



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0098587
(43) 공개일자 2013년09월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04B 7/005 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0020205

(22) 출원일자 2012년02월28일

심사청구일자 2012년02월28일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

정재학

서울특별시 서초구 서초2동 무지개아파트 3동 1207호

김현수

인천광역시 남구 용현1동 173-16

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양성보

전체 청구항 수 : 총 10 항

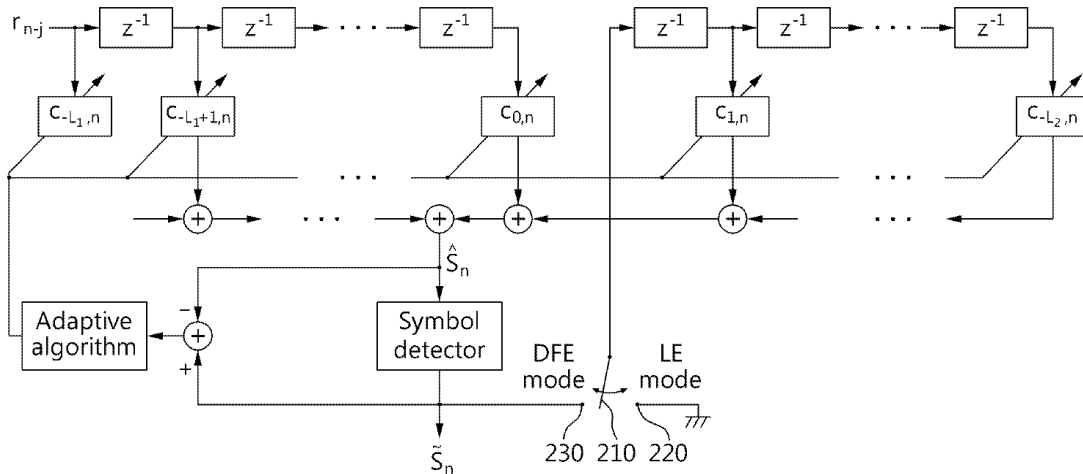
(54) 발명의 명칭 등화 기법을 선택하는 신호 등화 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 통신 신호의 상태에 따라 등화 기법을 다르게 사용하여 통신 신호를 등화 하는 장치 및 방법이 개시된다.

신호 등화 장치는 통신 신호에 포함된 훈련 신호를 사용하여 통신 신호의 신호 대 잡음비(SNR: signal to noise ratio)를 결정하는 신호 대 잡음비 결정부; 및 신호 대 잡음비에 따라 제1 등화 기법과 제2 등화 기법 중 하나를 사용하여 통신 신호에 포함된 데이터 신호를 등화 하는 등화부를 포함할 수 있다.

대표도



(72) 발명자

서종필

인천광역시 남구 주안6동 더월드스테이트아파트
129동 2802호

김재영

인천광역시 남구 학익동 413-1 장미아파트 9동 10
4호

특허청구의 범위

청구항 1

통신 신호에 포함된 훈련 신호를 사용하여 통신 신호의 신호 대 잡음비(SNR: signal to noise ratio)를 결정하는 신호 대 잡음비 결정부; 및

신호 대 잡음비에 따라 제1 등화 기법과 제2 등화 기법 중 하나를 사용하여 통신 신호에 포함된 데이터 신호를 등화 하는 등화부

를 포함하는 신호 등화 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 등화 기법과 제2 등화 기법은,

각각 오류율이 낮은 신호 대 잡음비가 다른 등화 기법인 것을 특징으로 하는 신호 등화 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

제1 등화 기법의 성능을 분석하여 신호 대 잡음비에 따른 제1 등화 기법의 오류율을 결정하는 제1 등화 기법 오류율 결정부; 및

제2 등화 기법의 성능을 분석하여 신호 대 잡음비에 따른 제2 등화 기법의 오류율을 결정하는 제2 등화 기법 오류율 결정부

를 더 포함하는 신호 등화 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 등화부는,

신호 대 잡음비에 따른 제1 등화 기법의 오류율과 신호 대 잡음비에 따른 제2 등화 기법의 오류율을 비교하여 데이터 신호 등화에 사용할 등화 기법을 결정하는 등화 기법 결정부; 및

결정된 등화 기법을 사용하여 데이터 신호를 등화 하는 데이터 신호 등화부

를 포함하는 신호 등화 장치

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 신호 대 잡음비 결정부는,

훈련 신호에 최소자승추정 기법을 사용하여 추출한 채널 벡터와 잡음 전력을 사용하여 신호 대 잡음비를 결정하는 것을 특징으로 하는 신호 등화 장치.

청구항 6

통신 신호에 포함된 훈련 신호를 사용하여 통신 신호의 신호 대 잡음비(SNR: signal to noise ratio)를 결정하는 단계; 및

신호 대 잡음비에 따라 제1 등화 기법과 제2 등화 기법 중 하나를 사용하여 통신 신호에 포함된 데이터 신호를 등화 하는 단계

를 포함하는 신호 등화 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 등화 기법과 제2 등화 기법은,

각각 오류율이 낮은 신호 대 잡음비가 다른 등화 기법인 것을 특징으로 하는 신호 등화 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

제1 등화 기법의 성능을 분석하여 신호 대 잡음비에 따른 제1 등화 기법의 오류율을 결정하는 단계; 및

제2 등화 기법의 성능을 분석하여 신호 대 잡음비에 따른 제2 등화 기법의 오류율을 결정하는 단계

를 더 포함하는 신호 등화 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 등화 하는 단계는,

신호 대 잡음비에 따른 제1 등화 기법의 오류율과 신호 대 잡음비에 따른 제2 등화 기법의 오류율을 비교하여 데이터 신호 등화에 사용할 등화 기법을 결정하는 단계; 및

결정된 등화 기법을 사용하여 데이터 신호를 등화 하는 단계

를 포함하는 신호 등화 방법.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 신호 대 잡음비를 결정하는 단계는,

혼련 신호에 최소자승추정 기법을 사용하여 추출한 채널 벡터와 잡음 전력을 사용하여 신호 대 잡음비를 결정하는 것을 특징으로 하는 신호 등화 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 신호 등화 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 통신 신호의 상태에 따라 등화 기법을 다르게 사용하여 통신 신호를 등화 하는 신호 등화 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 다중경로 전파 특성을 갖는 채널은 각 경로간 전파 시간의 차이로 인해 시간 영역에서 퍼져 있는 형태의 채널 응답을 갖는다. 이때, 채널을 통해 전송된 통신 신호는 인접 심볼간 간섭(ISI)에 의해 값이 왜곡되며, 전송신호의 출력을 높이더라도 간섭성분의 전력이 함께 증가하기 때문에 신호 대 간섭잡음비(SINR)가 향상되지 않아 비트 오류율 감소에 한계가 생기게 된다. 따라서, 인접 심볼간 간섭(ISI)의 영향을 보상하기 위한 방법으로 여러 등화 기법이 제안되었다.

[0003] 한국등록특허 제10-0587336호(공개일 2005년 6월 7일)에는 결정계환 등화 기법을 사용하여 통신 신호를 등화 하는 기술이 개시되어 있다. 그러나, 종래의 기술은 일반적인 횡단선 등화기에 계환 필터를 추가시킨 구조로 잔여 ISI를 제거할 수 있는 장점이 있으나 낮은 SNR 범위에서 검출 오류에 의한 오류 전파가 증가하여 오류 성능이 열화 되는 단점이 있었다.

[0004] 또한, 선형 등화 기법은 횡단선 등화기와 같은 선형 필터를 이용하여 채널을 보상하는 방법으로 구조가 간단하다는 장점이 있으나 필터 계수를 산출하는 알고리즘에 따라 잡음에 의한 영향이 커지거나 잔여 ISI가 남는 단점이 있었다.

[0005] 따라서, 통신 신호의 신호 대 잡음비에 따라 오류 성능이 변화하지 않고 통신 신호를 등화 하는 방법이 요청되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 통신 신호의 신호 대 잡음비를 결정하고, 결정한 신호 대 잡음비에 따라 통신 신호의 등화에 사용할 기법을 다르게 적용함으로써, 통신 신호에 최적화된 등화 기법으로 통신 신호를 등화 하는 장치 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일실시예에 따른 신호 등화 장치는 통신 신호에 포함된 훈련 신호를 사용하여 통신 신호의 신호 대 잡음비(SNR: signal to noise ratio)를 결정하는 신호 대 잡음비 결정부; 및 신호 대 잡음비에 따라 제1 등화 기법과 제2 등화 기법 중 하나를 사용하여 통신 신호에 포함된 데이터 신호를 등화 하는 등화부를 포함할 수 있다.

[0008] 본 발명의 일실시예에 따른 신호 등화 장치의 등화부는 신호 대 잡음비에 따른 제1 등화 기법의 오류율과 신호 대 잡음비에 따른 제2 등화 기법의 오류율을 비교하여 데이터 신호 등화에 사용할 등화 기법을 결정하는 등화 기법 결정부; 및 결정된 등화 기법을 사용하여 데이터 신호를 등화 하는 데이터 신호 등화부를 포함할 수 있다.

[0009] 본 발명의 일실시예에 따른 신호 등화 방법은 통신 신호에 포함된 훈련 신호를 사용하여 통신 신호의 신호 대 잡음비를 결정하는 단계; 및 신호 대 잡음비에 따라 제1 등화 기법과 제2 등화 기법 중 하나를 사용하여 통신 신호에 포함된 데이터 신호를 등화 하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0010] 본 발명의 일실시예에 의하면, 통신 신호의 신호 대 잡음비를 결정하고, 결정한 신호 대 잡음비에 따라 통신 신호의 등화에 사용할 기법을 다르게 적용함으로써, 통신 신호에 최적화된 등화 기법으로 통신 신호를 등화하여 오류율을 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 신호 등화 장치를 도시한 블록 다이어그램이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 신호 등화부의 일례이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 신호 등화 과정의 일례이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 신호 등화 방법을 도시한 플로우차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 본 발명의 일실시예에 따른 신호 등화 방법은 신호 등화 장치에 의해 수행될 수 있다.

[0013] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 신호 등화 장치(100)를 도시한 블록 다이어그램이다.

[0014] 도 1을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 신호 등화 장치(100)는 신호 대 잡음비 결정부(110)와 제1 등화 기법 오류율 결정부(120)와 제2 등화 기법 오류율 결정부(130) 및 등화부(140)를 포함할 수 있다.

[0015] 이때, 신호 등화 장치(100)는 훈련 신호와 데이터 신호가 포함된 통신 신호를 수신할 수 있다. 이때, 훈련 신호는 통신 신호의 신호 대 잡음비를 결정하기 위한 기준이 되는 신호이고, 데이터 신호는 통신 신호를 통하여 전송하고자 하는 데이터가 포함된 신호일 수 있다.

[0016] 또한, 제1 등화 기법과 제2 등화 기법은 각각 오류율이 낮은 신호 대 잡음비가 다른 등화 기법일 수 있다. 예를 들어 제1 등화 기법은 신호 대 잡음비가 6 dB보다 낮은 경우 오류율이 결정 궤환 등화 기법보다 낮은 선형 등화 기법이고, 제2 등화 기법은 신호 대 잡음비가 6 dB보다 높은 경우 오류율이 선형 등화 기법보다 낮은 결정 궤환 등화 기법일 수 있다.

[0017] 신호 대 잡음비 결정부(110)는 훈련 신호를 사용하여 통신 신호의 신호 대 잡음비(SNR: signal to noise ratio)를 결정할 수 있다.

[0018] 이때, 신호 대 잡음비 결정부(110)는 훈련 신호에 최소자승추정(LSE: least square estimate) 기법을 사용하여 추출한 채널 벡터와 잡음 전력을 사용하여 신호 대 잡음비를 결정할 수 있다. 이때, 신호 대 잡음비 결정부(110)의 시스템 모델은 수학식 1일 수 있다.

수학식 1

$$\mathbf{r}_k = \sqrt{\alpha} \mathbf{S}_k \mathbf{h} + \mathbf{n}_k$$

[0019]

[0020] 이때, $\mathbf{r}_k$ 는 k시점에 수신된 신호 벡터, α 는 수신신호의 전력이고, $\mathbf{h}$ 는 정규화된 전력을 갖는 채널 벡터, $\mathbf{n}_k$ 는 k시점에 더해진 백색 가우시안 잡음 벡터일 수 있다. 또한, $\mathbf{S}_k$ 는 $\mathbf{r}_k$ 에 대응하는 훈련 시퀀스 벡터의 열로 이루어진 참조 행렬이며 수학식 2로 정의될 수 있다.

수학식 2

$$\mathbf{S}_k = \begin{pmatrix} s_{N+k-1} & s_{N+k-1} & \cdots & s_k \\ s_{N+k} & s_{N+k-1} & \cdots & s_{k+1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{2N-1} & s_{2N-2} & \cdots & s_{N+k-1} \end{pmatrix}$$

[0021]

[0022] 이때, s_k 는 k번째 훈련 심볼이다. 또한, 채널 벡터에 대한 최소자승추정(LSE)의 해는 수학식 3과 같이 수신 벡터에 참조행렬의 역 행렬을 곱함으로써 구할 수 있다.

수학식 3

$$\sqrt{\alpha} \mathbf{h}' = \mathbf{S}_k^{-1} \mathbf{r}_k = \sqrt{\alpha} \mathbf{h} + \mathbf{S}_k^{-1} \mathbf{n}_k$$

[0023]

[0024] 이때, 채널 벡터에 대한 최소자승추정(LSE)의 해는 수학식 3의 $\mathbf{S}_k^{-1} \mathbf{n}_k$ 항으로 인해 오류를 가질 수 있다. 따라서, 신호 대 잡음비 결정부(110)는 수학식 4와 같이 훈련 신호의 길이 M만큼 평균을 취하여 채널 벡터에 대한 최소자승추정(LSE)의 해를 계산할 수 있다.

수학식 4

$$\sqrt{\alpha} \mathbf{h} = E[\sqrt{\alpha} \mathbf{h}'] = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M \sqrt{\alpha} \mathbf{h}'$$

[0025]

[0026] 이때, $\mathbf{h}$ 는 정규화된 전력을 갖고 있다. 따라서, 신호 대 잡음비 결정부(110)는 수학식 5와 같이 유클리드 노름(Euclidean norm)을 취함으로써 $\sqrt{\alpha}$ 를 계산할 수 있다.

수학식 5

$$\sqrt{\alpha} = \|\sqrt{\alpha} \mathbf{h}\|$$

[0027]

[0028] 이때, 잡음 전력 σ_n^2 은 실제 통신 시스템에서 신호가 수신되지 않는 시간 구간에서 구할 수 있다. 따라서, 신호 대 잡음비 결정부(110)는 수학식 6을 사용하여 신호 대 잡음비를 결정할 수 있다.

수학식 6

$$\text{SNR} = \alpha / \sigma_n^2$$

[0029]

[0030] 제1 등화 기법 오류율 결정부(120)는 제1 등화 기법의 성능을 분석하여 신호 대 잡음비에 따른 제1 등화 기법의 오류율을 결정할 수 있다.

[0031] 예를 들어, 제1 등화 기법 오류율 결정부(120)는 제1 등화 기법이 선형 등화 기법이고, 훈련 신호와 데이터 신호로 M진 심볼이 전송되는 경우, 수학식 7을 사용하여 등화부(140)에서 등화 된 심볼을 정의할 수 있다.

수학식 7

$$\hat{s}_n = q_0 s_n + \sum_{k=n} s_k q_{n-k} + \sum_{j=-L_t/2}^{L_t/2} c_j \eta_{n-j}$$

[0032]

[0033] 이때, η_n 는 잡음 샘플이고, q_n 은 등화부(140)의 응답과 등가 채널 응답 f_n 이 길쌈 연산된 값으로 수학식 8로 정의할 수 있으며, 등화부(140)의 입력신호는 수학식 9로 정의할 수 있다.

수학식 8

$$q_n = \sum_{k=-L_t/2}^{L_t/2} c_k f_{n-k}$$

[0034]

수학식 9

$$r_k = \sum_{j=0}^N f_j s_{k-j} + \eta_k$$

[0035]

[0036] 이때, 수학식 7에서 우변의 첫 번째 항은 검출하고자 하는 심볼 성분이고, 세 번째 항은 잡음에 의한 성분일 수 있다.

[0037] 또한, 두 번째 항은 잔여 인접 심볼간 간섭(ISI: InterSymbol Interference) 성분으로 채널응답과 등화 탭 계수, 및 ISI에 관여하는 심볼들에 의해 값이 결정될 수 있다.

[0038] 따라서, l_1 이 고정된 값이고, 채널 응답의 길이가 N 심볼 구간과 같은 경우, ISI에 관여하는 심볼의 수는 L_1+N

1이 될 수 있다. 또한, 훈련 신호와 데이터 신호에서 가능한 심볼의 조합은 M^{L_1+N-1} 개가 되므로 가능한 잔여 ISI 값도 M^{L_1+N-1} 개가 될 수 있다. 이때, 가능한 잔여 ISI 값 중 하나의 특정 시퀀스에 의한 잔여 ISI 값을 I_J 라 정의한다.

[0039] 이때, 잡음의 분산 값은 전력 스펙트럼 밀도를 $N_0/2$ 라 할 경우, 수학식 10을 사용하여 계산할 수 있다.

수학식 10

$$\sigma_n^2 = N_0 \sum_{j=-L_1/2}^{L_1/2} c_j^2$$

[0041] 따라서, 제1 등화 기법 오류율 결정부(120)는 수학식 11을 사용하여 특정 I_J 를 가질 때 선형 등화 기법의 오류 확률을 계산할 수 있다.

수학식 11

$$P_{e,LE}(I_J) = 2 \frac{M-1}{M} Q \left(\sqrt{\frac{(q_0 - I_J)^2}{\sigma_n^2}} \right)$$

[0043] 이때, $Q(\cdot)$ 는 가우시안 확률 변수에 관련된 함수이며, 수학식 12로 정의될 수 있다.

수학식 12

$$Q(x) = \frac{1}{2\pi} \int_x^\infty e^{-t^2/2} dt$$

[0045] 제2 등화 기법 오류율 결정부(130)는 제2 등화 기법의 성능을 분석하여 신호 대 잡음비에 따른 제2 등화 기법의 오류율을 결정할 수 있다.

[0046] 예를 들어, 제2 등화 기법 오류율 결정부(130)는 제2 등화 기법이 결정제한 등화 기법이고, 훈련 신호와 데이터 신호로 M진 심볼이 전송되는 경우, 수학식 13을 사용하여 등화부(140)에서 등화 된 심볼을 정의할 수 있다.

수학식 13

$$\hat{s}_n = q_0 s_n + \sum_{k=n} s_k q_{n-k} + \sum_{j=-L_1/2}^{L_1/2} c_j n_{n-j} + \sum_{j=1}^{L_2} c_j \tilde{s}_{n-j}$$

[0048] 이때, 수학식 13의 우변의 첫 번째 항은 검출하고자 하는 심볼 성분이고, 또한, 두 번째 항은 잔여 인접 심볼간 간섭(ISI: InterSymbol Interference) 성분으로 채널응답과 등화 탭 계수, 및 ISI에 관여하는 심볼들에 의해 값이 결정되는 값이며, 세 번째 항은 잡음에 의한 성분일 수 있다.

[0049] 또한 네 번째 항은 역방향 필터를 통해 되먹임 되는 값으로 심볼이 정확히 검출되었을 경우 두 번째 항과 상쇄 되고, 잘못된 검출이 발생했을 경우 추가적인 간섭영향을 가져오는 성분일 수 있다.

[0050] 따라서, 이전에 검출된 특정 심볼 시퀀스에 관련하여 추가 간섭 성분을 B_k 라 정의하면 특정 B_k 에 관한 결정제한

등화 기법의 오류 확률은 수학적식 14와 같이 근사화시킬 수 있다.

수학적식 14

$$P_{e,DFE}(I_J, B_K) \approx 2 \frac{M-1}{M} \left[Q \left(\sqrt{\frac{q_0^2}{\sigma_n^2}} \right) (1 - P_{e,LE}(I_J)) + Q \left(\sqrt{\frac{(q_0 - I_J - B_K)^2}{\sigma_n^2}} \right) P_{e,LE}(I_J) \right]$$

[0051]

[0052] 이때, 수학적식 14의 우변 대괄호 안의 첫 번째 항은 순방향 필터에서 정확한 결정을 내려 역방향 필터에서 잔여 ISI를 완벽히 제거할 경우의 오류 확률이고, 두 번째 항은 순방향 필터에서 잘못된 결정을 내려 잔여 ISI 뿐만 아니라 오류 전파까지 발생했을 경우의 오류 확률을 나타낼 수 있다.

[0053] 등화부(140)는 신호 대 잡음비 결정부(110)가 결정한 신호 대 잡음비에 따라 제1 등화 기법과 제2 등화 기법 중 하나를 사용하여 데이터 신호를 등화 할 수 있다.

[0054] 이때, 등화부(140)는 도 1에 도시된 바와 같이 등화 기법 결정부(141)와 데이터 신호 등화부(142)를 포함할 수 있다.

[0055] 등화 기법 결정부(141)는 제1 등화 기법 오류율 결정부(120)가 결정한 신호 대 잡음비에 따른 제1 등화 기법의 오류율과 제2 등화 기법 오류율 결정부(130)가 결정한 신호 대 잡음비에 따른 제2 등화 기법의 오류율을 비교하여 데이터 신호 등화에 사용할 등화 기법을 결정할 수 있다.

[0056] 예를 들어, 선형 등화 기법과 결정 궤환 등화 기법에 사용되는 I_J 와 결정 궤환 등화 기법에서 사용되는 B_K 의 값이 영보다 클 경우, 등화 기법 결정부(141)는 수학적식 11과 수학적식 14에 사용된 Q 함수의 값을 비교하여 수학적식 15를 생성할 수 있다.

수학적식 15

$$Q \left(\sqrt{\frac{q_0^2}{\sigma_n^2}} \right) > Q \left(\sqrt{\frac{(q_0 - I_J)^2}{\sigma_n^2}} \right) > Q \left(\sqrt{\frac{(q_0 - I_J - B_K)^2}{\sigma_n^2}} \right)$$

[0057]

[0058] 이때, $P_{e,LE}(I_J)$ 가 SNR 증가에 따라 단조 감소하는 점과 수학적식 14를 기초로 신호 대 잡음비에 따른 선형 등화 기법의 오류율 $P_{e,LE}(I_J)$ 와 신호 대 잡음비에 따른 결정궤환 등화 기법의 오류율인 $P_{e,DFE}(I_J, B_K)$ 를 비교하면 $P_{e,DFE}(I_J, B_K)$ 는 높은 SNR(신호 대 잡음비)에서 첫 번째 항의 영향이 지배적이므로 $P_{e,LE}(I_J)$ 에 비해 작은 값을 가질 가능성이 높고, 낮은 SNR에서는 두 번째 항의 영향이 지배적이기 때문에 상대적으로 큰 값을 가질 가능성이 높다.

[0059] 따라서, 등화 기법 결정부(141)는 $P_{e,LE}(I_J)$ 가 $P_{e,DFE}(I_J, B_K)$ 보다 큰 경우, 선형 등화 기법을 데이터 신호 등화에 사용할 등화 기법으로 결정하고, $P_{e,DFE}(I_J, B_K)$ 가 $P_{e,LE}(I_J)$ 보다 큰 경우, 결정궤환 등화 기법을 데이터 신호 등화에 사용할 등화 기법으로 결정할 수 있다.

[0060] 데이터 신호 등화부(142)는 등화 기법 결정부(141)가 결정한 등화 기법을 사용하여 데이터 신호를 등화 할 수 있다.

[0061] 예를 들어, 데이터 신호 등화부(142)는 신호 대 잡음비(SNR)가 높은 경우, 등화 기법 결정부(141)가 결정한 결정궤환 등화 연산을 통해 ISI를 효과적으로 제거하여 좋은 비트 오류율을 낮추고, 신호 대 잡음비(SNR)가 낮은 경우, 등화 기법 결정부(141)가 결정한 선형 등화 연산을 통해 잘못된 검출의 되먹임이 하지 않음으로써, 비트 오류율을 낮출 수 있다.

[0062] 구체적으로, 데이터 신호 등화부(142)는 유한한 필터 길이를 갖는 횡단선 필터의 구조를 사용하여 데이터 신호를 등화할 수 있다. 이때, 데이터 신호 등화부(142)는 수학적 식 16에 따라 동작할 수 있다.

수학적 식 16

$$\hat{s}_n = \sum_{j=-L_1}^0 c_{j,n} r_{n-j} + \sum_{j=1}^{L_2} c_{j,n} \hat{s}_{n-j}$$

[0063]

[0064] 이때, $\hat{s}_n$ 은 n시점에서 등화된 심볼이고, $c_{j,n}$ 은 n시점에서 j번째 등화탭 계수일 수 있다. 또한, r_{n-j} 은 n-j번째 수신된 샘플이고, L_1 과 L_2 는 각각 순방향 필터 길이와 역방향 필터 길이일 수 있다. 그리고, $\hat{s}_{n-j}$ 은 이전에 등화되어 결정된 n-j번째 심볼 값으로 정확히 검출된 값일 수 있다.

[0065] 또한, 수학적 식 16에서 우변의 첫 번째 항은 선형 등화 기법의 연산을 사용하여 채널에 의해 발생한 ISI의 영향을 최소화하는 역할을 하고, 우변의 두 번째 항은 결정궤환 등화 기법의 간섭 성분을 제거하는 연산을 사용하여 이전에 검출된 심볼 값을 이용하여 남아있는 간섭 성분을 제거하는 역할을 할 수 있다.

[0066] 본 발명의 일실시예에 따른 신호 등화 장치(100)는 통신 신호의 신호 대 잡음비를 결정하고, 결정한 신호 대 잡음비에 따라 통신 신호의 등화에 사용할 기법을 다르게 적용함으로써, 해당 신호 대 잡음비에서 성능이 좋은 등화 기법으로 통신 신호를 등화할 수 있다.

[0067] 예를 들어, 신호 등화 장치(100)는 신호 대 잡음비(SNR)가 높은 경우, 결정궤환 등화 연산을 통해 ISI를 효과적으로 제거하여 비트 오류율을 낮추고, 신호 대 잡음비(SNR)가 낮은 경우, 선형 등화 연산을 통해 잘못된 검출의 되먹임이 하지 않음으로써, 비트 오류율을 낮출 수 있다.

[0068] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 신호 등화부의 일례이다.

[0069] 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 신호 등화부(142)는 도 2에 도시된 바와 같이 결정궤환 등화 기법에 따른 회로에 되먹임 라인을 조정할 수 있는 스위치(210)를 추가하여 구성할 수 있다.

[0070] 이때, 스위치(210)는 등화 기법 결정부(141)가 선형 등화 기법을 데이터 신호 등화에 사용할 등화 기법으로 결정한 경우, 접지 쪽 단자(220)와 접촉함으로써, 데이터 신호 등화부(142)가 잘못된 검출의 되먹임이 없는 선형 등화 연산을 하도록 할 수 있다.

[0071] 또한, 스위치(210)는 등화 기법 결정부(141)가 결정궤환 등화 기법을 데이터 신호 등화에 사용할 등화 기법으로 결정한 경우, 되먹임 라인 쪽의 단자(230)와 접촉함으로써, 데이터 신호 등화부(142)가 잘못된 검출을 되먹임하는 결정궤환 등화 연산을 하도록 할 수 있다.

[0072] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 신호 등화 과정의 일례이다.

[0073] 본 발명의 일실시예에 따른 신호 등화 장치(100)는 도 3에 도시된 바와 같이 각각의 프레임이 훈련 신호(310)와 데이터 신호(350)로 구성된 통신 신호(300)를 수신할 수 있다. 이때, 훈련 신호(310)는 각 프레임의 신호 대 잡음비를 결정하기 위한 기준이 되는 신호이고, 데이터 신호(350)는 등화할 데이터가 포함된 신호일 수 있다.

[0074] 먼저, 신호 등화 장치(100)의 신호 대 잡음비 결정부(110)는 각 프레임에서 먼저 수신한 훈련 신호(310)를 사용하여 해당 프레임의 신호 대 잡음비(SNR)를 결정할 수 있다(320).

[0075] 다음으로, 신호 등화 장치(100)의 등화 기법 결정부(141)는 결정된 신호 대 잡음비에서의 선형 등화 기법 오류율과 결정궤환 등화 기법 오류율을 비교하고, 오류율이 낮은 등화 기법을 선택할 수 있다. 이때, 등화 기법 결정부(141)는 제1 등화 기법 오류율 결정부(120)가 결정한 신호 대 잡음비에 따른 선형 등화 기법의 오류율과 제2 등화 기법 오류율 결정부(130)가 결정한 신호 대 잡음비에 따른 결정궤환 등화 기법의 오류율 중에서 훈련 신호(310)의 신호 대 잡음비에 대응하는 오류율을 검색하여 비교할 수 있다.

[0076] 마지막으로 신호 등화 장치(100)의 데이터 신호 등화부(142)는 등화 기법 결정부(141)가 결정한 등화 기법을 사

용하여 혼련 신호(310) 다음에 수신한 데이터 신호(350)를 등화 할 수 있다.

[0077] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 신호 등화 방법을 도시한 플로우차트이다.

[0078] 단계(S410)에서 제1 등화 기법 오류율 결정부(120)는 제1 등화 기법의 성능을 분석하여 신호 대 잡음비에 따른 제1 등화 기법의 오류율을 결정할 수 있다.

[0079] 단계(S420)에서 제2 등화 기법 오류율 결정부(130)는 제2 등화 기법의 성능을 분석하여 신호 대 잡음비에 따른 제2 등화 기법의 오류율을 결정할 수 있다.

[0080] 단계(S430)에서 신호 대 잡음비 결정부(110)는 통신 신호를 수신할 수 있다. 구체적으로 신호 대 잡음비 결정부(110)는 통신 신호 중에서 먼저 전송된 혼련 신호를 수신할 수 있다.

[0081] 단계(S440)에서 신호 대 잡음비 결정부(110)는 단계(S430)에서 수신한 혼련 신호를 사용하여 통신 신호의 신호 대 잡음비(SNR: signal to noise ratio)를 결정할 수 있다.

[0082] 단계(S450)에서 등화 기법 결정부(141)는 단계(S440)에서 결정된 신호 대 잡음비에서의 제1 등화 기법 오류율이 제2 등화 기법 오류율 보다 큰지 여부를 판단할 수 있다. 구체적으로, 등화 기법 결정부(141)는 단계(S410)에서 결정한 신호 대 잡음비에 따른 제1 등화 기법의 오류율과 단계(S420)에서 결정한 신호 대 잡음비에 따른 제2 등화 기법의 오류율 중에서 단계(S440)에서 결정한 신호 대 잡음비에 대응하는 오류율을 검색하여 비교할 수 있다.

[0083] 단계(S460)에서 데이터 신호 등화부(142)는 단계(S450)에서 제1 등화 기법 오류율이 제2 등화 기법 오류율보다 크지 않은 것으로 판단한 경우, 제1 등화 기법을 사용하여 혼련 신호 다음에 수신한 데이터 신호를 등화 할 수 있다.

[0084] 단계(S470)에서 데이터 신호 등화부(142)는 단계(S450)에서 제1 등화 기법 오류율이 제2 등화 기법 오류율보다 큰 것으로 판단한 경우, 제2 등화 기법을 사용하여 혼련 신호 다음에 수신한 데이터 신호를 등화 할 수 있다.

[0085] 본 발명은 통신 신호의 신호 대 잡음비를 결정하고, 결정한 신호 대 잡음비에 따라 통신 신호의 등화에 사용할 기법을 다르게 적용함으로써, 통신 신호에 최적화된 등화 기법으로 통신 신호를 등화 하여 등화 과정에서의 오류율을 감소시킬 수 있다.

[0086] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0087] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

[0088] 100: 신호 등화 장치

110: 신호 대 잡음비 결정부

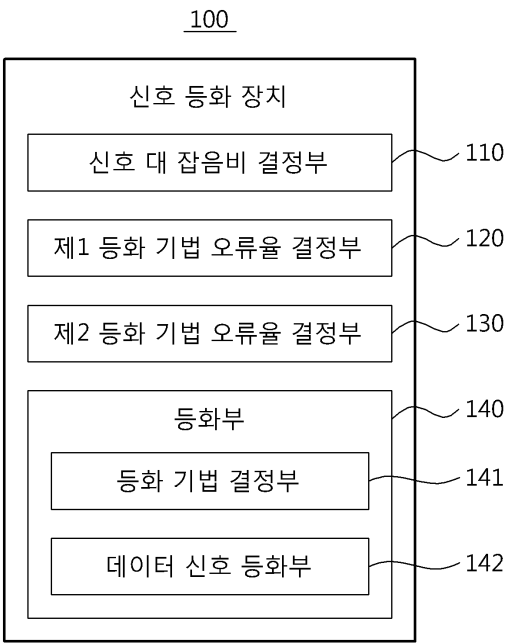
140: 등화부

141: 등화 기법 결정부

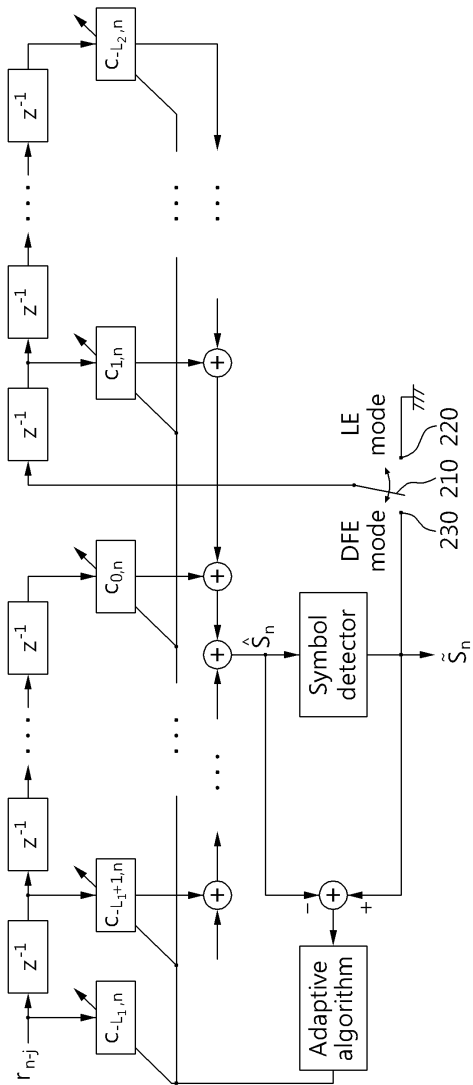
142: 데이터 신호 등화부

도면

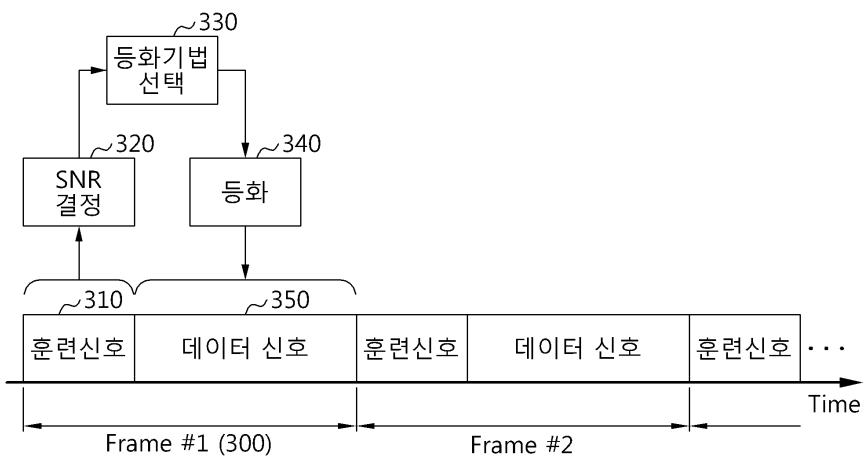
도면1



도면2



도면3



도면4

