

## RBF신경망에 의한 균질층두께분석방법

차호성, 김금명

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《우리 나라는 세면이 바다로 둘러싸인 해양국입니다. 넓고넓은 바다를 정복하며 풍부한 자원을 개발하는것은 해양국에 사는 우리 인민들, 특히 바다가에 사는 사람들의 자랑스럽고도 보람찬 임무입니다.》(《김일성전집》 제24권 104페이지)

균질층두께를 결정하는것은 물온도수직구조의 해명과 어장분석, 수중음향수단과 수중항해기구의 리용 등에서 중요한 의의를 가진다.

우리는 RBF인공신경망에 의하여 균질층두께를 진단하기 위한 연구를 하였다.

RBF신경망[1-4]은 입력층, 중간층 및 출력층으로 구성되고 매 층에는 각각  $N$ ,  $M$ ,  $L$  개의 신경세포가 있다.

RBF신경망은 입력층으로부터 들어오는 신호를 토대함수로 비선형변환하여 중간층으로 보내고 중간층에서는 선형변환하여 출력신호를 내보낸다. 여기서 중요한것은 토대함수인데 대표적으로 가우스함수를 들수 있다.

$$G(\|x - w_j\|) = \exp\left(-\frac{\|x - w_j\|^2}{\sigma^2}\right) = \exp\left(-\frac{\sum (x_i - w_{ji})^2}{\sigma^2}\right)$$

여기서  $x$ 는 입력벡토르,  $w_j$ 는 결합무게벡토르,  $\sigma$ 는 가우스함수의 형태를 결정하는 파라메터이다.

현재 Matlab에서는 표준으로 RBF신경망을 제공하고있다.

우리는 근사능력과 분류능력, 학습속도 등에서 우월한 RBF신경망을 리용하여 바다결층물온도자료와 바람자료로부터 균질층두께분석모형을 작성하였다.

그리고 조선동해에서 10n.mile간격으로 표준관측층에 대하여 30년간 관측하여 얻은 월별여러해평균3차원물온도자료와 바람분석자료, 1989년 8월 10일부터 16일사이에 진행한 조선동해물온도자료를면관측자료를 리용하여 입력파라메터와 출력파라메터자료를 준비하였다.

결층물온도와 바람속도, 위도와 경도는 기초자료로부터 준비하였다.

온도경도는 기초자료에 근거하여 10n.mile을 단위거리로 계산하였다. 여기서 중요한것은 기초자료로부터 균질층깊이를 규정하는것인데 우리는 조선동해의 물온도수직구조특성을 고려하여 결면에서부터 밑으로 내려가면서 온도경도가  $0.05^\circ\text{C}/\text{m}$ 이상으로 되는 점의 깊이를 비약층오탁계로 규정하였다.

월별여러해평균3차원물온도자료를 리용하여 얻은 입력파라메터자료와 균질층두께자료

에서 1 500~2 000개의 자료를 뽑아 RBF신경망에 대한 학습을 진행하였다.

학습에 참가하지 않은 100~150개 자료를 검토자료로 리용하였다.

여러해평균자료로부터 RBF신경망에 의하여 월별로 균질층두께를 분석한 결과는 표 1, 2와 같다.

표 1. 1월균질층두께분석결과

위도/(°)	경도/(°)	결면 물온도 /°C	온도경도 /(°C·1단위 <sup>-1</sup> )	바람속도 /(m·s <sup>-1</sup> )	균질층두께		오차/m
					실측값/m	계산값/m	
36.67	132.17	12.1	0.1	6.4	88.0	90.9	2.9
36.67	134.00	12.4	0.2	6.5	105.0	102.6	-2.4
37.00	133.17	12.2	0.2	6.4	106.0	107.7	1.7
37.00	135.00	12.5	0.3	6.6	101.0	101.4	0.5
38.00	130.00	11.4	0.5	6.6	78.0	73.8	-4.2
38.00	131.83	12.0	0.4	6.5	83.0	84.2	1.2
38.17	137.00	11.7	0.1	6.5	118.0	118.9	0.9
38.33	129.33	8.1	0.8	6.6	53.0	52.0	-1.0
39.00	128.50	5.6	0.4	6.5	68.0	67.4	-0.6
39.00	132.17	7.1	0.5	6.5	55.0	55.7	0.7
40.17	129.00	4.7	0.3	6.4	47.0	47.5	0.5
37.00	135.00	12.5	0.3	6.6	101.0	101.4	0.5
37.50	129.50	11.6	0.5	6.6	58.0	53.2	-4.8
38.50	132.17	9.6	1.0	6.5	70.0	74.8	4.8
38.83	134.33	10.8	0.7	6.5	114.0	115.1	1.1

표 2. 8월균질층두께분석결과

위도/(°)	경도/(°)	결면 물온도 /°C	온도경도 /(°C·1단위 <sup>-1</sup> )	바람속도 /(m·s <sup>-1</sup> )	균질층두께		오차/m
					실측값/m	계산값/m	
51.33	141.33	14.2	0.4	4.4	25.0	26.2	1.2
51.00	141.67	13.3	0.3	4.5	24.0	24.3	0.3
50.83	141.17	14.3	0.4	4.6	24.0	24.5	0.5
35.50	130.50	26.4	0.1	5.0	13.0	13.5	0.5
35.50	132.33	26.3	0.1	5.1	3.0	0.9	-2.1
36.83	135.50	26.4	0.1	4.9	4.0	2.3	-1.7
37.00	132.17	25.8	0.0	5.1	6.0	6.6	0.7
37.83	133.33	26.4	0.1	5.0	4.0	1.3	-2.7
37.83	137.00	26.4	0.2	4.9	6.0	4.7	-1.3
38.00	133.17	26.3	0.2	5.0	4.0	3.3	-0.7
38.83	138.83	26.3	0.1	4.9	6.0	2.6	-3.4
39.00	129.17	21.1	0.0	4.9	2.0	1.7	-0.3
39.00	131.00	21.5	0.5	5.0	3.0	3.1	0.1
44.17	140.50	20.6	0.1	4.8	10.0	8.3	-1.7
44.33	140.83	20.5	0.2	4.7	12.0	13.6	1.6

1989년 8월 물온도자름면관측자료로부터 47개를 뽑아 32개를 학습자료로, 15개를 검토자료로 리용하였다.

균질층두께계산결과는 표 3과 같다.

표 3. 1989년 8월 균질층두께분석결과

위도/(°)	경도/(°)	겉면물온도 /°C	온도경도 /(°C·1단위 <sup>-1</sup> )	바람속도 /(m·s <sup>-1</sup> )	균질층두께		오차/m
					실측값/m	계산값/m	
38.52	129.10	23.0	0.9	7.0	2.0	2.2	0.2
38.52	130.00	24.4	0.3	5.0	5.0	4.8	-0.2
39.00	130.10	24.2	0.6	8.0	5.0	1.5	-3.5
39.00	129.40	23.4	0.4	3.0	2.0	1.4	-0.6
39.22	129.40	24.6	0.7	6.0	2.0	2.2	0.2
39.22	129.50	24.6	0.4	3.0	3.0	2.3	-0.7
37.30	129.30	23.0	0.6	5.0	2.0	2.4	0.4
39.37	129.30	23.7	0.5	4.0	2.0	2.1	0.1
39.37	129.20	23.2	0.2	3.0	2.0	4.9	2.9
39.30	129.50	24.2	1.0	7.0	2.0	2.7	0.7
39.22	129.50	24.6	0.4	3.0	3.0	2.3	-0.7
39.22	129.40	24.6	0.7	6.0	2.0	2.2	0.2
35.14	130.22	25.0	0.3	8.0	18.0	15.8	-2.2
35.03	131.01	25.6	0.2	10.0	20.0	14.7	-5.3
34.36	130.23	25.9	0.1	11.0	19.0	13.7	-5.3

RBF신경망에 의하여 월별로 균질층두께를 분석한 결과 평균절대오차는 2m를 초과하지 않으며 최대오차가 6m정도였다.

### 맺는 말

겉층물온도마당과 바람마당이 주어지면 RBF신경망에 의하여 쉽게 균질층두께를 분석할수 있다.

### 참고문헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 57, 5, 146, 주체100(2011).
- [2] 박일환; 해양정보처리, 김일성종합대학출판사, 146~153, 주체97(2008).
- [3] 김신길 등; 흥미있는 인공신경망, 과학백과사전출판사, 37~83, 주체93(2004).
- [4] I. A. Czerwinski; Fisheries Research, 86, 120, 2007.

주체103(2014)년 3월 5일 원고접수

## The Method for Analysis of the Depth of Homogeneous Layer by RBF Neural Network

*Cha Ho Song, Kim Kum Myong*

In this paper, we suggested the model for analysis of the depth of homogeneous layer from the SST by using RBF Neural Network.

The input parameters are SST, horizontal gradient, wind, latitude and longitude of the earth, the output parameter is the depth of homogeneous layer. The mean absolute error of this model is 2 meters from observed data and the maximum error is 6 meters.

Key words: RBF Neural Network, homogeneous layer