

## הקדמה קצרה של האלגוריתם

הקוד לעיל הוא הרחבה של הקוד שסופק בשאלה הקודמת. כאן, הטכניקה של התאמת תכונות משתנה לשימוש ב,  $k$ -Nearest Neighbors ( $k$ -NN), שהוא חזק יותר לרעשים ולחריגים.

השלבים הבאים בקוד הן כדלקמן:

- טען את התמונות: נוצרת רשימה של שמות קבצי תמונה והתמונות נטענות באמצעות `imread` של `OpenCV's` פונקציית.
- צור אובייקט `SIFT`: מופע של האובייקט `SIFT` (Scale-Invariant Feature Transform) נוצר באמצעות הפונקציה `(cv2.SIFT_create())` של `OpenCV`.
- זיהוי נקודות מפתח ומתארי חישוב עבור כל תמונה: שיטת `detectAndCompute` של אובייקט `SIFT` משמשת לאיתור נקודות מפתח ומתארי חישוב עבור כל תמונה. נקודות המפתח והתיאורים מאוחסנים ברשימה.
- יצירת תואם תכונות: מופע של האובייקט `BFMatcher` (Brute-Force Matcher) נוצר באמצעות `(cv2.BFMatcher())` של `OpenCV's` פונקציה.
- התאם נקודות מפתח ומתארים בין תמונות סמוכות באמצעות `k`-NN matcher: התאמת-`k`-NN משמשת להתאמת מתארים בין תמונות סמוכות. שיטת `knnMatch` של אובייקט ה-`matcher` משמשת כדי למצוא את 2 השכנים הקרובים ביותר עבור כל מתאר בתמונה הראשונה ולהתאים אותם עם מתארים בתמונה השנייה. רק אותן התאמות נחשבות שעומדות במבחן היחס, כלומר, המרחק בין השכן הראשון והשני הקרוב ביותר קטן מסף. ההתאמות הטובות מאוחסנות ברשימה.
- לאחר מציאת ההתאמות, אנו מעריכים את הטרנספורמציה האפינית בין נקודות המפתח המותאמות באמצעות אלגוריתם `RANSAC`. הטרנספורמציה האפינית היא מיפוי ליניארי המשמר את ההקבלה של הקווים, והוא משמש ליישור התמונות בפנורמה מישורית.

## בחירות מיוחדות:

בקוד שסופק, תפירת התמונות מתבצעת באמצעות מודול התפירה של OpenCV. מודול ה-Stitcher מספק API ברמה גבוהה לחיבור תמונות יחד ליצירת פנורמה. מודול זה מסוגל לזהות וליישר באופן אוטומטי אזורים חופפים בין תמונות, ולאחר מכן למזג אותם יחד בצורה חלקה ליצירת תמונה פנורמית סופית.

לבסוף, אנו מחברים את התמונות יחד באמצעות מודול התפירה של OpenCV, ומציגים את הפנורמה המישורית המתקבלת.

## קשיים:

בהנחה של סצנה מישורית, מטריצת ההומוגרפיה היא מטריצת טרנספורמציה המתרגמת נקודות ממישור תמונה אחד למשנהו. עם זאת, השגת מטריצת ההומוגרפיה האידיאלית יכולה להיות קשה. הסיבה הבסיסית היא שפתרון מערכת של משוואות ליניאריות במהלך תהליך האומדן עלול להיות פגיע לרעש, חריגים וניוון. יתר על כן, מטריצת ההומוגרפיה תלויה בדיוק של התכתבות נקודה לנקודה בין שתי התמונות, שלעיתים עשויה להיות מאתגרת להפקה. (RANSAC קונצנזוס מדגם אקראי) ונגזרותיו, המנסות להעריך בצורה איתנה את מטריצת ההומוגרפיה על ידי מזעור ההשפעה של חריגים ורעש, הן רק אחת מהאסטרטגיות שפותחו כדי לפתור בעיות אלו.

יתר על כך, המחשב האישי לא היה מסוגל לרנדור כל התוצאות של הפאזלים ומודיע על חוסר זיכרון (- error: 4:Insufficient memory) Failed to allocate 55100989696 bytes

## הצעות:

- הפחתת רעש וחריגים: לרעש וחריגים יש השפעה גדולה על דיוק מטריצת ההומוגרפיה האומדנית. לכן, מומלץ להשתמש בשיטות דה-noising כדי להפחית את הרעש, כגון סינון חציוני או סינון גאوسی. ניתן להפחית אפקטים חריגים גם על ידי שימוש בטכניקות דחייה של חריגים כמו טכניקות סטטיסטיות או דרישות עקביות גיאומטרית.
- טיפול בניוון: נושא נוסף שעלול לפגוע באומדן של מטריצת ההומוגרפיה הוא ניוון. שימוש בגישות רגולריות אפקטיביות, כגון הסדרת טיכונב או הסדרת הווריאציות הכוללת, הוא חיוני להתמודדות עם ניוון.