

<https://doi.org/10.31891/2219-9365-2024-78-3>

УДК 044.11

МЕЛЬНИК Анна

Західноукраїнський національний університет
e-mail: melnikanna524@gmail.com

ЛІП'ЯНИНА-ГОНЧАРЕНКО Христина

Західноукраїнський національний університет
<https://orcid.org/0000-0002-2441-6292>
e-mail: kh.lipianina@wunu.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 скоромовок. Очікується, що досліджувана програмна система сприятиме покращенню методів роботи логопедів та підвищенню якості надання логопедичних послуг за допомогою мобільних технологій.

Ключові слова: мобільний додаток, MVVM, 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, MVVM, 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. Проблемою також є те, що все більше дорослих залишаються із невіршеними 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.

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 Clubs 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 Korlage, Liyanage, & Co [12] призначений для допомоги дітям з вадами слуху, поліпшуючи їхні мовні та слухові здібності за допомогою передових алгоритмів для впізнання 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 цільову аудиторію. На відміну від Katha App від Wijesoogiya 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 скоромонок, що не лише підтримує навчання, але й робить процес більш захоплюючим і динамічним.

МЕТА СТАТТІ

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.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

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:

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, усунення несправностей і обслуговування бази даних [2].

Архітектура та алгоритми додатку

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 1 представляє структуру зв'язку між компонентами та базою даних.

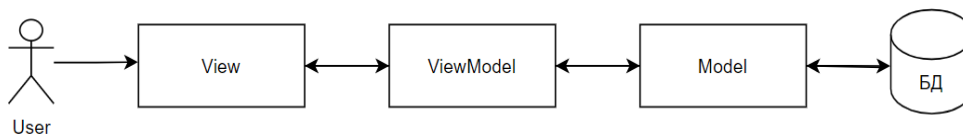


Рис.1. Структура зв'язку між компонентами та базою даних

Важливо зазначити, що алгоритмічний аспект додатку має 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.

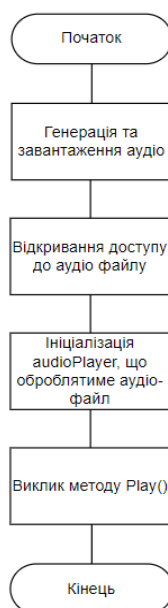


Рис. 2. Алгоритм відтворення скоромовок

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 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()`.

Програмна 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 вправи умовно складається з частини з описом техніки виконання, відео представлення, а також додаткового завдання у вигляді короткої скоромовки, яку необхідно відтворити після AI-диктора.

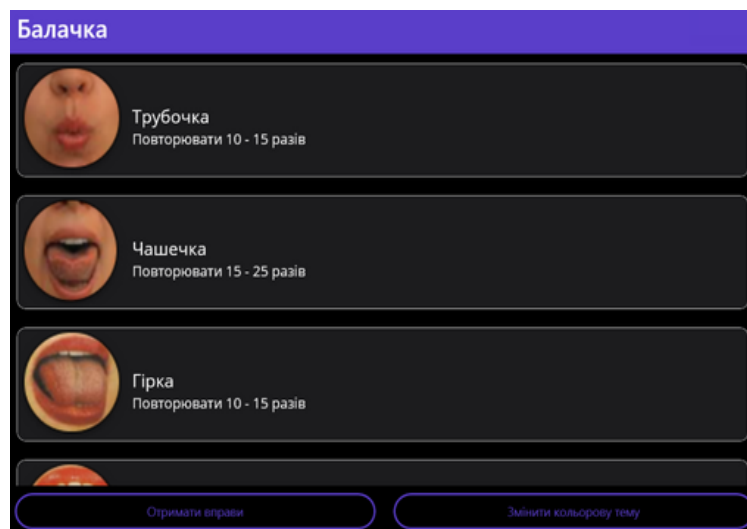


Рис.3. Головна сторінка додатка

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.

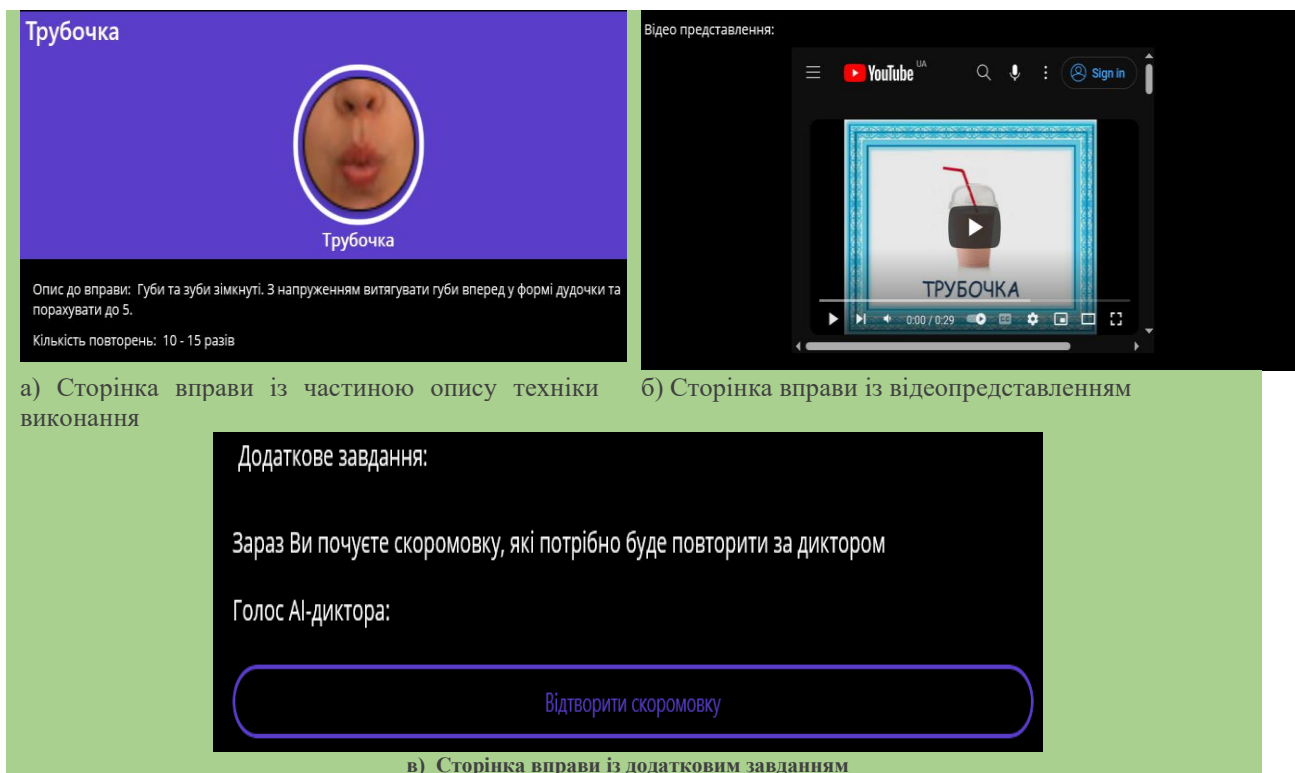


Рис.4. Інтерфейс основних складових системи

Таблиця 1

Оцінка ефективності розробленого додатку

Критерій 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.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., 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/>

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., 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/>