

## تمرین اول

### رضا پیشکو

#### توضیحات تمرین اول سوال دوم

دوربین اول را در نظر میگیریم و با مختصات آن کار میکنیم. برای این دوربین دوران و جابجایی نداریم پس کافیت ماتریس کالیبراسیون آن را حساب کنیم و معکوس آن را حساب میکنیم و در یک مختصات همگن روی صفحه ضرب میکنیم تا پرتو به دست آید. بعد با یک ماتریس دوران باید پرتو به دست آمده را دوران دهیم تا محور z رو به پایین قرار گیرد. حالا یک دوربین فرضی در نظر میگیریم که در ارتفاع ۲۵ متری زمین و فاصله ۴۰ از مرکز باشد و ماتریس کالیبراسیون آن را حساب میکنیم با ضرب کردن این ماتریس در پرتو دوران داده شده یک مختصات همگن به دست آید که روی زمین قرار دارد. این کار برای این است که متوجه شویم نقطه در کجای فضای ما است. در واقع این کالیبراسیون طوری پرتو را روی زمین می اندازد که مبدا مختصات سنسور مرکز زمین باشد. حالا کافی است دوباره نقطه همگن به دست آمده را پرتو کنیم و این بار در ماتریس کالیبراسیون جابه جایی نداریم زیرا مرکز مختصات مرکز زمین است. و در نهایت پرتو به دست آمده را با کالیبراسیون دوربین اصلی به نقطه ی نتیجه ربط میدهم.

تمام کالیبراسیون های بالا و ماتریس دوران به ترتیب در هم ضرب می شوند و در نهایت عکس را با حاصل ضرب آنها warp میکنم.

#### سوال سوم

ابتدا با استفاده از SIFT نقطه های کلیدی ، vecore feature ها را محاسبه میکنم. برای بخش اول کافیت عکس ها و نقطه های کلیدی انها را به تابع drawMatches ورودی دهم. برای بخش دوم سوال از تابع knnMatch استفاده میکنم که به این صورت کار میکند که برای هر t\_point دو نزدیک ترین نقطه به آنها را پیدا میکند. در ادامه از بین نقطه های مچ پیدا شده آنهایی که از حدی به هم نزدیک تر هستند را حذف میکنم زیرا معلوم نیست کدام یک مچ دیگری است و ممکن است کار را خراب کند. برای قسمت سوم سوال از تابع drawMatchesKnn استفاده میکنم که با گرفتن نقاط کلیدی و عکس ها و لیست مچ هایی که به دست آوردم نقاط متناظر را به هم وصل میکند. برای قسمت بعدی با استفاده از تابع random.sample از نقاط متناظر فقط ۲۰ تا را انتخاب کردم و آنها را با همان تابع draw-MatcehsKnn به هم وصل کرده ام. برای به دست آوردن homography و mask از تابع findHomography استفاده کرده ام. که با ورودی گرفتن نقاط متناظر و متد رنسک هوموگرافی را پیدا میکند. تعداد تکرر های RANSAC را برابر با ۱۰۰۰ در نظر گرفته ام. و همچنین ماتریس هوموگرافی به دست آمده برابر است با :

$$\begin{bmatrix} 3.61573660e+00 & 3.29404317e-01 & -2.38682083e+03 \\ 4.97464345e-02 & 2.18659084e+00 & -1.05977138e+03 \\ 1.10741940e-04 & -1.87448583e-04 & 1.00000000e+00 \end{bmatrix}$$

برای ادامه روی نقطه های متناظر چک میکنم اگر نقطه ای inlier بود آنها را آبی میکشم و با خط آبی وصل میکنم و اگر outlier بود صرفا آنها را با قرمز نشان می دهم. مشاهده می شود که تناظر نادرستی وجود ندارد و همچنین تمامی نقاط متناظر روی دیوار هستند. در ادامه معکوس ماتریس هوموگرافی را روی ۴ نقطه گوشه تصویر اول اعمال میکنم. البته نقطه ها را به صورت همگن در نظر میگیرم. و بعد به مولفه آخر آنها تقسیم میکنم تا برابر با یک شود. و نقطه های نتیجه را به صورت یک چهار ضلعی ری عکس دوم نشان می دهم. و در نهایت برای نتیجه آخر هم چهار ضلعی را روی عکس دوم میکشم و کل عکس را warp میکنم و در کنار عکس اول قرار می دهم. فقط برای این که عکس دوم بعد از warp شدن کامل مشخص باشد یک انتقال هم انجام میدهم.

#### سوال چهارم

ابتدا ۴ نقطه تصادفی از بین نقاط متناظر پیدا میکنم. حالا برای این ۴ نقطه ماتریس هوموگرافی را محاسبه میکنیم. به این صورت محاسبه می شود که با هر زوج از نقاط متناظر یک ماتریس ضرایب به دست می آوریم که دو معادله میسازد و از آنجا که هشت مجهول داریم ( زیرا درجه آزادی ماتریس هوموگرافی ۸ است ) با زیر هم گذاشتن آنها یک ماتریس ضرایب به دست می آید که تجزیه SVD آن را با استفاده از تابع np.linalg.svd محاسبه میکنم. و ستون آخر V همان ماتریس هوموگرافی است و فقط کافی است reshape شود. حالا برای این هوموگرافی به دست آمده با این ۴ نقطه یک سری ارور برای همه نقاط متناظر محاسبه میکنم و اگر این ارور کمتر از یک threshold بود آنها را inlier در نظر میگیرم. ارور هم به صورت

$$\|Hx - x'\|^2 + \|H^{-1}x' - x\|^2$$

تعریف می شود که H ماتریس هوموگرافی است. حالا اگر تعداد نقاط inlier از حدی بیشتر فرایند را در همان مرحله تمام میکنم و در غیر این صورت ماسک با تعداد ماکسیمم inlier را بر میگردانم.

حالا با همان روش محاسبه هوموگرافی در بالا این بار هوموگرافی را با همه نقاط inlier به دست آمده حساب میکنم. که ماتریس ضرایب را میسازم و ستون آخر V از تجزیه svd آن را بر میدارم.

درنهایت هم این ماتریس هوموگرافی و ماسک را خروجی می دهم. در این سوال هم تعداد تکرارهای RANSAC را ۱۰۰۰ در نظر گرفته ام و همچنین ماتریس هوموگرافی به صورت زیر است :

$$\begin{bmatrix} 3.90817779e+00 & 2.58716279e-01 & -2.50327244e+03 \\ 9.39357219e-02 & 2.44441830e+00 & -1.24255323e+03 \\ 1.65271625e-04 & -1.50849744e-04 & 1.00000000e+00 \end{bmatrix}$$