

操業, 操船 音聲制御裝置 技術

김 주 남/한국어선협회 통영지부

1. 머리말

우리나라 이웃한 수산선진국이라고 하는 일본도 연안어업의 현상은 동일한 상황이다. 어민의 감소, 고령화에 대응해서 조업의 기계화, 최첨단화를 도모하고자 음성에 의해 조업·조선지원시스템을 개발하였다. 그 목적은 선원의 부족·고령화 및 조업기술의 다양화에 대처하기 위해 음성인식기술을 포함한 최신의 정보처리 기술을 응용한 박용장치를 실용화하는 것으로서 조업의 효율화 및 생인·생력화를 도모하는데 있다. 조업지원시스템은 조업자가 발성한 음성(명령어)을 계산기에서 인식해서 그 결과를 제어신호로서 어로기기 혹은 조선장치에 출력해서, 소정의 동작을 하는 것으로서 조업지원과 조선지원의 2가지 시스템으로 구성되어 있다.

조업지원시스템은 어선등에서 사용되고 있는 유압구동에 의한 양망기나 회전드럼을 정지시키기 위해서 조업자가 발성한 「멈춰」의 음성을 인식해서 회전을 정지하는 기능을 갖춘 시스템이다. 조선시스템은 저속항해에서 양망조업중에 조선하기 위해 발성한 「전진」, 「우로」 등의 말을 인식해서 주기크랏치 및 조타기를 제어하는 기능을 갖춘 시스템이다. 이 시스템은 수산청 어업신기술개발사업으로 91년부터 93년까지 사단법인 어선협회와 어선기관기술협회에 의해서 실시했고 장치 등의 개발 제작은 미세이조선주식회사가 담당했다. 다음은 본 연구개발사업으로 얻어진 성과를 중심으로 한 보고서의 주된 내용으로서 조업

조선지원 시스템의 개발경위, 조사결과, 기술개발의 성과, 실선실험에 의한 기능평가등과 또한 조업·조선지원시스템의 실용화에 대한 과제 및 전망등을 요약해서 소개하고자 한다.

2. 개발개요

1) 개발목적

최근 연안어업 환경이 어업종사자의 부족 및 고령화와 더불어 어업기술의 다양화의 문제가 많아지고, 특히 소수인원으로 조업을 해야 하는 소형어선의 조업효율 및 안전면 등에도 영향을 끼치고 있다. 이러한 문제를 해결할 하나의 수단으로 음성인식 기술을 포함한 최신의 정보처리 기술을 응용해서 생력화·효율화 및 노동재해의 경감을 도모하는 목적으로 그림 2-1에 표시한 이미지의 조업·조선지원시스템(이하 시스템)을 개발했다. 본 시스템개발에 있어서는 다음과 같은 효과를 기대하고 실시했다.

- 조업에 있어서 생력·생인화
- 조업의 효율화
- 조업시의 안정성 향상
- 조업자의 노동재해의 경감
- 조업자의 고령화 대책
- 조업의 매력화

2) 개발경과

본 시스템 개발에 있어서는 조사·검토 및

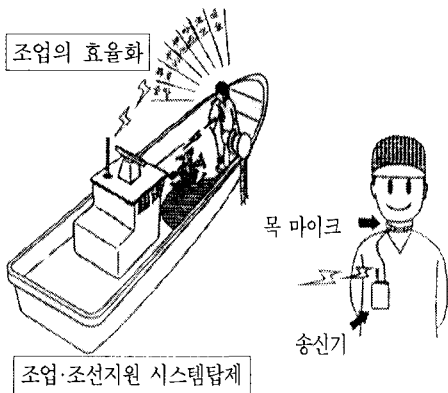
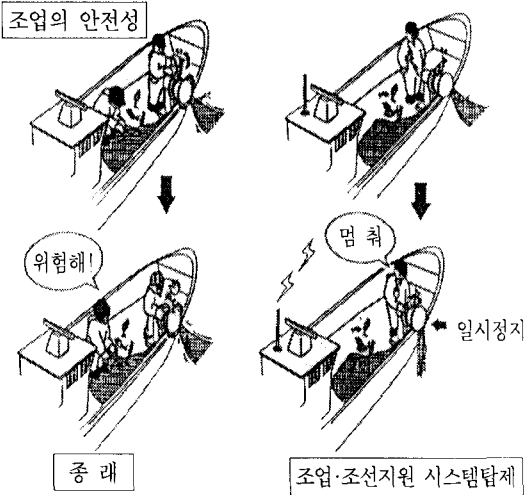


그림 2-1 시스템의 이미지

평가를 하기 위해 어선협회에 기술위원회를 설치했다. 또 장치개발·실험실시 등을 행하기 위하여 어선기관기술협회에 검토위원회를 설치했다. 91년도는 조업 및 조선의 현상에 대하여 각종 조사, 음성인식·음성전송방식에 관한 검토 및 각종 제어장치에 관한 기본설계를 했다. 92년도는 음성인식장치의 상세설계와 더불어 시험제작장치에 의한 작동인식 실험을 했다. 93년도는 실선탑재가 가능한 각종 장치를 개발해서 실선에 의한 기능인식실험 및 종합평가를 하고 이후의 실용화를 위해서 과제 등에 대해 확인했다.

3) 시스템 개요

본 시스템은 조업지원 시스템으로 구성되어 있다. 조업지원 시스템은 소형어선에서 사용되는 양망기 등을 정지시키기 위해 조업자가 발생한 「멈춰」의 음성을 인식해서 양망기의 운전을 정지하는 시스템으로 되어 있다. 조선지원시스템은 조업중(양망중) 배의 이동을 조작하기 위해 발생한 「전진」, 「우로」 등의 음성을 인식해서 주기 크라치 및 조타기를 제어하는 시스템으로 되어 있다. 본 시스템은 조업자가 발생한 명령어(단어)를 음성인식장치로 인식해서 그 결과를 각종 제어장치로부터 제어신호로서 어로장치나 조선장치에 출력하는 것에 의해서 소정의 동작을 행하는 시스템으로 기본사양은 다음과 같다.

- 조업시에 있어 생력화·효율화 및 노동 재해의 경감을 도모함
- 조업 및 조선지원 시스템을 구성함
- 음성입력·무선전송·음성인식 및 각종 제어장치로 구성함
- 조업지원시스템은 조선장치(주기 크라치 및 조타기)를 제어함
- 오인식시 안전대책을 배려함
- 기존장치를 종래와 같이 사용가능

본 시스템 구성과 관련한 대상기계와 명령어는 다음과 같다.

대상기계	명령어	의 미
양 망 기	멈 췌	양망기 정지
주기크라치	전 진	전 진
	후 진	후 진
	중 립	크라치 중립
조 타 기	좌 로	우 타
	우 로	좌 타
	중 앙	타 중앙

3. 어민의 의식조사

조업자 및 어업협동조합을 대상으로 본 시

시스템에 대한 관심도, 적용기계 등에 대한 조사를 북해도 동북의 일부지역에서 실시했다. 積丹, 津輕, 仙台·相馬지방의 3지역에서 본 시스템에 관한 앙케이트조사 결과 앙케이트회수율이 83%로서 본 시스템에 관한 관계자의 관심이 높음을 표시했다.

조사지역의 주요어업은 지역에 따라 다소 다르지만 자망어업은 3지역 공통으로 실시되고 있으며, 일본해측의 積丹와 津輕지방은 오징어채낚기, 정치망, 仙台·相馬지역은 조개형망, 저망어업이 주요어업으로 되어 있다. 또 평균 승선자수를 비교해 보면 자망어선은 1.4인에서 2.6인, 정치망어선은 2.7인에서 4.4인으로 동북쪽보다 북해도가 승선자수가 많다. 주요어업이 서로 다르고 어로기계도 지역에 따라서 각각 특색이 있어 기능이나 구조면으로도 자망용장구형양망기, 롤라식양망기, 연승용라인홀라, 정치망권양기드럼, 씨앵카권취기, 오징어조상기, 어업용크레인 등으로 분류되었다. 본 시스템 적용기계로서는 양망기가 압도적으로 많아 각 지역별로 1위를 차지했고 크랏치류가 2위였다. 이외는 조타기, 정치망권망드럼, 오징어조상기, 씨앵카권취기 등이었다. 또 본 시스템에 대한 기대감에 대하여서는 안전성과 효율성(생력화)으로 크게 구별되고 양망기가 사용해 보고 싶은 기기로서 1위를 차지했다. 안정성에 대한 평가로서 크랏치류에 사용해 보고 싶다고 한 것은 효율성(생력화)을 기대하고 있는 것으로 생각된다. 이러한 조사 결과로부터 다음의 사항이 밝혀졌다.

- 본 시스템에 대한 관심은 매우 높음
- 본 시스템의 적용대상 기계는 양망기, 크랏치류의 순이다.

4. 조업 조선지원 시스템

본 시스템을 구성하고 있는 주된 장치는 무선전송장치, 음성인식장치 및 각종 제어장치로 되어 있다. 무선송신장치는 목마이크로서 음성을 입력해서 그 음성을 무선으로 음성제

어장치까지 전송하는 것이 주된 기능이다.

마이크는 목 마이크를 채용해서 바람의 소리 포찰음 및 엔진음 등에 영향을 받지 않고 음성을 입력하는 것이 가능하고 먼저 다이버시티(diversity) 수신방식의 채용 및 전압저하 혼신등에 대한 전장치의 정지명령출력기능을 갖쳤다.

음성제어장치는 사전에 등록된 복수의 조업자 음성을 넣고 음성을 비교 인식해서 그 인식 결과를 기본으로 하여 대상된 장치에 소정의 명령을 행하는 주된 기능으로 되어 있다. 또 인식결과를 합성음성으로 인식한 기능을 장비함에 따라 오인식한 경우의 확인 및 말의 수정이 가능하게 했다.

각종 제어장치는 어로기계나 조선장치와 음성제어장치를 접속하기 위해 장치된 각 장치의 작동상황을 확인하고 더욱이 인식 결과를 기본으로 대상된 장치를 제어하는 것이 주된 기능이다.

1) 무선전송기술

선내의 탑재무선이 동작하고 있는 환경하에서 음성을 무선에 의해 정밀하게 잘 전송하기 위해 다음의 기술을 개발했다.

- 높은 평음하에서의 음성입력기술
- 전파의 입력원으로 추종가능한 수신기술
- 혼신 또는 전원이 나갔을 때의 신호송출기술
- 실선탑재를 위해 내환경대책기술

무선전송장치는 송신기 다이버시티방식의 수신기, 부스타내장의 안테나 등으로 구성되어 있다.

2) 음성인식기술

음성인식에 관한 기초기술은 이미 개발되어 있지만 실용화를 목표로 한 본 시스템은 먼저 다음의 기술을 개발했다.

- 주로 어로기계 등의 구동상황하에 있어 음성인식기술
- 파랑, 풍랑 등의 자연환경하에서 또는 조업작업시에 있어 음성입력기술
- 혼선·오인식시의 정지에 관한 우선제어기술
- 실선탐재를 위해 내환경대책기술

본 시스템에서 채용한 음성인식 및 제어에 관한 특징은 다음과 같다.

- 그룹특정화자방식을 채용
- 등록 그룹자수는 5인, 등록언어수는 8개 단어
- 양망기에 대해서는 오인식 완료 직후에 지령을 송신
- 주기크랏치, 조타기에 대해서는 오인식시의 수정된 말을 고려해서 1.5초후에 지령을 송신

본 시스템에 있어 음성인식에서는 실제시간에서 음성분석처리가 요구되기 때문에 중앙연산처리장치(CPU)로서는 연산처리기능이 우수한 디지털시그널프로세서(DPS)를 채용했고 다음과 같은 처리기능을 갖쳤다.

- DPS 초기화처리
- CODEC수신·삽입처리
- 소음계측처리
- 음성구간판정처리·음성구간이라는 도산출처리
- 소음분석처리
- 음성신호분석처리
- 인식처리

3) 양망기 제어기술

양망기에 관련된 장치의 동작상태를 항상 감시해서 음성인식의 결과에 따라서 정지동작을 하고 먼저 종래와 같이 레버에 의한 수동조작이 확실히 실시되도록 구성을 갖추기 위해 다음의 기술을 개발했다.

- 감시장치와의 정보전달 통신기술
- 유압변개폐연결의 제어기술

- 종래의 조작장치와의 겸용제어기술
- 실선탐재를 위한 내환경대책기술

양망기 제어장치는 레버구동부 및 제어연산부가 구성되고 레버구동부는 갑판하의 양망기용 유압밸브근처에 설치하고 선교내에는 제어연산부를 설치했다. 레버구동부의 내부에는 전동모타 및 감속기가 내장되어 있고 감속기를 직결한 경우는 레버의 조작에 상당한 토크가 요구되기 때문에 조작자가 자유롭게 레버를 조작해서 정연전 및 속도조정이 가능하도록 레버구동부의 전자크랏치를 통상은 단절된 상태로 하였다. 또한 60도의 레버각도를 1초이내에 정지위치로 제어하기 위해 DC모타를 채용했다.

4) 주기크랏치 제어기술

주기크랏치에 관련된 장치의 작동상태를 항상 감시해서 인식 결과를 기본으로 하여 전후진 중립의 동작을 하고 먼저 종래와 같이 레버에 의해 수동조작이 확실히 실시되도록 다음과 같은 기술을 개발했다.

- 와이야 구동장치의 제어기술
- 종래 조작장치와의 겸용제어기술
- 실선탐재를 위한 내환경대책기술

주기크랏치 제어장치는 제어부와 구동기구가 내장된 액추에이터 유니트, 수동리모콘의 모타절환스위치 및 리모콘으로 구성되어 있다.

5) 조타기제어기술

조타기에 관련된 장치의 동작상태를 항상 감시해서 음성인식 결과를 기본으로 좌우의 전타 중앙 등의 동작을 한다. 먼저 종래와 같은 타륜에 의해 수동조작이 확실히 실시 가능하기 위해 다음과 같은 기술개발을 했다.

- 조타기용 유압장치의 제어기술
- 종래 조작장치와의 겸용제어기술
- 실선 탐재를 위한 내환경대책기술

조타기제어장치는 음성제어장치로부터 지령신호에 의해서 전자변 유니트에 전압신호를

보내는 제어증폭기로 부터의 전압신호로 조타 시린다의 유압을 조정하는 전자변유닛 및 실제로 타각을 제어 증폭기에 송신하는 추종 발신기 등으로 구성되었다.

6) 감시제어기술

무선전송장치 및 음성인식장치로부터의 각종 신호를 기본으로해서 대상되는 장치를 적합하게 제어하기 위해 다음과 같은 기술을 개발했다.

- 음성인식결과와 모니터링기술
- 혼식·오인식시의 각종 장치에 대한 제어 기술

5. 실선에 의한 평가시험

1) 음성인식에 관한 실험

조작자의 음성입력에 대한 인식성능은 본 시스템에서 가장 중요하기 때문에 음성인식에 관한 성능을 인식율에 의해 확인했다. 음성인식은 그 발성 및 발음방법에 의해 인식율이 좌우되기 때문에 실험자로서 음성인식에 대하여

여러종류의 다른 입장의 실험자를 대상으로 하였다. 실험자의 구성은, A는 음성인식의 경험이 없고, B는 음성인식의 전문가, C와 D는 이전부터 음성인식을 경험해 온 사람이다. A, B 및 C에 대하여는 음성수록을 실험일의 1주간 및 2주간전에 하고 D에 대하여는 실험당일에 했다. 음성은 디지털 오디오 테이프에 수록해서 이것을 반복해서 재생하면서 인식율에 관한 실험을 했다. 이 실험에서는 4명의 음성을 기본으로 작성한 사서를 채용했다. 인식대상으로 한 명령어는 본 시스템의 명령어로 「멈춰」, 「전진」, 「후진」, 「중립」, 「우로」, 「좌로」, 「중앙」이었다. 실험 결과는 표 5-1과 같다.

표가운데의 ○는 인식한 경우, R은 리체크되어 재입력을 요구한 경우로 되어 있다. 그리고 立은 중립, 央은 중앙을 오인식한 경우이다. 인식율은 정해율의 최저치와 최고치를 제외한 나머지의 결과에 대하여 평가를 행했던 것으로 97%이상의 인식율을 얻었다. 또한 리체크는 에라(실수)로 취급했다. 이번 실험에서 인식율에 있어서는 표본수가 적은 것도 있었고 1개 단어의 오인식으로 수%정도치가 차이나게 되지만 실용상에서는 비교적 안정된 인식성능을 갖게 되었다. 또한 음성인식에 관

표 5-1 음성인식율에 관한 실험결과

실험자	발성어 / 수록일	멈춰	전진	후진	중립	우로	좌로	중앙	정해율	오인식
A	1주전	○○○	○○○	○○○	○○○	○○×	○○○	○○○	20/21	1
	2주전	○○○	R○×	×○○	○○○	×××	○○○	○○○	15/21	6
B	1주전	○○○	○○R	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	20/21	1
	2주전	○○○	○R○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	20/21	1
C	1주전	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	21/21	0
	2주전	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	21/21	0
D	당일	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	21/21	0

○: 인식 OK ×: 인식 NO R: 재검토 央: 중앙 立: 중립

한 처리 알고리즘으로 재검토수준 및 유이도 등의 조정에 의해 인식을 및 안전성이 향상되는 것도 확인됐다.

2) 각종 제어장치에 관한 실험

목마이크에 의한 음성입력부터 각종장치가 작동하기까지의 상황을 인식하기 위해 음성입력부터 음성인식까지의 소요시간 및 각종장치의 동작완료까지 소요시간을 측정했다. 이것으로부터의 확인을 위하여 측정된 신호는 음성신호, 제어개시신호 및 작동상황확인신호로 되어 있다. 작동상황확인신호로서는 양망기의 조작레버, 주기크랏치의 조작레버, 조타기의 구동부 각각의 움직임을 기록했다. 실험시 양망기는 무부하상태, 주기크랏치는 와이야를 멈췄다 뺏다할 수 있는 상태, 조타기는 통상의 상태에서 행했다. 실험동작은 「멈춰」, 「전진」, 「후진」, 「중립」, 「우로」, 「좌로」, 「중앙」에 대해 실시했다. 이 결과로부터 명령어의 발생완료부터 제어개시까지의 소요시간은 어떠한 명령어의 경우도 0.3초에서 0.4초로 되는 것이 판정됐다.

「멈춰」에 의한 양망기의 정지까지 소요시간은 약 1초이지만 측정상태는 최대로 감아올린 상태에서부터 정지동작까지를 측정했기 때문에 실제의 조업상황하에서는 1초이하로 될 것으로 생각된다. 또한 「전진」에 의한 주기크랏치의 중립상태로부터 전후진상태까지의 소요시간은 약 3초, 「우로」에 의한 조타기의 중앙으로부터 우타 30도까지의 전타에 소요된 시간은 3초이내였다.

3) 실선시험

본 시스템의 동작확인 및 해상에서 조작특성을 확인하기 위해서 5톤급 자망전업어선에 탑재해서 음성에 의한 조업 및 조선에 관한 실선실험을 실시해서 다음의 각종 기능을 확인했다. 실험선의 주요목적은 다음과 같다.

선	종	자망어업
선	질	FRP
등	록 장(m)	11.95
등	록 폭(m)	2.79
등	록 심(M)	1.11
총	톤 수(ton)	5.5
마	력(ps)	215

선내에 음성제어장치를 탑재하고 또한 관계자 입회하에 다음 실험상황을 측정했다.

- 「멈춰」의 명령어에서 양망기의 회전이 정지할 것
- 「전진」, 「후진」, 「중립」의 명령어에서 주기관 크랏치가 전후진, 중립상태로 동작할 것
- 「우로」, 「좌로」, 「중앙」의 명령어에서 조타기가 좌우 중앙으로 동작할 것
- 양망기는 음성인식후 즉시 회전이 정지할 것
- 주기크랏치 조타기는 인식 확인후에 다시 음성입력의 변경이 가능할 것
- 양망기, 주기크랏치 및 조타기의 음성인식에 따라 제어시에 각종 장치가 수동으로 조작이 가능할 것

이상으로부터 본 시스템은 조업 및 조선장치의 지원시스템으로서 실용화의 가능성이 높은 것으로 확인됐다. 또한 실선실험에서 양호한 성과를 얻었던 배경은 실선에서 협력해 주신 조업자가 음성인식에 의한 조업 및 조선에 높은 관심을 갖고 있는 것과 본 시스템에 대한 익숙함에 있었던 것이 중요한 요인이다.

본 시스템을 탑재한 이후 본선에 사용상황 등에 관한 추적조사를 행한 결과 명령어의 변경 요구가 있어 「멈춰」는 「스톱」, 「중앙」은 「가운데」로 변경했다. 이외에도 언어만 아니고 커다란 소리로 양망기의 회전을 정지하도록한 기능도 장비하고 싶다고 지적했다. 현재에서의 본 시스템은 겨울에 자망어업이 최성기로서 많은 사람이 승선하기 때문에 사용하지 않았지만, 봄부터의 잡어자망어업 기

타 1인승선의 경우에는 유효하게 활용하고 있었다. 본 시스템의 조작대상으로 양망기, 주기크랏치, 조타기중에서 제일 사용 빈도가 높은 것은 양망기였다.

6. 결 언

1) 실용화의 검토

본 시스템의 각종 기능이 실선실험등에 의해서 확인되었기에 금후의 실용화를 맞이하여 방침 및 적용대상기계에 관한 검토를 했다. 본 시스템은 조업의 안전성 향상을 목적으로 하는 소수인원에 의한 연안어업부터 조업시의 생력화·생인화를 목적으로 하는 난바다어업등 넓은 범위에 적용가능하고 적용하는 어로기계의 종류도 개략 개발을 마친 양망기용의 제어장치이외에도 고정드럼, 크레인, 윈치등의 제어에도 충분히 가능하다. 본 시스템의 실용화에 관해서는 생력화·생인화에 의해 경제효과 및 안전성 향상을 포함한 조업상의 필요성 측면에서 다음과 같은 각종 검토를 했다.

- 어선 및 어종별 조업실태, 요구기능 및 탑재기계에 관한 조사
- 연안 및 난바다어업에 있어서 필요성 및 실용화에 관한 조사

2) 기술적 문제

본 시스템의 개발단계에서 대상으로한 어로기계에 관한 조사를 행하던 중 양망기나 고정롤라와 같은 유압 구동에 의한 회전체의 정지조작이 제일 우선이고 어업용크레인 고정롤라 오징어조상기 등의 조작에 대해서도 관심이 높은 것으로 나타났다. 본 시스템은 대상되는 기계의 구동방법 및 조업시의 사용방법에 대응된 제어기능을 구축하는 것이 가능하기 때문에 예를 들면 양망기나 고정롤라의 경우는 종래의 레버조작과 겸용해서 「멈춰」, 「스톱」 등의 음성(명령어)이나 「아(앗)」, 「와-」 등의

음(음량)으로 회전을 정지하는 시스템을 개발하는 것이 가능하다. 먼저 어업용 크레인이나 윈치의 경우는 보탄조작에 의한 양망 투망의 작동 및 정지를 「올려」, 「내려」, 「멈춰」 등의 음성(명령어)으로 하는 것과 같은 시스템도 실현가능하다. 음성인식에 의한 조업·조선지원용의 장치를 실용화 하기 위해 조업현장에서의 적용방법이나, 불특정다수의 조업자가 사용하는 것을 전제로한 각종 장치의 소형, 저가격화는 말할 것도 없이 신뢰성이 높은 장치를 실현하는 것이 중요하다. 또한 불특정화 자방식의 채용 및 큰소리에 의한 정지제어기술을 개발한 것보다 안전장치로서 기대할 수 있다. 실제 조업하에서 사용상황을 조사한 것에 의하면, 장치의 하드웨어 및 소프트웨어 측면에서 개량, 개선점을 파악해서 작업효율 향상, 안전성향상을 도모하는 것과 각종 어선, 어로기계에 적용을 확대시켜 가는 것이 금후의 과제이다.

음성에 의한 조업조선시스템은 음성인식기술을 이용해서 어선에 탑재되어 있는 조업 및 조선용의 기계조작을 지원하기 위해 개발되어진 시스템이다. 본 시스템은 목마이크 및 무선전송에 의한 입력음성을 대상으로한 음성인식에 의한 실용적인 시스템으로서는 국내외에서 처음으로 개발된 획기적인 시스템이다. 현재의 음성인식에 관한 실용적인 기술수준은 음성에 의한 단어를 인식하는 것이 가능하지만 회화의 연속적인 음성의 의미를 이해하는 것은 실용시스템으로서는 불가능해서 본 시스템을 사용하는 경우도 어느 정도의 사용상의 제약사항 및 주의사항이 필요하다. 본 시스템의 실용화 촉진에 있어서는 적용대상기계의 사용환경, 적용목적등을 인식하고 음성인식에 대한 조업자의 인식 교양 및 매뉴얼정비에도 노력할 필요가 있다.

이상은 일본에서 개발한 음성인식제어기에 대하여 간략하게 소개하였지만, 우리나라에서도 이 분야에 관심을 갖고 기술개발의 필요성이 절실하다고 생각된다.