
LABORATORIO DI ARCHITETTURA DEI CALCOLATORI

lezione n° 22

Prof. Rosario Cerbone

rosario.cerbone@libero.it

<http://digilander.libero.it/rosario.cerbone>

a.a. 2006-2007

Pentium

- Processore Intel con bus a 32 bit. Introdotto nel 1993, è stato il successore dei processori 80486, ma è stato rapidamente sostituito dal Pentium MMX. Ha 3,1 milioni di transistor ed è arrivato a 200Mhz di velocità. Ha una cache di primo livello di 16 Kb e ha una doppia unità di calcolo.
-

Pentium

- Pentium II
- Processore Intel con bus a 32 bit della famiglia P6, di tipo superscalare, presentato nel 1997. Ha una cache di primo livello di 32Kb e di secondo livello di 512Kb (che funziona a metà della velocità del processore). E' chiuso in una apposita cartuccia che utilizza lo Slot 1, connettore esclusivamente Intel. Ha 7,5 milioni di transistor ed arriva ad una velocità di 450 Mhz. Ha 528 piedini, ridotti a 242 tramite la cartuccia. Ha una tripla unità di calcolo.

Pentium

- Pentium III
- Processore Intel con bus a 32 bit della famiglia P6, superscalare, di tipo SIMD (Single Instruction Multiple Data-Capacità di un processore di elaborare più dati con una singola istruzione. E' possibile grazie alla presenza di più unità di calcolo nel processore).
- I primi modelli sono stati prodotti ad una velocità di 400 e 500MHz. Ha una cache di primo livello di 32Kb ed una di secondo livello di 512Kb. Ha una doppia unità di calcolo in parallelo. E' stato prodotto con tecnologia da 0.25 micron ed è racchiuso in una cartuccia per lo Slot 1 con 242 piedini. Dispone del KMI (Katmai New Instructions), un set di 70 istruzioni per i calcoli geometrici necessari alla grafica in 3D e che sono in grado di operare calcoli in virgola mobile senza incorrere in errori di underflow.

Pentium

- Xeon:
- Processore Intel con bus a 32 bit della famiglia Pentium III, presentato nel 1999. E' stato costruito appositamente per lavorare in gruppi di due, quattro od otto in computer multiprocessore.
- Ha due unità di elaborazione, 64Kb di cache di primo livello e 512 Kb, 1 Mb oppure 2 Mb di cache di secondo livello (che funziona alla stessa velocità del processore). Ha 9,3 milioni di transistor, ha una velocità di 450 MHz ed oltre. E' chiuso in un cartuccia con 330 piedini ed utilizza lo Slot 2, appositamente creato.

Pentium

- Pentium Pro:
- Processore Intel con bus a 32 bit della famiglia P6, il primo di tipo superscalare ed a esecuzione dinamica*, presentato nel 1995. Ha una cache di primo livello di 16Kb ed una di secondo livello di 1Mb. Ha 5,5 milioni di transistor ed arriva a una velocità di 200 Mhz. Ha una tripla unità di calcolo. Utilizza il Socket 8, realizzato appositamente, con 387 piedini.
- (*)Modalità di lavoro di un processore per sveltire le operazioni. Dopo aver elaborato un'istruzione, nella eventuale pausa il processore cerca di "indovinare" quali elaborazioni saranno richieste dal software (o dall'utente) e le effettua in anticipo. Svolgendosi nelle pause, l'esecuzione dinamica non rallenta il lavoro, anzi, quando il processore ha indovinato la strada giusta, lo accelera considerevolmente.

Pentium

- Il **Pentium 4** è un microprocessore x86 di settima generazione prodotto da Intel, ed è il primo *design* originale di quest'ultima dai tempi del Pentium Pro, nel 1995
 - A partire dal Pentium Pro, si erano succeduti processori basati sull'architettura "P6", con marginali miglioramenti (il Pentium II, il Pentium III, ed i vari Celeron); il Pentium 4 invece si basa sulla nuova architettura NetBurst. Inoltre fu introdotto un velocissimo FSB a 400 MHz, formato in realtà da quattro bus a 100 MHz; tuttavia la larghezza di banda era pari a quattro volte quella di un bus a 100 MHz, e fu così considerato come un unico bus a 400 MHz (il competitor più veloce non andava oltre i 133 MHz effettivi).
-

Pentium

- L'architettura Netburst in pratica si riferisce ad un insieme di caratteristiche, le più importanti delle quali sono la "Hyper Pipelined Technology", la "Rapid Execution Engine" e la "Execution Trace Cache".
-

Pentium

- **Hyper Pipelined Technology**
 - Questo è il nome che Intel ha scelto per la pipeline a venti stadi prevista dall'architettura NetBurst. Questo è un aumento significativo, paragonato ai soli 10 stadi della pipeline del Pentium III. Una pipeline così lunga ha comunque degli svantaggi, in particolare un ridotto IPC (*Instructions Per Cycle* - istruzioni per ciclo di clock), mitigato però dalla possibilità di aumentare la velocità di clock. Un altro svantaggio è dato dal gran numero di stadi che devono essere ripercorsi nel caso in cui l'algoritmo di branch prediction faccia un errore (cache miss). Per limitare i danni (miss penalty) dovuti a tali inevitabili problemi, Intel ha introdotto le tecnologie "Rapid Execution Engine" e "Execution Trace Cache" e ha raffinato l'algoritmo di branching, migliorando notevolmente la hit rate.
-

Pentium

- Nonostante tutti questi miglioramenti, l'architettura NetBurst si è rivelata meno potente di quanto non si ritenesse. Con questa architettura Intel prevedeva di raggiungere velocità di clock di 10 GHz, ma all'aumentare della velocità di clock Intel ha dovuto affrontare problemi crescenti per la dissipazione del calore generato. Come risultato le ultime roadmap di Intel indicano chiaramente l'abbandono di NetBurst e l'adozione di nuove microarchitetture basate sul core dei Pentium M.
-

Pentium

- Intel ha annunciato che sostituirà NetBurst con una nuova architettura di ottava generazione
 - Presler, il core del futuro Pentium D che dovrebbe essere rilasciato nei primi mesi del 2006, sarà presumibilmente l'ultimo con tecnologia NetBurst. Il sostituto di ottava generazione di *Presler* sarà *Conroe*
-

Pentium

- *Per la sorpresa di molti tecnici del settore, il nuovo processore **Pentium 4** non migliorava il design P6 né nel calcolo intero, né in virgola mobile, generalmente considerati i fattori chiave nelle prestazioni di un processore. Furono sacrificate le prestazioni nel singolo ciclo di clock per guadagnare su due fronti: nella massima frequenza raggiungibile, e nelle prestazioni sfruttando le nuove librerie SSE2 che andavano ad aggiungersi alle precedenti SSE ed MMX.*
-

Pentium

- *Il Pentium 4 "svolge molto meno lavoro" in ogni ciclo di clock rispetto ad altre CPU (come ad esempio i vari AMD Athlon o i vecchi Pentium III), ma l'obiettivo iniziale di sacrificare le prestazioni sul singolo ciclo di clock era bilanciato dalla possibilità di aumentare molto velocemente la frequenza di funzionamento, caratteristica che portava comunque a ottime prestazioni paragonabili a quelle dei processori della rivale AMD, pur seguendo una strategia diversa. Tutto questo è andato avanti fino a quando il processore ha trovato problemi insolubili di eccessiva produzione di calore, poco prima di raggiungere i 4 GHz (fermandosi effettivamente a 3.8 GHz con il core Prescott), molto lontano dagli annunci entusiastici del lancio che parlavano di scalabilità fino a 10 GHz.*
-

Pentium

- *Alla metà del 2005, resasi conto che ormai la "corsa ai GHz" era finita, la casa produttrice ha spostato la sua attenzione sull'architettura del Pentium M, molto più efficiente a parità di frequenza di funzionamento, cominciando lo sviluppo di alcuni derivati dedicati al segmento desktop e piccoli server. Infatti l'architettura del Pentium M, è ottimizzata anche dal punto di vista energetico, ed è basata sul design del Pentium III. Questo significa essenzialmente che Intel è tornata al Pentium III e che del Pentium 4 sopravviverà solo il sistema del FSB, oltre ovviamente ad una serie di tecnologie collaterali come Hyper-Threading, SSE2, SSE3, EM64T e XD-bit.*
-

Pentium

- **Hyper-Threading** è una delle più pubblicizzate tecnologie sviluppate da Intel per migliorare le prestazioni dei propri processori. Introdotta inizialmente nel settore server, è poi giunta anche nel settore desktop a partire dal Pentium 4 a 3,06 GHz e 533 MHz di BUS. Successivamente è stata implementata in tutti i successivi modelli di Pentium 4, anche Prescott e nelle CPU dual core Pentium EE. Stando ad Intel, tale tecnologia avrebbe dovuto garantire un miglioramento delle prestazioni del 24% a prescindere dalla velocità di clock, ma i fatti hanno poi dimostrato che seppure ci sia effettivamente un certo miglioramento nelle prestazioni, tale aumento è di gran lunga più contenuto rispetto a quanto auspicato.

Pentium

- Cercando di semplificare il più possibile il concetto che sta alla base di questa tecnologia, possiamo dire che essa permette ad un processore di "sembrare" essere composto da due processori fisici (in realtà si tratta di due processori "logici"), dal momento che l'OS e gli altri programmi "credono" che in ogni momento ci siano veramente due processori fisici contemporaneamente al lavoro. I benefici sono doppi: durante il multitasking, Hyper-Threading permetterà di usare qualsiasi combinazione di applicazioni desktop, le eseguirà contemporaneamente, e comporterà un livello di benefici diverso a seconda delle applicazioni.

Pentium

- *Il Pentium M è stata un'innovazione radicale per Intel, in quanto non si tratta di una versione a basso consumo del Pentium 4, orientato al mercato desktop, ma è piuttosto una versione profondamente modificata del Pentium III (a sua volta una versione modificata del Pentium II che era un'evoluzione del vecchio Pentium Pro con l'aggiunta delle istruzioni MMX). È ottimizzato per un basso consumo, una caratteristica fondamentale per estendere la durata della batteria dei computer portatili.*

Pentium

- Per consumare, e riscaldare, molto meno di un processore per computer *desktop*, il Pentium M utilizza un clock molto inferiore rispetto al contemporaneo Pentium 4, ma con prestazioni molto simili (un Pentium M a 1,4 GHz tipicamente ha prestazioni confrontabili o superiori a quelle di un Pentium 4 a 2,4 GHz (con bus a 400 MHz, senza la tecnologia Hyper-Threading)).

Pentium

- Il Pentium M accoppia il nucleo di esecuzione del Pentium III con l'interfaccia di bus del Pentium 4, un migliorato interfacciamento tra *stage* di "decode" e di "execute", una migliore predizione dei salti, supporto per SSE, SSE2 e (dal processore Yonah in poi) SSE3, oltre ad una *cache* più grande. La *cache* secondaria, che in genere consuma molta potenza, utilizza un metodo innovativo di accesso per evitare attivazioni di sue parti a cui non si farà accesso. Altri metodi per limitare i consumi sono la frequenza di funzionamento variabile e un voltaggio ridotto, che permettono al Pentium M di "rallentare" (riducendo il *clock* tipicamente a 600 MHz) quando il sistema è inattivo o in modalità di risparmio energetico.
-

Athlon

- **Athlon** è il nome dato a diverse CPU progettate e prodotte da AMD. L'Athlon, o *Athlon Classic*, fu il primo processore della settima generazione di processori x86 di AMD denominata K7, in onore della precedente serie K6 anche se costruttivamente i processori erano differenti sotto molti aspetti. AMD ha continuato a chiamare Athlon anche l'ottava generazione dei propri processori (K8-Athlon 64).
-

Athlon

- L'Athlon originale debuttò il 21 agosto 1999 ed il nome Athlon fu scelto da AMD come diminutivo di "decathlon" per garantire una visibilità commerciale maggiore distaccandosi dai vecchi nomi dei propri processori come *K6* o *K5* che non avevano avuto un grande successo. La prima versione del core Athlon, chiamata *K7* o *Argon*, fu disponibile inizialmente in vendita con velocità comprese tra 500 e 700 MHz per Slot A. Più tardi fu introdotta una revisione del core *argon* chiamata *K75* (Rispettivamente i core *Pluto* e *Orion*) che riuscì ad arrivare alla soglia dei 1000 MHz grazie ad un nuovo processo produttivo (0,18 micron al posto dei vecchi 0,25 µm) ed a dei voltaggi operativi leggermente aumentati. Anche questa revisione del processore era compatibile come la prima con il set di istruzioni standard x86 e veniva inserito nella scheda madre meccanicamente in uno slot simile (ma non compatibile nei pin) allo Slot 1 del Pentium II, per l'appunto lo *Slot A*.
-

Athlon

- AMD concentrò molti sforzi nel miglioramento dell'unità floating-point del *K6* e vi inserì 2x64 KB di cache di primo livello. Come il Pentium II della Intel e il Pentium III, presentava una cache secondaria di 512KB, inserita esternamente al chip ma ancora all'interno del modulo dello Slot A e fatta funzionare ad una velocità minore del core: inizialmente alla metà (fino a 700 MHz), ma in seguito ai 2/5 (fino a 850 MHz) o anche a 1/3 (fino a 1 GHz) della velocità del core principalmente a causa dei costi e dei problemi di fornitura di una RAM di grosse dimensioni e dell'incapacità allora di integrare una grossa quantità di cache on-chip.
-

Athlon

- La seconda generazione dell'Athlon, core Thunderbird, debuttò il 4 giugno 2000. Questa versione dell'Athlon uscì in formato PGA e non più in formato *Card per Slot A*. Naturalmente, contemporaneamente all'uscita di questo nuovo processore, fu introdotto un nuovo socket per poterlo ospitare, il Socket 462 o, detto anche, *Socket A*. Furono prodotti comunque versioni del processore da 650 a 1000 Mhz per Slot A vista la richiesta di mercato. La più grande differenza rispetto ai predecessori fu la cache; come fece Intel quando sostituì il vecchio Pentium III Katmai col molto più veloce P-III Coppermine, AMD sostituì la cache esterna da 512 KB a velocità ridotta dell'Athlon Classic con 256 KB di una cache integrata sul chip a piena velocità, anche se può sembrare che metà cache possa far perdere in prestazioni la velocità molto elevata superava abbondantemente questo problema e permetteva prestazioni molto migliori rispetto alle vecchie versioni.
-

Athlon

- L'**Athlon XP** è un processore costruito da AMD nel 2001 per sostituire il predecessore Athlon Classic e cercare di riprendere la vetta del mercato. In termini di prestazioni, l'Athlon core Thunderbird aveva facilmente oscurato il rivale Pentium III, e i primi Pentium 4, molto in ritardo sulla tabella di marcia, erano appena usciti ed avevano prestazioni molto deludenti. Ad aprile 2001 oramai la situazione era cambiata, il P4 1.7 GHz diede avviso che l'Athlon Thunderbird non avrebbe potuto mantenere la leadership delle prestazioni per molto, e i problemi di calore e di consumo del design del Thunderbird indicavano che non era possibile portarlo oltre i 1400 MHz, infatti anche a quella velocità scaldava comunque troppo.
-

Athlon

- AMD rilasciò la prima versione dell'Athlon XP (considerata da molti anche come la terza versione dell'Athlon Classic) core Palomino il 14 maggio 2001. Questa versione, la prima a supportare le SSE già integrate nel Pentium III come anche il 3DNow! Professional della stessa AMD; fu inizialmente venduta a velocità comprese tra i 1333 e 1733 MHz. I maggiori cambiamenti furono l'ottimizzazione del core che garantì prestazioni superiori del 10% rispetto ad un Athlon Thunderbird dalla stessa frequenza di clock e, soprattutto, la riduzione del consumo elettrico e quindi delle temperature a cui operava la CPU. Quest'ultima mossa permise ad AMD di riuscire ad aumentare considerevolmente il limite massimo di clock a cui poteva spingere un proprio processore per riuscire a competere con la concorrenza.
-

Athlon

- **L**Athlon **X**P fu commercializzato con un sistema di PR rating, che comparava le sue prestazioni con quelle dell'Athlon Thunderbird. Dato che l'*IPC* (istruzioni per ciclo di clock) dell'Athlon XP era molto maggiore di quello del Pentium 4 (e circa il 10% in più del Thunderbird) esso è più efficiente e dà gli stessi risultati ad una velocità minore, e prestazioni maggiori alla stessa velocità, quindi in uno scontro puramente pubblicitario sui Ghz (sul quale Intel puntava in quegli anni) avrebbe perso contro la concorrente anche se magari, in sostanza, l'Athlon sarebbe stato più veloce.
-

Athlon

- L'**Athlon 64** (nomi in codice "ClawHammer", "Newcastle", "Winchester", "Venice" e "San Diego"), prodotto da AMD, è stato il primo processore desktop con supporto 64 bit della famiglia x86 (altri processori a 64 bit sono apparsi sul mercato in precedenza, da parte di Sun, Digital, Mips, IBM, anche se per lo più riservati al mercato workstation) ed è stato presentato al pubblico il 23 settembre 2003. È stato il primo processore della serie K8 per computer desktop e portatili.
 - Questo processore appartiene ad una famiglia di cui sono stati prodotti tre varianti: l'Athlon 64, l'Athlon 64 X2 (nomi in codice "Manchester", "Toledo" e "Windsor") e l'Athlon 64 FX. Tutte e tre le varianti, grazie alla tecnologia AMD64, implementano il supporto 64, 32 e 16 bit.
-

Athlon

- Importante nuova implementazione dell'Athlon 64 è il controller di memoria (chiamato generalmente col suo nome inglese, *memory controller*) integrato. Questo componente, di solito presente nel Northbridge, serve a mettere in comunicazione la CPU con la memoria. L'implementazione nel die del processore di questo componente fa sì che i segnali non debbano più percorrere l'FSB per arrivare al Northbridge e poi da lì andare alle memorie e viceversa, ma fa in modo che vi sia un dialogo diretto con la memoria. Inoltre, in questo modo, il memory controller funziona alla stessa frequenza (*clock*) del processore guadagnando così in termini di prestazioni. Questa implementazione, in sostanza, abbassa di molto la latenza (tempo di risposta) delle memorie guadagnando molto in termini di prestazioni.
-

Athlon

- Un'altra importante tecnologia implementata nell'Athlon 64 è il *Cool 'n' Quiet*, derivato dal precedente PowerNow! per CPU mobile e simile allo SpeedStep delle CPU mobile di Intel. Grazie a questa quando il processore non usa la sua massima potenza perché sta eseguendo solo pochi programmi in background il clock ed il voltaggio del processore stesso vengono abbassati. Questo fa sì che si riduca la quantità di corrente utilizzata ed il calore prodotto, passando da un TDP (*Thermal dissipation envelope*) dichiarato da AMD di 89 watt ad uno di appena 22 o 32 Watt (diminuendo il clock rispettivamente di 800 e 1000 Mhz).
-

PowerPc

- **PowerPC** è un'architettura di microprocessori RISC creata nel 1991 dall'alleanza Apple-IBM-Motorola, conosciuta come "AIM". PowerPC era il settore CPU della piattaforma dell'AIM, e ad oggi ne è l'unica parte che resta.
-

PowerPc

- L'AIM nacque, come racconta la storia, quando IBM cominciò a cercare il modo per abbassare i costi di sviluppo e di produzione della loro nuova architettura POWER. POWER (*Performance Optimization With Enhanced RISC*) fu introdotto con l'RS/6000 e fu un successo, ma IBM era comunque interessata in una versione a chip singolo per poter entrare in altri mercati.
 - IBM contattò Apple, che era in quel periodo alla ricerca di macchine RISC, per sapere se fossero interessati a POWER. La risposta fu positiva, ma la Apple era anche in qualche modo preoccupata di legarsi ad un'azienda considerata acerrima nemica da molti, e quindi cercarono di bilanciarne il peso coinvolgendo il loro fornitore di lunga data, Motorola, che poté così portare al tavolo un insieme di clienti aggiunti.
-

PowerPc

- In quegli anni Motorola aveva già un proprio design RISC incarnato nel 88000 che non stava andando bene nel mercato. Una spesso citata ragione per il suo fallimento era la mancanza di compatibilità con la loro diffusa serie 68000, già usata su Amiga e Macintosh.
 - Se la nuova soluzione POWER a singolo chip avesse potuto essere comparabile a livello hardware con l'88000, ciò avrebbe consentito sia ad Apple che a Motorola di immettere sul mercato delle nuove macchine molto più velocemente. Il più grave problema dell'88000 (e di tutti i design precedenti di Motorola) era che la CPU era big-endian, mentre POWER era little-endian.
-

PowerPc

- Il risultato di queste svariate esigenze e requisiti fu la specifica PowerPC. Tutti sembravano avere vinto:
- IBM ottenne la CPU a singolo chip che stava cercando.
- Apple poté usare una delle più potenti CPU RISC sul mercato, e un'ampia pubblicità sui media grazie al marchio IBM.
- Motorola riuscì ad avere un chip RISC aggiornato, con un notevole potenziale commerciale, grazie alla disponibilità di IBM e Apple a fare da *testimonial*.

PowerPc

- Il PowerPC è stato progettato con principi RISC, e consente un'implementazione superscalare. Esistono versioni sia con implementazione 32 bit che a 64 bit. Partendo dalla specifica di base POWER, il PowerPC ha aggiunto:
 - modalità big o little-endian (che richiedono un reboot per lo switch).
 - singola precisione in virgola mobile in aggiunta alla doppia precisione.
 - istruzioni floating point (su richiesta di Apple).
 - una specifica completa a 64 bit, compatibile con la modalità a 32 bit

PowerPc

- La prima implementazione su singolo chip del design fu l'MCP601, un ibrido delle specifiche POWER1 e PowerPC, rilasciato nel 1992. Questo consentì al chip di essere usato da IBM nelle sue piattaforme esistenti basate su POWER1, sebbene portò a qualche problema quando si passò alla seconda generazione di design PowerPC "puri". Apple continuò il lavoro su una nuova linea di computer Macintosh basata sul chip, e li lanciò come "Power Macintosh" basati sul 601 il 14 marzo 1994.
-

PowerPc

- Anche IBM ebbe la sua linea completa di desktop basati su PowerPC costruita e pronta per essere venduta; sfortunatamente non avevano un sistema operativo pronto. IBM decise di riscrivere completamente OS/2 specificamente per il PowerPC. Apple, che non aveva un OS basato su PowerPC, prese una strada diversa. Riscrisse solo i pezzi essenziali del sistema operativo e quindi scrisse un emulatore 680x0 che poteva eseguire le altre parti dell'OS e le applicazioni basate su 68K. IBM impiegò 2 anni a riscrivere OS/2 per PowerPC ed allora fu troppo tardi. I desktop PowerPC non furono mai immessi sul mercato.
-

PowerPc

- La seconda generazione fu "pura" e incluse il 603 di fascia bassa e il 604 di fascia alta. Il 603 è noto per il suo bassissimo costo e bassissimo consumo. Questo fu un obiettivo di design da parte di Motorola, che usò il progetto 603 come base per tutte le implementazioni future dei chip PPC. Apple provò ad usare il 603 nel nuovo laptop ma non fu possibile a causa della piccola cache di primo livello di 8K. L'emulatore del 68000 nel Mac OS non riusciva ad entrare in essa rallentando drasticamente le prestazioni. Il 603e risolse questo problema con 16KB di cache L1, che consentì all'emulatore di essere eseguito in maniera efficiente
-

PowerPc

- La prima implementazione a 64-bit fu il 602, ma sembra sia stata usata pochissimo. Arrivò in ritardo ed era più lento di quanto promesso, e IBM usò il suo POWER3, offrendo nessuna soluzione "small" a 64-bit fino all'introduzione nel tardo 2002 del PowerPC 970. Il 970 è un processore a 64-bit derivato dal processore per server POWER4.
-

PowerPc

- Numericamente, il PowerPC è il più diffuso nei controllori delle auto. In questo ruolo, Motorola ha offerto un enorme numero di versioni costruite attorno al core 603. A questo hanno aggiunto diverso hardware custom, per consentire l'I/O sul singolo chip. I processori PowerPC sono usati negli Apple Macintosh, nei computer RS/6000 di IBM.
-