

## 組込みシステムにおける 3次元海洋情報の表現手法に関する研究

A study of the visualization method of three-dimensional marine information  
on the embedded system齊藤友貴哉  
Yukiya Saitoh和田雅昭  
Masaaki Wada

はこだて未来大

Future University-Hakodate

## 1. 背景

本研究の目的は、組込みシステムを用いて小型漁船上で 3次元海洋情報を表示することにより、沿岸漁業の効率化を図ることである。現在、日本の沿岸漁業生産量は減少傾向にあり、沿岸漁業操業の効率化が求められている。沿岸漁業において海水面下の情報は非常に重要な情報であるため、海底地形、水温、底質、潮流などの様々な海洋情報が活用されている。例えば、ナマコのけた網漁では、網を海底に降ろして漁を行うため、海底地形が重要な情報である。また、ホタテの養殖においては、急激な水温の低下により、ホタテが死滅する恐れがあるため、海水面下の水温が重要な情報である。

これら海洋情報は、位置と取得データからなる 3次元海洋情報であり、様々な手法により可視化されている。代表的な 3次元海洋情報の活用例として、GPS と魚群探知機やマルチビーム測深器などの測深器を用いた 3次元海底地形図の作成が挙げられる[1, 2]。従来、作成された 3次元海底地形図は、GIS により地理・位置情報などの関連情報を統合して表示する ArcGIS[3]や等高線・3D 地表マップを作成する Surfer8[4]などのソフトウェアを用いて PC 上に表示していた。しかし、PC を用いた表示手法では、揺れや塩害、スペースなどの条件により、小型漁船上での長期的な運用に適していない。そのため、従来、小型漁船上では紙媒体による表示が行われていた。

近年、半導体技術の発展により、プロッタと呼ばれる電子海図表示機器により電子情報の表示が可能となった。最新の 3次元パノラマプロッタでは、自船の位置情報だけではなく、魚群探知機を用いた測深データをもとにした最新の 3次元海底地形図を等深線図と 3D 画面として表示することができる。しかしながら、最新の 3次元パノラマプロッタは自船だけのデータしか取得できず、3次元海洋情報の収集を CF カードにより手作業で行っている。最新機種種の CPU の内部周波数は 200MHz であり、ネットワークに対応していないため、3次元海洋情報をリアルタイムに更新し、表示することができない。また、3次元パノラマプロッタでは、海底地形図を表示するために開発されているが、水温、底質などの海洋情報も表示することにより、様々な海洋情報を活用することできると考えられる。

そこで、センサネットワークシステムを構築することにより、リアルタイムに膨大なデータ量を管理する。現在、IEEE802.11j 規格の無線 LAN を用いることにより、沿岸漁業操業が行われる 20km の範囲において 5Mbps 相当の通信技術が確立されている[5]。また、現在の 3次元パノラマプロッタに加えて、ネットワークに対応したプロッタを開発することにより、センサネットワークシステム

に組み込むことができ、3次元海洋情報のリアルタイム表示が可能になる。そのため、本研究では、センサネットワークシステムを構築し、ネットワークに対応した 3次元パノラマプロッタにより、小型漁船上での 3次元海洋情報の表示手法について提案する。

## 2. システム全体

本研究では、ネットワークに対応したプロッタにおける表示アプリケーションを開発し、小型漁船上で 3次元海洋情報をリアルタイムに表示していく。想定されるセンサネットワークシステムを図 1 に示す。設置機器としては、小型漁船上には 3次元パノラマプロッタ、無線 LAN、各種センサを設置し、陸上に無線 LAN とデータベースサーバを設置する。

データの流れとしては、まず、センサから無線 LAN を用いてデータベースサーバに海洋情報を蓄積する。例えば、海底地形の場合、魚群探知機からの水深情報を無線 LAN による通信で、陸上のデータベースサーバに蓄積する。また、地質など既に取得されている海洋情報をデータベースサーバに蓄積しておく。

次に、3次元海洋情報を Surfer8 によりグリッド補間し、3次元パノラマプロッタでの表示用データを作成する。このとき、プロッタの仕様からグリッドデータは、3分四方(0.005分グリッド)と 15分四方(0.02分グリッド)を作成する。ここで、本研究では、3次元パノラマプロッタにおけるネットワークに対応した表示手法について提案する。

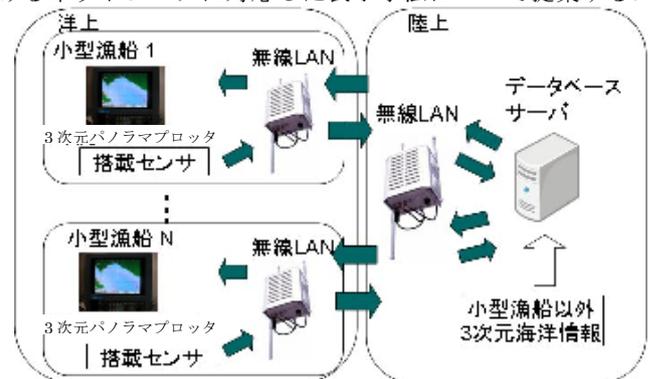


図 1 3次元海洋情報の表示システム全体図

## 3. 3次元海洋情報の表示

表示する内容としては、海洋情報により適切な表示をする必要がある。例えば、海底地形の場合、3次元表示による直感的な表示と、2次元表示による広範囲な表示が必要になる。また、海底底質は海底地形とともに表示することで、より有効に活用することができる。これらの 3

講演番号 0136  
セッション 11 情報通信・ネットワーク

次元海洋情報は時間的な変化が小さく、リアルタイムにプロットで表示する必要はない。図2に3次元パノラマプロットにおける海底地形図の2、3次元表示を示す。次に、水温や潮流は、透過性の問題から3次元表示には適切ではなく、広範囲に渡る2次元表示が行われる。これらの海洋情報は、時間的な変化が大きく、過去や未来の情報を表示する必要がある。図3に3次元パノラマプロットにおける水温図の2次元表示を示す。

ここで、本研究では、リアルタイムに3次元海洋情報を表示させる手法として、更新されたグリッドデータを転送し、プロット側でプロット用データに変換する手法(a)とデータベースサーバ側でグリッド・補間をして画像ファイルを生成し、プロット側で画像を表示させる手法(b)の2つの手法を提案する。(a)の手法の場合、作成されるデータはベクターデータであり、細かい表示が可能であるが、プロット側でグリッド処理を行うため、処理速度に時間を費やす場合がある。また、(b)の手法の場合、作成される画像データはラスターデータであり、データベース側でグリッド処理を行うため、処理速度が速いが、細かい表示ができない。

プロット用表示データにおけるラスターデータは約300KBであり、ベクターデータは約20~100MBである。そのため、海洋情報により、転送するデータを変更していく必要がある。デジタル海の基本図[6]を使用し、内部周波数が1GHz、メモリ1GHzのPCにて、3次元海洋情報のグリッドデータを作成した場合、プロット用グリッドとデスクトップPC用グリッドとの誤差を表1に示す。結果として、海底地形の場合、更新頻度は1日のため、(a)の手法を用いて、10分程度の処理時間で70~90%程度の精度にてプロット上で表示する。また、水温の場合、更新頻度は5分程度であるため、(b)の手法を用いて、1分程度で約60%の精度にてプロット上で表示する。

表1 3分四方と15分四方における精度と作成時間

	データ点数	誤差 1m未満	作成時間
3分四方	250	70.96%	6.5秒
	1,000	87.78%	101.5秒
	5,483	90.67%	137.3秒
15分四方	250	59.99%	3.3秒
	1,000	77.23%	4.5秒
	33,045	90.04%	101.3秒

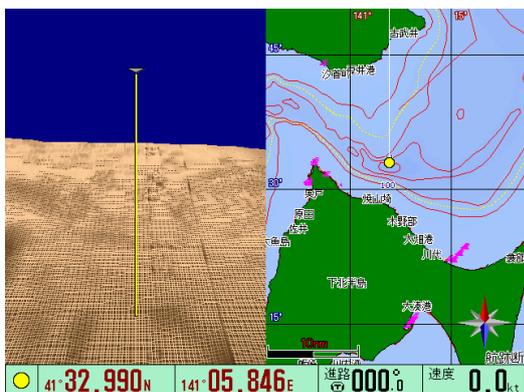


図2 3次元パノラマプロットにおける海底地形図

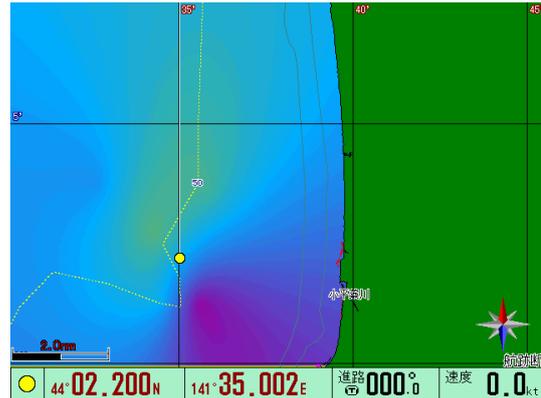


図3 3次元パノラマプロットにおける水深40mにおける2次元水温図

4. まとめ

本稿では、小型漁船上での無線LANによるセンサネットワークシステムを用いた3次元海洋情報の表示手法を提案した。近年、日本における沿岸漁業は、操業の効率化が必要である。海水面下の海洋情報は非常に重要な情報であるため、実際の操業時に小型漁船上で表示する必要がある。しかしながら、従来、小型漁船上で3次元海洋情報を表示する手法としては、振動や塩害、スペースの問題により、紙媒体で表示されていた。本研究により、3次元海洋情報の表示を、電子情報として長期的に表示することができる。そのため、持続的で効率的な3次元海洋情報の活用が考えられる。

今後は、ネットワークに対応したプロットにおける表示アプリケーションを開発し、洋上におけるセンサネットワークシステムを構築する。次に、小型漁船上でのネットワーク通信を用いた各海洋情報の表示手法について、表示精度と処理時間を実験・評価していく。

謝辞

本研究は「経済産業省：地域イノベーション創出総合支援事業」の支援により実施しています。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 和田雅昭, 畑中勝守, 木村暢夫, 天下井清水産業における情報技術の活用について-I. ~三次元海底地形の取得と活用~日本航海学会論文集, 112, pp.189-198, 2005
- [2] CHRIS GOLDFINGER, LISA C. MCNEILL, CHERYL HUMMON, Case Study of GIS Data Integration And Visualization in Marine Tectonics: The Cascadia Subduction Zone Goldfinger et al., *Marine Geodesy* 20(1997), 267-289.
- [3] Geographic Information System. Available at <http://www.esri.com/products/arcgis/>.
- [4] Surfer8. Available at <http://www.goldensoftware.com/products/surfer/surfer.shtml>.
- [5] 花井貴士, 和田雅昭, 海洋センサネットワークシステムのためのマリンプロードバンドの構築と評価情報処理学会研究報告, 2009-UBI-21, pp.15-22, 2009.3
- [6] デジタル海の基本図 海上保安庁海洋情報部 Available at [http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KAIYO/kihonzu/about\\_kihonzu.htm](http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KAIYO/kihonzu/about_kihonzu.htm)