

## 体温計とセンシングの大原則

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2016-11-07 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	<a href="https://tohoku-gakuin.repo.nii.ac.jp/records/619">https://tohoku-gakuin.repo.nii.ac.jp/records/619</a>

## 体温計とセンシングの大原則

メカトロの根幹要素の一つに、センサを用いた計測があります。簡単なものではスイッチ類を用いた動作完了や端点の検出から、産業用ロボット内の関節角度や操作時の力の計測、油圧系の圧力や温度、カメラを用いた製品の外観検査のような高度なものまであります。これらには、部品としてのセンサを使う場合も、装置としての計測器を使う場合にも共通する、大事な原則がいくつかあります。

一つ目は、センサの性能以上のメカトロ制御はできない、ということです。一般的な制御では、センサで得た現在の状況と、なんらかの目標とする状態を比較し、一致させるような動作を行います。たとえば、直動ユニットや産業用ロボット等では、動作部が現在どの位置にいるかを得て、それが指令どおりの位置になるようにモータを回転させます。

ここでもし、センサに誤差があったらどうなるのでしょうか。関節角度のセンサで、 $2^\circ$ 大きく数値が出るような誤差があったときに、 $45^\circ$ を目標に制御を行ったとします。数値の上では、 $45^\circ$ に制御できたとしても、センサそのものの誤差 $2^\circ$ が、実際のメカには生じていることとなります（ $43^\circ$ になる）。このような目に見える誤差だけではなく、反応速度や温度依存性、ノイズの影響の受けやすさなど多くの特性が、最終的な制御結果を支配し

ます。複数のセンサを組み合わせたり、信号処理手法によって改善することはできますが、それはセンサ本来の性能を超えたというよりは、センサの持つ能力をうまく引き出した、と言えるでしょう。

二つ目は、センサと対象の確実な結合の必要性です。別の言い方をすれば、測定したい対象の状態を、センサで測れるように、センサにしっかりと伝えることが必要です。

たとえば、一般的な温度センサは、温度センサそのものが暖まった結果、センサの中の温度に反応する特性（温度で抵抗値が変わるなど）によって、センサの出力変化（抵抗値や電圧）が現れます。つまり、温度センサが対象と同じ温度に正しく暖まらなければ、温度の測定ができません。赤外線を利用した非接触の温度測定手法（テレビなどで見かけるサーモグラフィーもその一種）の場合は、明確な接触は不要ですが、その放射される赤外線を正しく受けられるようにすることと、その放射特性を加味した調整が必要になります。

三つ目はセンサの出力をなるべく劣化させずに利用することです。センサの多くはアナログ的な要素を持ちます。アナログの弱点の一つは、外部から／内部のノイズで信号が変化すると、値そのものの変化となってしまう上に、完全な復元が困難なことです。そのため、いかにアナログ部分で

**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。



影響を受けにくくするかという気遣いが必要で、最近ではセンサのICチップ上でアナログ処理やデジタル化は済ませてしまって、デジタル信号で出力するようなセンサが増えてきています。これによって手軽に強くできるとともに、回路基板上でアナログをいじる必要をなくせます。

この三つの中で、日常的にも経験しやすい状況は二つ目の測定対象とセンサの結合です。その代表格は体温計。体温を測るときに脇の下などに挟みますが、ちゃんと挟まないとセンサが暖まらないために体温が高くない、という判定になります。熱がありそうなのに36℃を下回ったりしたらすぐに問題に気づきますが、37℃くらいを示すと本当にそうなのか、熱の伝達が悪いのか、区別が付きません。その意味で「ちゃんと挟む」という運用でカバーするしかないでしょう。このことを悪用？すると、体温を低く見せることは可能で、「熱があるけど仕事しなきゃ」という極限状態で、状況を騙すことには使えます(かなりブラックな…)。一方、小学生の願いにありがちな、本来より高く見せることは原理的には困難です。擦って摩擦熱などでさまざまなテクニックが語られますが、たかが知れます。もちろん、ぎゅっと強く挟んでも、正しい温度に近づくだけです。なお、この話は、体温よりも外気温(および体温計のセンサの初期温度)が低いことが前提なので、気温が40℃を

超えるような環境では逆になるはずですが。私自身は経験がなく、今年の夏の猛暑時にどなたかお試しいただければ。ただ、そもそも体温計が正常動作しないかもしれません。たとえば昔の水銀式のはダメそうです。

また、結果的に今回の話に関連していたのですが、子供のときに悪知恵で「暖房の設定温度を上げずに部屋をより暖かくする方法」を実践していました。我が家は暖房の設定温度を勝手に高くすることは許されていなかったのですが、私自身はより暖かいのが好き。あるとき、ストーブの横に取り付けられた温度センサに気づきました。ネジ止めしてあり、かつ、引き出せるように？長めの線がついていました。これを隅の下の方、つまり、暖まりにくく、部屋で相対的に温度の低いところに移動させました。もくろみは成功、現在温度や表示は変わらないので、親に知られずに(?)部屋を暖かくできました。言うまでもなく、制御としては問題事例ですが。

実は最近、もう一つ関連する話がありました。今回のタイトルも「センシングの大原則と月曜の休講」とするような、センサの密着が不十分で、講義が休講になりかけたという、風が吹けば桶屋が儲かる的な話です。ただ、ちょっと今書くにはまだ微妙なので、もうしばらくして単なる笑話になったときにでも、話題にできれば、と思います。