**דוח מדעי: זיהוי והתאמת כוכבים בתמונות שמיים**

**שם הפרויקט:** זיהוי והתאמת כוכבים בתמונות שמיים באמצעות עיבוד תמונה וקטלוגים אסטרונומיים  
**שמות המציגים: בן לכנר ואסף שמש**  
**תאריך:** 21/06/25

**1. תקציר-**

פרויקט זה עוסק בזיהוי אוטומטי של כוכבים בתמונות והתאמתם לקטלוגים אסטרונומיים סטנדרטיים, בדגש על קטלוג הכוכבים הבהירים .Yale Bright Star Catalog מטרת העבודה היא לפתח מערכת מבוססת עיבוד תמונה, המסוגלת לזהות כוכבים בתמונה, להמיר את מיקומם למערכת קואורדינטות שמיימית (RA/DEC), ולהתאים אותם לכוכבים ידועים בקטלוג. הפרויקט עושה שימוש ב־OpenCV, NumPy, Pandas, ו־ Matplotlib בשפת Python . תהליך ההתאמה כולל המרת פיקסלים לקואורדינטות, חישוב מרחק זויתי, הערכת התאמה (confidence) וביצוע grid search למציאת הפרמטרים האופטימליים של שדה ראייה (FOV) ומרכז התמונה (RA/DEC). התוצאה הסופית היא ויזואליזציה ברורה של הכוכבים עם קידוד צבעים לפי רמת התאמה וזמן ריצה מדוד.

**2. מבוא**

זיהוי כוכבים בשמים מהווה כלי משמעותי באסטרונומיה תצפיתית, ניווט שמיימי, ובצילום לילה. בעידן שבו ניתן לצלם את כיפת השמיים באמצעים פשוטים כגון טלפון נייד. מתעורר הצורך בתהליך אוטומטי שיזהה את גרמי השמיים בתמונה. פרויקט זה מציע פתרון לכך תוך שימוש בעיבוד תמונה והתאמה לקטלוגים אסטרונומיים מוכרים.

אחד הקטלוגים בהם נעשה שימוש הוא Yale Bright Star Catalog – קטלוג מקיף הכולל את כל הכוכבים הבהירים הנראים מהארץ (כ-9000 כוכבים). כל כוכב בקטלוג מתואר על פי קואורדינטות שמיים (RA/DEC), בהירות (Magnitude), ומזהים שונים כגון שם או מספר.

מטרת הפרויקט היא לאפשר זיהוי כוכבים אוטומטי מתמונה, להמיר את מיקומם לקואורדינטות שמיים, ולהתאים אותם לכוכבים מהקטלוג תוך חישוב רמת ודאות.

**3 שיטות**

**3.1 טעינת הקטלוג**

הקטלוג נטען מקובץ CSV ומכיל עמודות של Right Ascension (RA) ב־שעות:דקות:שניות, Declination (DEC) במעלות, ובהירות (Vmag). הנתונים מומרים למעלות ומסוננים לכוכבים בתחום ה־FOV הרצוי ובעוצמה מתאימה (magnitude < 7.5).

**3.2 זיהוי כוכבים בתמונה**

התמונה נטענת בשחור-לבן (grayscale) ועוברת טשטוש (Gaussian Blur) כדי להפחית רעש. לאחר מכן נעשה שימוש באלגוריתם SimpleBlobDetector של OpenCV לזיהוי אזורים עגולים ובהירים (כוכבים). כל כוכב מזוהה נשמר עם המיקום (x, y), רדיוס ו־brightness. מחושבת לו בהירות משוערת (magnitude) לפי העוצמה.

**3.3 המרת פיקסלים לקואורדינטות שמיים**

בהנחה של RA/DEC מרכזיים ידועים, כל פיקסל ממופה לקואורדינטות שמיים לפי:

* המרחק האופקי (RA) מחושב לפי רוחב התמונה ו־FOV.
* המרחק האנכי (DEC) מחושב לפי גובה התמונה.

**3.4 התאמה לכוכבי קטלוג**

כל כוכב מזוהה בתמונה מבצע השוואה לכל כוכב רלוונטי בקטלוג לפי מרחק זוויתי (angulardistance ) נבחר הכוכב הקרוב ביותר, וה־confidence מחושב כך:  
confidence=11+d\text{confidence} = \frac{1}{1 + d}  
כאשר dd הוא המרחק הזוויתי במעלות.

**Grid Search 3.5 למציאת RA/DEC/FOV מיטביים**

כדי למקסם את איכות ההתאמות, מתבצעת סריקה של ערכי RA, DEC ו־FOV בטווחים מוגדרים מראש. נבחרים הפרמטרים שבהם מתקבל מספר מירבי של התאמות איכותיות כלומר ה -confidence > 0.5

**3.6 ויזואליזציה וניתוח תוצאות**

הכוכבים מוצגים על גבי התמונה בצבעים בהתאם לאיכות ההתאמה:

* ירוק confidence ≥0.75
* צהוב 0.5<confidence < 0.75
* אדום confidence<0.5confidence < 0.5

בנוסף נשמר קובץ טקסט עם פרטי ההתאמות, כולל שם הכוכב, מיקומו, ובהירותו.

**.4 תוצאות**

הרצות נבחרות מתוך הניסוי:

**תמונה 1:**

* **Detected:** 31
* **Matches:** 31
* **Confidence:** ירוק: 3, צהוב: 18, אדום: 10
* **זמן ריצה :** 0.2230 שניות

**תמונה 2:**

* **Detected:** 32
* **Matches:** 32
* **Confidence:** ירוק: 3, צהוב: 22, אדום: 7
* **זמן ריצה:** 0.2200 שניות

**תמונה 3:**

* **Detected:** 26
* **Matches:** 26
* **Confidence:** ירוק: 4, צהוב: 15, אדום: 7
* **זמן ריצה:** 0.2191 שניות

**סיכום כולל:** אחוז ניכר מהכוכבים זוהה בהצלחה עם confidence בינוני עד גבוה, ובזמן ריצה מהיר מאוד התואם לדרישות הפרויקט (מתחת לשנייה)

**6. מסקנות**

הפרויקט מוכיח שניתן לזהות ולהתאים כוכבים בתמונות אמיתיות של השמיים בצורה מדויקת ואוטומטית תוך פחות משנייה אחת. השימוש ב־ grid search מאפשר מציאת פרמטרים מיטביים, והויזואליזציה מספקת כלי אינטואיטיבי להערכת איכות ההתאמה. הפלט הטקסטואלי מאפשר המשך עיבוד וניתוח בקלות.

**7.2 קוד מקור**

* קישור ל־GitHub : https://github.com/Ben-The-Winner/Space\_Engineering\_Final\_Project/tree/main