



## The new Intel Xscale Microarchitecture

Arquitecturas de Computador

ICCA03



Nuno Ricardo Carvalho de Sousa

## Intel Xscale

### • Sistemas Embebidos

- Fazem parte do nosso dia-a-dia (telemóveis, PDAs, vídeo jogos, etc.)
- Cerca de 98% dos microprocessadores são processadores embebidos e não PCs.
- Tecnologicamente avançados (frequências de clock até 400 Mhz)
- Elevada performance com baixo custo de energia.

## Intel Xscale

### • Objectivos da arquitectura

- Atingir elevada performance
- Baixo consumo energético



Uso de técnicas para maximização de eficiência.

## Intel Xscale

### • Características

|  |   |   |  |  |
|--|---|---|--|--|
| <b>Instruction Cache</b><br>32 Kbytes<br>32 Ways<br>Lockable by line | <b>Micro-processor</b><br>7 Stage pipeline                            | <b>Data Cache</b><br>Max 32 Kbytes<br>32 Ways<br>WR - Back or<br>WR - Through<br>Hit under miss | <b>Data Ram</b><br>Max 28 Kbytes<br>Re-Map of data cache | <b>Mini-Data Cache</b><br>2 Kbytes<br>2 Ways |
| <b>Branch Target Buffer</b><br>128 Entries                           | <b>IMMU</b><br>32 Entry TLB<br>Fully associative<br>Lockable by entry | <b>DMMU</b><br>32 Entry TLB<br>Fully associative<br>Lockable by entry                           | <b>Fill Buffer</b><br>4 - 8 Entries                      |  |
| <b>Performance Monitoring</b>  | <b>Power Mgmt Ctrl</b>  | <b>MAC</b><br>Single Cycle Throughput (16*32)<br>16-Bit SIMD<br>40-Bit Accumulator              | <b>Write Buffer</b><br>8 Entries<br>Full Coalescing      |  |
| <b>Debug</b><br>Hardware Breakpoints<br>Branch History Table         |   |   | <b>JTAG</b>  |  |

## Intel Xscale

- Evolução ARM
  - V3 introdução de endereçamento 32 bits
  - V4 Adição de *halfword load and store*
  - V5 Melhoramento de *ARM Thumb internetworking* e adição de instruções em virgula flutuante.
- O intel Xscale está de acordo com V5 do ARM mas sem suporte de hardware para instruções em virgula flutuante

## Intel Xscale

- Mais valias
  - Intel Dynamic Voltage Management (consumo energia)
    - Permite controlar a voltagem (dinamicamente)
    - Escalonamento de frequência de acordo com o *workload*
    - Modos de baixo consumo



As aplicações podem ter on the fly a performance que necessitam fazendo o melhor aproveitamento da energia reduzindo a voltagem e frequência para poupar baterias.

## Intel Xscale

- Mais valias (cont.)
  - Intel Media Processing Technology (multimedia)
    - Dotou o processador de capacidades de acelerar os cálculos nos algoritmos de comunicação de voz e imagem
    - Mecanismos para reduzir o nº de instruções para executar uma determinada tarefa



Processador ganhou uma maior capacidade de aceleração de aplicações de vídeo, som e processamento de imagem

## Intel Xscale

- Mais valias (cont.)
  - Intel Superpipelined Microarchitecture (performance)
    - Permite o melhoramento de *throughput* e manuseamento de *interrupts*



Permite ao processador escalar velocidades de *clock* maiores (até 1Ghz)

## Intel Xscale

- Mais valias (cont.)

- Tecnologia ARM Thumb

- Arquitectura RISC tem como desvantagem a densidade de software (espaço necessário para guardar o software em memória)
- A arquitectura RISC necessita de mais memória que a CISC para guardar a mesma quantidade de código.



Compressão da densidade do software

## Intel Xscale

- Mais valias (cont.)

- Uso da MMU (Memory Management Unit)

- Previne o acesso dos programas a zonas de memória fora da zona a que foram assignados



Associa certas paginas de memória física com um espaço virtual que o programa pode aceder

Previne o programa de aceder a espaços “proibidos”

## Intel Xscale

- Técnicas de baixo consumo energético

- Clock Gating

- Serve para reduzir a capacitância associada aos *clocks*



O *chip* executa cada instrução usando apenas os transístores ou portas (gates) necessários

Como usa menos transístores para processar cada operação torna-se mais eficiente em termos de consumo

## Intel Xscale

- Técnicas de baixo consumo energético

- Através de programação

- Idle mode

- Modo de baixo consumo para paragens ligeiras do processador

- Sleep mode

- Reduz o consumo mais eficazmente e por períodos maiores.



- O processador passa 95% do tempo a “dormir”
- Pode mudar de estado em cerca de 50  $\mu$ s

## Intel Xscale

- Técnicas de baixo consumo energético
  - Formula do consumo de potência da CMOS:

$$P = C * f * V^2$$



Para reduzir a frequência

⇒ Frequência de bus dinâmica

Para reduzir a voltagem

⇒ Escalonamento de voltagem dinâmico

## Intel Xscale

Finalmente...

Será Intel Xscale uma boa arquitectura para uso nos sistemas embebidos?

## Intel Xscale

FIM