

DSPにより新たな進化を 遂げる家電製品

新たなユーザーメリットを掘り起こす DSPインバータ技術

家電製品の省エネルギーなどを実現する技術として利用されているインバータ技術を、DSP(Digital Signal Processor)により高速化することで、新たなユーザーメリットを見出すことが可能となりました。2003年6月に発売したトップインホームランドリー(TW-V8630)では、DSPを活用したベクトル制御技術によりダイレクトドライブ(DD)モータの高精度な回転数制御を実現しました。モータの状態をリアルタイムに検知し、水量を正確に設定したり、ドラムの回転数を最適化するなどの制御を行うことで、洗濯や乾燥の効率化、節水、低振動化において性能を向上させています。



図1. トップインホームランドリー TW-V8630 - DSPコントロールでDDインバータが進化したドラム式洗濯乾燥機スマート銀河21。

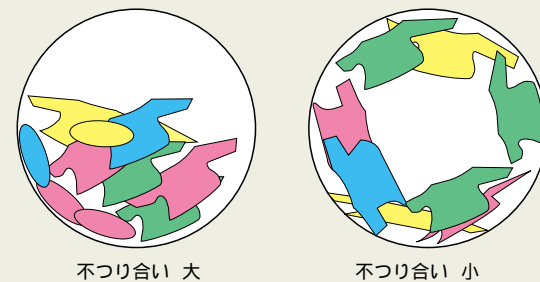


図2. ドラム内の布による不釣り合い - ドラム式は水平軸を持つので、布による不釣り合いが生じやすくなります。

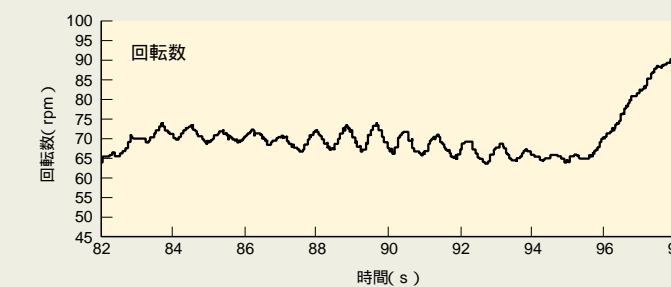
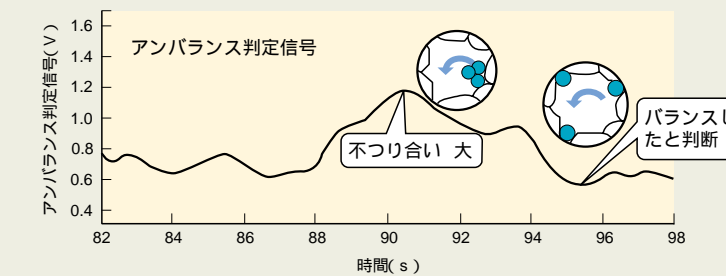
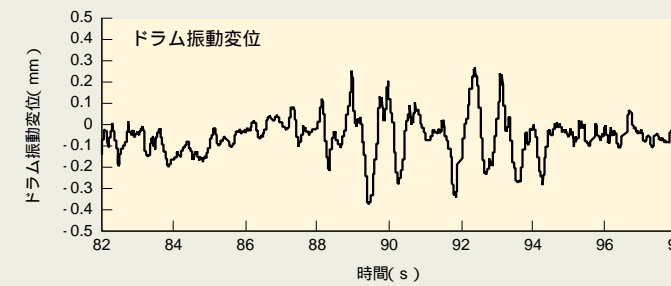


図3. 脱水工程でのバランス制御 - アンバランス判定信号により、不釣り合いがなくなった瞬間を正確にとらえることができます。

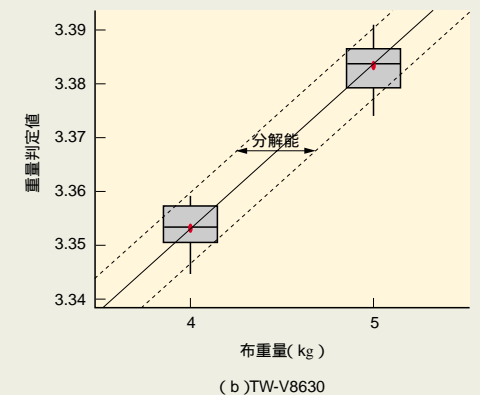
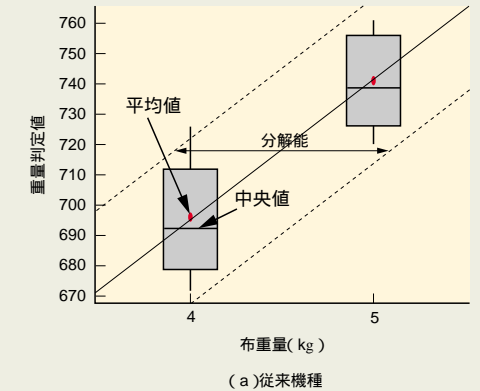


図4. 重量センサの従来機種とのばらつき比較 - 統計解析で用いられる箱ひげ図(Box plot)で重量判定値のばらつきを表したものです。布量4kgと5kgの重量判定値を従来機種と比較しています。DSPにより分解能が大幅に向上します。

DSPでインバータが更に進化

DSPと言えばAV機器(CD, DVD, デジタルテレビ)や携帯電話を思い浮かべますが、現在では電車や自動車の運転制御にも広く利用されています。家電製品においても、東芝は既にIH(電磁誘導)クッキングヒータにDSPを採用し、無段階かつ高速な火力制御により、使い勝手のよい調理性能を実現しています。

上面に布投入口を持つドラム式洗濯乾燥機のトップインホームランドリー(図1)では、従来から好評のDDインバータモータに加え、新たにDSPを活用したベクトル制御を採用しました。ベクトル制御とは、モータを回すのに必要な出力電流の大きさや周波数、

位相を制御する技術で、正確な回転数制御が可能となります。

TW-V8630に搭載された DSP応用技術

不釣り合い解消制御技術

ドラム式洗濯機で重要な技術の一つに、布による不釣り合いの解消制御技術があります。図2はドラム内の布状態を模式的に示しています。通常、布は重力の影響で図2(左)のように下方に偏った状態となっており、そのまま高回転数の脱水に入ると大きな振動が発生してしまいます。そこで、図2(右)のように布をドラム内に均等に張り付ける制御が必要となります。ドラム式洗濯機では、布に掛かる重力と遠心力が同じとなる回転数(半径25 cmのド

ラムで、ほぼ60 rpm)で回すと布による不釣り合いが解消される瞬間があることが知られています。従来は、電流の大きさや回転変動でトルクむらをモニタし、ドラム内の布の偏りによる不釣り合い(アンバランス)を検出していましたが、演算が間に合わないために不釣り合いの瞬間をとらえることができませんでした。

DSPによるベクトル制御では、目標回転数との差がトルク指令として演算されるので、モータに発生している瞬時トルクを検出できます。トルク指令値を従来のマイコンの80倍もの速さで信号処理することで、ドラム内の不釣り合い量に応じたアンバランス判定信号を、リアルタイムかつ高精度に演算生成することが可能となりました。

実際の脱水時の不釣り合い解消動作は図3のようになります。この例では65 rpm付近でバランスしたと判断し、回転数を急速に上げることで、バランス状態を保ったまま高速脱水へ移行します。

このようにして正確なバランスを取ることができるので、低振動でコンパクト化が可能となりました。

高精度重量センサ

ドラム式洗濯機に限らず、洗濯機は布量に応じて使用水量を調節したり、脱水や洗いが最適になるように制御しています。アンバランス判定信号を利用して、TW-V8630の重量センサも精度を上げることができました。重量センサは、布による慣性モーメントの増加分をトルクで計測しています。慣性

モーメントの寄与を大きくするには、機械損が小さい低速域で急加速すればよいことがわかっています。低速とはいえ、不釣り合いがあると大きな振動となります。不釣り合いが生じないように低速からゆっくり回転を上げ、アンバランス判定信号によりバランスが取れたと判断した瞬間に急加速を行い、加速時の電流で重量を算出します。従来は、トルクを一定とし布重量に応じた加速度変化で重量を算出していました。今回と従来の方法の分解能をばらつきで評価しました(図4)。従来の分解能は1.2 kgでしたが、この方法では約1/3の0.4 kgの分解能となります。重量センサの高精度化により衣類の量が正確にわかるので、無段階に水位が設定できて節水が可能となり、ま

た水量を的確に制御する濃縮洗浄が可能となりました。

DSPの家電への応用展開

デジタル信号処理とデジタル制御でDSPを活用することにより、ユーザーが求める機能を新たに付加することが可能となってきました。基本性能の向上やプラスワンのメリットをソフトウェアだけで実現できることは、カスタマイズ化やIT(情報技術)家電への展開も容易となり、更なる応用が期待できます。

今後も家電に使用されるインバータは、DSP化され進化していきます。

岡崎 洋二

家電機器開発センター 要素技術第二担当主幹