

船内 LAN および船舶 3D 情報の高度利用に関する研究

正会員 木村 元*
小川 智比古**

藤原 祐二**

A Study of Advanced Use of LAN for Shipboard Equipment Systems and Ship's 3D Information

by Hajime Kimura, Member
Tomohiko Kogawa

Yuji Fujiwara

Key Words: 3D viewer, X3D, XML, ISO16425, shipboard LAN, robot, teleoperation

1. 緒 言

本研究は、船内 LAN と船舶の 3D 情報とを組み合わせてることによって、船舶の運用やメンテナンスにおける効率化や信頼性向上などの、新たな付加価値の創造を図る。本研究では、陸上のコンピュータから船内のコンピュータにインターネットを介してアクセスし、ブラウザ上から船舶の 3D 情報を利用したインターフェイスを用いて、船内の機器あるいは船舶自体を遠隔操作することを想定し、ISO16425 に準拠した形で、身近にある機器を用いてシステムを構築しシミュレーションを行う。さらに、寸法などが既知である船内環境において、監視・作業用機器として安価なティーチングプレイバック型の人型ロボットの利用を提案し、上記の情報システムと組み合わせることで実装を行い、適用可能性について検討する。

2. 国際規格 ISO16425 「船内 LAN 装備指針」

船舶における通信環境の問題点として、船内の機器の増加に伴い、それらを専用のケーブルで接続することにより、配線が増加し続けていることと、船内に装備された機器が通信を行う際のプロトコルがそれぞれ異なるということが挙げられる。このため、船内の機器同士で情報の共有が殆どなされていないということが挙げられる。これに対処するため、日本国内の船用機器メーカーなどが中心となり、ISO16425 「船内 LAN 装備指針」が制定された。この ISO 規格は、船内の各所に分散した機器を共通の LAN に接続し、「船内機器情報系ネットワーク」を構築するための指針を定めている。異なる機器間を LAN で接続することにより、機器単体ではなくシステムとしての取り扱いが可能になるとともに、機器レベルでの情報統合に伴い、① 情報の相互利用による効率化の推進、② 信頼性・保守性の向上、③ 配線コストの削減が期待される。また、海外総合船用機器メーカーに対して、世界トップレベルの船用機器を製造している我が国船用機器メーカーの製品をこの ISO 規格に基づき統合することで、シングルベンダーによる弊害をなくし、国際競争力の強化にも貢献することが期待される¹⁾。

3. 船舶を取り巻く 3D 情報利用の現状

船舶における 3D 情報の利用の現状としては、3D の CAD や CAM が広く用いられ、設計や建造の効率の向上に貢献している。一方、造船所から船主へ船舶の 3D 情報が提供されることは少なく、3D 情報が船舶の運用や改修、点検などに有効利用されているとは言い難い。これには 2 つの原因が考えられる：①情報漏洩の懸念：3D 情報には船舶の設計情報に係るノウハウや企業秘密が含まれるため、造船所としてその流出を避けるため提供しない。②共通規格の不在：各造船所で使用している 3D-CAD はそれぞれ異なっているため、3D 情報を提供する場合において提供されるデータフォーマットが各社で異なり、船主側として利用しにくい状況である。しかし、昨今、造船所が設計のノウハウや企業秘密などの知的財産の流出の心配をすることなく、船主へ船舶の 3D 情報を引き渡すため、3D 情報を簡略化し、共通のフォーマットに変換するソフトウェアが開発されるなど、船舶の 3D 情報の利用が盛んになりつつある²⁾。本研究では、設計や建造以外の場面で利用するための 3D データフォーマットとして X3D という国際標準規格の利用を提案し、通常の web ブラウザ上で 3D データを閲覧しながら遠隔操作にて web サーバから関連する情報を引出すシステム構成を示す。

4. ロボットの船内作業への活用

船舶の運用において、ある商社の船舶運用における船舶管理費用の内訳において船員費の占める割合は 56% に及び³⁾、このコストを削減するために人件費の安い国籍の船員を配置するなどと同時に、船舶の維持管理の自動化やロボット化が期待されている。

船内の状況を把握する上で、船内 LAN によるシステム構築は効果的だが、計測が必要な全地点にセンサを配置・配線することは必ずしも得策とは限らない。必要な計測時間間隔が数日おきであるような場合は、移動可能なロボットにセンサーを搭載し、計測が必要な位置を巡回して計測していく方が効率的である。また、船内環境は、人間が移動するように設計されており、さらに 3D-CAD で設計された既知環境であるため、人型のロボット（以下ロボット）をティーチングプレイバック型の単純な制御方式で動かせば、移動用の専用レールを設置するなどの特別な工事をすることなく船内を移動するロボットシステムを安価に実現可能である。さらにロボットヘモーションを追加教示することにより、バルブを開閉するなどの船内作業を行わせることも期待できる。本研究では、実際に人型のロボットをブラウザから遠隔操作するシステムを構築し、実現可能性について検証する。

* 九州大学大学院工学研究院

** 九州大学工学部

5. シミュレーション実験

5.1 仮想的船内 LAN とアクセス用サーバの構築

実験室内に船内 LAN を模したネットワークを構築した。Fig.1 に構築したネットワークの概略を示す。

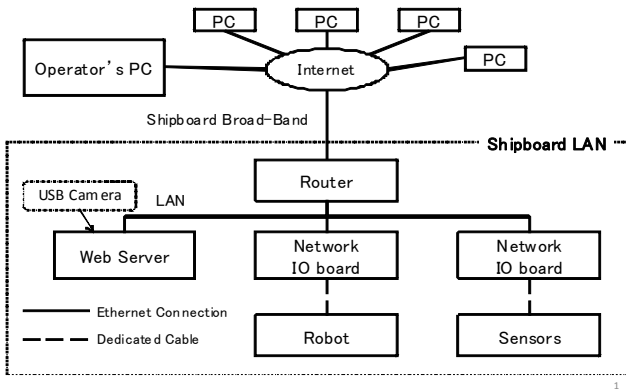


Fig. 1 The Network Configuration Diagram

ルーターは、複数のネットワークを中継する機器であり、ルーター自身と LAN 内の機器で仮想的な船内 LAN を形成し、船内 LAN 中の機器同士での通信を可能にする。ルーターの静的 IP マスカレード機能を用いて、インターネットの外からのネットワーク接続を Web サーバーとだけに制限している。ネットワーク IO ボードは、ネットワークから送られた機器への指示を電気的な信号として機器へ伝達し、機器を動作させる役割を持つ。

ユーザ PC とルーターはインターネットを介して接続されており、ルーターと Web サーバー、ネットワーク IO ボードは LAN によって接続されている。ネットワーク IO ボードと各船内の機器 (LAN に直接接続していないものは、専用ケーブルによって接続されている。

ユーザー PC のブラウザから送信された機器への指示は、ルーターを中継して Web サーバーに送られる。次に、Web サーバーは、その指示をルーターを中継してネットワーク IO ボードに伝達する。さらにネットワーク IO ボードが専用ケーブルを通じて機器に指示を与えることによって遠隔操作を実現している。

5.2 標準的ブラウザによる 3D 情報表示と操作

本研究では、特別なアプリケーションソフトウェアをインストールすることなく、汎用のブラウザを用いて閲覧可能な web サイト内に、3D のビューを埋め込むことが可能であることを示す。Fig. 2 では本研究で構築した web サーバにアクセスして標準ブラウザ上に船舶の 3D モデルを表示する様子を示す。この 3D ビューは、ボタンのクリックやドラッグによって簡単に視点が切り替えられる。なお、この 3D モデルは、ISO によって国際標準とされている「X3D」というファイルフォーマットを用いている。X3D の表示は「X3DOM」という JavaScript と CSS からなるファイル群を Web ページのレンダリングと同時に読み込むことで Flash など特別なプラグインのインストールを必要とせず、またスマートフォンなどのデバイスにおいても表示が可能である。

3D ビュー内の特定のオブジェクトをクリックすると、そのオブジェクトに応じた画像や文字情報、カメラから

配信される映像などが表示され、対応する機器に対して指示を送ることができる。この指示を与えるために、送受信されているデータは ISO16425 に規定された XML フォーマットで記述されている。Fig. 3 は、Fig. 2 の 3D モデルを操作してロボットを操作するための web ページを開き、ロボットを操作するためのコントロールボタンと、ロボットから送られたリアルタイムのカメラ映像が表示されている様子である。

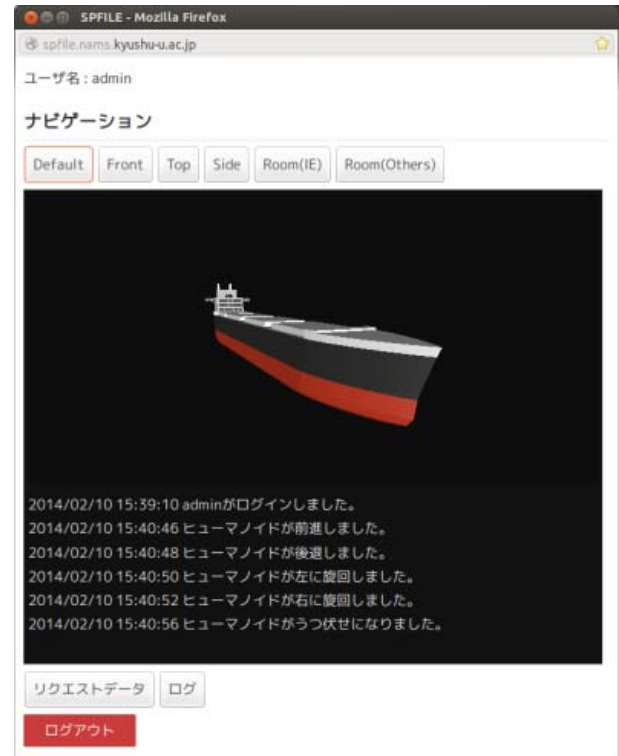


Fig. 2 Displayed 3D models on a Standard Browser



Fig. 3 A web page for the robot control

5.3 Web サーバを介した人型ロボット遠隔操作

本研究では、Fig. 4 に示すロボットのキット（近藤科学 KHR3HV）を組み立て、ネットワーク I/O ボードを中継して船内 LAN へ接続し、外部からブラウザで操作するシステムを構築した。このロボットは、複数の姿勢を記憶させ、それらの姿勢を所定の順番で再現させることにより歩行したり起き上がったりといった複雑な動作を、リモコンのボタンを押すだけで簡単に指示できる、典型的なティーチングプレイバック型ロボットシステムである。

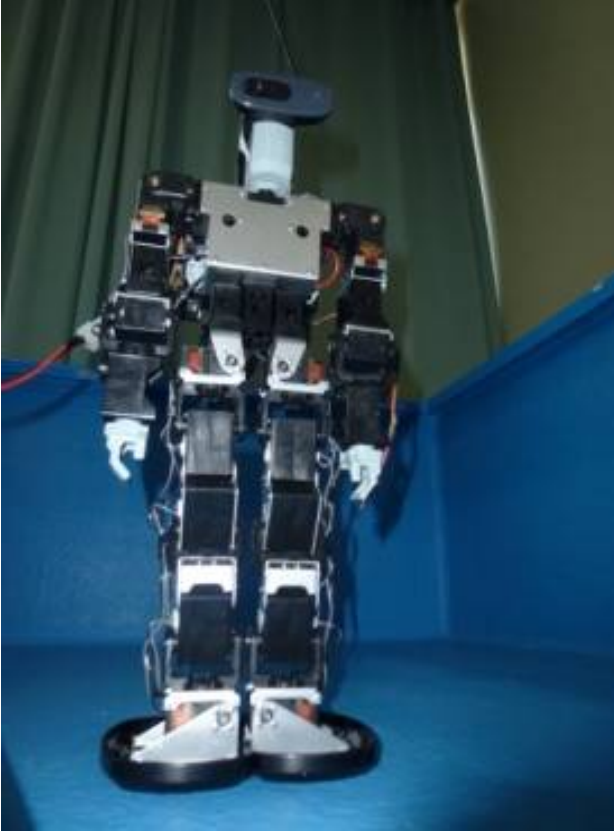


Fig.4 A teaching-playback type humanoid robot

本実験では、Fig.4 のロボットに前進・後進・左右への平行移動・左右旋回・階段昇降・仰向けに寝転がる・うつ伏せに寝転がる（寝転がった状態から）立ち上がる・跳ねる・踊るといった動作を記憶させ、それぞれの動作をロボットを操作するためのロボットキット付属のコントロール用リモコンのボタンへ対応させた。このコントローラのリモコンボタンスイッチは、Fig.1 に示されるネットワーク I/O ボードで制御されるリレーへ電氣的に並列に接続され、LAN からの指示でロボットが動作できるようになっている。ロボットの頭部にカメラを搭載することを試みたが、ケーブル等の影響により移動時に転倒しやすくなるなどの問題が生じたため、本実験ではカメラ搭載を見送った。

Fig.5 は、本ロボットが階段の昇降を行う様子を示す。ロボットの全高はおおよそ 400mm なので、標準的な人間の身長と比較するとおおよそ 1/4 のスケールであるが、このキットでは安定性を確保するため足裏がやや大きく、船内で実際に使用される階段よりもかなり緩やかな階段の

昇降となっているが、ともあれ階段の寸法が既知であるなら安価なロボットシステムを用いてネットワーク経由の指示で簡単に階段昇降させることが可能であることを確認した。

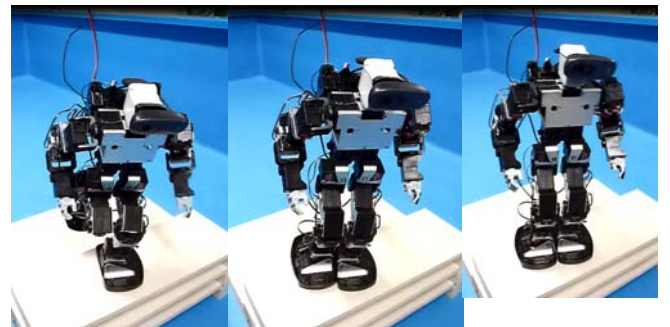
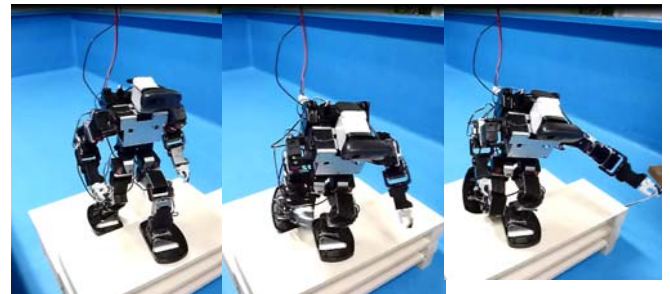
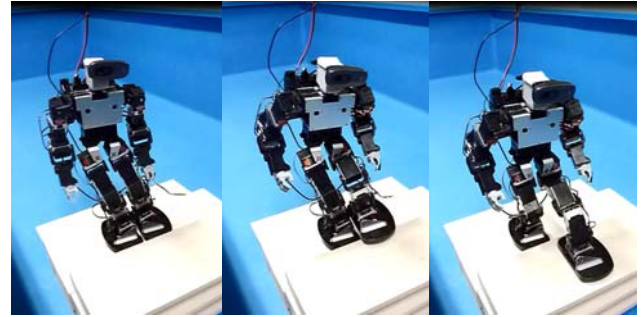


Fig.5 Stair-Climbing by the humanoid robot

6. 考察

本実験で構築したシステムは、汎用 web ブラウザによって船舶の 3D モデルを閲覧し、その中の要素に対応付けられた情報を別の web ページを開くという形式で引き出し、テキスト情報の閲覧や web カメラの動画像の閲覧、さらにロボット等の機器を操作するものである。本システムの構築による実験によって以下を実証した：

- 3D データ形式として国際規格の 1 つである X3D を用いることにより、オペレータ側の PC に汎用ブラウザ以外の特別なアプリケーションをインストールすることなく、3D 情報を閲覧することが可能。
- 船内 LAN システムを構築し、既存の汎用 web サーバの技術 (apache, JavaScript, PHP, HTML 等) を組み合わせることによって 3D データビューワから船内のテキスト情報や静止画像・動画像を取り出したり船内の機器へ指示を送ることが可能。

- ブラウザを介した簡単な操作によって船内のロボットに対し指示を与えて、階段昇降など比較的高度な動作を行わせることが可能。

しかしながら、現在のシステムではオペレータがブラウザを介して 3D モデルから情報を得ることはできても、船内機器に対する所定の命令以外の情報（テキスト情報や画像など）を 3D モデルに対して付加することはできない。より実用性を高めるためには、船内におけるメンテナンス情報や不具合の報告などを 3D モデルに対して付箋のように付加できるようなシステムが望ましいと考えられる。これに対しては、PHP を利用し、3D モデルのファイルに対し変更を加えたい箇所を検索し置換するといったシステムを構築すれば実現可能であると考えられる。

実験ではロボットに移動動作をさせるだけであったが、今後はロボットにセンサを搭載して対象物まで移動して計測をさせたり、バルブの開閉などの作業が可能かどうかを検証する。

7. おわりに

本研究では ISO16425 の船内 LAN 装備指針に従って船内ネットワークを模したシステムを構築し、X3D を利用した 3D 情報のやりとりによって汎用ブラウザを用いて 3D 情報を閲覧しながら船内機器にアクセスして情報を引き出したり船内機器へ指示を与えるシステムを提案した。また、船員に代わって船内を巡回・監視・作業を行うためティーチングプレイバック型ヒューマノイドロボットの利用を提案し、上記船内 LAN システムへ結合して遠隔操作を行い、十分実現可能であることを実証した。

参考文献

- 1) ISO16425 「船内 LAN 装備指針」の制定について、一般財団法人 日本船舶技術研究協会、
<http://www.jstra.jp/html/iso16425lan.html> (参照 2014-2-18)
- 2) D. Thomson: THE DIGITAL HANDOVER, International conference on Computer Applications in Shipbuilding (ICCAS2013), Vol.2, 2013, pp.13-19.
- 3) 「使い易い船」、日本船舶海洋工学会西部支部構造研究会講習会資料、2014 年 3 月 14 日（広島大学）。