

第10回光学シンポジウム

空間的同期検出による実時間縞解析

豊岡 了・甘利 隆

埼玉大学工学部応用物理学講座

〒338 浦和市下大久保 225

空間的に位相変調された縞模様に対して、同期検出法のアルゴリズムを用いて位相情報を回復することができる<sup>1)</sup>。この方法は、他の方法と比べると簡単な装置と少ない計算量で高精度な縞解析を行なうことができるばかりでなく、ハードウェア化の可能性を秘めている。今回提案する方法は、イメージセンサーで検出される縞情報が時系列信号として出力される点に着目して、これまでソフトウェアで行っていた処理の一部をハードウェア化することによって処理速度の大幅な向上をはかろうとするものである。

位相情報  $\phi(x, y)$  を含む縞の強度を次のように表わす

$$I(x, y) = a + b \cos[2\pi f_0' x + \phi(x, y)] \quad (1)$$

ここで、 $a, b$  は直流分および変動分の係数、 $f_0'$  はキャリアの空間周波数である。この縞をキャリアに垂直に走査したときの  $i$  番目の周期における位相を  $\phi_i(x) = \alpha_i + \beta_i x$  と書くことにする。この強度分布に基準信号  $\sin(2\pi f_0' x)$ ,  $\cos(2\pi f_0' x)$  を掛けてキャリア1周期にわたって積分した値を  $S_i, C_i$  とし、両者の比をとると

$$\frac{S_i}{C_i} = \frac{\int_i I_i(x) \sin(2\pi f_0' x) dx}{\int_i I_i(x) \cos(2\pi f_0' x) dx} \doteq -\tan \bar{\phi}_i \quad (2)$$

となる。これより、積分区間の中点における位相  $\bar{\phi}_i$  は  $\bar{\phi}_i = -\tan^{-1}(S_i/C_i)$  として求められる。

イメージセンサーの素子間隔を  $\epsilon$ 、クロックのパルス幅を  $t_0$  とすれば、(1)式で表わされる縞を走査したときの出力時系列信号は  $x$  を  $\epsilon t/t_0$  で置き換えた式となり、基準信号の周波数は  $f_0 = f_0' \epsilon/t_0$  となる。(2)式の計算は出力信号に対する (I) 乗算、(II) 積分、(III) 除算、(IV)  $\arctan$  の四つの過程に分けることができる。これらのうち、今回は (I) および (II) についてのみハードウェア化を行なった。今回試作したシステムのブロック図を Fig. 1 に示す。ドライバはイメージセンサーの駆動装置であり、輝度情報をアナライザに送り出すと同時に、その後の演算結果をマイクロコンピュータ (Z80A) に取り込む回路である。アナライザは、(I) 乗算および (II) 積分を実行するためのハードウェアシステムで、 Fig. 2

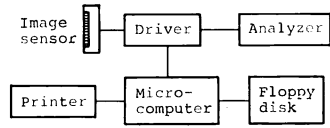


Fig.1 Block diagram of the system.

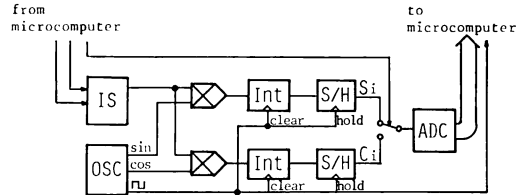


Fig.2 Hardware system of the analyzer.

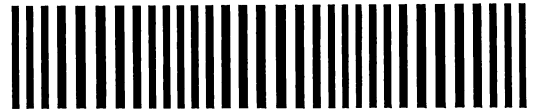


Fig.3 Phase modulated fringe pattern.

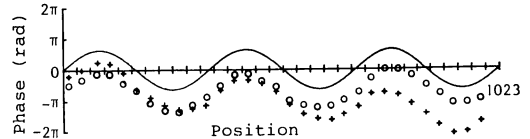


Fig.4 Experimental results.

に示す構成になっている。輝度信号と発振器 (OSC) からの二つの基準信号は乗算用 IC で掛け合わされ、それぞれ積分器を通してキャリア1周期にわたって積分される。二つの積分値は一定時間保持され、アナログスイッチを通して交互に AD 変換されマイコンに送られる。(III) 除算と (IV)  $\arctan$  の計算はソフトウェアで行なっている。

実験は Fig. 3 に示す位相変調された縞模様をあらかじめプロットで作画しておき、これを被写体として行なった。Fig. 4 は解析結果で実線は理論値、○印はソフトウェア解析の結果、+印は今回試作したシステムによる解析結果である。ハードウェアによる解析結果は全体に傾いているが、これはキャリア周波数と基準信号の周波数のわずかな不一致によるもので、容易に補正できる。しかし、処理中の基準信号の周波数変動は大きな誤差の原因となる。今回の報告は原理の確認に止まるもので、今後キャリア周波数と同位相にロックした発振器 (PLL) の利用や上記 (III), (IV) の過程のハードウェア化などの課題が残されている。

文 献

1) S. Toyooka, et al.: Opt. Commun., 51 (1984) 68.