

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет комп'ютерної інженерії та управління  
(повна назва)

Кафедра електронних обчислювальних машин  
(повна назва)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**Пояснювальна записка**

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Дослідження методів STT у контексті  
навчального застосування для  
мобільного пристрою  
(тема)

Виконав:

студент II курсу, групи СПМ-22-1  
Лебодкін Є.О.  
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»  
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Системне програмування  
(повна назва освітньої програми)

Керівник: доц. Барковська О.Ю.  
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри ЕОМ

Коваленко А.А.  
(прізвище, ініціали)

2024 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет \_\_\_\_\_ комп'ютерної інженерії та управління \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_ електронних обчислювальних машин \_\_\_\_\_

Рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ другий (магістерський) \_\_\_\_\_

Спеціальність \_\_\_\_\_ 123 «Комп'ютерна інженерія» \_\_\_\_\_  
(код і повна назва)

Тип програми \_\_\_\_\_ освітньо-професійна \_\_\_\_\_  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма \_\_\_\_\_ Системне програмування \_\_\_\_\_  
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

студенту \_\_\_\_\_ Лебодкіну Євгену Олександровичу \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження методів STT у контексті  
навчального застосунку для мобільного пристрою

затверджена наказом по університету від “ 06 ” листопада 2023 р. № 1299Ст

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_ 15 січня 2024 р.

3. Вхідні дані до роботи \_\_\_\_\_

Мобільний пристрій із ОС Android

Інтегроване середовище розробки Android Studio

Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати у роботі \_\_\_\_\_

Огляд мобільних операційних систем

Огляд принципів роботи методів Speech-to-text

Розробка архітектури навчального застосунку для контролю техніки читання

Дослідження STT сервісів для пакетної та стрімінгової конвертації мови в текст

Дослідження методів порівняння текстових масивів

Аналіз отриманих результатів

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів) 21 слайд

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

6. Консультанти розділів роботи (заповнюється за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1 )

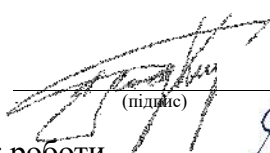
Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд мобільних операційних систем	7.11.2023-10.11.2023	
2	Огляд принципів роботи методів Speech-to-text	11.11.2023-17.11.2023	
3	Розробка архітектури навчального застосунку для контролю техніки читання	18.11.2023-2.12.2023	
4	Дослідження STT сервісів для пакетної та стрімінгової конвертації мови в текст	3.12.2023-18.12.2023	
5	Дослідження методів порівняння текстових масивів	19.12.2023-2.01.2024	
6	Аналіз отриманих результатів	3.01.2024-7.01.2024	
7	Оформлення пояснювальної записки та матеріалів для захисту	08.01.2024-14.01.2024	
8	Подача роботи до ЕК	15.01.2024	

Дата видачі завдання 06 листопада 2023 р.

Студент

  
(підпис)

Керівник роботи

  
(підпис)

доц. Барковська О.Ю.

(посада, прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 75 с., 18 рис., 10 табл., 1 дод., 18 джерел.

МОБІЛЬНА ОС, STT, ПОДІБНІСТЬ РЯДКІВ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ЧИТАННЯ, ВАДИ, ВИМОВА, ЛЕВЕНШТЕЙН, ЖАРО, KOTLIN.

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження методів STT для контролю техніки та швидкості читання школярів молодших класів при користуванні автоматизованими системами контролю техніки читання на мобільних цифрових пристроях.

Для досягнення поставленої мети в роботі було проаналізовано вимоги та принципи створення мобільної гри для дітей, враховуючи вікові особливості цільової аудиторії; виконано порівняльний аналіз існуючих операційних систем для мобільних пристроїв, особливості створення додатків та доступні сервіси; розглянуто особливості та вимоги сервісів перетворення голосу у текст для мобільних пристроїв. Моделювання дослідження сервісів STT за критеріями доступності, залежності від Internet підключення, вимог до обчислювальних ресурсів, а також дослідження методів визначення подібності рядків на основі посимвольного порівняння було проведено на основі розробленої моделі автоматизованої системи контролю техніки читання для дітей молодшого шкільного віку.

Аналіз отриманих результатів показав, що для коротких текстів при відсутності мовленнєвих порушень у дитини, або при виявленні ліспінгу та ротацизму, кращим є вибір методу Левенштейна. У випадку виявлення дислалії, варто обирати метод порівняння текстів Жаро.

## ABSTRACT

Master's thesis: 75 pages, 18 figures, 10 tables, 1 appendix, 18 sources.

MOBILE OS, STT, STRING SIMILARITY, RESEARCH, READING, DEFECTS, PRONUNCIATION, LEWENSTEIN, JARO, KOTLIN.

The major goal of this thesis is to study STT methods for monitoring the technique and speed of reading of elementary school students when using automated systems for monitoring reading technique on mobile digital devices.

To achieve the goal, the work analyzed the requirements and principles of creating a mobile game for children, taking into account the age characteristics of the target audience; a comparative analysis of existing operating systems for mobile devices, features of application creation and available services was performed; features and requirements of voice-to-text services for mobile devices are considered. Modeling research of STT services according to the criteria of availability, dependence on Internet connection, requirements for computing resources, as well as research on methods of determining the similarity of lines based on character-by-character comparison was carried out on the basis of the developed model of the automated system for monitoring reading techniques for children of primary school age.

The analysis of the obtained results showed that for short texts in the absence of speech disorders in the child, or when lispings and rotatisms are detected, it is better to choose the Levenstein method. In case of detection of dyslalia, it is worth choosing the method of comparing Jarot's text.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ .....	7
ВСТУП .....	8
1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМНОЇ ОБЛАСТІ.....	10
1.1 Історія розвитку комп'ютерних ігор.....	11
1.2 Особливості інтерактивності та гейміфікації у розробці проектів для Нової Української Школи. Компоненти гри .....	18
1.2.1 Специфіка дитячого інтерфейсу .....	20
1.2.2 Користування комп'ютерними іграми в освітньому процесі .....	24
1.3 Мета та задачі дослідження .....	27
2 ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТА МЕТОДОЛОГІЧНОГО ПІДґРУНТЯ .....	28
2.1 Мова програмування Kotlin .....	28
2.2 Огляд застосунків для контролю техніки та швидкості читання. Формулювання вимог до аналогічних застосунків .....	31
2.2.1 Огляд існуючих рішень. Порівняльний аналіз мобільних ігор для контролю техніки та швидкості читання .....	33
2.3 Характеристики застосунків для розпізнавання голосу на основі методів ШІ для мобільних пристроїв.....	37
3 РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ НАВЧАЛЬНОЇ ГРИ ДЛЯ МІОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУНКУ .....	40
3.1 Правила оцінювання результату читання.....	40
3.2 Отримані результати.....	52
3.3 Інтерфейс користувача .....	56
ВИСНОВКИ.....	60
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....	62
ДОДАТОК А Графічний матеріал кваліфікаційної роботи.....	64

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ  
І ТЕРМІНІВ

ОС – операційна система

TTS – text-to-speech

STT – speech-to-text

## ВСТУП

Розвиваючі ігри – ігри, у яких відбувається розвиток чи вдосконалення різних навичок. Поняття розвиваючих ігор пов'язане, переважно, з дитячим періодом життя. Діти, які грають у розвиваючі ігри, тренують власні мислення, винахідливість, уяву, креативність.

Гра – це найпродуктивніший метод навчання, а вік із п'яти до семи років вважається найбурхливішим у розвиток, як фізичного, і інтелектуального. Тому в цей віковий період потрібна правильна організація освітнього процесу. У цьому віці діти дуже швидко засвоюють та застосовують всю пізнавальну інформацію.

Саме тому педагоги в садках та на додаткових курсах знайомлять дітей із іграми, орієнтованими на розвиток пізнавальних навичок. На таких заняттях педагоги використовують усі підручні засоби: дитина складається з різнокольорових паличок, вчиться розрізняти картонні фігури, а на роздрукованих картках їй показують, як виглядають фрукти. Але окрім творчої складової таких занять та розвитку дрібної моторики все навчання можна адаптувати під улюблені дитячі іграшки – смартфони та планшети. А факт того, що грати можна буде на смартфоні чи планшеті, знімає з освітнього процесу відчуття обов'язкових уроків, «домашки» та чогось рутинного. Але якою б цікавою не була освітня гра на планшеті чи телефоні, маленький користувач не зможе їй захопитися, якщо зовнішній вигляд не привертатиме і утримуватиме увагу. Тут важливий і звуковий супровід, і яскраві зрозумілі елементи.

Гра – це одночасно розвиваюча діяльність, форма життєдіяльності, зона соціалізації, захищеності, самореалізації, співробітництва, співдружності з дорослими, посередник між світом дитини та світом дорослого. У грі виробляються такі життєво важливі якості, як уважність, посидючість, пам'ять, завзятість, наполегливість у досягненні мети. Крім того, гра розвиває

комунікативні здібності, логічне мислення, вчить передбачати наслідки своїх і чужих вчинків. Вчитель за допомогою гри сподівається організувати увагу дітей, підвищити активність, полегшити запам'ятовування навчального матеріалу.

Останнім часом ми все частіше користуємось мобільними пристроями. Сучасний смартфон або планшет може повністю замінити весь функціонал домашніх комп'ютерів. У зв'язку з чим актуальність набуває розробка освітніх додатків не стільки для персональних комп'ютерів, як для планшетів та смартфонів. Однією з найперспективніших операційних систем для мобільних пристроїв є Android. Слід враховувати, що на мобільних пристроях працюють як спеціально написані для них програми, так і програми, реалізовані у web-формі.

Ряд досліджень заявляє, що є наймедійнішою частиною сучасного суспільства. А мобільні ігри на планшеті чи телефоні використовуються користувачами щодня. Тому для цільової аудиторії було обрано проект саме мобільного додатка.

Додатками з освітньою функцією користується лише кожен п'ятий маленький користувач, тоді як інші використовують гаджет для ігор та перегляду відеороликів. Тому в іграх для дітей важливо поєднувати ігровий інтерфейс та освітню складову. Це виділено, як основне розробки прототипу.

## 1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМНОЇ ОБЛАСТІ

Сучасні умови системи освіти мають на увазі наявність таких якостей у вчителя, як мобільність, креативність, практикоорієнтованість та інше. Але, мабуть, у вік цифровізації однією з необхідних умов успішної діяльності педагога є високий рівень інформаційної культури. Цифрове навчання – це навчальна практика, яка допомагає учням та дає відчутні результати [1-2]. Використання інформаційно-комунікаційних технологій стало обов'язковою частиною навчального процесу. Зробити цікавим навчання допомагає така розробка, як гейміфікація.

Гейміфікація (ігрофікація) - використання ігрових правил та підходів для досягнення освітніх цілей [3]. Інакше кажучи, нудні завдання стають цікавими, викладене - бажаним, а складне - простим.

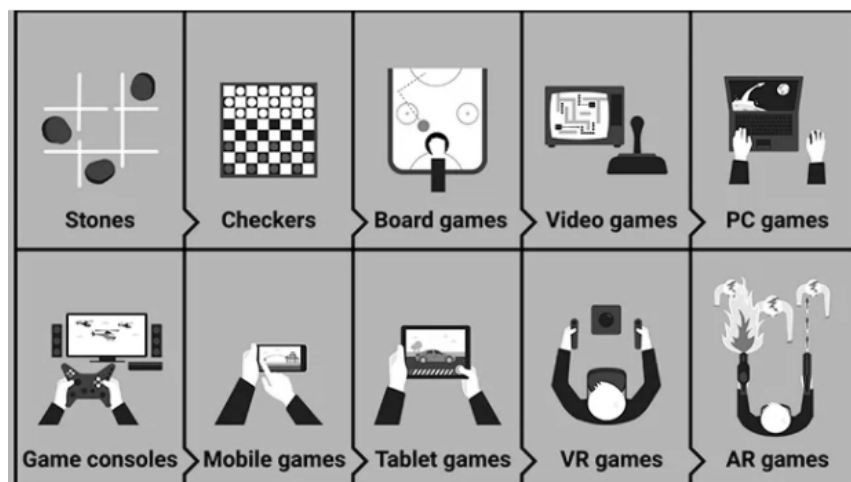


Рисунок 1.1 – Розвиток та вдосконалення підходів до гейміфікації

Проте стовідсоткове використання інтерактивних навчальних матеріалів не є допустимим, оскільки ігрові платформи не позбавлені таких недоліків, про які нагадують психологи:

- брак спілкування та соціальних аспектів навчання - обміну інформацією та емоційної залученості до процесу;

- недостатній рівень контролю з погляду дисципліни.

Для запобігання негативним наслідкам необхідно комбінувати методику гейміфікації з класичною, вона повинна грати не головну роль, а мотивувати отримання знань [4-5].

Наведена на рисунку 1.2 статистика підтверджує, що саме розвиток мобільних ігор перебуває зараз у своїй найактивнішій фазі, що підтверджує дослідження та вдосконалення методів, що використовуються у ряді навчальних застосунків для мобільних пристроїв.

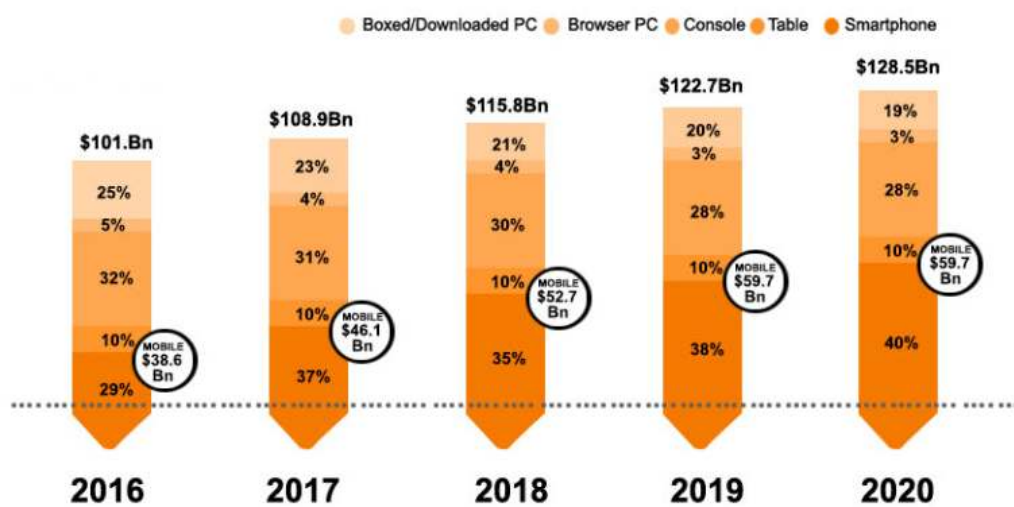


Рисунок 1.2 – Темпи зростання ринку мобільних ігор

### 1.1 Історія розвитку комп'ютерних ігор

Комп'ютерні ігри розпочинають свою історію у 1947 році [6]. Тоді було розроблено першу гру – ракетний симулятор. Ця розробка навряд чи змогла б стати масовою, а масовість – це один із найважливіших показників сучасних ігор. Вона була створена за допомогою катодно-променевої трубки. Гравець мав можливість управляти світловою плямою, яка зображала ракету, необхідну для усунення мети. Причому в ті часи катодно-променеві трубки були дуже рідкісні та обмежені у можливостях, тому мета була просто намальована та закріплена на поверхні екрана.

Розробка ігрових пристроїв та програм займала уми багатьох людей, які працювали у високотехнологічній сфері, людьми, які працювали з комп'ютерами, тому в 50-х роках можна відзначити початок розвитку цієї сфери.

Розвиток комп'ютерів та засобів відображення інформації дозволило створити кілька помітних ігрових проектів. Як і раніше, вони розглядалися як досягнення мистецтва програмування та сучасної на той час техніки, а не як ігри, в які несуть розважальний характер і які можуть грати всі охочі.

В 1952 Олександр Дуглас розробив програму під назвою ОХО - комп'ютерний прототип гри в хрестики-нуліки. Ця програма була створена в процесі його наукової діяльності, присвячена людино-машинній взаємодії. Гра містила модуль штучного інтелекту, який дозволяв комп'ютеру взаємодіяти з людиною.

В 1958 Вільям Хігінботен створив гру Tennis for Two (Теніс для двох) - примітивний симулятор гри в теніс. Часто саме цю гру називають першою справжньою відеогрою. Як спосіб взаємодії у грі використовувалися контролери, що мали джойстик і кнопку. Як пристрій відображення інформації гра використовувала осцилограф.

Пристрій був для розваги відвідувачів Брукхевенської Національної Лабораторії в Нью-Йорку.

У 60-х роках почали з'являтися проекти, які можна було порівняти з сучасними комп'ютерними іграми. Проте, розроблялися вони, здебільшого, на ЕОМ, якими мали навчальні заклади.

В 1961 Стів Рассел і його колеги з Массачусетського університету в США написали гру «Spacewar». Вона працювала на комп'ютері PDP-1. Метою гри була атака космічного корабля супротивника та ухилення від його вогню, таким чином, щоб не зіткнутися із зіркою.

У 1966 Ральф Баєр розробив відеогра під назвою «Chase», яка була примітна тим, що вперше використовувала як пристрій виведення інформації звичайний телевізор.

У 1969 році Кен Томпсон з компанії AT&T розробив гру «Space Travel» для Операційної Системи MULTICS. Надалі гра була перенесена і на інші ОС, внаслідок чого вона стала першим програмним продуктом для ОС Unix.

1970-1990-ті роки 70-ті роки можна порівняти із справжнім ігровим вибухом. Відеоігри стали розвиватися вже у кількох напрямках. Наприклад, ігрові автомати, ігри для комп'ютерів, встановлених у навчальних закладах, ігри для домашніх комп'ютерів, а також ігри для приставок. Особливою популярністю на той час стали користуватися консолі від Atari та Magnavox. Незвичайно розвивалася ситуація серед користувачів домашніх комп'ютерів. Наприклад, на той час деякі ігри поширювалися у вигляді текстів, надрукованих у журналах чи книгах. Таким чином, домашній користувач ПК повинен був самостійно набирати текст гри, робити налагодження, компілювати програму, щоб потім пограти в неї.

У 1971 році з'явився перший ігровий автомат, який був запущений у Стенфордському університеті. На цей автомат було встановлено гру «Galaxy». У тому ж році Нолен Басшнелл і Тед Дабні розробили ігровий автомат, заснований на тій самій «Spacewar». Гра називалася "Computer Space", і всього було випущено 1500 екземплярів цього автомата. Того ж року Дон Деглоу розробив першу комп'ютерну симуляцію бейсболу на комп'ютері DEC PDP-10. У тому ж році Майк Мейфіл з Массачусетського технологічного університету США створив гру Star Trek.

У 1972 році була заснована компанія «Atari», і тоді ж вийшла гра «Atari PONG» і відповідний пристрій до нього. Було випущено 19 000 копій цієї гри.

У 1974 з'явилися ігри «Maze War» і «Spasim» - перші спроби розробки тривимірних тривимірних шутерів. У тому ж році Бред Фортнер створив авіасимулятор Airflight. Ця гра стала прикладом створення Microsoft Flight Simulator.

У 1975 році була написана текстова комп'ютерна гра Adventure. Комп'ютери тих часів мали скромні обчислювальні здібності, тому текстові

ігри набули популярності. До того ж, існували ігри, які спілкувалися з гравцями завдяки друку ігрової інформації на принтері.

У 1979 році, випущена всесвітньо відома гра Pac Man. Ця гра не втратила актуальності й у наші дні. Вона була занесена до Книги Рекордів Гіннеса як найпоширеніша гра у світі.

У 80-х роках ігрові автомати, які набули популярності в минулому десятилітті, почали втрачати свої позиції. Однак початок 80-х можна вважати золотою ерою гральних автоматів.

Тепер на перший план виходять ігри для ПК, а також для ігрових консолей. Прикладами комп'ютерів на той час є ZX Spectrum, Apple II, Apple Macintosh, Commodore 64, IBM PC.

У цей же час починають з'являтися багато компаній-видавців та компаній-розробників ігор, відомих і донині. Такі, як, наприклад, Electronic Arts, яка займає одне з головних місць на сучасному ринку відеоігор.

Золота ера ігрових автоматів – 80-ті стали причиною зародження основ багатьох популярних на сьогодні ігрових жанрів та варіантів побудови ігрового світу та ігрової механіки. Наприклад – це тривимірні ігри, мережеві ігри, квести, скролінгові ігри. Завдяки створенню нових апаратних засобів в іграх стало з'являтися непогане звукове оформлення. У 1985 році була створена гра, яка стала прообразом однойменного портативного пристрою. Йдеться, звичайно, про всесвітньо відомого Тетріса, який написав наш співвітчизник Олексій Пажитнов. У тому ж році побачила світ Nintendo Entertainment System - ігрова консоль, що набула величезної популярності до початку 1990-х років.

До речі, сьогодні також можна пограти у NES-ігри. Nintendo та інші компанії випускають ігрові консолі досі.

У 1987 була створена рольова гра "Final Fantasy", яка стала символом японського гробуду. Final Fantasy є однією з найпопулярніших рольових ігор нашого покоління. У 1989 році компанія «Nintendo» випустила кишенькову ігрову консоль «Game Boy». З цього моменту у компанії, яка розпочала своє

існування з магазину іграшок, виникли проблеми.

У 90-х роках промисловість розробки ігрового програмного забезпечення зміцніла. Ігри вже розроблялися не одинаками, як це було раніше, а величезними командами професійних розробників.

Сьогоднішнім іграм ми завдячуємо розробкам, зробленим у 1990-ті роки. Багато ігор тих часів досі популярні. Наприклад - Star Craft 98-го року випуску, чемпіонати з якого проводяться і в наш час або Counter Strike 99-го року випуску, який є модифікацією до гри Half Life, а також перша частина серія Alone in the Dark» 92-го року випуску.

Одна з перших тривимірних ігор була Quake, яка була розроблена 1996 року і була випущена завдяки появі мікросхем Voodoo, створених компанією 3dfx. Цей набір мікросхем значно прискорював працездатність ПК щодо тривимірної графіки.

У 90-х перейняли естафету Інтернет-ігри. Раніше згадана «Quake», дозволяла організувати розраховані на багато користувачів баталії в Інтернеті, на рівні з такими іграми, як «StarCraft», «EverQuest», «Ultima Online», «Age of Empires». Почали розроблятися ігри на Macromedia Flash. Подібні ігри зазвичай були різними реалізаціями простих, але атмосферних та захоплюючих концепцій, які популярні й сьогодні. Головна особливість Flash-ігор полягала в тому, що вони запускалися у вікні WEB-браузера, який оснащений відповідними плагінами від компанії Adobe.

У 2000-х роках ігрова промисловість продовжувала розвиватися. Зокрема, на ринку ігрових консолей були присутні три сильні конкуренти. Це Microsoft Xbox 360 (її попередниця - Xbox - з'явилася в 2001), Sony Play Station III і Nintendo Wii.

Можна відзначити, що ігри цих часів (переважно консольні) активно використовують нестандартні ігрові контролери - такі, як контролер-гітару в грі "Guitar Hero" для Sony Play Station, контролер у вигляді барабанів від Nintendo для деяких її ігор. Крім того, в ці часи звичними стали бездротові ігрові маніпулятори. У 2010 році почалися продажі Microsoft Kinect -

пристрої, що відстежує переміщення, що дозволяє перетворити на ігровий контролер все тіло гравця. Цього ж року почали продавати PlayStation Move – ігровий контролер, становище якого відстежується у трьох вимірах. Існують інші подібні розробки, натхненником яких можна вважати бездротовий Wii Remote від Nintendo з детектором руху, який є основним контролером для Nintendo Wii.

У ці роки можна відзначити бурхливий розвиток онлайн-ігор. Ігрова графіка та інші можливості ігор йшли в ногу з часом, а ігри цих років все ще популярні.

Слід зазначити, що у 2000-х роках розробники приділяли велику увагу мобільним іграм. Причому серед мобільних платформ можна виділити як вузькоспеціалізовані ігрові, так і платформи ширшого профілю – такі, як ОС для мобільних телефонів, смартфонів та КПК.

Зокрема, якщо говорити про мобільні ігрові платформи – тут ми маємо PlayStation Portable. Спочатку вона була випущена у 2004-му році, за період 2004-2010 р.р. було створено кілька модифікацій, її розвиток продовжується досі.

У 2003-му була анонсована, а в 2004-му випущена Nintendo DS, розвиток якої продовжується і в наші дні. Крім того, Nintendo продовжує розвивати серію Game Boy.

2003-го було випущено мобільний телефон Nokia N-Gage, орієнтований на ігрове застосування, 2004-го – Nokia N-Gage QD.

В даний час ігри продовжують розвиватися. Особлива увага сьогодні приділяється розробці нових ігрових інтерфейсів (таких як Microsoft Kinect, Nintendo Wii U) і мобільним іграм [7]. Хронологія основних віх у індустрії мобільних ігор показана на рисунку 1.3.

За останні кілька років кросплатформна гра стала головним словом для мобільних ігор. Коли Fortnite був запуснений, він спочатку був випущений для консолей і ПК, але незабаром поширився на кілька платформ, включаючи мобільні пристрої [8]. У результаті цього велика кількість їхніх гравців

насправді були дітьми, які грали на телефонах. Такі ігри, як Genshin Impact, також побачили велику любов. Нарешті, коли почалася пандемія, багатокористувацькі мобільні ігри, такі як Among Us, значно збільшили аудиторію, оскільки замкнене населення звернулося до ігор як до способу залишатися на зв'язку з друзями та спілкуватися.



Рисунок 1.3 - Хронологія основних віх у індустрії мобільних ігор

Показово те, що Kinect для Xbox 360 потрапив до Книги рекордів Гіннеса як споживчий електронний пристрій, що швидко продається. У перші 60 днів після початку продажу Kinect було продано 8 мільйонів екземплярів. Існує чимало ігор, сумісних з Kinect, але потенціал цього сенсора ще потрібно розкрити.

У середовищі ігрових консолей також спостерігається поштовплення - в 2013 побачили світ Xbox One і Sony PlayStation 4. На даний момент закінчується розробка Xbox One S, яка з'явиться на прилавках вже в жовтні 2016 року.

Традиційні ігри – для стаціонарних ігрових консолей та ПК, зі звичним керуванням, звичайно ж, не залишають поза увагою. Але на тлі нових технологічних рішень вони виглядають спокійно, не привертають до себе підвищеної уваги.

Сьогодні розробка комп'ютерних ігор – це величезна промисловість.

Бюджети ігрових проєктів сягають десятків мільйонів доларів, а обсяг ринків сучасних ігор – комп'ютерних, консольних, мобільних оцінюється десятками мільярдів доларів.

## 1.2 Особливості інтерактивності та гейміфікації у розробці проєктів для Нової Української Школи. Компоненти гри

Для створення шаблонів ігор необхідно розуміти структурні компоненти будь-якої гри, що визначають її функціонування. Кевін Ворбак (Kevin Werbach), ад'юнкт-професор Уортонської школи бізнесу при Пенсільванському університеті, ведучий відкритого курсу з гейміфікації (gamification) у рамках проєкту онлайн-освіти Coursera, пропонує розглядати всі елементи, з яких складається гра, за умовною пірамідою з трьох шарів. Конспект його лекцій наочно ілюструє цю піраміду: на верхньому рівні знаходиться Динаміка, на середньому – Механіка, а на нижньому – Компоненти (рис.1).

Необхідно відзначити, що гра не зводиться лише до елементів, і навколо цієї піраміди знаходяться досвід/враження від гри.

Шар «Динаміка» – це верхньорівневі, концептуальні елементи гри, які представляють «граматику» гри, її приховану структуру, яка робить враження та отриманий досвід зв'язковим, послідовним та гармонійним.



Рисунок 1.4 - Піраміда ігрових елементів К. Ворбака

До шару «Динаміка» відносяться:

- обмеження. Кожна гра має обмеження, тому що гра повинна породжувати значні вибори та проблеми, обмежуючи свободу гравців;
- емоції. Гра має обмежений спектр емоцій. Однак при цьому залишається досить емоційних важелів, за допомогою яких можна зробити досвід та/або враження багатшими;
- хронологія (нарратив) - структура, яка об'єднує частини гри в якусь зв'язне ціле;
- прогресія. Вкрай важливим елементом при гейміфікації є відчуття гравця, що він має можливість покращитися і вирости щодо того рівня, з якого він починав;
- відносини – спільні зв'язки для людей.

Шар «Механіка» являє собою дії, які рухають вперед ігрову діяльність та містять:

- виклик – цілі у грі, яких прагнуть гравці;
- випадок – елементи удачі та генерації випадкових величин та параметрів;
- змагання;
- кооперація;
- зворотній зв'язок – можливість бачити у реальному часі, як гравець справляється;
- видобуток ресурсів – це процес, коли гравцям видають або вони збирають ресурси, які рухають гру;
- винагорода;
- транзакції – купівля, продаж, обмін чогось;
- ходи (черговість);
- стан виграшу.

Шар «Компоненти» показує реалізацію динаміки та механік гри та включає розділи:

- досягнення;

- аватари;
- колекції;
- відкриття нового контенту;
- подарунки;
- рейтинги лідерів;
- рівні;
- окуляри;
- квести;
- соціальні зв'язки;
- команди;
- віртуальні товари та блага та ін.

Піраміда ігрових компонентів означає, що концепції верхнього рівня повинні підтримуватись і розкриватися одним або декількома елементами нижніх рівнів.

### 1.2.1 Специфіка дитячого інтерфейсу

При розробці дитячого інтерфейсу ігрових застосунків, можна зустріти наступні загальні поради: простий інтерфейс, яскрава картинка, звуковий супровід на будь-яку дію у грі, можливість проходити рівні наново [9].

Хороша програма повинна мати опрацьованих та цікавих персонажів, через яких користувач буде комунікувати з грою. А інтерфейс має бути максимально простим та інтуїтивно зрозумілим, з мінімальним текстовим супроводом. Від гри та проходження рівнів у користувача мають бути позитивні емоції, радість та сміх.

Найголовніше з порад розробників – це орієнтація на вік та особливості розвитку дитини в цей період [10-11]. Насамперед потрібно поставити перед собою такі питання: чи вміє користувач читати, чи може самостійно проходити гру, чи батьки мають виконувати завдання з ним. Розробники дитячих ігор вважають, що користувачі грають у додаток також, як

взаємодіють із навколишнім світом. У зовнішньому світі на будь-яку нашу дію виникає реакція, наприклад, звук чи рух інших предметів. І в грі дитина чекатиме на реакцію програми на свої дії. Тому краще супроводити всю гру звуками, щоб навіть від натискання на кнопки виходив звук, що сповіщає.

Пройшов рівень – радісні, переможні звуки, може оплески. Хочє закрити гру - сумні, засмучені звуки і т.д.

Одна з тенденцій освіти – не забороняти робити помилки. Тому в додатку важливо не виділяти провал завдання (ні словами персонажа, ні звуками), дати можливість підказати або пояснити.

Також для розвитку важливо мати можливість повторного проходження рівня для виправлення помилок.

До трьох років, наприклад, діти погано розуміють концепцію головного меню. Користувачі очікують, що дія гри увімкнеться відразу після завантаження. Але якщо меню все ж таки потрібно, кнопки для переходу краще зробити більшими, яскравими. Потрібно візуально показати, що кнопка інтерактивна. А зробити це допоможе тінь під кнопкою, що повторює форму предмета, або простий білий контур. Для дітей молодшого дошкільного віку краще зробити ще простіше: у неінтерактивному просторі кольору краще зробити приглушеними.

Інститут MOMRI пропонує кілька рекомендацій для дитячих мобільних додатків. Насамперед це якісний контент, як графічний, так і звуковий. Якщо в грі є довгі епізоди, наприклад історія появи скарбу, то експерти радять розбити ці епізоди на більш короткі. Як результат, гра має сприяти зниженню агресії у дитини. Але крім цікавої історії та красивої картинки розробник має врахувати екранний час для користувача. Довгий час за екраном шкодить здоров'ю очей.

У дитячому додатку має бути можливість спільного використання гри з батьками. І з цього випливає, що краще створити інструкцію для дорослих користувачів. Також у цій інструкції можна порадити використовувати для розвитку своєї дитини та інші класичні навчальні технології. А ось рекламу в

дитячих програмах радять не розміщувати і не залишати покупки у відкритому доступі.

Чого слід уникати під час підготовки прототипу гри:


- основний акцент робиться на частину змагання;
- надлишок нагород;
- гра на шкоду навчанню;
- погано продумана механіка гри.

В таблиці нижче (таблиця 1.1) розглянуто популярні програми для навчання, орієнтовані на дітей початкової школи.



Рисунок 1.5 – Правила гейміфікації для початкової школи


Таблиця 1.1 – Популярні програми для дітей початкової школи 5-8-років

Назва гри	Обзор
1	2
<p>Monster Math</p> <p>Вік: від 5 до 7 років.</p> <p>Інтерфейс:</p> 	<p>Monster Math перетворює математику на веселу та безтурботну гру, одночасно навчаючи деяким основам, що діти вивчають у молодших класах початкової школи. Персонажі милі, а ігри досить прості, захоплюючі та веселі.</p>

## Продовження таблиці 1.1

1	2
<p>Dragonbox Algebra 5+</p> <p>Вік: від 6 до 8 років.</p> <p>Інтерфейс:</p> 	<p>Програма використовує деякі базові поняття математики та алгебри, такі як відмінювання чисел і змінних по обидва боки від знаків рівності, і перетворює це на гру. Початкові ігри більше зосереджені на відмінюванні, а не на самій математиці, проте з тим як дитина продовжує виконання місій, математична сторона стає все більш явною.</p>
<p>Epic!</p> <p>Вік: від 5 до 8 років.</p> <p>Інтерфейс:</p> 	<p>Застосунок можна вважати Netflixом для дитячих книг. На нього є місячна підписка, яка надає доступ до великої бібліотеки популярних книг, що перебувають у різних жанрах і варіюються від книг для дошкільнят до тих, які призначені для підлітків. Батьки можуть відстежувати успіхи своєї дитини, а маленькі читачі можуть заробляти значки, читаючи книжки та виконуючи тести.</p>
<p>ABCmouse</p> <p>Вік: від 6 до 7 років.</p> <p>Інтерфейс:</p> 	<p>Найпопулярніший навчальний застосунок і той, який, швидше за все, буде використовуватися в школі малюка.</p> <p>ABCMouse містить десятки навчальних ігор і вправ. У ньому також є колекція книжок для читання та пісень для співу, що робить його чудовим для дошкільнят та школярів початкових класів. Щомісячна підписка надає доступ до програм на смартфонах і планшетах, а також до веб-сайту.</p>

## Продовження таблиці 1.1

1	2
<p>Khan Academy</p> <p>Вік: від 5 до 8+ років.</p> <p>Інтерфейс:</p> 	<p>Це безкоштовний освітній застосунок популярність якого поступово зростає. Уроки в Khan Academy варіюються від відмінних курсів математики від K-8th, а також уроків природничих наук, економіки, фінансів, інформатики та багатьох інших. Можливо, це єдиний застосунок, яким можуть користуватися як батьки, так і діти, щоб продовжити навчання.</p>
<p>YouTube Kids</p> <p>Вік: від 6 до 8 років.</p> <p>Інтерфейс:</p> 	<p>YouTube для дітей. Цей підібраний список відео YouTube дозволяє дитині безпечно переглядати відео на YouTube, які відповідають її віку. А молодшим дітям сподобаються опції пошуку за допомогою розпізнавання голосу. Слід зазначити, що, хоча відео підходять для дітей, вони не обов'язково мають навчальний характер і до підбраного списку входять відео «розпаковування» та «давайте пограємо», у яких здебільшого діти розпаковують та/або грають з іграшками.</p>

## 1.2.2 Користування комп'ютерними іграми в освітньому процесі

Гра - це діяльність пізнавальна, вона є своєрідною практичною формою роздумів дитини про навколишню природу і соціальну дійсності. Завдяки особливостям ігрових засобів відображення дійсності дитина в грі вперше долучається до абстрактного мислення.

Комп'ютерні ігри – новий вид навчання.

У чому користь від комп'ютерних ігор і чому їх не можна замінити просто дидактичними чи сюжетними іграми?

Комп'ютерні технології позбавляють як педагога, і дитини від важкої рутинної роботи. Крім того, вони відкривають нові можливості використання педагогічних прийомів.

1 Підбирати матеріал різного ступеня складності. Конкретній дитині завжди можна запропонувати саме те, що в даний момент відповідає її можливостям та завданням навчання.

2 За допомогою простих дій під час заняття на комп'ютері можна змінити міру труднощі, характер завдання, адекватні можливостям найскладнішої дитини.

3 Робити “видимим” проблеми у розвитку дитини, які важко виявляються у традиційному навчанні. Показати, як трансформувати виявлені проблеми у спеціальні завдання навчання.

4 Формувати в дитини процес осмислення власних вимовних навичок.

5 Складне програмне забезпечення має надзвичайно просте керування.

6 Багато методик, що успішно використовувалися раніше, тепер покладено на комп'ютерну основу і отримали другий розвиток. З погляду фахівця, це можливість подивитися на свою роботу з нових позицій, переосмислити методичні прийоми, збагатити знання та вміння, якими він володіє.

7 Заняття на комп'ютері і для дитини створює більш комфортні умови для успішного виконання вправ:

8 Комп'ютерні технології забезпечують цікаву для дитини форму експериментування, моделювання, класифікації порівняння.

9 З'являється можливість освоїти дітьми моделі комунікації з вигаданими героями комп'ютерної програми, як основні освоєння міжособистісної комунікації.

10 Дитина вчиться говорити правильно, прагнути виправити побачену

помилку, шукає прийоми самоконтролю, орієнтуючись на привабливу графіку.

11 У час логопедичних занять з допомогою комп'ютерної програми в дітей віком зникає негативізм, що з необхідністю багаторазового повторення певних звуків, складів. З'являється впевненість у своїх силах та бажання навчитися говорити правильно.

12 Діти менше втомлюються, довше зберігають працездатність.

13 Дивлячись на екран монітора, дитина сама бачить результат своєї роботи.

14 У дитини підвищується мотивація у важкій йому роботі над вимовою. Він вчиться від початку оцінювати свої досягнення у промови, зіставляти свою вимову з ідеалом.

Таким чином, використання комп'ютерної програми підвищує мотивацію не тільки за рахунок ігрової стратегії, на якій програма базується, а й тому, що дитина отримує схвалення, похвалу не лише з боку дорослих, а й з боку комп'ютера.

Але треба зауважити, що до комп'ютерних ігор треба підходити розумно, вибірково і, звісно, творчо. Більшість ігор спрямовано розвиток таких психічних процесів, як пам'яті, уваги, уяви, сприйняття, мислення, розвитку зорово-моторної координації. Перш ніж запропонувати гру дітям, необхідно добре знати її цілі та зміст.

При цьому різні ігри розвивають різні інтелектуальні якості: увагу, пам'ять, особливо зорову; вміння знаходити залежності та закономірності, класифікувати та систематизувати матеріал; здатність до комбінування, т. е. вміння створювати нові комбінації з наявних елементів, деталей, предметів; вміння знаходити помилки та недоліки; просторове уявлення та уяву, здатність передбачати результати своїх дій. У сукупності ці якості, мабуть, і становлять те, що називається кмітливістю, винахідливістю, творчим складом мислення.

### 1.3 Мета та задачі дослідження

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження методів STT для контролю техніки та швидкості читання школярів молодших класів при користуванні автоматизованими системами контролю техніки читання на мобільних цифрових пристроях.

Для досягнення поставленої мети мають бути вирішені наступні задачі:

- проаналізувати вимоги та принципи створення мобільної гри для дітей, враховуючи вікові особливості цільової аудиторії;
- виконати порівняльний аналіз існуючих операційних систем для мобільних пристроїв, особливості створення додатків та доступні сервіси;
- розглянути особливості та вимоги сервісів перетворення голосу у текст для мобільних пристроїв;
- розробити модель автоматизованої системи контролю техніки читання для дітей молодшого шкільного віку;
- провести дослідження сервісів STT за критеріями доступності, залежності від Internet підключення, вимоги до обчислювальних ресурсів;
- провести дослідження методів визначення подібності рядків на основі посимвольного порівняння;
- проаналізувати отримані результати.

Об'єктом проектування у кваліфікаційній роботі є процес створення навчального застосунку для мобільного пристрою, який може бути використаний під час навчального процесу школярів молодших класів для контролю техніки та швидкості читання. Предметом проектування є дослідження методів STT, які застосовуються для аналізу прочитаного тексту дитиною.

Запропонована освітня гра має розпізнавати голос дитини, із високою точністю виявляти неправильно прочитані слова та вміти робити правильний підрахунок кількості прочитаних слів за відведений час.

## 2 ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТА МЕТОДОЛОГІЧНОГО ПІДҐРУНТЯ

### 2.1 Мова програмування Kotlin

Дана мова програмування є статично типізованим, який працює поверх JVM. Був випущений н 2011 року, а н 2016 року зазнала офіційна версія 1.0. В 2017 року Google оголосила Kotlin офіційною мовою для Android розробки [12]. Мова дуже лаконічний, виробник і простий у вивченні. Розробником мови є компанія JetBrains.

Kotlin представляє сучасну, статично типізовану і одну з мов програмування, що швидко розвивається, створена і розвивається компанією JetBrains. Kotlin можна використовувати для створення різних програм. Це і програми для мобільних пристроїв - Android, iOS. Причому Kotlin дозволяє писати кросплатформовий код, який застосовуватиметься на всіх платформах. Це і веб-додатки, причому як серверні програми, які відпрацьовують на стороні сервера - бекенда, так і браузерні клієнтські програми - фронтенд. Kotlin також можна застосовувати для створення десктопних програм, для Data Science і так далі.

Таким чином, коло платформ, для яких можна створювати програми на Kotlin, надзвичайно широке – Windows, Linux, Mac OS, iOS, Android [13].

Найпопулярнішим напрямком, де застосовується Kotlin, є насамперед розробка під ОС Android. Причому настільки популярним, що компанія Google на конференції Google I/O 2017 проголосила Kotlin однією з офіційних мов для розробки під Android (поряд з Java і C++), а інструменти по роботі з цією мовою були включені в функціонал середовища розробки Android Studio по замовчуванню із версії 3.0.

Офіційний сайт мови - <https://kotlinlang.org/>, де можна знайти останню і детальну інформацію з мови.

Можливості мови:

- сумісність з Java, яка дозволяє змішувати обидва мови при створенні одного прикладання без наступних проблем;
  - автоматичне виведення типів змінних і функцій;
  - лямбда-вираження (анонімні функції), які дозволяють більш компактно записати код;
  - зовнішні функції, що дозволяють розширити інтерфейс вже видовищних класів, не змінюючи їх;
  - зручна система типів дозволяє сприйняти багато помилок на етапі компіляції;
  - використання вже шукаючих фреймворків і бібліотек від Java;
  - мова є null-безпековим. Однак оголошення нульових типів можливе.
- Дивлячись на те, що Kotlin проходить на Java, у нього є відмінності:
- класи даних. Спеціалізуються на зберіганні даних, генерують шаблони, гетери та сеттери;
  - функції-розширення. Допомагають збільшити можливості класів, не використовуючи при цьому успадкування.

Kotlin можна назвати наступним етапом розвитку Java, з яким він повністю сумісний. Це робить його чудовим інструментом для мобільних додатків.

Kotlin зазнав впливу багатьох мов: Java, Scala, Groovy, C#, JavaScript, Swift і дозволяє писати програми як в об'єктно-орієнтованому, так і функціональному стилі. Він має ясний та зрозумілий синтаксис і досить легкий для навчання.

Але Kotlin – це не просто чергова мова програмування. На сьогоднішній день це ціла екосистема.

Ядро цієї екосистеми - Common Kotlin, яке включає в себе власне мову, основні бібліотеки та базові інструменти для побудови програм.

Для взаємодії з конкретною платформою є призначені для цієї платформи версія Kotlin: Kotlin/JVM, Kotlin/JS та Kotlin/Native. Ці специфічні версії являють собою розширення для мови Kotlin, а також специфічні для

конкретної платформи бібліотеки та інструменти розробки.

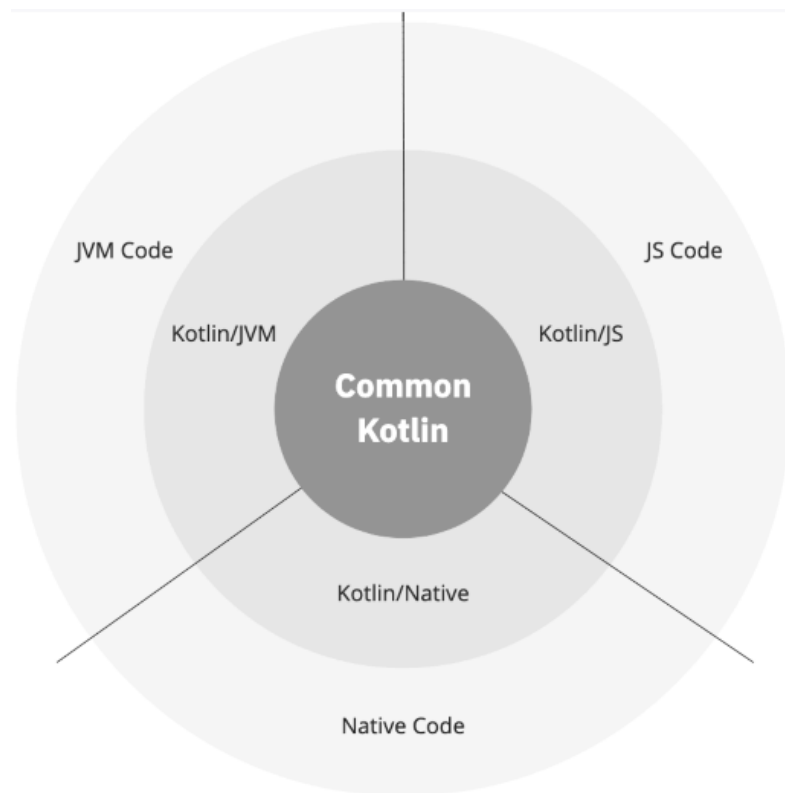


Рисунок 2.1 – Екосистема Kotlin

У майбутньому вся ця екосистема буде об'єднана в єдину платформу Kotlin Multiplatform, яка зараз перебуває в альфа-версії.

Також варто зазначити, що Kotlin розвивається як opensource, вихідний код проекту можна переглянути в репозиторії на github за адресою <https://github.com/JetBrains/kotlin/>.

До переваг мови Kotlin належать:

- компіляція в байт-код JVM та імпорт Java-коду;
- розумна компіляція;
- націленість на продуктивність розробника.

Компіляція в байт-код дозволить запускати код на Kotlin у будь-якому середовищі, де доступна JVM. Kotlin вміє нативно імпортувати Java-код — це дає можливість використовувати будь-які існуючі фреймворки, бібліотеки чи бізнес-логіку.

Розумна компіляція. Компілятор Kotlin допомагає знайти помилки у момент компіляції, а чи не в момент виконання програм. А аналізатор коду допоможе знайти неініціалізовані змінні та можливі витоки пам'яті.

Націленість на продуктивність розробника. Розробник за допомогою безпечних викликів може забути про `NullPointerException`, а за допомогою розумного наведення типів зможе зробити код компактним.

Деякі патерни програмування вбудовані в мову: `Singleton`, `Companion object` і `Delegated properties`. Все це створюється інтуїтивним синтаксисом, який можна легко застосовувати.

## 2.2 Огляд застосунків для контролю техніки та швидкості читання. Формулювання вимог до аналогічних застосунків

Читання – ключова позиція успішного навчання школяра. Експерименти, що проводяться за останні роки, показали, що швидке читання активізує процеси мислення і є одним із засобів удосконалення навчального процесу для різних рівнів навчання, від початкової до вищої школи.

Оптимальне читання – це з швидкістю розмовної промови, тобто. у темпі від 120 до 150 слів за хвилину. Саме до такої швидкості пристосувався багато століть артикуляційний апарат людини, саме за цієї швидкості досягається краще розуміння тексту.

Тож з якою ж швидкістю читання мають читати учні, які закінчують початкове навчання?

Якщо проаналізувати успішність учнів 5-х класів, можна зробити висновок, що відмінниками стали діти, які наприкінці початкового навчання мали швидкість читання не більше 130-170 слів на хвилину. У середньому приблизно 150 слів за хвилину. Ті, хто стали хорошистами, мали техніку читання від 100 до 140 слів за хвилину. У середньому це 120 слів за хвилину. Трієчники мали швидкість читання 80-90 слів за хвилину – приблизно,

звичайно. Така закономірність.

Про навчання читання сказано та написано дуже багато. Щодня з'являються нові посібники, нові ігри, рекомендації. Використовуючи різні посібники та методики, ми рано чи пізно досягаємо мети – дитина починає читати. Все, мети досягнуто і можна заспокоїтися?

Виявляється, це тільки початок довгого шляху! Далі нам треба навчити дитину читати швидко, виразно та з гарним розумінням тексту. Ось тут і виникає багато проблем, одна з яких називається "техніка читання".

Минув час, змінилися програми, змінилися вимоги до навчання, до учнів, з'явилися нові предмети, і лише перевірка техніки читання залишається незмінною. Ні, тут теж дещо змінюється, а саме норми. Тепер читати 80 слів у 4-му класі, як було раніше, неприпустимо. Нині це норма для 2-3-го класу. А що робити? Кількість інформації стрімко зростає. Тому зараз гарне швидке читання — не данина моді, а потреба.

То як же розвивати цю техніку читання? Найголовніше, що нам треба зрозуміти:

- просто читання книг техніку читання, звісно, збільшує, але дуже повільно. І те, якщо дитина вже читає досить добре для свого віку. Якщо дитина застрягла на одному показнику, і далі техніка читання не росте, то просто читання не допоможе;

- мозок добре засвоює інформацію, яка надходить швидко. Отже, при швидкому читанні ми розуміємо текст набагато краще. Дослідження показують, що з швидкому читанні людина розуміє 80% тексту, а за повільному — до 60%. Висновок напрашується сам: щоб осмислено читати, треба читати швидко;

- читання — це така ж навичка, як і ходьба, лист, і він розвивається у процесі тренувань, тобто. Занять;

- у розвитку техніки читання зацікавлені передусім батьки. Добре читає дитина - це успішний учень.

Під час перевірки техніки читання оцінюються:

- швидкість читання – кількість знаків, які дитина здатна прочитати за одну хвилину;
- спосіб читання - читання слів по складах або цілком, плавно;
- правильність - відсутність помилок і запинок, що допускаються дитиною під час читання;
- усвідомленість – здатність розуміти сенс та ідею прочитаного;
- виразність – вміння правильно розставляти наголоси, дотримуватися інтонації та витримувати паузи під час читання.

Аналізуючи перелічені критерії, можна сказати, що перевірка техніки читання базується на оцінці двох складових: смислової та технічної. У цьому технічна сторона – темп, виразність, правильність – підпорядкована смислової, тобто здатності розуміти зміст тексту.

2.2.1 Огляд існуючих рішень. Порівняльний аналіз мобільних ігор для контролю техніки та швидкості читання

Залежно від цілей та напрямків гри можна розділити на: ігри на майстерність, азартні ігри, логічні ігри, навчальні ігри.

Ігри на майстерність, як ігри-симулятори видів спорту, військові ігри, клавіатурні тренажери, тетріс та інші, засновані на управлінні ігровими об'єктами, все залежить від спритності гравця. У азартних же, навпаки, результат гри залежить від випадковості, ймовірності. Яскравим прикладом азартних ігор є ігри та імітаційні, як кістки, рулетка.

Логічні ігри, наприклад, шахи, шашки або хрестики-нуліки, містять стратегію, тактику поведінки гравця, що впливає на результат. В іграх на навчання гравцеві пропонується стати учнем та отримати деякі знання. Останні займають провідну роль світі комп'ютерних ігор.

За способами реалізації гри бувають: ігри з режимом реального часу; кінцеві та нескінченні, з випадковими подіями чи детерміновані, для одного, для багатьох гравців, ігри з різними рівнями складності.



Рисунок 2.2 – Класифікація ігор

Ігри можуть належати до однієї платформи або бути мультиплатформенними.

Класифікація за платформами: персональний комп'ютер, ігрові консолі, мобільні пристрої.

Також за кількістю платформ, на яких може запуститися гра: мультиплатформні – ігри, здатні запуститися на кількох платформах, одноплатформні – ексклюзивні ігри, створені лише однієї певної платформи.

Виходячи з вищевикладеного можна зробити висновок, що додаток, що розробляється, є симулятором навчального тренажеру для вдосконалення техніки та швидкості читання.


Серед розглянутих застосунків, доступних на українському ринку та призначених для контролю швидкості та техніки читання було розглянуто: Readlax, Швидкочитання: розвиток мозку, Reedy. Intelligent reader, Reading Trainer, Balto Speed Reading.

Readlax — додаток для людей, які хочуть читати швидше та з найкращим розумінням прочитаного. Readlax – це онлайн-тренування мозку для скорочитання. Основна мета допомогти швидше отримувати знання, покращити швидкість читання та з кращим розумінням.

Readlax розробив два продукти: ігри для тренування скорочитання та хром-розширення для скорочення з інтеграцією з Google Books, Scribd, Kindle Cloud Reader.

Розробники застосунку «Швидкочитання: розвиток мозку» об'єднали тренувальні вправи з можливістю читання книг одразу у застосунку. Усі тренування розділені на блоки та рівні. Плюс застосунку - тренувальний курс. У нього входять блоки на запам'ятовування, розширення візуального вікна, тренування точки концентрації та швидкості читання.

Таблиця 2.1 – Порівняльний аналіз існуючих аналогів

Переваги	Недоліки
1	2
 Readlax	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 7 днів пробний (тріал) період;</li> <li>- вправи розроблені у вигляді коротких ігор з інтеграцією гейміфікації (бали, досягнення, значки);</li> <li>- Chrome-розширення має інтеграцію з Google Books, Scribd, Kindle Cloud Reader;</li> <li>- можливість обрати простий/складний рівні;</li> <li>- тренування різними мовами;</li> <li>- є можливість завантажити власний текст для тренування;</li> <li>- тестування швидкості і моніторинг прогресу;</li> <li>- простота і доступність інтерфейсу.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- підписка після пробного періоду \$9.99 USD на місяць;</li> <li>- відсутній рейтинг гравця.</li> </ul>

## Продовження таблиці 2.1

1	2
Швидкочитання – розвиток мозку (Green Key Universe) 	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- безкоштовний доступ;</li> <li>- можливість тренування на книгах з власної бібліотеки;</li> <li>- тренування на книгах будь-якою мовою;</li> <li>- різноманіття вправ.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- відсутність рейтингу гравця;</li> <li>- неможливо обрати свій рівень.</li> </ul>
Reading Trainer 	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- можливість відстежувати власний прогрес;</li> <li>- доступно 10-ма мовами.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- платний доступ;</li> <li>- не інтуїтивний і перевантажений інтерфейс;</li> <li>- відсутність української мови.</li> </ul>
Balto Speed Reading 	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ручна навігація читалки;</li> <li>- можливість підвантаження великої кількості форматів і вебсторінок;</li> <li>- інтелектуальний поділ на абзаци для легкості читання.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- відсутність української мови;</li> <li>- примітивний інтерфейс;</li> <li>- усі опції керування читанням доступні при купівлі платної версії.</li> </ul>

У Reading Trainer вбудовані ігри направлені на тренування швидкого розпізнавання чисел, літер і слів; ви можете натренувати вільний рух очей; підвищите здатність концентруватись і розширите візуальний діапазон. Розробники вбудували у застосунок особисту статистику користувача, де ви

зможете оцінити власний прогрес.

В англomовному застосунку Balto Speed Reading реалізовано функціонал тренажера та читалки усіх форматів. За своєю сутністю це читалка із розширеним функціоналом для тренування швидкочитання.

Таким чином, жодний із розглянутих додатків не аналізує техніку читання, уважність читання та швидкість на ранніх етапах, коли дитина тільки вчиться читати, а направлені на вдосконалення отриманих навичок. Це ще раз підтверджує актуальність теми кваліфікаційної роботи та дослідження методів аналізу голосу.

### 2.3 Характеристики застосунків для розпізнавання голосу на основі методів ШІ для мобільних пристроїв

Мобільні додатки для розпізнавання голосу засновані на технологіях перетворення мови в текст та тексту в мову, тобто інтерпретують голосові команди користувача та реагують певним, завчасно визначеним, чином на команди [14-16].

Amazon Alexa та Apple Siri є двома найпопулярнішими додатками для розпізнавання голосу. Взаємодія з цими віртуальними цифровими асистентами дозволяє користувачам виконувати завдання миттєво, не торкаючись клавіатури або смартфона.

Крім зручності використання, подібні мобільні додатки для розпізнавання голосу несуть користь користувачам, які не можуть вводити текст та шукати інформацію.

Для пошуку в Google, відкриття повідомлень, читання електронних листів та доступу до функцій мобільних додатків користувачі смартфонів використовують додатки з підтримкою голосу, щоб зробити свій пошук легшим та швидшим.

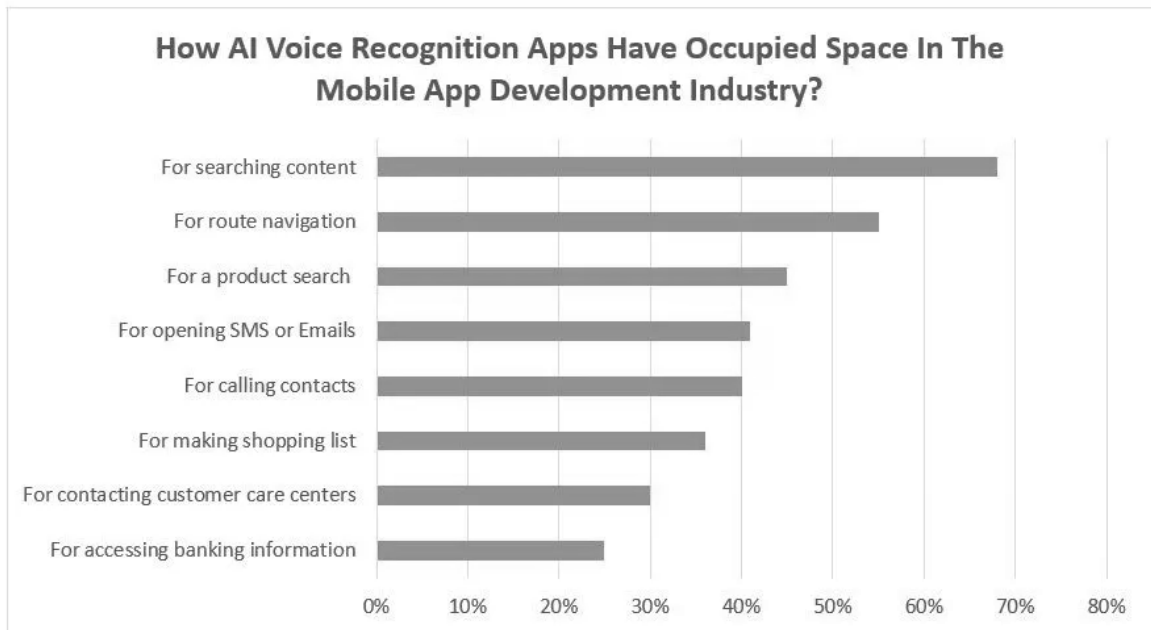


Рисунок 2.3 – Застосування розпізнавання голосу для різних задач на мобільних пристроях

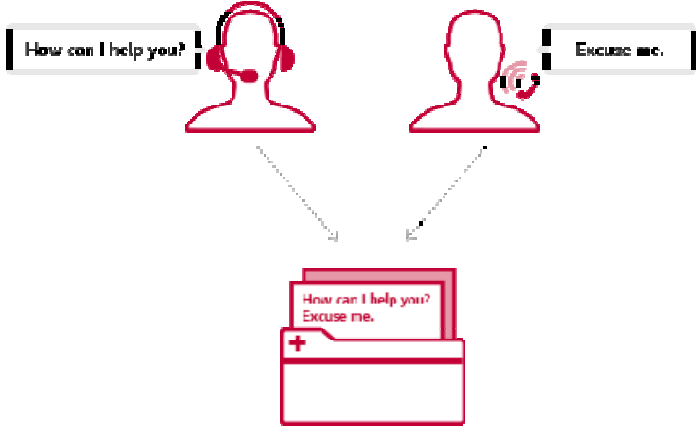

Наведена вище ілюстрація показує (рисунок 2.3), як люди використовують мобільні додатки з розпізнаванням голосу по всьому світу.

Приклади задач застосування сервісів STT наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Приклади задач застосування сервісів STT

Сфера застосування. Опис системи	Пояснення
<p style="text-align: center;">1</p> <p>Для керування пристроями під час водіння</p>	<p style="text-align: center;">2</p> <p>Якщо практична робота з персональними пристроями складна або небезпечна, скористайтеся голосовими командами, щоб надіслати текстові повідомлення або ввести пункт призначення у свою навігаційну систему.</p>

## Продовження таблиці 2.2

1	2
<p style="text-align: center;">Збереження розмов колл-центру</p> 	<p>Зберігайте важливі розмови як текст, використовуючи функцію розпізнавання голосу служби. Розмови з клієнтами можна зберігати та архівувати як текст.</p>
<p style="text-align: center;">Підготовка звітів</p> 	<p>З розвитком технології розпізнавання мовлення розпізнавання мовлення можна використовувати для автоматичного створення хвилин під час важливих подій.</p>

Таким чином, розвиток технології STT приносить користь і у повсякденному житті, дозволяючи забезпечити безпеку та комфорт користувачів.

## 3 РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ НАВЧАЛЬНОЇ ГРИ ДЛЯ МІОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУНКУ

### 3.1 Правила оцінювання результату читання

Необхідно порахувати кількість прочитаних слів. Моменти, на які звернуто увагу при підрахунку:

- союзи, частки, прийменники, що складаються з однієї або двох літер, вважаються одним словом;
- при переносі слово вважається як одне, а не як два;
- слова з дефісом рахуються по-різному: якщо з обох сторін дефісу три і більше букв, то слово зараховується за два, менше трьох букв – як одне слово.

Важлива не лише швидкість, а й інші критерії. Наприклад, правильність прочитаного тексту. Усі допущені помилки мають бути зафіксовані та проаналізовані при корекції навичок читання.

Також важливо зрозуміти, наскільки добре дитина зрозуміла зміст тексту. Необхідно просити школяра декількома словами описати зміст, головну думку.

Виразність читання також є важливою. Школяр повинен намагатися дотримуватися інтонації, витримувати паузи відповідно до розділових знаків. На жаль, не всі діти здатні прочитати уривок із виразом. Застосунок має передбачати підказки для дитини, де потрібно збільшити темп і емоційність, на яких словах необхідно зробити голосовий акцент.

Для перевірки техніки читання існує ряд вимог до текстів, що використовуються для перевірки техніки:

- це має бути незнайомий для дитини текст, але не надто складний, що відповідає віку;
- речення мають бути короткими, без діалогів і великої кількості

розділових знаків;

- краще вибирати текст без малюнків;
- розмір шрифту має бути досить великим;
- текст не повинен бути розбитий на дві сторінки.

Звичайно ж, не варто перевіряти техніку читання, використовуючи інструкцію до побутової техніки або посібник для домогосподарок. Оптимальний варіант – невеликі розповіді про природу, тварин, пори року. Відповідно до вимог системи контролю та оцінювання навчальних досягнень учнів початкової школи, на кінець першого півріччя учні повинні прочитати таку кількість слів за хвилину: 2 клас – 35-45 слів за хвилину, 3 клас – 65 - 70 слів, 4 клас – 80 – 85 слів. Приклади контрольних текстів наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Приклади контрольних текстів для перевірки техніки читання

Клас	Норми слів за хвилину	Приклад тексту
1	2	3
2	35-45 слів	<p>ТЕКСТ А</p> <p>Хитрий хомка</p> <p>Купила бабуся внукам хом'яка. Біленький, тепленький, з червоними очицями. Ротик – наче бантик. І такий уже спритний! Діти назвали його Хомкою.</p> <p>Взялися хлоп'ята годувати Хомку. Гриз він сухарі, морквину, бурячок. Щоки в нього роздулися. З'їв усе і кудись зник. Так було кілька разів.</p> <p>Одного разу Юрко хотів узуті свої гумові чобітки. А там чималий запас їжі. Замість нірки Хомка чобіток пристосував.</p> <p>(60 слів)</p>

## Продовження таблиці 3.1

1	2	3
3	65 - 70 слів	<p>ТЕКСТ Б</p> <p>Дельфіни – друзі людини.</p> <p>Одного разу рибалка Махмуд поплив на човні у море. Під вечір посилювався вітер. Піднявся шторм. Великі хвилі заливали човен.</p> <p>Махмуд лежав на дні човна. Він прив'язав себе до рятувального матраца. Величезна хвиля накрила човен. Рибалка опинився у воді разом з матрацом.</p> <p>Наступила ніч. Буря затихла. І раптом стадо дельфінів оточило Махмуда. Один дельфін підштовхнув головою матрац. Всю ніч дельфіни підштовхували матрац до берега. Сіль роз'їдала спину. Рибалка стогнав від болю.</p> <p>І ось в обідню пору з берега побачили дельфінів і людину. Швидко прибула допомога. Так дельфіни рятували рибалку.</p> <p>(89 слів)</p>
4	80 – 85 слів	<p>ТЕКСТ С</p> <p>Здрастуйте, дорогі гості!</p> <p>Морозний вітер січе в обличчя. Намело цілі кучугури снігу — січневого снігу. Важкувато стало жити на світі пташкам, що зимують у нас. Але вони не дуже журяться. Ось, весело цвірінькаючи, хвилясто пролетіла зграйка жвавих красенів-щигликів, чижів і коноплянок. Помчали щодуху десь на лопухах, вільхах чи берізках поснідати смачним насіннячком.</p> <p>А яке гарне деревце горобини! Ніби його прикрасили, як новорічну ялинку. Чудові, спокійні червоногруді снігурі обсипали його і ягідками ласують. До чого ж красиві пташки! Їх називають північними папугами.</p> <p>Це наші зимові гості. Вони прилетіли з далекої півночі, щоб тут перебути зиму. Бо там вона сувора, люта. Прилітають до нас гостювати і червоногруді, в червоненьких шапочках чечітки та коричнево-золотисті юрки.</p> <p>А ми в саду поставили їдальні для пташок і підготовуємо їх. Прилітайте, дорогі гості, поласувати коноплею, просом, льняним та гарбузяним насінням, ягодами горобини і калини!</p> <p>(135 слів)</p>

При розробці архітектури запропонованої системи контролю техніки читання було обґрунтовано вибір платформи для подальшої розробки та програмні сервіси, доступні для даної платформи [17-18]. Порівняння характеристик мобільних операційних систем Android, iOS (Apple), Windows Mobile (Microsoft), HarmonyOS (Huawei) та KaiOS є корисним для визначення відповідності потребам користувача та базується на статистичних показниках поширення на міжнародному та європейському ринку (рисунок 3.1). Android – найбільша у світі операційна система для мобільних пристроїв, і існує безліч джерел даних, що підтверджують це. iOS посідає друге місце, але різниця в частці ринку помітно велика. Частка ринку Android складає понад 70%. iOS посідає друге місце з майже 25% ринку.



Рисунок 3.1 – Частка ринку операційних систем мобільних пристроїв: а) світовий ринок; б) європейський ринок

У таблиці 3.2 наведено порівняльний аналіз мобільних операційних систем Android, iOS (Apple), Windows Mobile (Microsoft), HarmonyOS (Huawei) та KaiOS за різними критеріями.

Спираючись на наведений аналіз, розробка буде адаптована на мобільну операційну систему Android, оскільки Android наймовірно універсальна платформа, яка працює на смартфонах, планшетах і різноманітних вбудованих пристроях, таких як розумні годинники та пристрої Інтернету речей.

Таблиця 3.2 - Порівняльний аналіз мобільних операційних систем

	Android	iOS (Apple)	Windows Mobile (Microsoft)	HarmonyOS (Huawei)	KaiOS
Вартість	Різноманітність вартості, від доступних до висококласних пристроїв.	Високі ціни на пристрої Apple.	Різноманітність вартості в залежності від моделі та виробника.	Різноманітність вартості в залежності від моделі та виробника.	Зазвичай використовується в дешевих телефонах.
Зручність інтерфейсу	Персоналізований та гнучкий інтерфейс з великою кількістю налаштувань.	Ергономічний та добре оптимізований інтерфейс, простий у використанні.	Інтерфейс Metro може виявитися оригінальним для деяких користувачів.	Схожий на EMUI, зрозумілий користувачам Huawei.	Простий та легкий інтерфейс, спрощений для бюджетних пристроїв.
Відкритість	Відкрита система, широкі можливості кастомізації.	Закрита система з обмеженими можливостями кастомізації.	Закрита система, але із певними можливостями кастомізації.	Відкрита система, спрощує взаємодію між пристроями.	Відкрита система, але з обмеженими можливостями.
Функціональні можливості	Широкий функціонал, велика кількість додатків у Google Play.	Стабільна робота, екосистема додатків у App Store.	Інтеграція з сервісами Microsoft, але менше додатків порівняно з конкурентами.	Орієнтована на смарт-екосистему Huawei.	Орієнтована на базові функції та доступ до інтернету.
Доступність	Доступно на багатьох пристроях від різних виробників.	Доступно тільки на пристроях Apple.	Припинено підтримку, не є актуальною операційною системою.	Використовується на пристроях Huawei та інших виробників.	Використовується на багатьох бюджетних телефонах.
Поширення	Лідер за кількістю користувачів, широко поширений у світі.	Значна кількість користувачів, але менше, ніж у Android.	Має обмежену кількість користувачів через припинення розвитку та підтримки.	Поки не має такого рівня поширення, як iOS чи Android.	Особливо популярна в регіонах з обмеженим доступом до сучасних смартфонів.

Архітектура запропонованої системи контролю техніки читання

складається з наступних модулів (рисунок 3.2):

- модуль підготовки, який забезпечує коректність функціонування системи не залежно від наявних мовленнєвих порушень;
- speech-to-text перетворювач безпосередньо конвертує голос дитини, яка читає текст на екрані гаджету, у текст;
- модуль порівняння текстів відповідає за порівняння тексту, прочитаного вголос із текстом, отриманим в результаті конвертації.

Описана архітектура є універсальною, підходить для різних платформ, відмінність полягає у внутрішній організації та програмному забезпеченні, що використовується для певної платформи.

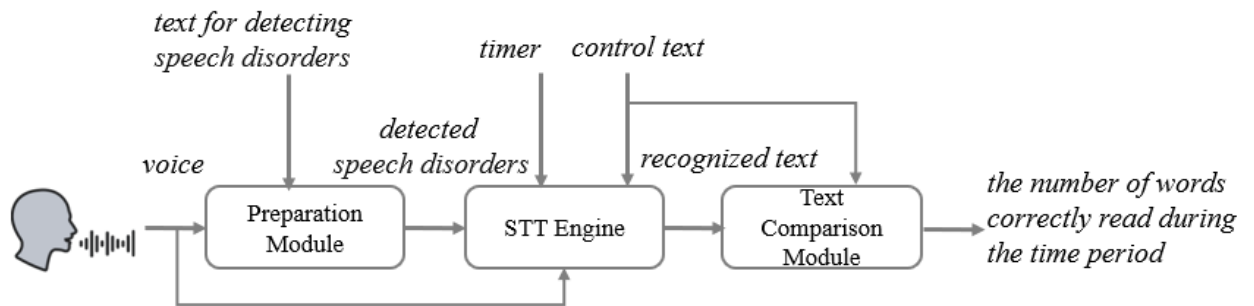


Рисунок 3.2 - Архітектура запропонованої системи контролю техніки читання

Розглядаючи більш детально функціонал першого модулю, варто відмітити, які саме мовленнєві порушення фіксуються на цьому кроці (таблиця 3.2). Метою підібраних завдань на даному етапі є детектування коректності вимови окремих звуків. Необхідність визначення мовленнєвих порушень перед початком використання застосунку викликана тим, що системи STT можуть мати обмежену здатність адаптуватися до різних варіантів мовленнєвих порушень. Підвищити ефективність STT можна шляхом попередньої адаптації до конкретного типу мовленнєвих порушень (заїкання, афазії, дислексії, фонового шуму).

Безпосередньо перед контролем швидкості читання перевіряється наявність вад вимови на наступних прикладах, які дитина по черзі бачить на екрані.

- 1 Стоять під снігом сосни сонні. Сидять на соснах снігурі. Санчата на санках з розгону Скотились весело з гори (контроль вимови свистячого звуку С).
- 2 Зіна в зарослі пішла, Зіна зайчика знайшла. Зайчик хитрий був, як лис, - він від Зіни втік у ліс (контроль вимови свистячого звуку З).
- 3 У Соні шашки, у Сими шишки. Шишки на сосні, шишки на столі. На шосе шість вершників. Сашко-пастушок, Маша-пастушка (контроль вимови шиплячого звуку Ш).
- 4 Я веселий добрий жук. Я ніколи не тужу. Скрізь відважно я літаю. Жваво крильця розправляю. Жу-жу-жу-жу – покружу. Крильця склав і вже сиджу (контроль вимови шиплячого звуку Ж).
- 5 В чаплі чорні черевички. Чапля чапа до водички. Курличі курличуть, курличаток кличуть. Курли, курличеньки, до річеньки, до річеньки! Чом грачиха, чом грачата почали чимдуж кричати? Чисьсь чудне чучело очам надокучило! (контроль вимови шиплячого звуку Ч).
- 6 Пішли рясні дощі. Ловилися лящи. А хлопці – мов хлющі: забули про плащі. Та що їм ті дощі, коли такі лящі! (контроль вимови звукосполучення ШЧ).
- 7 Ти малий, скажи малому хай малий малому скаже, хай малий теля прив'яже. (контроль вимови сонорного звуку Л).
- 8 Лелека ластівку питає: хто вище всіх птахів літає? Літають люди вище всіх на літаках своїх легких. (контроль вимови сонорного звуку ЛЬ).
- 9 Дубові дрова дід рубає в дворі під деревом старим. А дівтора допомагає носити дрова з двору в дім. (контроль вимови сонорного звуку Р).
- 10 Є на фермі кроленята. Я для них несучу травичку з буряків зелену гичку. Ще й капусти качани щоб скоріш росли вони. (контроль диференціації звуків [р], [л]).

Переходячи до другого етапу – перетворення мови в текст, варто розглянути існуючі програмні сервіси та їх особливості, орієнтуючись саме на застосування на Android-пристроях.

Таблиця 3.2 - Види порушень, які визначаються на першому етапі (підготовчому)

Тип порушення	Проявлення порушення	Чи фіксується на підготовчому етапі
Артикуляційні порушення	проблеми з чіткістю та точністю вимови звуків (ліспінг, ротацизм)	+
Дислалія (дислексія)	звукові помилки або неправильне розташування звуків у словах; уповільнений темп.	+
Тахілалія	занадто швидке мовлення, яке може впливати на чіткість та розуміння	-
Стаммерінг	перебої в ритмі та флуентності мовлення, такі як повторення, затримки або блоки.	-

Виділимо наступні критерії для порівняння STT сервісів (рисунок 3.3):

- режим доступу – online чи offline;
- тип роботи - перетворення мовлення в текст у реальному часі чи пакетне перетворення мови в текст (streaming speech recognition та batch speech recognition).

Streaming Speech Recognition використовується для розпізнавання мовлення у режимі реального часу, коли текст передається на сервер частинами, поступово, по мірі надходження аудіо. Цей підхід дозволяє отримувати результати розпізнавання майже миттєво, що корисно для таких

застосувань, як голосові асистенти, розпізнавання команд управління та інші сценарії, де важлива швидкість обробки.

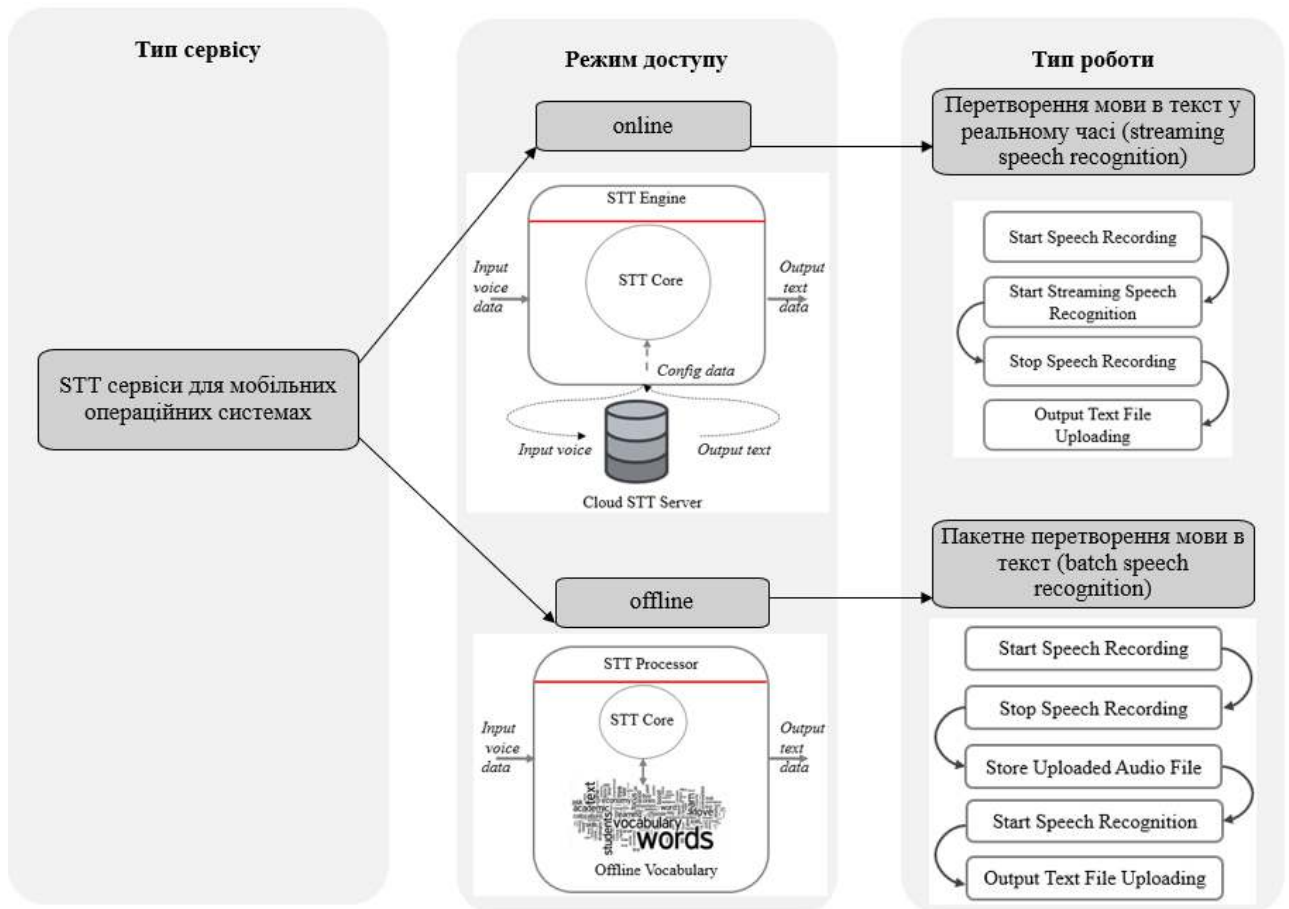


Рисунок 3.3 – Огляд STT сервісів мобільних платформ

Batch Speech Recognition використовується для обробки аудіофайлів або великих обсягів даних у пакетному режимі. Тут аудіофайли повністю передаються системі розпізнавання, і результати отримуються після завершення обробки всього файлу. Це може бути ефективним для великих завдань або аналізу аудіоархів, але це не так ефективно для реального часу.

Спираючись на вимоги системи до можливості використання в умовах відсутності Internet- з'єднання, було обрано підхід офлайн конвертації голосу в текст на основі підходу до пакетного перетворення голосу в текст.

Останнім модулем є Text Comparison Module, задачею якого є посимвольне порівняння двох текстів із обов'язковим врахуванням порядку

слів та символів. Дана задача є суміжною із задачею пошуку підрядка в рядку та задачею визначення текстової близькості, які вирішуються при пошуку інформації, кластеризації документів, усуненні неоднозначності, машинному перекладі і резюмуванні тексту, де важливо вимірювати подібність між словами, реченнями, абзацами та документами.

Існує багато алгоритмів для визначення подібності рядків – на основі символів та на основі термів. Прикладами алгоритмів подібності рядків на основі посимвольного порівняння є:

- Longest Common SubString (LCS) - алгоритм найдовшого спільного підрядка, враховує максимальну довжину безперервного ланцюжка символів, які існують в обох рядках;

- редакційна відстань Левенштейна - визначає відстань між двома рядками шляхом підрахунку мінімальної кількості операцій (вставлення, видалення або заміни одного символу або переміщення двох суміжних символів), необхідних для перетворення одного рядка в інший;

- відстань Дамерау-Левенштейна є розширенням відстані Левенштейна, яке додатково враховує операцію транспозиції (перестановки двох символів);

- коефіцієнт схожості Жаккара (Jaccard Similarity) використовується для множин символів і визначає спільну частину символів у двох текстах. Коефіцієнт схожості обчислюється як кількість спільних символів поділена на загальну кількість унікальних символів у двох текстах;

- коефіцієнт схожості Жаро (Jaro Similarity) розраховується на основі кількості спільних символів та кількості транспозицій між символами. Цей метод часто використовується для порівняння текстів, які можуть містити помилки або опечатки;

- алгоритми Needleman-Wunsch і Smith-Waterman спроектовані для порівняння біологічних послідовностей, однак із успіхом використовуються для порівняння текстових рядків, розглядаючи кожний рядок як послідовність символів та створюючи матрицю, в якій рядки та стовпці

відповідають символам вашого тексту для подальшого заповнення матриці, фіксуючи збіги та не збіги при порівнянні символів.

Аналізуючи існуючі алгоритми Левенштейна, Дамерау-Левенштейна, Жаккара та Жаро за такими критеріями, як точність порівняння двох текстів, час виконання, робота на великих текста, робота на малих текстах, робота із різними мовами, типи операцій для підрахунку редакційної відстані (із чотирьох існуючих – видалення, вставка, заміна, перестановка) та специфіку існуючої задачі, було прийнято рішення досліджувати методи Левенштейна і Жаро (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 - Порівняльна таблиця алгоритмів Левенштейна та Жаро

Алгоритм	Переваги	Недоліки	Типи операцій для підрахунку редакційної відстані
1	2	3	4
Левенштейна	Враховує редагування, вставки та вилучення символів, дозволяючи визначити точну кількість операцій, необхідних для перетворення одного тексту в інший. Може бути корисний, якщо важлива саме кількість редагувань для визначення схожості текстів.	Не завжди добре відображає схожість, якщо тільки кількість редагувань не є критичною. Вимагає обчислювальних ресурсів, особливо для довгих текстів.	Видалення. Вставка. Заміна.

## Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4
Жаро (відстань Жаро- Вінклера)	Враховує різницю в порядку символів та надає вагу подібності, шуканої послідовності.  Враховує масштабованість довжини текстів, при цьому менше залежить від конкретного розміру тексту.	Може бути менш чутливим до вставок та вилучень, тому може не визначати їх так чітко.	Перестановка.

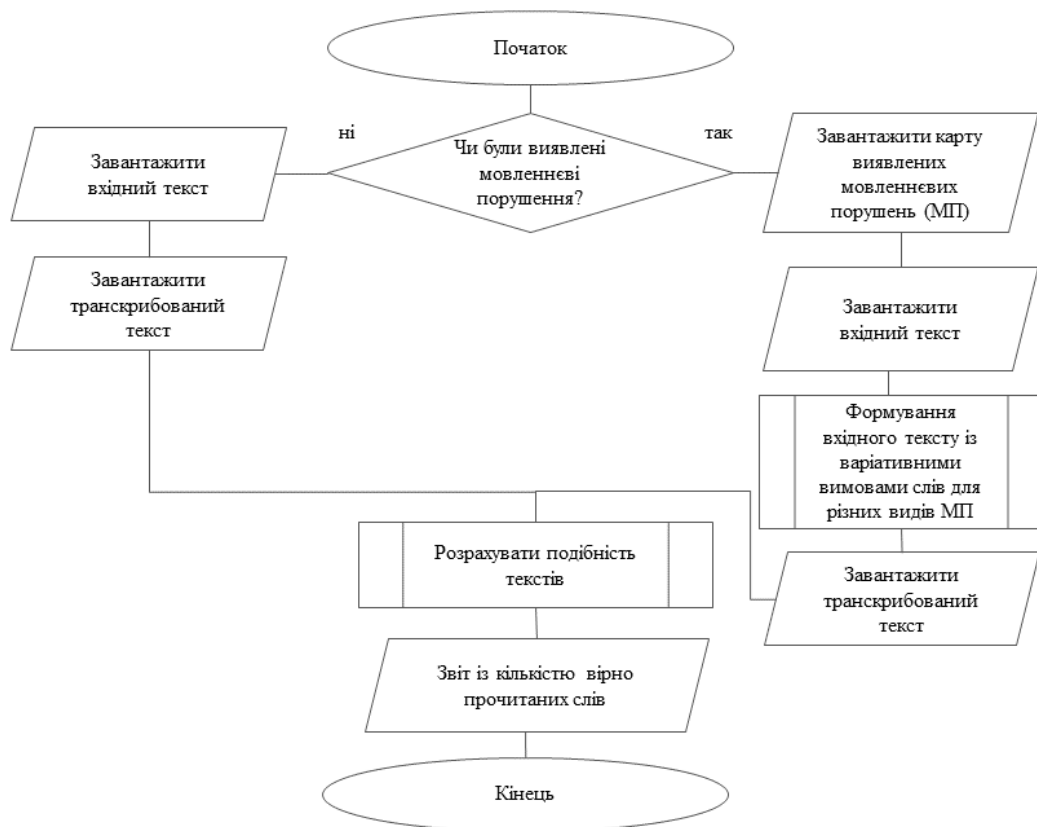


Рисунок 3.4 – Алгоритм роботи системи на етапі порівняння текстових масивів

Загальний алгоритм роботи системи після виявлення мовленнєвих

порушень та конвертації голосу дитини, яка читає запропонований текст на екрані мобільного пристрою, виглядає наступним чином: при виявленні мовленнєвих порушень будується карта порушень, на основі яких формуються варіанти вхідного тексту із врахуванням різних можливих вимов слів. Після цього виконується порівняння текстів. Якщо порушень виявлено не було, то порівнюються транскрибований текст із вхідним. Якщо порушення були виявлені, то порівнюється транскрибований текст із текстами, сформованими із врахуванням виявлених порушень (рисунок 3.4).

### 3.2 Отримані результати

Для користувача система виглядає наступним чином: налаштувавши систему під свій голос та зафіксувавши наявні вади вимови або їх відсутність, користувач має ввести клас, в якому навчається дитина для завантаження тексту відповідної складності, натиснути кнопку «Почати запис голосу» та почати читати текст на екрані. Через 1 хвилину дитину буде проінформовано відповідним звуковим сигналом. Після натискання на кнопку «Завершити запис голосу», сторінка із відображеним текстом буде перезавантажена та користувач побачить звіт із кількістю вірно прочитаних слів за хвилину та перелік слів, які були прочитані не вірно.

Оцінка методів, що були застосовані на етапі конвертації голосу в текст відбувалася на основі порівняння двох вищеописаних підходів – онлайн STT сервіс (Google Cloud Speech API) та офлайн STT сервіс (Android Speech to Text API (Speech Recognizer class)). Отримані результати наведені у таблиці 3.4.

Аналіз результатів показав, що використання безкоштовного сервісу Android Speech to Text API (Speech Recognizer class) дозволяє достатньо точно з невеликими часовими затримками використовувати запропоновану систему.

Таблиця 3.4 – Дослідження STT сервісів за критеріями швидкості конвертації голосу в текст, вартості користування, вимоги до обчислювальних ресурсів, необхідність Internet підключення

		Онлайн STT сервіс Google Cloud Speech-to- Text	Офлайн STT сервіс Android Speech-to- Text
Швидкість конвертації голосу в текст		Майже миттєво, залежить від якості Internet з'єднання	Затримка до 36 сек
Точність розпізнавання голосу	Без попереднього навчання	до 87,6%	до 81,9%
	З попереднім навчанням	До 96,7%	До 92,3%
Вартість користування сервісом		0,009\$ за кожні 15сек аудіо	Безкоштовно
Вимоги до обчислювальних ресурсів		Не має вимог до обчислювальних ресурсів мобільного пристрою	Від 5 Мб на один запис прочитаного тексту

Оцінка методів, що були застосовані на етапі порівняння текстових масивів, проводилася для категорій користувачів із різними вадами вимови. Перша категорія дітей мала проблеми із ліспінгом та ротацізмом. Друга категорія користувачів мали проблеми із дислексією, а саме перестановкою звуків в словах при читанні. Тому, результати дослідження оформлені у дві незалежні таблиці.

Результати, наведені в таблиці 3.5, показали, що алгоритм Жаро має трохи вищу точність порівняння двох текстів (в середньому на 1.14%), і, при

цьому, більш короткий час порівняння для великих розмірів текстових масивів (на 39%).

Таблиця 3.5 – Результати порівняння методів Левенштейна та Жаро для групи користувачів, яка має проблеми із ліспінгом та ротацізмом

Текст	Алгоритм	Середня точність порівняння	Середній час порівняння для всіх сгенерованих варіантів текстів
ТЕКСТ А (60 слів)	Левенштейна	93,47 %	2,25 с
	Жаро	94,84 %	2,37 с
ТЕКСТ В (89 слів)	Левенштейна	91,3 %	2,49 с
	Жаро	92,05 %	2,9 с
ТЕКСТ С (135 слів)	Левенштейна	90,47 %	3,36 с
	Жаро	91,56 %	2,04 с

Середня точність порівняння двох текстів розраховувалася для всіх варіантів текстів, які були згенеровані на основі вихідного тексту для визначених мовленнєвих вад.

Під чутливістю до перестановок ми розуміємо відсоток правильно визначених перестановок із існуючих 100%. Тобто, якщо у дитини була детектована дислалія, метод Жаро допоможе оцінити слова, в яких були виявлені перестановки звуків при читанні, як правильно прочитані, при цьому підсвічуючи наведені проблемні слова іншим кольором при виводі результатів тестування дитини.

Результати, наведені у таблиці 3.6 показують, що метод Жаро здатен виявляти перестановки звуків, притаманні дітям із дислалією, що значно прискорює співставлення текстів та дозволяє визначити проблемні слова для дитини та є головною перевагою даного алгоритму.

Таблиця 3.6 - Результати порівняння методів Левенштейна та Жаро для групи користувачів, яка має проблеми із дислалією

Текст	Алгоритм	Середня точність порівняння	Середній час порівняння двох текстів при виявленні дислалії	Чутливість до перестановок
ТЕКСТ А (60 слів)	Левенштейна	91,3 %	1,47 с	-
	Жаро	92,5 %	1,2 с	93%
ТЕКСТ В (89 слів)	Левенштейна	90,15 %	1,75 с	-
	Жаро	90,7 %	1,6 с	92,4%
ТЕКСТ С (135 слів)	Левенштейна	86,3 %	2,1 с	-
	Жаро	85,9 %	1,95 с	91,8%

Для другого експерименту показано, що алгоритм Жаро також має більш короткий час порівняння для великих розмірів текстових масивів (на 7%). Загальний час роботи методів порівняння текстів при виявленні дислалії у дитини обумовлен тим, що при цьому порушенні не генеруються варіанти текстових масивів, а лише оцінюються можливі перестановки звуків.

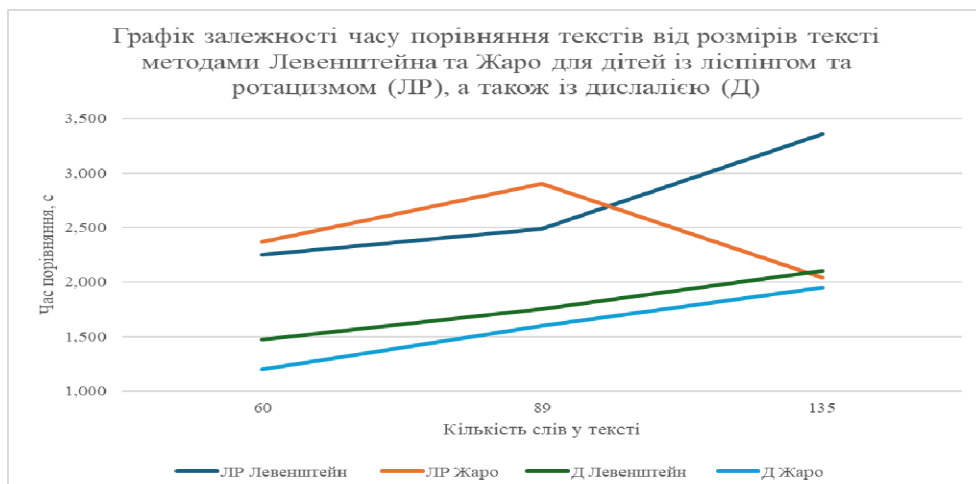


Рисунок 3.4 – Аналіз отриманих результатів

Тож, як загальний висновок можна сказати, що для коротких текстів при відсутності мовленнєвих порушень у дитини, або при виявленні ліспінгу та ротацизму, кращим є вибір методу Левенштейна. У випадку виявлення дислалії, варто обирати метод порівняння текстів Жаро.

### 3.3 Інтерфейс користувача

Розроблена система Clean Reading має простий зрозумілий для дітей інтерфейс (рисунки 3.5 – 3.9). Першим кроком є виявлення мовленнєвих вад дитини шляхом читання контрольних слів чи текстів (рисунки 3.6). Для початку роботи із голосом дитини необхідно надати доступ до мікрофону, після чого можна починати безпосереднє тестування (рисунки 3.5).

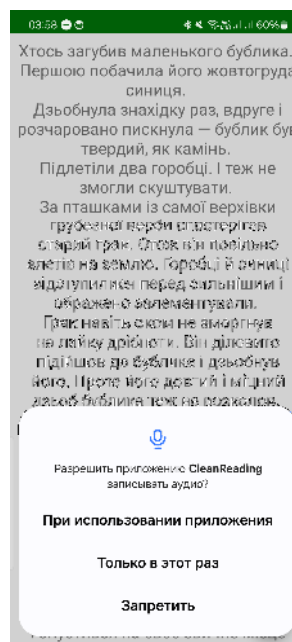


Рисунок 3.5 – Запит на дозвіл використовувати мікрофон для читання контрольних слів та тексту

Контрольні слова генеруються щоразу різні. Вони є специфічними, рекомендованими для виявлення проблем із вимовою певних звуків, що часто є притаманним дітям молодших класів. Наприклад, звуки [р], [р’], [л], [л’], [ш], [с], [с’] тощо.

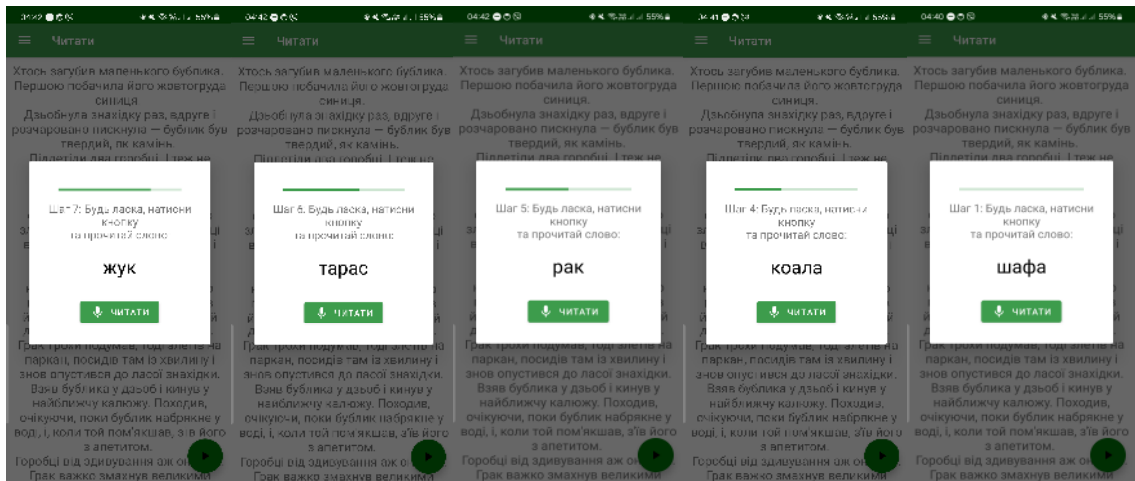


Рисунок 3.6 – Інтерфейс застосунку

Фіксуючи виявлені мовленнєві вади, застосунок переходить у режим контролю техніки читання. Після конвертації голосу дитини, яка читає текст на екрані, у результуючий текст, застосунок виконує порівняння двох текстів, враховуючи виявлену ваду:

- якщо виявлена проблема із ротацізмом, на етапі порівняння текстів розглядаються різні варіації слів вхідного тексту, в яких зустрічається літера Р та Л, тому час порівняння буде збільшено за рахунок генерації додаткових слів;
- у випадку виявлення дислалії, не має необхідності генерувати подібні слова, проте система орієнтована на виявлення перестановки звуків у цьому випадку. Метод Жаро із цією задачею справляється із точністю до 93%.

Обрати наступну дію користувач може у лівому меню (рисунок 3.7).

Прогрес запису голосу дитини відображається у вигляді мікрофону та часової шкали, яка розрахована на 1 хвилину читання тексту (рисунок 3.8).

Останнім кроком є аналіз прочитаного тексту та підрахунок результату – кількості вірно на не вірно прочитаних слів (рисунок 3.9).

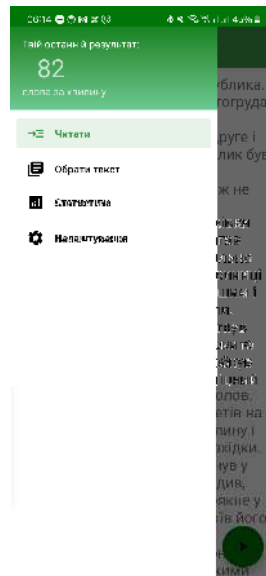
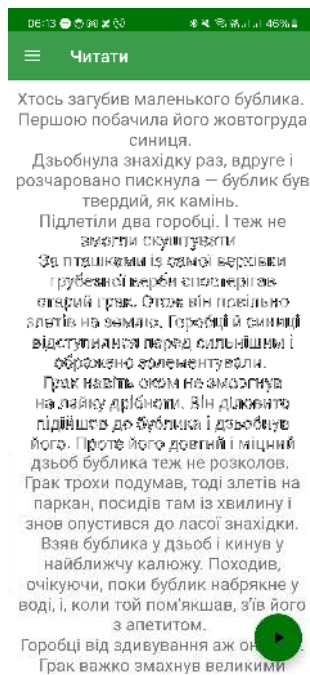
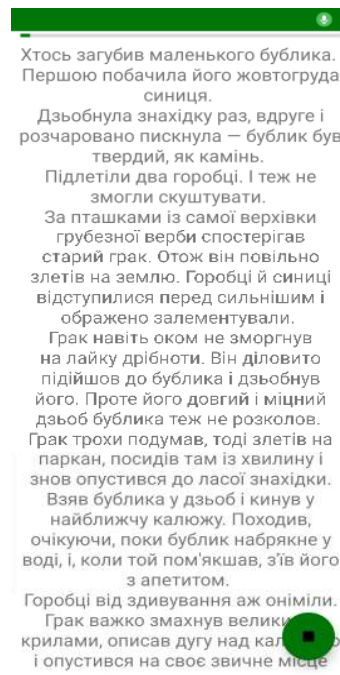


Рисунок 3.7 – Меню вибору наступної дії



а)

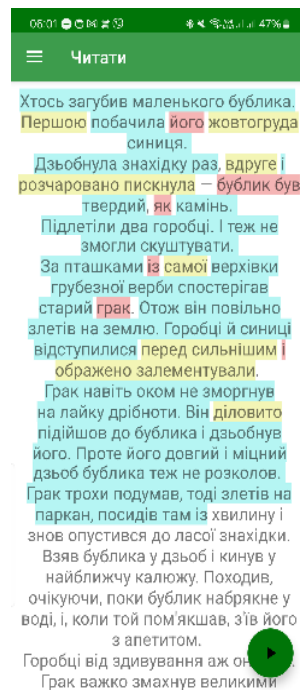


б)

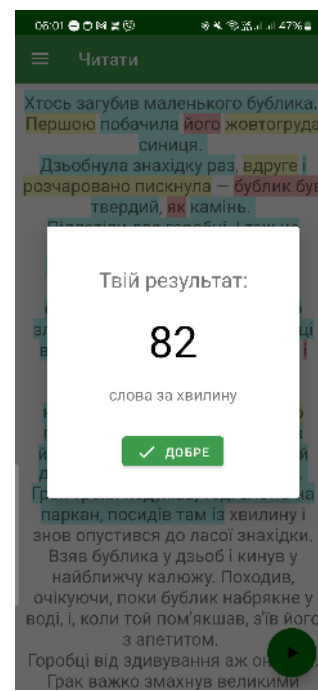


в)

Рисунок 3.8 – Процес тестування: а) перед початком запису голосу, б) після початку запису голосу дитини, в) в процесі читання



а)



б)

Рисунок 3.9 – Оцінка результатів тестування дитини: а) аналіз правильності прочитаних слів, б) кількість прочитаних слів за хвилину

Результати тестування зберігаються для формування статистики та прогресу вдосконалення техніки та швидкості читання.

## ВИСНОВКИ

Останнім часом ми все частіше користуємось мобільними пристроями. Сучасний смартфон або планшет може повністю замінити весь функціонал домашніх комп'ютерів. У зв'язку з чим актуальність набуває розробка освітніх додатків не стільки для персональних комп'ютерів, як для планшетів та смартфонів. В результаті виконаного аналізу, було показано, що однією з найперспективніших та найрозповсюдженіших операційних систем для мобільних пристроїв є Android.

Об'єктом дослідження у кваліфікаційній роботі є процес створення навчального застосунку для мобільного пристрою, який може бути використаний під час навчального процесу школярів молодших класів для контролю техніки та швидкості читання. Предметом дослідження є методи STT, які застосовуються для аналізу прочитаного тексту дитиною.

Запропонована освітня гра розпізнає голос дитини, із високою точністю виявляє неправильно прочитані слова та вміє робити правильний підрахунок кількості прочитаних слів за відведений час, що було показано у розділі 3.3.

Для досягнення поставленої мети в роботі було проаналізовано вимоги та принципи створення мобільної гри для дітей, враховуючи вікові особливості цільової аудиторії; виконано порівняльний аналіз існуючих операційних систем для мобільних пристроїв, особливості створення додатків та доступні сервіси; розглянуто особливості та вимоги сервісів перетворення голосу у текст для мобільних пристроїв. Моделювання дослідження сервісів STT за критеріями доступності, залежності від Internet підключення, вимог до обчислювальних ресурсів, а також дослідження методів визначення подібності рядків на основі посимвольного порівняння було проведено на основі розробленої моделі автоматизованої системи контролю техніки читання для дітей молодшого шкільного віку.

Аналіз отриманих результатів показав, що для коротких текстів при

відсутності мовленнєвих порушень у дитини, або при виявленні ліспінгу та ротацізму, кращим є вибір методу Левенштейна. У випадку виявлення дислалії, варто обирати метод порівняння текстів Жаро. Окрім того, метод Жаро здатен виявляти перестановки звуків, притаманні дітям із дислалією, що значно прискорює співставлення текстів та дозволяє визначити проблемні слова для дитини та є головною перевагою даного алгоритму.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Zainuddin Z., Chu S. K. W., Shujahat M., Perera C. J. The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review of empirical evidence //Educational research review. – 2020. – Т. 30. – С. 100326.
2. Majuri J., Koivisto J., Hamari J. Gamification of education and learning: A review of empirical literature //Proceedings of the 2nd international GamiFIN conference, GamiFIN 2018. – CEUR-WS, 2018.
3. Sailer M., Homner L. The gamification of learning: A meta-analysis //Educational Psychology Review. – 2020. – Т. 32. – №. 1. – С. 77-112.
4. Jayakanthan R. Application of computer games in the field of education //The electronic library. – 2002. – Т. 20. – №. 2. – С. 98-102.
5. Mayer R. E. Computer games in education //Annual review of psychology. – 2019. – Т. 70. – С. 531-549.
6. Орещенко А. В. Історія розвитку комп'ютерних ігор: значення для картографії //Часопис картографії. – 2012. – №. 4. – С. 154-179.
7. Gigante N., Montanari A., Orlandini A., Mayer M. C., Reynolds M. On timeline-based games and their complexity //Theoretical Computer Science. – 2020. – Т. 815. – С. 247-269.
8. Thomas C. G., Devi J. A study and overview of the mobile app development industry //International Journal of Applied Engineering and Management Letters (ІАЕМЛ). – 2021. – Т. 5. – №. 1. – С. 115-130.
9. Іванова С. М. Вплив комп'ютерних ігор на формування елементів логічного мислення у дітей старшого дошкільного віку //Інформаційні технології і засоби навчання. – 2007. – Т. 1. – №. 2.
10. Яремій М., Галюка О. ГЕЙМІФІКАЦІЯ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ КОМУНІКАТИВНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ ПОЧАТКОВОЇ ШКОЛИ //Вісник науки та освіти. – 2023. – №. 11 (17).
11. Блудова Ю., Ільїна О. Геймізація освітнього процесу в Новій

українській школі. – 2020.

12. Wu Z., Chen X., Lee S. U. J. A systematic literature review on Android-specific smells //Journal of Systems and Software. – 2023. – Т. 201. – С. 111677.
13. Adekotojuo A. et al. A Comparative Study of Operating Systems: Case of Windows, UNIX, Linux, Mac, Android and iOS //International Journal of Computer Applications. – 2020. – Т. 176. – №. 39. – С. 16-23.
14. Ajayi L. K., Azet A. A., Odun-Ayo I. A., Chidozie F. C., Azeta A. E. Systematic review on speech recognition tools and techniques needed for speech application development //International Journal Of Scientific & Technology Research. – 2020.
15. Reddy V. M., Vaishnavi T., Kumar K. P. Speech-to-Text and Text-to-Speech Recognition Using Deep Learning //2023 2nd International Conference on Edge Computing and Applications (ICECAA). – IEEE, 2023. – С. 657-666.
16. Nagdewani S., Jain A. A review on methods for speech-to-text and text-to-speech conversion //International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). – 2020. – Т. 7. – №. 05.
17. Barkovska O., Shulinus O., Rosinskiy D., Lebodkin Y., Serdechnyi V. Research on Model Rendering Performance in Blender 3D Using Massively Parallel Systems //2023 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS). – IEEE, 2023. – С. 1-5.
18. Барковська О.Ю., Лебьодкін Є.О. Дослідження особливостей ідентифікації користувачів на мобільних пристроях. Проблеми інформатизації. 2022. № 2. С. 78