



طراحی کامپیوتری سیستم‌های دیجیتال

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پروژه سوم: شبکه عصبی کانولوشنی

دستیاران آموزشی:

محبوبه فخیره، مهدی محمدی نسب، پرمیدا ضرغامی، مونا مجتهدی

توضیحات پروژه

شبکه های عصبی کانولوشنی^۱ یا به اختصار **CNN**، یکی از محبوب ترین شبکه های عصبی عمیق هستند که برای پردازش تصویر و شناسایی الگوها استفاده می شوند. این شبکه ها ابتدا تصویر ورودی را دریافت می کنند، سپس با استفاده از لایه های مختلف کانولوشن، اطلاعات مهم تصویر را استخراج و تحلیل می کنند. در یک شبکه کانولوشنی، ورودی تصویر از طریق لایه کانولوشن به چندین قسمت تقسیم شده و هر قسمت با استفاده از یک فیلتر یا کرنل^۲ به یک نقطه در خروجی تبدیل می شود. سپس با استفاده از لایه فشرده سازی^۳، اندازه تصویر کاهش داده می شود. این فرایند تکرار می شود تا اطلاعات مهم تصویر به صورت خلاصه شده استخراج شود. در نهایت، با استفاده از لایه تمام متصل^۴، ویژگی های استخراج شده از تصویر به یک یا چند خروجی نهایی متصل می شوند که ممکن است برای شناسایی الگوهای مختلف در تصویر مورد استفاده قرار گیرند.

Convolutional Neural Networks^۱

Kernel^۲

Pooling^۳

Fully Connected^۴

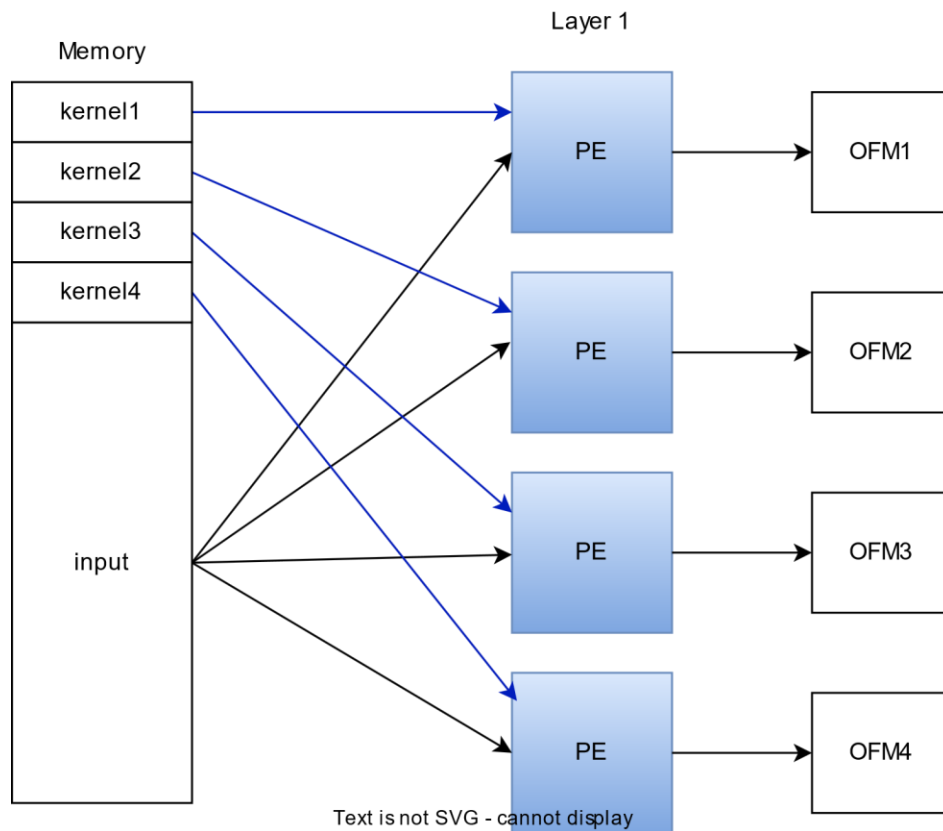
به منظور پیاده‌سازی یک شبکه کانولوشنی، این تمرین در دو فاز انجام می‌شود:

۱- فاز اول: پیاده‌سازی یک لایه کانولوشنی

اولین قدم برای پیاده‌سازی این دسته از شبکه‌ها، پیاده‌سازی واحد انجام عملیات کانولوشنی است. این عملیات معادل مجموعه‌ای از ضرب و جمع‌هایی است که توسط واحد **MAC** قابل پیاده‌سازی است. شما قبلاً این واحد عملیاتی را در **TakeHome** پیاده‌سازی کرده‌اید.

هدف ما در این تمرین پیاده‌سازی یک لایه کانولوشنی است که برای دستیابی به این هدف، قصد داریم بجای استفاده از یک واحد **MAC**، از چندین واحد **MAC** به صورت موازی استفاده کنیم. این واحدهای عملیاتی ورودی‌های یکسان ولی فیلترهای مجزایی دریافت می‌کنند، در نتیجه هر واحد عملیاتی مسئول ایجاد یک واحد خروجی است.

شکل ۱ شمایی از معماری که باید پیاده‌سازی شود را نشان می‌دهد. در این شکل تعداد واحدهای محاسباتی ۴ در نظر گرفته شده است.



شکل ۱- شمایی از معماری پیشنهادی

در مثالی که در شکل پیداست، باتوجه به اینکه ۴ واحد عملیاتی وجود دارد، ۴ کرنل در حافظه پشت سر هم قرار گرفته‌اند و پس از آن، ورودی که بین تمامی واحدهای عملیاتی مشترک است در حافظه جای داده شده است. خروجی‌های تولید شده نیز در حافظه‌های نظیر هر واحد عملیاتی نوشته خواهند شد. توجه کنید که اندازه ورودی $16 * 16$ و هر کرنل $4 * 4$ است.

۲- فاز دوم: اتصال چند لایه کانولوشنی

توجه کنید که این دو فاز به یکدیگر وابسته بوده و طراحی شما باید به‌گونه‌ای باشد که قابلیت استفاده برای تمرین بعدی را نیز داشته باشد.

تغییرات مورد نیاز در پیاده‌سازی TakeHome:

- حافظه خارجی (حافظه‌ی حاوی ورودی‌ها، فیلتر و خروجی) در این تمرین تنها شامل ورودی و تمامی فیلترهای مورد نیاز برای واحدهای عملیاتی مختلف است، این فیلتر پشت سر هم در حافظه قرار گرفته‌اند. آدرس شروع ورودی‌ها **x** و آدرس شروع مجموعه فیلترها **y** است.
- هر واحد عملیاتی یک واحد حافظه برای ذخیره‌سازی خروجی‌های تولید شده دارد که از آدرس شروع **z** می‌توان در آن نوشت.

مواردی که در حین پیاده‌سازی باید در نظر بگیرید:

- برای یادآوری و درک بهتر پروژه، توصیه می‌شود که توضیحات مربوط به بخش **Take home** امتحان میانترم را مرور کنید و از عملکرد صحیح طراحی و کد خود اطمینان حاصل کنید.
- در این پروژه هر واحد **MAC** دارای حافظه خروجی مجزایی بوده و تمام **MAC** ها مستقل از دیگری اجرا می‌شوند. البته توجه کنید که این واحدها کاملاً سنکرون هستند.
- تعیین تعداد **MAC** ها به صورت پارامتری در نظر گرفته شود.

مواردی که باید در این فاز تحویل دهید:

- لازم است که **DataPath** و **Controller** این طراحی کشیده شده و در گزارش آورده شود.
- در بخش پیاده‌سازی کدی بنویسید که بتواند تعدادی **MAC** (که به صورت پارامتری قابل تعیین است) را به صورت موازی اجرا کرده و نتایج در حافظه نظیر آن ذخیره شود.

توجه: انجام این تمرین به صورت گروه‌های دونفره خواهد بود.

نکات پایانی

- برای فاز دوم تمرین، لازم است فایل های HDL و **testbench** خود را مطابق ساختار توضیح داده شده در **trunk/doc** در **subdirectory** های **trunk** آپلود کنید. همچنین، اطمینان حاصل کنید که با اجرای **trunk/sim/sim_top.tcl** تست بنچ شما اجرا می‌شود. برای اجرای این اسکریپت می‌توانید از دستور زیر در **Modelsim** استفاده کنید:

>> do <sim_file>

- لازم است فرمت خروجی مدار شما دقیقاً مطابق ساختار مطرح شده برای ورودی باشد. توجه کنید که صحت کارکرد مدار شما با تست های آماده بررسی خواهد شد.
- فایل ها و گزارش خود را تا قبل از موعد تحویل هر فاز، با نام‌های **CAD_HW3_P1_<SID>.zip** و **CAD_HW3_P2_<SID>.zip** به ترتیب در محل های مربوطه برای فاز اول و دوم در صفحه درس آپلود کنید.
- هدف از این تمرین، یادگیری شماسست! در صورت کشف تقلب، مطابق با قوانین درس برخورد خواهد شد.
- در صورت داشتن هرگونه سوال یا ابهام از طریق ایمیل های زیر با دستیاران آموزشی در ارتباط باشید.

m.fakhire17@gmail.com

mahdimn2011@yahoo.com