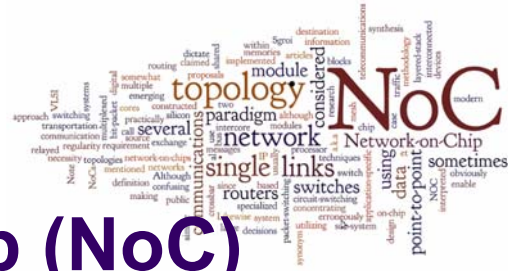


Network on a Chip (NoC)



Elías Todorovich
Arquitectura I - Curso 2015



Motivación

- La interconexión es un componente crítico en sistemas complejos y computadoras paralelas porque
 - el rendimiento es muy sensible a la latencia y *throughput* de la interconexión
 - y la interconexión consume una fracción importante de la energía del sistema.



Buses Comerciales On-chip



- AMBA (Advanced Microcontroller Bus Architecture, 1996):
 - Se usa como bus on-chip para procesadores de ARM.
 - Es una familia de buses:
 - Advanced System Bus (ASB)
 - Advanced Peripheral Bus (APB)
 - Advanced eXtensible Interface (AXI)
 - Advanced High-performance Bus (AHB)
- Wishbone, de Opencores
- CoreConnect, de IBM

Qué son las NoCs?



- La NoC es un subsistema de comunicaciones dentro de un circuito integrado.
 - En las NoCs se aplican tanto los conceptos de redes de comunicaciones como el diseño de sistemas digitales de alta velocidad.
 - Tienen ventajas importantes sobre los buses: mejoran la **escalabilidad** de los sistemas en un chip (SoC), mejoran el consumo de energía.



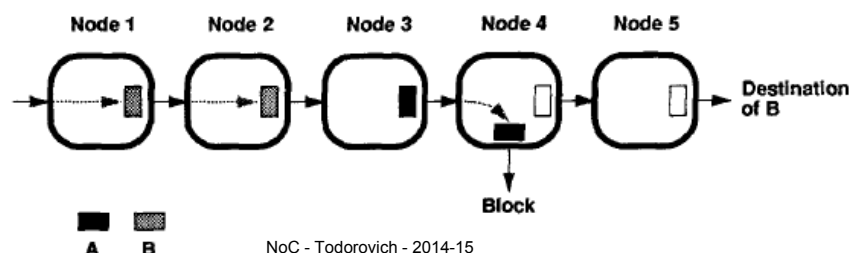
Arquitectura de las NoC

- La arquitectura de una NoC se caracteriza por su:
 - Topología: la manera que se organizan sus nodos y conexiones.
 - Routing: especifica cómo un paquete elige un camino en el grafo anterior.
 - Flow control: asignación de recursos (buffers y canales) a los paquetes a medida que recorren su camino en la red.

Arquitectura de las NoCs: Virtual Channels



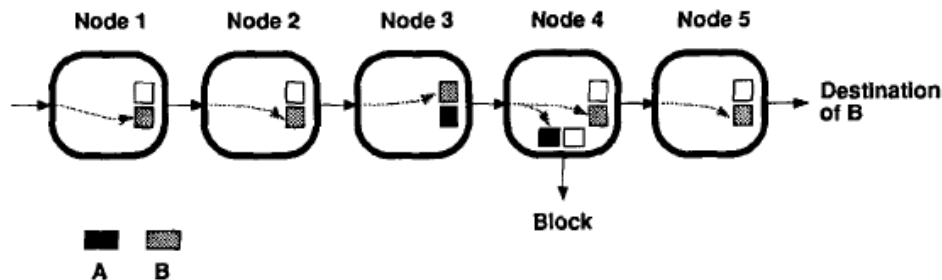
- Recursos de las NoC: buffers y channels
- La primer solución es asociar un buffer a cada channel, pero...
- Si un paquete A se asigna al buffer b, ningún otro paquete B puede usar el channel c hasta que A libere b.



Arquitectura de las NoCs: Virtual Channels



- Los canales virtuales desacoplan la asignación de canales de la asignación de buffers.
- Si el paquete A está bloqueado en el buffer b_0 , se permite el paso del paquete B del buffer b_1 , ambos asociados al channel c.



NoC - Todorovich - 2014-15

9

NoCs vs. buses



- En las NoCs las conexiones están estructuradas de manera que se optimizan sus propiedades eléctricas.
- En las NoCs las conexiones se comparten entre muchas señales, lo cual proporciona paralelismo.
 - En los buses hay un cable por cada señal.
 - Las NoCs ofrecen el aumento de performance que los sistemas complejos necesitan.
 - Las estructuras de comunicaciones anteriores no ofrecen tanta escalabilidad.

NoC - Todorovich - 2014-15

10



NoCs vs. buses

- En los buses, al no compartirse las conexiones, ocupan mucha area, y terminan limitando la performance. Además consumen mucha potencia.
- Las NoCs mejoran performance (3X) y potencia (10X). El precio es que diseñar una NoC requiere más tiempo.
 - Ese costo de diseño se reparte por la reusabilidad de las NoCs.



NoCs vs. redes de datos

- Las NoCs deben ser pequeñas, rápidas, y consumir poca energía.
- Area de las NoCs:
 - El algoritmo de *routing* debe ser sencillo para implementarse con poca lógica.
 - El número y tamaño de los buffers debe ser mínimo.

Características de las NoCs modernas



- Concurrencia:
 - Virtual channels
 - Non-blocking flow control
 - Quality of service (QoS): Sirve para cumplir las restricciones de rendimiento, latencia, *jitter*, etc. como cuando se comunica audio o video, es decir, sirve en sistemas de tiempo real a nivel de microsegundos.

Características de las NoCs modernas



- Sockets para diversos protocolos
 - Las NoCs usan agentes que desacoplan el periférico de la NoC.
 - Ajustan diferencias en el ancho de los datos, endianess, frecuencia de reloj, y protocolos.
 - ARM (Advanced eXtensible Interface) AXI3/AXI4
 - ARM AXI ACE (Limited AXI Coherency Extensions)
 - OCP (Open Core Protocol) 3.0
 - Los periféricos lentos conectados a ARM AHB y APB se acceden mediante bridges.

Características de las NoCs modernas



- Manejo de múltiples dominios de power, voltage y reloj.
 - Power management a nivel de microsegundos.

NoCs comerciales



- Sonics Inc. (<http://www.sonicsinc.com/>)
 - IP generado mediante herramientas EDA:
 - SonicsSX
 - SonicsGN
- ARM Limited (<http://www.arm.com/>)
 - CoreLink NIC-400
 - CoreSight
 - for advanced multicore debug and trace.



