

# 뉴럴 네트워크를 이용한 선박의 Tonal성 신호 자동인식에 관한 연구

이필호\*, 임기현\*\*, 박규철\*\*, 윤종락\*\*  
\*국방과학연구소, \*\*부경대학교

## A Study for Tonal Signal Automatic Recognition of the Ship Radiated Noise by Neural Network

Phil-Ho Lee\*, Ki-Hyun Lim\*\*, Kyu-Chil Park\*\*, Jong Rak Yoon\*\*

\*Agency for Defense Development, \*\*Pukyong National University

phlee285@add.re.kr, khlim@mail1.pknu.ac.kr, {kcpark, jryoon}@pknu.ac.kr

### 요약

선박의 수중방사소음은 다양한 기계류나 추진기 혹은 선체와 유체간의 상호 작용으로 인하여 여러 형태의 특성신호로 나타나며, 속력 종속적인 추진계통 신호 성분과 비종속적인 보기류 신호 성분이 혼재되어 다수의 신호성분으로 나타난다. 또한 토널 신호의 세기와 바다의 음향 전달 특성 등으로 인하여 신호가 미약하게 되거나 끊어져서 불연속하게 나타나기도 한다.

본 연구에서는 이러한 점을 해결하기 위해 선박의 Tonal성 신호를 자동으로 탐지하고 분류하기 위해 스펙트로그램 상에서 연속되는 신호에 가중치를 주어 지속성 신호여부를 판별한 후에 정해진 임계치를 초과하는 성분을 Tonal로 선정하였으며, 선정된 Tonal 신호의 발생기원이 속력 종속/비종속적인지를 자동으로 판별하는 알고리즘을 실제 선박 방사소음에 대해 적용한 결과에 대해 보고한다.

결쳐 측정된 신호를 표준화하여 시간에 따라 연속 표기한 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 선박 방사소음의 스펙트럼에는 많은 수의 Tonal 성분들이 나타나고 있다. 이들이 실제 중요하게 다루어야 할 Tonal인지 여부에 대한 판단과 어느 음원체에서 비롯되었는지에 분류가 필요하다.

본 논문에서는 여러 형태의 특정신호로 나타내어지는 선박 수중방사소음의 발생기원을 효율적으로 분류하기 위해서 토널 추출 및 추출된 Tonal 신호의 발생기원이 속력 종속/비종속적인지를 자동으로 판별하는 알고리즘을 제안하고, 실제 수중에서 측정된 선박소음을 적용하여 제안된 알고리즘이 유용한 지에 대해 검토하였다.

### 1. 서론

선박은 추진시스템이나 회전/왕복 운동특성을 갖는 여러 기계류로 구성된 복합적인 음원체로, 이들이 동시에 작동할 경우에는 다양한 성분의 신호가 복합적으로 나타날 뿐만 아니라 그들이 생성한 조화성분들로 인해 실제 스펙트럼 분석결과에는 매우 복잡한 형태로 확인된다.[1,2]

그림 1의 선 스펙트럼은 CPA점을 통과할 당시 8초간 평균한 방사소음 신호이며, LOFAR 그림은 약 5분간에

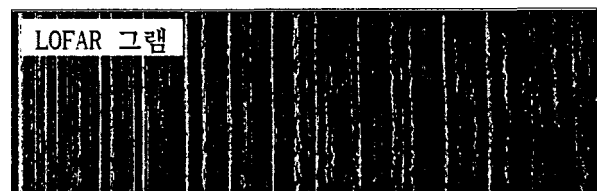


그림 1. 선박 방사소음의 선 스펙트럼과 LOFAR 그림 예

### 2. Tonal 신호 추출 및 분류

주어진 스펙트로그램 상에서 Tonal 신호를 강화시켜

추출하고 불연속하게 나타나는 것을 보정하기 위해 다음과 같은 과정을 적용시켰다.

1. 전 주파수 성분에 대하여 인접해 있는 주파수 성분과의 미분 계수를 구하여 변곡점 여부를 조사한다.
2. 변곡점인 주파수 성분에는 현재 주파수 성분과 앞단에서 피드백 되어진 값을 합하여 입력값으로 정한다.
3. 변곡점이 아닌 주파수 성분에 대해서는 앞단의 피드백 값만으로 입력값을 대신한다.
4. 마지막 단에 신경 회로망[2,3]을 적용시켜 출력층에 인가되는 입력값이 1보다 클 경우 활성값은 1로, 0과 1 사이의 값을 가질 때에는 그 출력값을 다음 입력층에 피드백시킨다.
5. 각 단에서의 출력값에 대하여 임계치를 초과하는 값을 Tonal 신호로 간주하고 그 성분만을 추출한다.
6. Tonal 신호가 속력 중속 성분인지 아닌지를 분류하기 위해 임계치를 초과하는 각 주파수 성분을 각 주파수별로 합산, 신호의 높이와 폭을 조사하여 두 성분을 분류한다.

### 3. 수치 시뮬레이션 및 결과

그림 2. (a)의 신호를 대상으로 앞 절의 과정 중 1-5까지의 과정을 적용시킨 결과, 그림 2. (b)와 같은 결과를 얻었다. LOFAR 그래프의 출력으로부터 Tonal 신호가 강조되어 추출되어져 있는 것을 알 수가 있다. 그림 2. (c)는 (b)의 결과에서 임계치를 초과하는 부분을 나타낸 것이다. (d)는 과정 6을 적용시킨 결과로, 속력 중속 성분이 비 중속 성분에 비해 신호의 크기가 크거나, 신호의 폭이 좁음을 알 수가 있다. 이것을 바탕으로 Tonal 신호의 중심주파수와 폭, 높이를 기준으로 두 성분을 분류한 결과, 속력 중속 성분(0로 표시)은 5개의 주파수 성분, 비 중속 성분(x로 표시)은 31개의 주파수 성분으로 분류가 되었다.

### 4. 결론

본 논문에서는 여러 형태의 특정신호로 나타내어지는 선박 수중방사소음의 발생기원을 효율적으로 분류하기 위해서 토널 추출 및 주파수선 추정 알고리즘을 제안하였으며, 실제 수중에서 측정된 선박소음을 적용하여 제안된 알고리즘이 효과적임을 보였다. 선박의 신호가 주변잡음과 비슷한 세기를 가지는 약한 신호 및 시간에 따

라 비선형적으로 변하는 주파수 선일 경우에도 제안된 알고리즘을 사용하여 선박의 주파수 성분만을 추출할 수 있음이 확인되었다.

본 연구는 STX 레이다시스(주) 및 2003년도 BB21 연구지원 결과의 일부이다.

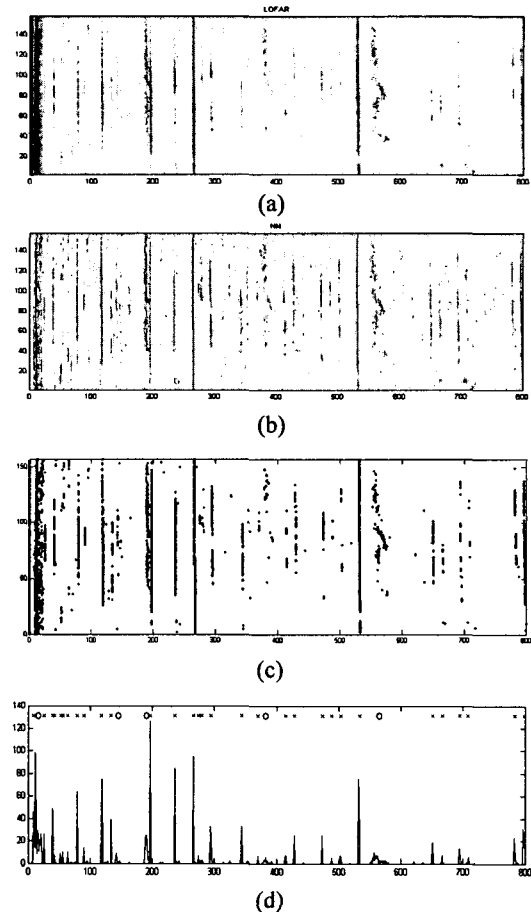


그림 2. Tonal 신호 자동 추출의 결과

### 참고문헌

1. Thmos L. Hemminger, Yoh-Han Pao, "Detection and Classification of Underwater Acoustic Transients Using Neural Networks" IEEE, Vol 5, No. 5, September 1994.
2. 이필호, 윤종락, 박규철, 임기현, "선박의 방사소음원 분류를 위한 Tonal 신호 자동인식 기법연구", 2004년도 한국음향학회 춘계학술발표대회, 23(1), 175-178, 2004.
3. Howard Demuth and Mark Beale, *Neural Network Toolbox*, the Math Works Inc., 2003.