(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0086298
(43) 공개일자 2008년09월25일

(51) Int. Cl.
G10L 15/02 (2006.01) *G10L 19/00* (2006.01)
G10L 19/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0028310
(22) 출원일자 2007년03월22일
심사청구일자 2007년03월22일

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내
(72) 발명자
김현수
경기도 용인시 수지구 상현동 만현마을 두산위브 아파트803동 501호
고한석
서울특별시 용산구 서빙고동 신동아아파트 16동 703호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이건주

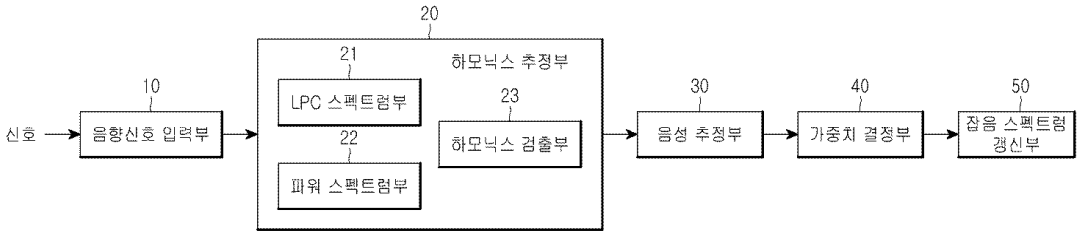
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 음성 신호의 하모닉스를 이용한 잡음 추정 방법 및 장치

(57) 요 약

본 발명은 음향 신호 처리 과정 중 음향 신호에 포함된 잡음을 추정하는 장치 및 방법에 관한 것으로, 입력되는 음향 신호 프레임에서 하모닉스 성분을 추정하고, 상기 추정한 하모닉스 성분을 이용하여 상기 음향 신호 프레임 상에서 음성 존재 확률을 계산하고, 상기 음성 존재 확률에 따라잡음 스펙트럼 추정식의 가중치를 결정하고, 상기 결정된 가중치와 잡음 스펙트럼을 추정하고 갱신한다.

대 표 도



(72) 발명자

안성주

서울특별시 노원구 중계4동 369 중계주공아파트 204동1206호

배정훈

서울특별시 중구 신당6동 58-44

윤현진

서울특별시 동작구 사당1동 1005-4

특허청구의 범위

청구항 1

잡음 추정 장치의 잡음 추정 방법에 있어서,

입력되는 음향 신호 프레임에서 하모닉스 성분을 추정하는 과정과,

상기 추정한 하모닉스 성분을 이용하여 상기 음향 신호 프레임 상에서 음성 존재 확률을 계산하는 과정과,

상기 음성 존재 확률에 따라 하기 수학식1과 같은 잡음 스펙트럼 추정식의 가중치를 결정하는 과정과,

상기 결정된 가중치와 상기 잡음 스펙트럼 추정식을 이용하여 잡음 스펙트럼을 추정하고 갱신하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 잡음 추정 방법.

[수학식 1]

$$N(k,t)=\alpha(k,t)N(k,t-1)+(1-\alpha(k,t))Y(k,t)$$

단, N(k,t)는 잡음 스펙트럼, Y(k,t)는 입력 신호 스펙트럼, 인덱스 k는 주파수 인덱스, 인덱스 t는 프레임 인덱스, $\alpha(k,t)$는 가중치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 가중치를 결정하는 과정은 상기 음성 존재 확률이 크면 상기 가중치를 1에 가까운 값으로 결정하고, 상기 음성 존재 확률이 작으면 상기 가중치를 0에 가까운 값으로 결정하는 과정임을 특징으로 하는 잡음 추정 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 음성 존재 확률을 계산하는 과정은 상기 하모닉스 성분을 이용하여 국부 음성 존재 확률(Local Speech Presence Probability:LSPP)과 전역 음성 존재 확률(Global Speech Presence Probability:GSPP)을 계산하여 음성 존재 확률을 계산하는 과정임을 특징으로 하는 잡음 추정 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 가중치는 하기 수학식 2에 의해 결정됨을 특징으로 하는 잡음 추정 방법.

[수학식 2]

$$\alpha(k,t)=1-\frac{0.5}{1+\exp(-20*(LSPP(k,t)+0.5)*(0.3-GSPP(k,t)))}$$

청구항 5

음향 신호에 포함된 잡음을 추정하는 잡음 추정 장치에 있어서,

입력되는 음향 신호 프레임에서 하모닉스 성분을 추정하여 출력하는 하모닉스 추정부와,

상기 하모닉스 성분을 이용하여 상기 음향 신호 프레임 상에서 음성 존재 확률을 계산하여 출력하는 음성 추정부와,

상기 음성 존재 확률에 따라 하기 수학식1과 같은 잡음 스펙트럼 추정식의 가중치를 결정하여 출력하는 가중치 결정부와,

상기 가중치와 상기 잡음 스펙트럼 추정식을 이용하여 잡음 스펙트럼을 추정하고 갱신하는 잡음 스펙트럼 갱신부를 포함함을 특징으로 하는 잡음 추정 장치.

[수학식 1]

$$N(k,t)=\alpha(k,t)N(k,t-1)+(1-\alpha(k,t))Y(k,t)$$

단, N(k,t)는 잡음 스펙트럼, Y(k,t)는 입력 신호 스펙트럼, 인덱스 k는 주파수 인덱스, 인덱스 t는 프레임 인덱스, $\alpha(k,t)$는 가중치.

청구항 6

제5항에 있어서, 입력되는 음향 신호를 미리 정해진 길이의 프레임으로 구분하여 출력하는 음향 신호 입력부를 더 포함함을 특징으로 하는 잡음 추정 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 가중치 결정부는 상기 음성 존재 확률이 크면 상기 가중치를 1에 가까운 값으로 결정하고, 상기 음성 존재 확률이 작으면 상기 가중치를 0에 가까운 값으로 결정함을 특징으로 하는 잡음 추정 장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 음성 추정부는 상기 하모닉스 성분을 이용하여 국부 음성 존재 확률(Local Speech Presence Probability:LSPP)과 전역 음성 존재 확률(Global Speech Presence Probability:GSPP)을 계산하여 음성 존재 확률을 계산함을 특징으로 하는 잡음 추정 장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 가중치 결정부는 상기 가중치를 하기 수학식 2에 의해 결정함을 특징으로 하는 잡음 추정 장치.

[수학식 2]

$$\alpha(k,t)=1-\frac{0.5}{1+\exp(-20*(LSPP(k,t)+0.5)*(0.3-GSPP(k,t)))}$$

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<6> 본 발명은 음향 신호 처리 과정에 관한 것으로, 음향 신호에 포함된 잡음을 추정하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

<7> 음성 통신 또는 음성 인식을 위한 음향 신호 처리 과정은 음성 강화(speech enhancement)를 필요로 하며, 음성 강화를 위해 음성 신호에 섞여있는 잡음을 추정하여 제거해야한다. 이에 따라 잡음을 추정하는 방식이 제안되고 사용되고 있다. 예를 들어, 먼저 음성이 입력되기 전 일정기간 음성이 존재하지 않는 구간에서 잡음을 추정하고, 음성이 입력되기 시작하면 추정된 잡음을 적용시키는 방식과, VAD(Voice Activity Detection)을 이용해 음성/비음성을 구분하여 비음성 구간에서 잡음을 추정하는 방식 등이 있다. 그리고 음성 구간에서의 음성 스펙트럴 에너지(spectral energy)가 잡음의 스펙트럴 에너지보다 에너지가 크다는 특성과 음성 단어의 발음 구간이 0.7~1.3초 사이임을 감안하여 일정구간동안에서 최소의 에너지를 나타내는 값을 잡음으로 추정하는 최소 통계(minimum statistics) 기반의 잡음 추정 방식 등이 있다. 또는 음성의 존재 유무를 확률적으로 대략적으로 정하여 음성이 존재할 확률이 큰 구간에서는 잡음을 추정하고 음성이 존재할 확률이 작은 구간에서 잡음 추정을

하지 않는 방식 등이 있다.

<8> 하지만 상기한 종래의 잡음 추정 방식들은 급작스럽게 발생하는(non-stationary) 잡음의 변화를 감지하여 잡음 추정에 반영하지 못하는 단점이 있다. 예를 들어 실생활에서의 갑자기 발생하는 주변 오디오 소리 같은 부정확한 잡음 또는 문을 닫는 소리 발자국 소리 등 지속시간이 짧으나 에너지의 크기가 음성 에너지의 크기만큼 큰 잡음은 효과적으로 추정할 수가 없었다. 따라서 이러한 부정확한 잡음추정으로 인하여 잔여 잡음이 남는 문제점이 있다. 잔여 잡음은 음성 통신에서 사용자에게 듣기 불편함을 주거나 음성인식기의 오작동을 일으켜 음성인식 제품의 성능을 하락시킨다.

<9> 종래의 잡음 추정 방식이 상기와 같은 문제점을 가지는 이유는 이전에 처리한 음성 구간의 결과를 참조하여 추후 음성 신호를 처리하는 방식의 경우 해당 구간에 동일하지 않은 잡음이 존재할 수 있으며, 잡음이 존재하는 구간을 대략적으로 예측하고 해당 구간에서만 잡음을 추정하는 방식의 경우 정확하게 잡음이 존재하는 구간을 예측하는 것에 한계가 있기 때문이다. 그리고 각 신호의 에너지의 크기의 차이 혹은 신호 대 잡음비(signal to noise ratio, SNR)를 이용하여 음성/비음성을 구분하는 방식의 경우, 즉, 각 신호의 에너지 크기의 차이 혹은 신호 대 잡음비(signal to noise ratio, SNR)를 기준으로 이 값들이 큰 경우 음성구간으로 인식하고 이 값들이 작을 경우 비음성 구간으로 간주하는 방식의 경우, 만약 음성과 비슷한 크기의 에너지를 가지는 주변 잡음이 입력될 경우 잡음 추정이 이루어지지 않으며, 그에 따라 잡음 스펙트럼이 갱신되지 않기 때문이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<10> 본 발명은 음성 처리 과정에서 갑작스럽게 발생하는 잡음을 추정하여 제거하는 방법 및 장치를 제공할 수 있다.

<11> 그리고 본 발명은 음성과 유사한 크기의 에너지를 가지는 잡음을 추정하여 제거하는 방법 및 장치를 제공할 수 있다.

<12> 그리고 본 발명은 효과적으로 잡음을 추정하여 제거하는 방법 및 장치를 제공할 수 있다.

발명의 구성 및 작용

<13> 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명은 입력되는 음향 신호 프레임에서 하모닉스 성분을 추정하는 과정과, 상기 추정한 하모닉스 성분을 이용하여 상기 음향 신호 프레임 상에서 음성 존재 확률을 계산하는 과정과, 상기 음성 존재 확률에 따라 잡음 스펙트럼 추정식의 가중치를 결정하는 과정과, 상기 결정된 가중치와 상기 잡음 스펙트럼 추정식을 이용하여 잡음 스펙트럼을 추정하고 갱신하는 과정을 포함한다.

<14> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 일실시예를 상세히 설명한다. 도면에서 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면에 표시되더라도 가능한 한 동일한 참조번호 및 부호로 나타내고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다.

<15> 인간이 유성음을 발음하기 위해서는 성대의 떨림이 있어야 하며 이 떨림은 주파수 영역에서는 하모닉스(harmonics) 형태로 나타난다. 또한 이 하모닉스 성분은 잡음 환경에서도 그 특징이 잘 남아 있다는 특성이 있다. 본 발명은 유성음과 하모닉스의 특성을 이용하여, 음향 신호에 하모닉스 성분의 존재 정도에 따라 적정 잡음 스펙트럼을 추정하고 잡음 스펙트럼 값을 갱신한다. 이때 잡음 스펙트럼 추정식은 다음 수학식 1과 같다.

수학식 1

<16> $$N(k,t)=\alpha(k,t)N(k,t-1)+(1-\alpha(k,t))Y(k,t)$$

<17> 여기서, N(k,t)는 잡음 스펙트럼이고, Y(k,t)는 입력 신호 스펙트럼이며, 인덱스 k와 t는 각각 주파수 인덱스와 프레임 인덱스이다. 상기 수학식1은 MCRA(Minima Controlled Recursive Averaging) 잡음 추정 방식에서 사용되는 잡음 스펙트럼 추정식이며, 본 발명은 입력 음향 신호에서 검출되는 하모닉스 성분을 이용하여 추정한 음성 존재 확률에 따라 상기 수학식1의 가중치 $\alpha(k,t)$ 값을 조정하여 노이즈 스펙트럼을 추정한다.

<18> 이러한 본 발명이 적용되는 잡음 추정 장치의 구성을 도1을 참조하여 설명하면 다음과 같다. 도1은 본 발명의 일 실시예에 따른 잡음 추정 장치의 구성을 나타낸 도면이다. 도1을 참조하여 잡음 추정 장치는 음향 신호 입력부(10)와, 하모닉스 추정부(20)와, 음성 추정부(30)와, 가중치 결정부(40)와, 잡음 스펙트럼 갱신부(50)를 포함

한다.

<19> 음향 신호 입력부(10)는 입력되는 음향 신호를 미리 정해진 길이의 해닝 윈도우(Hanning window)를 이용하여 프레임으로 구분한다. 예를 들어, 32ms길이의 해닝 윈도우를 이용하여 음향 신호의 프레임을 구분할 수 있으며, 이때, 해닝 윈도우의 이동구간은 16ms로 설정할 수 있다. 음향 신호 입력부(10)에서 프레임으로 구분된 음향 신호는 하모닉스 추정부(20)로 출력된다.

<20> 하모닉스 추정부(20)는 입력되는 프레임 단위의 음향 신호에서 하모닉스 성분을 추출하여 그 결과를 음성 추정부(30)로 출력한다. 인간이 유성음을 발음하기 위해서는 성대의 떨림이 있어야 하며 이 떨림은 주파수 영역에서는 하모닉스(harmonics) 형태로 나타난다. 이러한 하모닉스를 구하기 위해서는 인간이 발성하는 유성음의 종류를 결정하는 성도모양과 관련된 성분을 제거해야한다. 유성음의 경우 성대의 떨림 신호와 성도의 모양에 임펄스 응답(impulse response)의 회선(convolution)으로 나타내어지며 이것은 곧 주파수 영역에서는 쉽게 곱셈의 형태로 나타내어진다. 이러한 유성음의 특성에 따라 하모닉스 추정부(20)는 입력 음향 신호에서 하모닉스를 추정하기 위해 본 발명의 일 실시예에 따라 LPC(Linear prediction coefficients) 스펙트럼부(21)와, 파워 스펙트럼부(22), 하모닉 검출부(23)를 포함할 수 있다. 이러한 LPT 스펙트럼부(21)는 음향 신호 입력부(10)에서 입력되는 프레임 단위의 음향 신호를 LPT 스펙트럼으로 변환하여 하모닉스 검출부(23)로 출력한다. 파워 스펙트럼부(22)는 음향 신호 입력부(10)에서 입력되는 프레임 단위의 음향 신호를 파워 스펙트럼으로 변환하여 하모닉스 검출부(23)로 출력한다. 하모닉스 검출부(23)는 입력되는 LPT 스펙트럼과 파워 스펙트럼을 이용하여 해당 프레임의 음향 신호에서 하모닉스 요소들을 검출하여 음성 추정부(30)로 출력한다. 즉, 하모닉스 검출부(23)는 파워 스펙트럼으로 LPC 스펙트럼을 나눔으로써, 하모닉스 성분을 추출할 수 있다. 이러한 각 스펙트럼의 일예를 도3에 나타내었다. 도3은 본 발명의 일 실시예에 따른 파워 스펙트럼(201)과 LPC 스펙트럼(203)과 하모닉스 스펙트로그램(205)의 일예를 나타낸 도면이다. 하모닉스 스펙트로그램(205)을 참조하면, 하모닉스는 음향 신호를 스펙트럼 형태로 변환했을 때, 일정한 길이의 줄무늬 모양으로 나타내며 잡음 환경에서도 그 모양이 비교적 남아 있음을 알 수 있다. 그러나 하모닉스 스펙트로그램(205)을 살펴보면, 아직 음성 주위에 잡음에 대한 영향으로 하모닉스가 아닌데도 스펙트로그램 상에서 값을 가지고 있는 부분(음성이외의 부분에 남아 있는 흰 부분)이 존재하는 것을 확인할 수 있다. 이를 제거하기 위해 하모닉스 검출부(23)는 적정값을 가지는 마스크를 적용할 수도 있다. 이러한 과정으로 하모닉스를 검출한 하모닉스 추정부(20)는 검출된 하모닉스를 음성 추정부(30)로 출력한다.

<21> 음성 추정부(30)는 입력되는 하모닉스 요소들을 이용하여 음성 존재 확률을 추정한다. 음성 추정부(30)는 본 발명의 일 실시예에 따라 국부 음성 존재 확률(Local Speech Presence Probability:LSPP)과 전역 음성 존재 확률(Global Speech Presence Probability:GSPP)을 계산하여 음성 존재 확률을 계산하여 가중치 결정부(40)로 출력한다.

<22> 가중치 결정부(40)는 음성 추정부(30)에서 입력되는 음성 존재 확률에 따라 상기 수학식1의 가중치 $\alpha(k,t)$를 결정한다. 하모닉스 스펙트로그램(205)에서와 같이 하모닉스 성분은 줄무늬 형태로 나타나게 되며, 이러한 하모닉스 이외에 유효값을 가지는 부분은 비정상적인(non-stationary) 부분이므로 상기 수학식1에 의한 잡음 스펙트럼 갱신시 수학식 1에서의 가중치 $\alpha(k,t)$ 값을 작게 해줘야 하며, 하모닉스를 나타내는 부분은 $\alpha(k,t)$값을 1에 가깝게 해서 음성 스펙트럼이 잡음 스펙트럼을 갱신하는데 사용되지 않도록 해야 한다. 이에 따라 GSPP와 LSPP 값에 따른 음성 가능성 가중치 $\alpha(k,t)$의 값은 다음 표1과 같은 기준에 의해 결정된다. 표1에서 LSPP는 하모닉스 스펙트로그램(205)의 결과값을 정규화하여 0과 1사이의 값을 갖게 하였으며 GSPP는 하모닉 스펙트로 그램(205)의 결과값을 프레임 별로 합산한다음 정규화하여, 이 역시 0과 1사이의 값을 갖게 하였다.

표 1

<23>

LSPP(k,t)	GSPP(k,t)	음성일 가능성	$\alpha(k,t)$
크다	크다	매우 크다	1
크다	작다	크다	1에 가까운 값
작다	크다	매우 작다	0
작다	작다	작다	0에 가까운값

<24> 그리고 다음 수학식 2를 이용하여, 가중치 $\alpha(k,t)$를 계산한다.

수학식 2

<25>
$$\alpha(k,t)=1-\frac{0.5}{1+\exp(-20*(LSPP(k,t)+0.5)*(0.3-GSPP(k,t)))}$$

<26> 위 식을 그래프로 나타내면 도4와 같다. 도4는 본 발명의 일 실시예에 따라 잡음 스펙트럼 추정식의 가중치가 될 수 있는 값들을 그래프로 나타낸 도면이다.

<27> 가중치 결정부(40)는 결정된 가중치를 잡음 스펙트럼 갱신부(50)로 출력하고, 잡음 스펙트럼 갱신부(50)는 입력되는 가중치와 상기 수학식1을 이용하여 잡음 스펙트럼을 추정하고, 바로 이전 프레임까지 추정된 잡음 스펙트럼 값을 갱신한다. 이러한 잡음 추정 장치의 동작 과정을 도2에 도시하였다.

<28> 도2를 참조하여, 잡음 추정 장치는 101단계에서 입력되는 음향 신호의 프레임을 구분하고 103단계로 진행한다. 103단계에서 잡음 추정 장치는 각 프레임의 하모닉스를 추정하고 105단계로 진행한다. 105단계에서 잡음 추정 장치는 추정된 하모닉스를 이용하여 음성 존재 확률을 추정하고 107단계로 진행하여, 음성 존재 확률에 따라 잡음 스펙트럼 추정식의 가중치를 결정한다. 109단계에서 잡음 추정 장치는 결정된 가중치를 이용하여 잡음 스펙트럼을 추정하고, 잡음 스펙트럼을 갱신하고 동작과정을 종료한다. 이와 같은 과정으로 추정된 잡음 스펙트럼은 입력 음향 신호에서 잡음을 제거하는데 이용된다.

<29> 상술한 바와 같이 본 발명은 음향 신호의 하모닉스 성분을 이용하여 상기 음향 신호에 음성 신호가 존재할 확률을 계산하고, 음성 신호가 존재할 확률에 따라 잡음 스펙트럼 추정식의 가중치를 결정하여 잡음 스펙트럼을 추정함으로써, 가중치의 범위를 종래보다 확장할 수 있다. 다시 말해 종래의 MCRA 방식에서 가중치 $\alpha(k,t)$의 범위는 $0.95\leq\alpha(k,t)\leq1$인데 반하여, 본 발명에 따르면 가중치 $\alpha(k,t)$의 범위는 $0.5\leq\alpha(k,t)\leq1$임을 알 수 있다. 이에 따라 종래의 MCRA 방식과 본 발명에 따라 추정된 잡음 스펙트럼을 비교해보면 도5와 같다. 도5는 종래의 방식과 본 발명의 일 실시예에 따라 추정된 잡음 스펙트럼의 일예들을 나타낸 도면이다. 도5를 참조하면, 오염된 신호(211)에 포함된 잡음(213)이 도5와 같을 때, MCRA 방식에 의해 추정된 잡음 스펙트럼(215)보다는 본 발명에 따라 하모닉스 성분을 이용하여 추정한 잡음 스펙트럼(217)이 원 잡음(213)과 더 유사한 것을 확인할 수 있다. 또한, 음성 에너지만큼 큰 크기의 돌발잡음이 발생하는 경우 종래의 신호대 잡음비를 가중치를 결정하는 요인으로 이용하던 방식은 잡음을 음성으로 간주하여 처리했던 것에 반하여, 본 발명은 가중치를 결정하는 요인으로서 하모닉스를 이용함에 따라 돌발 잡음을 추정하여 잡음 스펙트럼을 갱신할 수 있다.

<30> 상술한 본 발명의 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 여러 가지 변형이 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고 실시할 수 있다. 예를 들어, 음향 신호의 하모닉스를 추정하는 방식은 상술한 방싱 이외에도 다른 어떠한 방식이라도 이용될 수 있다. 따라서 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 의하여 정할 것이 아니고 특허청구범위와 특허청구범위의 균등한 것에 의해 정해 져야 한다.

발명의 효과

<31> 상술한 바와 같이 본 발명은 음향 신호의 하모닉스 성분을 이용하여 상기 음향 신호에 음성 신호가 존재할 확률을 계산하고, 음성 신호가 존재할 확률에 따라 잡음 스펙트럼 추정식의 가중치를 결정하여 잡음 스펙트럼을 추정함으로써, 가중치의 범위를 종래보다 확장할 수 있으며, 가중치를 결정하는 요인으로서 하모닉스를 이용함에 따라 돌발 잡음을 추정하여 잡음 스펙트럼을 갱신할 수 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도1은 본 발명의 일 실시예에 따른 잡음 추정 장치의 구성을 나타낸 도면,

<2> 도2는 본 발명의 일 실시예에 따른 잡음 추정 과정을 나타낸 도면,

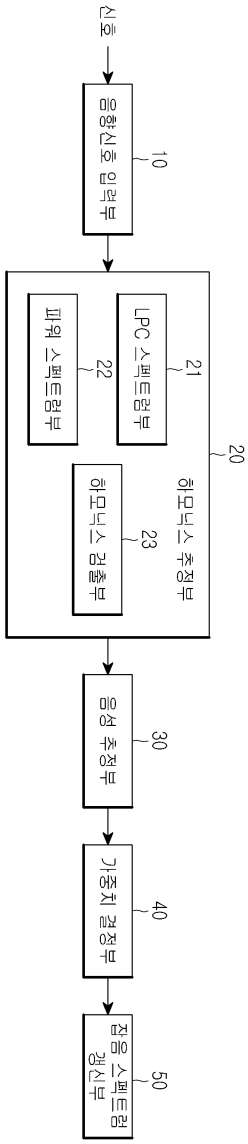
<3> 도3은 본 발명의 일 실시예에 따른 파워 스펙트럼과 LPC 스펙트럼과 하모닉스의 일예를 나타낸 도면,

<4> 도4는 본 발명의 일 실시예에 따라 잡음 스펙트럼 추정식의 가중치가 될 수 있는 값들을 그래프로 나타낸 도면,

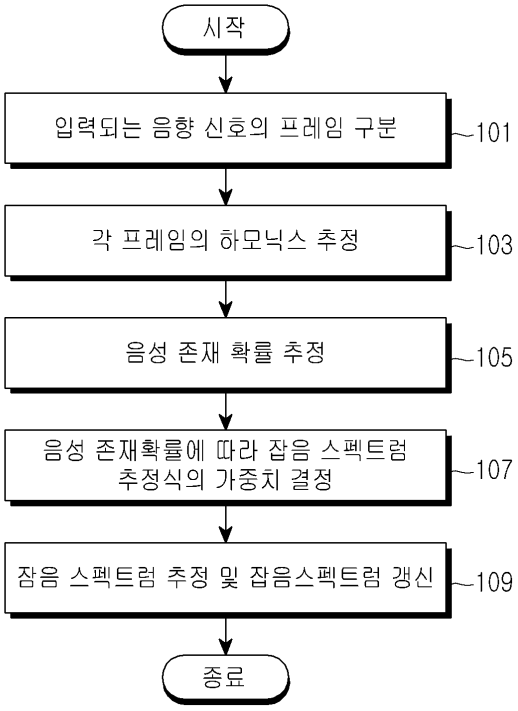
<5> 도5는 종래의 방식과 본 발명의 일 실시예에 따라 추정된 잡음 스펙트럼의 일예들을 나타낸 도면.

도면

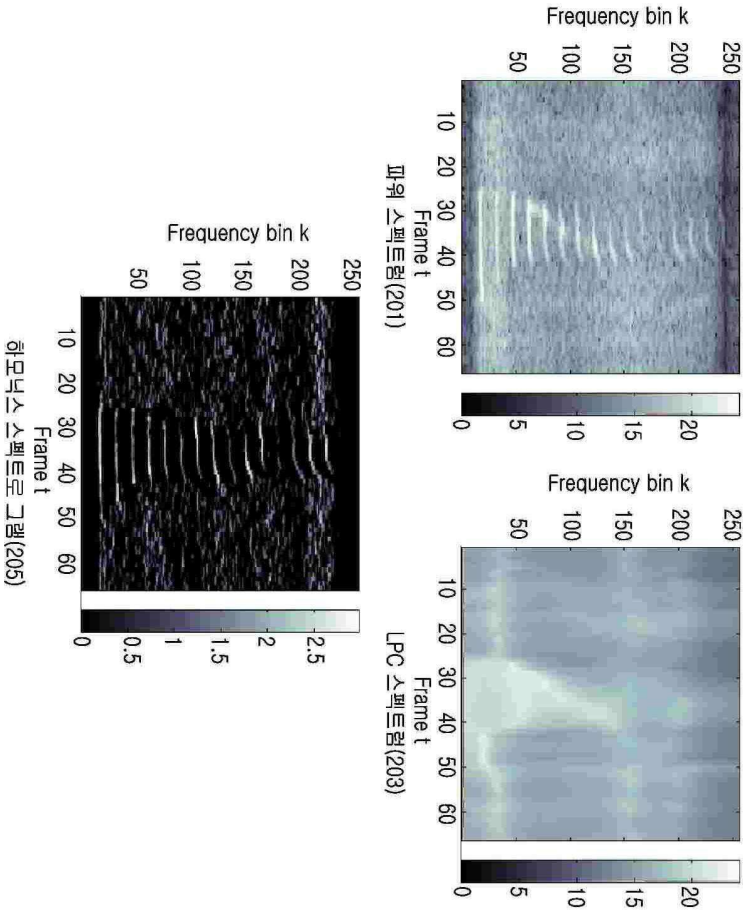
도면1



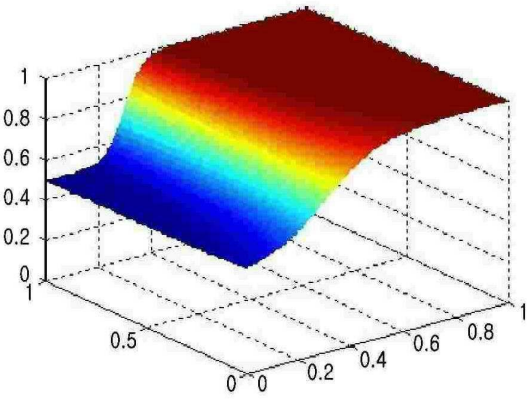
도면2


시작
입력되는 음향 신호의 프레임 구분
101
각 프레임의 하모닉스 추정
103
음성 존재 확률 추정
105
음성 존재확률에 따라 잡음 스펙트럼 추정식의 가중치 결정
107
잠음 스펙트럼 추정 및 잡음스펙트럼 갱신
109
종료

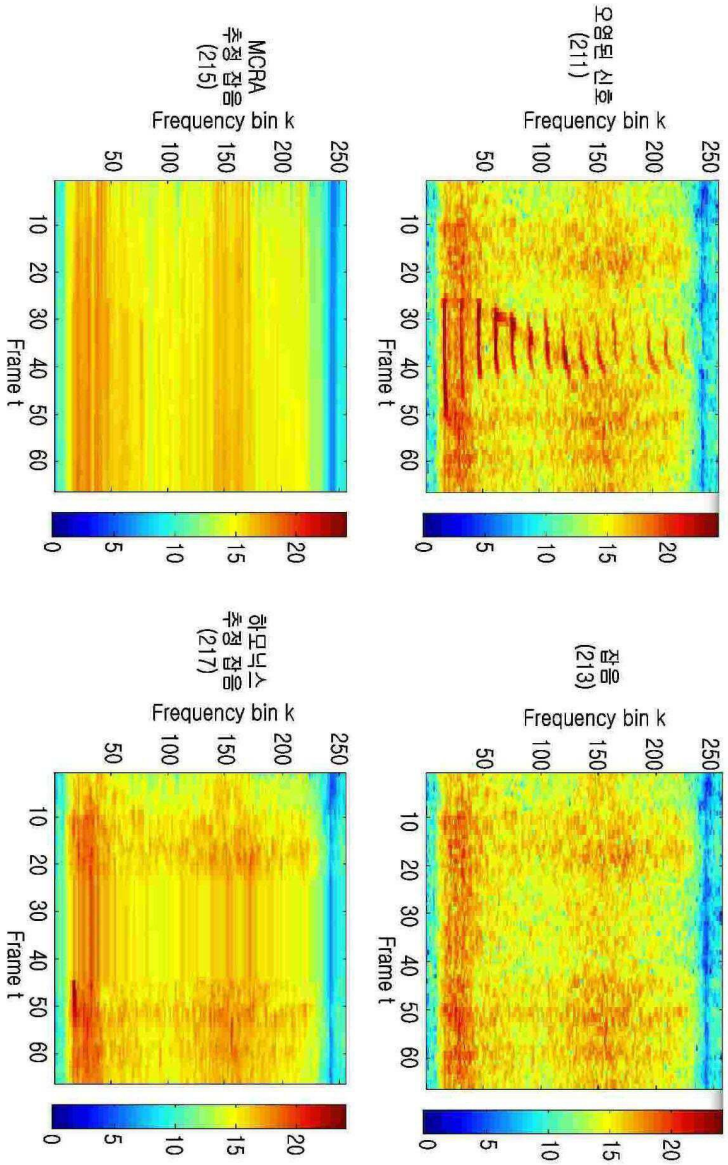
도면3


Frequency bin k
50
100
150
200
250
10
20
30
40
50
60
Frame t
파워 스펙트럼(201)
0
5
10
15
20
Frequency bin k
LPC 스펙트럼(203)
Frame t
Frequency bin k
하모닉스 스펙트로 그램(205)
Frame t
0
0.5
1
1.5
2
2.5

도면4


1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0.5
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1

도면5


오염된 신호
(211)
Frequency bin k
Frame t
MCRA
추정 잡음
(215)
Frequency bin k
Frame t
잡음
(213)
Frequency bin k
Frame t
하모닉스
추정 잡음
(217)
Frequency bin k
Frame t