

IoT

とセンシングを信号処理で新しく!

ソフトウェアによるIoTの革新

愛知県立大学 情報科学部 神谷幸宏 研究室



「信号処理」とは

- センサから出てきた信号から、情報を取り出す技術。
- 新しいセンサを開発するのもよいですが・・・ 時間とコストが大。
- 同じセンサでも、新しい信号処理があれば、新しいデータが得られる!
- 基本的にソフトウェアなので、製造コストはタダ!

応用先

生体（人間・動物）
のモニタリング



自動車乗員の
モニタリング



畜産



医療

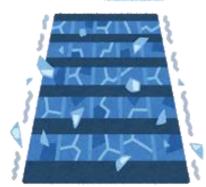


見守り

機械の
モニタリング



構造物の
モニタリング

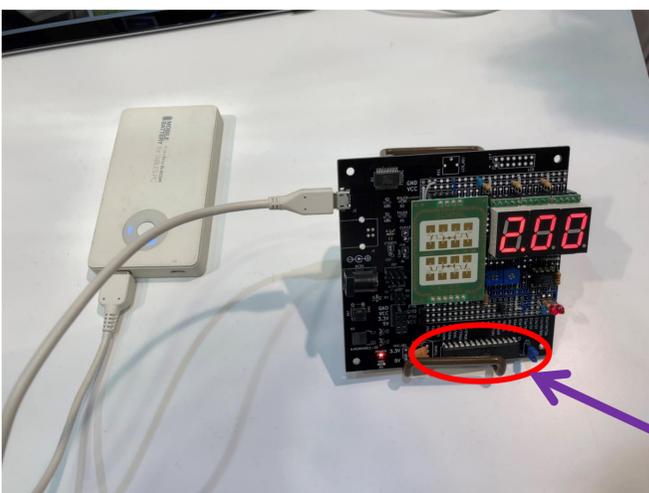


ARSとは?

2017年に発表した新しい
「信号処理」アルゴリズム

Yukihiro Kamiya, "A simple parameter estimation method for periodic signals applicable to vital sensing using Doppler sensors", SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration, Vol. 10, No. 5, pp. 378-384, September 2017.

デモ機（佐々木准教授）



- クロック周波数 16MHzを12MHzまで低速化。
※もっと低速化しても動作可能。
- 消費電力（マイコン） 25~30 mA
- 同（ボード全体） 80 mA
- メモリ 4 kB
- サンプリング間隔 1/100秒
- 周期2~6秒の範囲を1/100秒精度で推定
(呼吸の判定には少しオーバースペック)

特徴

- 周波数では分けられない信号を分けられる。
- 低い周波数でFFTより高い解像度
- 「軽量」（FFTの1/100）
- 固定小数点演算（整数演算）で実現可能
- 低ビット数のプロセッサで実現可能
- 低解像度のAD変換で動作可能

AVR ATMEGA328P



<https://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATmega328p>

- 230円くらい（1個の価格）
- 8ビット固定小数点演算
- AD変換器内蔵

同じことをFFT(従来の方法)でやると...

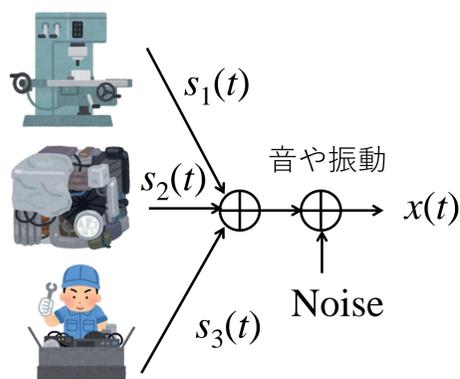
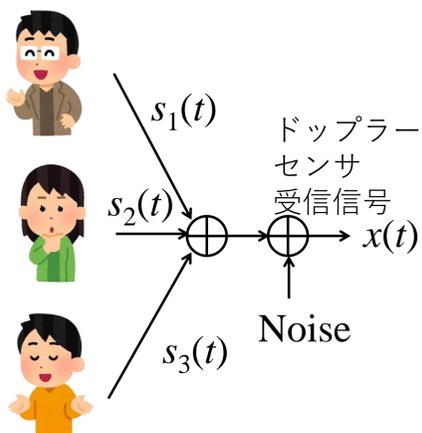
- 20分以上データを溜め込み、大掛かりな計算をしないとこの性能は出せません。
(マイコンには絶対入りません)
- ARSなら2分程度のデータ収集で、マイコンで結果をすぐ出せます。

周波数解析では見えないものが見える

ARS

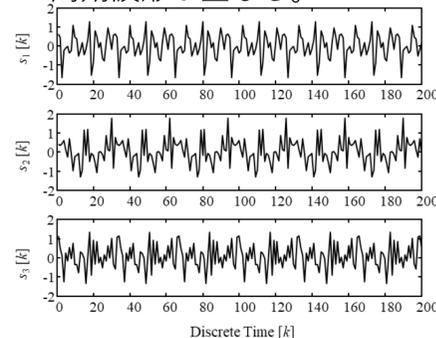
のすべり

分けられなかったものが分けられる。見えなかったものが見える！



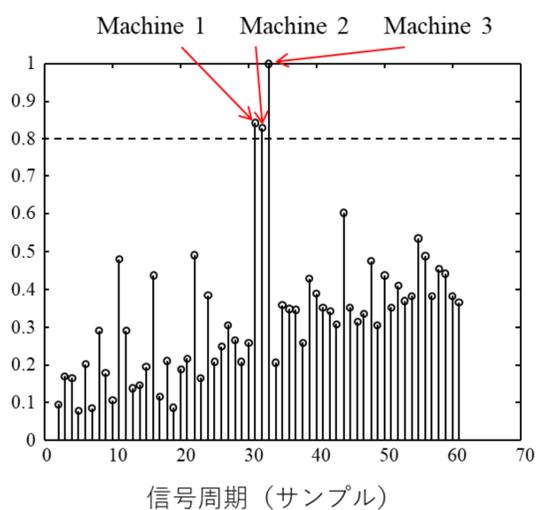
複数の生体信号・振動・音が混ざる状況で・・・

波形イメージの例：
周期がわずかに異なるランダムな周期波形が重なる。



※波形はこのような相関が低い波形でも高い波形でもOK。

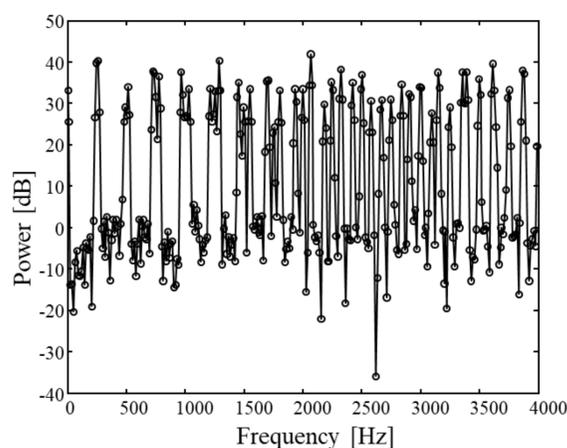
ARS ○



3つの信号があり，周期がわかる！

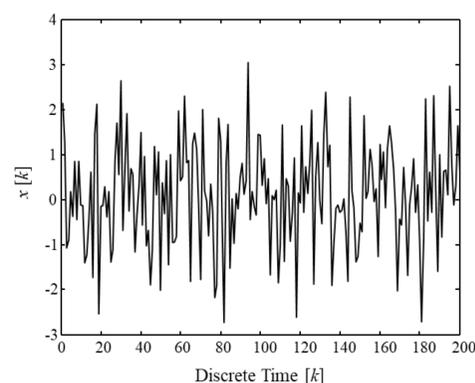
しかも計算量はFFTの1/100程度！

FFT ✖

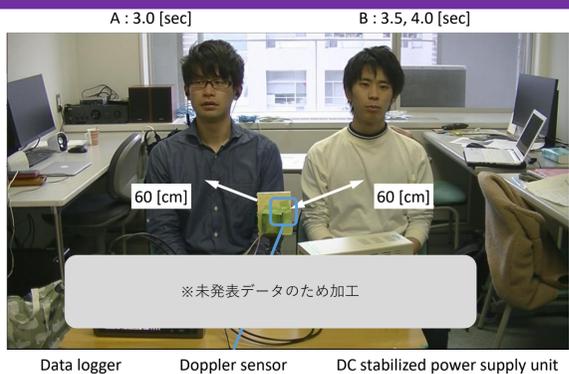


なにがなんだかわからない・・・

3つがたされて，こうなる。



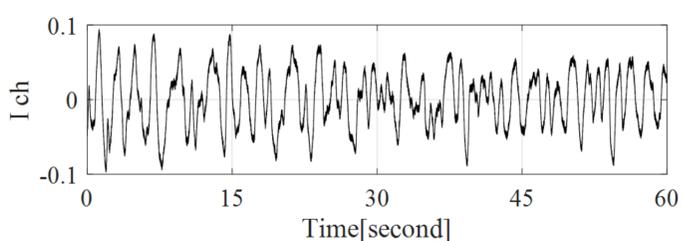
こんな実験も



最近，話題のドップラーセンサ電波で，離れたところから呼吸を観測することができます。でも，普通，測定対象は一人だけ。ARSを使うと，複数の人を同時に測定できる可能性があります！

ARSの解像度が高いからです！

検証用に，それぞれ3秒と4秒の呼吸をしてもらいます。

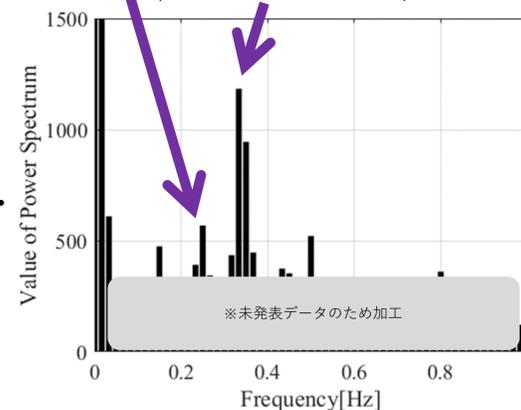


ドップラーセンサから，こんな波形が得られます。二人分の呼吸が混ざっているはずですが。見ただけではわかりませんが・・・

FFT ✖

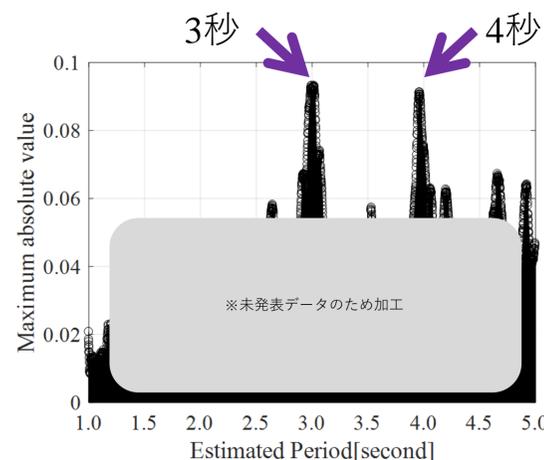
- 一見，なにか取れているようですが・・・
- 実はうまくできていません。

4秒に対応 (0.25Hz) ここは3秒に対応 (0.333Hz)



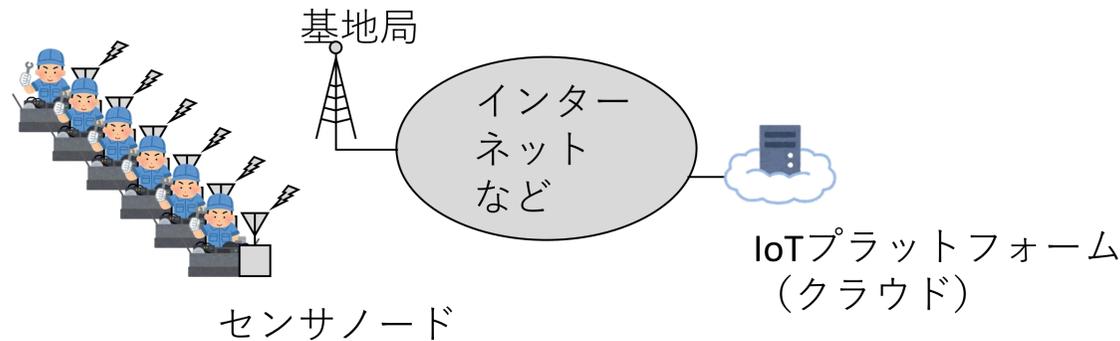
ARS ○

- 3秒，4秒にそれぞれピークが得られています。
- (本物の人間の呼吸なので，ちょっとずれています)

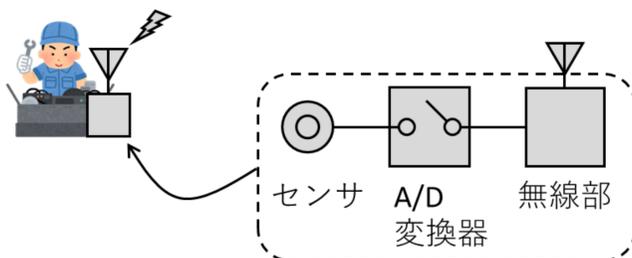


IoTの問題の一つ・・・通信が低速

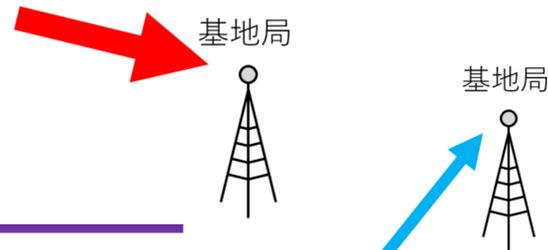
- センサノードは多数。
- このため、無線リンクは低速
- センサノードのバッテリー寿命も重要



したがって、センサのデータを全部送ることができません。

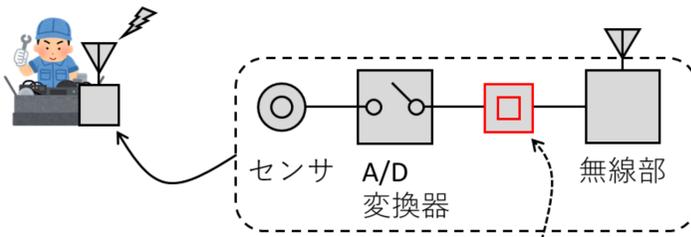


- センサデータを全部送る。
- 広帯域通信が必要。
- 電力も消費



そこで、データを「信号処理」によって解析し、「結果だけ送る」ことが必要に。

- でも、そうするとプロセッサのバッテリー消費が気になります。
- ARSは「固定小数点、8ビットマイコン」でも動作。これはFFTは不可能
- 長寿命・エッジコンピューティングが可能になります。



信号解析プロセッサ

- データを解析した結果だけ送信。
- 低速通信が可能

低い周波数を「短い時間で」高解像度に測定する・・・ブルーオーシャン

実は難しい、「低い周波数の高解像度測定」
たとえば・・・

- 周期4秒 (0.25Hz) 周辺を1/100秒精度で推定

つまり、4.00秒と4.01秒の周期を区別したい、とします。

FFTで実現すると (100Hzサンプリング) FFTだと $2^{17}=131072$ サンプルが必要に！

この解像度を得るのに22分

- しかも、集めた $2^{17}=131072$ サンプルを一度に処理。
- 計算量が膨大に。
- エッジコンピューティングは無理！

ARSなら、3分程度に。

しかも、マイコンで動きます。

- 構造物・生体情報のモニタリングでは低い周波数が重要となります。
- ここを高解像度に、速く測定！



連絡先

神谷 幸宏 愛知県立大学 情報科学部 准教授
kamiya@ist.aichi-pu.ac.jp http://sensorlab.sub.jp/

