

ソナーのデータ収録装置の開発

Development of data recorder for scanning sonar

山下 敏 実 堀 内 秀 樹 福 島 保 夫
Toshimi Yamashita Hideki Horiuchi Yasuo Fukushima

要 旨

漁業用ソナーの使用状態や魚群の映像をみて、画像処理方法の検討を行う場合、漁場へ赴いて映像を記録する必要がある。そこで、漁場へ赴くことなく画像処理方法変更結果の評価が行えるよう、ソナーの受信信号をパーソナルコンピュータに収録してソナーの表示機に再生する装置を開発した。本装置はソナー信号を独立に記録でき、ソナー信号と関連付けて制御信号、装置の状態、位置情報等の外部の情報を同時に記録することができる。

本装置は、魚群の行動解析等の研究にも応用が可能である。

Abstract

When investigating image processing methods according to the usage conditions of sonar for fishing and images of fish school, it is necessary to go to the fishing waters and record the images.

Therefore, JRC developed a system to record the signal received from the sonar on a personal computer, and reproduce the signal on the display of the sonar, so that the evaluation of the results of the changed image processing method can be performed without going to the fishing waters. This system independently can record the sonar signal, and simultaneously can record the external information related to the sonar signal, such as control signals, system status and position information.

This system can also be applied to research of the behavioral analysis of fish school and etc.

1. ま え が き

漁業用ソナーは、魚群の探知、追跡、適切な操業の判断等を行う上でなくてはならない機器となっている。

ソナーの使用状態や魚群の映像を把握し、より良い画像処理方法の検討を行う場合、漁船に同乗して漁場へ赴き、操業を妨げないように留意しながら表示機の画面を撮影記録していた。最近では、ビデオキャプチャを使用して画面を定期的に記録（電子データ化）している。

上記の方法で記録された画面には文字やマーク等のグラフィック情報が重畳されているため、ソナー映像のみの抽出・処理および解析を行うことが困難であった。

また、画像処理方法の変更結果を確認するために、再度、漁場へ赴いて映像を記録する必要があった。

以上の状況に対応するため、ソナーの受信信号をパーソナルコンピュータ（以下PC）に収録してソナーの表示機に再生する装置を開発した。

2. 漁業用ソナーの概要

2.1 ソナーによる魚群の探知

超音波を利用して魚群探知を行う装置には、魚群探知機とソナーがある。両者は、超音波信号を水中に発射し、魚群に当たって反射した信号を受信し、表示機に魚影を映し

出すことで魚群探索を行う点は同じであるが、魚群探知機が主に自船の直下方向に超音波を発射するのに対し、ソナーは自船の周囲の広い範囲にわたって超音波を発射するという相違点がある。

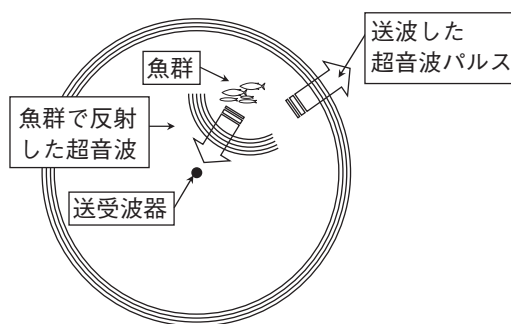


図1 ソナーによる魚群探知の原理

Fig. 1 Principle of fish school detection by sonar

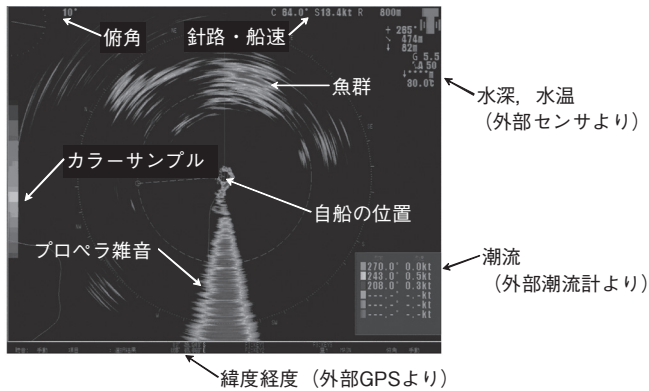


図2 ソナーの表示例

Fig. 2 Sonar display example

ソナーは、図1に示すように送受波器から超音波パルスを送信し、魚群等で反射して戻ってくる信号（エコー）の強さを色の変化にして表示する。このとき、ソナーは反射信号の遅延時間（送信されてから受信されるまでにかかった時間）と到来方向を検出し、自船に対し相応する表示機的位置に表示する（PPI表示）。ソナー画面表示の一例を図2に示す。画面中央が自船位置で、魚群は自船位置に対し前方右10°の方向、距離約500mの位置に表示されている。

2.2 ソナーの構成

図3はソナーの構成の一例で、大きく分けて、送受波器とその昇降装置、送受信機、処理機、表示機および操作部からなる。

送受波器は電気信号を変換して海中に超音波を発射し、また魚群等で反射して戻って来る超音波信号を受け電気信号に変換する。ソナーは水平方向全周にわたり探索するため送受波器を昇降装置により船底から突出させて使用する。未使用時は船底内部に格納して、航行時の抵抗力を軽減するとともに、漂流物、漁具等による破損を防ぐ。送受信機は送受波器へ供給する大電力の電気信号を作る送信機と、送受波器で受信した微弱な信号を増幅する受信機からなる。処理機は受信機の出力を処理して表示機の画面に表示する。操作部からの制御信号は、処理機を経由して、送受信機あるいは昇降装置へシリアルで伝送される。

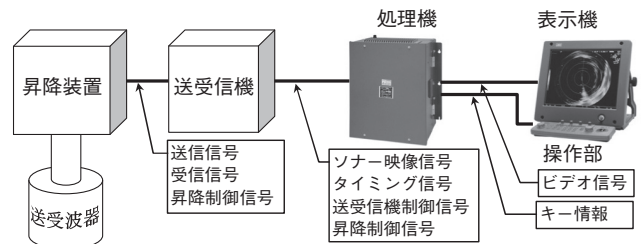


図3 ソナーの構成例

Fig. 3 Configuration diagram of scanning sonar

2.3 ソナーの信号

データ収録時の信号波形を図4に示す。図4 (1) 受信機出力信号は、全方向から受信した信号を方位毎に時分割で出力したもので、時間軸は方位及び距離に相当する。なお、図は負極性で、Aの部分は正面方向に弱い信号、45°の方向に強い信号がある場合の波形を表わす。図4 (2) の0方位タイミング信号は、方位ごとに時分割した受信信号の方位の基準となるもので、立ち上がりのタイミングが船首方向、立下りのタイミングが船尾方向を示す。ソナーの機種により異なるが一周期が1.6ms（距離1.2m相当）で360度の方位に相当する。図4 (3) の送信タイミング信号は、超音波パルスの送信に同期した信号で距離0mの基準となる信号である。シリアル通信の制御信号は図4 (4) に示すようにデータにより変化する。

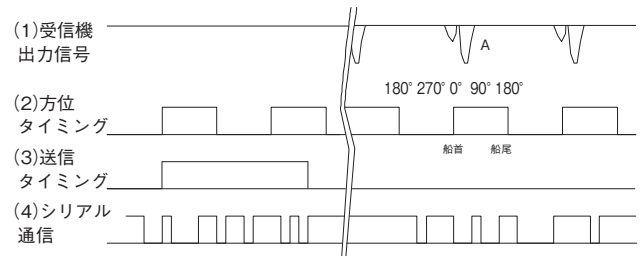


図4 データ収録時の波形（横軸：時間、縦軸：レベル）

Fig. 4 Waveform of signal to record

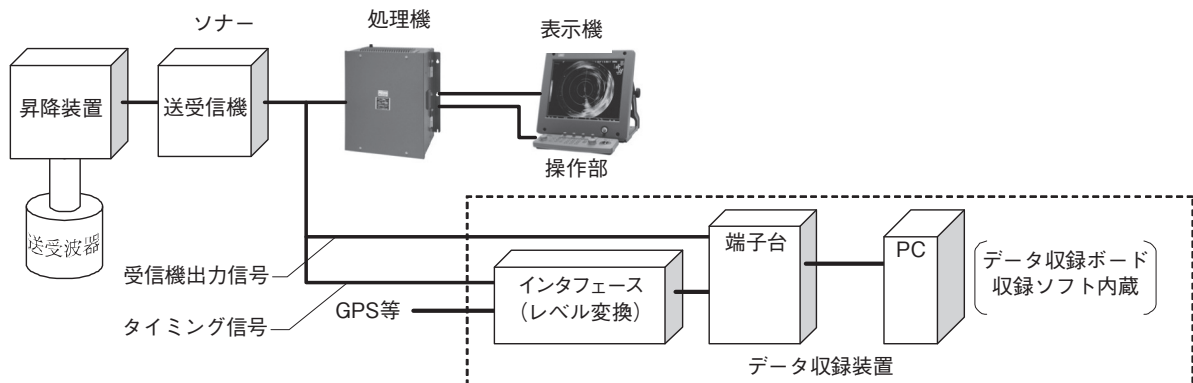


図5 データ収録時の系統図

Fig. 5 Configuration diagram of data recording system

3. データ収録装置の構成

3.1 データ収録装置の構成

ソナーの受信機出力をPCに収録する際の系統図を図5に示す。受信機出力信号を、端子台を経由してPCに接続する。PCはアナログ信号とデジタル信号を取り込むためのデータ収録ボードを実装し、収録専用のソフトウェアを組み込んだものである。また、GPSからのシリアル信号等はインタフェースおよび端子台を経由してPCに伝送している。

PCの入力部には専用の小型コネクタが使用されるが、漁船に装備する際には太い配線で工事を行うことを考慮して端子台を設けて中継している。

本装置を実際に漁船に装備した様子を図6に示す。

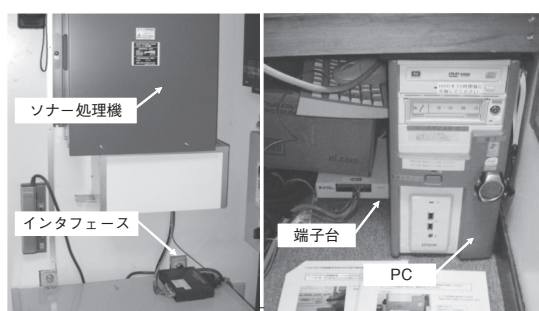


図6 漁船に装備したデータ収録装置

Fig. 6 The data recorder installed on a fishing vessel

3.2 再生時の構成

収録したデータは図7に示すシステムでソナーの表示機に再生することができる。同時に収録したセンサのデータを接続することでそのデータも収録した現場と同様に表示できる。ソナーの映像処理に関する操作も可能である。

また、データ再生用ソフトを使用することにより、ソナーの処理機と表示機を使用せずにPC上で収録したデータを再生することも可能である。

4. データ収録装置の動作

4.1 データ収録時の動作

データ収録装置のブロック図を図8に示す。

PCにおいては、データ収録用のA/D変換器、デジタル入力ポート、データ再生用のD/A変換器、および、デジタル出力ポートから構成され、各々はPCIバス上に増設される。

ソナーの受信機出力信号は、端子台を経由して直接A/D変換器へ供給される。

方位の基準となる0方位タイミング信号、距離の基準となる送信タイミング信号はデジタル入力インタフェースを介してPCに取り込む。インタフェースではフォトカプラを使用してレベル変換を行っている。

また、同時に送受信機の制御信号、及び、GPS等のセンサからの信号を記録している。GPS等のセンサからの信号はNMEAフォーマットのシリアル通信である。

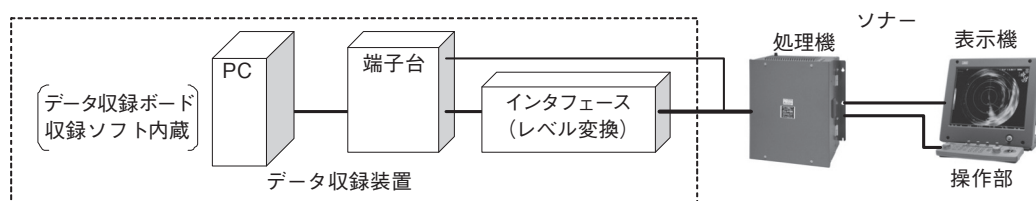


図7 データ再生時の系統図

Fig. 7 Configuration diagram of data replaying system

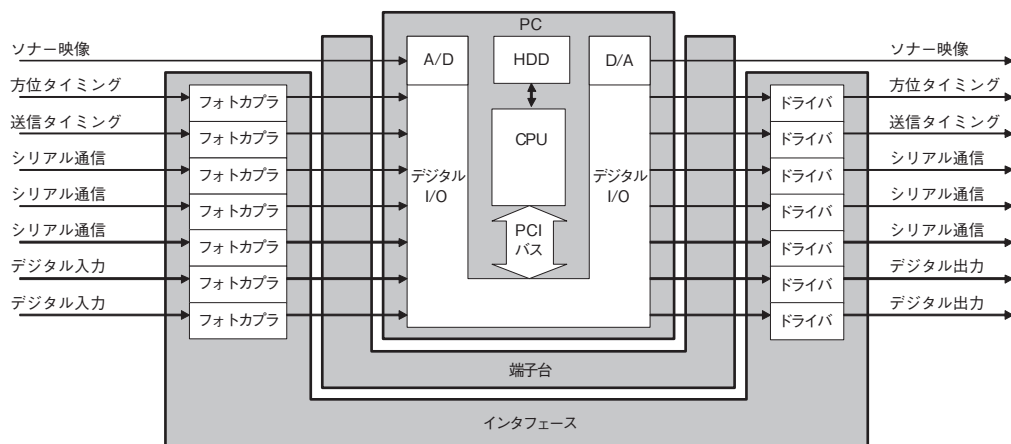


図8 データ収録装置ブロック図

Fig. 8 Block diagram of data recorder

また漁労機器等のオンオフ状態も1ビットのデジタル入力として収録可能である。

デジタルI/Oポートの信号はシリアル通信も含め0または1の2値としてCPUが読み取る。アナログ信号は16ビットのデジタル信号に変換してCPUが読み取る。両者とも1MHzのサンプリングで同時に読み取る。

4.2 記録フォーマット

読み取ったデータは、図9に示すフォーマットで方位1周毎にハードディスクに保存する。受信機出力信号は1周分を512のデータに丸めたソナー映像信号として、送信トリガから何周目かを示す番号、および、ソナーの制御信号、GPS等のセンサ情報を付加して、1周分としてパックする。

これを1周毎に連続して記録し、一定時間毎に一つのファイルとして保存する。

制御信号、センサ信号はサンプリングした値をそのままの形で付加する。この方法により、再生時にも映像とセンサ等の情報の時間差が発生しない。

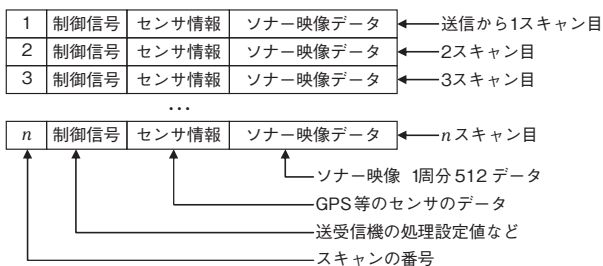


図9 収録データのフォーマット

Fig. 9 Recorded data format

4.3 データ再生時の動作

収録したデータの再生時は、ソナー受信機出力信号をD/A変換器でアナログ信号に変換して出力する。また、タイミング信号およびセンサ等の信号は、デジタルI/Oポートから出力された信号をドライバによりレベル変換して出力する。記録したデータを、収録時のデータ形式に変換して出力することで、ソナーの表示機で表示が可能である。

4.4 収録用ソフトウェア

データ収録用ソフトウェアにより、データ収録ボードの設定、入力電圧範囲、サンプリング周波数、ファイル名等の設定を行うことができる。図10にデータ収録時の設定画面を示す。

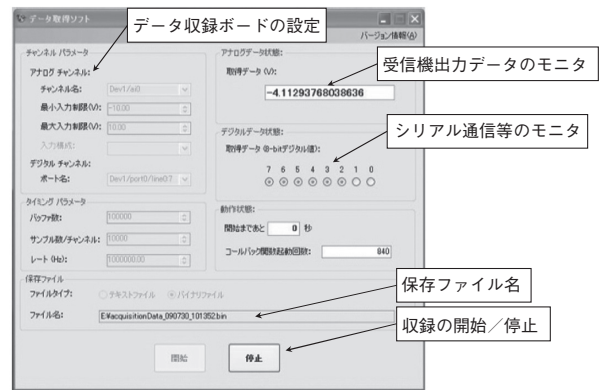


図10 データ収録時設定画面

Fig. 10 Setting screen for data recording

また、データ再生用ソフトウェアにより、ファイル名、収録フォーマット、繰り返し再生等の設定を行うことができる。図11にデータ再生時の設定画面を示す。

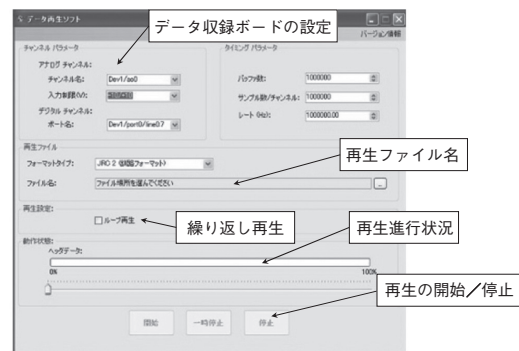


図11 データ再生時設定画面

Fig. 11 Setting screen for data replaying

図12はPCの画面上でデータを再生した時の映像例である。画面の左側にはセンサの情報等を表示している。

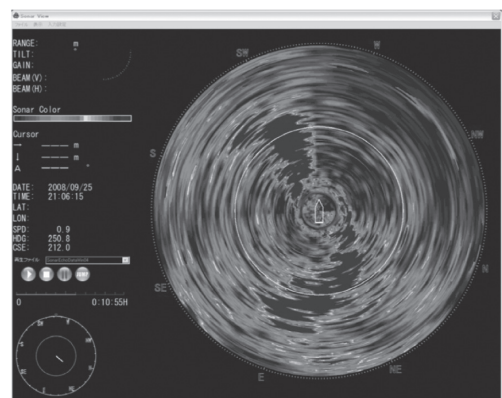


図12 PC上で再生した映像例

Fig. 12 Example of data replaying on computer screen

5. 特長・仕様

本装置の特長は以下の通りである。

- (1) ソナーの受信機出力の映像信号とタイミング信号をそのまま記録できる。
- (2) スキャンした信号を収録するため、全方位のデータを1chで記録できる。
- (3) 表示機から送受信機を制御する信号および送受信機の状態を表わす信号も同時に記録できる。
- (4) 位置情報や漁労機器の状態等の外部のデジタル情報もそのまま同時に記録することができるため、映像情報にこれらの情報を関連付けて保存することが可能である。本装置の仕様を表1に示す。

表1 データ収録装置仕様
Table 1 Specification of the Data Recorder

項目	仕様
サンプリング周波数	1MHz
映像分解能	16bit
収録データ	ソナー映像（アナログ電圧） 0方位信号（パルス） 送信タイミング（パルス） 制御データ（シリアル通信） 位置情報（NMEAシリアル通信） 漁労機器情報（1bitデジタル）

6. あとがき

本稿では、今回開発したソナーの受信信号の収録装置について述べた。本装置はアナログ信号とタイミング信号および各種センサ等からのシリアル通信入力信号の記録が可能であるため、ソフトウェアを変更することにより、ソナーに限らず、魚群探知機、サーチライトソナー等のデータ収録にも対応することができる。

また、本装置は、収録したデータから魚群の行動を解析する研究にも使用されている¹⁾。

参考文献

- 1) 津田，ほか：“イカ釣り操業船下・船周におけるスルメイカ群の行動特性”，平成23年度日本水産学会秋季大会要旨集，（2011年9月），p.4

用 語 一 覧

A/D: Analog to Digital（アナログデジタル）
D/A: Digital to Analog（デジタルアナログ）
GPS: Global Positioning System（全地球測位システム）
NMEA: National Marine Electronics Association（米国海洋電子機器協会）
PC: Personal Computer（パーソナルコンピュータ）
PCI: Peripheral Component Interconnect（PCのインターフェースの一種）
PPI: Plan Position Indication（表示の一方式）
SONAR: Sound Navigation and Ranging（ソナー）