



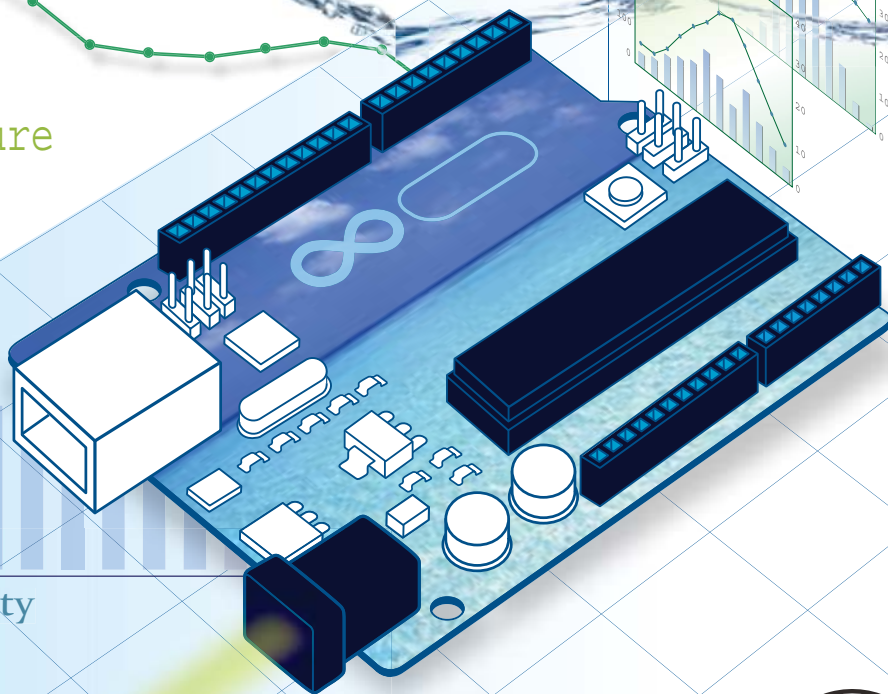
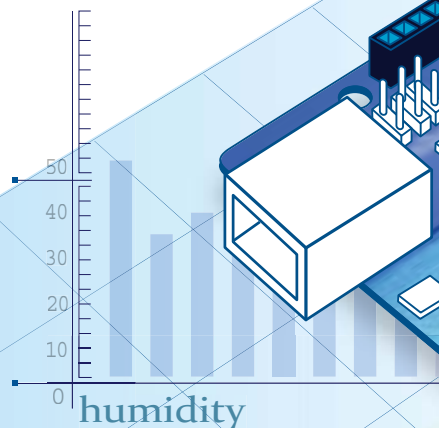
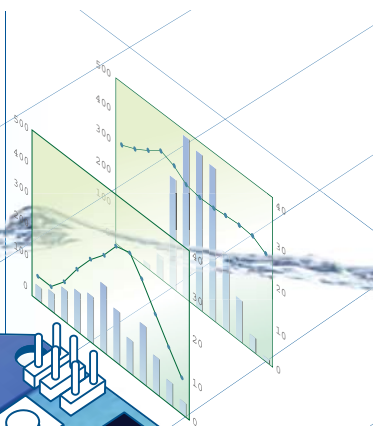
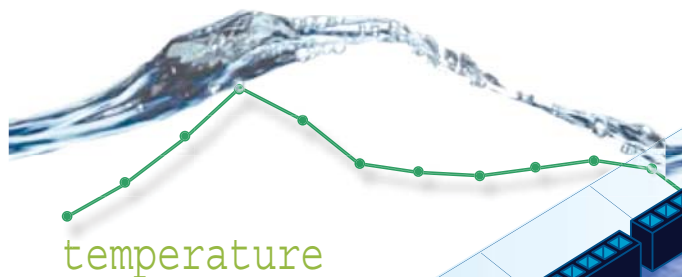
パソコンに取り込んで波形や周波数成分を分析レポート

お手軽マイコン・ボード

見本

Arduinoとセンサで計測&解析

大川 善邦 著



第1章 センシングで使うArduino

具体的な作業に入る前に、イントロダクションを述べます。

■ 1.1 Arduinoの誕生

Arduinoは、今からおよそ7年前にイタリアにおいて誕生しました。

小さなボードに、Atmel社の8ビットのマイクロプロセッサを搭載しています。

回路はオープン・ソースであり、全て公開されます。だれでも自由にボードを製造、販売することができます。

値段は、数千円程度です。

ソフトウェアも、同じく全て公開されています。インターネットからダウンロードして、自由に使用できます。

プロジェクトもオープン・ソースです。特定の企業が独占的に利益を得るということはありません。みんなが知恵を出して、お互いに手を取りあって前進します。

現在、ヨーロッパを中心に多くのデベロッパがこのArduinoに集結して、アプリケーションを開発しています。

小さな雪が塊になり、それがさらに合体して大きな雪崩になるかのように、デベロッパの集団が拡大しています。

わが国においても、この流れを無視することはできません。

むしろ、積極的にこの流れに乗り込み、主導権を握る必要があります。

書店へ行くと、Arduinoの書籍が山のように積みあげられています。

いずれの書籍も、センサの取り扱いにポイントを置いています。温度計、湿度計、GPS……など、取り扱いを詳しく述べています。

Arduinoにおいて、センサの扱いが重要であることは間違いありません。

Arduinoからセンサを除いたら、それこそ五感がない人、手足のないダルマになってしまいます。それではいけません。

しかし、逆に言うと、センサがすべてなのかという疑問もあります。



図1.1
ビニル・ハウス



図1.2
携帯電話

この疑問に答えたいと思います。

センサの取り扱いが、最も重要なポイントですが、それと同じように、取得したデータを必要な人に配布するというのも大切です。ここが第2のポイントです。

情報は、必要な人に配布されてこそ意味を持ちます。

「数値」が重要なわけではありません。

数値を必要とする人に配布する、ここが最も重要なポイントです。

こういう考えに基づいて、本書ではArduinoとネットワークを組み合わせて、データ処理して、配布する方法について述べます。

■ 1.2 サンプル・シーン

「目は、口ほどにものを言う」という諺ことわざがあります。

また、「百聞は一見にしかず」とも言います。

こういった諺に従って、本書において想定するシーンを図を使って説明します。

ここに、農家を経営する人、例えばAさんがいたとします。

Aさんは、ビニル・ハウス(図1.1)を持っています。

ビニル・ハウス以外にも、他の場所に農地や山地を持っています。

Aさんは、たまたま山へ芝刈りに行ったとしましょう。

一生懸命に働いたので、中休みです。お茶などを飲んで喉を潤します。

ポケットから携帯電話(あるいは、タブレット)を取り出して、インターネットへ接続します。

ブラウザを使って、ビニル・ハウスに設置したArduinoへアクセスして、温度計のデータを閲覧します(図1.1)。

ビニル・ハウスの温度が、少々高いようです。画面のボタンをクリックして、ビニル・ハウスの換気扇のスイッチを入れます。

...

...

...

しばらくして、再度ビニル・ハウスの温度計の値を読みます。温度は、平常値へ戻っています。画面の別のボタンをクリックします。ビニル・ハウスの換気扇は、ストップします。

Aさんが使用したネットワークのスケルトンを図1.3に示します。

まず、Arduinoがあります。

Arduinoのアナログ入力ポートに、温度センサを接続して、ビニル・ハウスの温度を取得します。

Arduinoを例えば、小型のノート・パソコンへ接続します。OSは、仮にWindowsとしましょう。ノート・パソコンは、Wi-Fiを介してインターネットへ接続します。ここに、単純なサーバを用意して、インターネットからアクセスがあると、Arduinoから取得したデータを配信します。サーバのIPアド

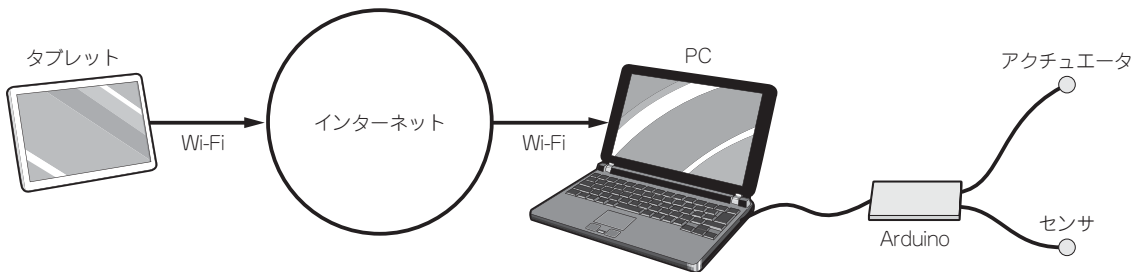


図1.3 システムのスケルトン



図 1.4
体調のセンサ

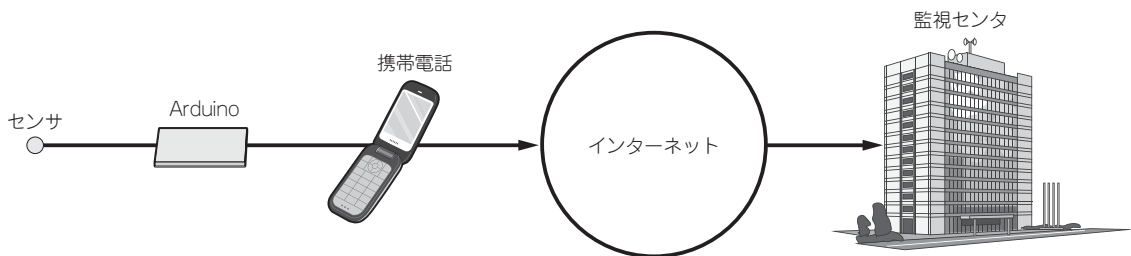


図 1.5 システムのスケルトン

レスは固定とします。

携帯電話は、通常、電話回線を介してインターネットへ接続します。ブラウザを立ち上げて、ビニル・ハウスのノート・パソコンへアクセスして、Arduinoのデータを取得します。

もう一つ別のシーンを考えます。図 1.4 を見てください。

Bさんは、80歳です。

最近、心臓の調子に変調です。外出の際は、常時、携帯電話を身につけます。

携帯電話には、Arduinoと心拍センサが接続しています。心臓のペースに変調が起こると、電話回線を介して病院の監視室へメールが發送されます。

図 1.5 に、ネットワークの構造を示します。

病院の監視室は、企業や学校などと同じ方式でインターネットへ接続します。通常、ケーブルで接続します。一方、サブジェクト側は携帯電話の回線を使ってインターネットへ接続します。Arduinoは、

USBケーブルを介して携帯電話へ接続します。これが、Bさんの場合のネットワークです。

Arduino, 携帯電話, タブレット, PC, これらを接続するパターンは、それぞれ無限に存在します。次から次へと新しい技術が誕生しているからです。そのすべてを1冊の本で述べることはできません。

すべての人から良い評価を得ようとして、ノイローゼになった人がいます。この轍を踏まないために、ここでは一つのパターンを取り上げて、それに関して徹底論議します。

サンプル・シーンとして、図1.3に示した構造を取り上げます。

Arduinoは、USBケーブルを介してPCへ接続します。

PCにインストールするプログラムは、

```
Processing
C#
Excel
```

などを使います。

遠隔地からアクセスするメディアは、

```
Androidタブレット
```

を想定します。

これが、本書において考えるシステムの構成です。

次章以下において、具体的なプログラムを示します。

■ 1.3 システムの要件

Arduinoがインターネットを介してデバイスと通信する構造は、おそらく無限に存在します。

1冊の書籍において、そのすべてを論じることはできません。

全体を薄く、かつ浅く論じるより、一つの事例を深く掘り下げるほうが、読者にとって有効でしょう。そういった意味で、ここでは問題設定を特定のパターンに絞り込みます。

まず、第1のポイントは、計測したデータは公開するのか、あるいは非公開なのか、ここが一つの分岐点です。

公開とは、計測したデータに対して、だれもが自由にアクセスできることを意味します。

非公開とは、逆に特定の人物以外のアクセスは不可とします。

計測データを公開するサイトとして、例えばパッチベイ、

```
http://www.pachube.com
```

あるいは、わが国のFIAPサーバ(参考文献1, 2)などがあります。

本書においては、図1.1あるいは図1.4などの状況を考えるので、計測データは原則的に、

```
非公開
```

とします。すなわち、特定の人が計測データにアクセスする(逆に言えば、特定の人以外はアクセスできない)とします。

第6章 波形解析

Arduinoが測定したデータをUSBケーブルを介して開発PCへ送信し、PCにおいて波形解析を行います。

アルゴリズムの詳細などは、参考文献(3)を参照してください。

■ 6.1 フーリエ解析

Arduinoの計測データをExcelへ送信して、Excelにおいてフーリエ変換する方法を述べます。

フーリエ変換のアルゴリズムは、FFT (Fast Fourier Transform : 高速フーリエ変換) を使います。

FFTのプログラムは、ExcelのVBAに用意されています。

使用頻度が低いためか、Excelをインストールした直後の状態では、VBAを使用することはできません(マイクロソフトのOfficeを標準でインストールした場合)。

まず、Excelにおいてフーリエ変換を使用できる状態にします。

Excelの画面を開きます。

[ファイル]タブをクリックして、[オプション]をクリックします。

画面6.1に示すように、[Excelのオプション]のダイアログが開きます。

左のパネルにおいて[アドイン]を選択します。

画面の最下行にある[管理]のドロップダウン・リストが、

Excelアドイン

になっていることを確認して、

設定

ボタンをクリックします。画面6.2に示すように、アドインのダイアログが開きます。

画面に示すように、[有効なアドイン]のパネルにおいて、

分析ツール - VBA

に対してチェック・マークを付けて、[OK]ボタンをクリックします。

フーリエ変換のプログラムが使用できるようになりました。動作チェックのために、サンプル・データに対してフーリエ変換を適用し、結果を検証します。

リスト 6.2 UserForm1 (コード)

```
Private Sub CommandButton1_Click()  
    ArduinoD  
End Sub  
Private Sub CommandButton2_Click()  
    Range("A1:A16").Select  
    Application.Run "ATPVBAEN.XLAM!Fourier", ActiveSheet.Range("$A$1:$A$16"), _  
        ActiveSheet.Range("$C$1:$C$16"), False, False  
End Sub  
Private Sub CommandButton3_Click()  
    Range("G1").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IMABS(RC[-4])"  
    Range("G1").Select  
    Selection.AutoFill Destination:=Range("G1:G16"), Type:=xlFillDefault  
    Range("G1:G16").Select  
    ActiveSheet.Shapes.AddChart.Select  
    ActiveChart.ChartType = xlLineMarkers  
    ActiveChart.SetSourceData Source:=Range("Sheet1!$G$1:$G$16")  
End Sub  
Private Sub CommandButton4_Click()  
    Unload Me  
End Sub
```

FFTArduino

です。

ここで、フォームを開きます。

リスト 6.2 に、UserForm1 (コード) を示します。

ここでは、各ボタンをクリックした際に実行するコードを記述します。

フーリエ変換のコードは、「マクロの記録」を使って取得しました。

コードの説明は省略します。

プロジェクトは、

ArduinoFFT

として保存します。

準備が整ったので、実機を使って実験を行います。

前節と同じ結果を得ます。

皆さんは、実機を使って検証してください。

■ 6.4 ウェーブレット解析

今から、およそ 100 年ほど前に、Haar はウェーブレットに関する論文を書きました。

当時、この論文の価値を認める人は、おそらく Haar 本人も含めて、だれもいませんでした。ごみ箱

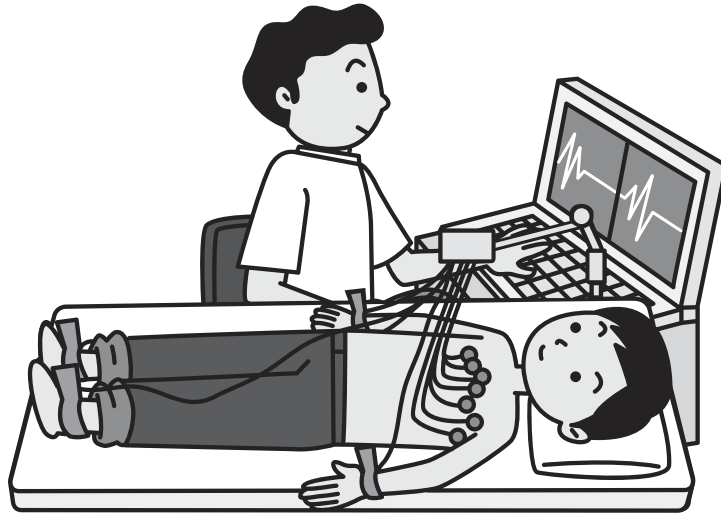


図 6.1
心電図の目視検査

に「ポイ捨て」です。

ここ 20 年ほど、ウェーブレット解析は急激に進展しました。

ウェーブレット解析のスタート台は、Haar の論文であることがわかりました。

まるで、フランケンシュタインが墓地から立ち上がったように、Haar の論文は息を吹き返しました。数学的に言うと、ウェーブレット解析は、フーリエ解析の拡張です。

フーリエ解析における「周波数」という概念をもっと一般的な「波」という概念に拡張します。

ウェーブレット解析の発見によって、波形解析の技術は新しい局面を迎えました。

ウェーブレットを直訳すると「小さい波」です。

一つの例として、医者が心電図を目視検査するというシーンを考えてみます (図 6.1)。

検査医師は、心電図のチャートを見て、何かを見つけると、

要精密検査

などの診断を下します。

では、このとき、検査医師が見るものはなんのでしょうか。

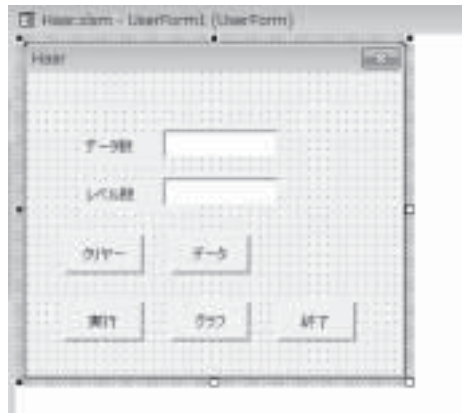
医師が見るものは、チャート全体に広がる現象 (例えば、波の平均値……など) ではないでしょう。波の部分における形状です。

それではこのチャートのデータをコンピュータへ取り込んで、ウェーブレット解析を適用すると、医師と同じ結果を得ることができるのでしょうか。

これが、ここで考える問題です。

コンピュータで処理するために、ウェーブレットは離散的な値でなければなりません。数式で書けば、

$$a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$$



画面6.37 フォーム

6.5 Haarのウェーブレットを計算するプログラム

数学的な詳細は参考文献に任せるとして、とりあえずHaarのウェーブレットを計算するプログラムを作成します。

まず、フォームを作成します。作成したフォームを画面6.37に示します。

ラベルとテキスト・ボックスのペアを2組ドラッグします。画面に示すように、キャプションを付けます。

ボタンを5個ドラッグして、画面6.37に示すようにキャプションを記入します。

リスト6.3に、Module1のコードを示します。

今回は、マクロ、

```
Haar
```

を起点にします。

Haarからフォームを立ち上げます。

マクロ、

```
getData
```

は、Arduinoから計測データを取得します。

リスト6.4に、UserForm1のコードを示します。

リスト6.4のUserForm1のコードの説明をします。

[クリア]ボタンをクリックすると、データ領域のセルをクリアして、白紙の状態に初期化します。

コード上では、セルA1からC200の矩形領域をクリアしています。

[データ]ボタンをクリックすると、

```
getData
```

を呼び出して、Arduinoから計測データを取得します。

CQ出版社

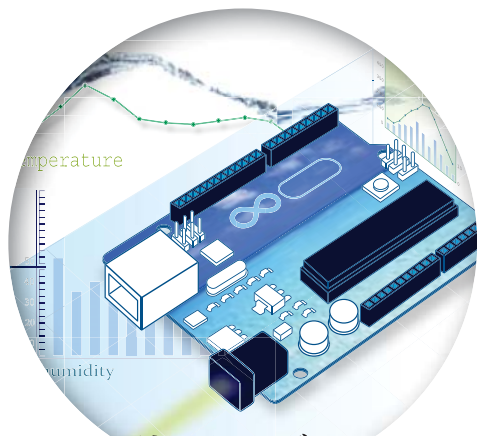
見本

このPDFは、CQ出版社発売の「お手軽マイコン・ボード Arduinoとセンサで計測&解析」の一部見本です。

内容・購入方法などにつきましては以下のホームページをご覧ください。

内容 <http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/40/40961.htm>

購入方法 <http://www.cqpub.co.jp/order.htm>



お手軽マイコン・ボード
Arduinoとセンサで計測&解析