

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Західноукраїнський національний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра інформаційно-обчислювальних систем і
управління

МЕЛЬНИК Анна Василівна

Інтерактивна система для підтримки осіб із порушеннями
мовлення/Interactive system for supporting individuals with
speech impairments

спеціальність: 122 - Комп'ютерні науки
освітньо-професійна програма - Комп'ютерні
науки

Кваліфікаційна робота

Виконала студентка групи КН-41
А.В. Мельник

Науковий керівник
к.т.н., доцент
Х.В. Ліпяніна-Гончаренко

Кваліфікаційну роботу допущено до
захисту

«___»_____20___р.

Завідувач кафедри
_____М.П. Комар

ТЕРНОПІЛЬ – 2024

Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра інформаційно-обчислювальних систем і управління
Освітній ступінь «бакалавр»
спеціальність 122 – Комп'ютерні науки
освітньо-професійна програма – Комп'ютерні науки

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ М.П. Комар
« ____ » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
МЕЛЬНИК Анні Василівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Інтерактивна система для підтримки осіб із порушеннями мовлення/Interactive system for supporting individuals with speech impairments

керівник роботи Ліп'яніна-Гончаренко Христина Володимирівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від 12 грудня 2023 р. № 753.

2. Строк подання студентом закінченої кваліфікаційної роботи 15 травня 2024 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: завдання на кваліфікаційну роботу студента, наукові статті, технічна література.

4. Основні питання, які потрібно розробити:

- дослідити предметну область;
- проаналізувати методи лікування порушень мовлення;
- описати архітектуру та її особливості;
- описати технічні особливості додатка;
- реалізувати опис бази даних предметної області;
- реалізувати додаток та здійснити його опис;
- провести та описати тестування додатку.

5. Перелік графічного матеріалу в роботі:

- Структура зв'язку між компонентами та базою даних.
- Алгоритм відтворення скоромовок
- Концептуальна ER-модель
- Логічна ER-модель
- графіки з результатами експериментальних досліджень.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 12 грудня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Затвердження теми кваліфікаційної роботи, ознайомлення з літературними джерелами та складання плану роботи.	до 01.01. 2024 р.	
2	Написання 1 розділу кваліфікаційної роботи	до 01.03. 2024 р.	
3	Написання 2 розділу кваліфікаційної роботи	до 01.04.2024 р.	
4	Написання 3 розділу кваліфікаційної роботи	до 01.05. 2024 р.	
5	Представлення попереднього варіанту кваліфікаційної роботи, перевірка та внесення змін керівником	до 15.05.2024 р.	
6	Опрацювання зауважень та представлення завершеного варіанту кваліфікаційної роботи. Підготовка супроводжуючих документів.	до 20.05.2024 р.	
7	Перевірка кваліфікаційної роботи на оригінальність тексту у системі «Unicheck».	до 10.06.2024 р.	
8	Оформлення кваліфікаційної роботи та отримання допуску до захисту	до 14.06.2024 р.	
9	Подання кваліфікаційної роботи до захисту на засіданні атестаційної комісії.	до 14.06. 2024 р.	

Студент _____ А.В. Мельник
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Х.В. Лип'яніна-Гончаренко
 (підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему «Інтерактивна система для підтримки осіб із порушеннями мовлення» на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» освітньої програми «Комп'ютерні науки» написана обсягом в 36 сторінок і містить 8 ілюстрацій, 2 таблиці та 20 використаних джерел.

Метою роботи є розробка інтерактивної системи для підтримки осіб із порушеннями мовлення, яка надасть ефективні засоби для покращення комунікативних навичок та сприятиме їхній соціальній адаптації.

Методами розроблення обрано метод аналізу (для дослідження існуючих підходів до мовленнєвої терапії), метод синтезу (для поєднання переваг існуючих методів), методи моделювання (для представлення та дослідження процесів терапії), метод порівняльного аналізу (для оцінювання адекватності моделі).

Внаслідок виконання роботи обґрунтовано раціональний підхід до розроблення інтерактивних систем підтримки осіб із порушеннями мовлення та розроблено програмний засіб, який дозволяє створювати і досліджувати моделі терапії.

Результати дослідження можуть бути використані в науково-дослідних установах і підрозділах підприємств, що займаються розробленням моделей терапії.

Ключові слова: ІНТЕРАКТИВНА СИСТЕМА, МОВЛЕННЄВА ТЕРАПІЯ, РОЗПІЗНАВАННЯ МОВЛЕННЯ, ЛОГОПЕДІЯ, МОВЛЕННЄВІ ПОРУШЕННЯ.

ANNOTATION

Qualification work on the topic «Interactive system for supporting individuals with speech impairments» for Bachelor's degree on speciality 122 «Computer Science» educational and professional program «Computer Science» is written on 36 pages and it contains 8 figures, 2 tables, and 20 sources.

The purpose of the work is to develop an interactive system to support people with speech impairments, which will provide effective means to improve communication skills and facilitate their social adaptation.

Research methods include analysis (to study existing approaches to speech therapy), synthesis (to combine the advantages of existing methods), modeling (to represent and study therapy processes), and comparative analysis (to evaluate the adequacy of the model).

As a result of the work, a rational approach to the development of interactive systems for supporting individuals with speech impairments was substantiated, and a software tool was developed that allows creating and researching therapy models.

The research results can be used in research institutions and enterprise departments involved in the development of therapy models.

Keywords: INTERACTIVE SYSTEM, SPEECH THERAPY, SPEECH RECOGNITION, LOGOPEDICS, SPEECH IMPAIRMENTS.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ СИСТЕМ.....	10
1.1 Аналіз логопедичної діяльності.....	10
1.2 Особливості фізіологічних порушень мовлення та дихання.....	14
1.3 Аналіз існуючих програмних рішень.....	17
1.4 Постановка задачі.....	19
2 АЛГОРИТМІЧНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ.....	21
2.1 Архітектура системи.....	21
2.2 Проектування бази даних програмної системи	24
2.2.1 Концептуальний рівень проектування.....	24
2.2.2. Логічне проектування.....	25
3 РОЗРОБКА ІНТЕРАКТИВНОЇ СИСТЕМИ.....	29
3.1 Опис інтерфейсу системи.....	29
3.2 Тестування програмної системи.....	32
3.3 Сценарій роботи користувача з системою	34
ВИСНОВКИ.....	36
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	38
ДОДАТОК А Програмний код розроблених сторінок мобільного додатка	41
ДОДАТОК Б Апробація отриманих результатів	52

ВСТУП

На сьогоднішній день діагнози, пов'язані з дефектами мовлення, встановлюють значно частіше, ніж двадцять років тому. Виявлення порушень у вимові звуків та структурі речень спостерігаються у 80% дошкільнят, тоді як ще півстоліття тому три чверті дітей могли розмовляти чисто. Проблемою також є те, що все більше дорослих залишаються із невирішеними мовними порушеннями, які супроводжують їх протягом усього життя.

Багато людей схильні вважати, що логопедія обмежується лише лікуванням дітей з порушеннями вимови. У реальності ж логопеди можуть надавати допомогу при різних симптомах, пов'язаних з мовленням, комунікацією та мовою загалом, з якими стикаються пацієнти, у тому числі й ті, хто мають черепно-мозкові травми внаслідок вибухової хвилі.

Розглядаючи сучасну ситуацію в Україні, можна зазначити, що порушення мовлення у військовослужбовців, спричинені струсами мозку внаслідок вибухових хвиль, становлять соціальну проблему. Саме тому потерпілі внаслідок вищезазначеного типу черепно-мозкові травми розглядаються, як важлива складова цільової аудиторії розглянутого програмного рішення. Це важлива тема та питання, що може та має бути вирішене сучасними технічними засобами.

Метою роботи є розробка інтерактивної системи для підтримки осіб із порушеннями мовлення, яка надасть ефективні засоби для покращення комунікативних навичок та сприятиме їхній соціальній адаптації.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- дослідити предметну область;
- проаналізувати методи лікування порушень мовлення;
- описати архітектуру та її особливості;
- описати технічні особливості додатка;
- реалізувати опис бази даних предметної області;
- реалізувати додаток та здійснити його опис;
- провести та описати тестування додатку.

Об'єктом дослідження є процеси комунікації осіб із порушеннями мовлення та технологічні засоби, які можуть бути використані для їхньої підтримки.

Предметом дослідження є методи та алгоритми розпізнавання і корекції мовлення, а також архітектура інтерактивної системи, що використовує ці методи для надання допомоги особам із порушеннями мовлення.

Методи дослідження включають комплексний підхід, що поєднує якісні та кількісні методи аналізу. До них відноситься експертна оцінка, залучення кваліфікованих логопедів для об'єктивного аналізу та тестування системи, аналіз відгуків користувачів для визначення рівня задоволеності та ефективності додатку, а також технічний аналіз алгоритмів, які використовуються в системі, зокрема для відтворення скоромовок та інтеграції з базою даних. Крім того, використовуються методи тестування програмного забезпечення з метою виявлення та усунення помилок, забезпечення стабільності роботи системи та покращення її функціональних можливостей.

Практичне значення даного дослідження полягає в розробці ефективної інтерактивної системи для підтримки осіб із порушеннями мовлення, яка може бути використана логопедами та іншими фахівцями у сфері мовленнєвої терапії для покращення мовленнєвих навичок у пацієнтів. Завдяки зручному та інтуїтивному інтерфейсу, кросплатформеній сумісності та інтеграції з сучасними технологіями, ця система сприяє підвищенню ефективності реабілітаційних заходів та забезпечує тривалий і стійкий результат. Використання системи також дозволяє зменшити витрати часу та ресурсів на розробку індивідуальних програм терапії, забезпечуючи доступ до широкого спектра вправ і завдань, що можуть бути адаптовані під потреби кожного користувача.

Робота складається зі вступу, трьох розділів, загальних висновків, та списку використаної літератури, що містить 20 найменувань. Зміст роботи висвітлено на 36 сторінках комп'ютерного тексту і містить 8 рисунків та 2 таблиці. Список використаних джерел займає 3 сторінки.

Апробація результатів дослідження. Основні теоретичні положення роботи й практичні результати дослідження представлено у фаховому журналі «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» 2024, №2

1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ СИСТЕМ

1.1 Аналіз логопедичної діяльності

Варто почати з того чим взагалі займається логопедія та яка її роль у сучасному житті людини. Логопедія - це галузь медичної науки та освіти, яка спеціалізується на діагностиці та лікуванні порушень мовлення та комунікації у дітей та дорослих. Проте важливо відзначити, що логопедія справді зазвичай користується найбільшою популярністю у лікуванні дітей. Це пояснюється тим, що саме в дитячому віці формуються основні навички спілкування та взаємодії з навколишнім світом за допомогою мовлення. Лікування мовних порушень у дорослих частіше пов'язане з тим, що раніше у дитинстві або підлітковому віці не було надано відповідної допомоги для розв'язання цих проблем.

Логопедія має важливе соціальне значення, оскільки мовлення є ключовим аспектом людської взаємодії та спілкування. Її актуальність зростає із кожним роком, що робить її хорошою галуззю для вивчення навіть у контексті “Комп’ютерних наук”.

Ця галузь орієнтується на різноманітні підходи та методики, які допомагають розв'язувати різні проблеми, пов'язані із мовленням та комунікацією. Оскільки список підходів формується на основі багатьох факторів, для кращого розуміння цієї галузі для прикладу доцільно розглянути напрямками, якими займається логопедія в межах закладів освіти (шкіл).

1.1.1. Діагностичний напрямок

Основна мета цього напрямку полягає у визначенні мовних порушень, їх причин та методів усунення мовленнєвих недоліків. Діагностична діяльність спрямована на вирішення різноманітних завдань, тому, в залежності від етапу роботи, виділяють наступні підвиди: первинну діагностику, динамічне спостереження, етапну діагностику та поточне діагностування.

На цьому етапі слід визначити основні напрямки корекційної роботи:

– первинна діагностика. Метою цього етапу є визначення рівня мовленнєвого та інтелектуального розвитку, а також виявлення причин і механізмів мовленнєвих недоліків.

– динамічне вивчення проводиться з метою моніторингу динаміки мовленнєвого та інтелектуального розвитку пацієнта, а також для оцінки відповідності обраних методів і прийомів корекції рівню його мовленнєвих навичок.

– етапна діагностика. Цей аналіз потрібний для оцінки ефективності корекційного впливу на розвиток діяльності та визначення результативності набутих мовленнєвих навичок у пацієнтів, які відвідують логопеда.

Основною діяльністю є забезпечення соціальних, інфраструктурних та економічних потреб мешканців та розвиток громади в цілому.

1.1.2. Корекційний напрямок

Корекційна направленість роботи являє собою систему корекційного впливу на мовну та навчально-пізнавальну діяльність людини із мовленнєвими вадами. В залежності від структури мовленнєвого дефекту та ступеню його прояву будується змістовний напрямок корекційної роботи.

- виправлення різних мовних дефектів;
- формування багатогранних уявлень про об'єкти і явища, що оточують пацієнта, збагачення словникового запасу, розвиток зв'язного мовлення;
- формування вмінь потрібних для засвоєння матеріалу з навчання грамоти.

1.1.3. Аналітичний напрямок

Цей напрямок передбачає аналіз впливу корекційної роботи на мовленнєвий розвиток та прогрес пацієнта, оцінку ефективності, цього впливу, а також забезпечення взаємодії між фахівцями. Необхідність цього напрямку роботи обумовлена потребою комплексного підходу до проблем пацієнта, який включає:

- Системний аналіз мовленнєвого, пізнавального, особистісного розвитку пацієнта, який дозволяє не лише знайти поодинокі прояви порушень, а також відслідкувати взаємовпливі визначити їх причини;

- Створення всебічних індивідуальних корекційно-відновлювальних програм, спрямованих на взаємозв'язок корекції і розвитку різних аспектів пізнавального, мовленнєвого та особистісного розвитку пацієнта;
- Забезпечення спеціалізованого супроводу навчання для логопата.

1.1.4. Консультативно-просвітницький напрямок

Консультативно-просвітницький напрямок здійснюється з метою надання допомоги оточенню пацієнта-дитини у вирішенні питань, пов'язаних з усуненням існуючих дефектів мовлення та профілактикою вторинних порушень (письмо і читання), які можуть перешкоджати повному засвоєнню навчального матеріалу [13].

Крім того, у логопедії існує декілька підходів, які використовуються для діагностики та лікування мовних порушень та сприяння розвитку мовлення. Розглянемо кілька основних підходів:

1.1.4.1 Мовна терапія

Мовна терапія, коротко кажучи, допомагає людині спілкуватися вербально. Щоб спілкуватися вербально, людина повинна спочатку зрозуміти, що говорить інша особа (усно). Спеціаліст працює над здатністю людини зрозуміти та виражати мову, покращуючи навички аудіювання, граматичні навички, словниковий запас, навички спілкування та читання. Досягнення цього відбувається за допомогою різних видів діяльності та технік, які є налаштованими та індивідуальними.

1.1.4.2 Артикуляційна терапія

Перш за все, артикуляція — це робота органів мовлення спрямована на створення різних звуків. Для допомоги особам, які допускають помилки під час вимови різних звуків використовується саме цей тип лікування. Артикуляційна терапія допомагає людині навчитися правильно артикулювати мовний звук. Логопеди використовують численні техніки та підходи залежно від індивіда, щоб змусити його/її правильно вимовити слово чи звук.

1.1.4.3 Оральна рухова терапія

Особи зі слабкістю або ригідністю ротової мускулатури отримують користь від пероральної рухової терапії. Логопеди використовують вправи, які можуть включати масаж обличчя, видування, жування та кусання для зміцнення м'язів ротової мускулатури. Ці вправи не тільки покращують мовлення, але й допомагають підвищити обізнаність і ефективність людини під час їжі, пиття та ковтання.

1.1.4.4 Терапія плинності

Терапія вільного мовлення допомагає тим особам, у яких порушена швидкість, безперервність або потік мови. Проблеми з вільною мовою можуть негативно вплинути на спілкування та на загальну якість життя. Логопеди допомагають покращити плавність мовлення, використовуючи різні техніки, такі як техніка пролонгації, техніка модифікованого повітряного потоку, техніка ліліпада тощо.

1.1.4.5 Слухова вербальна терапія

Цей вид терапії полегшує роботу дітей з вадами слуху. СВТ дотримується певної ієрархії, щоб допомогти дітям із втратою слуху розуміти звуки та мову. Вона починається з усвідомлення звуків, потім слідує розрізнення звуків, ідентифікація звуків і розуміння звуків. Рекомендується розпочинати слухову вербальну терапію, як тільки людині буде встановлено слуховий апарат/апарати.

1.1.4.6 Голосова терапія

Голосова терапія рекомендована особам, які страждають від зміни висоти, якості або гучності голосу. В цьому випадку терапії пропонують програми гігієни голосу та голосові вправи для покращення голосу та вокальної поведінки. Різні методики, які використовуються в голосовій терапії, включають резонансну голосову терапію, вправи на голосові функції, цифрові маніпуляції, вправи з напівзакритим голосовим трактом тощо, залежно від типу та тяжкості порушення голосу [14].

Загальний огляд цих понять та підходів у логопедії дає основу для подальшого вивчення та розробки логопедичної програмної системи, спрямовану на поліпшення мовлення у людей з різними потребами.

1.2 Особливості фізіологічних порушень мовлення та дихання

У підрозділі 1.1 було охоплено загальні підходи та поняття, проте в межах даної роботи буде розглянуто детальніше деякі із порушень мовлення.

Варто розглянути системні порушення, що дозволять краще розуміти підгрунття досліджуваних дефектів. Серед системних порушень мовлення можна виділити такі, як первинні (афазія, алалія та ін.) та вторинні (при порушеннях слуху, зору, інтелекту тощо).

Первинні розлади характеризуються порушенням процесу формування мовлення при збереженому слуху, зорі та інтелекті. Вторинні мовленнєві відхилення виникають і досліджуються у контексті провідних аномалій у розвитку, які включають порушення слуху, інтелектуального розвитку, а також інші психічні та неврологічні захворювання. В даному дослідженні буде більше охоплено розлади, що належать до первинних розладів.

Згідно з психолого-педагогічною та клініко-педагогічною класифікацією мовленнєвих порушень, що є загальноприйнятими у вітчизняній логопедії, жодне з визначених відхилень не відзначається терміном "системні порушення мовлення". Проте обидва типи розглядаються як відхилення первинного походження серед означених розладів.

За клініко-педагогічною класифікацією виділяють дві групи мовленнєвих порушень:

- структурно-семантичного оформлення висловлювання (афазія й алалія);
- фонаційного (тахілалія, дисфонія, заїкання, брадилалія, ринологія, дислалія, дизартрія).

Серед зазначених прикладів особлива увага буде приділена детальному розгляду фонаційних мовленнєвих порушень. Крім того, згідно з психолого-педагогічною класифікацією мовленнєвих порушень, системні розлади віднесено до категорії порушень засобів спілкування - загального недорозвитку мовлення [15].

Оскільки було розглянуто трішки детальніше класифікацію розладів мовлення, можна перейти до більш детального опису досліджуваних дефектів. Розпочнемо із такого дефекту, як логоневроз (більш відома назва - заїкання).

Логоневроз - це складний мовний розлад, що проявляється дефіцитом плавності та ритму мовлення, порушенням здатності індивіда продукувати звуки, слова та фрази без значних перерв, повторень або затягувань. Заїкання суттєво впливає на спонтанність та природність мовлення, що може негативно впливати на соціальну та професійну інтеграцію осіб, що стикаються з цим розладом. Зазвичай воно виникає в ранньому віці та може тривати протягом життя, вимагаючи комплексного підходу до діагностики, лікування та підтримки пацієнтів. Розглянемо цей розлад більш детально, вивчивши його характеристики, етіологію, наслідки та можливі методи лікування, з метою кращого розуміння саме цього порушення.

Варто зазначити, що причини виникнення заїкання є складним і багато-аспектним явищем і можуть бути як вродженими, так і набутими.

Спровокувати вроджений розвиток дефекту здатні такі чинники як:

- генетична схильність;
- гіпоксія плода, інфекційні процеси та інші патології, що мали місце на етапі внутрішньоутробного розвитку;
- індивідуальні особливості, до яких можна віднести підвищену збудливість нервової системи і т. д. ;
- родові травми або інші проблеми під час процесу пологів.

До набутого заїкання ж привести можуть:

- психологічні травми, які здатні спровокувати дефіцит уваги з боку дорослих, втрата батьків або близьких людей, пережиті стреси, аварії і т. д.);
- втрата батьків або близьких людей, пережиті стреси, аварії і т. д.);
- фізичні травми (від незначного удару до серйозних струсів);
- деякі захворювання (менінгіт і т. д.);
- фізіологічні процеси (порушення розвитку головного мозку в ранньому дитячому віці).

За характером порушення мови форми заїкання бувають такими:

- тонічна – характеризується паузою при відтворенні звуків чи складів або розтягуванням якогось звуку;
- клонічна – спостерігається у випадку, коли декілька разів повторюються одні й ті самі звуки, склади чи слова;
- змішана – одночасно спостерігаються порушення мови, які є характерними для тонічної та клонічної форм заїкання.

Залежно від причини виникнення бувають такі форми заїкання, як:

1. неврозоподібна – спостерігається при неврологічних порушеннях. Діти з таким різновидом заїкання відстають у розвитку від ровесників, а розмовляти починають із запізненням;

2. невротична – спостерігається на тлі стресових станів – одномоментних (переляк, переживання) чи хронічних (постійна психологічна напруга у середовищі, де перебуває людина) Розвиток таких дітей відбувається нормально. Дорослі з такою формою заїкання практично без заминки розмовляють у нормальному середовищі, але починають заїкатись при виникненні стресової ситуації.

Методи корекції заїкання у дитини та дорослого напряму залежать від того, яка форма патології спостерігається. Термін «логоневроз» логічніше застосовувати при визначенні невротичної форми патології, але його часто застосовують як синонім слова «заїкання» [16].

Наступною проблемою яку необхідно розглянути в межах аналізу предметної області даної кваліфікаційної роботи буде питання покращення мовлення у людей, що зазнали черепно-мозкові травми внаслідок вибухових хвиль або контузій.

Контузія може з'явитися від ударної хвилі від вибуху, або удару людини об воду чи землю. Відбувається струс чи забій головного мозку, розрив барабанної перетинки, легень або інших внутрішніх органів[17]. Це може призвести до численних порушень, в тому числі і мовлення. Наприклад, черепно-мозкові травми внаслідок вибухових хвиль є одними з причин виникнення афазії.

Афазія – це неврологічний розлад мовлення, при якому втрачається можливість розуміння мови та висловлювання. На відміну від алалії, що є вродженою патологією, афазія завжди набута й розвивається на тлі пошкодження мовних центрів головного мозку – внаслідок травми або хвороби.

Афазія може проявлятися по-різному, залежно від типу та ступеню тяжкості. Вона ускладнює розуміння мовлення та вираження думок, при цьому в людини зазвичай збережені функції слуху та артикуляційного апарату. Типові ознаки патології:

- важко зрозуміти сказане іншими людьми або прочитане;
- складно користуватися словами, формулювати фрази;
- погіршується здатність читати та писати;
- затримки у здатності відповідати на питання або втрата потоку мовлення;
- проблеми з відтворенням навіть елементарних мовленнєвих звуків;

Варто зазначити, що пошкоджені мовленнєві центри головного мозку неможливо відновити, але можна провести реабілітацію, що поверне здатність розмовляти хоча б частково. Для цього логопеди використовують спеціальні вправи на вимову звуків, навчання нових слів та фраз, тренування розуміння мови та розвиток письма.

В межах дослідження детальніше буде розглянуто постконтузійний синдром, оскільки одним з його симптомів є порушення когнітивних можливостей, таких як мовлення, пам'ять тощо.

1.3 Аналіз існуючих програмних рішень

У сучасних дослідженнях розглядається використання мобільних додатків для підтримки мовної терапії та навчання. Наприклад, у статті [4] вивчають ефективність застосування смартфон-базованої мовної терапії для людей після інсульту, що має на меті покращення розбірливості мовлення.

У роботі [5] аналізують вплив мобільного додатку Speech Blubs на розвиток мовних навичок у дітей з аутизмом. В статті [6] розглядають мобільний

додаток для навчання опікунів дітей з розвитковими порушеннями у Південній Африці.

В роботі [7] оцінюють користувацьку придатність мобільного інструменту, призначеного для підтримки терапій, спрямованих на покращення емоційної обізнаності та маркування після травми мозку.

Останнє дослідження Hayashi і Sato [8] показує, як застосування ШІ-асистованого мобільного додатку може покращити володіння англійською мовою та знизити тривожність при вивченні другої мови. В статті Rykova і Walther [9] описано розроблений AphaDIGITAL, мобільний додаток для підтримки німецькомовних пацієнтів з афазією, який надає автоматичний зворотній зв'язок через віртуального помічника, що спрощує традиційні методи мовної терапії.

В дослідженні Kim, Lee і Kim [10] оцінюють мобільний додаток для тренувань голосу та мови при хворобі Паркінсона, звертаючи увагу на його зручність, задоволеність користувачів та терапевтичну ефективність. Інше дослідження зосереджується на ідентифікації та лікуванні мовних порушень у дітей за допомогою дружнього до користувача мобільного додатку, що інтегрує технології в мовну терапію. Katha App, представлений в роботі [11], спрямований на виявлення та лікування фонологічних порушень у дітей, що говорять сингальською, включаючи інтервенції на ранніх етапах дитинства.

Додаток iHear авторів Koralage, Liyanage, & Co [12] призначений для допомоги дітям з вадами слуху, поліпшуючи їхні мовні та слухові здібності за допомогою передових алгоритмів для впізнавання та підтримки мовних моделей дітей.

У контексті даної роботи, яка зосереджена на розробці інтерактивного мобільного додатку для підтримки осіб з порушеннями мовлення, аналіз схожих робіт вказує на ряд близьких аналогів. Зокрема, дослідження Rykova та Walther [9] та Kim, Lee і Kim [10] мають значні паралелі з даним дослідженням, адже обидва займаються мобільними додатками, що спрямовані на покращення мовних навичок пацієнтів через використання передових технологій. Однак,

даний проект вирізняється тим, що націлений не тільки на дітей, а й на дорослих користувачів, що розширює цільову аудиторію.

На відміну від Katha App від Wijesooriya та колег [11], який фокусується на конкретній мовній групі (сингальськомовні діти), розроблений в цьому дослідженні додаток використовує багатомовні можливості, що дозволяє йому бути застосованим у різних лінгвістичних контекстах. Це створює більш універсальне рішення для користувачів з різних культурних та мовних середовищ.

Додатково, дана робота інтегрує інноваційні засоби штучного інтелекту для автоматизації і персоналізації навчальних процесів, зокрема, через використання алгоритмів для відтворення скоромовок, що не лише підтримує навчання, але й робить процес більш захоплюючим і динамічним.

1.4 Постановка задачі

Розвиток технологій на сьогодні дозволяє створювати інноваційні рішення для підтримки людей із різними типами порушень, зокрема мовлення. Враховуючи збільшення кількості осіб, що потребують спеціалізованої допомоги у цій сфері, розробка ефективних інструментів стає все більш важливою. Інтерактивні системи, що використовують сучасні технології, здатні значно покращити якість життя таких людей, надаючи їм доступ до необхідних ресурсів та підтримки.

Одним із таких інструментів є розробка програмних додатків, що сприяють розвитку мовленнєвих навичок у користувачів. Зокрема, створення мобільних додатків для платформи Android на базі сучасних фреймворків, таких як .NET MAUI, відкриває нові можливості для користувачів із різними потребами. Ці додатки можуть ефективно адаптуватися до різних пристроїв та розмірів екранів, що робить їх доступними для широкого кола користувачів.

Патерн архітектури Model-View-ViewModel (MVVM), використаний у даному проекті, дозволяє чітко відокремити бізнес-логіку від інтерфейсу користувача. Це не тільки спрощує розробку і підтримку додатка, але й покращує

можливості тестування та повторного використання коду. Таким чином, розробники можуть зосередитися на створенні більш функціональних та зручних інтерфейсів для користувачів.

Особливу увагу в рамках даного проекту було приділено алгоритмічним рішенням, що включають генерування аудіо скоромовок та їх відтворення за допомогою спеціальних бібліотек. Це дозволяє користувачам практикувати вимову та покращувати свої мовленнєві навички в інтерактивній формі.

Крім того, важливою складовою проекту є розробка та впровадження ефективної бази даних, яка забезпечує зберігання та управління інформацією про користувачів та їх мовленнєві розлади. Завдяки ретельному проектуванню концептуальної та логічної ER-моделей, вдалося забезпечити цілісність та узгодженість даних, що є ключовими аспектами для будь-якої системи підтримки.

Таким чином, інтерактивна система для підтримки осіб із порушеннями мовлення є важливим кроком у напрямку створення доступних та ефективних інструментів для реабілітації та підтримки людей із мовленнєвими розладами. Сучасні технології та методи, використані в даному проекті, забезпечують високий рівень функціональності та зручності для користувачів, сприяючи їх інтеграції у суспільство та покращенню якості життя.

Метою розробки інтерактивної системи для підтримки осіб із порушеннями мовлення є створення зручного та ефективного інструменту для допомоги у мовленнєвій терапії та реабілітації.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- дослідити предметну область;
- проаналізувати методи лікування порушень мовлення;
- описати архітектуру та її особливості;
- описати технічні особливості додатка;
- реалізувати опис бази даних предметної області;
- реалізувати додаток та здійснити його опис;
- провести та описати тестування додатку.

2 АЛГОРИТМІЧНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ

2.1 Архітектура системи

Програмне рішення було реалізоване під операційну систему Android, для версій Android 10 та вище. Розробка було проведена за допомогою платформи .NET та фреймворку для кросплатформної мобільної розробки .NET MAUI (.NET Multi-Platform App UI). Однак, незважаючи на можливість поділити бізнес-логіку між різними платформами, в межах даної системи надається пріоритет основній платформі - Android. .NET MAUI пропонує широкий вибір переваг серед яких можна зазначити:

- можливість адаптації для різних пристроїв. Сучасні елементи керування користувальницького інтерфейсу плавно адаптуються до різних розмірів екрана та платформ, від мобільних телефонів і планшетів до ноутбуків;

- ефективність завдяки попередньо створеним елементам керування. Використання попередньо створених елементів керування мінімізує потребу у повторному використанні одного й того самого коду, що дозволяє зменшити терміни розробки;

- Широкий спектр можливостей для кастомізації об'єктів інтерфейсу[1].

Управління базою даних здійснювалось за допомогою Microsoft SQL Server, що дозволило використовувати різноманітні інструменти, як от Management Studio 22. Це допомогло пришвидшити розробку, усунення несправностей і обслуговування бази даних [2].

У сфері програмного забезпечення, постійний пошук оптимальних методів організації коду та структури проектів є важливим завданням, спрямованим на підвищення ефективності розробки та підтримки програмних продуктів. Спираючись на це, архітектурні патерни, які визначають загальну структуру програмних систем та взаємодію між їх складовими частинами, набувають великого значення.

Один з таких патернів, що знайшов широке застосування в розробці мобільних додатків та був використаний при розробці досліджуваної

логопедичної програмної системи, - Model-View-ViewModel (MVVM). Шаблон MVVM допомагає чітко відокремити бізнес-логіку програми та її логіку презентації від її інтерфейсу користувача (UI). Підтримання чіткого розподілу між логікою програми та інтерфейсом користувача допомагає вирішити численні проблеми розробки та спрощує тестування, обслуговування та розвиток програми. Це також дозволяє значно покращити можливості повторного використання коду та дає можливість розробникам і дизайнерам інтерфейсу користувача легше співпрацювати під час розробки відповідних частин програми [3].

У шаблоні MVVM є три основні компоненти: Model, View та ViewModel, де кожен служить для окремої мети. Модель представляє дані та бізнес-логіку, View відповідає графічному інтерфейсу користувача, а ViewModel діє як посередник між моделлю та View. Рисунок 2.1 представляє структуру зв'язку між компонентами та базою даних.



Рисунок 2.1. - Структура зв'язку між компонентами та базою даних.

Важливо зазначити, що алгоритмічний аспект додатку має тне менш важливе значення, як і архітектурна складова. Алгоритми становлять ключові елементи у вирішенні різноманітних завдань та сприяють глибшому розумінню функціоналу та особливостей програмного додатку. У контексті цього дослідження, один із використаних алгоритмів, а саме алгоритм відтворення скоромовок, описаний на рисунку 2.2.

Як наведено на рисунку 2.2, спочатку відбувається генерація аудіо із озвученою скоромовкою. Після цього використовуючи методи доступу до файлів у додатку, відкривається доступ до аудіофайлу. Цей процес включає в себе використання спеціальної бібліотеки, яка дає можливість працювати з файлами. Наступним кроком є створення об'єкта `audioPlayer`, який,

використовуючи отриманий доступ до аудіофайлу зможе відтворити його за допомогою виклику методу Play()



Рисунок 2.2 - Алгоритм відтворення скоромовок

Отже, описано архітектурні та технічні особливості програмного додатка для підтримки осіб із порушеннями мовлення. Застосування платформи .NET MAUI для кросплатформної мобільної розробки дозволило створити адаптивне та ефективне рішення для операційної системи Android. Використання архітектурного патерну MVVM забезпечило чіткий розподіл між бізнес-логікою та інтерфейсом користувача, що сприяло поліпшенню якості коду, спрощенню його тестування та обслуговування. Алгоритмічний аспект, зокрема алгоритм відтворення скоромовок, продемонстрував практичне застосування та ефективність розробленого додатка.

2.2 Проектування бази даних програмної системи

Представимо досліджувану предметну область у вигляді бази даних. Під час процесу проектування буде візуалізовано сутності, виділено їхні ключові та неключові атрибути, проведено концептуальний та логічний рівні проектування та реалізовано ER-моделі.

Вимоги до бази даних:

- відповідність до заданої теми;
- однозначність ключів;
- доцільність сутностей та атрибутів.

2.2.1 Концептуальний рівень проектування

З концептуального проектування починається створення концептуальної схеми бази даних, в основі якої лежить концептуальна модель даних. На цьому рівні представляється загальний погляд на дані.

В результаті дослідження й аналізу предметної області були визначені сутності, атрибути та первинні ключі (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Таблиця сутностей та атрибутів

Сутність	Атрибути	Первинний ключ
Користувач	ID_Користувач ID_Мовний_Розлад Ім'я Прізвище Адреса електронної пошти Вік	ID_Користувач
Мовний розлад	ID_Мовний_Розлад ID_Вправа Назва Тип розладу Кількість необхідних вправ Час виникнення Важкість	ID_Мовний_Розлад
Вправа	ID_Вправа Назва Дії	ID_Вправа

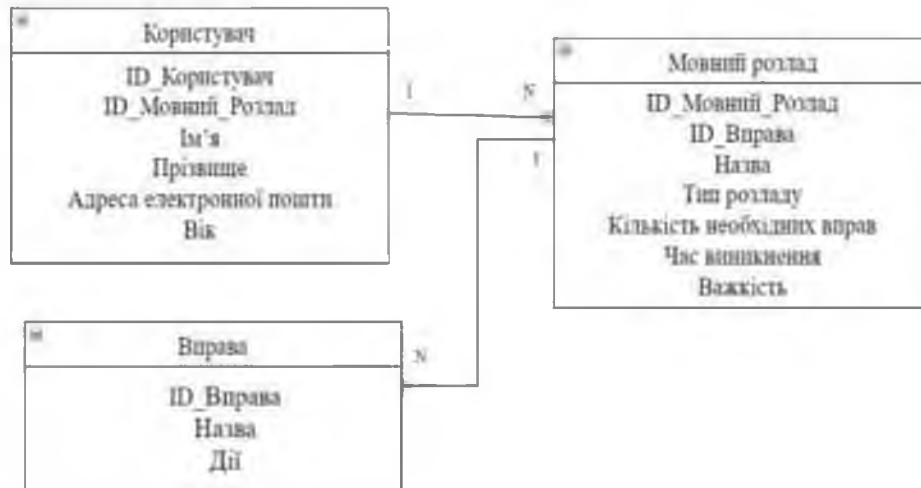


Рисунок 2.3 – Концептуальна ER-модель

2.2.2. Логічне проектування

Логічне проектування виконується для певної моделі даних. Коректність логічних моделей перевіряється за допомогою правил нормалізації, які дозволяють переконатися в структурній узгодженості, логічній цілісності та мінімальній збитковості прийнятої моделі даних. Варто згадати, що даний етап проектування являє собою повторюваний процес, оскільки після кожного етапу перевірки усіх сутностей потрібно дивитись на них новим поглядом та й інколи перемодельовувати.

Логічне проектування виконується для певної моделі даних. Коректність логічних моделей перевіряється за допомогою правил нормалізації, які дозволяють переконатися в структурній узгодженості, логічній цілісності та мінімальній збитковості прийнятої моделі даних. Варто згадати, що даний етап проектування являє собою повторюваний процес, оскільки після кожного етапу перевірки усіх сутностей потрібно дивитись на них новим поглядом та й інколи перемодельовувати.

Проведемо усунення особливостей логічної моделі, які несумісні з реляційною моделлю.

2.2.2.1 Вилучення зв'язків

Реляційна база даних з'єднує між собою бінарним зв'язком виду один до багатьох сутності та атрибути Користувач - Мовний розлад та Мовний розлад - Вправа.

Між жодними сутностями та їхніми атрибутами не був помічений складний зв'язок.

2.2.2.3 Вилучення багатозначних атрибутів (атрибути з кількома значеннями)

Сутність “Користувач” містить такі багатозначні атрибути, як: “ID_Мовний розлад”, “Адрес електронної пошти”.

Сутність “Мовний розлад” містить такі багатозначні атрибути, як: “Кількість необхідних вправ”.

2.2.2.4 Нормалізація

Нормалізація – це процедура визначення того, які атрибути зв'язані у відношенні. Одна з головних задач при розробці реляційної БД – об'єднання в одному відношенні тих атрибутів, які зв'язані між собою (між якими є функціональні залежності). Нормалізація являє собою поетапний процес заміни сукупності відношень іншою сукупністю, в якій відношення мають просту і регулярну структуру.

Для того, щоб сутність була готова до імплементації на фізичному рівні вона повинна відповідати, як мінімум, трьом нормальним формам. Наведемо визначення кожній із них для кращого розуміння наступного кроку.

– перша нормальна форма (відношення знаходиться в 1НФ тоді і тільки тоді, коли всі його атрибути є атомарними(неподільними));

– друга нормальна форма (відношення знаходиться в 2НФ, якщо воно знаходиться в 1НФ і кожен його не первинний атрибут функціонально повно залежить від первинного ключа);

– третя нормальна форма (відношення знаходиться в 3НФ, якщо воно знаходиться в 2НФ і жоден з непервинних атрибутів у відношенні не є транзитивно залежним від первинного ключа).

Оскільки всі сутності відповідають вимогам нормальних форм, можна перейти до наступного етапу – перевірка цілісності сутностей.

2.2.2.5 Перевірка підтримки цілісності сутностей

Цілісність даних забезпечує точність та консистентність даних у системі. Реалізація цього етапу на стадії проектування полягає у наступному:

- наявність обов'язкових і необов'язкових значень даних;
- для атрибутів (NULL, NOT NULL);
- цілісність сутностей (обов'язкова наявність Primary Key в кожному відношенні);
- посилкова цілісність (зв'язування таблиць за допомогою Foreign Key).

Для кожної сутності первинний ключ має бути наявним, унікальним і обов'язковим (NOT NULL):

- сутність “Користувач” (первинний ключ ID_Користувач - наявний, унікальний, обов'язковий);
- сутність “Мовний розлад” (Первинний ключ ID_Мовний_Розлад - наявний, унікальний, обов'язковий);
- сутність “Вправа” (первинний ключ ID_Вправа - наявний, унікальний, обов'язковий).

На основі таблиці 2.1 та концептуальної моделі побудуємо логічну ER-модель (рисунок 2.4).

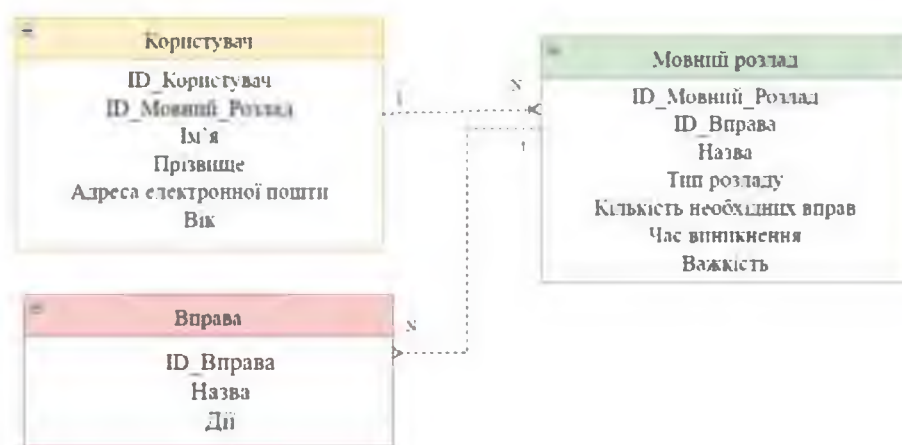


Рисунок 2.4 – Логічна ER-модель

Отже, розглянуто процес проектування бази даних для програмної системи підтримки осіб із порушеннями мовлення. Починаючи з концептуального рівня, було визначено ключові сутності, їхні атрибути та первинні ключі, що формують основу бази даних. Далі виконано логічне проектування з дотриманням правил нормалізації, що дозволило забезпечити структурну узгодженість та логічну цілісність моделі даних. Особливу увагу приділено перевірці підтримки цілісності сутностей, що гарантує точність і консистентність даних у системі. Створення концептуальної та логічної ER-моделей дозволило візуалізувати структуру бази даних, що забезпечує надійну основу для подальшої реалізації та інтеграції програмного додатку.

3 РОЗРОБКА ІНТЕРАКТИВНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Опис інтерфейсу системи

Особливу увагу варто приділити опису розробки користувацького інтерфейсу, оскільки він виступає ключовим елементом у взаємодії між користувачем та програмним рішенням. Як зазначалось у минулих розділах, .NET Multi-platform App UI дозволяє створювати інтерфейси користувача (UI) для мобільних додатків з використанням єдиного коду, що сприяє зменшенню витрат часу та ресурсів на розробку, а також забезпечує кросплатформену сумісність. Користувацький інтерфейс визначає зручність та ефективність використання програмного продукту, а також впливає на загальне враження від взаємодії з ним. Саме тому важливою складовою успіху будь-якого мобільного додатку є зручність користування яка визначається ефективністю, естетичністю та інтуїтивністю інтерфейсу.

Структура описаного логопедичного додатку складається з головної сторінки та окремих сторінок під кожен логопедичну вправу. Це дозволяє користувачу зручно навігуватись між сторінками. Сторінка вправи умовно складається з частини з описом техніки виконання, відео представлення, а також додаткового завдання у вигляді короткої скоромовки, яку необхідно відтворити після АІ-диктора.

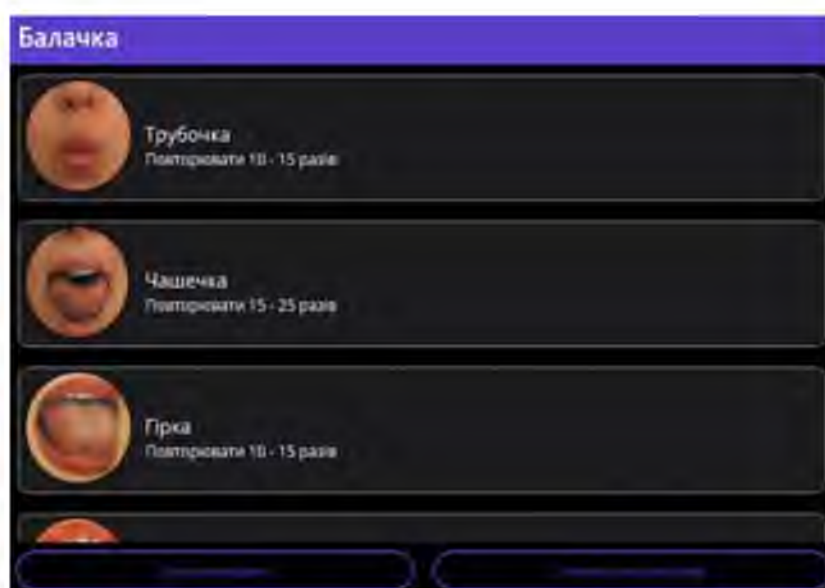
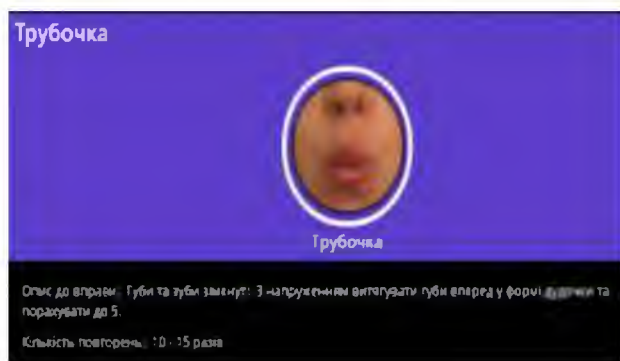


Рисунок 3.1 - Головна сторінка додатка

У представленому на рисунку 4.1 зображенні головної сторінки для планшетної версії додатку видно перелік доступних вправ. Після ініціалізації зв'язку з базою даних при запуску додатку, інформація щодо логопедичних завдань автоматично завантажується та стає доступною для користувача. У випадку потреби у нових вправах, користувач може їх отримати, натиснувши відповідну кнопку "Отримати вправи". Для зміни кольорової схеми відображення сторінки, користувач має можливість змінити тему, використовуючи функціонал кнопки "Змінити кольорову тему".

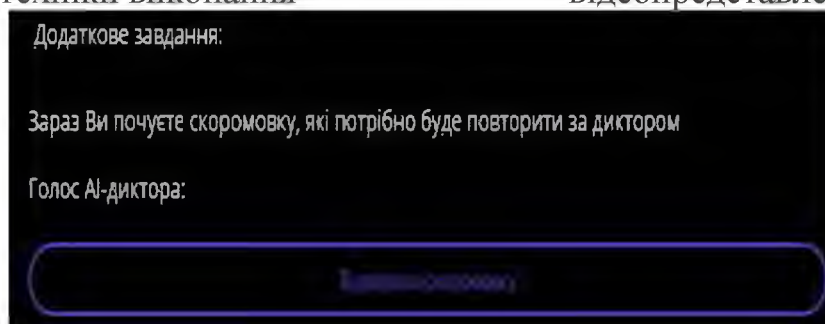
На рисунку 4.2 наведено детальний опис всіх складових, що становлять сторінки для кожної з логопедичних вправ. Як вже вказувалося, ці сторінки умовно розділяються на три основні частини.



а) Сторінка вправи із частиною опису техніки виконання



б) Сторінка вправи із відеопредставленням



в) Сторінка вправи із додатковим завданням

Рисунок 3.2 - Інтерфейс основних складових системи

Складова, що містить відеопредставлення, дозволяє користувачеві переглянути відео, що демонструє виконання конкретного логопедичного завдання, а також удосконалювати свою техніку, що сприяє максимізації

ефективності виконання вправи. Додаткове завдання, доступне на сторінці, спрямоване на поліпшення артикуляції та закріплення отриманого ефекту після виконання вправи. Це дозволяє користувачеві не лише виконати основне завдання, а й забезпечити тривалий та стійкий результат в покращенні необхідних навичок у мовленні.

Додаткове завдання, доступне на сторінці, спрямоване на поліпшення артикуляції та закріплення отриманого ефекту після виконання вправи. Це дозволяє користувачеві не лише виконати основне завдання, а й забезпечити тривалий та стійкий результат в покращенні необхідних навичок у мовленні.

У рамках оцінювання ефективності розробленої програмної системи для підтримки осіб із порушеннями мовлення, було проведено експертне оцінювання залученням п'яти кваліфікованих логопедів. Ці фахівці мають значний досвід у сфері мовленнєвої терапії та реабілітації, що дозволило забезпечити об'єктивний та професійний аналіз системи. Кожен з експертів оцінював додаток за кількома ключовими критеріями, включаючи зручність інтерфейсу, точність алгоритмів, відгуки користувачів, вплив на мовленнєві навички, стабільність роботи системи та її інноваційність. Результати оцінювання були агреговані та відображені у таблиці 3.1, яка слугує для подальшого аналізу та вдосконалення системи.

Таблиця 3.1 – Оцінка ефективності розробленого додатку

Критерії оцінки	Опис критерію	Бали (з 5 можливих)
Зручність інтерфейсу	Наскільки інтуїтивно зрозумілий і доступний інтерфейс.	4
Точність алгоритмів	Акуратність мовленнєвого аналізу та коректність відгуків.	5
Відгуки користувачів	Задоволеність користувачів функціоналом та результатами.	4
Вплив на мовленнєві навички	Значення впливу системи на покращення мовленнєвих навичок.	5
Стабільність роботи	Надійність роботи системи без збоїв та помилок.	4
Інноваційність	Використання новітніх технологій та підходів.	4

На основі проведеної експертної оцінки (див.Табл. 3.1), можна зробити висновок про високу ефективність розробленої системи. Особливо високі оцінки отримали точність алгоритмів та вплив на мовленнєві навички, що засвідчує акуратність мовленнєвого аналізу та суттєве покращення мовленнєвих навичок користувачів, з балами відповідно 5 із 5. Зручність інтерфейсу, відгуки користувачів, стабільність роботи та інноваційність також отримали високі оцінки (по 4 бали), що підтверджує інтуїтивність і доступність інтерфейсу, надійність роботи додатку та задоволеність користувачів. Ці результати вказують на значний потенціал додатку в покращенні якості надання логопедичних послуг за допомогою мобільних технологій.

3.2 Тестування програмної системи

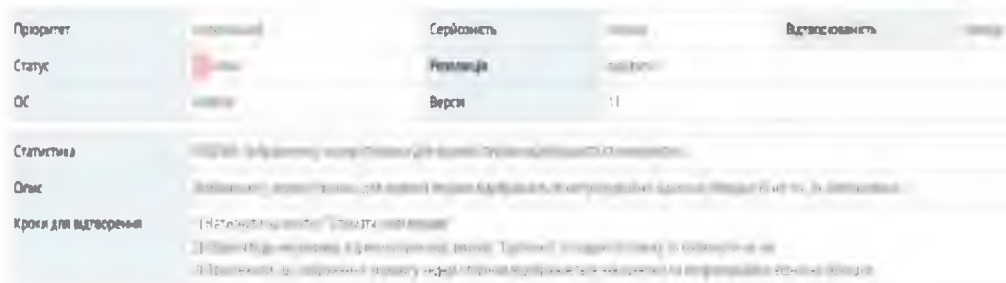
На основі проведеної експертної оцінки (див.Табл. 3.1), можна зробити висновок про високу ефективність розробленої системи. Особливо високі оцінки отримали точність алгоритмів та вплив на мовленнєві навички, що засвідчує акуратність мовленнєвого аналізу та суттєве покращення мовленнєвих навичок користувачів, з балами відповідно 5 із 5. Зручність інтерфейсу, відгуки користувачів, стабільність роботи та інноваційність також отримали високі оцінки (по 4 бали), що підтверджує інтуїтивність і доступність інтерфейсу, надійність роботи додатку та задоволеність користувачів. Ці результати вказують на значний потенціал додатку в покращенні якості надання логопедичних послуг за допомогою мобільних технологій.

Тестування мобільних додатків є невід'ємною частиною процесу розробки програмного забезпечення, що забезпечує його якість, надійність та відповідність вимогам користувачів. Одним з ефективних інструментів для управління процесом тестування є система відстеження помилок Mantis, який був використаний під час тестування поданої логопедичної програмної системи. Mantis дозволяє не лише фіксувати та управляти помилками, але й оптимізувати робочі процеси завдяки широкому набору функцій та інтеграцій.

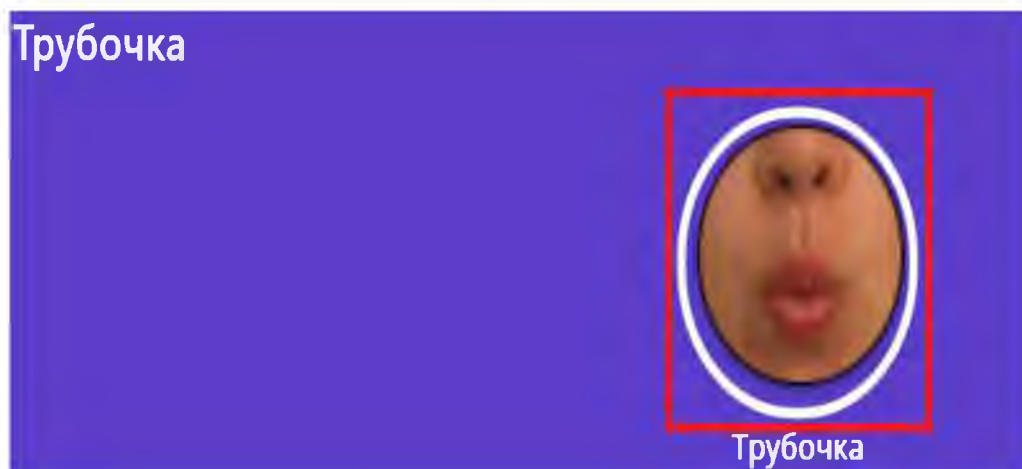
Крім того, Mantis має ряд переваг, які роблять його особливо корисним для тестування мобільних додатків. По-перше, ця система є гнучкою та легко налаштовується під специфічні потреби проекту, що дозволяє адаптувати її до різних методологій розробки. По-друге, Mantis підтримує інтеграцію з іншими інструментами, такими як системи контролю версій та автоматизації тестування, що забезпечує комплексний підхід до управління процесом тестування. По-третє, Mantis надає зручний інтерфейс для командної роботи, сприяючи ефективній комунікації між розробниками, тестувальниками та іншими учасниками проекту.

Далі розглядаються помилки, що вдалось виявити під час тестування мобільного додатку та особливості використання Mantis для цілей тестування.

У процесі тестування системи першою була виявлена помилка, пов'язана з некоректним відображенням зображення вправи у верхній панелі на сторінці вправи. Ця помилка призводила до того, що зображення не відображалось належним чином, що негативно впливало на користувацький досвід та порушувало загальну естетичну цілісність інтерфейсу.



а) Зображення баг-репорту у Mantis



б) Додаток із представленням помилки

Рисунок 3.3. – Опис помилки неправильного відображення зображення

Подальший аналіз виявленої проблеми дозволив встановити її причини та розробити відповідні заходи для їх усунення, що включали коригування коду відображення зображень та проведення додаткового тестування для підтвердження виправлення помилки.

Окрім помилки, описаної вище, на головній сторінці було виявлено ще одну функціональну помилку, пов'язану зі зміною кольорової палітри. Вона виникала при взаємодії з кнопкою для зміни кольору, що призводило до некоректного відображення кольорів інтерфейсу. Звіт про виявлену помилку було задокументовано у Mantis, як показано на рисунку 4.4.



Рисунок 3.4. – Опис помилки неробочої кнопки “Змінити кольорову тему”

Для усунення цієї проблеми було проведено повторне тестування кнопки для зміни кольору та внесено зміни до логіки її роботи. Ці зміни дозволили забезпечити правильне відображення кольорової палітри, тим самим підвищивши загальну функціональність та естетичну привабливість інтерфейсу додатку.

Важливість своєчасного виявлення та усунення таких помилок полягає у забезпеченні високої якості користувацького інтерфейсу, що є критичним для зручності та задоволеності кінцевих користувачів додатку.

3.3 Сценарій роботи користувача з системою

Після запуску додатку користувач має можливість оновити список вправ, натиснувши кнопку "Оновити вправи". У результаті завантажуються всі доступні логопедичні вправи, що дозволяє користувачу обрати будь-яку з них зі списку. Після вибору вправи відкривається відповідна сторінка, де користувач

може переглянути зображення, назву, опис виконання та відеопредставлення техніки виконання логопедичного завдання, яке можна відтворити безпосередньо у додатку. Додатково, на цій сторінці доступна скоромовка, яку користувач може прослухати від AI-диктора та повторити, натиснувши кнопку "Відтворити скоромовку".

Повернувшись на головну сторінку, користувач має можливість змінити кольорову палітру додатку, натиснувши на кнопку "Змінити кольорову тему". Ця функція дозволяє адаптувати зовнішній вигляд інтерфейсу додатку відповідно до індивідуальних вподобань користувача, підвищуючи загальний комфорт та задоволеність від користування додатком.

Підсумовуючи, розробка інтерактивної системи для підтримки осіб із порушеннями мовлення з використанням .NET Multi-platform App UI дозволила створити зручний, інтуїтивно зрозумілий та ефективний користувацький інтерфейс для мобільного додатку. Проведена експертна оцінка підтвердила високу ефективність системи, зокрема точність алгоритмів та позитивний вплив на мовленнєві навички користувачів. Виявлені під час тестування помилки були оперативно усунуті за допомогою системи відстеження помилок Mantis, що забезпечило стабільність роботи додатку. Функціонал зміни кольорової теми та відеопредставлення техніки виконання вправ додатково підвищили зручність та привабливість інтерфейсу. Таким чином, розроблена система має значний потенціал у покращенні якості надання логопедичних послуг за допомогою сучасних мобільних технологій.

ВИСНОВКИ

Розробка інтерактивного мобільного додатку для підтримки осіб із порушеннями мовлення продемонструвала значні переваги у використанні технологій для логопедії. За допомогою цього додатку вдалося не тільки покращити доступність мовленнєвих корекційних вправ, але й забезпечити їх адаптивність та персоналізацію для користувачів різних вікових груп. Оцінка ефективності системи експертами-логопедами підтвердила її високу функціональність і здатність значно покращувати мовленнєві навички.

Описано архітектурні та технічні особливості програмного додатка для підтримки осіб із порушеннями мовлення, реалізованого під операційну систему Android. Використання платформи .NET MAUI для кросплатформної мобільної розробки дозволило створити додаток, що ефективно адаптується до різних пристроїв та розмірів екранів. Це значно підвищує зручність використання додатка на різних мобільних пристроях, включаючи мобільні телефони, планшети та ноутбуки.

Важливою особливістю розробки є застосування архітектурного патерну Model-View-ViewModel (MVVM), що забезпечує чіткий розподіл між бізнес-логікою програми та її інтерфейсом користувача. Це сприяє покращенню якості коду, полегшує процес тестування та обслуговування додатка, а також дозволяє розробникам та дизайнерам ефективно співпрацювати під час створення різних частин програми. Завдяки цьому підходу забезпечується висока функціональність та гнучкість додатка.

Додаток використовує Microsoft SQL Server для управління базою даних, що дозволяє ефективно зберігати та обробляти інформацію про користувачів та їх мовленнєві розлади. Використання інструментів, таких як Management Studio 22, значно пришвидшило процес розробки, усунення несправностей та обслуговування бази даних. Це забезпечило надійність та стабільність роботи системи, що є критично важливим для програм, які підтримують осіб із спеціальними потребами.

Важливу роль у додатку відіграють алгоритмічні рішення, зокрема алгоритм відтворення скоромовок, що дозволяє користувачам практикувати вимову у інтерактивній формі. Цей алгоритм включає генерацію аудіо із озвученою скоромовкою та її відтворення за допомогою спеціальної бібліотеки. Такий підхід сприяє покращенню мовленнєвих навичок користувачів, що є основною метою додатка.

Отже, програмний додаток для підтримки осіб із порушеннями мовлення демонструє високу ефективність завдяки використанню сучасних технологій та архітектурних патернів. Застосування .NET MAUI для кросплатформної мобільної розробки та патерну MVVM забезпечило гнучкість, зручність та стабільність додатка. Ефективне управління базою даних та використання спеціалізованих алгоритмів для мовленнєвої терапії дозволяють додатку виконувати свої функції на високому рівні, що сприяє покращенню якості життя користувачів із мовленнєвими розладами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Why is .NET MAUI the Best Choice for App Development?, 2024. URL: <https://clariontechnologies.medium.com/why-is-net-maui-the-best-choice-for-app-development-e7783fda52b6>
- [2] Benefits of Microsoft SQL Server: Company Use. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/benefits-microsoft-sql-server-company-use-team-venti-7byoe/>
- [3] Model-View-ViewModel (MVVM) | Microsoft Learn. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/architecture/maui/mvvm>
- [4] Kim, Y., Kim, M., Kim, J., & Song, T. J. (2024). Smartphone-Based Speech Therapy for Poststroke Dysarthria: Pilot Randomized Controlled Trial Evaluating Efficacy and Feasibility. *Journal of Medical Internet Research*. URL: <https://www.jmir.org/2024/1/e56417/>
- [5] Tovar, K. T., & Acuña, L. D. M. The Implementation of Speech Blubs App in Fostering English Language Skills of a Child with Autism. URL: <https://repositorio.utp.edu.co/bitstreams/9c6eff76-235c-44ad-a675-01bb749801dd/download>
- [6] De Leo, G., Ronski, M. A., King, M., & Renzi, M., (2024). A mHealth application for the training of caregivers of children with developmental disorders in South Africa: rationale and initial piloting. *mHealth*. URL: <https://mhealth.amegroups.org/article/view/123595/html>
- [7] Neumann, D., Qureshi, F., Armstrong, A., & Sutter, S. (2024). Usability Study of a Mobile Application Tool to Aide Therapies Targeting Improvement of Emotional Awareness and Labeling After Brain Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003999324002326>
- [8] Hayashi, K., & Sato, T. The Effectiveness of ChatGPT in Enhancing English Language Proficiency and Reducing Second Language Anxiety (L2). URL: https://www.researchgate.net/publication/377752624_The_Effectiveness

_of_ChatGPT_in_Enhancing_English_Language_Proficiency_and_Reducing_Second_Language_Anxiety_L2

[9] Rykova, E., & Walther, M. (2024). AphaDIGITAL–Digital Speech Therapy Solution for Aphasia Patients with Automatic Feedback Provided by a Virtual Assistant. ScholarSpace. URL:

<https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/items/124aeaf8-62ba-48d8-86e2-df319d687ad6>

[10] Kim, H. J., Lee, S. H., & Kim, J. (2024). Feasibility, Satisfaction, and Effectiveness of a Smartphone Application-Based Voice and Speech Training Program for Parkinson's Disease. ResearchSquare. URL:

<https://www.researchsquare.com/article/rs-4249623/latest>

[11] Wijesooriya, W., Doloswala, T., & Co. (2023). Katha App: Sinhala Phonological Disorder Detection and Treatment in Early Childhood. IEEE Xplore. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10417279/>

[12] Koralage, H. C., Liyanage, G. N. J., & Co. (2023). IHear-Mobile Application for Hearing-Impaired Children to Facilitate Their Hearing and Speech Abilities. IEEE Xplore. URL:

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10417568/>

[13] Основні напрямки логопедичної роботи. [Електронний ресурс]. - 2021. - Режим доступу до ресурсу: <https://naurok.com.ua/osnovni-napryamki-logopedichno-roboti-221139.html>

[14] Types and main activities of speech therapy. [Електронний ресурс]. - 2019. - Режим доступу до ресурсу: <https://prayatna.co.in/6-types-and-main-activities-of-speech-therapy/>

[15] Проблема системних порушень мовлення в медико-психолого-педагогічних дослідженнях. - [Електронний ресурс]. URL: <https://logo.kpnu.edu.ua/konferentsii-ta-seminary/martynenko-i-v/>

[16] Причини, симптоми та лікування заїкання у підлітків, дітей та дорослих. - [Електронний ресурс]. URL: <https://dobrobut.com/ua/med/c-priciny-symptomy-i-lecenie-zaikania-u-podrostkov-detej-i-vzroslyh>

[17] Контузія. Причини, симптоми, лікування та ймовірні наслідки. - [Електронний ресурс]. URL:<https://www.enableme.com.ua/ua/article/kontuzia-pricini-simptomi-likuvanna-ta-jmovirni-naslidki-9286>

[18] Афазія – симптоми, причини та діагностика. - [Електронний ресурс]. URL:<https://bettertone.com.ua/uk/afaziia-symptomy-prychyny-ta-diahnostyka/>

[19] Комар М.П., Саченко А.О., Васильків Н.М., Гладій Г.М., Коваль В.С., Лип'яніна-Гончаренко Х.В. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи з освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти. Тернопіль: ЗУНУ, 2024. 52 с.

[20] Загальні методичні рекомендації з підготовки, оформлення, захисту та оцінювання кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) і другого (магістерського) рівнів. Тернопіль: ЗУНУ, 2024. 83 с.

[21] Мельник А., Лип'яніна-Гончаренко Х.В. (2024). Інтерактивний додаток для підтримки осіб з порушенням мовлення. Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах, (2), 5-17. <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2024-78-1>

ДОДАТОК А
Програмний код розроблених сторінок мобільного додатка

Програмний код основної сторінки.

```
<ContentPage
  x:Class="Balachka.View.MainPage"
  xmlns="http://schemas.microsoft.com/dotnet/2021/maui"
  xmlns:x="http://schemas.microsoft.com/winfx/2009/xaml"
  xmlns:model="clr-namespace:Balachka.Model"
  xmlns:viewmodel="clr-namespace:Balachka.ViewModel"
  xmlns:ios="clr-
namespace:Microsoft.Maui.Controls.PlatformConfiguration.iOSSpecific;assembly=
Microsoft.Maui.Controls"
  ios:Page.UseSafeArea="True"
  Title="Балачка"
  x:DataType="viewmodel:ExercisesViewModel">
  <Grid x:Name="MainGrid"
    ColumnDefinitions="*,*"
    ColumnSpacing="5"
    RowDefinitions="*,Auto"
    RowSpacing="0"
    BackgroundColor="{AppThemeBinding Light={StaticResource
LightBackground}, Dark={StaticResource DarkBackground}}">
    <RefreshView
      Grid.ColumnSpan="2"
      Command="{Binding GetExercisesCommand}"
      IsRefreshing="{Binding IsRefreshing}">
      <CollectionView
        x:Name="ExercisesCollection"
        ItemsSource="{Binding Exercises}"
```

```

        SelectionMode="None">
<CollectionView.EmptyView>
    <StackLayout Padding="100">
        <Image x:Name="Hi"
            HorizontalOptions="Center"
            HeightRequest="200"
            WidthRequest="200"
            Source="nodata.png"
            VerticalOptions="Center" />
    </StackLayout>
</CollectionView.EmptyView>
<CollectionView.ItemTemplate>
    <DataTemplate x:DataType="model:Exercise">
        <Grid Padding="10" HorizontalOptions="Fill">
            <Frame HeightRequest="125" Style="{StaticResource
CardView}">
                <Frame.GestureRecognizers>
                    <TapGestureRecognizer
                        Command="{Binding Source={RelativeSource
AncestorType={x:Type viewModel:ExercisesViewModel}},
Path=GoToDetailsCommand}"
                        CommandParameter="{Binding .}"/>
                </Frame.GestureRecognizers>
                <Grid Padding="0" ColumnDefinitions="125,*">
                    <Image
                        Aspect="AspectFill"
                        HeightRequest="125"
                        Source="{Binding ImageURL}"
                        WidthRequest="125" />
                </Grid>
            </Frame>
        </Grid>
    </DataTemplate>
</CollectionView.ItemTemplate>
</CollectionView>
</StackLayout>
</Page>

```

```

        VerticalOptions="Center"
        Grid.Column="1"
        Padding="10">
        <Label Style="{StaticResource LargeLabel}"
Text="{Binding Name}" />
        <Label Style="{StaticResource MediumLabel}"
Text="{Binding Frequency, StringFormat='Повторювати {0}'}" />
    </VerticalStackLayout>
</Grid>
</Frame>
</Grid>
</DataTemplate>
</CollectionView.ItemTemplate>
</CollectionView>
</RefreshView>

```

```

<Button
    Grid.Row="1"
    Grid.Column="0"
    Margin="8"
    Command="{Binding GetExercisesCommand}"
    IsEnabled="{Binding IsNotBusy}"
    Style="{StaticResource ButtonOutline}"
    Text="Отримати вправи" />

```

```

<Button
    Grid.Row="1"
    Grid.Column="1"
    Margin="8"

```

```
Clicked="ChangeAppThemeButtonClicked"
IsEnabled="{Binding IsNotBusy}"
Style="{StaticResource ButtonOutline}"
Text="Змінити кольорову тему" />
```

```
<ActivityIndicator
    Grid.RowSpan="2"
    Grid.ColumnSpan="2"
    HorizontalOptions="Fill"
    IsRunning="{Binding IsBusy}"
    IsVisible="{Binding IsBusy}"
    Color="{StaticResource Primary}"
    VerticalOptions="Center" />
```

```
</Grid>
```

```
</ContentPage>
```

Програмний код сторінки з конкретною вправою

```
<ContentPage
    x:Class="Balachka.DetailsPage"
    xmlns="http://schemas.microsoft.com/dotnet/2021/maui"
    xmlns:x="http://schemas.microsoft.com/winfx/2009/xaml"
    xmlns:viewmodel="clr-namespace:Balachka.ViewModel"
    Title="{Binding Exercise.Name}"
    x:DataType="viewmodel:ExerciseDetailsViewModel">
    <ScrollView BackgroundColor="{AppThemeBinding Light={StaticResource
LightBackground}, Dark={StaticResource DarkBackground}}">
        <Grid RowDefinitions="Auto,Auto,*">
            <BoxView
                BackgroundColor="{StaticResource Primary}"
```

```
Grid.RowSpan="2"  
HorizontalOptions="Fill"  
VerticalOptions="Fill"/>
```

```
<Border StrokeShape="RoundRectangle 80"  
    Stroke="White"  
    StrokeThickness="6"  
    HeightRequest="172"  
    WidthRequest="172"  
    Margin="0,8,0,0"  
    Padding="-2,0,0,-8"  
    HorizontalOptions="Center"  
    VerticalOptions="Center">  
    <Image Aspect="AspectFill"  
        HeightRequest="160"  
        HorizontalOptions="Center"  
        VerticalOptions="Center"  
        Source="{Binding Exercise.ImageURL}"  
        WidthRequest="160"/>  
</Border>
```

```
<Label Style="{StaticResource LargeLabel}"  
    Grid.Row="1"  
    TextColor="White"  
    FontAttributes="Bold"  
    Text="{Binding Exercise.Name}"  
    HorizontalOptions="Center"  
    Margin="0,0,0,8"/>
```

```

<VerticalStackLayout Grid.Row="2" Padding="20" Spacing="10">
    <Label Style="{StaticResource MediumLabel}" Text="{Binding
Exercise.Description, StringFormat='Опис до вправи: {0}'}" />
    <Label Style="{StaticResource MediumLabel}" Text="{Binding
Exercise.Frequency, StringFormat='Кількість повторень: {0}'}" />
    <Label Style="{StaticResource MediumLabel}" Text="Відео
представлення: " Padding="0,15,0,0"/>
    <WebView Source="{Binding Exercise.VideoURL}"
HeightRequest="340" WidthRequest="470" VerticalOptions="FillAndExpand"
HorizontalOptions="FillAndExpand"/>

    <Label Style="{StaticResource MediumLabel}" Text="Додаткове
завдання: " Padding="5,15,0,0"/>
    <Label Style="{StaticResource MediumLabel}" Text="Зараз Ви почуєте
скоромовку, які потрібно буде повторити за диктором" Padding="0,15,0,0"/>

    <Label Style="{StaticResource MediumLabel}" Text="Голос AI-диктора:
" Padding="0,5,0,10"/>
    <Button Style="{StaticResource ButtonOutline}" Text="Відтворити
скоромовку" Clicked="PlayAudio" />
</VerticalStackLayout>
</Grid>
</ScrollView>
</ContentPage>

```

Програмний код отримання та підв'язки даних з бази даних.

```

namespace Balachka.Services;
public class ExerciseService
{
    // HttpClient httpClient;
    SqlConnection sqlConnection;

```

```

public ExerciseService()
{
    string dbName = "SpeechTherapyDatabaseDB";
    string serverDBName = "[myServerName]";
    string sqlConnectionString = $"Data Source={serverDBName};Initial
Catalog={dbName}; Trusted_Connection=true";
    this.sqlConnection = new SqlConnection(sqlConnectionString);
}

List<Exercise> exerciseList;
public async Task<List<Exercise>> GetExercises()
{
    if (exerciseList?.Count > 0)
        return exerciseList;

    try
    {
        if (sqlConnection.State == ConnectionState.Open)
        {
            sqlConnection.Close();
        }

        List<Exercise> list = new List<Exercise>();
        string sqlQueryString = "SELECT * FROM dbo.Exercise";
        using (var command = new SqlCommand() { Connection = sqlConnection,
CommandText = $" {sqlQueryString}" })
        {
            sqlConnection.Open();
            var reader = command.ExecuteReader();

```

```

while (reader.Read())
{
    list.Add(new Exercise
    {
        Name = reader["Name"].ToString(),
        Description = reader["Description"].ToString(),
        ImageURL = reader["ImageURL"].ToString(),
        VideoURL = reader["VideoURL"].ToString(),
        Complexity = Convert.ToInt32(reader["Complexity"]),
        Frequency = reader["Frequency"].ToString()
    });
}
reader.Close();
exerciseList = list;
return exerciseList;
}
}
catch (Exception ex)
{
    await App.Current.MainPage.DisplayAlert("Error", ex.Message, "OK");
    throw;
}
}
}
}

```

Програмний код для базової ViewModel частини.

```

namespace Balachka.ViewModel;
public partial class BaseViewModel : ObservableObject

```

```

{
    [ObservableProperty]
    [NotifyPropertyChangedFor(nameof(IsNotBusy))]
    bool isBusy;

    [ObservableProperty]
    string title;

    public bool IsNotBusy => !IsBusy;
}

```

Програмний код ViewModel частини для вправ.

```

using Balachka.Services;
namespace Balachka.ViewModel;

public partial class ExercisesViewModel : BaseViewModel
{
    public ObservableCollection<Exercise> Exercises { get; } = new();
    ExerciseService exerciseService;
    public ExercisesViewModel(ExerciseService exerciseService)
    {
        Title = "Балачка";
        this.exerciseService = exerciseService;
    }

    [RelayCommand]
    async Task GoToDetails(Exercise exercise)
    {
        if (exercise == null)

```

```
return;
```

```
await Shell.Current.GoToAsync(nameof(DetailsPage), true, new  
Dictionary<string, object>  
{  
    {"Exercise", exercise }  
});  
}
```

```
[ObservableProperty]
```

```
bool isRefreshing;
```

```
[RelayCommand]
```

```
async Task GetExercisesAsync()
```

```
{  
    if (IsBusy)  
        return;  
    try  
    {  
        IsBusy = true;  
        var exercises = await exerciseService.GetExercises();  
  
        if(Exercises.Count != 0)  
            Exercises.Clear();  
  
        foreach(var exercise in exercises)  
            Exercises.Add(exercise);  
    }  
}
```

```
catch (Exception ex)
{
    Debug.WriteLine($"Unable to get exercises: {ex.Message}");
    await Shell.Current.DisplayAlert("Error!", ex.Message, "OK");
}
finally
{
    IsBusy = false;
    IsRefreshing = false;
}
}
```

ДОДАТОК Б
Апробація отриманих результатів

ISSN 2219-9365
DOI: 10.31891/2219-9365

**Міжнародний науково-технічний
журнал**

**ВИМІРЮВАЛЬНА ТА
ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА
В ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПРОЦЕСАХ**

2024, № 2

**International scientific-technical
journal**

**MEASURING AND COMPUTING
DEVICES IN TECHNOLOGICAL
PROCESSES**

2024, Issue 2

**Хмельницький 2024
Khmelnytskyi 2024**

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЖУРНАЛ
ВІМІРЮВАЛЬНА ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ

Затверджений як фахове видання (перереєстрація), група «Б»
Наказ МОН 28.12.2019 №1643

Засновано в травні 1997 р.

Виходить 4 рази на рік

Хмельницький, 2024, № 2 (78)

Засновник і видавець: Хмельницький національний університет
(до 2005 р. — Технологічний університет Поділля, м. Хмельницький)

Наукова бібліотека України ім. В.І. Вернадського <http://nbuv.gov.ua/j-tf.vot>

Журнал включено до наукометричних баз:

Index Copernicus <http://iml2012.indexcopernicus.com/p247815653.html>
Google Scholar http://scholar.google.com.ua/citations?user=nwN_misAAAAJ&hl=uk
CrossRef <http://dx.doi.org/10.31891/2219-9365>

Головний редактор Мартинюк В. В., д. т. н., професор, завідувач кафедри автоматизації,
комп'ютерно-інтегрованих технологій і телекомунікацій
Хмельницького національного університету

Заступник головного редактора Бойко Ю. М., д. т. н., професор кафедри телекомунікацій та радіотехніки,
начальник науково-дослідної частини Хмельницького національного університету

Відповідальний секретар Кравчик Ю. В., к. е. н., старший викладач кафедри економіки, менеджменту
та адміністрування Хмельницького національного університету

Члени редколегії

Бармак О. В., д.т.н., Бедратюк І. П., д.фл.-мат.н., Бубулис Алімантас, д.т.н. (Литва), Висілевський О. М., д.т.н.,
Горюшенко К. Л., к.т.н., Зоренко В. Г., д.т.н., Калачинський Томаш, PhD (Польща), Косенков В. Д., к.т.н.,
Кулаков П. І., д.т.н., Кухарчук В. В., д.т.н., Кучерук В. Ю., д.т.н., Лампасі Алессандро, PhD (Італія),
Лукасеніч Маріян, PhD (Польща), Мрозинський Адам, PhD (Польща), Мусяль Януш, PhD (Польща),
Ортігуейра Мануель Дуарте, PhD (Португалія), Походило Є. В., д.т.н., Пенхалинос Костас, PhD (Греція),
Савенко О. С., д.т.н., Семенко А. І., д.т.н., Сурду М. М., д.т.н., Шарпан О. Б., д.т.н.

Технічний редактор Кравчик Ю. В., к. е. н., доцент.

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Хмельницького національного університету,
протокол № 0, від 30.05.2024

Адреса редакції: Україна, 29016,
м. Хмельницький, вул. Інститутська, 11,
Хмельницький національний університет,
Редакція журналу "Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах"
067-347-74-57
e-mail: vottp@khmnu.edu.ua
web: <http://vottp.khmnu.edu.ua>

Зареєстровано Міністерством України у справах преси та інформації.
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ № 24923-14963 НР від 12 липня 2021 року (перереєстрація)

- © Хмельницький національний університет, 2024
- © Редакція журналу «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах», 2024

МЕЛЬНИК Анна

Західноукраїнський національний університет
e-mail: melnykanna524@gmail.com

ЛІП'ЯНИНА-ГОНЧАРЕНКО Христинна

Західноукраїнський національний університет
<https://orcid.org/0009-0002-2441-6292>
e-mail: lb.lipianina@vnu.edu.ua

ІНТЕРАКТИВНИЙ МОБІЛЬНИЙ ДОДАТОК ДЛЯ ПІДТРИМКИ ОСІБ ІЗ ПОРУШЕННЯМИ МОВЛЕННЯ

У зв'язку з швидким розвитком технологій і поширенням мобільних пристроїв, використання мобільних додатків у сфері логопедії відкриває нові можливості для вдосконалення методів корекції мовленнєвих порушень у дітей та дорослих. Мобільні додатки стають потужним інструментом для надання логопедичних послуг, забезпечуючи доступ до корекційних вправ у будь-який зручний для користувача час. Метою даної роботи є розробка програмної реалізації інтерактивної системи для підтримки осіб із порушеннями мовлення. В статті детально описані архітектурні рішення, що були використані під час розробки додатку, його структура та порівняння з вже існуючими аналогами. Особливістю програмного додатку є те, що він орієнтований не лише на дитячу, але й на дорослу аудиторію, а також використовує засоби штучного інтелекту для реалізації функціоналу, пов'язаного з відтворенням скороомовок. Очікується, що досліджувана програмна система сприятиме покращенню методів роботи логопедів та підвищенню якості надання логопедичних послуг за допомогою мобільних технологій.

Ключові слова: мобільний додаток, MIVM, логопедія, мовні порушення.

MELNYK Anna, LIPIANINA-HONCHARENKO Khrystyna
West Ukrainian National University

AN INTERACTIVE MOBILE APPLICATION FOR SUPPORTING PEOPLE WITH SPEECH DISABILITIES

Today, diagnoses related to speech defects are established much more often than twenty years ago. Detection of violations in the pronunciation of sounds and the structure of sentences are observed in 80% of preschoolers, while half a century ago, three quarters of children could speak clearly. Another problem is that more and more adults are left with unresolved language impairments that accompany them throughout their lives.

Many people tend to believe that speech therapy is limited only to the treatment of children with speech disorders. In reality, however, speech therapists can help with a variety of speech, communication, and language-related symptoms experienced by patients, including those with blast brain injuries.

Due to the rapid advancement of technology and the widespread use of mobile devices, the utilization of mobile applications in the field of speech therapy opens up new possibilities for enhancing methods of correcting speech disorders in both children and adults. Mobile applications serve as powerful tools for delivering speech therapy services, providing access to corrective exercises at the user's convenience. This study aims to justify and present the software implementation of a speech therapy system in the form of a mobile application using modern tools. The article provides a detailed description of the architectural solutions used during the application development, its structure, and a comparison with existing analogs. A distinctive feature of the software application is its orientation not only at children, but also at an adult audience, and the utilization of artificial intelligence tools to implement functionality related to tongue twister reproduction. It is expected that the studied software system will contribute to the improvement of speech therapists' work methods and enhance the quality of speech therapy services provided through mobile technologies.

Keywords: mobile application, MIVM, speech therapy, speech disorders.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

На сьогоднішній день діагнози, пов'язані з дефектами мовлення, встановлюють значно частіше, ніж двадцять років тому. Виявлення порушень у вимові звуків та структурі речень спостерігаються у 80% дошкільнят, тоді як ще півстоліття тому три чверті дітей могли розмовляти чисто. Проблемаю також є те, що все більше дорослих залишаються із невирішеними мовними порушеннями, які супроводжують їх протягом усього життя.

Багато людей схильні вважати, що логопедія обмежується лише лікуванням дітей з порушеннями вимови. У реальності ж логопеди можуть надавати допомогу при різних симптомах, пов'язаних з мовленням, комунікацією та мовою загалом, з якими стикаються пацієнти, у тому числі й ті, хто мають черепно-мозкові травми внаслідок вибухової хвилі.

Розглядаючи сучасну ситуацію в Україні, можна зазначити, що порушення мовлення у військовослужбовців, спричинені струсами мозку внаслідок вибухових хвиль, становлять соціальну

проблему. Саме тому потерпіли внаслідок вищезазначеного типу черепно-мозкової травми розглядаються як важлива складова шльової аудиторії розглянутого програмного рішення.

Отже, актуальність даної роботи визначається тенденцією поширення проблем мовлення серед населення, зокрема серед військовослужбовців внаслідок черепно-мозкових травм, та необхідністю розробки програмної системи з метою забезпечення доступних засобів для корекції та підтримки осіб з дефектами мовлення.

АНАЛІЗ ВІДОМИХ РІШЕНЬ І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

У сучасних дослідженнях розглядається використання мобільних додатків для підтримки мовної терапії та навчання. Наприклад, у статті [4] вивчають ефективність застосування смартфон-базованої мовної терапії для людей після інсульту, що має на меті покращення розбірливості мовлення. У роботі [5] аналізують вплив мобільного додатку Speech Blubs на розвиток мовних навичок у дітей з аутизмом. В статті [6] розглядають мобільний додаток для навчання опікунів дітей з розвитковими порушеннями у Південній Африці. В роботі [7] оцінюють користувачьку придатність мобільного інструменту, призначеного для підтримки терапій, спрямованих на покращення емоційної обізнаності та маркування після травми мозку. Останнє дослідження Hayashi і Sato [8] показує, як застосування ШІ-асистованого мобільного додатку може покращити володіння англійською мовою та знизити гнєвжність при вивченні другої мови. В статті Rykova і Walther [9] описано розроблений AlphaDIGITAL, мобільний додаток для підтримки німецькомовних пацієнтів з афазією, який надає автоматичний зворотний зв'язок через віртуального помічника, що спрощує традиційні методи мовної терапії. В дослідженні Kim, Lee і Kim [10] оцінюють мобільний додаток для тренувань голосу та мови при хворобі Паркінсона, звертаючи увагу на його зручність, задоволеність користувачів та терапевтичну ефективність. Інше дослідження зосереджується на ідентифікації та лікуванні мовних порушень у дітей за допомогою дружнього до користувача мобільного додатку, що інтегрує технології в мовну терапію. Katha App, представлений в роботі [11], спрямований на виявлення та лікування фонологічних порушень у дітей, що говорять сингальською, включаючи інтервенції на ранніх етапах літності. Додаток Hear авторів Korahge, Lyanage, & Co [12] призначений для допомоги дітям з вадами слуху, поліпшуючи їхні мовні та слухові здібності за допомогою передових алгоритмів для впізнавання та підтримки мовних моделей дітей.

У контексті даного дослідження, яке зосереджене на розробці інтерактивного мобільного додатку для підтримки осіб з порушеннями мовлення, аналіз схожих робіт вказує на ряд близьких аналогів. Зокрема, дослідження Rykova та Walther [9] та Kim, Lee і Kim [10] мають значні паралелі з даним дослідженням, адже обидва займаються мобільними додатками, що спрямовані на покращення мовних навичок пацієнтів через використання передових технологій. Однак, даний проект вирізняється тим, що націлений не тільки на дітей, а й на дорослих користувачів, що розширює шльову аудиторію. На відміну від Katha App від Wijesooriya та колег [11], який фокусується на конкретній мовній групі (сингальськомовні діти), розроблений в цьому дослідженні додаток використовує багатомовні можливості, що дозволяє йому бути застосованим у різних лінгвістичних контекстах. Це створює більш універсальне рішення для користувачів з різних культурних та мовних середовищ.

Додатково, дана робота інтегрує інноваційні засоби штучного інтелекту для автоматизації і персоналізації навчальних процесів, зокрема, через використання алгоритмів для відтворення скоромовок, що не лише підтримує навчання, але й робить процес більш захоплюючим і динамічним.

МЕТАСТАТТІ

Метою даної роботи є розробка програмної реалізації інтерактивної системи для підтримки осіб із порушеннями мовлення. Програмний додаток має сприяти покращенню методів роботи логопедів та підвищенню якості надання логопедичних послуг за допомогою мобільних технологій. Для досягнення поставленої мети потрібно виконати наступні задачі:

Розробити архітектурні рішення та технології, що використовуються під час розробки програмної системи.

Імплементация алгоритмів штучного інтелекту для аналізу та корекції мовлення.

Тестування та валідація програмної системи.

ВІКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Програмне рішення було реалізоване під операційну систему Android, для версії Android 10 та вище. Розробка було проведена за допомогою платформи .NET та фреймворку для кросплатформної мобільної розробки .NET MAUI (.NET Multi-Platform App UI). Однак, незважаючи на можливість поділити бізнес-логіку між різними платформами, в межах даної системи надається пріоритет основній платформі - Android. .NET MAUI пропонує широкий вибір переваг серед яких можна зазначити:

1. Можливість адаптації для різних пристроїв. Сучасні елементи керування користувацького інтерфейсу плавно адаптуються до різних розмірів екрана та платформ, від мобільних телефонів і планшетів до ноутбуків.
2. Ефективність завдяки попередньо створеним елементам керування. Використання попередньо створених елементів керування мінімізує потребу у повторному використанні одного й того самого коду, що дозволяє зменшити терміни розробки.
3. Широкий спектр можливостей для кастомізації об'єктів інтерфейсу [1].

Управління базою даних здійснювалось за допомогою Microsoft SQL Server, що дозволило використовувати різноманітні інструменти, як от Management Studio 22. Це допомогло пришвидшити розробку, усунути несправностей і обслуговування бази даних [2].

Архітектура та алгоритми обробки

У сфері програмного забезпечення, постійний пошук оптимальних методів організації коду та структури проєктів є важливим завданням, спрямованим на підвищення ефективності розробки та підтримки програмних продуктів. Спираючись на це, архітектурні патерни, які визначають загальну структуру програмних систем та взаємодію між їх складовими частинами, набувають великого значення.

Один з таких патернів, що знайшов широке застосування в розробці мобільних додатків та був використаний при розробці досліджуваної логопедичної програмної системи, – Model-View-ViewModel (MVVM). Шаблон MVVM допомагає чітко відокремити бізнес-логіку програми та її логіку презентації від її інтерфейсу користувача (UI). Підтримання чіткого розподілу між логікою програми та інтерфейсом користувача допомагає вирішити численні проблеми розробки та спрощує тестування, обслуговування та розанток програми. Це також дозволяє значно покращити можливості повторного використання коду та дає можливість розробникам і дизайнерам інтерфейсу користувача легше співпрацювати під час розробки відповідних частин програми [3].

У шаблоні MVVM є три основні компоненти: Model, View та ViewModel, де кожен служить для окремої мети. Модель представляє дані та бізнес-логіку, View відповідає графічному інтерфейсу користувача, а ViewModel діє як посередник між моделлю та View. Рисунок 1 представляє структуру зв'язку між компонентами та базою даних.



Рис. 1. Структура зв'язку між компонентами та базою даних

Важливо зазначити, що алгоритмічний аспект додатку має не менш важливе значення, як і архітектурна складова. Алгоритми становлять ключові елементи у вирішенні різноманітних завдань та сприяють глибшому розумінню функціоналу та особливостей програмного додатку. У контексті цього дослідження, один із використаних алгоритмів, а саме алгоритм відтворення сторіночок, описаний на рисунку 2.



Рис. 2. Алгоритм відтворення сторіночок

Як наведено на рисунку 2, спочатку відбувається генерація аудіо із озвученою скоромовкою. Після цього використовуючи методи доступу до файлів у додатку, відкривається доступ до аудіофайлу. Цей процес вкочас в себе використання спеціальної бібліотеки, яка дає можливість працювати з файлами. Наступним кроком є створення об'єкта `audioPlayer`, який, використовуючи отриманий доступ до аудіофайлу зможе відтворити його за допомогою виклику методу `Play()`.

Програма реалізація додатку

Особливу увагу варто приділити опису розробки користувацького інтерфейсу, оскільки він виступає ключовим елементом у взаємодії між користувачем та програмним рішенням. Користувацький інтерфейс визначає зручність та ефективність використання програмного продукту, а також впливає на загальне враження від взаємодії з ним.

Структура описаного логопедичного додатку складається з головної сторінки та окремих сторінок під кожен логопедичну вправу. Це дозволяє користувачу зручно навігуватись між сторінками. Сторінка вправ умовно складається з частини з описом техніки виконання, відео представлення, а також додаткового завдання у вигляді короткої скоромовки, яку необхідно відтворити після АІ-диктора.

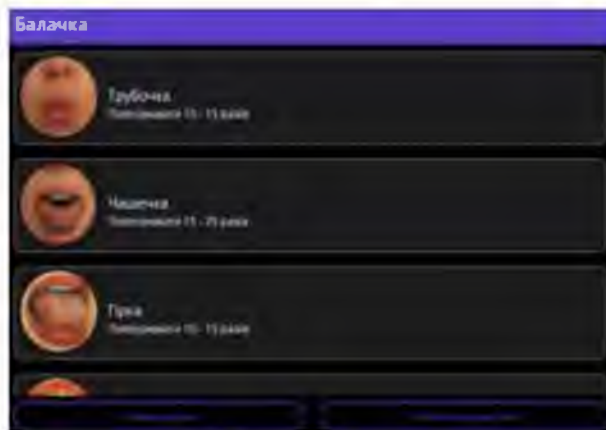


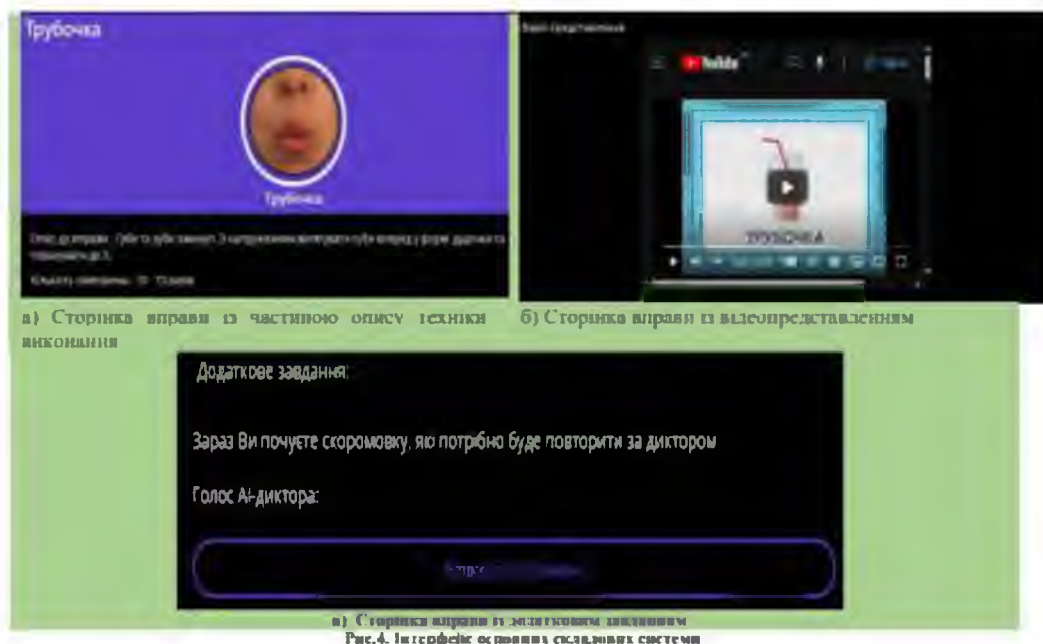
Рис.3. Головна сторінка додатка

У представленому на рисунку 3 зображенні головної сторінки для планшетної версії додатку видно перелік доступних вправ. Після ініціалізації зв'язку з базою даних при запуску додатку, інформація щодо логопедичних завдань автоматично завантажується та стає доступною для користувача. У випадку потреби у нових вправах, користувач може їх отримати, натиснувши відповідну кнопку "Отримати вправи". Для зміни кольорової схеми відображення сторінки, користувач має можливість змінити тему, використовуючи функціонал кнопки "Змінити кольорову тему".

На рисунку 4 наведено детальний опис всіх складових, що становлять сторінки для кожної з логопедичних вправ. Як вже вказувалося, ці сторінки умовно розділяються на три основні частини. Складова, що містить відеопредставлення, дозволяє користувачеві переглянути відео, що демонструє виконання конкретного логопедичного завдання, а також удосконалювати свою техніку, що сприяє максимізації ефективності виконання вправи.

Додаткове завдання, доступне на сторінці, спрямоване на поліпшення артикуляції та закріплення отриманого ефекту після виконання вправи. Це дозволяє користувачеві не лише виконати основне завдання, а й забезпечити тривалий та стійкий результат в покращенні необхідних навичок у мовленні.

У рамках оцінювання ефективності розробленої програмної системи для підтримки осіб із порушеннями мовлення, було проведено експертне оцінювання залученням п'яти кваліфікованих логопедів. Ці фахівці мають значний досвід у сфері мовленнєвої терапії та реабілітації, що дозволило забезпечити об'єктивний та професійний аналіз системи. Кожен з експертів оцінював додаток за кількома ключовими критеріями, включаючи зручність інтерфейсу, точність алгоритмів, відгуки користувачів, вплив на мовленнєві навички, стабільність роботи системи та її інноваційність. Результати оцінювання були агреговані та відображені у таблиці 1, яка слугує для подальшого аналізу та вдосконалення системи.



Оцінка ефективності розробленого додатку

Таблиця 1

Критерій оцінки	Опис критерію	Бали (з 5 можливих)
Зручність інтерфейсу	Наявність інтуїтивного, зрозумілого і зручного інтерфейсу	4
Точність алгоритмів	Акуратність мовленнєвого аналізу та користь від вправ	5
Відгуки користувачів	Задоволеність користувачів і сприйняття їх результатів	4
Вплив на мовленнєві навички	Значення впливу системи на покращення мовленнєвих навичок	5
Стабільність роботи	Наявність роботи системи без збоїв та помилок	4
Легкість встановлення	Висока якість і швидкість встановлення та оновлення	4

На основі проведеної експертної оцінки (див.Табл.1), можна зробити висновок про високу ефективність розробленої системи. Особливо високі оцінки отримали точність алгоритмів та вплив на мовленнєві навички, що засвідчує акуратність мовленнєвого аналізу та суттєве покращення мовленнєвих навичок користувачів, з балами відповідно 5 із 5. Зручність інтерфейсу, відгуки користувачів, стабільність роботи та інноваційність також отримали високі оцінки (по 4 бали), що підтверджує інтуїтивність і доступність інтерфейсу, надійність роботи додатку та задоволеність користувачів. Ці результати вказують на значний потенціал додатку в покращенні якості надання логопедичних послуг за допомогою мобільних технологій.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Розробка інтерактивного мобільного додатку для підтримки осіб із порушеннями мовлення продемонструвала значні переваги у використанні технологій для логопедії. За допомогою цього додатку вдалося не тільки покращити доступність мовленнєвих корекційних вправ, але й забезпечити їх адаптивність та персоналізацію для користувачів різних вікових груп. Оцінка ефективності системи експертами-логопедами підтвердила її високу функціональність і здатність значно покращувати мовленнєві навички.

Перспективи подальшого розвитку даного напрямку досліджень включають розширення функціоналу мобільного додатку за рахунок інтеграції нових алгоритмів штучного інтелекту, що дозволять ще точніше аналізувати мовленнєві дані та автоматизувати процеси навчання та корекції. Також планується збільшення бази мовленнєвих вправ та сценаріїв їх застосування для покриття більш широкого спектру мовленнєвих порушень.

Додатково, актуальним залишається питання залучення більшої кількості користувачів для тестування системи у різних умовах та отримання об'єктивних даних про ефективність додатку у

довгостроковій перспективі. Це допоможе не лише у вдосконаленні технічних аспектів системи, але й у глибшому розумінні її впливу на якість життя пацієнтів із порушеннями мовлення.

Література

1. Why is .NET MAUI the Best Choice for App Development?. 2024. URL: <https://clariontechnologies.medium.com/why-is-net-maui-the-best-choice-for-app-development-e7783fda52b6>
2. Benefits of Microsoft SQL Server: Company Use. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/benefits-microsoft-sql-server-company-use-team-venti-7byoe>
3. Model-View-ViewModel (MVVM) | Microsoft Learn. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/architecture/maui/mvvm>
4. Kim, Y., Kim, M., Kim, J., & Song, T. J. (2024). Smartphone-Based Speech Therapy for Poststroke Dysarthria: Pilot Randomized Controlled Trial Evaluating Efficacy and Feasibility. *Journal of Medical Internet Research*. URL: <https://www.jmir.org/2024/1/e56417/>
5. Tovar, K. T., & Acuña, L. D. M. The Implementation of Speech Blubs App in Fostering English Language Skills of a Child with Autism. URL: <https://repositorio.utp.edu.co/bitstreams/9c6eff76-235c-44ad-a675-01bb749801dd/download>
6. De Leo, G., Romski, M. A., King, M., & Renzi, M. (2024). A mHealth application for the training of caregivers of children with developmental disorders in South Africa: rationale and initial piloting. *mHealth*. URL: <https://mhealth.amegroups.org/article/view/123595.html>
7. Neumann, D., Qureshi, F., Armstrong, A., & Sutter, S. (2024). Usability Study of a Mobile Application Tool to Aide Therapies Targeting Improvement of Emotional Awareness and Labeling After Brain Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003999324002326>
8. Hayashi, K., & Sato, T. The Effectiveness of ChatGPT in Enhancing English Language Proficiency and Reducing Second Language Anxiety (L2). URL: <https://www.researchgate.net/publication/377752624> The Effectiveness of ChatGPT in Enhancing English Language Proficiency and Reducing Second Language Anxiety L2
9. Rykova, E., & Walther, M. (2024). AphaDIGITAL – Digital Speech Therapy Solution for Aphasia Patients with Automatic Feedback Provided by a Virtual Assistant. *ScholarSpace*. URL: <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/items/124aca18-62ba-48d8-86c2-df319d687ad6>
10. Kim, H. J., Lee, S. H., & Kim, J. (2024). Feasibility, Satisfaction, and Effectiveness of a Smartphone Application-Based Voice and Speech Training Program for Parkinson's Disease. *ResearchSquare*. URL: <https://www.researchsquare.com/article/rs-4249623/latest>
11. Wijesooriya, W., Doloswala, T., & Co. (2023). Katha App: Sinhala Phonological Disorder Detection and Treatment in Early Childhood. *IEEE Xplore*. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10417279/>
12. Korlage, H. C., Lryanage, G. N. J., & Co. (2023). IHear-Mobile Application for Hearing-Impaired Children to Facilitate Their Hearing and Speech Abilities. *IEEE Xplore*. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10417568>

References

1. Why is .NET MAUI the Best Choice for App Development?. 2024. URL: <https://clariontechnologies.medium.com/why-is-net-maui-the-best-choice-for-app-development-e7783fda52b6>
2. Benefits of Microsoft SQL Server: Company Use. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/benefits-microsoft-sql-server-company-use-team-venti-7byoe>
3. Model-View-ViewModel (MVVM) | Microsoft Learn. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/architecture/maui/mvvm>
4. Kim, Y., Kim, M., Kim, J., & Song, T. J. (2024). Smartphone-Based Speech Therapy for Poststroke Dysarthria: Pilot Randomized Controlled Trial Evaluating Efficacy and Feasibility. *Journal of Medical Internet Research*. URL: <https://www.jmir.org/2024/1/e56417/>
5. Tovar, K. T., & Acuña, L. D. M. The Implementation of Speech Blubs App in Fostering English Language Skills of a Child with Autism. URL: <https://repositorio.utp.edu.co/bitstreams/9c6eff76-235c-44ad-a675-01bb749801dd/download>
6. De Leo, G., Romski, M. A., King, M., & Renzi, M. (2024). A mHealth application for the training of caregivers of children with developmental disorders in South Africa: rationale and initial piloting. *mHealth*. URL: <https://mhealth.amegroups.org/article/view/123595.html>
7. Neumann, D., Qureshi, F., Armstrong, A., & Sutter, S. (2024). Usability Study of a Mobile Application Tool to Aide Therapies Targeting Improvement of Emotional Awareness and Labeling After Brain Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003999324002326>
8. Hayashi, K., & Sato, T. The Effectiveness of ChatGPT in Enhancing English Language Proficiency and Reducing Second Language Anxiety (L2). URL: <https://www.researchgate.net/publication/377752624> The Effectiveness of ChatGPT in Enhancing English Language Proficiency and Reducing Second Language Anxiety L2
9. Rykova, E., & Walther, M. (2024). AphaDIGITAL – Digital Speech Therapy Solution for Aphasia Patients with Automatic Feedback Provided by a Virtual Assistant. *ScholarSpace*.

- URL: <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/items/124aea68-62ba-48d8-86e2-d0319d687ad6>
10. Kim, H. J., Lee, S. H., & Kim, J. (2024). Feasibility, Satisfaction, and Effectiveness of a Smartphone Application Based Voice and Speech Training Program for Parkinson's Disease. ResearchSquare. URL: <https://www.researchsquare.com/article/rs-4249623/latest>
11. Wijesooriya, W., Doloswala, T., & Co. (2023). Katha App: Sinhala Phonological Disorder Detection and Treatment in Early Childhood. IEEE Xplore. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10417279>
12. Korabage, H. C., Lyanage, G. N. J., & Co. (2023). Hhear-Mobile Application for Hearing Impaired Children to Facilitate Their Hearing and Speech Abilities. IEEE Xplore. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10417568>