

Функционална съпоставка на пригодността на някои микроконтролери за нуждите на размитите контролери

РАЧО МАРИНОВ ИВАНОВ
РУМЕН ТЕНЕВ КОРТЕНСКИ

Кат. "Електронна техника", Технически университет – София
E-mail: korten@ecad4sun.vmei.acad.bg

Abstract: *It is known that the speed is one of the basic parameters for FC. It derives from the time needed for a cycle measurement-inference-force (MIF). It is measured in Fuzzy Inference Per Second (FIPS). Its value depends on many factors. Some of them are: fuzzyfication method; defuzzyfication operator; number of inputs and outputs; number and shape of membership function (MF) and output singletons. But the most important factor for the speed of FC remains the type of the microcontroller used. Its calculating resources and suitability for FC mostly determine the quality of the FC.*

Exemplary configuration of FC is chosen in this study and one and the same task was solved with three different microcontrollers. They are: MC68HC11 of Motorola, Z86C08 of Zilog and PIC16C73 of Microchip. The chosen FC is using the method MIN-MAX. It has two inputs with five triangular MF each crossing at level 0.5 and one output with nine singletons. The method of the shorter looping was applied on the full FRB. Programs in assembler for the three different microcontrollers are developed according to the same algorithm. Thus the results for comparison are more reliable. The result for comparison - speed, memory volume, cost, convenience for design, tests and adjustment are shown in a table.

	speed	memory volume	cost	convenience
MC68HC11	low	medium	high	high
Z86C08	medium	big	average	medium
PIC16C73	high	small	low	low

The table shows that none of the microcontrollers is no better on all parameters from the others. Different microcontrollers for FC can be chosen according to the need of the particular task. This leads to the necessity for studding and comparison between the different microcontrollers for FC.

I. Увод.

Размитият контролер (Fuzzy controller – FC) е алтернатива на конвенционалните PI- и PID-регулатори за управление на обекти. Той изработва изходната реакция на базата на предварително зададени набор правила от вида: Ако (ситуация), то (действие). В тях (ситуация) е съвкупността от стойностите на следените входни величини, а (действие) представлява необходимата в този случай изходна реакция. Този набор правила се нарича База размити правила (Fuzzy Rule Base – FRB). Става ясно, че е необходимо размитият контролер в реално време да измери входните величини, да ги съпостави с всички правила и да формира изходната реакция. Времето за един такъв цикъл измерване-решение-въздействие (Measurement-Inference-Force – MIF) определя бърздействието на FC. А именно бърздействието е един от основните параметри, характеризиращи всеки FC. То се измерва в MIF-цикли за 1 s, т.е. Fuzzy Inference Per Second или FIPS [1]. От своя страна бърздействието зависи от много фактори. Част от тях са: метод за размиване, оператор за деразмиване, брой на входове и изходи, брой и форма на функциите на принадлежност (Membership Function – MF) и изходните жалони (singletones). Но най-съществен фактор за бърздействието на FC остава вида на избрания микроконтролер (μC). Неговите изчислителни възможности и пригодността му за FC определят в голяма степен качествата на FC.

За FC биха могли да се използват различни типове микропроцесори – от PC, микроконтролери или специализирани Fuzzy-процесори. Използването на PC за FC е удобно, но скъпо. Оправдано е само при големи обекти или при наличие на PC до обекта. Предлаганите напоследък на пазара fuzzy-процесори са скъпи и им липсва гъвкавост при управление на I/O устройства. В момента μC с общо предназначение са най-подходящи за FC. По тази причина е интересен въпросът за съпоставката на различни видове μC при използването им за нуждите на FC.

II. Постановка на задачата.

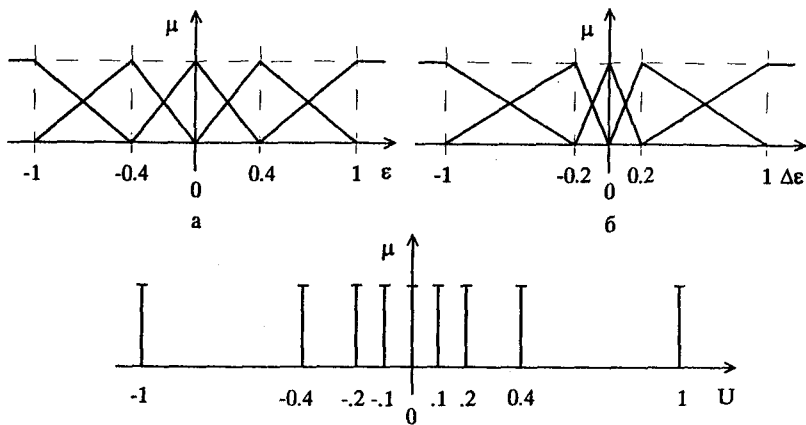
Авторите си поставят за цел да сравнят пригодността на различни видове μC във FC. За анализ и съпоставка са избрани три вида μC :

- MC68HC11 на Motorola.
- Z86E08 на Zilog.
- PIC16C73 на Microchip.

Причините за този избор са различията във вътрешната им структура, организация и начин на работа, както и широкото им разпространение по света и в България. Особеностите на всеки един от тях са детайлизирани в трета част.

За достоверна оценка при сравнението е необходимо трите μC да решават една и съща задача. Тя е да се реализира FC със следните избрани параметри:

- два входа (грешка ϵ и промяна на грешката $\Delta\epsilon$) с по пет триъгълни MF, пресичащи се на ниво 0,5 (фиг 1 а,б).



фиг. 1

- един изход Δu с девет жалона, разположени симетрично относно нулата (фиг 1 в).
- Пълна FRB (фиг. 2) с прилагане на метода за съкратено обхождане [2].
- точност на измерването на входните величини 8 бита и изчисление на степента им на принадлежност към различните MF по метода на подобните триъгълници.
- метод за деразмиване MIN-MAX.

ϵ	-2	-1	0	1	2	
$\Delta\epsilon$	-2	-4	-3	-2	-1	0
	-1	-3	-2	-1	0	1
	0	-2	-1	0	1	2
	1	-1	0	1	2	3
	2	0	1	2	3	4

фиг. 2

При така поставената задача биха могли да изпъкнат предимствата и недостатъците на различните μC . Така описания FC не е особено сложен и дава сравнително добри резултати при работа.

III. Постигнати резултати.

1. Размит контролер с MC68HC11 на Motorola.

Особеностите на MC68HC11, влияещи в/у работата му във FC са:

Вътрешната организация на процесора му е със специализирани регистри (акумулатори). Притежава единно адресно пространство с

вградени RAM, E²PROM, EPROM в напълно достатъчни количества. Работната честота е $f_E = 2 \text{ MHz}$. Инструкциите се изпълняват средно за 3 – 4 такта. Асемблерът му притежава 108 инструкции с големи възможности. Вградени са многобройни подсистеми (включително 8-битов ADC) с богато развита система от векторни прекъсвания. Налични са 5 порта за връзка с външния свят. Има възможност за работа с външна памет. Цената му е сравнително висока.

Разработената програма на асемблер, решаваща поставената задача, е с обем 504 В. Това дава възможност да се използва вградената E²PROM памет с обем 512 В. Поради ограничения размер на статията програмата не е приложена. Постигнато е време за един цикъл 275 μs или бързодействие 3640 FIPS. То не зависи от броя правила благодарение на метода за съкратено обхождане на FRB. Тези резултати могат да се сравнят с постигнатите от Motorola 500 μs на правило и с бързодействието на FC със същия μC и същия алгоритъм, но при използване на метод за деразмиване COG [3]. Там бяха постигнати 2150 FIPS. Повишаването на бързодействието в настоящата разработка е поради отпадане на бавните операции умножение и деление.

2. Размит контролер с Z86E08 на Zilog.

Особеностите на Z86E08, влияещи върху работата му във FC са:

Вътрешната организация на процесора му е с вътрешен регистров файл с общо предназначение, т.е. АЛУ има достъп до целия вътрешен RAM. Това облекчава адресациите. Притежава програмна памет с обем 2 kB. Работната честота е $f_E = 4 \text{ MHz}$. Инструкциите се изпълняват средно за 3 – 4 такта. Асемблерът му притежава 43 инструкции. Идеологията на асемблера му е причина за лесно, бързо и безпроблемно създаване на програми. Има вградени само най-необходимите вътрешни подсистеми. Не притежава вграден ADC. За дискутирания FC беше използван паралелен вход от външен 8-битов ADC. Прекъсванията му са векторни. Портовете му са многофункционални, което води до изключителна гъвкавост при I/O обмен. Цената му е сравнително ниска.

Разработената програма е с обем 482 В. Това дава възможност да се използва и вариантът Z86E04, който е с 1 kB програмна памет. Поради ограничения размер на статията програмата не е приложена. Постигнато е време за един цикъл 230 μs или бързодействие 4355 FIPS. Повишеното бързодействие в сравнение с FC с MC68HC11 е благодарение на по-високата работна честота и наличието на вътрешен регистров файл. Силно се влияе от външни шумове по захранването поради Power-on Reset. Това го прави неприложим в обекти с импулсни ел.-магнитни шумове.

3. Размит контролер с PIC16C73 на Microchip.

Особеностите на PIC16C73, влияещи върху работата му във FC са:

Вътрешната организация на процесора му е с RISC-архитектура. Програмната памет е организирана на думи с дължина 14 бита. Всяка инструкция заедно с операнда е с дължина една дума. По време на изпълнение на една инструкция се извлича от паметта следващата. Така всяка инструкция се изпълнява за един такт. Това рязко увеличава скоростта. Оперативната памет е в регистров файл, но има и един акумулатор. Програмната му памет е 1 к инструкции. Работната честота е $f_E = 5 \text{ MHz}$. Асемблерът му притежава само 34 инструкции. Това води до някои неудобства при програмиране. Многобройните особености и ограничения на вътрешната организация затрудняват разработката на устройства с него. Притежава 8-битов ADC, но работата с него наподобява слалом. Цената му е възможно най-ниската.

Разработената програма е с обем 267 клетки по 14 бита. Поради ограничения размер на статията тя не е приложена. Постигнато е време за един цикъл 34 μs или изключителното за обикновен μC бързодействие 29120 FIPS. То е благодарение на високата работна честота и на принципа на RISC-архитектурата: една инструкция – една дума – един такт.

IV. Сравнителен анализ.

Получените резултати могат да се обобщят в таблица. Избраните параметри за сравнение между трите микроконтролера за нуждите на FC са: бързодействие, обем на програмата, цена, удобство при разработка. Таблица 1 обобщава резултатите:

Таблица 1

	бързодей- ствие (FIPS)	обем памет (В)	цена	удобство
MC68HC11	3 640	504	~ 10 \$	отлично
Z86E08	4 355	482	~ 4 \$	добро
PIC16C73	29 120	267 клетки	~ 3 \$	слабо

От нея се вижда, че нито един от разглежданите микроконтролери не е по-добър по всички показатели от другите. При избора си на μC за FC ние решаваме доколко недостатъците на всеки μC могат да бъдат загърбени, доколко те няма да ни накарат да изберем друг μC .

Недостатъците на тези три μ C са:

- 1) На MC68HC11
 - ниско бързодействие.
 - висока цена.
- 2) На Z86E08
 - незащитеност от шумове.
 - малък брой портове.
- 3) На PIC16C73
 - многобройни ограничения и особености при разработка.

V. Заключение.

От казаното дотук става ясно, че всеки един микроконтролер има специфични особености, които се проявяват във всяка една конкретна задача. За нуждите на FC микроконтролерите с общо предназначение изпълняват сравнително добре своите задачи. Напоследък някои фирми предлагат μ C с разширени възможности за FC – допълнителни инструкции (MIN, MAX и др.), улеснен I/O обмен и др. Такъв пример е MC68HC12 на Motorola.

В зависимост от нуждите на конкретната задача могат да се избират различни μ C за FC. Това води до необходимост от изследвания и съпоставка между различните микроконтролери за нуждите на размитите контролери.

Използвана литература:

1. Lii, C. C. Fuzzy Logic in Control Systems. *IEEE Trans. Syst. Man Cybern.*, vol 20, No 2, pp. 404–434, 1990.
2. Иванов, Р., Р. Кортенски. Метод за съкратено обхождане на базата размити правила в размитите контролери. *Шеста нац. научно-техническа конференция "ЕТ '96"*, септември 1997, Созопол.
3. Иванов, Р., Р. Кортенски. Размит контролер с едночипов микрокомпютър MC68HC11. *Пета нац. научно-техническа конференция "ЕТ '96"*, септември 1996, Созопол.