

برای اجرا کردن کد در تابع *process* میتوانید یکبار قسمت اول این تابع را اجرا کرده و تابع‌های مربوط به بخش‌های سوالات را کامنت کنید تا ماتریس‌های هوموگرافی را محاسبه و ذخیره کند. سپس به ترتیب بخش‌ها را اجرا کنید. می‌توانید تنها تابع مربوط به آن را و قسمت‌های مربوط به ورودی را از کامنت خارج کنید و برنامه را برای هر بخش جداگانه اجرا کنید. اما توجه داشته باشید که در بعضی قسمت‌ها از نتایج قسمت‌های قبلی استفاده شده است. در نتیجه این بخش اگرچه به صورت جداگانه قابل اجرا هستند اما باید به ترتیب اجرا شوند.

۱ بخش ۱

در این بخش میخواهیم تصویر فریم ۲۷۰ را وارپ کنیم و آن را با فریم ۴۵۰ ادغام کنیم.

برای این کار ابتدا با استفاده از روش *SIFT* تعدادی نقطه مطلوب در هر دو تصویر پیدا می‌کنیم. سپس برای متناظر کردن نقاط آن‌ها را با هم مقایسه می‌کنیم و برای هر نقطه دو نزدیک‌ترین نقطه را پیدا می‌کنیم و اگر تفاوت آن‌ها به اندازه کافی بود آن‌ها را به عنوان یک جفت نقطه متناظر خوب در نظر می‌گیریم.

سپس برای پیدا کردن هوموگرافی بین دو تصویر از روش *RANSAC* استفاده می‌کنیم که هر بار تعدادی نقطه را به صورت رندوم در نظر می‌گیرد، هوموگرافی را محاسبه و اعمال می‌کند. سپس تعداد *inlier*ها را محاسبه می‌کند و مدلی را که شامل *inlier*های بیشتری است را انتخاب می‌کند.

قسمتی از تصویر فریم ۴۵۰ را به همراه محاسبه بخش متناظر در فریم ۲۷۰ با استفاده از معکوس ماتریس هوموگرافی نشان می‌دهیم. سپس فریم ۲۷۰ را با استفاده از ماتریس هوموگرافی وارپ می‌کنیم. پس از وارپ کردن ممکن است بعضی پیکسل‌ها خارج از محدوده باشند و برای نشان دادن تمامی تصویر باید اندازه بزرگ‌تری را در نظر گرفت. به این منظور برای نشان دادن هر دو تصویر در تصویری بزرگ‌تر ابتدا ساین تصویر را با حساب کردن هوموگرافی گوشه‌های تصویر محاسبه می‌کنیم و سپس برای منطبق کردن نقطه‌ی *top-left* از یک ماتریس انتقال استفاده می‌کنیم و آن را در ماتریس هوموگرافی ضرب می‌کنیم. همچنین طبق صورت سوال برای مقادیر مشترک مطابق تصویر ۴۰۵ یک ماسک میسازیم و از آن برای گذاشتن تصویر ۴۰۵ در جای مناسب روس تصویر وارپ شده‌ی فریم ۲۰۷ استفاده می‌کنیم.

۲ بخش ۲

در این بخش می‌خواهیم با استفاده از فریم‌های کلیدی تصویر پانوراما بسازیم. ابتدا فریم‌های گفته شده را جدا می‌کنیم و برای هر فریم ماتریس هوموگرافی را محاسبه کرده و تصویر را وارپ می‌کنیم. برای فریم‌های ۲۷۰ و ۶۳۰ طبق بخش قبل هوموگرافی را مستقیماً محاسبه می‌کنیم و برای فریم‌های ۹۰ و ۸۱۰ برای دقیق‌تر شدن محاسبات ابتدا هوموگرافی را به فریم‌های ۲۷۰ و ۶۳۰ محاسبه می‌کنیم و سپس در ماتریس هوموگرافی آنها به فریم ۴۵۰ ضرب می‌کنیم تا هوموگرافی فریم‌های ۹۰ و ۸۱۰ به ۴۵۰ به دست بیاید.

سپس از تصویر ۹۰ شروع می‌کنیم و هر بار تصویر بعدی را وارپ می‌کنیم و بهترین مسیر را بین تصویر وارپ شده‌ی جدید و تصویر ساخته شده تا به حال پیدا می‌کنیم. با استفاده از این مسیر یک مسک میسازیم که شامل تصویر دوم با توجه به مسیر محاسبه شده است. سپس با استفاده از *multi band blending* این دو تصویر را با هم *blend* می‌کنیم. این کار را تا فریم ۸۱۰ انجام می‌دهیم تا تصویر نهایی به دست آید. برای به دست آوردن بهترین مسیر ابتدا دو تصویر را از هم کم می‌کنیم و به توان دو می‌رسانیم و جمع سه کانال را به دست می‌آوریم. قسمتی که دو تصویر اورلپ دارند را جدا کرده و با *dynamic programming* این مسیر را محاسبه می‌کنیم. برای ادغام کردم دو تصویر هم از ساختن هرم لاپلاسن برای تصاویر استفاده می‌کنیم به این صورت که برای هر دو تصویر هرم را محاسبه کرده و به ترتیب آن‌ها را با هم ادغام می‌کنیم و با تصویر لایه پایین‌تر جمع می‌کنیم. برای ادغام فرکانس‌های بالاتر *bandwidth* را ۹ و برای

فرکانس‌های پایین‌تر ۱۹ در نظر می‌گیریم.

همچنین برای به دست آوردن سایز فریم نهایی، برای تمامی عکس‌ها مختصات چهار گوشه تصویر را بعد از وارپ شدن پیدا می‌کنیم و سپس با مقایسه کردن آن‌ها و پیدا کردن ماکسیمم و مینیمم، طول و عرض عکس نهایی را به دست می‌آوریم.

۳ بخش ۳

در این بخش می‌خواهیم با استفاده از فریم‌های وارپ شده ویدیو بسازیم. در نتیجه ابتدا سایز فریم نهایی را طبق روش گفته شده محاسبه می‌کنیم. سپس تک تک فریم‌ها را با استفاده از ماتریس هوموگرافی محاسبه شده وارپ می‌کنیم و به ویدیو اضافه می‌کنیم.

برای به دست آوردن هوموگرافی‌ها ابتدا هوموگرافی فریم‌های اصلی را به دست می‌آوریم. برای باقی فریم‌ها هوموگرافی را به نزدیک‌ترین فریم کلیدی محاسبه می‌کنیم و سپس در هوموگرافی آن فریم به فریم ۴۵۰ ضرب می‌کنیم تا هوموگرافی نهایی به دست بیاید.

۴ بخش ۴

در این بخش باید برای هر پیکسل رنگ پس زمینه را با استفاده از فریم‌های ویدیو حدس بزنیم. برای استفاده کمتر از مموری پس از به دست آوردن سایز فریم‌های نهایی با روش گفته شده، آن را به ۹ بخش تقسیم می‌کنیم و هر بخش را جداگانه محاسبه می‌کنیم. همچنین برای به دست آوردن این بخش‌ها به طور تقریبی از فریم‌هایی استفاده می‌کنیم که با آن اشتراک دارند. حال برای هر قسمت فریم‌ها را خوانده و قسمت مربوطه را از آن‌ها جدا می‌کنیم. سپس از بین مقادیر این فریم‌ها میانه می‌گیریم. برای این کار لازم است یک مسک بسازیم که مقادیر سیاه یعنی فریم‌هایی که این پیکسل در آن‌ها ظاهر نمی‌شود را در نظر نگیریم.

با توجه به مشاهده‌ای که نسبت به رنگ پس زمینه داریم می‌دانیم در بیشتر فریم‌ها رنگ پس زمینه مقداری ثابت است و تنها در بعضی فریم‌ها تغییر می‌کند. در نتیجه میانگین و میانه می‌تواند تخمین خوبی برای رنگ پس زمینه باشد. اما میانگین خطای بیشتری در تخمین آن دارد و برای انتخاب دقیق‌تر رنگ پس زمینه میانه نتیجه‌ی بهتری می‌دهد.

در آخر بخش‌های ساخته شده را در کنار هم قرار می‌دهیم و تصویر نهایی را می‌سازیم.

۵ بخش ۵

برای به دست آوردن ویدیوی پس زمینه باید عکس پانورامایی را که از بخش قبل به دست آورده بودیم را به مختصات فریم‌های دوربین تصویر کنیم. برای این کار برای هر فریم وارون ماتریس‌های هوموگرافی را برای هر فریم که از قبل محاسبه کرده بودیم را به دست می‌آوریم و روی پانورامای پس زمینه اعمال می‌کنیم تا فریم‌هایی مشابه ویدیویی اصلی برای ویدیو پس زمینه به دست بیایند.

۶ بخش ۶

طبق مشاهده‌ای که داشتیم رنگ پس زمینه تقریباً مقداری ثابت است. در نتیجه در فریم‌های متناظر پیکسل‌هایی که تفاوت رنگی دارند انتخاب خوبی برای پیش زمینه هستند. در نتیجه با استفاده از دو ویدیوی اصلی و پس زمینه این فریم‌های متناظر را به دست می‌آوریم. برای کاهش نویز دو تصویر را کمی *blur* می‌کنیم. حال پیکسل‌هایی را که فاصله‌ی اقلیدسی آن‌ها بیشتر از ۸۰ است را به دست می‌آوریم.

همچنین پیکسل‌هایی که اختلاف بیشتر از ۲۰ در کانال‌های رنگی دارند را به دست می‌آوریم و با پیکسل‌های قبلی اشتراک می‌گیریم. برای از بین رفتن نویزها از *blur* کردن آن و همچنین مورفولوژی استفاده می‌کنیم. ابتدا *MURPH_OPEN* و سپس *MURPH_CLOSE* را روی آن اعمال می‌کنیم تا پیکسل‌های منفرد حذف شوند و حفره‌ها پر شوند. سپس برای این پیکسل‌ها مقادیر قرمز را افزایش می‌دهیم.

۷ بخش ۷

این بخش مشابه بخش ۵ است با این تفاوت که باید ویدیوی پهن‌تر و با زاویه دید افقی بیشتر بسازیم. برای این کار سائز فریم نهایی را بزرگ‌تر و طبق صورت سوال ۵.۱ برابر می‌گیریم تا بعد از وارپ شدن قسمت بیشتری از آن مشاهده و در نتیجه زاویه دید افقی بیشتری داشته باشیم.

۸ بخش ۸

در این قسمت می‌خواهیم لرزش دوربین را در فریم‌ها حذف کنیم. برای این کار چون انتظار داریم ماتری‌های هاس هوموگرافی برای فریم‌های نزدیک به هم مقادیر بسیار متفاوتی نداشته باشند و متفاوت بودن آن‌ها به دلیل خطا و لرزش دوربین است. برای رفع این مشکل این مقادیر را برای ماتریس‌های نزدیک به هم با استفاده از فیلتر گاوسی هموار می‌کنیم. با این کار مقادیر به تغییرات پیوسته نزدیک‌تر می‌شویم و این تغییرات در طی ویدیو هموار خواهند بود.