

---

# Calcolatori Elettronici

## Famiglie di processori

---

Ing. Gestionale e delle Telecomunicazioni  
A.A. 2008/09  
Gabriele Cecchetti

---

## Famiglie di processori

- Sommario:
  - Famiglie principali
  - Famiglia motorola
  - Famiglia Intel – IA32
- Riferimenti
  - C. Hamacher,  
“Introduzione  
all’architettura del  
Calcolatore”, cap. 12.

---

Famiglie Intel e Motorola

# FAMIGLIE PRINCIPALI

---

## Suddivisione per Taglia

- Processori a 8 bit:
    - microcontrollori, calcolatori di processo industriale (semplici), dispositivi mobili (semplici), smart-card
  - Processori a 16 bit:
    - microcontrollori, calcolatori di processo industriale, dispositivi mobili (medi)
  - Processori a 32 bit:
    - calcolatori di uso personale e server di rete, dispositivi mobili complessi
  - Processori a 64 bit e oltre:
    - per calcolatori potenti o supercalcolatori multi-processore
-

---

## Famiglie Principali

- ARM: 32 bit, tipo RISC
  - HP Precision Architecture: 32 bit, tipo RISC
  - SUN SPARC: 32 bit, tipo RISC
  - Intel Architecture (IA):
    - IA-8 e IA-16: 8 e 16 bit, tipo CISC
    - IA-32: 32 bit, prima di tipo CISC poi progressivamente mix di caratteristiche CISC e RISC
    - IA-64: 64 bit, in sviluppo, con struttura parallela
  - Motorola: 16 e 32 bit, essenzialmente di tipo CISC con qualche caratteristica RISC
  - e altre ancora ... (si veda il testo)
- 

---

Caratteristiche principali

## FAMIGLIA MOTOROLA

---

## Caratteristiche

- Famiglia essenzialmente a 16 e 32 bit.
  - Ha repertorio di istruzioni di complessità media.
  - Ha numerosi modi di indirizzamento.
  - Ha molte istruzioni di tipo ortogonale o quasi.
  - Contiene processori usati principalmente come micro-controllori o per realizzare calcolatori di uso personale.
  - La complessità e la prestazione sono crescenti con il tempo.
  - E infine comprende la sotto-famiglia **ColdFire**, costituita da micro-controllori di tipo *embedded*.
- 

---

## Motorola 68000

- È il processore a 16 bit descritto nel testo.
  - Ma lavora anche con dati da 8 e 32 bit.
  - È il capostipite della famiglia Motorola.
  - Fondamentalmente è di tipo CISC.
  - Il bus indirizzi è da 24 bit soltanto.
  - Non ha sistema di cache integrato sul chip.
  - Non ha unità MMU integrata sul chip.
  - Non è di tipo pipelined.
  - Avvia un'istruzione macchina sola per volta, e in media impiega più cicli di clock per eseguire un'istruzione.
-

---

## Motorola 68020

- È un processore a 32 bit, ancora molto simile a 68000.
  - Lavora anche a 8 e 16 bit, dinamicamente.
  - La cache istruzioni è ospitata sul chip del processore:
    - 64 posizioni da 4 byte (dettagli nel testo)
  - Ha indirizzamento allineato e disallineato.
  - E ha alcuni nuovi modi di indirizzamento (si veda di seguito).
- 

---

## Modo con Indice Completo

- Sintassi GAS e interpretazione (in RTL):

$$(spi., Ai, Rj.S * F)$$

$$\text{i.e.} = spi. + [Ai] + ([Rj] .S \times F)$$

- Segnale di taglia di registro S da 8, 16 e 32 bit.
  - Fattore di scala di indirizzo F da 1, 2 e 4 byte.
-

---

## Modo Post-Indicizzato

- Sintassi GAS e interpretazione (ha due spiazamenti):

$$((\text{spi. base}, Ai), Rj.S * F, \text{spi. esterno})$$
$$\text{i.e.} = \underbrace{[\text{spi.base} + [Ai]]}_{\text{accesso a memoria}} + ([Rj] .S \times F) + \text{spi.esterno}$$

- Prima attua il meccanismo di base (registro Ai).
  - Poi accede a memoria per leggere l'indirizzo indiretto.
  - Poi attua il meccanismo di indice (registro Rj).
  - E infine accede al dato.
- 

---

## Modo Pre-Indicizzato

- Sintassi GAS e interpretazione (ha due spiazamenti):

$$((\text{spi.base}, Ai, Rj.S * F), \text{spi.esterno})$$
$$\text{i.e.} = \underbrace{[\text{spi.base} + [Ai] + ([Rj] .S \times F)]}_{\text{accesso a memoria}} + \text{spi.esterno}$$

- Prima attua i meccanismi di base e indice (nell'ordine).
  - Poi accede a memoria per leggere l'indirizzo indiretto.
  - E infine accede al dato.
-

---

## Motorola 68030 e 68040

- 68030: processore a 32 bit
    - la cache dati è ospitata sul chip del processore (oltre a quella istruzioni):
      - 16 posizioni da 16 byte (dettagli nel testo)
    - ha una MMU ospitata sul chip del processore
  - 68040: processore a 32 bit
    - ha una ALU virgola mobile IEEE 754 e le relative istruzioni macchina aritmetiche
    - la MMU è potenziata (e sta sul chip del processore)
    - e ha qualche caratteristica (ancorché limitata) di parallelismo interno (pipeline a due stadi)
- 

---

## Motorola 68060

- Processore a 32 bit.
  - È di tipo pipelined e superscalare.
  - Contiene varie pipeline a 4 stadi.
  - Ha unità ALU replicate e usate in parallelo.
  - Avvia fino a 3 istruzioni macchina per ciclo di clock.
  - Le cache istruzioni e dati ospitate sul chip del processore sono potenziate (8 K byte ciascuna).
  - La MMU è potenziata (con tabella TLB).
  - E fa uso di tecniche di gestione sofisticate per risolvere i conflitti nelle pipeline.
-

---

## Famiglia ColdFire

- Sono processori di tipo embedded (incorporati nel sistema dove sono usati), progettati per uso come controllori.
  - Si basano sul nucleo del processore M68060, con modifiche ad hoc.
  - Sono integrati su un solo chip con un insieme variabile di interfacce di I/O.
  - E sono disponibili anche in versione macro-cella (cioè modificabile da parte dell'acquirente).
- 

---

Caratteristiche principali

## FAMIGLIA INTEL 32 BIT – IA 32

---

## Caratteristiche

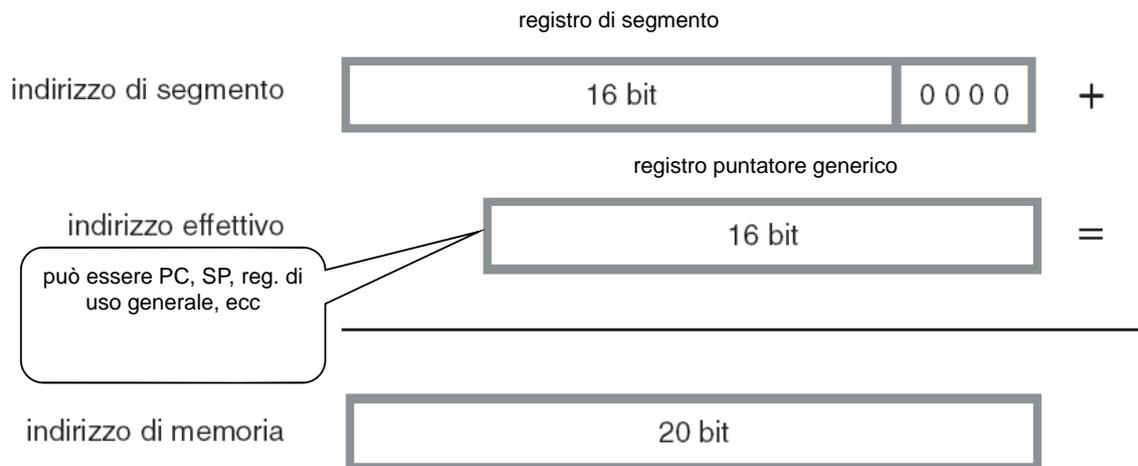
- Famiglia a 32 bit:
    - è preceduta dalla famiglia a 16 bit (IA-16) e prima ancora dalla famiglia a 8 bit (IA-8)
    - è seguita dalla famiglia a 64 bit (IA-64)
  - Ha repertorio di istruzioni di complessità elevata, e con continue aggiunte al nucleo base.
  - Ha numerosi modi di indirizzamento, ma le istruzioni sono relativamente poco ortogonali.
  - Contiene processori di larga diffusione commerciale e di uso molto diversificato.
  - La complessità e la prestazione sono crescenti.
- 

---

## Precursori - 80086 e 80286

- Sono processori da 16 bit (dato e indirizzo), con repertorio di istruzioni abbastanza ampio che, esteso a 32 bit, costituisce il nucleo del repertorio di IA-32.
  - La memoria primaria collegabile al processore vale:
    - max un Mbyte (con indirizzo da 20 bit)
  - I bus di indirizzo e di memoria esterni sono multiplati.
  - Hanno un banco di registri interni a 16 bit, che si ritrovano come semiregistri in IA-32.
  - Hanno un banco di quattro registri interni a 16 bit (poi diventati sei registri in IA-32 ), che realizzano un sistema semplice di segmentazione della memoria, in pratica una piccola MMU con segmenti lineari, senza paginazione.
  - Tra i primi esempi di processore di ampio uso personale.
-

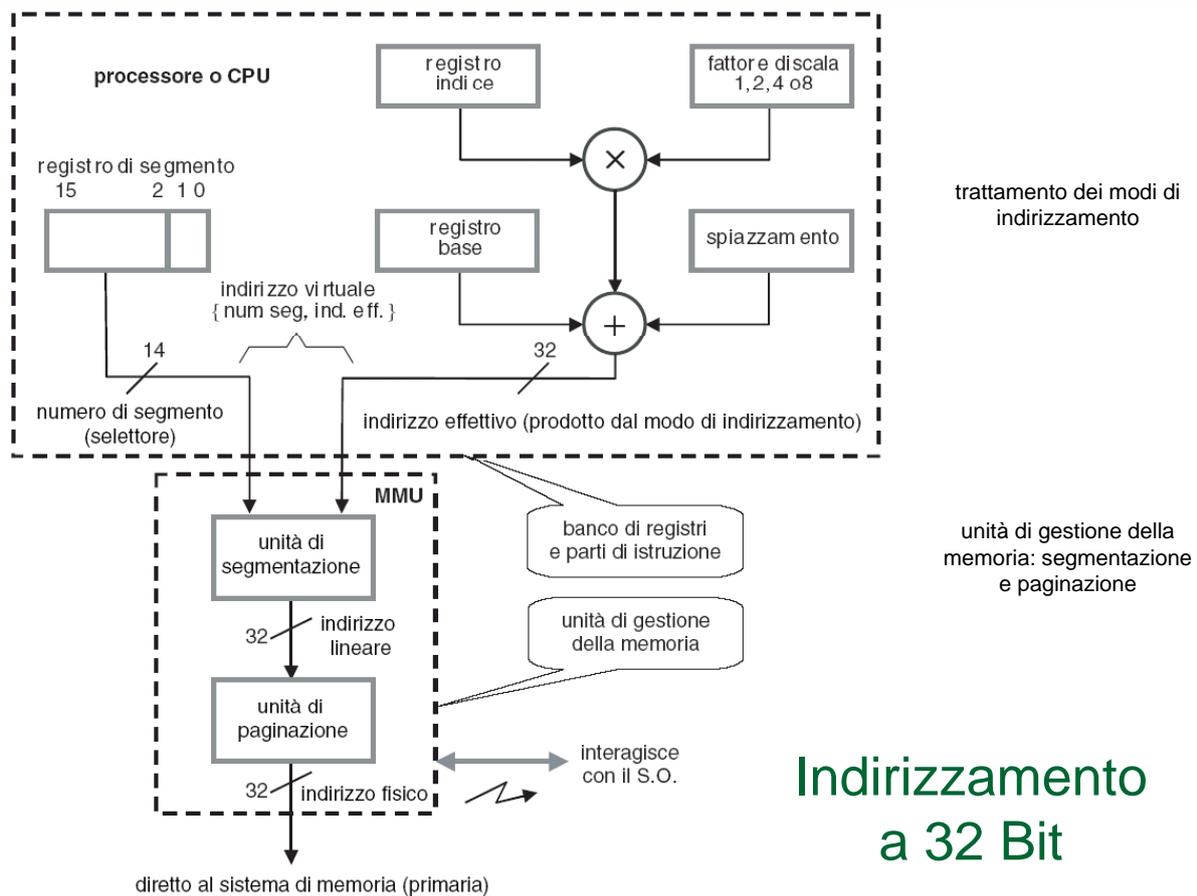
## Indirizzamento a 16 Bit



come IA-16 trasforma indirizzi da 16 bit in indirizzi da 20 bit  
ci sono 4 (o 6) registri di segmento utilizzabili allo scopo

## Intel 80386 e 80486

- Sono i processori capostipiti della famiglia IA-32.
- Banco di registri interni a 32 bit, presente in tutti i membri della famiglia IA-32 (e 80486 ha una ALU IEEE 754).
- Bus indirizzo e dati esterni separati, ambo da 32 bit:
  - fino a 4 Gbyte di memoria fisica primaria collegabile
- Repertorio di istruzioni a 32 bit (lavorano anche a 16 e 8 bit), nucleo essenziale del linguaggio macchina IA-32.
- Spettro completo di modi di indirizzamento IA-32.
- Sistema di codifica numerica di istruzione mantenuto costante anche in seguito, con qualche aggiunta:
  - compatibilità binaria con tutti i processori Intel precedenti
- Sistema di generazione di indirizzo di memoria sofisticato, con unità MMU (con segmenti e pagine) ospitata sullo stesso chip del processore.



## Pentium - 1993

- Processore a 32 bit in stile CISC quanto a repertorio di istruzioni macchina (IA-32) – clock iniziale 60 MHz
- Integra però numerose caratteristiche strutturali tipiche dei processori in stile RISC.
- Ha due unità di memoria cache ospitate sul chip del processore, per istruzioni e dati, da 8 Kbyte ciascuna.
- È un processore superscalare con tre pipeline: due in aritmetica intera e una in virgola mobile
- Ha ALU replicate: due in aritmetica intera e una in virgola mobile
- È capace di avviare due istruzioni simultaneamente.
- Le pipeline in aritmetica intera sono a 5 stadi.
- La pipeline in virgola mobile è a 8 stadi.
- Il bus esterno è da 64 bit, per avere accesso veloce a memoria (trasferimento a 64 bit).

---

## Pentium Pro - 1995

- Successore di Pentium, con clock accelerato – clock iniziale 133 MHz
  - È superscalare ed è dotato di svariate pipeline.
  - È capace di avviare tre istruzioni in simultanea.
  - Le pipeline in aritmetica intera sono a 12 stadi.
  - Ha ALU replicate:
    - due in aritmetica intera e due in virgola mobile
  - Sistema di memoria cache a due livelli, con unità cache di secondo livello da 256 Kbyte.
  - Sistema integrato di monitoraggio del bus, per realizzare sistemi multiprocessore.
- 

---

## Pentium II e III - 1997 e 1999

- Successori di Pentium Pro, con clock accelerato.
  - Pentium II (clock iniziale 266 MHz) ha:
    - istruzioni MMX per dati multimediali
    - due cache L1 dati e istruzioni da 16 Kbyte ciascuna
    - una cache L2 esterna al chip da 512 Kbyte
  - Pentium III (clock iniziale 500 MHz) ha:
    - istruzioni SSE per dati vettoriali
    - due cache L1 dati e istruzioni da 16 Kbyte ciascuna
    - una cache L2 interna al chip da 256 Kbyte
-

---

## Pentium 4 - 2000

- Successore di Pentium III, con clock accelerato – clock iniziale 1,3 GHz
  - Ha istruzioni SSE2 per dati vettoriali, potenziate rispetto a SSE.
  - Contiene svariate pipeline, alcune di lunghezza fino a 20 stadi.
  - È dotato di capacità sofisticate di prelievo e avvio in parallelo di istruzioni:
    - suddivisione delle istruzioni in micro-operazioni e schedulazione in parallelo di più (fino a 4) micro-operazioni appartenenti a istruzioni differenti
    - previsione dinamica dell'esito del salto condizionato
- 

---

## Famiglia AMD - > 2000

- Processori basati sulla struttura IA-32.
  - Processore AMD Athlon ha:
    - struttura superscalare
    - cache a due livelli integrata (128 e 256 Kbyte)
    - interfaccia per memoria centrale in tecnologia DRAM
    - trasferimento dati a frequenza fino a 2,1 Gbyte / s
  - Sia il processore Intel Pentium 4 originale sia la versione AMD Athlon hanno oggi (2006) versioni successive con frequenza di clock alquanto superiore a quella iniziale (che era 1,3 GHz).
-

---

## Successori – IA-64

- Famiglia di processori a 64 bit:
    - dato da 64 bit
    - indirizzo da 64 bit
  - Struttura interna parallela sofisticata.
  - Capacità di previsione del salto.
  - Esecuzione “speculativa” (in prova) delle istruzioni macchina.
-