



بسمه تعالی
درس طراحی سیستم‌های نهفته مبتنی بر FPGA
پروژه درسی: پیاده‌سازی فیلتر تشخیص لبه با استفاده از رابط Avalon

پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
دکتر بیژن علیزاده

دستیار آموزشی:
نگار آقاپور n.aghapour.s@gmail.com
نیمسال اول ۱۴۰۱-۱۴۰۲

موعد تحویل: ۹ بهمن ۱۴۰۱

اهداف تمرین

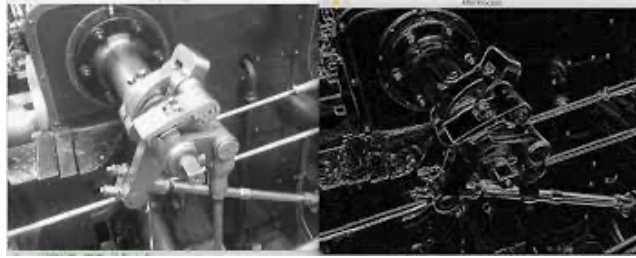
✓ آشنایی با رابط Avalon Streaming

مقدمه‌ای بر پردازش تصویر

الگوریتم‌های پردازش تصویر با اعمال فرآیندهایی بر روی تصویر ورودی، اطلاعات و ویژگی‌هایی تصویری به دست می‌آورند. یکی از مهم‌ترین و بنیادی‌ترین فرآیندهای پردازشی که در بسیاری از تکنیک‌ها و الگوریتم‌های پردازش تصویر وجود دارد، الگوریتم تشخیص لبه است. از جمله کاربردهای تشخیص لبه می‌توان به جداسازی «اشیاء» موجود در تصویر، مانند تشخیص و جداسازی چشم‌ها، ابرو، بینی و لب در صورت انسان به منظور تشخیص چهره انسان در تصویر اشاره کرد. مبنای عملکرد الگوریتم تشخیص لبه، شناسایی نقاطی در تصاویر دیجیتال که دارای اختلاف روشنایی زیادی نسبت به نقاط همسایه هستند، می‌باشد. به طور کلی، روش‌های تشخیص لبه به دو دسته روش‌های مبتنی بر جستجو و مبتنی بر عبور از صفر تقسیم‌بندی می‌شوند.

- در روش‌های مبتنی بر جستجو، در ابتدا معیارهایی نظیر اندازه گرادیان محاسبه شده و قدرت لبه‌ها با استفاده از این معیارها مشخص می‌گردد. سپس جهت بردار لبه‌ها به صورت محلی (جهت گرادیان) به صورت تخمینی محاسبه شده و در نهایت جهت بردار مربوط به بزرگترین اندازه گرادیان مشخص می‌شود و لبه‌ها تشخیص داده می‌شود.

- در روش‌های مبتنی بر عبور از صفر، مشتق مرتبه دوم تصویر ورودی محاسبه شده و نقاطی که مشتق دوم آن‌ها از صفر عبور می‌کند، جستجو شده و لبه‌های موجود در تصاویر شناسایی می‌شوند. روش‌هایی نظیر تشخیص لبه Canny، عملگر Prewitt و عملگر Sobel، جزء روش‌های تشخیص لبه مبتنی بر گرادیان هستند.



شکل ۱- استفاده از فیلتر sobel در تشخیص لبه‌ها

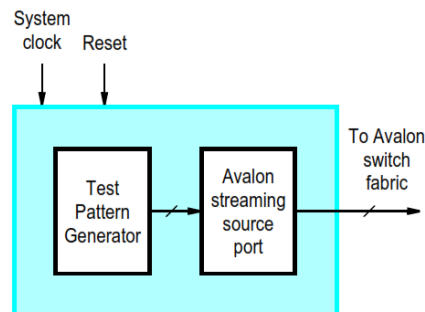
در این پروژه تصمیم داریم یک تصویر را به عنوان ورودی دریافت کرده و استفاده از فیلتر sobel لبه‌های تصویر را مشخص کنیم.

۱- فیلتر Sobel

کاربرد اصلی فیلتر sobel در پردازش تصویر و بینایی ماشین، تشخیص لبه تصاویر است. در این فیلتر، تخمینی از گرادیان هر پیکسل تصویر محاسبه می‌شود. با توجه به اینکه گرادیان پیکسل‌ها نسبت به تغییر رنگ واکنش نشان می‌دهند، از این ویژگی برای تشخیص لبه استفاده می‌شود. این فیلتر به صورت یک IP core با نام Edge detection در بین IP core های آماده ارائه شده توسط شرکت Altera ارائه شده است. بدین صورت که یک تصویر grayscale به عنوان ورودی به سیستم داده شده و تصویر لبه‌ها به عنوان خروجی مشخص می‌شود. اطلاعات بیشتر در مرجع [۱] ارائه شده است.

۲- Test-pattern generator

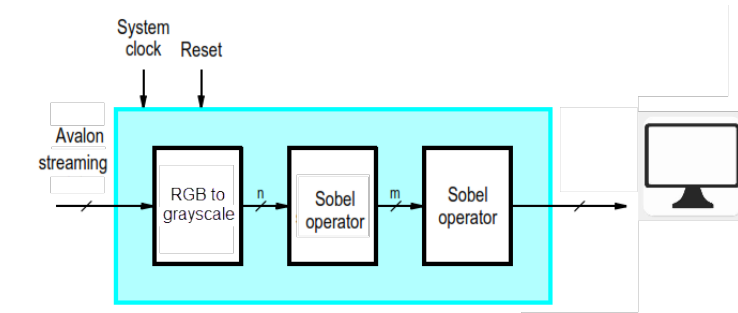
با استفاده از IP core مربوط به test-pattern generator می‌توان تعدادی از تصاویر از پیش آماده شده توسط شرکت Altera را به صورت یک video stream تولید کرد. این هسته یک تصویر RGB تولید می‌کند که با استفاده از Avalon streaming interface خود، تصویر تولید شده را به خروجی تحویل می‌دهد. بلوک دیاگرام این IPcore در شکل ۲ نمایش داده شده است. اطلاعات بیشتر در مرجع [۱] ارائه شده است.



شکل ۲. بلوک دیاگرام Test Pattern Generator core

شرح پروژه

در این پروژه قرار است که یک تصویر را به عنوان ورودی دریافت کرده و با اعمال فیلتر sobel، لبه‌های تصویر را مشخص کرده و تصویر نهایی را بر روی مانیتور نمایش دهید. این کار را یک بار با استفاده از ip core های آماده و یک بار هم بدون استفاده از آن‌ها انجام دهید و خروجی دو روش را با هم مقایسه کنید.



شکل ۳. بلوک دیاگرام نهایی پروژه

گام اول: استفاده از IP core

در ابتدا، با استفاده از IP core مربوط به test-pattern generator یک تصویر تست RGB ایجاد کرده و سپس با استفاده از روش مناسب (استفاده از HDL coder در متلب یا نوشتن کد HDL)، آن را به یک تصویر grayscale تبدیل کنید. حال تصویر به دست آمده را به عنوان ورودی به IP core مربوط به edge detection دهید تا لبه‌های تصویر مشخص شود. در مرحله نهایی، تصویر لبه‌های به دست آمده را بر روی نمایشگر نمایش دهید.

گام دوم: بدون استفاده از IP core

در این مرحله نیاز است که به جای استفاده از IP core مربوط به edge detection، فیلتر sobel را با استفاده از کد HDL (وریاگ، VHDL و...) طراحی کنید و در سیستم مرحله قبل، جایگذاری نمایید. خروجی این طراحی را نیز بر روی نمایشگر نمایش دهید.

مراجع

[1] "Video IP Cores for Altera DE-Series Boards" online:
https://people.ece.cornell.edu/land/courses/ece5760/DE1_SOC/Video_core.pdf

موفق باشید.