

## דוח פרויקט סיום – קורס עיבוד תמונה

### ניתוח תמונות של ממברנה – יובל עמיר

#### מבוא

במסגרת פרויקט זה, התמקדנו בניתוח תמונות של ממברנה המצולמת דרך המים. מטרת הפרויקט נחלקת לשני חלקים עיקריים:

- **חלק 1 :** זיהוי עיגולים צבעוניים בתמונה בודדת של הממברנה תחת מים.
  - **חלק 2 :** מעקב שינויים לאורך זמן - במיקומם, בגודלם ובצבעם של העיגולים בסדרת תמונות כאשר איכות המים משתנה.
- המטרה הסופית היא להפיק טבלה המכילה מעקב עיגולים עבור כל תמונה, כאשר לכל עיגול מזהה ייחודי עקבי לאורך כל הסדרה.
- בשלבים הבאים אפרט מה ביצעתי בכל שלב ובסוף הקובץ אצרף תמונות וטבלאות של כל הרצפים שקיבלתי, בהם העיגולים מסומנים לפי הצבעים בדיוק של מאה אחוז ביחס לארבעת הרצפים.

#### חלק 1 : זיהוי עיגולי צבע בתמונה בודדת

אופן פעולת הפונקציה `detect_colored_circles`:

#### עיבוד מוקדם (Preprocessing):

##### 1. איזון צבעים (White Balance) בשיטת Gray World:

- הפונקציה `gray_world_white_balance` מחשבת את הממוצע בכל ערוץ (B, G, R) ומתאימה כל פיקסל כך שהממוצע הגלובלי יהיה אחיד.

##### 2. הפחתת רעש (Noise Reduction):

- נעשה שימוש במסנן Bilateral על התמונה המאוזנת. מסנן זה מפחית רעשים תוך שמירה על קצוות חדים.

##### 3. שיפור ניגודיות באמצעות CLAHE:

- מוחל CLAHE במרחב lab על ערוץ L בלבד על מנת לשפר ניגודיות מקומית בלי לשנות את הצבעים.

##### 4. המרה למרחב HSV:

- לאחר שיפור התמונה, היא מומרת מ-BGR ל-HSV.

## זיהוי עיגולים וסינון כפילויות:

### 1. הגדרת טווחי צבע (Color Ranges):

- מוגדרים טווחי HSV עבור צבעים שונים: כחול, אדום, צהוב, ושחור.
- הנחות:
  - ערכי ה-HSV נבחרו בהתבסס על ניסויים וניטורים – בדקתי על קבוצת התמונות "random Frames" מה טווחי הצבע בפועל של כל אחד מארבעת הצבעים המקוריים.

### 2. פעולות מורפולוגיות:

- לכל מסכה שנוצרת עבור טווח צבע נתון, מתבצעות פעולות סגירה (Closing) ואז פתיחה (Opening) באמצעות kernel אליפטי.
- פעולות אלו מסייעות להסרת רעשים קטנים ולמילוי חורים בתוך העיגולים, כך שהגבולות של העיגולים יהיו חלקים וברורים יותר.

### 3. זיהוי קונטורים והתאמת עיגולים:

- לאחר ניקוי המסכה, מתבצע זיהוי קונטורים. לכל קונטור מתבצעת התאמת מעגל מינימלי מקיף (Minimum Enclosing Circle).

### 4. סינון כפילויות:

- לאחר זיהוי העיגולים, מתבצעת בדיקה בין כל זוג עיגולים, האם הם חופפים, אם קיימים 2 עיגולים חופפים כנראה שזיהינו עבור צבעים שונים את אותו עיגול (זה יכול לקרות מכיוון שיש חפיפה קטנה בין טווחי הצבעים המוגדרים, מכיוון שלפעמים צבע העיגול ממש בין הטווחים ואנחנו רוצים לא לפספס אף עיגול), במקרה כזה ניקח את העיגול הגדול יותר כי כנראה שהצבע הזה הוא הדומיננטי יותר והוא ההתאמה הטובה יותר.

## חלק 2 : מעקב שינויים לאורך זמן

אופן פעולת הפונקציה track\_circles\_over\_time:

### 1. מעקב בעזרת התאמה בין פריימים:

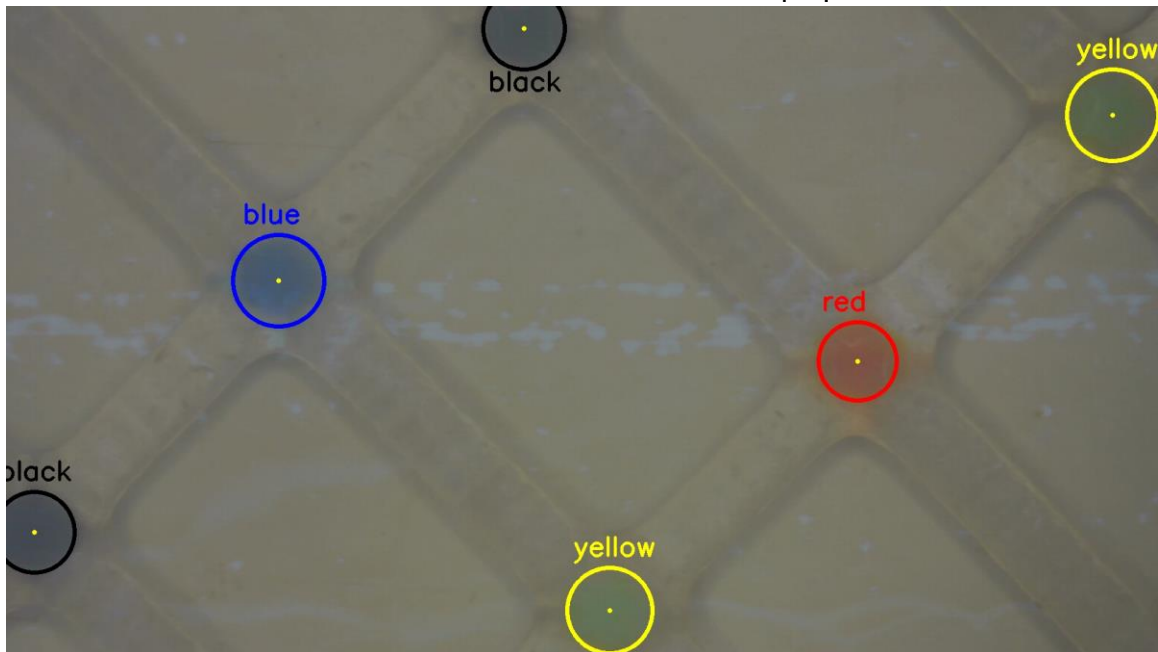
- הפונקציה track\_circles\_over\_time מעבדת סדרת תמונות. עבור כל תמונה, מתבצעת קריאה לפונקציה מחלק 1 המתוארת לעיל.
- עבור כל עיגול שזוהה בתמונה הנוכחית, מתבצעת השוואה עם עיגולים מזוהים בפריימים קודמים על בסיס מרחק בין המרכזים.
- אם יש עיגול מהפריים הקודם שלא זוהה בפריים הזה "נשמר אותו בצד – ביחד עם המזהה הייחודי שלו כמובן" – אולי הוא לא מופיע בפריים הזה ויחזור להופיע בפריים הבא
- הנחות:
  - השיטה מניחה שהעיגול שהכי קרוב בפריים הקודם לעיגול שאותו אנחנו בודקים, (עד מרחק מקסימלי של 200) הוא אותו עיגול.
  - בעצם אני מניח שאם העיגול הכי קרוב בפריים הקודם נמצא במרחק של יותר מ-200 אז העיגול שלי הוא עיגול חדש ולא אותו עיגול רחוק.

### 2. יצירת טבלה ומזהה עקבי:

- לכל עיגול, נרשם מזהה עקבי (circle\_id) המשמש למעקב לאורך כל רצף התמונות ונשמרים עבורו גם מספר תמונה, מרכזו רדיוסו וצבעו.
- הטבלה הסופית כוללת את מספר התמונה, מזהה העיגול, מרכזו, רדיוסו וצבעו.

## תוצאות:

- בכל ארבעת הרצפים שקיבלתי הצלחתי להגיע לזיהוי מיקומים וצבעים מצוין והתאמה מושלמת בין עיגולים בפריימים שונים ברצף.
- ניתן לראות בתמונה הזו לדוגמה, המים ברמת עכירות גבוהה יחסית ואפילו ניתן לראות בעין הרבה הפרעות ורעשים בתמונה - חלק מהרעשים בצבעים לא רחוקים (או אפילו זהים) לצבעים של העיגולים עצמם, אבל עדיין מקבלים זיהוי עיגולים וצבעים ברמה טובה.



- התוצאות מדגימות עקביות בזיהוי העיגולים לאורך זמן והיכולת לעקוב אחריהם גם במקרים של תנועה קלה ושינוי בעכירות המים.
- בפלט המצורף בעמוד הבא ניתן לראות שיש תזוזה מסוימת בין פריימים ורמת העכירות מתגברת אבל אנחנו מצליחים באופן עקבי לזהות את העיגולים ולשמור על המזהה הייחודי שלהם.

## הדגמה על כל ארבעת הרצפים שקיבלתי:

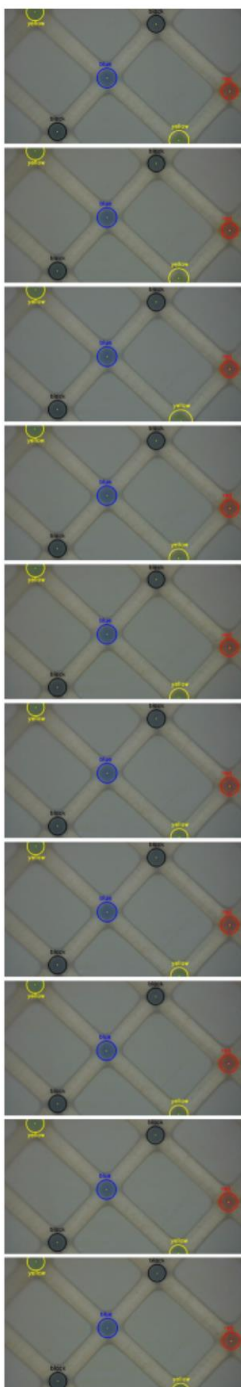
ניתן לראות גבוה באיתור וזיהוי צבע של כל העיגולים בכל הרצפים, בנוסף ניתן לראות זיהוי טוב של עיגולים חצויים בקצה התמונה.

בעמוד הבא ניתן לראות את הטבלאות הסופיות של כל אחד מהרצפים ובה ניתן לראות מעקב רציף אחרי כל עיגול הכולל שמירה על המזהה הייחודי.

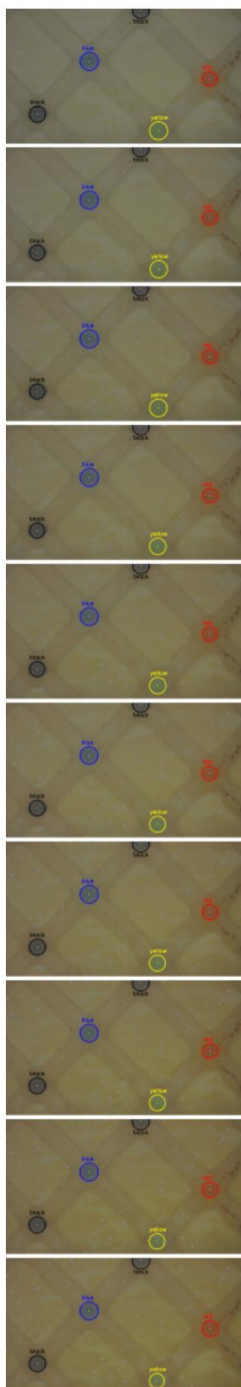
Sequence 1



Sequence 2



Sequence 3



Sequence 4

