

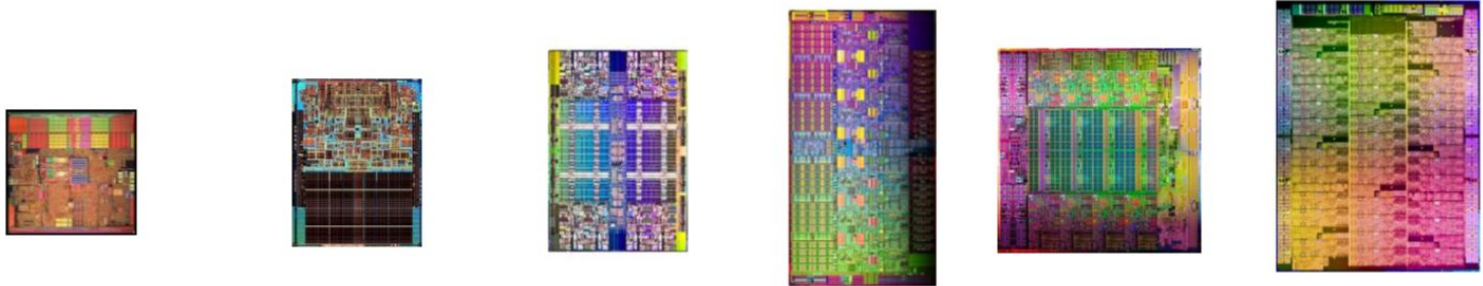
SuperComputação

Aula 4 – Instruções vetoriais

2019 – Engenharia

Igor Montagner, Luciano Soares [<igorsm1@insper.edu.br>](mailto:igorsm1@insper.edu.br)

Arquiteturas modernas de CPU



Images not intended to reflect actual die sizes

	64-bit Intel® Xeon® processor	Intel® Xeon® processor 5100 series	Intel® Xeon® processor 5500 series	Intel® Xeon® processor 5600 series	Intel® Xeon® processor E5-2600 series	Intel® Xeon Phi™ Co-processor 5110P
Frequency	3.6GHz	3.0GHz	3.2GHz	3.3GHz	2.7GHz	1053MHz
Core(s)	1	2	4	6	8	60
Thread(s)	2	2	8	12	16	240
SIMD width	128 (2 clock)	128 (1 clock)	128 (1 clock)	128 (1 clock)	256 (1 clock)	512 (1 clock)

Instruction pipelining

- Não reduz latência de uma tarefa
- Aumenta a taxa de execução de tarefas

Instr. No.	Pipeline Stage						
1	IF	ID	EX	MEM	WB		
2		IF	ID	EX	MEM	WB	
3			IF	ID	EX	MEM	WB
4				IF	ID	EX	MEM
5					IF	ID	EX
Clock Cycle	1	2	3	4	5	6	7

Legend:

IF: Instruction Fetch

ID: Instruction Decode

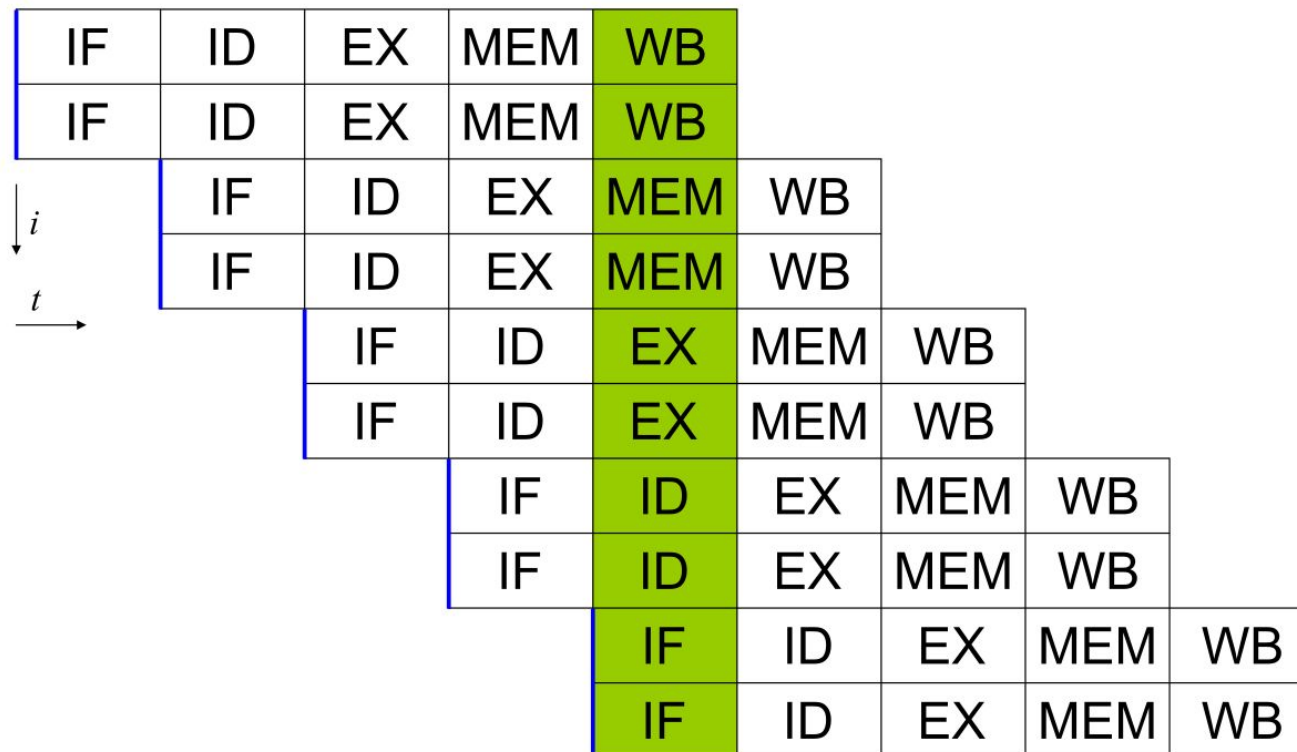
EX: Execute

MEM: Memory Access

WB: Register Write Back

Instruction pipelining

- Paralelismo em nível de instrução!

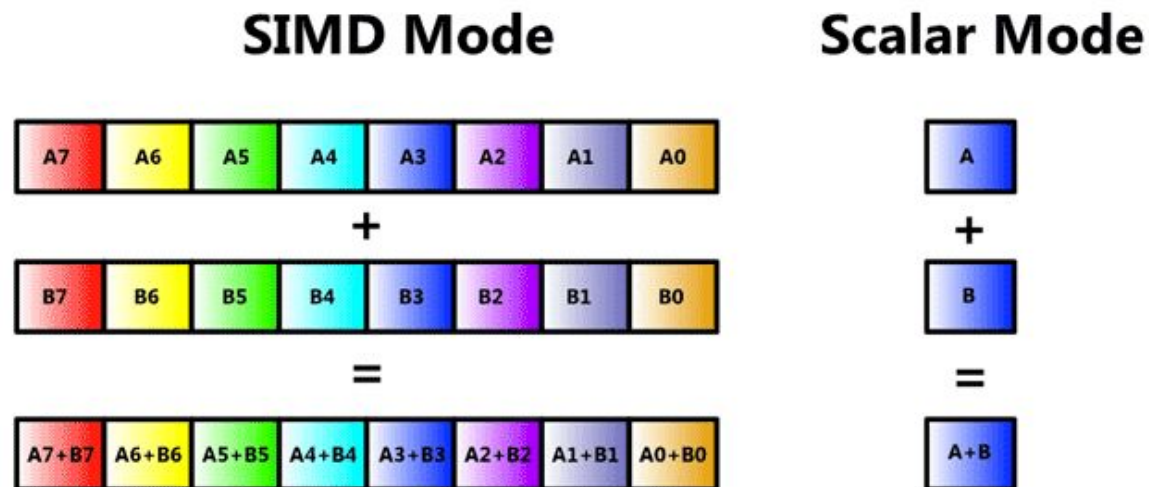


Instruction pipelining



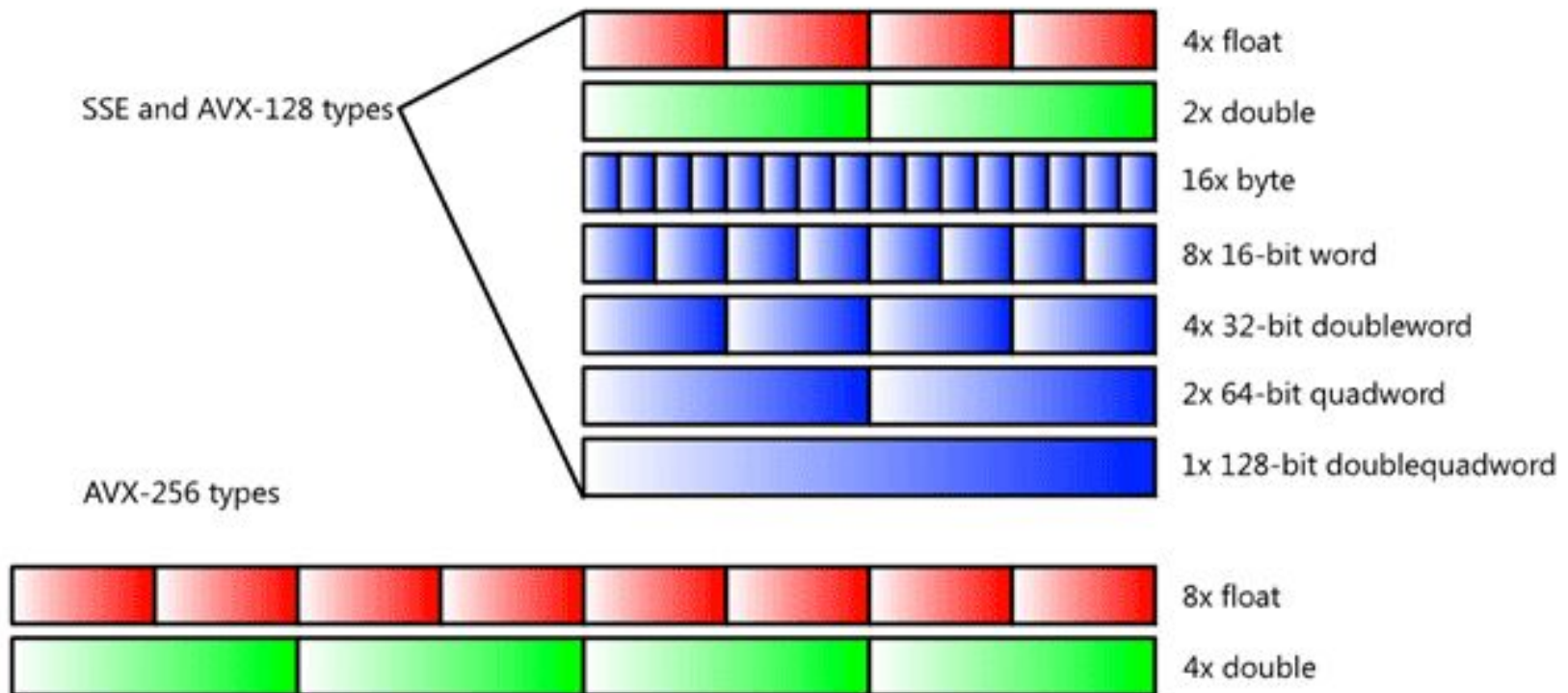
Base para as vulnerabilidades Spectre e Meltdown

Single Instruction Multiple Data (SIMD)



- Processamento de itens de dados em conjunto
- Operações aritméticas básicas
- Operações comuns mais complexas

Single Instruction Multiple Data (SIMD)



Suporte a vetores cada vez maiores

Arquiteturas modernas de CPU

- Menos velocidade de clock
- Mais núcleos
- Mais trabalho efetuado por clock (pipelining)
- Vetorização (SIMD)

Atividade 1 -- 5 minutos

Exercícios “Capacidade dos Registradores”

Atividade 2 -- 10 minutos

Exercícios “Instruções vetoriais”

Discussão I

código - godbolt

Discussão I

De onde vem os ganhos de desempenho na versão vetorizada automaticamente?

Discussão I

De onde vem os ganhos de desempenho na versão vetorizada automaticamente?

- Número menor de instruções executadas
- Número menor de pulos
 - Instruções J^* estragam o pipeline da CPU
- 2 somas pelo preço de uma

Atividade 3 -- 40 minutos

Exercícios “Aplicando autovetorização”

Atividade final

Parte final do “Projeto 0”

Referências

- Livros:

- Hager, G. ; Wellein, G. **Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers**. 1ª Ed. CRC Press, 2010.

- Artigos:

- Firasta, Nadeem, Mark Buxton, Paula Jinbo, Kaveh Nasri, and Shihjong Kuo. "Intel AVX: New frontiers in performance improvements and energy efficiency." *Intel white paper* 19 (2008): 20.
- Jeong, Hwancheol, Sunghoon Kim, Weonjong Lee, and Seok-Ho Myung. "Performance of SSE and AVX instruction sets." *arXiv preprint arXiv:1211.0820* (2012).

- Internet:

- <https://monoinfinito.wordpress.com/series/vectorization-in-gcc/>
- <https://software.intel.com/en-us/articles/introduction-to-intel-advanced-vector-extensions>
- <https://software.intel.com/en-us/isa-extensions>
- <https://tech.io/playgrounds/283/sse-avx-vectorization/autovectorization>
- <https://software.intel.com/sites/landingpage/IntrinsicsGuide/>
- <https://www.codeproject.com/Articles/874396/Crunching-Numbers-with-AVX-and-AVX>

Inspire

www.inspire.edubr