

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. ⁸ G10L 19/04 (2006.01)		(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년02월08일 10-0550002 2006년02월01일
(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-2003-0047453 2003년07월11일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2005-0007852 2005년01월21일

(73) 특허권자	학교법인연세대학교 서울 서대문구 신촌동 134번지
	한국전자통신연구원 대전 유성구 가정동 161번지
(72) 발명자	성종모 대전광역시유성구송강동송강그린아파트307동304호
	김현우 서울특별시광진구자양동우성아파트701-1608
	김도영 대전광역시유성구어은동한빛아파트118-1404
	정성교 서울특별시서대문구연희3동344-139
	박영철 강원도원주시명륜2동동보노빌리티아파트102-403
	윤성완 경기도고양시일산구주엽동강선마을롯데아파트804-1504
	김경태 서울특별시노원구공릉3동효성화운트빌310-1004
	윤대희 서울특별시은평구구산동177-153
	리앤목특허법인 이해영
(74) 대리인	리앤목특허법인 이해영

심사관 : 안준형

(54) 음성부호화기에서 적응 코드북 검색기 및 그 방법

요약

음성부호화기에서 적응 코드북 검색기 및 그 방법이 개시된다. 상기 과제를 이루기 위해, G.723.1 음성 부호화기에서 본 발명에 따른 적응 코드북 검색기는 1차 피치 예측을 통해 적응 코드북 목표신호와의 오차가 최소인 폐-루프 피치 지연과 이득을 검색하는 1단계 검색기 및 1단계 검색기에서 검색된 이득을 이용하여 이득 테이블을 선택하고, 5차 피치 예측을 통해 적응 코드북 목표신호와의 오차를 최소로 하는 이득을 선택된 이득 테이블에서 검색하는 2단계 검색기를 포함하며, 1단계 검색기에서 검색된 폐-루프 피치 지연과 2단계 검색기에서 검색된 피치 이득을 적응 코드북 검색 결과로 하는 것을 특징으로 하며, 종래와 비슷한 성능을 가지면서 계산량을 줄임으로써, 효율적인 음성 부호화기를 구현 가능할 수 있다. 또한, 단일 채널 시스템뿐만 아니라 다채널 음성 저장 시스템이나 다채널 통화를 지원하는 게이트웨이와 같은 시스템을 보다 효과적으로 구현할 수 있다.

대표도

도 2

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 종래 방식에 따른 G.723.1 음성 코덱에서 적응 코드북 검색기를 나타내는 블록도이다.

도 2는 G.723.1 음성 부호화기에서 본 발명에 따른 고속 적응 코드북 검색기의 일실시예를 나타내는 블록도이다.

도 3은 도 2의 장치에서 수행되는 G.723.1 부호화기의 적응 코드북 검색 방법을 나타낸 순서도이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 음성 부호화기에 관한 것으로, 특히, 음성 부호화기에서 적응 코드북 검색 방법에 관한 것이다.

ITU-T G.723.1 음성 부호화기는 낮은 전송률로 멀티미디어 통신을 위한 음성부호화 표준안이며, 최근 주목을 받고 있는 VoIP(Voice over Internet Protocol) 응용에서 많이 사용되고 있다. ITU-T G.723.1 음성 부호화기는 시스템 구현의 유연성을 위해 5.3 kbps와 6.3 kbps의 두 가지 전송률을 지원하며, 낮은 전송률 음성 부호화 알고리즘의 주된 방식인 CELP(Code-Excited Linear Prediction) 계열의 음성부호화기이다. 부호화 과정은 음성 스펙트럼의 포락선을 모델링하는 선형 예측분석 과정과 피치 정보를 모델링하기 위한 적응 코드북 과정 및 그 잔여 신호를 위한 고정 코드북 검색 과정으로 이루어진다.

적응 코드북 검색 과정은 일반적인 CELP 알고리즘과 같이 합성에 의한 분석(analysis-by-synthesis)에 기반하며, 일반적으로 부호화기가 제공하는 음질에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 상기 G.723.1 표준안에서 음질의 향상을 위해 5차 피치 예측기를 사용하며, 효율적인 적응 코드북 검색을 위해 개회로 검색과 폐회로 검색의 두 단계로 구성되며, 개회로 검색은 일반적으로 널리 이용되는 자기상관 함수를 이용한다.

도 1은 종래 방식에 따른 G.723.1 음성 코덱에서 적응 코드북 검색기를 나타내는 블록도로서, 적응 코드북 검색기는 5차의 피치 예측기(101), LPC(Linear Predictive Coding) 음성 합성기(102), 지각가중필터(103) 및 오류 계산기(104)로 구성된다.

도 1의 적응 코드북 검색기는 추정된 개회로 피치에 의해서 결정된 검색 범위에 대해서, 5차의 피치 예측기(101)를 이용하여 폐회로 피치를 검색한다. 5차 피치 예측기(101)는 "0"으로 구성된 여기신호를 입력으로 해서 피치 정보를 포함하는 여기신호를 합성하는 기능을 수행하며, 5차 피치 예측기(101)은 다음 수학식 1의 형태를 갖는다.

수학식 1

$$\frac{1}{P5(z)} = \frac{1}{1 - \sum_{i=2}^2 G_i z^{(-L-i)}}$$

여기서, G_i 는 이득이고, L 은 피치 지연이다.

LPC 음성 합성기(102)는 다음 수학식 2와 같은 형태를 가지며, 5차 피치 예측기(101)의 출력인 여기신호를 입력으로 해서 음성을 합성하는 기능을 수행한다.

수학식 2

$$\frac{1}{A(z)} = \frac{1}{1 - \sum_{j=1}^{10} a_j z^{-j}}$$

지각가중필터(103)는 다음 수학식 3과 같은 형태를 가지며, LPC 음성 합성기(102)의 출력인 합성된 음성과 목표 신호를 비교할 때, 사람의 청각기관의 특징을 이용하도록 하는 기능을 수행한다.

수학식 3

$$W(z) = \frac{1 - \sum_{j=1}^{10} a_j z^{-j} r'_1}{1 - \sum_{j=1}^{10} a_j z^{-j} r'_2}$$

여기서, a_j 는 LPC 계수이고, r_1 과 r_2 는 가중치 값들이다.

마지막으로, 오류 계산기(104)는 지각가중된 음성과 적응코드북 목표 신호간의 오류를 계산하여 최적의 적응 코드북 지연과 해당 이득을 검색하는 기능을 수행한다. G.723.1의 한 프레임은 4 개의 부-프레임으로 구성되며, 각 부-프레임에 대해서 적응 코드북 검색 과정을 수행한다. 표준안에 따라서, 첫 번째와 세 번째 부-프레임은 개회로 피치의 -1, 0, 1 샘플 범위에서 폐회로 피치를 찾으며 두 번째와 네 번째 부-프레임에서 이전 부프레임의 양자화된 피치와 -1, 0, 1, 2 샘플 차이가 나는 값들 중에서 찾는다. 적응 코드북 검색은 5차 피치 예측기(101)의 각 지연과 해당 지연에 대한 이득 값을 구하는 과정으로, 다음 수학식 4와 같이 목적 신호 $t(n)$ 와 적응 코드북에 의해 합성된 신호 $\sum_{i=2}^2 G_i \hat{t}(n-l+i)$ 의 차이가 최소가 되는 각 이득과 지연을 구하게 된다.

수학식 4

$$\begin{aligned} MSE_{ACB} &= \sum_{n=0}^{N-1} \{ (t(n) - \sum_{i=2}^2 G_i \hat{t}(n-l+i))^2 \} \\ &= \sum_{n=0}^{N-1} t^2(n) - 2 \sum_{i=2}^2 (G_i \sum_{n=0}^{N-1} t(n) \hat{t}(n-l+i)) \\ &\quad + \sum_{i=2}^2 \sum_{j=2}^2 G_i G_j (\sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}(n-l+i) \hat{t}(n-l+j)) \\ &= \sum_{n=0}^{N-1} t^2(n) - 2 \{ \sum_{i=2}^2 (G_i \sum_{n=0}^{N-1} t(n) \hat{t}(n-l+i)) \} \\ &\quad - \frac{1}{2} \sum_{i=2}^2 G_i^2 (\sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}^2(n-l+i)) \\ &\quad - \sum_{i=1}^2 \sum_{j=2}^{i-1} G_i G_j (\sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}(n-l+i) \hat{t}(n-l+j)) \end{aligned}$$

여기서, N 은 부-프레임의 크기이고, l 은 페-루프 피치 검색을 위한 후보 값이며, 해당 범위는 상기에서 기술된 바와 같이 부-프레임에 따라 개회로 피치 주변 혹은 이전 부-프레임의 페-루프 피치 주변에 해당한다. G 는 5차 피치 예측기의 각 이득 값들이다. 수학식 4를 최소화시키는 과정은 다음 수학식 5를 최대화시키는 지연과 이득을 찾는 과정과 동일하다.

수학식 5

$$C_{ACB} = \sum_{i=-2}^2 (G_i \sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}(n) \hat{t}(n-l+i)) - \frac{1}{2} \sum_{i=-2}^2 G_i^2 (\sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}^2(n-l+i)) - \sum_{i=-1}^2 \sum_{j=-2}^{i-1} G_i G_j (\sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}(n-l+i) \hat{t}(n-l+j))$$

G.723.1의 종래기술에 의한 구현에서는, 피치 예측기의 이득 G_i 5개(수학식 5의 첫 번째 항에서 $i=-2, -1, 0, 1, 2$ 각각에 대한 이득)를 비롯하여 $G_i \cdot G_i$ 5개(수학식 5에서 두 번째 항에 대응) 및 $G_i \cdot G_j$ 10개(수학식 5의 마지막 항에 대응되며, $i=-1, 0, 1, 2$ 와 $j=-2, \dots, i-1$ 을 조합하면 모두 10가지 경우가 나옴) 등, 20개의 이득 값들을 이득 테이블에 미리 저장된 값 중에서 검색한다. 높은 전송률(6.3 kbps)인 경우에는 85 혹은 170 개의 항목을 갖는 이득 테이블을 검색하고, 낮은 전송률(5.3 kbps)에서는 170개의 항목을 갖는 이득 테이블만을 검색한다. 이러한 검색 과정은 모두 부-프레임 단위로 이루어지며 부-프레임의 위치에 따라 3 혹은 4 개의 피치 후보값에 대해서 이득 테이블 검색이 수행된다. 따라서, 30ms 크기의 G.723.1 프레임에 대해서 수학식 2를 구하기 위해 170 혹은 85개의 항목을 갖는 이득 테이블을 14회(= 3+4+3+4) 검색해야한다. 따라서, 종래 방식에 따라 상기 수학식 5와 같은 범주(criterion)를 이용하여 피치와 해당 이득을 계산하고자 할 때 과도한 이득 테이블 검색량으로 인해, 음성 부호화기 구현 시에서 단점이 된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 G.723.1 음성 부호화기에서 음질을 저하시키지 않으면서도 계산량을 감소하여 효과적으로 음성 부호화기를 구성할 수 있도록 적응 코드북을 검색할 수 있는 적응 코드북 검색기 및 그 방법을 제공하는 데 있다.

본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 상기 적응 코드북 검색 방법을 컴퓨터에서 실행 가능한 프로그램 코드로 기록된 기록 매체를 제공하는 데 있다.

발명의 구성 및 작용

상기 과제를 이루기 위해, G.723.1 음성 부호화기에서 본 발명에 따른 적응 코드북 검색기는 1차 피치 예측을 통해 적응 코드북 목표신호와의 오차가 최소인 페-루프 피치 지연과 이득을 검색하는 1단계 검색기 및 1단계 검색기에서 검색된 이득을 이용하여 이득 테이블을 선택하고, 5차 피치 예측을 통해 적응 코드북 목표신호와의 오차를 최소로 하는 이득을 선택된 이득 테이블에서 검색하는 2단계 검색기를 포함하며, 1단계 검색기에서 검색된 페-루프 피치 지연과 2단계 검색기에서 검색된 피치 이득을 적응 코드북 검색 결과로 하는 것이 바람직하다.

상기 과제를 이루기 위해, G.723.1 음성 부호화기에서 본 발명에 따른 적응 코드북 검색 방법은 개-루프 피치에 의해서 결정되는 페-루프 피치 지연 검색 범위를 결정하는 (a)단계, 상기 (a)단계에서 결정된 페-루프 피치 검색 범위에 해당하는 페

$$\frac{[\sum_{n=0}^{N-1} (\hat{t}(n) \hat{t}(n-l))]^2}{\sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}^2(n-l)}$$

-루프 피치 지연 후보들 각각에 대해서, 다음 수학식 을 계산하는 (b)단계, (b)단계의 수학식 계산값이 최대가 되는 페-루프 지연을 선택하고, 해당 이득을 계산하는 (c)단계, (c)단계에서 계산된 이득에 따라, 이득 테이블을 선택하는 (d)단계, (d)단계에서 선택된 항목들 각각에 대해서 다음 수학식

$$\sum_{i=-2}^2 (G_i \sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}(n) \hat{t}(n-L_{clp}+i)) - \frac{1}{2} \sum_{i=-2}^2 G_i^2 (\sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}^2(n-L_{clp}+i)) - \sum_{i=-1}^2 \sum_{j=-2}^{i-1} G_i G_j (\sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}(n-L_{clp}+i) \hat{t}(n-L_{clp}+j))$$

을 계산하는 (e)단계 및 상기 (e)단계에서 계산된 값을 최소로 하는 이득 테이블의 항목을 피치 이득으로서 선택하는 (f)단계를 포함하는 것이 바람직하다.

이하, 본 발명에 따른 음성 부호화기의 적응 코드북 검색기 및 그 방법을 첨부한 도면들을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 2는 G.723.1 음성 부호화기에서 본 발명에 따른 적응 코드북 검색기의 일실시예를 나타내는 블록도이다. 본 발명에 따른 적응 코드북 검색기는 1차 피치 예측기(201), LPC 음성 합성기(202), 지각가중필터(203) 및 오류 계산기(204)를 포함하는 1단계 검색기(210)와, 5차 피치 예측기(205), LPC 음성 합성기(206), 지각가중필터(207) 및 오류 계산기(208)를 포함하는 2단계 검색기(220)를 포함하여 구성된다.

도 2를 참조하여, 1단계 검색기(210)는 1차 피치 예측을 통해 적응 코드북 목표신호(t)와의 오차가 최소인 페-루프 피치 지연과 이득을 선택한다. 구체적으로, 1차 피치 예측기(201)는 다음 수학적 식 6과 같은 형태를 가진다.

$$\text{수학적 식 6}$$

$$\frac{1}{P1(z)} = \frac{1}{1 - g \cdot z^{-L}}$$

여기서, g는 이득이고, L은 피치 지연을 의미한다. 1차 피치 예측기(201)는 "0"으로 구성된 신호를 입력으로 하고(zero-input), 검색 범위내의 피치 후보에 의해서 과거 프레임의 여기신호로부터 현재 부-프레임에 해당하는 여기신호를 생성한다. LPC 음성 합성기(202)는 1차 피치 예측기(201)에서 생성된 여기신호를 입력으로 해서 음성을 합성한다. 지각가중필터는(203)은 LPC 음성 합성기(202)의 출력인 합성된 음성과 목표 신호를 비교할 때, 사람의 청각기관의 특징을 이용하도록 하는 기능을 수행한다. 마지막으로, 오류 계산기(204)는 지각가중된 음성과 적응 코드북 목표 신호간의 오류를 계산하여 최적의 적응 코드북 지연과 해당 이득을 검색하는 기능을 수행한다.

2단계 검색기(220)는 1단계 검색기(210)에서 계산된 페-루프 피치와 1차 피치 예측기(201)의 이득을 이용해서 5차 피치 예측기(205)의 이득을 검색한다. 구체적으로, 5차 피치 예측기(205)는 최초에는 1단계 검색기(210)에서 계산된 페-루프 피치를 이용하여 과거 프레임의 여기 신호로부터 현재 부-프레임에 해당하는 여기신호를 생성한다. LPC 음성 합성기(206)는 5차 피치 예측기(205)에서 생성된 여기신호를 입력으로 해서 음성을 합성한다. 지각가중필터는(207)은 LPC 음성 합성기(206)의 출력인 합성된 음성과 목표 신호를 비교할 때, 사람의 청각기관의 특징을 이용하도록 하는 기능을 수행한다. 마지막으로, 오류 계산기(208)는 지각가중된 음성과 적응 코드북 목표 신호간의 오류를 계산하여 오류를 최소화하는 5차 피치 예측기(205)의 이득을 검색한다.

다시 설명하면, 본 발명에서는 효율적인 피치 지연 검색을 위해 1차 피치 예측기(201)를 적용하여 검색한다. 이러한 1차 피치 예측기(201)를 이용한 지연 검색은 다음 수학적 식 7를 최소화하는 지연과 이득을 찾는 것이다.

$$\text{수학적 식 7}$$

$$MSE^I_{ACB} = \sum_{n=0}^{N-1} \{ (\tau(n) - g\hat{\tau}(n-L))^2 \}$$

$$= \sum_{n=0}^{N-1} \tau^2(n) - 2g \sum_{n=0}^{N-1} \tau(n)\hat{\tau}(n-L) + g^2 \sum_{n=0}^{N-1} \hat{\tau}^2(n-L)$$

여기서, I는 페-루프 피치 지연 후보이며, g는 1차 피치 예측기의 이득이다. 수학적 식 7을 최소화시키는 페-루프 피치는 다음 수학적 식 8을 최대화시키는 지연이다. 지연 검색 범위는 기존의 방법과 동일하다. 즉, 첫 번째와 세 번째 부-프레임에서는 개회로 피치 주변의 3개의 후보에 대해서 검색이 이루어지며 두 번째와 네 번째 부-프레임에 대해서는 이전 부-프레임의 폐회로 피치 주변의 4개의 후보에 대해 검색이 이루어진다. 그리고 1차 피치 예측기의 이득 g는 다음 수학적 식 9와 같이 구해진다.

$$\text{수학적 식 8}$$

$$C^I_{ACB} = \frac{[\sum_{n=0}^{N-1} (\tau(n)\hat{\tau}(n-L))]^2}{\sum_{n=0}^{N-1} \tau^2(n-L)}$$

수학식 9

$$g = \frac{\sum_{n=0}^{N-1} (t(n) \hat{t}(n-L_{clp}))}{\sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}^2(n-L_{clp})}$$

여기서, L_{clp} 는 수학식 8을 최대화시키는 페-루프 피치이다.

이상에서와 같은 검색 과정을 통해, 1차 피치 예측기에 대한 페-루프 예측기의 페-루프 피치 지연이 결정되면, 이득 검색을 한다. 이득 검색은 기존의 5차 피치 예측기와 동일한 방법으로 검색한다. 보다 효율적인 검색을 위해 수학식 9의 1차 피치 예측 이득인 g 에 따라 종래의 170개의 항목을 갖는 이득 테이블 중에서 미리 선택된 85개의 항목을 갖는 이득 테이블을 사용한다. 즉, 수학식 9에서 구해진 이득 값에 따라 이득 테이블 검색 범위를 종래 방법의 1/2로 제한한다. 그리고, 다음 수학식 10을 최소화시키는 이득 테이블 인덱스를 검색한다.

수학식 10

$$\begin{aligned} C^I_{gain} = & \sum_{i=2}^2 (G_i \sum_{n=0}^{N-1} t(n) \hat{t}(n-L_{clp}+i)) \\ & - \frac{1}{2} \sum_{i=2}^2 G_i^2 (\sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}^2(n-L_{clp}+i)) \\ & - \sum_{i=1}^2 \sum_{j=2}^{i-1} G_i G_j (\sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}(n-L_{clp}+i) \hat{t}(n-L_{clp}+j)) \end{aligned}$$

적응 코드북의 연산량은 수학식 5 혹은 수학식 10의 계산과정과 비례하게 된다. 즉, 종래에는 $N_{ACB}(=170)$ 개의 항목을 갖는 이득 코드북 검색이 부-프레임마다 3회 혹은 4회 이루어지므로 프레임마다 총 14회 검색을 수행해야 한다. 반면, 본 발명에 따르면 미리 선택된 $\frac{1}{2} N_{ACB}(=85)$ 개의 항목을 갖는 이득 테이블을 부-프레임마다 1단계 검색기에서(210) 구해진 페-루프 피치 지연에 대해서 1회만 검색하므로 G.723.1 프레임마다 총 4회의 검색 과정만을 요구한다. 결과적으로, 본 발명에서는 종래 기술과 대비하여, 이득 코드북 검색 회수를 1/7로(= (4 / 14) * (1 / 2)) 감소시킬 수 있다.

도 3은 도 2의 장치에서 수행되는 G.723.1 부호화기의 적응 코드북 검색 방법을 나타낸 순서도이다.

도 2 및 도 3을 참조하여, 먼저 개-루프 피치(L_{olp}) 혹은 이전 부-프레임의 페-루프 피치(L_{clp})에 의해서 결정되는 페-루프 피치 검색 범위를 $[L_{olp}-1, L_{olp}+1]$ (첫 번째 혹은 세 번째 부-프레임의 경우) 또는 $[L_{clp}-1, L_{clp}+2]$ 로(두 번째 혹은 네 번째 부-프레임의 경우) 결정한다(제301단계).

제301단계에서 결정된 페-루프 피치 검색 범위에 해당하는 페-루프 피치 후보들 각각에 대해서 오류 계산기(204)에서 수학식 8을 반복 계산한다(제302 내지 305단계).

페-루프 피치 후보들 각각에 대해 제302 내지 305단계를 반복 수행한 결과, 수학식 8의 값이 최대가 되는 페-루프 지연을 검색한다(제306단계).

제306단계에서 검색된 페-루프 지연에 대해서 1차 피치 예측기(201)의 이득을 계산한다(제307단계).

제307단계에서 계산된 이득에 따라, 5차 피치 예측기(205)의 85항목들(entries)의 이득 테이블을 선택한다(제311단계). 전술된 바와 같이, 5차 피치 예측기(205)는 1차 피치 예측기(201)의 이득에 따라 종래의 170개의 항목을 갖는 이득 테이블 중 85개의 항목을 갖는 이득 테이블을 선택한다.

오류 계산기(208)는 제311단계에서 선택된 85항목들 각각에 대해서 반복적으로 수학식 10을 계산한다(제312 내지 315 단계).

선택된 85항목들 각각에 대해 제312 내지 315단계를 반복 수행한 결과, 수학식 10을 최소로 하는 이득 테이블의 항목을 선택하며, 이를 5차 피치 예측기(205)의 이득으로 선택한다(제316단계).

이상에서와 같이, 본 발명에서는 G.723.1 음성 부호화기의 적응 코드북 검색 시, 1차 피치 예측기를 이용하여 피치 지연을 먼저 계산하고, 5차 피치 예측기를 이용하여 이득을 순차적으로 검색함으로써, 종래와 유사한 음질을 제공하면서 계산량을 줄일 수 있다. 즉, 우선적으로 5차 피치 예측기 대신에 1차 피치 예측기를 사용하여 폐회로 지연을 검색하고, 구해진 지연에 대해 170개의 항목을 갖는 이득 테이블 중에서 1차 피치 예측 이득에 의해 미리 선택된 85개의 항목을 갖는 이득 테이블을 사용하여 이득을 순차적으로 검색함으로써 계산량을 효과적으로 줄일 수 있다.

본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플라피디스크, 광데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

이상 도면과 명세서에서 최적 실시예들이 개시되었다. 여기서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

발명의 효과

상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 적응 코드북 검색기 및 그 방법에 따르면 종래와 비슷한 성능을 가지면서 계산량을 줄임으로써, 효율적인 음성 부호화기를 구현 가능할 수 있다. 또한, 단일 채널 시스템뿐만 아니라 다채널 음성 저장 시스템이나 다채널 통화를 지원하는 게이트웨이와 같은 시스템을 보다 효과적으로 구현할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

G.723.1 음성 부호화기의 적응 코드북 검색기에 있어서,

1차 피치 예측을 통해 적응 코드북 목표신호와의 오차가 최소인 폐-루프 피치 지연과 이득을 검색하는 1단계 검색기; 및

상기 1단계 검색기에서 검색된 이득을 이용하여 이득 테이블을 선택하고, 5차 피치 예측을 통해 상기 적응 코드북 목표신호와의 오차를 최소로 하는 피치 이득을 선택된 이득 테이블에서 검색하는 2단계 검색기를 포함하며,

상기 1단계 검색기에서 검색된 폐-루프 피치 지연과 상기 2단계 검색기에서 검색된 피치 이득을 적응 코드북 검색 결과로 하는 것을 특징으로 하는 적응 코드북 검색기.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 1단계 검색기는

검색 범위내의 피치 후보에 의해서 과거 프레임의 여기신호로부터 현재 부-프레임에 해당하는 여기신호를 생성하는 1차 피치 예측기;

상기 1차 피치 예측기에서 합성된 여기신호를 입력으로 해서 음성을 합성하는 LPC 음성 합성기;

상기 LPC 음성 합성기에서 합성된 음성을 사람의 청각기관의 특징이 반영되도록 필터링하는 지각가중필터; 및

지각가중된 음성과 상기 적응 코드북 목표 신호간의 오류를 계산하여 최적의 상기 페-루프 피치 지연 및 해당 이득을 검색하는 오류 계산기를 포함하는 것을 특징으로 하는 적응 코드북 검색기.

청구항 3.

제2항에 있어서,

상기 1단계 검색기는 다음 수학식 1을 최소로 하는 페-루프 피치 지연과 이득을 검색하는 것을 특징으로 하는 적응 코드북 검색기.

[수학식 1]

$$MSE'_{ACB} = \sum_{n=0}^{N-1} \{ (t(n) - g\hat{t}(n-l))^2 \}$$

$$= \sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}^2(n) - 2g \sum_{n=0}^{N-1} t(n)\hat{t}(n-l) + g^2 \sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}^2(n-l)$$

(여기서, l은 페-루프 피치 지연 후보이며, N은 서브프레임의 크기이고, g는 1차 피치 예측기의 이득을 각각 나타낸다)

청구항 4.

제3항에 있어서, 상기 수학식 1을 최소로 하는 페-루프 피치 지연은 다음 수학식 2를 최대로 하는 것임을 특징으로 하는 적응 코드북 검색기.

[수학식 2]

$$\frac{[\sum_{n=0}^{N-1} (t(n)\hat{t}(n-l))]^2}{\sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}^2(n-l)}$$

(여기서, N은 서브프레임의 크기이고, l은 페-루프 피치 검색을 위한 후보값을 각각 나타낸다)

청구항 5.

제4항에 있어서, 상기 수학식 1을 최소로 하는 상기 1차 피치 예측기의 이득은 다음 수학식 3에 의해 구해지는 것임을 특징으로 하는 적응 코드북 검색기.

[수학식 3]

$$g = \frac{\sum_{n=0}^{N-1} (t(n)\hat{t}(n-L_{clp}))}{\sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}^2(n-L_{clp})}$$

(여기서, L_{clp} 는 상기 수학식 2를 최대로 하는 페-루프 피치 지연을 나타냄)

청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 2단계 검색기는

상기 1단계 검색기에서 계산된 페-루프 피치를 이용하여 과거 프레임의 여기 신호로부터 현재 부-프레임에 해당하는 여기신호를 생성하는 5차 피치 예측기;

상기 5차 피치 예측기에서 합성된 여기신호를 입력해서 음성을 합성하는 LPC 음성 합성기;

상기 LPC 음성 합성기에서 합성된 음성을 사람의 청각기관의 특징을 반영하여 필터링하는 지각가중필터; 및

지각가중된 음성과 적응 코드북 목표 신호간의 오류를 계산하여 오류를 최소화하는 상기 5차 피치 예측기의 이득을 검색하여 상기 5차 피치 예측기로 제공하는 오류 계산기를 포함하는 것을 특징으로 하는 적응 코드북 검색기.

청구항 7.

제6항에 있어서,

상기 2단계 검색기는 다음 수학식을 최소화하는 이득 테이블의 항목을 피치 이득으로서 선택하는 것을 특징으로 하는 적응 코드북 검색기.

$$\begin{aligned} & \sum_{i=2}^2 (G_i \sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}(n) \hat{t}(n-L_{clp}+i)) \\ & - \frac{1}{2} \sum_{i=2}^2 G_i^2 (\sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}^2(n-L_{clp}+i)) \\ & - \sum_{i=1}^2 \sum_{j=2}^{i-1} G_i G_j (\sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}(n-L_{clp}+i) \hat{t}(n-L_{clp}+j)) \end{aligned}$$

(여기서, L_{clp} 는 상기 (c)단계에서 선택된 페-루프 지연을 나타내고, i와 j는 각 이득에 대한 인덱스이고, G_i 는 이득을 각각 나타낸다)

청구항 8.

G.723.1 음성 부호화기의 적응 코드북 검색 방법에 있어서,

(a)개-루프 피치에 의해서 결정되는 페-루프 피치 지연 검색 범위를 결정하는 단계;

(b)상기 (a)단계에서 결정된 페-루프 피치 검색 범위에 해당하는 페-루프 피치 지연 후보들 각각에 대해서, 다음 수학식을 계산하는 단계;

$$\frac{[\sum_{n=0}^{N-1}(\hat{t}(n)\hat{t}(n-l))]}{\sum_{n=0}^{N-1}\hat{t}^2(n-l)}$$

(여기서, N은 서브프레임의 크기이고, l은 페-루프 피치 검색을 위한 후보값이며, g는 1차 피치 예측의 이득을 각각 나타낸다)

(c)상기 (b)단계의 수학적 계산값이 최대가 되는 페-루프 지연을 선택하고, 해당 이득을 계산하는 단계;

(d)상기 (c)단계에서 계산된 이득에 따라, 이득 테이블을 선택하는 단계;

(e)상기 (d)단계에서 선택된 항목들 각각에 대해서 다음 수학적식을 계산하는 단계; 및

$$\begin{aligned} & \sum_{i=-2}^2 (G_i \sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}(n)\hat{t}(n-L_{clp}+i)) \\ & - \frac{1}{2} \sum_{i=-2}^2 G_i^2 (\sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}^2(n-L_{clp}+i)) \\ & - \sum_{i=-1}^2 \sum_{j=-2}^{i-1} G_i G_j (\sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}(n-L_{clp}+i)\hat{t}(n-L_{clp}+j)) \end{aligned}$$

(여기서, L_{clp} 는 상기 (c)단계에서 선택된 페-루프 지연을 나타내고, i와 j는 각 이득에 대한 인덱스이고, G_i 는 이득을 각각 나타낸다)

(f)상기 (e)단계에서 계산된 값을 최소로 하는 이득 테이블의 항목을 피치 이득으로서 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 적응 코드북 검색 방법.

청구항 9.

제8항에 있어서, 상기 (a)단계의 페-루프 피치 지연 검색 범위는

첫 번째와 세 번째 부-프레임에서는 개회로 피치 주변의 3개의 후보를 상기 페-루프 피치 지연 검색 범위로 하며,

두 번째와 네 번째 부-프레임에서는 이전 부-프레임의 폐회로 피치 주변의 4개의 후보를 상기 페-루프 피치 지연 검색 범위로 각각 설정하는 것을 특징으로 하는 적응 코드북 검색 방법.

청구항 10.

제8항에 있어서, 상기 (c)단계의 이득 계산은 다음 수학적식에 의해 계산되는 것을 특징으로 하는 적응 코드북 검색 방법.

$$g = \frac{\sum_{n=0}^{N-1} (\hat{t}(n)\hat{t}(n-L_{clp}))}{\sum_{n=0}^{N-1} \hat{t}^2(n-L_{clp})}$$

(여기서, L_{clp} 는 상기 수학식 2를 최대로 하는 페-루프 피치 지연을 나타냄)

청구항 11.

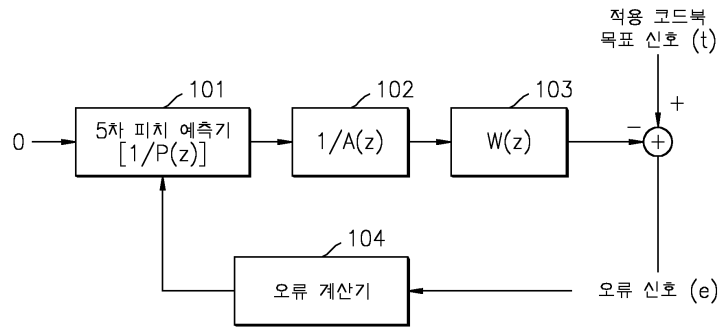
제8항에 있어서, 상기 (d)단계에서 선택되는 이득 테이블은 85개의 항목을 갖는 이득 테이블인 것을 특징으로 하는 적응 코드북 검색 방법.

청구항 12.

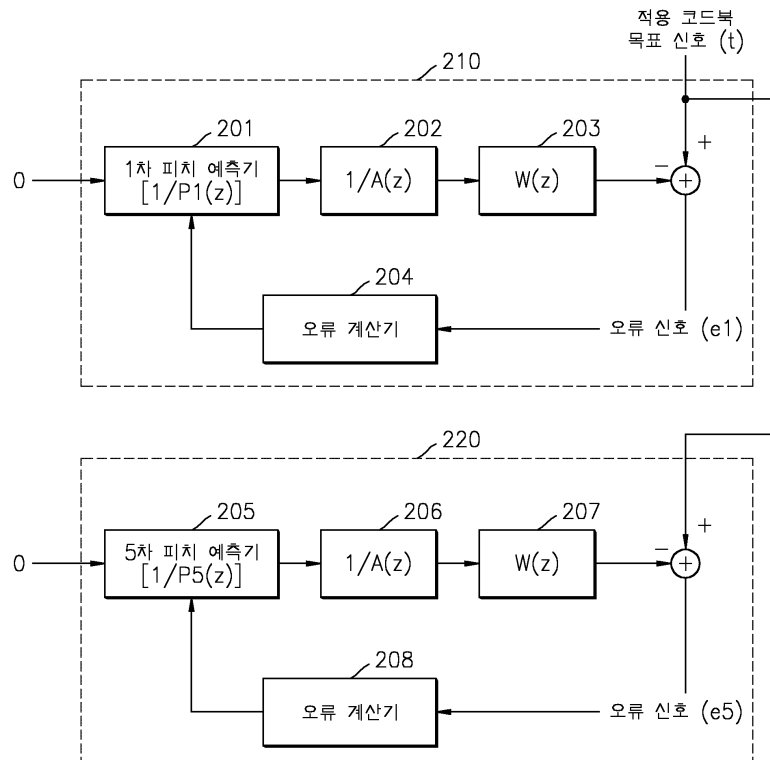
제8항의 적응 코드북 검색 방법을 컴퓨터에서 실행 가능한 프로그램 코드로 기록된 기록 매체.

도면

도면1



도면2



도면3

