



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0051391
(43) 공개일자 2019년05월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G10L 19/025 (2013.01) G10L 19/04 (2006.01)
G10L 25/30 (2013.01)

(52) CPC특허분류
G10L 19/025 (2013.01)
G10L 19/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0146963
(22) 출원일자 2017년11월06일
심사청구일자 2017년11월06일

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)

(72) 발명자
정의필
울산광역시 남구 대학로 93, 7-318 (무거동, 울산대학교)

김남규
울산광역시 남구 대학로 93, IT융합학부 (무거동, 울산대학교)

(74) 대리인
김중선, 이형석

전체 청구항 수 : 총 12 항

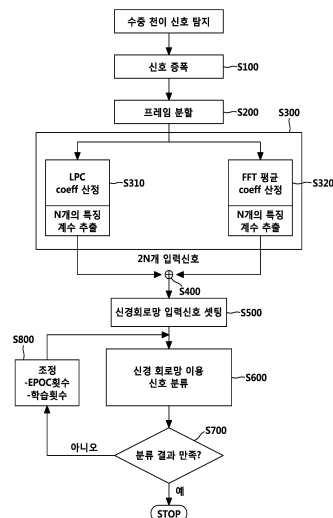
(54) 발명의 명칭 수중 천이 신호 분류 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 수중 천이 신호를 분류하는 방법으로, 수중 천이 신호를 증폭하는 단계, 상기 증폭된 수중 천이 신호를 일정한 길이의 프레임으로 분할하는 단계, 상기 분할된 프레임에 대한 시간 영역 및 주파수 영역의 계수를 각각 추출하는 단계 및 상기 추출된 시간 영역 및 주파수 영역의 계수를 합산한 수의 입력 신호를 신경 회로망에 입력하고, 상기 입력 신호는 상기 신경 회로망을 거쳐 분류되는 단계를 포함하는 수중 천이 신호 분류 방법이다.

상기 수중 천이 신호의 분류 결과, 분류율이 기설정된 평균 목표 분류율 미만인 경우 가중치 조정 횟수와 학습 횟수를 조정하여 학습한 후 신경 회로망에 입력하는 단계를 더 포함하고, 상기 분류율이 상기 기설정된 평균 목표 분류율 이상이 될 때까지 상기 조정 및 학습을 반복하는 것을 특징으로 하는 수중 천이 신호 분류 방법이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G10L 25/30 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345264997

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 개인기초연구(교육부)

연구과제명 지역 문화 관광 활성화를 위한 지속 가능한 디지털 고래 문화 콘텐츠 개발

기 여 율 1/1

주관기관 울산대학교

연구기간 2017.06.01 ~ 2018.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

수중 천이 신호를 분류하는 방법에 있어서,

수중 천이 신호를 증폭하는 단계;

상기 증폭된 수중 천이 신호를 일정한 길이의 프레임으로 분할하는 단계;

상기 분할된 프레임에 대한 시간 영역 및 주파수 영역의 계수를 각각 추출하는 단계; 및

상기 추출된 시간 영역 및 주파수 영역의 계수를 합산한 수의 입력 신호를 신경 회로망에 입력하고, 상기 입력 신호는 상기 신경 회로망을 거쳐 분류되는 단계를 포함하는 수중 천이 신호 분류 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 수중 천이 신호의 분류 결과, 분류율이 기설정된 평균 목표 분류율 미만인 경우 가중치 조정 횟수와 학습 횟수를 조정하여 학습한 후 신경 회로망에 입력하는 단계를 더 포함하고,

상기 분류율이 상기 기설정된 평균 목표 분류율 이상이 될 때까지 상기 조정 및 학습을 반복하는 것을 특징으로 하는 수중 천이 신호 분류 방법.

청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 시간 영역 계수는,

더빈 알고리즘을 이용하여 산출하는 것을 특징으로 하는 수중 천이 신호 분류 방법.

청구항 4

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 주파수 영역 계수는,

상기 수중 천이 신호를 중첩되도록 프레임으로 분할하고, 분할된 프레임을 고속 푸리에 변환을 이용하여 주파수 영역 계수를 산출하는 것을 특징으로 하는 수중 천이 신호 분류 방법.

청구항 5

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 신경 회로망은,

입력층과 출력층 사이에 복수의 은닉층으로 구성된 심층 신경망(Deep Neural Network)을 포함하는 것을 특징으로 하는 수중 천이 신호 분류 방법.

청구항 6

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 수중 천이 신호는,

고래 소리 신호를 포함하는 것을 특징으로 하는 수중 천이 신호 분류 방법.

청구항 7

수중 천이 신호를 증폭하는 신호 증폭부;

상기 신호 증폭부에 의해 증폭된 신호를 일정한 길이의 프레임으로 분할하는 신호 분할부;

상기 신호 분할부에 의해 분할된 프레임에 대한 시간 영역 및 주파수 영역의 계수를 각각 추출하는 계수 추출부;

상기 계수 추출부에 의해 추출된 시간 영역 및 주파수 영역의 계수를 합산한 수의 입력 신호를 신경 회로망에 입력하기 위한 입력신호 셋팅부; 및

상기 입력신호 셋팅부에 의해 셋팅된 신호를 신경 회로망을 이용하여 분류하는 신경 회로망부를 포함하는 수중 천이 신호 분류 장치.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 수중 천이 신호의 분류 결과, 분류율이 기설정된 평균목표 분류율 미만인 경우 가중치 조정 횟수와 학습 횟수 조정하는 조정부를 더 포함하는 수중 천이 신호 분류 장치.

청구항 9

제 7 항 또는 제 8 항에 있어서,

상기 시간 영역 계수는,

더빈 알고리즘을 이용하여 산출하는 것을 특징으로 하는 수중 천이 신호 분류 장치.

청구항 10

제 7 항 또는 제 8 항에 있어서,

상기 주파수 영역 계수는,

상기 수중 천이 신호를 중첩되도록 프레임으로 분할하고, 분할된 프레임을 고속 푸리에 변환을 이용하여 주파수 영역 계수를 산출하는 것을 특징으로 하는 수중 천이 신호 분류 장치.

청구항 11

제 7 항 또는 제 8 항에 있어서,

상기 신경 회로망부는,

입력층과 출력층 사이에 복수의 은닉층으로 구성된 심층 신경망(Deep Neural Network)을 포함하는 것을 특징으로 하는 수중 천이 신호 분류 장치.

청구항 12

제 7 항 또는 제 8 항에 있어서,

상기 수중 천이 신호는,

고래 소리 신호를 포함하는 것을 특징으로 하는 수중 천이 신호 분류 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 수중 천이 신호를 원하는 카테고리 분류하기 위한 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 특징 벡터와 신경 회로망을 이용하여 수중 천이 신호를 분류하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 수중에 존재하는 다양한 신호들 중에서 사용자가 원하는 소리를 분류할 수 있는 기술을 통하여 원하는 신호를

탐지하거나, 수중 생물을 찾아내는 등 다양한 분야에서 활용 가능하다.

[0003] 그러나 수중에 존재하는 수 많은 신호는 복잡하고 다양한 시변성(Time Varying), 비선형성(Non-Linear) 및 짧은 지속성 등의 특징을 가지고 있다. 이러한 특성상 신호 전체를 하나의 기준 패턴으로 모델링하기 어려운 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-0820723호(등록일자 2008.04.02.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 본 발명은 소리 신호를 프레임 별로 잘게 분할하여 시간 및 주파수 영역에서의 계수를 추출하고, 이를 신경 회로망의 특징 벡터로 입력하여 원하는 수중 천이 신호를 분류하는 것을 목적으로 한다.

[0006] 추출한 특징 벡터의 65%는 학습에 사용하고, 35%는 실제 분류에 사용하기 위한 테스트 데이터로 사용함으로써 학습을 통하여 보다 정확한 분류가 가능하다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 수중 천이 신호를 분류하는 방법으로, 수중 천이 신호를 증폭하는 단계, 상기 증폭된 수중 천이 신호를 일정한 길이의 프레임으로 분할하는 단계, 상기 분할된 프레임에 대한 시간 영역 및 주파수 영역의 계수를 각각 추출하는 단계 및 상기 추출된 시간 영역 및 주파수 영역의 계수를 합산한 수의 입력 신호를 신경 회로망에 입력하고, 상기 입력 신호는 상기 신경 회로망을 거쳐 분류되는 단계를 포함하는 수중 천이 신호 분류 방법이다.

[0008] 상기 수중 천이 신호의 분류 결과, 분류율이 기설정된 평균 목표 분류율 미만인 경우 가중치 조정 횟수와 학습 횟수를 조정하여 학습한 후 신경 회로망에 입력하는 단계를 더 포함하고, 상기 분류율이 상기 기설정된 평균 목표 분류율 이상이 될 때까지 상기 조정 및 학습을 반복하는 것을 특징으로 하는 수중 천이 신호 분류 방법이다.

[0009] 본 발명에 있어서, 상기 시간 영역 계수는 더빈 알고리즘을 이용하여 산출하는 것을 특징으로 하는 수중 천이 신호 분류 방법이다.

[0010] 또한 상기 주파수 영역 계수는, 상기 수중 천이 신호를 중첩되도록 프레임으로 분할하고, 분할된 프레임을 고속 푸리에 변환을 이용하여 주파수 영역 계수를 산출하는 것을 특징으로 하는 수중 천이 신호 분류 방법이다.

[0011] 본 발명에 있어서 상기 신경 회로망은, 입력층과 출력층 사이에 복수의 은닉층으로 구성된 심층 신경망(Deep Neural Network)을 포함하는 것을 특징으로 하는 수중 천이 신호 분류 방법이다.

[0012] 상기 수중 천이 신호는 고래 소리 신호를 포함하는 것을 특징으로 하는 수중 천이 신호 분류 방법이다.

[0013] 본 발명에 있어서 수중 천이 신호 분류 장치는, 수중 천이 신호를 증폭하는 신호 증폭부, 상기 신호 증폭부에 의해 증폭된 신호를 일정한 길이의 프레임으로 분할하는 신호 분할부, 상기 신호 분할부에 의해 분할된 프레임에 대한 시간 영역 및 주파수 영역의 계수를 각각 추출하는 계수 추출부, 상기 계수 추출부에 의해 추출된 시간 영역 및 주파수 영역의 계수를 합산한 수의 입력 신호를 신경 회로망에 입력하기 위한 입력신호 셋팅부 및 상기 입력신호 셋팅부에 의해 셋팅된 신호를 신경 회로망을 이용하여 분류하는 신경 회로망부를 포함하는 수중 천이 신호 분류 장치이다.

[0014] 상기 수중 천이 신호의 분류 결과, 분류율이 기설정된 평균 목표 분류율 미만인 경우 가중치 조정 횟수와 학습 횟수 조정하는 조정부를 더 포함하는 수중 천이 신호 분류 장치이다.

[0015] 본 발명에 있어서, 상기 시간 영역 계수는 더빈 알고리즘을 이용하여 산출하는 것을 특징으로 하는 수중 천이 신호 분류 장치이다.

[0016] 또한 상기 주파수 영역 계수는, 상기 수중 천이 신호를 중첩되도록 프레임으로 분할하고, 분할된 프레임을 고속 푸리에 변환을 이용하여 주파수 영역 계수를 산출하는 것을 특징으로 하는 수중 천이 신호 분류 장치이다.

[0017] 상기 신경 회로망부는, 입력층과 출력층 사이에 복수의 은닉층으로 구성된 심층 신경망(Deep Neural Network)을 포함하는 것을 특징으로 하는 수중 천이 신호 분류 장치이다.

[0018] 상기 수중 천이 신호는 고래 소리 신호를 포함하는 것을 특징으로 하는 수중 천이 신호 분류 장치이다.

발명의 효과

[0019] 상기와 같은 본 발명에 따르면 수중 천이 신호 분류 방법은, 수중 천이 신호를 일정한 프레임으로 분할하고, 시간 영역 및 주파수 영역의 특징 벡터를 추출하여 이를 입력신호로 하는 신경 회로망을 거쳐 원하는 카테고리 분류할 수 있고, 또한 사용자가 원하는 평균 목표 분류율에 도달할 때까지 가중치 조정 및 학습을 반복하여 수중 천이 신호를 분류할 수 있다.

[0020] 분류된 신호를 이용하여 고래 등 해양 생물의 탐지, 관광 산업 또는 음향 콘텐츠 사업 등 다양한 방면으로의 활용 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명에 따른 수중 천이 신호 분류 방법의 흐름도이다.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 신경망의 구성회로이다.

도 3은 본 발명에 따른 수중 천이 신호 분류 장치의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하에서는 본 발명에 따른 실시 예 및 도면을 참조하여, 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다.

[0023] 도 1은 본 발명에 따른 수중 천이 신호 분류 방법을 나타낸 흐름도이다.

[0024] 도시된 바와 같이 본 발명은 신호를 증폭하는 단계(S100), 증폭된 신호를 동일한 프레임으로 분할하는 단계(S200), 시간 영역 및 주파수 영역의 계수를 산출하는 단계(S300), 시간 영역 계수와 주파수 영역의 계수를 합산(S400)하여 신경 회로망에 입력하는 단계(S500), 신경 회로망을 이용하여 수중 천이 신호를 분류하는 단계(S600)를 포함하는 수중 천이 신호 분류 방법이다.

[0025] 또한 수중 천이 신호의 분류 결과, 분류율이 기설정된 평균 목표 분류율 미만인 경우(S700) 가중치 조정 횟수와 학습 횟수를 조정하여 학습한 후 신경 회로망에 입력하는 단계(S800)를 더 포함하고, 상기 분류율이 상기 기설정된 평균 목표 분류율 이상이 될 때까지 상기 조정 및 학습을 반복하는 것을 특징으로 하는 수중 천이 신호 분류 방법이다.

[0026] 수중 천이 신호란, 수중 환경에서 발생하는 천이 신호로 고래와 같은 해양 생물이 내는 천이 신호와 선박, 잠수함 등에서 발생하는 인위적인 천이 신호 등이 있다.

[0027] 신호를 증폭하는 단계(S100)는, 수중 천이 신호를 프레임으로 분할하기 전, 신호를 증폭하는 역할을 한다.

[0028] 신호를 프레임으로 분할하는 단계(S200)는, 수중 천이 신호 전체 길이를 일정한 프레임 별로 윈도우를 적용하여 분할한다.

[0029] 탐지된 수중 천이 신호에는 분류를 원하는 신호와 관계없는 성분을 포함하고 있어 신경 회로망의 입력신호를 뚜렷하게 구별할 특징 벡터 추출 과정이 필요하다. 이러한 특징 벡터를 사용함으로써 분류 성능을 향상시킬 수 있다. 신경 회로망의 분류 성능을 극대화하기 위하여 신호의 특징 벡터를 시간 영역, 주파수 영역 분석 방법을 통하여 특징을 추출한다.

[0030] 시간 영역에서는 특징 벡터 추출을 위해 선형 예측(Linear Predictive coding, LPC) 계수를 이용한다(S310).

[0031] 또한 LPC 계수(N_1 개)는 더빈(Durbin) 알고리즘을 이용하여 산출한다.

[0032] 시간 영역의 계수는 이전의 샘플값으로부터 선형회귀분석에 의해 계산하여 현재의 샘플값을 예측한다. 주파수 스펙트럼 상에서의 특징을 상대적으로 적은 수의 파라미터만으로 비교적 정확하게 표현이 가능하고 그 계산량이

크지 않은 장점이 있다.

[0033] LPC는 현재 파형을 과거 값과 가중치의 곱을 합하여 추정되는 것으로 가정한다. 전달 특성 필터는 All-pole모형을 사용하여 [수학식 1]과 같이 차분 방정식의 형태로 나타낼 수 있다.

수학식 1

[0034]

$$s(n) = Gx(n) + \sum_{j=1}^{N_1} a_j s(n-j)$$

수학식 2

[0035]

$$e(n) = s(n) - \sum_{j=1}^{N_1} \alpha_j s(n-j)$$

[0036] 여기서 $x(n)$ 과 $s(n)$ 은 입력 신호와 출력 신호이고, a_j 와 N_1 은 전달 특성 필터 차수와 LPC 차수이며, G 는 입력 신호의 가중치이다. 현재 신호와 과거 신호의 누적된 추정치의 오차는 [수학식 2]와 같다. 여기서 [수학식 1]의 a_j 에 대한 추정치인 α_j (alpha_j)를 LPC 계수라고 정의한다.

수학식 3

[0037]

$$J = E[e^2(n)] = E[\{s(n) - \sum_{j=1}^{N_1} \alpha_j s(n-j)\}^2]$$

수학식 4

[0038]

$$\sum_{j=1}^{N_1} \alpha_j \varphi_n(i, j) = \varphi_n(i, 0), \quad \text{for } i = 1 \dots N_1, \quad \text{where } \varphi(i, j) = E\{s(n-i)s(n-j)\}$$

[0039] [수학식 3]은 예측 오차 $e(n)$ 에 대한 평균제곱오차(Mean square error, MSE), J 이며 J 를 최소로 하는 LPC 계수 α_j (alpha_j)에 대해서 편미분하여 0이 되는 N_1 개의 선형 연립 방정식 [수학식 4]를 얻을 수 있다. 여기서 $\varphi_n(i, j)$ 는 LPC 방정식이며, 방정식의 해인 N_1 개의 α_j (alpha_j)를 구하기 위하여 더빈(Durbin)알고리즘을 이용한다.

[0040] 주파수 영역에서는 특징 벡터를 추출하기 위해 고속 푸리에 변환(Fast Fourier transform, FFT) 계수를 이용한다(S320).

[0041] 또한 주파수 영역의 계수(FFT 계수, N_2 개)는 하기와 같은 방법으로 추출한다.

[0042] 먼저 전체 프레임을 M 개의 샘플을 가지는 프레임들로 분할하는데, 샘플들의 50%씩 중첩되도록 샘플을 분할한다.

[0043] 그 다음, 분할된 프레임당 M 개 샘플들에 대해 FFT를 구하면 M 개의 주파수 성분이 되고 이것을 N_2 개로 나누면 그 정수 값(L)이 분할된 프레임내의 계산 뭉치가 된다.

[0044] 마지막으로, L 개씩의 평균 값을 취하면 프레임 당 N_2 개의 FFT계수가 나온다.

- [0045] 시간 영역의 계수(N_1)와 주파수 영역의 계수(N_2)를 합산하여(S400) 신경 회로망의 입력신호를 셋팅하고(S500), 이를 신경 회로망에 입력한다.
- [0046] 또한, 시간 영역의 계수(N_1)와 주파수 영역의 계수(N_2)가 동일할 수도 있으며, 동일한 경우에는 각각 계수는 N 개 이므로 이를 합산하여 $2N$ 개의 입력신호가 셋팅될 수 있다. 도 1의 경우 시간 영역의 계수와 주파수 영역의 계수가 동일한 경우의 블록도에 해당한다.
- [0047] 본 발명에 있어서 신경 회로망을 이용한 분류 결과(S700), 분류율이 기설정된 평균 목표 분류율보다 낮은 경우 가중치 조정 횟수와 학습 횟수를 조정하여(S800) 다시 학습한 후 신경 회로망에 입력하여 기설정된 평균 목표 분류율이 될 때까지 학습과 분류를 반복한다.
- [0048] 본 발명에 있어서 기설정된 평균 목표 분류율은 사용자가 원하는 수치를 설정할 수 있다.
- [0049] 도 2는 본 발명에 실시 예에 따른 신경망의 구성회로이다.
- [0050] 도 2의 신경망 회로는 2개의 은닉층으로 구성되어 있으나, 이는 신경망 구성 회로의 일 예로 3개 또는 그 이상의 은닉층을 포함할 수 있다.
- [0051] 본 발명에 있어서, 신경 회로망은 심층 신경망(Deep Neural Network)을 포함한다.
- [0052] 심층 신경망은 기계 학습 중 하나로, 다양한 비선형 변환기법의 조합을 통해 높은 수준의 추상화를 시도하는 기계학습 알고리즘의 집합으로 정의된다.
- [0053] 입력층과 출력층 사이에 복수의 은닉층(Hidden Layer)으로 이루어진 인공 신경망이다. 심층 신경망은 일반적인 인공 신경망과 마찬가지로 복잡한 비선형 관계들을 모델링할 수 있다. 또한 역전파 알고리즘(Backpropagation Algorithm)으로 학습될 수 있으며, 가중치(Weight)들은 확률적 경사 하강법(Stochastic Gradient Descent)로 갱신한다.
- [0054] 역전파 알고리즘이란, 다층(multilayer)이고, 순행 공급(feedforward) 신경망에서 사용되는 학습 알고리즘이며, 학습 방법은 지도 학습(supervised learning)이다. 즉, 학습을 하기 위해서는 입력 데이터와 원하는 출력(o) 데이터가 있어야 한다. 입력이 신경망의 가중치(weights)와 곱하고 더하는 과정을 몇 번 반복하면 입력의 결과 값인 출력(y)이 나온다. 이때 출력(y)은 학습 데이터에서 주어진 원하는 출력(o)과 다르다. 결국, 신경망에서는 $(y - o)$ 만큼의 오차($e = y - o$)가 발생하며, 오차에 비례하여 출력층의 가중치를 갱신하고, 그 다음 은닉층의 가중치를 갱신한다. 가중치를 갱신하는 방향은 신경망의 처리 방향과는 반대이다.
- [0055] 확률적 경사 하강법이란, 데이터 전체가 아닌 데이터를 복수개로 나눠서 그 일부분만 보고 갱신을 반복하는 것을 의미한다.
- [0056] 도 3은 본 발명에 따른 수중 천이 신호 분류 장치의 블록도이다.
- [0057] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명은 수중 천이 신호를 증폭하는 신호 증폭부(100), 신호 증폭부(100)에 의해 증폭된 신호를 일정한 길이의 프레임으로 분할하는 신호 분할부(200), 신호 분할부(200)에 의해 분할된 프레임에 대한 시간 영역 및 주파수 영역의 계수를 각각 추출하는 계수 추출부(300), 계수 추출부(300)에 의해 추출된 시간 영역 및 주파수 영역의 계수를 합산한 수의 입력 신호를 신경 회로망에 입력하는 입력신호 셋팅부(400) 및 입력신호 셋팅부(400)에 의해 셋팅된 신호를 신경 회로망에 입력하여 복수의 은닉층을 거쳐 수중 천이 신호를 분류하는 신경 회로망부(500)를 포함하는 수중 천이 신호 분류 장치이다.
- [0058] 본 발명에 따른 수중 천이 신호 분류 결과, 분류율이 기설정된 평균 목표 분류율보다 낮은 경우 가중치 조정 횟수와 학습 횟수 조정하는 조정부(600)를 더 포함하는 것을 특징으로 수중 천이 신호 분류 장치이다.
- [0059] 신호 증폭부(100)는, 수중 천이 신호를 프레임으로 분할하기 전, 신호를 신호처리하기에 용이하도록 증폭하는 역할을 한다.
- [0060] 신호 분할부(200)는, 수중 천이 신호 전체 길이를 일정한 프레임 별로 윈도우를 적용하여 분할한다.
- [0061] 계수 추출부(300)는 시간 영역의 계수 추출부와 주파수 영역의 계수 추출부로 구성된다.
- [0062] 탐지된 수중 천이 신호에는 분류를 원하는 신호와 관계없는 성분을 포함하고 있어 신경 회로망의 입력신호를 뚜렷하게 구별할 특징 벡터 추출 과정이 필요하다. 이러한 특징 벡터를 사용함으로써 분류 성능을 향상시킬 수 있다. 신경 회로망의 분류 성능을 극대화하기 위하여 신호의 특징 벡터를 시간 영역, 주파수 영역 분석 방법을 통

하여 특징을 추출한다.

- [0063] 시간 영역에서는 특징 벡터를 추출하기 위해 선형 예측(Linear Predictive coding, LPC) 계수를 이용한다.
- [0064] 이때 LPC계수(N_1 개)는 더빈(Durbin) 알고리즘을 이용하여 산출한다.
- [0065] 시간 영역의 계수는 이전의 샘플값으로부터 선형회귀분석에 의해 계산하여 현재의 샘플값을 예측한다. 주파수 스펙트럼 상에서의 특징을 상대적으로 적은 수의 파라미터 만으로 비교적 정확하게 표현이 가능하고 그 계산량이 크지 않은 장점이 있다.
- [0066] LPC는 현재 파형을 과거 값과 가중치의 곱을 합하여 추정되는 것으로 가정한다. 전달 특성 필터는 All-pole모델을 사용하여 [수학식 1]과 같이 차분 방정식의 형태로 나타낼 수 있다.
- [0067] 여기서 $x(n)$ 과 $s(n)$ 은 입력 신호와 출력 신호이고, a_j 와 N_1 는 전달 특성 필터 차수와 LPC 차수이며, G 는 입력 신호의 가중치이다. 현재 신호와 과거 신호의 누적된 추정치의 오차는 [수학식 2]와 같다. 여기서 [수학식 1]의 a_j 에 대한 추정치인 $\alpha_j(\alpha_j)$ 를 LPC 계수라고 정의한다.
- [0068] [수학식 3]은 예측 오차 $e(n)$ 에 대한 평균 제곱 오차 (Mean square error, MSE), J 이며 J 를 최소로 하는 LPC 계수 $\alpha_j(\alpha_j)$ 에 대해서 편미분하여 0이 되는 N_1 개의 선형 연립 방정식 [수학식 4]를 얻을 수 있다. 여기서 $\psi_n(i, j)$ 는 LPC 방정식이며, 방정식의 해인 N_1 개의 $\alpha_j(\alpha_j)$ 를 구하기 위하여 더빈(Durbin)알고리즘을 이용한다.
- [0069] 주파수 영역에서는 특징 벡터를 추출하기 위해 고속 푸리에 변환(Fast Fourier transform, FFT) 계수를 이용한다.
- [0070] 또한 FFT계수(N_2 개)는 하기와 같은 방법으로 추출한다.
- [0071] 먼저 전체 프레임을 M 개의 샘플을 가지는 프레임들로 분할하는데, 샘플들의 50%씩 중첩되도록 샘플을 분할한다.
- [0072] 그 다음, 분할된 프레임당 M 개 샘플들에 대해 FFT를 구하면 M 개의 주파수 성분이 되고 이것을 N_2 개로 나누면 그 정수 값(L)이 분할된 프레임내의 계산 뭉치가 된다.
- [0073] 마지막으로, L 개씩의 평균 값을 취하면 프레임 당 N_2 개의 FFT계수가 나온다.
- [0074] 입력신호 셋팅부(400)는 시간 영역의 계수(N_1)와 주파수 영역의 계수(N_2)를 합산하여 신경 회로망의 입력신호를 셋팅하고, 이를 신경 회로망부(500)에 입력한다.
- [0075] 또한, 시간 영역의 계수(N_1)와 주파수 영역의 계수(N_2)가 동일할 수도 있으며, 동일한 경우에는 각각 계수는 N 개 이므로 이를 합산하여 $2N$ 개의 입력신호가 셋팅될 수 있다.
- [0076] 본 발명에 있어서 신경 회로망을 이용한 분류 결과, 분류율이 기설정된 평균 목표 분류율보다 낮은 경우 조정부(600)를 통하여 가중치 조정 횟수와 학습 횟수를 조정하여 학습한 후 신경 회로망에 입력하여 기설정된 평균 목표 분류율이 될 때까지 학습과 분류를 반복한다.
- [0077] 본 발명에 있어서 기설정된 평균 목표 분류율은 사용자가 원하는 수치를 설정할 수 있다.
- [0078] 본 발명의 일 실시 예는 신경망을 이용하여 고래 소리 신호를 분류하는 것으로서, 고래의 종류에 따라 고래 소리 신호의 주파수, 크기 또는 패턴이 다르므로 신경 회로망을 이용하여 분류가 가능하다.
- [0079] 고래 소리 신호란 수중에서 고래에 의해 발생하는 소리로 고래들 사이의 의사소통을 하거나, 소리 신호가 반사되어 돌아오는 것을 듣고 장애물의 거리를 판단하는데 이용한다.
- [0080] 본 발명의 일 실시 예인 고래 소리 신호를 분류하는 방법으로, 그 분류 카테고리는 대왕, 들쇠, 귀신, 혹등, 밍크, 북방긴수염 고래 및 긴부리 참 돌고래를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0081] LPC계수를 이용하여 고래 소리 신호를 분류한 실험 결과표는 하기와 같다.

표 1

-사용실험데이터-2차

EPOC 횟수	파라미터	평균	Blue-대왕	Dulsae-들쇠	Grey-귀신	Humpb-ack-흑등	Minke-밍크	Right-북방 긴수염
1,000	sL=30, noF=1400 noN=20 tF=900	81.15	59.3	89.8	99.4	84.5	96.2	57.7
2,000		82.65	59.1	89.8	99.6	90.4	99.7	57.3
3,000		84.8	59.1	98.9	99.4	92.2	99.7	59.4
4,000		85.15	59.1	99.4	99.4	93.0	99.7	60.3

[0082]

표 2

사용실험데이터-4차

EPOC 횟수	파라미터	평균	Tdolphi-긴부리 참 돌고래	Dulsae-들쇠	Grey-귀신	Humpb-ack-흑등	Minke-밍크	Right-북방 긴수염
1,000	sL=30, noF=1400 noN=20 tF=900	72.6	59.9	89.7	99.2	76.0	61.4	49.1
2,000		76.4	63.6	97.3	99.0	77.7	65.6	55.4
3,000		82.0	61.2	99.0	99.3	77.1	99.8	55.7
4,000		83.2	65.9	99.6	99.0	78.3	99.9	56.7
5,000		83.2	65.7	99.3	99.3	79.0	99.9	55.7

[0083]

[0084] 상기 [표 1] 및 [표 2]에서 EPOC 횟수는 학습 횟수를 의미하고, sL(Sample Length)은 30으로, 이는 같은 Data 256개를 FFT를 구하면 256개의 주파수 성분이 되고, 이 것을 15개로 나누면 17개의 분할된 프레임내의 또 다른 작은 프레임이 되며 17씩 평균 값을 취하면 프레임 당 15개의 FFT 계수가 추출 되어 총 30개를 의미한다.

[0085] noF(Number of Frame)는 1400으로, 고래 소리 신호 Data LPC 30개를 1400세트(Set)로 신경망에 투과하여 학습 한다는 의미이고, noN(Number of Node)은 20으로, 인공 신경망의 은닉층마다 노드의 개수를 뜻한다.

[0086] 마지막으로 tF(Number of Training Frame)는 900으로, 고래 소리 신호 Data LPC 30개를 900세트(Set)로 신경망에 투과하여 진단 정확률 확인하는 것으로 noF와는 다른 데이터이다.

[0087] 본 발명의 일 실시 예에 해당하는 LPC계수를 이용한 고래 소리 신호 분류 결과표인 [표 1] 및 [표 2]를 참고하면, EPOC횟수가 증가할수록 평균 분류율이 증가함을 확인 할 수 있다.

[0088] 본 발명에 있어서, 학습과 테스트를 위한 데이터 설정은 특징 추출 알고리즘으로부터 추출한 특징 벡터의 65%는 학습에 사용하고, 35%는 실제 분류에 사용하기 위한 테스트 데이터로 사용한다.

[0089] 본 발명은 도면에 도시된 일 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라

서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

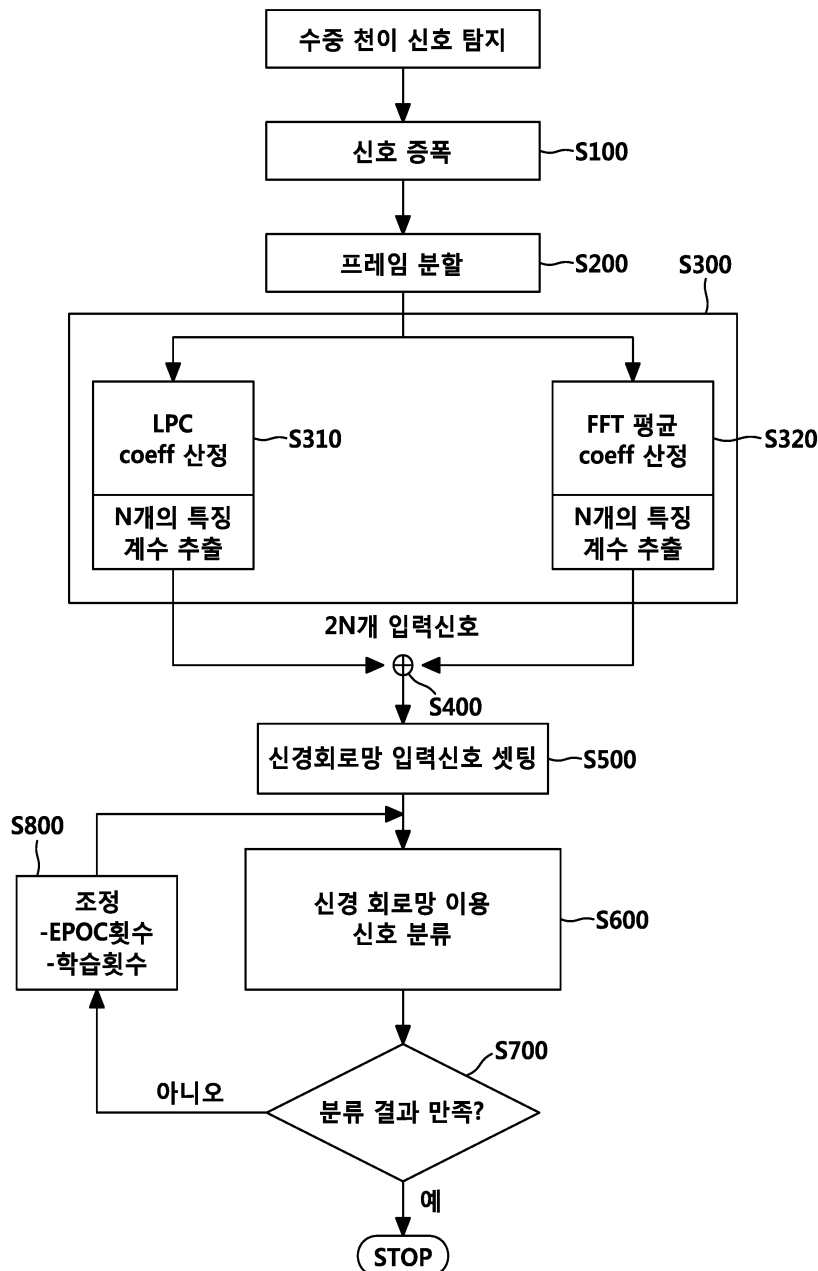
부호의 설명

[0090]

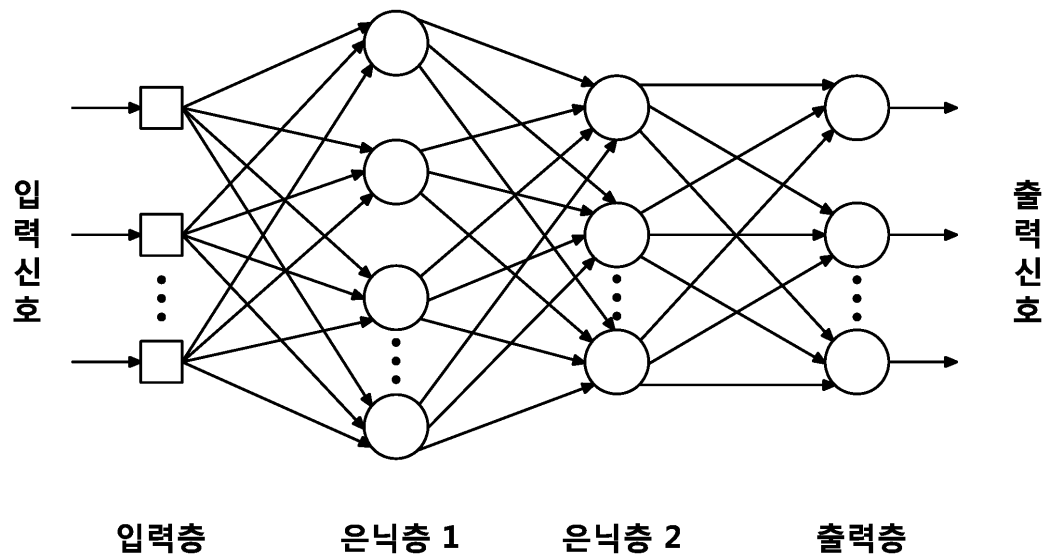
- 100: 신호 증폭부
- 200: 신호 분할부
- 300: 계수 추출부
- 400: 입력 신호 셋팅부
- 500: 신경 회로망부
- 600: 조정부

도면

도면1



도면2



도면3

