

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(8):

攻撃的ホームセキュリティー ― メイドが侵入者を迎え撃つ

<http://eetimes.jp/ee/articles/1602/29/news033.html>

さて、今回はいよいよEtherCATでホームセキュリティシステムの構築を開始します。「江端さんのDIY奮闘記」の名に恥じない作業風景をご覧くださいませ。

2016年02月29日 11時30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](#)

EtherCATのベンダーや、ハードウェアエンジニアの皆さんの善意のご協力のおかげで、この連載は、今ここにたどりついています。

ここで謝辞の言葉を申し上げるのは簡単です。しかし、それでも結局のところ、私はこう思うのです、

一番エラいのは、この私よ と。



EtherCATシステム構築の現場(修羅場)

今回の連載では、確かに「応援」もいただきましたが、それと同じくらい「批判」も受けました。

少なくない実験費を小遣いから捻出し、週末エンジニアの日々を費やし続ける私に対して、心ないコメントが取り交されていることを――私は知っています。

EtherCATでホームセキュリティシステム？ 江端ってバカか？ 通信トラフィックの計算もできないのか？

制御LANなどという、一般人には一生縁のないネットワークの話の、どこで売っているか分からないようなレアなマスタやスレーブで、何、がんばっちゃっているわけ？ こんなニッチなフィールドの技術コラムが、一般の読者にミートすると本気で思っているの？

コスト計算ができてない上に、マーケティングもダメダメ。マスタやスレーブに24時間通電しなければならない上に、監視時間が1/1000秒単位？ あいつ、自宅に侵入する花粉やインフルエンザウイルスの侵入検知でもするつもりか？

そんなにホームセキュリティが欲しいなら、セコムに頼めばいいのに

やかましい! やかましい!! やかましい―――!!!

うるさいわね、私の勝手でしょ？

確かに、私の会社の研究所の所員も、この話題には(全く)触れてこないし、(先日インタビューに応じていただいた)日本ベッコフの社長のKさんもテクニカルアドバイザーのOさんも、確かに「複雑な表情」をされていたように思うわ。

それに、なにより私が分っているわよ。ホームセキュリティやるのにEtherCATがオーバースペックであることくらい! でも、仕方ないじゃないの。EtherCAT大好きなんだから。

こんな、美しい仕様(プロトコル)のネットワークが、この世にある?

1500バイトの動くメモリ(フレーム)がネットワークの中を光の中で疾走するのよ? そのフレーム目がけて、ご主人様やメイド達が必死でタックルするのよ! 「美しい」じゃない?

私だってね、2000年くらいに、同じような発想の制御システムを思い付いていたのよ(特許出願しました(本当))。でもね、ベッコフさん(ドイツのベッコフ本社の社長さん)は、それより10年も前にそのアイデアを製品化していたのよ([Lightbus](#))。

――ふっ、認めるわ。わたくしの完敗よ、ひろみ

今の私は、こう言いながら、コートを去る[お蝶夫人](#)のような気持ちです。

こんにちは、江端智一です。

いよいよ、「江端家ホームセキュリティシステム」の構築を開始します。

このシステムで実現したいことは、ざっくりこんな感じです。

江端家ホームセキュリティシステム(HSS)

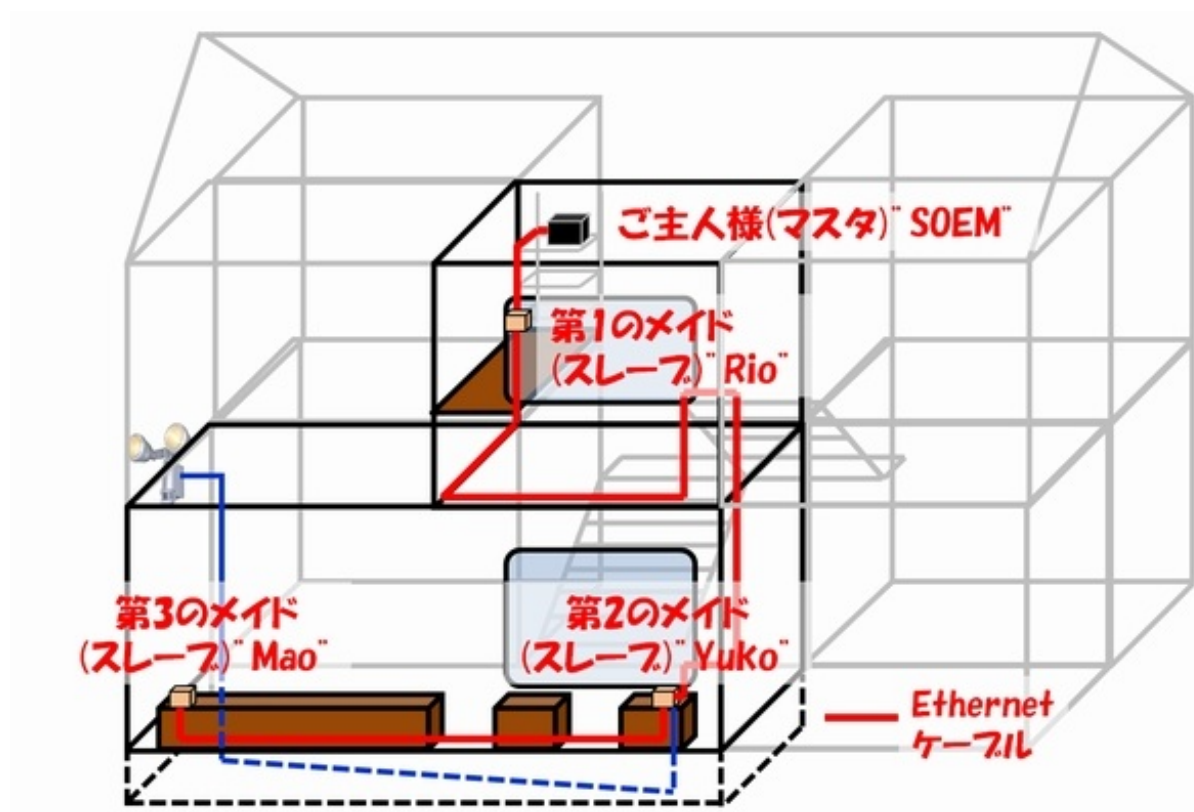
- (1)留守宅に侵入者があったら、検知すること
→ 庭、リビングの人感センサー、光センサーで
 - (2)留守宅の侵入者を、威嚇すること
→ パトランプ、ブザーで、侵入者を強制退去する
 - (3)なるべく「手を抜いて」作成できること
→ 誰でも作れる…という簡易性を実現
~~とっとと作らんと、今月の締切に間に合わない~~
 - (4)留守宅の侵入者をリモートから確認すること
→ 電子メールで侵入者を江端に知らせ
て、江端に次のアクションを取らせる
- } 本記事の
対象外

「留守宅」の「侵入者」の撃退に特化

威嚇用のデバイスとしては、我が家のジャンクボックスの中にある、パトランプやブザーなどを使うことにします。



次に、江端家を守るご主人様(マスター)と3人のメイド(スレーブ)たちの配置イメージを、以下の江端宅の概要図を使って説明します。



スタートは、ご主人様は、SOEM(Simple Open Ethernet Master)をインストールしたPC(搭載OS:Windows 7)です。“SOEM”と呼びます。

“SOEM”につないだUSB-EtherCAT変換ケーブルから、1mのイーサネットケーブルで、第1のメイド、デジタル入出力(DIO)スレーブ(ベッコフのEL1859)つながします。名称は“Rio”です。

ここから、2階の書斎(実験室?)の窓から、一気に雨どいを伝って、1階の窓へと、長さ15mのフラットイーサネットケーブルを敷設します。

1階のリビングのPC横で待っているのが、人感センサー、照度センサー、温度センサーおよび、屋外のセンサーライトの信号線をつないだ、第2のメイド、アナログ入力スレーブ(ベッコフのEL3104)につながります。名称は“Yuko”です。

さらに、そこから10mのイーサネットケーブルを経由して、第3のメイド、デジタル入出力(DIO)スレーブ(オムロンのGX-1611)に到達します。名称は“Mao”です。

今回、このホームセキュリティシステムの稼働ルールは以下の通りとしました。



ホームセキュリティシステムの稼働ルール

If	Then	
“Yuko” が	“Rio” は	“Mao” は
[室内]の 人感センサーで感知	1番LEDを点灯	赤色パトランプを回転
[室内]の 照度センサーで感知	2番LEDを点灯	青色パトランプを回転
[屋外]の 人感センサーで感知	3番LEDを点灯	両方のパトランプを回転
[屋内]の温度センサー で高温を感知	全LEDを点灯	

「留守宅」の「侵入者」に特化したシステム

と、まあ、ここまではいいとして、面倒くさいのは、ご主人様(SOEM)と、メイドたち(“Rio”, “Yuko”, “Mao”)との間で取り決めた構成を、「この私が」読み取らなければならないことです。

今回も、前回使ったsimple_test.cのソースコードを改造して、SOEM用のアプリケーションプログラムを作りますので、そのためには、そのソースコードの中にあるIOMap[]配列が、どのスレーブに対応しているのかを知っておかなければならないからです。

この読み取り作業の概要を簡単に説明します。

まず、EtherCATを上記の構成で接続した後、(これまで何度もご紹介してきました)“SOEM”のツールslaveinfo.exeを起動します。

今回割り当てられたメモリ	"SOME"で使われる配列	メイド(スレーブ)名	対応デバイス	その他
00E87D80	IOMap[0]	Rio's Outputs	LED出力	EL1850のデジタル出力
00E87D81	IOMap[1]	Mao's Outputs	パトランプ	GX-MD1611のデジタル出力
00AA7D82	IOMap[2]			(未使用の上記のエリア)
00E87D83	IOMap[3]	Rio's Inputs		EL1850のデジタル入力(今回は使わない)
00E87D84	IOMap[4]	Yuko's Inputs#1	人感センサ	EL3104のアナログ入力(ここから)
00E87D85	IOMap[5]			
00E87D86	IOMap[6]			実際使われているところ
00E87D87	IOMap[7]			実際使われているところ
00E87D88	IOMap[8]	Yuko's Inputs#2	温度センサ	
00E87D89	IOMap[9]			
00E87D8A	IOMap[10]			実際使われているところ
00E87D8B	IOMap[11]			実際使われているところ
00E87D8C	IOMap[12]	Yuko's Inputs#3	照度センサ	
00E87D8D	IOMap[13]			
00E87D8E	IOMap[14]			実際使われているところ
00E87D8F	IOMap[15]			実際使われているところ
00E87D90	IOMap[16]	Yuko's Inputs#4	庭センサライト	
00E87D91	IOMap[17]			
00E87D92	IOMap[18]			実際使われているところ
00E87D93	IOMap[19]			実際使われているところ
00E87D94	IOMap[20]	Mao's Inputs		GX-MD1611のデジタル入力(今回は使わない)
00AA7D95	IOMap[21]			(未使用の上記のエリア)

slaveinfo.exeを実行すると、「対応」の内容が表示されますので、ここから読みとれます。

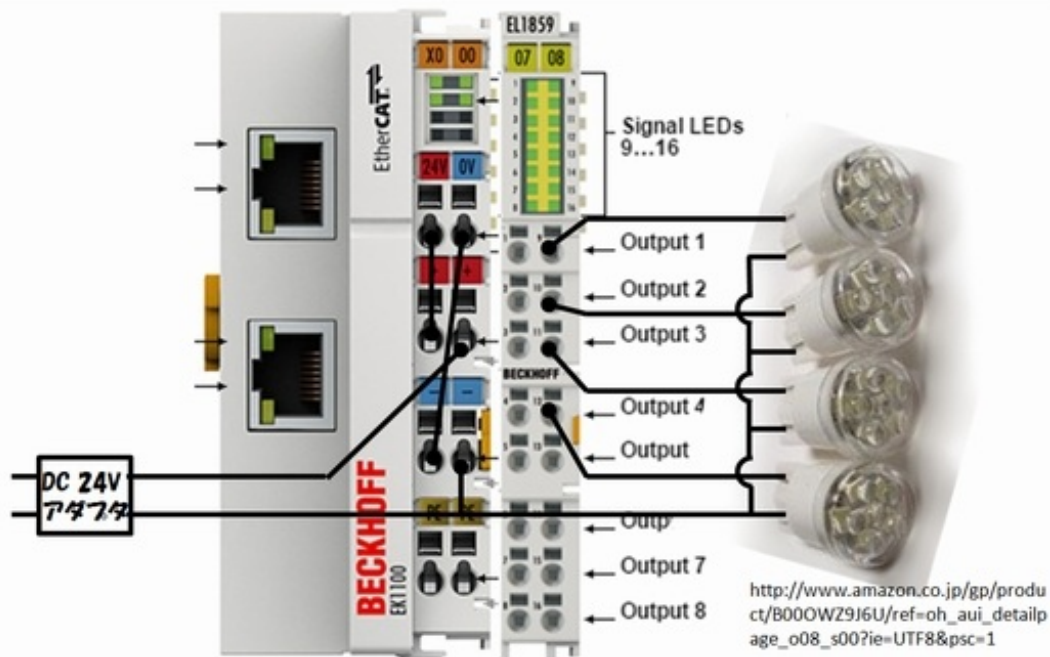
一番若いメモリ番地が、IOMap[0]に割り当てられますので、上記右図のような表を作れば、スレーブとの対応が分かります。ところが、詳細は「実際に動かしてみないと、よく分からん」のです。

例えば、“Mao”や“Rio”のDI用とDO用のメモリは、分けられてバラバラに配置されているし、“Yuko”のアナログポートのアドレスは32ビットも確保されているけど、実際に使われているのは16ビット分だけでした(私は、メモリをダンプ表示するプログラムを作って確認しました)。

『一体、ご主人様とメイドたちは、どういう話し合いをしたんだ?』と尋ねたくなりました。

次に、今回、各種のデバイスをつないだ、それぞれのメイド(スレーブ)の配線図を示します。

第1のメイド“Rio”の配線



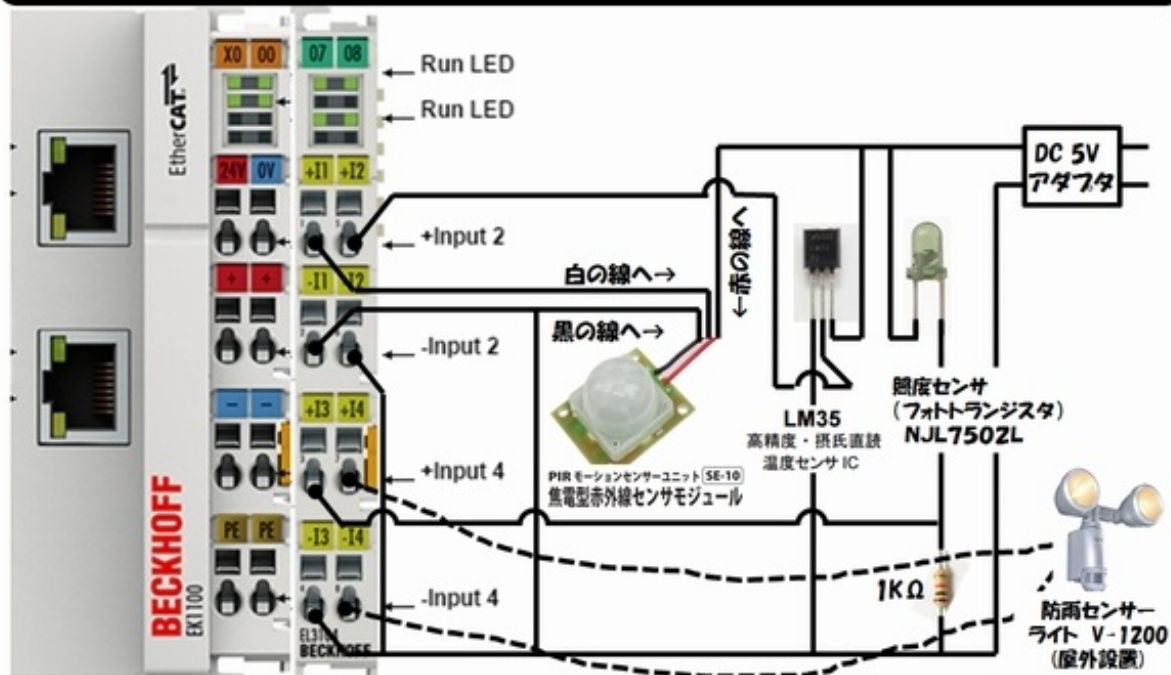
スレーブ直結で、LEDの点灯が可能

“Rio”と“Yuko”はベッコフのスレーブなのですが、これらのスレーブは面白い構成になっていて、イーサネットケーブルで接続しなくても、こんな風に2つ以上のスレーブを「電子ブロック」のようにスレーブを接続させることができるのです。

その「電子ブロック」に、イーサネットケーブルの口をもつ「カップラー」(EK1100)を取り付けられれば、いろいろな機能をもつスレーブとして完成します。

“Rio”は、ベッコフのスレーブEL1859を使い、私の部屋に置いて、LEDを点滅させることで、侵入者の検知を知らせます。このLEDは、車載用のLED電球で、アマゾンで購入しました(4個で1100円)。ベッコフのスレーブはポートから十分は電力が取れますので、スレーブに直結すればLEDが明るく点灯します。

第2のメイド“Yuko”の配線



秋月のセンサを直結で使ってしまふ

“Yuko”には、1階のリビングにある3つのセンサー（人感センサー、温度センサー、照度センサー）と、屋外にある人感センサーの4つのセンサーの状態を常に監視してもらいます。

私は、センサー用の回路を作るのが面倒だったので、センサーの出力電圧を、直接“Yuko”（ベッコフのEL3104）に突っ込んでしまいました。EL3104の入力電圧の範囲は、-10～+10Vもあり、今回のセンサーの供給電圧（今回は5Vとした）よりは十分に大きいので、「ま、いいか」としました。

第3のメイド“Mao”の配線



連載第6回目の回路と同じ

“Mao”は、パトランプを回転させます。回路図は、[連載第6回](#)を参照してください。GX-MD1611は、ポートから十分は電力が取れず、秋月のSSRが駆動しませんので、TD62003APなどでドライバを作って対応する必要があります(今回は、電池を使わずに、EtherCATに供給している電圧(24V)を、そのまま突っ込みました)。

さて、実際に、“Yuko”がセンサーの値をどのように取り込んでいるのかを見てみましょう。

このように、simple_test.cプログラムを改造したもので、照度センサーを電灯で照らすと値が大きくなっていることが分かります。

今回のシステムでは、正確なセンサー値は必要ではなく、「侵入者がリビングの電灯をつける」「誰もいないはずのリビングで人の気配がある」という状態や、「部屋の温度が非常識に高い(火災)」などを検知できれば十分ですので、その変化量を検知するアルゴリズムをそのままsimple_test.cプログラムに組み込むことで対応します(サンプルプログラムは付録に添付します)。

では、それぞれのセンサーの反応を動画でご覧いただきます。

このように、それぞれのセンサーの反応に連動して、パトランプやLEDが連動している様子が分かります。

さて、ここからは、これらのメイド(スレーブ)たちを、実際に江端宅に設置する経緯と、その稼

働状況をご覧ください。

EtherCATは、通常のインターネット用のイーサネットケーブルの配線を使うことができません。リアルタイム性能を守るためです（それに、大量のEtherCATのフレームで、通常のインターネットアクセスは難しいでしょう）。

ですので、今回、新たに、1階と2階をつなぐ2本目のイーサネットケーブルを敷設しました。

どうです、このテキトーな屋外配線。

イーサネットケーブルなんぞ「切れたら張り直す」でいいんです。

そして、今回は屋外のセンサーライトからの信号線を、床下経由で設置することにしました。このセンサーのためだけに、イーサネットケーブルを延長し、EtherCATスレーブを設置するのが「面倒くさい」と思ったからです。

そのため、床に穴を開け、床下に潜ることになりました。

高さが40cmしかないところに体を突っ込み、床に張って動くことになるので、結構な恐怖でした。

当然、真っ暗ですし、もし床下で体が挟まって動かなくなってしまうたら、どうなるだろうかと思いいもありましたが、

『これをやり遂げないと、今月の連載分が執筆できない』

という一心で、漆黒の闇の中での匍匐前進（ほふくぜんしん）を敢行しました。

このような作業を経て、先ほど、家の中のEtherCATのスレーブの設置を完了しました。以下は、稼働テスト中の動画です。

ここに、全長25mのイーサネットケーブルで接続された、EtherCATベースの江端家ホームセキュリティシステムが、ようやく完成しました。

この後も、センサーのキャリブレーション（調整）などが必要になるのですが、まあ、このシステムでは、「センサー値の変化値」さえ捉えられれば十分ですので、さほど難しい作業にはならないと思っています（ただし、家族がリビングから消える深夜にならないと、調整ができませんが……）。

作業を終えて……

“SOEM”は、NICやOSのリアルタイム性なんぞ、完全に無視して、単なるWindowsのアプリケーションとして動作してくれるので、私のような週末エンジニアが、気楽にホームセキュリティシステムを作るようなケースには適しているように思います。

また、今回は、1個100円程度のセンサーを、ほとんど補正回路抜きで、そのままEtherCATスレーブに接続する(信号電圧を直接突っ込む)という「荒技」もご覧いただきました(なんとか動いています)。

特に、今回は、この連載の題目でもある「江端さんのDIY奮闘記」の名に恥じない作業風景をご覧いただいたと自負しております。

しかし、意外に一番難しかったのが、家族の(特に嫁さん)の同意でした。

家族を守るためのシステムが、家族から好意をもって受け取られないのは、なかなか、切ないものです。

——まあ、2階の私の部屋から、突然、1階のパトランプを回すコマンドを送り込む私にも、責任の一端はあると思うんですけど。

□

しかし、今回の“SOEM”によるホームセキュリティシステムでは、IOMap[]との対応の手探り作業が大変でした。今回は、システムの構成(スレーブの数や種類)が決まっているので良いのですが、今後の拡張を考えると、“SOEM”で開発を続けるのは難しいかな——と思うようになってきました。

そこで、次回は番外編として、今回作ったセキュリティシステムをベースとして、商用のPCベースのマスタを試してみたいと思っています。

付録1) センサー入力とDO出力を連動させる、簡単なプログラム例

今回の例では、simple_test.cに、以下のようなコールバック関数などを追加することで、連動させることができます。

```
void CALLBACK Displaythread(UINT uTimerID, UINT uMsg, DWORD_PTR dwUser, DWORD_PTR dw1,  DWORD_PTR dw2)
{
    /*
        printf("%3d %3d|%3d %3d|%3d %3d|%3d %3d|%3d %3d|%3d %3d|%3d %3d|",
            (unsigned char)IOmap[4],(unsigned char)IOmap[5],
            (unsigned char)IOmap[6],(unsigned char)IOmap[7],    // 入力1用の値
            (unsigned char)IOmap[8],(unsigned char)IOmap[9],
            (unsigned char)IOmap[10],(unsigned char)IOmap[11], // 入力2用の値
            (unsigned char)IOmap[12],(unsigned char)IOmap[13],
            (unsigned char)IOmap[14],(unsigned char)IOmap[15], // 入力3用の値
            (unsigned char)IOmap[16],(unsigned char)IOmap[17], //
            (unsigned char)IOmap[18],(unsigned char)IOmap[19]); //入力4用の値
    */
    int input1, input2, input3, input4;
    if ((unsigned char)IOmap[7] == 255){
        IOmap[7]=0;}
    input1 = IOmap[7] * 255 + IOmap[6];
    if ((unsigned char)IOmap[11] == 255){
        IOmap[11]=0;}
    input2 = IOmap[11] * 255 + IOmap[10];
    if ((unsigned char)IOmap[15] == 255) {
        IOmap[15]=0;}
    input3 = IOmap[15] * 255 + IOmap[14];
    if ((unsigned char)IOmap[19] == 255){
        IOmap[19]=0;}
```

```

    input4 = I0map[19] * 255 + I0map[18];
    printf("人感:%3d 温度:%3d 照度:%3d 屋外(未使用):%3d\n", input1, input2, input3, input4);
/*
    I0map[0]の仕様 1番点灯=1、 2番点灯=2、 3番点灯=4          全点灯=15
    I0map[1]の仕様 赤のみ=2、 青のみ=4、 両方 =6
*/
    if (input2 < 800){ // 照度センサ反応
        I0map[0] =15;
        I0map[1] =6;
    }
    else{
        I0map[0] =0;
        I0map[1] =0;
    }
}

```

センサー入力とDO出力を連動させる、簡単なプログラム例

付録2) 今回のシステム構築の経費

今回の“SOEM”ベースのホームセキュリティシステムのコストをざっくり計算してみました(ただし、燃やしたり、壊したり、回転させたり、余分に買ったものは含まれていません)。

商品名	単価(円)	個数	小計(円)
高精度IC温度センサー LM35DZ	120	1	120
照度センサー NJL7502L	100	1	100
トランジスタアレイ TD62003AP	50	1	50
焦電型赤外線センサーモジュール SE-10	850	1	850
24V LED電球(4個)	1,200	1	1,200
ミニブレッドボード	120	3	360
リード線(数十本)	500	1	500
USB-Ethernet変換アダプタ	1,100	1	1,100
15mフラットイーサネットケーブル	1,129	1	1,129
10mフラットイーサネットケーブル	918	1	918
合計(円)			6,327

——うーん、今回の連載で切った自腹、こんなもんじゃないはずなんだけどなあ。

ステッピングモーターや、安定化電源や、[ネット詐欺](#)とか、まあ、いろいろと出費がありましたからね。

今回、お金がかかっていないものとしては、以下があります。

商品名	ゼロコストの理由
EtherCATスレーブの全部	全部、借り物か、拾い物
AC-DC変換アダプタ	同上
パトランプ	同上

ベッコフさんから、EtherCATスレーブを貸与していただいたことは、やっぱり大きいですね。

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。

The logo for Beckhoff Automation, featuring the word "BECKHOFF" in a bold, red, sans-serif font.

Profile

江端智一(えばた ともいち)

日本の大手総合電機メーカーの主任研究員。1991年に入社。「サンマとサバ」を2種類のセンサーだけで判別するという電子レンジの食品自動判別アルゴリズムの発明を皮切りに、エンジン制御からネットワーク監視、無線ネットワーク、屋内GPS、鉄道システムまで幅広い分野の研究開発に携わる。

意外な視点から繰り出される特許発明には定評が高く、特許権に関して強いこだわりを持つ。特に熾烈(しれつ)を極めた海外特許庁との戦いにおいて、審査官を交代させるまで戦い抜いて特許査定を奪取した話は、今なお伝説として「本人」が語り継いでいる。共同研究のために赴任した米国での2年間の生活では、会話の1割の単語だけを拾って残りの9割を推測し、相手の言っている内容を理解しないで会話を強行するという希少な能力を獲得し、凱旋帰国。

私生活においては、辛辣(しんらつ)な切り口で語られるエッセイをWebサイト「[こぼれネット](#)」で発表し続け、カルト的なファンから圧倒的な支持を得ている。また週末には、LANを敷設するために自宅の庭に穴を掘り、侵入検知センサーを設置し、24時間体制のホームセキュリティシステムを構築することを趣味としている。このシステムは現在も拡張を続けており、その完成形態は「本人」も知らない。

本連載の内容は、個人の意見および見解であり、所属する組織を代表したものではありません。



[電力という不思議なインフラ\(前編\)～太陽光発電だけで生きていけるか?～](#)

太陽光発電のみで生活する――。これが現実になれば、私たちはもう原発やら電気代やらを心配することなく、夢のような生活を送ることができるでしょう。市販のソーラーパネルの「発電出力」だけを見れば、あながち不可能ではない気もしてしまいます。ですが、太陽光発電には大きな“落とし穴”があるのです。



[トラブル遭遇時の初動方針は、「とにかく逃げる!」](#)

どれだけ周到に準備をしたとしても完全には回避できない――。悲しいかな、トラブルとはそういうものです。悪天候でフライトがキャンセルされたり、怖い兄ちゃんが地下鉄に乗り込んできたり、“昼の”歓楽街でネーチャンにまわりつかれたり……こういうものは、はっきり言って不可抗力です。実践編(海外出張準備編)の後編となる今回は、万が一トラブルに遭遇した場合の初動方針についてお話しします。



[ルネサス 自動運転車の頭脳となる次世代SoC発表](#)

ルネサス エレクトロニクスは2015年12月2日、車載情報システム向けSoC「R-Carシリーズ」の第3世代品を発表した。2018年以降に市販される自動車への搭載を見込んだ製品群。第1弾製品として同日、サンプル出荷を開始した「R-Car H3」は“自動運転時代のSoC”と位置付けたハイエンド品で、最先端となるTSMCの16nm世代FinFET+プロセスを採用し、高性能な処理能力を盛り込んだ。



[人間の脳が握る、デバイス低消費電力化の鍵](#)

ウェアラブル機器に欠かせない要件の1つに、低消費電力がある。「第2回 ウェアラブルEXPO」のセミナーに登壇した日本IBMは、超低消費電力のコンピュータとして、人間の“脳”を挙げ、IBMが開発中の「超低消費電力脳型デバイス」について語った。

Copyright © 2016 ITmedia, Inc. All Rights Reserved.

