

組込みシステム教育用マイコンボードの開発

苫小牧工業高等専門学校 ○山本 椋太, 吉村 斎, 阿部 司, 大西 孝臣

要 旨

本研究では, RX62N マイコン(RENESAS 社製)を用いて組込みシステム教育用マイコンボードの開発を行う. ハードウェアは RX62N マイコンボードおよびベースボードを使用し, ソフトウェアは GCC, GDB スタブおよび TOPPERS/ASP カーネルを用いて実験実習環境を構築する. 最終的には, TOPPERS/ASP カーネルを GCC でビルドし, GDB で RTOS をデバッグ実行できる実験実習環境を構築する.

1. はじめに

今日の情報家電には, 低消費電力かつ高い処理性能が要求されている. たとえば, ネットワーク機能を搭載した家電製品や, ハードディスクドライブを外付けできる家電製品などである. また, さらに高速なマイコンが必要とされている中で, 高い動作周波数により省電力化が困難になっている. このように, マイコンの動作周波数の向上が, 組込みシステムに要求される省電力や発熱などの制約を満足できないのが現状である. 以上のように, より高性能かつ低消費電力のマイコンが必要とされる組込みシステム業界のニーズに対応すべく, ルネサスでは RX マイコンを開発した.

RX マイコンは(Renesas eXtreme の略である)は, ルネサスが次世代の世界標準のマイコンとして開発しているミドルレンジマイコンファミリーである[1]. RX マイコンのコンセプトは, 従来のマイコンに比べて, 以下の 5 点の特長を持つ. (1)高性能・多機能である. (2)コード効率が向上されている. (3)低消費電力である. (4)高集積である. (5)H8SX マイコン, R8C マイコンおよび SH マイコンなどの, 既製品からの継承性を確保している.

RX マイコンの中でも RX600 シリーズは高速・高性能シリーズであり, USB や CAN などの各種通信機能, A/D 変換, タイマなどの機能も充実している. 中でも RX62N マイコンは, Ethernet コントローラを搭載している. ここで, 本校情報工学科の実験実習で用いられている H8 マイコンと, 本研究で採用する RX マイコンの性能の比較を表 1 に示す[2].

表 1. RX マイコンと H8 マイコンの性能比較

比較項目		RX62N	H8 3069F
CPU	最大動作周波数	100[MHz]	25[MHz]
	アドレス空間	4[GByte]	16[MByte]
メモリ	ROM 容量	512[kByte]	384[kByte]
	RAM 容量	96[kByte]	16[kByte]
割込み	外部割込み要因数	16	7
	内部割込み	146	36
	割込みのレベル	16 レベル	3 レベル
通信機能	イーサネットコントローラ	10/100[Mbps]	×
	USB2.0 ホスト/ファンクション	1 ポート	×
	CAN モジュール	1 チャネル	×
	I ² C	1 チャネル	×
	SCI	6 チャネル	3 チャネル
電源電圧	VCC	2.7~3.6[V]	-0.3~7.0[V]

表 1 に示す通り, RX マイコンの方が H8 マイコンに比べて性能や機能において, 優れている.

本研究の目的は, 「市場におけるマイコンの高性能化」に対応できる「組込みシステム教育用マイコンボード」のハードウェア・ソフトウェアの両面の実験実習環境を構築することである. 本マイコンボードは, RX62N マイコンを用いて実現する.

2. 実験実習環境の構成と設計

2.1 開発環境全体の構成

最終的な目標となるマイコン実験実習の環境を図 1 に示す.

ハードウェアは, 組込みシステム教育用マイコンボードとクロス開発環境の開発マシンから構成される. 組込みシステム教育用マイコンボードは, RX62N マイコンボード(TECL-01)と RX62N 教育用ベースボードから構成される.

ソフトウェアは, GCC コンパイラと, GDB から構成される.

開発マシンとマイコン間は, RS-232C(EIA-232-D, 1 チャネル)もしくは USB 通信によるデバッグ情報の通信を行う. 通信のハードウェアについては, 次節で詳述する.

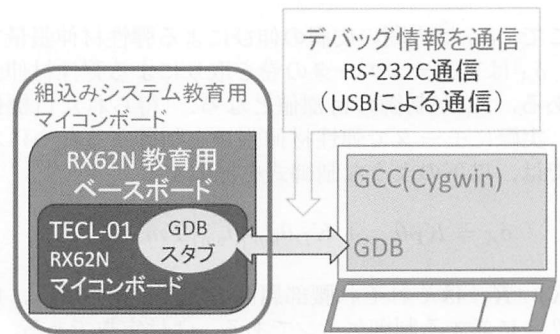


図 1. 開発環境の全体像

2.2 ハードウェア構成の設計

設計した基本構成を図 2 に示す. ハードウェアの核である RX マイコンボードは, RX マイコンを用いた組込みシステム教育用基板の試作[3]において開発した, TECL-01 を用いる. TECL-01 は, 汎用の RX マイコンボードであり, ベースボードの変更により多用途に利用可能となるように設計した. TECL-01 は, マイコン学習の入門者が簡単に実験実習環境を構築するために可能な限り単純化して設計した. TECL-01 に搭載した USB ファンクション(USB mini-B 端子)を PC に接続することにより, 電源供給およびフラッシュメモリへのプログラムの書き込みができる. また, 外部電源端子により電源供給も可能とした. ほかに, RX マイコン対応の ICE(In Circuit Emulator)である E1 エミュレータによる電源供給も可能である. 同時に, E1 エミュレータによってポートや変数値などのモニタリングが可能である.



図 2. ハードウェアの基本構成

教育用ベースボードの機能は、大きく通信機能と I/O に分割される。通信機能は、RS-232C によるシリアル通信を 2 チャンネルおよび Ethernet(100Base)を 1 チャンネル搭載する。RS-232C は、1 チャンネルを GDB によるデバッグに、他方の 1 チャンネルを TOPPERS/ASP のログ情報を出力するために使用する。I/O は、LED 駆動と DIP-SW による汎用 I/O、I²C による DC モータの駆動、ステッピングモータの駆動および LCD (Liquid Crystal Display : 液晶ディスプレイ)に使用する。LED 駆動は 2 ビット、DIP-SW は 4 ビットを使用する。DC モータの制御には I²C を使用し、マイコンに流れる電流量を抑え、使用するピン数を低減する。ステッピングモータの駆動機能も I²C によって行う。1 相励磁、2 相励磁および 1-2 相励磁のすべての組み合わせを実験できるように設計する。LCD は、デバッグ用および、外部 I/O デバイスの制御練習を行うために実装することとした。

2.3 ソフトウェア開発環境の構成

ソフトウェアの開発環境の設計詳細を図 3 に示す。ソフトウェアの開発環境は、RX-ELF-GCC を使用する。GCC を用いた開発を行う場合、GDB スタブによって実行する。GDB スタブによってプログラムを実行すると、フラッシュメモリを消費せずに済み、さらに、デバッグ情報の取得も可能であり、実験時のデバッグ効率を向上させることができる。また、フラッシュメモリにプログラムを書き込む際には、RENESAS 製のフラッシュメモリ書き込みツールの、FDT(Flash Development Toolkit)を用いる。

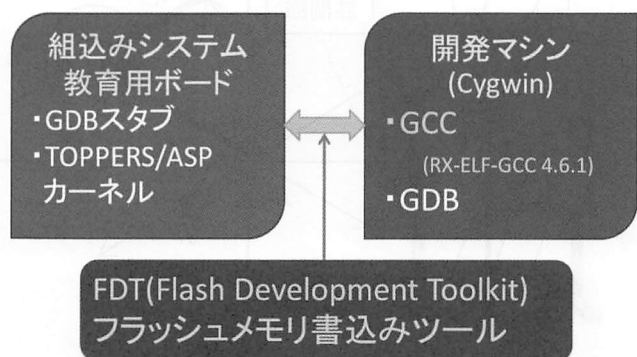


図 3. ソフトウェアの開発環境

3. 研究の進捗状況・成果

3.1 マイコンボード TECL-01 について

RX62N マイコンボード(TECL-01)は細かい修正を残しているが、おおむね完成している。図 4 は試作時の TECL-01 である。

図 4 の TECL-01 試作基板は、「RX マイコンを用いた組み込みシステム教育用基板の試作」にて実際に作成した基板である。この試作基板を基に、TECL-01 ボードの開発を行った。TECL-01 の外観を図 5 に示す。なお、シルクにある基板の型番は、TECL-01 に変更済みである。

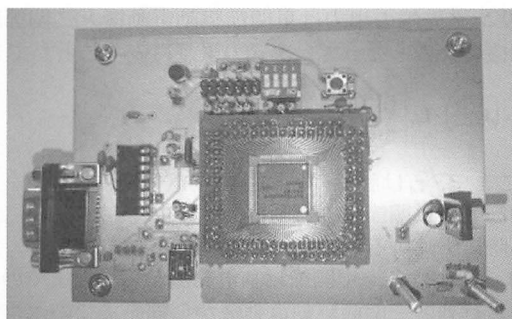


図 4. TECL-01 試作基板

TECL-01 は、CPU として RX62N 100PIN LQFP (R5F562N8BNF

P)を搭載している。この CPU チップは、USB mini-B 端子および USB A(メス)端子と接続されており、USB2.0(FullSpeed)に対応している。また、12[MHz]の水晶振動子を採用しており、PLL(Phase Locked Loop)によって、最大 96[MHz]まで高速化することが可能である。ほかに、E1 エミュレータ用のコネクタを備えており、デバッグ用の JTAG 通信が可能である。他には、外部電源端子、リセットボタン、電源の ON/OFF スイッチおよびモード切り替えスイッチを搭載している。

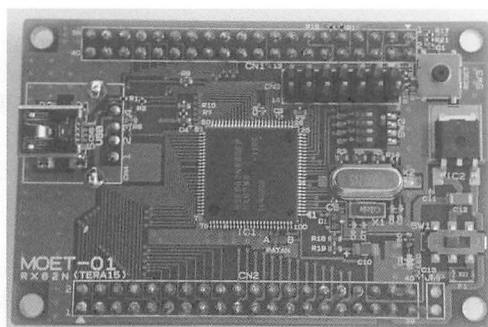


図 5. TECL-01

3.2 教育用ベースボードについて

教育用ベースボードは、設計・開発中である。現在、コンセプトが決定した段階であり、回路図を作成している。今後、個々の機能について動作確認を行った後、プリント基板を外部発注する予定である。

3.3 ソフトウェア環境について

ソフトウェア環境の開発は、GCC のビルドが完了している。また、GCC を使用してビルドするための Makefile とリンカスクリプトも完成している。現在、TOPPERS/ASP カーネルのポーティングを行っており、GDB 環境を現在構築中である。

4. おわりに

本研究において、組み込みシステム教育基板のハードウェアおよびソフトウェアについて、図 6 の通り完成した。RX マイコンボード TECL-01 は完成し、GCC のビルドが完了している。今後は、ベースボードの開発、TOPPERS/ASP カーネルのポーティングおよび GDB スタブのビルドを行う。このマイコン実験実習環境が整うことによって、より実践的かつ効果的な実験実習を実施することが期待できる。



図 6. 開発手順

参考文献

- [1] ルネサステクノロジーホームページ RX マイコンとは
http://japan.renesas.com/products/mpumcu/rx/getting_started/peer/feature.jsp
- [2] ルネサステクノロジーホームページ RX621 | RX62N
http://japan.renesas.com/products/mpumcu/rx/rx600/rx621_62n/index.jsp
- [3] 「RX マイコンを用いた組み込みシステム教育用基板の試作」
(pp. 57-58, 山本 椋太, 吉村 斎, 第 12 回複雑系マイクロシンポジウム)