



دانشکده مهندسی کامپیوتر

تمرین سری ۵ بینایی کامپیوتر

نام درس

مبانی بینایی کامپیوتر

نام دانشجو

زهرا انوریان

نام استاد درس

دکتر محمدی

پاییز ۱۳۹۹

سوال ۱: عملگر Robert یکی دیگر از عملگرهای تشخیص لبه است. در مورد این عملگر تحقیق کنید. مزایا و معایب آن را نسبت به عملگر Sobel بیان کنید. (۲۰ نمره)

پاسخ: ایده‌ای که در پشت عملگر Roberts وجود دارد این است می‌تواند گرادیان یک تصویر را از طریق تمایز گسسته تخمین بزند که با محاسبه‌ی مجموع مربعات تفاضل پیکسل‌های مجاور مورب حاصل می‌شود. هر تشخیص‌دهنده‌ی لبه باید دارای این ویژگی‌ها باشد: لبه‌های تولید شده باید کاملاً مشخص شده باشند، پس زمینه باید تا حد ممکن سر و صدای کمتری ایجاد کند و شدت لبه‌ها باید تا حد ممکن با آنچه انسان درک می‌کند مطابقت داشته باشد. پس رابرت معادلات زیر را ارائه داد که در آن x مقدار شدت اولیه و z مشتق محاسبه شده است و i و j نیز مکان در تصویر را نشان می‌دهد. پس نتایج این عملیات این است که تغییرات شدت را در جهت مورب برجسته می‌کند. یکی از مزایای این عملگر سادگی آن است اما در برابر نویز حساس است.

$$y_{i,j} = \sqrt{x_{i,j}}$$

$$z_{i,j} = \sqrt{(y_{i,j} - y_{i+1,j+1})^2 + (y_{i+1,j} - y_{i,j+1})^2}$$

همانطور که می‌دانیم هر دو عملگر Sobel و Roberts از عملگرهای کلاسیک و مشتق مرتبه‌ی اول هستند ولی از آنجا که عملگر Roberts از دو ماتریس 2×2 (شکل ۲) برای تغییرات جهت در راستای x و y استفاده می‌کند، پیاده‌سازی آن راحت‌تر و اجرای آن سریع‌تر از عملگر Sobel است که دارای دو ماتریس 3×3 (شکل ۱) برای تغییرات جهت در راستای x و y استفاده می‌کند ولی عملگر Sobel نسبت به عملگر Roberts به نویز حساسیت کمتری دارد پس دقت نتیجه‌ی آن از عملگر Roberts بالاتر است.

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

G_y G_x

شکل ۱: ماتریس‌های عملگر Sobel

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$$

G_x G_y

شکل ۲: ماتریس‌های عملگر Roberts

لینک:

https://en.wikipedia.org/wiki/Roberts_cross

<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.402.1860&rep=rep1&type=pdf>

https://www.isip.piconepress.com/courses/msstate/ece_4773/projects/1997/group_image/paper/paper1.pdf

سوال ۲: قبلاً در کلاس با عملگر لاپلاسین آشنا شدید و همانطور که میدانید از این عملگر نیز میتوان برای تشخیص لبه استفاده کرد. اما غالباً در عمل برای تشخیص لبه از همان عملگرهای Sobel و Canny استفاده می‌شود. چرا عملگر لاپلاسین عملگر خوبی برای تشخیص لبه نیست؟ ۳ دلیل را ذکر کنید. (۱۵ نمره)

پاسخ: ۱. عملگر لاپلاسین از عملگرهای مشتق مرتبه‌ی دوم است که این عملگرها نسبت به عملگرهای مشتق مرتبه‌ی اول مانند Sobel و Canny نسبت به نویز تصویر حساس‌تر هستند و هرچه نویز تصویر بیشتر باشد تشخیص لبه‌ی آن‌ها سخت‌تر و در نهایت نتیجه‌ی دلخواه را ندارد.

۲. همچنین اندازه‌ی آستانه‌گذاری شده‌ی عملگر لاپلاسین، لبه‌های دوتایی تولید می‌کند.

۳. و همچنین نمی‌تواند جهت لبه‌ها را تشخیص دهد.

لینک:

http://ict.udlap.mx/people/oleg/docencia/imagenes/chapter4/image_441_is548.html

سوال ۳: الف) وقتی می‌گوییم یک عملگر لبه‌یاب isotropic است؛ منظور چیست؟ (۱۰ نمره)

پاسخ: اندازه‌ی لبه در همه‌ی جهت‌گیری‌ها یکنواخت است.



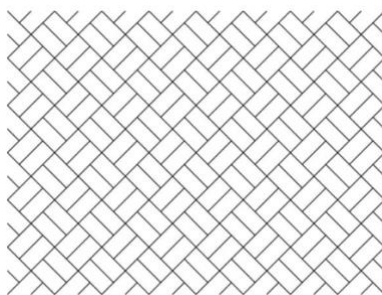
ب) لبه‌یابی را مثال بزنید که این خاصیت را داشته باشد. (۵ نمره)

پاسخ: Zero crossing - Gaussian smoothing

لینک:

<https://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/isotrop.htm>

سوال ۴: با توجه به دانشی که تا به حال از فیلترها و عملگرهای تشخیص لبه بدست آوردید؛ دو فیلتر 3×3 طراحی کنید که فیلتر اول تنها لبه‌هایی که زاویه‌ی 45° درجه (یا همان 225° درجه؛ زیرا این دو زاویه هم راستا هستند) دارند، بدست آورد و فیلتر دوم فقط لبه‌هایی که زاویه‌ی 135° درجه (یا همان 315° درجه؛ زیرا این دو زاویه هم‌راستا هستند) دارند، بدست آورد. به منظور اطمینان از درستی عملکرد فیلترها، هر کدام از فیلترها را با تصویر زیر (jpg.1) کانوالو کنید و نتایج را نمایش دهید. (۲۰ نمره)



پاسخ: برای بدست آوردن لبه‌هایی که دارای زاویه‌ی 45° درجه هستند کافیهست کرنل زیر را در عکس اعمال کنیم و برعکس همین کرنل را برای بدست آوردن لبه‌های 135° درجه، با عکس کانوالو می‌کنیم.

$$\begin{bmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & -2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \\ -2 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

45-degree edges



135-degree edges



سوال ۵: در این سوال قرار است لبه‌یاب Canny را به صورت مرحله به مرحله پیاده‌سازی کنید و آن را بر روی تصویر jpg.2 اعمال کنید. بدین منظور شما تنها مجاز هستید از توابع پایه مانند کانولوشن استفاده کنید. مراحل انجام کار به ترتیب در فایل HW5.ipynb توضیح داده شده است و توابع هر مرحله مشخص شده است. لطفاً توضیحات را به دقت بخوانید و موارد خواسته شده را پیاده‌سازی کنید. (۳۰ نمره)

پاسخ: ابتدا کرنل گوسی را با توجه به فرمول زیر بدست آورده و به عکس اعمال می‌کنیم تا عکس را هموار سازیم.

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

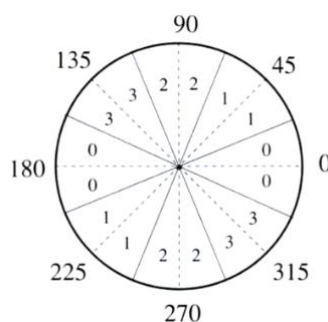
سپس با توجه به کرنل‌های عملگر Sobel آن‌ها را با عکس کانالو می‌کنیم و با توجه به فرمول‌های زیر، اندازه و زاویه‌ی گرادیان را بدست می‌آوریم.

$$k_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, k_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

$$magnitude = \sqrt{I_x^2 + I_y^2}$$

$$theta(x, y) = \arctan\left(\frac{I_y}{I_x}\right)$$

سپس برای حذف مقادیر غیر بیشینه زاویه‌ها را تقسیم‌بندی می‌کنیم و گرادیان هر نقطه را با توجه به جهت گرادیان با نقاط اطراف آن (3x3) مقایسه می‌کنیم. درواقع ماکزیمم می‌گیریم و اگر گرادیان آن نقطه از ماکزیمم کمتر بود، آن را صفر می‌کنیم. درواقع آن را حذف می‌کنیم.



سپس برای آستانه‌گذاری دو مرحله‌ای گرادیان همه‌ی نقاط را چک می‌کنیم. به این صورت که آن‌هایی که کوچکتر از آستانه‌ی پایین هستند را صفر می‌کنیم و آن‌هایی که بزرگتر از آستانه‌ی بالاست، لبه هستند و یک می‌کنیم ولی آن‌هایی که بین این دو آستانه‌ی پایین و بالا هستند، به اصطلاح ضعیف هستند و باید چک شود که به طور غیرمستقیم به لبه متصل هستند یا نه و همچنین آیا در نقاط اطراف لبه وجود دارد یا نه. در آخر نتایج بدست آمده به صورت زیر است.

Input image



Blur



Gradient Intensity



Non Max Suppression



Double Threshold



Output image

