

## LD励起YAGライダーにおける信号処理システム A Signal Processing System of the Diode-Pumped YAG Lidar

奥村 浩\*、杉田 匡\*、松本 洋典\*、竹内 延夫\*、桑島 茂純\*\*

H. Okumura\*, T. Sugita\*, H. Matsumoto\*, N. Takeuchi\* and S. Kuwashima\*\*

\*千葉大学映像隔測研究センター

*\*Remote Sensing and Image Research Center, Chiba University*

\*\**(株)応用計測研究所*

*\*\*OKK Inc.*

**Abstract :** A new high speed processing system for lidar echo signal was developed. This system consists of a special designed high speed signal processing unit CHX-01, a personal computer which equips both external I/O bus and software. Sampling and direct accumulation of lidar echo data can be done by using CHX-01. In this paper, we describe the detail of this system. The results of experiments to confirm the performance of this system is also shown.

### 1. はじめに

従来のライダーシステム<sup>1)</sup>では、ライダーエコーデータの収集にトランジェントレコーダを用いていた。しかしながら、LD励起YAGレーザのような繰り返し周波数の高いレーザを光源として用いて高SN比のデータを取得するためには、データの積算を行う必要があるが、トランジェントレコーダの処理速度では不十分であった。そこで、筆者らはライダーエコーデータの収集に最適な信号処理システムの開発を行った。本システムは、サンプリングと積算を高速で実行可能な積算装置とパーソナルコンピュータ、専用のソフトウェアで構成されている。ここでは、本システムの詳細を報告する。また、本システムの有効性を評価するために行った性能評価実験の結果、および実際のライダーエコーデータの処理結果についても併せて報告する。

### 2. 高速信号処理ユニット

ライダーエコーデータの収集を高速に行うために新しく開発した高速信号処理ユニットCHX-01のブロック図をFig.1に示す。APDで光電変換され、増幅器により増幅された信号は、ユニット内に入るとゲイン、オフセット調整される。これらの調整は可変抵抗器によって行われる。ゲイン、オフセット調整を終えた信号は、バンドパスフィルターを経て8ビット高速AD変換器によってデジタル化される。この高速AD変換器の最短サンプリング時間は33ns(30MHzに相当)であるが、現在は50ns(20MHzに相当)に設定されている。AD変換された8ビットのデジタルデータは、加算器によってレジスタ(32ビット×2048ワード)に格納されている積算データと加算された後、再びレジスタに格納される。積算に使用するレジスタのワード数や積算回数は、パーソナルコンピュータからのコマンドにより設定可能である。積算されたデータは、積算器からパラレルインターフェースバスを通じてパーソナルコンピュータへ転送される。なお、現行のシステムでは、タイミング信号の発生源として、レーザの発光やAO変調器に同期した外部トリガ発生器を用いているが、ユニット内部にレーザ発光や信号処理の制御を同時に行うことができるようなタイミング信号発生部を実装することも可能である。

### 3. パーソナルコンピュータと専用ソフトウェア

Fig.2に本システム全体の外観を示す。現在利用可能なパーソナルコンピュータは、特性のパラレルインターフェースボードを用いているため、日本電気(株)製のPC-9801シリーズだけとなって

いる。種々のパラメータの設定を行ったり、収集したデータをその場で即時的に見ることができるよう専用の高機能ソフトウェアの開発も併せて行った。

### 3. 性能評価実験

本システムの有効性を評価するために簡単なベンチマーク実験を行った。実験は、CHX-01とPC-9801VX(クロック周波数:10MHz)とを用いて、次の2つの場合について行った。

(a)従来のトランジェントレコーダを用いたライダー信号処理システムを想定し、CHX-01ではAD変換だけを行い、収集データを毎回パーソナルコンピュータに転送し、パーソナルコンピュータ内のメモリで積算を行う。

(b)本システムで行なっているように、CHX-01内でAD変換、積算を行った後、積算データをパーソナルコンピュータへ転送する。

Fig.3は、積算回数100回から1000回まで、100回刻みの収集を10回ずつ行い、収集に要した時間を計測し、その平均時間をプロットしたものである。この結果を見ると、(a)に比べて、(b)は約400倍高速であることがわかる。従来のシステムでは、このようにデータの転送に非常に時間がかかるため、パルスの繰り返し周波数をあまり高くすることができず、ライダーの性能を十分に発揮するには至らなかったが、本システムにより、データ転送速度に制限を受けず、最も高いパフォーマンスを示す繰り返し周波数でレーザを運用することが可能となる。

### 4. LD励起YAGライダーを用いた計測結果

本システムを信号処理部にしたLD励起YAGライダーシステム<sup>2)</sup>を用いて千葉大学構内の距離が予めわかっている建物(Fig.4)からのエコーデータを計測した。計測は背景光の影響がほとんどない夜間に行った。計測対象までの距離を地図上で計測したところ、約301mであった。Fig.5に、レーザ発振の繰り返し周波数を1kHz、積算時間を5秒とした場合のライダーによる計測例を示す。計測を行った時のレーザの平均出力パワーは約50mW、パルス幅は約25nsであった。なお、Fig.5の計測結果のグラウンドレベル付近にある比較的周期性のあるノイズは、パーソナルコンピュータから発生している電磁波が原因だと考えられる。

### 5. まとめ

ライダーエコーデータの収集にこれまで用いられていたトランジェントレコーダが有する問題点を解決するために、ユニット内で高速AD変換と連続加算が可能な高速信号処理システムの開発を行った。簡単な性能評価実験を行なったところ、本システムは従来のシステムの約400倍ものパフォーマンスを示した。また、本システムを信号処理部にもつLD励起YAGライダーシステムを用いて、実際のライダーエコーデータの計測を行なったところ良好な結果を得た。

### 参考文献

- 1)例えば、M.C.Alarcon, T.Yamamoto, T.Kobayashi:A Lightweight and high sensitivity Mie lidar using LD-pumped Nd:YAG laser, 第14回レーザセンシングシンポジウム予稿集 163-164 (1991)
- 2)竹内, 奥村, 杉田, 松本, 山口:LD励起YAGレーザを光源とする携帯型ライダー, 第15回レーザセンシングシンポジウム予稿集 (1992)

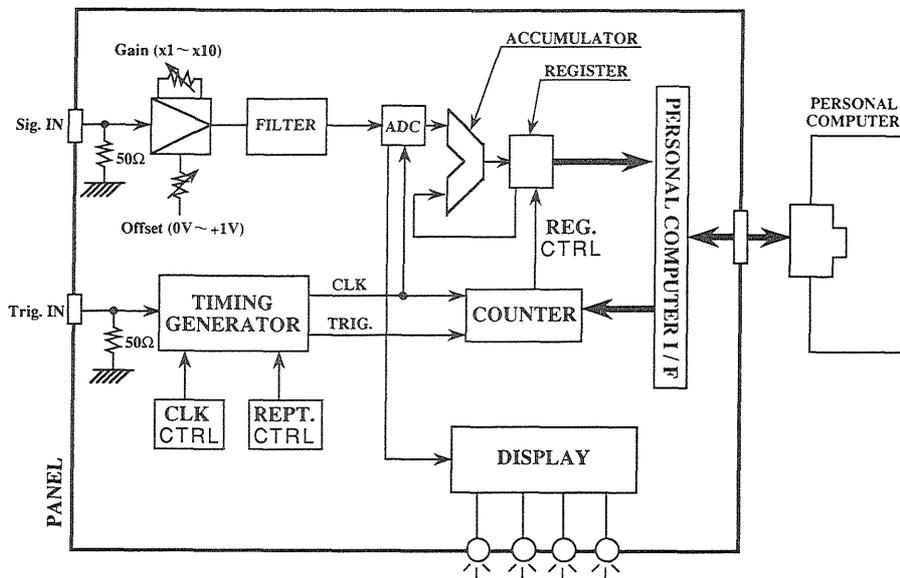


Fig. 1 Schematic diagram of the developed high-speed lidar signal processing system.

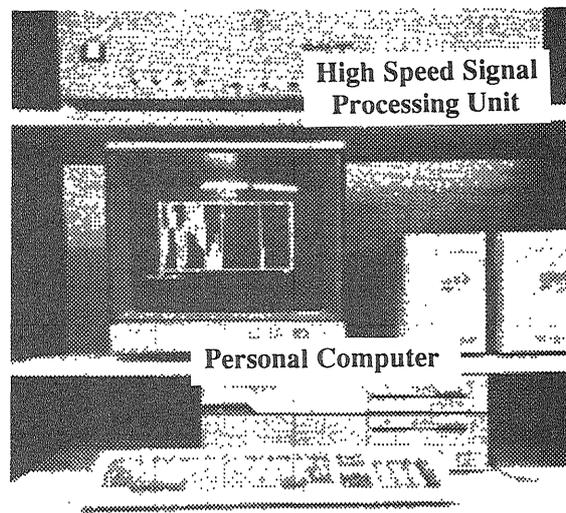


Fig. 2 High speed signal processing system.

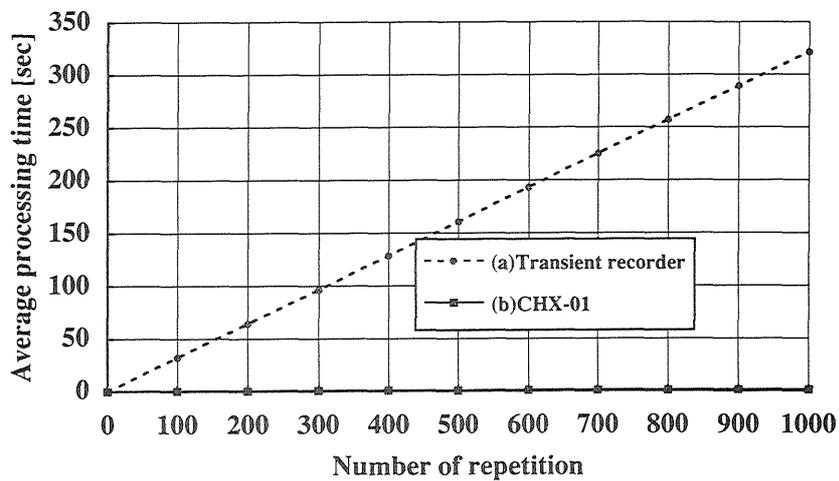


Fig. 3 Result of a performance experiment.

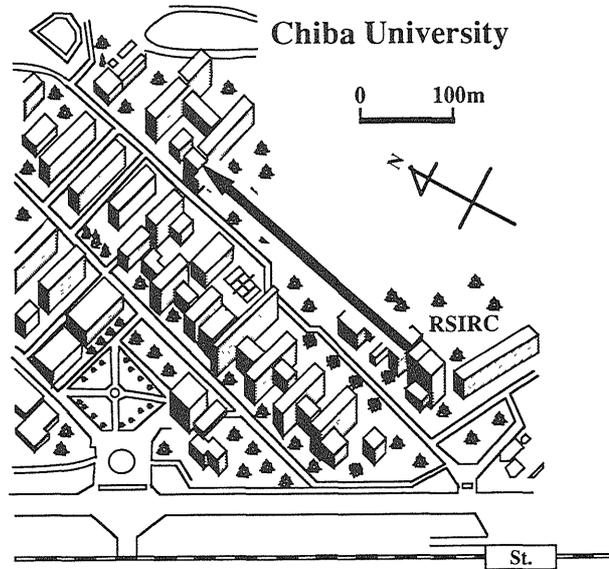


Fig. 4 Location of the lidar and the target building.

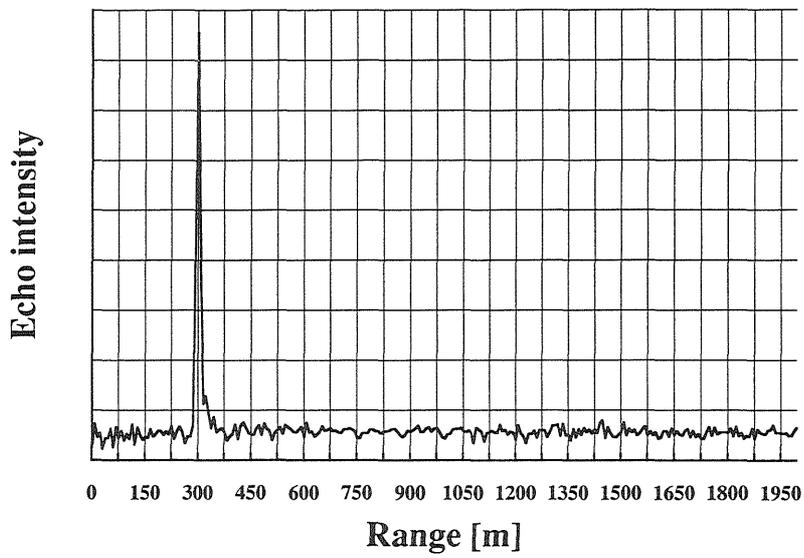


Fig. 5 A sample of measured lidar echo signal.