

椿 雅博^{*}, 佐藤 家郷^{*}, 石川 直樹^{*}
 (Masahiro Tsubaki^{*}, Iesato Satoh^{*}, Naoki Ishikawa)

^{*}明星電気株式会社 守谷工場
 (^{*} Meisei Elec. Co. Moriya Plant

SYNOPSIS : In this paper , the result of correlation and the method of histogram for improved the signal to noise ratio .

This method is used by laser rader system .

Ceilometer is a kind of laser rader and this system is measurement of cloud height .

1. はじめに

当社では、雲底高度の測定を目的としたシーロメーター（Ceilometer：雲底高度計）の製作・開発を行なっている。シーロメーターとは、上空へ向けて発射されたレーザー光が雲によって反射され戻って来るまでの時間を測定する事によって雲底高度を測定する気象観測器材である。

今回開発されたシーロメーター5型は、従来の器材と比べると（当社比）投光パワーは1/5、受光面積は1/7となっているにもかかわらず測定レンジ約10,000 ftを実現している。（当社比で従来の器材の2倍以上）

これは、受光フィルターの狭帯域化、APD（アバランシェ・フォト・ダイオード）を採用した事による受光素子の高感度化、信号処理をデジタル化し、CPUを導入した事による処理の高速化・インテリジェント化によるものである。特に、処理のインテリジェント化では相互相関演算及びヒストグラム法を導入した事によって非常に良好な結果が得られた。

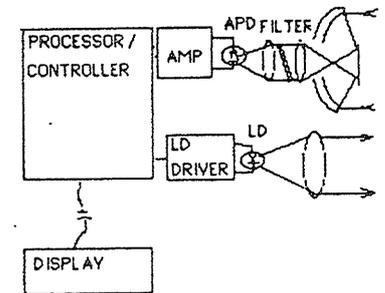


FIG - 1 Ceilometer SYSTEM

2. 相互相関演算とヒストグラム法

通常、信号を処理する場合、不必要な雑音成分は全て取り除き目的の信号を検出してその後の処理を行なう。

シーロメータの場合、投光の発光間隔と発光パルス幅の差が大きく、受信側に広い帯域が要求され、帯域制限等による雑音の除去はあまり期待できない。

しかし、シーロメーターでは受光波形を忠実に再現する必要はなく、ピークの位置（投光後、受光するまでの時間： t_{TR} ）を抽出すれば充分である。このためには系の特性に注目し、その特性に合致した処理や演算を行なう必要がある。

(1) 相互相関演算

前処理済のデータを4データ用意し $A(t)$, $B(t)$, $C(t)$, $D(t)$ とする。また、各データとも信号の位置は同一であるとする。

一般にデータ群 $A(t)$, $B(t)$ の相関度 $P_{A,B}(\tau)$ は

$$P_{A,B}(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T A(t) \cdot B(t + \tau) dt$$

で表わされる相互相関関数によって定義される。

② ヒストグラム法

相互相関演算を、 $A(t)$ 、 $B(t)$ 、 $C(t)$ 、 $D(t)$ のそれぞれの組合せで行ない、その結果を、 $Q_{A.B}(t)$ 、 $Q_{A.C}(t)$ 、 $Q_{A.D}(t)$ 、 $Q_{B.C}(t)$ 、 $Q_{B.D}(t)$ 、 $Q_{C.D}(t)$ とする。これらはすでにデジタルへの変換時に256に時分割されているので $Q(t)$ の256要素の中から最大より5要素を検索し、その5要素の時間データーを t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 、 t_5 とする。 $Q_{A.B}(t)$ 、 $Q_{A.C}(t)$ 、 $Q_{A.D}(t)$ 、 $Q_{B.C}(t)$ 、 $Q_{B.D}(t)$ 、 $Q_{C.D}(t)$ についても、それぞれ5要素ずつを検索し、その結果をもとにしてヒストグラムで表わし、その最大値に対応する t を受光信号のピークの位置 (t_{TR}) とする。

システムの分解能を $50 ft$ とした場合の雲底高度は、 $50 ft \times t_{TR}$ で表わされる。

3. シミュレーション

シミュレーションは、パーソナルコンピュータを用いて行なった。

FIG-2 → $A(t)$ 、FIG-3 → $B(t)$

FIG-4 → $C(t)$ 、FIG-5 → $D(t)$

どおき、信号は4データーとも同一時刻にある。また雑音は、帯域無限大とし、それに加えて雑音振幅の5倍程度のスパイク状の雑音も重畳されている。なお、相関演算については簡易化のために多数の演算群に分割している。

このシミュレーションでは、信号レベルを雑音平均振幅の約半分 (S/N 比 = -6 dB) としているが、FIG-6の結果では信号のみが抽出されており、雑音はまったく現われていない。

4. むすび

上記の方法は、使用するデーターに含まれる信号成分の位置は動いていない事を条件としているため、シーロメーターのように短時間では変化しにくい雲底値を捉えるシステムでは最適といえる。

シミュレーションの内容を実機に移植し、現在データ取得中であるが、3データ間で約6 dBの S/N 比の改善が確認されている。

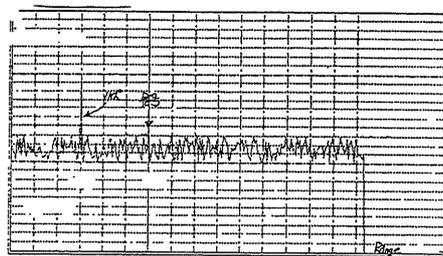


FIG-2

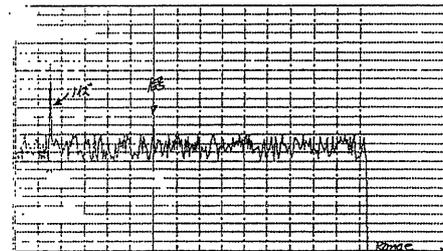


FIG-3

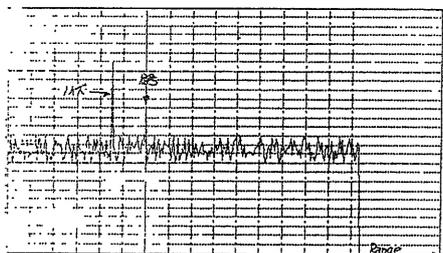


FIG-4

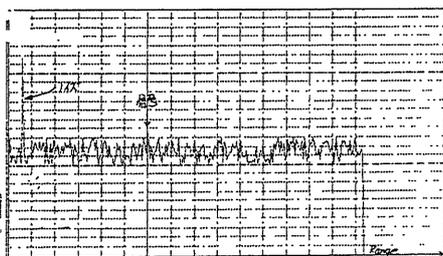


FIG-5

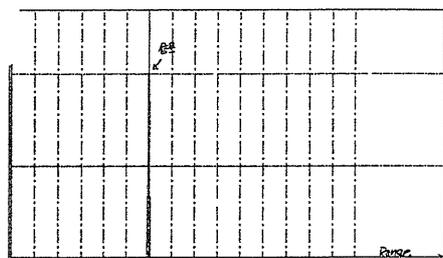


FIG-6