

## IPv6 対応マイコン用デバッグモニタに関する研究開発

苫小牧工業高等専門学校 ○玉井 伸幸、阿部 司、吉村 斎

### 要旨

IPv6 ネットワークに対応したデバッグモニタの研究開発を行った。これから普及すると見込まれている IPv6 ネットワーク通信にも対応していることで、ネットワーク上に存在する端末であれば、IPv4 アドレスを割り当てられない端末であっても IPv6 アドレスが割り当てられていれば、どこからでも遠隔からアクセスしてプログラム開発を行うことができる。

### 1. はじめに

現在、組み込みシステム(Embedded System)は携帯電話や車、DVD プレイヤー、地デジチューナなど身近なところで活用されており、産業用大型機器の制御システムにも使われるなど多岐にわたる分野で扱われている。

組み込みシステムを開発するときには、通常、開発用マイコンと PC との接続に RS232C を使用することが多い。

本研究開発において、TINET(組み込み機器用 TCP/IP プロトコルスタック)[1]を利用してマイクロコンピュータ(以下マイコン)を TCP/IP 通信に対応させることで、デバッグモニタ(debugging monitor)をインターネット経由で通信できるようにした。これにより開発者がどのような場所においても開発を行うことができる。

また、IPv4 アドレスの枯渇が現実となったため、IPv6 アドレスへの対応も考慮している。システム構成を図 1 に示す。

本研究開発の流れとしては、始めにデバッグモニタの基本的機能である、マイコンメモリの表示・変更、プログラムのロード・実行、逆アセンブルを実装し、ネットワーク接続への対応を行った。

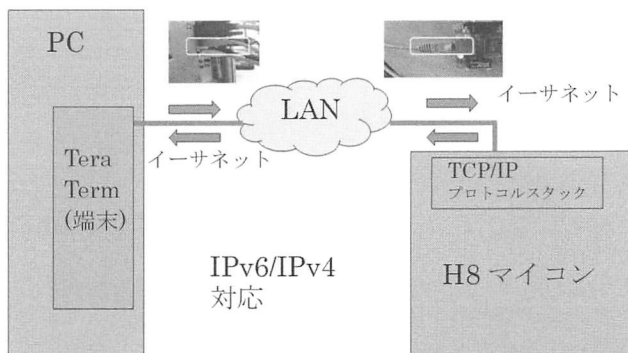


図 1 システム構成図

## 2. 研究開発の内容

### 2-1 開発環境

本研究開発では、図 2 に示すように実機として H8/3069F マイコン搭載ネットワーク対応ボードを使用し、RTOS(Real Time OS)としては TOPPERS/JSP カーネルを使用している。

PC と H8 マイコンとの間でシリアル接続や telnet 接続を用いて通信を行うために IPv6 アドレス対応のターミナルソ

フトウェア TeraTerm[2]を使用している。

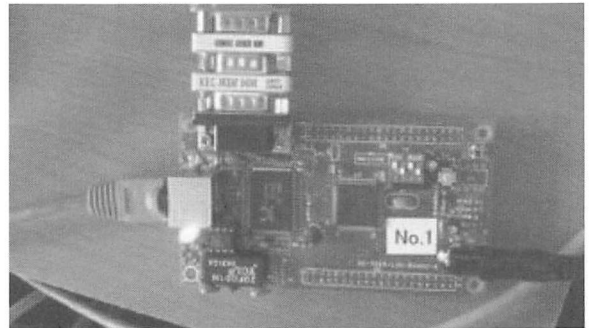


図 2 マイコン(H8/3069F)

### 2-2 デバッグモニタ基本機能の実装

PC から TeraTerm でマイコンと接続し、コマンド(db, ew, ld, go, da)を入力し実行することで、デバッグモニタの基本機能を実現している。デバッグモニタはユーザからのコマンドを解釈し、要求に応じた処理をして TeraTerm に結果を出力する。

この時点ではマイコンと PC との接続に用いるインターフェースは RS232C を使用した。

### 2-3 デバッグモニタのインターネット対応

TINET をマイコンに組み込み、TCP/IP 通信に対応させ、インターネット経由でデバッグモニタの各種機能を利用できるようにした。

ネットワーク経由の通信へと変更するため、シリアル入出力処理の部分を TCP による入出力処理へと変更した。このとき、2-2 で作成したソースプログラムを変更せずに利用できるように、新しく作成したプログラムを分割コンパイルにより追加した。

## 3. 研究開発成果

コマンドの実行結果の例を示す。

図 3 (メモリの表示) は TeraTerm を使用してインターネット経由でマイコンに接続し、コマンド db400000 を実行した結果を示す。

図 5 (逆アセンブル) はコマンド da400000 を実行した結果を示す。

図 3、図 5 ともにタイトルバーには IPv6 アドレスの [fe80::202:cbff:fe01:9145%8:23]が表示されている。

## 4. 考察

### 4-1 メモリの表示 (db)

図 3 よりメモリの内容が表示されていることがわかる。そして、図 4 に示す S レコードフォーマット[3]のデータと比較すると対応関係があるので、コマンド db によりメモリの表示を正しく行っていると判断できる。

コマンド ld, ew についてはマイコンへの書き込み処理(ファイルの読み込み ld、直接入力 ew) 後、db と同様な手順で確認できる。

### 4-2 逆アセンブル (da)

図 5 より、逆アセンブル結果が表示されていることが分かる。そして、変数による違いはあるが、図 6 に示すスタートアップモジュールと同様の命令名とオペランドが示されているので、コマンド da により逆アセンブルを正しく行っていると判断できる。

### 4-3 IPv6 経由でのネットワーク接続

TCP/IP 通信を用いたとき TeraTerm のタイトルバーに表示されるものは接続相手の IP アドレスであり、図 3、図 5 において [fe80::202:cbff:fe01:9145%8:23]と表示されており、IPv6 に対応していることが確認できる。

### 4-4 TCP による通信

図 3、図 5 の通り TCP/IP 通信で入出力が正常に行われていると確認できる。よって、シリアル入出力処理を TCP による入出力処理に変更できていると判断する。

## 5. まとめ

以上より、デバッグングモニタの基本機能の実装と IPv6 ネットワークへの対応を行うことができたので、インターネットに接続されている環境であればどこからでもマイコンに接続し、組み込み機器開発を行えるようになった。

## 6. 今後の課題

今後はデバッグングモニタ機能をさらに高めるため、GDB(GNU debugger)を参考に、ブレークポイント設定・トレースなどの機能を付加させることを課題として取り組んでいく。

## 7. 参考文献

[1] 「μITRON 準拠 TOPPERS の実践活用」、CQ 出版社、pp141-171、2007 年

[2] 「TeraTerm Open Source Project」、  
<http://tssh2.sourceforge.jp/>

[3] 「Motorola S-record description」、  
<http://www.amelek.gda.pl/avr/uisp/record.htm>

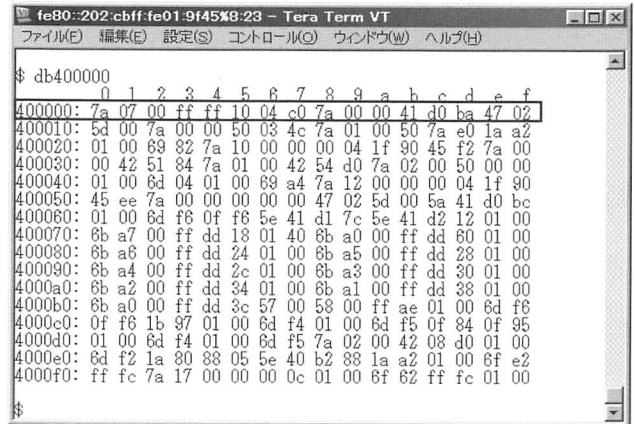


図 3 メモリの表示 (実行結果)



図 4 S レコードフォーマットのデータ

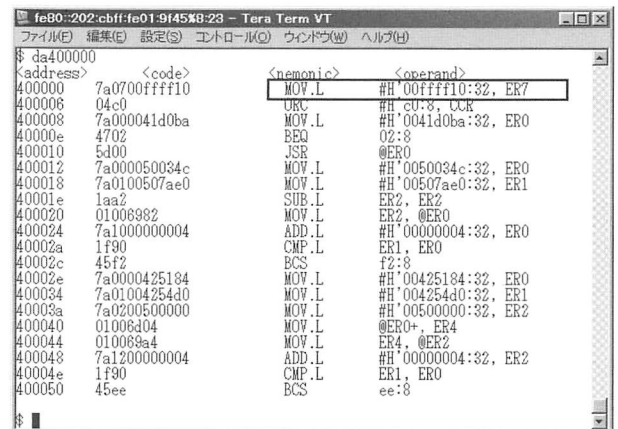


図 5 逆アセンブル (実行結果)

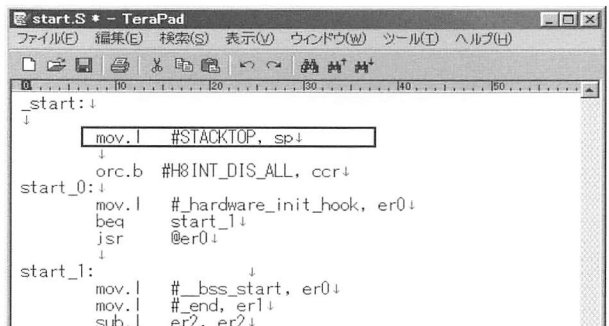


図 6 ソースプログラム (スタートアップモジュール)