

## 음향신호의 통계량에 기초한 특징벡토르를 리용한 수중목표식별의 장애안정성평가

김 경 일

지금 수중목표에 대한 피동탐지신호에 기초하여 인공신경망으로 효과적인 목표식별을 진행하고있다.[1-4]

BP(Backward Propagation)신경망의 구조를 합리적으로 설정하고 목표의 특징을 정확히 추출하는것은 신경망에 의한 목표식별능력을 높이는데서 중요한 문제로 제기된다.

일반적으로 인공신경망에 의한 목표식별은 목표신호자료의 입력과 특징추출단계, 훈련단계, 목표식별단계로 이루어진다. 인공신경망에 의한 목표식별정확도를 높이자면 무엇보다도 목표의 특징을 합리적으로 추출하여야 한다. 목표의 특징추출은 목표식별을 성과적으로 실현하기 위한 중요한 단계이다. 수중목표에서 반사되어나오는 모든 신호는 수중목표의 중요한 특징을 추출하게 하며 인공신경망으로 입력되어 목표식별에 리용된다.

선행연구[1]에서는 수중목표식별에 WPD(Wavelet Packet Decomposition)에 의한 목표신호의 WP마디점에네르기를 특징으로 리용하였다. 그러나 이것은 계산시간이 길고 장애가 안정하지 못하다.

본문에서는 BP신경망에 의한 수중목표식별의 장애안정성을 높이기 위하여 수중목표식별에 리용하는 BP신경망에서 신경세포의 활성화함수, 신경망의 중간층수와 중간층의 신경세포수, BP신경망의 합리적인 학습알고리즘을 선택하고 음향신호의 통계량을 특징벡토르로 하는 BP신경망의 장애안정성을 평가하였다.

### 1. 수중목표식별을 위한 BP신경망의 선택

일반적으로 신경망의 규모(중간층수, 매 층의 신경세포수)가 문제의 복잡성에 비하여 너무 작으면 충분한 학습을 할수 없고 반대로 너무 크면 신경망의 자유도가 대단히 커지는것으로 하여 식별능력이 떨어진다. 그러므로 신경망의 설계요소에는 신경망의 크기와 구조, 신경세포의 활성화함수, BP신경망의 학습알고리즘 등이 속한다.

#### 1) 전달함수(활성화함수)선택

신경망이 강한 비선형성을 가지게 되는것은 연속이고 미분가능한 비선형전달함수를 신경세포의 응답특성으로 하는 중간층을 가지고있는데 있다.

전달함수에 따르는 신경망의 학습성능과 식별성능을 평가하기 위하여 똑같은 학습자료를 가지고 각이한 전달함수에 따르는 수렴속도(신경망의 학습에서 대역의 극소점으로 수렴하는데 걸리는 평균반복학습회수)와 식별률을 고찰하였다. 실험은 같은 자료에 대하여 10회씩 반복하여 진행하였다.

실험결과 선형함수(purelin)는 수렴성과 식별률이 둘 다 낮았다. 한편 tansig함수는 수렴속도가 빠르지만 식별률은 높았다. 이로부터 수렴속도를 높이면서도 식별률을 높이자면 logsig함수를 리용하여야 한다.

## 2) 신경망의 구조선택

BP신경망의 식별과정은 훈련자료에 의하여 신경망의 모든 결합무게들과 턱값(편차값)들이 적당히 설정되고(훈련과정) 다음 입력층에 들어온 임의의 특징벡토르에 대하여 그것이 어느 식별부류에 속하는가 하는 출력신호를 내보내는 과정(시험과정)으로 되어있다. 그러므로 출력층의 신경세포수는 일반적으로 식별부류의 개수 혹은 식별하려고 하는 목표개수로 설정한다.

실험결과 학습자료의 개수가 제한되어있는 실천적조건을 고려하여볼 때 3층신경망이 4층신경망보다 더 합리적이며 중간층세포수가 입력층세포수와 출력층세포수의 곱한 값보다 작거나 큰 경우에는 식별성능이나 학습의 수렴성이 떨어진다는것을 알수 있다.

이로부터 우리는 식별성능이 높으면서도 학습의 수렴속도가 빠른 BP신경망의 구조는 중간층세포수가 입력층세포수와 출력층세포수의 곱한 값으로 결정되는 3층BP신경망이라는 결론을 얻을수 있다.

## 3) 신경망의 학습알고리즘

BP신경망의 학습성능은 한마디로 주어진 입출력자료들을 얼마나 효과적으로 학습할수 있는가를 나타내는 능력으로서 본질에 있어서 학습의 수렴성과 수렴속도에 관한것이다.

BP신경망의 학습은 신경망에 학습자료가 제시될 때 신경망의 출력신호와 그에 대응하는 훈련신호사이의 차이를 나타내는 오차정보를 리용하여 매개 결합무게와 턱값들을 조정해나가는 과정인데 바로 이러한 결합무게수정량과 턱값수정량을 구하는 알고리즘이 BP알고리즘이다.

주어진 문제에 대하여 어느 훈련알고리즘의 성능이 제일 좋은가를 미리 결정하기는 어렵다.

수중목표식별을 진행하는데서 대역적수렴성과 수렴속도가 제일 좋은 훈련알고리즘을 찾기 위하여 이미 알려져있는 CGA, CGB, CGF, SCG, LM, RP, GDX, BFG, OSS 등의 9개 훈련알고리즘을 리용하여 신경망의 학습성능을 평가하는 실험들을 진행하였다.

실험결과 SCG알고리즘이 여러가지 알고리즘들가운데서 학습성능(속도, 대역적수렴성)이 제일 우수하다는 결론을 얻었다.

## 2. 음향신호의 통계량을 리용한 수중목표의 특징벡토르

M개 수중목표의 존재를 식별하기 위한 BP신경망체계를 구축한데 기초하여 식별체계의 일반화능력 즉 잡음안정성을 높이기 위한 수중목표의 특징추출문제와 합리적인 특징선택방법을 고찰하였다.

수중음향소음신호는 이러저러한 요인에 의하여 진폭과 위상이 무질서하게 변하는 우연변량으로 되는데 이 우연량의 분포는 분포함수로 완전무결하게 특징지을수 있으나 때로는 분포모멘트라고 하는 몇개의 특성량으로 근사적으로 특징지을수 있다.

우리는 WP마디점에너지를 특징으로 한 식별체계[1]의 결함을 극복하기 위하여 수중 목표식별에 리용하는 특징을 다음과 같이 5개의 분포모멘트로 선택하였다.

① 1차모멘트(수학적기대값)

$$m_1\{\xi\} = M\{\xi\} = \int_{-\infty}^{+\infty} xf(x)dx \quad (1)$$

여기서  $x$ 는 신호자료열,  $f(x)$ 는 그것의 분포함수,  $M$ 은 평균값이다.

1차모멘트는 신호자료의 분포곡선의 중심위치를 결정한다.

② 1차중앙모멘트(분산)

$$\mu_1\{\xi\} = M(\xi - M\{\xi\}) = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - M\{\xi\})f(x)dx \quad (2)$$

1차중앙모멘트는 신호자료로 특징지어지는 확률변수가 취하는 값이 널려져있는 정도를 나타내는 값이다.

③ 2차중앙모멘트(공분산)

$$\mu_2\{\xi\} = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - M\{\xi\})^2 f(x)dx \quad (3)$$

2차중앙모멘트는 신호자료의 분포곡선의 유효너비를 특징짓는다. 특히  $\delta = \sqrt{\mu_2}$ 를 평균두께곱편차 또는 표준편차라고 한다.

④ 비대칭결수

$$A_s = \frac{\mu_3}{\delta^3} \quad (4)$$

여기서  $\mu_3 = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - M\{\xi\})^3 f(x)dx$ 는 3차중앙모멘트이다.

비대칭결수는 3차중앙모멘트를 표준편차로 규격화한 량으로서 분포곡선의 비대칭성을 특징짓는다.

⑤ 첨도

$$K_s = \frac{\mu_4}{\delta^4} \quad (5)$$

여기서  $\mu_4 = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - M\{\xi\})^4 f(x)dx$ 는 4차중앙모멘트이다.

첨도는 도수분포의 모드를 중심으로 한 뾰족한 정도를 나타내는 값이다.

### 3. 모의실험결과

5개의 분포모멘트를 수중목표의 특징벡토르로 하는 수중목표식별체계의 장애안정성을 WP마디점에너지를 특징으로 하는 식별체계의 장애안정성과 비교하여 고찰하였다.

수중목표의 식별체계는 3층BP신경망이며 입력층수는 5개, 출력층수는 30개, 중간층수는 150개로 하였으며 전달함수는 logsig함수이며 훈련은 30개의 수중목표에 대하여 진행하였다. 그리고 목표식별률은 500번의 반복실험을 진행하고 평균하여 결정하였다. WP마디점

에 에너지를 특징으로 하는 식별체계는 SNR를 40~50dB로, 5개의 분포모멘트를 특징벡토르로 하는 식별체계는 SNR를 10~20dB로 변화시키면서 SNR에 따르는 목표식별률을 계산하여 장애안정성을 평가하였다.(표)

표에서 보는바와 같이 수중목표식별률을 99% 이상으로 보장하기 위한 장애안정성은 WP마디점에 에너지를 특징벡토르로 한 식별체계는 46dB, 분포모멘트를 특징벡토르로 한 식별체계는 13dB이다.

이와 같이 5개의 분포모멘트를 목표의 특징벡토르로 하는 BP신경망에 의한 수중목표식별체계는 WP마디점에 에너지를 특징벡토르로 하는 식별체계에 비하여 장애안정성이 33dB정도 개선되었다.

표. 분포모멘트를 특징벡토르로 하는 식별체계의 장애안정성

WP마디점에 에너지		분포모멘트	
SNR/dB	식별률/%	SNR/dB	식별률/%
40	93.9	10	91.7
41	95.6	11	94.7
42	96.7	12	98.3
43	97.6	13	99.0
44	98.5	14	99.6
45	98.9	15	99.8
46	99.4	16	99.9
47	99.7	17	100
48	99.8	18	100
49	99.9	19	100
50	100	20	100

## 맺는 말

수중목표식별체계는 3층BP신경망이며 입력층수는 5개, 출력층수는 30개, 중간층수는 150개로 하였다. 또한 전달함수는 logsig함수이고 훈련은 30개의 수중목표에 대하여 진행하였다.

모의실험결과 5개의 분포모멘트를 목표의 특징벡토르로 하는 BP신경망에 의한 수중목표식별체계는 WP마디점에 에너지를 특징벡토르로 한 식별체계에 비하여 장애안정성을 33dB 개선하였다.

## 참고 문헌

- [1] Q. Zhang et al.; Sensors & Transducers, 164, 2, 272, 2014.
- [2] D. S. Adebayo et al.; International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 5, 2, 1621, 2016.
- [3] Z. Fahmi1 et al.; Ind. Fish. Res. J., 19, 1, 19, 2013.
- [4] S. O. Ogunlana et al.; IEEE African Journal of Computing & ICT, 8, 2, 75, 2015.

주체106(2017)년 2월 5일 원고접수

## Evaluation of Noise Robustness for Underwater Target Classification using Feature Vector based on the Statistic of Acoustics Signal

Kim Kyong Il

As a simulation result, we concluded that the noise robustness of underwater target classification system based on BP neural network using 5 distribution moments as feature vector was advanced about 33dB than previous method.

Key words: feature vector, BP neuron network