Обзор архитектуры IA32/EM64T

Юрий Долгов, Дмитрий Шкурко

Архитектура

Микроархитектура

- Набор внутренних устройств
- Взаимодействие устройств

Интерфейс для работы с процессором

- Набор используемых команд
- Набор правил исполнения команд
- Форматы и типы данных

Ассоциативная память

В каждой ячейке хранится ключ и данные

- Выборка данных осуществляется по заданному ключу
- Каждая ячейка может хранить любую пару ключ-значение

Адрес	Данные
Адрес	Данные
Адрес	Данные

С точки зрения реализации:

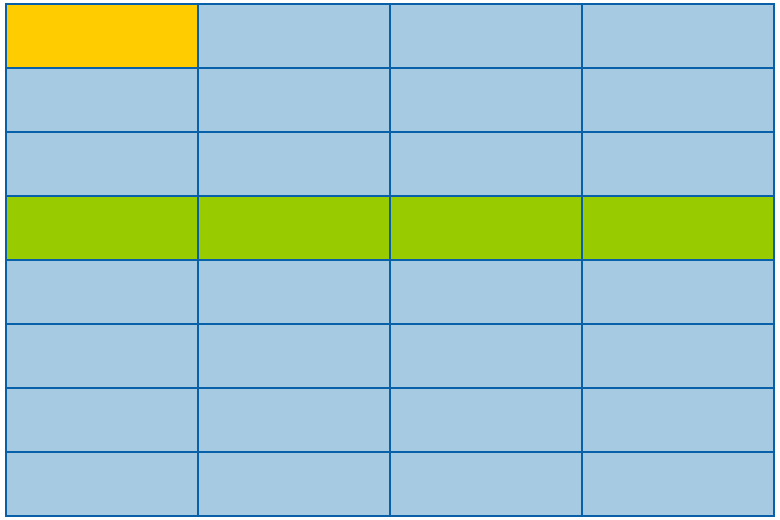
- ассоциативная память дорогая
- с увеличением объема уменьшается скорость доступа

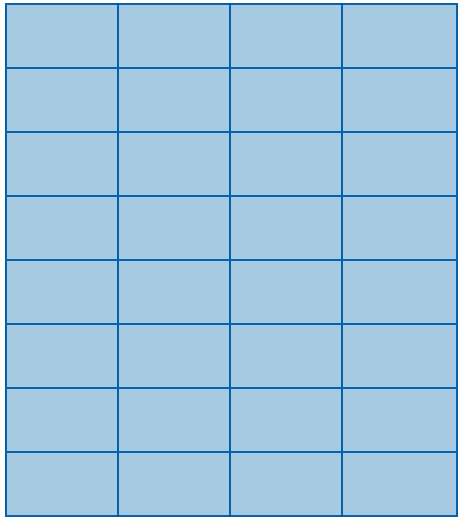
Устройство кэша (частично ассоциативная память)

Линия (блок)

Данные

Теги линий





Ассоциативное множество (4-way)

Адрес

Значение из тега	Номер линии	Смещение внутри линии

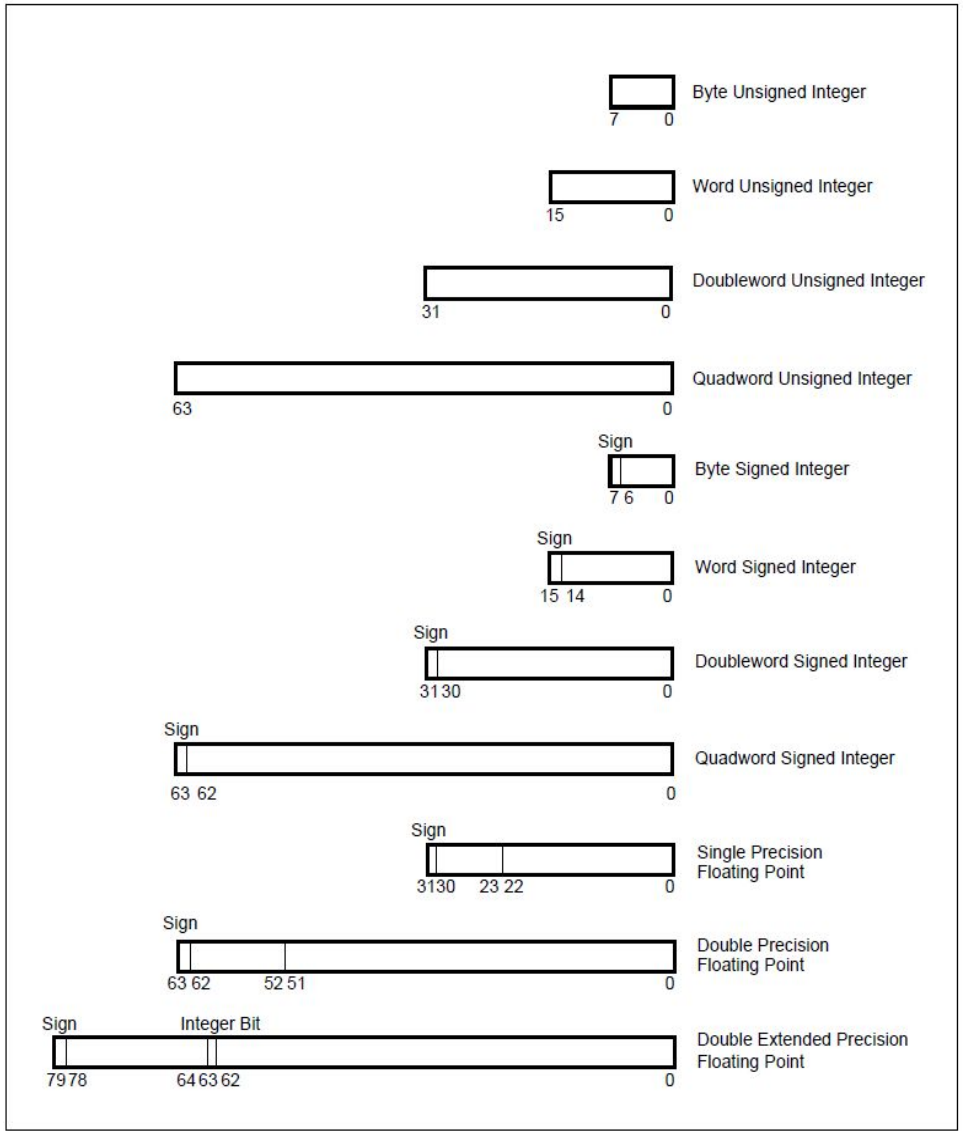
MESI (Modified Exclusive Shared Invalid) протокол когерентности WB памяти

Начальное состояние линии кеша	Состояние после чтения	Состояние после записи
M	M	M
E	E	M
S	S	M (RFO)
I	S	M (RFO, RI)

Процессор содержит несколько специальных буферов для уменьшения нагрузки на шину, возникающей за счет запросов RFO

Типы данных

- Целые (8, 16, 32, 64 бита)
  - без знака
  - со знаком
- Числа с плавающей точкой
  - Одинарной точности (32 бита)
  - Двойной точности (64 бита)
  - Расширенной точности (80 бит)
- Упакованные типы
  - Несколько базовых типов, упакованных в 128 или 64 бита
- Указатели (64 бита или 32 бита)


Byte Unsigned Integer
7 0
Word Unsigned Integer
15 0
Doubleword Unsigned Integer
31 0
Quadword Unsigned Integer
63 0
Sign
Byte Signed Integer
7 6 0
Sign
Word Signed Integer
15 14 0
Sign
Doubleword Signed Integer
31 30 0
Sign
Quadword Signed Integer
63 62 0
Sign
Single Precision Floating Point
31 30 23 22 0
Sign
Double Precision Floating Point
63 62 52 51 0
Sign
Integer Bit
Double Extended Precision Floating Point
79 78 64 63 62 0

Целочисленные регистры (32-битный режим)

- Регистры общего назначения(**General-purpose registers**):
  - 8 32-битных регистров используются 32-битном режиме для обращения к операндам в памяти (EAX, EBX, ECX, EDX, EBP, ESI EDI, и ESP).
- Сегментные регистры (**Segment registers**):
  - 6 16-битных сегментных регистров содержат части указателей, служат для обращения к памяти (CS,DS, SS, ES, FS, и GS)
- EFLAG регистр (**EFLAG register**):
  - Этот 32-битный регистр служит для предоставления статуса и контроля над выполнением базовых арифметических операций, сравнения и системных операций.
- EIP регистр (**EIP register**):
  - Этот 32-битный регистр содержит указатель на текущую инструкцию.

Целочисленные регистры (64-битный режим)

- Регистры общего назначения(**General-purpose registers**):
  - 16 64-битных регистров используются 32-битном режиме для обращения к в памяти в памяти (RAX, RBX, RCX, RDX, RBP, RSI, RDI, RSP и R8-R15 – используются с префиксом REX).
- Сегментные регистры (**Segment registers**):
  - устанавливаются уникальным образом
- RFLAG регистр (**RFLAG register**):
  - Этот 64-битный регистр служит для предоставления статуса и контроля над выполнением базовых арифметических операций, сравнения и системных операций.
- RIP регистр (**RIP register**):
  - Этот 64-битный регистр содержит указатель на текущую инструкцию.

Двоичная арифметика

Арифметика целых чисел без знака по модулю 16

- Вычитание
  - 7 – 3 = 0111 – 0011 = 0111 + 1101 = 10100 = 4 (есть перенос (CF=0), результат > 0)
  - 3 – 7 = 0011 – 0111 = 0011 + 1001 = 1100 = 12 (нет переноса (CF=1), результат < 0)
  - Чтобы сравнить числа нужно вычесть одно из другого и проверить наличие переноса
- Сложение
  - 7 + 3 = 0111 + 0011 = 1010 = 10 (нет переноса (CF=0), нормальная ситуация)
  - 7 + 10 = 0111 + 1010 = 10001 = 1 (есть перенос (CF=1), ненормальная ситуация)

Арифметика целых чисел со знаком по модулю 16

- Сложение
  - (-7) + 3 = 1001 + 0011 = 1100 (переносы равны (OF=0), знак равен 1, результат < 0)
  - 7 + (-3) = 0111 + 1101= 10100 (переносы равны (OF=0), знак равен 0 , результат > 0)
  - 2 + 1 = 0010 + 0001 = 0011 (переносы равны (OF=0), результат > 0)
  - (-2) + (-1) = 1110 + 1111 = 11101 (переносы равны (OF=0), результат < 0)

  Переполнения
  - 7 + 3 = 0111 + 0011 = 1010 (переносы разные (OF=1), результат > 0)
  - -7 + (-3) = 1001 + 1101 = 10110 (переносы разные (OF=1), результат < 0)

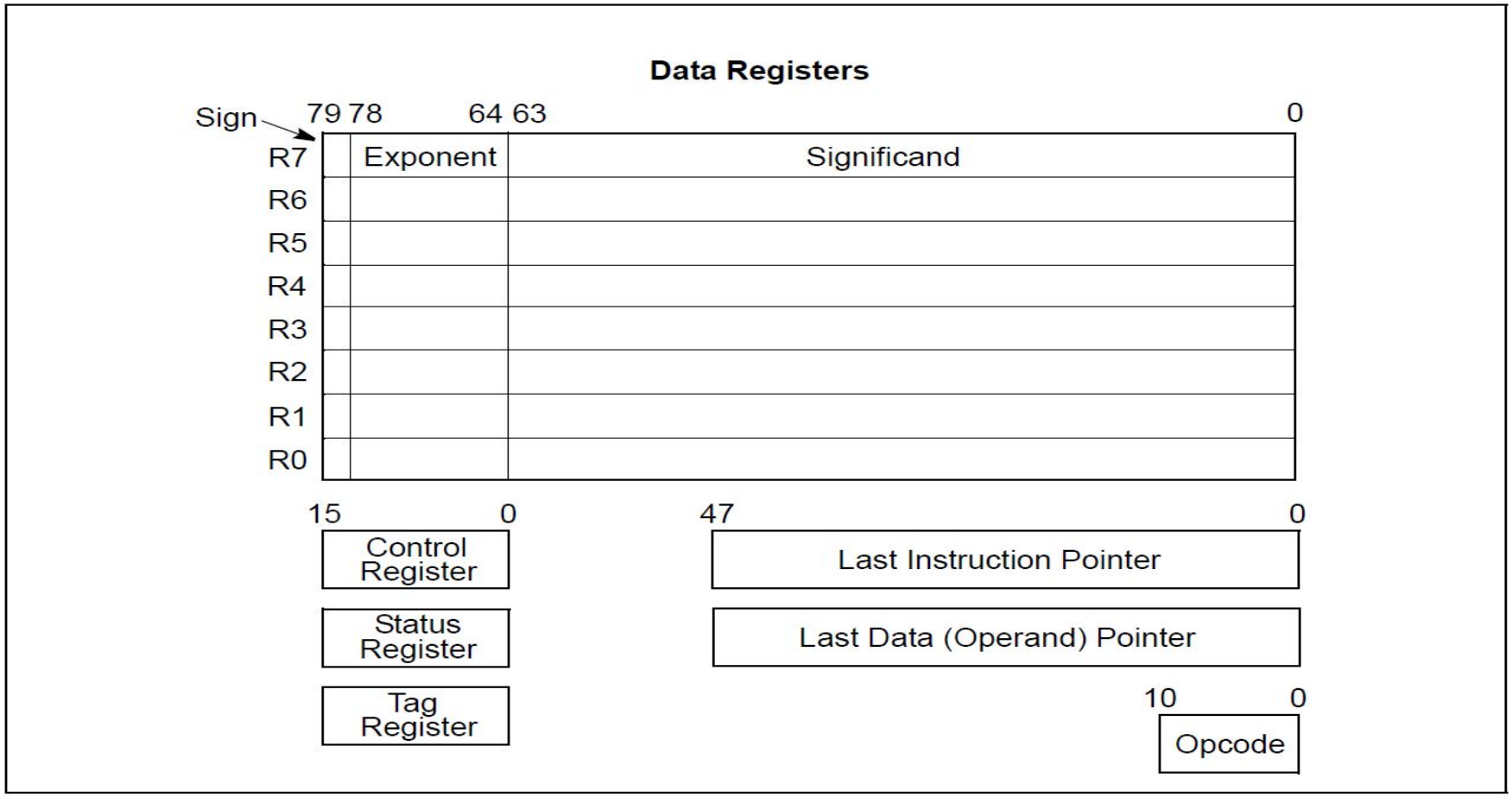
31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ID	VIP	VIF	AC	VM	RF	0	NT	IOPL		OF	DF	IF	TF	SF	ZF	0	AF	0	PF	1	CF

X ID Flag (ID)
X Virtual Interrupt Pending (VIP)
X Virtual Interrupt Flag (VIF)
X Alignment Check (AC)
X Virtual-8086 Mode (VM)
X Resume Flag (RF)
X Nested Task (NT)
X I/O Privilege Level (IOPL)
S Overflow Flag (OF)
C Direction Flag (DF)
X Interrupt Enable Flag (IF)
X Trap Flag (TF)
S Sign Flag (SF)
S Zero Flag (ZF)
S Auxiliary Carry Flag (AF)
S Parity Flag (PF)
S Carry Flag (CF)

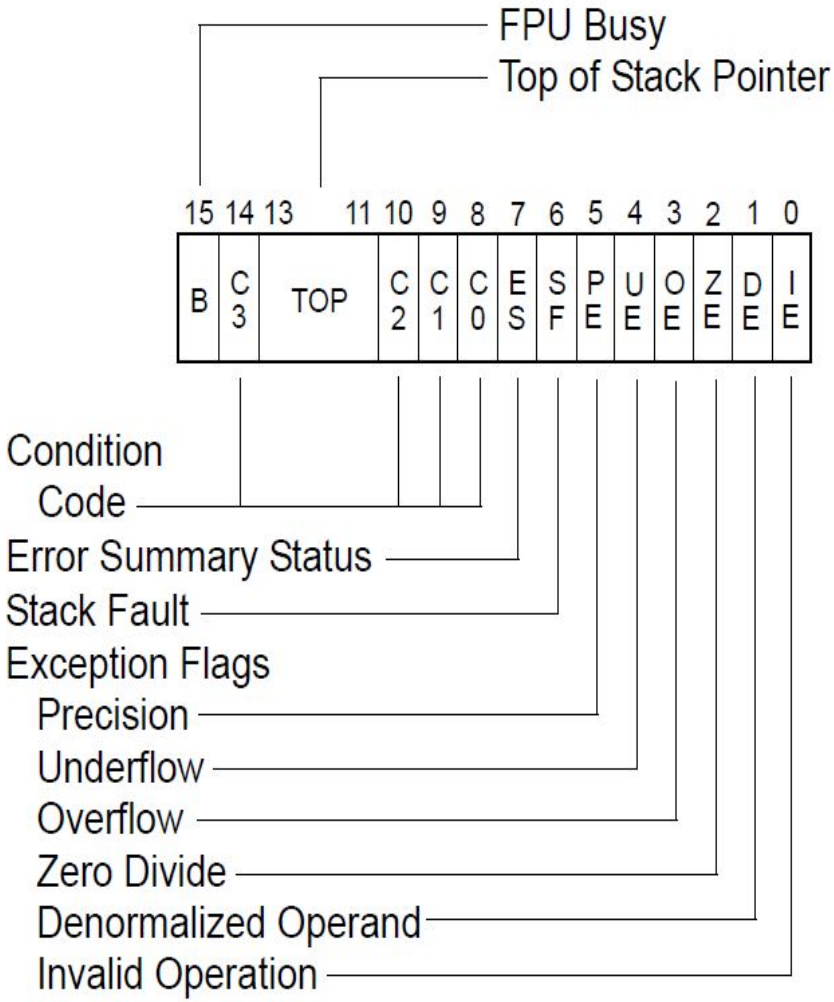
S Indicates a Status Flag
C Indicates a Control Flag
X Indicates a System Flag

Reserved bit positions. DO NOT USE.
Always set to values previously read.

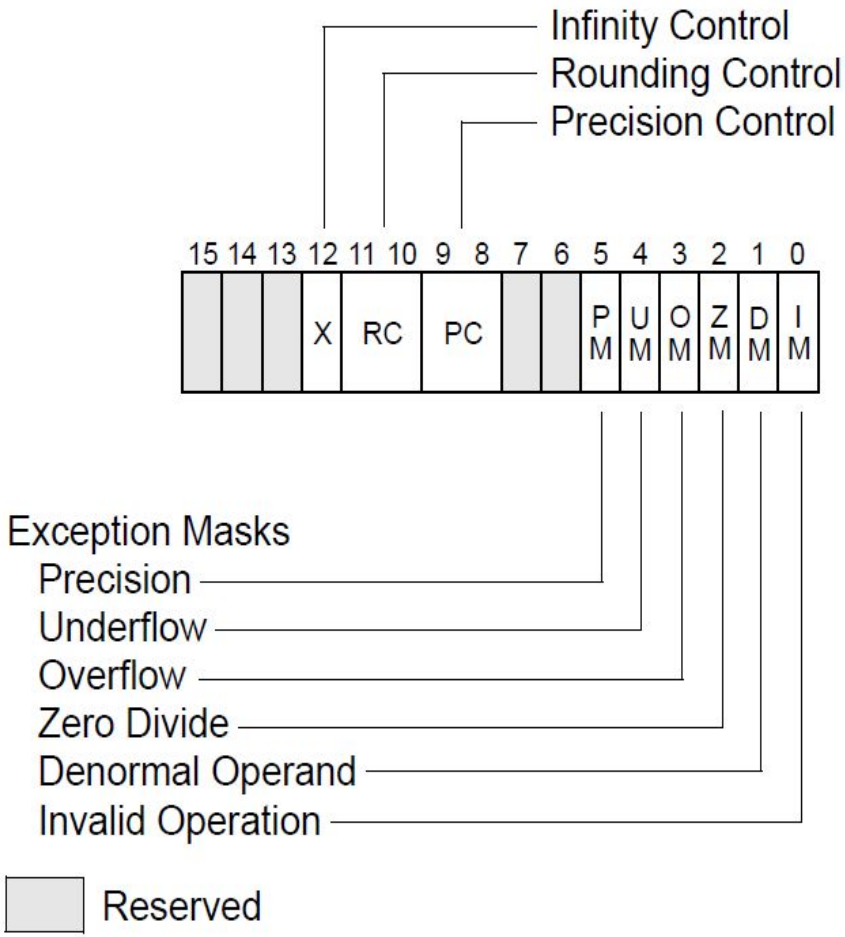
x87 регистры



Слово статуса x87

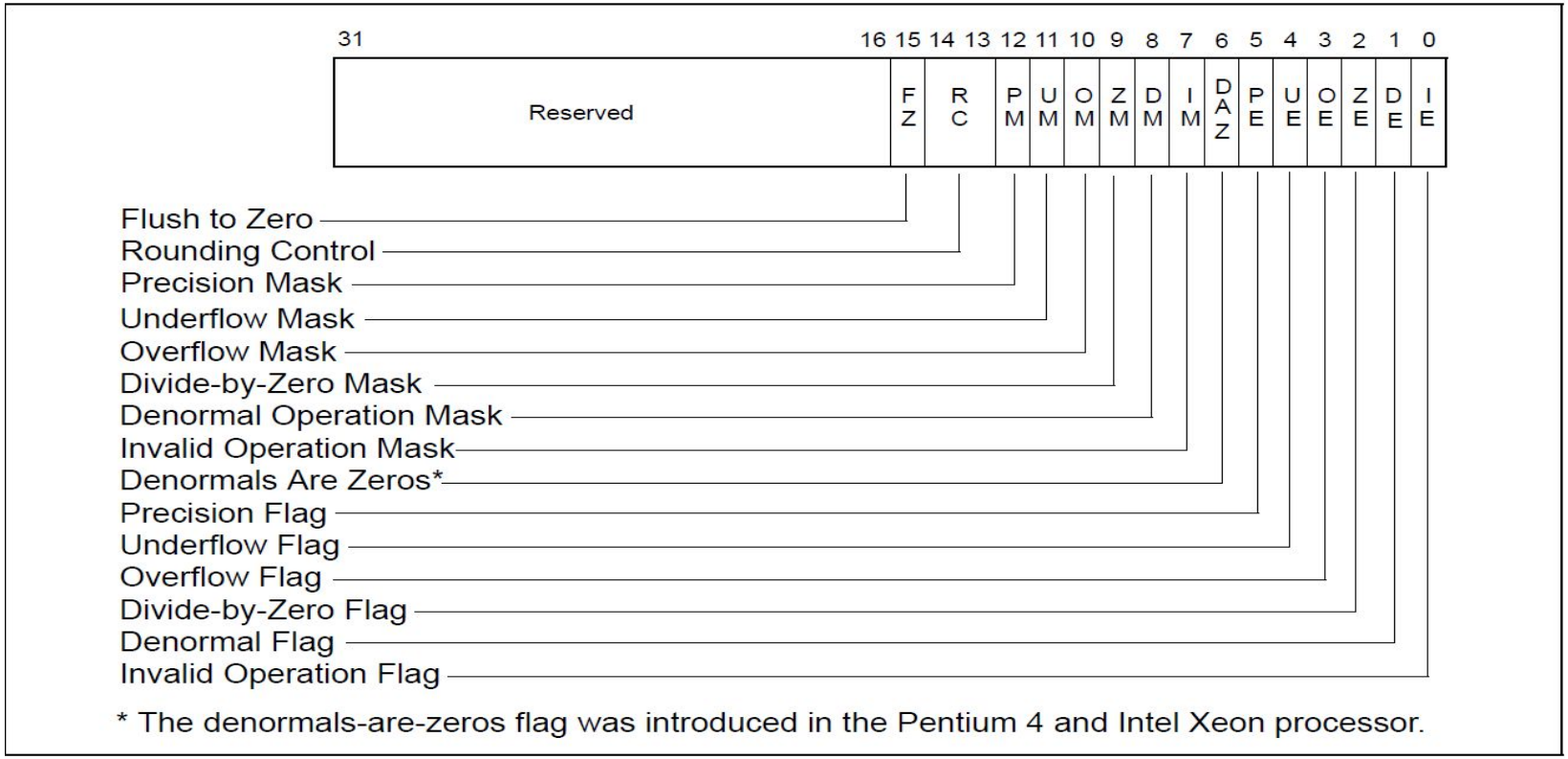


Контрольное слово x87



SSE

- 8 или 16 128-битных регистров (xmm00-xmm07)
- Регистр статуса и контрольной информации (mxcsr)



Формат инструкции

<Мнемоника> <входной и выходной операнд> <входной операнд>

- Операнд может быть следующих типов
  - Регистр
  - Память
    - База + индекс * множитель + смещение
    - Смещение относительно указателя на команду
  - Константа
- Некоторые инструкции имеют неявные операнды

<jump/call> <адрес>

- Адрес может быть взят
  - Из регистра
  - Непосредственно из команды

Примеры инструкций

- Add rax, [rbx + 2*rdx + 8] (rax <- rax + [rbx + 2*rdx + 8]) (sub)
- Mul rcx (rdx:rax <- rax*rcx) (imul, div, idiv)
- Cmp rcx, rdi (изменяет флаги)
- Mov rcx, rbx + 2*rdx + 8] (чтение в регистр)
- Push rcx (pop rcx)
- Lea rax, [rbx + 2*rdx + 8] (rax <- rbx + 2*rdx + 8)
- Jmp [rax]
- Call <label>
- Ret
- Fsub st1, st0 (fadd)

SSE1, 2, 3

- Paddusw xmm1, xmm2 (paddsq, paddb)
- Addps xmm1, xmm2 (subpd, mulps, divps)
- Cvttpd2pi xmm1, xmm2 (cvttpd2dq)
- Movhlps xmm1, xmm2 (movhpd, movlps)

Q&A

Thank you.