

ファームウェア化した LAN の体験学習

- ネットワーク関連の企業人スクールのテーマ案 -

職業能力開発総合大学校東京校 著者：福 良 博 史

Practical Learning Materials for Embedded Network System

Hirofumi FUKURA

要約 近年、企業が市場から求められているニーズを常に察知し迅速に対応することが益々要求されてきている。市場の要求に応えなければ企業自身が撤退を余儀なくされつつある。このような状況において、従業員も企業の変化に対応すべく人材の流動化による職種転換などが求められている。職種転換と一言で言っても事は容易ではない。全く異なる職種に転換することは、誰もが簡単にできることではない。職種転換は、全く異なる職種に転換するようなハードランディングではなく、自分が持っている強みだけでは現在の市場ニーズが低下してきている場合に自分の専門性を生かしながら、その上に他の専門領域を身に付けることにより、企業が求めている新しい境界領域に進出するようなソフトランディング方式のほうが痛みが少ないと考える。

本稿では、携帯電話に代表されるようなマイコンの組込み型 (embedded) システムの携帯機器等の商品開発ニーズ、およびブロードバンドの発展にともなう Web アプリケーションの開発ニーズが高まると考えられる。そこで、組込み機器と Web アプリケーションの連携をさせたシステムを考え、従来のビジネス・アプリケーションの開発に携わっていたソフトウェア開発技術者や、反対にハードウェア専門の技術者等が、組込み機器や Web アプリケーションの開発、その両システムの連携技術等を習得し、発展的な職種転換するための境界領域での訓練コースのカリキュラムを検討した。今後は企業人スクール等の場面で実際に訓練コースを立ち上げて訓練方法とカリキュラム内容についての評価を行っていきたいと考えている。

企業人スクールの概要

1 目的

ハードウェアに詳しくない人で、C 言語などによるソフトウェアのプログラミング経験のある人を対象に、ファームウェアに内蔵した LAN 環境の技術の可能性を見て、触って、ソフトウェアを作り、動かし、実感として体得してもらうためのコースを提案する。

「ファームウェアに内蔵」とは、通常チップに焼き付けて機械の中に組込んで、システム化することから「組込み型 (embedded)」のシステムと呼ばれる。

今回焦点をあてている内容は、LAN 機能内蔵の組込み型システムである。このようなコースのニーズとしては、

1) 包装機械などの生産機械の制御機器を扱っている企業においてソフトウェア関連業務に携わっている人を対象に、機器の遠隔操作を実現するための基礎技術を体得する

2) ソフトウェアの知識を持った人がハードウェア寄りのインターネットのプロトコルを意識した、LAN 環境の技術を身に付け、生産機械分野でのソフトウェア開発の能力を身につけ、職種を拡大する

3) 制御機器の製造業の従業員が職種転換のために、周辺技術の基礎を習得し、職種を拡大する等が考えられる。

2 カリキュラムの考え方

Ethernet 経由にて LAN パケットの通信を行うマイコンの装置を自分で製作し、この装置に必要なソフトウェアを組み込むようなコースが基本イメージとして考えられる。

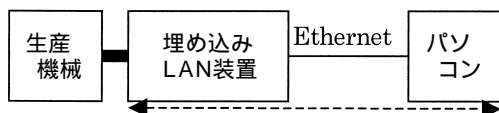


図1 . 企業人スクール基本イメージ範囲

図1の破線矢印で示した範囲が本テーマで考えている基本イメージの領域である。

この基本イメージを、分解して、1)埋め込みLAN装置、2)パソコン、3)Ethernetの3点について、個々の検討を以下に示す。

1) 埋め込みLAN装置

マイコンのハードウェアに注目して考えてみる(注:このマイコンに内蔵するソフトウェアについての議論は、次の2)にて一括議論する)。このようなマイコンはあまり種類がないので、手作りで、組立てることが考えられる。この場合は、事前に、主催者側で、半田付けが完了したマイコンを用意しておく場合と、受講者に組立ててもらおう場合の二通りの方法が考えられる。

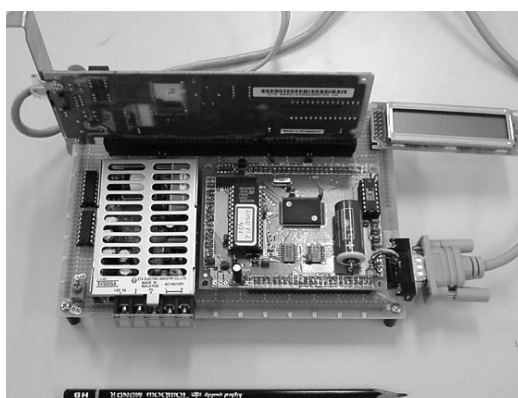


図2 . NET80の外観

図2は、筆者らが、応用課程研修においてネットワーク用の標準課題の試作をマイコンのZ80を利用し、パソコン用のLANボード(ISAバス用ネットワークカード)を接続し組立てたものである。そのシステム構成図の概要は図3ようになる。(1)

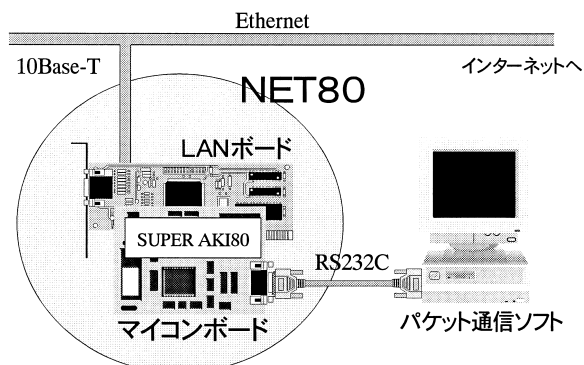


図3 . NET 80 のシステム構成

このようなマイコンを受講者に、組立てることから体験してもらうとなると、訓練場所としては、電子設備の整った部屋が必要になり、訓練場所が限定されてくる。しかし、既に組立てが完了しているマイコンを使う場合は、パソコンが使える電源設備のある部屋のみで訓練ができる。組込み型のシステムを体験してもらうために、マイコンの完成品を利用するほうが良いか、それともキット形式で組立ての体験までしたほうが良いかはどこに重点を置いた訓練なのかにより評価がわかる。訓練時間60時間というように、固定の時間枠で集団訓練を行うことを考えると、半田付けの失敗によりマイコンの組立てがうまく行かなかった場合のトラブル対応に時間をとられないようにしなければならない。マイコンを組立てることが主目的の訓練であれば、組立てのトラブルシューティング自身に価値があり、時間をかけてトラブルの処置に取り組むことが重要な訓練となる。しかし、ソフトウェア開発に重点をおく場合は、組立てた後のソフトウェア構築の訓練が重要になる。つまり、組立ては、一定の期間内に正常動作するものを作り上げなければならない。受講者がマイコンを正しく組立てられなかった場合の支援策を考えておかなければならない。その対策は、予定時間以内に必要なマイコンの組立てが完成しなかった場合に、その受講者に完成品を別途支給する必要がある。このようにするためには、最悪の場合を考えると、受講者全員の分の完成品を別途用意しなければならない。つまり二倍のコストを事前に見込んでおく必要がある。このように考えると、ソフトウェア開発の面から考えた組込み型の訓練には、出来あがったマイコンを利用するようにしたほうが最初の試行としては望ましいと考える。もし、ハードウェア指向の団体があれば、組立ての体験を導入部とすることも考慮に入れることができる。

なお、この装置を受講者に提供し、訓練終了後も、

自社に持ち帰り、継続して学習できるような形態も考えられる。この場合は、マイコンの費用を受講者一人ずつのテキストと同様に受講料に費用を加算する必要が生じる。

2) パソコンとマイコンのソフトウェア

パソコンとマイコンに組込むソフトウェアに注目して考えてみる。このソフトウェアの位置付けは、埋め込み型の LAN に関するソフトウェアの理解を深めることにある。埋め込み型のシステムを考えた場合、大きく二つの面がある。一つは、マイコンに LAN 機能を埋め込んだソフトウェアの制作があり、他方、マイコンに埋め込まれたソフトウェアとの協調作業を行うパソコン上で動作するソフトウェアの制作が考えられる。マイコン上のソフトウェアとは、TCP/IP ソケットインターフェースを利用して、マイコンに埋め込まれた LAN 経由での通信を行うソフトウェアの制作が主題となる。この具体的なアプリケーションイメージは、埋め込みシステムを仲介し、PLC の電源投入・電源断の遠隔制御を行う。PLC から機械の動作状況をモニタリングした情報を LAN 経由で遠隔地にある機械製造業社が受取り、データベースに履歴情報としてモニタリング日時での蓄積を行い、異常発生の予防のための状況分析に利用する。前者の埋め込みチップ自身のソフトウェア制作は、モニタープログラムの知識と、TCP/IP のプロトコルに関する詳しい知識とアセンブラ言語の知識が前提となる。このため熟練のプログラマー以外については行けない可能性が高い。後者のパソコン上のアプリケーションは、埋め込みチップの周辺の課題を解決するためのソフトウェアであり、TCP/IP のソケットプログラミングの知識が必要となる。このための知識は、マイクロソフト社の Visual Basic、VisualC++、UNIC 系の C、C++、または Java などの知識が求められる。このようなソフトウェアをすべて受講者が制作するのは時間的に無理があるので、プログラムのソースコードの一部を提供し、不足部分、改善方法などの解説を交えて制作実習をしてもらい、ソースコードは全て公開し、後で持ち帰り全体の復習ができるような仕組みにすることが望まれる。

3) Ethernet

LAN の Ethernet を特に別項目として取り上げたのは以下の理由による。インターネットを利用したネットワーク上を流れるデータを取り扱うことを考えると、問題になる重要事項として、セキュリティが挙げられる。社内のイントラネットの場合は、あまり考慮しなくてもよい場合もあるが、公開されたインター

ネットを利用する場合は、取引先の情報が漏出すると信用問題にかかわることになる。この問題に対応するためには、通信の暗号化の配慮が必要になる。現在は、VPN (Virtual Private Network : 公共のネットワークを暗号化の技術を使い仮想的に私的なネットワークとみなす) という技術があり、実用化もされている。

3 カリキュラムの例

現在考えている企業人スクールの主なカリキュラムは、以下ようになる。

表1. カリキュラム構成案

| 項番 | 訓練項目 | 訓練時間 単位：時 | 必須 選択 |
|----|---------------------------------|--------------|----------|
| 1 | ハードウェアの解説 | 3 | |
| 2 | アセンブラの概説 | 3 | |
| 3 | ファームウェア用 C 言語の解説 | 12 | |
| 4 | C プログラミング実習 | 11 | |
| 5 | ROM 化の実習 | 1 | |
| 6 | モニタープログラム制作実習 | 6 | |
| 7 | 割込、RS232C、ポート入出力の実習 | 6 | |
| 8 | Java 言語の解説 | 6 | |
| 9 | Java によるプログラミング実習 | 12 | |
| 10 | Java ネットワークプログラム制作実習 | 12 | |
| 11 | Java によるパソコン側のアプリケーションプログラム制作実習 | 12 | |
| 12 | セキュリティ解説 | 3 | |
| 13 | セキュリティ実習 | 9 | |
| 14 | 製作例の発表会 | 3 | |
| 15 | まとめ | 3 | |

このカリキュラムの基本は、パソコンからのネットワーク制御の把握を主目的にし、その他は必用に応じて入れ替えるという方針で考えている。

アセンブラは、入門的な解説と実習を行うが、プログラムの制作実習には利用しない。この理由は、商品化したシステムをつくる時の CPU チップは何になるかその時、その場、その業務によって異なるため、あまり個別色の強い箇所は重点を置かない。ソフトウェアの可能性を認識してもらおうのが主眼であるから C 言語による制作実習を重点とする。アセンブラに体力

を注ぐのはファームウェアの入門コースとしては、焦点が定まらなくなる可能性があり、内容がボケてしまう。

パソコン側のソフトウェア開発は、JAVAのような流用性の高い言語にて製作する。

装置としては、安価で、簡単に組み立てられるものであれば、持ち帰りも考慮できるので、図2のような装置を提案する。この装置は、CPUにZ80を用いた組込み型マイコンボードを利用し、LANパケットの送受信にはNE2000互換のDOS/VパソコンのISAインターフェースのボードを用いた。このマイコンボードにLANおよび、RS232C(EIA232)の両者を接続する。LANパケットの送受信は、LANボードを通して行う。RS232Cは、パソコンまたは制御機器と接続できる。この装置はNET80と呼び、2000年度の応用課程研修において学生用標準課題の教材として制作したものである。

NET80はEthernet経由で受取ったLANパケットをRS232C経由で、パソコンに送出する。パソコン側は受取ったLANパケットをファイルに蓄積し、解析する。このシステムはVisualBasicにて構築した。(図3)

しかし、現在はコンパクトなキットが一万円程度で入手できる。PICマイコンにEthernetチップを搭載したものが市場に出てきている。機能的には教材として制作したNET80と同じような機能を持っている。これを用いて、LAN経由でLEDを点滅させる装置を試作してみたものを図4に示す。

今後、訓練教材として、これを利用していくことも考慮中である。(2)

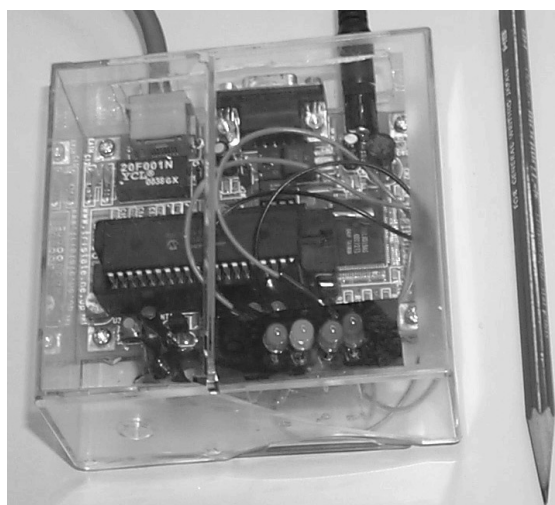


図4 . NET80の外観

4 訓練課題の具体例

1) 遠隔監視システムの構築

Ethernet 経由でマイコンに接続された制御機器からの情報を受取るシステムの設計と構築の実習訓練。

2) 機器の遠隔操作システムの構築

Ethernet 経由で制御機器の起動・停止の指示を与えるシステムの設計と構築の実習訓練。

以上のような応用例の展開には生産現場、各地域のニーズ等に配慮し色々変形できるように考えている。

生涯職業能力開発体系の位置付け

生涯職業能力開発体系の位置付けとして、関連のある主な技術要素を表2に示す。

表2 関連する能力開発体系(専門)

| |
|--------------------|
| データ通信技術 |
| プログラム設計・開発技術 |
| 通信ネットワークのプログラミング技術 |
| マイコン応用システム開発技術 |
| コミュニケーション、調査・分析 |

評価

平成14年度の企業人スクール「Webアプリケーション構築技術」を開催した時、この最終日に、PICを用いた埋込み型のマイコンとWebアプリケーションの連携の教育訓練の趣旨を説明し、受講生から意見を聞いた。受講生は全部で7人おり、最終日に出席した受講生は5人である。このうち3人の受講生が興味を示した。このときの受講生の主なプロフィールと興味を示したか否かの関連を表3に示す。

この聞き取り調査結果からは、システム開発関連に

表3 受講者の主なプロフィール

| 受講者 | プログラミング言語経験 | データベースSQL言語経験 | Webコンテナツの作成経験 | 現在IT関連業務に従事している場合の内容 | 最終日に興味を示した受講生 |
|-----|-------------|---------------|---------------|----------------------|---------------|
| 1 | | × | × | - | 欠席 |
| 2 | | × | × | ソフト開発 | |
| 3 | | | × | ソフト開発 | × |
| 4 | | | | システム開発 | × |
| 5 | | | × | - | |
| 6 | × | × | | ホームページ作成業務 | 欠席 |
| 7 | | | | Webアプリ開発 システム監査 | |

携わっている受講生 4 人のうち 2 人が興味を示したことがわかる。システム開発関連の業務に携わっている人だけでなく、Web アプリケーションの技術を身に付けたいとだけ考えていた受講生も 1 人興味を示した。

まとめ

現在は、未だこのような企業人スクールを実施していないが、上記のように Web アプリケーション構築に関心がある受講生の中に潜在的に需要があるという感触を得た。

このため、平成15年度は、PIC を用いた埋込み型のマイコンと Web アプリケーションを連携した人材育成のための企業人スクールの実施を計画中であり、「生産機械への Web アプリケーションの応用技法」という訓練コース名で企業人スクールを開催する許可を得たので、来年度の募集に向けての案内などの準備を行うこととなった。

なお、生産応用電子システム技術科 2 年の鹿野君に、NET80の基盤化に協力してもらった。

[参考文献]

- (1) 2000年度応用課程研修標準課題「LAN パケット通信学習システムの構築」中山、日浦、福良
- (2) <http://www.tristate.ne.jp/picnic.htm>