به نام خدا

**عنوان**

بخش سوم از تکلیف اول درس پردازش تصویر رقمی

**استاد**

دکتر منصوری

**دانشجو**

محمدعلی مجتهدسلیمانی

4033904504

**تاریخ**

5/02/1404

سوال دوم

این سوال در 3 بخش انجام شده است. در بخش دوم از آنجایی که پیاده سازی داریم گزارش کار آن نیز تهیه شده است.

بخش الف

به طور کلی هیستوگرام یک روش گرافیکی برای خلاصه کردن نحوه توزیع داده های عددی است. که محدوده داده ها را به صورت یک سری bin تقسیم میکنیم، یعنی یک سری بازه بین مقادیر داده ها در نظر میگیریم و بر اساس آن این کار را انجام میدهیم. اما در این قسمت با 2 نوع خاص از هیستوگرام روبرو هستیم یک هیستوگرام عادی و دیگری هیستوگرام تجمعی:

هیستوگرام عادی

این هیستوگرام یک نمایش گرافیکی از توزیع مقادیر شدت/کمیت پیکسل ها در آن تصویر است. محور x در این هیستوگرام، محدوده مقادیر احتمالی کمیت هر پیکسل را نشان میدهد به عنوان مقال 0 تا 255 برای یک تصویر 8 بیتی در مقیاس grayscale. محور y نشان دهنده فرکانس یا تعداد پیکسل هایی در تصویر است که دارای یک مقدار مشخص در محور x هستند. به صورت کلی این هیستوگرام یک نمای کلی از ویژگی های تصویر ارائه میدهد، مانند:

روشنایی:

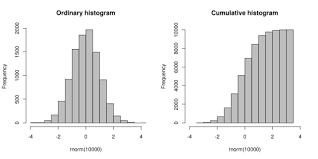
هیستوگرام که انحراف به چپ داشته باشد یعنی مقادیر پایین تر باشند، بیانگر تصویر تیره هستند. یک هیستوگرا که انحراف به سمت راست داشته باشد یک تصویر روشن را نشان میدهد.

کنتراست:

هیستوگرام یک طیف وسیعی از شدت کنتراست را نشان میدهد. یک هیستوگرام متمرکز در یک محدوده باریک نشان دهنده کنتراست کم است.

همچنین این هیستوگرام میتواند بیانگر مقادیر رایج در تصویر هستند.

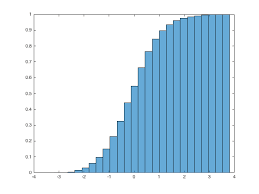
این یک توضیح مختصری از هیستوگرام عادی بود تا بهتر بتوانیم به تفاوت های این 2 برسیم.



هیستوگرام تجمعی:

یک هیستوگرام تجمعی تعداد تجمعی پیکسل ها را تا یک سطح شدت مشخص نشان می دهد، که از هیستوگرام عادی گرفته شده است. این هیستوگرام بیانگر موارد زیر است:

تعداد کل (یا نسبت) پیکسل‌هایی را که تیره‌تر یا مساوی با یک سطح شدت مشخص هستند. یک معیاری از توزیع شدت ارائه میدهد. از هیستوگرام تجمعی میتوان برای افزایش کنتراست با پخش مقادیر رایج شدت/کمیت استفاده کرد. این هیستوگرام همیشه یک تابع یکنواخت افزایشی است. اگر محور Y هیستوگرام را با تقسیم هر مقدار بر تعداد کل پیکسل های تصویر کنید، تابع توزیع تجمعی CDF را بدست میاوریم. از مهم ترین کاربرد ها میتوان به equalization استفاده کرد. CDF مستقیما برای ایجاد یک تابع نگاشت استفاده میشود که شدت پیکسل ها را برای دستیابی به هیستوگرام هموار تر توزیع میکند و در نتیجه کنتراست سراسری را افزایش میدهد، به ویژه در تصاویری که شدت ها در آن خوشه بندی شده است. همچنین در هموار ساز ها مانند CLAHE استفاده میشود تا کنتراست را افزایش بدهد بدون اینکه نویز تقویت شود و هموار سازی صورت بگیرد.



در ادامه در یک جدول تفاوت های مهم این 2 را قرار میدهیم:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| CDF | Regular | feature |
| تعداد جمع شده همه شدت ها | تعداد یک شدت خاص | Y-AXIS |
| تعداد پیکسل ها را از سطح صفر تا سطح فعلی جمع میکند. | در هر سطح پیکسل را میشمرد | Calculation |
| همیشه یکنواخت افزایشی است. | هم نقطه ماکسیموم هم نقطه مینیموم دارد | shape |
| Histogram equalization | تحلیل توزیع | Primary use |

بخش ب

برای پیاده سازی بهتر است تا حدودی با این روش ها آشنا شویم.

معادل سازی هیستوگرام (histogram equalization) به این صورت عمل میکند که توزیع مجدد مقادیر شدت پیکسل یک تصویر را برای هموار تر کردن هیستوگرام است. این به طور کلی کنتراست کلی تصویر را افزایش میدهد، به خصوص زمانی که محدوده شدت قابل استفاده تصویر فشرده شود. این با محاسبه تابع توزیع تجمعی (CDF) هیستوگرام تصویر و استفاده از آن به عنوان یک تابع نگاشت برای شدت پیکسل کار میکند. اگر چه که HE سراسری با کل تصویر به طور یکنواخت برخورد میکند. اگر یک تصویر دارای مناطقی با سطوح روشنایی بسیار متفاوت باشد ( مثلا یک آسمان روشن و یک پس زمینه تاریک)، HE سراسری ممکن نویز را در مناطق نسبتا یکنواخت افزایش دهد یا نتواند کنتراست را به اندازه کافی در مناطقی که بیشر به آن نیاز دارند، افزایش دهد. برای حل این مشکل ما سراغ AHE میرویم که معادل سازی تطبیقی است یعنی ما یک سری بلوک های محلی در نظر میگیریم و معادل سازی در آنها صورت میگیرد که باعث میشود که افزایش کنتراست با ویژگی های محلی در هر بلوک سازگار شود. مشکل AHE این است که میتواند به طور قابل توجهی نویز را در مناطق نسبتا همگن تقویت کند. این به این دلیل است که هیستوگرام در چنین مناطقی بسیار متمرکز است و یکسان سازی این محدوده باریک را به شدت گسترش میدهد و تغییرات کوچک نویز را بسیار برجسته میکند. برای حل این مشکل به سراغ CLAHE میرویم. که AHE را با یک محدودیت در کنتراست میسازد، قبل اینکه برای هر بلوک CDF را محاسبه بکند. مانند قبل هست همه مراحل فقط بعد از محاسبه برای هر بلوک، برای هر هیستوگرام، حداکثر ارتفاع مجاز ("محدودیت CLIP") تعیین می شود. هر bin هیستوگرام که از این حد تجاوز کند "قطع میشود"، به این معنی که تعداد اضافی حذف می شود. بعد از آن، تعداد کل حذف شده از همه bin های قطع شده به طور مساوی بین همه bin های موجود در هیستوگرام توزیع می شود. این تضمین می کند که تعداد کل (مساحت زیر هیستوگرام) ثابت باقی می ماند. با برش و توزیع مجدد، CLAHE از تسلط هر مقدار شدت منفرد (یا محدوده کوچک) بر تبدیل جلوگیری می‌کند و در نتیجه تقویت نویز را در مناطق تقریباً یکنواخت محدود می‌کند. بعد از آن تابع توزیع تجمعی (CDF) از هیستوگرام اصلاح شده (بریده شده و توزیع شده) برای هر بلوک محاسبه می شود. بعد از آن رای تعیین مقدار شدت جدید برای یک پیکسل، شدت آن با استفاده از CDF های بلوک های اطراف نگاشت می شود. از آنجایی که یک پیکسل ممکن است دقیقاً در مرکز یک بلوک نباشد، درون یابی دوخطی معمولاً بین توابع نگاشت مشتق شده از چهار مرکز بلوک استفاده می شود. این امر انتقال هموار بین بلوک ها را تضمین می کند. به طور خلاصه، CLAHE کنتراست محلی را مانند AHE افزایش می دهد، اما با محدود کردن شیب CDF (و در نتیجه ضریب افزایش) در هر منطقه محلی، از مشکل تقویت بیش از حد نویز جلوگیری می کند.

گزارش کار

بخش ج

برای انجام این بخش به عنوان از خود open cv document استفاده کرده ایم که [لینک](https://docs.opencv.org/4.x/d8/dc8/tutorial_histogram_comparison.html) منبع مورد نظر قابل دسترسی است.