

המחלקה להנדסת תוכנה

פרויקט גמר – תשע"ח

פיתוח רשת IOT לזיהוי אנומליות אקוסטיות ומתן חיווי

לגורמים הרלוונטיים

**Development IOT network for the identification of acoustic anomalies
and providing an indication of the relevant factors**

מאת

חני גרבר 206114688

טלי כהן 206326050

מנחה אקדמי: ד"ר גיא לשם	אישור:	תאריך:
רכז הפרויקטים: מר אסף שפנייר	אישור:	תאריך:

תוכן

3	מערכות ניהול הפרויקט:
3	תקציר
3	מילון מונחים, סימנים וקיצורים:
4	1. מבוא
4	2. תיאור הבעיה
4	2.1 דרישות ואפיון הבעיה
5	2.2 הבעיה מבחינת הנדסת תוכנה
5	3. תיאור הפתרון
5	3.1 ההתקן
6	3.2 השרת
7	תיאור המערכת
	Error! Bookmark not defined.
10	סיכום תיאור הכלים המשמשים לפתרון
10	4. סקירת עבודות דומות בספרות והשוואה
11	5. נספחים
11	א. רשימת ספרות \ ביבליוגרפיה
12	ב. תרשימים וטבלאות
13	ג. תכנון הפרויקט
13	ד. טבלת סיכונים

מערכות ניהול הפרויקט:

#	מערכת	מיקום
1	מאגר קוד	https://github.com/TaliYa/Final-Project
2	יומן	https://trello.com/b/OjTevadw/final-project
3	סרטון גרסת אלפא	

תקציר

מטרת הפרויקט לפתח אלגוריתם עיבוד דל של מידע אקוסטי באמצעות מיקרופון המחובר להתקן IOT על מנת להוות בסיס לרשת התקנים בסביבה אורבנית לצורך זיהוי אנומליות אקוסטיות ומתן חיווי לגורמים הרלוונטיים.

מילון מונחים, סימנים וקיצורים:

1. **IoT - Internet of Things** – "אינטרנט של דברים", האינטרנט של הדברים, הוא רשת של חפצים פיזיים, או "דברים", המשובצים באלקטרוניקה, תוכנה וחיישנים המאפשרים תקשורת מתקדמת בין החפצים ויכולות איסוף והחלפת מידע. רשת זו צפויה להוביל לאוטומציה בתחומים רבים

1. מבוא

בפרויקט זה נפתח אלגוריתם אקוסטי לזיהוי אנומליות אקוסטיות ומתן חיזוי לגורמים הרלוונטיים.

2. תיאור הבעיה

בסביבה אורבנית(עירונית), כאשר רוצים "להאזין" אליה, לקלוט את הרעשים שבה, לעבד את המידע הנלקט ממנה ולשדר אותו לגורמים רלוונטיים. רישות העיר בהתקנים שיממשו מערכת כזו יכול כיום להעלות מחיר יקר מאד הן בזמן ביצוע והן בעלות כספית. כיום הצורך במערכת כזו ה"מאזינה לסביבה" הולך וגדל ונדרש למצוא פתרון יעיל וחסכוני. לצורך פתרון בעיה זו נדרש לפתח מערכת ה"מקשיבה" לעיר שעלותה הכוללת (כל המשאבים שהיא משתמשת בהם) נמוכה. נוכל ליישם זאת באמצעות רשת התקני IOT עם אמצעי חישה אקוסטי - Linkit Smart 7688 Duo - שעלותם נמוכה מאד ויכולתם גדולה יחסית, בבסיס למערכת אבטחה עירונית. כיום אין הרבה מערכות המשתמשות בהתקנים אלו לקליטת מידע, עיבודו ושידורו ולכן נדרש לחקור את ההתקן היטב.

2.1 דרישות ואפיון הבעיה

[המערכת העירונית (המשתמש)] מימוש באלגוריתם אקוסטי לזיהוי אנומליות ומתן חיזוי לגורמים הרלוונטיים (צבא, משטרה, גורמי הצלה)

דרישות המערכת מנקודת מבט הגורם הרלוונטי הרוצה לקבל מידע הנקלט מסביבה אורבנית מרושתת בהתקנים:

- המכשיר צריך להיות בעל עלות נמוכה על מנת נוכל להשתמש במספר רב של מכשירים והעלות תישאר סבירה.
- המכשיר צריך להיות אמין לטווח ארוך
- המכשיר צריך להיות מחובר לשרת עבור עדכוני מיקום ושיתוף הנתונים.
- חישוב המיקום צריך להיות מדויק
- המכשיר צריך להיות בעל כוח עיבוד מספיק כדי לעבד את הנתונים "על הלוח" (בעצמו)
- המכשיר חייב להיות מסוגל להתחבר לציוד היקפי הדרוש לצורך הפרויקט – מיקרופון.

- המכשיר צריך להכיל דרכי גישה לרשת (Ethernet , Wi-Fi)
- יש להגן על המכשיר הסופי מפני פגעי הסביבה.

המערכת תכיל:

1. מידע אודות ההתקנים המבוזרים בעיר: מתן חיווי על תקינות ההתקן, מיקומו
2. מידע המשודר מההתקנים אודות רעשים חריגים בעיר לפי פרמטרים שהגורם הרלוונטי קובע.

2.2 הבעיה מבחינת הנדסת תוכנה

ההתקן עליו אנו נעבוד בפרויקט זה אינו נפוץ היום בהמון מערכות, ולכן העבודה אתו תדרוש מאתנו מחקר מקיף אודות ההתקן, מערכת ההפעלה שלו, ביצועיו ויכולותיו. ההתקן והפלטפורמה עליהם נעבוד מאפשרים מעקב אחר נתונים בזמן אמת מרחוק ולכן זמן התגובה קטן משמעותית. בפרויקט זה נפתח אלגוריתם אקוסטי בהתקן IOT במימוש שפת פייתון. מכיוון שההתקנים הינם IOT - נוצרת רשת של התקנים פיזיים המאפשרת תקשורת מתקדמת בין ההתקנים ויכולות איסוף והחלפת מידע מהירות בזמן אמת.

3. תיאור הפתרון

הפרויקט שלנו הוא רשת מבוזרת של התקני IOT - Linkit Smart 7688 Duo, המרשמים את העיר ו"מאזינים" לה. המכשירים קולטים רעשים יוצאי דופן לפי סקלת הרעשים שמגדיר הגורם הרלוונטי (למשל צבא, משטרה, עריה וכו'), מעבדים את הנתונים (עוצמת הרעשים/תדירות הרעשים) ואם הם חריגים ההתקנים משדרים את המידע לשרת האוסף את הנתונים, מעבד אותם ומשדר אתם לגורם הרלוונטי בתוספת מיקום מדויק.

3.1 ההתקן

ההתקנים הפיזיים יבוצרו בסביבה הרצויה ומיקומם ירשם בטבלה בשרת. לשם קליטת רעשים מהעיר נחבר להתקנים מיקרופון.

ההתקן מכיל:

1. בהתקן ירוץ אלגוריתם אקוסטי הכתוב ב python השולח בתדירות קבועה את חיווי לשרת. את החיווי יהיה 0 כאשר המכשיר תקין ואחרת אם ארעה בעיה או תקלה טכנית. האלגוריתם יעבד את נתוני הרעשים הנקלטים מהמיקרופון ויחשב האם הרעש הנקלט חריג, אם כן המידע ישודר לשרת. שידור המידע יתבצע ע"י פרוטוקול Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) protocol או פרוטוקול העברת נתונים אחר (נדע אחרי שנחקור את שניהם)
2. טבלה המכילה סקלת דציבלים לצורך השוואה וניתור הקולות הנקלטים.

אופן העברת קבצים (קוד, מסדי נתונים) להתקני IOT

את הנתונים והקוד שנרצה להעתיק למכשיר נרשום בקובץ ונסגור אותו בסיומת py. כעת נוכל להעביר אותו למכשיר.

פרוטוקול SCP

לשם העברת קבצי פיתון מהמחשב המארז למכשיר נשתמש בפרוטוקול SCP (Secure Copy Protocol) - אמצעי העברה מאובטחת של קבצי מחשב בין מארז מקומי לבין מארז מרוחק או שני מארזים מרוחקים מבוסס על פרוטוקול SSH.

כלי ה WinSCP

הכלי התומך בפרוטוקול הזה הוא WinSCP (קוד פתוח להעברת קבצים). הקובץ שאותו נעלה למכשיר יכיל את האלגוריתם האקוסטי שרץ בזמן אינסופי ומנתר את הקולות שנקלטים. תנאי העצירה של האלגוריתם: קליטת קול לא רצוי. הקול מעובד, ומשודר את חיווי שונה אם צריך. הלולאה מנקה את הנתונים וממשיכה לרוץ.

שידור את חיווי

על מנת שהגורם הרלוונטי ידע שהמכשיר עובד כצפוי וכנדרש - כל זמן שהרעשים תקינים והאלגוריתם רץ כרגיל המכשיר משדר את חיווי 0 המסמן שהכול בסדר אחרת – את שונה.

3.2 השרת

(עדין לא החלטנו איזה שרת יהיה הכי יעיל עבור הפרויקט שלנו) בשרת מאוחסנים הנתונים עבור עיבוד המידע הנקלט מההתקנים ושידורו. השרת יכיל טבלאות מידע אודות:

1. כל ההתקנים המבזרים ברשת ומיקומם המדויק לפי כתובת ה IP שלהם.
2. סקלת דציבלים (?) (האם צריך לעשות בדיקות בשרת על גובה הרעש?)
3. כתובות הגורמים הרלוונטיים למתן חיווי.

השרת יקבל את הנתונים המשודרים מההתקנים (יתכן מכמה התקנים בו זמנית), יזהה את ההתקן הקרוב ביותר לרעש לפי עוצמת הרעש המשודר, וישדר חיווי לגורם הרלוונטי + מיקום ההתקן הקרוב ביותר.

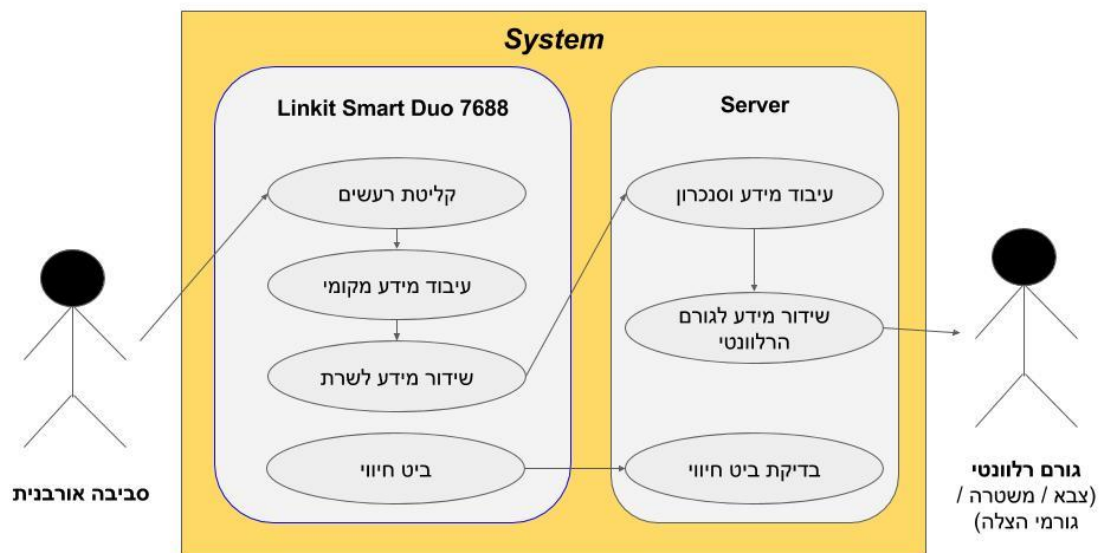
קוד המערכת ייכתב בשפת PYTHON

תקשורת בין רשת ההתקנים המבוזרת לשרת

פלטפורמת IoT מאפשרת מעקב אחר נתונים בזמן אמת מרחוק. לשם קבלת נתונים בזמן אמת ושימוש בהם נשתמש בפלטפורמת IBM Watson IoT platform אליה הנתונים יועברו, דין בה את כתובת ההתקנים והיא תתקשר איתם ותקבל את נתוני הSENSOR שלהם.

בכדי לגשר בין שטח האחסון(השרת) לבין הנתונים מהמכשיר נשתמש בספריה Arduino Yun Bridge library המכילה פקודות ופונקציות המגשרות בין המכשיר לכל החפצים שסביבו.

Use Case של המערכת:



תיאור תהליכי המערכת

התרשים שלהלן מתאר את ארכיטקטורת המערכת ומורכב מ:

שחקנים:

1. סביבה אורבנית
2. הגורם הרלוונטי המקבל את החיווי

מצבים:

בהתקן:

1. קליטת רעשים מהסביבה ע"י מיקרופון חיצוני
2. עיבוד המידע הנקלט – בדיקת אנומליות עבור הרעשים

3. שידור מידע לשרת

4. ביט חיווי

בשרת:

1. עיבוד מידע וסנכרון
2. שידור מידע לגורם הרלוונטי
3. בדיקת ביט החיווי

נתוני המערכת:

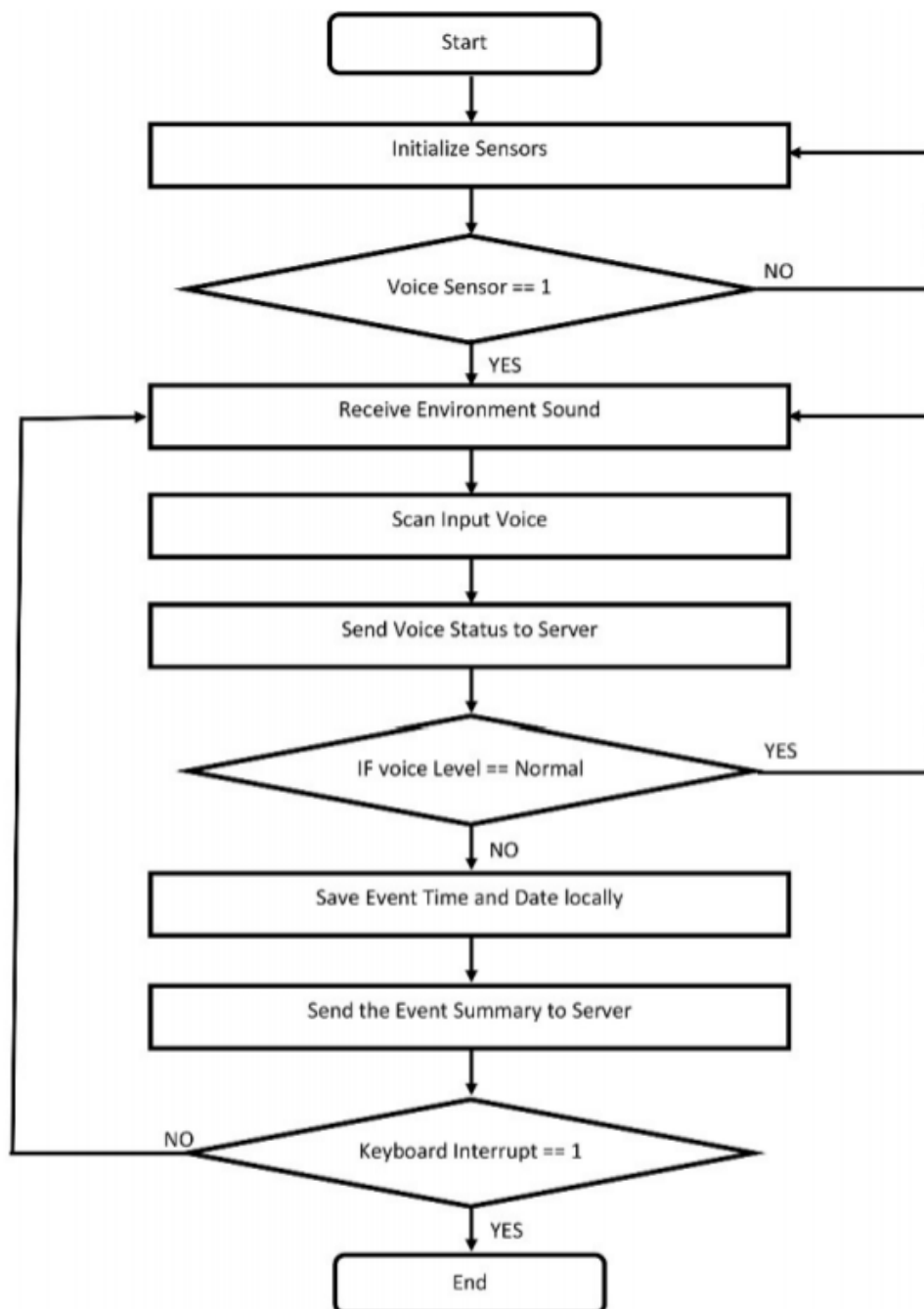
התקן:

- סקלת דציבלים
- רעשים הנקלטים מהמיקרופון

שרת:

- ביט חיווי
- טבלת מיקומי התקנים
- טבלת כתובות הגורמים הרלוונטיים

דוגמא לתרשים זרימת אלגוריתם אקוסטי לזיהוי אנומליות אקוסטיות ומתן חיווי לגורמים הרלוונטיים:



סיכום תיאור הכלים המשמשים לפתרון

בפרויקט נשתמש במכשיר פיתוח חכם (מחשב קטן) **LinkIt Smart 7688** יכולת לחוש מידע לעבד מידע ולשדר מידע התומך בפיתוח יישומים בשפות שונות. אנו נפתח את האלגוריתם בשפת Python, בסביבת העבודה: Arduino.

LinkIt Smart 7688



IBM Watson IoT platform - לשם קבלת נתונים בזמן אמת ושימוש בהם נשתמש בפרטפורמת IBM Watson IoT platform אליה הנתונים יועברו, נזין בה את כתובת ההתקנים והיא מתקשרת איתם ומקבלת את נתוני הSENSOR שלהם.

Arduino Yun Bridge library - בכדי לגשר בין שטח האחסון (השרת) לבין הנתונים מהמכשיר נשתמש בספרייה Arduino Yun Bridge library המכילה פקודות ופונקציות המגשרות בין המכשיר לכל החפצים שסביבו.

פרוטוקול SCP - לשם העברת קבצי פיתון מהמחשב המארח למכשיר נשתמש בפרוטוקול SCP (Secure Copy Protocol) - אמצעי העברה מאובטחת של קבצי מחשב בין מארח מקומי לבין מארח מרוחק או שני מארחים מרוחקים מבוסס על פרוטוקול SSH.

כלי ה WinSCP - הכלי התומך בפרוטוקול הזה הוא ה WinSCP (קוד פתוח להעברת קבצים). הקובץ שאותו נעלה למכשיר יכיל את האלגוריתם האקוסטי שרץ בזמן אינסופי ומנתר את הקולות שנקלטו. תנאי העצירה של האלגוריתם: קליטת קול לא רצוי. הקול מעובד, ומשודר אות חיווי שונה אם צריך. הלולאה מנקה את הנתונים וממשיכה לרוץ.

4. סקירת עבודות דומות בספרות והשוואה

כיום ישנם מספר מחקרים העוסקים בנושא ניטור רעשים, האזנה לסביבה ושידור תוצאות בדרכים שונות:

כמו שנכתב במחקר הבא; רעש הוא אפקט סביבתי אשר יכול לגרום מטרד וכן יכול להשפיע באופן משמעותי על הבריאות. עם הגדלת צפיפות האוכלוסייה של הערים, רמות הרעש גדלות וצריך להשיג איזון בין פעילויות מסחריות לגיטימיות ושליטה על אפקטים פוטנציאליים לרעה של רעש לרמות סבירות. ערים חכמות צריכות להיות מתוכננות בהתאם לזיהוי רעש עירוני והנחיות ניהול כדי להשיג רמה טובה יותר של שליטה על הרעש. במסגרת זו פותחה מסגרת לניהול רעש עירוני על בסיס מושגי ה-IOT. גישות מיקור ההמון, שבו אדם נחשב כחיישן (עם חיישנים מוטבעים טלפונים ניידים) שלו משמשים בעבודה זו באופן דינמי המפה ולנתח את רמות רעש עירוני באזורים שונים... במחקר זה התמקדו החוקרים בניתוח רמות הרעש וכתוצאה מכך בנזקים שהוא יכול לגרום, אך בפרויקט שלנו נתמקד בזיהוי מקורות רעש וניתוחם למטרות אבטחה ושמירה על תושבי העיר.

5. נספחים

א. רשימת ספרות \ ביבליוגרפיה

- [/http://wiki.seeed.cc/LinkIt_Smart_7688_Duo](http://wiki.seeed.cc/LinkIt_Smart_7688_Duo)
- International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT) – Volume 44 Issue 1- February 2017
- https://www.researchgate.net/profile/Marius_Johannessen/publication/312600270_Smart_Cities_Challenges_and_a_Sensor-based_Solution_A_research_design_for_sensor-based_smart_city_projects/links/5885fc48a6fdcc6b79190b15/Smart-Cities-Challenges-and-a-Sensor-based-Solution-A-research-design-for-sensor-based-smart-city-projects.pdf
- <http://ijcttjournal.org/2017/Volume44/number-1/IJCTT-V44P107.pdf>
- <http://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:78897c61-7929-4851-9850-7303f2440529?collection=education>
- <https://docs.labs.mediatek.com/resource/linkit-smart-7688/en/tutorials/cloud-services/ibm-watson-iot-platform>
- <https://docs.labs.mediatek.com/resource/linkit-smart-7688/en/tutorials/file-storage/copying-files-to-the-board>

ב. תרשימים וטבלאות

מסכים (אם לא למעלה)

תרשימי תיכון בגון: דיאגרמת רכיבים \ הפצה (UML), דיאגרמת ישויות

טבלאות במסד נתונים

מסד הנתונים יכול את טבלאות הנתונים הבאות:

1. **טבלת ההתקנים:** מכילה את כתובות ההתקנים ומיקומם המדויק

כתובת IP	ארץ	אזור	עיר	קו אורך	קו רוחב
192.168.100.1	ישראל	המרכז	פתח תקווה	34.8850	32.0917
213.151.49.49	ישראל	המרכז	בני ברק	34.7500	31.5000
192.168.100.3	ישראל	ירושלים	ירושלים	31.78	35.23
192.168.100.4	ישראל	ירושלים	ירושלים	30.21	32.78

2. **טבלת הגורמים הרלוונטיים למתן חיווי**

שם	כתובת IP
משטרה	192.168.10.61
צבא	192.168.10.61
מד"א	192.168.101.51
כבאות והצלה	192.168.102.51

ג. תכנון הפרויקט

20.11.17	איסוף מידע נדרש: מכיוון שאין בידינו נתונים לביצוע הפרויקט, נידרש: או לקבלת נתונים מהחברה או ניצור נתונים "מסומלצים" (Audio DataSet) ע"פ העקרונות הסטטיסטיים הנדרשים.
01.01.18	יישום: (בקוד פייתון) אלגוריתמים דלי משאבים בסביבת רשת IoT לזיהוי אקוסטי בסביבות אמיתיות, המתאפיינות ברעשים והפרעות מגוונים. דוגמא לקוד במטלב המבצע: https://github.com/TUT-ARG/DCASE2016-baseline-system-matlab
01.02.18	זיהוי מקומי: בעזרת האלגוריתם מסעיף ב' נבצע זיהוי אירועים.
01.03.18	זיהוי אזורי: יבוצע ע"י שילוב פיסות המידע מהצמתים, תוך מינימיזציה של כמות השידורים.

ד. טבלת סיכונים

#	הסיכון	חומרה	מענה אפשרי
1	אבטחת תעבורת המידע ברשת	גבוהה	פיתוח אלגוריתם לאבטחת מידע
2	אבטחת המכשירים מבחינה פיזית	גבוהה	בניית מערכת הגנה ותחזוקה שוטפת
3	פיתוח אלגוריתם עם סיבוכיות מידי גבוהה כדי להגיע לאלגוריתם חכם וכולל	גבוהה	להיצמד לדרישות תוך חשיבה על יעילות לכל אורך הפיתוח
4	בניית מערכת שלא תואמת את הדרישות	נמוכה	מעקב שבועי עם מנחה הפרויקט על ההתקדמות בפרויקט. לערב ככל הניתן.
5	התראות שווא ואזעקת כוחות	גבוהה	ניתור מדויק ככול האפשר של הקולות הנקלטים

מסקנות ביניים:

1. פרויקט מחקרי דורש המון זמן לחקירת המוצר והמשאבים לפני שמתחילים לכתוב קוד ולפתח.
2. עבודה מסודרת ותיעוד משבחים את העבודה וממהרים את קצב העבודה.

תכנית בדיקות

בדיקות מקיפות של כל פונקציות המערכת ע"מ לוודא נכונות, מקרי קצה, מקרים חריגים וכו'.

בדיקות פונקציונליות:

- בדיקות מחשב השרת
 1. תקינות ורלוונטיות המידע המתקבל
 2. האם המידע משודר לכתובות הרלוונטיות
 3. בדיקת ביט החיווי שאמור להתקבל מידי זמן

- בדיקות מכשיר Linkit Smart
 1. תקינות המכשיר
 2. האם המידע מעובד ומשודר
 3. האם המכשיר מסונכרן לשאר המכשירים ולשרת

בדיקות מערכת:

- אינטגרציה נכונה של כל השלבים במערכת
- האם המערכת מתפקדת בזמן אמת
- האם המערכת אינה קורסת כשיש עומס של מידע

בדיקות תאימות:

סנכרון בין wi-fi של המכשיר למחשב השרת.

בדיקות תחזוקה (Maintainability):

- האם ניתן לעדכן או לתקן את התכנה אחרי הוצאתה לאור.
- האם הקוד כתוב בצורה פשוטה, ברורה ומתועדת.

ניתוח תוצאות:

בדיקות מקיפות וניתוח תוצאות האירוע האם המידע אכן שודר, התקבל במחשב השרת, נשלח בצורה מדויקת והגיע ליעדו הרלוונטי.