

実技教育用マイクロプロセッサの選択に関する考察

金沢工業大学 情報フロンティア学部 心理情報学科 島田洋一

shimada@his.kanazawa-it.ac.jp

1. はじめに

1971年に4ビット、1973年に8ビットのマイクロプロセッサが出現して、コンピュータの自作が可能となり、またZ80などの8ビットのマイクロプロセッサを用いた各種の教育用のワンボードコンピュータがハードウェアとソフトウェアに関する教材として導入されて教育効果を上げた。マイクロプロセッサの高性能化とOSの進化に伴って高性能化したノート型パソコンは今やブラックボックス化し、その計算機としての基本的な動作原理を理解するには有効なものではなくなりつつある。

その一方で安価で小型の様々な機種を組み込用ワンチップマイクロプロセッサが普及しつつある。そこでこのようなプロセッサを用いて小規模なシステムを学生が構築することでコンピュータのハードウェア及びソフトウェアに関する知識を実際に身につける事が期待される。しかし今日の市場には各種のマイクロプロセッサチップやマイコン基板が多数存在しており、しかも限られた授業時間内に最大の教育効果ねらう場合には教材としてどのプロセッサを選択するかが大きな課題である。そこで今回は実技教育に用いるという観点からプロセッサを選択するための客観的な判断基準を模索して検討を行った。

2. 実技教育用マイクロプロセッサと対象システム

コンピュータ工学の教育では実際の物理的なシステムを構築することで理解を深めること期待できる。そのためのシステム構築に際しては必要な要件としては、教材という観点から学生にとって安価であること、機能の拡張性に富み実用性のあるもの、部品等の入手が容易で参考となる情報も多いこと、持ち運びできる位の小型であること、アセンブリ言語および高級言語によるシステム開発環境が存在すること、ハードウェアとして基本的な要素を備えていること、完全自作もしくは一部を組み立てる余地があり、工作を楽しめる素地があるもの、アナログ信号をデジタル処理できるもの、受講生の技術や知識レベルに対応可能なもの等が挙げられる。

そこで図1に示す計測制御システムを対象として、仕様を満たした中核に据えるマイクロプロセッサ基板(波線で囲まれた部分)の選定のためにシステム全体の性能と価格および工程数などのハードウェア的な部分と、図2に示すデータ収集のプログラム開発過程でのそれぞれの難易度を基に総合的に評価しようとするものである。

システムの仕様としては、最低2チャンネル(4チャンネルまでの拡張機能を持つ)の10ビットのAD変換器を内蔵、2チャンネルの8ビットDA変換器を搭載、ホストコンピュータとのシリアル通信機能

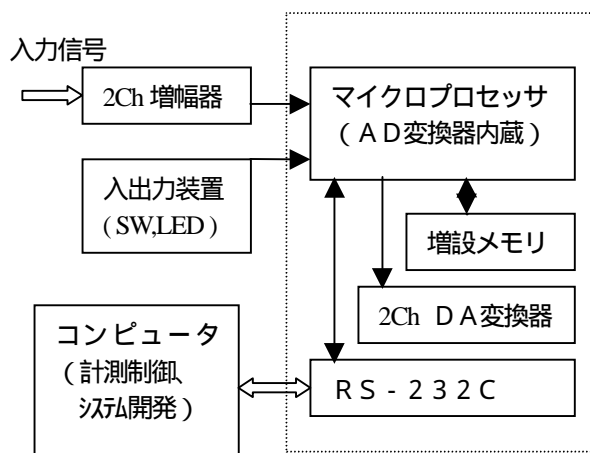


図1 対象としたマイクロプロセッサシステム
選定対象としたものは波線で囲まれた部分である。

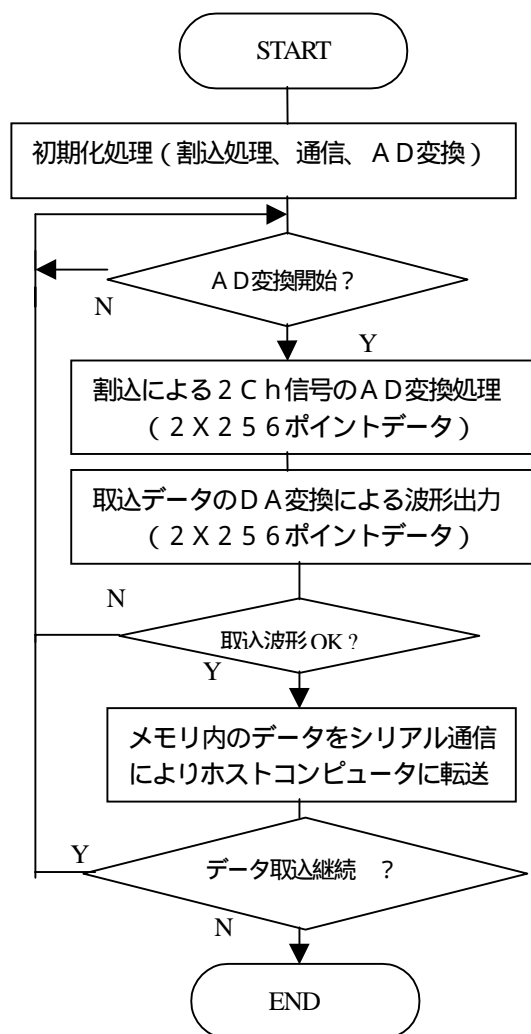


図2 対象システムにおけるデータ収集の流れ

(今回はRS-232C)を持つ、プログラム書込みのための高価な専用ライターが必要としない、乾電池等で駆動できて商用交流を必要としない、長時間駆動可能なこと、外部タイマによる一定周期での割込機能を有すること、最低1KB程度のRAMを搭載すること、ホストコンピュータでのアセンブリ言語及びC言語の統合開発環境が用意されていること、システム全体では1万円程度で実現できるうえに将来の拡張性にも富むこと等が挙げられる。

3. 検討対象のマイクロプロセッサの選定と評価方法

今回検討対象としたマイクロプロセッサには一般ユーザにおける市場占有率や情報量¹⁾を考慮し、マイクロチップ社のPIC²⁾、アルトメ社のAVR³⁾、ルネサステクノロジー社⁴⁾のH8/300HシリーズおよびR8C.R16を搭載したシステム⁵⁾を候補にして、チップの性能や搭載基板の価格等を比較したものを表1に示す。なおシステム構築の工程数には配線のための半田付け箇所数を対応させた。またPICおよびAVRに関してはチップを基板上にのせたままプログラムを書き込める機能(ICSP, ISP)の為にパラレルポートを活用した簡易型のライタのコストも含めてあるが、H8シリーズやOAKSのシステムには既に開発キットに書き込み機能が含まれている。

ハードウェアに関する項目での評価で、PIC16F819を基準とした総合評価点数としては、(メモリ容量比) * (MIPS値)を(工程数) * (システム価格(開発キットを想定))で割った値を用いた。この結果、メモリ容量の大きいH8/3069が最も点数が高く、H8シリーズとR16およびR8Cシリーズ、そしてAVRとなっている。これは既にH8シリーズが集積度の高い製品として秋月電子通商⁶⁾から半完成品の形で提供され、外部との接続もコネクタを介するため半田付け箇所が削減される反面、PICとAVRに関してはユニバーサル基板上での手配線を想定すると同時に、各項目の重み付けを等し

くしている。今後の現実問題としては重視したい項目の重み付けを変えたり、非線形の評価関数を導入することで緻密な評価が可能になると思われる。更に実際には複数のシステムを導入する機会が多いので、それに従って全体としての評価点数が変化する。このようにそれぞれのカリキュラムの目的や運営方法により評価関数値が大きく変化するので、AHP⁷⁾等の様々な手法の導入により使用するマイクロプロセッサを決定する必要があると考えられる。

4. まとめ

表1に示した結果からは、H8シリーズの優位性が示され、研究等で多く使われていることを裏付けている。一方で安価なプリント基板を導入すること、および将来の拡張性を重視せず機能や価格を限定する場合にはPICそしてAVRが選択される。特にアセンブリ言語を重視する場合には命令数が少ないPICは有利であるが、C言語を重視する場合にはメモリ容量の大きいものが必要になる。このようにマイクロプロセッサに関する評価に関しては、性能などの定量的なデータに基づくものと、指導する側の目的や受講生の理解レベルの違い、取り組み方における差違などの定量化が困難な要素をどの様に評価関数へ組み込むかが今後の課題である。

参考文献・資料

- 1) 後閑哲也, “電子制御のためのPIC応用ガイドブック”, 技術評論社, 2002
- 2) <http://www.microchip.com/>
- 3) <http://www.atmel.com/>
- 4) <http://www.renasa.co.jp/>
- 5) <http://www.oaks-ele.com/>
- 6) <http://akizukidenshi.com/>
- 7) 木下英蔵, “入門AHP”, 日科技連, 2003

表1 今回検討対象としたマイクロプロセッサの性能、工程数、コスト等の比較とハードウェア部分に関する総合評価

グループ	PIC	PIC	PIC	PIC	AVR	AVR	H8	H8	H8	H8	OAKS	OAKS
製品または素子名	16F819	16F876	16F877	18F452	4433	8535	3664	3052	3067	3069	8C	16Mini
命令数	35	35	35	75	118	118	62	62	62	62	89	91
MIPS	4	4	4	10	8	8	8	12.5	10	12.5	20	20
割込の種類	9	13	14	18	14	17	33	37	37	37	16	27
内蔵DA変換器の数	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0
プログラムメモリ容量(W又はB)	2KW	8KW	8KW	32KW	4KB	8KB	32KB	512KB	128KB	512KB	16KB	64KB
データ用RAM容量(バイト:B)	256	368	368	1536	128	512	2K	8K	4K	16K	1K	2K
EEPROM(バイト:B)	256	256	256	256	256	512	512					
ピン数	18	28	40	40	28	40	64	100	100	100	32	48
システム構築の工程数	194	204	216	216	204	216	98	122	90	110	106	122
チップ又は基板の価格(円)	300	650	600	700	600	700					998	1449
システム開発用キット価格(円)							4500	4200	5700	4300	4148	5670
拡張基板等の合計(円)	2100	2110	2120	2120	2110	2120	800	400	400	400	800	800
キットと周辺回路の合計価格(円)	2400	2760	2720	2820	2710	2820	5300	4600	6100	4700	4948	6470
2台目以降	2400	2760	2720	2820	2710	2820	3600	4300		4400	1798	2249
16F819を基準にした総合評価点数	1	1.49	1.43	14.7	1.4	4.58	9.45	137.3	34.23	177.6	11.91	23.51

