

Chương 6: Các phương pháp vào ra dữ liệu và Kiến trúc máy tính tiên tiến

Kiến trúc máy tính

ThS. Đinh Xuân Trường

truongdx@ptit.edu.vn



Posts and Telecommunications
Institute of Technology
Faculty of Information Technology 1



CNTT1
Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

January 15, 2023

Mục tiêu Buổi 12

Giới thiệu các phương pháp vào ra dữ liệu

Vào ra bằng thăm dò

Ngắt và xử lý ngắt

Ngắt và phân loại ngắt

Chu trình xử lý ngắt

Vào ra bằng ngắt

Vào ra bằng DMA

Các vi xử lý và công nghệ tiên tiến

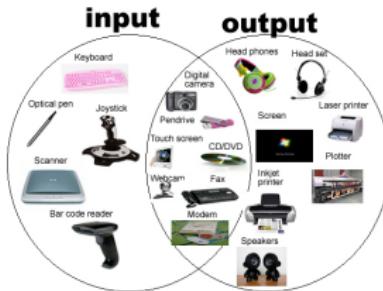
Giới thiệu các phương pháp vào ra dữ liệu

► Vai trò của vào ra dữ liệu:

- Là phương tiện giúp CPU giao tiếp với thế giới bên ngoài
- Cung cấp dữ liệu đầu vào cho CPU xử lý
- Cung cấp phương tiện để CPU kết xuất dữ liệu đầu ra

► Các phương pháp vào ra chính:

- Thăm dò (polling)
- Ngắt (Interrupt)
- Truy nhập trực tiếp bộ nhớ (DMA-Direct Memory Access)



Các cổng vào ra của máy tính:

Cơ chế vào ra bằng thăm dò:

- ▶ CPU quản lý danh sách các thiết bị vào ra kèm theo địa chỉ các cổng giao tiếp;
- ▶ Các thiết bị vào ra định kỳ cập nhật trạng thái sẵn sàng làm việc của mình lên các bít cờ trạng thái vào ra của mình;
- ▶ CPU định kỳ lần lượt “quét” các thiết bị vào ra để “đọc” các bit cờ trạng thái vào ra;
 - Nếu gặp một thiết bị sẵn sàng làm việc, 2 bên tiến hành trao đổi dữ liệu;
 - Trao đổi dữ liệu xong, CPU tiếp tục quét thiết bị khác.
- ▶ CPU là bên chủ động trong quá trình trao đổi dữ liệu

Vào ra bằng thăm dò (cont.)

Cơ chế vào ra bằng thăm dò

Ưu nhược điểm của vào ra bằng thăm dò:

► Ưu điểm:

- Đơn giản, dễ cài đặt
- Có thể được cài đặt bằng phần mềm

► Nhược điểm:

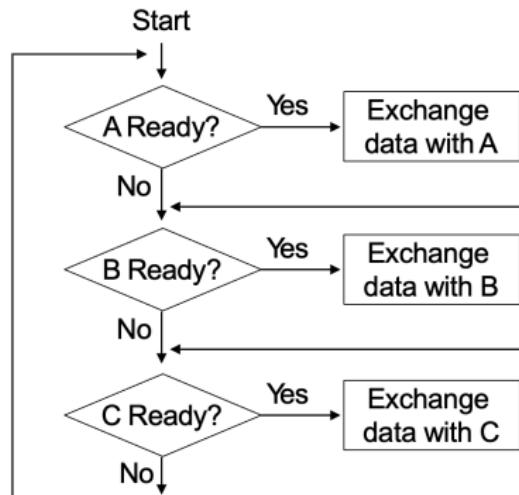
- Hiệu quả thấp do CPU tốn nhiều thời gian để thăm dò các thiết bị
- Không thực sự khả thi khi có nhiều thiết bị trong danh sách thăm dò

► Ứng dụng của vào ra bằng thăm dò:

- Thăm dò thường được sử dụng khi hệ thống khởi động: CPU thăm dò hầu hết các thiết bị để xác lập cấu hình
- Thăm dò được sử dụng trong quá trình hoạt động với các thiết bị rời (removable) như ổ đĩa CD/DVD, ổ mềm, ...

Vào ra bằng thăm dò - không ưu tiên:

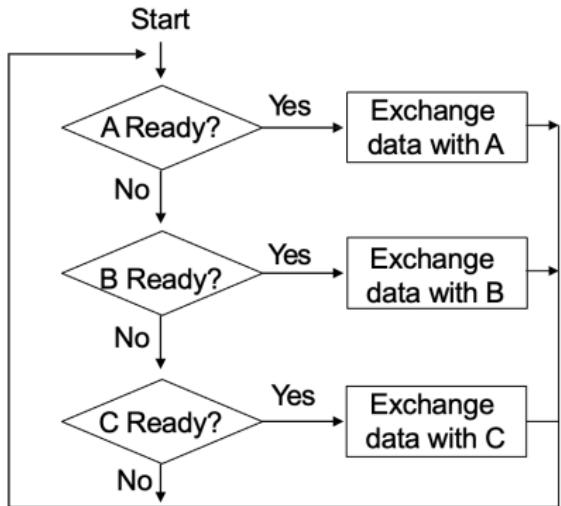
- ▶ Ba thiết bị A, B, C được thăm dò không ưu tiên
 - CPU quét tất cả các thiết bị trong một chu trình thăm dò
 - CPU có thể trao đổi dữ liệu với nhiều hơn 1 thiết bị trong một chu trình thăm dò
 - Các thiết bị được “thăm” lần lượt, không phụ thuộc vào thiết bị đứng trước chu trình.
 - CPU bắt đầu 1 chu trình thăm dò mới sau khi đã quét qua tất cả các thiết bị.



Vào ra bằng thăm dò - có ưu tiên:

- ▶ Ba thiết bị A, B, C được thăm dò có ưu tiên theo thứ tự: A, B, C;

- CPU quét tất cả các thiết bị trong một chu trình thăm dò;
- CPU chỉ trao đổi dữ liệu tối đa 1 thiết bị trong 1 chu trình thăm dò;
- Các thiết bị có mức ưu tiên cao luôn được thăm trước;
- Các thiết bị có mức ưu tiên thấp chỉ được thăm nếu các thiết bị đứng trước nó sẵn sàng.
- CPU bắt đầu 1 chu trình thăm dò mới ngay sau khi trao đổi dữ liệu với một thiết bị.



Ngắt và xử lý ngắt

Ngắt và xử lý ngắt:

► Ngắt là gì?

- Ngắt (Interrupt) là một sự kiện mà CPU tạm dừng thực hiện một chương trình để thực hiện một đoạn chương trình khác theo yêu cầu từ bên ngoài;
- Thông thường các yêu cầu từ bên ngoài thường xuất phát từ các thiết bị vào ra. Các yêu cầu này gọi là các yêu cầu ngắt;
- Đoạn chương trình CPU thực hiện trong thời gian ngắt được gọi là chương trình con phục vụ ngắt (CTCPVN).

► Các CTCPVN là các đoạn chương trình:

- Được viết sẵn và lưu trong ROM;
- Mỗi CTCPVN có nhiệm vụ riêng và thường là đảm nhiệm việc trao đổi dữ liệu với thiết bị vào ra.

► Khi nào CPU kiểm tra và xử lý ngắt: CPU kiểm tra yêu cầu ngắt tại chu kỳ đồng hồ cuối cùng của chu kỳ lệnh.

Ngắt và xử lý ngắt (cont.)

Phân loại ngắt:

- ▶ **Ngắt cứng:** là các ngắt được kích hoạt bởi các bộ phận phần cứng gửi đến chân NMI và INTR của CPU, gồm:
 - *Ngắt không che được NMI* (Non-Maskable Interrupt): ngắt gửi đến chân NMI của CPU, không chịu sự ảnh hưởng của cờ ngắt;
VD: ngắt Reset;
 - *Ngắt che được INTR* (Maskable Interrupt): ngắt gửi đến chân INTR của CPU, chịu sự chi phối của cờ ngắt;
Cờ IF=1 → cho phép ngắt, IF=0 → cấm ngắt.
- ▶ **Ngắt mềm:** là các ngắt được kích hoạt bởi các chương trình thông qua lệnh gọi ngắt INT <N>. N là số hiệu ngắt, N = 0-255
- ▶ **Các ngắt ngoại lệ:** là các ngắt do các lỗi nảy sinh trong quá trình hoạt động của CPU:
 - Ngắt chia cho 0 (divide by zero)
 - Ngắt do tràn (overflow)

Trật tự ưu tiên trong xử lý các yêu cầu ngắt

- ▶ Các yêu cầu ngắt được gán một mức ưu tiên
- ▶ Khi nhận được nhiều yêu cầu ngắt đồng thời, CPU sẽ xử lý chúng theo mức ưu tiên định trước

Mức ưu tiên các yêu cầu ngắt (từ cao nhất đến thấp nhất)

1. Ngắt nội bộ: INT 0 (chia cho 0), INT N ($N < > 0$)
2. Ngắt không che được NMI
3. Ngắt che được INTR
4. Ngắt chạy từng lệnh: INT 1

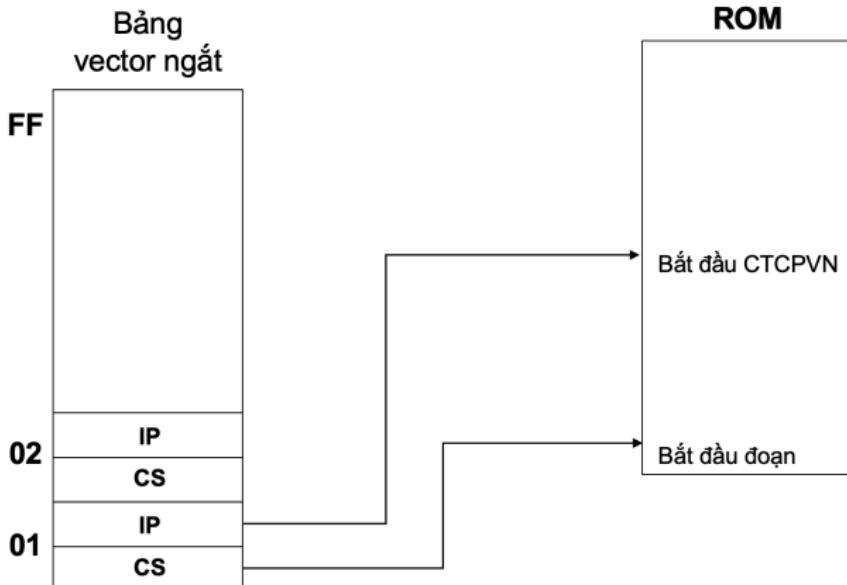
Ngắt và xử lý ngắt (cont.)

Bảng vector ngắt:

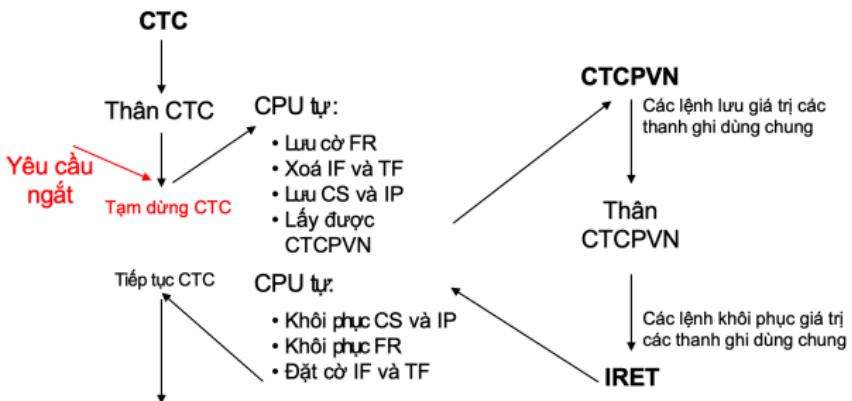
- ▶ Vi xử lý 8086/8088 có 256 ngắt được đánh số từ 0-255
- ▶ Một vector ngắt gồm các thông tin:
 - Số hiệu ngắt N, N=0-255 hoặc 00-FFH
 - Địa chỉ đầy đủ chương trình con phục vụ ngắt (CTCPVN) lưu trong bộ nhớ ROM. Địa chỉ đầy đủ gồm:
 - ▶ Địa chỉ đoạn (CS)
 - ▶ Địa chỉ lệch (IP)
- ▶ Bảng vector ngắt lưu thông tin về 256 vector ngắt. Mỗi bản ghi của bảng gồm các thông tin:
 - Số hiệu ngắt
 - Địa chỉ đoạn và địa chỉ lệch của CTCPVN.

Ngắt và xử lý ngắt (cont.)

Bảng vector ngắt:



Chu trình xử lý ngắt:



Có 4 bước trong chu trình xử lý ngắt như sau:

1. Khi nhận được yêu cầu ngắt, CPU thực hiện các việc:

- Hoàn tất lệnh đang thực hiện của chương trình chính (CTC)
- Lưu giá trị của thanh ghi cờ FR vào ngăn xếp

- Xoá cờ ngắt IF và cờ bẫy TF
- Lưu giá trị của các t.ghi CS và IP vào ngăn xếp
- Từ số hiệu ngắt N, lấy địa chỉ của CTCPVN từ bảng vector ngắt

2. Nạp địa chỉ của CTCPVN vào CS và IP, CPU thực hiện CPCPVN:

- Lưu giá trị các thanh ghi dùng chung vào ngăn xếp
- Thực hiện mã chính của CTCPVN
- Khôi phục giá trị các thanh ghi dùng chung

3. Gặp lệnh IRET kết thúc CTCPVN, CPU thực hiện các việc:

- Khôi phục giá trị của CS và IP
- Khôi phục giá trị của thanh ghi cờ FR
- Đặt cờ ngắt IF và cờ bẫy TF

4. CPU thực hiện lệnh tiếp theo của CTC (nằm sau lệnh ngắt).

Vào ra bằng ngắt - Chu trình vào ra bằng ngắt

1. Thiết bị vào ra có nhu cầu trao đổi dữ liệu, gửi yêu cầu ngắt đến chân tín hiệu INTR của CPU;
2. Khi nhận được yêu cầu ngắt, CPU thực hiện các việc:
 - Hoàn tất lệnh đang thực hiện của chương trình chính (CTC)
 - Lưu giá trị của thanh ghi cờ FR vào ngăn xếp
 - Xoá cờ ngắt IF và cờ bẫy TF
 - Lưu giá trị của các t.ghi CS và IP vào ngăn xếp
 - Gửi tín hiệu xác nhận ngắt đến thiết bị vào ra qua chân tín hiệu INTA
3. Nhận được hiệu xác nhận ngắt của CPU, thiết bị vào ra gửi số hiệu ngắt N đến CPU
4. Nhận được số hiệu ngắt N, CPU lấy địa chỉ của CTCPVN tương ứng từ bảng vector ngắt

5. Nạp địa chỉ của CTCPVN vào CS và IP, CPU thực hiện CPCPVN, gồm:

- Lưu giá trị các thanh ghi dùng chung vào ngăn xếp
- Thực hiện mã chính của CTCPVN: đồng thời thực hiện việc trao đổi dữ liệu với thiết bị vào ra
- Khôi phục giá trị các thanh ghi dùng chung

6. Gặp lệnh IRET kết thúc CTCPVN, CPU thực hiện các việc:

- Khôi phục giá trị của CS và IP
- Khôi phục giá trị của thanh ghi cờ FR
- Đặt cờ ngắt IF và cờ bẫy TF

7. CPU tiếp tục thực hiện lệnh tiếp theo của CTC (nằm ngay sau lệnh xảy ra ngắt).

Ưu nhược điểm vào ra bằng ngắt

► Ưu điểm:

- Hiệu quả hơn vào ra bằng thăm dò, do CPU không phải thăm dò từng thiết bị

► Nhược điểm:

- Phức tạp hơn vào ra bằng thăm dò
- Cần mạch phần cứng để điều khiển ngắt

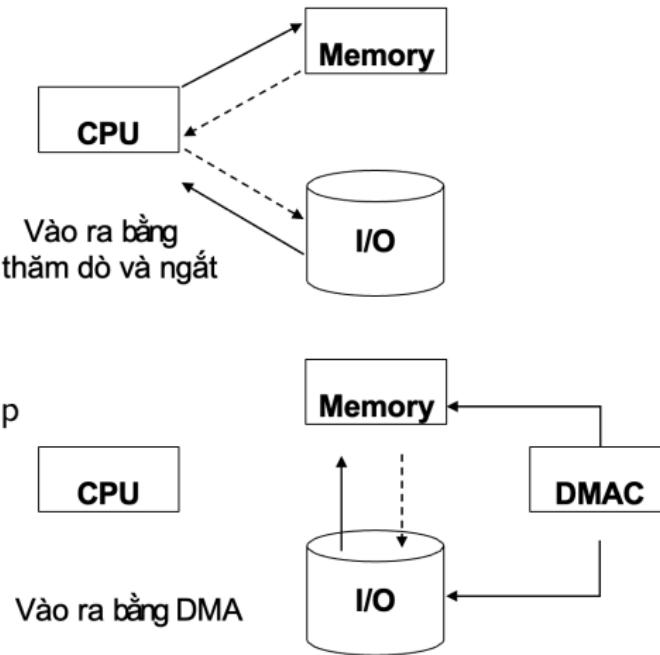
► Bên chủ động trong vào ra bằng ngắt:

- Thiết bị vào ra

Vào ra bằng DMA

Giới thiệu vào ra bằng DMA:

- ▶ Trong các phương pháp vào ra bằng thăm dò và ngắt thiết bị vào ra trao đổi dữ liệu với bộ nhớ thông qua CPU;
- ▶ Phương pháp vào ra bằng DMA (Direct Memory Access) cho phép thiết bị vào ra trao đổi dữ liệu trực tiếp với bộ nhớ theo khối không thông qua CPU;
- ▶ DMA thích hợp khi cần trao đổi dữ liệu với khối lượng lớn trong khoảng thời gian ngắn.



Vào ra bằng DMA (cont.)

Vào ra bằng DMA:

- ▶ DMAC (DMA Controller) thay mặt CPU điều khiển quá trình trao đổi dữ liệu trực tiếp giữa thiết bị vào ra và bộ nhớ;
- ▶ DMA có tốc độ cao hơn nhiều lần so với vào ra bằng thăm dò và ngắn.

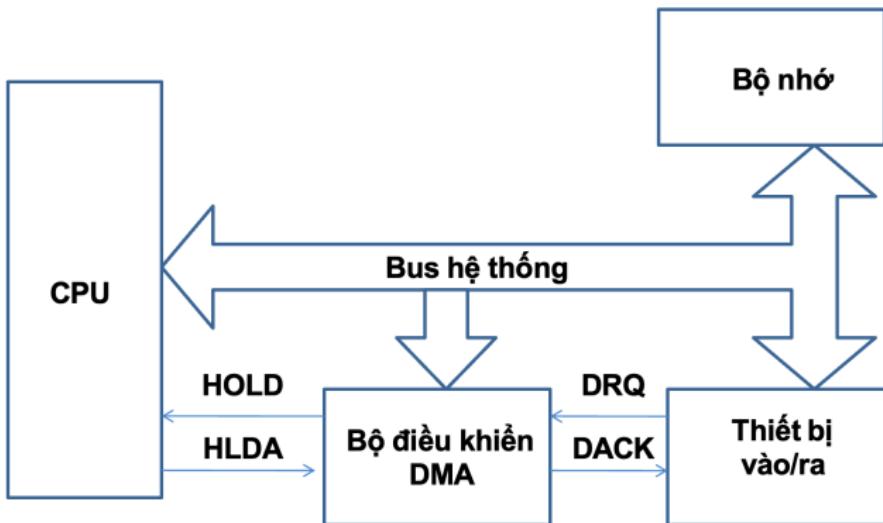
Ví dụ, với VXL 8088:

- Vào ra bằng DMA mất 4 chu kỳ đồng hồ để chuyển 1 byte thiết bị ngoại vi vào bộ nhớ;
- Vào ra thông qua CPU mất 39 chu kỳ đồng hồ để chuyển 1 byte thiết bị ngoại vi vào bộ nhớ.

```
1          ; So chu ky dong
2 LAP MOV AL, [SI]    ; 10
3     OUT PORT, AL   ; 10
4     INC SI          ; 02
5 LOOP LAP           ; 17
6                      ; Cong 39 chu ky
```

Vào ra bằng DMA (cont.)

Hệ Vi xử lý với DMAC - Chu trình vào ra bằng DMA



1. Thiết bị vào ra có yêu cầu trao đổi dữ liệu gửi yêu cầu DRQ đến CPU thông qua DMAC;

Vào ra bằng DMA (cont.)

2. DMAC chuyển yêu cầu DRQ thành HRQ và gửi đến chân tín hiệu HOLD của CPU;
3. Nhận được yêu cầu sử dụng bus HRQ, CPU:
 - Gửi các tham số điều khiển trao đổi dữ liệu và tín hiệu xác nhận yêu cầu sử dụng bus HACK cho DMAC qua chân tín hiệu HLDA;
 - Tự tách ra khỏi bus hệ thống (100% các tín hiệu của bus A và D và một số tín hiệu của bus C)
4. Nhận được HACK, DMAC chiếm quyền điều khiển bus hệ thống và gửi tín hiệu xác nhận DACK cho thiết bị vào ra;
5. DMAC điều khiển quá trình trao đổi dữ liệu trực tiếp giữa thiết bị vào ra và bộ nhớ;
6. Kết thúc quá trình DMA, DMAC trả quyền điều khiển bus cho CPU.

Vào ra bằng DMA (cont.)

Ưu và nhược điểm DMA

► **Ưu điểm:**

- Hiệu suất rất cao do dữ liệu được trao đổi trực tiếp theo khối giữa thiết bị vào ra và bộ nhớ không thông qua CPU.

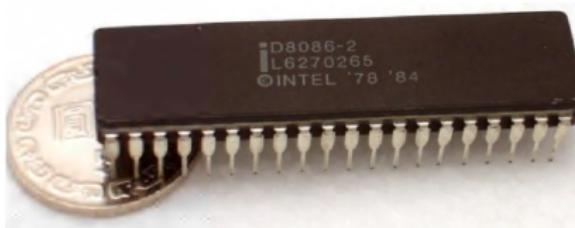
► **Nhược điểm:**

- Phức tạp hơn vào ra bằng thăm dò và ngắn
- Cần mạch phần cứng để điều khiển quá trình DMA

► **Bên chủ động trong vào ra bằng DMA:**

- Thiết bị vào ra

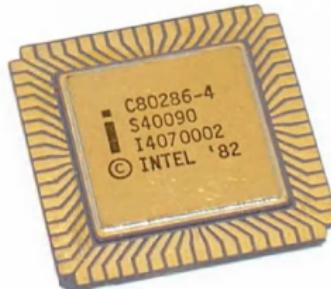
Các vi xử lý x86 - 8086



- ▶ 8086 là VXL đầu tiên của kiến trúc IA-32
- ▶ Thanh ghi 16 bit
- ▶ Bus: Data bus 16-bit; Address bus 20-bit.
- ▶ Không gian bộ nhớ max 1MB
- ▶ Bộ nhớ được phân đoạn: mỗi đoạn có kích thước 64KB.
- ▶ Địa chỉ logic của ô nhớ:
 - Segment: Offset
 - Địa chỉ đoạn: Địa chỉ lệch.

Các vi xử lý x86 - 80286

- ▶ Bus: Data bus 16-bit; Address bus 24-bit.
- ▶ Không gian bộ nhớ max 16MB
- ▶ Hỗ trợ quản lý bộ nhớ ảo
- ▶ Hỗ trợ hoạt động ở chế độ bảo vệ (protected mode).
- ▶ Các cơ chế bảo vệ:
 - Kiểm tra giới hạn đoạn
 - Lựa chọn Read-only và Execute-only
 - 4 mức đặc quyền.



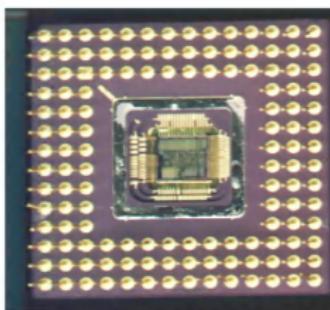
Các vi xử lý và công nghệ tiên tiến (cont.)

Các vi xử lý dựa trên kiến trúc IA-32 và Intel 64



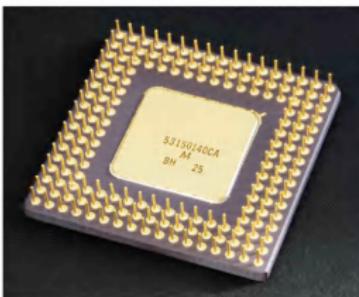
Các vi xử lý x86 - 80386

- ▶ Là VXL 32 bit đầu tiên của dòng kiến trúc IA-32
- ▶ Sử dụng các thanh ghi 32 bít
- ▶ Data bus 32-bit, address bus 32-bit.
- ▶ Không gian bộ nhớ max: 4GB
- ▶ Tương thích tốt với các VXL 8086 và 286
- ▶ Hỗ trợ thực hiện lệnh song song
- ▶ Hỗ trợ phương thức quản lý bộ nhớ:
 - Phân đoạn (segment memory model)
 - Phân trang (page memory model)
 - Tuyên tính (flat memory model)



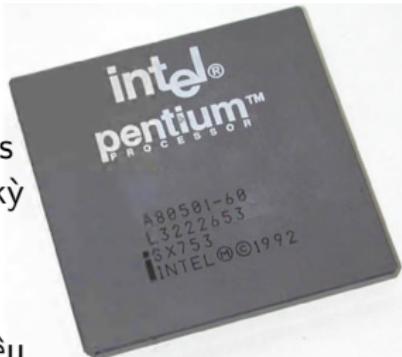
Các vi xử lý x86 - 80486

- ▶ Hỗ trợ thực hiện lệnh song song tốt hơn 386
- ▶ Việc thực hiện được chia thành 5 giai đoạn: 5 lệnh chạy song song trong pipeline
- ▶ Tích hợp cache L1 8KB
- ▶ Tích hợp đồng xử lý số thực 487
- ▶ Tích hợp khả năng quản lý nguồn và quản lý hệ thống.



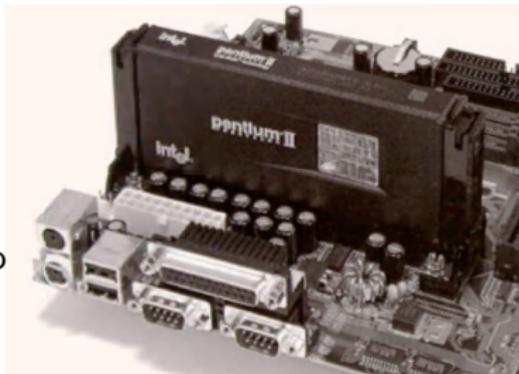
Các vi xử lý Pentium I

- ▶ Hỗ trợ hai ống lệnh: u và v pipes có thể thực hiện 2 lệnh/ 1 chu kỳ đồng hồ.
- ▶ Tích hợp 8KB cache L1 cho mã lệnh và 8KB cache L1 cho dữ liệu
- ▶ Tích hợp khả năng dữ đoán rẽ nhánh
- ▶ Đường dữ liệu trong 128 và 256 bit
- ▶ Bus dữ liệu ngoài có thể tăng lên 64bits
- ▶ Hỗ trợ công nghệ MMX (Sử dụng SIMD)



Các vi xử lý Pentium II

- ▶ Hỗ trợ công nghệ MMX cải tiến.
- ▶ Tích hợp 16KB cache L1 cho mã lệnh và 16KB cache L1 cho dữ liệu
- ▶ Tích hợp cache L2 với nhiều lựa chọn 256, 512 và 1MB.
- ▶ Hỗ trợ tính năng quản lý nguồn nâng cao
- ▶ Sử dụng khe cắm kiểu Slot 1



Các vi xử lý Pentium III

- ▶ Tập lệnh SSE (Streaming SIMD Extensions)
 - Hỗ trợ tập các thanh ghi 128 bit
 - Tăng tốc các lệnh đồ họa 3D
- ▶ Tần số làm việc từ 450MHz - 1.4GHz
- ▶ Tích hợp 2 mức cache.
- ▶ Sử dụng khe cắm kiểu Socket 370.



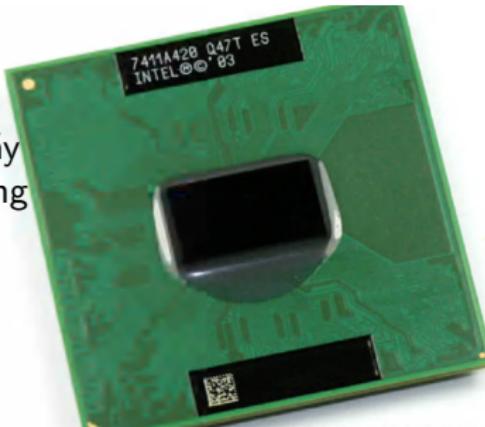
Các vi xử lý Pentium IV

- ▶ Dựa trên vi kiến trúc intel NetBurst
- ▶ Hỗ trợ các tập lệnh tiên tiến SSE, SSE2, SSE3.
- ▶ Một số phiên bản Pentium 4 mới hỗ trợ công nghệ siêu phân luồng (hyper threading)
- ▶ Các phiên bản Pentium 4 672 và 662 hỗ trợ công nghệ ảo hoá (Virtualization Technology).



Các vi xử lý Pentium M

- ▶ VXL được thiết kế cho các máy tính xách tay tiêu thụ điện năng thấp và hiệu năng cao.
- ▶ Các tính năng tiên tiến của Pentium M:
 - Thực thi động (Dynamic execution)
 - Cache dữ liệu L1 32KB, Cache L1 lệnh 32KB, cache L2 lên đến 2MB.
 - Dự đoán rẽ nhánh nâng cao và logic tìm nạp dữ liệu.
 - Hỗ trợ các tập lệnh MMX, SSE và SSE2.
 - Công nghệ quản lý nguồn tiên tiến Intel Speedstep.



Các vi xử lý dòng Xeon

- ▶ Được thiết kế riêng cho các dòng máy chủ nhiều CPU có hiệu năng cao.
- ▶ Các VXL Intel Xeon dựa trên vi kiến trúc Intel P6, NetBurst và Core
- ▶ Dòng Intel Xeon MP hỗ trợ công nghệ siêu phân luồng (hyper threading)
- ▶ Dòng Intel Xeon 5100 dựa trên vi kiến trúc Core và Intel 64 tiết kiệm năng lượng và cho hiệu năng cao. Đồng thời, hỗ trợ công nghệ ảo hoá.



Các vi xử lý dòng Core Duo & Core Solo

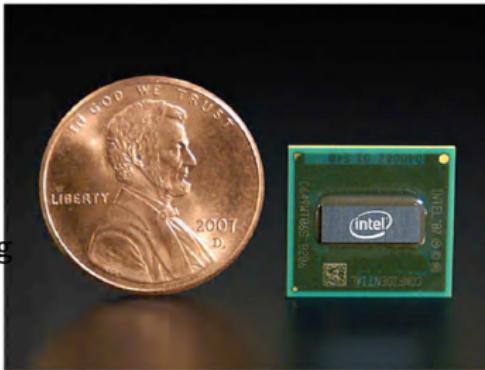
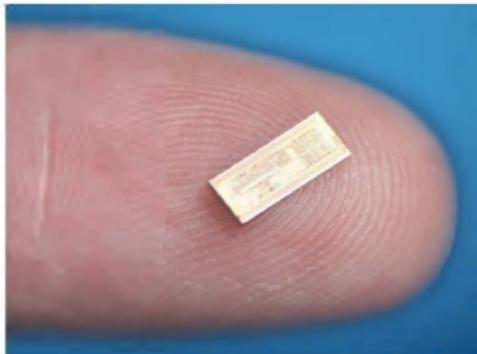
- ▶ Dựa trên vi kiến trúc Core có nhiều cải tiến hơn so với Pentium M.
- ▶ Các tính năng tiên tiến:
 - Smart cache cho phép chia sẻ dữ liệu giữa hai nhân
 - Cải tiến pha giải mã và thực hiện các lệnh SIMD
 - Các công nghệ giảm tiêu hao điện: Dynamic Power Coordination và Enhanced Intel Deeper Sleep.
 - Intel Advanced Thermal Manager sử dụng các sensor số.



Các vi xử lý dòng Aton

- ▶ Dựa trên vi kiến trúc Atom và công nghệ 45nm
- ▶ Vi kiến trúc Atom tối ưu hóa cho các thiết bị có kích thước nhỏ và tiêu thụ ít năng lượng.
- ▶ Các đặc điểm tiên tiến:

- Công nghệ tăng cường SpeedStep
- Công nghệ tắt nguồn sâu với kích thước bộ đệm động
- Công nghệ ảo hoá Intel
- Kiến trúc Intel 64

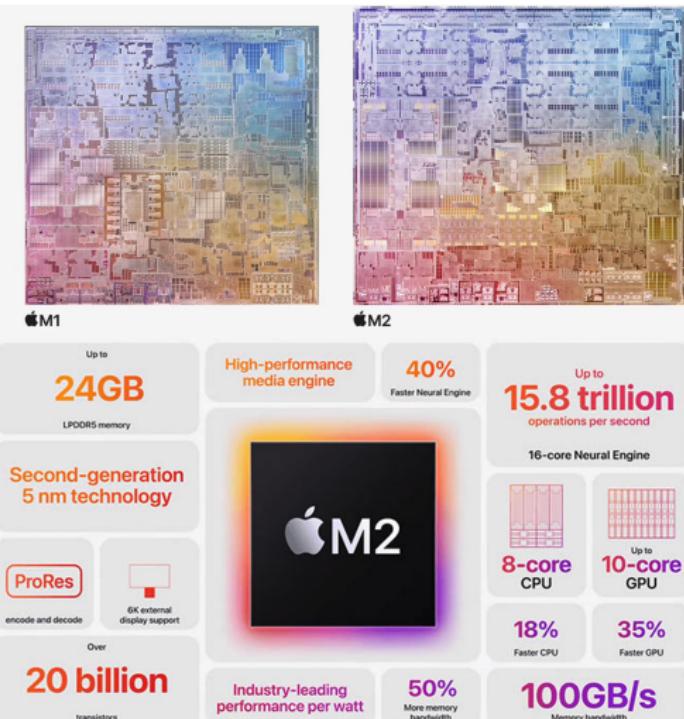


Các vi xử lý và công nghệ tiên tiến (cont.)

Các vi xử lý dựa trên kiến trúc IA-32 và Intel 64



Kiến trúc các vi xử lý M1, M2



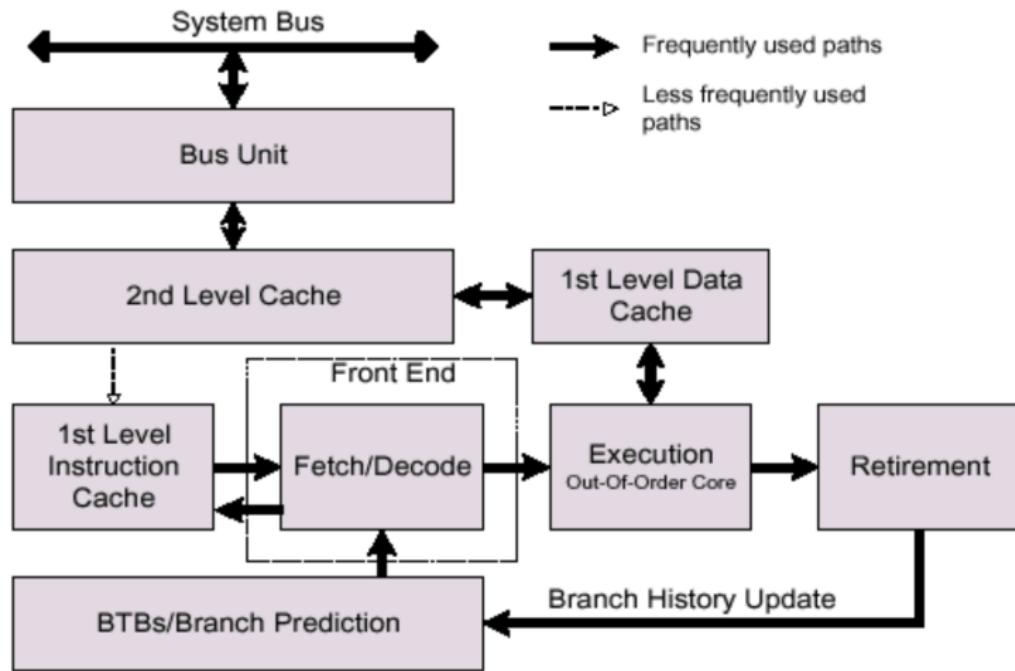
► Một số kiến trúc và công nghệ vi xử lý tiên tiến:

- Vi kiến trúc P6
- Vi kiến trúc Intel NetBurst
- Vi kiến trúc Intel Core
- Vi kiến trúc Atom
- Kiến trúc Intel 64
- Công nghệ ảo hoá

Các vi xử lý và công nghệ tiên tiến (cont.)

Kiến trúc và công nghệ vi xử lý tiên tiến

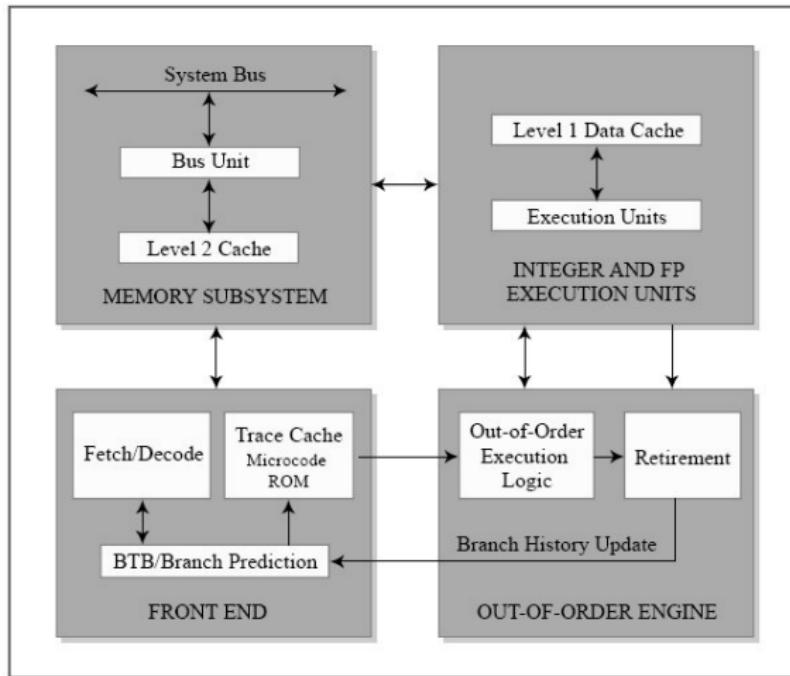
Vi kiến trúc P6



Các vi xử lý và công nghệ tiên tiến (cont.)

Kiến trúc và công nghệ vi xử lý tiên tiến

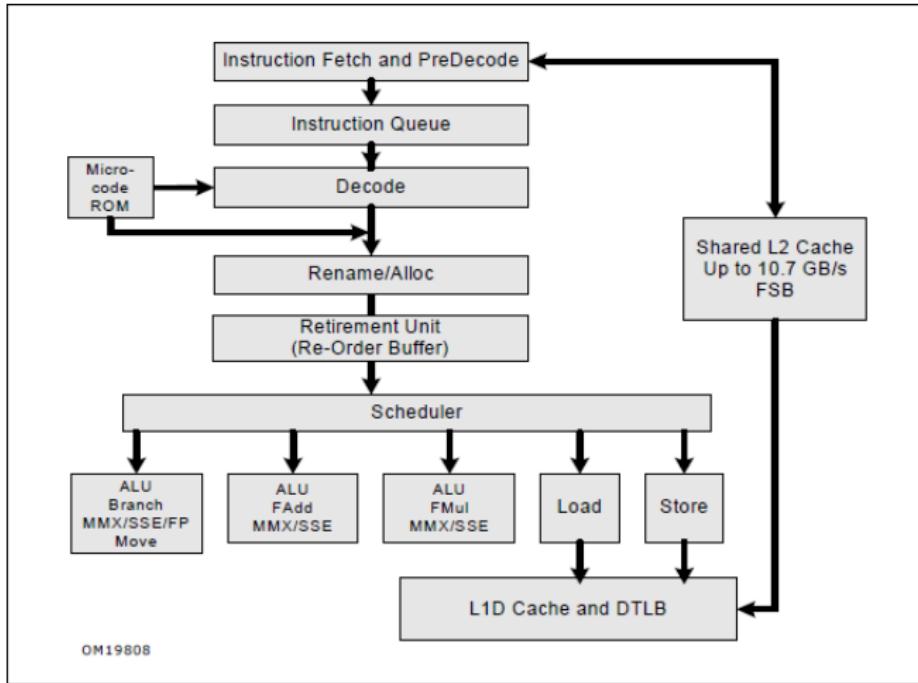
Vi kiến trúc Intel NetBurst



Các vi xử lý và công nghệ tiên tiến (cont.)

Kiến trúc và công nghệ vi xử lý tiên tiến

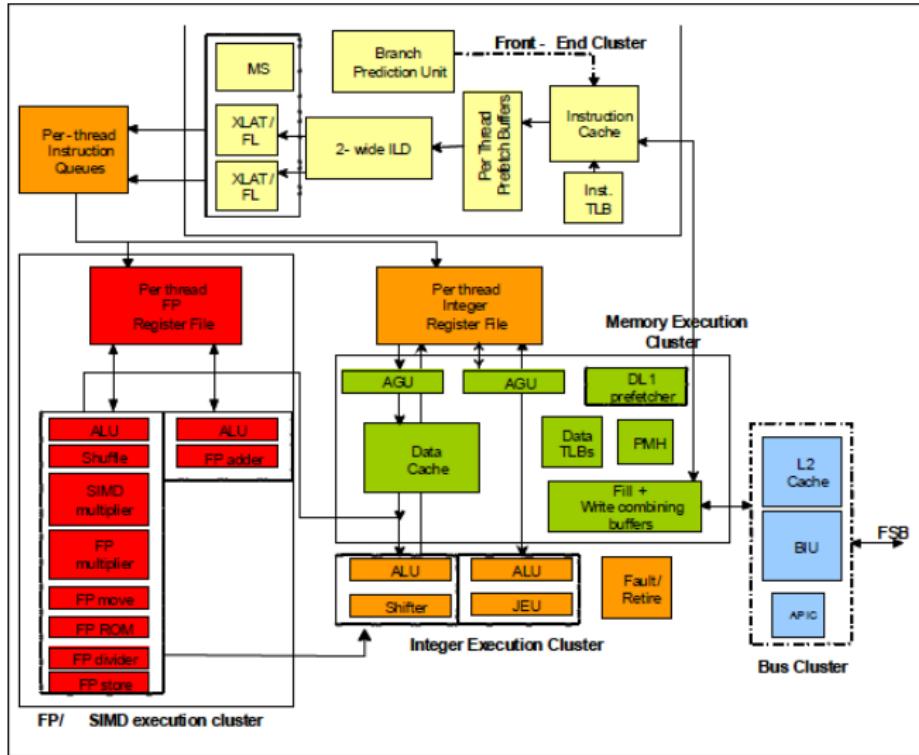
Vi kiến trúc Intel Core



Các vi xử lý và công nghệ tiên tiến (cont.)

Kiến trúc và công nghệ vi xử lý tiên tiến

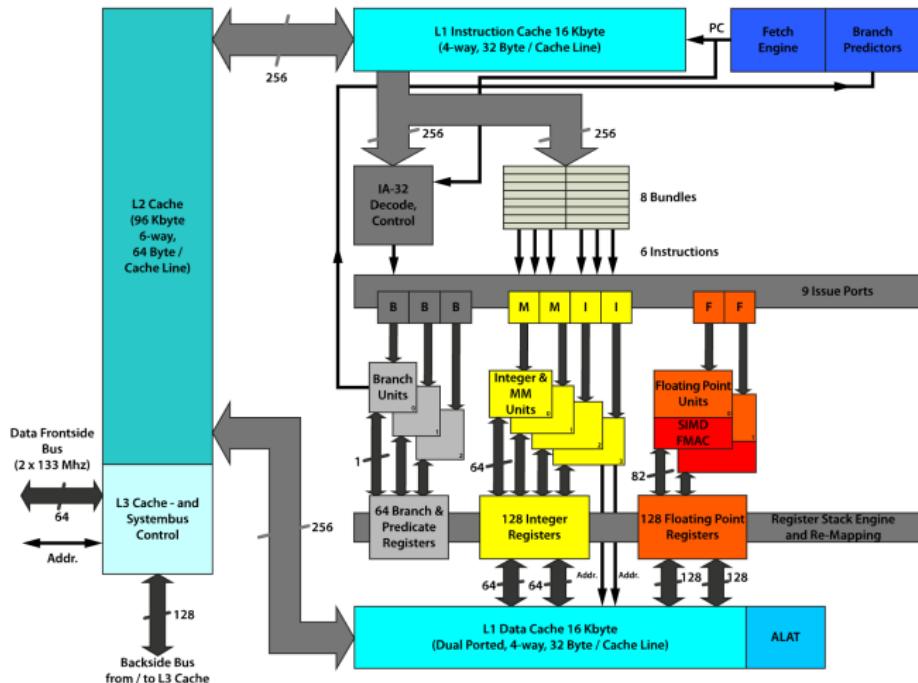
Vi kiến trúc Intel Atom



Các vi xử lý và công nghệ tiên tiến (cont.)

Kiến trúc và công nghệ vi xử lý tiên tiến

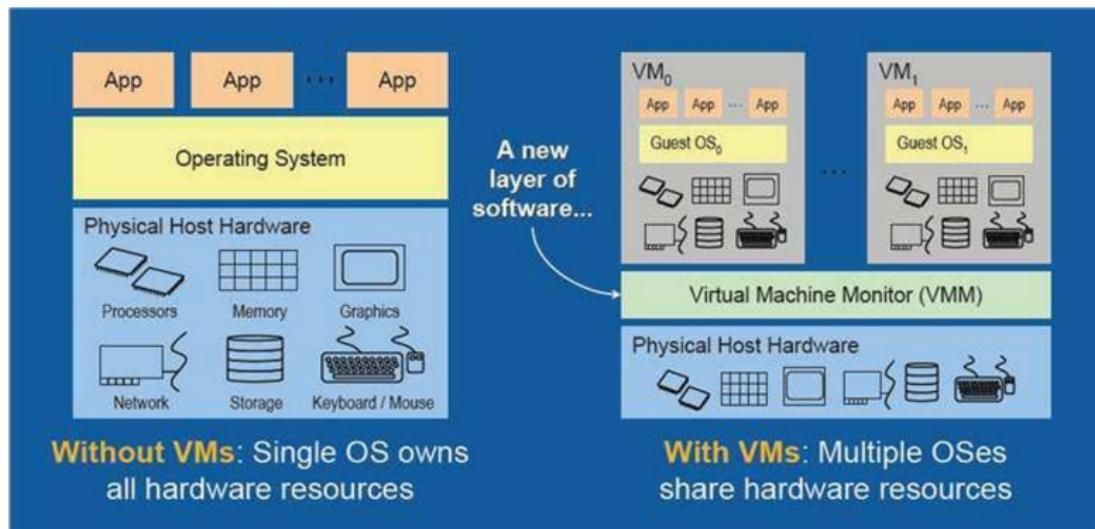
Vi kiến trúc Intel 64



Các vi xử lý và công nghệ tiên tiến (cont.)

Kiến trúc và công nghệ vi xử lý tiên tiến

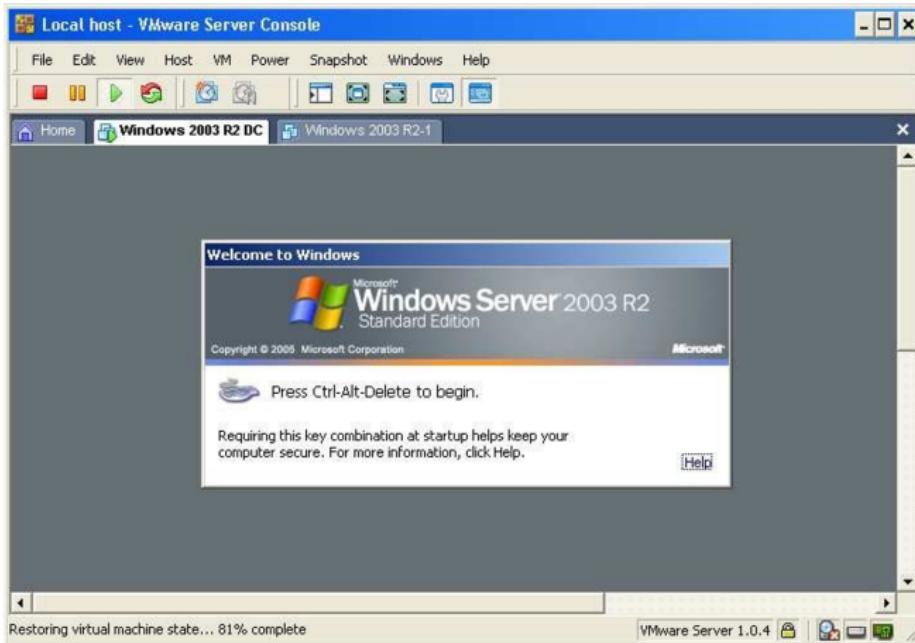
Công nghệ ảo hóa



Các vi xử lý và công nghệ tiên tiến (cont.)

Kiến trúc và công nghệ vi xử lý tiên tiến

Công nghệ ảo hóa - VMWare



Tổng kết Buổi 12

Chương 6

- ▶ Các phương pháp vào ra dữ liệu
 - Vào ra bằng thăm dò
 - Vào ra bằng ngắn
 - Vào ra bằng truy nhập trực tiếp bộ nhớ DMA
- ▶ Giới thiệu một số hệ vi xử lý tiên tiến

Tiếp theo Tổng kết

- ▶ Giải đáp các thắc mắc về nội dung môn học
- ▶ Chữa đề một số năm trước

Câu hỏi và bài tập

- 1. Câu hỏi 1:** Vai trò và các phương pháp vào ra dữ liệu, có các phương pháp vào ra dữ liệu nào?
- 2. Câu hỏi 2:** Thế nào là vào ra bằng thăm dò, vào ra bằng ngắn và vào ra bằng truy nhập trực tiếp bộ nhớ (DMA). So sánh điểm giống và khác nhau của các phương pháp trên và lấy ví dụ minh họa cho từng phương pháp.