

弓削丸における航海情報の取得と 操船シミュレータ間通信

田房 友典*・高岡 俊輔**・服部 和典***

Acquisition Method of Sailing Information from Training Ship Yuge-Marun and Communication Between the Ship Maneuvering Simulator

Tomonori Tabusa*, Shunsuke Takaoka** and Kazunori Hattori***

Abstract

This paper describes acquisition method of sailing information from training ship Yuge-Marun online by cellular phone. The Communication enables monitoring the sailing conditions on the navigation simulator. Yuge-Marun LAN is set up programmable controller interface and can communicate by a socket. Ship maneuvering simulator has UHI interface and can communicate by AD/DA conversion. We clarify it about these connection methods.

1. はじめに

弓削商船高等専門学校（本校）の弓削丸は、平成6年に船内LANを有する練習船として建造された。建造当時、船内LANを設置した船は珍しく、船内LANを活用した船舶の管理や応用などが期待^{[1][2]}された。船内LANの構築によって船内はネットワークによって接続され、それぞれの場所でデータを共有できるようになった。また、船舶に関連した研究だけでなく、弓削丸を利用した制御系や情報系の研究^{[3][4]}も行われるようになった。船内LANによって航海情報や機関データを柔軟に取得できるようになったが、陸上と船舶の間は、依然オフラインでの通信であった。

衛星や通信技術の発達に伴い、陸上では高速な通信速度をもつブロードバンドが日常的に利用させているが、陸上と海上もしくは海上と海上との通信の現状は、必要最小限に抑えられており、未だ高額かつ低速度である。このため、観測された情報のほとんどは船舶の帰港後に収集するのが一般的である。近年、海洋ブロードバンドに関する研究^[5]が進められている。実験的に陸上と船内とのカメラ映像によるミーティングや航海や機関情報のモニタリングが行われているが、通信費用やブロードバンド用アンテナの設置などの面から、一般の商船への普及の

見通しは明るくない。大手船用機関メーカは、ネットワークを利用してエンジンと発電機を遠隔監視するサービスを始め、洋上での必要なメンテナンスを24時間対応している。本サービスにおいて、機関の排気や燃料の温度などの陸上へデータ伝送は、未だ電子メールで行っている。

海洋ブロードバンドを利用したサービスとして、船舶機関メーカ、造船、商船および衛星通信事業者とが共同で、船舶運航支援サービスの実証実験を現在、進行している。航海や機関データの遠隔監視は、船主だけでなく商船、造船および船用機関メーカなどにおいて重要な役割を果たす。現状は、陸上と海上を結ぶネットワークサービスのインフラが安価に構築されていないため、遠隔監視の実用化は難しい。

弓削丸の船内LANには、機関と航海データを収集するデータロガーや外部との接続インターフェースであるプログラマブルコントローラが設置されている。また、操船シミュレータには航海情報を入出力が可能なUHIインターフェースが用意されている。本論文では、陸上と海上を結ぶネットワークインフラの構築を仮定して、弓削丸と操船シミュレータの各インターフェースへの接続の方法について述べる。

2. 弓削丸と操船シミュレータとの相互接続

弓削丸と操船シミュレータとの相互接続は、e操船支援システムの取り組みでもある。e操船支援システムとは、陸上の操船シミュレータと海上の練習船を通信回線（FOMA）で結び、陸上の操船シミュレータで練習船の航海情報を取得し、航海状況をモニタリングする。陸上から船舶の航海状況をモニタリングできれば、緊急事態時の非難措置、操船シミュレータで練習船の操作が可能となり、教育に活用することもできる。図1にe操船支援システムの概要図を示す。

弓削丸情報を取得するには、弓削丸の船内LANには航海情報の収集と船内の機器への命令が可能なPLCサーバ「シーケンサ」と通信する。パケット通信によりシーケンサへ命令を送信することで弓削丸の航海情報を取得することができる。操船シミュレータは、電圧負荷と電圧計測によってシミュレータの情報の入力と出力の制御が可能なUHI（Universal Hardware Interface）と呼ばれるインターフェースが備えられている。PCとUHIインターフェースを接続するにはAD/DA変換PCIを介し、シミュレータの情報を取得できる。2つのインターフェースに携帯電話を使用して相互接続を試みる。

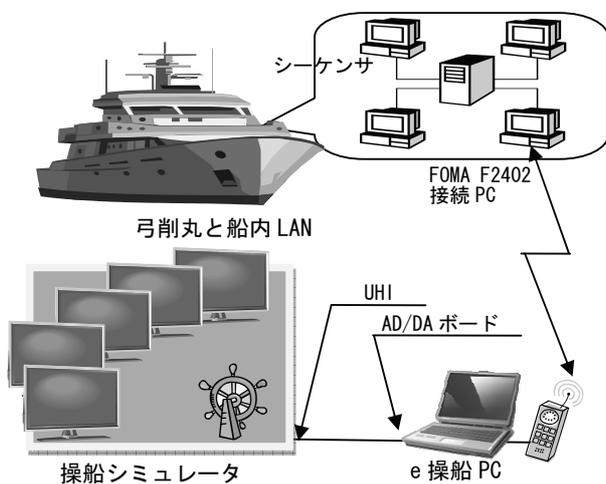


図1 e操船支援システム構築概要

3. 操船シミュレータ間通信

陸上側の操船シミュレータはNMEA（National Marine Electronics Association）とUHI（Universal Hardware Interface）の2つのインターフェースを持っている。NMEAはアスキーコードで書かれたセンテンスをシリアル通信によって転送する方式で、操船シミュレータは外部インターフェースに対して出

力しかできない。一方、UHIは操船情報を双方向に入出力が可能である。UHIを利用したデータ通信を行うためには、接続用ハードウェア、信号の変換ドライバEDM（Exchange Data Module）、航海情報の割当て（コンフィギュレーション）と入出力設定（キャリブレーション）が必要である。

3. 1 UHIインターフェース

操船シミュレータでUHIインターフェースを使用したデータのやり取りを行うには図2のような接続用ハードウェアの環境が必要である。UHIインターフェースは、電源ユニット、電圧分配ユニット、Input-Unit、Output-Unitから構成される。シミュレータへはCAN-USBよりCAN信号として信号変換され、入出力を行う。図2の右上が電源ユニットと分配ユニット、右下はAD/DA変換用の接続端子台である。

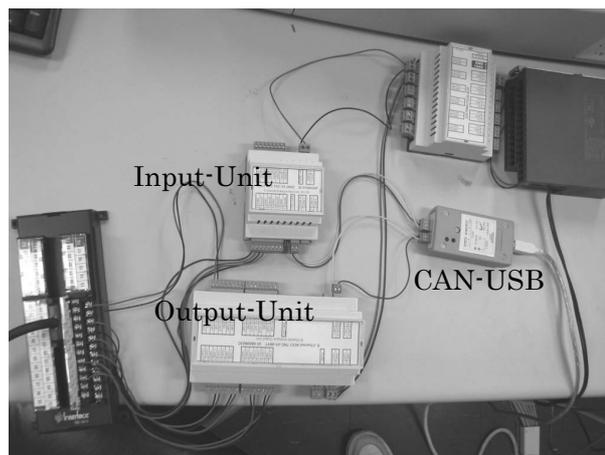


図2 UHIインターフェース

3. 2 コンフィギュレーション

UHIインターフェースに航海情報の割り当てを行うにはVBSファイルを設定する。VBSファイルは図3に示すように最初にUnit_nameとUnit_noを記述し、その後、各ポートに割り当てる航海情報を設定する。

各設定パラメータについて説明する。Unit_nameは、表1に示すように4種類のUnit名を設定する。Unit_noは、各ユニットに固有につけられた番号であり、EDMドライバに付属しているソフトウェア（ExchgDMTest）によって調べる。UHIインターフェースを接続してExchgDMTestを起動し、ソフトウェアの「Open Port」ボタンをクリックすると、その下のテキストウィンドにUnit_nameとUnit_noが表示される。表示されたUnit_nameに対応したUnit_noをVBSファイルに記入する。

次に各ポートに割り当てるパラメータを設定する。Port_noには1～8のポート番号を設定し、表2に示すParameterを割り当てる。複数のポートを設定するには、Port_noからParameterまでの3行を追記し、各値を設定すればよい。

```
set unitn = root.Create ("Unit_name")

set unit = unitn.Create ("Unit#Unit_no ")

set assign = unit.Create ("Port#Port_no")
set tmp = assign.Create ("Bind")
tmp.Add "Control", "Parameter"

set assign = unit.Create ("Port# Port_no")
set tmp = assign.Create ("Bind")
tmp.Add "Control", "Parameter"
```

図3 VBSファイル

共通項目について説明する。unit_ser_numは、ユニットのシリアル番号を示し、ユニットの正面に記載させている番号である。channel_numはポート番号と同様で0～8の番号を割り当てることができる。ここで、X1とX2は、操船シミュレータが出力する値の最小値と最大値を示し、Y1とY2は操船シミュレータ内部で取り扱う数値の最小値と最大値である。X1とX2は表2のパラメーター一覧表、Y1とY2はEDMドライバに付属しているExchgDMTestの値から参照する。

操船シミュレータからの出力DACの場合、終端に出力する値Z0,Z1の設定が必要である。各出力値は、表3に示すように定められている。

```
ADC (unit_ser_num,channel_num) (X1,Y1) (X2,Y2) ...
DAC(unit_ser_num,channel_num) (X1,Y1) (X2,Y2) ... [Z0,Z1]
```

図4 clbファイルの設定内容

表1 Unit_nameの設定

Unit 名	意味
Analog Input	AnalogデバイスのInputユニット
Analog Output	AnalogデバイスのOutputユニット
Digital Input	DigitalデバイスのInputユニット
Digital Output	DigitalデバイスのOutputユニット

表3 出力値一覧表

[Z0,Z1]	意味
[6,0]	0…1 mA
[13,13]	-1…+1 mA
[64,0]	0…+5 V / 0…10 mA
[128,128]	-5…+5 V / -10…10 mA
[255,255]	-10…+10 V / -20…20

3. 2 キャリブレーション

操船シミュレータとのデータの入出力は、AD/DA変換によって行われる。しかし、各パラメータの最大値、最小値はそれぞれ異なっているため、コンフィグレーションで割り当てたポート毎にそれぞれ設定が必要である。

キャリブレーションは、図4に示すclbファイルによって設定する。clbファイルは操船シミュレータからデータを出力するとき、アナログからデジタル信号に変換するADCと操船シミュレータにデータを入力するとき、デジタルからアナログ信号に変換するDACの2種類の設定がある。まず、ADCとDACの

4. 弓削丸間通信

4. 1 弓削丸の船内LAN

本校練習船「弓削丸」には船内LANシステムが構築されている。このシステムは船内における情報の共有、乗組員の船内作業の軽減化と迅速化及び、船舶と陸上との情報交換の促進を目的としている。また弓削丸の船内LANには図5のように弓削丸の航海・機関情報の収集や、各機関へ出力可能なプログラマブルコントローラが操舵室と機関制御室の2つに配置されている。この収集された情報を携帯電話

表2 主なParameter一覧表

NN	Parameter	Value	Range	Direction
3	nciEngLeftOrderHnd		-10 to 10	DUAL
68	nciStrRudderOrderHnd	-45(-35) to 45(35) rudder order		DUAL
73	nciStrGyroHeading	10 * degrees		OUTPUT
284	nciWindDirection	degrees*10, 0.3599		OUTPUT
285	nciWindSpeed	m/s*100		OUTPUT

接続とソケット通信により陸上へ送信することでシミュレータに弓削丸の状況が再現でき、逆に陸上のシミュレータからプログラマブルコントローラへ命令することにより弓削丸の操作も可能である。本章では弓削丸の情報を取得する命令の書式について説明する。

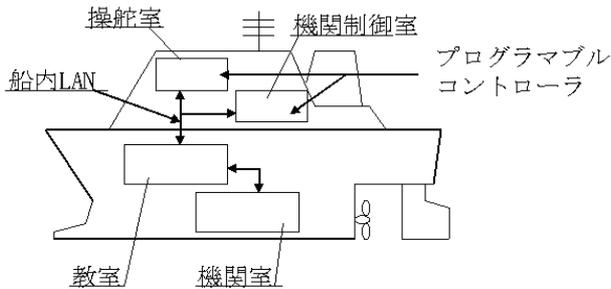


図5 弓削丸LAN系統図

4. 2 船内LANへの命令送信

弓削丸LANとの通信は、携帯電話によって通信された状態でIPアドレスとポート番号によりソケット通信を行い接続する。この状態でシーケンサに対してデータの取得や書き込みを行うRead/Write命令を発行し、その応答結果を受信することでデータの相互通信を行う。

まず、Read命令発行は、図6に示すように命令形式アドレス、データ数nから3ワードで構成されている。命令形式は、表4に示すReadとWrite命令の2種類ある。アドレスは表6に示す計測点一覧表から参照する。Read命令の場合、データ数nはアドレスから連続して読み込むときに2以上の数を指定する。Write命令の場合は、アドレスに書き込むデータを指定する。

次に応答結果は、先頭に表5に示す応答結果が表示され、次に表6に示すステータスが表示される。Read命令を受信した場合、データ数nに対応したアドレス分をステータスの後に表示する。ここで、1ワードは2バイトを示している。

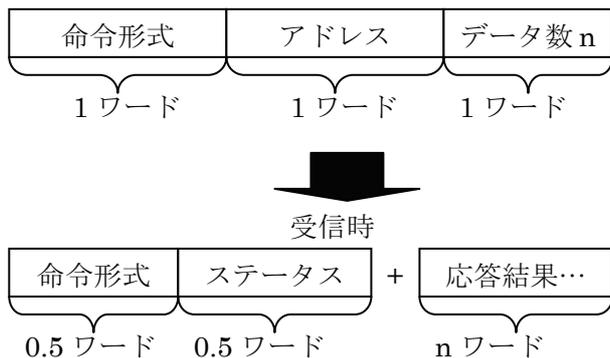


図6 命令発行と応答形式

表4 命令形式

10進	16進	ワード数	意味
97	0x61	1	Read
98	0x62	1	Write

表5 応答結果

10進	16進	ワード数	意味
225	E1	0.5	Read
226	E2	0.5	Write

表6 ステータス

10進	16進	ワード数	意味
0	0x00	0.5	正常
80	0x50	0.5	未定義
81	0x51	0.5	バッドヘッダ
82	0x52	0.5	バッドワード

4. 3 命令の応答結果

Read命令の発行を行うと、データ数nに対応した応答結果が表示される。

例として、計測点番号0100の舵角（アドレス4）の応答結果が68，3と表示された時の変換方法について説明する。応答結果は、アドレス4より1ワードのデータを取得したもので、各1バイトずつBCDコードで記述されている。2バイトのBCDコードは、先頭から下位バイト、上位バイトの順に表示される。各バイトを4ビットずつ区切り、10進数に変換する。変換した10進数は、図7のように0388となり、表7の小数点より下位1桁が小数点桁、最小値と最大値より-35から+35の範囲が0から70の範囲にシフトされている。つまり、応答結果の0388は舵角3.8度に変換される。

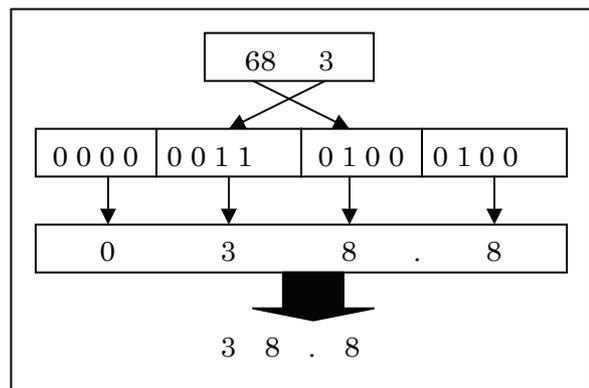


図7 応答結果の変換方法

表7 主な計測点一覧表

計測点番号	計測点名称	単位	型	最小値	最大値	アドレス	ワード数	小数点
0000	書き込みフラグ	—	2	0	32	3072	1	1
0100	舵角 (Read)	°	8	-35	35	4	1	1
0101	舵角 (Write)	°	8	-35	35	3077	1	1
0102	CPP翼角 (Read)	°	8	-25	25	5	1	1
0103	CPP翼角 (Write)	°	8	-25	25	3078	1	1
0110	船首方位 (針路)	°	8	0	360	8	1	1
0120	船速	Kt	8	-4	20	15	1	1
0130	緯度 (GPS)	Deg.Min	8	-90	90	118	2	5
0131	経度 (GPS)	Deg.Min	8	-180	180	120	2	5
0134	緯度 (DGPS)	Deg.Min	8	-90	90	126	3	8
0135	経度 (DGPS)	Deg.Min	8	-180	180	129	3	8
0303	相対風向	°	2	0	360	235	1	1
0304	相対風速	M/s	8	0	60	236	1	1

5. 弓削丸とシミュレータの接続実験

弓削丸との通信実験を行う。測定は弓削丸に対してRead命令を発行し、その応答を受信するまでを7回計測し平均化した。測定方法は携帯電話を使用したものと船内LANに接続したPCにこのソフトをインストールし、直接LAN接続で行った。表8は通信実験の応答結果である。

表8 応答結果

	LAN接続	携帯電話接続
READ	1.37 sec	6.45 sec
WRITE	5.04 sec	11.48 sec

6. おわりに

本論文では、弓削丸LANと操船シミュレータに装備されているインターフェースの接続方法を明らかにし、実験により弓削丸と陸上間の通信が確立した。相互通信が可能となったことで弓削丸の状況をシミュレータで再現が実現可能となった。また理論上では操船シミュレータから弓削丸の操作も可能となった。現状では、携帯通信によって弓削丸に指令を出すには約5秒の遅延が発生する。今後の課題として、携帯通信に5秒必要であることは、データ量と通信時間の関係が一致しない。何らかの通信障害が考えられるため、これを明らかにする必要がある。今後の予定として弓削丸の状況をシミュレータで再現し、その再現性の検証を行う必要がある。また、取得した航海情報をWeb上で公開し、その情報を5商船で共有することも有用である。これにより弓削丸

の航路を他商船でも体験でき、他の海域における航海実習の再現が可能となる。

参考文献

- [1] 松下邦幸, 松永直也, 杉本徳宏他: 弓削丸Ⅲ世の概要とその機関部関係エレクトロニクスシステム, 弓削商船高等専門学校紀要 (第17号), 平成7年2月
- [2] 須佐美智嗣, 益崎真治, 松下邦幸, 田原正信, 練習船弓削丸のLANシステムについて, 弓削商船高等専門学校紀要 (第17号), 平成7年2月
- [3] 松下邦幸, 弓削丸機関長日誌自動作成プログラムの開発, Vol.18, pp.31-35
- [4] 益崎 真治, LAN システムによる弓削丸のオートパイロット, Vol.18, pp.57-61
- [5] 鈴木雅人, 大津皓平, 浦康彦, 海洋ブロードバンドにおける新たな衛星通信アンテナの開発, 社団法人日本航海学会, No.163, pp.48-51, 2005.