

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

|   |                            |
|---|----------------------------|
| (51) Int. Cl. <sup>6</sup><br>H04L 1/00   | (11) 공개번호<br>특2000-0074996 |
|   | (43) 공개일자<br>2000년 12월 15일 |
| (21) 출원번호<br>10-1999-0019291  |                            |
| (22) 출원일자<br>1999년 05월 27일  |                            |
| (71) 출원인<br>에스케이 텔레콤 주식회사    조정남<br>서울특별시 종로구 서린동 99  |                            |
| (72) 발명자<br>김영락<br>서울특별시 송파구 문정동 주공아파트 17동 106호<br>이상연<br>경기도 성남시 분당구 분당동 셋별우방아파트 305동 1502호<br>김병무<br>경기도 안양시 동안구 호계동 샘마을아파트 115동 707호<br>김일민<br>경기도 수원시 장안구 율전동 518샘내마을삼호진덕아파트 204동 901호<br>양우석<br>제주도 제주시 연동 251-59<br>정사라<br>경상북도 경산시 중산동 36-2태왕한라타운 109동 1406호<br>김형명<br>대전광역시 유성구 신성동 160-1한울아파트 103동 1502호 |                            |
| (74) 대리인<br>박래봉   |                            |

심사청구 : 없음

(54) 음성 부호화기의 오류 제어 방법

요약

본 발명은 켈레구조 대수부호 여기 선형 예측(CS-ACELP) 음성 부호화기의 오류 제어 방법에 관한 것으로서, CS-ACELP 인코더(10)에서 출력되는 1프레임분의 부호화 음성 데이터 80비트들을 상세히 분석하여 각 비트들의 기능과 중요도에 따라 A,B,C 및 D집합으로 분류하여, 제1 및 제2해밍부호화기(20a,20b)에서 프레임간 상관관계가 큰 집합A의 8비트 및 집합 B의 8비트에 대하여 각각 5비트 해밍부호를 부가하여 13비트씩 출력하며, 각 해밍부호화기 출력의 합인 26비트와 상관 관계는 크지 않으나 해당프레임의 음질에 영향을 미치는 집합 C에 해당하는 24비트를 합친 50비트를 길쌈부호화기(22)에 입력하여 길쌈부호화를 실행한 후, 상기 길쌈부호화기(22)로부터 출력된 108비트에 해당 프레임의 음성 품질에 거의 영향이 없는 집합 D의 40비트를 합친 다음, 인터리버(23)에서 프레임 내 인터리빙을 한 후에 무선 채널을 통하여 송출하며, 수신 측에서는 1 프레임 분의 음성 데이터를 수신하여 오류(error)를 검출하고 오류가 검출된 프레임의 비트들을 각 비트의 특성에 적합한 오류 정정 방법을 사용하여 오류를 정정함으로써, 기존의 방식에 비하여 비트 전송률을 증가시키지 않으면서 오류 제어의 효율을 극대화시키는 효과가 있다.

대표도

도 6

색인어

부호 여기 선형 예측, 선형 예측 계수, 피치 탐색, 해밍 부호, 오류

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 CS-ACELP 방식 인코더의 구성도,



표 1. CS-ACELP의 비트 할당

| 기능                 | 파라미터        | 부 프레임 1 | 부 프레임 2 | 프레임 당 비트 수 |
|--------------------|-------------|---------|---------|------------|
| Line spectral pair | L0,L1,L2,L3 |         |         | 18         |
| 적응 코드북 지연          | P1,P2       | 8       | 5       | 13         |
| 피치 지연 패러티          | P0          | 1       |         | 1          |
| 고정 코드북 인덱스         | C1,C2       | 13      | 13      | 26         |
| 고정 코드북 부호          | S1,S2       | 4       | 4       | 8          |
| 코드북 이득(1단계)        | GA1,GA2     | 3       | 3       | 6          |
| 코드북 이득(2단계)        | GB2,GB2     | 4       | 4       | 8          |
| 합계                 |             |         |         | 80         |

표 2. 비트 할당 및 기능

| 파라미터       | 비트 수  | 보호 대상 비트 수                          |
|------------|-------|-------------------------------------|
| L0         | 1     | MA Predictor의 형태 결정                 |
| L1, L2, L3 | 7.5.5 | LPC 계수의 정보                          |
| P0         | 1     | P1의 상위 6비트에 대한 패러티 비트               |
| P1         | 8     | 첫 번째 부 프레임의 피치 지연 정보                |
| P2         | 5     | 두 번째 부 프레임의 피치 지연 정보                |
| GA1, GB1   | 3.4   | 첫 번째 부 프레임의 여기 신호 이득 정보             |
| GA2, GB2   | 3.4   | 두 번째 부 프레임의 여기 신호 이득 정보             |
| C1         | 13    | 첫 부 프레임의 고정 코드북 여기 신호의 임펄스 위치 정보    |
| C2         | 13    | 두 번째 부 프레임의 고정 코드북 여기 신호의 임펄스 위치 정보 |
| S1         | 4     | 첫 부 프레임의 고정 코드북 여기 신호의 임펄스 크기 정보    |
| S2         | 4     | 두 번째 부 프레임의 고정 코드북 여기 신호의 임펄스 크기 정보 |

도 2는 프레임에 오류가 생겼을 경우, 오류 프레임을 보간 하는 방법을 나타내고 있는 바, 동 도면에 도시된 바와 같이, 비제어 (Do Nothing 또는 No operation ), 정적 삽입 (Insert Silence), 이전 계수 대체 (Parameter Repeat) 및 계수 보간 (Parameter Interpolation)의 네 가지 방식이 오류 프레임 수정을 위해 현재 일반적으로 쓰이고 있다.

상기 비제어 방식은 손실된 프레임에 대해 아무 것도 하지 않는 방식으로서, 이 경우 손실된 프레임에서 음성이 막히거나 잡음이 발생된다.

상기 정적 삽입 방식은 손실된 프레임을 정적(靜寂)으로 대체하는 방식으로서, 이 경우 모든 손실된 프레임에 대해 소리가 나지 않으므로 일반적으로 음성 품질이 좋지 않다.

상기 이전 계수대체 방식은 손실된 프레임에 대한 계수를 지난 프레임의 것으로 대체하는 방식이다. 이 경우의 음성은 정적 삽입보다 듣기 좋으나, 프레임 손실이 연속으로 발생하면 이 방식으로 디코딩된 음성은 음조가 고정되어서 로봇소리처럼 들리는 단점이 있다.

상기 계수 보간이란 프레임 손실이 발생하면 다음 프레임을 받아서 이전 프레임 계수와 보간을 취하여 손실된 프레임을 복구하는 방식이다. 이 방식은 시스템의 지연 시간을 더 길게 한다. 특히 연속 프레임 손실이 발생할 경우 지연시간이 매우 길어진다.

이상의 4가지 방식 중 상기 정적 삽입은 비선형 오류가 가장 많이 발생한 형태로 상기 이전 계수 대체보다 음질이 좋지 않은 것이 인정된 상태이므로 잘 사용되지 않고, 상기 계수 보간 역시 프레임 손실이 연속적으로 발생할 경우 지연시간이 너무 길어지므로 일반적으로 사용되지 않기 때문에, 현재 상기 비제어 방식과 이전 계수 대체 방식이 주로 사용되고 있다.

도 3은 일본의 NTT DoCoMo에서 사용하는 오류 제어 방식에 대한 블록도를 나타내고 있다.

도 3에 도시된 바와 같이, 도 1의 CS-ACELP 인코더(10)에서 출력되는 1프레임(10ms)분의 부호화 음성 데이터 80비트를 하기 표 3에 나타낸 바와 같이 중요도에 따라 균등하게 보호 대상의 40비트와 비보호 대상의 40비트로 나누고, CRC부(21)에서 상기 보호 대상의 40비트를 사용해 하기 식 1에 나타낸 생성 다항식에 의거하여 8비트 CRC( Cyclic Redundancy Checks )를 구한다. 이 8비트가 상기 보호 대상 40비트와 합쳐져서 길썩 부호화기(22)에 입력된다.

$$G(X) = X^8 + X^7 + X^4 + X^3 + X + 1$$

표 3. NTT방식에서 보호 대상 비트 내역

| 파라미터               | 모든 비트 수 | 보호 대상 비트 수 |
|--------------------|---------|------------|
| LSP flag (L0)      | 1       | 1          |
| LSP 1 (L1)         | 7       | 7          |
| LSP 2 (L2)         | 5       | 5          |
| LSP 3 (L3)         | 5       | 0          |
| 제 1 부 프레임 LAG (P1) | 8       | 8          |
| 패리티 (PO)           | 1       | 1          |
| 제 1 부 프레임 코드 (C1)  | 13      | 0          |
| 제 1 부 프레임 코드 (S1)  | 4       | 0          |
| 제 1 부 프레임 이득 (GB1) | 4       | 4          |
| 제 1 부 프레임 이득 (GA1) | 3       | 3          |
| 제 2 부 프레임 LAG (P2) | 5       | MSB 4      |
| 제 2 부 프레임 코드 (C2)  | 13      | 0          |
| 제 2 부 프레임 코드 (S2)  | 4       | 0          |
| 제 2 부 프레임 이득 (GB2) | 4       | 4          |
| 제 2 부 프레임 이득 (GA2) | 3       | 3          |
| 합계                 | 80      | 40         |

다음, 상기 길쌈부호화기(22)에서 상기 보호 대상의 40비트에 CRC 8비트를 더한 48비트에 대해 tail 비트 6비트를 추가해서 길쌈 부호화를 실행한다. 길쌈 부호화는 rate 1/2, 구속 길이는 7로 생성 다항식은 하기 식 2로 정의되며, 그 길쌈 부호화기(22)의 구조가 도 4에 나타나 있다.

$$G1(D) = 1 + D^2 + D^3 + D^5 + D^6$$

$$G2(D) = 1 + D + D^2 + D^3 + D^6$$

마지막으로, 상기 길쌈 부호화기(22)로부터 출력된 108비트에 보호 대상 이외의 부호화 음성 데이터 40비트를 합친 다음, 인터리버( Interleaver )(23)에서 프레임 내 인터리빙을 한 후에 송신된다. 따라서, 음성 데이터의 전체 송신 비트 전송률은 14.8Kbps가 된다. 수신 측에서는 1 프레임분의 음성 데이터를 수신한 후, 우선 디인터리빙을 수행한다. 다음에 길쌈 부호화되고 있는 비트열에 대해서 오류 정정 복호를 실행한다. 효과적인 오류 정정 복호를 위해 Viterbi알고리즘 또는 동등 이상의 성능을 가진 복호법을 상용한다. 오류 정정 후에는, 송신측에서 추가한 CRC 8비트를 제외한 데이터로, 상기 식 1의 생성 다항식으로부터 8비트의 CRC부호열을 구한다. 이 비트열과 송신측에서 추가된 CRC 비트 열을 비교해서, 일치하지 않는 프레임을 오류프레임으로 간주한다.

그러나, 앞에서 설명한 NTT 오류 제어 방식에서는 CRC에 의해서 오류가 발생했다는 것을 검출한 경우, 수신 측에서 이전 프레임의 보호 대상 비트에 해당하는 비트들로 현재 프레임의 보호 대상 비트를 대체 즉, 이전 계수 대체 (Parameter Repeat)를 수행하여 오류를 정정하면, 도 5에 도시된 바와 같이 아무런 동작을 하지 않을( No operation ) 경우 보다 오히려 성능이 안 좋아지게 되는 문제가 발생한다. 그 이유는 보호 대상 40비트에는 프레임들간에 상관 관계가 큰 비트들도 있지만, 상관 관계가 크지 않은 비트들도 있으므로, 오류가 발생한 경우 무조건 프레임 반복을 하면 오히려 성능을 더 저하시키기 때문이다.

**발명이 이루고자하는 기술적 과제**

본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 창작된 것으로서, 그 목적은 AC-CELP 부호화기에 의해 부호화된 1프레임 분의 부호화 음성 데이터 비트들이 특성을 기능과 중요도에 따라 상세히 분석하여 중요 비트에 대해 해밍( Hamming ) 부호화를 수행하고, 각 비트의 특성에 적합한 오류 정정 방법을 사용하여 비트 전송율을 증가시키지 않으면서 오류 정정 효율을 극대화하는 음성 부호화기의 오류 제어 방법을 제공하고자 하는 것이다.

**발명의 구성 및 작용**

상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 음성 부호화기의 오류 제어 방법은, 켈레구조 대수부호 여기선형예측( AC-CELP )형 부호화기의 오류 제어 방법에 있어서, 상기 AC-CELP 부호화기에 의해 부호화된 1프레임 분의 음성 데이터의 총 비트를 각 비트의 중요도에 의거하여 보호

대상 비트의 집합과 비보호 대상 비트의 집합으로 분류하는 제 1단계; 상기 보호대상 비트의 집합을 프레임들간에 상관 관계가 큰 비트들의 제 1집합과, 프레임들간에 상관 관계가 크지 않은 비트들의 제 2집합으로 분류하는 제 2단계; 상기 제 1집합의 비트들에 대해 해밍 부호화를 수행하는 제 3단계; 상기 해밍부호화 된 제 1집합의 비트들과 상기 제 2집합의 비트들에 대해 길쌈 부호화를 수행하는 제 4단계; 상기 길쌈 부호화된 비트들과 상기 비보호 대상 비트들에 대해 프레임 내 인터리빙을 수행한 후에 무선 송신하는 제 5단계; 및 상기 송신된 프레임을 수신하여 오류가 검출된 해당 집합의 비트에 대해 오류를 수정하는 제 6단계를 포함하여 구성되며, 송신 측에서는 오류 발생시 오류 파급 효과가 큰 중요 비트에 대해 해밍 부호화를 실시하고, 수신 측에서는 1비트의 오류가 발생하는 경우에는 상기 해밍 부호가 오류 정정을 하고, 2비트 이상의 오류가 발생할 경우에는 이전 프레임의 해당 비트로 대체하거나 내부적으로 해당 비트를 계산해 내어 오류를 정정함으로써 오류 정정 효율을 극대화한다.

이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 음성 부호화기의 오류 제어 방법에 대하여 상세히 설명하기로 한다.

본 발명에서 CS-ACELP에 효과적인 오류 제어 방식을 구현하기 위하여, 프레임내의 각 파라미터에 대한 각 비트를, 현재 프레임의 음성 품질에 미치는 영향에 대한 관점 및 오류 파급 관점에서 분류하고, 각 파라미터의 중요도를 비교하도록 한다.

먼저, 각 파라미터를 현재 프레임의 음성 품질에 미치는 영향에 대한 관점에서의 분류하면 다음과 같다.

파라미터 L0, L1, L2, L3 는 LSP(Line Spectral Pair)의 정보를 전송하는데 필요한 비트들이다. LSP는 음성합성 필터의 계수에 해당하기 때문에 약간의 오류가 생기면 안정도에 문제가 생기며, CS-ACELP내에서는 안정도 조사를 하고 LSF의 최소간격에 맞게 디코딩 하므로, LSP에 오류가 생기면 원래의 음성과는 다른 음성이 합성되는 결과가 발생한다.

파라미터 P0, P1, P2는 피치 지연에 대한 정보이며 P1은 첫번째 부 프레임의 피치 지연의 정보를 담는데 디코더 단에서 구한 자기 상관 함수에서 나온 개 루프 피치 지연 (open loop pitch delay)  $T_{op}$ 를 기준으로 한 상대적 위치를 나타내며, 이를 이용해 첫 부 프레임의 피치 지연 T1을 만들어 낸다. 마찬가지로 P2는 두 번째 부 프레임의 피치 지연 정보를 나타내며 첫 부 프레임에서 구한 T1을 중심으로 한 상대적 위치를 나타내는 것이다. 따라서 P1에서 오류가 생기면 첫번째 부 프레임 뿐만 아니라 두 번째 부 프레임에서도 오류가 생김을 알 수 있다. P0는 P1에서의 상위 6비트에 대한 패리티 비트로서 P1을 랜덤 오류에 강인하게 하는 것이다. 그러므로, P0, P1은 현재 프레임의 음성 품질에 많은 영향을 미친다.

파라미터 C1, C2는 각 부 프레임의 고정 코드북에 의한 여기신호의 임펄스 위치 정보이고 S1, S2는 이 임펄스의 크기 (1또는 -1)를 나타낸다. 이 비트들은 다른 비트들에 비해서 현재 프레임의 음성 품질에 미치는 영향이 비교적 작다.

파라미터 GA1, GB1은 첫번째 부 프레임의 적응 코드북과 고정 코드북에 의한 여기 신호의 이득에 대한 정보를 나타내고, 파라미터 GA2, GB2는 두 번째 부 프레임의 이득 정보를 나타낸다. 각 부 프레임에서의 GA1, GB1 두 가지 이득은 켈레(conjugate)구조의 코드북을 사용해 벡터 양자화가 되기 때문에 서로 밀접한 상관관이 있다. 적응 코드북의 여기 이득은 GA1, GB1, GA2, GB2와 직접적으로 상관관계를 갖고 고정 코드북의 여기 이득은 이 정보에다 그 전 프레임의 정보에 의해 구해진 예측된 이득에 GA1, GB1, GA2, GB2에 의한 정정 계수를 곱한다. 따라서 GA1, GB1, GA2, GB2는 현재 프레임의 두 가지 이득에 큰 영향을 미치며, 결국 음성 품질에 많은 영향을 미친다.

다음, 각 파라미터를 오류 파급의 관점에서 분류하도록 한다.

파라미터 L0, L1, L2, L3는 한 프레임에 대한 LSP 정보이고 이것을 이용해 두개의 부 프레임의 LSP를 구한다. 현재 프레임의 첫 부 프레임은 이전 프레임의 두 번째 부 프레임과 지금 들어온 정보(L0, L1, L2, L3)를 이용해 인터플레이션을 하여 합성하고 현재 프레임의 두 번째 부 프레임은 L0, L1, L2, L3만을 이용해 합성하는 것이다. 첫 번째 부 프레임의 합성 과정에서 알 수 있듯이 현재 프레임에서 LSP에 대한 오류가 있으면 다음 프레임으로의 오류 파급이 발생한다.

파라미터 P0, P1, P2정보에 의한 피치 지연은 적응 코드북에서 여기 신호를 만드는데 쓰인다. 현재 프레임에서 합성된 여기 신호는 합성된 후 다음 프레임을 위해 버퍼에 저장되기 때문에 이 정보에 오류가 생기면 오류 파급 효과가 심하게 나타난다. 특히 P1은 첫 부 프레임의 여기 신호 합성 뿐만 아니라 두 번째 부 프레임의 합성에도 필요하기 때문에 매우 중요하다고 할 수 있다.

파라미터 C1, C2, S1, S2는 고정 코드북 여기 신호 합성에 관여하고 과거 프레임의 정보 없이 이것만을 사용하여 여기 신호를 만든다. 따라서 C1, C2에 오류가 발생했을 때는 현재 프레임에서만 오류가 발생하고, 다음 프레임으로의 오류 파급이 없다고 볼 수 있으나, 고정 코드북에 의한 여기 신호와 적응 코드북에 의한 여기 신호가 더해져서 현재 프레임의 여기 신호를 만들고 이것이 다음 프레임을 위해 버퍼에 저장되기 때문에 미미하지만 오류 파급 효과는 있다.

파라미터 GA1, GA2, GB1, GB2에 의한 오류는 상술한 바와 같이 현재 프레임의 여기 신호에 영향을 미친다. 고정 코드북 여기 신호의 이득은 이전 프레임의 여기 신호의 에너지를 이용한 예측된 이득 값에 GA1, GA2, GB1, GB2에 의한 정정 계수(correction factor)를 곱하여 구해지고, 적응 코드북 여기 신호 이득도 GA1, GA2, GB1, GB2로부터 구해진다. 그러므로, 여기 신호 이득에 오류가 발생하면 이것에 의해 발생한 여기 신호에도 오류가 생기며, 이것이 다음 프레임을 위해 버퍼에 저장되기 때문에 미미하지만 오류 파급 효과는 있다.

다음, 각 파라미터의 중요도를 비교하도록 한다.

파라미터 L0, L1, L2, L3에서 L0는 MA Predictor의 타입을 결정하고 L1은 LSP 계수 모두에 영향을 미친다. 그리고 L2는 LSP 출력  $(i=1, \dots, 5)$ 를 구하는데 사용되고, L3는  $(i=6, \dots, 10)$ 을 구하는데 사용하는데, 이들 중에서 최소 자승 오차가 최소가 되는 방법으로 양자화 될 때 L2를 먼저 사용해 구하고 여기에 L3 정보를 최소 자승 오차에 다시 넣어  $(i=6, \dots, 10)$ 을 구하기 때문에 L2가 L3보다 중요하다. 그리고 L1, L2, L3모두 코드북 인덱스이므로 코드북 구조상 상위 비트가 하위 비트보다 중요하다. 결국, L0, L1, L2, L3의 중요도를 비교하면  $L0 > L1 > L2 > L3$  순이다.

파라미터 P0, P1, P2에서 P0는 P1에 대한 패리티 비트이기 때문에 매우 중요하다. 그 다음으로 P1에 대한 정보는 첫 번째 부 프레임 뿐만 아니라 두 번째 부 프레임의 피치 지연에 영향을 미치기 때문에 그 다음으로 중요하다. P1, P2는 피치 지연의 위치를 크기로 나타냈으므로 이것 역시 상위 비트가 하위 비트보다 중요하다. 즉, P0, P1, P2의 중요도를 비교하면  $P0 > P1 > P2$  순이다.

파라미터 C1, C2, S1, S2에서의 오류는 앞에서 말했듯이 오류 파급에 직접적인 영향을 미치지 않지만 여기 신호에 영향을 미쳐 이 여기 신호는 버퍼에 저장되므로 다음 프레임에 영향을 미치므로 간접적으로 영향을 미친다. 임펄스의 위치 정보와 크기 정보는 어느 것이 중요하다고 볼 수 없으므로 우선 순위를 낼 수 없고 C1, C2 구조는 각각 4, 3, 3, 3비트로서 4개의 임펄스의 위치를 나타내므로 각 비트의 중요도는 거의 동일하다. 그리고, S1, S2도 마찬가지로 4개의 임펄스 크기를 한 비트마다 따로따로 나타내므로 역시 각 비트 당 중요도는 같다. C1, C2, S1, S2의 중요도를 비교하면  $C1 \approx C2 \approx S1 \approx S2$  이다.

여기 이득 중에서 고정 코드북 여기 이득은 예측한 값에 정정 계수 값을 곱해서 구한다. 여기서 예측하는 방법은 과거 여기 신호의 에너지로 예측하는 것이다. 따라서 켈레 코드북 구조로 된 고정 코드북 인덱스GA1, GA2, GB1, GB2에서 오류가 발생하면 다음 프레임의 고정 코드북 여기 이득에 오류 파급을 일으킨다. 즉, 중요도를 비교하면  $GA1 \approx GA2 \approx GB1 \approx GB2$  이다.

지금까지의 설명을 종합하여 각 파라미터의 중요도를 정리하면 다음의 표 4와 같다.

표 4. 프레임 내 각 파라미터별 중요도 비교표

| 파라미터               | 현재 프레임 음성 품질 관점 | 오류 파급의 관점 | 각 파라미터별 중요도 비교                            | 프레임들 간의 상관성         |
|--------------------|-----------------|-----------|---|---------------------|
| L0, L1, L2, L3     | 중요              | 중요        | $L0 > L1 > L2 > L3$                       | $L0 > L1 > L2 > L3$ |
| P0, P1, P2         | 중요              | 중요        | $P0 > P1 > P2$                            | $P1 > P2$           |
| C1, C2, S1, S2     | 덜 중요            | 덜 중요      | $C1 \approx C2 \approx S1 \approx S2$     | 별로 없다.              |
| GA1, GA2, GB1, GB2 | 중요              | 덜 중요      | $GA1 \approx GA2 \approx GB1 \approx GB2$ | 별로 없다.              |

이어, 각 비트별 중요도와 특성에 의거하여 최적의 오류 제어를 구현하는 본발명의 오류 제어 방법을 설명한다.

본 발명에서는 앞에서 상세히 분석한 각 파라미터별 중요도와 프레임들간의 상관성 분석 결과를 바탕으로, 각 파라미터에 최적인 오류 제어 방법을 구현하기 위하여, 한 프레임 80비트를 다음의 표 5와 같이 집합A, 집합B, 집합C 및 집합D로 분류하였다. 상기 집합은 집합A, B 및 C에 해당하는 총 40비트와 집합 D에 해당하는 총 40비트로 대별할 수 있는데, 상기 집합 A, B 및 C의 40 비트와 상기 집합 D의 40비트는 기존의 보호대상의 40 비트 및 비보호 대상의 40 비트와 각각 동일하다.

표 5. 비트특성에 따른 분류표

| 분류   | 비트 수 | 파라미터      | 파라미터 비트 수 |
|------|------|-----------|-----------|
| 집합 A | 8    | L0        | 1         |
|      |      | L1        | 7         |
| 집합 B | 8    | P1        | 8         |
| 집합 C | 24   | L2        | 5         |
|      |      | P0        | 1         |
|      |      | MSB of P2 | 4         |
|      |      | GA1       | 3         |
|      |      | GA2       | 3         |
|      |      | GB1       | 4         |
|      |      | GB2       | 4         |
| 집합 D | 40   | L3        | 5         |
|      |      | LSB of P2 | 1         |
|      |      | 12-6      |           |

|    |    |
|----|----|
| C1 | 13 |
| C2 | 13 |
| S1 | 4  |
| S2 | 4  |

상기 표 5와 같이 각 비트의 특성에 따른 분류는 본 발명에서 매우 중요하므로 각 집합의 특성 및 그 특성에 적합한 오류정정 방식을 보다 상세히 설명한 후, 그 설명 및 표 5에 의거하여 본 발명의 구체적인 실시예를 설명하도록 한다.

상기 집합 A는 LSP의 정보를 포함하고 있는 L0, L1으로 음성 품질에 많은 영향을 미친다. 따라서, 이 집합에 속하는 비트들은 프레임들간에 상관 관계가 매우 크므로 오류가 발생하면 이전 프레임의 해당 비트들로 대체하는 방식으로 오류를 정정하는 것이 가장 효과적이다.

상기 집합 B는 피치 지연에 관한 정보 P1이며 역시 음성 품질에 많은 영향을 미친다. 따라서, 이 집합에 속하는 비트들에 오류가 발생하는 경우의 오류 정정 방법은, 오류 프레임의 비트들을 이전 프레임의 해당 비트들로 대체하는 방법 및 내부적으로 파라미터 P1을 계산하는 방법과 같이 두 가지 방법을 이용할 수 있으며, 후자의 방법( P1 계산방법 )을 사용하는 것이 최상의 오류 정정 효율을 나타낸다.

상기 P1의 계산방법은 일반적인 CELP 형 부호화기에서 쓰이는 방법으로서 다음에서는 이 방식에 관하여 간략히 설명한다.

우선, 손상된 여기 신호가 주기  $\tau$ 인 유성음으로 났을 때를 가정하자. 물론 임의의 주기를 갖는 무성음인 여기 신호도 이와 같이 일반화 될 수 있다. 주기  $\tau$ 는 버퍼에 저장된 과거의 LPC 잔여 신호(여기 신호)에 역 방향 자기 상관(backward autocorrelation)을 취해 구할 수 있다. 이 주기는 하기 수학적 식 3에 있는 자기 상관을 최대화 하는 위치  $m = \tau$  이다.

$$R(m) = \sum_{n=-120}^{-1} x(n+m)x(n)$$

여기서 버퍼  $x(n)$ 은  $x(-1)$ 값이 가장 최근 값인 LPC여기 신호의 과거 값들이다. 새로 만들어진 LPC 여기 신호  $e(n)$ 은 다음이 수학적 식 4와 같은 피치 윈도우의 스케일된 형태의 반복으로 구성된다.

$$e(n) = \beta x(n - \tau)$$

여기서 이득 값인  $\beta$ 는 잔여 신호  $x(n)$ 의 첫번째와 두 번째의 피치 윈도우의 에너지의 비로부터 하기 수학적 식 5와 같이 계산된다.

$$\beta = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{\tau} x^2(-n)}{\sum_{n=\tau+1}^{2\tau} x^2(-n)}}$$

이 여기 신호  $e(n)$ 은 STP(Short Term Prediction) Filter를 통과하여 음성 신호를 만들어낸다. 이 연속적인 합성은 필터 메모리에 있는 중요한 정보를 이용하는 것이고 또한 이 메모리들을 현재 신호에 맞는 값들로 업데이트 시킴으로서 현재 프레임 오류가 나중 프레임으로 파급되는 현상을 많이 줄여 준다. 즉, 여기 버퍼에는  $e(n)$ 으로 업데이트 되는 것이다.

결론적으로 이 방식은 신호 버퍼에 저장된 현재 프레임과 가장 가까운 위치의 정보를 가지고 T0를 다시 만들어 여기 신호를 복원하는 것으로서, 도 8의 그래프에 도시된 바와 같이 피치 지연 비트 즉 P1 비트의 오류 시, 비제어( No operation 또는 Do nothing라 함 ) 방식보다는 이전계수대체( Frame repetition 또는 Parameter repeat라 함 ) 방식이, 상기 이전계수대체 방식보다는 상기와 같이 내부적으로 P1을 계산하는 방식의 오류 정정 효율이 더 우수함을 알 수 있다.

상기 집합 C에 속하는 비트들은 음성 품질에 비교적 많은 영향을 미치지만, 프레임들간에 상관 관계가 크지 않기 때문에 비트 오류가 생겼을 때, 이전 프레임의 해당 비트로 대체하는 방식이 효과적이지 못하다. 그러므로, 특별히 다른 오류 제어 방식을 적용하지는 않고 길쌈 부호화와 같은 오류 정정 채널 코딩 방식을 적용한다.

상기 집합 D에 속하는 비트들은 음성 품질에 미치는 영향이 비교적 크지 않으므로 길쌈 부호화와 같은 채널 코딩을 할 수도 있지만, 전송 속도의 제한에 따라서 채널 코딩 없이 전송할 수도 있다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 CS-ACELP형 음성 부호화기의 오류 제어 방법에 대한 블록도이다.

도 6에 도시된 바와 같이, 도 1의 CS-ACELP 인코더(10)에서 출력되는 1프레임(10ms)분의 부호화 음성 데이터 80비트를 상기 표 5와 같이 분류하고,

제 1 해밍부호화기(20a)에서 상기 집합 A에 해당하는 8비트를 사용해 5비트의 제 1해밍부호를 구하고 상기 집합 A의 8비트에 상기 제 1해밍부호의 5비트를 더한 13비트를 출력하고, 이와 동일하게 제 2해밍부호화기(20b)에서 상기 집합 B에 해당하는 8비트를 사용해 5비트의 제 2해밍부호를 구하고 상기 집합 B의 8비트에 상기 제 2해밍부호인 5비트를 더한 13비트를 출력한다. 상기 제 1 및 제 2 해밍부호화기(20a,20b)에서 해밍부호화된 26비트와 상기 집합 C에 해당하는 24비트와 합쳐져서 총 50비트가 길쌈 부호화기(30)에 입력된다.

다음, 상기 길쌈부호화기(30)는 그 입력된 50비트에 대해 tail 비트 6비트를 부가해서 길쌈 부호화를 실행한다. 길쌈 부호화는 rate 1/2, 구속 길이는 7로서 생성 다항식은 상기 식 2로 정의되며, 그 길쌈 부호화기(30)의 구조가 도 4에 나타나 있다.

마지막으로, 상기 길쌈 부호화기(30)로부터 출력된 112비트에 상기 집합 D의 40비트를 합친 다음, 그 합친 152비트가 인터리버(Interleaver)(40)에서 프레임 내 인터리빙을 한 후에 무선 채널을 통하여 송출된다. 따라서, 음성 데이터의 전체 송신 비트 전송률은 15.2Kbps가 된다.

상기 해밍부호는 1비트의 오류를 정정하고 2비트 이상의 오류를 검출할 수 있다. 따라서, 수신 측에서는 1 프레임 분의 음성 데이터를 수신하여, 상기 집합 A에 속하는 파라미터 L0, L1 중 1비트에 오류가 검출되면 그 해밍 부호에 의해서 오류가 정정되고, 2비트 이상의 오류가 검출되면 이전 프레임의 해당 비트들로 대체하여 오류를 정정한다. 이와 같이 오류를 정정하면 도 7에 도시된 그래프에서 알 수 있듯이 아무런 동작도 하지 않는 방식(No operation)에 비하여 이전 계수 대체 방법(Frame repetition)을 사용하는 것이 일정한 비트오류율(BER)에 대하여 신호대 잡음비(SNR)가 향상되는 것을 알 수 있으며, 도 9의 그래프를 보면, 상기 해밍 부호화(hamming coding)를 사용하였을 경우가 사용하지 않았을 경우(No coding)보다 동일한 비트 오류율(BER)에 대하여 신호대 잡음비(SNR)가 더 향상됨을 알 수 있다.

상기 집합 B에 속하는 파라미터 P1에 1비트의 오류가 발생하여 검출되면 상기 집합 A의 오류 정정 시와 마찬가지로 해밍부호에 의해서 오류가 정정되고, 2비트 이상의 오류가 발생되면 이미 상술한 바와 같이 내부적으로 상기 파라미터 P1을 계산하는 방식을 이용해서 그 P1을 구하거나 이전 프레임의 해당 비트들로 대체하여 오류를 정정할 수 있는 데, 도 8을 보면, 내부적으로 P1을 계산하는 방식(Calculate To)이 이전 비트 대체 방식(Frame repetition)보다 동일한 비트 오류율(BER)에 대하여 신호대잡음비(SNR)가 더 향상됨을 알 수 있다.

상기 집합 C에 속하는 비트들은 해밍 부호화 없이 송신 측에서 바로 상기 길쌈 부호화되고 인터리빙을 거쳐 무선 채널로 전송되며, 상기 집합 D에 속하는 비트들은 인터리빙만을 거쳐 무선채널로 전송되므로 이에 속하는 비트의 오류 정정은 상술한 바대로 수행된다.

결론적으로, 비트 별로 적합한 오류 제어 방식 및 해밍 코딩 방식을 모두 적용한 본 발명의 제안 방법과(Proposed Method), 기존의 NTT방식에서 아무 동작도 하지 않는 경우(No operation)와의 성능을 상호 비교하면 도 10에 도시된 바와같이, 본 발명의 제안 방법이 종래 NTT 방식보다 동일한 비트 오류율(BER)에 대하여 신호대 잡음비(SNR)가 전 오류 영역에 걸쳐 더욱 향상됨을 알 수 있다.

**발명의 효과**

이상 상세히 설명한 바와 같이 본 발명에 따른 음성 부호화기의 오류 제어 방법에 의하면, AC-CELP 부호화기에 의해 부호화된 1프레임 분의 부호화 음성 데이터 비트들의 특성을 기능과 중요도에 따라 상세히 분석하고, 송신 측에서 비트 전송률은 증가시키지 않으면서 프레임간 상관관계가 커서 오류 발생 시 파급 효과가 크고 현재 프레임의 음성 품질에 미치는 영향도가 큰 비트에 대해서 해밍부호화를 실시하고, 수신 측에서 각 비트의 특성에 적합한 오류 정정 방법을 사용함으로써, 프레임 반복을 수행할 시 발생할 수 있는 성능 저하 현상을 방지하고 오류 정정 효율을 극대화하는 효과가 있다.

**(57) 청구의 범위**

**청구항 1**

클레구조 대수부호 여기선형예측(AC-CELP)형 부호화기의 오류 제어 방법에 있어서, 상기 AC-CELP 부호화기에 의해 부호화된 1프레임 분의 음성 데이터의 총 비트를 각 비트의 중요도에 의거하여 보호대상 비트의 집합과 비보호 대상 비트의 집합으로 분류하는 제 1단계;

상기 보호대상 비트의 집합을 프레임들간에 상관 관계가 큰 비트들의 제 1집합과, 프레임들간에 상관 관계는 크지 않으나 해당 프레임의 음성 품질에 많은 영향을 미치는 비트들의 제 2집합으로 분류하는 제 2단계;

상기 제 1집합의 비트들에 해밍 부호화를 수행하는 제 3단계;

상기 해밍부호화 된 제 1집합의 비트들과 상기 제 2집합의 비트들에 대해 길쌈 부호화를 수행하는 제 4단계; 및

상기 길쌈 부호화된 비트들과 상기 비보호 대상 비트들에 대해 프레임 내 인터리빙을 수행한 후에 무선 송신하는 제 5단계를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 음성 부호화기의 오류 제어 방법.

## 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 각 비트의 중요도는 해당 프레임의 음성 품질에 미치는 영향, 오류 파급 정도, 각 파라미터별 중요도, 및 프레임들간의 상관성에 의거하여 정하는 것을 특징으로 하는 음성 부호화기의 오류 제어 방법.

## 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 집합의 크기는 상기 비보호 대상 비트 집합의 크기 보다 작은 것을 특징으로 하는 음성 부호화기의 오류 제어 방법.

## 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 집합과 상기 제 2 집합으로 이루어진 보호 대상 비트의 집합 및 상기 비보호 대상 비트의 집합을 모두 포함하여 송신된 프레임을 수신하여 오류가 검출된 해당 집합의 비트에 대해 오류를 수정하는 제 6단계를 더 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 음성 부호화기의 오류 제어 방법.

## 청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 제 6단계는, 상기 제 1집합의 비트들 중 1 비트의 오류가 검출되면 상기 해밍 부호에 의해 정정하고 2 비트 이상의 오류가 검출되면 이전 프레임의 해당 비트로 대체하는 것을 특징으로 하는 음성 부호화기의 오류 제어 방법.

## 청구항 6

제 4항에 있어서,

상기 제 6단계는, 상기 제 1집합의 비트 중 피치 지연 정보를 가지고 있는 비트에 오류가 검출될 경우, 1 비트의 오류가 검출되면 상기 해밍 부호에 의해 정정하고, 2 비트 이상의 오류가 검출되면 여기 신호 버퍼에 저장된 현재 프레임과 가장 가까운 위치 정보를 가지고 해당 부프레임에 대한 피치지연( T<sub>0</sub> )을 다시 만들어 여기신호를 복원함으로써, 내부적으로 상기 피치 지연 정보에 대응하는 비트를 계산하여 오류를 정정하는 것을 특징으로 하는 음성 부호화기의 오류 제어 방법.

## 청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 제 1집합은 음성합성 필터의 계수에 해당하는 정보를 가지고 있는 비트들의 제 1 소집합 및 피치 지연에 관한 정보를 가지고 있는 비트들의 제 2 소집합을 포함하며, 상기 제 1 소집합 및 상기 제 2 소집합에 대해 각각 상기 해밍부호화를 수행하는 것을 특징으로 하는 음성 부호화기의 오류 제어 방법.

## 청구항 8

제 7항에 있어서,

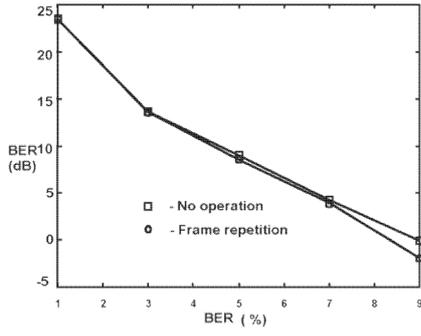
상기 제 1 소집합의 비트는 파라미터 L<sub>0</sub> 및 L<sub>1</sub>에 대응하는 비트이고, 상기 제 2 소집합의 비트는 파라미터 P<sub>1</sub>에 대응하는 비트인 것을 특징으로 하는 음성 부호화기의 오류 제어 방법.

## 도면

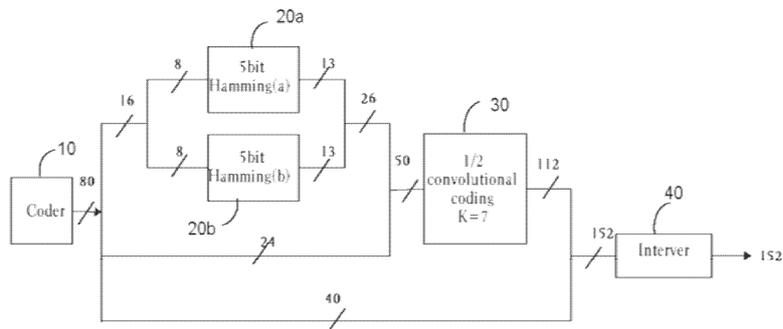
### 도면1



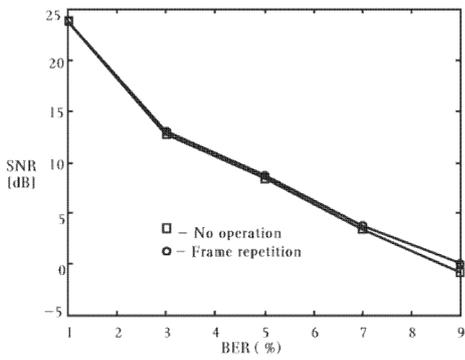
도면5



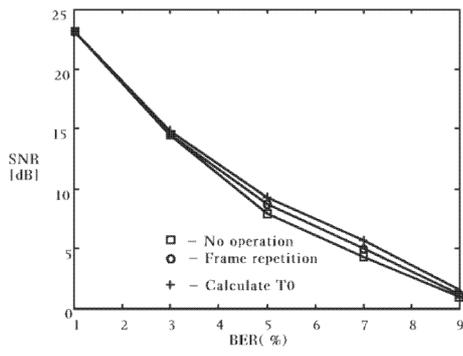
도면6



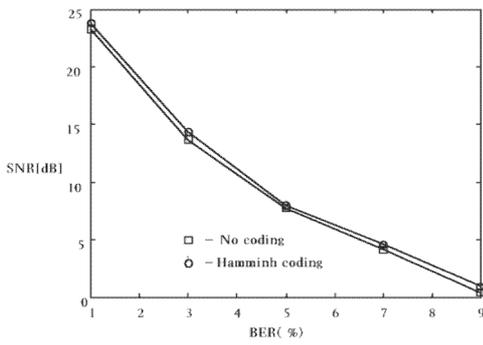
도면7



도면8



도면9



도면10

