

表面粗さ計測へのウェーブレットフィルタの適用

粗さ曲線は、JISによれば、「カットオフ値入cの高域フィルタによって、断面曲線から長波長成分を遮断して得る。」とされ、「フィルタとしては位相補償型のガウシアンフィルタを用いる。」と規格化されています。

一方、最近の信号処理の発達は目覚ましく、例えばウェーブレット変換によれば、不連続信号の抽出、あるいは除去も可能です。この手法は、1980年頃にモレーにより提案されたものですが、第1世代とされるドベッシーウェーブレットのほか、1994年スウェルデンにより発表され第2世代に位置づけられるリフティングスキームなどがあります。

一般に、ウェーブレット変換では、第1世代、第2世代とも、変動する信号は任意のレベルまで解像度の低下した解像度信号と、レベル0から任意のレベルに至るまでのウェーブレット成分の和で表現できます。さらに、信号を1から任意のレベルまでのJ個の解像度、すなわち多重の解像度で解析することを多重解像度解析と呼び、特定のレベルの解像度信号を全てゼロと設定した後、ウェーブレット逆変換するとフィルタとしても使用できることが知られています。チェン、ジャンらは表面粗さ測定のうちねり除去にウェーブレット変換による多重解像度解析の適用を試みています。しかし、ゼロ設定するレベル決定の方法には言及していません。そこで、表面粗さ曲線の大きさ、平均波長、複雑さから、ゼロ設定するレベルを求める方法を考案したので紹介します。

うねり曲線として、中央に高さ1の段差を持つ離散的なステップ曲線を、粗さ曲線として、振幅1、山数25の正弦波を考えます。そして、両者を加え合わせ、**図1**に示す加算曲線を仮想しました。これに、それぞれ、ガウシアンフィルタ、ドベッシーウェーブレット、リフティングスキーム、ジャンの方法を適用した結果、**図2**に示すようなうねり曲線を得ました。同図からドベッシーウェーブレットが段差などの不連続成分を抽出する性能

において優れていることが分かります。

次に、表面粗さを特徴づけるものは、大きさ(Ra)、平均波長(Sm)、複雑さ(So)であるとの観点から、ゼロ設定するレベルの決定方法を検討しました。まず、準最適レベルを示す関数 $f(Ra, Sm, So)$ を構成します。

$$f(Ra, Sm, So) = A_1 Ra A_2 + B_1 Sm B_2 + C_1 So C_2 + D \quad (1)$$

パラメータ A_1 、 A_2 、 B_1 、 B_2 、 C_1 、 C_2 、 D は実測した粗さ曲線をベースに準ニュートン法で求めました。そして関数値の小数点以下第1位を四捨五入して整数値を求めます。次に、この整数値(レベル)の解像度信号をゼロに設定した後、逆変換することによってうねりを除去します。この方法によれば、除去後の曲線と正規化曲線との合致度の合計値は、ガウシアンフィルタを適用した場合よりも、平均で10数%低減しました。このことから粗さ曲線とうねりを分離する方法として、ウェーブレット変換が有効であること、ゼロ設定するレベルの決定に際し、今回行った方法が適切であることが示されました。

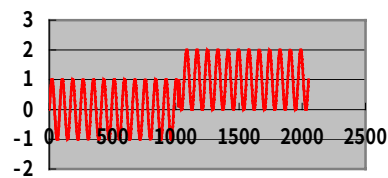


図1 仮想加算曲線

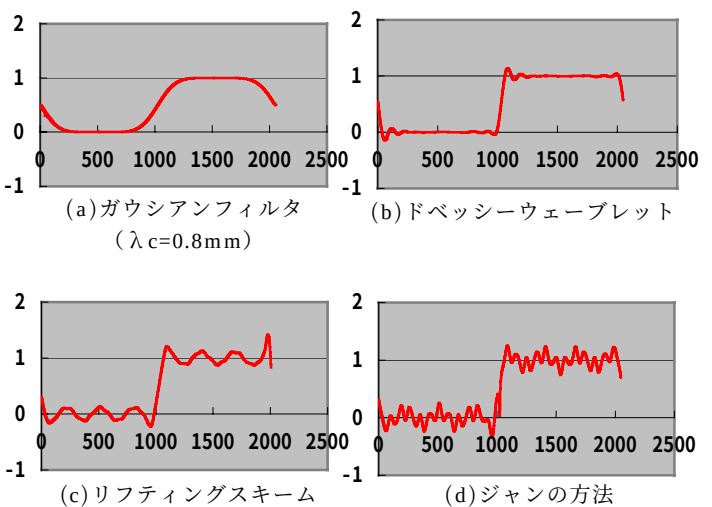


図2 推定うねり曲線



技術支援部 機械電子室 伊藤俊治(ito@aichi-inst.jp)

研究テーマ：新しい信号処理を用いた表面粗さ・形状測定

指導分野：精密測定、粗さ測定、形状測定