

הצעת פרויקט - הנדסת חלל

2. פיתוח מערכת לסיווג תמונות עבור לווין זעיר: כולל יכולת זיהוי אופק, יכולת זיהוי כוכבים והבהובים, יכולת זיהוי "תמונות טובות", יכולת דחיסה של תמונות התאמתם לשידור.

תיאור הבעיה

במהלך משימות צילום של לוויינים זעירים, נאספות כמויות גדולות של תמונות, אך מגבלות באחסון, עיבוד מקומי ורוחב פס לשידור מאלצות סינון חכם של התמונות שנשלחות חזרה לכדור הארץ. לכן, הבעיה המרכזית היא פיתוח מערכת אוטומטית שמסוגלת לסווג תמונות בצורה יעילה ולבחור רק את הרלוונטיות לשידור – כמו תמונות המכילות אופק של כדור הארץ, כוכבים, תמונות חדות וברורות, והימנעות מתמונות עם הבהובים או תקלות. בנוסף, המערכת צריכה לבצע דחיסה חכמה של התמונות הנבחרות כדי להקטין את נפח הנתונים, מבלי לפגוע בצורה משמעותית באיכות התמונה.

מטרת פרויקט זה היא לפתח מערכת אוטומטית לסיווג ועיבוד תמונות, אשר תפעל תחת מגבלות של זיכרון, עיבוד ורוחב פס. המערכת תזהה תמונות בעלות ערך מוסף – כגון תמונות המכילות קו אופק, כוכבים, או תמונות חדות וברורות – ותבצע להן דחיסה חכמה במטרה לצמצם את נפח הנתונים. הפתרון יושתת על עיבוד תמונה באמצעות OpenCV ויישלב אלגוריתמים מבוססי תבניות ואימון ממערכי נתונים, תוך דגש על יישום פשוט ויעיל.

סקר ספרות

לוויינים זעירים פועלים תחת מגבלות חומרה מהותיות – כולל זיכרון מצומצם, כוח עיבוד מוגבל ורוחב פס נמוך לשידור. בתנאים אלו, נדרש פתרון תוכנתי שיבצע סינון חכם של תמונות וישדר רק את הרלוונטיות, תוך דחיית תמונות שאינן שימושיות (כגון כהות, מטושטשות, ללא תוכן או עם תקלות). להלן סקירת גישות ומחקרים רלוונטיים למרכיבי הפרויקט:

1. זיהוי קו אופק

זיהוי קו האופק מאפשר להבין את פריסת התמונה, לקבוע אם היא מכילה את כדור הארץ, ולבצע סינון מוקדם. במחקר [1] מוצעת שיטה המבוססת על גילוי קצוות (Edge Detection) ולאחריו התאמה שמייצרת קו אופק מדויק גם בתמונות חלקיות.

מחקר נוסף [2] מציג אלגוריתם מתקדם יותר, המבצע התאמה תלת-ממדית של נקודות הקצה בזיהוי האופק, בשילוב טכניקות ניתוח סטטיסטיות שמגבירות את החסינות לרעש ולשינויים בזווית צילום.

2. זיהוי כוכבים

זיהוי כוכבים מסייע לא רק בניווט הלוויין אלא גם בסינון תמונות המכילות מידע אסטרונומי חשוב. במחקר [3] מוצג אלגוריתם חדש לזיהוי כוכבים, עם טכניקה המאפשרת דיוק גבוה גם בתנאים של רעש רקע או תאורה חלשה.

בנוסף, קיימות גישות הניתנות למימוש בכלי קוד פתוח כמו OpenCV, תוך שימוש בזיהוי תבניות או פילטרים מותאמים [4].

3. הערכת איכות תמונה

יכולת להבחין בין תמונות באיכות טובה לנמוכה בסינון הראשוני. במחקר [5] מוצעת שיטה להערכת חדות, רעש ורמת פרטים ללא צורך בהשוואה לתמונה מקורית. מדדים כאלה יכולים לתפקד כסנן ראשוני עוד בשלב איסוף הנתונים.

4. דחיסת תמונות

דחיסה יעילה של תמונות היא חלק בלתי נפרד מהעברתן. מחקרים נוספים מציגים שיטה חדשנית שבה אלגוריתם קל משקל פועל בליווי ודגם מבוסס רשת דיפוזיה משחזר את האיכות בתחנת הקרקע.

רפרנסים:

1. Horizon Detection for CubeSats Using Edge Detection and RANSAC
<https://link.springer.com/article/10.1007/s12567-022-00461-0>
2. A Robust Earth Horizon Detection Algorithm Based on 3D Fitting Using RANSAC
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9737222/>
3. A Novel Adaptive Threshold Algorithm for Star Extraction in Star Sensors
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0273117723004404>
4. Star Recognition Using Computer Vision (OpenCV)
<https://www.instructables.com/Star-Recognition-Using-Computer-Vision-Open-CV/>
5. Image Quality Assessment for High Resolution Satellite Images
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3297129/>
6. <https://github.com/kcglab/satllazero>

מעבר למחקרים האקדמיים, קיימים גם פרויקטים יישומיים שמהווים בסיס מעשי חשוב. פרויקט [CV-Star-Sensor](#), שפותח במסגרת עבודת תזה לתואר שני, מציע מערכת לזיהוי כוכבים בליווינים זעירים באמצעות ראייה ממוחשבת וכלי קוד פתוח. הפרויקט כולל יצירת מערכי נתונים מתמונות סימולציה (באמצעות Stellarium), אימון קסקדות Haar לזיהוי תבניות כוכבים, וסקריפטים ב-Python המאפשרים בדיקת ביצועים. הפרויקט מדגים גישה פשוטה, ניתנת לשכפול, ומשלבת

כלים זמינים כמו OpenCV ו-Raspberry Pi – ולכן עשוי לשמש כהשראה ישירה או בסיס טכני לפרויקט הנוכחי.

תיאור תוכנית הפיתוח

שלב 1: כרגע יש לנו ידע בסיסי ב OpenCV (מצורף הקישור מהמחברת שממחישה את מה שאנחנו ניסינו ובדקנו) לכן בשלב הראשוני נחקור על הספרייה ונלמד עליה יותר ואיך להשתמש בה.

https://colab.research.google.com/drive/1yLSOiHBB0e0tJOzu_fp3c3eCTbsdboMI?usp=sharing

שלב 2: נבדוק יותר לעומק על אלגוריתמים קיימים של זיהוי כוכבים, סיווג תמונות ומה הכי יהיה נכון לנו להשתמש בפרויקט שלנו.

שלב 3: לאחר בחירת האלגוריתמים המתאימים, נבצע מימוש ראשוני של מערכת סיווג התמונות. בשלב זה נתמקד בעיבוד תמונה בסיסי הכולל קריאת תמונות, המרה לגווני אפור, סינון רעשים, איתור תבניות (כגון נקודות אור) והפקת מאפיינים ראשוניים.

שלב 4: נבצע בדיקות על סט תמונות לדוגמה, נבחן את הביצועים של האלגוריתמים שבחרנו ונבצע כיול פרמטרים לפי הצורך. במקביל נתחיל לבנות מודולים נפרדים – למשל, זיהוי כוכבים, איתור קו אופק, וסיווג תמונה.

שלב 5: לאחר שנגיע למערכת בסיסית שעובדת על תמונות בודדות, נרחיב את המערכת לתמוך בעיבוד של תיקיות שלמות של תמונות, כולל ממשק קלט/פלט ברור, ונוסיף דחיסת תמונות לקבצים המיועדים לשידור.

שלב 6: לקראת הסיום נכתוב את הקוד בצורה נקייה, נבנה תיעוד מסודר, נכין דוח מדעי הכולל הסבר שיטתי של כל שלב, נכין אתר בסיסי שיהיה את האפשרות לבחור מה רוצים לקבל מהאופציות שנאפשר, ולאחר מכן נתקבל תמונה/דוח פרטים בחזרה למשתמש ובנוסף נכין מצגת להצגה בפני הכיתה.