عنوان پروژه: نگاشت کاربرد در NOC

هدف: ارزیابی زمان اجرای یک کاربرد نگاشت شده در یک NOC

شرح موضوع پروژه: در این پروژه قصد داریم یک کاربرد که بصورت سطح بالا بوسیله یک SDF زماندار بیان می‌شود را در یک NOCی با ابعاد $n \times n$ نگاشت کرده و زمان اجرای آن را بدست آوریم. شکل ۱–الف یک نمونه NOC و شکل ۱–ب یک توصیف SDF نمونه از یک کاربرد را نشان می‌دهد. NOC بصورت یک شبکه اتصالی از ۱۶ سویچ با آرایش ماتریسی مطابق شکل۱–الف انجام می‌شود. پیش از شرح جزئیات NOC به چند نکته در مورد نگاشت SDF در NOC اشاره می‌کنیم.

۱- در نگاشت کاربرد هر یک از عملگرهای SDF به عنصر محاسباتی (PE) که شماره آن بصورت برچسب در کنار عملگر نوشته شده است نگاشت می‌شود.

۲- در ارزیابی زمان اجرای کاربرد، علاوه بر زمان اجرای عملگرها باید زمان ارتباط بین PEها نیز در نظر گرفته شود.

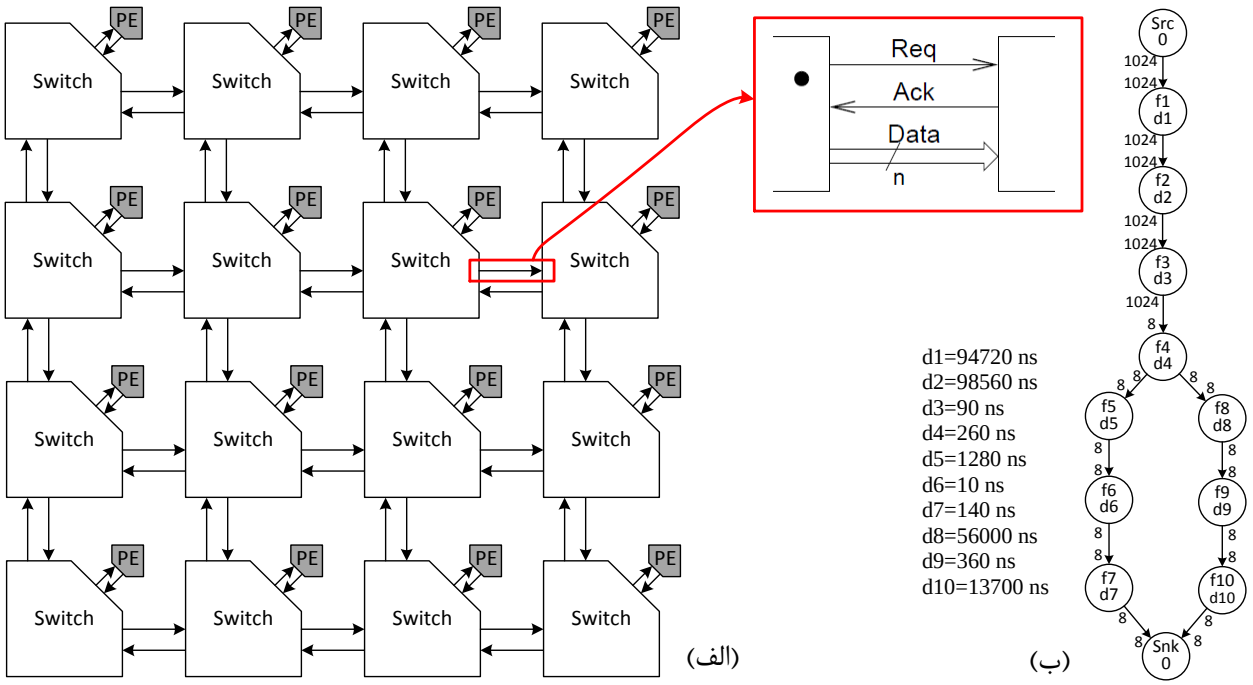
۳- اجرای عملگرها در یک PE باید به ترتیبی که در SDF مشخص داده شده انجام شود. ولی در جایی که SDF دارای موازات کامل یا موازات خط لوله است اجرای عملگرها درNOC نیز به همان شکل موازی انجام خواهد شد.

۴- موضوع موازات شرح داده شده در بند ۳ برای دو ارتباط موازی و نیز برای همزمانی اجرای یک عملگر و یک تبادل اطلاعات نیز صدق میکند

۵- ارتباط بین دو PE از طریق یک مسیر (path) شامل تعدادی پیوند (link) صورت می‌گیرد.

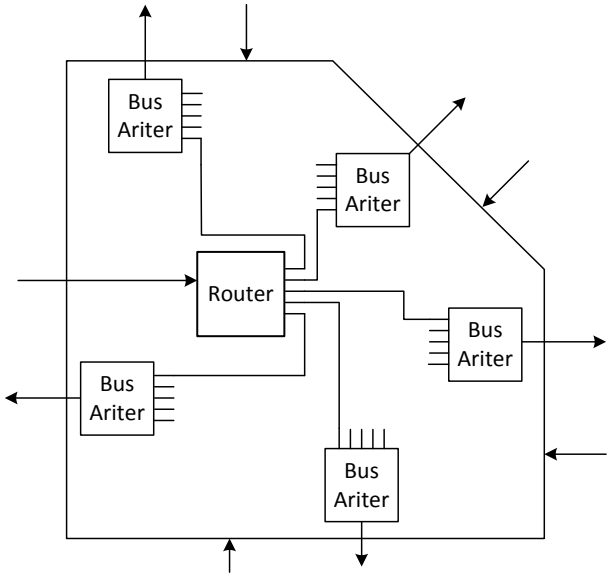
۶- ارتباط همزمان (موازی) دو مسیر که حداقل یک پیوند مشترک دارند ممکن نیست و ارتباط باید بنوبت صورت گیرد.

۷- ممکن است دو عملگر به یک PE نگاشت شده باشد. در این صورت نیز اجرای همزمان آن دو عملگر ممکن نیست و اجرای آنها باید بنوبت صورت گیرد.



شکل ۱: الف) یک NOC با ابعاد ٤ در ٤ (ب) گراف SDF یک کاربرد

شرح جزئیات پیاده سازی NOC: هر سویچ امکان اتصال دو طرفه به سویچ های مجاور (بالا، پایین، چپ و راست) را دارد. از آنجا که NOC برای ارتباط بین هسته های پردازشی در درون یک تراشه استفاده می‌شود هر سویچ علاوه بر ارتباط با سویچ های مجاور ارتباط دو طرفه با یک هسته پردازشی را نیز فراهم می‌کند. هر ارتباط دو طرفه شامل یک ارتباط رفت و یک ارتباط برگشت است که در شکل ۱ هر ارتباط با یک پیکان نشان داده شده است. هر پیکان در واقع شامل یک ارتباط ۱۲ سیمه برای عبور داده و دو سیم رفت و برگشت برای Hand-shaking است.



شکل ۲:ساختار داخلی یک سویچ

ساختار داخلی یک سویچ در شکل ۲ نشان داده شده است. یک سویچ دارای ۵ درگاه ورودی و ۵ درگاه خروجی است سویچ باید بسته به آدرس مقصد داده ورودی که از هر درگاه ورودی دریافت می‌کند آن را به یکی از ۵ درگاه خروجی هدایت کند. در شکل ۳ بطور خلاصه فقط ارتباط یک درگاه ورودی به ۵ درگاه خروجی را رسم شده و سایر ارتباطات نیز می‌تواند مشابه آن در نظر گرفته شود. داده‌ی دریافتی برای تعیین مسیر وارد مسیریاب (Router) می‌شود. مسیر یاب بر اساس ۴ بیت بالای داده‌ی ۱۲ بیتی (که آدرس مقصد داده است) و با مکانیزم حرکت افقی سپس عمودی (مسیریابی XY) داده را به یکی از خروجی ها مسیر دهی می‌کند. اگر آدرس مقصد برابر موقعیت جاری سویچ باشد داده را به هسته پردازشی متصل ارسال می‌کند. در آستانه درگاه خروجی داده باید از یک Bus Arbiter اجازه خروج بگیرد. علت نیاز به Bus Arbiter این است که ممکن است بطور همزمان چند مسیر یاب یک درگاه خروجی را انتخاب کرده باشند و چند داده متفاوت بخواهند همزمان از طریق یک پورت خروجی به سمت مقصد خود عبور کنند. Bus Arbiter بصورت چرخشی (Round Robin) به داده‌های ورودی اجازه عبور می‌دهد. تاخیر انتقال هر بایت داده از مبدا به مقصد وابسته به طول مسیر (تعداد پیوندهای مسیر L) و تاخیر انتقال هر بایت از هر پیوند است و با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود که در آن D_{link} تاخیر یک لینک است. تاخیرهای سیگنال‌های دست تکانی را طوری تنظیم کنید که تاخیر کل مسیر از فرمول زیر پیروی کند. مقدار D_{link} را برابر 10ns در نظر بگیرید.

$$D_{path}=L\times D_{link}$$

مراحل پیشنهادی برای انجام پروژه:

- موارد زیر را بصورت جداگانه طراحی کرده و با نوشتن یک Testbench مخصوص آزمایش نمایید:
  - یک مسیریاب با یک ورودی و ۵ خروجی (هر ورودی و خروجی شامل ۱۲ بیت داده و دو سیگنال کنترلی)
  - یک Bus Arbiter با ۵ ورودی و یک خروجی (هر ورودی و خروجی شامل ۱۲ بیت داده و دو سیگنال کنترلی)

- با تکرار ۵ نمونه از هر یک از موارد فوق و اتصال مناسب بین آنها یک سویچ طراحی کرده و با نوشتن یک Testbench مخصوص آن را آزمایش نمایید.
- با تکرار ۱۶ نمونه سویچ طراحی شده و اتصال مناسب آنها یک NOC بسازید و با نوشتن یک Testbench مخصوص آن را آزمایش نمایید.
- برای هر یک از عملگرهای نگاشت شده یک process بنویسید که داده های ورودی را گرفته و پس از یک تاخیر معادل زمان اجرای عملگر مربوطه داده های خروجی را به عملگر بعدی ارسال نماید.
- کد VHDL پروژه را در محیط Modelsim نوشته شبیه‌سازی نمایید و زمان یک دور اجرای کامل کاربرد را بدست آورید. توجه کنید که باید امکان تغییر زمان اجرای عملگرها و تاخیر ارتباطی پیوندها وجود داشته باشد و پاسخ سیستم برای هر مقدار داده شده صحیح باشد.