

## 선박의 기적소리방향 검출장치 개발

\*권혁진 \*\*김정창

한국해양대학교

\*gurwls0813@gmail.com \*\*jchkim@kmou.ac.kr

## Development of Ship Whistle Direction Indicating Systems

\*Huykjin Kwon \*\*Jeongchang Kim

Korea Maritime and Ocean University

### 요약

본 논문에서는 선박의 기적소리 방향 검출을 위한 시스템을 개발한다. 제안하는 시스템은 4개의 마이크로폰으로부터 기적 소리를 입력받아 원하는 주파수 대역의 신호만 통과하도록 디지털 필터링된다. 필터링된 신호로부터 8 방향의 기적소리 방향 탐지가 가능한 알고리즘을 제안한다. 또한, DSP를 이용하여 제안된 시스템의 프로토타입을 구현하였다.

### 1. 서론

2000년 SOLAS 협약 제 5장의 개정안이 채택됨에 따라 선박 항해장비에 새로운 장비들이 도입되었다[1]. 시계가 제한된 날씨에 선교가 완전히 폐쇄된 선박의 경우 선교내부에서 기적 등 타 선박의 청취음압이 급격히 감소하므로 항해중인 항해사가 음향신호를 듣고 또한 그 방향을 파악할 수 있도록 하는 장치가 필요하다[2]. 이러한 장치를 음향수신장치(Sound reception system)라고 하며 음향수신 장치의 요건은 IMO resolution MSC.86(70) Annex 1에 규정되어 있다[3]. 그 내용 중 일부를 나타내면 표 1과 같다.

표 1. 음향수신 장치의 요건

I	음폭 70Hz - 820Hz의 음향신호를 모든 방향으로부터 수신할 수 있을 것
II	음향신호가 어느 방향에서 탐지되었는지 그 개략의 방향을 알 수 있을 것
III	의미있는 소리만 들을 수 있도록 쓸데없는 배경잡음은 억제할 수 있을 것

대부분 아날로그 음향수신장치는 선박의 앞, 뒤, 좌현과 우현 총 4곳에 설치된 마이크로폰으로부터 타선박의 기적소리를 입력받아 입력된 신호들의 음압레벨차이나 지연시간차이를 계산하여 방향을 탐지하고 있다. 하지만, 기존 아날로그 방식의 음향수신장치는 마이크로폰으로 입력된 신호에 대해 간섭 및 잡음의 영향이 제각각이며, 4 방향의 방향 탐지만 가능하다는 단점이 있다. 또한, 아날로그 방식에 기반하고 있어서 외부요인에 매우 민감하여 설치 및 운용에 많은 어려움을 겪고 있다. 논문 [4]에서는 디지털 신호처리에 기반한 음향수신장치가 개발되었으나 음향신호의 크기에 대한 문턱값 테스트에 기반하여 방향을 탐지하므로 탐지 가능한 방향의 수에 제한이 있으며 문턱값에 따라 방향 탐지 성능이 달라지므로 실제 운용하는데 있어서 어려움이 있다는 단점이 있다.

따라서, 본 논문에서는 아날로그 방식이 갖는 방향탐지 성능의 한계를 극복하고 디지털신호처리에 기반하여 임의의 방향 탐지가 가능한 선박의 기적소리방향 검출 장치를 개발한다.

### 2. 시스템 구성

본 논문에서 제안한 선박의 기적소리방향 검출장치는 디지털 신호처리 기술에 기반하고 있으며 그림 1과 같은 구조를 갖는다. 먼저, 4 개의 마이크로폰으로부터 음향신호를 수신한다. 선박에서 마이크로폰은 선박의 앞, 뒤, 좌, 우를 향해서 설치되며 각각의 마이크로폰으로부터 음향신호를 수신한다. 수신된 음향신호는 아날로그-디지털 변환기(analog-to-digital converter: ADC)를 거쳐서 디지털 신호처리부(digital signal processing unit)로 입력되어 방향 탐지를 위한 다양한 필터링 및 수신방향 추정이 이루어진다. 검출된 방향은 항해사가 시각적으로 인지할 수 있도록 화면으로 출력되며 필터링된 음향신호는 선교 내 스피커로도 출력되어 항해사가 들을 수 있도록 장치가 구성된다.

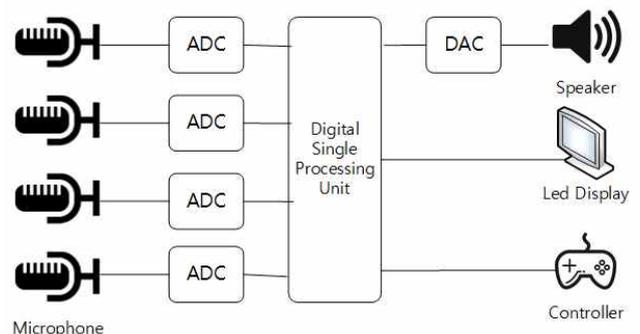


그림 1. 제안하는 기적소리방향 검출장치의 시스템 구성도

### 3. 디지털 신호처리 기술

표 1 을 보면 선박에 설치되는 음향수신장치는 70Hz ~ 820Hz의 주파수 영역의 신호를 수신하여 방향을 탐지해야 한다고 명시되어 있다. 이는 선박에서 사용되는 기적소리가 대부분 70Hz ~ 820Hz의 주파수 영역에 존재하기 때문이다. 하지만 선박의 항해 시에 유입되는 잡음은 모든 주파수 영역에 걸쳐서 나타난다. 이러한 잡음은 방향검출 정확도를 저하시키는 요인으로 작용하므로 IMO resolution MSC.86(70) Annex 1의 규정에서 요구하는 주파수 영역인 70Hz - 820Hz를 통과대역으로 정하고 나머지 주파수 성분들을 억제함으로써 방향 탐지 성능을 향상시킨다. 주파수 성분을 억제하는 필터는 저역통과(Low-pass) 필터를 적용하여 820Hz이상의 주파수신호를 제한한다.

#### 4. 기적소리방향 검출 알고리즘

[1]의 규정에서 요구하는 주파수 영역에 맞게 통과된 기적소리신호는 방향탐지를 위한 알고리즘에 대입된다. 아래의 그림 3과 같이 소리가 들어올 때 x 축 상의 소리 성분의 크기를 a, y 축 상의 소리성분의 크기를 b라고 하면 a와 b의 비를 이용하여 방향을 탐지한다. 따라서 임의의 방향 검출이 가능하며 본 논문에서는 특별히 8방향으로 양자화하여 8방향의 방향검출이 가능하도록 설계했다. 이렇게 검출된 신호의 방향을 LED를 통해 가시화하여 사용자가 기적소리의 방향을 인지할 수 있도록 한다.

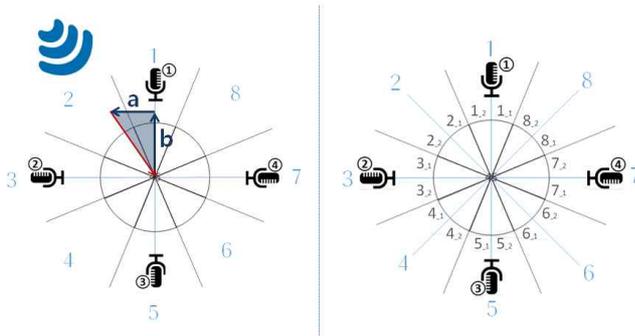


그림 3. 제안하는 방향탐지 알고리즘

#### 5. 구현 및 실험결과

그림 4는 제안하는 방향탐지 장치의 디지털 신호처리부를 구현한 결과를 나타낸다.



그림 4. 제안하는 방향탐지 장치의 디지털 신호처리부

디지털 신호처리보드는 수신받은 음향신호, 즉 아날로그 신호를 디지털로 변환하는 아날로그-디지털 변환기 및 디지털화된 오디오 신호로 변환하기 위한 디지털-아날로그 변환기도 포함하고 있다. 그림 4는 시스템 구현에 사용된 디지털 신호처리보드이고, 사용된 DSP칩과 오디오 코덱의 대략적인 사양은 표1, 표2 와 같다. ADC를 거친 디지털 오디오 신호는 DSP의 디지털 필터를 통과하고, 필터를 통과한 신호는 C언어프로그래밍으로 구현된 방향탐지 알고리즘에 의해 선박으로 들어오는 음향신호의 방향을 최종결정하게 된다.

표 1. DSP Chip의 사양

항목	사양
Processing speed	Core performance up to 600 MHz
Memory	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SDRAM</li> <li>- 64MB (8M x 8-bits x 4 banks) x 2chips</li> <li>• Flash memory</li> <li>- 4MB (2M x 16-bits)</li> </ul>
Etc.	4 serial ports (SPORTs)

표 2. Audio 코덱의 사양

항목	사양
ADC	96 kHz ADC
DAC	96 kHz DAC
Sampling rate	8kHz, 16kHz, 32kHz, 64kHz, 96kHz
Etc.	Transmission of digital data using a serial port

#### 6. 결론

본 논문에서는 선박의 기적소리 방향 검출을 위한 시스템을 개발한다. 제안하는 시스템은 4개의 마이크로폰으로부터 기적소리를 입력받아 8 방향의 기적소리 방향 탐지가 가능하다. 또한, DSP를 이용하여 제안된 시스템을 프로토타입으로 구현하였다. 개발된 시스템을 활용함으로써 기존의 아날로그 방식의 한계를 극복하고 정밀한 방향검출이 가능하게 되어 선박에서 발생할 수 있는 사고를 방지할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 참고문헌

[1] SOLAS chapter V safety of navigation - Regulation 19 - Carriage requirements for shipborne navigational systems and equipment, [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/343175/solas\\_v\\_on\\_safety\\_of\\_navigation.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/343175/solas_v_on_safety_of_navigation.pdf), Accessed July 1, 2002.

[2] ISO 14859 - Ships and marine technology - . Sound reception systems, <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14859:ed-1:v1:en>, Accessed April 1, 2012.

[3] IMO resolution MSC.86(70) - Adoption of new and amended performance standards for navigational equipment, [http://www.imo.org/blast/blastDataHelper.asp?data\\_id=15454&file\\_name=86\(70\).pdf](http://www.imo.org/blast/blastDataHelper.asp?data_id=15454&file_name=86(70).pdf), Accessed Dec. 8, 1998.

[4]선박용 디지털 음향수신장치 연구, Journal of the Korean Society of Marine Engineering, Vol. 38, No. 9 pp. 1125~1130, 김형중, 김정창