ヘッドマウントディスプレイを用いた 航海支援に関する基礎研究

北澤 文香¹・軸丸 祐策²・古谷 雅理³・庄司 るり³

Basic Research on Navigation Support by Using the Head Mounted Display

Fumika KITAZAWA, Yusaku JIKUMARU, Tadasuke FURUYA
and Ruri SHOJI

Abstract

It is one the most important things that vessels arrive at the destination safely. Therefore, navigators keep a sharp lookout for safety of navigation. By the lookout, navigators obtain the state of the surrounding and maneuver for avoiding vessels at a proper timing. Navigation support device needs to be without limited action and area using. The transmission type optical head mounted display was used for developing navigation support device by authors. The device of display screen needs to enhance high visibility and to provide information without user's burden. When there is much information for the size of the screen, the user's burden becomes bigger. Thus, this device classified information under three modes and displayed. To improve visibility of screen, we select colors from precedent monographs for screen of head mounted display. In experiment on board, we checked display visibility and confirmed calculated values.

Keywords : *information processing, navigation support, head mounted display(HMD), lookout, AIS*

キーワード: 情報処理、航海支援、ヘッドマウントディスプレイ(HMD)、見張り、AIS

1. はじめに

安全運航において見張りが重要であることは、西村ら⁽¹⁾⁽²⁾の避航操船における見張り特性に関する研究や、古荘⁽³⁾の船舶の視認と見張りに関する一考察、児玉ら⁽⁴⁾の海難事故を例として船舶運航における視覚情報の重要性において述べられている。見張りを支援するための装置の開発を行った代表的な先行研究としては、疋田ら⁽⁵⁾のレーダ画面を船橋前方に重ね合わせる目視認識支援装置がある。

現在、外航船では航海士と操舵手の2人体制で見張りを行っている。しかし、内航船や1人での当直を行う場合に、航海士は、安全運航に必要な情報を

得るために船橋内を移動しなければならない。また、また、移動する際に、一時的に見張りから離れることになる。一方、陸上においては、スマートフォンの普及に伴い端末1つで様々な情報を瞬時に得るのが日常的になっている。

著者等は、ウェアラブル端末の1つであるヘッドマウントディスプレイ(Head Mounted Display)を用いることで、見張りの妨げになることなく情報を提供することができるのではないかと考えた。本研究において、航海支援端末に求めることは2つある。1つ目は、場所を限定することなく使用できることである。2つ目は、動作や作業の妨げにならないことで

¹ 学生会員 東京海洋大学大学院 (〒135-8533 東京都江東区越中島 2-1-6)

² 非会員 東京海洋大学 (〒135-8533 東京都江東区越中島 2-1-6)

³ 正会員 東京海洋大学 (〒135-8533 東京都江東区越中島 2-1-6)

ある。2つの求めることに加えて、海上で使用了結果を考慮し改良する必要があると考える。陸上と違なり、電子機器を海上で使用する場合には、海面反射による視認性の低下や、船橋外で使用する場合は潮風による劣化などへの対策や考慮が必要となるためである。

そのため、本研究では、航海支援端末への情報の送受信と表示情報の確認および画面の視認性に関する実験を東京海洋大学の練習船汐路丸で実験を実施した。但し、劣化等についての検討は行わない。

2. 使用した端末

2.1 ヘッドマウントディスプレイ

ヘッドマウントディスプレイとは、頭部に装着するディスプレイ装置のことである。以後単にHMDと記す。ウェアラブルコンピュータの1つで、スマートグラスとも呼ばれている。現在、各メーカーによって製品の名称は異なるが、周囲が見える光学透過型と周囲が見えない非透過型の2つがある。光学透過型は、眼鏡と似た形状を持ち、現実空間に映したい情報を重畳表示することができる。非透過型は、頭部全体を覆うため視界が完全に遮断されるが、表示画面に集中しやすいため、仮想空間への没入感を得やすい。さらに、光学透過型は、両眼式と単眼式の2つがある。両眼式は、左右両方の目で1つの画面を見る装置である。現在販売されているHMDの中で最も眼鏡に近い形状をしている。単眼式は、左右どちらか一方の目で画面を見る装置である。

本研究では、支援装置を作成するにあたり、光学透過型の両眼式HMDを採用した。HMDに求める機能は、3つある。1つ目は、周囲の状況の把握に支障が

出にくいことである。これは装着者の見張りを妨げる可能性を低くするためである。2つ目は、他の機器と一緒に使うことができることである。併用することができれば、他の作業を継続して行うことができる。3つ目は、装着した際に安定性があることである。眼鏡を装着したままでも使用できるとよいと考えた。3つを満たす現時点で最適と考えるHMDとしてEPSONのMOVERIO(モベリオ)を使用することにした。今後、HMDの進化に合わせて使用する製品は、変更していくことを考えている。

2.2 製品概要

本研究で使用したHMDは、光学透過型両眼式のHMDである。Fig.1に製品の写真を示す。右の小型端末(Small device)がHMD本体(Glass)と接続されており、画面表示を切り替えるリモコンのような機能を持っている。この小型端末には画面表示機能はないがAndroid OS(Operating System)が搭載されている。装着者は、画面から視線を動かすことなく小型端末を操作することができる。仕様をTable 1に示す。

Fig. 1 The main body of MOVERIO (BT-200V)

Table 1 The main specification of HMD

Liquid crystal panel size	0.42wide panel (16 : 9)
Liquid crystalline panel prime number	960×540 (QHD)
Field of view	About 23 degrees
Screen size – Projected distance	80inch at 5m – 320 inch at 20m
Color reproduction	24bit color (16.77million colors)
Platform	AndroidTM4.0 (RAM : 1GB, Internal memory : 8GB)
Power source	Battery : lithium polymer battery
Driving time	About 6hours (When user plays a movie file consecutively)
Dimensions (W×D×H),Weight	Headset : 185mm×170mm×32mm,88g
	Controller : 55mm×120mm×19mm,124g
Sensors	GPS, Compass, Accelerometer, Gyroscope

2.3 作業効率

2.3.1 AR と HMD

本研究で使用した HMD とほぼ同性能の HMD を使用し、AR による情報提供が作業効率に与える影響を遠山ら⁽⁶⁾が調べた実験がある。AR とは、Augmented Reality の略称で、現実世界の光景に計算機内で生成した情報を重畳描画する拡張現実感のことであり、直感的に情報を取得できる特徴がある。以後単に AR と記す。

2.3.2 作業効率に関する実験

遠山ら⁽⁶⁾は世代間の格差がないよう、被験者を 14 歳から 88 歳までの 143 名とし、紙媒体と HMD 使用時の探索時間と正答率、疲労度の比較で作業効率を測った。疲労度については、心理的応答評価の一種である 0～100 の値で示される VAS(Visual Analog Scale)で評価している。

Fig. 2(a)は経路ガイド、Fig. 2(b)は数表である。具体的な実験内容としては、Fig. 2(a)で示された経路を丸から四角へと矢印を辿り、Fig. 2(b)上での四角の位置にある数字を答えるものである。

Fig. 2(a) Route guide

0	30	74	97	87	83	92	1	39
81	54	61	85	66	95	15	24	44
64	77	79	73	88	18	53	29	3
60	71	35	46	5	99	75	12	96
19	89	40	63	94	17	98	4	90
34	58	26	57	8	48	82	45	76
78	21	20	68	16	55	67	9	23
14	36	7	38	32	11	86	69	51
22	80	84	59	25	42	13	27	49

Fig. 2(b) Numerical table

2.3.3 作業効率に関する結果

2.3.2 項の実験において、HMD を使用した場合の所要時間は、平均 10.9 秒となり、紙媒体では平均 30.6 秒であった。短時間の実験ではあるが、探索時間、正答率、疲労度のどれも HMD を使用した方がよい結果となった。特に、遠山ら⁽⁶⁾は、視線を動かすことなく探索できることによって作業が容易になったと述べている。これらの結果から、HMD は見張りを援助する情報提供端末として優れているのではないかと考える。

3. 表示する情報の検討

3.1 使用したデータ

本研究では、東京海洋大学練習船汐路丸の船橋に設置しているモニタリング装置を経由し、収集している汐路丸の航海データ、機関データと汐路丸の船内で収集している AIS(Automatic Identification System)データを使用した。収集されたデータより、針路、船速、風速、GPS(Global Positioning System)による緯度経度など表示に必要な情報を取得することにした。Fig. 3 にデータ取得のためのシステムの構成を示す。汐路丸の船内では、各装置からのデータを船内 LAN(Local Area Network)経由で収集し、Linux サーバにおいて受信、加工し、無線 LAN を利用し、HMD へ送信している。

Fig. 3 Onboard data gathering system

次ページの Fig. 4 にデータ表示までの HMD 内での処理を示す。Linux サーバで受信し UDP (User Datagram Protocol)データを、HMD に UDP 送信する。新規開発した HMD 内の Android アプリケーションが、UDP データ受信処理、データ表示計算処理をし、Glass に表示している。Linux サーバ内でデータの UDP 送受信をしているが、ほぼ遅延なく Glass まで送られている。これは、汐路丸に搭載されているレーダ画面と HMD の Glass 画面を比較したが遅延

は感じられなかったため Glass 内での処理もほぼ遅延がないと推測されるためである。

Fig. 3 と Fig. 4 に示した処理により、サーバ上のデータに対し、約 1 秒以内にリアルタイムに HMD へ情報を配信することを可能にした。

Fig. 4 Data display system

3.2 HMD の表示画面

3.2.1 HMD の表示画面と装着者の視野

HMD で表示できる画面は使用者の視野を大きく損なわない大きさになっている。Fig. 5 に表示画面の例を示す。Fig. 5 は、装着した際の見え方を西川⁽⁷⁾が作成した図である。本来であれば HMD の端末上に表示されている画面を直接図として表示したいが、HMD 端末の特性上難しい。そのため、Fig. 5 以降は、HMD と同じ Android アプリケーションを用いてパソコン上で表示させた画面を「HMD の表示画面」として扱うこととする。

Fig. 5 では、周囲の画像に対して画面の画像が大きいいため、装着者の視野を HMD が狭める印象を受ける。しかし、実際は、装着者の視野の 11% に表示されている。

Fig. 5 Display of HMD⁽⁷⁾

3.2.2 HMD の表示画面の見え方

本研究で使用する HMD は、装着者の視野内において、20m 先では 320 型の画面の大きさに相当して見ることができる。Fig. 6 は、装着者からの距離と画面の見える大きさを示した図である。遠くを見ることで、近くでは見えにくい文字も端末を操作することなく拡大して読み取ることができる。

Fig. 6 Relation between the distance from a wearing person and the display size⁽⁸⁾

また、周囲と画面が同化してしまい見えにくい場合には、一時的に手をかざすことや、視線を周囲の壁などの遮光物にずらすことで、画面を視認することが可能となっている。

3.3 操船者の避航行動

操船者は、安全に目的地へと向かうため、常に見張りを行っている。竹本ら⁽⁹⁾は、操船者が避航すべき船舶を発見し、避航するにいたる行動を次のような一連の情報処理系統に基づいて行動していると捉えている。最初に他船の認識をし、次に見合い関係の識別を行い、さらに衝突の危険の有無を判断し、最後に適切な避航法の選択を行う。本研究では、この 4 つの段階のうち、他船の認識と衝突の危険の有無の判断することを支援することとする。

3.4 他船の認識

本研究では、AIS データを用いて他船の情報を得ることにした。AIS データは、航行中の船舶であれば、2～10 秒で情報が更新される。AIS データの受信範囲は、アンテナ設置場所や天候状況の影響により常に一定ではないが、見通し範囲内で約 20NM 程度の広範囲をカバーしている。

本研究では、広範囲の危険な見合い関係を割り出すことなく、海上衝突予防法における互いの視野の内にある船舶同士の避航操船を支援したいと考

えた。しかし、互いの視野の内にある船舶の具体的な距離は法律上定義されていない。そのため、海上衝突予防法に定義されている灯火の視認距離を用いることにした。50m 以上の船舶のマスト灯の視認距離は 6NM であることから、より安全な操船を目指し、汐路丸で収集された AIS データの中で自船から 6NM 以内の船舶を対象とした。

3.5 衝突の危険の有無の判断の支援

竹本ら⁽⁹⁾の研究によると、操船者は衝突の危険の有無を判断するのにジャイロコンパスによる方位計測と方位の変化、レーダ ARPA(Automatic Radar Plotting Aids)、AIS の捕捉機能を使っていると述べている。

本研究では、衝突の危険の有無の判断を支援する情報として、レーダ ARPA から得る DCPA(Distance to Closest Point Approach)と TCPA(Time to Closest Point Approach)が重要であると考えた。AIS データから DCPA と TCPA 計算し、端末に表示させるため、今津⁽¹⁰⁾の式 (1)～(6)を用いることにした。

$$\Delta X = V_T \sin C_T - V_O \cos C_O \quad (1)$$

$$\Delta Y = V_T \cos C_T - V_O \cos C_O \quad (2)$$

$$V_R = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \quad (3)$$

$$C_R = \tan^{-1} \Delta X / \Delta Y \quad (4)$$

$$DCPA = d |\sin(C_R - A_Z + 180)| \quad (5)$$

$$TCPA = d \cos(C_R - A_Z + 180) / V_R \quad (6)$$

V_T : 相手船の速力(knot)、 V_O : 自船の速力(knot)、 C_T : 相手船の針路(degree)、 C_O : 自船の針路(degree)、 A_Z : 相手船の真方位(degree)、 d : 相手船と自船の距離(NM)

4. 表示画面の作成

4.1 表示画面の検討

HMD の表示画面を設計するにあたり、ビューマネジメントの問題を考慮する必要がある。ビューマネジメントとは、表示する情報などを含めた見え方を管理することを指す。具体的な問題としては、現実世界に画面を重畳表示することから、画面が見づらい、表示される情報が多すぎて装着者に負担がかかることがあげられる。画面が見づらくなることを考慮し、表示する文字や図の配色の検討を行った。文字や図の配色に関しては 4.2 節で述べる。情報の表示方法の検討については 4.3 節で述べる。

4.2 表示画面の配色

本研究では操船者は HMD を装着したまま見張りをを行うことを目的としているため、海面上に疑似的に映る数字や文字を読む必要がある。しかし、海上は海面反射や気象海象の影響を受けやすいため、陸上と比較しても物標を視認しにくい。海上より HMD の画面表示の視認性が高いと考えられる陸上でも背景色と表示情報の色が近くなってしまうことによる視認性の低下の問題がある。視認性や画面表示による支援に関する 3 つの先行研究を参考に有効と推測される色を選別することにした。

1 つ目は、背景色と反対の色を用いてコントラストを強めて視認性を高める研究を富士原ら⁽¹¹⁾が行っている。本研究では、HMD の画面の背景となる色は、青や濃紺と快晴時の海面からの照り返しである。本研究では、照り返しは黄とした。色相環チャートを用いた場合の反対色は、赤、橙、黄、黄緑、紫であった。

2 つ目は、海上における安全色を用いたブイ(海上浮標)の視認性について河本ら⁽¹²⁾が調査した結果がある。この視認性の調査で視認率の高かった色は、黄、黄赤、赤であった。

3 つ目は、Head Up Display を用いて見張りを支援する装置の開発と評価を行った研究である。この足田ら⁽⁵⁾の支援装置では、目視している船影上に対象船のレーダエコーおよびレーダから得られる情報を重畳表示するものである。この装置の文字表示には、蛍光緑が使用されていた。

これら 3 つの研究を参考に、できる限り海上において視認することが容易な配色を見つけるため、背景色と文字の同じ組み合わせを作らずに画面を作成した。

4.3 情報の表示方法

4.1 節で述べたが、情報を多く 1 つの画面にまとめて表示してしまうと、情報量過多になり、装着者の負担が増してしまう。そのため、本研究では、サーバで収集した情報を 3 つのモードに分けて表示することにした。3 つのモードのどれを選択するかを選ぶモード選択画面を次ページの Fig. 7 に示す。

1 つ目は、見張りモード(Look out)である。このモードでは、他船の認識を補助するための情報を提供することを目的としている。

2 つ目は、危険ランキングモード(Degree of risk)である。このモードでは、衝突の危険の有無の判断

を補助することを目的としている。

3つ目は、気象モード(Weather)である。このモードでは、自船で計測された相対と真の風向、風速を場所を選ばずに提供することを目的としている。

Fig. 7 Display for selection menu

4.4 作成した表示画面

4.4.1 見張りモード (Look out)

見張りモードでは、操船者が船首方向の延長上にいることを仮定し、船首方向をHMDの画面の中央に固定した。この表示形式は、レーダのCourse upの表示状態と同じである。Fig. 8に2016年5月17日館山湾に停泊中の見張りモードの画面を示す。停泊中のため、周囲の船舶数は多くない。

船首方向は、Fig. 8中の左上に数字で表示される他、円の中心線も追従している。3.4節で述べた理由から他船の認識を6NM以内の船舶としたため、中心の円の半径は6NMである。自船の周囲にいる他船は、船名、速力、自船からの距離の順で数値を表示している。自船から相手船の距離が3NM未満の場合には赤で、3NM以上6NM以下の場合には紫で数値を表示している。Fig. 8中の赤の船舶(SANYOMARU)は、距離は0.9NMと近いが、船速が0に近いことから、自船と同じく停泊中であることが分かる。

Fig. 8 Display for look out

4.4.2 危険ランキングモード(Degree of risk)

危険ランキングモードでは DCPA の値の小さい順にランキング形式で船名と TCPA と共に表示している。Fig. 9 に東京海洋大学の先端ナビゲートシステムに蓄積されていた AIS データ (Fig. 8 とは異なる日) から作成した画面を示す。現在は、DCPA の値の小さい順に表示しているが、ユーザーの任意で変更することが可能である。Fig. 9 で表示している数値の単位は、DCPA は NM、TCPA は分である。現在、船名は8文字目まで表示している。これは船名を全て表示しようとする文字の大きさが小さくなってしまい画面の視認性が下がってしまうためである。

	shipname	DCPA	TCPA
1	Meiyo	0.27	14.8
2	Symphony	0.51	2.76
3	Asahi	0.58	5.65
4	Asukamar	1.16	5.94
5	kairyu	1.32	24.9

Fig. 9 Display for degree of risk

4.4.3 気象モード(Weather)

気象モードでは、真風向と真風速を表示する true モードと相対風向と相対風速を表示する relative モードの2つを作成した。

次ページの Fig. 10 に2016年5月17日館山湾に停泊中の relative モードを示す。表示形式は、4.4.1項の見張りモードと同じく、Course upの状態である。船首方向は、右上に数値で表示されている。円の周りを矢印が風向によって動く表示となっている。風速は、右下に m/s の単位付きで表示される。

風向、風速は自船にとって低速時に大きく影響を与える。そのため、精度よく自船の移動速度が計測でき、表示情報を加えることができれば、離着岸時に役立つと考えられる。

Fig. 10 Display for weather (relative)

5. 実海域における実験

5.1 実海域実験の目的

本研究で製作した HMD を周囲に船舶がある状況において使用し、(1) 東京海洋大学練習船汐路丸の船橋で収集しているモニタリングデータを HMD がスムーズに受信し、表示していること、(2) 視認性の高い色の組み合わせの表示画面を提案することを目的とした実海域実験を実施した。

5.2 実験状況

Table 2 に実験時の状況を示す。HMD の情報の受信状態と表示画面の確認実験は、日中に行った。画面の視認性を確認するための実験は、周囲の風景を背景に画面が表示される特性を考慮し、日中と日没後の 2 つの条件で行った。日中の視程 2.4NM は、霧が発生していたためである。

Table 2 Experimental condition

	Daytime	After sunset
Date	March 8, 2016	March 8, 2016
Time	11:00 AM	18:00 PM
Weather	Sunny	Rain
Visibility	2.4NM	3NM
Navigational status	Under way using engine	At anchor
Sea area	Uraga route	Tateyama Bay

5.3 実験方法

5.3.1 HMD の情報の受信と表示情報の確認

汐路丸乗組員に HMD を装着してもらい、情報の受信状態と表示情報の確認を行った。受信状態の確認では、装着者に見える画面の数字に変化があるか、付属の小型端末を用いてモードの切り替えがス

ムーズに行えるかについて実験を行った。

表示情報の確認では、HMD に表示されている数値と著者らが他の航海計器に表示されている数値を読み上げることで実験を行った。

具体的には、レーダおよび ECDIS (Electronic Chart Display and Information System) を用いて、表示情報の船名、速力、距離、DCPA、TCPA の情報が正しいことを確認した。

また、船橋内の風向風速計を用いて、相対風速、相対風向、真風速、真風向の確認を行った。Fig. 11 に受信状態の確認を行った時の様子を示す。

Fig. 11 A scene of the HMD using in the daytime

5.3.2 画面の視認性の実験

4.3 節で述べたように、先行研究を参考に、海上において視認することが容易な配色を見つけるため、背景色と文字色の同じ組み合わせを作らずに画面を作成した。Table 3 に使用した色とその組み合わせを示す。Table 3 中の F-は、蛍光を意味する Fluorescence を省略表記したものである。

Table 3 Display condition before changing colors of background and letters

	Background	Letters
Selection menu	black	white
Look out	white	purple
Degree of risk	white	red
Weather (relative)	black	F-green
Weather (true)	black	F-yellow red

著者らは、Table 2に示した状況下でHMDを装着し、画面に表示される文字や数値の見やすさを視認できた(A)、視認できたが読みにくい(B)、視認できなかった(C)、の3段階で評価を行った。

6. 実験結果

6.1 HMDの情報の受信と表示情報の確認の結果

HMDの情報の受信状態は良好で更新もスムーズだった。また、付属の小型端末を用いてのモードの切り替えもスムーズに行えることが確認できた。Fig. 12に、Fig. 10に示した気象モード(相対)のHMD上での表示画面を撮影した写真を示す。

Fig. 12 Display of HMD(weather mode)

次に、表示情報の確認を行った。船名、速力、距離、DCPA、TCPA、相対風速、相対風向、真風速、真風向すべてにおいてリアルタイムでHMDに情報が表示され、変化していることが確認できた。

6.2 画面の視認性の実験評価結果

著者がHMDを装着し、Table 4に示した画面を用いて評価を行った結果をTable 4に示す。

背景に黒を使用した画面は、日中の実験ではすべて画面が透過してしまい、文字が見え難い結果となった。一方、背景に白を使用した画面は、すべて数字や文字を読むことができた。Table 4に示すように、日中において、背景を白、文字を赤にした組み合わせが最も視認性が高かった。一方で、背景を黒とし、文字を白または蛍光緑とした組み合わせは、視認性が低いことが明らかとなった。日没後の実験では、すべての画面において視認性が高く、文字をはっきりと読み取れることが確認できた。

Table 4 Evaluation results of visibility

	Display condition		Experimental condition	
	Back-ground	Letters	Day-time	After sunset
Selection menu	black	white	C	A
Look out	white	purple	B	A
Degree of risk	white	red	A	A
Weather (relative)	black	F-green	C	A
Weather (true)	black	F-yellow red	B	A

7. 視認性向上のためのシステム改良と再評価

6章の結果から、実験航海中にRGBの数値を調整し、最も日中視認性が高かった色に変更することにした。RGBとは、色の表現法の1つで赤(Red)、緑(Green)、青(Blue)の光の三原色の頭文字をとったものである。4章に示したFig. 7～Fig. 10は変更後の画面である。

Table 5(a)に変更後の背景および文字に使用した色を示す。見張りに関係するモードは背景を白に統一し、気象モードは背景を黒に統一した。また、表示内容によって文字の色は異なる配色にした。

色の配色変更後、視認性の低かった日中のみ再度実験を行った。Table 5(b)に実験時の状況を、Table 5(c)に配色変更後の視認性の評価結果を示す。Table 5(c)に示したように、変更後のすべての画面において視認性が高く、はっきりと読み取ることができた。

Table 5(a) Experimental condition

	Background	Letters
Selection menu	white	black
Look out	white	deep purple
Degree of risk	white	red
Weather (relative)	black	F-pink
Weather (true)	black	F-orange

Table 5(b) Experimental condition

	Daytime
Date	March 10, 2016
Time	11:00 AM
Weather	Sunny
Visibility	5NM
Navigational status	Under way using engine
Sea area	Uraga route

Table 5(c) Evaluation results of visibility

	Display condition		Experimental condition
	Back-ground	Letters	Daytime
Selection menu	white	black	A
Look out	white	deep purple	A
Degree of risk	white	red	A
Weather (relative)	black	F-pink	A
Weather (true)	black	F-orange	A

8. 考察と今後の課題

ここでは、実海域実験の結果から考察を述べる。また、実海域実験で装着していただいた汐路丸乗組員と、実験終了後、現役三等航海士から寄せられた意見および、著者が端末を作成し、海上での実験で得た定性的な評価を述べる。

まず、HMD がワイヤレスで航海支援情報を受信し、装着した操船者にリアルタイムに情報を提供することが可能であった。このことはHMDによる情報提供が、場所を選ばず情報を集約し提供する機能を十分に満たしていると考ええる。また、既存の機器の情報表示のみであればHMDである必要性は小さいが、AISデータの活用については、視界制限状態や双眼鏡による目視では見えない部分の補完として有益であるとの意見を得られた。

現在、HMD の表示画面は、船首方向を画面の中央に固定した Course up の状態である。Look out モードでは、レーダと同じ表示形式であるため、理解し

やすいが、ECIDS と RADAR を併用する場合には、North up の方が理解しやすいとの意見があった。HMD の最大の利点は、外の風景との重畳表示ができることであることから、Course up 表示で、かつ外の風景と情報重畳表示を望むとの意見があった。しかし、自船を中央に置いた現在の表示形式は、錨泊中に周囲の船舶の動静監視に役立てることができるとの評価もあった。

これらの意見から、操船者の動きと追従し、装着者が直感的に情報を得られるような複数の画面の切り替えができる仕様が望ましいと考える。

6.2 節で示したように、想定以上に日中に海面反射の影響が強く、海面が背景となる場合に、文字や図が見えにくかったことから、日中の視認性を上げるための色の調整と実験を行い、現在の表示画面である Fig.7~Fig.10 となった。実験結果で述べたように、日没後の画面の視認性が日中に比べて高いため、HMD の表示画面が灯火と重畳した場合に、灯火が見えにくくなる可能性が考えられる。日中と日没後に配色を切り替えられるようにする必要があると考える。

また、著者が HMD を船内 LAN へ接続する設定を行った際、細かな数字や文字を入力し続けると軽い疲労感を覚えた。この体験から、HMD 装着時には、疲労を感じやすくなる可能性があると考ええる。疲労感の要因としては、HMD は、通常のディスプレイより画面が透過しやすいため、画面に集中しすぎることがあげられる。実用化にむけて疲労を感じにくくなるよう使用方法、使用時間などを検討していきたいと考えている。

9. まとめ

内航船や1人での見張りの場合においても、情報収集を行いながら操舵、または他の作業とも並行して見張りを行うことを目指して、航海支援端末の作成と実海域実験を行った。

端末の表示画面には、複数の配色について調査し、視認性の高い色を採用した。表示画面の大きさを考慮し、情報を1つの画面に集約表示するのではなく3つに分けて表示する形式とした。リアルタイムに取得できる AIS データと汐路丸のモニタリングデータを使用し、操船者が見張りを行いながら危険船を判別できるよう自船から 6NM 以内の船舶を対象として DCPA、TCPA を計算し端末に表示させた。

作成した端末を用いた実海域実験では、リアルタ

イムに情報を提供することができ、AIS データ活用などに有益であるとの意見があった。また、操船者の動きと追従し、装着者が直感的に情報を得られるような複数の画面の切り替えができる仕様が望ましいことが確認できた。

今後は、さらに実務経験者による評価やヒアリングを行い、実用化に向けて改良を進めていく予定である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、実験航海にご協力、ご意見をいただいた東京海洋大学練習船汐路丸の乗組員の皆さまと忌憚ない意見を寄せてくださった井上浩岐氏、佐藤公泰氏に感謝の意を表します。

参考文献

- (1) 西村知久・小林弘明: 避航操船における見張り特性に関する研究-I, 日本航海学会論文集, No. 118, pp. 299-305, 2008. 3.
- (2) 西村知久・小林弘明: 避航操船における見張り特性に関する研究-II, 日本航海学会論文集, No. 120, pp. 81-88, 2009. 3.
- (3) 古莊雅生: 船舶の視認と見張りに関する一考察, 日本航海学会論文集, No. 100, pp. 59-66, 1999. 3.
- (4) 児玉敬一・松下邦幸・多田光男: 船舶運航における視覚情報の重要性和ヒューマンエラー-いくつかの海難事故を例として-, 電子情報通信学会技術研究報告, No. 256, pp. 19-22, 2004. 8.
- (5) 疋田賢次郎・福戸淳司・沼野正義・稲岡孝・中藤雅範: 目視認識支援装置の開発, 日本航海学会論文集, No. 122, pp. 7-13, 2009. 10.
- (6) 遠山貴大・戸谷貴洋・宮尾敏明・小嶋健仁・木下史也・山川達也・木村瞭太・宮尾克: シースルー型ウェアラブルメガネを用いた AR による作業効率向上への効果, 情報処理学会報告, No. 46, pp. 1-4, 2016. 1.
- (7) 株式会社インプレス: 大画面/多画面マニア西川善司レビュー,
<http://www.watch.impress.co.jp/topics/epson1503/>, 2016. 9. 19.
- (8) セイコーエプソン株式会社: MOVERIO 製品情報, BT-200AV/BT-200,
<http://www.epson.jp/products/moverio/bt200/>, 2016. 9. 19.
- (9) 竹本孝弘・岩崎裕行・古莊雅生・阪本義治: 操船者の情報処理システムに基づく避航行動, 日本航海学会論文集, No. 120, pp. 35-43, 2008. 10.
- (10) 今津隼馬: 衝突針路を使った OZT 算出方法, 日本航海学会誌, No. 188, pp. 78-81, 2014. 3.
- (11) 富士原匡隆・新井イスマイル: 光学透過型 HMD を用いた AR ナビにおける背景色に基づくビューマネジメント, 情報処理学会研究報告, No. 11, pp. 1-5, 2012. 3.
- (12) 河本健一郎・坂本和也・広野康平・古莊雅生・洲真輝・藤本昌志・矢野吉治・小淵信幸・加尻慎也・石原嗣生: 海上における安全色の視認性, 日本色彩学会誌, No. 35, pp. 138-139, 2011. 5.