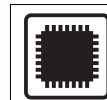


ネットワーク時計の設計

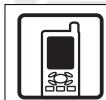
ネットワーク機能を 気軽に追加しよう

吉田政和

※本記事で使用しているモジュール「IIM7000」とトランス内蔵のRJ-45コネクタを、本誌の読者プレゼントとして提供しています。p.18を参照してください。



デバイスの記事



システムの記事



関連データ

数年前から、インターネットの常時接続環境が爆発的な勢いで普及している。その動きに呼応して、組み込み機器にネットワーク接続機能を追加して、ネットワーク経由で制御したいという需要が急増している。しかし、リアルタイムOSやプロトコル・スタックの導入には、費用やハードウェア対応などの面で問題がある。ここでは、ハードウェアのみで構成されたTCP/IPプロトコル・スタックを利用して、TCPとUDPを使用したネットワーク時計を構築した例を紹介する。(筆者)

何年前かに読んだある雑誌には、「20XX年の一般家庭の風景」として、こんなことが書かれていました。

居間でテレビを見ていた主婦のところに、ご飯の炊ける良い匂いとともに、携帯電話のメール着信音が鳴り響いた。メールには…「こんにちは!! 炊飯器@台所です。もう少しでご飯が炊けますよ」。

「近い将来、こんなことが実現するでしょう」と、その雑誌には書かれていましたが、そのときの筆者は「そんなバカな…」と思ったものでした。しかし2003年の今、周りを見渡してみると、ネットワーク機能を搭載した家電製品がいくつも販売されています。さすがに、ネットワーク対応の炊飯器はまだないようですが、ネットワーク機能が搭載された冷蔵庫や電子レンジ、エアコンなどはすでに市販されています。近い将来、周りの電化製品のすべてにIPアドレスが割り振られる日がほんとうに来るのかもしれませんが。

この状況を考えると、これからの製品開発にはネットワーク機能の搭載が不可欠になってくるのではないかと思います(すでにそうなっているのかもしれないが…)。しかし実際のところ、マイコンとネットワーク・コントローラLSIを製品に採用することは、非常に厳しいものがあると思います。なぜなら、リアルタイム組み込み機器でネットワーク機能を使用するには、リアルタイムOSの採用や組み込み用プロトコル・スタックの導入が不可欠^{注1}になってしまい、コストの問題やハードウェア側の対応の問題(搭載メモリの容量やCPUの種類など)がある、というのが現状だからです。

今回紹介する、TCP/IPプロトコル・スタックLSI「W3100A(韓国WIZnet社製)」を使用すれば、8051やZ80クラスのマイコンをベースにネットワーク機能を構築できます。リアルタイムOSを必要とせず、簡単に組み込み機器にネットワーク機能を追加できます。

ここでは、W3100Aを使用して、SNTP(simple network time protocol)を利用したネットワーク時計(インターネット経由で時刻情報を取得して表示する時計)を製作します。SNTPとは、その名まえの通りNTP(network time protocol)をシンプルに機能縮小した規格です。UDPプロトコル(ポート123)を使用して、NTPサーバあるいはSNTPサーバと時刻データの送受信を行います。自分のインターネット環境から、レスポンスがいちばん良いNTPサーバを選択するだけで、十分な精度の時刻同期を行えます^{注2}。

筆者自身はハードウェアの技術者です。ここではハードウェア技術者が1人で、TCPとUDPを使用したアプリケーションを構築した例を、実際の運用(開発)にすぐに役立つような内容を交えながら説明していきたいと思います。

注1:現在のリアルタイムOSの需要は、まさに組み込み機器のネットワーク対応が大きき要因であると言えるだろう。

注2:SNTPはRFC 2030で定義されている。より詳しい情報が必要な方は、原文(<ftp://ftp.iij.ad.jp/pub/rfc/rfc2030.txt>)を参照していただきたい。

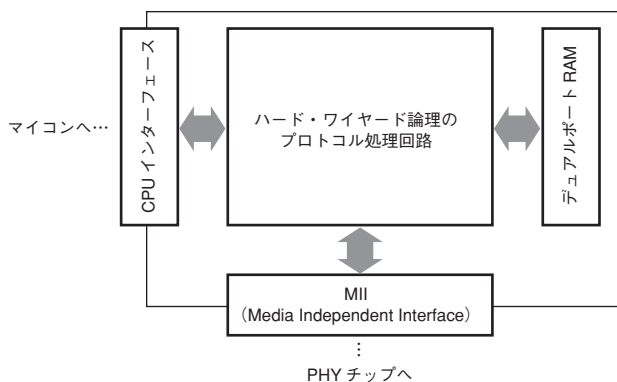
●TCP/IP プロトコル・スタックをLSIとして実現

W3100Aは、ハード・ワイヤード論理で実装されたTCP/IPのプロトコル・スタックです。内部にマイコンを搭載し、ソフトウェア・プログラムによってTCP/IPプロトコル・スタックを実現した製品はいくつか販売されています。W3100Aは完全にハードウェアのみで構成されているので、ソフトウェア構成のプロトコル・スタック(ミドルウェア)よりも、通信のレスポンスが良いと思います。

図1に、W3100Aのブロック図を示します。W3100Aは、Ethernetのリンク層ではデータリンク制御とMACプロトコル処理を、TCP/IP層ではTCP, UDP, IP, ARP, ICMPの各プロトコル処理をサポートしています。Windows APIと同様のソケットAPIも提供されています。

CPUインターフェースに制御用のマイコンを接続し、MII (Medium Independent Interface) にPHY (物理層) チップとトランスを取り付けるだけで、ネットワーク機能を実装できます。

注目すべきは、W3100A自身がICMP (internet control message protocol) のプロトコル処理機能を持っているので、マイコンの制御がなくても、外部からのPINGコマンドに応答できることです(ただし、W3100Aの初期化の際にはマイコンが必要)。組み込み機器などでよく使われて



〔図1〕 W3100Aのブロック図

CPUインターフェースに制御用のマイコンを、MII (Medium Independent Interface) にPHY (物理層) チップとトランスを取り付けるだけで、ネットワーク機能を実現できる。W3100A自身がICMPプロトコル処理機能を持っているので、PINGコマンドの応答にマイコンを必要としない。

注3：今回使用した部品のうち、パーツ・ショップの店頭で入手しにくいものは下記代理店で入手可能。

- IIM7000モジュールとW3100A——兼松デバイス (<http://www.kdcjp.co.jp/>, TEL 03-3544-6533)
- トランス内蔵RJ-45コネクタ——キャズテック (<http://www.kaztech.co.jp/>, TEL 03-3387-7611)
- AX-USB2ボード, ユニバーサル基板——プライムシステムズ (<http://www.prime-sys.co.jp/>, TEL 0266-70-1171)

いる台湾Realtek Semiconductor社 (<http://www.realtek.com.tw/>)の「RTL8019」や、米国SMSC (Standard Microsystems Corp., <http://www.smsc.com/>)の「LAN91C111」などのネットワーク・コントローラLSIを使ってネットワーク機器を作成したことのある方は、W3100Aの利点がよくわかっていただけるのではないかと思います。

表1に、W3100Aの概要を示します。

●FPGA ボードをベースにネットワーク時計を作成

今回のネットワーク時計は、米国Altera社のFPGA「APEX20KC」を搭載した「AX-USB2ボード(プライムシステムズ製, 写真1)」をベースに開発しました。

制御マイコンには、Altera社のCPUソフト・マクロ「Nios」を使用しました。また、W3100Aについては、基板上にW3100AとPHYチップを実装したWIZnet社のモジュール「IIM7000」(写真2)をユニバーサル基板(プライムシステムズ製)に取り付け、トランス内蔵のRJ-45コネクタと接続して使用しました^{注3}。これは、W3100A, PHYチップ(RTL8201)ともパッケージがQFPなので、ユニバーサル基板の上に実装するのが難しいためです。

〔表1〕 W3100Aの概要

項目	仕様
パッケージ	64ピン LQFPパッケージ (0.5mmピッチ)
電源電圧	3.3 ± 0.3V, 最大35mA (100BASE-TX時)
内蔵プロトコル	TCP, IPv4, UDP, ARP, ICMP
内部RAM容量	16Kバイト, デュアルポートSRAM
CPUインターフェース	8ビット・パラレル (5Vトレラント可能) Direct/Indirect/I ² Cモード
最大実効データ転送速度	4M~5Mbps
物理層インターフェース	MII (Media Independent Interface)
割り込み	1系統
同時接続可能なソケット数	4



〔写真1〕 AX-USB2ボード