# Лабораторная работа 11. Изучение принципов технологии ММХ

## 11.1 Цель работы

Ознакомление с основополагающими принципами технологии ММХ и ее реализацией в современных микропроцессорах, типами данных и командами ММХ-расширения процессора, особенностями арифметики с насыщением и циклической арифметики.

## 11.2 Порядок выполнения работы

Выполнение лабораторной работы основано на изучении теоретических вопросов и выполнении демонстрационно-тестовых заданий с помощью информационно-справочной системы [«Введение в технологию MMX»](file:///G:\Users\Dima\!%D0%A5%D0%9D%D0%A3%D0%A0%D0%95\2020%20%D0%BE%D1%81%D0%B5%D0%BD%D1%8C\Lab_11\MMXtutor\MMX.HTM), разработанной корпорацией Intel.

Работа с указанной системой должна быть проведена в следующей последовательности:

1. Рассмотреть пример, иллюстрирующий принцип SIMD(тема 5)

2. Изучить типы данных (тема 6), обратив особое внимание на диапазоны их значений.

3. Изучить синтаксис команд (тема 7) и выполнить тестовый пример.

4. Изучить отличительные особенности выполнения операций по правилам циклической арифметики и арифметики с насыщением, а также особенности обработки чисел со знаком и без знака (темы 8-9). Также следует выполнить тестовые примеры.

5. Рассмотреть классификацию команд и изучить назначение групп команд:

* сложения и вычитания;
* сдвига;
* логических операций;
* умножения;
* сравнения;
* упаковки и распаковки;
* предачи данных.

6. В соответствии с вариантом задания изучить назначение и особенности выполнения трех заданных команд.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Вар-т** | **Команда 1** | **Команда 2** | **Команда 3** |
| 1 | paddw | packsswb | movd |
| 2 | psubd | punpckhdq | movq |
| 3 | paddsb | packuswd | pcmpeqb |
| 4 | psubsw | punpcklbw | pcmpgtb |
| 5 | paddusb | pand | pcmpeqd |
| 6 | psubusw | por | pcmpgtd |
| 7 | paddbd | pandn | pmaddwd |
| 8 | psubw | pxor | pmaddwd |
| 9 | paddsb | pmulhw | pcmpeqw |
| 10 | psubsb | pmullw | pcmpgtw |

## 11.3 Принципы технологии MMX

Объем и сложность данных, обрабатываемых современными компьютерами, стремительно увеличиваются. Новые средства связи, видео- и аудиоприложения выдвигают повышенные требования к производительности микропроцессора.

Технология ММХ (MultiMedia eXtension) была разработана для ускорения мультимедийных и коммуникационных программ. В ее программное окружение были введены новые команды и типы данных, что позволило создавать приложения нового уровня. Технология основана на параллельной обра­ботке данных. При этом сохраняется полная совместимость с существующими операционными системами и программным обеспечением. По сути, технология ММХ представляет одно из самых значительных усовершенствова­ний со времени создания процессора Intel386 (т.е. создания 32-разрядной архитектуры).

В основе ММХ лежит принцип SIMD (Single Instruction-Multiple Data - «одиночный поток команд, множественный поток данных»). Он означает, что посредством одной команды можно обработать сразу несколько единиц информации. В технологии MMX этот принцип реализован в виде выполнения арифметических и логических операций на байтах, словах, или двойных словах, упакованных в 64-разрядные регистры MMX. Например, команда PADDSB добавляет восемь знаковых чисел длиной в один байт первого операнда к восьми знаковым числам так же длиной в один байт второго операнда и сохраняет 8 результирующих байтов в первом операнде. Эффект SIMD заключается в ускорении выполнения программного обеспечения за счет параллельного выполнения одной операции над множеством элементов данных.

Следует заметить, что в памяти новые типы данных располагаются так, как это принято в архитектуре Intel, т.е. по принципу - младший байт первым.

Наибольший эффект от использования ММХ-технологии может быть достигнут в алгоритмах, имеющих следующие характеристики:

* малый размер данных (чаще всего звуковые данные представляются в виде 16-разрядных слов. В этом случае одна MMX команда может одновременно обрабатывать 4 из этих слов. Графическая и видеоинформация обычно представляются наборами байтов. Тогда одна MMX команда может обрабатывать одновременно 8 байт);
* короткие, часто повторяющиеся циклы (выполнение однотипных операций над множеством данных);
* частые умножения и накопления.

Технология ММХ поддерживает новую арифметику, называе­мую арифметикой с насыщением (Saturation arithmetic), в противовес традиционной - арифметике с циклическим переносом (Wraparound arithmetic).

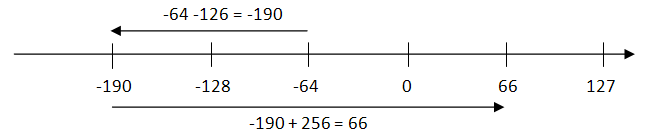


Рис. 11.1. Арифметика с циклическим переносом

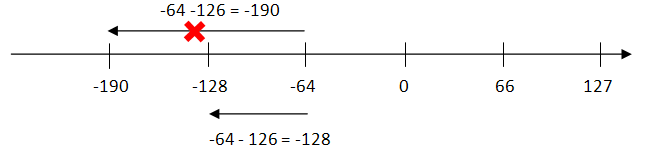


Рис. 11.2. Арифметика с насыщением

Команды MMX используют восемь 64-разрядных регистров. Для обеспечения полной совместимости с существующим стандартным программным обеспечением регистры ММХ отображаются на регистры FPU. Прямой доступ к ним осуществляется по именам MM0, ..., MM7. Только MMX-команды могут обращаться к этим регистрам. Физически регистры MMX размещены в мантиссах регистров с плавающей запятой (биты 0-63). Таким образом, любое записываемое в MMX-регистр значение попадает в один из регистров с плавающей запятой. При выполнении MMX-команд все биты порядка и знаковый бит в соответствующем регистре с плавающей запятой (разряды 64-79) заполняются единицами.

Таблица 11.1 - Влияние ММХ-команд на контекст FPU

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Тип команды** | **Регистр тегов** | **Поле порядка и знаковый бит р-ра MMn (79...64)** | **Поле мантиссы р-ра MMn (63...00)** |
| Чтение из ММХ-регистра | Все поля 00 | Не изменяется | Не изменяется |
| Запись в ММХ-регистр | Все поля 00 | Заполняется единицами | Перезаписывается |
| EMMS | Все поля 11 | Не изменяется | Не изменяется |

После выполнения любой ММХ-команды (кроме EMMS) значения всех полей регистра тегов устанавливаются в 00. Команда EMMS устанавливает значения всех полей регистра тегов в 11. Значение регистра тегов не оказывает никакого влияния на ММХ-регистры или выполнение ММХ-команд.

## 11.4 Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать: цель работы, описание основных принципов и элементов (типы данных, синтаксис команд) технологии MMX, назначение отдельных групп команд, результаты выполнения тестовых заданий тем 7 и 9, описание трех заданных команд, выводы по работе.

## 11.5 Контрольные вопросы и задания

1. Что представляет собой технология ММХ? Для каких алгоритмов она наиболее эффективна?
2. Какие новые 64-разрядные типы данных введены технологией ММХ?
3. Чем отличается арифметика с насыщением от арифметики с циклическим переносом? Привести примеры.
4. Какой синтаксис имеют ММХ-команды?
5. Перечислите известные суффиксы команд ММХ и дать их объяснение.
6. Каким образом поддерживается совместимость процессоров технологии ММХ с программным обеспечением, написанным для более ранних процессоров?
7. Перечислить допустимые диапазоны значений для 8-, 16- и 32-разрядных типов данных.
8. Где физически располагаются ММХ-регистры и каким образом в них размещаются данные?
9. Для решения какого класса задач используется арифметика с насыщением?