

механика.-2009, вып. 24.- 117-124с. 2. Колешко В.М., Сунка В.Я., Польшкова Е.В., Ведмич В.В. Интеллектуальная система распознавания информационных образов с поддержкой стандартов беспроводной связи. 19-ая межд. конф. СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии.- 2009, Севастополь, Украина.-382-383с. 3. Заец Н.И. Радиолобительские конструкции на PIC-микроконтроллерах. Книга 2 - М.: "СОЛОН-Пресс", 2005.-192с. 4. Уилмсхерст Т. Разработка встроенных систем с помощью микроконтроллеров PIC. Принципы и практические примеры. - Пер. с англ. - К.: "МК-Пресс" - СПб:"КОРОНА-ВЕК", 2008. - 544с. 5. [Электронный ресурс] / Официальный сайт Microchip; Режим доступа: <http://www.microchip.ru/>, - свободный. – Загл. С экрана. – Яз. Рус.-2010.

УДК 681. 586: 681.316. 1

Колешко В.М., Сунка В.Я., Кутковский В.Д.

ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Микроконтроллеры являются законченными специализированными микропроцессорами, ориентированными на реализацию устройств управления, встраиваемую в электронную аппаратуру широкого спектра назначения. Они могут использоваться не только для создания простейших устройств управления, но и для создания достаточно сложных локальных и распределенных комплексов промышленной автоматики.

Наиболее распространенным представителем семейства микроконтроллеров являются 8-разрядные приборы, широко используемые для управления реальными объектами, где применяются, в основном, алгоритмы с преобладанием логических операций, скорость обработки которых практически не зависит от разрядности процессора.

При модульном принципе построения все микроконтроллеры одного семейства содержат процессорное ядро, одинаковое для всех микроконтроллеров данного семейства, и изменяемый функциональный блок, который отличает микроконтроллеры разных моделей. Структура модульного микроконтроллера приведена на рис. 1.

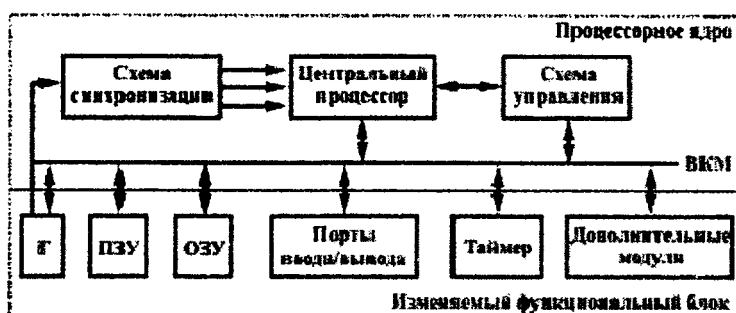


Рис. 1. Модульная организация МК

Микроконтроллер является микросхемой которая в ответ на внешние электрические сигналы действует в соответствии с возможностями заложенными производителем, электроникой подключенной к МК, программой которая в него загружена. Программа для микроконтроллера — это набор кодов, который записывается в программную память. Программирование в кодах неудобно. Поэтому для написания программ используются языки программирования, в которых каждая команда соответствует тому или иному коду. Язык программирования имеет свой словарь (набор слов) и правила их написания. В качестве слов выступают: команды (операторы); специальные управляющие слова; назва-

ния регистров; числовые выражения. Главная задача языка — однозначно описать последовательность действий, которую должен выполнить микроконтроллер.

В процессе создания программы пишется ее текст на компьютере. Затем запускается специальная программа — транслятор, которая переводит текст, написанный программистом, в машинные коды, то есть в форму, понятную для микроконтроллера. Именно этот код записывается в программную память микроконтроллера. Для записи результирующего кода в программную память применяются специальные устройства — программаторы.

Все языки программирования делятся на две группы: языки низкого уровня (машиноориентированные); языки высокого уровня.

Примером языка низкого уровня является язык Ассемблер. Каждый оператор этого языка - это, по сути, словесное название какой-либо конкретной команды микроконтроллера. В процессе трансляции такая команда просто заменяется кодом операции. Составляя программу на языке Ассемблер, программист должен оперировать теми же видами данных, что и сам процессор, то есть байтами и битами. Поэтому, если микроконтроллеры имеют разную систему команд, то и язык Ассемблер для каждого микроконтроллера будет свой.

Языки высокого уровня оперируют не с байтами, а с десятичными числами, переменными, константами. Примером языка низкого уровня является язык C, Basic, Pascal. Транслятор с языка высокого уровня производит более сложные преобразования, чем транслятор с Ассемблера. Но в результате получается программа в машинных кодах. При этом транслятор использует все ресурсы микроконтроллера по своему усмотрению. В каких именно регистрах или ячейках памяти будут храниться значения переменных, по каким алгоритмам будут вычисляться математические функции решает транслятор. Поэтому задача эффективности алгоритма полученной в результате трансляции программы целиком ложится на программу-транслятор. В целом, программы, написанные на языках высокого уровня, занимают в памяти микроконтроллера объем на 30—40 % больший, чем аналогичные программы, написанные на языке Ассемблер. Однако если микроконтроллер имеет достаточно памяти и для 8-ми разрядного контроллера, проще написать на ассемблере, а для сигнального процессора со сложной системой команд, программировать надо к примеру на языке C. Язык C был специально разработан для системного программирования. Этот язык очень компактный, а возможности его велики. Основной принцип стилистики программирования - простота и прозрачность кода. Программа должна быть написана таким образом, чтобы ее можно было легко расширить и дополнить новыми функциями.

Факторы, влияющие на особенности программирования: запас по быстродействию, то это увеличение программы — не проблема. Преимуществом же языков высокого уровня является существенное ускорение процесса разработки программы.

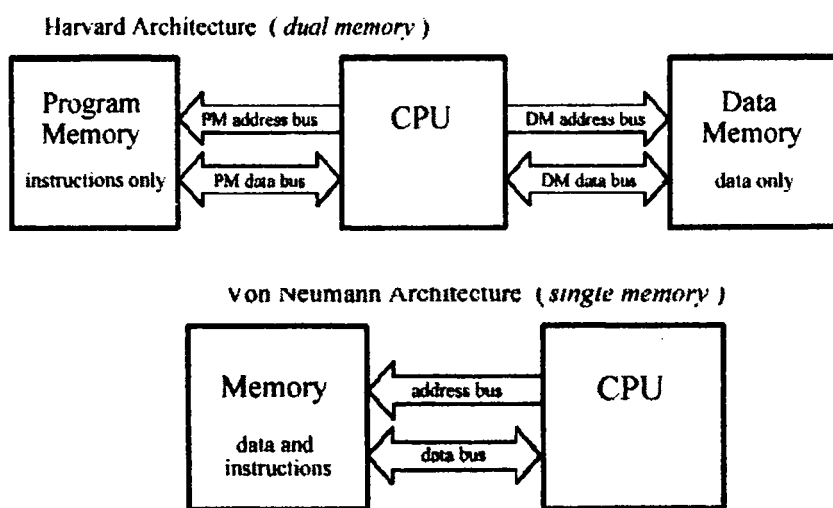


Рис. 2. Архитектуры микроконтроллеров

При выборе языка программирования, нужно руководствоваться: задачей программы - низкоуровневые вещи (управление внешними периферийными устройствами, формирование временных

диаграмм, критический по времени код) лучше писать на ассемблере, а высокий уровень (математические вычисления, общая логика программы) реализовывать на языках высокого уровня. В зависимости от сложности программируемого устройства - небольшую программу

- Простота и эффективность программирования обуславливается набором команд, объемом памяти, линейной организацией памяти данных и памяти программ, наличием программного доступа к стэку.
- Производительность микроконтроллера напрямую связана с его архитектурой. Микроконтроллеры строятся на базе двух известных архитектур. Это архитектура Неймана и Гарвардская архитектура.
- Как видно из рисунков, в архитектуре Неймана одна общая шина для памяти программ и памяти данных. Так для выполнения операции умножения требуется 3 такта : 1 - извлечение кода команды, 2 - извлечение первого операнда, 3 - извлечение второго операнда. В Гарвардской архитектуре имеется две шины. Одна шина - для извлечения кода команды, другая шина - для извлечения данных. В этом случае для той же самой операции потребуется только 2 такта, потому что извлечение кода команды и первого операнда может происходить одновременно.
- Производительность и функциональность микроконтроллера определяется не только ядром, но и набором периферийных модулей. Это таймеры - счетчики, интерфейсные модули, АЦП, ЦАП, модули фиксации (capture modules), порты ввода/вывода, сторожевые таймеры, встроенные супервизоры, встроенные генераторы и т.д. Наличие периферийных устройств позволяет многие вещи делать на аппаратном уровне, освобождая ядро для других задач.
- В некоторых проектах предъявляются жесткие требования по энергопотреблению. Чем больше кварцевая частота, тем больше микроконтроллер будет потреблять тока. У микроконтроллеров есть энергосберегающие режимы. Когда микроконтроллер находится в одном из таких режимов, тактирование его ядра прекращается, и он входит в "спящий" режим (idle state или sleep mode). В этом режиме выполнение программы прекращается, но содержимое всех регистров и ячеек ОЗУ сохраняется неизменным. Вывести микроконтроллер из "спящего" режима, может событие, не связанное с кварцевой частотой тактирования. При проектировании подобных систем приходится искать компромисс между производительностью и энергопотреблением. Поэтому программа должна обеспечить необходимую функциональность и уложиться в требования по энергопотреблению.

Основные типы микроконтроллеров

Микроконтроллеры фирмы Atmel – типа AVR

Микроконтроллеры типа AVR имеют гарвардскую архитектуру (программа и данные находятся в разных адресных пространствах) и систему команд, близкую к идеологии RISC. Процессор AVR имеет 32 8-битных регистра общего назначения, объединённых в регистровый файл.

Система команд микроконтроллеров типа AVR весьма развита и насчитывает в различных моделях от 90 до 133 различных инструкций. Большинство команд занимает только 1 ячейку памяти (16 бит) и выполняется за 1 такт.

Множество команд микроконтроллеров AVR можно разбить на несколько групп: команды логических операций, команды арифметических операций и команды сдвига, команды операции с битами, команды пересылки данных, команды передачи управления, команды управления системой.

Стандартные семейства микроконтроллеров:

- TinyAVR, Флеш-память 8 Кб, SRAM 512 б, EEPROM 512 б; Число линий В/В 6-18 (общее количество выводов 8-32); Ограниченный набор периферийных устройств.
- MegaAVR: Флеш-память 256 Кб, SRAM 8 Кб, EEPROM 4 Кб; Число линий В/В 23-86 (общее количество выводов 20-100); Аппаратный умножитель; Расширенная система команд и периферийных устройств.
- XMEGA AVR: Флеш-память 384 Кб, SRAM 32 Кб, EEPROM 4 Кб; Четырёхканальный DMA-контроллер; Инновационная система обработки событий.

Микроконтроллеры фирмы Microchip – PIC

Микроконтроллеры PIC содержат RISC-процессор с симметричной системой команд, позволяющей выполнять операции с любым *регистром*, используя произвольный метод *адресации*. Пользователь может сохранять результат операции в самом *регистре*-аккумуляторе или во втором *регистре*, используемом для операции.

В настоящее время компания Microchip выпускает пять основных семейств 8-разрядных RISC-микроконтроллеров, совместимых снизу вверх по программному коду:

- PIC12CXXX – семейство микроконтроллеров, выпускаемых в миниаторном 8-выводном исполнении. Эти микроконтроллеры выпускаются как с 12-разрядной (33 команды), так и с 14-разрядной (35 команд) системой команд. Содержат встроенный тактовый генератор, таймер/счетчик, сторожевой таймер, схему управления прерываниями. В составе семейства есть микроконтроллеры со встроенным 8-разрядным четырехканальным АЦП. Способны работать при напряжении питания до 2,5 В;
- PIC16C5X – базовое семейство микроконтроллеров с 12-разрядными командами (33 команды), выпускаемое в 18-, 20- и 28-выводных корпусах. Представляют собой простые недорогие микроконтроллеры с минимальной периферией. Способность работать при малом напряжении питания (до 2 В) делает их удобными для применения в переносных конструкциях. В состав семейства входят микроконтроллеры подгруппы PIC16HV5XX, способные работать непосредственно от батареи в диапазоне питающих напряжений до 15 В;
- PIC16CXXX – семейство микроконтроллеров среднего уровня с 14-разрядными командами (35 команд). Наиболее многочисленное семейство, объединяющее микроконтроллеры с разнообразными периферийными устройствами, в число которых входят аналоговые компараторы, АЦП, контроллеры последовательных интерфейсов SPI, USART и I2C, таймеры-счетчики, модули захвата/сравнения, широтно-импульсные модуляторы, сторожевые таймеры, супервизорные схемы и так далее;
- PIC17CXXX – семейство высокопроизводительных микроконтроллеров с расширенной системой команд 16-разрядного формата (58 команд), работающие на частоте до 33 МГц, с объемом памяти программ до 16 Командных слов. Кроме обширной периферии, 16-уровневого аппаратного стека и векторной системы прерываний, почти все микроконтроллеры этого семейства имеют встроенный аппаратный умножитель 8x8, выполняющий операцию умножения за один машинный цикл. Являются одними из самых быстродействующих в классе 8-разрядных микроконтроллеров;
- PIC18CXXX – семейство высокопроизводительных микроконтроллеров с расширенной системой команд 16-разрядного формата (75 команд) и встроенным 10-разрядным АЦП, работающие на частоте до 40 МГц. Содержат 31-уровневый аппаратный стек, встроенную память команд до 32 Командных слов и способны адресовать до 4 Кбайт памяти данных и до 2 Мбайт внешней памяти программ. Расширенное RISC-ядро микроконтроллеров данного семейства оптимизировано под использование нового Си-компилятора.

Из программных средств отладки наиболее известны и доступны различные версии ассемблеров, а также интегрированная программная среда MPLAB.. Выпускаются как специализированные программаторы, такие как PICPROG, программирующие почти весь спектр PIC-микроконтроллеров, так и универсальные: UNIPRO и STEPX, поддерживающие наиболее известные версии PIC-контроллеров.

Микроконтроллеры фирмы Intel

У истоков производства микроконтроллеров стоит фирма Intel с семействами восьмиразрядных микроконтроллеров 8048 и 8051. Архитектура наиболее популярного семейства МК MCS-51 получила свое название от первого представителя этого семейства - микроконтроллера 8051, выпущенного в 1980 году на базе технологии NMOS. Удачный набор периферийных устройств, возможность гибкого выбора внешней или внутренней программной памяти и приемлемая цена обеспечили этому микроконтроллеру успех на рынке.

Основными элементами базовой архитектуры MCS-51 являются: 8-разрядное АЛУ на основе аккумуляторной архитектуры; 4 банка регистров, по 8 в каждом; встроенная память программ 4Кбайт; внутреннее ОЗУ 128 байт; булевый процессор; 2 шестнадцатиразрядных таймера; контроллер последовательного канала (UART); контроллер обработки прерываний с двумя уровнями приоритетов; четыре 8-разрядных порта ввода/вывода, два из которых используются в качестве шины адреса/данных для доступа к внешней памяти программ и данных; встроенный тактовый генератор.

Именно этот микроконтроллер наиболее хорошо известен разработчикам и является популярным средством управления в устройствах самого широкого круга. Имеется множество эмуляторов, отладчиков и программаторов микросхем 8051.

Система команд микроконтроллеров семейства MCS-251 содержит все 111 команд, входящих в систему команд микроконтроллеров семейства MCS-51 ("старые" команды), и, кроме того, в нее входят 157 "новых" команд. Коды некоторых новых команд имеют формат 4 байт. Перед использованием микроконтроллера его необходимо сконфигурировать, т.е. с помощью программатора "прожечь"

конфигурационные байты, определяющие, какой из наборов инструкций станет активным после включения питания. Если установить набор инструкций MCS-51, то в этом случае MCS-251 будет совместим с MCS-51 на уровне двоичного кода. Такой режим называется Binary Mode. Другой режим Source Mode позволяет с максимальной эффективностью использовать расширенные инструкции и достигнуть наибольшего быстродействия, но требует переработки программного обеспечения.

Микроконтроллеры семейства MCS-96 фирмы Intel предназначены для использования в контрольно-измерительных системах и приборах в качестве встраиваемых микропроцессорных устройств. Основными достоинствами микроконтроллеров семейства MCS-96, является:

1. Расширенная разрядная сетка, позволяющая выполнять операции с данными, представленными в формате "байт" (8 бит) и формате "слово" (16 бит), а некоторые операции - в формате "двойное слово" (32 бита);

2. Улучшенная система операций, содержащая операции умножения и деления для чисел со знаком и без знака при разных форматах представления данных, операции сдвига на заданное число разрядов, операции групповой пересылки;

3. Совершенная система команд, имеющая в своем составе двухадресные и трехадресные команды арифметических и логических операций с различными способами адресации, что позволяет создавать компактные и быстродействующие программы;

4. Многообразие расположенных на кристалле периферийных устройств, выполняющих функции ввода и вывода данных, событий и аналоговых сигналов, обслуживания запросов прерывания без остановки текущей программы, контроля правильности функционирования микроконтроллера, что позволяет разрабатывать малогабаритные и надежные устройства с минимальным числом дополнительных микросхем;

5. Наличие большого числа программных и программно-аппаратных средств поддержки разработки аппаратуры на базе микроконтроллеров семейства MCS-96.

ЛИТЕРАТУРА

1. Программирование на языке С для AVR и PIC микроконтроллеров. / Сост. Ю.А. Шпак, К.: "МК-Пресс", 2006. — 400 с. 2. Самоучитель по микропроцессорной технике. / Белов А.В., СПб.: Наука и Техника, 2003. — 224 с. 3. Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс] / Википедия – свободная энциклопедия, 2010. - Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. 4. Общие рекомендации [Электронный ресурс] " Программирование микроконтроллеров " 2010. - Режим доступа: <http://microdesign.by.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. 5. [Электронный ресурс] / Официальный сайт Microchip; режим доступа <http://www.microchip.ru/>, - свободный – Загл. С экрана. – Яз. Рус. – 2010. 6. [Электронный ресурс] / Официальный сайт Atmel; режим доступа <http://www.atmel.ru/>, - свободный – Загл. С экрана. – Яз. Рус. – 2010. 7. [Электронный ресурс] / Официальный сайт Intel; режим доступа <http://www.intel.ru/>, - свободный – Загл. С экрана. – Яз. Рус. – 2010.

УДК 621.317.353.3; 620.171; 621.3.087; 621.43-61

Колешко В.М., Сунка В.Я., Шиманович А.В., Левый Ю.В., Грибовский В.О.

ЭКСПРЕСС АНАЛИЗАТОР МОТОРНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Качество бензина и дизельного топлива – определенная совокупность физико-химических свойств нефтепродуктов, зависящих как от химического состава (плотности, вязкости, температуры: кипения, замерзания, вспышки, самовоспламенения и т. д.), так и внешних условий (содержание твердых частиц, санкционированного и «несанкционированного» разбавления топлива жидкими и порошкообразными добавками и т. д.). Качество бензинов, масел и дизтоплива определяется сложной системой количественных показателей, достаточно полно