

# SLAM ניווט מוידאו (67604) | תרגיל 4

צליל עובדיה, שלומי אדלמן

5 ביוני 2023

לינק לתיקיה הרלוונטית בגיט:

<https://github.com/TzlilOvadia/SLAM>

נציין כי הוספנו לגיט גם קובץ *pickle* ובו *databases* הטעון. הקוד הקיים יודע לטעון קובץ זה. ועל כל פנים, קיימת בקוד גם האפשרות לייצר מחדש את בסיס הנתונים בהתאם לרצון ולצורך.

## 1 שאלה 1

הפונקציות ממומשות כנדרש.

## 2 שאלה 2

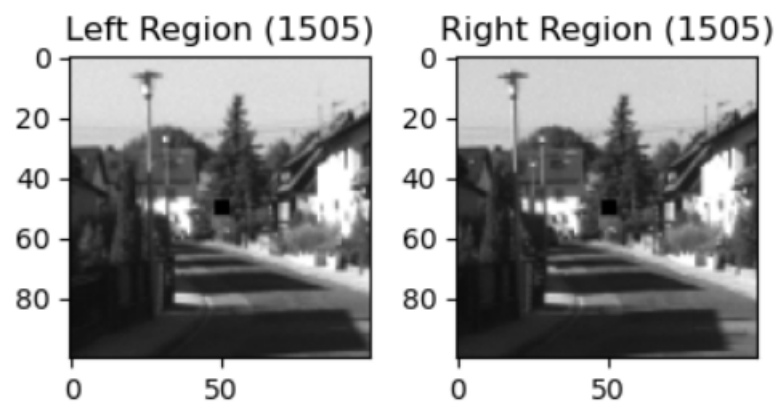
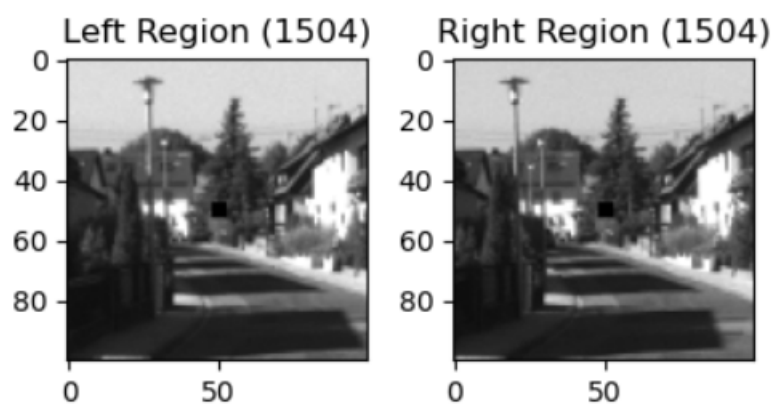
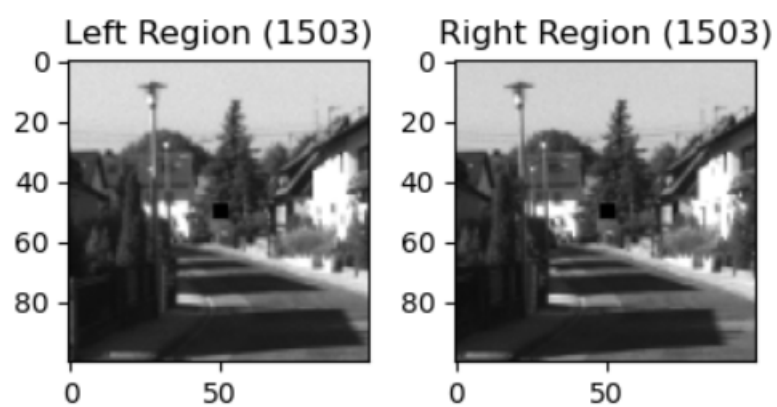
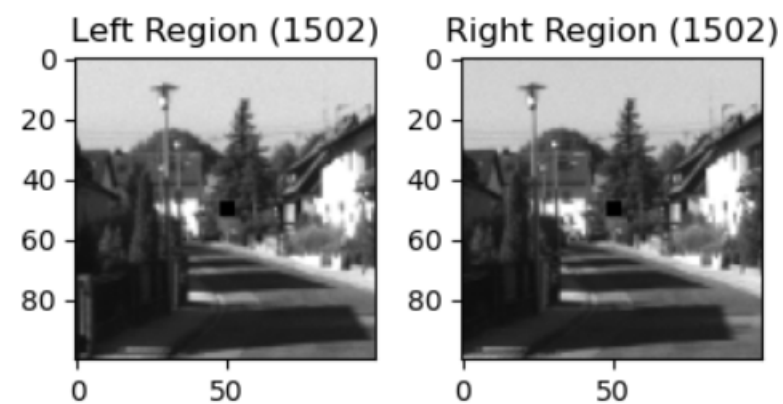
להלן הסטטיסטיקות שחישבנו:

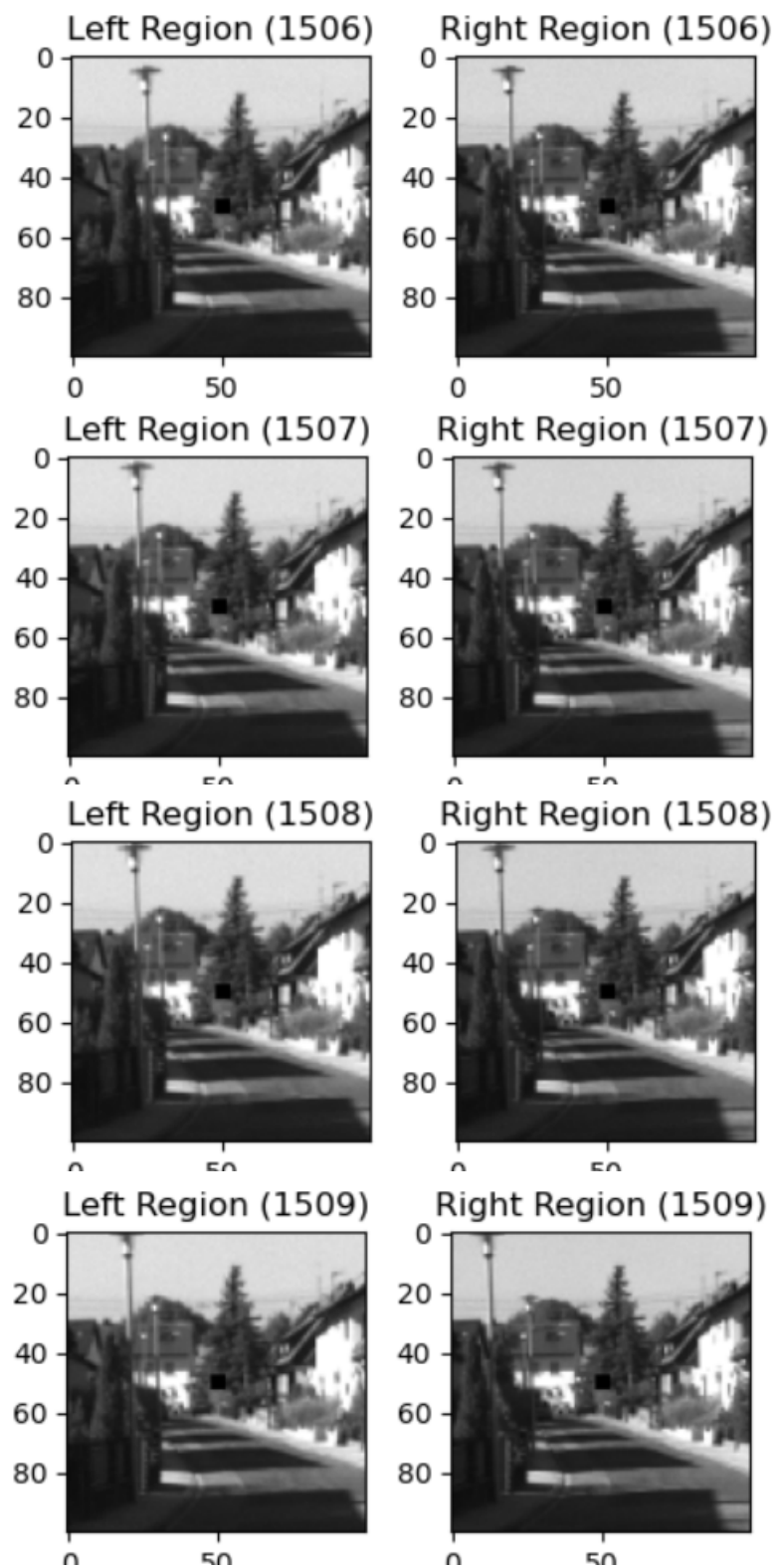
```
Printing some statistics of the tracks data in the database...
Total Number of Non-trivial Tracks: 330486
Total Number of Frames: 2560
Mean Track Length: 3.2750736793691715
Maximal Track Length: 108
Minimal Track Length: 2
Mean Number of Frame Links: 293.76484375
```

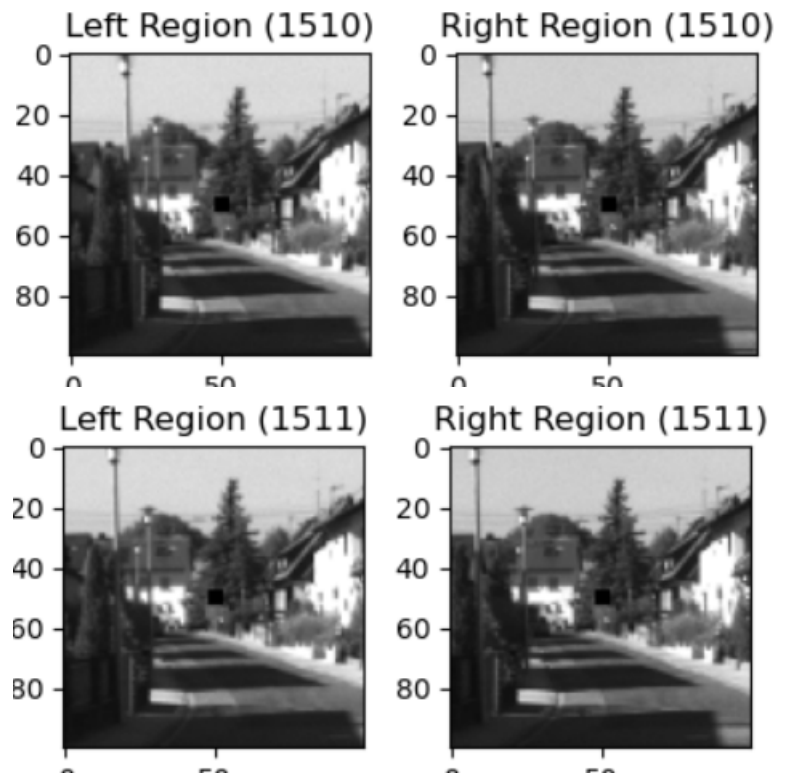
נציין שמבדיקה שערכנו, ה-*track* הארוך מתקבל בזמן שהרכב שהה במנוחה למשך מספר גדול של פריימים...

## 3 שאלה 3

דגמנו באופן אקראי מסלול באורך 22 (החל מפריים 1502), והתבוננו ב-10 זוגות הנקודות הראשונות בו: להלן התוצאות, כאשר נקודות העניין מודגשות בריבוע שחור:

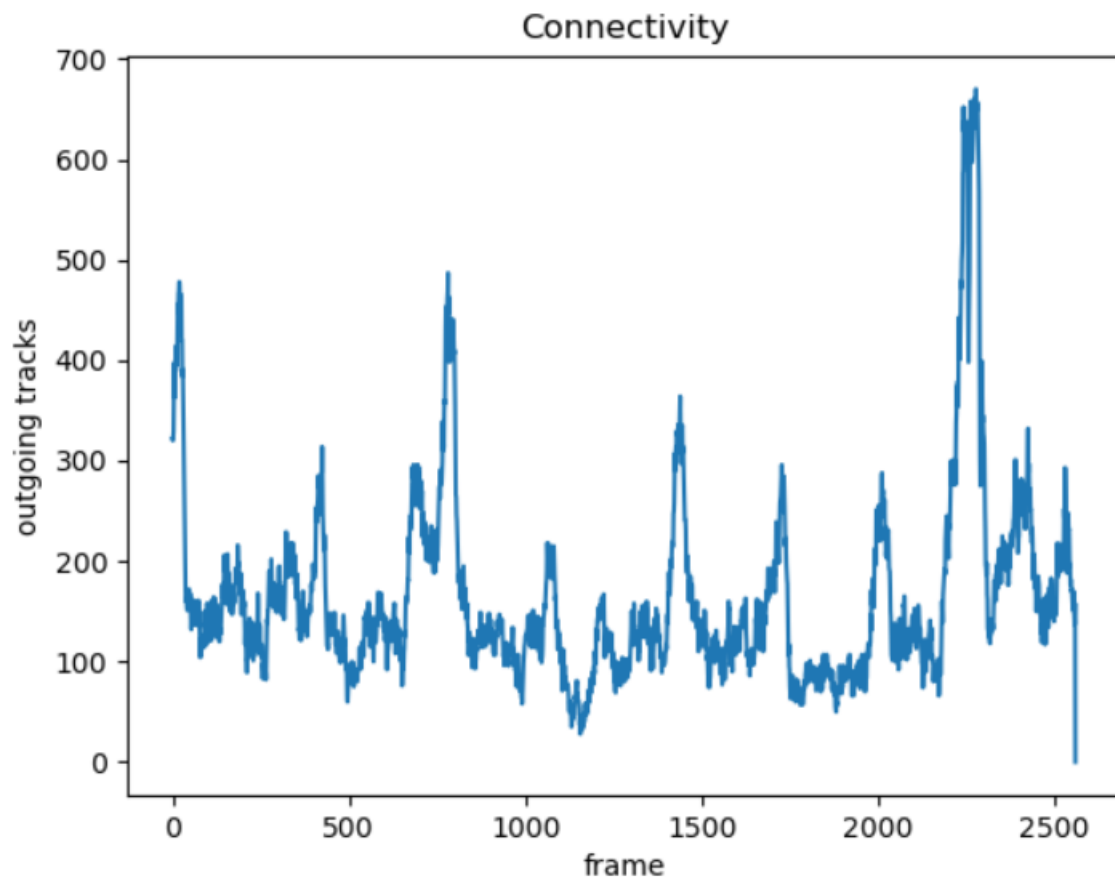






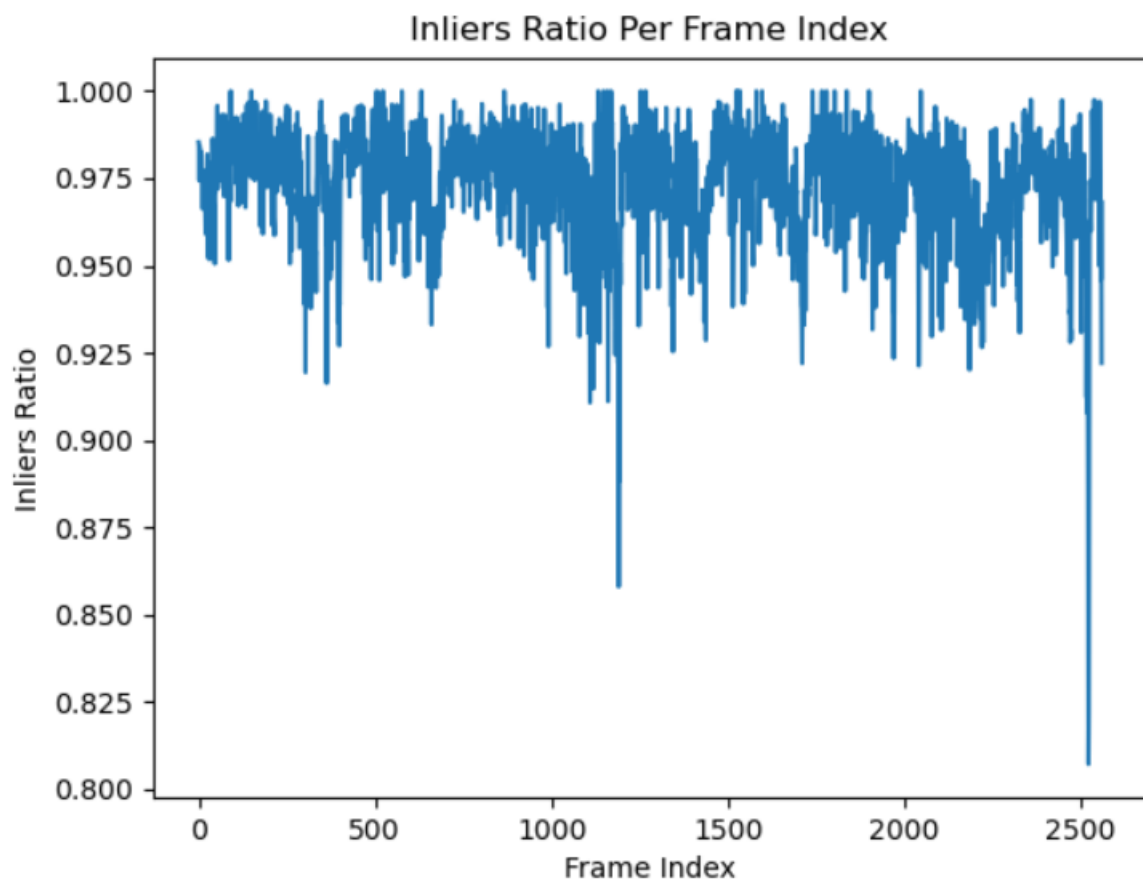
#### 4 שאלה 4

נציג את גרף הקונקטיביות שקיבלנו:



## 5 שאלה 5

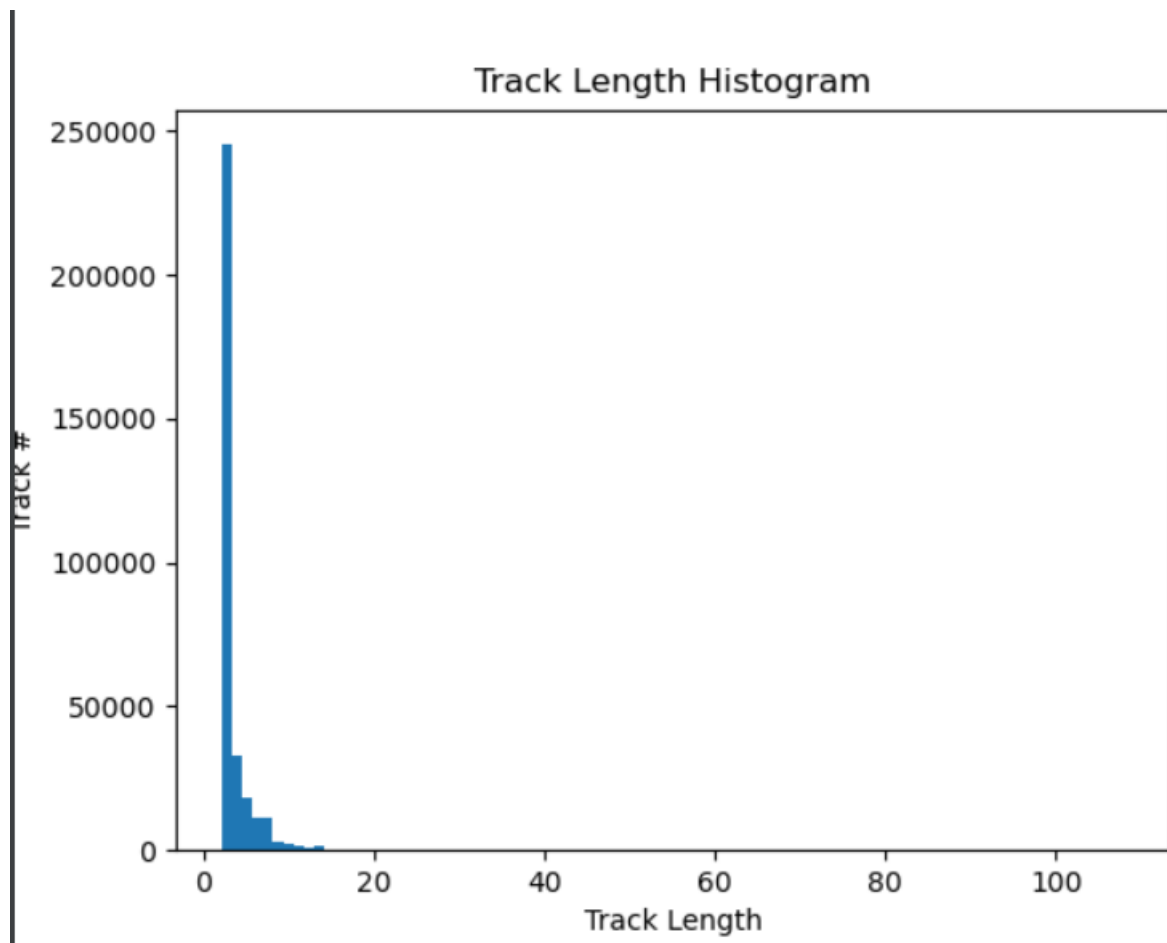
נציג גרף המציג את אחוז ה-*inliers* שהתקבלו בכל פריים (כאשר *inliers ratio* מוגדר כאחוז התומכים של מטריצת ה- $R_{tn}$  שנבחרה בפריים זה, מתוך כלל ההתאמות שנשקלו):



ניתן לראות שככלל אחוז *inliers* לרוב מאוד גבוה, אך - יש אחוזים ספורים של *outliers*, ובנוסף יש כמה פריימים ספורים שבהם האחוז קרוב יותר ל-0.80.

## 6 שאלה 6

נציג היסטוגרמה של אורכי ה-*tracks* המתקבלים:



נציין כי באופן מפתיע, התקבלו כמה *track*ים ארוכים במיוחד - כאשר המקסימלי שהתקבל הוא באורך 108 (זו הסיבה שההיסטוגרמה משתרעת עד לערך זה).

## 7 שאלה 7

בחרנו באקראי מסלול באורך לפחות 10. להלן גרף של שגיאת ההטלה על התמונות במסלול שנבחר, כאשר הטריאנגולציה מבוצעת מהפריים האחרון:



ניתן לראות כי ככל שמסתכלים על פריים שקרוב יותר לפריים שממנו עשינו טריאנגולציה - הדיוק של העקיבה טוב יותר. הסיבה לכך היא שהעקיבה שלנו אינה לחלוטין מדויקת - ייתכן שהאלגוריתם שלנו יבחר לשייך זוג נקודות מפריים א' לזוג נקודות מפריים ב', על אף שבאמת כל זוג מתייחס לאובייקט מעט שונה (גם אם קרוב). לכן, מטבע הדברים, ככל שאנו מתרחקים מהנקודה המקורית (שממנה עשינו טריאנגולציה) - נצפה שהשגיאה תצטבר, כפי שאכן מומחש בגרף המצורף.

עולה השאלה, האם גרף השגיאה יראה אחרת אם נעשה טריאנגולציה מהפריים הראשון או מהפריים האחרון. ראשית, ברור שבשני המקרים השגיאה תגדל ככל שמתרחקים מהפריים שבו עשינו טריאנגולציה, מהשיקולים שתיארנו קודם. אך עם זאת, נראה סביר שנקבל שגיאה נמוכה יותר אם נבצע טריאנגולציה מהפריים האחרון דווקא, יותר מאשר אם נבצע זאת מהפריים הראשון, ונסביר מדוע.

נזכור שבמקרה שלנו, ככל שמסתכלים על פריים מתקדם יותר ב-*track*, הרכב למעשה צילם את הנקודה הרלוונטית ממרחק קרוב יותר אליה. ממילא, לשגיאות של האלגוריתם בהתאמת הנקודה יש משקל קטן יחסית על מיקומה התלת ממדי, וזאת בניגוד לנקודות עניין שנצפתה ממרחק גדול - שם טעות של פיקסל בודד בהתאמה יכולה להשרות סטייה גדולה הרבה יותר בעולם התלת ממדי לאחר טריאנגולציה. לכן, הטריאנגולציה עצמה תהיה אמינה יותר כשעושים אותה מהפריים האחרון, והיא רובסטיית יחסית לשגיאות קלות של האלגוריתם במציאת ההתאמה בין התמונה השמאלית לימנית.

כהמשך לאותו היגיון, נצפה שאם נטיל נקודה תלת ממדית שנוצרה מהפריים האחרון על תמונות מוקדמות יותר, למשל מהפריים הראשון, אזי כיוון שהפריים הראשון מסתכל על נקודה זו ממרחק גדול יותר, אזי ההטלה בכל מקרה תצא קרובה להתאמה שמצא האלגוריתם בפריים הראשון, אפילו אם יש בה טעות קלה, והשגיאה תהיה נמוכה. לעומת זאת, אם נטיל נקודה תלת ממדית שנוצרה מהפריים הראשון, בו צולמה מרחוק, על הפריים האחרון, בו צולמה מקרוב, מספיקה שגיאה קטנה בפריים האחרון בשביל שתצא שגיאה גדולה במרחק שבין ההטלה להתאמה שנמצאה.

עם זאת, נציין שב-*tracks* ארוכים, הגיוני שהגרפים יראו דומים (אך בכיוון הפוך כמובן), כי ייתכן ש-*tracks* אלו עוקבים אחר נקודות רחוקות במיוחד - כך שהשינוי בין הפריימים לא ישפיע יותר מדי על רמת הדיוק בטריאנגולציה ובמציאת ההתאמות. כאשר בודקים את גרף השגיאה על המסלול שהראינו קודם, כאשר הטריאנגולציה מתבצעת על הפריים הראשון, מתקבל:

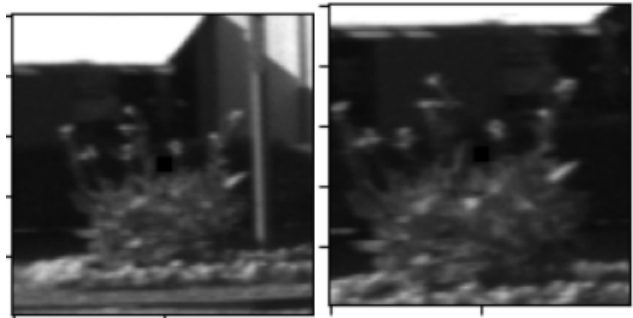




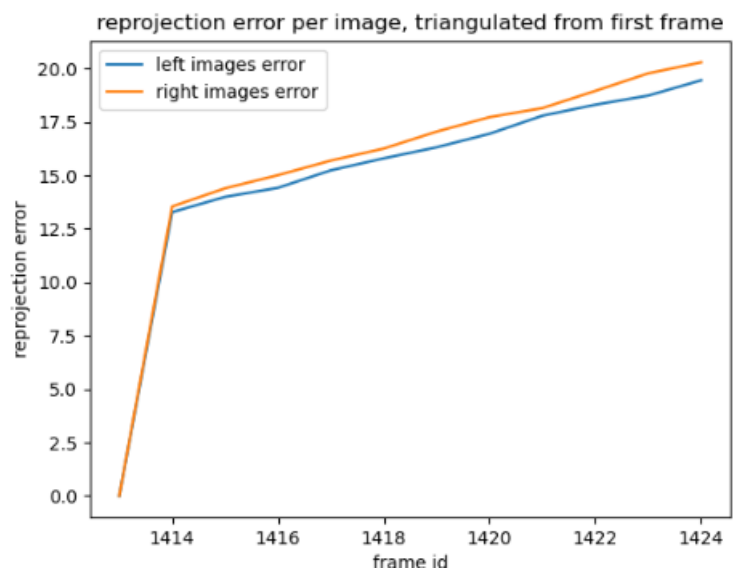
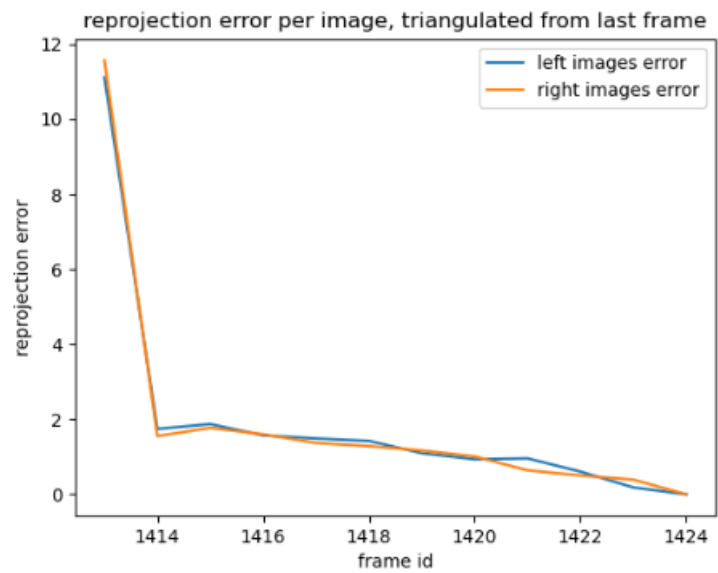
אנו רואים שאכן מגמת הגרף הפוכה. לאור ההסבר שראינו קודם, היינו מצפים שההבדל בין סדר הגודל של השגיאות בשני הגרפים יהיה משמעותי יותר, אך זה לא המצב (על אף שכשהטריאנגולציה נעשית מהפריים האחרון, אנו אכן מקבלים שגיאה נמוכה יותר בפריים הראשון מאשר המצב ההפוך, אך לא בפער משמעותי). כשבודקים מהי נקודת העניין שאחריה עוקב המסלול, מקבלים נקודה על הארובה של הבית שבתמונה:



זה יכול להסתדר עם ההשערה שלנו, שעבור נקודות שגם כך רחוקות - סביר שהאפקט הנ"ל יהיה פחות משמעותי, ושהגרפים בעיקר ייבדלו בכיוונם, אך לא בסדרי הגודל שלהם. נציין כי בדקנו דוגמה נוספת, בה קיבלנו מסלול באורך 12, העוקב אחר אובייקט קרוב יותר:



כאשר התמונה השמאלית היא האובייקט כפי שהוא נראה בפריים הראשון של הtrack, והימנית כפי שהוא נראה באחרון. אכן, כאן האפקט ששיערנו בולט יותר:



ונראה שזה אכן נובע מכך שמדובר באובייקט קרוב יותר למצלמה.