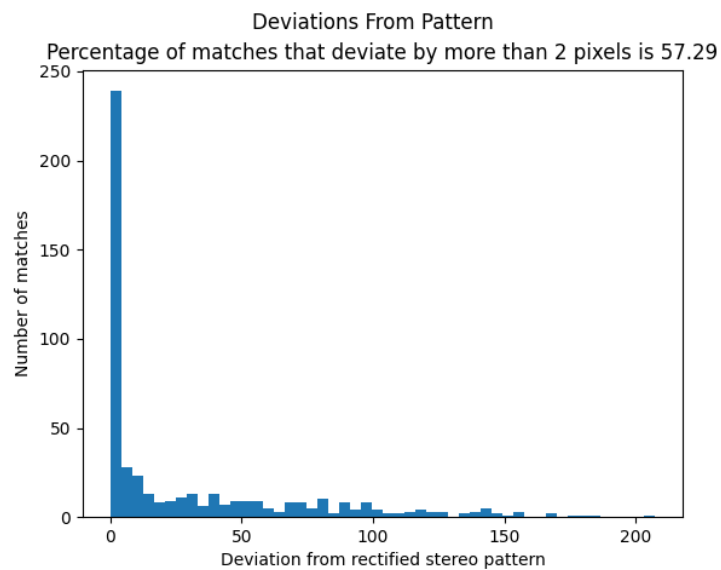


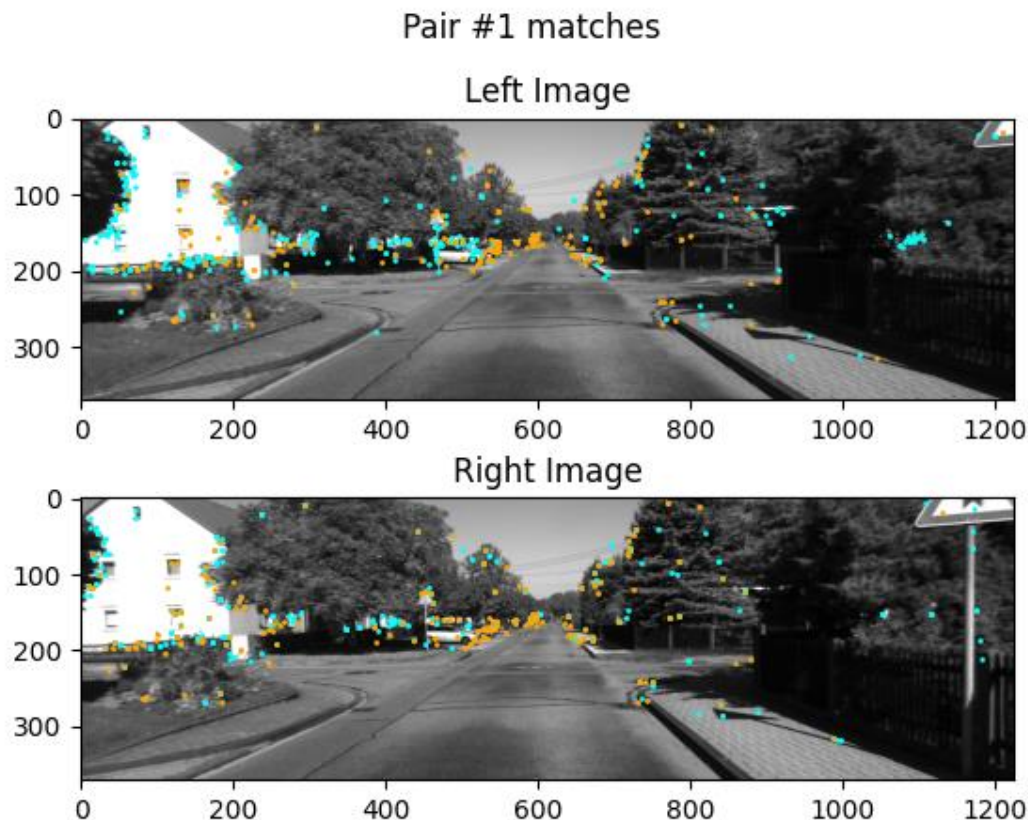
קורס SLAM ניווט מוידאו 67604 – תרגיל 2

דור מסיקה, ת.ז 318391877
רון קוברובסקי, ת.ז 322875907

1. אנחנו עובדים עם זוג של RS images. כפי שראינו בהרצאה, זהו זוג תמונות סטריאו שתוקנו כך שהקווים האפיפולריים בשתי התמונות מקבילים, ולנקודות המתאימות יש אותה קואורדינטת שורה, ובכך מפשט עבורנו את תהליך ההתאמה על ידי צמצום מרחב החיפוש של הנקודות התואמות בין התמונות למימד אחד. התבנית המיוחדת של התאמות נכונות בתמונות אלו היא שנקודות מתאימות בשתי התמונות שוכנות על אותו קו אופקי. הגורם לדפוס זה הוא תהליך התיקון עצמו, אשר הופך את תמונות הסטריאו כך שהקווים האפיפולריים הופכים מקבילים. טרנספורמציה זו כוללת התאמת הפערים האופקיים והאנכיים בין שתי התמונות כך שלנקודות המתאימות תהיה אותה קואורדינטת שורה.



2. נשתמש כעת בתבנית זו של תמונות הסטריאו המתוקנות כדי לדחות התאמות. נציג את כל ההתאמות שהתקבלו כנקודות על צמד התמונות. התאמות שהתקבלו (inliers) בצבע כתום ודחויים (outliers) בתכלת.



השתמשנו בתבנית זו כך שהתאמות שקיימת ביניהם סטייה של עד 2 פיקסלים בערכי ה-Y ידחו, דבר שגרם לדחייה של 310 מתוך 500 ההתאמות שנבחרו.

מכיוון שנקודות מתאימות צריכות להיות עם אותה קואורדינטת Y, כל ההתאמות עם קואורדינטות Y שונות באופן משמעותי יכולות להידחות כשגויות. בהנחה שקואורדינטת ה-Y של התאמות שגויות מפוזרת באופן אחיד על פני התמונה, אנו יכולים להעריך את יחס ההתאמות שעדיין יהיו שגויות גם לאחר מדיניות הדחייה כדלקמן:

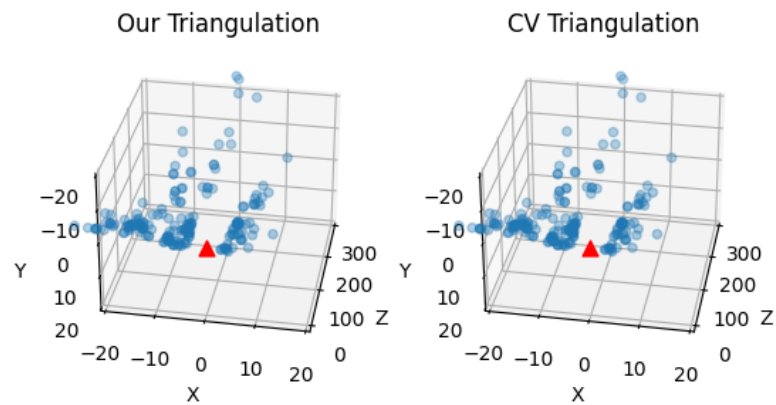
נגדיר את N להיות המספר הכולל של התאמות בין שתי התמונות, ואת p להיות ההסתברות שהתאמה שגויה (כלומר, יש לה קואורדינטת Y שונה בשתי התמונות). מכיוון שקואורדינטת ה-Y מפוזרת באופן אחיד על פני התמונה, ההסתברות שההתאמה נכונה היא $1 - p$. אם נדחה התאמות עם הפרש קואורדינטות Y הגדול מסף d כלשהו (2 במקרה שלנו), אזי ההסתברות שהתאמה נכונה תידחה היא פרופורציונלית בערך ל- d , בעוד שההסתברות שהתאמה שגויה נפסלת היא 1. לכן, היחס הצפוי של התאמות שעדיין שגויות לאחר הדחייה הוא: $R = p + \frac{(1-p)d}{N}$. ביטוי זה נותן לנו את היחס הצפוי של התאמות שגויות כפונקציה של ההסתברות שהתאמה שגויה p , ערך הסף d ומספר ההתאמות הכולל N. אם נניח, למשל, ש- $p = 0.05$ (כלומר, 5% מההתאמות שגויות) ו- $d = 2$

פיקסלים (כלומר, אנו דוחים התאמות עם הפרש קואורדינטות Y גדול מ-2 פיקסלים), אז נוכל להעריך כי: $R = 0.05 + 0.95 * \frac{2}{N} = 0.05 + \frac{1.9}{N}$. המשמעות היא שלכל 100 התאמות, היינו מצפים שכ-2 יהיו שגויות גם לאחר החלת מדיניות הדחייה הזו. אם נעלה את הסף ל- $d = 10$ פיקסלים למשל, אז היינו מצפים ש- $R = 0.05 + \frac{9.5}{N}$, כלומר לכל 100 התאמות כ-2 יהיו שגויות גם לאחר מדיניות הדחייה שתיארנו.

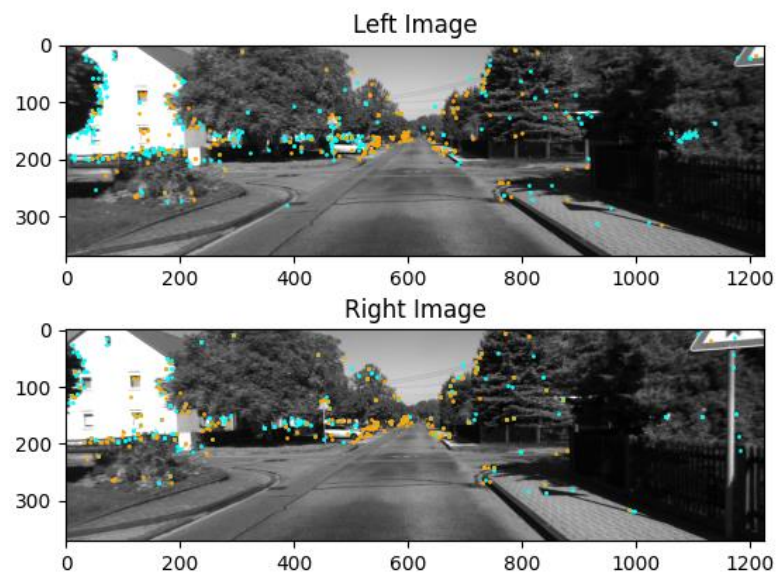
באופן כללי, ההנחה של התפלגות אחידה של התאמות שגויות לאורך ציר ה- Y אינה ריאלית. בפועל, לעיתים קרובות יש סיכוי גבוה יותר לשגיאות ליד גבולות תמונה, באזורים מוסתרים או באזורים עם מרקם אחיד. כתוצאה מכך, היינו מצפים שמספר ההתאמות השגויות בפועל יהיה גבוה מהאומדן המבוסס על התפלגות אחידה. עם זאת, מדיניות הדחייה המבוססת על השוואת קואורדינטות Y עדיין שימושית, מכיוון שהיא יכולה להסיר ביעילות חלק גדול של התאמות שגויות ולשפר את הדיוק של שחזור סטריאו.

3. לפי תוצאות הרצת הטריאנגולציה שלנו ושל openCV נראה שהמימוש דומה מאוד, עד לכדי מרחק חציוני זניח בין שתי ההרצות.
(התמונה מתייחסת להרצה הראשונה)

Our vs. Open-CV triangulation
Median distance between corresponding points = $2.4433181348062637e-13$

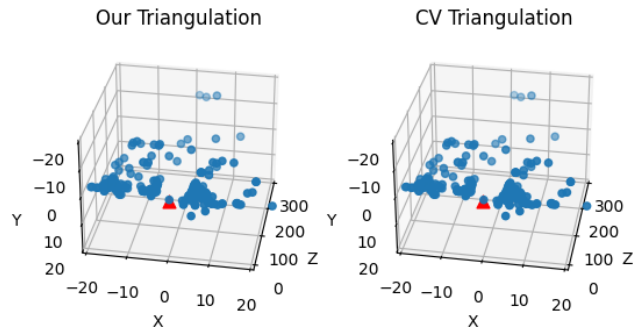


Pair #1 matches

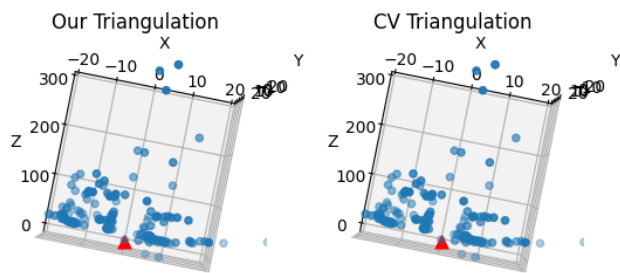


4. נציג 2 ריצות נוספות על תמונות אחרות:
i. ריצה על זוג מספר 11:

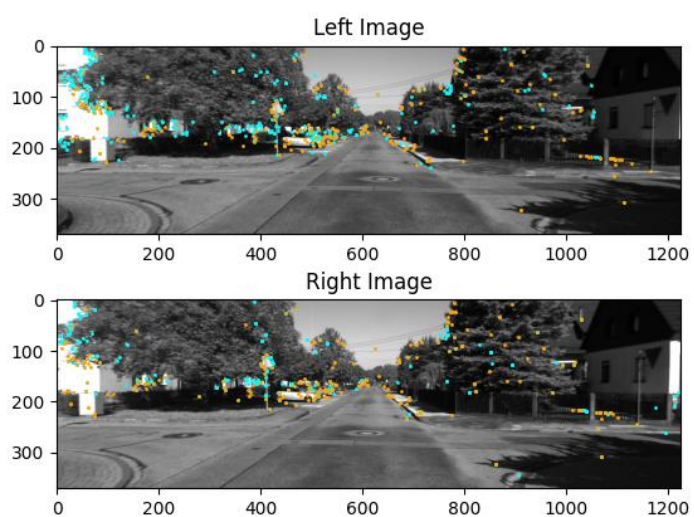
Our vs. Open-CV triangulation
Median distance between corresponding points = $1.773251727022343e-13$



Our vs. Open-CV triangulation
Median distance between corresponding points = $1.773251727022343e-13$

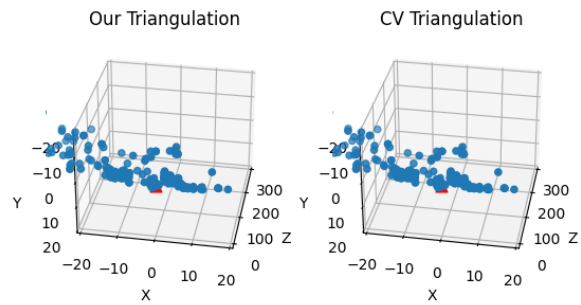


Pair #11 matches

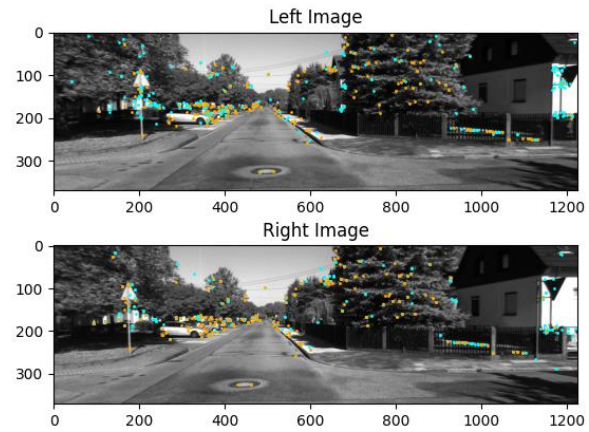


ii. ריצה על זוג מספר 21:

Our vs. Open-CV triangulation
Median distance between corresponding points = $9.718150282148812 \times 10^{-14}$

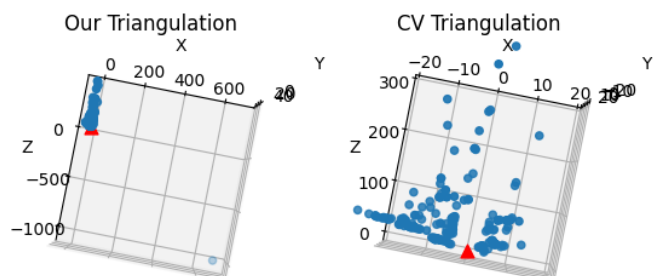


Pair #21 matches



iii. תוצאות על זוג מספר 1 ללא הגדרת גבולות (רק בהצגת הטריאנגולציה שלנו השמאלית, לצורך הצגת outlier עם הZ השלילי מאוד)

Our vs. Open-CV triangulation
Median distance between corresponding points = $2.1419517017880393 \times 10^{-13}$



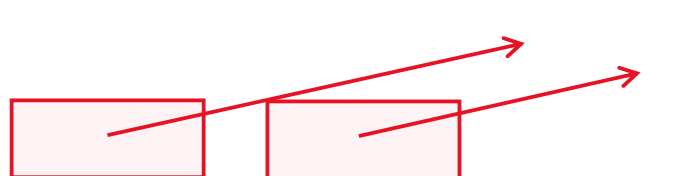
כך, נראה שבריצה על זוג מספר 11 קיבלנו נקודה בעלת קורדינטת Z שלילית ביחס למיקום המצלמה – כלומר שחישוב הטריאנגולציה שלהן נמצא מאחורי המצלמה, ועל כן נמצאות **במיקום שגוי**, ובדומה גם בזוג מספר 1 קיבלנו נקודה (זאת שעל התמרור הקרוב למצלמה) בעלת ערך Z במיקום -1000 – שכמובן שגוי.

לדעתנו, הסיבה לכך עשויה להיות זה שבגלל הקרבה של הנקודה למצלמה, נוצרו כמה בעיות ראשית, בתמרור בתמונה הראשונה הנקודה קיבלה ערכי X ו Y חריגים וגדולים מאוד, לכן אלגוריתם הLS שחישב את הטריאנגולציה איתה עשה טעות.

יתכן שזאת בעקבות הParallax בין 2 המצלמות שלנו, שלא מאפשר לחשב עומק בצורה מדויקת עבור עצמים קרובים מידי.

ערכי הZ מחושבים בטריאנגולציה על בסיס הוצאת שני כוונים ממרכזי המצלמות למיקום הנקודה במרחב, ומציאת ההצטלבות ביניהם. במידה והעצם קרוב מידי, ובנוסף הפיצ'רים לא מדויקים מספיק, עלולים לצאת כוונים מהמצלמות שלא יפגשו בחלק החיובי של מישור הZ – אלא רק בחלקו השלילי.

במידה והקווים כמעט מקבילים, מספיקה שגיאה קטנה של אלגוריתם הFeature extracting כדי להוציא כוונים מתבדרים, שייצרו בתורם ערך Z שלילי, וגדול במיוחד – כמו שקרה לנו בתמונה הראשונה.



בתמונה השנייה, שם עצמים קרובים מאוד למצלמה קיבלו ערך Z שלילי אך קטן מאוד, ככה"נ הכוונים בסיטואציה זו מתבדרים גם הם.

הקריטריון שכדאי להוסיף במקרים הללו זה המרחק מהמצלמה – וכדי לעשות זאת נגדיר ערך threshold למרחק x_1-x_2 שתמיד צריך להיות קטן מערך מקסימלי כלשהו, שנגדיר כהיפרפרמטר.

קישור לריפוזיטורי עם הקוד:

https://github.com/Dor890/SLAM/tree/main/VAN_ex/code/Ex2