



דו"ח פרויקט – אינטרנט של הדברים

מתן בירנבוים, עידן הורוביץ, אילון דגן

הבעיה: ניתור פעילות חשודה בקרב הולכי רגל בסיטואציה החשודה להיות מסוכנת או מאיימת.

פתרון: ניתור מעבר ממצב הליכה למצב של ריצה פתאומית, התראה לגורם מוסמך ותיעוד המאורע.

משתמשים: אוכלוסייה שעשויה להתקשות בהגנה עצמית ושקיימת עבורה רמת סיכון בעת הליכה במקום או בזמן מעוררי חשש.

דוגמאות:

(א) בחורה החזרת לביתה בשעת לילה, תפעיל את המערכת ביציאה הרגלית לביתה. הבחורה צפויה לצעוד במצב הליכה כל עוד לא אירע אירוע חריג. בעת חשש מצידה יקרו 2 הדברים הבאים: מעבר ממצב הליכה למצב של ריצה פתאומית, ובאותו זמן נצפה לעלייה חדה במצב הלחץ שיוביל לעליית קצב הדופק. באירוע שכזה האפליקציה תתריע לאיש קשר ותפעיל באופן אוטומטי את תיעוד צילום ושמע באמצעות הטלפון הנייד שלה.

(ב) תלמיד בית ספר צעיר ההולך או חוזר מבית הספר. בדומה לדוגמא הקודמת, התלמיד צפוי לצעוד במצב הליכה כל עוד לא אירע אירוע חריג. ולפיכך עבור הורה מודאג, האפליקציה תשרת את המטרה בצורה דומה.

(ג) אדם מבוגר יושב בביתו. המוצר מודד באופן קבוע דופק וכן עוקב אחר תנועות חריגות, לדוגמא: נפילה. האפליקציה תתריע על כל אירוע חריג שכזה לקרוביו.

מוצרים קיימים בשוק:

מוצרים אלה משתמשים בדרך כלל בטכנולוגיות שונות כגון GPS, אפליקציות לסמארטפון, אזעקות אישיות או מכשירים לבישים כדי לספק סיוע ולהתריע לאחרים כאשר אדם נמצא בסכנה. הנה כמה דוגמאות:

1. אפליקציות בטיחות אישית: מספר אפליקציות לסמארטפון זמינות המאפשרות למשתמשים לשלוח אותות מצוקה, לשתף את מיקומם ולהודיע לאנשי קשר לשעת חירום במקרה חירום. כמה דוגמאות פופולריות:

bSafe, Watch Over Me, Noonlight

2. התקני בטיחות לבישים: ישנם מכשירים לבישים שתוכננו במיוחד לבטיחות אישית. למכשירים אלה יש לרוב תכונות כגון לחצני פאניקה, מעקב GPS ויכולת לשלוח התראות לאנשי קשר שנבחרו מראש. דוגמאות:

Revolar, ROAR for Good's Athena, Nimb.

3. אזעקות אישיות: אזעקות אישיות הן מכשירים קטנים וניידים המפיצים צליל חזק בעת הפעלה. הם נועדו למשוך תשומת לב ולהרתיע תוקפים פוטנציאליים. לחלק מהאזעקות האישיות יש גם תכונות נוספות כמו פנסים מובנים.

נדגיש כי המשותף לכל המוצרים הללו, שדרושה פעולה אקטיבית מצד המשתמש. טרם מצאנו מכשיר המזהה מקרים חשודים בעצמו.

WatchMeAI לוקחת את כולם בכיס הקטן!





איך זה עובד?

בעת הפעלת המוצר, המוצר שלנו יבצע מעקב אחר פעילות GPS, מד דופק ומד תאוצה של המשתמש וע"י זיהוי פעולה חריגה של החיישנים, יבצע סדרת פעולות במכשיר הטלפון הנייד אליו הוא מחובר על מנת לאפיין את האירוע כחשוד, וייתן מענה של התקשורת לאיש קשר, שליחת הודעת סמס ובעת הצורך התקשרות למשטרה וגורמי ביטחון.

חיישנים: תאוצה, דופק, GPS.

ניתוחים סטטיסטיים וניסויי מערכת:

- מעבר חד ממצב הליכה למצב ריצה.
- עלייה פתאומית בדופק.
- תאוצה בכיוון האדמה – נפילה.

ביטחון באמצעות הפיצ'רים הבאים:

- מעקב בכל מצב
 - כלל הפיצ'רים עובדים בין אם המכשיר פתוח או נעול.
- תקינות המכשיר בכל רגע
 - כאשר המשתמש במהלך פעולה, האפליקציה תתריע בכל רגע נתון באופן רציף באמצעות התראות אם קיימת בעיה בחיבור.
 - התראה על מכשיר שלא מחובר.
 - התראה על מכשיר מחובר שלא פועל כשורה.
 - בעיית קליטה.
- קיום הרשאות בכל רגע
 - בכל כניסה לאפליקציה, האפליקציה מוודאת שכל ההרשאות ההכרחיות עדיין קיימות (ולא בוטלו בטעות מאז השימוש האחרון) על מנת להבטיח את היכולת לתת מענה בעת מצוקה בצורה מרבית.
- אי לקיחת סיכונים
 - אם המכשיר התנתק בזמן ספירה לאחור לקריאה לעזרה, האפליקציה לא תחכה לאישור/ביטול מהשתמש ותתריע לאנשי הקשר על הסכנה בכל מקרה.
- קריאה לעזרה (גם ללא מכשיר תקין)
 - האפליקציה מאפשרת למשתמש בכל רגע, גם אם המכשיר לא תקין, לקרוא לעזרה באופן ידני מאנשי הקשר או מהמשטרה.





סוגי פעילויות

- **Watch Me** – השגחה כללית - פעילות המכוונת להשגיה על מבוגרים בביתם.
 - מעקב אחר קצב הלב.
 - מעקב אחרי נפילה.
- **Walk** – פעילות המכוונת בעיקר לנשים אך גם לילדים או לכל אדם שמרגיש חוסר ביטחון מחוץ לבית בזמנים מסוימים.
 - מעקב אחר קצב ההליכה.
 - מעקב אחר קצב הלב.
- **Hike** – פעילות המכוונת לפעילויות מחוץ לבית (outdoor) וכוללת מסלולי הליכה, רכיבה על אופניים ועוד.
 - מעקב אחר נפילה.
 - מעקב אחר GPS.
 - מעקב אחר עצירה ממושכת.
- **Custom** – פעילות מותאמת אישית הפעילות נותנת למשתמש את האפשרות לבחור בדיוק את המעקבים בהם הוא מעוניין ואת זמן ההתראה הרצוי.

סוגי מעקבים

- **קצב הליכה** – האפליקציה עוקבת אחר קצב ההליכה של המשתמש ומתריע במידה ומזהה ריצה. ההנחה במעקב זה היא שפעילות המשתמש אמורה לכלול הליכה בלבד. במידה והמשתמש מתחיל לרוץ, האפליקציה מניחה שזה סימן לסכנה ומתריעה.
- **קצב הלב** – האפליקציה עוקבת אחר קצב הלב של המשתמש (קצב גבוה מדי / נמוך מדי) ומתריע במידע חוזה קצב לב חריג.
- **נפילה** – האפליקציה עוקבת אחר פעילות המשתמש ובמידה והיא מזהה נפילה שעלולה להיות מסוכנת, היא מתריעה.
- **GPS תקין** – האפליקציה עוקבת אחר מיקום המשתמש בכל רגע ומתריע במידה וקליטת ה-GPS אבדה.

התאמה אישית למשתמש

- המשתמש יכול לבחור לרשום איש קשר אחד או שניים.
- המשתמש יכול לבחור בעצמו עבור כל סוג פעולה את הזמן עד שהאפליקציה תתריע לאנשי הקשר שלו.
- המשתמש יכול לבחור האם ההתרעה תהיה בהודעה, שיחת טלפון או שניהם.

הנחות:

- התאוצה מלמדת היטב על מעבר ממצב מסוים למעבר למצב אחר.
- דיוק החישובים.
- קיים קשר בין עליית הדופק ללחץ ולפיכך גם לעוררות הפחד ולמקרה חשוד.
- מעבר מהליכה לריצה עשויה ללמד על מקרה חשוד.





קשיים ואילוצים:

- ספירת צעדים בעת הליכה ובעת ריצה.
- זיהוי המעבר מהליכה לריצה.
- סנכרון בין דופק להתראות GPS (מעבר לריצה או עצירה).
- סנכרון בין כל המערכות – זיהוי חריגה, התקשרות לאיש קשר, והפעלת מצלמה בו זמנית.
- החיישן שעליו התבסס הדופק הינו חיישן סטורציה וכן משתבש בחיבור רציף במקביל לחיישן התאוצה. לפיכך נסמוך על דיוקו במידה.

אלגוריתמים וניתוחים:

1. עיבוד מקדים של Datan המשותף:

ראשית לכל csv בדאטה ביצענו בדיקה דאטה פגום, כלומר רשומות חסרות ודגימות שאינן מספריות- בעיות אלו הופיעו עד 3 פעמים בקובץ ולכן פירשנו אותם כבעיות זמניות- טכניות בחיישן או בקליטה ולא בעיה מהותית בדאטה. לפיכך מחקנו שורות בעיות אלו. כמו כן שמנו לב שעבור דאטה של קבוצה אחת ספציפית הוכפל ולא נראה כדגימות אמיתיות. מכיוון שכל קבוצה נדרשה להעלות מספר שווה של מקטעי ריצה והליכה (5 מכל סוג), לא צריכה להיות בעיה של label imbalance. לאחר מכן, הוספנו עמודת נורמה לכל דגימה.

2. ספירת צעדים:

ניסיונות בשלב הפיתוח:

- העברת קבצי ההליכה-ריצה דרך RNN במטרה לשמור על הסדר וההקשר בזמן על מנת להבין את מספר הצעדים. התברר כשיטה לא מספיק טובה.
- פנינו לשימוש במודל עם כמה פיצ'רים סטטיסטיים על קובץ נתוני ההליכה ריצה המאוחד, להלן נתונים סטטיסטיים: לכל אחד מערכי הפיצ'רים X , Y , Z , $norm$ לקחנו את הנתונים הסטטיסטיים $mean$, std , min , max , $range$. בנוסף עשינו FFT (Fast Fourier Transform) על מנת לקבל את ה-power spectrum ומשם מצאנו את הממוצע וסטיית התקן. לאחר מכן הוספנו אינטראקציות מסדר ראשון. את הפיצ'רים הנ"ל העברנו דרך כמה מודלים במטרה למזער MSE. המודלים: Linear regression, Random Forest, XGboost, Neural Network. XGboost הינו המודל הנבחר שהביא לתוצאות הטובות ביותר.
- בשלב הבא ביצענו Cross validation בשיטת Grid-search וגם בשיטה הבייסיאנית.

סיכום: המודל הביא MSE של 142.35, אבל MAE של 8.49 עם ערך R^2 של 0.91. אלו תוצאות טובות ומספקות המעידות על התאמה טובה של המודל.

3. חיזוי פעילות (איזו פעילות מתבצעת כרגע):

את המודל הנ"ל רצינו לשלב במוצר שלנו ולכן היה צורך שיעבוד בreal time על מקטעים קטנים בהרבה מהמקטעים בDatan המאוחד. לפיכך פיתחנו Neural Network שמקבלת מקטע של 7 דגימות של Z , Y , X ו $norm$ מחיישן התאוצה וחזה על בסיס הדאטה הספציפי באיזו פעילות מדובר. הרשת מורכבת מ3 שכבות לינאריות, בעלות פונקציית אקטיבציה שונה בין השכבות. אימנו את הרשת על 200 Epochs והגענו לTrain accuracy של 94%. התוצאות על Test set נוסף שהופרש מראש היה 95% ואלו תוצאות מעולות. על מנת לבצע חיזוי על מקטע שלם כנדרש חילקנו את csv למקטעים של 7 דגימות ולקחנו את הActivity label שהופיע הכי הרבה. על כך קיבלנו Accuracy של 98.4%.





אלגוריתמים נוספים באפליקציה:

1. חיזוי פעילות:

בכל שלב נשארות 100 הדגימות האחרונות שנלקחו. לקחנו את אלגוריתם חיזוי הפעילות ושילבנו באפליקציה, כך שעבור כל מקטע של 7 דגימות יש לנו חיזוי של הפעילות ואם הוא רואה שיש מספר מקטעים של ריצה רצופים (בחרנו לבדוק עבור 3 מקטעים) לאחר מקטע של הליכה, האלגוריתם מסיק כי התבצע מעבר מהליכה לריצה. תחילה היו קשיים של זיהוי שגוי של פעילות – שגיאות בין עמידה במקום לריצה וכו', ולכן לקחנו דגימות נוספות של עמידה במקום, עליהן אימנו את הרשת גם כן והבעיה נפתרה.

2. קליטת הדופק.

על מנת למנוע בעיית שיבוש במקבילות בין חיישן התאוצה לחיישן הדופק, ביצענו תזמון של ה Arduino בין החיישנים, כך ששידור וקריאת הנתונים שלהן יהיו נפרדות וימנע השיבוש. על מנת להתאים את תוצאות הדופק למשתמש איננו מפעילים התראה עד שהסטייה תקטן ותתאזן ויהיה לנו ערך ספציפי שיהיה הנפוץ ביותר בקירוב וההתראה מופעלת אך ורק אם בפרק זמן מסוים הערך הנפוץ ביותר משתנה באופן דרסטי בהתאם לפעילות.

3. נפילה:

בכל שלב נשארות 100 הדגימות האחרונות שנלקחו. כאשר הזיהוי בעצם מתבצע על דגימות מס 89 עד 92 מתוך 100 ועבור כל בדיקה נבדוק האם הנורמה גדולה פי 1.5 מ-10 נורמות שבאו לפני ולאחריה (לא כולל הדגימות הנבדקות), זה אומר ששם התרחשה נפילה ומתקיים וידוא לפי דגימה אחת לפני ואחת אחרי.

4. וידוא קליטת GPS:

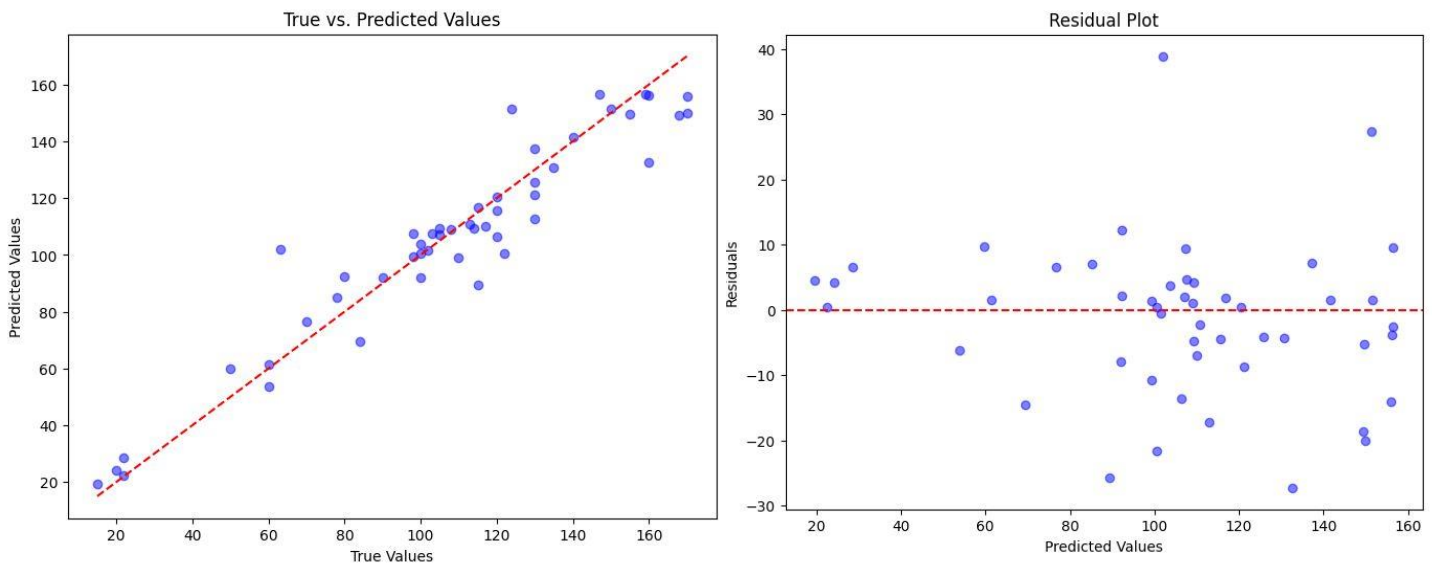
כל כמה רגעים מתקיימת בדיקת GPS לראות שהוא תקין, והיא נשמרת. במידה ולא מתקבלת תוצאה תקינה במשך 3 בדיקות רצופות, נשלחת הודעה למשתמש שאין בדיקת GPS. במידה והייתה קליטה לפני שנקטעה, יישלח למשתמש המיקום האחרון שזוהה בו, אם זה לא המצב, יקבל המשתמש הודעה שקליטת ה-GPS לא פועלת. במידה ולפתע חזרת הקליטה, יתבצע איפוס חזרה למצב תקין.



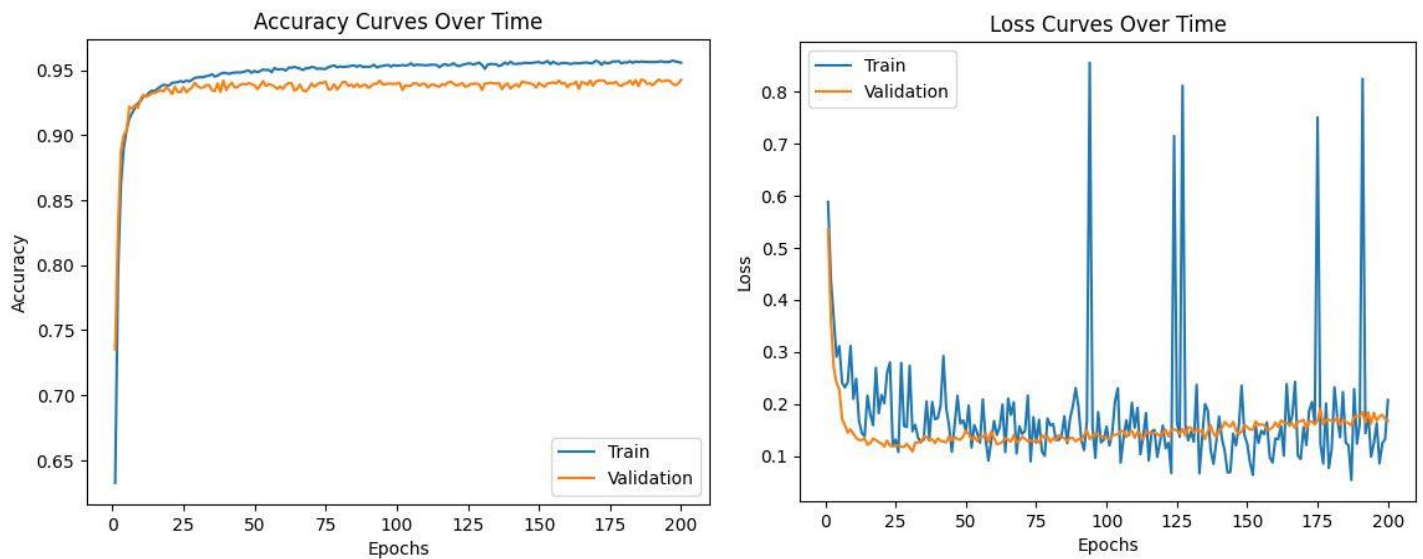


תרשימים:

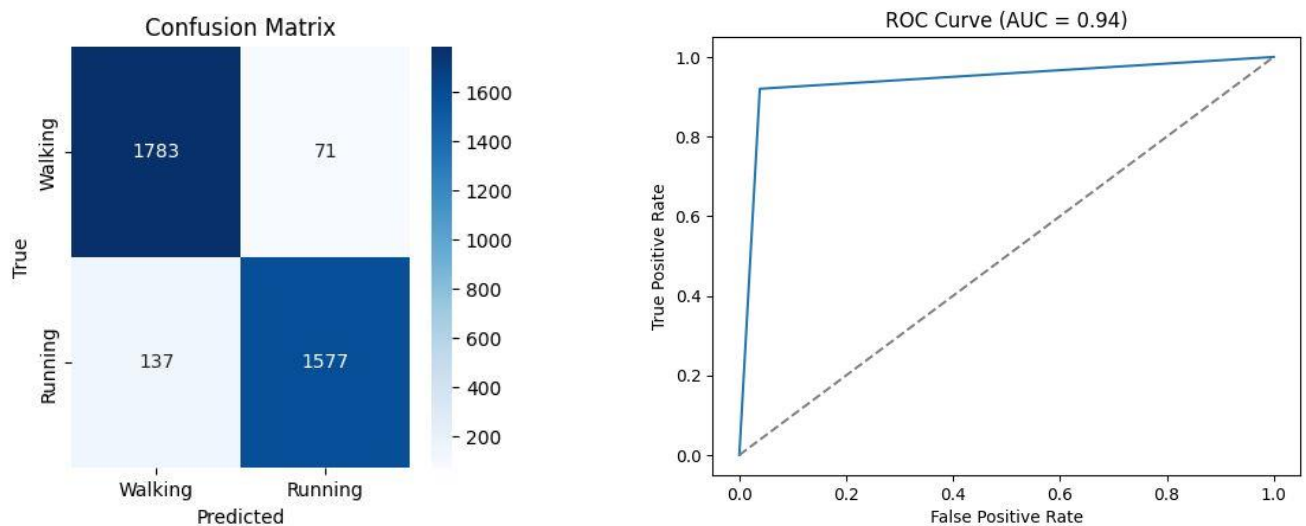
התרשימים המתארים את תוצאות מודל ספירת הצעדים:



התרשימים המתארים את ה Neural Network במהלך חיזוי ה Activity בזמן אימון המודל:

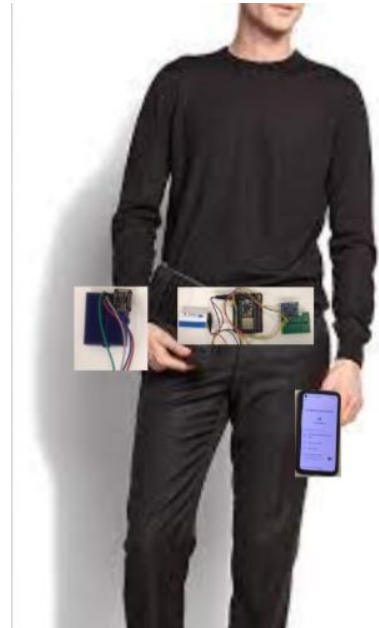
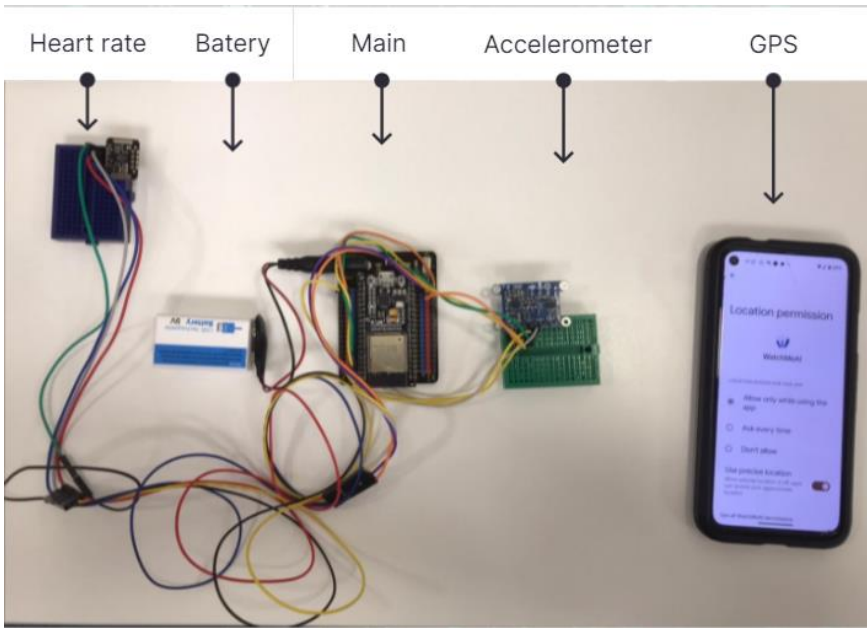


תרשימים המציגים את תוצאות הרשת על ה Test set:





אילוסטרציה:



צילומי מסך נבחרים מהאפליקציה:

