

시뮬레이터 기반 음성을 이용한 항행정보 안내시스템의 개발

손남선⁽¹⁾, 김선영⁽¹⁾

Development of Voice Information System for Safe Navigation in Marine Simulator

by
N. S. Son⁽¹⁾ and S. Y. Kim⁽¹⁾

요 약

최근에 음성인식 및 음성합성 기술의 발달로 음성을 이용한 정보안내시스템이 다양한 분야에서 개발되어 활용되고 있다. 선박에서도 선교업무의 피로도를 감소시키고, 비상상황시 효과적인 대처를 위해 항행정보안내시스템의 필요성이 커지고 있다. 그러나 음성을 이용한 선박의 정보안내시스템은 목표와는 달리 큰 호응을 얻지 못하고 있다. 주된 이유는 기능 및 인터페이스의 설계가 개발자 위주로 시작되었기 때문에, 사용과정이 복잡하여 실제 항해사가 사용하는데 망설인다는 점이다. 둘째로는 음성인식률이 사람에 따라, 혹은 환경에 따라 변하기 때문에, 시스템의 안정성이 떨어진다는 점이다. 이런 이유로 인해, 현재 IBS에서는 비상상황시 음성정보기능이 활용되고 있을 뿐이다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 개선하고, 음성기술을 안전운항에 적극적으로 활용하기 위하여, 사용자 중심의 시스템을 설계하였다. 우선, 실제 항해사와의 면담의 피드백과정을 통해 음성을 이용한 항행정보안내시스템의 요구기능을 결정하였다. 그리고 음성인식이 사용자에 독립적이며, 안정적인 음성인식엔진을 적용하였다. 여기서, 음성지령과정을 단순화하기 위해 확인과정을 자동화하였고, 음성인식상의 오류는 자동수정기능으로 보완하였다. 본 논문에서 개발한 음성을 이용한 시뮬레이터 기반 항행정보안내시스템은 항해사의 실시간 선박 운항 시뮬레이션을 통해 운용성능을 시험하였다.

Abstract

As the technology of Speech Recognition(SR) and Text-To-Speech(TTS) develops rapidly, voice control and guidance system is thought to be very helpful for safe navigation. But Voice Control and Guidance System(VCGS) is not yet so popularly included in Navigation Supporting System(NSS). The main reason of this is that VCGS is so complicated and user-unfriendly that navigation officers hesitate to use VCGS. Frequent errors in operating VCGS due to low rate of SR are another reason. To make VCGS more practicable for safe navigation, we design the user-friendly VCGS. Firstly, by using interviews we survey functions and procedures that navigation officers want to be included in VCGS. Secondly, to raise the rate of SR, we tun the environmental noise in bridge and to reduce the errors due to low rate of SR in operating VCGS, we design the functions of self-correction. Also we apply a user-independent SR engine so that procedures of learning of speakers is basically not necessary. Using simulator

(1) 정회원, 한국해양연구원

experiments the functions and procedures of the user-friendly VCGS for safe navigation are evaluated and the results of evaluation are fed back to the design. As a result, we can design the VCGS more helpful for safe navigation. In this paper, we describe the features of the user-friendly VCGS for safe navigation and discuss the results of simulator experiments.

Keywords: Voice Information System(음성정보시스템), Safe Navigation(안전운항), Speech Recognition(음성인식), Text-To-Speech(음성합성), Marine Simulator(선박운항 시뮬레이터), Integrated Bridge System(통합선교).

1. 서 론

최근에 음성인식 및 음성합성 기술의 발달로 음성을 이용한 정보안내시스템이 다양한 분야에서 개발되어 활용되고 있다. 음성과 관련한 기술은 크게 음성인식기술과 음성합성기술로 나뉘어 진다. 음성 인식기술은 음성을 인식하여 텍스트로 변환하는 기술이며 음성합성기술은 텍스트를 인간의 음성으로 변환하는 기술이다.

음성자동안내시스템, 홈오트메이선, 자동항법 시스템 등의 분야에서 인간의 음성을 인식하여 필요한 정보를 검색하거나 명령을 내리고, 필요한 정보를 인간의 음성으로 들려줌으로써 손쉽게 정보를 습득하게 해 주고 있다. 예를 들어, 실생활에서 가까이 접하고 있는 자동차의 내비게이션 안내시스템은, 전자지도와 GPS를 이용하여 자동차의 현재위치를 지도상에 표시해주고, 관련 정보를 음성으로 안내해 주는 시스템으로서 운전자의 피로도를 감소시키고, 안전운전을 지원해줌으로써 널리 이용되고 있다[2].

선박의 음성정보안내시스템은 선교의 단순반복적인 수작업 대신 음성이라는 친숙하고 알기 쉬운 인터페이스를 제공함으로써 1인 선교를 목적으로 개발이 시작되었다. 선박의 음성정보 안내 시스템은 선교업무의 피로도를 감소시키고, 목적을 하면서 음성청취를 통해 정보를 입수하고, 동시에 다른 작업을 병행할 수 있어, 비상시 효과적인 대응을 할 수 있는 장점이 있다.

음성을 이용한 선박의 정보안내시스템 개발은 일본의 IBS 연구로부터 시작되었다. 일본에서는 90년대 중반부터 연구 컨소시엄을 수행하여 음성을 사용한 내항선용 항해지원시스템을 개발하였다. 현재 일본의 TOKIMEC은 자사가 판매하고 있는 IBS안에 음성합성을 사용한 비상상황시

상황보고 기능을 포함하고 있다.

그러나 음성을 이용한 선박의 정보안내시스템은 목표와는 달리 큰 호응을 얻지 못하고 있다. 주된 이유는 기능 및 인터페이스의 설계가 개발자 위주로 시작되었기 때문에, 사용과정이 복잡하여 실제 항해사가 사용하는데 망설인다는 점이다. 둘째로는 음성인식률이 사람에 따라, 혹은 환경에 따라 변하기 때문에, 시스템의 안정성이 떨어진다는 점이다. 이런 이유로 인해, 현재 IBS에 들어가는 음성기술은 기껏해야 비상상황시 음성정보기능이 활용되고 있을 뿐이다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 개선하고, 음성기술을 안전운항에 적극적으로 활용하기 위하여, 사용자 중심의 시스템을 설계하였다. 우선, 실제 항해사와의 면담의 피드백과정을 통해 음성을 이용한 항행정보안내시스템의 요구 기능을 결정하였다. 그리고 음성인식률이 불안정한 전문장위주의 음성인식엔진을 지양하고, 안정적인 단어위주의 음성인식엔진을 적용하였다. 여기서, 음성지령과정을 단순화하기 위해 확인과정을 자동화하였고, 음성인식상의 오류는 자동수정기능으로 보완하였다.

본 논문에서 개발한 음성을 이용한 시뮬레이터 기반 항행정보안내시스템은 항해사의 실시간 선박 운항 시뮬레이션을 통해 운용성능을 시험하였다.

2. 음성 항행안내시스템의 개발 및 시험평가

2.1 음성 항행안내시스템의 개념

음성을 이용한 항행안내시스템은 통합선교(IBS)용으로 개발하였고, 운용성시험을 위해 선박운항

시물레이터에 결합하였다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 조종을 위한 CID(Conning Information Display)에 항행정보안내시스템을 함께 배치하였다. 이는 IBS에서 항행정보를 필요로 하는 주항해사가 위치하는 자리로, 음성정보를 통해 조타 관련 정보를 얻고 동시에 조선작업을 용이하기 위해서이다.

Fig. 2는 본 음성항행안내시스템이 포함된 IBS형 선박운항시물레이터의 네트워크 개념도를 보여주고 있다. 음성항행정보시스템 프로그램이 설치된 컴퓨터는 음성입출력을 위한 사운드카드가 필요하며, 여기에 음성입력을 위한 마이크와 음성출력용 스피커가 연결된다. Table 1에서 각 항행정보와 관련된 데이터는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 LAN으로 연결된 각 적절한 출처를 통해 본 시스템으로 제공된다. 모든 데이터 출처는 시물레이터의 Client-Sever 네트워크 혹은 Broadcast 네트워크를 통해 본 시스템과 연결되어 있다.

2.2 음성 항행안내시스템의 요구 기능 분석

항해사가 선교에서 항해와 관련하여 수행하는 항행업무는 자선상태보고, 조선작업수행, 타선정보수집, 피항조타작업, 항행계획 등 크게 5가지로 구분된다[1]. 여기서 음성을 통해 정보안내가 필요한 항목을 실제 항해사와의 설문을 통해 결정하였고, 현재 기술수준에서 지원 가능한 항목을 도출하고 이를 얻기 위한 데이터 출처 및 음성안내내용 및 보고방식을 Table 1과 같이 정리하였다. 음성항행정보안내시스템에서 사용하기 위한 항행용어는 실제 항해사의 자문을 통해 검증하여 데이터베이스로 구축하였다. 항행 용어 데이터베이스는 자동보고(정시보고, 수시보고, 비상 보고) 과정에서 음성합성(Text-To-Speech)을 통해 출력할 안내문의 문장구성에 사용되고, 질의보고과정에서는 질의어 인식(Speech Recognition)을 위해 비교기준이 되는 용어 및 음성합성(Text-To-Speech)을 통해 출력할 보고문의 문장구성에 사용된다[1].

본 시스템에서 특징적인 것으로 항로/항적 안내와 비상상황안내, 그리고 항만정보 안내가 있다. 이들은 모두 IBS형 선교에 설치된 ECDIS에서 지원하는 정보를 바탕으로 하고 있다. 항로/항적 안내 기능은 비행기의 항로/항적 안내기능

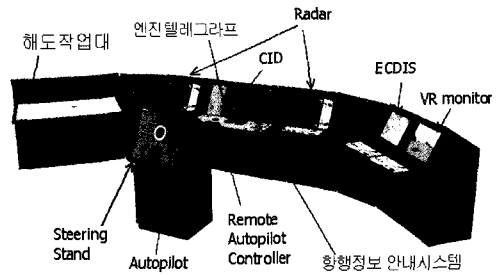


Fig. 1 Arrangement of Voice Information System in Marine Simulator.

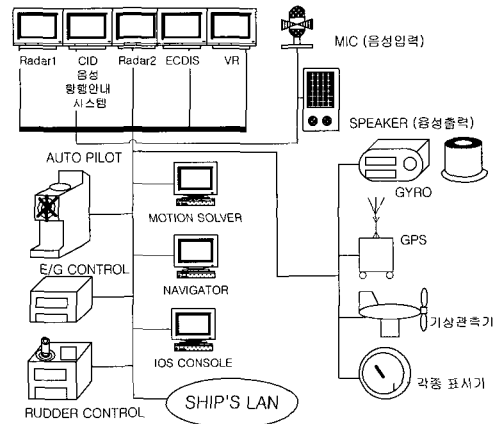


Fig. 2 Network Diagram of Voice Information System in Marine Simulator.

과 유사한 출발/도착 위치까지의 남은 시간과 거리를 현재의 속도정보를 바탕으로 알려주며, 경과 시간과 거리도 함께 알려준다. 비상상황안내기능에는 충돌/좌초 경고, 항로이탈 경고, 그리고 조선이상경보가 있으며, 이 중에서 충돌경보의 경우 타선과 같은 방해물들의 정보를 바탕으로 실시간으로 위험도를 분석하여 가장 위험한 방해물의 위치(거리, 방향)와 충돌시각을 계산하여 음성 경보를 내보낸다. 항로 이탈시에는 이탈한 거리와 방향을 항해자에게 알려주어 신속하게 항로복귀를 할 수 있도록 한다. 조선이상 경보는 조선기기들이 정상적인 범위의 값을 넘게 조선되는 경우 그 과도값을 알려주어 선박조종에 무리가 가지 않도록 안전운항을 지원한다.

Table 1 Contents of Voice Information System.

항행정보	세부 정보	데이터 출처	음성 안내 내용	보고 방식
자선상태	항로/항적 안내	ECDIS 항로 DB	출발/도착위치까지 남은 시간, 거리 및 경과시간, 거리	정시/질의 보고
	위치 안내	GPS	경위도값	정시/질의보고
	방위 안내	GYRO	회두각	정시/질의보고
	속도 안내	속도계	속도, 각속도	정시/질의보고
조선작업	조타정보 안내	타, 엔진, 쓰러스터	타각, 엔진 RPM, 쓰러스터 RPM	정시/질의보고
비상상황	충돌/좌초 경고	ECDIS 충돌좌초 회피시스템	방해물(타선, 부표, 육지, 좌초지)까지의 거리, 방향, 시간	비상보고
	항로이탈 경고	ECDIS 항로DB	이탈거리, 방향	비상보고
	조선이상 경고	조선기기정보 (타각, 엔진 · 쓰러스터 RPM)	과도값	비상보고
기타정보	항만 정보	ECDIS 항만DB (부표, 방파제, 부두, 선석정보)	근처 지형지물 (부표, 방파제, 부두, 선석)의 이름, 거리, 방향	수시보고
	풍향/풍속 정보	풍향/풍속계	풍향/풍속값 (상대값 및 절대값)	정시/질의보고
	조류 정보	조류측정기	조류값	정시/질의보고
	수심 정보	수심측정기	수심값	정시/질의보고

2.3 음성 항행안내시스템의 인터페이스 설계

음성에 의한 항행정보안내는 선교내의 소란스러움을 방지하고 효율적인 정보안내를 위해 항해자가 조선하는데 필요한 정보를 제공하는 방식을 기준으로 크게 4가지로 나눌 수 있다. 첫째는 정해진 시각마다 필요한 정보를 규칙적으로 보고하는 정시보고방식으로 여기에는 조선과정에서 시간에 따른 변화를 지속적으로 확인할 필요가 있는 자선상태정보와 외력정보가 포함된다. 둘째는, 비상상황은 아니지만 참고자료가 필요한 상황이 발생할 경우 해당 정보를 제공하는 수시 보고방식으로서, 부표나 방파제 그리고 부두 및 선석정보가 포함되는 항만정보가 여기에 해당한다. 셋째는, 비상보고방식으로서, 선박의 안전에

심각한 위험을 초래할 수 있는 충돌좌초상황, 항로이탈상황, 조선이상상황이 해당된다. 이상의 세가지 보고방식은 해당상황이 발생하는 경우 항해자의 어떤 명령이나 질의가 없더라도 보고되는 자동보고방식이다. 따라서 음성기술에 있어 음성합성기술만 있으면 구현할 수 있는 방식이다. 이와 달리 네 번째의 질의보고방식은 반드시 항해자의 요청이 있어야만 응답으로 보고되는 방식으로, 항해자의 질의어를 인식하는 음성인식기술이 필수적이다[1].

자동보고과정은 정시, 수시 혹은 비상시 각 시점에 안내에 필요한 정보를 문자화하고 이를 음성합성 후 스피커를 통해 사람의 음성으로 내보낸다[1]. 질의보고과정에서 질의어는 단어단위로 입력하며 본 시스템의 질의어 인식(Speech Recognition)과정을 통해 컴퓨터에서 의미있는

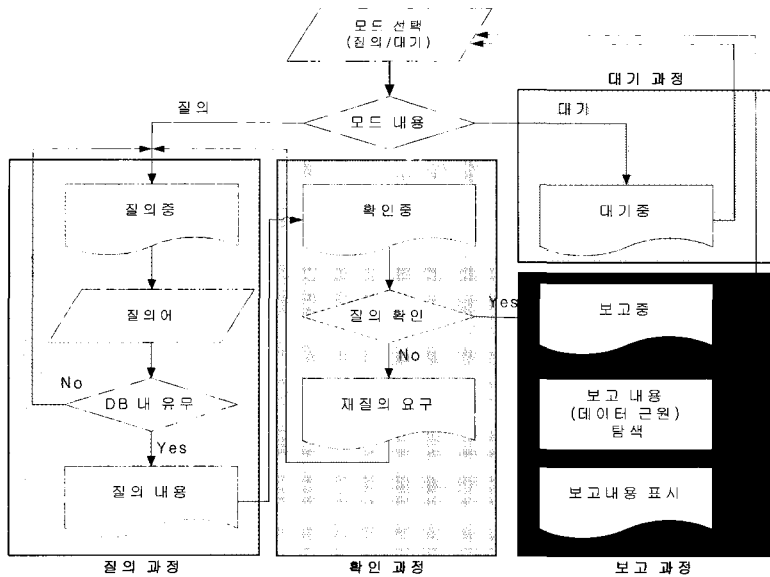


Fig. 3 Algorithm of Query-Report Interface in Voice Information System.

정보로 변환된다. 질의어는 각 항행정보에 속한 세부정보명이 된다. 질의보고과정은 Fig. 3과 같다. Fig. 3에서의 입력과 출력은 모두 음성입력 및 음성출력을 뜻한다. 음성인식 기술을 이용한 질의 보고과정이 시작되면, 질의와 대기모드가 있다. 항해사가 수시로 정보가 필요할 때, 음성으로 질의어를 입력하면 질의과정이 시작된다. 그리고 음성DB내에서 지원이 가능한 질의내용으로 판단되면 확인과정(복명복창)을 거쳐 해당 내용을 보고하게 된다[1]. 질의 과정은 항해사의 자문을 토대로 실제 선교업무가 최대한 반영되도록 적용하였다. 만일 질의어가 음성DB내에 구축되어 있지 않거나, 즉 지원이 가능하지 않은 질의내용이라고 판단되거나, 질의를 확인할 때, 항해사가 질의를 취소하면 질의과정의 시작시점으로 돌아가게 된다. 하나의 질의보고가 끝난 후 연속적인 추가질의가 가능하다. 또한 질의보고가 끝난 후 추가로 질의할 대상이 없거나, 질의보고를 중지하고 싶으면 언제든지 대기모드를 이용해 질의보고(음성인식과정)를 일시중단할 수 있다[6, 7]. 또한, 종료명령을 통해 질의보고(음성인식과정)를 마치고 자동보고로 전환할 수 있다.

이상의 자동보고 및 질의보고 모두, 기존에 항해자가 조선하는 과정에서 정보가 필요할 때에

선장이 감시원에게 항해정보를 요구하면, 감시원이 항행계기로부터 정보를 수집하여 음성으로 선장에게 전달하여 일던 수작업 대신에, 컴퓨터가 일정한 보고주기 혹은 질의할 때마다 자동적으로 정보를 탐색하여 음성보고를 통해 신속하게 정보를 전달할 수 있기 때문에 선교업무에서 항해자의 피로도를 상당히 줄일 수 있다. 또한 음성으로 정보를 얻으면서 동시에 다른 작업을 병행할 수 있는 장점도 얻을 수 있다.

2.4 음성 항행정보안내시스템의 개발 및 평가

음성 항행정보안내시스템에 필요한 요구기능분석 및 인터페이스 알고리즘 설계를 통해 선박운항 시뮬레이터에서 사용가능하며, 한국어를 기반으로 한 음성 항행정보안내시스템을 개발하였다. 이를 위해 기존에 개발된 한국어용 음성 인식 및 합성 기술을 이용하여 선박의 항행정보안내시스템의 음성 입력과 음성 출력용 인터페이스를 설계 및 구현하였고, 항행정보안내에 포함되는 선교업무 용어의 데이터베이스를 구축하였다. 그리고 선박 운항 시뮬레이터와 연결하여 실시간으로 운용하기 위해 LAN을 이용한 네트워크를 구축하였다.

Table 3 Result of the Performance Test of Voice Information System.

시험 대상		보고 주기	시험 평가	보완사항
자선상태	항로/항적 안내	정시/질의 보고	4	-
	위치 안내	정시/질의보고	5	-
	방위 안내	정시/질의보고	5	-
	속도 안내	정시/질의보고	5	-
조선작업	조타정보 안내	정시/질의보고	4	-
비상상황	충돌/좌초 경고	비상보고	4	피항방법 및 좌초방지 방법 안내 필요
	항로이탈 경고	비상보고	4	복귀방법 안내 필요
	조선이상 경고	비상보고	4	-
기타정보	항만 정보	수시보고	4	선장의 선택필요
	풍향/풍속 정보	정시/질의보고	5	-
	조류 정보	정시/질의보고	5	-
	수심 정보	정시/질의보고	5	-

Fig. 5는 운용 시험을 한 부산항에서의 컨테이너선의 입항 시물레이션의 2차원 화면을 보여주고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 타선이 접근할 때에 본 시스템의 충돌 경고기능을 통해 충돌위험이 있는 타선의 거리와 방향등에 대한 안내를 받을 수 있었다.

3. 결 론

본 시뮬레이터에 기반한 음성을 이용한 항행정보안내시스템은 항해사의 실시간 선박 운항 시물레이션을 통해 운용성능 시험을 통해 만족할 만한 결과를 얻었고, 항해사의 검증을 통해 실제 선교업무에서 사용되는 용어와 절차가 최대한 반영되도록 함으로써, 추후 실제 선박의 안전운항지원시스템에 적용할 수 있도록 하였다.

4. 후 기

본 논문은 “해양위해도 통합관리시스템 기반기술 개발 [기본연구사업(2003)]”과제의 연구결과 중 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

5. 참고문헌

- [1] 음성입출력에 의한 안전운항지원 시스템 개발, 선박 해양기술, 제33권, pp. 117~126, 2002.
- [2] 음성인식기술의 현황과 전망, 전자공학회지, 제20권 제5호, pp. 548~556, 1993.
- [3] 음성합성과 음성인식시스템, 동역메카트로닉스연구소, 영진출판사, 1993.
- [4] Evaluation of Integrated Navigation System with Speech Communication, Junji Fukuto, Yasuyoshi Itoh and Masayoshi Numano, 일본항해학회지, No. 136, pp. 26~35.
- [5] Navigational Aid by Voice Control and Guidance, Kazuo Matsuda, 일본항해학회지, No. 130, pp. 17~23, 1996.
- [6] Design And Evaluation of Spoken Dialog Systems, C. A. Kamm & M. A. Walker, 1997 IEEE Workshop on Automatic Speech Recognition And Understanding Proceedings, pp. 11~18, 1997.
- [7] Voice Input for Collaborative Systems, Marie Meter, 1997 IEEE Workshop on Automatic Speech Recognition And Understanding Proceedings, pp. 19~25, 1997, No. 130, pp. 17~23, 1996.