

春分の日と動作タイミングの分析

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-03-13 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 熊谷, 正朗 メールアドレス: 所属:
URL	https://tohoku-gakuin.repo.nii.ac.jp/records/24035

春分の日と動作タイミングの分析

私は出勤のために午前6時頃に家を出ます。この時間帯は2月になったころまでは夜というほどに暗かったのですが、いまは十分明るく、青空が見えます。その間の時期は、玄関を出たところで「昨日より明るい」と連日のように感じていました。いうまでもなく、日の出の時刻がどんどん早くなっていました。日の出・日の入りの時刻が最も変化するのは春分・秋分のころです。

詳細な日の出・日の入りの時刻は国立天文台のサイトで見ることができますが、大ざっぱに見て、日の出・日の入り・昼の長さなどは、周期が1年の正弦波に近い変化をしています。春分・秋分はそのなかで変化率が一番大きいところ(傾き・微分値の大きいところ)、夏至や冬至は傾きのゼロとなるあたりです。天文台の暦をみると、夏至・冬至のころはほとんど時刻が変わらず、春分・秋分のころは、1日で1~2分、1週間では10分ほど変わりますので、毎朝同じように家を出ていれば、あつというまに変わっていく感じが感じられるわけです。

さて、暦に頼らずに、日の出・日の入りの観測だけで1年の長さを求めることを考えてみましょう。一つの方針は、春分・秋分・夏至・冬至のようなタイミングを見い出して、その間隔を求めることです。前述のような特徴から、春分・秋分は1日単位で変化が明確なため、「昼の長さ=日の

入り時刻-日の出時刻」が半日に等しくなるところを見つけやすい時期です。ぴったり半日にならずとも、半日より短い日の次の日に、半日より長くなれば、そこが求めるポイントです。一方、夏至や冬至はほとんど変化しないため、単に毎日観測して長さが増加から減少に変わるような日を見いだすことは難しいでしょう。

なお、例として昼の長さが半日になる点を挙げましたが、これは春分・秋分の日ではありません。春分・秋分は天体の運行からの計算で決まり、大気の屈折や太陽の大きさのため、同日は昼の長さがより長くなっています。

このことはメカトロなどにおける何らかの動作周期やタイミングの計測にも通じることです。たとえば、なにか振動しているもの(振り子等)の周期を測定することを考えます。ストップウォッチを片手に測定するには、振り子が最も変位した場所を観測するよりも、その中間点(振り子の最下点)付近を横切るタイミングのほうが、より正確に見ることができます。電気信号波形を観るためにオシロスコープを使う場合の波形観測のトリガも、変化速度の大きいところが設定しやすい点です。

対して、夏至や冬至に当たるような、変化の小さいピーク点のタイミングを正確に出したい、という場合はどうすればよいでしょうか。変化に対

熊谷正朗—KUMAGAI MASAOKI—

東北学院大学 工学部 機械知能工学科 教授

東北学院大学工学部 教授／仙台市地域連携フェロー(ロボットメカトロ系担当)。2000年東北大学大学院工学研究科修了、博士(工学)、同大助手。03年東北学院大学講師、助教授、准教授を経て、現在に至る。ロボメカ系開発を専門とし、メカの設計からマイコンやサーバのソフト開発までを行う。「基礎からのメカトロニクス講座」や地域企業訪問も実施中。



称性がある場合、すなわち増加と減少の特性が同じ場合(正弦波振動、放物運動など)は、ピークよりも少し小さい(大きい)値を横切るタイミングを測定して、その時刻の midpoint を求めます。対称性がない場合には時間変化のデータを何らかの関数で近似して、その関数の数学的なピークを求める方法が使えます。この関数近似の方法には、あわせてノイズへの強さもあります。ある値を通過するタイミングの計測は、そこでちょうどノイズが入ると前後にずれる可能性があります。一方、関数近似した場合、ノイズは近似誤差となりますが、たいていは平滑化されるため、影響を受けにくくなります。もちろん、この関数近似方法は変化の大きなところでもつかえ、春分・秋分のタイミングについては、その前後のデータを最小二乗法などで直線近似すれば十分に傾向が得られるでしょう。

特定の関数で表しにくいけれども、波形の形ははっきりわかっている、という場合に使いやすい方法は相関演算です。まず、基準とする波形のデータ列と、分析対象の波形のデータ列を、たとえば一定時間ごとに値を読み取るなどして、用意します。基準波形のデータ列と同じ長さのデータ列を対象から取り出し、相関係数と呼ぶ数値を計算します。この値は二つの波形の一致度を表す数値で、完全に一致(平均のずれや全体的な波形の振幅の

違いは吸収される)すると1になり、違いがあるほど小さくなります。次に、先ほどとは少しずれた(大半は重なった)区間を取り出して、同じように基準波形との相関係数を計算します。これを繰り返すと、対象の区間ごとの一致具合が得られるので、その中でピークとなる場所を探すと、特定の波形の場所が見つかります。生産設備に用いられる画像認識装置のマッチングも、この方法であらかじめ登録した画像との照合をしています。

そのほか周期性が明確な場合はFFT(高速フーリエ変換)という、三角関数を基準とする周波数の分析方法が使えます。FFTは「どんな周波数が入っているか」を調べる汎用的な方法で、「特定の周波数がどのくらい入っているか」だけであれば、その周波数の波だけを調べれば済み、計算の負担もそれほど多くなく、耐ノイズ性にも優れる分析が可能です。

このように、信号の時間変化の分析方法にはいろいろあります。ぜひ、実際のデータで試してみてください。役立つ機会はあると思います。とはいえ、日の出・日の入りはデータがそろそろまでが大変なので、毎日の体重測定を一例としてお勧めします。私はここ10年分くらい、ほぼ毎日の体重データが残っているのですが、ざっとみて、一週間単位の変動と1年単位の変動が見えています。