
Дощ	Холодно	Норма	Ні	Так
Дощ	Холодно	Норма	Так	Ні
Хмарно	Холодно	Норма	Так	Так
Сонце	Норма	Висока	Ні	Ні
Сонце	Холодно	Норма	Ні	Так
Дощ	Норма	Норма	Ні	Так
Хмарно	Норма	Висока	Так	Так
Дощ	Норма	Висока	Ні	Так
Дощ	Норма	Висока	Так	Ні
Сонце	Спека	Норма	Ні	Так
Хмарно	Норма	Висока	Ні	Так
Дощ	Холодно	Норма	Так	Так

Визначити, чи відбудеться гра при наступних умовах (подія E):
Спостереження=Дощ
Температура=Норма
Вологість=Норма
Вітер=Так

Знайдіть наступні ймовірності:

$P(\text{Спостереження}=\text{Дощ}|\text{Гра}=\text{Так})=$
 $P(\text{Спостереження}=\text{Дощ}|\text{Гра}=\text{Ні})=$
 $P(\text{Температура}=\text{Норма}|\text{Гра}=\text{Так})=$
 $P(\text{Температура}=\text{Норма}|\text{Гра}=\text{Ні})=$
 $P(\text{Вологість}=\text{Норма}|\text{Гра}=\text{Так})=$
 $P(\text{Вологість}=\text{Норма}|\text{Гра}=\text{Ні})=$
 $P(\text{Вітер}=\text{Так}|\text{Гра}=\text{Так})=$
 $P(\text{Вітер}=\text{Так}|\text{Гра}=\text{Ні})=$
 $P(\text{Гра}=\text{Так})=$
 $P(\text{Гра}=\text{Ні})=$

Знайдіть чисельники наступних ймовірностей:

$P(\text{Гра}=\text{Так}|E)=$ / $P(E)$
 $P(\text{Гра}=\text{Ні}|E)=$ / $P(E)$

Знайдіть нормовані значення ймовірностей:

$P(\text{Гра}=\text{Так}|E)=$
 $P(\text{Гра}=\text{Ні}|E)=$

Рисунок 2.2.7 - Вікно тренажеру з завданням

Якщо подати відповідь в неправильному форматі, то на екрані відобразиться діалогове вікно з повідомленням.

Некоректне введення даних

Неправильний формат

Введіть дріб, наприклад, 3/7

OK

Рисунок 2.2.8- Діалогове вікно з повідомленням про неправильний формат.

Якщо відповідь, введена в правильному форматі, є помилковою, то на екрані з'являється повідомлення, як на рис. 2.2.9 – з указанням правильної відповіді.

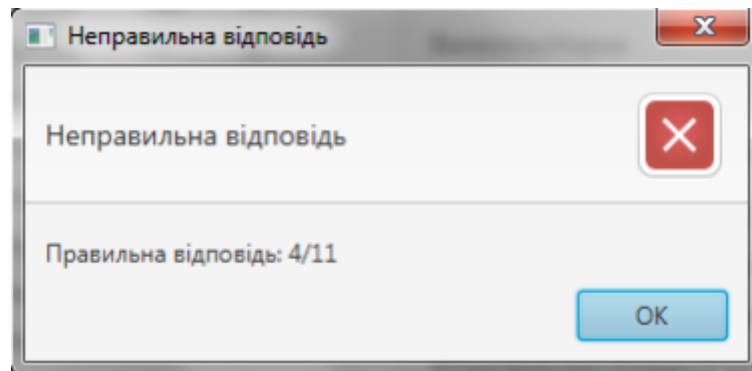


Рисунок 2.2.9 - Повідомлення з правильною відповіддю

При введенні правильного значення здійснюється перехід до наступного кроку (див. Рисунок 2.2.10). Завершення тренінгу відбувається в тому ж вікні, без додаткових кнопок, після відповіді на всі запитання і відзначається надписом в верхній частині екрану про успішне проходження тренування (див. Рисунок 2.2.11)

Тренажер NaiveBayes

Обрахуйте наступну ймовірність. Відповідь введіть десятковим дробом з точністю до 4х знаків після коми, наприклад, 0.0123 та напіст...

Спостереження	Температура	Вологість	Вітер	Гра
Сонце	Спека	Висока	Ні	Ні
Сонце	Спека	Висока	Так	Ні
Дощ	Холодно	Норма	Так	Ні
Сонце	Норма	Висока	Ні	Ні
Хмарно	Спека	Норма	Ні	Так
Дощ	Норма	Норма	Ні	Так
Дощ	Холодно	Норма	Ні	Так
Хмарно	Холодно	Норма	Так	Так
Сонце	Холодно	Норма	Ні	Так
Дощ	Норма	Норма	Ні	Так
Хмарно	Норма	Висока	Так	Так
Сонце	Норма	Норма	Ні	Так
Сонце	Спека	Норма	Ні	Так
Хмарно	Норма	Висока	Ні	Так
Дощ	Холодно	Норма	Так	Так

Визначити, чи відбудеться гра при наступних умовах (подія E):
 Спостереження=Дощ
 Температура=Холодно
 Вологість=Норма
 Вітер=Ні

Знайдіть наступні ймовірності:

$P(\text{Спостереження}=\text{Дощ}|\text{Гра}=\text{Так}) = 4/11$
 $P(\text{Спостереження}=\text{Дощ}|\text{Гра}=\text{Ні}) = 1/4$
 $P(\text{Температура}=\text{Холодно}|\text{Гра}=\text{Так}) = 4/11$
 $P(\text{Температура}=\text{Холодно}|\text{Гра}=\text{Ні}) = 1/4$
 $P(\text{Вологість}=\text{Норма}|\text{Гра}=\text{Так}) = 9/11$
 $P(\text{Вологість}=\text{Норма}|\text{Гра}=\text{Ні}) = 1/4$
 $P(\text{Вітер}=\text{Ні}|\text{Гра}=\text{Так}) = 8/11$
 $P(\text{Вітер}=\text{Ні}|\text{Гра}=\text{Ні}) = 1/2$
 $P(\text{Гра}=\text{Так}) = 11/15$
 $P(\text{Гра}=\text{Ні}) = 4/15$

Знайдіть чисельники наступних ймовірностей:

$P(\text{Гра}=\text{Так}|E) = 0.0577$ / $P(E)$
 $P(\text{Гра}=\text{Ні}|E) =$ / $P(E)$

Знайдіть нормовані значення ймовірностей:

$P(\text{Гра}=\text{Так}|E) =$
 $P(\text{Гра}=\text{Ні}|E) =$

Рисунок 2.2.10 - Вікно тренажеру під час правильного проходження завдань.

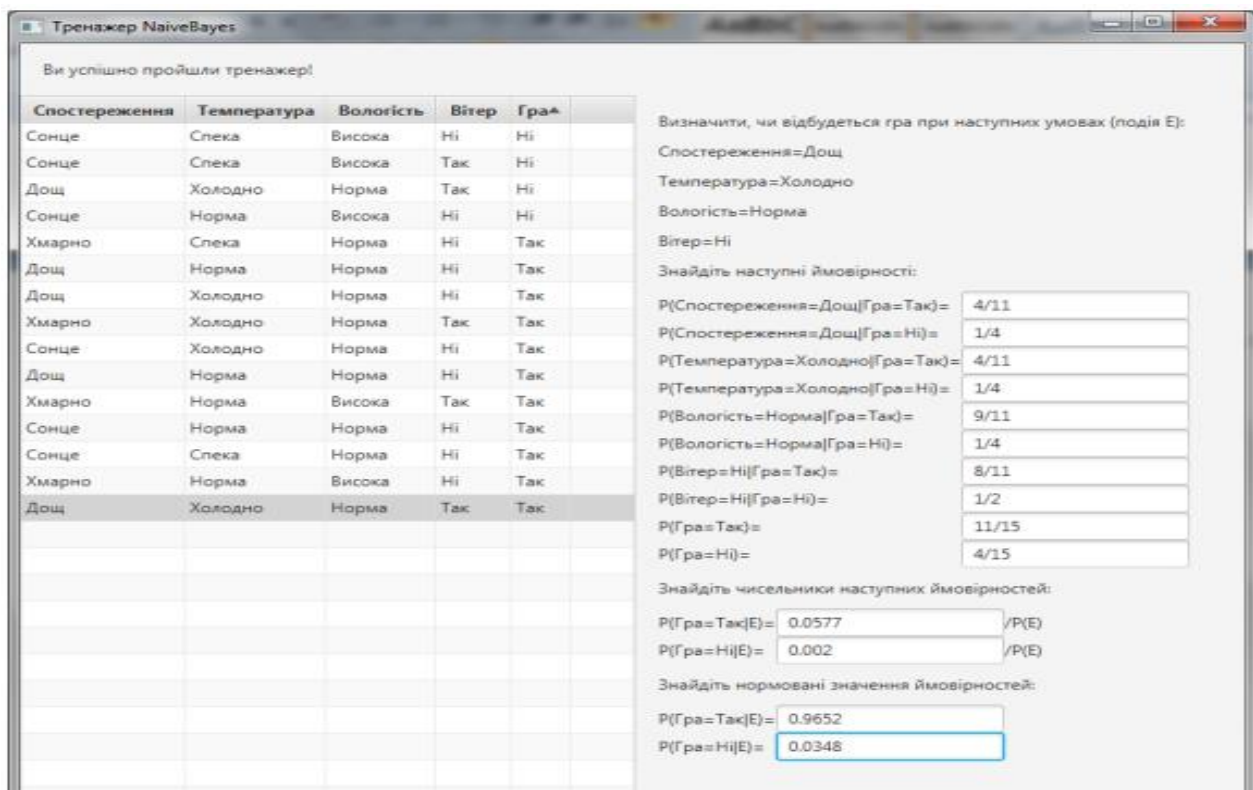


Рисунок 2.2.11- Головне вікно після завершення тренування

Позитивні аспекти роботи тренажеру «Класифікатор Naive Bayes»:

- включення в роботу програми підказок на неправильний формат вводу даних та правильну відповідь;
- компактність оформлення робочої сторінки;
- перевірка відповідей на правильність;
- наявність формул, що спрощує вирішення завдань;
- активність лише одного текстового поля;
- незалежність від типу операційних платформ;

Негативні аспекти роботи даної програми:

- відсутність теоретичного матеріалу та завдань по ньому;
- лише один тип вирішення задач;
- надто спрощена будова програми;
- не передбачене оцінювання по темі.

2.3 Актуальність розробки програмного забезпечення

Провівши аналіз схожих за завданнями програм, виявлено ряд мінусів, які необхідно передбачити та уникнути при створенні актуального та корисного навчального тренажеру, та плюсів, які будуть в ньому запроваджені.

Враховуючи відсутність навчальних тренажерів з обраної теми на є дистанційному курсі «Системний аналіз та теорія прийняття рішень», для кращого оволодіння студентами теми «Множина Еджворта-Парето», створення даної програми-тренажеру є актуальним та необхідним.

3. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

3.1. Основні відомості про Принцип Еджворта-Парето

Принцип Еджворта-Парето, також відомий як принцип Парето або принцип ефективності Парето, є однією з ключових концепцій в економіці, управлінні та інших сферах. Цей принцип, який отримав свою назву на честь італійського економіста Вільфредо Парето, використовується для оцінки ефективності ресурсного розподілу та прийняття рішень.

Принцип Еджворта-Парето з'явився в кінці 19-го - початку 20-го століття і став результатом досліджень двох видатних економістів: Френсиса Еджворта і Вільфредо Парето. Еджворт, британський математик і економіст, вперше ввів поняття ефективності ресурсного розподілу в своїй праці "Mathematical Psychics" у 1881 році. У 1906 році Парето розвинув цю ідею, застосувавши її до аналізу розподілу доходів в суспільстві.

1. Оптимальність за Парето

Принцип Парето визначає оптимальність як стан, в якому неможливо покращити стан одного агента без погіршення стану іншого. Це означає, що розподіл ресурсів чи результатів вважається ефективним, якщо немає можливості зробити когось краще без того, щоб хтось інший став гірше.

2. Принцип 80/20

Принцип 80/20, який часто асоціюється з принципом Парето, відображає нерівномірний розподіл ресурсів або результатів, де 20% причин призводять до 80% результатів. Цей принцип став важливим у бізнесі, управлінні проектами та ефективному використанні ресурсів.

У економіці принцип Парето використовується для аналізу ефективності ринкових механізмів, податкової політики та розподілу ресурсів. Це допомагає визначити, наскільки ефективно функціонує економіка і як можна поліпшити її роботу.

У соціальних науках принцип Еджворта-Парето використовується для аналізу розподілу доходів, становища різних соціальних груп та оцінки соціальної справедливості. Він допомагає виявити тенденції нерівності та шляхи їх подолання.

Принцип Парето використовується при прийнятті рішень для визначення найкращих альтернатив та уникнення ситуацій, коли одна сторона виграє за рахунок іншої. Це допомагає забезпечити максимальний загальний добробут для всіх учасників.

Множина Парето представляє собою набір всіх рішень, які не можуть бути покращені без погіршення для хоча б одного учасника. Ця множина допомагає ідентифікувати оптимальні альтернативи та здійснювати вибір серед них.

Фронт Парето представляє собою графічне зображення множини Парето в багатокритеріальних задачах. Він допомагає візуалізувати компроміси між різними критеріями та обирати найбільш оптимальні рішення.

3.2. Приклади застосування в реальних задачах

У управлінні проектами принцип Еджворта-Парето використовується для визначення критичних завдань та ресурсів, які найбільше впливають на результати проекту. Це допомагає зосередити зусилля на найважливіших аспектах та досягти успішного завершення проекту.

У бізнесі принцип Парето використовується для аналізу прибутковості продуктів, ефективності маркетингових стратегій та розподілу ресурсів між різними підрозділами компанії. Це допомагає збільшити ефективність та прибутковість бізнесу.

У медицині принцип Парето використовується для визначення найбільш важливих симптомів та факторів, які впливають на хворобу або стан пацієнта. Це допомагає лікарям швидше та точніше поставити діагноз та призначити лікування.

Принцип Парето передбачає взаємно корисний розподіл ресурсів, але у реальних умовах можуть виникати конфлікти інтересів між різними групами або індивідуальними учасниками.

У деяких випадках важко зібрати достатньо повну та точну інформацію про переваги та потреби всіх учасників. Це ускладнює прийняття оптимальних рішень на підставі принципу Парето.

Сучасні дослідження спрямовані на розвиток нових алгоритмів та методів оптимізації, які дозволяють більш точно та ефективно враховувати індивідуальні потреби та переваги учасників. Використання штучного інтелекту та машинного навчання відкриває нові можливості для автоматизації процесу прийняття рішень на основі принципу Парето.

Принцип Парето може бути успішно використаний у багатьох галузях, включаючи економіку, управління, медицину, екологію та інші. Розширення області застосування дозволить використовувати цей принцип для вирішення різноманітних проблем та викликів сучасного світу.

Принцип Еджворта-Парето є потужним інструментом в теорії прийняття рішень та управління, який допомагає ефективно розподіляти ресурси, мінімізувати конфлікти інтересів та досягати оптимальних результатів. Незважаючи на деякі обмеження та проблеми, цей принцип залишається актуальним і корисним для рішення різноманітних завдань у сучасному світі.

3.3. Загальний принцип Еджворта-Парето

Для формулювання принципу Еджворта-Парето знадобиться поняття множини Паретооптимальних рішень (множини Парето), що позначається далі) $P_f(X)$. Ця безліч визначається рівністю

$$P_f(X) = \{x \in X \mid \text{немає такого } x^* \in X, \text{ що } f(x) > f(x^*)\}.$$

Введемо також безліч недомінованих рішень

$$N_{\text{dom}}(X) = \{x^* \in X \mid \text{немає такого } x \in X, \text{ що } f(x) \succ f(x^*)\}.$$

Очевидно, мають місце такі рівності

$$f(P_f(X)) = \text{Ndom}_{\succ} Y, f(\text{Ndom } X) \text{Ndom}_{\succ} Y$$

де запис $\text{Ndom}_{\succ} X$ означає безліч недомінованих елементів для відношення $\succ$, заданого на X .

Теорема (загальний принцип Еджворт-Парето). Нехай виконані аксіоми 1-2. Тоді для будь-якої не пустої множини вибраних рішень $\text{Sel } X$, підпорядкованого Аксіомі 3, справедливе включення

$$\text{Sel } X \subset P_f(X).$$

Доведення. Виберемо довільне непорожнє безліч обираються рішень

$\text{Sel } X$, підпорядковане Аксіомі 3. Спочатку встановимо справедливості включення

$$\text{Sel } X \subset \text{Ndom}$$

Насправді, довільно виберемо рішення $x'' \in \text{Sel } X$. Припустимо протилежне: $x'' \notin \text{Ndom } X$. Оскільки рішення x'' – доміноване (тобто. не належить безлічі недомінованих рішень), то знайдеться таке рішення $x' \in X$, що $f(x') \succ f(x'')$. Завдяки Аксіомі 3 останнє співвідношення тягне $x'' \notin \text{Sel } X$. Це суперечить початковому припущенню $x'' \in \text{Sel } X$. Отже, включення доведено.

Тепер встановимо включення

$$\text{Ndom } X \subset P_f(X)$$

Для цього довільно виберемо рішення $x \in \text{Ndom } X$. Знову припустимо неприємне:

$x \in P_f(X) \nsubseteq f$. Звідси за визначенням множини Парето існує таке рішення $x' \in X$, що $f(x') \succ f(x)$. В умовах доведеної теореми завдяки встановленій вище лемі справедлива аксіома Парето. На підставі цієї аксіоми отримуємо співвідношення

$f(x) \succ f(x') \nsubseteq fY'$. Отже, $x \notin \text{Ndom } X$. Отримане не сумісне з початковим припущенням $x \in \text{Ndom } X$. Теорему доведено.

Зміст теореми можна виразити так: довільний вибір множини X , підпорядкований лише аксіомі видалення домінованих рішень, в задачі багатокритеріального вибору з транзитивним ставленням переваги і узгодженими з цим ставленням критеріями, завжди лежить у межах множини Парето.

Загалом вимоги, що накладаються аксіомами 1-3 на характер вибору, можна інтерпретувати як «розумну» поведінку ЛПР у процесі прийняття рішень.

Тому згідно з доведеною теоремою принцип Еджворта-Парето завжди виконується, якщо поведінка ЛПР «розумно». А оскільки саме «розумна» поведінка є найбільш поширеним і природним (і дослідники вивчають його насамперед), то цим обставиною можна пояснити надзвичайно широке та успішне застосування «наївного» принципу Еджворта-Парето в різних розділах, таких як прийняття рішень, теорія ігор та математична економіка.

Зауваження 1. З доказу теореми видно, що завдяки Аксіомі 3 будь-яке підмножина безлічі $N_{dom} X$ недомінованих рішень (і тільки таке підмножина)

може бути обраним. Таким чином, хоча включення (4) і не містить безліч

$N_{dom} X$ явно, це безліч є своєрідним «містком» між $Sel X$ і $P_f X$, що їх незримо, але міцно пов'язує.

Зауваження 2. Раніше в термінах рішень, що обираються, була запропонована інтерпретація

(1) відносини суворої переваги f . Аналіз наведених вище доказів показує, що це відношення суворої переваги можна інтерпретувати в термінах двоелементної множини вибраних рішень способом, відмінним від (1), наприклад, так, як

це робиться в [14]:

$$x' f X x'' \Leftrightarrow x'' \notin Sel x \{, \}.$$

У цьому встановлена теорема зберігає свою силу.

Зауваження 3. Оскільки всі можливі способи вибору в межах того класу завдань, якому виконується принцип Еджворта-Парето, обмежуються лише Аксіомою 3, за своєю суттю близькою зворотній умові Кондорсі, і при цьому пряма умова Кондорсі виконаним не передбачається, то цей вибір у загальному випадку не є парнодо-мінантним. Звідси випливає, що принцип Еджворта-Парето має місце для такого класу завдань вибору, до якого входять і деякі представники вибору, що не є парнодомінантним.

Нехай $m R$ означає речовий m -мірний векторний простір. Для двох довільних векторів $m a = (a_1, a_2, \dots, a_m) \in R$ і $m b = (b_1, b_2, \dots, b_m) \in R$ за допомогою символу

$\geq$ позначимо відношення (його часто називають ставленням Парето), що визначається еквівалентністю

$$a \geq b \Leftrightarrow a \geq_i b \text{ для всіх } i = 1, 2, \dots, m \text{ та } a \neq b.$$

Наступне твердження, вперше опубліковане в [12], відразу випливає з доведеної теореми. Воно відноситься до найбільш поширеного випадку, коли всі критерії набувають числові значення і ці значення порівнюються за допомогою звичайного відношення "більше" для чисел.

3.4. Алгоритм роботи тренажера

Крок 1. Після натиснення на exe файл тренажеру відбувається запуск програми.

Крок 2. Після запуску користувач переходить до головного меню тренажеру де може обрати теоретичну частину чи практичне опитування з неї.

Крок 3. Після натиснення на кнопку теоретичної частини користувач отримує коротку довідку з теми:

«Принцип Парето або Закон Парето (також відомий як правило Парето, правило 80—20 і принцип малої кількості причин) — емпіричне правило, яке стверджує, що для багатьох явищ 80 відсотків наслідків спричинені 20 відсотками причин. Ця ідея знайшла застосування у багатьох галузях. Наприклад, 20 % злочинців скоюють 80 % злочинів, 20 % водіїв створюють 80 % аварій, 20 % покупців дають 80 % прибутків.

Принцип був відкритий Джозефом Мозесом Юраном, а названий ім'ям італійського економіста Вільфредо Парето, який спостеріг, що 80 % власності в Італії належить 20 % її населення.»

Крок 4. Користувач отримує наступний слайд з теоретичною інформацією:

«Наслідки принципу Парето:

1. Досягнення бажаних результатів спричинене незначною частиною факторів чи дій, так само, як і більшість успішних справ чи невдач обумовлені незначною дією конструктивних чи деструктивних чинників.

2. Більша частина вкладених зусиль не приводить до бажаного результату.

3. Наявність прихованих факторів і невідповідність дійсності того, що індивід може вважати логічним.

4. Дія прихованих факторів на результат діяльності індивіда, який може відрізнитися від бажаного.

5. Не потрібно витрачати весь час і всі ресурси для отримання бажаного результату, натомість потрібно знайти «ключові завдання», куди вкласти 20 % зусиль, щоб отримати 80 % результату.»

Крок 5. Користувач отримує наступний слайд з теоретичної інформацією:

«Є список об'єктів та видів об'єктів (товарів) $T_1, T_2 \dots T_n$ і є деякий вимірний результат (прибуток), який є адитивною функцією від об'єктів (загальний прибуток є сумою прибутків від усіх товарів), $R(T_1, T_2 \dots T_n) = R(T_1) + R(T_2) + \dots R(T_n)$.

Так от, принцип Парето говорить:

1. Існує таке число $0 < a < 0,5$, що об'єкти можна розбити на дві групи M_1 і M_2 так, що чисельність групи M_1 буде дорівнює $a * n$, а результат $R(M_1) = (1-a) * R(M_1, M_2)$, тобто $1-a$ від загального результату всіх об'єктів,
2. І при цьому $a = 0,2$ (20 %).

У такому формулюванні видно, що принцип Парето розпадається на дві частини — наявність точки кососиметричності a (точки Парето), і твердження, що значення цієї точки $a = 0,2$. Доведемо спочатку першу частину — що точка Парето існує.

Розглянемо гістограму результатів за об'єктами, попередньо упорядкувавши спаданням результату. А тепер побудуємо гістограму накопиченого результату і наблизимо її неперервним графіком.

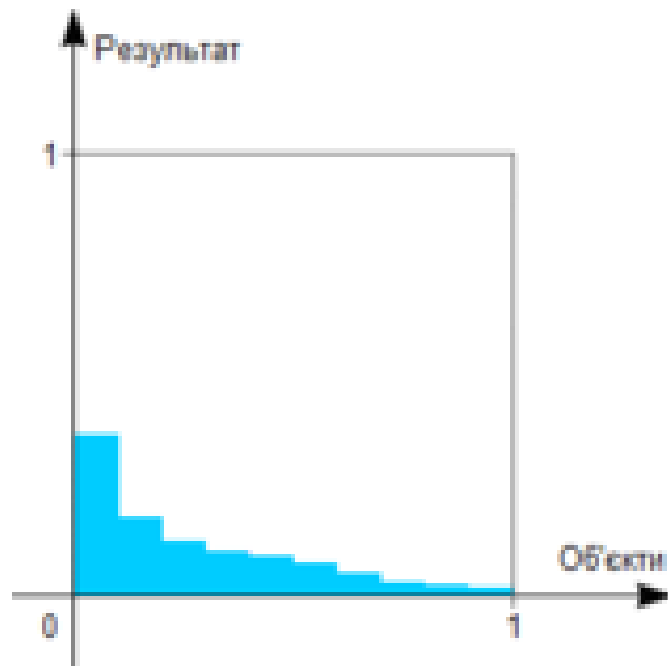


Рисунок 3.1 – Неперервний графік гістограми накопиченого результату

У подальших міркуваннях ми будемо розглядати безперервний графік результату, тобто вважаємо, що об'єктів у нас дуже багато (приклад — населення країни, кілька тисяч товарів супермаркету).

Отже, $y = f(x)$ — графік результату, лінія червоного кольору. Графік побудований в безрозмірних одиницях — 1 по осі абсцис відповідає повна сукупність об'єктів, 100 % від їх кількості; 1 по осі ординат відповідає сумарний результат від повного набору об'єктів. Точка Парето має лежати на прямій $y = 1-x$, саме ця рівність виражає шукану кососиметричність, товста пряма синього кольору.

Їхнє перетинання дає шукану точку Парето, точку a , таку, що $f(a) = 1-a$. Графік $y = f(x)$ строго зростає, більше того — це опукла функція (згадуємо, що об'єкти ми впорядковували спаданням результату, тобто похідна спадає). Звідси випливає, що графік функції результату завжди лежить вище прямої $y = x$ (зелена пряма) і збігається з нею в одному випадку — коли всі об'єкти мають однаковий результат, рівномірний розподіл. Тим самим ми довели, що шукана точка Парето завжди існує, її значення менше 0,5 і дорівнює йому в єдиному випадку — рівномірного розподілу результату за об'єктами.

З цього графіка видно, як ми можемо ітераційно продовжити Парето-аналіз. Якщо ми розглянемо обмеження функції на інтервалі $(0, a)$, то можемо побудувати точку Парето другого порядку (той же червоний графік і тонка синя пряма; точка Парето-2 показана пунктиром). Аналогічно можемо вчинити на інтервалі $(a, 1)$ і так далі.»

Крок 6. Після натиснення на кнопку практичної частини користувач переходить до практичного тестування з теми:

Завдання 1. Ким був відкритий принцип Еджворта-Парето?

- А) Френсісом Еджвортом;
- Б) Вільфредо Парето;
- В) Джозефом Мозесом Юраном;

Правильна відповідь - В.

Крок 7. Користувач отримує практичне завдання з теми:

Завдання 2. Що спостеріг Вільфредо Парето?

- А) Що 80% власності в Італії належить 20% населення;
- Б) Що 90% власності в Польщі належить 10% населення;
- В) Що 80% злочинів спричинені 20% злочинців;

Правильна відповідь - А.

Крок 8. Користувач отримує практичне завдання з теми:

Завдання 3. Яка залежність у принципі Парето?

- А) Емпірична;
- Б) Причинно-наслідкова;
- В) Пряма;

Правильна відповідь - Б.

Крок 9. Користувач отримує практичне завдання з теми:

Завдання 4. Скільки існує наслідків з принципу Парето?

- А) 2;
- Б) 4;
- В) 5;

Правильна відповідь - В.

Крок 10. Користувач отримує практичне завдання з теми:

Завдання 5. Чи являється даний принцип абсолютним (без впливів прихованих факторів тощо)?

- А) Не являється;
- Б) Являється;
- В) Являється абсолютним в 50% випадків;

Правильна відповідь - А.

Крок 11. Користувач отримує практичне завдання з теми:

Завдання 6. Для отримання результату в 80\20 потрібно використовувати всі 20% зусиль чи достатньо знайти «ключові завдання»?

- А) Для отримання 80% результату необхідно вкласти всі 20% ресурсів;
- Б) Достатньо вкласти 20% зусиль в «ключові завдання»;
- В) Неможливо отримати 80% результату вклавши 20% зусиль;

Правильна відповідь - Б.

Крок 12. Користувач отримує практичне завдання з теми:

Завдання 7. Чому дорівнює точка Парето?

А) 0.1;

Б) 3;

В) 0.2;

Правильна відповідь - В.

Крок 13. Користувач отримує практичне завдання з теми:

Завдання 8. Чи є Принцип Парето доведеним науковим законом?

А) Ні, не являється;

Б) Так, являється;

Правильна відповідь - А.

Крок 14. Користувач отримує практичне завдання з теми:

Завдання 9. Чи можна доводити що всі ситуації можуть описуватися одним законом?

А) Ні;

Б) Так;

Правильна відповідь - А.

Крок 15. Користувач отримує практичне завдання з теми:

Завдання 10. Чи являється значення 0,2 точки Парето константою?

А) Ні, не являється;

Б) Так, являється;

Правильна відповідь - А.

Крок 16. Користувач отримує задачу:

Завдання 11. Задача. Аналіз прибутковості продукції

Дано список продуктів компанії з відповідними обсягами продажів та прибутком. Використовуючи принцип Еджворта-Парето, визначте, які продукти приносять найбільший прибуток та скільки вони становлять від загального обсягу продажів.

Продукт	Обсяг продажів (шт)	Прибуток (грн)
Продукт А	1000	5000
Продукт Б	800	6000
Продукт В	1200	4000
Продукт Г	1500	3000
Продукт Д	600	7000
Продукт Е	2000	2000

Рішення:

1. Обчисліть відносний прибуток для кожного продукту:
Відносний прибуток=Прибуток/Обсяг продажів
2. Визначте кількість продуктів, які становлять 80% від загального обсягу продажів.
3. Знайдіть кількість продуктів, що приносять 80% від загального прибутку.

Рішення: Відносний прибуток для продуктів:

- Продукт А: $\$5000 / 1000 = 5\$$ грн/шт.
- Продукт Б: $\$6000 / 800 = 7.5\$$ грн/шт.
- Продукт В: $\$4000 / 1200 = 3.33\$$ грн/шт.
- Продукт Г: $\$3000 / 1500 = 2\$$ грн/шт.
- Продукт Д: $\$7000 / 600 = 11.67\$$ грн/шт.
- Продукт Е: $\$2000 / 2000 = 1\$$ грн/шт.

Крок 17. Користувач отримує задачу:

Завдання 11. Задача. Вибір оптимального рішення

Уявіть, що ви керівник великої компанії і вам потрібно вирішити, на який продукт вкласти бюджет для рекламної кампанії. Є п'ять варіантів продуктів з відомими витратами на рекламу та очікуваними прибутками. Використовуючи принцип Еджворта-Парето, визначте оптимальний вибір для компанії.

Продукт	Витрати на рекламу (грн)	Очікуваний прибуток (грн)
Продукт А	50000	150000
Продукт Б	60000	180000
Продукт В	45000	120000
Продукт Г	70000	200000
Продукт Д	55000	160000

Рішення:

1. Обчисліть відносний прибуток для кожного продукту.
2. Знайдіть кількість продуктів, що становлять 80% від загального прибутку.
3. Виберіть продукт, який має найбільший відносний прибуток серед тих, які входять у 80% від загального прибутку.

Рішення: Оптимальний вибір для компанії:

Відносний прибуток для кожного продукту:

1. Продукт А: $\$150000 / 50000 = 3\$$ грн/шт.
2. Продукт Б: $\$180000 / 60000 = 3\$$ грн/шт.
3. Продукт В: $\$120000 / 45000 = 2.67\$$ грн/шт.
4. Продукт Г: $\$200000 / 70000 = 2.86\$$ грн/шт.
5. Продукт Д: $\$160000 / 55000 = 2.91\$$ грн/шт.

Беручи до уваги вищезазначені результати, оптимальним вибором для компанії буде продукт А або продукт Б, оскільки вони мають найвищий відносний прибуток серед усіх продуктів.

Крок 18. Після завершення роботи з тренажером користувач може повторити роботу з тренажером через відповідну кнопку, або вийти з застосунку.

3.5. Блок-схема програми тренажера

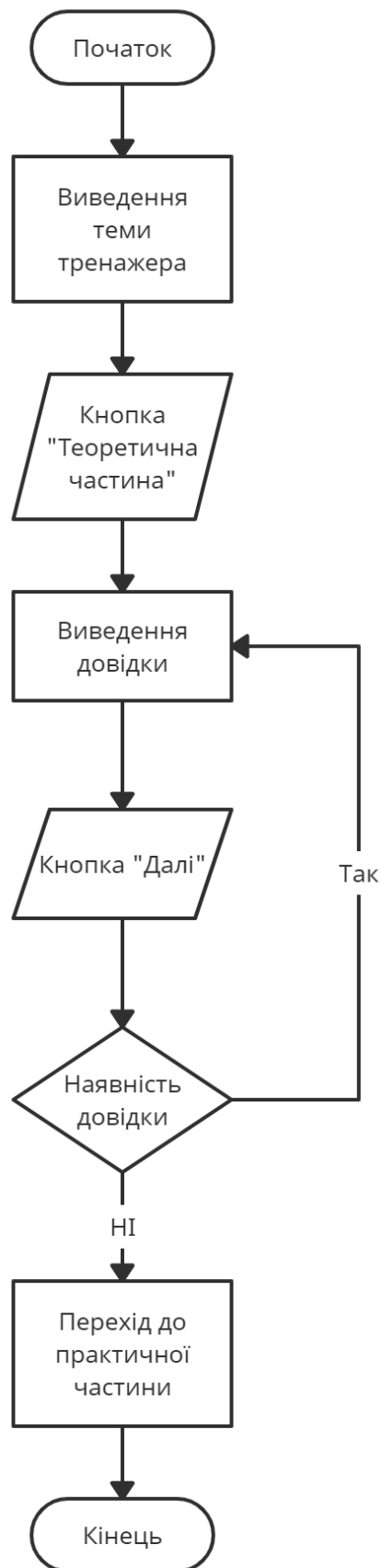


Рисунок 3.1 – Блок-схема алгоритму роботи тренажера

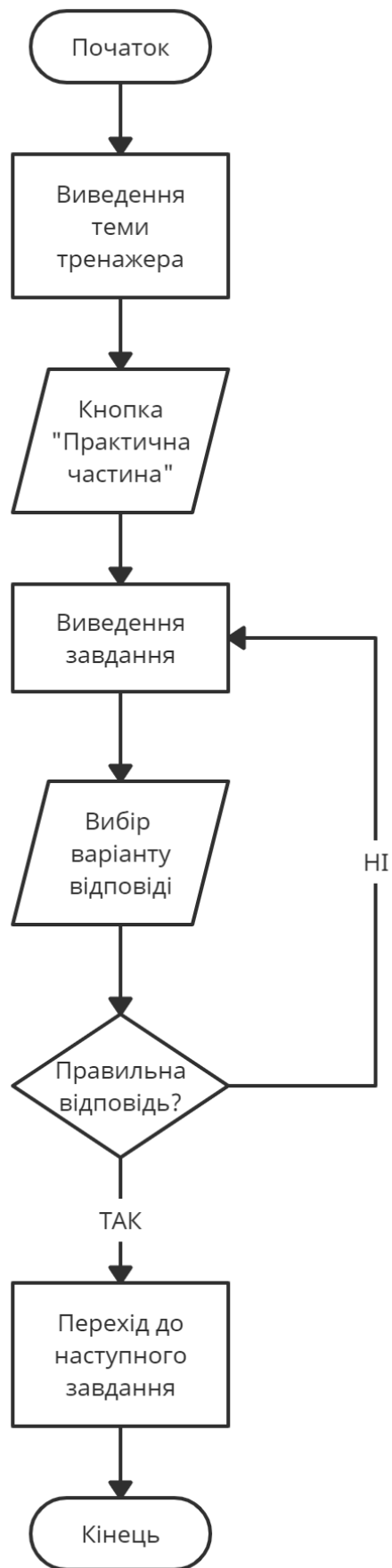


Рисунок 3.2 – Блок-схема алгоритму роботи тренажера

4. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

4.1 Опис програмної реалізації

Для створення програмного застосунку було використано середовище розробки MS Visual Studio з платформою Unity 2022 за допомогою мови програмування C#.

Платформа Unity 2022 зручна у використанні, всі залежні від користувача об'єкти можна додати за допомогою контекстних меню та запрограмувати за власним бажанням.

За допомогою контекстного меню додаємо до проекту текстові елементи та кнопки (див. Рисунок 4.1):

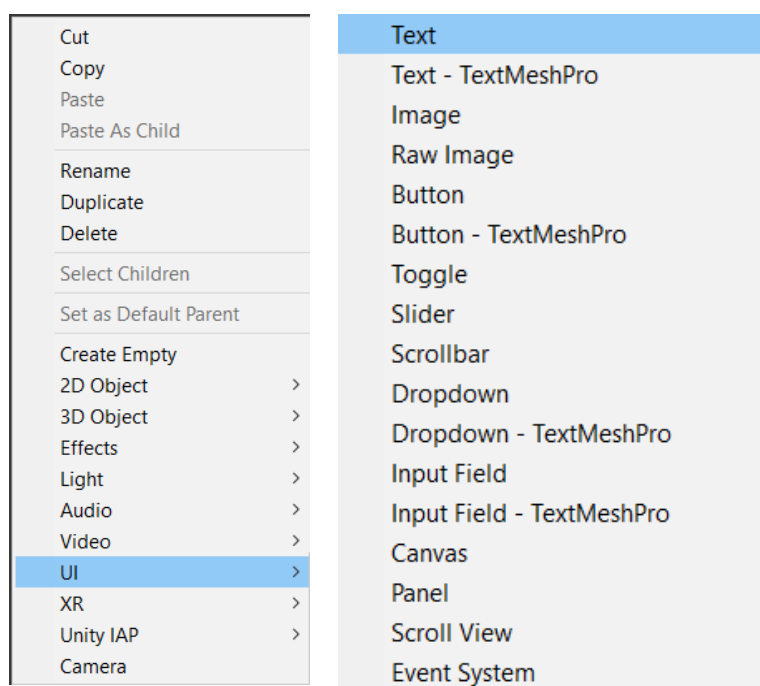


Рисунок 4.1 – Додання текстових елементів та кнопок

За допомогою скриптів для роботи з текстом, додаємо інформацію до тренажеру (див. Рисунок 4.2) за допомогою цього скрипту можливо змінити розмір шрифту, чи вирівнювання.

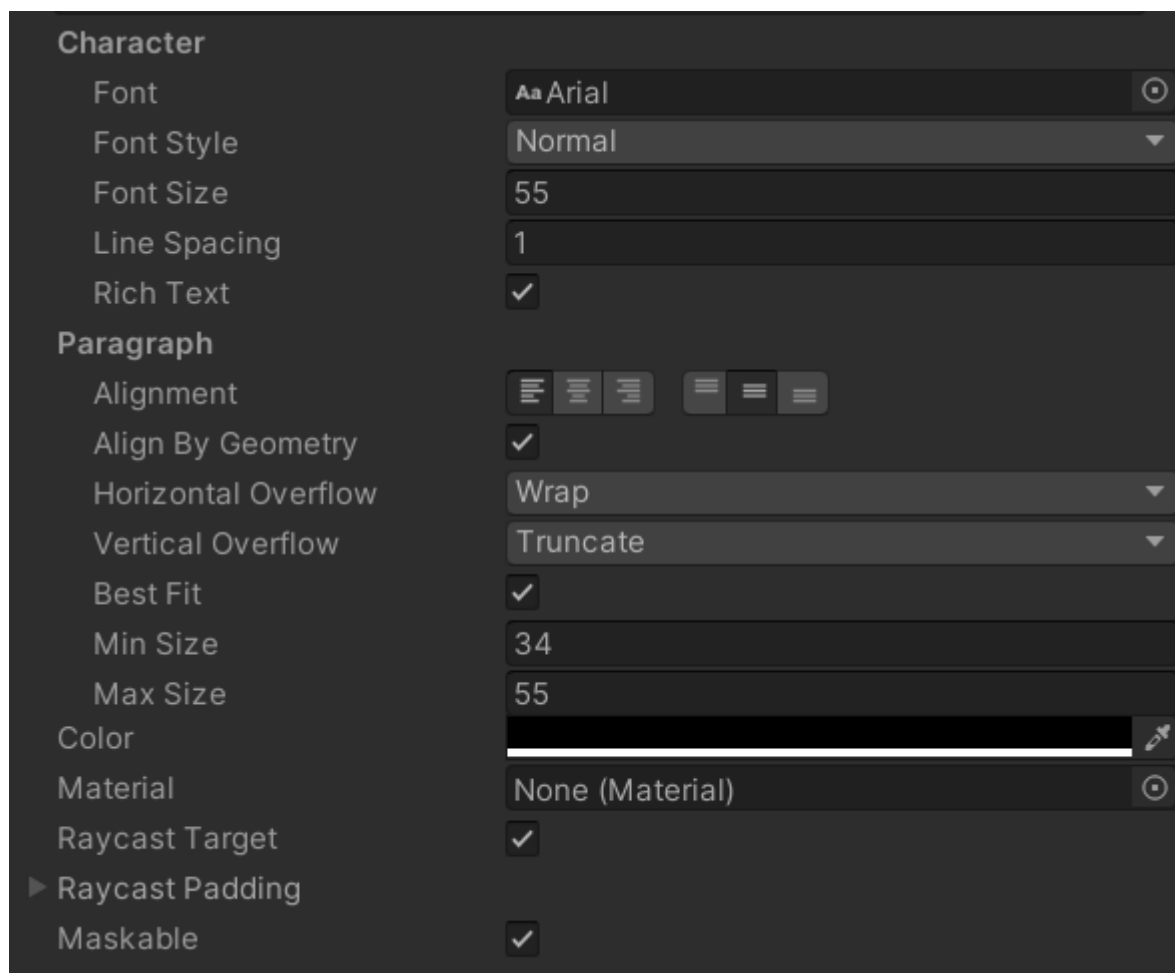


Рисунок 4.2 – Робота з текстом в тренажері

Для кнопок було використано логічні функції SetActive (bool), що можуть задавати будь якому елементі в тренажері два логічні стани 0 або 1. За допомогою цих функцій можливо перемикає практичні завдання, вибирати варіант відповіді при роботі з тестами та вмикати або вимикати текстові елементи.

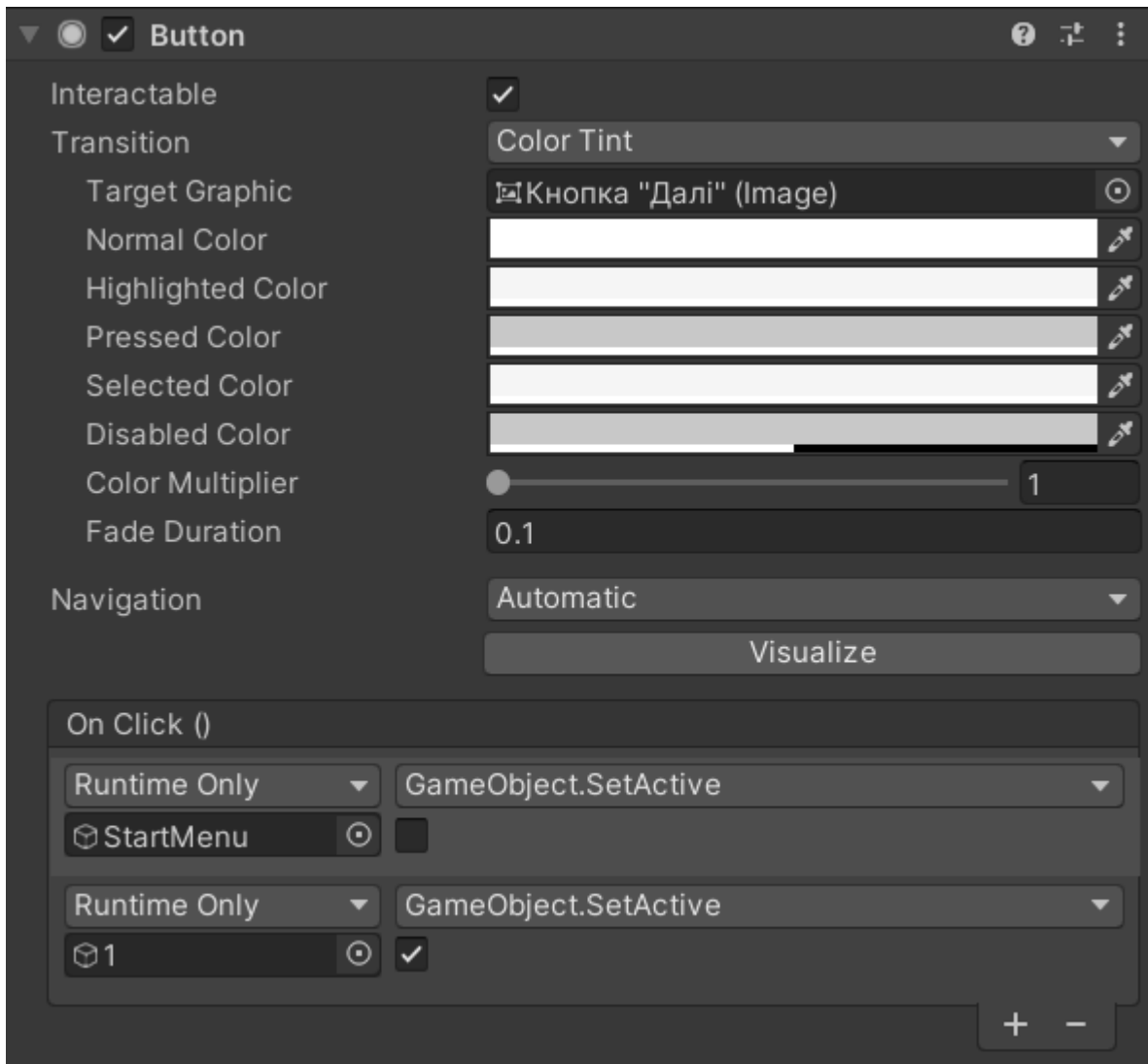


Рисунок 4.3 – Робота з кнопками в тренажері

Наприклад, кнопка «Далі», яка забезпечує навігацію між практичними завданнями, виконує функцію перемикання слайдів. При натисканні на цю кнопку, поточний слайд автоматично вимикається, а наступний слайд активується, таким чином, користувач переходить до нового завдання або етапу тренажера. Цей процес відбувається послідовно, що дозволяє студентам поступово просуватися через весь навчальний матеріал без плутанини і зайвих ускладнень.

Кнопка «Далі» грає ключову роль у забезпеченні безперервного навчального процесу. Кожен раз, коли користувач завершує виконання певного завдання, він просто натискає кнопку «Далі», і це дозволяє йому автоматично перейти до наступного завдання. Такий підхід дозволяє уникнути необхідності вручну перемикаати завдання або слайди, що значно полегшує і прискорює процес навчання. Наприклад, після вирішення певного тесту або завдання, користувач може одразу перейти до наступного питання, не витрачаючи час на зайві дії. Це забезпечує плавний і безперервний потік навчального процесу, що є важливим аспектом ефективного навчання.

Після завершення роботи з тренажером користувач отримує доступ до фінального вікна. Це фінальне вікно є своєрідним підсумком роботи, де студент може оцінити свої результати, переглянути правильні та неправильні відповіді, а також отримати загальну оцінку свого прогресу. У цьому вікні користувач має можливість повторити всю роботу з самого початку за допомогою спеціальної кнопки «Повтор».

Кнопка «Повтор» функціонує аналогічно до кнопки «Далі», проте її основна відмінність полягає у тому, що вона перемикає користувача не на наступний слайд, а повертає його до початкового меню тренажера. Натискаючи на кнопку «Повтор», користувач вимикає останній слайд, і активує початкове меню, яке дозволяє знову почати роботу з тренажером. Це особливо корисно для студентів, які бажають повторно пройти весь навчальний курс, щоб закріпити свої знання або покращити результати.

У тренажері також можуть бути передбачені інші кнопки, наприклад кнопка «Меню», яка дозволяє користувачам переходити до головного меню в будь-який момент.

Отже, використання кнопок «Далі», «Повтор» та «Меню» створює інтуїтивно зрозумілу і зручну систему навігації у тренажері. Розробка таких елементів управління є важливим аспектом створення ефективного навчального інструменту. Вони забезпечують безперервний і гнучкий навчальний процес, дозволяючи студентам повторювати матеріал, повертатися до попередніх завдань та

контролювати свій прогрес. Це підвищує ефективність навчання і допомагає студентам краще засвоювати матеріал, що є ключовою метою будь-якого навчального тренажера.

ВИСНОВОК

Кваліфікаційна робота успішно завершена, і результатом цього стала розробка повноцінного програмного симулятора для студентів, спрямованого на вивчення теми "Множина Еджворта-Парето". Цей тренажер є невід'ємним інструментом для студентів, допомагаючи їм систематично вивчати та освоювати складні теми системного аналізу.

Під час роботи над проектом були проведені такі важливі етапи:

- Пошук та сортування інформації: Виконано ретельний пошук та сортування інформації за темою «Принцип Еджворта-Парето». Це дозволило зібрати необхідний матеріал для створення тренажеру.
- Інформаційний огляд аналогічних програм: Проведено детальний аналіз інших програм-тренажерів, схожих за тематикою. Виявлено їхні позитивні та негативні аспекти, що допомогло в розробці оптимального рішення.
- Розробка алгоритму роботи тренажера: Створено та впроваджено ефективний алгоритм роботи тренажеру, який дозволяє студентам систематично освоювати матеріал. Алгоритм включає як теоретичні довідки, так і практичні завдання у вигляді тестів.
- Розробка завдань: Розроблено різноманітні практичні та теоретичні завдання, що сприяють глибшому розумінню матеріалу. Завдання були створені таким чином, щоб студенти могли практикувати та закріплювати свої знання.
- Створення блок-схем: Розроблено докладні блок-схеми, які наочно представляють усі етапи роботи тренажера. Це допомагає користувачам зрозуміти, як працює програма.
- Мова програмування та середовище розробки: Обрано мову програмування C# та платформу Unity 2021, що забезпечило реалізацію тренажера на високому рівні.
- Розробка інтерфейсу: Створено зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, який спрощує навігацію для користувачів. Інтерфейс дозволяє легко взаємодіяти з програмою та отримувати необхідну інформацію.

- Тестування програми: Проведено широке тестування тренажера, включаючи перевірку на валідність та виявлення всіх можливих помилок. Це забезпечило стабільну роботу програми та високу якість виконання завдань.

- Інструкції та довідкова інформація: Надано детальні інструкції щодо використання тренажера та довідкову інформацію про правильність відповідей. Це допомагає студентам краще розуміти, як працювати з програмою та виконувати завдання.

- Повідомлення про завершення: При успішному завершенні роботи тренажер повідомляє користувача та надає опцію перегляду результатів та повторення тестування. Це дозволяє студентам оцінити свої знання та продовжувати практику.

- Налаштування під конкретний комп'ютер: Забезпечено оптимальні налаштування, що найкраще відповідають характеристикам конкретного комп'ютера користувача. Це гарантує стабільну роботу програми на різних пристроях.

Таким чином, розроблений тренажер є важливим та корисним інструментом для студентів, що дозволяє їм систематично освоювати складні теми системного аналізу. Після завершення роботи з тренажером користувач може переглянути результати та за необхідності повторити тестування. Тренажер стартує з налаштуваннями, що найкраще відповідають конкретному комп'ютеру користувача, що забезпечує комфортне використання програми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Волосевич, Максим Васильович, Пояснювальна записка до дипломної роботи на тему Тренажер з теми «Марківські підстановки» дистанційного навчального курсу «Теорія алгоритмів» та розробка його програмного забезпечення/Волосевич, Максим Васильович, [Електронний ресурс].– Режим доступу до ресурсу: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/9032>
2. Шаркий, Ярослав Іванович, Пояснювальна записка до дипломної роботи на тему Розробка тренажеру з теми «Класифікатор Naïve Bayes» дисципліни «Комп'ютерний аналіз статистичних даних»/Шаркий, Ярослав Іванович, [Електронний ресурс].– Режим доступу до ресурсу: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/9022>
3. Ємець О.О., Ємець Є.М, Ємець Ол-ра.О., Системний аналіз та теорія прийняття рішень (Частина 2)/ Ємець О.О, Ємець Є.М, Ємець Ол-ра.О.
4. Шиян А. А. Економічна кібернетика: вступ до моделювання соціальних і економічних систем: Навчальний посібник: МОН України / А. А. Шиян. – Львів : «Магнолія 2006», 2007. – 228 с.
5. Гриценко В.В. Системний аналіз: методи та моделі. - Київ: Наукова думка, 2010. - 320 с.
6. Задорожний В.Ф. Основи системного аналізу: Навчальний посібник. - Львів: Львівська політехніка, 2012. - 260 с.
7. Мітяй І. В., Романенко О. А. Системний аналіз: концепції, методології та технології. - Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2015. - 340 с.
8. Пашкевич Ю.Ф., Тарасова Т.М. Системний аналіз та проектування інформаційних систем: Навчальний посібник. - Київ: КНЕУ, 2017. - 280 с.
9. Чепурна І.В. Системний аналіз в економіці та управлінні: Підручник. - Київ: Видавництво КНТЕУ, 2016. - 400 с.
10. Bertalanffy L. General System Theory: Foundations, Development, Applications. - New York: George Braziller, 1968. - 295 p.
11. Checkland P. Systems Thinking, Systems Practice. - Chichester: John Wiley & Sons, 1981. - 330 p.

12. Blanchard B.S., Fabrycky W.J. Systems Engineering and Analysis. - 5th ed. - Upper Saddle River: Prentice Hall, 2010. - 800 p.
13. Sage A.P., Rouse W.B. Handbook of Systems Engineering and Management. - 2nd ed. - Hoboken: Wiley-Interscience, 2009. - 1500 p.
14. Jackson M.C. Systems Thinking: Creative Holism for Managers. - Chichester: John Wiley & Sons, 2003. - 448 p.
15. Senge P.M. The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization. - New York: Doubleday, 1990. - 424 p.
16. Forrester J.W. Industrial Dynamics. - Cambridge: MIT Press, 1961. - 464 p.
17. Simon H.A. The Sciences of the Artificial. - 3rd ed. - Cambridge: MIT Press, 1996. - 248 p.
18. Meadows D.H. Thinking in Systems: A Primer. - White River Junction: Chelsea Green Publishing, 2008. - 218 p.
19. Ackoff R.L. Re-Creating the Corporation: A Design of Organizations for the 21st Century. - New York: Oxford University Press, 1999. - 352 p.

ДОДАТОК А

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine.UI;
using UnityEngine;
public class Inputs : MonoBehaviour
{
    public GameObject Input;
    public GameObject AfterInput;
    public InputField inputedTxt;
    public Text ShowInpTxt;
    public class QuitButton : MonoBehaviour
    {
        public void QuitGame()
        {
            Debug.Log ("QUIT!!");
            Application.Quit();
        }
        void Start()
        {
            Button btn = nxtButton.GetComponent<Button>();
            btn.onClick.AddListener(TaskOnClick);
        }
        void TaskOnClick()
        {
            Theme1.SetActive(false);
            Theme2.SetActive(true);
            Debug.Log("You touched this button.");
        }
    }
}
```

```
void Start()
{
    Button btn = menuButton.GetComponent<Button>();
    btn.onClick.AddListener(TaskOnClick);
}

void TaskOnClick()
{
    Theme6.SetActive(false);
    MainMenu.SetActive(true);
    Debug.Log("You touched this button.");
}

public void Next()
{
    Input.SetActive(false);
    AfterInput.SetActive(true);
    ShowInpTxt.text = inputedTxt.text;
}
}
```