



## דוח פרוייקט – ארדואינו מפעילים וחיישנים:

### קבוצה 7

קארין רסקין	גל שטיינר	גל בן זקן	גל רביע
206576019	315233205	207111154	207881012

1.

#### מטרת המערכת:

מטרת המערכת היא לדמות מצב של יריית פתיחה באימון ספורטיבי ולמדוד את זמן התגובה של המשתמש לגירוי ויזואלי (נורת לד). המערכת מאפשרת תרגול תגובה מהירה, ומספקת משוב מיידי על ביצועי המשתמש. בנוסף, המערכת נועדה לשפר את ריכוז המשתמש בכך שהיא לא מתחילה את המדידה אם תנאי הסביבה לא מתאימים (למשל אם אין אור בחיישן).

#### תיאור משימת הבקרה:

המערכת מזהה התחלה של אימון על ידי בדיקת חיישן אור. אם יש מספיק אור, מוצג מסך המתנה, ואז נדלקת נורת לד שמסמלת את תחילת המדידה ("ירייה"). המשתמש צריך ללחוץ על כפתור תגובה כמה שיותר מהר. המערכת מודדת את זמן התגובה ומציגה אותו במסך. אם זמן התגובה עולה על 4 שניות, מופעלת "ענישה" כלומר צליל מהבאזר ותנועה של מנוע סרוו. אם החיישן מזהה שאין אור בעת ההפעלה, התרגול כלל לא מתחיל ומופיעה הודעה מתאימה במסך.

2.

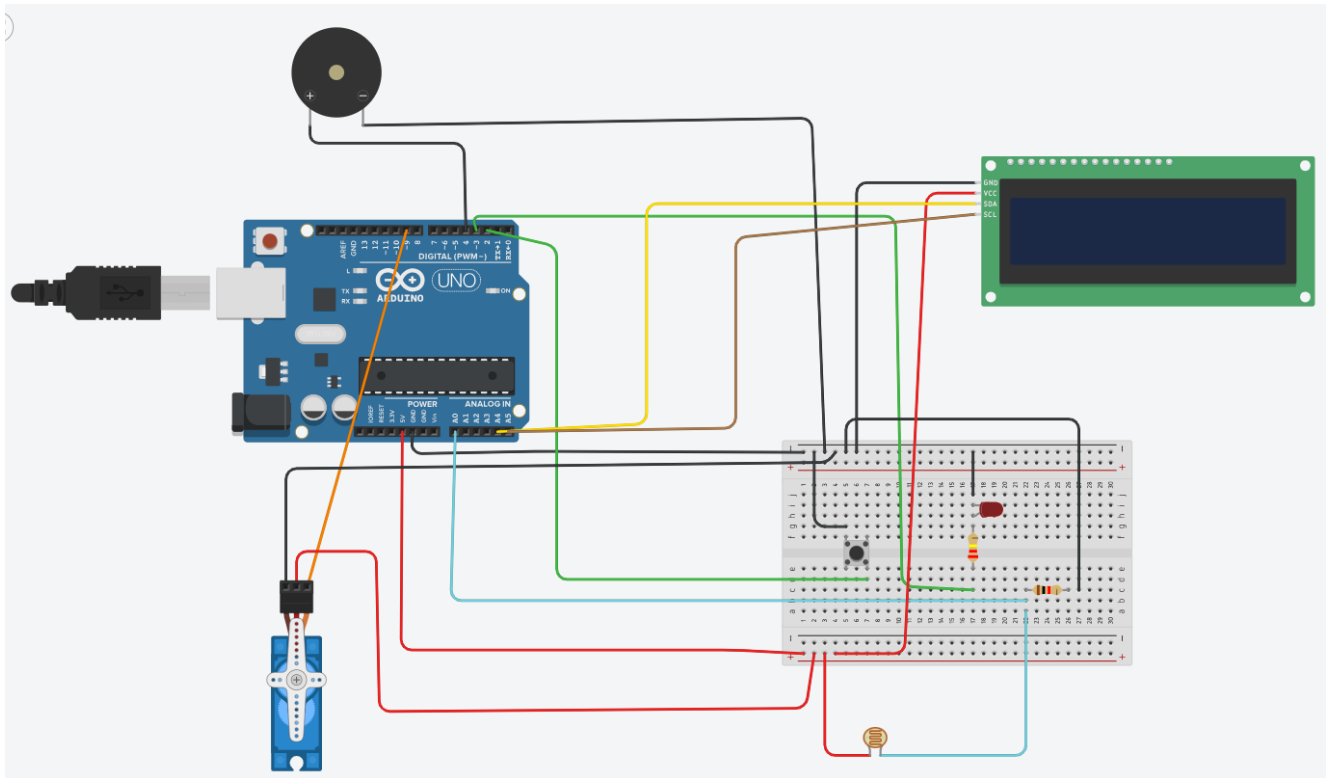
#### טבלת רכיבים:

שימוש	תצורה	מספר פין	רכיב
זיהוי לחיצה של המשתמש לצורך תגובה	INPUT_PULLUP	2	Push Button
סימון תחילת המדידה ("ירייה") באמצעות אור	OUTPUT	3	LED
הפעלת צליל כאשר התגובה איטית (ענישה)	OUTPUT	4	Buzzer
תנועה פיזית כאות לתגובה איטית	OUTPUT	9	Servo Motor
בדיקת תנאי התחלה – האם יש מספיק אור כדי להתחיל	INPUT	A0	Light Sensor (LDR)
תצוגת הודעות, סטטוס ותוצאה על המסך	OUTPUT	SDA/SCL	LCD Display (I2C)



הפקולטה למדעי ההנדסה - המחלקה להנדסת תעשייה וניהול  
אוטומציה וייצור ממוחשב 364-1-3321  
אוניברסיטת בר גוריון בנגב

שרטוט מתוכנת Thinckercad:





3.

### בדיקת תקינות פעולת הרכיב (חומרה):

#### מטרת הבדיקה:

לבדוק אם יש הבדל מובהק בין זמני התגובה של משתמשים שונים לאור הירייה. כל משתמש התבקש ללחוץ על כפתור מיד עם הדלקת נורת הלב, והמערכת מדדה את זמן התגובה במילישניות.

#### המבחן הסטטיסטי:

המבחן שביצענו הוא מבחן t לדוגמה אחת (one-sample t-test), שמטרתו לבדוק האם זמני התגובה הממוצעים של המשתמשים שונים מ-4 שניות – הסף שמוגדר במערכת כתגובה איטית. רמת המובהקות שנבחרה לבדיקה היא 5%,  $(\alpha = 0.05)$ .

השערת אפס ( $H_0$ ): אין הבדל מובהק – כלומר זמן התגובה הממוצע הוא בדיוק 4 שניות

$$\mu = 4000$$

השערה אלטרנטיבית ( $H_1$ ): יש הבדל מובהק בין זמני התגובה בפועל לבין הסף של 4 שניות

$$\mu \neq 4000$$

#### מהלך הבדיקה:

1. חיבור כל רכיבי המערכת: כפתור, לד, באזר, סרוו, חיישן אור ומסך LCD.
2. כל משתמש ביצע 5 ניסיונות לחיצה בעקבות ה-"NOW!" שמופיע עם הדלקת הנורה.
3. זמני התגובה של המשתמשים נרשמו אוטומטית והוצגו במסך וגם ב-Serial Monitor.
4. כל מדידה נבדקה – האם גרמה להפעלת ענישה (צליל + תנועה).
5. הנתונים רוכזו בטבלה, והושאו לממוצע של 4000 מ"ש.
6. לאחר איסוף הנתונים מכל המשתתפים, בוצעה השוואה סטטיסטית במטרה לבדוק אם זמן התגובה הממוצע של המשתמשים שונה מ-4000 ms באופן מובהק.

4.

משתמש	ריצה 1	ריצה 2	ריצה 3	ריצה 4	ריצה 5	ממוצע
A	3820	3690	3760	3710	3780	3752
B	3610	3670	3690	3620	3660	3650
C	3550	3590	3600	3620	3580	3588
סה"כ						3663

בתום ניסוי שכלל שלושה משתתפים  $\times 5$  ריצות, נאספו 15 מדידות זמן תגובה. ממוצע זמני התגובה הכולל עמד על 3663 מילישניות, עם סטיית תקן של כ-69.5 מ"ש.

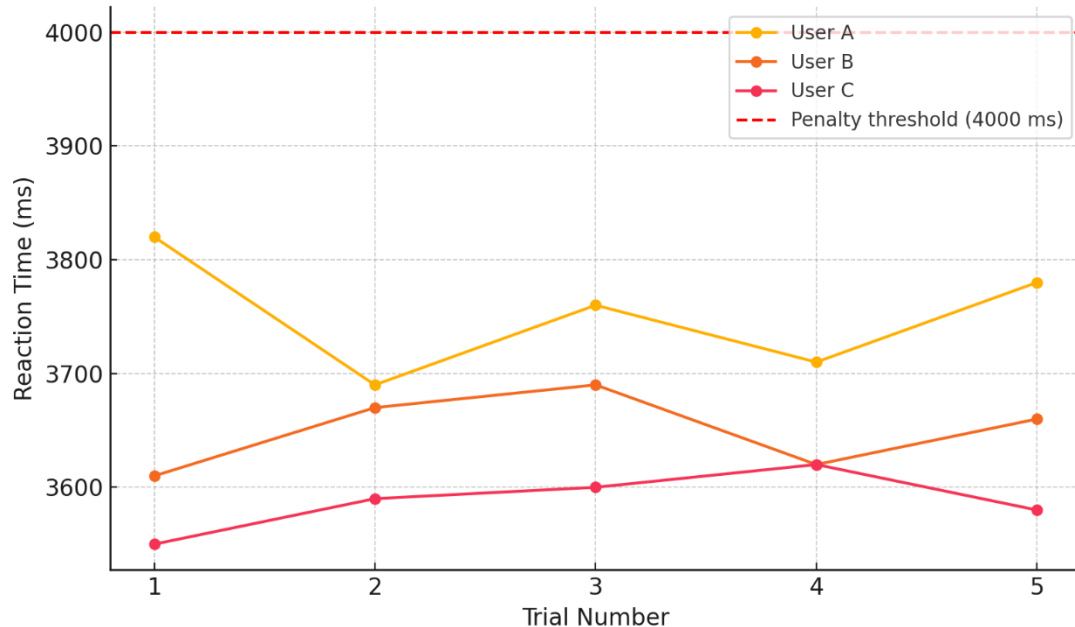
כדי לבדוק האם קיים הבדל מובהק בין זמני התגובה לבין הסף שהוגדר במערכת (4 שניות), ביצענו מבחן t לדוגמה אחת. תוצאת המבחן הייתה:



$t(14) = -18.9, p < 0.0001$ , כלומר קיים הבדל מובהק סטטיסטית.

המשמעות היא שהמשתמשים במערכת הגיבו מהר באופן מובהק מהסף שנקבע (4000 מ"ש), ולכן ניתן להסיק שהמערכת תורמת לשיפור מהירות התגובה.

איור 1: זמני תגובה של משתמשים שונים לאורך חמש ריצות, ביחס לסף הענישה (4000 מילישניות)



גרף המציג את זמני התגובה (במילישניות) של שלושת המשתמשים בחמש ריצות שונות.

ניתן לראות שזמן התגובה של כל המשתמשים נשאר מתחת לסף הענישה של 4000 מילישניות (קו אדום מקווקו), מה שמעיד על תגובה מהירה יחסית ועקביות בין הריצות.

הגרף משמש כתיעוד חזותי לתוצאות המדידה המוצגות בטבלה לעיל.

**5.**

### **מסקנות:**

המערכת שפותחה משלבת בין טכנולוגיית מדידה מדויקת לבין ממשק תגובה חכם, המדמה מצב של יריית פתיחה באימון קוגניטיבי. היא יודעת לזהות תנאי התחלה מתאימים (באמצעות חישן אור), להפעיל גירוי ויזואלי (נורת לד), למדוד את זמן התגובה של המשתמש, ולהגיב בהתאם לתוצאה (הצגת זמן על גבי מסך LCD, ובמקרה של תגובה איטית יופעל הבאזר ומנוע הסרוו יסתובב).

בדיקות החומרה והלוגיקה הראו שהמערכת פועלת באופן עקבי, וכל הרכיבים מגיבים כפי שתוכננו.

תוצאות מדידת זמני התגובה של המשתמשים הראו כי ברוב המקרים התגובה הייתה מהירה מהסף שנקבע (4000 מילישניות), דבר שמעיד על פוטנציאל של המערכת ככלי לאימון שיפור מהירות תגובה.



הפקולטה למדעי ההנדסה - המחלקה להנדסת תעשייה וניהול  
אוטומציה וייצור ממוחשב 364-1-3321  
אוניברסיטת בן גוריון בנגב

## **שדרוגים אפשריים:**

שמירת נתונים ושליחת תוצאות דרך Bluetooth/Wi-Fi:

המערכת תוכל לשלוח את זמני התגובה לקובץ מקוון (כמו Google Sheets), ולבצע ניתוחים סטטיסטיים ומעקב אישי לכל משתמש לאורך זמן מבלי להזדקק ל-Serial Monitor.

הוספת חיווי צבעוני או רטט (Feedback):

לדוגמה, שילוב נורת RGB שתשנה צבע בהדרגה ככל שהזמן עובר (ירוק → צהוב → אדום), או הוספת רכיב רטט למערכת כענישה פיזית במקום או בנוסף לסרוו ובאזז.



## **נספח 1: הוראות למפעיל**

1. חבר את כל הרכיבים ללוח הבקרה: כפתור, לד, באזר, מנוע סרוו, חיישן אור ומסך LCD.
2. חבר את הלוח למחשב באמצעות כבל USB והעלה את הקוד.
3. ודא כי סביבת ההפעלה מוארת – אחרת המערכת לא תתחיל את התרגול.
4. לאחר הופעת ההודעה 'Ready to react?' על גבי המסך – המתן להופעת ההודעה 'NOW!' והדלקת הנורה.
5. לחץ על הכפתור בהקדם האפשרי – זמן התגובה יופיע במסך LCD ויודפס גם ל- Serial Monitor.
6. אם זמן התגובה ארוך מ-4000 מ"ש – יופעל באזר ומנוע הסרוו יסתובב כאות 'ענישה'.
7. לאיפוס המערכת ניתן ללחוץ על כפתור ה-Reset בלוח.



```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Servo.h>

// Pin definitions
const int buttonPin = 2;
const int ledPin = 3;
const int buzzerPin = 4;
const int servoPin = 9;
const int ldrPin = A0;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
Servo myServo;

unsigned long reactionStartTime = 0;
unsigned long reactionEndTime = 0;
bool waitingForReaction = false;

void setup() {
  pinMode(buttonPin, INPUT_PULLUP);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  pinMode(buzzerPin, OUTPUT);

  lcd.init();
  lcd.backlight();

  myServo.attach(servoPin);
  myServo.write(0);

  lcd.setCursor(0, 0);
```



```
lcd.print("Ready to react?");  
delay(2000);
```

```
lcd.clear();  
lcd.setCursor(0, 0);  
lcd.print("Get Ready...");  
delay(1000);
```

```
// בדיקת חיישן אור לפני הירייה  
int lightValue = analogRead(ldrPin);
```

```
if (lightValue < 300) { // חושך – החיישן מכוסה  
    lcd.clear();  
    lcd.setCursor(0, 0);  
    lcd.print("No light -");  
    lcd.setCursor(0, 1);  
    lcd.print("Can't start!");  
    return; // לא ממשיכים  
}
```

```
delay(random(2000, 5000));
```

```
lcd.clear();  
lcd.setCursor(0, 0);  
lcd.print("NOW!");  
digitalWrite(ledPin, HIGH);  
reactionStartTime = millis();  
waitingForReaction = true;  
}
```

```
void loop() {  
    if (waitingForReaction) {
```





```
if (digitalRead(buttonPin) == LOW) {  
    reactionEndTime = millis();  
    unsigned long reactionTime = reactionEndTime - reactionStartTime;  
  
    lcd.clear();  
    lcd.setCursor(0, 0);  
    lcd.print("Reaction time:");  
    lcd.setCursor(0, 1);  
    lcd.print(reactionTime);  
    lcd.print(" ms");  
  
    digitalWrite(ledPin, LOW);  
    waitingForReaction = false;  
  
    if (reactionTime > 4000) {  
        tone(buzzerPin, 1000);  
        myServo.write(90);  
        delay(1000);  
        myServo.write(0);  
        noTone(buzzerPin);  
    }  
}  
}
```