

המחלקה להנדסת תוכנה

פרויקט גמר – ה'תשפ"ד

פלטפורמה לגמייפיקציה של טיפול בדיבור

Gamified Speech Therapy Platform

מאת

שם התלמיד: מוסא טמס

ת.ז. התלמיד: 322421033

מנחה אקדמית: גב' אלידעת אדר

תאריך:

29.07.2024 Elidaat Alder אישור:



מערכות ניהול הפרויקט :

#	מערכת	میکوم
1	מאגר קוד	GitHub
2	קישור ליוםן	Project Kan Ban
		Project Issues
		Project Milestones
3	קישור לסרטון דוח סוף	https://youtu.be/f-Hd41cg5I?si=WiMpjZCCV-ltuCTj

מידע נוספים :

סוג הפרויקט	יוזמה של המנהה
פרויקט ממשיך?	פרויקט חדש

הצהרה:

העבודה נעשתה בהנחיית **גב' אליעד אדר**

, עזריאלי המכללה האקדמית להנדסה ירושלים -
המחלקה להנדסת תוכנה.

החברור מציג את עבודתנו האישית ומהוות חלק
מהדרישות לקבל תואר ראשון בהנדסה.



תוכן עניינים

2	מושגים רלוונטיים
3	נאום המעלית
3	מבוא
5	תיאור הבעיה
5	דרישות ואפיון הבעיה
5	הבעיה מבחן הדעת תוכנה
6	אתגרים בתכנות שנוצרו במהלך פיתוח המערכת התומכת בפלטפורמות Web And Android
8	תיאור הפתרון
9	פתרונות טכנולוגיים ואיינטגרציה
12	המשך הפרק תיאור הפתרון
15	מסקנות
15	סיכום יכולות המערכת
15	המלצות לעבודה עתידית
15	ניתוח קולי:
15	шиיפור חווית המשתמש :
15	סקלאביליות
15	סיכום
16	בדיקות
17	נספחים
17	Demo
17	סרטון דוח אלף
17	סקר השוק שנעשה בדוח הצעה:-
18	תקציר סקר שוק
18	רשימת דרישות
19	ביבליוגרפיה
20	Abstract

תקציר

ילדים עם לקויות דיבור צריכים מעקב רפואי בדיبور, אצל קלינאי תקשורת, כדי לשפר את יכולות התקשרות שלהם. חלק מהטיפול מהוועה תרגולי דיבור בבית ההורים אך הם לא מספיק מעניינות עבור ילדים קטנים, מה שobox לחשור מוטיבציה ותרגול לא עקי. הפרויקט הנוכחי מציג פלטפורמת טיפול בדיبور באמצעות משחקים שנועדים להפוך את הטיפול בדיبور למרתק יותר עבור ילדים, תוך מתן כלים קליניים לנחל ולעקב אחריו התקדמות מטופלים בצורה יעילה.

הפלטפורמה משלבת טכנולוגיות זיהוי דיבור מתקדמות כדי להעריך את דיק היגייני של הילד בהשוויה להיגייני הקליני. על ידי המרת המיללים המודוברות לטקסט ואז ליצוגים פונטיים, המערכת יכולה להעריך עד כמה קרוב הדיבור של הילד להיגייני המצופה, אפילו עבור התאמות חלקיות. תוכנה זו חשובה למתחן משוב מדויק לילדים ולעוזר להם לשפר את דיבורם באופן הדרגתי.

האפליקציה מציגה משחק זיכרון, שבו התאמות מוצלחות פותחות תרגילי דיבור. תרגילים אלו מוקלטים על ידי הקליני שמעודד ומench את הילד בצורה שמותאמת למצבו לגילו, בדיקות כמו שהוא במרפאה, מה שמאפשר לידי לתרגל בצורה אינטראקטיבית. השימוש ב Firebase-ניהול מסדי נתונים בזמן אמת מבטיח שככל הנתונים מסונכרנים בין מכשירים, ומספק חווית משתמש חלקה הן לקלינים והן לילדים.

בנוסף, הפלטפורמה תומכת בשפות רבות, כולל עברית, ומתחילה למגוון רחב של משתמשים. היא משתמשת במנגנון *caching* כדי לשפר את הביצועים ולהפחית את העומס על השרת, מה שבטיחות זמני תגובה מהירים גם בשימוש נרחב. הארכיטקטורה של הפלטפורמה מאפשרת שילוב קל של משחקים ותרגילים נוספים, מה שהופך אותה לפתרון יעיל לטיפול בדיبور.

בנוסף לתוכנות הטכניות, הפלטפורמה משפרת את התקשרות בין הקלינים, הילדים והמשפחות שלהם. קלינים יכולים להוציא בקהלות מטופלים חדשים, להקליט ולהעלות תרגילי דיבור מותאמים אישית ולעקב אחריו ההתקדמות בזמן אמת. הילדים משתתפים בטיפול דרך משחקים אינטראקטיביים, מה שהופך את תהליך הלמידה ללמידה ומוטיבציוני. ההורים יכולים לעקוב אחרי ההתקדמות של ילדים ולהישאר מעודכנים בהתקפתחותם.

לסיכום, פלטפורמת טיפול בדיبور עם אלמנטים משחקים זו מציעה פתרון חדשני לאתגרים של טיפול בדיبور מסורתי על ידי שילוב טכנולוגיה מתקדמת עם מכניות משחק מרתקות. היא משפרת את חווית הטיפול עבור הילדים, מספקת כלים מועילים לקלינים, ומקלה על התקשרות בין הקלינים, הילדים ומשפחותיהם.

מושגים רלוונטיים

- ❖ **לקות דיבור :** מצב שבו יש לאדם קושי בהפקת צלילי דיבור באופן נכון או שוטף.
- ❖ **טיפול בדיבור :** תוכנית קלינית שטטרתת לשפר את מיומנויות הדיבור והשפה ואת היכולות המוטוריות של הפה.
- ❖ **גימפיזציה :** התהליך של שילוב אלמנטים משחקים בהקשרים שאינם משחקים כדי לשפר את המעורבות והМОטיבציה של המשתמש.
- ❖ **זיהוי דיבור Speech Recognition :** טכנולוגיה שמסוגלת לזהות ולעבד שפה מדוברת לטקסט על ידי מחשבים.
- ❖ **דיבור לטקסט Speech-To-Text :** יישום ספציפי של זיהוי דיבור שממיר מילים מדוברת לשירות לטקסט כתוב.
- ❖ **ניתוח דיבור Speech Analysis :** בדיקה ופרשנות של אותות דיבור כדי להבין ולשפר את הדיקוק של מערכות זיהוי דיבור.
- ❖ **אלפבית פונטי בינלאומי (IPA) :** מערכת סימנים המשמשת לייצוג הצלילים של השפה המדוברת בצורה מדעית.
- ❖ **מרקח לוינשטיין :** ממד המשמש להערכת ההבדלים בין שתי מחרוזות טקסט על בסיס השינויים הנדרשים כדי להמיר אחת לשניה.
- ❖ **ספקטrogram :** גראף שמייצג את תדריות הקול לאורך הזמן ומשמש לניטוח קולי.

נאום המעלית

הילד סובל מליקויות תקשורת ודיבור?
 צריך למד אותו לדבר באופן ברור אבל הוא לא עוזב הטלפון כי תרגולי דיבור משמעים את שニックם?
 אז שים לו את תהליך הלימוד בטלפון!
 בעזרתו תרגולים שהקליני תקשורת בונה והמערכת שלנו תציג בצורה משחק.
 הילד נהנה בכך שהוא מתקדם בתהליך.
 ההוראה נהנה ממקובב ברור עבור התקדמות הילד בתרגולים.
 קליני תקשורת נהנה מכלים שעוזרים לו ליעיל הטיפול!
 פשוט WIN-WIN-WIN.

מבוא

בעולם קיימים הרבה ילדים עם הפרעות וקשיי דיבור שמקבלים טיפול מקצועי אצל קליני תקשורת.
 קליני תקשורת נפגש עם הילד לכל היוטר פעמיים בשבוע ואז מרבית הטיפול מסתמך על הורי הילד
 שאמורים לתרגל את הילד בבית. לרוב, להורים אין את הזמן, הידע והכלים שנדרשים לתרגול איכוטי
 ומהנה.

בסקר השוק שהצגנו בדוח החוצה הראנו שהאפליקציות הקיימות אינן מתיחסות לילדים עם לקויות
 דיבור אלא מיועדות למד ילדים בגיל בית ספר לקרא או מבוגרים שפה חדשה, ורובה לא משתמשות
 בטכניות של בדיקת נכונות של מה שהילד אומר ואין תמייה לרכיביו שפות.
 המערכת שאנו מציעים בפרויקט זה תהווה כל עזר טיפול לקליני, להורים ולילד. במערכות,
 הקליני יעלה לכל ילד תוכנית של תרגולים במסלול שמתאים למצבו של הילד. כשהתרגולים יתבצעו,
 המערכת תדרג את התקדמותו של הילד בזמן אמיתי, ותעדכן את הקליני והמשפחה בהתאם. כך,
 איכויות הטיפול תעליה מבעלי לבקש השקה נוספת מההוראים.
 על מנת שהאפליקציה תהיה ייחודית עליה להיות מסוגלת לזוות רמת הנכונות של דיבור הילד וכמה
 המילה שהילד מpga דומה למילה שהקליני מלמד לו.
 הבעה העיקרית שלנו תהיה "איך מודדים רמת הנכונות של דיבור הילד ביחס לדיבור הקליני"?

מבוא לטכנולוגיות ושיטות קיימות

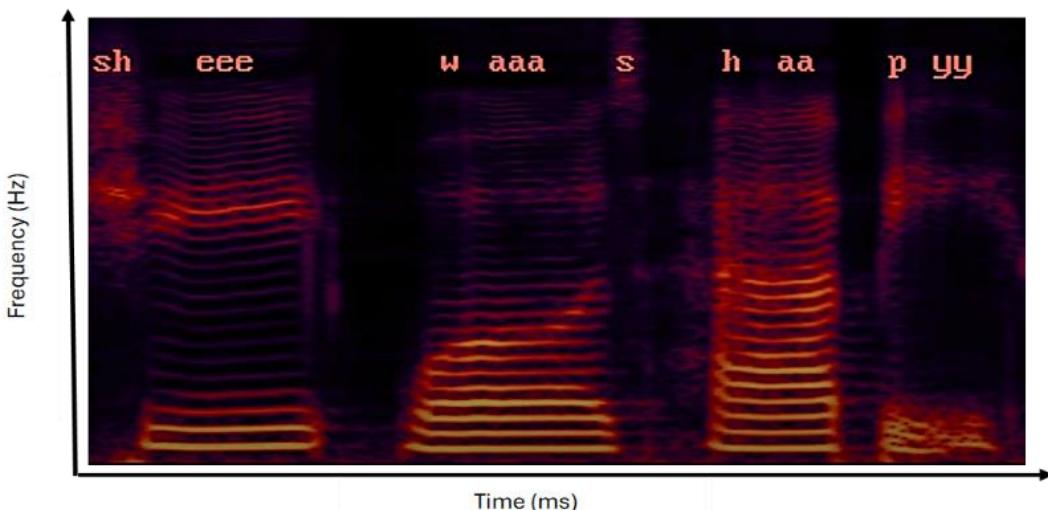
אחרי חקירה במטרה למצוא שיטות, מצאנו שיטות מתקדמות ויעילות שיכולות לתמוך בראינו של בדיקות רמת הנכונות של דיבור לצד עם ליקויות דיבור :

שיטת 1 : זיהוי קולי(Speech to Text Models)

בעולם קיימים הרבהמודלים של בינה מלאכותית שמשזהים מילים שנאמרו ומתרגמים אותם לטקסט כתוב. בשיטה זו, נבנתה בינה מלאכותית שמשזהה דיבור אנושי תוך כדי התחשבות במוגבלותות שונות, טוווח תדריות הקול, רעש הרקע, והבנת הכוונה של המדבר תוך שימוש ב- Context Based Guesses. המשמעותית בתמיכה לשפה העברית.

שיטת 2 : ניתוח קולי(Sound Analysis)

כאשר אנשים מדברים, האוויר שעובר דרך מיתרי הקול והפה רוטט בתדריותות שמייצרות צלילים. תדריותות אלו נראות בגרף הנקרא "Spectrogram". ניתוח Spectrogram מאפשר לזהות רצף של אותיות ומילים. בשיטה זו ניתן להשיג דיוק גבוה יותר מזיהוי קולי במרקם ספציפיים.



איור 1 דוגמה לנתח של Spectrogram

תיאור הבעייה

דרישות ואפיון הבעייה

מעבר למפגשים הפרונטליים בין קלינאי התקשרות והילד, הילד עם הפרעות הדיבור חייב לבצע תרגולים בבית. התרגולים האלו מתוכננים על ידי הקלינאי, כך שיהיו מותאמים לגילו, למצוותו ולצרכו של הילד הספציפי.

נכון להיום ההורים מתקשים לעשותות התרגולים האלו עם הילד באופן אפקטיבי שימושך את תשומת ליבו של הילד. בנוסף לכך, קשה לקלינאי לקבל תמונה מצב ברורה על התקדמות הילד בתרגולים הקוררים בבית ואז איזות תכונן הטיפול להמשך הדרך נפגעת.

קיימות אפליקציות המיעודות לתרגול ילדים שלא סובלים מכל הפרעה בדיבור, אך רובן לא מודאות שהילד כן מתרגל בצורה נכונה, ומסתמכים רק על חשיפת הילד למיללים חדשים.

המצב המתואר לעיל הוא המציאות הקשה והמאגרת שהילד ומשפחתו חווים, ואז נוצר מצב שבו הילד לא מתקדם בטיפול, המשפחה תאוכזב והתרגולים האלו יהפכו לסיטוט מתגבר לכלום.

נדרשת מערכת שתספק לקלינאי כלים שיעזרו לו להתאים תרגולים לכל ילד, התרגולים יוגשו לידי באופן מהנה אך מלמד, והמערכת תדרג את ההתקדמות ותשלח עדכונים לקלינאי ולהורים.

הבעייה מבחינת הנדסת תוכנה

עיקר מטרת המערכת שלנו הוא לזהות האם הקלינאי והילד אמרו אותה המילה/קובל של התרגול. כמובן, אם מדובר במילה, האם המערכת תזהה אותה המילה עבור הינו הילד והקלינאי?

אם לא, האם הילד אמר חלק מהמילה בצורה נכונה?

ואם מדובר רק בקול מסוים כמו "sh" או "kh" האם הילד מצליח להוציא הקול הזה? השיטה שבuzzerten ניתנת להשיג את המטרה של האפליקציה הן שיטות בעלי אתגרים רציניים שימושיים באופן ישיר על המטרה העיקרית של האפליקציה:

- שיטת הבעייה Speech to Text Models

בתוך משפט. כך שנitinן ל採取 ההקלטה של הילד וההקלטה של הקלינאי ולהרייך עלייהן Text סולניות בין המילים שנקלטו ולראות כמה הן קרובות אחת לשנייה. אבל נתקלים בעיות הבאות: -

- אם מדובר בשתי מילים שנשמעוות אותו דבר אך נכתבות באופן שונה (there, their, if, were, they're) עלולה לתת ציון נכשל לילד למרות שהוא הוציא הקולות הנכונות.
- אם הקלינאי יגיד "תפוח" והילד יגיד "תפועוואח", ככלומר יဟגה עם דגש על חלקיים לא נכונים המערכת עלולה לזהות שניהם כ "תפוח" והילד יקבל ציון עבר למרות

שנכשל במציאות, ולא יהיה לנו איך לדעת שהילד טעה כי אנחנו מסתכלים רק על התוצאה הסופית של המודל.

- אם מדובר בקול מסוים שהוא לא חלק ממילה, "sh" השיטה לא תצליח בכלל כי זו לא מטרתה.

- **שיטת ניטוח קולי בעזרת Spectrograms** היא שיטה שאין לה עד היום בין מלאכותית שיודעת לזהות איזה קול או אות נאמר בהקלטה קקרה. באמצעות השיטה הזאת יהיה מתאים מאוד לזהות האם שני אנשים השמיעו אותו הקולו האות עקב הביעות הבאות :

- א. אם שתי ה הקלטות נקלטו ע"י שני מיקרופונים שונים עם איקוטאים שונים.
- ב. אם רעש הרקע שונה בשתי ה הקלטות.
- ג. אם מהירות הדיבור שונה בין שני המדברים.
- ד. אם תדירות הקול שונות אצל שני המדברים. למשל, ילד וגבר מבוגר .
- ו. אם נרצה לבנות בין מסוג זה נctrck לבנות מאגר גדול מאוד של הקלטות של קולות עם הפירוש ה כתוב של האות. ולפי בדיקתנו לא קיים ממשו בראשת שדמה לרעיון הזה.

אתגרים בתכנות שנוצרו במהלך פיתוח המערכת התומכת בפלטפורמות Web And Android במסגרת הדרישת שהאפליקציה תפעול על מספר פלטפורמות, בעיקר אנדרואיד והווב, למדדי להשתמש ב Flutter. -תהליך זה כולל מספר אתגרים כבדים ומורכבים לדוגמה :-

1) אינטגרציה עם מסד נתונים

בעיה : האפליקציה נדרשה לגשת למסד נתונים לביצוע פעולות שונות כמו שמיירת והעלאת תרגולים, ניהול משתמשים, והקלטות קול.

אתגר : זמן תגובה אורךים בעט בקשה והעלאת סרטונים הפחיתו את חווית המשתמש.

2) שימוש במנגנון Caching

בעיה : כדי לשפר את הביצועים, היה צריך להוסיף מנגנון caching
אתגרים :

- i) במערכות אנדרואיד ו OS- מערכת הקבצים המקומיות שונה מהמערכת המשמשת בווב.
- ii) ניהול המידע במערכת caching חייב להיות יעיל ובטוח, כך שלא תהיה פגיעה במידע או באבטחת הנתונים.

3) עדכון העתק מקומי

בעיה : הנתונים המקומיים לא התעדכנו בזמן אמת כאשר הקלינאי הוסיף או שינה נתונים עבור הילד.

אתגר : הבטחת סינכרון הנתונים בכל הפלטפורמות.

4) **תאימות מצלמה**

בעיה : ווידוא שהמצלמה עובדת היטב בכל הפלטפורמות.

אתגר : טיפול ב API-שוניים ובפונקציות מצלמה שונות لأنדרואיד OS i, והווב.

5) **פיתוח משחקים מתאימים**

בעיה : פיתוח משחקי שמתאימים לילדים שאינם יכולים לקרוא או לכתוב, אך עדין יכולים לדבר.

אתגר : שילוב ההתקדמות במשחק עם ביצוע התרגילים באופן המותאם לילדים.

6) **תמיכה בשפות שונות**

בעיה : תמיכה בזיהוי דיבור עבור שפות שונות, כולל עברית.

אתגר : הבטחת דיוק בזיהוי הדיבור והציג משוב מתאים לכל שפה נתמכת.

7) **סנכרון נתונים מול שרת**

בעיה : סנכרון נתונים בין האפליקציה המקומית לשרת.

אתגר : ניהול קונפליקטים בתוכנים והבטחת עקביות בין הנתונים המקומיים והשרתים.

תיאור הפתרון

במהלך הפרויקט פיתחנו מערכת המכילה משחק מהנה לילדים, שבו הם מתקדמים באמצעות תרגולי דברו. המערכת מנתחת את הדיבור של הילד ומעניקה לו ציון מתוך 100, המבוסס על רמת הדיווק והנכונות של היגוי הילד בהשוואה להיגוי הקליני. האפליקציה מתוכננת להביא תוצאה לכל הצדדים המעורבים: קלינאי התקשרות יכולים לנהל את מטופליהם ביעילות רבה יותר בעזרת כלים מתקדמים; הילדים נהנים ממשחק שmag'יר את המוטיבציה לביצוע תרגולים מותאמים אישית; וההורים מקבלים עדכונים שוטפים על התקדמות הילד מבליל ה策ך לבצע את התרגילים יחד עם הילד.

תהליך העבודה

1. **הוספת הילד:** הקלינאי מוסיף את הילד תחת הטיפול שלו ומזין את פרטי המידע הנדרשים.
2. **הוספת תרגולים:** הקלינאי מוסיף רשימת תרגילים המתאימים לצבו של הילד.
3. **ביצוע התרגולים:** במשחק יידיותי שבו ההתקדמות קשורה לביצוע התרגילים כך ש כל תרגיל מנהה את הילד להגדיל מיליה מסוימת.
4. **הקלטה קול:** כאשר הילד מבצע את התרגיל, אנו מקליטים את קולו. על ההקלטהazzo מתרבצעים השלבים הבאים:
 - **זיהוי קולי (Speech to Text):** המרת הדיבור של הילד לטקסט.
 - **המרה ל- International Phonetic Alphabet :** כדי להתגבר על הבעיה של מיללים עם צלילים זחים שנכתבות בצורה שונה, (כמו *are*, *there*, *they're*, *their*) נעשה המרה מtekst שנקלט לפירוש פוניטי כתוב, המציג את הצלילים של השפה המדוברת.
(למשל זאת=There=Their=they're=זאת)
 - **חישוב מרחק הלונשטיין:** השוואת היגוי של הילד להיגוי של הקלינאי באמצעות מרחק הלונשטיין על הטקסט ב-IPA. לדוגמה, מרחק הלונשטיין בין המילים "כלב" ל-"כולב" הוא 1, מכיוון שנדרש רק להוסיף אות יי' במקומות הנכון כדי להמיר את המילה הראשונה לשניתה. ניתן לתת ציון לנכונות להיגוי הילד.
 - **מתן ציון:** מתן ציון על פי רמת הדיווק של היגוי הילד.
 - **ביקורת ידנית (אופציונלית):** שליחת ההקלטה לקלינאי לביקורת ידנית, אם יש צורך בכך. הקלינאי יכול להאזין להקלטה ולדרוג אותה ידנית, ובכך ליצור תרגולים מותאמים אישית בצורה מדוקقة יותר.

דוגמאות לmarkerים שבהם הזיהוי הקולי עלול להיכשל כוללות ונ策ך בדיקה ידנית:

 - **הבדלים בדיקציה או בהגייה בין הילד לקלינאי,** שימושים לגירום למערכת לזיהות מילים בצורה לא נכונה.

הקליניים מנהה את הילד להציג אוטוקול מסויים ולא מילה שלמה ■
 SH\KH\PHIGH(.)

עד לנוכח זו השתמשו בזיהוי קולי בלבד, אשר הוכיח את עצמו כמושכל בשגת מטרות הפרויקט. עם זאת, ישנו מקרים בהם זיהוי קולי עלול להיות חסר, במיוחד כאשר הילד זוקק לעזרה בהיגוי עדין של אותיות מסוימות, כמו היגוי שגוי באות אחת או צלילים ספציפיים כמו "כ" ו-"ש".

ניתוח קולי (Sound Analysis) עשוי לשפר את הביצועים במקרים אלו, אך לא הצלחנו למשתמש ואת במסגרת הפרויקט בשל המורכבות והמשאבים הנדרשים. עם זאת, נוכל לספק תוכנית כללית ליישוםניתוח קולי להשגת המטרות הספציפיות שלנו בעתיד.

המלצות לישוםניתוח קולי לעבודת המשך בעתיד:

5. **איסוף נתונים:** יש לאסוף מידע נטוניים הכלול הקלטות של אנשים שאומרים מילים מסוימות יחד עם המילים עצמן כתובות. ניתן להשתמש במאגר שבuzzrtu שנבנו מודלים של Speech to Text.
6. **חישוב Spectrogram:** לחשב את ה-Spectrogram של כל מילה.
7. **מחקרים Phonetics:** להיעזר במחקרים של Spectrogram Phonetics כדי להבין את הפירוש הfonוטי של כל חלק מכל מילה על ה-Spectrogram.
8. **קבוץ פירושים פונטיים:** להפריד כל פירוש פונטי מהמלחינים לקבוצות של Spectrograms המציגים פירוש פונטי מסוימים.
9. **תרגול המודל בין מלאכותית:** לתרגול את המודל על מאגר הקבוצות ובכך ליצור בינה מלאכותית ש יודעת לתת פירוש פונטי ל-Spectrogram שמייצג קול או אות מסוימת.

השלבים הנזכרים דורשים כמה אדרישה של נתונים (DATA) שיש לנחות ולסדר לצרכים שלנו. נדרש כוח אדם שיבצע קלסיפיקציה לנתונים, ורק לאחר מכן ניתן לתרגול את המודל ולהשתמש בו, מה שידרש זמן ומשאבים רבים שהיו מחוץ לטווח הפרויקט.

פתרונות טכנולוגיים וឥינטגרציה

כדי להתמודד עם האתגרים שפורטו בחלק תיאור הבעיה, הינו צריכים למצוא פתרונות טכנולוגיים יצירתיים שישפרו את ביצועי האפליקציה ויתאימו לכל הפלטפורמות.

אינטגרציה עם מסד נתונים

כדי לפטור את בעיית זמן התגובה הארוך בעת בקשת והעלאת סרטונים, הוספנו מנגנון caching. מנגנון זה מאפשר ש默ית נתונים מקומיות על המכשיר, כך שאין צורך לפנות לשרת בכל שימוש שהמשתמש זוקק לנתונים. השימוש ב-caching הולך ו עולה את ביצועי האפליקציה ושיפור את חווית המשתמש. בנוסף, השימוש ב Firebase Realtime Database + Storage -לצורך ניהול נתונים בזמן אמיתי, וביצעוו אופטימיזציה לקריאות למסד הנתונים כדי להקטין את זמן התגובה.

Caching במנגנון

כדי להבטיח שהמערכת תפעל בצורה חלקה בכל הפלטפורמות, פיתחנו מערכת caching המשמשת במערכת הקבצים המקומיות של אנדרואיד ו-OS-ו-ובמערכת המתחילה לווב. בנוסף, ישנו אלגוריתמים לאופטימיזציה של נתונים כדי שהמערכת תדע מתי להשתמש בנתונים המקומיים ומתי לגשת למסד הנתונים. בכך, הצלחנו לשפר את ביצועי האפליקציה ולהקטין את העומס על השרת.

עדכון העתק מקומי

כדי לפטור את בעית העתק המקומי שלא מתעדכן בזמן אמיתי, ישנו מנגנון של מאזינים (listeners) למסד הנתונים. מאזינים אלו מבטיחים שהנתונים המקומיים יתעדכנו מיידית כאשר הקלינאי מוסיף או משנה נתונים עבור הילד, באמצעות שימוש ב Firebase-Real Time Database-של

תאמיות מצלמה

לאחר הרבה בדיקות ותיקון בעיות, הצלחנו לשלב את המצלמה בצורה חלקה באפליקציה על כל הפלטפורמות באמצעות שימוש בספרייה camera של Flutter, אשר מספקת תמיכה גם لأنדרואיד וגם ל-OS-ו-כך, הבטחנו חווית משתמש חלקה ועקבית בכל המכשירים.

פיתוח משחקים מתאימים

כדי להתאים משחקים לילדים שאינם יכולים לקרוא או לכתוב, אך עדין יכולים לדבר, פיתחנו משחק זיכרון התאמת קלפים. כל הצלחה בההתאמת זוג קלפים פותחת תרגיל דיבור. בנוסף, מערכת שמאפשרת להוסף משחקים נוספים בעtid ולשלב את תרגילי הדיבור בהם בצורה חלקה, באמצעות קריאה פשוטה לפונקציה שמחילהה על התרגיל המתאים בהתבסס על ההתקדמות והניקוד של הילד בתרגילים קודמים.

תמיינה בשפות שונות

כדי להתמודד עם האתגר של תמיינה בזיהוי דיבור עבר שפות שונות, כולל עברית, השתמשנו במגוון זיהוי דיבור מתקדמים המסוגלים לזהות ולהתאים את התרגול לשפה המתאימה. כך, הבטחנו דיוק בזיהוי הדיבור והציג מושב מתאים לכל שפה נתמכת.

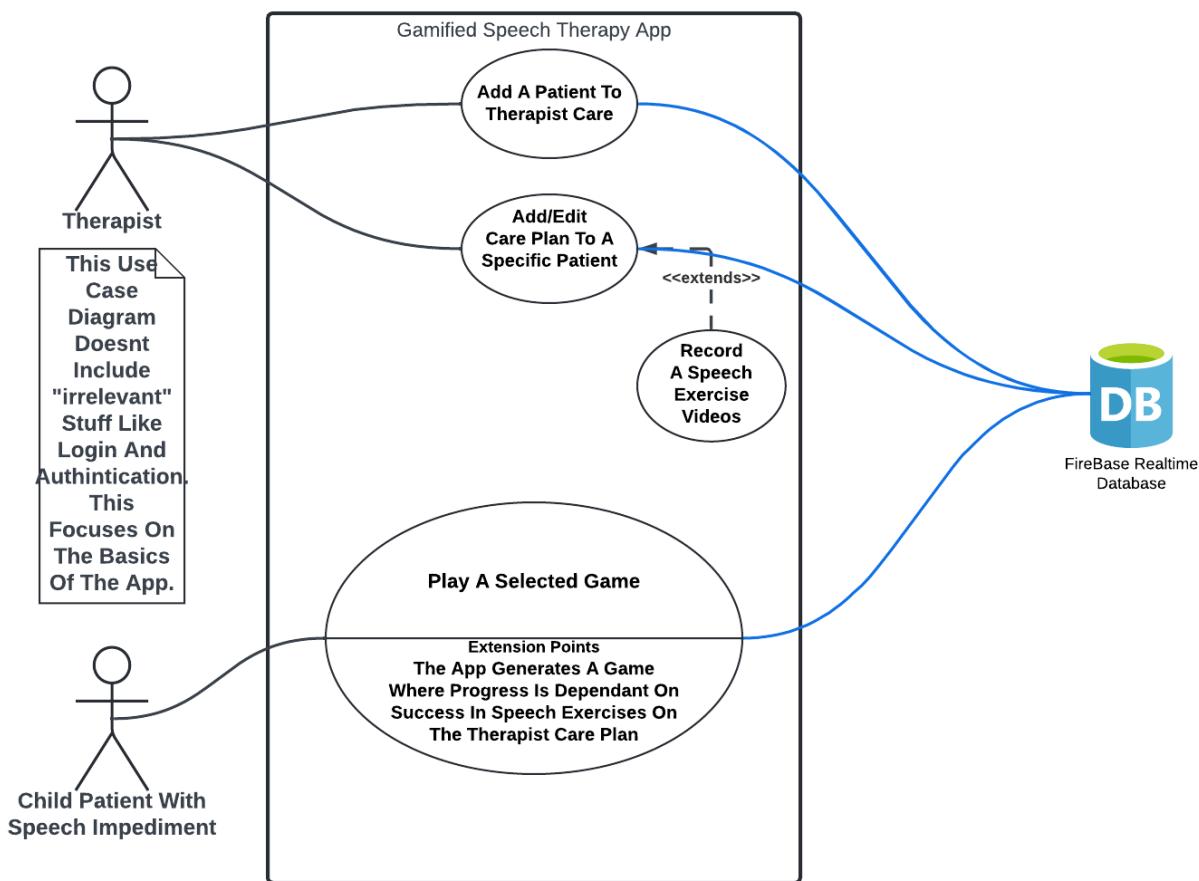
סנכרון נתונים מול שרת

כדי להבטיח סנכרון נתונים בין האפליקציה המקומית לשרת, יישמו מגנונים מתקדמים לניהול קונפליקטים נתונים. זה כולל שמירה על עקבות הנתונים המקומיים והשרותים, וביצוע סנכרון בזמן אמיתי כאשר יש שינויים נתונים.

המשך הפרק תיאור הפתרון

בפרק זה נתעסק בתרשימים ומודלים מוכרים על מנת לסביר הפתרון.

Simplified Use Case Diagram UML .1



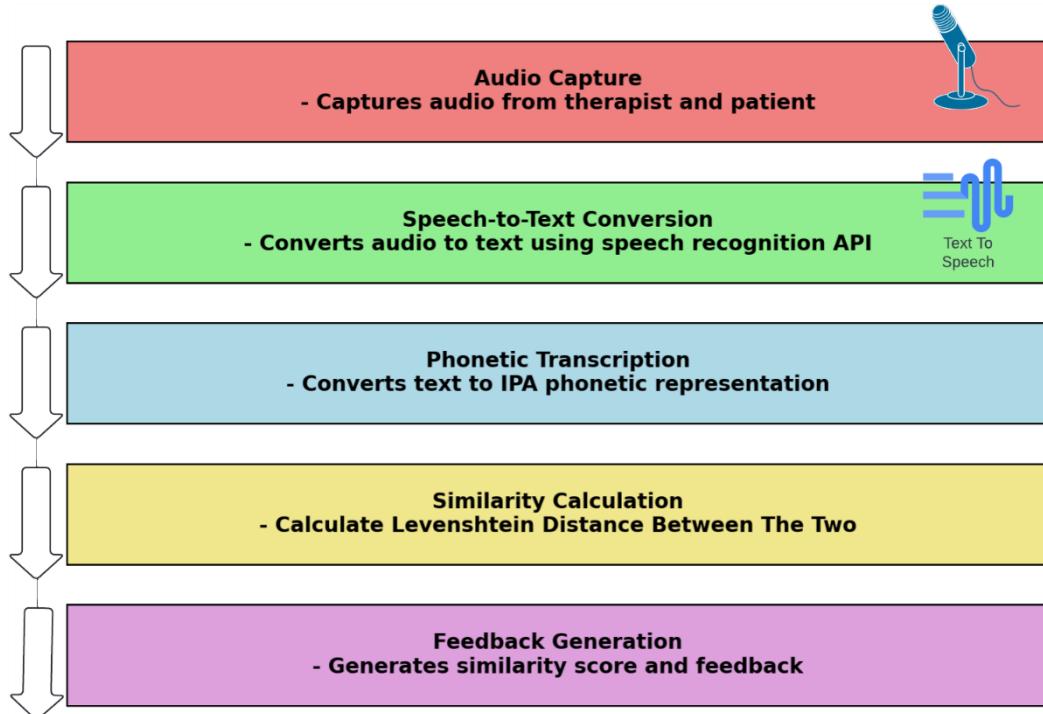
Use case templates for primary use cases .2

Title:	Record Speech Exercise Use Case Template
Description:	A feature allowing therapists to record speech exercises and associate them with patient care plans.
Actors:	Therapist
Preconditions:	Therapist is logged in and on the relevant patient care plan
Postconditions:	<ul style="list-style-type: none"> • Speech exercises are recorded and associated with patient care plans. • Patients can access recorded exercises for therapy sessions.
Basic flow:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Therapist logs in 2. Navigates Home>Patient Management>Patient Name>Patient Care Plan. 3. Therapist selects the "Record Speech Exercise". 4. The system opens the recording interface. 5. Therapist records speech exercises using the device's microphone and camera. 6. Therapist categorizes and labels each recorded exercise. 7. Therapist saves recorded exercises, associating them with specific patient care plans.
Alternative Flows:	Therapist previews the exercise as it will be presented to the child.
Exception Flows:	<ul style="list-style-type: none"> • Therapist fails to fill required fields (exercise name, category, etc.) before saving, system prompts to fill all required fields. • Network connection failure during recording, system alerts the therapist and advises to retry.

Title:	Play Game
Description:	A feature allowing child patients to engage in interactive games that depend on their success in completing speech exercises.
Actors:	Child Patient
Preconditions:	Child patient is logged in And on Homepage.
Postconditions:	Child patients progress through games based on success in completing speech exercises.
Basic flow:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Child patient selects the "Play Game" option from the app menu. 2. The system displays a variety of interactive games suitable for children. 3. Child patient selects a game to play. 4. Game dynamically adjusts difficulty based on performance in speech exercises. 5. Child patient progresses through the game as they successfully complete speech exercises.
Alternative Flows:	Therapist may customize game settings or select specific games for individual patients.
Exception Flows:	<ul style="list-style-type: none"> • Child patient fails to complete speech exercises successfully, game difficulty remains unchanged or may decrease. • Game performance issues due to network connectivity, system advises to check internet connection.

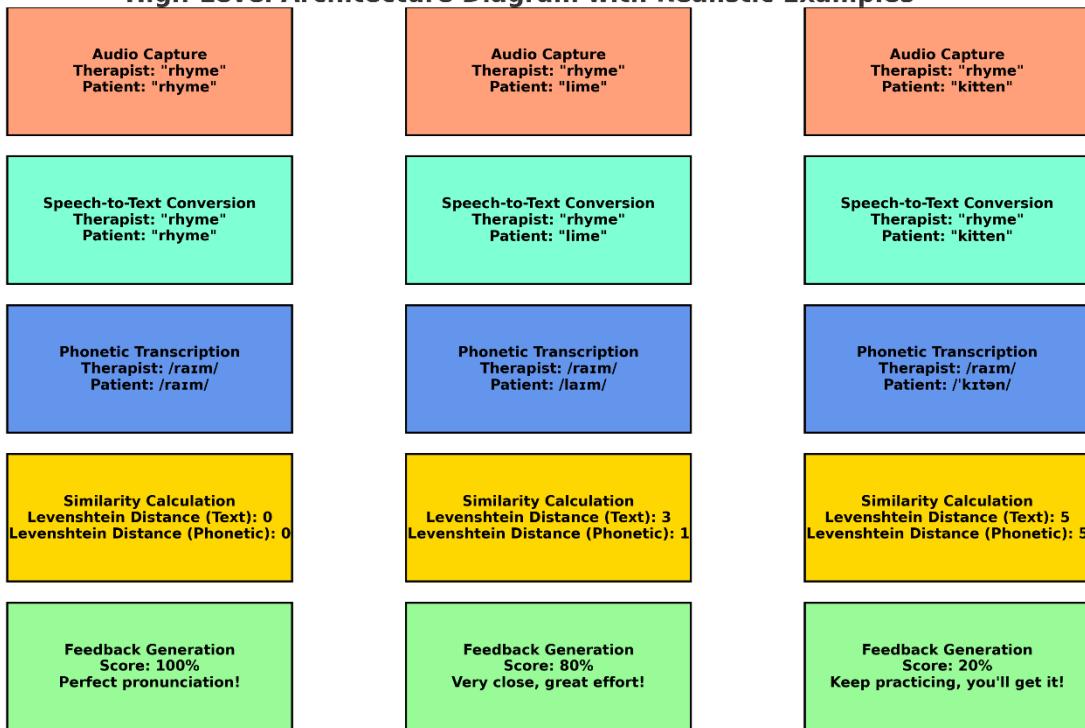


High-level architecture diagram for the similarity check function .3



3-High-Level Architecture Diagram For The Similarity Function

High-Level Architecture Diagram with Realistic Examples



מסקנות

סיכום יכולות המערכת

שפותחה מסוגלת לזהות ולהעריך את היגוי של הילד בהשוואה להיגוי הקליני במאזעות טכнологיות זיהוי דיבור מתקדמות. היא כוללת משחקי זיכרון עם תרגילי דיבור אינטראקטיביים, תומכת בשפות רבות כולל עברית, ומאפשרת סנכרון נתונים בזמן אמת עם Firebase כל הנדרדים נשמרים במכשיר המקומי לשיפור הביצועים וחווית המשתמש.

היכולות לעובדה עתידית

ניתוח קולי:

למרות שזיהוי קולי הוכיח את עצמו כМОצלה בIMPLEMENTATION הפרויקט, ישנו מקרים בהם ניתוח קולי עשוי לשפר את הביצועים, במיוחד כאשר הילד זוקק לעזרה בהיגוי עדין של אותיות מסוימות. בעתיד, ניתן יהיה לשלב ניתוח Spectrogram כדי לזהות היגוי של קולות ואותיות בצורה מדעית יותר. ניתן להיעזר במתודולוגיה שהצענו בתיאור הפתרון עבור ניתוח קולי.

шиיפור חווית המשתמש :

כדי לשפר את חווית המשתמש, ניתן להוסף אלמנטים משחקיים נוספים ופעולות אינטראקטיביות, כולל אנימציות ומשוב חיובי. ניתן גם לשלב מערכת פרסים ותגמולים לשיפור המוטיבציה של הילדים.

סקלאbilיות

כל הפיתוחים והאינטרנציות בוצעו בצורה שמאפשרת הרחבת קלה של המערכת בעתיד. ניתן להוסיף משחקים ותרגילים חדשים בצורה פשוטה, והארכיטקטורה של המערכת בניה לתמוך בשפות נוספות ובמנועי זיהוי דיבור מתקדמים נוספים. כך, ניתן להבטיח שהמערכת תמשיך להשתפר ולהתאים לצרכים המשתנים של המשתמשים.

סיכום

המערכת שפותחה מהוות כלי יעיל לטיפול בדיון באמצעות משחקים. היא מספקת לקלינאים כלים מתקדמים לניהול ולעקב אחר התקדמות המטופלים, ולילדים חווית תרגול מהנה ומתאמת אישית. עם ההתקפות המתחמכת בטכנולוגיות זיהוי דיבור ולמידת מכונה, המערכת צפופה להמשך ולהשתפר, ולהיות כלי חשוב בטיפול ילדים עם לקויות דיבור.



בדיקות

Test ID	Test Case Description	Pre-conditions	Test Steps	Expected Result	Actual Result	Pass/Fail
FT10	Verify that users can log in with valid credentials.	App is installed and opened	<ol style="list-style-type: none"> 1. Navigate to the login page. 2. Enter valid username and password. 3. Click on the login button. 	User is successfully logged in and navigated to the home screen.	User successfully logged in and navigated to the home screen.	Pass
FT11	Verify that an error message is displayed for invalid login credentials.	App is installed and opened	<ol style="list-style-type: none"> 1. Navigate to the login page. 2. Enter invalid username or password. 3. Click on the login button. 	Error message 'Invalid credentials' is displayed.	Error message 'Invalid credentials' displayed.	Pass
FT12	Verify that users can reset their password.	App is installed and opened	<ol style="list-style-type: none"> 1. Navigate to the login page. 2. Click on the 'Forgot Password' link. 3. Enter the registered email address. 4. Click on the 'Reset Password' button. 	Password reset link is sent to the registered email address.	Password reset link sent to the registered email address.	Pass
FT13	Verify that therapists can register new patients.	Therapist is logged in	<ol style="list-style-type: none"> 1. Navigate to the patient management screen. 2. Click on 'Add New Patient'. 3. Enter patient details. 4. Click on 'Save'. 	New patient is added and details are saved.	New patient added and details saved.	Pass
FT14	Verify that speech exercises can be recorded.	User is logged in	<ol style="list-style-type: none"> 1. Navigate to the speech exercise page. 2. Click on 'Record'. 3. Speak into the microphone. 4. Click on 'Stop'. 5. Click on 'Submit'. 	Recording is saved and submitted successfully.	Recording saved and submitted successfully.	Pass
FT16	Verify that data is synchronized across devices.	User is logged in on multiple devices	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perform an action on one device (e.g., add a new patient, submit a speech exercise). 2. Check the other device for the update. 	Data is synchronized and visible on all devices.	Data synchronized and visible on all devices.	Pass



נספחים

סרטון Demo

<https://youtu.be/V9ilsECxcb4?si=RYb2zXPsEVwWk8sH>

סרטון דוח אלפא

<https://youtu.be/-B0b4D-t6ao?si=fW56VMKLBd8gdBD3>

סקר השוק שנעשה בדוח ההצעה

שם האפליקציה	תיאור	משתמש	חוותית	בעיות	מחיר	הוודאות	עדכונם או למטפלים	מטפחות בהפרען ת דיבורו	טיפול לילדיים	הגיית מילימ נכונה	זיהוי חלקי של הילך
האפליקציה שلن	חוויות משתמש מובהקת מלאה בעברית ובאנגלית. תמיינה כל המקרים	אין בעיות ידועות	ישראל מחר	בדרכן	5.0		✓	✓	✓	✓	✓
Buddy. AI	חוויות משתמש מושגשת, תמיינה בשפה האם. אינטראקטיביות.	אין בעיות נכונות החקיקות, תנועות שפתיים לא ברורות, לא מתאים לטיפול.	60 ש"ח לחודש	4.5	4.5	לחודש	✓	✗	✓	✓	✗
Otsimo	סוטונים ללמידה מיילים, מבקשים לחזור על המילה בקורס. רם.	חוויות משתמש מוגבלת, אין תמיינה בשפה האם.	55 ש"ח - הנחה עד 15 ש"ח לחודש	3.7	50,000		✗	✗	✓	✓	✗
Speech Blubs	סוטונים להגיית מילים. קולות.	מותאם לילדים, מלמד קולות של בעלי חיים.	38 ש"ח לחודש	4.5	1 מיליון		✓	✗	✗	✓	✗
Reach Speech	תרגול דרך דמיות ומשחקים.	חייב עורת מבוגר, אין תמיינה	33 ש"ח	3.4	100,000		✗	✗	✗	✓	✗

								בשפת האם.	בשפת האם.
--	--	--	--	--	--	--	--	--------------	--------------

תקציר סקר שוק

במסגרת השוואת אפליקציות לטיפול בדיבור, בדקנו מספר אפליקציות נפוצות. האפליקציה שלנו מציעה זיהוי היגי חלקי, הגיות מילים נכונה, ותוכנית במידה מותאמת לילדים. היא מתאימה לטיפול בהפרעות דיבור וספקת עדכוןים להורים או למטפלים. תמיכה מלאה בעברית ובאנגלית, חוותה משתמש היא מעולה. לעומת זאת, אפליקציות אחרות כמו Otsimo Buddy AI-לא מתאימות לטיפול בדיבור, סובבות מביעות אייטיות ותמיכה מוגבלת בשפות.

רשימת דרישות

דרישה פונקציונלית	תיאור
מערכת זיהוי דיבור	יכולת לזהות באופן מדויק את הדיבור של ילדים עם מכשולים בדיבור.
התאמה והתאמה אישית	הגדרות המותאמות לצרכים הייחודיים של כל ילד ותבניות הדיבור.
משמעות ותיקונים	משמעות בזמן אמיתי בהתאם למילים והצעות לשיפור.
מעקב אחר התקדמות	יכולת לעקוב אחר התקדמות הילד. מעקב מותאם להורים וקלני.
תרגולים אינטראקטיביים	תרגולים או משחקים מעוררי עניין המתמקדים בסוגי דיבור ספציפיים.
ממשק יידוטי למשתמש	ממשק אינטואיטיבי המתאים לילדים, עם הוראות ברורות וניות פשוט.
פרטיות נתונים וඅבטחה	עמידה בתיקנות הפרטיות ו מדיניות אבטחה חזקה לנוטוני הדיבור.
אינטרגרציה עם ניהול קליני התקשורת	אינטרגרציה עם ניהול קליני בית חולים במטרת ליעל התרגול בבית.
תמיכה	המערכת תתמוך ב ANDROID AND WEB

ביבליוגרפיה

Reference	Link
Russel, K. Spectrogram Sounds	Link
Australian Linguistics. Spectrograms	Link
Google Images. Spectrogram	Link
Google Images. Phonetics	Link
Kaggle. Phonetics	Link
Verkhodanova, O., & Agakov, F. (2016). Phonetic Features Extraction and Analysis of Vowels Based on the Spectrogram Data	Link
Google Firebase. Setup Firebase on Android	Link
Google Firebase. Install Firebase CLI on Windows	Link
Fireship. Basics of Flutter	Link
Flutter Guys. Basics of Front-end Flutter	Link
Crash Course. Speech Recognition	Link
IBM Technology. Natural Language Processing	Link
MarcusNg. Speech to Text in Flutter	Link
KevinStratvert. Whisper AI From ChatGPT (Speech to Text)	Link
LogRocket. Adding Speech to Text & Text to Speech Support Flutter App	Link
Acadaimy. Speech to Text and Spectrograms	Link

Abstract

Children with speech impediments require consistent speech therapy with a speech therapist to improve their communication skills. Part of the therapy involves speech exercises at home with parents, but these are often not engaging enough for young children, leading to a lack of motivation and inconsistent practice. This project presents a gamified speech therapy platform designed to make speech therapy more engaging for children while providing therapists with tools to effectively manage and track their patients' progress.

The platform integrates advanced speech recognition technologies to assess the accuracy of the child's pronunciation compared to that of the therapist. By converting spoken words to text and then to phonetic representations, the system can evaluate how closely the child's speech matches the expected pronunciation, even for partial matches. This feature is crucial for providing precise feedback to children and helping them improve their speech incrementally.

The application includes a memory game where successful matches unlock speech exercises. These exercises are recorded by the therapist, who encourages and guides the child in a manner tailored to their age and condition, similar to in-clinic sessions. This allows the child to practice interactively. Using Firebase for real-time database management ensures that all data is synchronized across devices, providing a seamless user experience for both therapists and children.

Additionally, the platform supports multiple languages, including Hebrew, making it suitable for a wide range of users. It uses caching mechanisms to achieve quick response time dealing with the short attention span of the child while also reducing server load, ensuring high performance even with extensive use. The platform's architecture allows easy integration of additional games, exercises and speech recognition models, making it an efficient solution for speech therapy.

Beyond its technical features, the platform improves communication between therapists, children, and their families. Therapists can easily add new patients, record and upload personalized speech exercises, and track progress in real-time. Children engage with therapy through interactive games, making the learning process enjoyable and motivating. Parents can monitor their child's progress and stay informed about their development.

In conclusion, this gamified speech therapy platform offers an innovative solution to traditional speech therapy challenges by combining advanced technology with engaging game mechanics. It enhances the therapy experience for children, provides valuable tools for therapists, and facilitates better communication between therapists, children, and their families.

Software Engineering Department

Final Project 2024

Speech therapy for kids with speech impediments using speech recognition

by

Mousa Tams

Academic Advisor: Eliadaat Adler