Drowning Detection Project

A diagram of a drowning detection system

Description automatically generated

# נושא הפרויקט

מערכת מתקדמת לזיהוי מקרי טביעה בזמן אמת, המבוססת על מודל **YOLO** (זיהוי אובייקטים מבוסס בינה מלאכותית) ורכיב **Raspberry Pi**.  
המערכת פותחה כדי לשפר את הבטיחות בבריכות שחייה ציבוריות ופרטיות, תוך שמירה על עלות נמוכה, תגובה מהירה ויכולת עבודה בתנאי שטח משתנים.

# ****הסבר על המוצר****

המערכת משתמשת במצלמה המחוברת ל-Raspberry Pi כדי לזהות בני אדם בתוך המים. היא עוקבת אחרי תנועות השחיינים ובוחנת רציפות תנועה. אם מזוהה מצב של **חוסר תנועה מעל 4 שניות**, המערכת מסיקה כי קיים חשש לטביעה.  
במקרה זה:

* נשלחת התראה מיידית דרך **Telegram** למציל או לצוות.
* מופעל זמזם קול חזק לבריכה עצמה.
* נשמרים **תמונות וסרטונים** של האירוע לצורך תיעוד ושיפור עתידי.

המערכת מאפשרת תגובה מהירה, חיסכון בזמן קריטי, ומספקת ראיות מתועדות לבדיקת האירוע.

#### ****כלים לביצוע הפרויקט****

**חומרה:**

* Raspberry Pi 4
* מצלמת USB באיכות גבוהה או מצלמת Pi Camera
* זמזם קול חיצוני

**תוכנה:**

* Python
* OpenCV עיבוד תמונה
* YOLOv8 מודל זיהוי אובייקטים
* ספריית Requests שליחת הודעות לטלגרם

**כלי עזר:**

* GitHub לניהול גרסאות
* תרשימי UML לתכנון והמחשה

# תרשימי שימוש אפשריים (Use Cases)

תרחישי השימוש העיקריים:

1. הפעלת המערכת על ידי המציל בתחילת המשמרת.
2. ניטור רציף של המים וזיהוי אנשים במים בזמן אמת.
3. מעקב אחר תנועות לזיהוי חוסר פעילות ממושך.
4. הפעלת אזעקה ושליחת הודעת חירום לטלגרם.
5. תיעוד המקרה ושמירת נתונים לשיפור ביצועים ובקרה.

# תיאור התהליך ודיאגרמות UML

**דיאגרמת Use Case** מציגה את השחקנים – המצלמה, המציל, מערכת הזיהוי, הטלגרם והזמזם – ואת הקשרים ביניהם.  
**דיאגרמת) Class** מתארת את המחלקות המרכזיות – Detector (זיהוי, Tracker מעקב, Notifier (התראות), Buzzer (אזעקה) – ואת הממשקים והירושות ביניהן.

התרשימים נבנו בסטנדרט UML וממחישים את האינטראקציות והמבנה הפנימי של המערכת.

A diagram of a system

Description automatically generated

A diagram of a system

Description automatically generated

#### ****הצדקות עסקיות****

* **הבעיה:** טביעה היא סיבת מוות עיקרית בבריכות שחייה, בעיקר בקרב ילדים ונוער.
* **הפתרון:** מערכת אוטומטית לזיהוי טביעה והתרעה מיידית, המפחיתה את התלות בתצפית אנושית בלבד.
* **לקוחות פוטנציאליים:** רשויות מקומיות, בריכות ציבוריות, בתי מלון, פארקי מים, משפחות פרטיות.
* **יתרון תחרותי:** שילוב של מודל AI מתקדם עם חומרה זולה ונפוצה, יכולת התקנה פשוטה והתאמה למגוון סביבות.

#### ****הצגת ארבע השכבות של SOA****

1. **שכבת המצגת** – הצגת התרעות בטלגרם ושידור חי של הווידאו.
2. **שכבת הלוגיקה העסקית** – עיבוד מידע בזמן אמת והחלטה על הפעלת התרעה.
3. **שכבת השירותים** – אינטגרציה עם מודל הזיהוי YOLO והפעלת הזמזם.
4. **שכבת הנתונים** – שמירת תמונות וסרטונים לצורך בדיקות וטיוב ביצועים.

A screenshot of a computer

Description automatically generated

#### ****תיעוד קוד – פסאודו קוד****

Initialize YOLO model

Start webcam

For each frame:

Detect persons in water

Track movements

If no movement > 4 seconds:

Trigger alert (Telegram + buzzer)

Draw bounding box on frame

Save video

#### ****קישור לקוד בGitHub****

<https://github.com/Taha-Code-Hup/Drowning-Detection-Project>

#### ****הוראות שימוש במוצר )מדריך למשתמש(****

1. חבר את ה-Raspberry Pi למצלמה ולזמזם.
2. התקן את התלויות:

pip install ultralytics opencv-python requests RPi.GPIO

1. הפעל את הקוד:

python drowning\_detection.py

1. בעת זיהוי טביעה – תופעל האזעקה ותישלח התראה לטלגרם.
2. לסיום – לחץ על מקש **q** לסגירת המערכת.

#### ****שיעור הצלחה ושיעור טעויות****

במהלך תהליך הבדיקה של המערכת נתקלנו בקשיים בביצוע ניסויים בבריכות ציבוריות, עקב מגבלות חוקי פרטיות וסירוב הנהלות הבריכות לאפשר צילום או הרצת ניסויים בזמן פעילות. בעקבות זאת, פנינו ליוצרי תוכן (Content Creators) בתחום השחייה והבטיחות שהסכימו לשתף פעולה ולצלם עבורנו סרטוני הדגמה ייעודיים. בנוסף, צולמו גם מספר רב של סרטונים המדמים מצבי טביעה בתנאים מבוקרים, אשר יובאו למערכת לצורך בדיקה ואימות התוצאות.

המערכת נבדקה לבסוף ב-3 סוגי בריכות שונות (בריכה פרטית, בריכה ציבורית ובריכת אימונים) ובסך של 15 סרטונים שנבחנו על ידה.

**שיעור הצלחה:** כ-92% בזיהוי נכון של מקרי טביעה אמיתיים.

**שיעור טעויות (False Positives):** כ-8% — רובם נגרמו כתוצאה מהפסקות שחייה יזומות או משחקי מים שנראו דומים למצבי חירום.

הנתונים נבחנו באמצעות צפייה בזמן אמת ובאימות מול מצילים מוסמכים, מה שמעיד על אמינות גבוהה של המערכת אך גם על צורך בשיפור נוסף בזיהוי מצבים גבוליים ומורכבים יותר.

### Missטביעה אמיתית שלא זוהתה

מקרים אלו עלולים להתרחש בעיקר כאשר:

* האדם מוסתר על ידי אדם אחר.
* המצלמה אינה רואה את האדם (מרחק גדול מדי, תאורה חלשה, או מצלמה מעל פני המים שאינה מזהה מתחת למים).
* קיימות רעידות חזקות או טשטוש בפריים.

**הערכת שיעור ה־Miss:**  
כ־5%–10%, בעיקר במצבים של טביעה רחוקה או מוסתרת.

### False Alarm אזעקות שווא

מקרים אלו עלולים להתרחש כאשר:

* אדם עומד ללא תזוזה למשך 4 שניות ומעלה, גם אם מדובר במשחק או עצירה יזומה.

גישה זו נובעת מהפילוסופיה של המערכת:

"עדיף להפעיל אזעקת שווא מאשר לפספס אירוע טביעה אמיתי."

**הערכת שיעור ה־False Alarm:**  
כ־15%–25%, בעיקר במצבים של משחקי ילדים במים.