LẬP TRÌNH HỆ THỐNG

ThS. Đỗ Thị Thu Hiền
(hiendtt@uit.edu.vn)

TRƯỜNG ĐH CÔNG NGHỆ THÔNG TIN - ĐHQG-HCM
KHOA MẠNG MÁY TÍNH & TRUYỀN THÔNG
FACULTY OF COMPUTER NETWORK AND COMMUNICATIONS
Tầng 8 - Tòa nhà E, trường ĐH Công nghệ Thông tin, ĐHQG-HCM
Điện thoại: (08)3 725 1993 (122)

Ôn tập cuối kỳ

Thi Cuối kì

- **Lịch thi:** **Ca 1 ngày 13/01/2026 (Thứ ba)**
- **Hình thức:** Trắc nghiệm + Tự luận
- **Dặn dò:**
  - Sinh viên được sử dụng **01 tờ A4 viết tay + máy tính cầm tay**
  - Đem **bút chì** để tô **trắc nghiệm** và **bút mực** để điền thông tin và làm **tự luận**

Nội dung

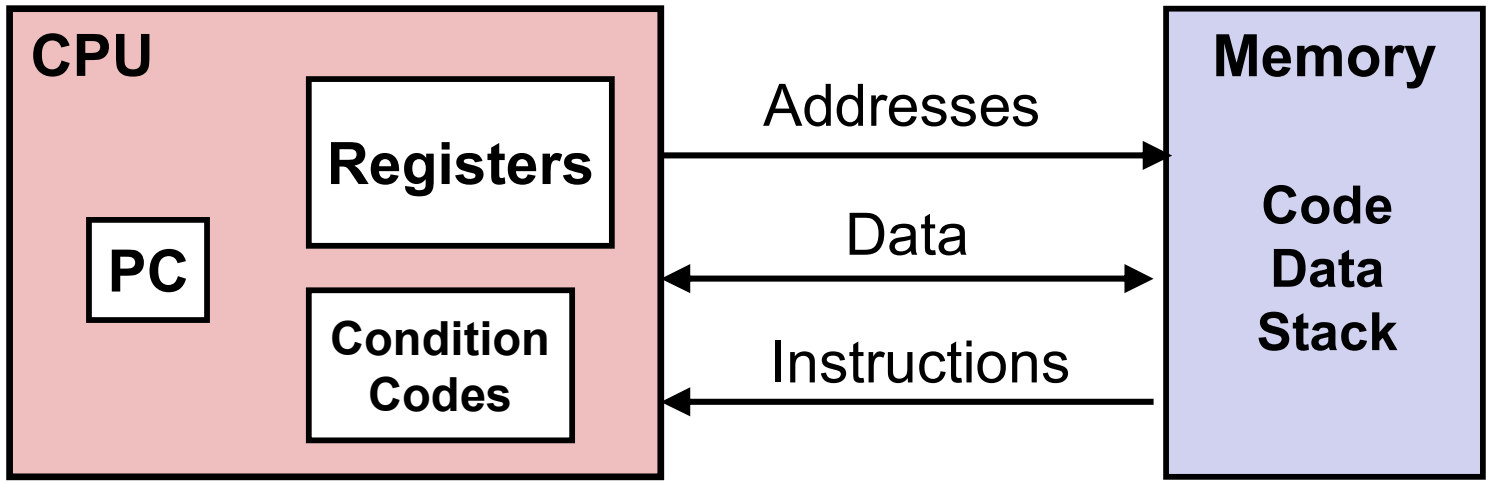
- **Các nội dung ôn tập:**
  - Các thành phần của hệ thống
  - Assembly Instruction (AT&T)
  - Lập trình mức máy tính
- **Giải đáp các bài tập**

Nội dung

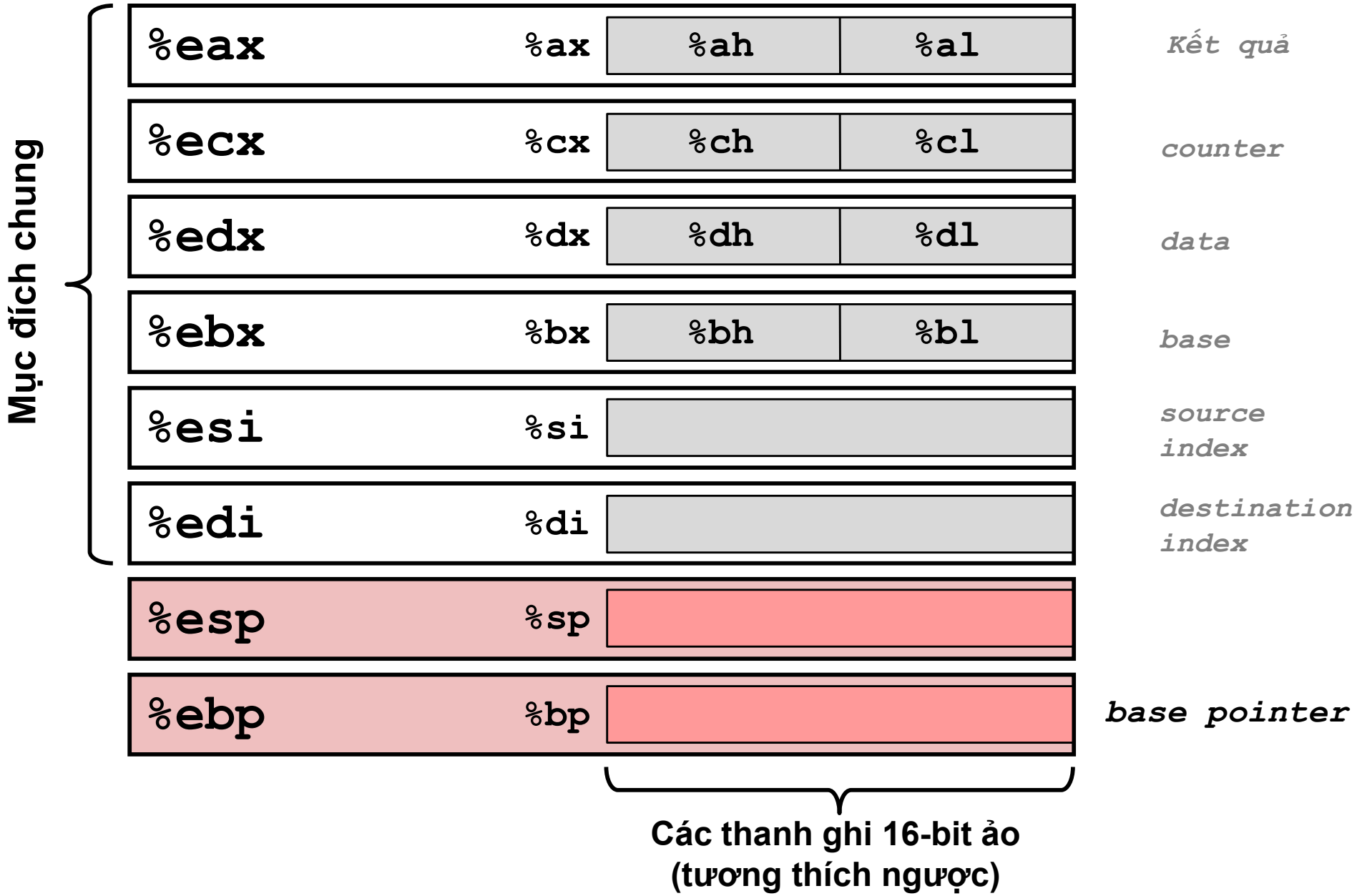
- **Các nội dung ôn tập:**
  - Các thành phần của hệ thống
  - Assembly Instruction (AT&T)
  - Lập trình mức máy tính
- **Giải đáp các bài tập**

Các thành phần của hệ thống

- **CPU**
  - Bộ tính toán ALU
  - **Thanh ghi (Register)**
  - Bộ nhớ cache (L1, L2, L3)
- **Bộ nhớ chính**
- Ổ đĩa: SSD, HDD



Các thanh ghi IA32 – 8 thanh ghi 32 bit



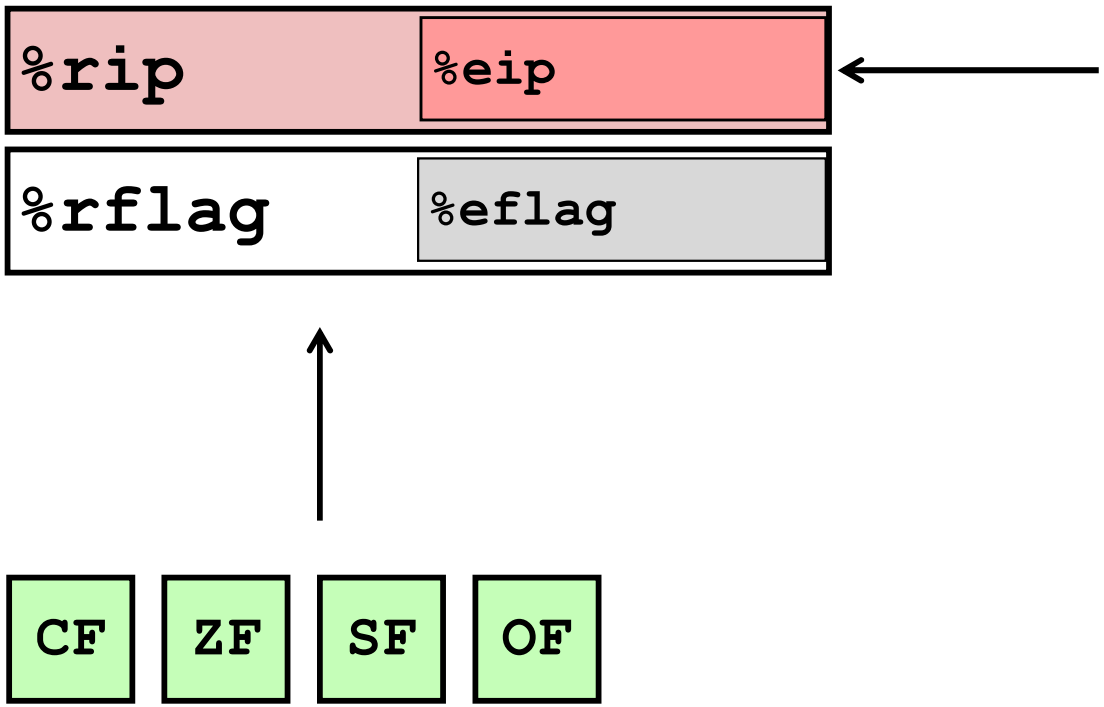
Các thanh ghi trong x86-64

%rax	%eax
%rbx	%ebx
%rcx	%ecx
%rdx	%edx
%rsi	%esi
%rdi	%edi
%rsp	%esp
%rbp	%ebp

%r8	%r8d
%r9	%r9d
%r10	%r10d
%r11	%r11d
%r12	%r12d
%r13	%r13d
%r14	%r14d
%r15	%r15d

16 thanh ghi 64 bit

Một vài thanh ghi đặc biệt



Program Counter
Instruction pointer

Condition codes

Nội dung

- **Các nội dung ôn tập:**
  - Các thành phần của hệ thống
  - Assembly Instruction (AT&T)
  - Lập trình mức máy tính
- **Giải đáp các bài tập**

Khác biệt giữa các định dạng AT&T vs Intel

- **Khác biệt giữa 2 định dạng assembly: AT&T vs Intel**

	AT&T	Intel
Thứ tự toán hạng	`movl source, dest`	`mov dest, source`
Thanh ghi	Có % trước tên thanh ghi `%eax`	Không có prefix trước tên thanh ghi `eax`
Lệnh mov	Có suffix `movl, movlq, movb`...	Không có suffix `mov`
Địa chỉ ô nhớ	`8(%ebp)`	`[ebp + 8]`
Có thể thấy ở đâu?	gcc: option `-masm=att` (mặc định) objdump: option `-M att` (mặc định)	• IDA Pro • gcc: option `-masm=intel` • objdump: option `-M intel`

Lệnh `mov` với định dạng AT&T

	Source	Dest	Src,Dest	C Analog
`movq`	*Imm*	*Reg*	`movl $0x4,%rax`	`temp = 0x4;`
		Mem	`movl $-147,(%rax)`	`*p = -147;`
	Reg	*Reg*	`movl %rax,%rdx`	
		Mem	`movl %rax,(%rdx)`	`*p = temp;`
	Mem	*Reg*	`movl (%rax),%rdx`	`temp = *p;`

Lệnh với định dạng AT&T

Instruction hợp lệ	Instruction không hợp lệ

`movl Imm, Reg`
`movl Imm, Mem`
`movl Reg, Reg`
`movl Reg, Mem`
`movl Mem, Reg`
	`movl Reg, Imm`
	`movl Mem, Imm`
	`movl Imm, Imm`
	`movl Mem, Mem`

- **Imm:** hằng số, có ký hiệu $ phía trước
- **Reg:** các thanh ghi hỗ trợ trên hệ thống, có ký hiệu % phía trước
- **Mem:** địa chỉ ô nhớ, có thể là địa chỉ cụ thể như 0x100 hay (0x100), hoặc là biểu thức biểu diễn ***Imm(Reg1, Reg2, Imm)***

- **Bảng trên đúng với các câu lệnh assembly khác**

Lưu ý: **Suffix cho lệnh trong AT&T**

- **Quyết định số byte dữ liệu sẽ được xử lý, ví dụ lệnh mov**
  - mov**b** 1 byte
  - mov**w** 2 bytes
  - mov**l** 4 bytes
  - mov**q** 8 bytes (dùng với các thanh ghi x86_64)
  - mov Số bytes tuỳ ý (phù hợp với tất cả số byte ở trên)
- Lưu ý: **Các thanh ghi** dùng trong lệnh mov cần đảm bảo phù hợp với **suffix**
  - Số byte dữ liệu sẽ được move

*? Có bao nhiêu lệnh mov **hợp lệ** trong các lệnh bên?*

```
movl %eax, %ebx
movb $123, %bl
movl %eax, %bl   ✘
movb $3, (%ecx)
mov (%eax), %bl
```

Các chế độ đánh địa chỉ bộ nhớ đầy đủ

- **Dạng tổng quát nhất**

  D(Rb,Ri,S) **Mem[Reg[Rb]+S*Reg[Ri]+ D]**

  - D: Hằng số "dịch chuyển" 1, 2, hoặc 4 bytes
  - Rb: Base register: Bất kỳ thanh ghi nào được hỗ trợ
  - Ri: Index register: Bất kỳ thanh ghi nào, ngoại trừ **%rsp** hoặc **%esp**
  - S: Scale: 1, 2, 4, hoặc 8

- **Các trường hợp đặc biệt**

(Rb,Ri)	**Mem[Reg[Rb]+Reg[Ri]]**
D(Rb,Ri)	**Mem[Reg[Rb]+Reg[Ri]+D]**
(Rb,Ri,S)	**Mem[Reg[Rb]+S*Reg[Ri]]**
(,Ri,S)	**Mem[Reg[Ri]*S]**

`leal` vs `movl`

- Với **`Src`** là 1 biểu thức tính toán địa chỉ

- **`movl`** `Src, Dst`
  - Tính toán địa chỉ ô nhớ dựa trên biểu thức tính toán ở **`Src`**
  - Truy xuất đến ô nhớ có địa chỉ tính toán được để lấy dữ liệu
  - Đưa dữ liệu lấy được vào **`Dst`**

- **`leal`** `Src, Dst`
  - Tính toán địa chỉ ô nhớ dựa trên biểu thức tính toán ở **`Src`**
  - ***Không truy xuất ô nhớ***
  - Gán trực tiếp địa chỉ tính toán được cho **`Dst`**
  - Ứng dụng: tính toán các biểu thức toán học

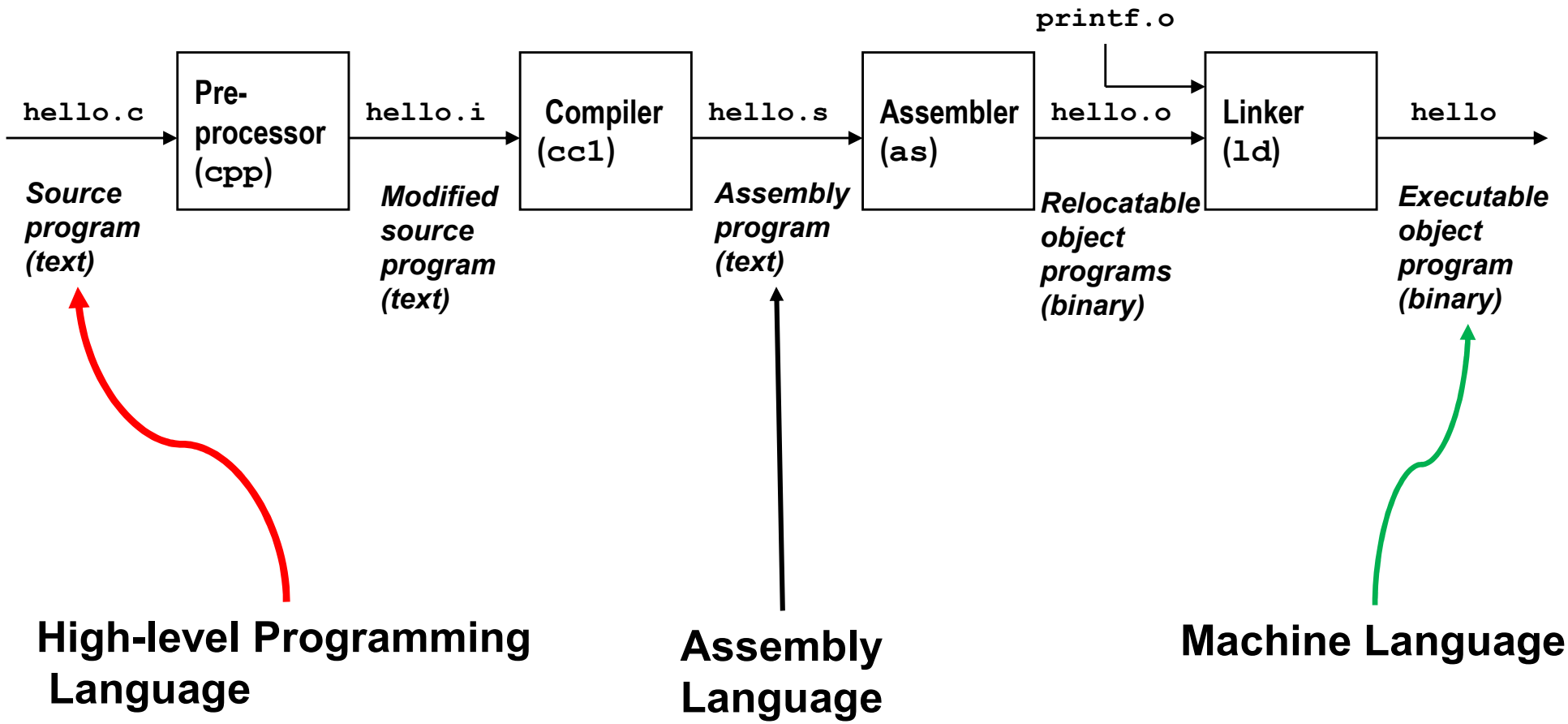
Một số lệnh assembly toán học

Instruction		Effect	Description
`leal`	*S*, *D*	$D \leftarrow \&S$	Load effective address
INC	*D*	$D \leftarrow D + 1$	Increment
DEC	*D*	$D \leftarrow D - 1$	Decrement
NEG	*D*	$D \leftarrow -D$	Negate
NOT	*D*	$D \leftarrow \sim D$	Complement
ADD	*S*, *D*	$D \leftarrow D + S$	Add
SUB	*S*, *D*	$D \leftarrow D - S$	Subtract
IMUL	*S*, *D*	$D \leftarrow D * S$	Multiply
XOR	*S*, *D*	$D \leftarrow D \hat{} S$	Exclusive-or
OR	*S*, *D*	$D \leftarrow D \mid S$	Or
AND	*S*, *D*	$D \leftarrow D \,\&\, S$	And
SAL	*k*, *D*	$D \leftarrow D << k$	Left shift
SHL	*k*, *D*	$D \leftarrow D << k$	Left shift (same as SAL)
SAR	*k*, *D*	$D \leftarrow D >>_A k$	Arithmetic right shift
SHR	*k*, *D*	$D \leftarrow D >>_L k$	Logical right shift

Nội dung

- **Các nội dung ôn tập:**
  - Các thành phần của hệ thống
  - Assembly Instruction (AT&T)
  - Lập trình mức máy tính
- **Giải đáp các bài tập**

Chuyển đổi từ mã nguồn sang file thực thi



Hiểu các chương trình assembly

- **Ngôn ngữ assembly** (*chi tiết ở mục trước*)
- **Lập trình mức máy tính (machine-level)**
  - Kiểu dữ liệu
  - Điều khiển luồng (rẽ nhánh, vòng lặp,…)
  - Thủ tục/Hàm và Stack
  - Mảng, Structure, Union
- **Linking**
- **Các topic liên quan đến ATTT**
  - Reverse engineering
  - Truy xuất ngoài mảng/Buffer overflow

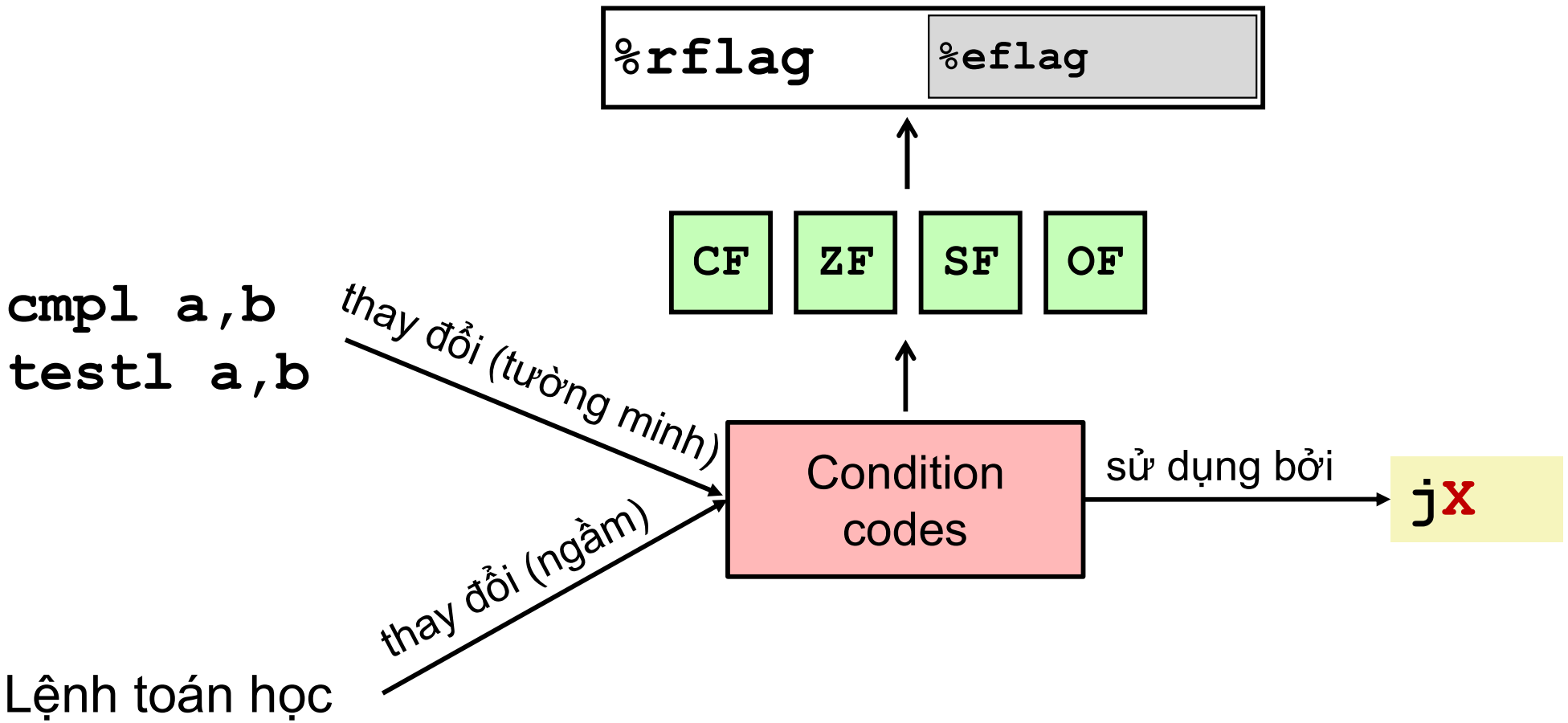
Lập trình mức máy tính (1)

- **Kiểu dữ liệu**

C Data Type	Typical 32-bit	Typical 64-bit	x86-64
`char`	1	1	1
`short`	2	2	2
`int`	4	4	4
`long`	4	8	8
`float`	4	4	4
`double`	8	8	8
`long double`	–	–	10/16
pointer	4	8	8

Lập trình mức máy tính (2)

- **Điều khiển luồng (rẽ nhánh, vòng lặp…)**



Các câu lệnh jump

- **Các instruction jX**
  - `jX label`
  - Nhảy đến đoạn mã khác (được gán nhãn `label`) để thực thi dựa trên các condition codes.

jX	Điều kiện	Mô tả
`jmp`	`1`	Nhảy không điều kiện
`je`	`ZF`	Equal / Zero
`jne`	`~ZF`	Not Equal / Not Zero
`js`	`SF`	Negative
`jns`	`~SF`	Nonnegative
`jg`	`~(SF^OF)&~ZF`	Greater (Signed)
`jge`	`~(SF^OF)`	Greater or Equal (Signed)
`jl`	`(SF^OF)`	Less (Signed)
`jle`	`(SF^OF)|ZF`	Less or Equal (Signed)
`ja`	`~CF&~ZF`	Above (unsigned)
`jb`	`CF`	Below (unsigned)

Các câu lệnh jump kết hợp với so sánh

- Các lệnh jump thường kết hợp với các lệnh so sánh/test
  - Kết quả của lệnh so sánh/test quyết định có thực hiện jump hay không.

```
cmpl src2, src1
jX label
```

jX	Điều kiện nhảy
je	src1 == src2
jne	src1 != src2
jg	src1 > src2
jge	src1 ≥ src2
jl	src1 < src2
jle	src1 ≤ src2

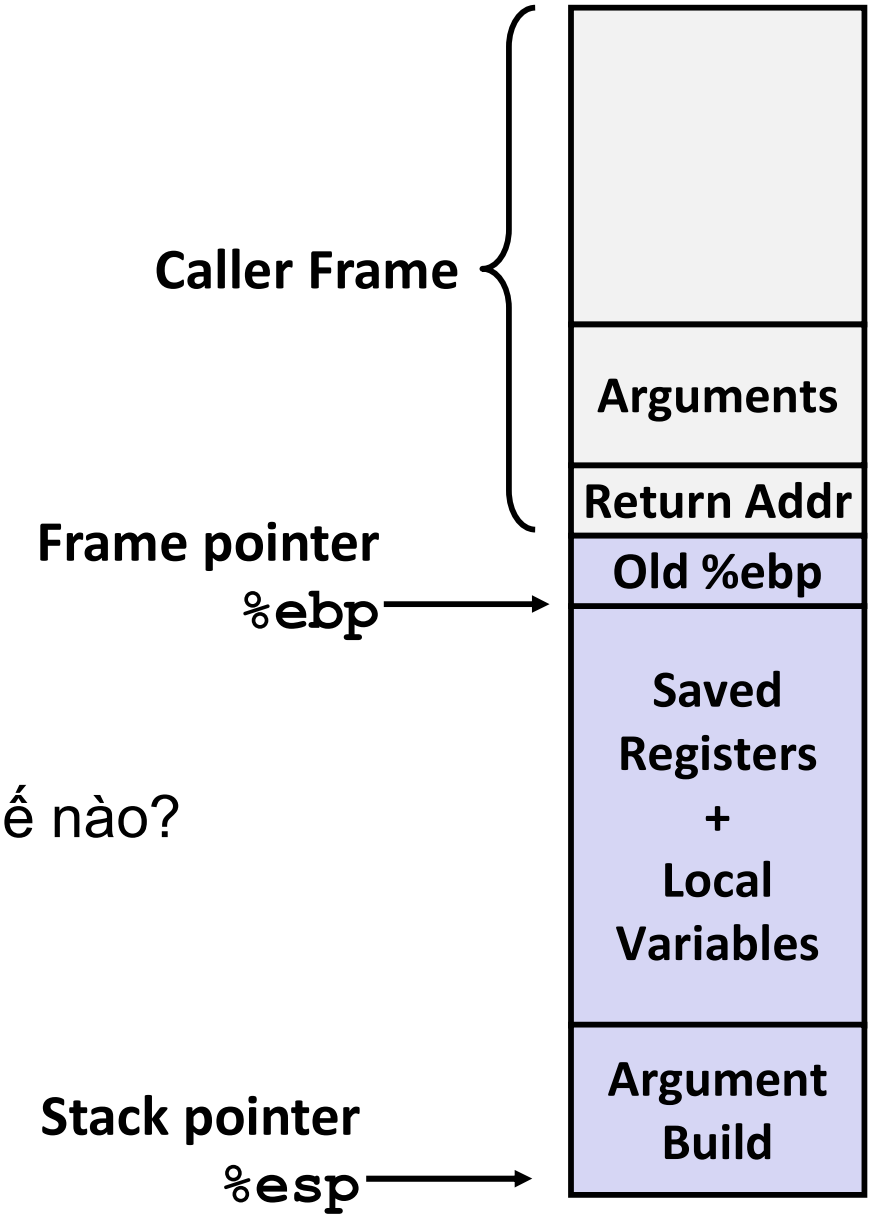
Lập trình mức máy tính (3)

- Điều khiển luồng (rẽ nhánh, vòng lặp…): Từ C sang assembly
  - Code C → Goto Version → Assembly

- **Điều khiển luồng (rẽ nhánh, vòng lặp…): Từ assembly sang C**
  - Rẽ nhánh: các điều kiện so sánh, các đoạn code tương ứng với trường hợp đúng/sai
  - Vòng lặp: điều kiện dừng, cập nhật, thân vòng lặp...

Lập trình mức máy tính (4)

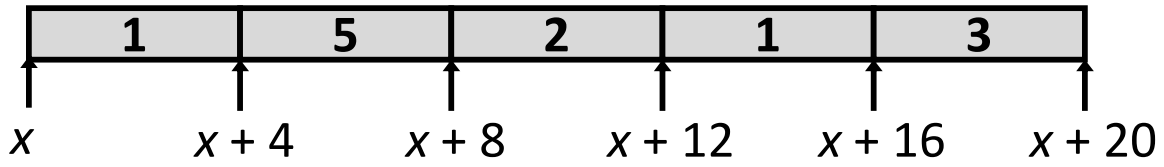
- **Thủ tục/Hàm và stack**
  - Stack: %ebp và %esp
    - Tác dụng?
    - Vị trí trỏ đến?
  - Push/Pop
  - Call
  - Ret
  - Địa chỉ trả về, giá trị trả về?
  - Vị trí các tham số/biến cục bộ
  - IA32 và x86_64 khác nhau như thế nào?



Lập trình mức máy tính (5)

- **Mảng, Structure, Union**
  - Mảng 1 chiều/2 chiều
  - Căn chỉnh trong structure
  - Cách xác định vị trí của các thành phần trong mảng/structure/union
  - Kích thước tổng của mảng/structure/union
  - Truy xuất, gán giá trị cho mảng/structure/union
  - Alignment trong structure/union

```
int val[5];
```



Lập trình mức máy tính (6)

- **Linking**
  - Thành phần trong chương trình nào được xem xét là symbol?
  - Các kiểu symbol: global, external, local
  - Luật phân giải symbol trùng tên: strong hay weak symbol
  - *Tái định vị (relocation)*
  - Một số section trong cấu trúc ELF: `.text`, `.data`, `.bss`, `.symtab`

Lập trình mức máy tính (7)

- **Các topic liên quan đến ATTT**
  - Reverse Engineering (Dịch ngược)
  - Truy xuất bên ngoài mảng/Buffer overflow (Tràn bộ đệm)

HẾT NỘI DUNG ÔN THI :>

Nội dung

- **Các nội dung ôn tập:**
  - Các thành phần của hệ thống
  - Assembly Instruction (AT&T)
  - Lập trình mức máy tính
- **Giải đáp các bài tập**

Nội dung

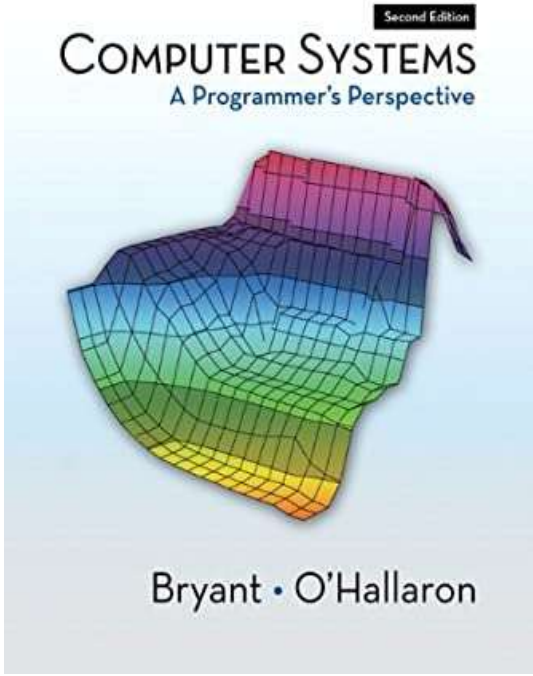
- **Các chủ đề chính:**
  1) Biểu diễn các kiểu dữ liệu và các phép tính toán bit
  2) Ngôn ngữ assembly
  3) Điều khiển luồng trong C với assembly
  4) Các thủ tục/hàm (procedure) trong C ở mức assembly
  5) Biểu diễn mảng, cấu trúc dữ liệu trong C
  6) Một số topic ATTT: reverse engineering, bufferoverflow
  7) Linking trong biên dịch file thực thi
  8) Phân cấp bộ nhớ, cache (tự tìm hiểu)
- **Lab liên quan**
  - Lab 1: Nội dung **1**
  - Lab 2: Nội dung 1, **2**, **3**
  - Lab 3: Nội dung 1, **2, 3, 4, 5, 6**
  - Lab 4: Nội dung 1, **2,** 3, **4**, 5, **6**
  - Lab 5: Nội dung 1, **2,** 3, **4**, 5, **6**
  - Lab 6: Nội dung **1, 2, 3, 4, 5, 6**

Giáo trình

- **Giáo trình chính**

Computer Systems: A Programmer's Perspective

  - Second Edition (CS:APP2e), Pearson, 2010
  - Randal E. Bryant, David R. O'Hallaron
  - http://csapp.cs.cmu.edu



- **Tài liệu khác**

  - *The C Programming Language*, Second Edition, Prentice Hall, 1988
    - Brian Kernighan and Dennis Ritchie
  - *The IDA Pro Book: The Unofficial Guide to the World's Most Popular Disassembler*, 1st Edition, 2008
    - Chris Eagle
  - *Reversing: Secrets of Reverse Engineering*, 1st Edition, 2011
    - Eldad Eilam


KEEP
CALM
AND
ENJOY YOUR
SEMESTER :)