

MFCC 특징벡터와 신경회로망을 이용한 프레임 기반의 수중 천이신호 식별

*임태균, **김일환, **김태환, **배건성
*삼성전자, **경북대학교 전자전기컴퓨터학부
e-mail : onlyinkr@mir.knu.ac.kr, ksbae@ee.knu.ac.kr

Frame Based Classification of Underwater Transient Signal Using MFCC Feature Vector and Neural Network

*Tae Gyun Lim, **Il Hwan Kim, **Tae Hwan Kim, and **Keun Sung Bae
*Samsung Electronics Co. Ltd.
**School of Electrical Engineering and Computer Science
Kyungpook National University

Abstract

This paper presents a method for classification of underwater transient signals using, which employs a binary image pattern of the mel-frequency cepstral coefficients(MFCC) as a feature vector and a neural network as a classifier. A feature vector is obtained by taking DCT and 1-bit quantization for the square matrix of the MFCC sequences. The classifier is a feed-forward neural network having one hidden layer and one output layer, and a back propagation algorithm is used to update the weighting vector of each layer. Experimental results with some underwater transient signals demonstrate that the proposed method is very promising for classification of underwater transient signals.

I. 서론

수중 음향 신호 처리 분야에서는 수중 환경에서 발생하는 돌고래와 같은 해양 생물이 내는 천이신호와 선박, 잠수함 등에서 발생하는 인위적인 천이신호를 탐지하고 식별하기 위한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 음성인식 분야에서는 멜 스케일(mel-scale)과 켈 스트럼을 기반으로 한 MFCC(Mel Frequency Cepstral Coefficient)를 인식을 위한 특징 파라미터로 많이 사용

하는데, 일반적으로 우수한 인식 성능을 보이는 것으로 알려져 있다[1].

신경회로망은 기존의 통계적인 원리를 이용하거나 지식에 기반한 식별 기법과는 달리 원하는 입력과 출력을 이용하여 그들 간의 연결 구조를 학습함으로써 입력 신호를 식별하며, 신경회로망 자체의 구조적인 특성으로 인하여 병렬 수행이 가능하므로 많은 양의 데이터를 효율적으로 처리할 수 있다. 그러나 신경 회로망 기반의 수중 천이신호 식별은 분류하고자 하는 각 클래스의 고유 특징을 잘 표현하는 정규화된 특징 벡터를 필요로 한다. 본 논문에서는 MFCC 특징 벡터열에서 얻은 정방 행렬에 대한 양자화된 2차원 DCT 이미지 패턴을 특징 벡터로 하여 신경 회로망 기반의 수중 천이신호 식별 실험을 수행하였다.

II. 특징 벡터 추출 및 패턴인식

2.1 MFCC 기반의 특징벡터 추출

각 클래스마다 다른 크기의 데이터 양을 가지는 특징 벡터를 정규화하기 위하여 본 논문에서는 12차 MFCC 기반의 특징 벡터에 대한 정방 행렬 H를 계산함으로써 신경회로망을 위한 특징 벡터를 12X12로 정규화 시킨다[2]. 여기서 n은 탐지된 프레임 수를 나타낸다.

$$H = MFCC_{n \times 12}^T \cdot MFCC_{n \times 12} \quad (1)$$

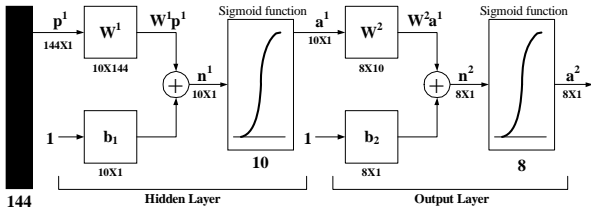


그림 1. 한 개의 은닉층과 출력층을 가진 전방향 신경회로망

2.2 수중 천이신호 식별을 위한 신경회로망

정규화된 특징벡터를 이용한 수중 천이신호 식별을 위해 그림 1과 같이 한 개의 은닉층과 한 개의 출력층을 가지는 전방향 신경회로망을 이용하였다[3].

III. 실험 및 고찰

본 논문에서 제안한 알고리즘의 성능을 분석하기 위하여 모의실험을 수행하였다. 표1은 실험에 사용된 수중 천이신호의 종류와 지속시간을 나타낸다. 제한적인 데이터로 인하여 본 연구에서는 참조 신호의 SNR은 5dB로 설정하고, 신경회로망의 훈련 데이터는 4~6 dB 사이의 랜덤한 SNR을 선택하여 각 클래스마다 5개의 데이터를 생성하였다. 식별 실험을 위한 테스트 신호의 SNR은 4, 2, 0, -2dB의 4가지 경우로 설정하였다. 실험에 사용된 배경잡음은 실제 해양 환경에서 측정된 잠수함 배경잡음, 협대역 잡음, 싱잉 잡음이며 표본화 주파수는 32kHz, 양자화 비트 수는 16비트, 프레임 크기는 512 샘플(16ms)이다.

식별 실험결과 모든 입력신호들이 자신의 클래스에서 가장 큰 유사도의 비를 가지면서 바르게 식별됨을 확인하였으며, 가장 큰 유사도의 범위는 0.43~0.99의 값을 나타내었다.

그림 2는 임의의 배경잡음 환경에서 자신의 클래스에 대한 유사도와 다른 클래스에 대해 가장 큰 유사도와의 비를 나타낸 것으로, 자신의 클래스

표1. 실험에 사용된 수중 천이신호와 평균 지속 시간

Class	Description	Average duration time(sec)
class1_1	범고래_1	1.8
class2_1	참고래_1	1.75
class3_1	귀신고래_1	2.0
class4_1	해치의 작은 스퀸_1	1.7
class5_1	흑등 고래_1	2.8
class6_1	금속 해치 단침_1	1.2
class7_1	잠수함 해치 스퀸_1	1.2
class8_1	토퍼도 발사관_1	0.9

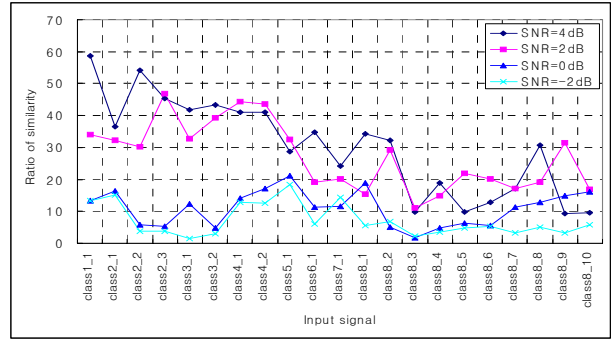


그림 2. 배경잡음 환경에서 제한한 이진 이미지 패턴을 이용한 자신의 클래스에 대한 유사도와 다른 클래스에 대한 가장 큰 유사도의 비

스에 대한 유사도가 다른 클래스에 대한 가장 큰 유사도에 비하여 약 1.62~58.8배 큼을 확인할 수 있다. 따라서 신경회로망 기반의 수중 천이신호 식별을 위하여 제안한 특징 벡터가 각 클래스의 고유 특징을 잘 표현함으로써 우수한 식별 성능을 나타내는 것을 확인할 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 수중 천이신호 식별을 위하여 MFCC 특징 벡터를 기반으로 양자화된 이진 이미지를 이용함으로써 간단한 신경회로망으로도 식별 가능한 방법을 제안하였다. 비록 한정된 소량의 데이터이지만, 식별 실험을 통하여 MFCC 벡터열의 정규화된 이진 이미지가 수중 천이소음의 식별에 효과적으로 이용될 수 있음을 보였다.

Acknowledgements

"본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소의 지원으로 수행되었습니다.(계약번호UD070054AD)

참고문헌

[1] J. R. Dellar, J. G. Proakis, and J. H. L. Hansem, Discrete-Time Processing of Speech Signals. Macmillan Publishing Company(1993) 1380-1397.
 [2] T. G. Lim, K. S. Bae, and C. S. Hwang, "Classification of Underwater Transient Signals using Binary Pattern Image of MFCC," Proceeding of ITC-CSCC 2007, Pusan, Korea, Vol. 1, pp. 19-20, Jul. 2007.
 [3] H. Demuth and M. Beale, Neural network toolbox for use with MATLAB, The Mathworks, Inc., Oct. 2004.