

本サービスにおける著作権および一切の権利はアイティメディア株式会社またはその情報提供者に帰属します。また、本サービスの出力結果を無断で複写・複製・転載・転用・頒布等を行うことは、法律で認められた場合を除き禁じます。

江端さんのDIY奮闘記 EtherCATでホームセキュリティシステムを作る(1):

EtherCATって結局なに? ~「ご主人様」と「メイド」で説明しよう

<http://eetimes.jp/ee/articles/1504/24/news065.html>

何十台ものロボットが高速、かつ正確に動き、次々とモノを製造していく。このような、いわゆるファクトリオートメーション(FA)を支えるネットワーク方式の1つに、EtherCATがあります。EtherCATは、高速・高精度にマシンを制御する産業向けのネットワークですが、私は、無謀(?)にも、これを使って自宅のホームセキュリティシステムを構築してみようと思いついたのです。本連載では、その“手法”の全てを公開します。

2015年04月24日 10時00分 更新

[江端智一, EE Times Japan]



FA(ファクトリオートメーション)を支える「EtherCAT」。この超高度なネットワークを、無謀にも個人の“ホームセキュリティシステム”向けに応用するプロジェクトに挑みます……!! ⇒[「江端さんのDIY奮闘記 EtherCATでホームセキュリティシステムを作る」連載一覧](#)

最近のバラエティ番組では、しばしば、自動車やお菓子を作っている工場のラインが紹介されています。

ロボットが高速で部品を正確に装着し、選別機がベルトコンベアの上を流れるお菓子を1秒間に十何個も選別していく様子は、魔法を見ているような気すらします。

これは、高い識別力で製品プロセスをにらみ続けるセンサーと、高精度で高速な制御を実現するロボットや装置のおかげなのですが、もう一つ、大きな仕組みがあります。

ロボットや装置がお互いに会話するためのネットワーク —— ファクトリオートメーション(FA)ネットワーク —— です。

- 「3.5秒後に通過する23列目の16番のクッキーの焼き色が悪いです」→「了解。除去します」
- 「生クリームが1.2℃高いです」→「了解。冷却工程を少し長くします」
- 「攪拌(かくはん)装置の動作不良発生! 各工程は前後の工程の状況を把握しつつ、速やかに停止!!」

と、工場の機械がお互いに会話しているからこそ、あの「魔法の工場」は実現されているわけです。

「ご主人様/メイド」型のEtherCAT

このFAネットワークで、もっともポピュラーな通信方式が「マスタ/スレーブ」です。

「マスタ」とよばれる「ご主人様」が命令を出して、「スレーブ」とよばれる多くの「メイド」がその命令を実行することで、「工場の製造ライン」という「お屋敷」を管理する——そういう通信方式です。

EtherCATは、このマスタ/スレーブ方式のFAネットワークの1つです。



(この絵は、長女に描いてもらったEtherCATのコンセプト図です)

ご主人様(マスタ)は、驚異的なスピードで大量の命令(1秒間に最大8000回)を全メイド(スレーブ)に発令し、各メイド(スレーブ)は、その大量の命令の全てに従い、実施し、その結果をご主人様(マスタ)に通知します。

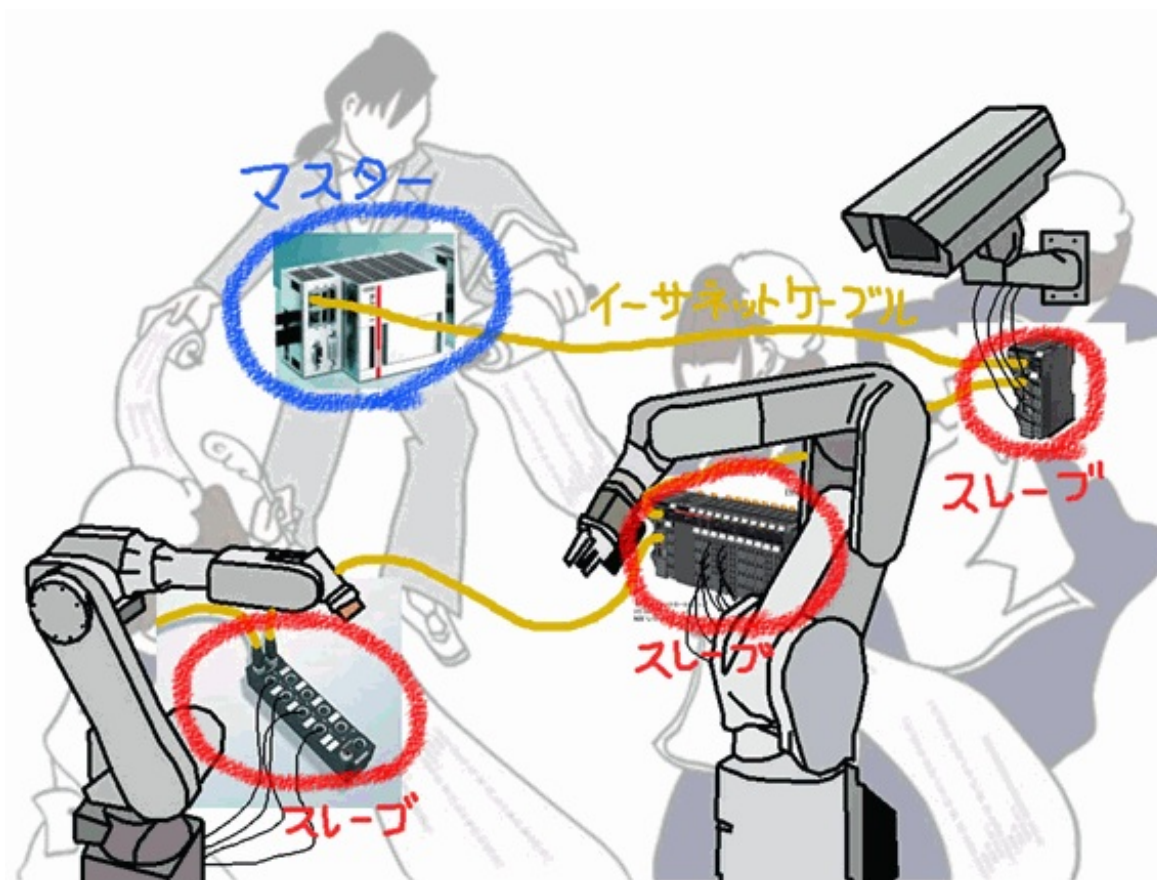
具体的には、

(1)ご主人様は、

- 赤外線センサーを操作しているメイドに対して、ベルトコンベアーに流れる数百個のお菓子の焼き具合を報告させるように指示をし、
- ロボットを操作しているメイドに対して、高速に流れているお菓子の中から不良品だけを取り除くために、ロボットの動かし方(アームの角度や速度)を事細かく指示をし、
- このような微細な指示を、最大毎秒8000回、65000人のメイドに同時に発令します。

(2)一方、メイドは、

- その1人1人が、1秒間に最大8000回というご主人様からの命令を、文句も言わずに粛々と実行し、
- その命令による操作の結果を、ご主人様に報告します。



EtherCATの特徴を表わす4つの言葉とは？

EtherCATの特徴は？

では、次にEtherCATの特徴についてお話したいと思います。

(1) 従来のFAネットワークでは、専用の(ごつい、高価な)通信ケーブルを使うのが一般的でしたが、EtherCATでは、皆さんのPCをインターネットにつなぐのに使われている、100円ショップで普通に購入できるイーサネットと呼ばれるケーブルが使えます。

そして、このイーサネットを使った通信で使われる「イーサネットフレーム」にマスタ(ご主人様)からスレーブ(メイドたち)への命令が書き込まれます。

これは最大1500バイトの文字を書くこのできる巻物のようなものです。その巻物の長さは、最長36.4kmにもなります。(1518バイト[イーサネットMACフレームサイズ]×8ビット÷100Mbps[ネットワーク転送速度]×約30万km/秒[光速])

(2) EtherCATのマスタ(ご主人様)は、EtherCATのスレーブ(メイドたち)全員に一斉に命令を出します。

ご主人様は、一人一人のメイドを個室に呼び出して指示を与えたりしません。必要であろうがなかろうが、前述した巻物に、全員分(最大65000人程度)の指示を書き込みます。その書き込みが完了したら、近くのスレーブ(メイド)にその巻物の先頭を渡します。

(3)スレーブ(メイド達)は全員、1列に並び、両手でその長い巻物広げて、少しずつ動かしながら、自分宛の指示を探します。自分宛ての指示を見つけたら、その巻物を「動かしながら」その処理を行い、「動かしながら」その処理の結果を巻物に書き込んでいきます。

(4)マスタ(ご主人様)は、巻物に書き込まれたスレーブ(メイド達)からの返事を「動かしながら」確認し、次の処理を考え、再び、次の巻物を作成します。

(5)また、スレーブ(メイド達)には「名前が与えられません」。並んだ順番でマスタ(ご主人様)に、1、2、3、4……と番号が振られるだけです。

EtherCATの特徴は、この「全員一斉」「巻物」「動かしながら」「名前がない」ことにあります。

EtherCATでは、イーサネットフレームを、バッファリング(ため込み)もルーティング(振り分け)もせず、受け取ったビットを隣のスレーブ(隣のメイド)に渡すことで、驚異的に高速なデータ転送を可能としています(オン・ザ・フライデータ通信)。

EtherCATの最短送出間隔は125 μ 秒に設定されています。

これは最長のイーサネットフレームが送出を開始して完了するまでの時間(121.44 μ 秒)とほとんど同じです。

つまり、EtherCATはこれ以上高速にできないというところまでチューンされているのです。ちなみに送出間隔125 μ 秒の時、マスタはスレーブに1秒間に8000回(1秒 \div 125 μ 秒)の命令を出せることになります。

このようにEtherCATは、情報系ネットワークの常識(アドレス通信、プロトコル処理、バッファリング、ルーティング)を採用せず、逆転の発想で、超高速なリアルタイム通信を実現しているのです。

□

こんにちは、江端智一です。

この度、EE Times Japan、SOEMプログラム開発者様、ベッコフオートメーションの皆さまのご協力を頂き、「江端さんのDIY奮闘記 EtherCATでホームセキュリティシステムを作る」の連載をさせていただくことになりました。

この連載では、EtherCATの細かい仕様は全部吹っ飛ばし、私がここ何カ月かの休日を費やして試した方法のうち、

「(理由は分らんけど)こうすれば(とりあえず)動く」

という方法の全てを皆さんに開示します。

具体的には、SOEMという、PCで動くEtherCATマスタのオープンソースプログラムを使い、江端家のホームセキュリティシステムを題材に説明を進めていきます。

また、この度、ベッコフオートメーションからのお貸し頂いた、各種のスレーブについても、できるだけ動かしてみる予定です。

この連載の主な目的は、「EtherCATのざっくり理解」です。EtherCATの全てについて説明するような解説本は目指しません。ですから、本連載であなたがEtherCATのスレーブやマスタを作れるようなスキルを身に付けることは期待できません。あしからずご了承ください(そもそも、スレーブやマスタを作るためには、ETGに加盟する必要があります(次回以降で解説予定))。

それでも、この連載によって、EtherCATというFAネットワークの一部だけでも、理解する助けになれば、著者としては望外の喜びであります。

ぽろっと出てきたスレーブが、きっかけに

さて、最初に本連載の背景をお話したいと思います。

私は、これまでも、趣味でホームセキュリティシステムを作ってきました。

しかし、最近、そのシステムで使ってきた「X10スレーブ(つまり「メイド」)」が、国内で手に入らなくなり、海外の通販サイトでも出品されなくなってきました。このまま行くと、2~3年後には、わが家のホームセキュリティは停止してしまいます。

http://www.kobore.net/soft/ X10Broker for Win32

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

X10ネットワークベースホームセキュリティシステム

X10Broker for Win32

Since September 1st, 2005

Last modified: January 5th, 2006

X10Broker for Win32とは何か

"X10Broker"は、自宅のコンセントを介して通信を行う電灯線ネットワーク(X10)の「ブローカ(仲介者)」ソフトウェアです。電灯線に流れる信号を常時監視し、その信号に応じたコントロールを予め登録しておくことで、簡単に安価なホームセキュリティシステムを作ることができます。

"X10Broker for Win32"に関しては、[x10broker2-jp.txt](#)を御覧下さい。

X10Broker for Win32の使用方法

詳細は[こちら](#)をご覧ください

となれば、新しいメイド……もとい、スレーブで、新しいホームセキュリティシステムを作り直さなければなりません。

ある日のこと、私が、ジャンク用のダンボール箱をひっくり返していた時、友人から借りたまま、返却せずほったらかしにしていた、オムロンの「GX MD-1611」が、ポロっと出てきました。



—— そういえば、これも、(デジタルI/O)スレーブだったっけ？

これが、この連載のきっかけとなる、EtherCATスレーブとの出会いでした。

□

早速、EtherCATを調べてみたのですが、「こりゃ使えねーわ」と、早々に諦めモードに入ってしまった。

わが家のホームセキュリティシステムは、

- 「今、通信に失敗しても、次に成功してくれればいいな」を認容する超ルーズな電灯線通信(X10通信)
- 電灯が6つ、センサーが3つ、大音量アラーム装置2台、パトランプ2台で、通信は平均1時間に1回程度
- 秋葉原のジャンク屋で拾ってきた出どころの怪しいノートPCを改造した江端自作マスタ

で構成されるものに対して、

EtherCATが想定しているファクトリオートメーションシステムは、

- 工場の製造ラインで使用される、多関節を有する工業用ロボットを同時に何十台も超高速で動かす高信頼FAネットワークシステム
- 最大65535台のスレーブに対して、最大8000回/秒の命令を出せる
- 高精度なフレーム送出タイミングを制御する高価な専用のマスタ装置が必要

というものだからです

オーバースペックも、いいとこです。

EtherCATを使えば、わが家だけでなく、町内の全世帯にホームセキュリティシステムを敷設しても、まだ余裕がありそうです。

『なるほど、EtherCATを、ホームセキュリティで使うヤツがないのは当然だ』と思いました。

なにより、私の手元にはEtherCATのスレーブがあっても、マスタがありません。そんなものを購入する金も場所もありません。

そこで、「もしかしたら、PCをマスタとして使うソフトウェアがあるかな」と思い、探してみたところ――あるにはあったのですが――市販製品で、しかも高価でした。

しかし、さらに探し続けていたら、オープンソースのEtherCATマスタを見つけることができました。

それが、Simple Open EtherCAT Master:[SOEM](#)というプログラムです(私は「ソエム」と発音しています)。

SOEMは、WindowsとLinuxのOSで動作する、GPL2でライセンスされたオープンソースプログラムです。GUIも構築支援ツールもなく、スレーブ情報ファイル(ESIファイル)も使いません。インタフェースは、Windowsなら「コマンドプロンプト」を使用し、表示は文字だけです。さらに、汎用OSの上で動作するので厳密なリアルタイム性能は担保されません。

ですから、SOEMを、超高速で連携動作する工場のロボットに使うのは無理っばいです。

――しかし、

- 泥棒の侵入を人感センサーで検知して、
- 大音響のブザーやパトランプでやかましく騒ぎ立てて、
- その情報をメールでバンバン送り、
- 携帯から自宅の電灯のスイッチをたたき落とす

程度のことなら、問題なさそうです。

わが家のホームセキュリティシステムは、ミリ秒単位で人感センサーやブザーの動作のタイミングを合わせる必要など全くないからです。

さらにSOEMは、全てのソースコードが開示されていますので、例えば、GDB(GUN Debugger)や、Visual Studio のデバッグモードを用いれば、SOEMを動かしながらEtherCATマスタの動きも理解できそうです。

「これに、Wireshark(ネットワークアナライザ)で、送信フレームをキャプチャすれば、EtherCATの学習環境は完璧じゃんか」と、私は、ほくそ笑みしました。

実際には、そんな簡単な話ではなかったのですが――それは追ってお話します。

EtherCATスレーブの動作を見てみよう

この連載は、SOEMで作るEtherCATマスタと、EtherCATスレーブを、実際に動かしながら進行していきます。

読み物としても楽しく読んでいただけるよう執筆するつもりですが、実際にEtherCATスレーブを動かしながら読んでいただくと、なお理解が深まると思います。

可能でしたら、デジタルI/OのEtherCATスレーブ(出力でLEDが点灯するもの)を1台、どこかからパクっ……もとい、入手していただければ幸いです(なお、現在私の手元には、オムロンの「GX MD-1611」と、ベッコフオートメーションの「EL1859」があります)。



さて今回は、PCでEtherCATマスタを実現する「Simple Open EtherCAT Master --- SOEM」の簡単な紹介を行いました。

次回以降のスケジュールは、ざっくり以下のように考えています。

フェーズ	内容(未定)
開始編	(メイドとご主人様を登場させない、真面目な) EtherCATの動作原理の説明と、とりあえずSOEMでEtherCATスレーブを動かしてみる
基礎編	SOEMとデジタルI/Oスレーブ(1つ)と、トレーサとネットワークアナライザで、EtherCATの基本的な動作を理解する
応用編	SOEMとデジタルI/Oスレーブ(2つ以上)と、プログラムの修正でEtherCATの応用的な動作(論理アドレス等)を理解する
活用編	SOEMを使って、EtherCAT版江端家のホームセキュリティシステムを作る
知財編	[番外編]EtherCATやFAネットワークのライセンスを考える
発展編	SOEMとアナログスレーブを使って、娘(次女)の夏休みの宿題を手伝う
番外編	SOEMとステッピングモータスレーブを使って、倒立振子を立てる

ただし、現時点で、ほとんどのモノが動いていない状態です(娘の夏休みの宿題も未定ですし、倒立振子は影も形もありません)。

この連載の締め切りに追い立てられながら、製作も行っていく予定です。

ですが、今回、これで終わるのは、ちょっと寂しいので、SOEMでEtherCATスレーブを起動したところをご覧いただきたいと思います。

次回は、私がこのEtherCATの連載をEE Times Japan編集部提案させていただいた経緯や、また、SOEMの開発者の方とのやりとりについても、お話ししたいと思います。

それでは、次回にまたお会いしましょう。

特別協力:

本連載では、スレーブの提供などで[ベッコフオートメーション](#)にご協力いただいております。



関連記事



[産業用イーサネット対応機器の開発期間短縮、プロトコルスタックを無償提供](#)

ルネサス エレクトロニクスは、産業用イーサネット通信LSIを搭載したIARシステムズ製の評価キット向けに、主な産業用イーサネットに対応する通信プロトコルスタックの提供を始めた。



[リアルタイム制御とネットワーク処理を同時に実現、ルネサスのFA用マイコン](#)

ルネサス エレクトロニクスは、ハイエンドマイコン「RZファミリ」として、産業ネットワーク機能を内蔵した「RZ/T1グループ」10品種を新たに発表した。産業機器の高度なリアルタイム制御とネットワーク処理を1チップで実行することが可能となる。



[“スマートファクトリ”の実現の先導役に――TIの産業用半導体事業戦略](#)

テキサス・インスツルメンツ(TI)は、産業システム向け半導体事業に対する取り組みを強化する。アナログICと組み込みプロセッシング製品を中心に、高いエネルギー効率や新機能を実現していくための半導体製品と、開発期間の短縮を可能とするリファレンスデザインの提供に力を入れる。



[日本の総エネルギー消費量はどれくらい？ E=MC^2から計算してみる](#)

環境問題の最終回では、まず、日本の1日当たりの総エネルギー消費量を計算し直しました。その結果、“広島型原爆600発分”ということが分かったのです。その他、「日本に必要な電力を全て原発で発電したら、どれくらいCO2が削減できるのか」、「少子化問題を放置した場合、エネルギー消費量はどれくらいになるのか」について、いつものように、電卓とエクセルを使って検証します。



[「数字」に落とせば見えてくる!? 時事問題をエンジニアの視点で読み解く](#)

既婚と未婚はどちらがシアワセ？ 領土問題の本質って？ この世にごまんとあふれる、“分かるようで分からない問題”。そうした疑問も「数字」でみれば、問題の本質が分かるかもしれません。いったん数字に落とし込めば、エンジニアのフィールドに持ち込んで分析できます。気になる問題を数字で読み解く新連載、スタートします。

Copyright © 2016 ITmedia, Inc. All Rights Reserved.

