

論文題目

音声を利用した航海支援システムの構成法に関する研究

長崎大学大学院海洋生産科学研究科

松田 和生

本論文は、船舶の航海支援システムを対象として、音声利用システムの構成法に関する研究をまとめたものである。

日本の内航海運業界では、船員の高齢化と厳しい労働環境による若年層の船員離れなどを背景に、従来より少ない乗組員で安全に運航できる内航近代化船の研究が進められてきた。この研究の一環として、船橋での航海当直1名体制において、航海当直員の業務を支援する航海支援システムの開発が実施された。本システムは、乗組員側の要望からアイフリーで分かり易く使い易い、人に優しいヒューマンインタフェースが必須要件とされた。そこで、ヒューマンインタフェースに音声を適用することとし、システム操作における航海当直員の負担を大幅に軽減して余裕を創出することにより、航行の安全性確保を狙った。

音声を利用したシステムでは、音声使用時のディストラクション回避が重要である。ディストラクションの主な原因は、音声認識性能不足とヒューマンエラーであり、これらの対策を課題とした。また、ディストラクションが発生した場合には、安全性を著しく損なう危険性があるため、その対処を円滑に実行する方法の検討も必要である。これより、本論文では、ヒューマンエラー防止対策、音声入出力性能向上手法、ディストラクション発生時にも対応可能なマルチモーダルインタフェースを含めた航海支援システムの構成法を明らかにすることを目的とした。

第一の課題であるヒューマンエラー防止対策は、航海支援システムの設計時に詳細に検討した。

まず、従来の複数名での航海当直体制から1名体制への船橋業務のモデル化を行い、1名の航海当直員とシステムの役割分担を明確にして、システムが受け持つ機能を設計した。併せて、航海当直員とシステムとの意思疎通が十分に図れるように、音声でのヒューマンインタフェースを設計し、導入する対話の内容を設定した。次に、システム自体の異常、ヒューマンエラーを含めた人間側の異常、ヒューマンインタフェースの異常の各ケースに対して安全対策を明らかにした。また、ヒューマンエラーに関し、人間自身、人間とシステムの接点、システム自体の3つの発生源

に分けて、その防止対策を策定した。特に操船号令においては、対話シーケンスの設定、入力語の選定と固定、その語順の固定などの多重のフェイルセーフ対策を策定し、ディストラクションの回避を図った。

第二の課題である音声入出力性能向上のうち、音声認識性能の向上については、二つの手法を提案した。

第一の手法は、複数の認識系を併用して入力音声进行处理する音声認識システムである。本手法では、認識系の違いに基づく認識精度のバラツキを吸収するため、各認識系の認識結果に4種類の判定処理を施して最終の出力結果を決定する。判定処理としては、多数決判定処理、複数の認識結果間の相対的な確からしさを利用する相対距離値判定処理、各認識系の出力する認識結果の数を用いる候補数判定処理、相対距離値判定処理と候補数判定処理を結合した複合判定処理を考案し、実験を通して単体の音声認識系を適用する場合に比べて音声認識精度を向上できることを示した。

第二の手法は、対話制御に基づき各々の音声入力待ち状態で認識辞書を自動的に切替えるシステムである。号令用、応答用、問い合わせ用などの複数の分割辞書を準備して対話の進行に従って適宜自動的に切替えることにより、使用辞書の規模・内容に起因する認識精度悪化の回避を図った。全体で1個の大きな辞書を使用する場合に比べて音声認識精度が向上することを実験で示した。

本研究で提案した音声認識精度を向上させる手法を基に、高性能の音声インタフェースシステムの提案を行った。複数の認識系と分割辞書を的確に構成することにより、音声認識精度を向上できることを示した。加えて、合成音声出力による情報提供を組み合わせることにより、高性能の音声インタフェースシステムが構築できることを示し、音声インタフェースを有効に使用方法を明らかにした。

最後に、本研究で得られた成果を基に、音声を利用した航海支援システムの構成法を考察した。システム構成として、音声インタフェースシステムの冗長化とパフォーマンス確保を実現するハードウェア構成とソフトウェア構成を提案した。また、航海支援システムのヒューマンインタフェースを示し、ディストラクションが発生した場合の対処法として、音声と他の入出力手段を統合したマルチモーダルインタフェースを提案した。

本論文の成果は、航海支援システムの性能向上・改善を実現するとともに、航海支援システムに類する音声を利用した業務支援システムの実用化と普及促進に資するように、音声入出力性能向上手法とヒューマンインタフェースシステム構築手法を明らかにしたことである。