

מגייסים :

UIDO NOTOB 3025242968

שרה בוזגלו 931161798

יש אישור מהמתרגל להגיש עד ל 16.07

Computer vision HW4

חלק 1

נסמן ב- \mathbf{h} את ה- column stack של מטריצת ההומוגרפיה \mathbf{H} . נמצא מטריצה $\mathbf{A} \cdot \mathbf{h} = 0$.

נשים לב לכך ש- \mathbf{h} כוללת 9 איברים משום ש-

\mathbf{H} יש 8 דרגות חופש (מוגדרת עד- כדי scale).

נראה שככל נקודה תורמת שתי משוואות :

$$p_i = \mathbf{H}q_i$$

$$\begin{bmatrix} \alpha x_i \\ \alpha y_i \\ \alpha \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} & H_{13} \\ H_{21} & H_{22} & H_{23} \\ H_{31} & H_{32} & H_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_i \\ v_i \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\alpha x_i = H_{11}u_i + H_{12}v_i + H_{13}$$

$$\alpha y_i = H_{21}u_i + H_{22}v_i + H_{23}$$

$$\alpha = H_{31}u_i + H_{32}v_i + H_{33}$$

נחלק במשווהה השלישי ונקבל :

$$x_i = \frac{H_{11}u_i + H_{12}v_i + H_{13}}{H_{31}u_i + H_{32}v_i + H_{33}}$$

$$y_i = \frac{H_{21}u_i + H_{22}v_i + H_{23}}{H_{31}u_i + H_{32}v_i + H_{33}}$$

$$0 = H_{11}u_i + H_{12}v_i + H_{13} - (H_{31}u_i + H_{32}v_i + H_{33})x_i$$

$$0 = H_{21}u_i + H_{22}v_i + H_{23} - (H_{31}u_i + H_{32}v_i + H_{33})y_i$$

$$\begin{bmatrix} -u_i & -v_i & -1 & 0 & 0 & 0 & u_i x_i & v_i x_i & x_i \\ 0 & 0 & 0 & -u_i & -v_i & -1 & u_i y_i & v_i y_i & y_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} H_{11} \\ H_{12} \\ H_{13} \\ H_{21} \\ H_{22} \\ H_{23} \\ H_{31} \\ H_{32} \\ H_{33} \end{bmatrix} = 0$$

מזור אחד של קוואורדינטות מתאימות קיבלנו 2 משוואות מהצורה $A_i h = 0$, וכך המטריצה הכללת A תהיה
mbousst על 4 זוגות של התאמות והיא תיראה כך :

$$\underbrace{\begin{bmatrix} -u_1 & -v_1 & -1 & 0 & 0 & 0 & u_1x_1 & v_1x_1 & x_1 \\ 0 & 0 & 0 & -u_1 & -v_1 & -1 & u_1y_1 & v_1y_1 & y_1 \\ -u_2 & -v_2 & -1 & 0 & 0 & 0 & u_2x_2 & v_2x_2 & x_2 \\ 0 & 0 & 0 & -u_2 & -v_2 & -1 & u_2y_2 & v_2y_2 & y_2 \\ -u_3 & -v_3 & -1 & 0 & 0 & 0 & u_3x_3 & v_3x_3 & x_3 \\ 0 & 0 & 0 & -u_3 & -v_3 & -1 & u_3y_3 & v_3y_3 & y_3 \\ -u_4 & -v_4 & -1 & 0 & 0 & 0 & u_4x_4 & v_4x_4 & x_4 \\ 0 & 0 & 0 & -u_4 & -v_4 & -1 & u_4y_4 & v_4y_4 & y_4 \end{bmatrix}}_A \begin{bmatrix} H_{11} \\ H_{12} \\ H_{13} \\ H_{21} \\ H_{22} \\ H_{23} \\ H_{31} \\ H_{32} \\ H_{33} \end{bmatrix} = 0$$

אנו מחפשים פתרון לא טריונייאלי למערכת כיוון שהדגימות שלנו אינן מושלמות וקיים מטיריות גבוהה לרעש דגימה למערכת לא יהיה פתרון, ולכן נמצאת הוקטור H על ידי פתרון מוקרב, את הפתרון המוקרב קיבל מפרק svd ולקיחת הוקטור העצמי המתאים לערך העצמי הקטן ביותר.

1.2 Calculate the transformation

מיימנו את חישוב ההומוגרפיה על-ידי בניית A כפי שתיארנו אותה בסעיף הקודם, ולאחר מכן בדכנו את השימוש באמצעות הכנסת 2 סטים זהים של נקודות ב- $\mathbf{1}$ ו- $\mathbf{2}$, וראינו שהתקבלה מטיריצה קרובה למטריצת יחידה. לאחר מכן רצינו לבדוק התמורה של פיקסל מסוים, לקחנו את 2 הנקודות המסומנות כאן :



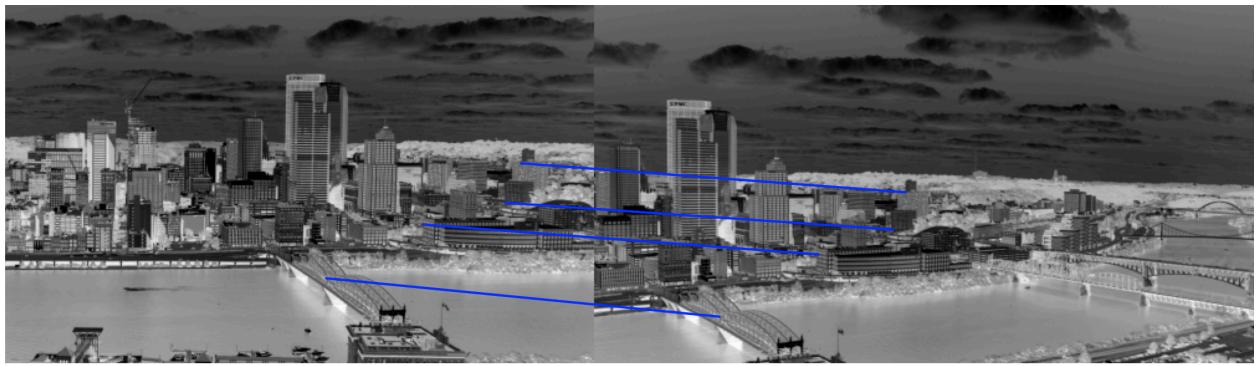
זה מקרה ייחסי קשה משום שהוא של המבנה ושל הרקע ייחסית דומים, אבל הצלחנו להגיע לתוצאה לא רעה בהתאם :

$$p \cong [403, 180, 1], q \cong [60, 225, 1]$$

ולאחר ההומוגרפיה קיבלנו שגיאה די גדולה בציר y :

$[401.30952968 \ 228.96223164 \ 1. \]$

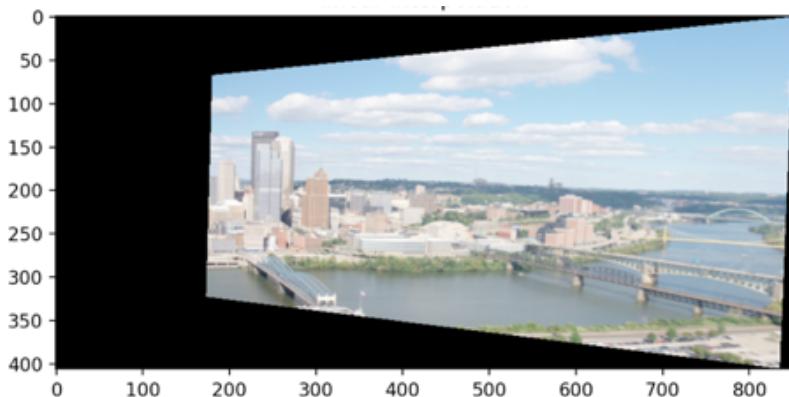
לאחר מכן ניסינו לבדוק אם השגיאה נובעת מאי-דיוק שלנו והורדנו את הרזולוציה פי 4, ואז הצלחנו להתאים נקודות מההתמונה השנייה לראשונה בדרכו של פיקסל בערך :



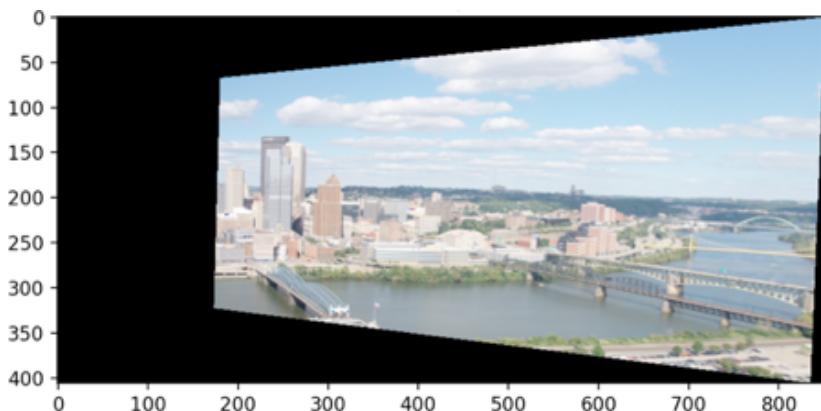
1.3 Warping

כדי לעשות warping מצאנו קודם את הגדלים של ה-output `output`. התמינו את 4 הפינות של `im2` (הימנית) באמצעות `H` שמצאנו, כדי להבין לאיפה התמונה תעבור כשהיא בミישור של `im1`. חישבנו את הגודל של המוצא לפי הגובה והרוחב המקסימליים שהתקבלו על-סמך 4 הפינות. כמו כן, ראיינו שמתகבות offset בשתי קואורדינטות שחורגות מהגבול של התמונה, ולכן הוציאנו מהפונקציה 2 פרמטרים נוספים – `offset` בשני הזרים שנוצרך להוסיף ל-`2` התמונות לאחר מכן. לבסוף, לקחנו את התמונות ברזולוציה נמוכה, ביצענו `interp2d` עם הקואורדינטות המתוקנות ועם אינטרפולציה של `inverse warping`

Kind : ‘linear’



Kind : ‘cubic’



אינטראפולציה ליניארית :

$$f(x, y) = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 a_{ij} x^{i-1} y^{j-1} = a_{11} + a_{21}x + a_{12}y + a_{22}xy,$$

אינטראפולציה ריבועית :

$$p(x, y) = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 a_{ij} x^i y^j.$$

השוואה בין סוגי אינטראפולציה

במבחן מרוחק התמונות נראות די טוב אחרי האינטראפולציה ואין הבדל ממשמעותי אבל אחרי הגדלה אפשר לראות ש

cubic

 מכילה יותר פרטים וشفות יותר חדות ולכן היא קצר יותר טובה.

1.4 Panorama stitching-By Manual points

לקחנו את התמונה הראשונה, `im1`, ריפדנו אותה באפסים לגודל של התמונה השנייה כך שהיא צמודה שמאליה והזינו אותה לפי `the - offsets` שחשבנו קודם לכן. לאחר מכן לקחנו את המקסימים מבין תמונה זו לבין ה-`warped_im2` (כדי למלא את האפסים בתמונה השנייה) וקיבלו את הפונקציה הבאה:



אפשר לראות שהמעבר יחסית חלק בתפירה פרט למעבר בין התמונות בחלק העליון שבאזור התפר, חשבנו שנוכן לשפר אותו אם נ עבור כאן למושך LAB כי שם מעבר הצבעים יותר חלק לעומת RGB.

1.5 Autonomous panorama stitching using SIFT

השתמשנו ב-KNN כדי למצוא matching בין הנקודות. FlannBasedMatcher מבצע התאמות בעזרת המודול של `h-Clustering and Search in Multi-Dimensional Spaces`.

1.6

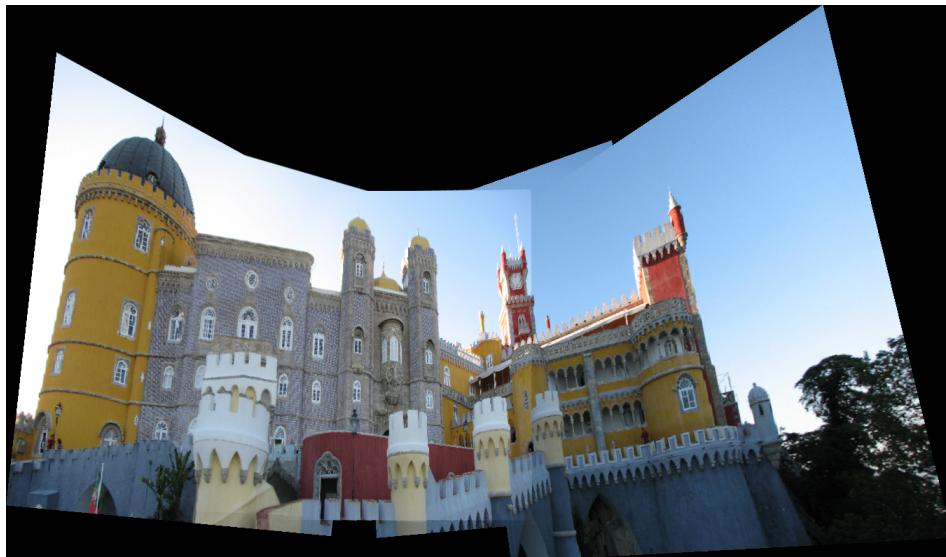
Compare SIFT and Manual image selection

- Pro/Cons of manual versus SIFT

היתרונות של SIFT

- זו שיטה אוטומטית ומאפשרת ייצור פנורמה ללא צורך השתתפות של המשתמש.
- אם לאלגוריתם ה SIFT - יהיה קל לזהות פיצ'רים אז תוצאת הפנורמה המתקבלת היא טובה מאוד.
- החסרונות של SIFT
 - אם האיקות של זיהוי הפיצ'רים של SIFT אינה טובה, זה ישפיע על איקות הפנורמה גם לא תהיה טובה (יצירת התאמות לא מוצלחות בין כל זוג תמונות)
 - החסרונות של השיטה ידנית :
 - אם הסימון של manual points היה טוב, הפנורמה שמתקבלת היא באיכות טובה.
 - השיטה אינה אוטומטית ודורשת מהמשתמש לסמן manual points בין כל פנורמות ביןיהם.

1.7 Ransac





בסעיף זה השתמשנו ב sift בשילוב עם ransac כדי לעשות פונרמוות ממספר תמונות באופן אוטומטי. הסבר על ransac – זהו אלגוריתם סטטיסטי לשעזור פרמטרים מתוך מודל ידוע, במקורה שלנו שעורך 8 הפרמטרים החופשיים בהומוגרפיה, האלגוריתם מבצע זאת על ידי ליקחת 4 נקודות (sift) ונדומליות בתמונה אחת וחישוב הומוגרפיה המתקבל מ 4 הנקודות הללו, חישוב inliers בעלת מספר ה ϵ הגבואה ביותר פרמטרים – 2 אוספים של נקודות עברו כל תמונה מספר האיטרציות זו – 250 ערך זה נתן לנו תוצאות טובות תוך שמירה על זמן ריצה הגיוניים ערך $\epsilon = 1.5$ – ערך זה נתן לנו רובסטיות לשגיאות הנובעת מקוונטייזציה

את התמונות חיברנו באופן הבא: הנחנו שהתמונות צולמו בסדר מסוים של תנועת המצלמה (למשל מימין לשמאל או מלמעלה למטה), נמספר את התמונות מ 1 עד 5 בהתאם לדיר הזרת המצלמה, תחילתה ביצענו תפירה בין תמונות 1 ו 2 כך שהקפדו לא לשנות את 2, לאחר מכן ביצענו תפירה בין התמונה התפורה לתמונה 3,-cut יש לנו את תמונות 1 ו 3 ו 5 ו 4 ו 2 ו 3 ש לא שונות, נותר לתקן את תמונות 4 ו 5 כך ש 4 לא תשונה ואז לתקן לפונרמו שיצרנו (המכילה את 1 ו 2).

ניתן לראות כי חל שיפור לעומת יצירת הפונרמו באמצעות sift ללא ransac וזאת משום שכנראה הפונקציה ransacH הצלחה לسان outlier אחד או יותר, וכך המטריצה H שחושבה הייתה אמינה יותר.

1.8 Blending

במהלך בניית האלגוריתם ליצור פנורמה ניסינו לבצע blending על ידי לקיחת המקסימום בין הנקודות לאורך התפר בין התמונות, ניתן לראות כי שיטה זו עבדה יחסית טוב בתמונות הראשות הכוללות את הנהר והגשר, בעוד השיטה עבדה טוב כאשר הרכמנו פנורמה מתמונות שלנו.

. השיטה עבדה פחות טוב כאשר הפעלו אותה על אוסף התמונות sintra ו beach .

Be creative

5 photos





The panorama



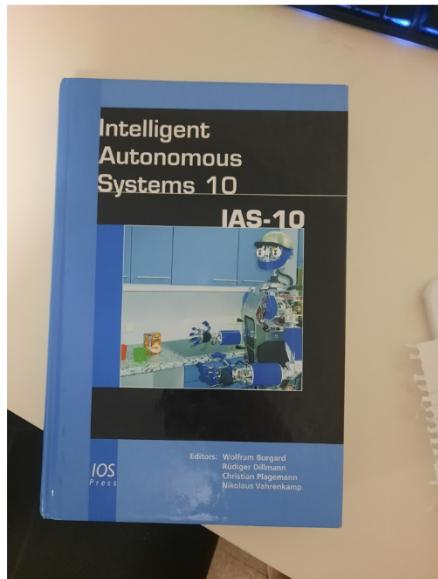
נשים לב כי בגלל אופן התפירה שלנו בין התמונות (לקיחת המקסימום בתפר) קיבלנו מצד אחד מעבר חלק בינו התמונות השונות אך מצד שני כיוון שהיו אנשים שזוו בין תמונות שונות של הפנורמה קיבלנו מנאפקט "רווחות רפואיים" בפנורמה ממשמע חלקי אנשים שהשתלבו בפרק.

נסמן את הניל בתמונה:

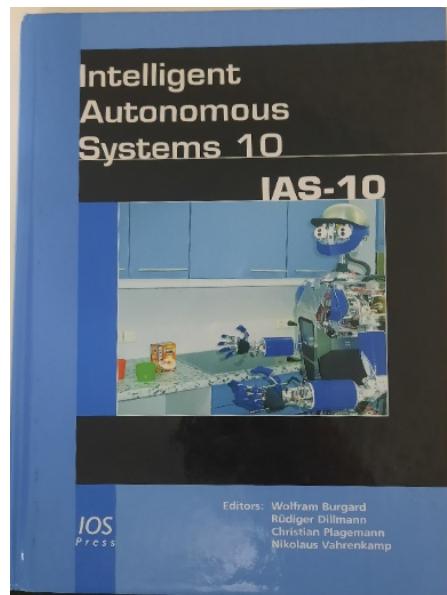


Part2 :

2.1 We took a picture of a the wonderful book “intelligent autonomous systems” , and marked its corners using the function “get points” and compute the homography between the corners of the book and the corners of the image, then we cropped the book out of the image

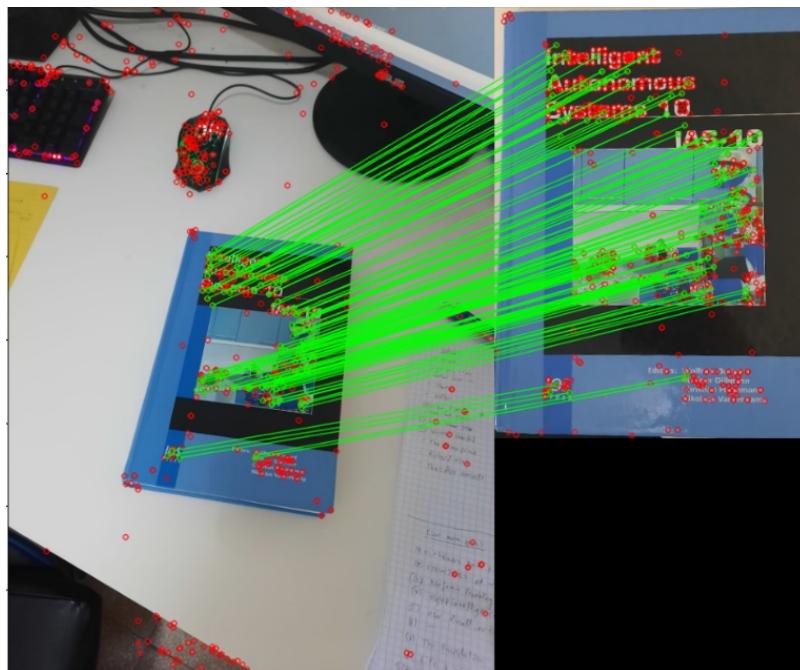


1. Book image



2. Reference image

After we got the reference image we computed matching points between the reference image and the image containing the book using the SIFT algorithm, using the matching points we computed the homography between the two images using the ransac algorithm.

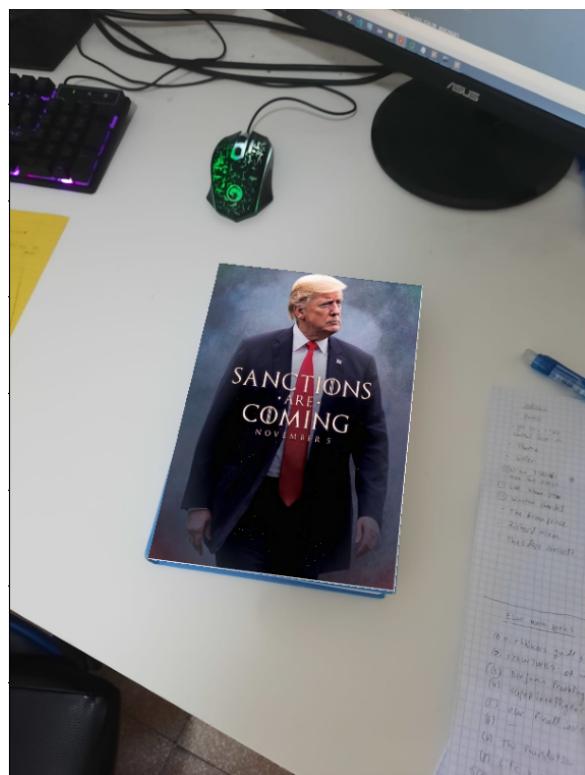


3. matching points

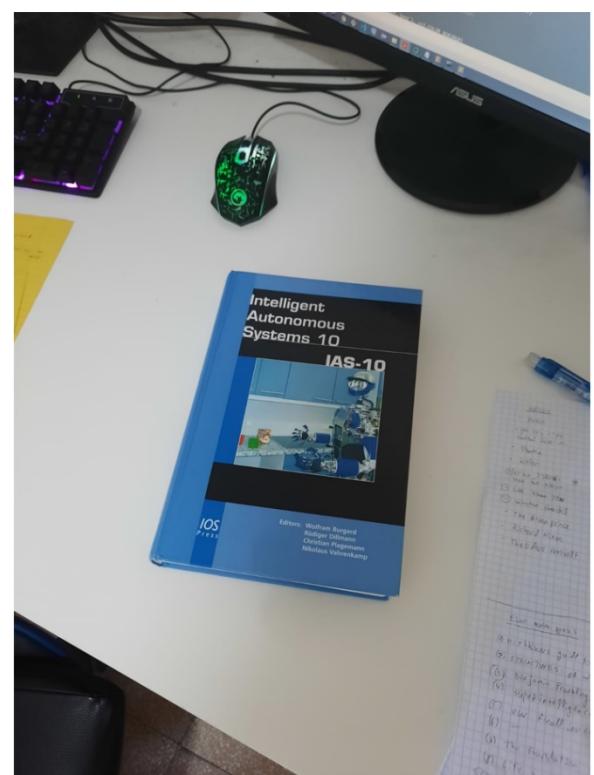
After we computed the homography took a picture of trump and resized it to be in the same size like the reference image , we used the homography we computed using the ransac algorithm to map trumps image to the book in the general book image.



4. trumps image



6. final result



5. general book image