



# Hawking

מערכת תקשורת לאדם חירש-עיוור

## מדריך למתכנת



Ben-Gurion University of the Negev  
Faculty of Engineering Science  
Dept. of Computer Engineering  
2019

## תוכן עניינים

3	רקע
4	אנליזת המצב הקיים וחזון
6	מטרות הנדסיות כלליות
8	שנה ב' של הפרויקט
8	צוות תוכנה – פיתוח iOS
17	צוות חומרה
26	דרישות קדם לאפליקציית האנדרואיד
27	מרכיבי האפליקציה
29	ממשק משתמש ותכונות
37	אביזרים נלווים
37	מקלדת ברייל
38	מקלדת בלוטות' רגילה
39	לגבינו

הנגישות הגוברת לטכנולוגיה חכמה בימינו, מאפשרת לעלייה בחיפוש פתרונות לאוכלוסיות בעלות מוגבלויות שונות, כגון עיוורון וחירשות, במטרה לשיפור אורך חייהם. על-פי נתון סטטיסטי, חיים בישראל כ-1,400 אנשים בעלי לקות כפולה בשמיעה ובראייה, כשהגורם המוביל לחרשות-עיוורון בישראל היא מחלה חשוכת מרפא הקרויה "תסמונת אשר".

חירש-עיוור איננו שומע את העיוורים או רואה את שפת הסימנים של החרשים ולכן אינו יכול להשתלב בחברתם. אי לכך, החרשים-עיוורים נפגעים מכל מסגרת, מנותקים מדרך תקשורת נגישה עם הסביבה.

מטרת הפרויקט היא פיתוח מערכת שתאפשר לתקשר באמצעות תקשורת מילולית עם החרשים-עיוורים, ובכך להקל על בדידותם ולסייע לעצמאותם. כיום אין פתרון טכנולוגי זמין לקהילה זו, במיוחד לא בשפה העברית. פיתוח המערכת שם דגש על נגישות לקהילה בישראל תוך שימוש במכשירים הזמינים להם, עם דגש למענה צרכיהם היומ-יומיים.

הרעיון המרכזי הינו פיתוח אפליקציה על גבי מכשיר בעל מערכת הפעלה "אנדרואיד" שיחובר למקלדת ברייל נישאת סטנדרטית. האפליקציה תוכל לבצע פעולות דיבור-אל-ברייל וברייל-אל-דיבור עם חיווי נגישות מתאימים גם למדבר וגם לחרש-עיוור, כך שהשיחה תוכל להתבצע בזמן אמת ובאופן רצוף ותקין.

שפות הדיבור וממשק המערכת תומכים בעברית ואנגלית, ותהליך הפיתוח נעשה בשיתוף עם המרכז לחירש-עיוור בישראל – מכון בית דוד, ובשיתוף קהילת החרשים-עיוורים בישראל.

הפרויקט התחיל מתוך מאמץ אמיתי לשפר את חווית התקשורת של קהילה זו בפרט ואנשים הסובלים מלקות שמיעה או ראייה בכלל. תהליך עיצוב, פיתוח וההנגשה התבצע ומתבצע בשיתוף פעולה עם הקהילה וישויות העוזרות לה.

המוצר פותח במסגרת פרויקט גמר הנדסי ע"י מאור אסייג ורפאל שטרית – סטודנטים להנדסת מחשבים, ובהנחיית פר' הוגו גוטרמן ודר' אריאל לוצאטו.

## אנליזת המצב הקיים וחזון

מבדיקה בשטח עולה כי חווית התקשורת הנוכחית של אדם חירש-עיוור הינה ייחודית ללומדי שפת הסימנים (למעשה זוהי שפת מגע המדמה את שפת הסימנים, ולכן ידיעת שפת הסימנית לבד אינה מספיקה) או באמצעות טקסט בלבד. כלומר אדם ללא מוגבלות יכול לשלוח לאדם חירש-עיוור טקסט (או לכתוב טקסט על כתבן ריק), טקסט זה יועבר למקלדת ברייל נישאת סטנדרטית המחוברת בבלוטות' וממנה האדם חירש-עיוור יקרא.

כשיסיים לקרוא, יכול האדם חירש-עיוור להגיב בשפת המגע (אם הנמען יודע שפה זו) \ כתיבת ברייל על המקלדת בעזרת 6-8 מקשים המתרגמת זאת לטקסט על סמארטפון או מחשב \ כתיבה עיוורת על מקלדת אם קיימת באזור (לדוגמה על שולחן בחדר בו הוא נמצא).

מהיר	בינוני	איטי	רמות קושי
שפת מגע	כתיבה עיוורת על מקלדת רגילה	כתיבת ברייל על מקלדת ברייל נישאת	עבור האדם חירש-עיוור

טבלה 1.1 - ערוץ התקשורת מהמהיר לאיטי עבור אדם חירש-עיוור

קל	בינוני	קשה מאוד	רמות קושי
לדבר למכשיר בצורה טבעית	כתיבת טקסט למקום מסויים (שליחת הודעה וכו)	למידת שפת מגע המדמה את שפת הסימנים	עבור הסביבה

טבלה 1.2 - ערוץ תקשורת ע"פ קריטריון קושי הסתגלות הסביבה לתקשר



איור 1.1 – מקלדת ברייל יעילה שנרכשה בשנה א' של הפרויקט

אם כן, האבחנה הראשונה שעולה היא שערוצי התקשורת של האדם חירש-עיוור מוגבלים כרגע לערוץ תקשורת **ללא קול** – ואף מוגבלים לתקשורת אך ורק עם אנשים שלמדו את שפת הסימנים (+שפת המגע המדמה את שפת הסימנים), כלומר דרישה לסייען צמוד בכדי לבצע את הפעולות הפשוטות ביותר.

האבחנה השנייה היא שיש חוסר התאמה בין האמצעים **היעילים ביותר** לתקשורת עבור output של האדם חירש-עיוור המוצעים כיום לבין האמצעים **שיכולים להיות מפותחים** (אנו רואים שהקלדת ברייל איטית יותר מהקלדה עיוורת על מקלדת רגילה, אך אין להם מכשיר שמשלב צג ברייל ומקלדת רגילה – פיתוח שעליו נרחיב בהמשך).

אי לכך ובהתאם לזאת, החזון הינו התחלת פרויקט רב-שנתי שהחל השנה (2019), התשע"ט) שמטרתו הענקת פתרונות טכנולוגיים **בצד התוכנה והחומרה** לייעול ושיפור אמצעי התקשורת הנוכחיים, תוך כדי שיתוף פעולה עם קהילת החירשים-עיוורים בישראל **בצינור תקשורת ישיר ועצמאי**. המטרה שלנו היא הגדלת הנגישות ולהרחיב את מעגל האנשים שיכולים לתקשר עם האדם חירש-עיוור, להקל על בדידותם ולהגביר את עצמאותם.

# מטרות הנדסיות כלליות

## צד תוכנה

1. לפתח אפליקציה על גבי מכשיר בעל מערכת הפעלה "**אנדרואיד**" שיחובר למקלדת ברייל נישאת סטנדרטית (או לפתח אמצעי אחר בהתאם לצרכים). האפליקציה תוכל לבצע פעולות דיבור-אל-ברייל וברייל-אל-דיבור עם חיווי נגישות מתאימים גם למדבר וגם לחרש-עיוור, כך שהשיחה תוכל להתבצע בזמן אמת ובאופן רצוף ותקין בשפה העברית והאנגלית.
2. לפתח אפליקציה על גבי מכשיר בעל מערכת הפעלה "**ios**" שיחובר למקלדת ברייל נישאת סטנדרטית (או לפתח אמצעי אחר בהתאם לצרכים). האפליקציה תוכל לבצע פעולות דיבור-אל-ברייל וברייל-אל-דיבור עם חיווי נגישות מתאימים גם למדבר וגם לחרש-עיוור, כך שהשיחה תוכל להתבצע בזמן אמת ובאופן רצוף ותקין בשפה העברית והאנגלית.
3. על אופציית פיתוח native במקביל ל iOS ול- Android נרחיב בהמשך.

## צד חומרה

1. סקירת ספרות על פיתוחים \ מחקרים קיימים לאמצעי תקשורת עבור אדם חירש עיוור. במהלך סקירת הספרות נתקלנו ב כפפת ברייל \ כפפת זרמים חשמליים \ כפפת זיהוי שפת הסימנים \ מקלדות ברייל (צג ברייל + כתיבה בברייל). האמצעי הרווח היום הינו צג ברייל + מקלדת ברייל באותו המכשיר.
2. תכנון ראשוני של מכשיר חומרתי שייתן מענה לאמצעי התקשורת היעילים ביותר עבור האדם חירש-עיוור. שילוב של layout מקלדת רגילה ובר תחתון של צג ברייל (ממנו אפשר לקרוא ברייל). מכשיר שכזה ישפר את מהירות התקשורת

של האדם חירש-עיוור וישפר עבורם את תהליך ההסתגלות למצבם הבריאותי (שכן אצל רובם מדובר בתסמינים מדרדרים).

**3.** פיתוח ראשוני של המכשיר. הזמנת רכיבים מתאימים, אופציה להדפסת 3D של שלד אפשרי, הרכבת prototype ובדיקות ראשוניות.

**4.** פיתוח embedded של תהליך תקשורת עבור מקלדת זו, תמיכה בפרוטוקולים סטנדרטיים, פרוטוקול Bluetooth.

## פרויקט הנדסי 1 – צוות תוכנה

### תקציר הפרויקט לאתר הפרויקטים

#### 1.1 Hebrew abstract

##### מערכת תקשורת בזמן אמת בין חרשים-עיוורים לעולם הרואה-שומע – צד תוכנה iOS

מנחים: פרופ. גוטרמן הוגו, דר. אריאל לוצאטו

הנגישות הגוברת לטכנולוגיה חכמה בימינו, מאפשרת לעלייה בחיפוש פתרונות לאוכלוסיות בעלות מוגבלויות שונות, כגון עיוורון וחירשות, במטרה לשיפור אורך חייהם. על-פי נתון סטטיסטי, חיים בישראל כ-1,400 אנשים בעלי לקות כפולה בשמיעה ובראייה, כשהגורם המוביל לחרשות-עיוורון בישראל היא מחלה חשוכת מרפא הקרויה "תסמונת אשר".

חרש-עיוור איננו שומע את העיוורים או רואה את שפת הסימנים של החרשים ולכן אינו יכול להשתלב בחברתם. אי לכך, החרשים-עיוורים נפגעים מכל מסגרת, מנותקים מדרך תקשורת נגישה עם הסביבה.

מטרת הפרויקט היא לפתח מערכת שתאפשר לתקשר באמצעות תקשורת מילולית עם החרשים-עיוורים, ובכך להקל על בדידותם ולסייע לעצמאותם. זוהי השנה השנייה של פיתוח מערכת זו, כשבשנה שעברה פותחה המערכת למערכת הפעלה Android תוך כדי הגדרת המטרות המדויקות לשנה זו. פיתוח המערכת ישים דגש על נגישות לקהילה בישראל תוך שימוש במכשירים הזמינים להם, עם דגש למענה צרכיהם היום-יומיים.

מטרתו המרכזית של פרויקט הנדסי זה היא לפתח אפליקציה על גבי מכשיר בעל **מערכת הפעלה "iOS"** שיחובר למקלדת ברייל נישאת סטנדרטית. האפליקציה תוכל לבצע פעולות דיבור-אל-ברייל וברייל-אל-דיבור עם חיווי נגישות מתאימים גם למדבר וגם לחרש-עיוור, כך שהשיחה תוכל להתבצע בזמן אמת ובאופן רצוף ותקין.

שפת הדיבור והממשק של המערכת תתמוך בעברית ואנגלית, ותהליך הפיתוח יעשה בשיתוף עם המרכז לחירש-עיוור בישראל – מכון בית דוד, קהילת החרשים-עיוורים בישראל ועל סמך המוצרים שפותחו בשנה שעברה.



**דרישות :** ניסיון בעיצוב ופיתוח אפליקציות (יתרון), ניסיון בפיתוח ועיצוב אפליקציות עבור iOS (יתרון), מחשב mac לפחות לאחד הסטודנטים (חובה), ניסיון רחב בתכנות (חובה) ומוכנות ללמידה שפת תכנות חדשה.

**הערות :** בתחילת השנה הסטודנטים יקבלו דפי מפרט וגישה לחומרים של האפליקציה שפותחה בשנה שעברה. לסטודנטים אפשרות לבדוק (יפורט במסמכי הגדרת הפרויקט המורחבים) פיתוח native ל 2 מערכות ההפעלה במקביל במידה והפיצ'רים הנדרשים נתמכים (סביבות פיתוח כגון flutter של גוגל).

**מילות מפתח :** חרש-עיוור, תסמונת אשר, תקשורת בזמן אמת, אפליקציה, iOS, ברייל, דיבור-אל-בריל, ברייל-אל-דיבור, חיווי נגישות, מכון בית דוד

## 1.2 English abstract

### **A real-time communication system for deaf and blind people – iOS application development**

Advisers' names: Prof. Guterman Hugo, Dr. Luzzatto Ariel

The increasing accessibility to today's smart technology enables the search for solutions for populations with different disabilities, such as deafness and blindness, to improve their lives. According to statistics, over 1400 Israelis have the dual disability of deaf-blindness, when the leading cause of deaf blindness in Israel is an incurable disease called "Usher syndrome".

Blind deaf people do not hear the blind or see the sign language of the deaf and therefore cannot fit into their company. Therefore, the deaf-blind are excluded from every framework, cut off from an accessible means of communication with the environment.

The purpose of this project is to develop a system that will enable verbal communication with the deaf-blind, thus relieving their loneliness and enhancing their independence. Today there is no technological solution available to this community, especially in Hebrew.

This is the second year of development of this system, when last year this system was developed for the Android operating system while setting the precise goals for this year. Development of the system will emphasize accessibility to the Israeli community using the tools available to them, with an emphasis on meeting their daily needs.

The main idea is to develop an application on an iOS device that will be connected to a standard Braille keyboard (or develop another medium according to needs). The application will be able to perform Speech-to-Braille and Braille-to-Speech operations accompanied with the appropriate accessibility indication that the conversation is well executed and continuous for both the speaker and the deaf-blind person.

The system's language and interface will be Hebrew, and the development process will be done in collaboration with the Deaf-blind center in Israel - Beit David Institute and in cooperation with the deaf-blind community in Israel And based on products developed last year.

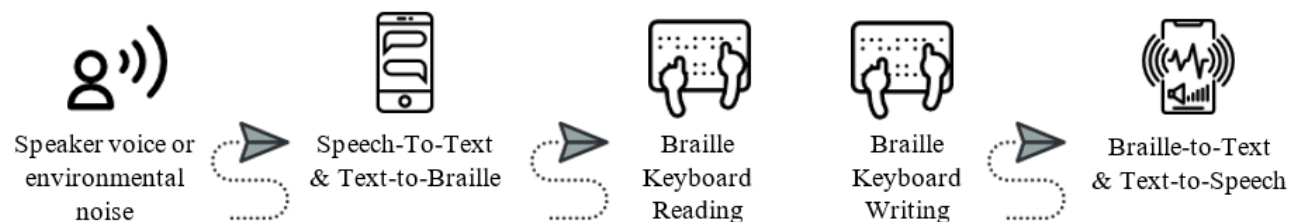
**Requirements:** Experience in developing and designing applications for iOS (advantage), Mac computer for at least one of the students (required), extensive programming experience (required) and readiness to learn a new programming language (swift).

**Notes:** At the beginning of the year, the students will receive specification sheets and access to the application materials developed last year. Students can check (detailed in the extended project definition documents) native development for both operating systems Android & iOS if the required features are supported (development environments such as Google's flutter).

**Keywords:** deaf-blind, Usher syndrome, real-time communication, application, iOS, Braille, Braille-to-Speech, Speech-to-Braille, accessibility indications, Beit David Institute

## מטרות הנדסיות מרכזיות

1. הרעיון המרכזי הוא לפתח אפליקציה על גבי מכשיר בעל **מערכת הפעלה "iOS"** שיחובר למקלדת ברייל נישאת סטנדרטית (או לפתח אמצעי אחר בהתאם לצרכים). האפליקציה תוכל לבצע פעולות דיבור-אל-ברייל וברייל-אל-דיבור עם חיווי נגישות מתאימים גם למדבר וגם לחרש-עיוור, כך שהשיחה תוכל להתבצע בזמן אמת ובאופן רצוף ותקין.
2. תמיכה מלאה מבחינת ממשק התוכנה ופיצ'רים בשפות **עברית ואנגלית**.
3. תמיכה מלאה בחיווי נגישות (ראייה ושמיעה), וכן פיצ'רים הנוגעים בחיווי נגישות עליהן הרחבנו בפרק '**ממשק משתמש ותכונות**'.
4. בדיקת פעילות תקינה של האפליקציה עם מקלדת הברייל הסטנדרטית שנרכשה ב 2019 (דגם מפורט במקטע **מוצרים נלווים**).
5. דיאגרמת מצבים מופשטת של פעילות האפליקציה :



## הדרכה לסטודנטים שצוותו לפרויקט זה

בעת כתיבת שורות אלו וכן בתחילת סקירת הספרות שביצענו ב 2019, נמצא כי קיים פרויקט חדש של גוגל – **Flutter** – שמטרתו לאפשר סביבת פיתוח לאנדרואיד ו iOS במקביל (native), ויותר מכך לאפשר פיתוח ל iOS גם ללא מגבלת ה mac לפיתוח swift ( iOS only ).

[/https://developer.apple.com/swift](https://developer.apple.com/swift)

[/https://flutter.dev](https://flutter.dev)

**Flutter** היה בשלבי ביתא, ולא תמך במגוון הפיצ'רים שנדרשים בשביל האפליקציה (תמיכה ב speech engine integration ,text-to-speech ,speech-to-text ,דוקומנטציה מספקת); הדברים הרגילים בכל הנוגע לפיתוח שירות חדש.

קיימת האפשרות (ואף סבירה ביותר) שכשתתחילו לעבוד על הפרויקט שלכם התמיכה תהיה **מספקת** – ותוכלו לבצע את הפיתוח בסביבת פיתוח זו (תמיד כדאי תאימות בן גרסאות של אפליקציה בין מערכות הפעלה).

נקודה נוספת היא תאימות לכמה שיותר מכשירים. ב iOS המצב הרבה יותר טוב מאנדרואיד, שכן **iOS 12** או גרסה גבוהה יותר מותקנת על יותר מ 83% ממכשירי Apple, ולכן לטעמנו זאת נקודה טובה לכוון את הפיתוח אליה.

**לרשותכם עומד ענן הדרייב הבא :**

### מצונזר

נא לדאוג שהלינק לא יופץ, שכן קיימים בו תכנים מקוריים ורגישים.

בדרייב תמצאו חומרים שיעזרו לכם, מהפרויקט שלנו :

1. דוח מכין
2. דוח ראשוני
3. מצגת יזמות (ממנה מכינים את סרטון היזמות)
4. מצגת התקדמות
5. דוח סופי
6. מצגת סופית
7. כלל ה **assets** העיצוביים (לוגואים, סמלים שעוצבו במיוחד, וקטורים שעוצבו במיוחד בפוטושופ \ אילוסטרייטר [ warning pop-ups, introduction pop-ups, etc.
8. מדריכי המשתמש המפורטים באנגלית ועברית
9. סרטוני ההדגמה וההדרכה של המוצר בפורמט mov
10. מסמך זה, הכולל את קווי המתאר העיצוביים עבור הפיתוח שלכם ותכונות האפליקציה הנדרשות

## גישה לחשבונות השירותים השונים

### חשבון מפתחים Google רשמי

Username :

**מצונזר**

Password :

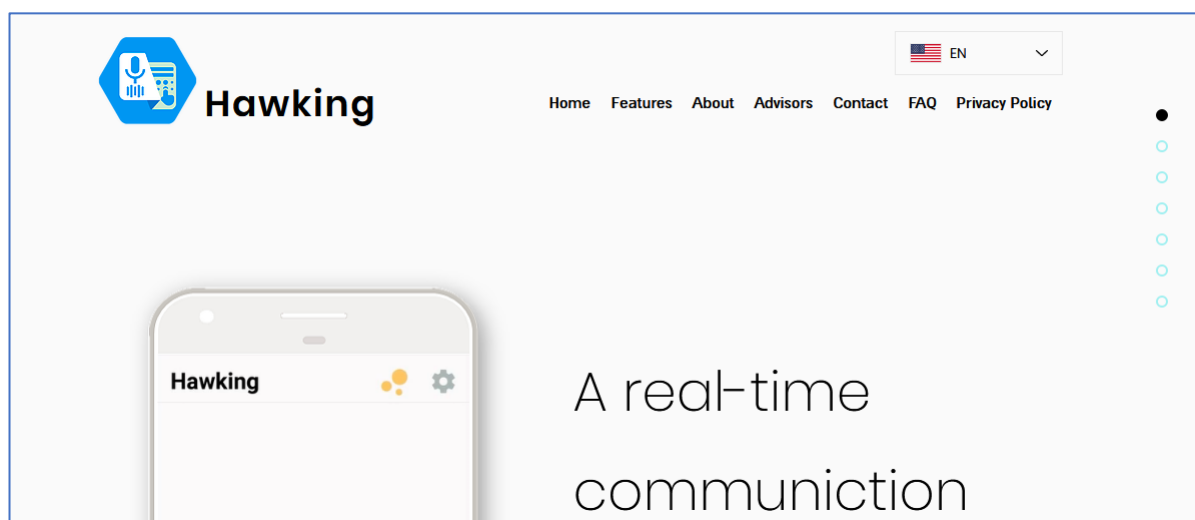
חשבון זה הינו חשבון המפתחים הרשמי (שולמה העמלת מפתחים עבורו), דרכו קיימת גישה ושליטה מלאה על ניהול האפליקציה ב [Google play developer console](https://play.google.com/console).  
עם חשבון זה נרשמו למגוון שירותים שישמשו גם אתכם, ועליהם נרחיב כעת.

## חשבון WIX

גישה באמצעות חשבון גוגל הרשמי. עוצב אתר מוצר מלא בשפה עברית ואנגלית עבור PC ומובייל דרך האתר. מטרת האתר לשווק את המוצר ומכיל בתוכו שאלות תשובות, קישורים למדריכי המשתמש, קישור לאפליקציה ועוד.

דף נוסף באתר הינו דף **Privacy Policy** שכל מפתח חייב לצרף כשהוא מעלה אפליקציה לחנות אפליקציות, זה ישמש אתכם כשתעלו את האפליקציה ל App Store. כל מה שתצטרכו לשנות באתר הוא שקיימת תמיכה גם ל IOS בצירוף קישור במקום המתאים (דף Features), בהתאם לשיקולכם.

<https://hawkingbgu.wixsite.com/application>



## חשבון Gravit.io

גישה עם כל חשבון גוגל, מה שחשוב הינם קבצי ה design. תחת תיקיית "Vectors" ב "Assets" בגוגל דרייב

[/https://designer.gravit.io](https://designer.gravit.io)

אפשר לערוך דרך זה את קבצי ה-illustrator בקלות ובחינם. אלמנטים עיצוביים אלו שימשו אותנו החל ממקומות באפליקציה, באתר, בדף האפליקציה בחנות האפליקציות, במסמכים רשמיים, סרטונים, בפוסטר ועוד – ולכן חשוב להשקיע בהם אם יש צורך בשינויים או תוספות. ניתן בקלות להוסיף לקבצים אלו מאתרים המספקים free icons. כמובן שתצטרכו על המחשב האישי שלכם חשבון Photoshop לשימושים נרחבים ושונים במהלך הפרויקט.

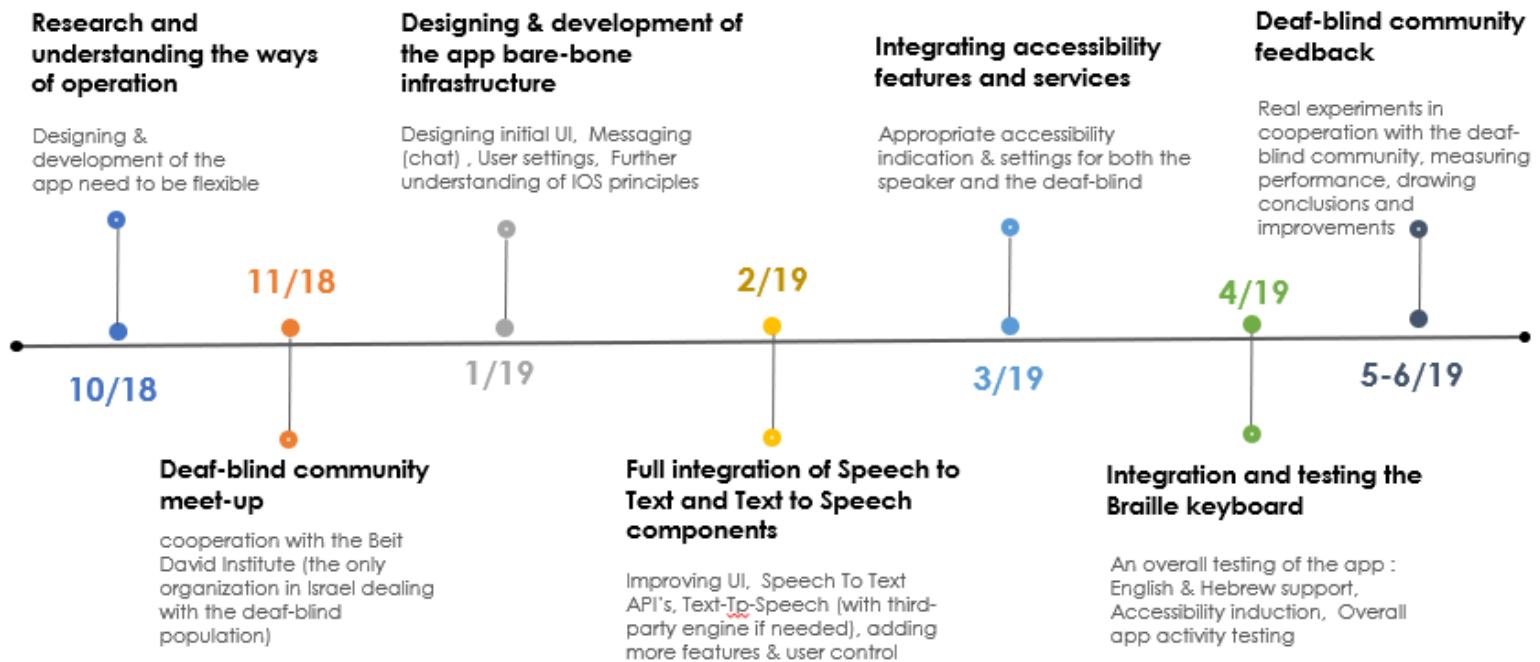
## חשבון Powtoon

גישה עם חשבון גוגל של hawkingbg.

<https://www.powtoon.com/my-powtoons>

אישית רק נעזרנו באתר להכנת הסרטונים השונים, את העבודה ביצענו במגוון סביבות עבודה לעריכת סרטונים – [Davinci Resolve from Blackmagicdesign](#), Powtoon, שירותים גנריים ברשת לפעולות מסויימות וכו'.

## לוח זמנים מומלץ



## הערכת עלות

1. חשבון מפתחים עבור חנות האפליקציות של אפל – 50\$
2. במידת הצורך הסטודנטים יבקשו מכשיר "iPhone" עליו יפתחו – עד 300\$
3. רכישת מנועי דיבור\הקראה על פי הצורך – עד 50\$

סה"כ עד 400\$

## אנשי קשר

מנהל מכון בית דוד, מר אלי קבקוב – [elias@cdb.org.il](mailto:elias@cdb.org.il)

Let's talk מהם רכשנו את מקלדת הברייל - [itzik@ltalk.net](mailto:itzik@ltalk.net) (איציק מנכל החברה)

גורמים נוספים (המרכז לחירש עיוור בארה"ב וכדומה) עמם היינו בקשר ניתן למצוא ברשת במידת הצורך.



## פרויקט הנדסי 2 – צוות חומרה

### תקציר הפרויקט לאתר הפרויקטים

**הערה כללית:** מכיוון שפרויקט זה מכיל בתוכו מורכבות והיקף עבודה רחב, ייתכן שכדאי לפצל אותו ל 2 צוותים שיעבדו על החומרה (אחד על החלק של המקלדת הרגילה ואחד על החלק של שורת צג הברייל).

#### 2.1 Hebrew abstract

##### מערכת תקשורת בזמן אמת בין חרשים-עיוורים לעולם הרואה-שומע – פיתוח חומרה

מנחים: פרופ. גוטרמן הוגו, דר. אריאל לוצאטו

הנגישות הגוברת לטכנולוגיה חכמה בימינו, מאפשרת לעלייה בחיפוש פתרונות לאוכלוסיות בעלות מוגבלויות שונות, כגון עיוורון וחירשות, במטרה לשיפור אורך חייהם. על-פי נתון סטטיסטי, חיים בישראל כ-1,400 אנשים בעלי לקות כפולה בשמיעה ובראייה, כשהגורם המוביל לחרשות-עיוורון בישראל היא מחלה חשוכת מרפא הקרויה "תסמונת אשר".

חרש-עיוור איננו שומע את העיוורים או רואה את שפת הסימנים של החרשים ולכן אינו יכול להשתלב בחברתם. אי לכך, החרשים-עיוורים נפגעים מכל מסגרת, מנותקים מדרך תקשורת נגישה עם הסביבה.

מטרת הפרויקט היא לפתח מכשיר נישא (מקלדת ברייל חדשה) שיאפשר לאדם חירש-עיוור לתקשר בצורה טבעית ויעילה יותר, ובכך להקל על בדידותם ולסייע לעצמאותם. זוהי השנה השנייה של פעילות זו, כשבשנה שעברה פותחה אפליקציה למערכת הפעלה Android המקלה על התקשורת עם האדם חירש-עיוור תוך כדי הגדרת המטרות המדויקות לשנה זו. פיתוח המערכת ישים דגש על נגישות לקהילה בישראל, עם דגש למענה צרכיהם היום-יומיים.

מטרתו המרכזית של פרויקט הנדסי זה היא להתחיל את תכנון ופיתוח מקלדת נישאת המשלבת layout של מקלדת רגילה וצג ברייל בתחתיתה. המקלדת תתמוך בפרוטוקולי התקשורת הסטנדרטיים והנחיות התכנון בשוק למוצרי נגישות אלו.

הממשק של המערכת יתמוך בעברית ואנגלית, ותהליך הפיתוח יעשה בשיתוף עם המרכז לחירש-עיוור בישראל – מכון בית דוד, קהילת החרשים-עיוורים בישראל.

**דרישות :** ניסיון בפיתוח embedded (יתרון), זיקה לפיתוח ותכנון חומרה ומוכנות ללמידה סביבות פיתוח חדשות.

**הערות :** בתחילת השנה הסטודנטים יקבלו דפי מפרט וגישה לחומרים של האפליקציה שפותחה בשנה שעברה, עם תכנון ראשוני לחומרה.

**מילות מפתח :** חרש-עיוור, תסמונת אשר, תקשורת בזמן אמת, תכנון חומרה, ברייל, נגישות, מכון בית דוד

## 1.2 English abstract

### **A real-time communication system for deaf and blind people – Hardware development**

Advisers' names: Prof. Guterman Hugo, Dr. Luzzatto Ariel

The increasing accessibility to today's smart technology enables the search for solutions for populations with different disabilities, such as deafness and blindness, to improve their lives. According to statistics, over 1400 Israelis have the dual disability of deaf-blindness, when the leading cause of deaf blindness in Israel is an incurable disease called "Usher syndrome".

Blind deaf people do not hear the blind or see the sign language of the deaf and therefore cannot fit into their company. Therefore, the deaf-blind are excluded from every framework, cut off from an accessible means of communication with the environment.

The purpose of this project is to develop a portable device (a new braille keyboard) that will enable deaf-blind people to communicate more naturally and effectively, thus relieving their loneliness and enhancing their independence. This is the second year of this initiative, when last year an application was developed for Android operating system that improve communication with the deaf-blind person. Development of the system will emphasize accessibility to the Israeli community, with an emphasis on meeting their daily needs.

The main idea is to begin the design and development of a new portable keyboard that combines the layout of a standard keyboard (Write) and a braille display at the bottom (Read). The keyboard will support the standard communications protocols and design guidelines in the market for these accessibility products.

The system's interface will support Hebrew and English, and the development process will be done in collaboration with the Deaf-blind center in Israel - Beit David Institute and in cooperation with the deaf-blind community in Israel.

**Requirements:** Experience in embedded development, Affinity to development and hardware design and readiness to learn new development environments.

**Notes:** At the beginning of the year the students will receive specification pages and access to application materials developed last year, with initial hardware design.

**Keywords:** deaf-blind, Usher syndrome, real-time communication, Hardware design, accessibility, Beit David Institute

## מטרות הנדסיות מרכזיות

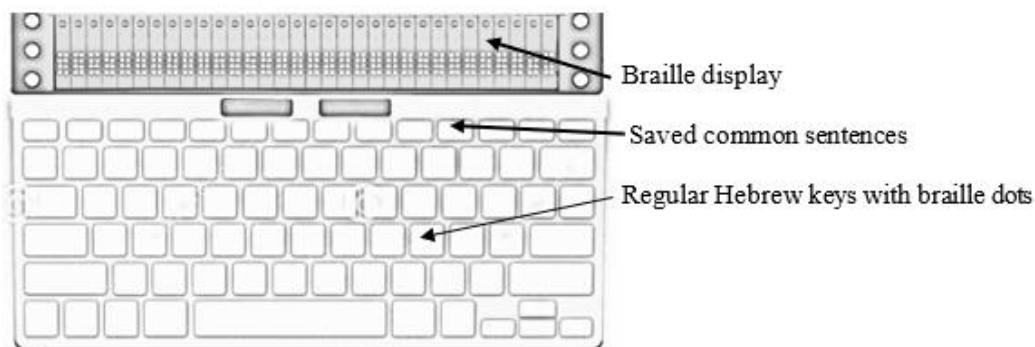
1. פיתוח ותכנון מקלדת חדשה שתתפקד כשילוב מקלדת בלוטוס רגילה נישאת + צג ברייל. הסטודנטים יבצעו הערכה סופית לגבי החלקים הראשוניים הדרושים לבדיקת היתכנות המוצר (כולל בחירת בקר וכדומה) וביצוע הזמנתם.
2. לאחר הגעת החלקים, אפשרות להשתמש בפיתוחים חינוכיים המוצעים בכדי להאיץ את תהליך הפיתוח מבחינת פיתוח מקלדת רגילה ופיתוח מנגנון "אות" ברייל.
3. במהלך התכנון דגש על תמיכה מלאה מבחינת ממשק בשפות עברית ואנגלית.

## הערות ודגשים לסטודנטים שצוותו לפרויקט זה

בהקדמה של הפרויקט צוין מדוע עלתה המחשבה לפתח מוצר חדש, שכן יש חוסר התאמה בין האמצעים **היעילים ביותר** לתקשורת עבור הoutput של האדם חירש-עיוור המוצעים כיום לבין האמצעים **שיכולים להיות מפותחים** (אנו רואים שהקלדת ברייל איטית יותר מהקלדה עיוורת על מקלדת רגילה, אך אין להם מכשיר שמשלב צג ברייל ומקלדת רגילה).

עלה גם הרעיון לפטנט; שילוב כפתורי הברייל עם הכפתורים הרגילים, אך זו נשללה מטעמי משאבים נדרשים\זמן.

על כן בפרויקט זה תיבדק היתכנות לפיתוח מוצר שכזה, הזמנת חלקים ראשוניים רלוונטיים והרכבת אב-טיפוס שיעקוב אחר הרעיון ל layout הבא :



## Layout מקלדת רגילה

נעשתה עבודה רבה (חינמית לשימוש) בכדי לאפשר לפתח בצורה מהירה יותר ולהרחיב קונספטים עבור מקלדת רגילה מרמת התכנון, החומרה והקוד. אנו ממליצים על סקירת ספרות עמוקה מהאתר

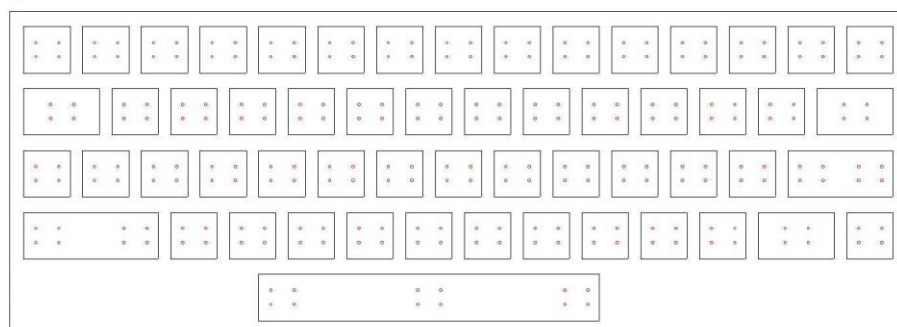
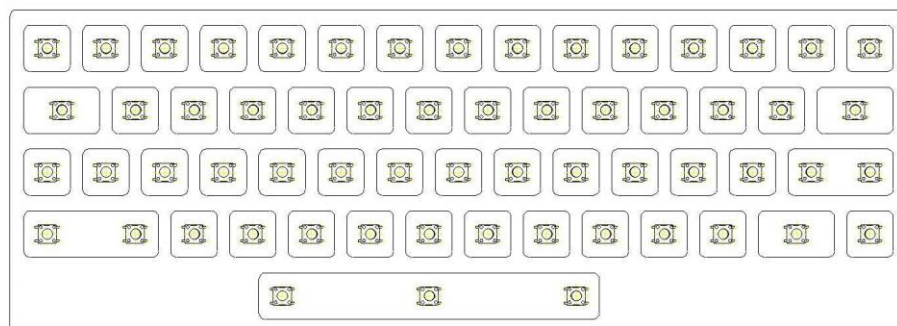
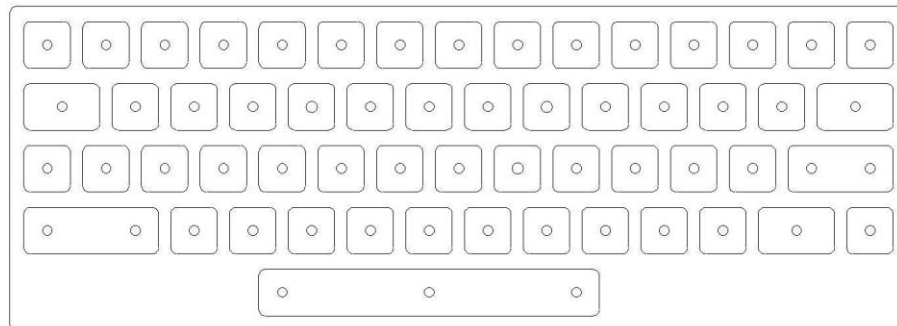
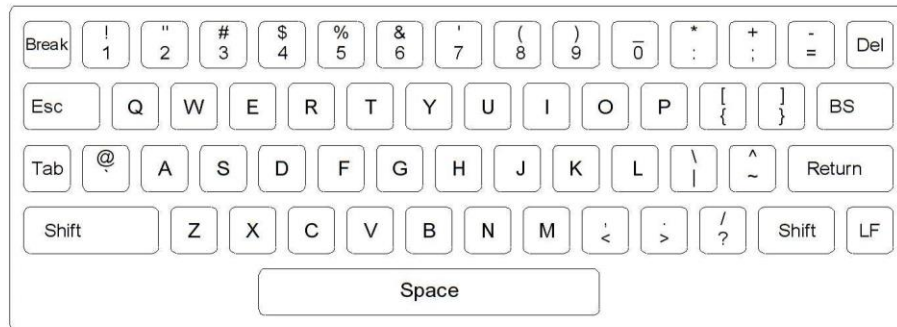
<https://hackaday.io>

בו ניתן למצוא ניתוח מפורט של רכיבים חמורתיים וסכמות שנדרשות במגוון רב של פרויקטים רלוונטיים למטרות פרויקט זה, ועל ידי כך לזרז את תהליך הפיתוח והנגשת מידע ומיומנות שלא נחשפנו אליה במהלך התואר.

את הממצאים הבאים אנו מדגימים מפרויקט ששמו "A DIY Keyboard" :

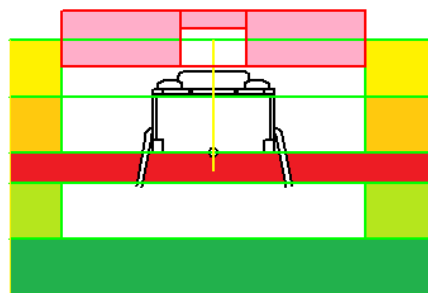
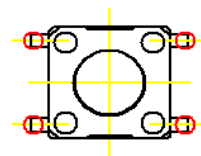
<https://hackaday.io/project/13159-a-diy-keyboard>

ובו מפורט (לדוגמה) תכנון של מקלדת רגילה מכל הבחינות -



איור 2.1 – סכימה של מקלדת רגילה

כך למשל במהלך הסכימה נדרש תכנון של מקש מקלדת רגיל, וכן מובאת הצעה לרכיב חשמלי המיוצר כבר בהתאם :



איור 2.2 – סכימה של מקש רגיל



איור 2.3 – רכיב חשמלי העונה על הדרישות (12 mm x 12 mm)

## Layout צג ברייל

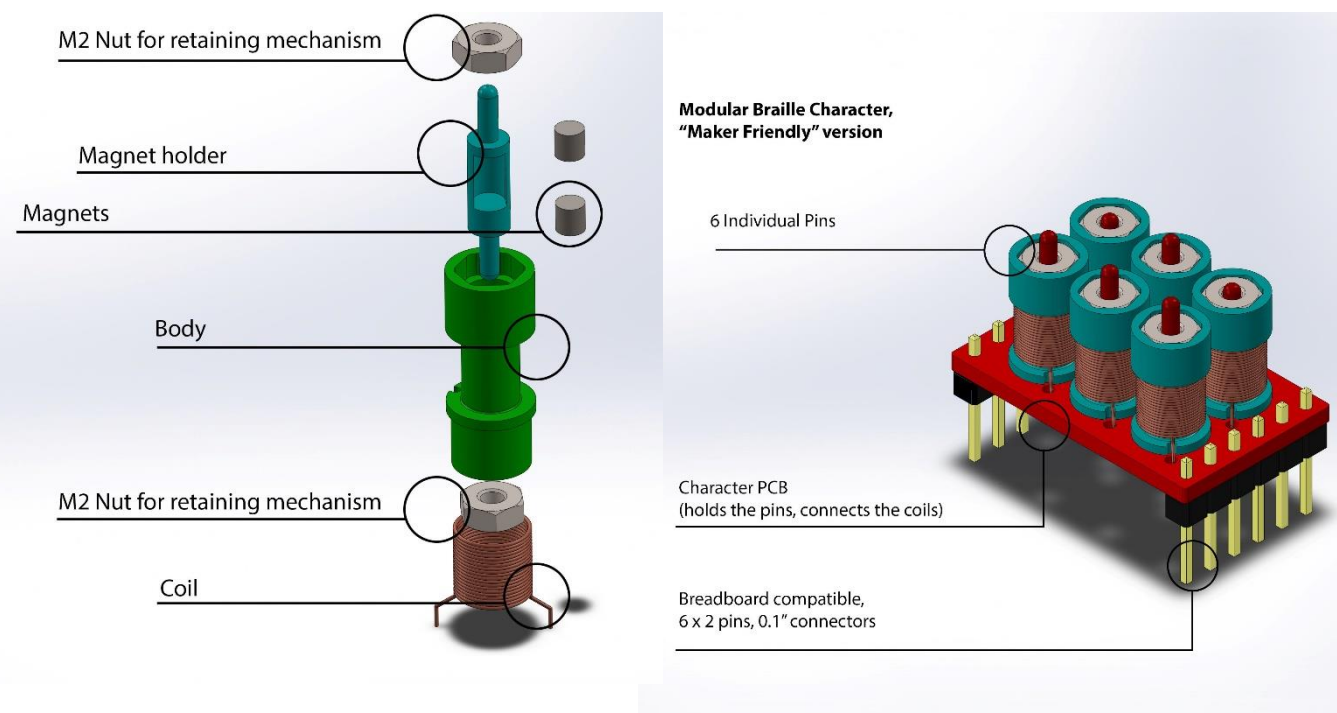
גם כאן נעשתה עבודה רבה (חינמית לשימוש) בכדי לאפשר לפתח בצורה מהירה יותר ולהרחיב קונספטים עבור מקלדת רגילה מרמת התכנון, החומרה והקוד.

את הממצאים הבאים אנו מדגימים מפרויקט ששמו

["MOLBED Modular Low cost Braille Electronic Display"](#)

שעשה עבודה מצוינת בפירוט רכיבים שנדרשים להרכבה, תוכניות PCB וכו' במטרה לפתח מוצר יעיל כלכלית.

כשמתכננים שורת ברייל, החלק המרוכב ביותר הינו תכנון מנגנון הפינים המייצרים "אות" ברייל (שכן זהו גם החלק היקר ביותר בתכנון), לדוגמה אות שיושבת על מטריצה (שורת אותיות) :

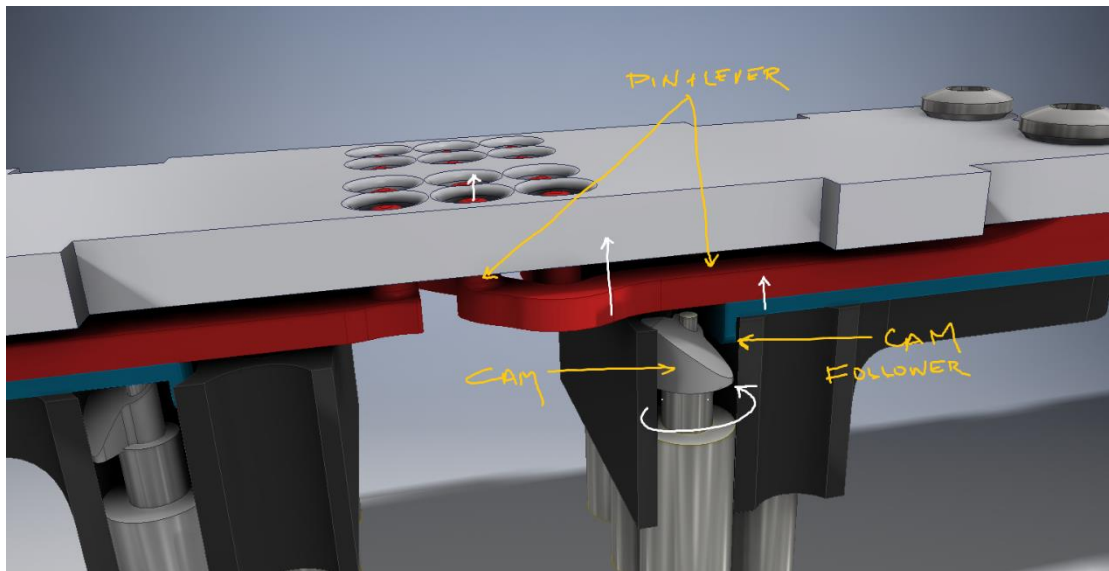


**הערה :** "אות" ברייל התומכת בפורמט של אותיות עבריות דורשת 8 פינים בניגוד ל 6 בדוגמה זו.

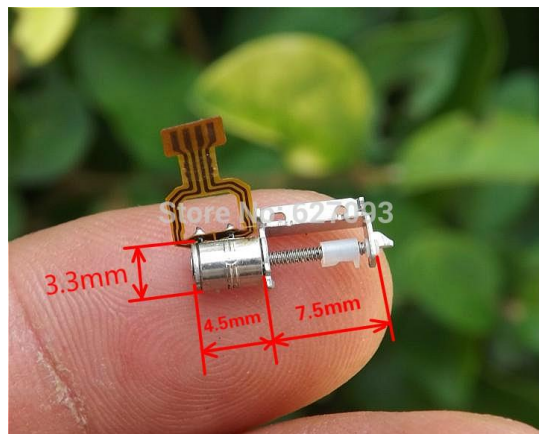


פרויקט נוסף שראוי לציון הינו הפרויקט הבא שלקח על עצמו תכנון מחדש של דרך ל"אות ברייל" עם מתן מענה ישיר לעלות הגבוהה של החלקים :

<https://hackaday.io/project/10849-refreshable-braille-display>



תוך כדי מתן מדריכים וסרטוני הדמיה מדויקים ושמות חלקים נדרשים לעיצוב שבחר



דוגמת רכיב לפין ב"אות" הברייל

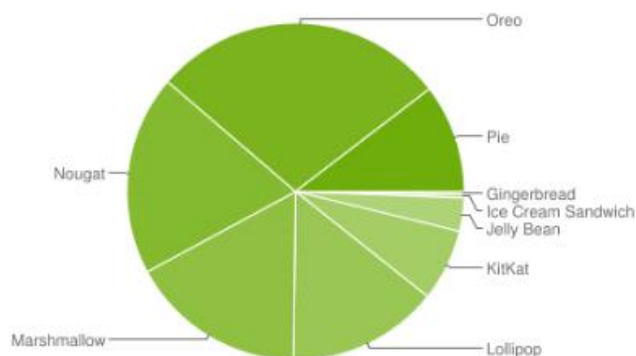
## הערכת עלות

ההערכה כוללת את מגוון הרכיבים על פני מספר עיצובים שנבדקו, יפורטו בהמשך

סה"כ עד 1000\$

## דרישות קדם לאפליקציית האנדרואיד

בשנה הראשונה של הפרויקט האפליקציה פותחה ועוצבה ב Android Studio עבור מכשירים המריצים גרסת **Android 6** ומעלה (API 23 Marshmallow). גרסה זו נבחרה בשל הפיצ'רים היא מציעה והעובדה שכל מכשירי אנדרואיד מ 2015 עם גרסה זו או גבוהה ממנה. מהאיור הרשמי הבא ניתן לראות כי 75% ממכשירי האנדרואיד בעולם עם גרסת 6 ומעלה, על כן האפליקציה נתמכת בהם.



*Data collected during a 7-day period ending on May 7, 2019  
Any versions with less than 0.1% distribution are not shown.*

האפליקציה אינה דורשת מקלדת ברייל או מקלדת חיצונית, אך כמובן שאדם חירש-עיוור יצטרך לפחות צג ברייל(או מקלדת ברייל) לקרוא ממנו ודרך להשיב (מקלדת ברייל או מקלדת בלוטות' רגילה). בנספחים של מסמך זה אנו מספקים מוצרים אפשריים שנוסו על-ידינו במהלך הפיתוח ועל-ידי קהילת החירשים עיוורים בישראל בשיתוף מכון בית-דוד.

את הפיתוח ביצענו בעיקר בסביבת הפיתוח Android Studio עם Gradle version 4.6. שפות הפיתוח העיקריות הינן Java ו XML. הקוד מתועד היטב למעוניינים, ובין היתר מפורסם בדף ה [GitHub](https://github.com).

### TalkBack

שירות קורא המסך TalkBack יכול להקריא פריטים והודעות ממסך המכשיר. מערכת ההפעלה אנדרואיד מחייבת הפעלת שירות זה בכדי לאפשר למקלדת ברייל לשלוט בטלפון מרחוק. עיקר השירות מאפשר לאלמנטים ויזואליים על המסך להיבחר כ Focus (תוכן תיאור הנגישות שלהם, אותו מגדירים בעיצוב ה UI layouts) באנדרואיד)) ולעדכן את צג הברייל בהתאם.

### Speech To Text

שירות המרת דיבור אל טקסט מספק מנוע המנתח קטעי קול (דיבור) וממירם לטקסט. מערכת ההפעלה אנדרואיד מספקת בחינם את מנועי זיהוי הדיבור של Google, ועמם נעבוד בכדי לזהות דיבור בעברית ובאנגלית. כרגע זיהוי הדיבור בעברית מחייב חיבור אינטרנט פעיל, אך עם הזמן מתווספות השפות לזיהוי דיבור גם ללא חיבור רשת.

### Text To Speech

שירות המרת טקסט אל דיבור מספק מנוע המקריא אלמנטים טקסטואליים המוצגים על המסך. מערכת ההפעלה אנדרואיד מספקת בחינם את מנוע ההקראה של Google, אך זה אינו תוך בשפה העברית. על-כן אנו נוריד ונשתמש במנוע הקראה צד-שלישי בשם **Vocalizer TTS** המאפשר רכישה של קול בעברית בעלות חד פעמית של 15 ₪. מכיוון ש Google עתידה להוסיף הקראה בעברית השלב הראשון לעיל יבדוק האם השפה העברית זמינה בחינם במנוע ההקראה.

## BrailleBack

שירות BrailleBack מאפשר לך לחבר למכשיר Android צג ברייל הניתן לריענון. הצג מחובר באמצעות Bluetooth. BrailleBack פועל עם שירות קורא המסך TalkBack כדי לספק חוויה משולבת של קול וברייל. כשמתמשים ב- BrailleBack תוכן המסך מופיע בצג הברייל וניתן לנווט במכשיר ולבצע פעולות באמצעות המקשים בצג. ניתן גם להזין טקסט באמצעות מקלדת הברייל.

## ממשק משתמש ותכונות

### היכרות עם מרכיבי המערכת

ממשק המשתמש (תומך **בעברית ובאנגלית** בהתאם לשפת המכשיר) עוצב לפשט את תהליך התקשורת עד כמה שניתן, בין אם למשתמש נותרו שרידי ראייה ובין אם המשתמש מבצע אינטראקציה עם המכשיר באמצעות מקלדת הברייל בלבד. האפליקציה פותחה ועוצבה על פי עקרונות עיצוב המאפשרים פעילות אינטואיטיבית ככל האפשר, ממשק המשתמש ועד חיווי הנגישות. במקטעים הבאים יוצגו הגדרות המשתמש והתרעות המערכת במקרה של שגיאות. הגדרות המשתמש עוצבו בצורה שתאפשר למשתמש לשלוט באופן מלא בפונקציונליות האפליקציה בהתאם לצרכיו האישיים.

### פעילות פשוטה עם מקלדת ברייל


משתמשי מקלדת ברייל אינם צריכים לגלול או לנווט בצורה מסובכת באפליקציה.

**הקלדה** בכל מקום באפליקציה (לא משנה היכן הפוקוס נמצא) תקפוץ ישר לחלון ההקלדה לפעילות הקלדה תקינה ממקלדת הברייל בצורה רציפה ומיידית.

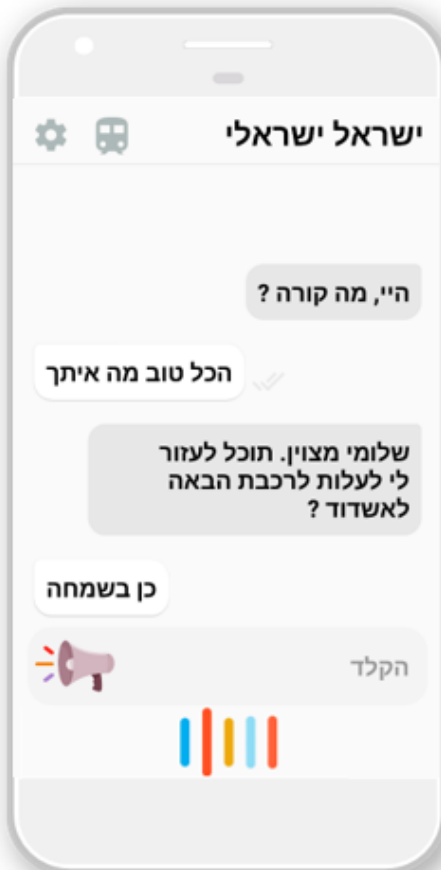
מקש **ENTER** מכל מקום באפליקציה מפעיל את פעולת זיהוי דיבור עם חיווי נגישות מתאימים. כשיסתיים הדובר לדבר הפוקוס יקפוץ באופן אוטומטי להודעה החדשה שזוהתה ישירות למקלדת הברייל לקריאה, ללא ניווט מצד המשתמש.

אם המשתמש כרגע הקליד והוא לוחץ **ENTER**, תוקרא ההודעה שהוא הקליד עם חיווי נגישות מתאימים לדובר ולמשתמש.

על-ידי פעולות אוטומטיות אלו אנו מסירים את הצורך של חירשים-עיוורים להתעסק בניווט וגלילה מסובכים ומורכבים, ולאפשר להם להתעסק במהות המוצר – תקשורת טבעית יותר עם הסביבה.

לחץ על  **YouTube** בכדי לצפות בהדגמת המערכת בעברית.

## ממשק המשתמש



### אזור עליון – Bar

באזור זה ניתן למצוא שם אישי, פקדי מצבים (מצב שיחה, מצב רכבת) הניתנים להסתרה דרך ההגדרות ומקש הגדרות האפליקציה.

### אזור אמצעי - ההודעות

באזור זה תתועד השיחה (באופן זמני ומוגבל למזעור מורכבות ניווט במידת הצורך) בין המשתמש לסובב. הודעות בצד ימין יהיו הודעות שהמשתמש יקליד וישלח, והודעות בצד שמאל יהיו הודעות שיזוהו ע"י המערכת \ הודעות מערכת (שגיאות, התראות וכדומה).

### אזור תחתון - ההקלדה

באזור זה המשתמש יקליד את ההודעה הרצויה. עבור משתמשי מקלדת ברייל (מזוהה אוטומטית ע"י האפליקציה) כפתור ה'שלח' איננו ניתן לבחירה ופעולת השליחה תתבצע בצורה פשוטה ונוחה על-ידי לחיצת ENTER במקלדת הברייל (רווח + נקודה מימין לרווח) או במקלדת בלוטות' רגילה. במידה ואין טקסט לשליחה פעולת ה ENTER בכל מקום באפליקציה תחל את פעולת זיהוי הדיבור (עם חיוויים קוליים על תחילת הפעולה).

### חיווי על זיהוי קולי

האזור התחתון ממחיש בזמן אמת זיהוי ועיבוד קולי של המכשיר, משתמש גם ככפתור הקלטה למשתמשים ללא מקלדת ברייל.

יש לציין שעבור משתמשי מקלדת ברייל אזורים אלו **לא רלוונטיים**. הפעולה עבורם הינה פשוטה מאוד ומערבת כפתור אחד בלבד – כפתור ה ENTER.

## הגדרות האפליקציה

בחלק זה נתאר כל הגדרה במסך ההגדרות, ועל ההתאמה האישית של חווית השימוש עבור הצרכים השונים.

### כללי

#### הכנס את שמך

שנה את השם המוצג במסך הראשי של האפליקציה לשמו של המשתמש.

#### הדגש טקסט

הטקסט המוצג במקטע ההודעות (הודעות שהמשתמש שולח והודעות מזהוי דיבור) יהיה **מודגש** למען אנשים עם קשיי ראייה.

#### שנה ניגודיות

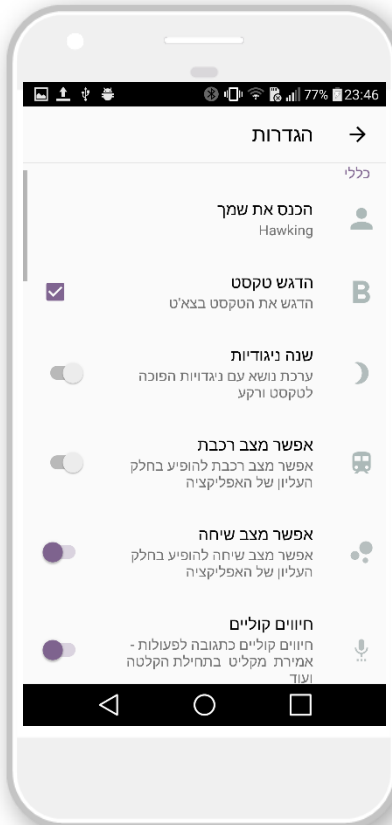
הפעל ערכת נושא כהה עם ניגודיות הפוכה לטקסט והרקע.

#### אפשר מצב רכבת

אפשר את אייקון מצב הרכבת במסך הראשי של האפליקציה (מקטע עליון), אם הגדרה זו מכובה האייקון יהיה **מוסתר** – בכדי להפחית אלמנטים למשתמשים שינווטו עם מקלדת ברייל.

#### אפשר מצב שיחה

אפשר את אייקון מצב השיחה במסך הראשי של האפליקציה (מקטע עליון), אם הגדרה זו מכובה האייקון יהיה **מוסתר** – בכדי להפחית אלמנטים למשתמשים שינווטו עם מקלדת ברייל.



## חיוויים קוליים

אפשר חיוויים קוליים כתגובה לפעולות – לדוג' המכשיר יאמר 'מקליט' בתחילת כל פעולת זיהוי דיבור בכדי להתריע לסובב להתחיל לדבר.

## גודל טקסט בצא'ט

שנה את גודל הטקסט המוצג במסך הראשי של האפליקציה כעזרה למשתמשים עם לקויי ראייה.

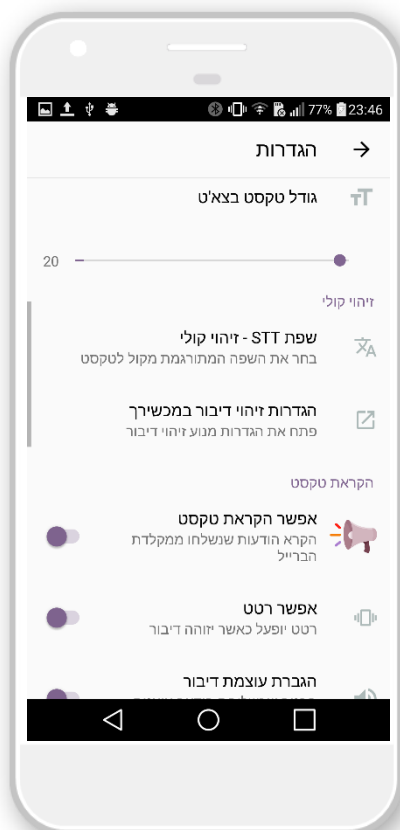
## זיהוי קולי

### שפת SST – זיהוי קולי

בחר את שפת זיהוי הדיבור – השפה המתורגמת מקול לטקסט.

## הגדרות זיהוי דיבור במכשירך

פתח את הגדרות מנוע זיהוי הדיבור במכשירך, משמש כקישור ישיר להתקנת תמיכת שפות נוספות עבור מנוע זיהוי הדיבור.





## הקראת טקסט

### אפשר הקראת טקסט

הקרא את הודעות המשתמש. תכונה זו ניתנת לשימוש למשתמשים שמעוניינים רק בזיהוי הדיבור בלבד.

### אפשר רטט

אפשר חיווי נגישות של רטט. רטט בתבניות שונות וייחודיות (לכל פעולה) יופעל בכדי להעניק חיוויים על המצב הנוכחי. למשל, המשתמש יהיה מסוגל להבדיל בין תחילת פעולת זיהוי הדיבור וסיומה, שגיאה בפעולה האחרונה, האם כרגע מתבצעת הקראה מהמכשיר ועוד.

### הגברת עוצמת דיבור

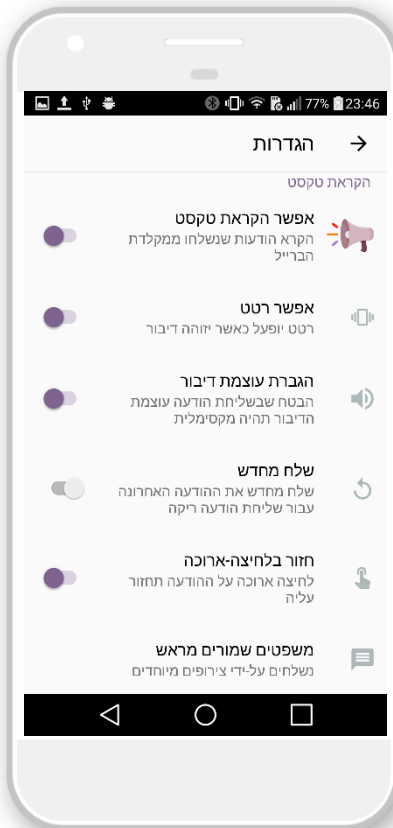
וודא שהמכשיר יקריא הודעות בעוצמת קול מקסימלית (ווליום). הכרחי להפעלה אם הגדרת 'תקן TalkBack' מופעלת.

### שלח מחדש

כשהמשתמש ישלח הודעה ריקה, ההודעה האחרונה תחזור על עצמה. האפשרות זמינה למי שלא משתמש במקלדת ברייל בלבד.

### חזור בלחיצה-ארוכה

לחיצה ארוכה על הודעה תחזור עליה (תקריא אותה) מחדש. האפשרות זמינה למי שלא משתמש במקלדת ברייל בלבד.



## משפטים שמורים מראש

באפשרותך להגדיר משפטים שמורים מראש ארוכים ככל שתרצה, ולהגדיר תבניות מיוחדות שיפעילו אותם. לדוגמה – הקלדת **א1** תשלח את משפט **1**, **א2** את משפט **2** וכן הלאה.

## שפת TTS-הקראה

בחר את שפת הקראת הטקסט – השפה המתורגמת מטקסט לדיבור.

## הגדרות הקראה של המכשיר

פתח את הגדרות מנוע ההקראה במכשירך, משמש כקישור ישיר לשינוי מנוע ההקראה במידת הצורך.

## תקן TalkBack

עבור אדם חירש-עיוור אין צורך בהקראת האלמנטים על המסך, ובכדי שזה לא יפריע לסובב ולפעילות התקינה של האפליקציה יש להפעיל אופציה זו. האופציה תשתיק את שירות ה-TalkBack ותאפשר פלט קולי בשליטת האפליקציה בלבד. עבור Android 8 ומעלה אנא השתק ידנית את ערוץ ווליום 'נגישות'.

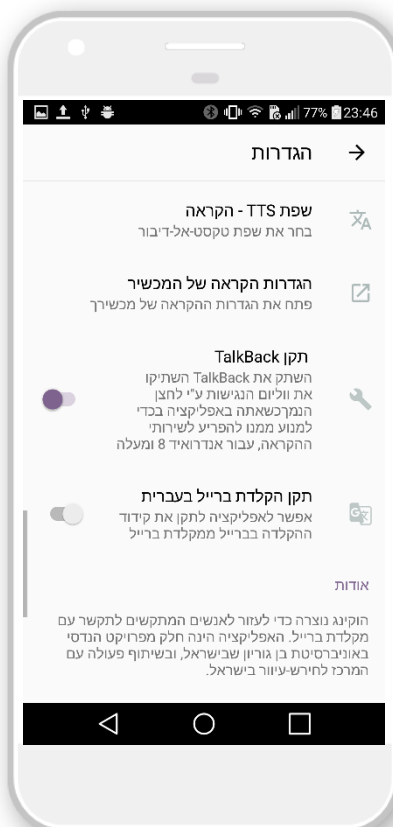
## תקן הקלדת ברייל בעברית

אפשר לאפליקציה לתקן את קידוד ההקלדה במקלדת הברייל כך שכתובה דרכה תאפשר כתיבה בעברית, תיקון לאפשרות שכרגע לא נתמכת באנדרואיד.

## אודות

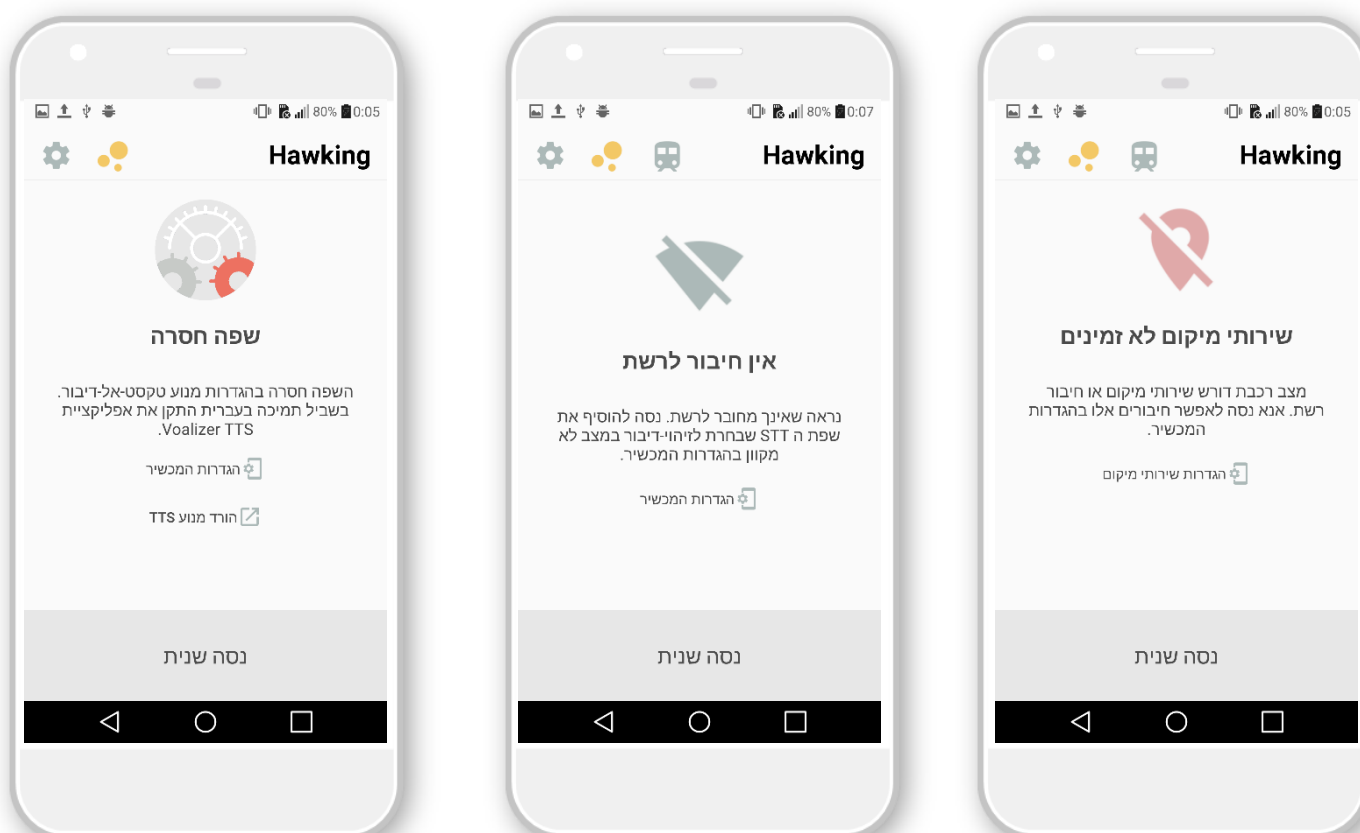
### שאלות ותשובות

לחיצה טוביל [לאתר המוצר](#) בו ניתן למצוא מידע נוסף על הפרויקט וכן שאלות-תשובות נפוצות.



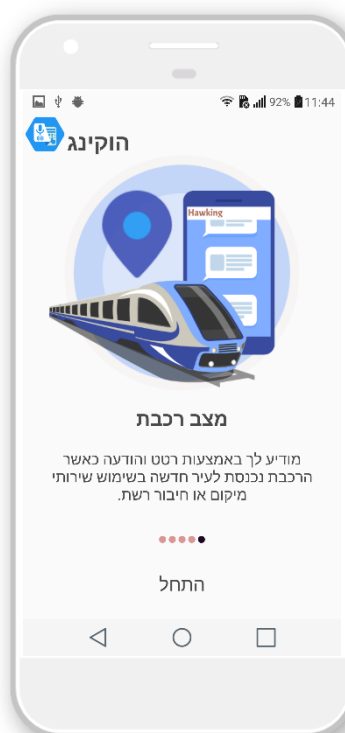
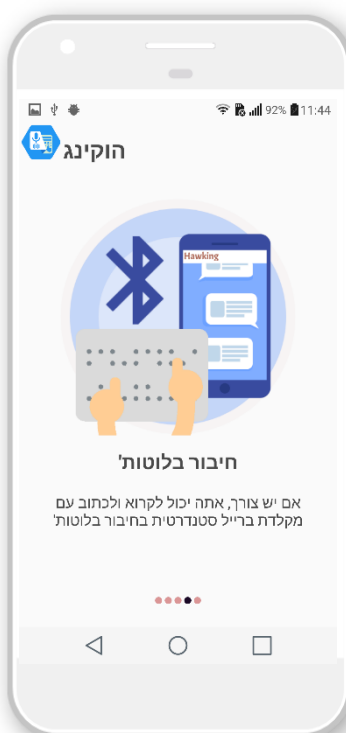
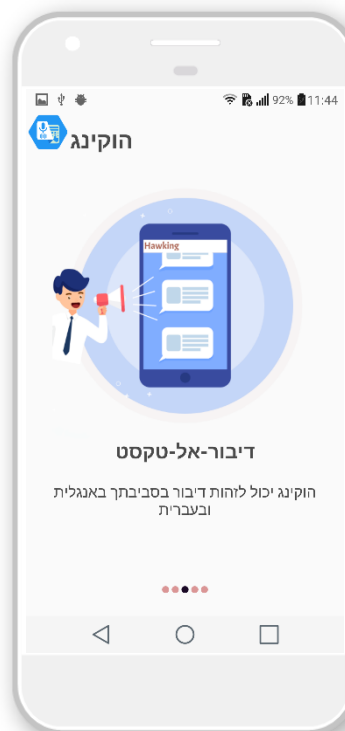
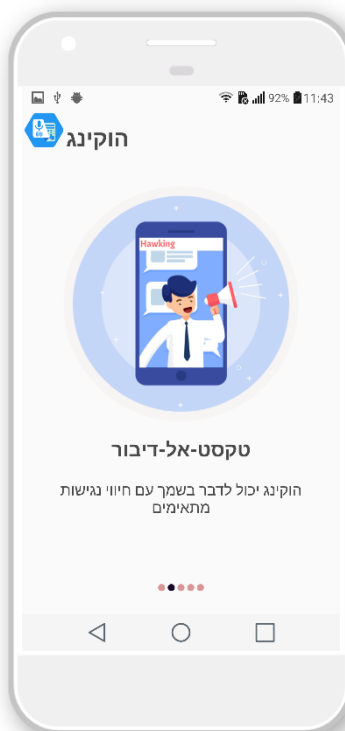
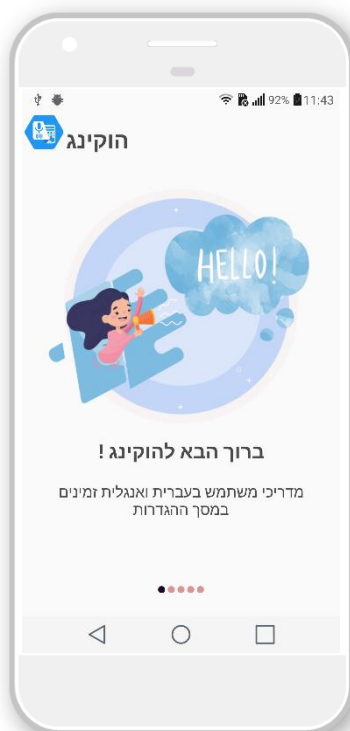
## התראות על שגיאה – Popup views

עבור משתמשים שלא נעזרים במקלדת ברייל המערכת מקפיצה הודעות pop-up המתריעות על סוג הבעיה ודרכים לטפל בה, כגון השפה הרצויה מהגדרות האפליקציה חסרה עבור מנוע זיהוי הדיבור וכדומה. עבור משתמשי מקלדת ברייל הודעות אלו יכתבו כהודעת מערכת (תחילית ההודעה היא 'מערכת') בכדי להימנע מסיבוך המשתמש.



## Introduction Activity

בכניסה ראשונה לאפליקציה יופיעו בקצרה 5 חלונות עם הסבר קצר על כל תכונה.



במהלך תהליך פיתוח האפליקציה רכשנו אביזרים אופטימליים שעליהם אנו ממליצים גם לאנשים הנזקקים להם. האיכות שלהם נבדקה על-ידינו גם לשימושים כלליים מעבר לאפליקציה שפיתחנו.

### מקלדת ברייל Orbit Reader 20

מוצר זה מהווה פתרון זמין וזול מהותית (יחסית למתחרים) למקלדת ברייל סטנדרטית נישאת. צג הברייל בעל 20 תאי ברייל (8 נקודות התומכים בקידוד בין היתר בעברית ואנגלית), תכונות המערכת :

20 refreshable eight-dot braille cells

Eight Braille Input keys and Space bar

Navigation pad with four directional buttons (Up, Down, Left, Right) and the Select button

Micro-B USB charging port, SD card slot

2 Panning rocker keys

Bluetooth® wireless technology

User-replaceable, rechargeable batteries



את המקלדת פיתחה מעבדת המחקר **Orbit Research Labs** הממוקמת בארה"ב, והמוצר נמצא בשימוש בעמותות ומרכזים המסייעים לקהילת החירשים-עיוורים בארה"ב, בריטניה ועוד.

מעבר ל**דף הרשמי** של המוצר באתר החברה המפתחת.

רכשנו את המוצר מהספקית הרשמית בישראל (נכון לשנת 2019) – **לטס-טוק** (Let's Talk) טכנולוגיות מסייעות בע"מ

**האתר הרשמי** של הספקית בישראל.

דואר אלקטרוני של הספקית בישראל – [support@ltalk.net](mailto:support@ltalk.net)

לעומת מקלדות הברייל האחרות בשוק (הנמצאות בטווח מחירים של 5 אלף ₪ עד 10 אלף ₪ ומעלה) מקלדת זו ניתן להשיג בעבור ~2600 ₪ מהספקית בישראל - בשורה אמיתית להנגשת פתרונות טכנולוגיים לאוכלוסייה זו.

## מקלדת בלוטות' נישאת

בנוסף למקלדת הברייל רכשנו מקלדת בלוטות' נישאת רגילה, זאת מכיוון שמבדיקה שלנו עלה שחירש-עיוור יכול להעדיף לרשום בכתיבה עיוורת מאשר כתיבה בברייל.

את המקלדת רכשנו מדף מוצר סטנדרטי ב **AliExpress** בעלות סמלית של כ 30 ₪,

ניתן למצוא מוצרים העונים לתיאור ע"י חיפוש "**mini bluetooth keyboard**",

**קישור למוצר לדוגמה.**



### פרויקט גמר הנדסי - מערכת תקשורת לאדם חירש-עיוור

מאור אסייג, רפאל שטרית

מנחים: פרופ. גוטרמן הוגו, דר. אריאל לוצאטו

הנגישות הגוברת לטכנולוגיה חכמה בימינו, מאפשרת לעלייה בחיפוש פתרונות לאוכלוסיות בעלות מוגבלויות שונות, כגון מוגבלות הראיה והעיוורון, במטרה לשיפור אורך חייהם. על-פי נתון סטטיסטי, חיים בישראל כ-1,400 אנשים בעלי לקות כפולה בשמיעה ובראייה, כשהגורם המוביל לחרשות-עיוורון בישראל היא מחלה חשוכת מרפא הקרויה "תסמונת אשר". תסמונת אשר היא תסמונת גנטית המאופיינת בחירשות מולדת ומלווה בצמצום הדרגתי של שדה הראייה עד כדי עיוורון מוחלט בסביבות גיל ה-40.

פרט למומם הכפול החירשים-עיוורים הם אנשים אינטליגנטים, שיש להם רצונות, שאיפות ותקוות, כמו לכולנו - אבל הם סובלים מבידוד נורא. חרש-עיוור איננו יכול לחיות בחברת חרשים, מפני שאינו רואה את שפת הסימנים של החרשים. בנוסף, אין הוא יכול להשתלב בחברת העיוורים, משום שאינו שומע אותם. הם אפילו אינם מסוגלים לתקשר עם בני משפחה ובפרט צעירים, אלא רק עם אנשים המיומנים במיוחד בשפת סימנים מיוחדת, המועברת בעזרת מגע. החירשים-עיוורים נפלטים מכל מסגרת, ונותרים כלואים באפילה ובדממה של מחלתם, מנותקים מדרך תקשורת טבעית עם הסביבה.

אוניברסיטת בן-גוריון מסייעת לאוכלוסיית החירשים-עיוורים וחוקריה מפתחים מערכת תקשורת שתאפשר להם לשוחח עם אנשים רגילים. המערכת, שפותחה ע"י מאור אסייג ורפאל שטרית, סטודנטים לתואר ראשון בתכנית להנדסת מחשבים במחלקה להנדסת חשמל ומחשבים ובהנחייתם של פרופ' הוגו גוטרמן וד"ר אריאל לוצאטו, נועדה לסייע להשתלבותם עם האוכלוסייה הכללית ולהקל על בדידותם.

מטרת הפרויקט היא פיתוח מערכת שתאפשר לתקשר באמצעות תקשורת מילולית עם החרשים-עיוורים, ובכך להקל על בדידותם ולסייע לעצמאותם. כיום אין פתרון טכנולוגי זמין לקהילה זו, במיוחד לא בשפה העברית. פיתוח המערכת ישים דגש על נגישות לקהילת החרשים-עיוורים בישראל תוך שימוש במכשירים הזמינים להם ומענה לצרכיהם היום-יומיים.

המוצר המרכזי הינו אפליקציה על גבי מכשיר בעל מערכת הפעלה "אנדרואיד" שמחובר למקלדת ברייל נישאת סטנדרטית. האפליקציה יכולה לבצע פעולות דיבור-אל-ברייל וברייל-אל-דיבור עם חיווי נגישות מתאימים גם למדבר וגם לחרש-עיוור, כך שהשיחה יכולה להתבצע בזמן אמת ובאופן רצוף ותקין.

המערכת החדשנית, מאפשרת לעיוור-חירש לשוחח בחופשיות עם אדם רגיל. הרעיון הבסיסי שלה הוא פשוט: עיוור-חירש מסוגל לקרוא כתב ברייל, הבנוי מתווים בולטים, שאותם הוא מרגיש במגע אצבעותיו, והוא מסוגל גם לכתוב בהקלדה עיוורת על מקלדת רגילה. שורה של תווים בולטים מציגים בצג הברייל בדיוק את מה שכתוב במסך הסמארטפון. "כשאדם רגיל מדבר האפליקציה מתרגמת את דיבורו לטקסט שמוצג על גבי צג הטלפון הנייד והעיוור-חירש יכול לקרוא את המשפטים שנאמרו", אומר פרופ' גוטרמן.

את תשובתו כותב העיוור-חירש בעזרת המקלדת. הכתב מופיע על גבי הפלאפון ומתורגם לדיבור על-ידי האפליקציה, כך אדם רגיל יכול "לשמוע" את מה שהעיוור-חירש אמר. האפליקציה גם מספקת אמצעים וחיווי נגישות מתאימים המאפשרים לעיוור-חירש לדעת מתי מישו מדבר אתו, ומתי מה שהוא כתב התקבל בצורת דיבור תקין על-ידי בן שיחו.

תכונות האפליקציה והממשק של המערכת תומכים בעברית ואנגלית, ותהליך הפיתוח נעשה בשיתוף עם המרכז לחירש-עיוור בישראל – מכון בית דוד ועמותת 'מגדל אור' המתמחה בטיפול בעיוורים, תוך קבלת משוב שוטף מקהילת החרשים-עיוורים בישראל.



מאור אסייג ורפאל שטרית הם הסטודנטים שנבחרו להוביל יוזמה זו במסגרת פרויקט הגמר ההנדסי שסטודנטים לוקחים במהלך שנתם הרביעית בלימודי ההנדסה. "לאורך תהליך פיתוח מערכת זו, ניצבה מולנו מטרה אחת – לעזור לאוכלוסייה זו באמצעות הכלים שרכשנו במהלך התואר. עוד בתחילת הדרך, נפגשנו עם נציגי הקהילה במכון בית דוד להבנת מורכבות הבעיה.

המצב הנוכחי, בו החירשים-עיוורים מאולצים לתקשר באמצעות שפת מגע המדמה את שפת הסימנים, מותיר אותם מנותקים ממשפחתם, מסביבתם ופוגע בעצמאותם", אומר רפאל. "כשמפתחים מוצר עבור אוכלוסייה בעלת מוגבלויות, אין מדובר רק בהוכחת מסוגלות טכנית טכנולוגית לביצוע פעולות המערכת, אלא גם חשוב לאורך כל תהליך העיצוב והפיתוח להתחשב בחיווי-נגישות מותאמים לפעולות השונות כך שמשתמש שאינו רואה או שומע יכול להבחין בנעשה, כגון רטט בתבניות שונות, חיוויים קוליים עבור האדם הדובר ועוד", מוסיף מאור.

ניסיונות ראשוניים התבצעו בשיתוף פעולה עם קהילת החירשים-עיוורים בישראל והמשוב היה חיובי מאוד ומועיל לשיפור האפליקציה. המשך הפיתוח בעתיד יתרכז בפיתוח האפליקציה למערכת ההפעלה iOS והמשך תכנון ופיתוח רעיון ראשוני למוצר נישא המשלב צג ברייל ותבנית מקלדת רגילה שיאפשר לאדם חירש-עיוור לתקשר בצורה טבעית ויעילה יותר.

למרות שבאופן עקרוני ניתן ליצור פתרונות טכניים מתוחכמים כדי להקל על בדידותם של אנשים אלה ולעזור להם להשתלב בחברה, אין בתעשייה מוטיבציה רבה מדי לפתח פתרונות עבורם, מפני שמדובר באוכלוסייה לא גדולה וחלשה שלא צפוי ממנה רווח המצדיק השקעה.



אוניברסיטת בן-גוריון בנגב  
Ben-Gurion University of the Negev

מפתחי המערכת הם **מאור אסייג ורפאל שטרית**, סטודנטים שנה ד' בתוכנית להנדסת מחשבים במחלקה להנדסת חשמל ומחשבים, אוניברסיטת בן גוריון, ישראל בהנחיית פרופסור הוגו גוטרמן וד"ר אריאל לוצאטו.

[אתר המוצר](#)

[דף האפליקציה](#) בחנות האפליקציות Google Play

hawkingBGU@gmail.com

**2019**