(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년04월20일
(11) 등록번호 10-1613818
(24) 등록일자 2016년04월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 27/26 (2006.01) *H04L 27/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04L 27/2692 (2013.01)
H04L 2027/0095 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0045154
(22) 출원일자 2015년03월31일
심사청구일자 2015년03월31일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020100020581 A*
KR1020110010020 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
유영환
서울 송파구 동남로 225, 105동 302호 (가락동, 래미안파크팰리스)
김병규
서울 성동구 독서당로 156, 8동 202호 (옥수동, 한남하이츠아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 12 항 심사관 : 남인호

(54) 발명의 명칭 **프리앰블 탐지 장치 및 그 방법**

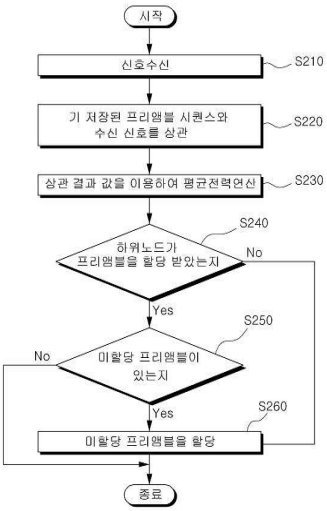
(57) 요 약

본 발명은 프리앰블 탐지 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 프리앰블 탐지 장치는, 복수의 수신 심볼로 구성된 수신 신호를 하위 노드로부터 수신하는 수신부, 상기 수신 신호를 기 저장되어 있는 프리앰블 시퀀스와 상관하여 상관 결과 값을 생성하는 상관부, 상기 상관 결과 값을 이용하여 평균 전력을 연산하는 연산부, 임계값 또는 기 설정된 가중계수와 상기 평균 전력을 비교하여 상기 하위 노드가 프리앰블을 할당받았는지 여부를 판단하고 미할당 프리앰블을 탐지하는 탐지부, 그리고 상기 미할당 프리앰블을 프리앰블이 할당되지 않은 나머지 하위 노드에 할당하는 할당부를 포함한다.

이와 같이 본 발명에 따르면, 고정된 잡음의 평균전력을 구하고 고정된 임계값을 설정하여 사용 가능한 프리앰블을 탐지 및 분배함으로써, 노드 사이의 간섭을 최소화할 수 있다.

대 표 도 - 도2



(72) 발명자

신원재

인천 계양구 경명대로1029번길 5-9

정용안

서울 서초구 방배중앙로5길 18-3, 2층 (방배동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014057122

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 일반연구자지원사업

연구과제명 차세대 통신 시스템을 위한 다중 부반송파 FTN 송수신 기술 개발

기 여 율 1/2

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2014.11.01 ~ 2015.04.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10043826

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 SW 융합형 부품 기술개발사업

연구과제명 스마트환경에서 질환 맞춤형 서비스를 위한 2uV급 두발잡음극복형 BMI SoC 및 SW 플랫폼 개발

기 여 율 1/2

주관기관 클레어픽셀(주)

연구기간 2014.11.01 ~ 2015.10.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

복수의 수신 심볼로 구성된 수신 신호를 하위 노드로부터 수신하는 수신부,

상기 수신 신호를 기 저장되어 있는 프리앰블과 상관하여 상관 결과 값을 생성하는 상관부,

상기 상관 결과 값을 이용하여 평균 전력을 연산하는 연산부,

임계값 또는 기 설정된 가중계수와 상기 평균 전력을 비교하여 상기 하위 노드가 프리앰블을 할당받았는지 여부를 판단하고 미할당 프리앰블을 탐지하는 탐지부, 그리고

상기 미할당 프리앰블을 프리앰블이 할당되지 않은 나머지 하위 노드에 할당하는 할당부를 포함하며,

상기 상관부는,

다음의 수학식에 의해 상기 수신 신호와 상기 기 저장되어 있는 프리앰블을 상관하는 프리앰블 탐지 장치:

$$Y_j[k] = \int_0^{4N_pT_s} y(t+kT_w)\overline{s_j}(t)\cos(2\pi f_c t+\theta_j)\,dt$$

여기서, $Y_j[k]$는 상관 결과 값, $y(t+kT_w)$는 $t+kT_w$번째 받은 수신 신호, $\overline{s_j}(t)$ 는 기 저장되어 있는 프리앰블 시퀀스, T_w는 수신 신호의 펄스 웨이브 폼의 지속시간, f_c는 수신 신호의 캐리어 주파수, Θ_j는 균일하게 분포되어 있다고 가정한 j번째 노드의 위상, k는 수신 심볼의 인덱스 번호, j는 사용하는 프리앰블 시퀀스의 인덱스 번호, N_p는 프리앰블 심볼의 개수, T_s는 수신 심볼의 시간을 의미한다.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 탐지부는,

다음의 수학식에 의해 프리앰블의 할당 여부를 탐지하는 프리앰블 탐지 장치:

$$Y_{max} = \max_{j,k}\left\{|Y_j[k]|^2\right\} \underset{\mathcal{H}_0^1}{\overset{\mathcal{H}_1^1}{\lessgtr}} T_h$$

여기서, Y_{max}는 프리앰블의 사용 여부를 탐지하기 위한 함수, T_h는 임계값, H_0^1 은 프리앰블이 할당된 경우 채널응답계수, H_1^1 은 프리앰블이 미할당된 경우 채널응답계수를 의미한다.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 연산부는,

다음이 수학식에 의해 상기 임계값(T_h)을 연산하는 프리앰블 탐지 장치:

$$T_h = K_1 \times \sigma_N^2$$

$$\sigma_N^2 = E\left\{|Y_p[k]|^2\right\},\ p \in \{5,6,7,8\}.$$

여기서, $Y_P[k]$는 상기 수신 신호와 기 저장된 미사용 프리앰블 시퀀스를 상관한 상관 결과 값, K_1은 제1 가중계수, σ_N^2 는 잡음의 평균 전력, p는 미사용 프리앰블 시퀀스의 인덱스 번호를 의미한다.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 연산부는,

다음의 수학식에 의해 상기 상관 결과 값의 평균 전력의 최대값을 연산하는 프리앰블 탐지 장치:

$$Y_{max}^j = \max_k \left\{|Y_j[k]|^2\right\},\ 1 \le j \le 4.$$

여기서, $Y_{\max}^j$ 는 상관 결과 값($Y_j[k]$)의 평균전력의 최대값을 의미한다.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 탐지부는,

다음의 수학식에 의해 상기 평균 전력($Y_{\max}^j$)의 최대값과 최소값의 비율을 이용하여 상기 미할당 프리앰블을 탐지하는 프리앰블 탐지 장치:

$$R_Y = \frac{\min_j \left\{Y_{max}^j\right\}}{\max_j \left\{Y_{max}^j\right\}} \underset{\mathcal{H}_0^2}{\overset{\mathcal{H}_1^2}{\lessgtr}} K_2$$

여기서, R_Y는 미할당 프리앰블의 탐지하는 함수, K_2는 제2 가중계수, H_0^2 은 프리앰블이 모두 할당된 것으로 판단된 경우의 채널응답계수, H_1^2 은 미할당된 프리앰블이 존재하는 것으로 판단된 경우의 채널응답계수를 의미한다.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 할당부는,

다음의 수학식을 통해 미할당 프리앰블을 상기 나머지 하위노드에 할당하는 프리앰블 탐지 장치:

$$\hat{j} = \arg\min_{j} \{Y_{max}^{j}\}$$

여기서, $\hat{j}$ 는 미할당 프리앰블 시퀀스의 인덱스 번호, $\arg\min_{j}\{Y^{j}_{max}\}$ 는 $Y^{j}_{\max}$ 의 최소값을 의미한다.

청구항 8

프리앰블 탐지 장치를 이용한 프리앰블 탐지 방법에 있어서,

복수의 수신 심볼로 구성된 수신 신호를 하위 노드로부터 수신하는 단계,

상기 수신 신호를 기 저장되어 있는 프리앰블과 상관하여 상관 결과 값을 생성하는 단계,

상기 상관 결과 값을 이용하여 평균 전력을 연산하는 단계,

임계값과 상기 평균 전력을 비교하여 상기 하위 노드가 프리앰블을 할당받았는지 여부를 판단하는 단계,

기 설정된 가중계수와 상기 평균 전력을 비교하여 미할당 프리앰블을 탐지하는 단계, 그리고

상기 미할당 프리앰블을 프리앰블이 할당되지 않은 나머지 하위 노드에 할당하는 단계를 포함하며,

상기 상관 결과 값을 생성하는 단계는,

다음의 수학식에 의해 상기 수신 신호와 상기 기 저장되어 있는 프리앰블을 상관하는 프리앰블 탐지 방법:

$$Y_j[k] = \int_0^{4N_pT_s} y(t+kT_w)\overline{s_j}(t)\cos(2\pi f_c t+\theta_j)\,dt$$

여기서, $Y_j[k]$는 상관 결과 값, $y(t+kT_w)$는 $t+kT_w$번째 받은 수신 신호, $\overline{s_j}(t)$ 는 기 저장되어 있는 프리앰블 시퀀스, T_w는 수신 신호의 펄스 웨이브 폼의 지속시간, f_c는 수신 신호의 캐리어 주파수, Θ_j는 균일하게 분포되어 있다고 가정한 j번째 노드의 위상, k는 수신 심볼의 인덱스 번호, j는 사용하는 프리앰블 시퀀스의 인덱스 번호, N_p는 프리앰블 심볼의 개수, T_s는 수신 심볼의 시간을 의미한다.

청구항 9

삭제

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 프리앰블을 할당받았는지 여부를 판단하는 단계에서,

다음의 수학식에 의해 프리앰블의 할당 여부를 탐지하는 프리앰블 탐지 방법:

$$Y_{max} = \max_{j,k}\left\{|Y_j[k]|^2\right\} \underset{\mathcal{H}_0^1}{\overset{\mathcal{H}_1^1}{\lessgtr}} T_h$$

여기서, Y_{max}는 프리앰블의 사용 여부를 탐지하기 위한 함수, T_h는 임계값, H_0^1 은 프리앰블이 할당된 경우 채널응답계수, H_1^1 은 프리앰블이 미할당된 경우 채널응답계수를 의미한다.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 평균 전력을 연산하는 단계는,

다음이 수학식에 의해 상기 임계값(T_h)을 연산하는 프리앰블 탐지 방법:

$$T_h = K_1 \times \sigma_N^2$$

$$\sigma_N^2 = E\left\{|Y_p[k]|^2\right\},\ p \in \{5,6,7,8\}.$$

여기서, $Y_P[k]$는 상기 수신 신호와 기 저장된 미사용 프리앰블 시퀀스를 상관한 상관 결과 값, K_1은 제1 가중계수, σ_N^2는 잡음의 평균 전력, p는 미사용 프리앰블 시퀀스의 인덱스 번호를 의미한다.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 평균 전력을 연산하는 단계는,

다음의 수학식에 의해 상기 상관 결과 값의 평균 전력을 연산하는 프리앰블 탐지 방법:

$$Y_{max}^j = \max_k \left\{|Y_j[k]|^2\right\},\ 1 \le j \le 4.$$

여기서, $Y_{\max}^j$는 상관 결과 값($Y_j[k]$)의 평균전력의 최대값을 의미한다.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 미할당 프리앰블을 탐지하는 단계는,

다음의 수학식에 의해 상기 평균 전력($Y_{\max}^j$)의 최대값과 최소값의 비율을 이용하여 상기 미할당 프리앰블을 탐지하는 프리앰블 탐지 방법:

$$R_Y = \frac{\min_j \left\{Y_{max}^j\right\}}{\max_j \left\{Y_{max}^j\right\}} \underset{\mathcal{H}_0^2}{\overset{\mathcal{H}_1^2}{\lessgtr}} K_2$$

여기서, R_Y는 미할당 프리앰블의 탐지하는 함수, K_2는 제2 가중계수, H_0^2은 프리앰블이 모두 할당된 것으로 판단된 경우의 채널응답계수, H_1^2은 미할당된 프리앰블이 존재하는 것으로 판단된 경우의 채널응답계수를 의미한다.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 미할당 프리앰블을 프리앰블이 할당되지 않은 나머지 하위 노드에 할당하는 단계는,

다음의 수학식을 통해 미할당 프리앰블을 상기 나머지 하위 노드에 할당하는 프리앰블 탐지 방법:

$$\hat{j} = \arg\min_{j} \{Y_{max}^{j}\}$$

여기서, $\hat{j}$ 는 미할당 프리앰블 시퀀스의 인덱스 번호, $\arg\min_{j}\{Y_{\max}^{j}\}$ 는 $Y_{\max}^{j}$ 의 최소값을 의미한다.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 프리앰블 탐지 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 근거리 통신 시스템에서 수신 신호의 상관 결과 값을 이용하여 프리앰블을 탐지 및 할당하는 프리앰블 탐지 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 고령화 사회의 대비와 복지 사회의 실현을 위해 의료와 IT를 결합한 WBAN(Wireless Body Area Network) 시스템이 주목받고 있다. 이러한 WBAN 시스템은 IEEE 802.15.6의 표준으로 정의되어 있다. WBAN 시스템의 물리계층에는 협대역(Narrow Band) 물리계층, 초광대역(Ultra Wide Band) 물리계층, 인체 통신(Human body communications) 물리계층이 있으며, 단일 반송파를 사용한다.

[0003] WBAN(Wireless Body Area Networks)은 인체 내부, 피부 표면, 인체 외부에 위치한 통신 장치들로부터 정보를 수집하는 근거리 통신의 새로운 응용 서비스 분야로서, 코디네이터(Coordinator)의 역할을 수행하는 허브(Hub)와 인체 내부 및 외부에 위치하며 생체 정보를 수집하는 노드(Node) 그리고 원거리의 헬스케어 개인 소비자용 전자 제품(Consumer Electronics)으로 구성된다. IEEE 802.15.6 표준에서는 하나의 허브와 여러 개의 노드가 스타 토폴로지를 구성하여 하나의 독립적인 네트워크를 형성한다.

[0004] IEEE 802.15.6 표준에서 카사미 시퀀스는 총 8개(C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7, C_8)가 있으며 8개의 카사미 시퀀스는 각 노드 중 하나에 할당된다. 이는 각기 다른 노드에서 다른 프리앰블 시퀀스를 사용함으로써 WBAN의 공존 및 간섭 완화를 향상시키기 위함이다. C_1 내지 C_4는 홀수번째 물리채널에서 사용되고, C_5 내지 C_8은 짝수번째 물리채널에서 사용된다.

[0005] WBAN 기반의 근거리 통신 시스템은 프리앰블 시퀀스 탐지 및 분배에 민감한 특징을 가진다. WBAN 시스템을 이용하는 복수의 송신기가 밀집해있는 환경에서 수신기는 송신기가 송신한 프리앰블을 탐지하는데 어려움이 있다. 또한, 복수의 수신기 사이가 복수의 프리앰블을 수신하는 환경에서는 수신기 사이의 간섭이 발생하는 문제점이 있다.

[0006] 본 발명의 배경이 되는 기술은 공개특허 제10-2009-0060956호(2009.06.15공개)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 근거리 통신 시스템에서 수신 신호의 상관 결과 값을 이용하여 프리앰블을 탐지 및 할당하는 프리앰블 탐지 장치 및 그 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따른 프리앰블 탐지 장치는, 복수의 수신 심볼로 구성된 수신 신호를 하위 노드로부터 수신하는 수신부, 상기 수신 신호를 기 저장되어 있는 프리앰블과 상관하여 상관

결과 값을 생성하는 상관부, 상기 상관 결과 값을 이용하여 평균 전력을 연산하는 연산부, 임계값 또는 기 설정된 가중계수와 상기 평균 전력을 비교하여 상기 하위 노드가 프리앰블을 할당받았는지 여부를 판단하고 미할당 프리앰블을 탐지하는 탐지부, 그리고 상기 미할당 프리앰블을 프리앰블이 할당되지 않은 나머지 하위 노드에 할당하는 할당부를 포함한다.

[0009] 상기 상관부는, 다음의 수학식에 의해 상기 수신 신호와 상기 기 저장되어 있는 프리앰블을 상관할 수 있다.

[0010]
$$Y_j[k] = \int_0^{4N_pT_s} y(t+kT_w)\overline{s_j}(t)\cos(2\pi f_c t+\theta_j)\,dt$$

[0011] 여기서, $Y_j[k]$는 상관 결과 값, $y(t+kT_w)$는 $t+kT_w$번째 받은 수신 신호, $\overline{s_j}(t)$ 는 기 저장되어 있는 프리앰블 시퀀스, T_w는 수신 신호의 펄스 웨이브 폼의 지속시간, f_c는 수신 신호의 캐리어 주파수, θ_j는 균일하게 분포되어 있다고 가정한 j번째 노드의 위상, k는 수신 심볼의 인덱스 번호, j는 사용하는 프리앰블 시퀀스의 인덱스 번호, N_p는 프리앰블 심볼의 개수, T_s는 수신 심볼의 시간을 의미한다.

[0012] 상기 탐지부는, 다음의 수학식에 의해 프리앰블의 할당 여부를 탐지할 수 있다.

[0013]
$$Y_{max} = \max_{j,k}\left\{|Y_j[k]|^2\right\} \underset{\mathcal{H}_0^1}{\overset{\mathcal{H}_1^1}{\lessgtr}} T_h$$

[0014] 여기서, Y_{max}는 프리앰블의 사용 여부를 탐지하기 위한 함수, T_h는 임계값, H_0^1 은 프리앰블이 할당된 경우 채널응답계수, H_1^1 은 프리앰블이 미할당된 경우 채널응답계수를 의미한다.

[0015] 상기 연산부는, 다음이 수학식에 의해 상기 임계값(T_h)을 연산할 수 있다.

[0016]
$$T_h = K_1 \times \sigma_N^2$$

[0017]
$$\sigma_N^2 = E\left\{|Y_p[k]|^2\right\},\ p \in \{5,6,7,8\}.$$

[0018] 여기서, $Y_P[k]$는 상기 수신 신호와 기 저장된 미사용 프리앰블 시퀀스를 상관한 상관 결과 값, K_1은 제1 가중계수, σ_N^2 는 잡음의 평균 전력, p는 미사용 프리앰블 시퀀스의 인덱스 번호를 의미한다.

[0019] 상기 연산부는, 다음의 수학식에 의해 상기 상관 결과 값의 평균 전력의 최대값을 연산할 수 있다.

[0020]
$$Y_{max}^j = \max_k\left\{|Y_j[k]|^2\right\},\ 1 \le j \le 4.$$

[0021] 여기서, $Y_{\max}^j$ 는 상관 결과 값($Y_j[k]$)의 평균전력의 최대값을 의미한다.

[0022] 상기 탐지부는, 다음의 수학식에 의해 상기 평균 전력($Y_{\max}^j$)의 최대값과 최소값의 비율을 이용하여 상기 미할당 프리앰블을 탐지할 수 있다.

[0023] $$R_Y = \frac{\min_j \{Y_{max}^j\}}{\max_j \{Y_{max}^j\}} \underset{\mathcal{H}_0^2}{\overset{\mathcal{H}_1^2}{\lessgtr}} K_2$$

[0024] 여기서, R_Y는 미할당 프리앰블의 탐지하는 함수, K_2는 제2 가중계수, H_0^2 은 프리앰블이 모두 할당된 것으로 판단된 경우의 채널응답계수, H_1^2 은 미할당된 프리앰블이 존재하는 것으로 판단된 경우의 채널응답계수를 의미한다.

[0025] 상기 할당부는, 다음의 수학식을 통해 미할당 프리앰블을 상기 나머지 하위노드에 할당할 수 있다.

[0026] $$\hat{j} = \arg\min_j \{Y_{max}^j\}$$

[0027] 여기서, $\hat{j}$ 는 미할당 프리앰블 시퀀스의 인덱스 번호, $\arg\min_j \{Y_{max}^j\}$ 는 Y_{max}^j의 최소값을 의미한다.

[0028] 본 발명의 다른 실시예에 따른 프리앰블 탐지 장치를 이용한 프리앰블 탐지 방법은, 복수의 수신 심볼로 구성된 수신 신호를 하위 노드로부터 수신하는 단계, 상기 수신 신호를 기 저장되어 있는 프리앰블과 상관하여 상관 결과 값을 생성하는 단계, 상기 상관 결과 값을 이용하여 평균 전력을 연산하는 단계, 임계값과 상기 평균 전력을 비교하여 상기 하위 노드가 프리앰블을 할당받았는지 여부를 판단하는 단계, 기 설정된 가중계수와 상기 평균 전력을 비교하여 미할당 프리앰블을 탐지하는 단계, 그리고 상기 미할당 프리앰블을 프리앰블이 할당되지 않은 나머지 하위 노드에 할당하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0029] 이와 같이 본 발명에 따르면, 고정된 잡음의 평균전력을 구하고 고정된 임계값을 설정하여 사용 가능한 프리앰블을 탐지 및 분배함으로써, 노드 사이의 간섭을 최소화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 프리앰블 탐지 장치의 구성을 나타낸 구성도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 프리앰블 탐지 방법을 나타낸 순서도이다.

도 3은 도 2의 S240단계에서 제1 가중계수에 따른 탐지 확률의 시뮬레이션 결과값을 나타낸 그래프이다.

도 4는 도 2의 S240단계에서 제1 가중계수에 따른 오류를 검출할 확률의 시뮬레이션 결과값을 나타낸 그래프이다.

도 5는 도 2의 S250단계에서 SNR이 5dB인 경우, 제2 가중계수에 따른 탐지 확률의 시뮬레이션 결과값을 나타낸 그래프이다.

도 6은 도 2의 S250단계에서 SNR이 10dB인 경우, 제2 가중계수에 따른 탐지 확률의 시뮬레이션 결과값을 나타낸 그래프이다.

도 7은 도 2의 S250단계에서 SNR이 15dB인 경우, 제2 가중계수에 따른 탐지 확률의 시뮬레이션 결과값을 나타낸 그래프이다.

도 8은 도 2의 S250단계에서 SNR이 20dB인 경우, 제2 가중계수에 따른 탐지 확률의 시뮬레이션 결과값을 나타낸 그래프이다.

도 9는 도 2의 S250단계에서 SNR이 각기 다른 경우 제2 가중계수에 따른 오류 확률의 시뮬레이션 결과값을 나타낸 그래프이다.

도 10은 도 2의 S250단계에서 SNR이 각기 다른 경우 제2 가중계수에 따른 오류를 검출할 확률의 시뮬레이션 결과값을 나타낸 그래프이다.

도 11은 본 발명의 실시예에 따른 노드가 2개인 경우 본 발명의 실시예에 따른 프리앰블 탐지 방법과 기존의 프리앰블 탐지 방법을 비교한 그래프이다.

도 12는 본 발명의 실시예에 따른 노드가 3개인 경우 본 발명의 실시예에 따른 프리앰블 탐지 방법과 기존의 프리앰블 탐지 방법을 비교한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0032] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0033] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.

[0034] 이하에서는, 도 1을 통해 본 발명의 실시예에 따른 프리앰블 탐지 장치(100)의 구성에 대하여 설명한다.

[0035] 본 발명의 실시예에 따른 근거리 통신 시스템은 WBAN 시스템을 포함하며, WBAN 시스템은 IEEE 802.15.6 표준에서 최대 4개의 하위 노드와 1개의 허브를 포함하며, 프리앰블 시퀀스는 8개(C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7, C_8)의 카사미 시퀀스 중에서 C_1 내지 C_4의 4개의 시퀀스가 사용 가능하다고 가정한다.

[0036] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 프리앰블 탐지 장치의 구성을 나타낸 구성도이다.

[0037] 여기서, 프리앰블 탐지 장치(100)는 복수의 하위 노드로부터 신호를 수신하는 상위 노드를 의미하며, 코디네이터(Coordinator) 또는 허브를 포함하는 통신 장치를 의미한다.

[0038] 먼저, 수신부(110)는 복수의 수신 심벌로 구성된 수신 신호를 하위 노드로부터 수신한다. 이때 하위 노드로부터 수신된 수신 신호는 프리앰블을 포함할 수 있다.

[0039] 상관부(120)는 수신부(110)로부터 수신 신호를 전달받고, 전달받은 수신 신호를 기 저장되어 있는 프리앰블과 상관한다. 기 저장되어 있는 프리앰블은 8개(C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7, C_8)이고, 기 저장되어 있는 프리앰블 중 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)는 사용 가능한 프리앰블이고, 프리앰블(C_5, C_6, C_7, C_8)은 미사용되는 프리앰블로 가정한다.

[0040] 연산부(130)는 상관부(120)로부터 상관 결과 값을 수신하고, 수신된 상관 결과 값을 이용하여 평균 전력을 연산한다.

[0041] 즉, 연산부(130)는 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)와 수신 신호를 상관한 상관 결과 값을 이용하여 평균 전력을 연산한다. 또한 연산부(130)는 미사용되는 프리앰블(C_5, C_6, C_7, C_8)과 수신 신호를 상관한 상관 결과 값을 이용하여 잡음의 평균 전력을 연산한다.

[0042] 탐지부(140)는 임계값 또는 가중계수와 연산부(130)에서 연산된 평균 전력을 비교하여 하위 노드가 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)을 할당받았는지 여부를 판단하고, 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4) 중에서 미할당 프리앰블을 탐지한다.

[0043] 가중계수는 제1 가중계수 및 제2 가중계수를 포함하며, 제1 가중계수는 하위 노드가 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)을 할당받았는지 여부를 탐지하는데 이용되고, 제2 가중계수는 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4) 중 미할당 프리앰블을 탐지하는데 이용된다.

[0044] 구체적으로, 탐지부(140)는 수신 신호와 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)을 상관한 상관 결과 값의 평균 전력의 최대값과 임계값을 비교하여 하위 노드가 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)을 할당받았는지 여부를 판단하며, 이때 임계값은 잡음의 평균 전력과 제1 가중계수를 곱하여 구할 수 있다. 또한, 탐지부(140)는 수신 신호와 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)을 상관한 상관 결과 값의 평균 전력의 최대값과 최소값의 비율을 제2 가중계수와 비교하여 미할당 프리앰블을 탐지한다.

[0045] 할당부(150)는 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4) 중 미할당 프리앰블을 하위 노드에 할당한다. 미할당 프리앰블의 인덱스 번호는 수신 신호와 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)을 상관한 상관 결과 값을 이용하여 연산된 평균 전력의 최대값을 이용하여 구할 수 있다.

[0046] 다음으로, 도 2를 통해 본 발명의 실시에에 따른 프리앰블 탐지 장치를 이용한 프리앰블 탐지 방법에 대하여 살펴본다. 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 프리앰블 탐지 방법을 나타낸 순서도이다.

[0047] 먼저, 수신부(110)는 복수의 수신 심볼로 구성된 수신 신호를 하위 노드로부터 수신한다(S210). 이때, 하위 노드로부터 수신된 수신 신호는 프리앰블을 포함할 수 있다.

[0048] 상관부(120)는 수신부(110)로부터 수신 신호를 전달받고, 수신 신호를 기 저장되어 있는 프리앰블과 상관한다(S220). 앞에서 설명한 것처럼, 기 저장되어 있는 프리앰블은 8개(C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7, C_8)이다.

[0049] 수학식 1은 기 저장되어 있는 프리앰블 중 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)와 수신부(110)가 수신한 수신 신호를 상관한 상관 결과 값을 나타낸 식이다.

수학식 1

[0050]
$$Y_j[k] = \int_0^{4N_pT_s} y(t+kT_w)\overline{s_j}(t)\cos(2\pi f_c t+\theta_j)dt,\ j=1,2,3,4$$

[0051] 여기서, $Y_j[k]$는 상관 결과 값, $y(t+kT_w)$는 $t+kT_w$번째 받은 수신 신호, $\overline{s_j}(t)$ 는 기 저장되어 있는 프리앰블 시퀀스, T_w는 수신 신호의 펄스 웨이브 폼의 지속시간, f_c는 수신 신호의 캐리어 주파수, Θ_j는 균일하게 분포되어 있다고 가정한 j번째 노드의 위상, k는 수신 심볼의 인덱스 번호, j는 사용하는 프리앰블 시퀀스의 인덱스 번호, N_p는 프리앰블 심볼의 개수, T_s는 수신 심볼의 시간을 의미한다.

[0052] 수학식 1의 상관 결과 값은 하위 노드에 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)이 할당된 경우와 미할당된 경우로 구분되어 각각 연산되는 바, 이하에서는 각각의 경우에 대하여 수학식 2와 수학식 3을 통하여 구체적으로 설명한다.

[0053] 먼저, 수학식 2는 하위 노드에 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)이 할당된 경우의 상관 결과 값을 나타낸 식이다.

수학식 2

[0054]
$$Y_j[k]=U_j[k]+I_j[k]+W_j[k]$$

[0055] 여기서, $U_j[k]$는 j번째 하위 노드의 상관 관계 값, $I_j[k]$는 j번째 하위 노드를 제외한 N_b-1개의 하위 노드간의 간섭 값, $W_j[k]$는 가우시안 잡음 값을 의미하며, 이때 N_b는 하위 노드의 개수를 의미한다.

[0056] 그리고, 수학식 3은 하위 노드에 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)이 할당되지 않은 경우의 상관 결과 값을 나타낸 식이다.

수학식 3

[0057] $$Y_j[k]=I_j^{'}+W_j[k]$$

[0058] 여기서, I_j'는 N_b개의 하위 노드로부터의 간섭 값을 의미한다.

[0059] 예를 들어, 하위 노드의 개수(N_b)가 2개이고, 4개의 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4) 중에서 2개의 프리앰블(C_1, C_2)는 2개의 하위 노드에 할당되었으며, 나머지 프리앰블(C_3, C_4)는 할당되지 않았다고 가정한다.

[0060] 이때 2개의 프리앰블(C_1, C_2)에 대응하는 상관 결과 값 $Y_1[k]$와 $Y_2[k]$는 기 저장되어 있는 프리앰블 중 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)와 상관 관계 값을 가지므로 수학식 2와 같이 $U_j[k]$가 포함된 상관 결과 값을 가지고, 2개의 프리앰블(C_3, C_4)에 대응하는 상관 결과 값 $Y_3[k]$와 $Y_4[k]$는 기 저장되어 있는 프리앰블 중 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)와 상관 관계 값을 가지지 않으므로 수학식 3과 같이 $U_j[k]$이 생략된 상관 결과 값을 가진다.

[0061] $Y_p[k]$는 기 저장되어 있는 프리앰블 중 미사용 프리앰블(C_5, C_6, C_7, C_8)과 수신부(110)가 수신한 수신 신호를 상관한 상관 결과 값을 나타내고, p는 미사용 프리앰블의 인덱스 번호이다.

[0062] 즉, 수신 신호와 미사용 프리앰블(C_5, C_6, C_7, C_8)을 상관한 상관 결과 값은 상관 관계 값이 미존재하므로, 수학식 3과 같은 형태로 표현된다.

[0063] 다음으로, 연산부(130)는 상관 결과 값을 이용하여 상관 결과 값의 평균 전력 및 잡음의 평균 전력을 연산한다(S230). 연산부(130)는 수신 신호와 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)을 상관한 상관 결과 값($Y_j[k]$)의 평균 전력($|Y_j[k]|^2$)을 연산한다. 또한 연산부(130)는 수신 신호와 미사용 프리앰블(C_5, C_6, C_7, C_8)을 상관한 상관 결과 값($Y_p[k]$)의 평균 전력($|Y_p[k]|^2$)을 구한 후, 평균 전력($|Y_p[k]|^2$)을 이용하여 잡음의 평균 전력(σ_N^2)을 연산한다. 이때 잡음의 평균 전력(σ_N^2)은 이동 평균법을 이용하여 연산된다.

[0064] 수학식 4는 잡음의 평균 전력을 나타낸 식이다.

수학식 4

[0065] $$\sigma_N^2 = E\left\{|Y_p[k]|^2\right\},\ p \in \{5,6,7,8\}.$$

[0066] 다음으로, 탐지부(140)는 임계값과 수신 신호와 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)을 상관한 상관 결과 값($Y_j[k]$)의 평균 전력($|Y_j[k]|^2$)을 비교하여 하위 노드가 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)을 할당받았는지 여부를 탐지한다(S240).

[0067] 수학식 5는 하위 노드가 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)을 할당받았는지 여부를 탐지하기 위한 함수(Y_{max})를 나타낸 식이다.

수학식 5

[0068] $$Y_{max} = \max_{j,k} \left\{ |Y_j[k]|^2 \right\} \underset{\mathcal{H}_0^1}{\overset{\mathcal{H}_1^1}{\lessgtr}} T_h$$

[0069] 여기서, T_h는 임계값, H_0^1 은 사용 가능한 프리앰블이 할당된 경우 채널응답계수, H_1^1은 사용 가능한 프리앰블이 미할당된 경우 채널응답계수를 의미한다.

[0070] 탐지부(140)는 수신 신호와 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)를 상관한 상관 결과 값($Y_j[k]$)을 이용하여 연산된 평균 전력($|Y_j[k]|^2$)중에서 최대값을 임계값과 비교하여, 최대값이 임계값보다 작은 경우 채널응답계수를 H_1^1 로 설정하고, 최대값이 임계값보다 큰 경우 채널응답계수를 H_0^1 로 설정한다.

[0071] 즉, 채널응답계수 H_1^1 은 하위 노드가 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)을 할당받지 않았음을 나타내며, 이 경우 할당부(150)는 하위 노드에 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)을 할당한다. 또한 채널응답계수 H_0^1 은 하위 노드가 적어도 하나의 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)을 할당받았음을 나타내며, 이 때 프리앰블 탐지 장치(100)는 S250 단계를 수행한다.

[0072] 수학식 5에서 임계값(T_h)은 수학식 6을 통해 계산된다.

수학식 6

[0073] $$T_h = K_1 \times \sigma_N^2$$

[0074] 여기서, K_1은 제1 가중계수를 의미한다.

[0075] 제1 가중계수(K_1)은 고정된 값으로서, 설계 변경한 매개변수이다.

[0076] 다음으로, 탐지부(140)는 제2 가중계수와 수신 신호와 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)을 상관한 상관 결과 값($Y_j[k]$)의 평균 전력($|Y_j[k]|^2$)을 비교하여 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4) 중 미할당 프리앰블을 탐지한다(S250).

[0077] 수학식 7은 수학식 5에서 연산된 수신 신호와 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4)을 상관한 상관 결과 값($Y_j[k]$)의 평균 전력($|Y_j[k]|^2$)의 최대값(Y^j_{max})을 나타낸 식이다.

수학식 7

[0078] $$Y_{max}^j = \max_k \left\{ |Y_j[k]|^2 \right\}, \ 1 \le j \le 4.$$

[0079] 수학식 8은 미할당 프리앰블을 탐지하는 함수(R_Y)를 나타낸 식이다.

수학식 8

[0080]
$$R_Y = \frac{\min_j \left\{ Y_{max}^j \right\}}{\max_j \left\{ Y_{max}^j \right\}} \underset{\mathcal{H}_0^2}{\overset{\mathcal{H}_1^2}{\lessgtr}} K_2$$

[0081] K_2는 제2 가중계수, H_0^2 은 사용 가능한 프리앰블이 모두 할당된 것으로 판단된 경우의 채널응답계수, H_1^2 은 미할당된 프리앰블이 존재하는 것으로 판단된 경우의 채널응답계수를 의미한다.

[0082] 채널응답계수 H_0^2 은 하위 노드에 사용 가능한 프리앰블이 모두 할당된 것을 의미하므로, 할당부(150)는 하위 노드에 프리앰블을 할당하지 않는다. 채널응답계수 H_1^2 은 하위 노드에 미할당된 프리앰블이 적어도 하나 이상 존재하는 것을 의미하므로, 할당부(150)는 다음의 S260 단계에서 미할당된 프리앰블을 하위 노드에 할당한다.

[0083] 할당부(150)는 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4) 중 할당되지 않은 프리앰블을 하위 노드에 할당한다(S260).

[0084] 즉, 탐지부(140)에 의해 사용 가능한 프리앰블(C_1, C_2, C_3, C_4) 중 미할당 프리앰블이 존재하는 것으로 판단된 경우, 할당부(150)는 미할당 프리앰블을 하위 노드에 할당한다.

[0085] 수학식 9는 미할당 프리앰블 검출하여 하위 노드에 할당하기 위한 식이다.

수학식 9

[0086]
$$\hat{j} = \arg\min_j \left\{ Y_{max}^j \right\}$$

[0087] 여기서, $\hat{j}$ 는 미할당 프리앰블 시퀀스의 인덱스 번호, $\arg\min_j \left\{ Y_{\max}^j \right\}$ 는 $Y_{\max}^j$ 의 최소의 정수를 의미한다.

[0088] 따라서, 할당부(150)는 수학식 9를 통해 $\hat{j}$ 번째 프리앰블을 하위 노드에 할당한다.

[0089] 이하에서는 도 3 내지 도 12를 통해 본 발명의 실시예에 따른 프리앰블 탐지 방법의 시뮬레이션 결과에 대하여 살펴본다.

[0090] 도 3 내지 도 12에서 나타난 프리앰블 탐지 방법의 시뮬레이션 결과는 3933MHZ의 주파수를 사용하는 IR-UWB WBAN 시스템에서 WBAN 경로 손실 모델을 고려하여 시뮬레이션 한 것이다. 채널 파라미터는 d_0=0.1mm, d=10mm, $L_0(d_0)$=45.8dB, and p=6.0을 사용했고, 동기화 처리에 관련된 파라미터는 N_p=63, N_w=32, L=16, M=2, T_s=256ns, T_w=8ns이다. 시뮬레이션 결과는 탐지 확률(Detection Probability) 및 오류를 검출할 확률(Correct Rejection Probability)을 기반으로 평가되었다.

[0091] 도 3과 도 4는 사용 가능한 프리앰블을 할당받았는지 여부를 판단함에 있어, 제1 가중계수(K1)의 변화에 따른

탐지 확률(Detection Probability)과 오류를 검출할 확률(Correct Rejection Probability)의 시뮬레이션 결과값을 나타낸다.

[0092] 도 3은 도 2의 S240단계에서 제1 가중계수에 따른 탐지 확률의 시뮬레이션 결과값을 나타낸 그래프이고, 도 4는 도 2의 S240단계에서 제1 가중계수에 따른 오류를 검출할 확률의 시뮬레이션 결과값을 나타낸 그래프이다.

[0093] 도 3에 따르면, 탐지 확률은 제1 가중계수가 커질수록 1에 수렴하나, 도 4에 따르면, 오경보를 찾을 확률은 제1 가중계수가 커질수록 0에 수렴함을 알 수 있다. 그러므로 제1 가중계수 K_1이 5보다 크거나 같고 9보다 작거나 같은 값($5 \leq K_1 \leq 9$)을 취할 경우, 탐지 확률과 오류를 검출할 확률은 모두 1에 수렴하게 된다.

[0094] 즉 프리앰블을 할당받았는지 여부를 판단하는 단계(S240)는 잡음 전력을 알지 못하더라도 고정된 제1 가중계수와 넓은 SNR(Signal to Noise Ratio)값의 범위로부터 에너지 검출이 정확하게 수행한다는 것을 보여준다.

[0095] 도 5 내지 도 10은 미할당 프리앰블의 탐지 단계(S250)에 있어서, SNR 값이 각각 다른 경우 제2 가중계수에 따른 탐지 확률(Detection Probability), 오류를 검출할 확률(Correct Rejection Probability) 및 오류 확률(False Alarm Probability)의 시뮬레이션 결과값을 나타낸다.

[0096] 도 5는 도 2의 S250단계에서 SNR이 5dB인 경우, 제2 가중계수에 따른 탐지 확률의 시뮬레이션 결과값을 나타낸 그래프이고, 도 6은 도 2의 S250단계에서 SNR이 10dB인 경우, 제2 가중계수에 따른 탐지 확률의 시뮬레이션 결과값을 나타낸 그래프이다.

[0097] 도 7은 도 2의 S250단계에서 SNR이 15dB인 경우, 제2 가중계수에 따른 탐지 확률의 시뮬레이션 결과값을 나타낸 그래프이고, 도 8은 도 2의 S250단계에서 SNR이 20dB인 경우, 제2 가중계수에 따른 탐지 확률의 시뮬레이션 결과값을 나타낸 그래프이다.

[0098] 도 5 내지 도 8에 따르면, 탐지 확률은 SNR값 및 노드의 개수(Nb)에 관계 없이 제2 가중계수가 증가함에 따라 함께 증가함을 알 수 있다.

[0099] 도 9는 도 2의 S250단계에서 SNR이 각기 다른 경우 제2 가중계수에 따른 오류 확률의 시뮬레이션 결과값을 나타낸 그래프이고, 도 10은 도 2의 S250단계에서 SNR이 각기 다른 경우 제2 가중계수에 따른 오류를 검출할 확률의 시뮬레이션 결과값을 나타낸 그래프이다.

[0100] 도 9 내지 도 10에 따르면, 오류 확률은 제2 가중계수가 0.8보다 작은 경우 10^{-3}미만이고, 반면에 오류를 검출할 확률은 1에 수렴한다. 즉 오류 확률이 10^{-3} 미만으로 설정된 경우, 제2 가중계수는 0.75보다 크거나 같고 0.8보다 작거나 같은 값으로 설정될 수 있으며, 이때 탐지 확률은 SNR의 변화에도 불구하고 거의 변하지 않음을 알 수 있다.

[0101] 도 11과 도 12는 기존의 프리앰블 탐지 방법과의 성능을 비교한 것이다.

[0102] 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 노드가 2개인 경우, 본 발명의 실시예에 따른 프리앰블 탐지 방법과 기존의 프리앰블 탐지 방법을 비교한 그래프이고, 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 노드가 3개인 경우, 본 발명의 실시예에 따른 프리앰블 탐지 방법과 기존의 프리앰블 탐지 방법을 비교한 그래프이다.

[0103] 각각의 프리앰블 탐지 방법의 오류 확률을 10^{-3}으로 설정했을 때, 본 발명의 실시예에 따른 탐지 확률은 기존의 프리앰블 탐지 방법의 탐지 확률과 거의 동일하게 나타난 것을 알 수 있다. 또한 각기 다른 SNR 환경에서 제2 가중계수가 0.78일 때는 오류 확률이 10^{-3}일 때보다 민감하게 반응함을 알 수 있다.

[0104] 이와 같이 본 발명의 실시예에 따르면, 고정된 잡음의 평균전력을 구하고 고정된 임계값을 설정하여 사용 가능한 프리앰블을 탐지 및 분배함으로써, 노드 사이의 간섭을 최소화할 수 있다.

[0105] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

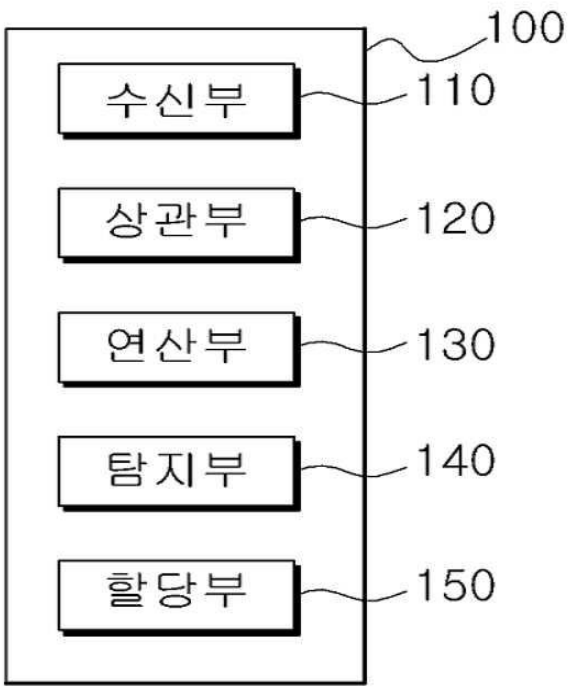
[0106] 100 : 프리앰블 탐지 장치 110 : 수신부

120 : 상관부 130 : 연산부

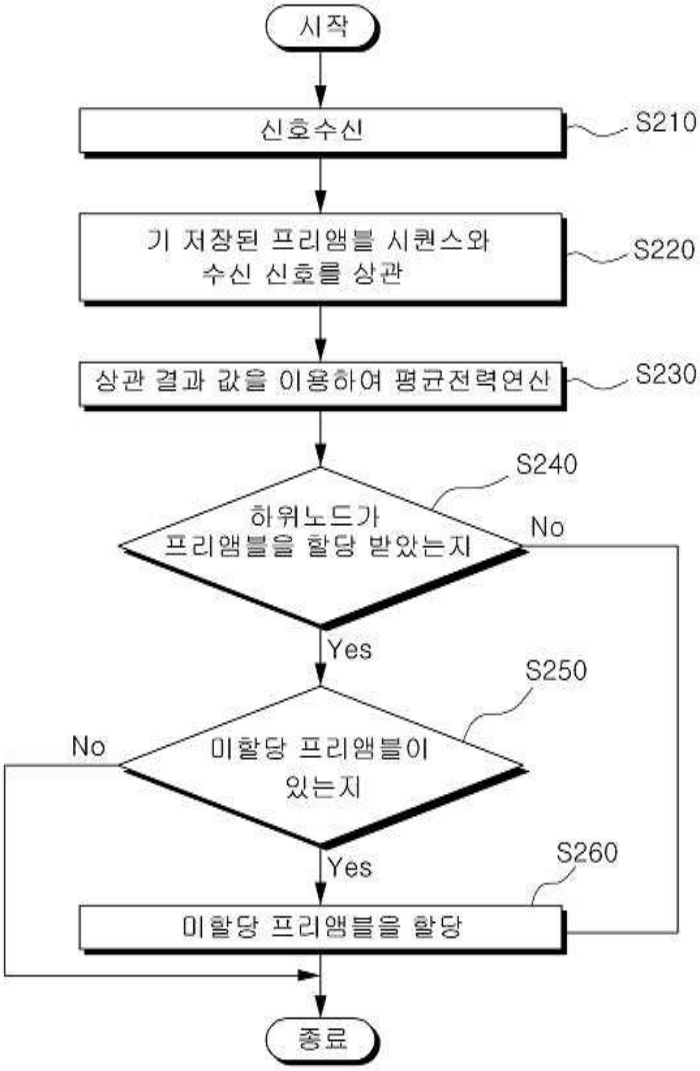
140 : 탐지부 150 : 할당부

도면

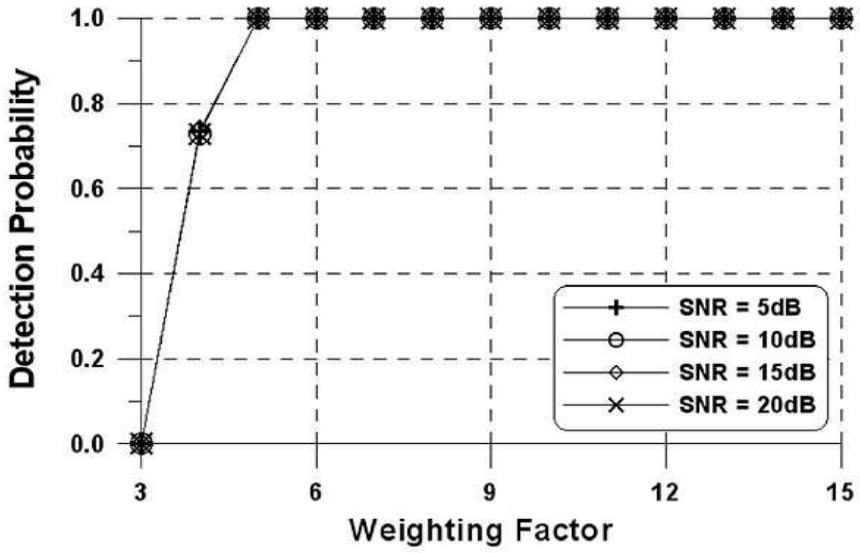
도면1



도면2

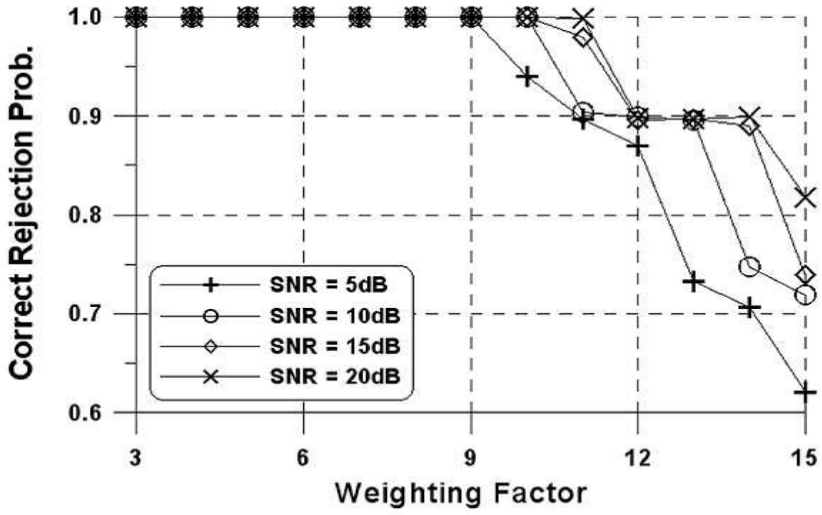

시작
신호수신
S210
기 저장된 프리앰블 시퀀스와
수신 신호를 상관
S220
상관 결과 값을 이용하여 평균전력연산
S230
S240
하위노드가
프리앰블을 할당 받았는지
No
Yes
S250
No
미할당 프리앰블이
있는지
Yes
S260
미할당 프리앰블을 할당
종료

도면3



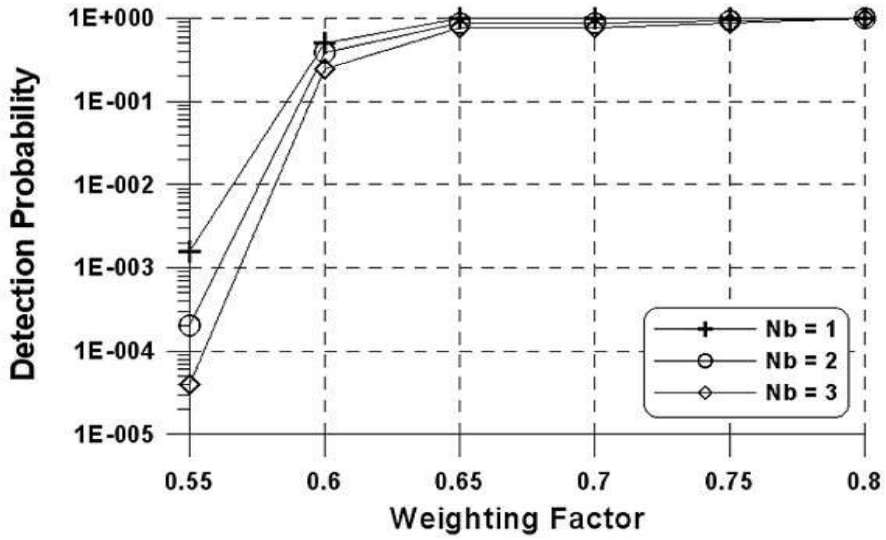
(a) Nb = 0

도면4



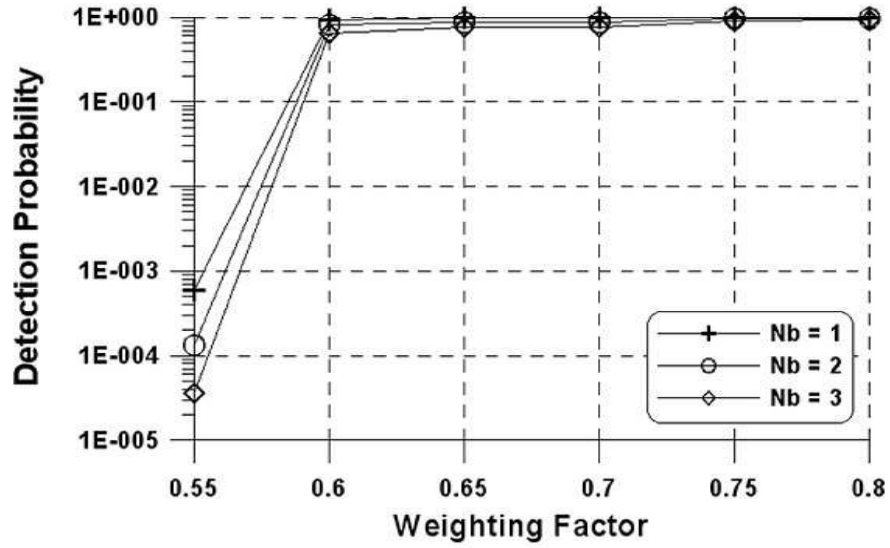
(b) Nb > 0

도면5



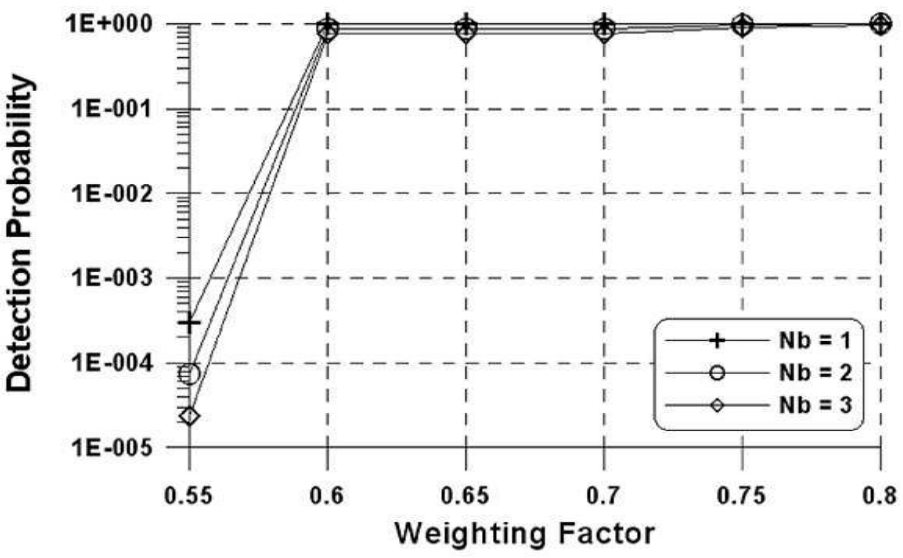
(a) SNR = 5dB

도면6



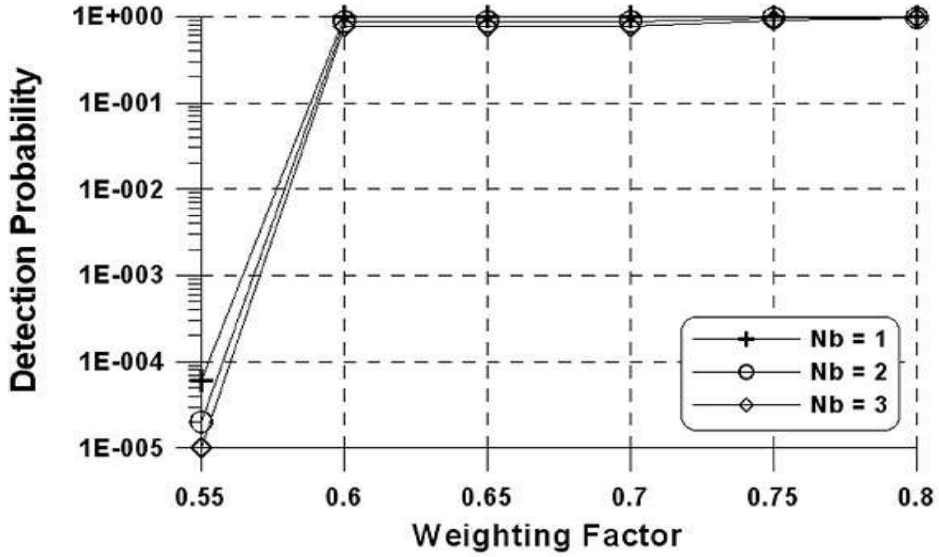
(b) SNR = 10dB

도면7



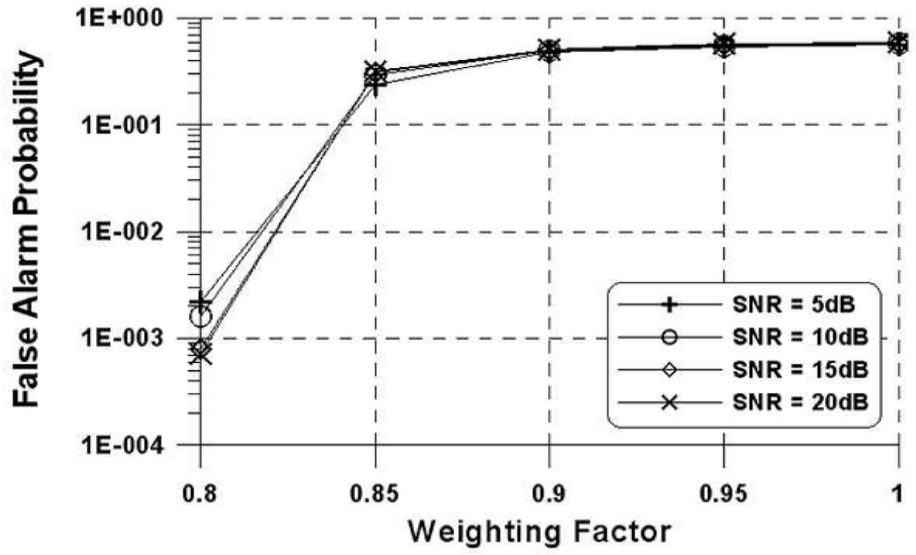
(a) SNR = 15dB

도면8

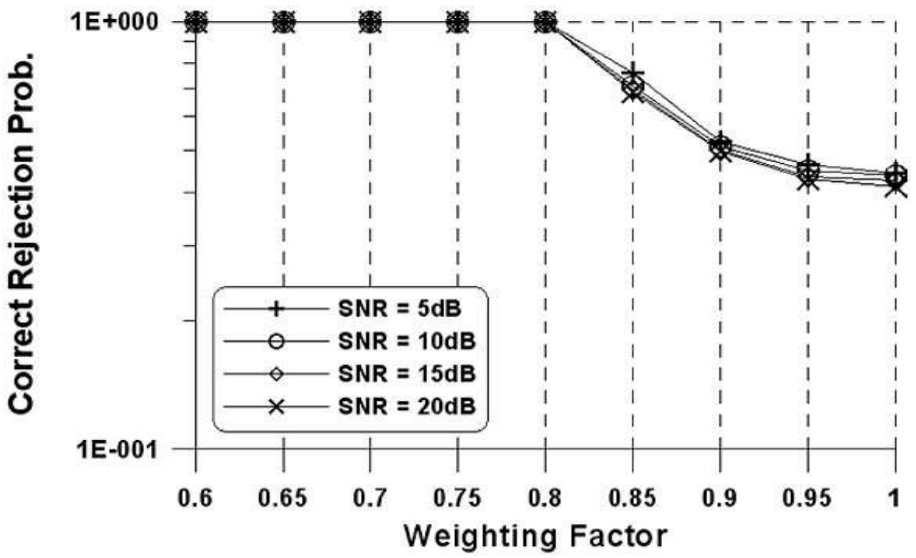


(b) SNR = 20dB

도면9

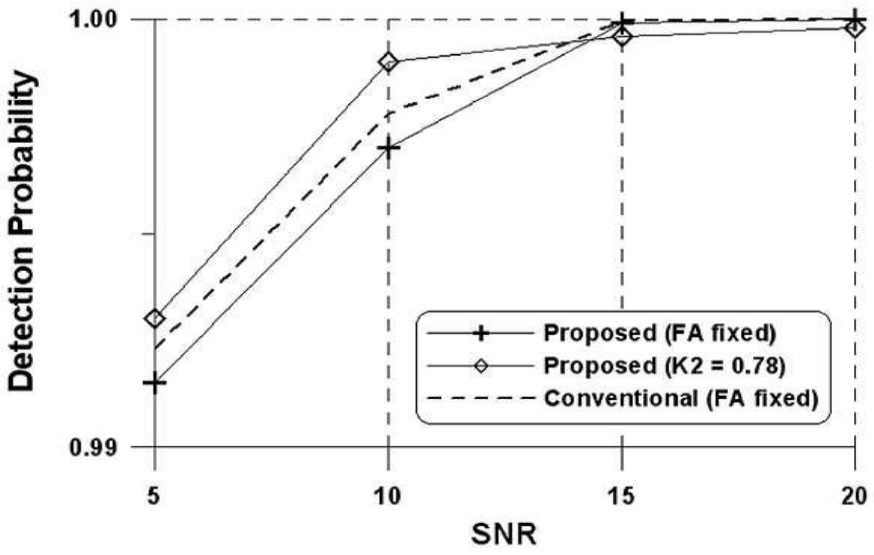

1E+000
1E-001
1E-002
1E-003
1E-004
False Alarm Probability
0.8
0.85
0.9
0.95
1
Weighting Factor
SNR = 5dB
SNR = 10dB
SNR = 15dB
SNR = 20dB

도면10


1E+000
1E-001
Correct Rejection Prob.
0.6
0.65
0.7
0.75
0.8
0.85
0.9
0.95
1
Weighting Factor
SNR = 5dB
SNR = 10dB
SNR = 15dB
SNR = 20dB

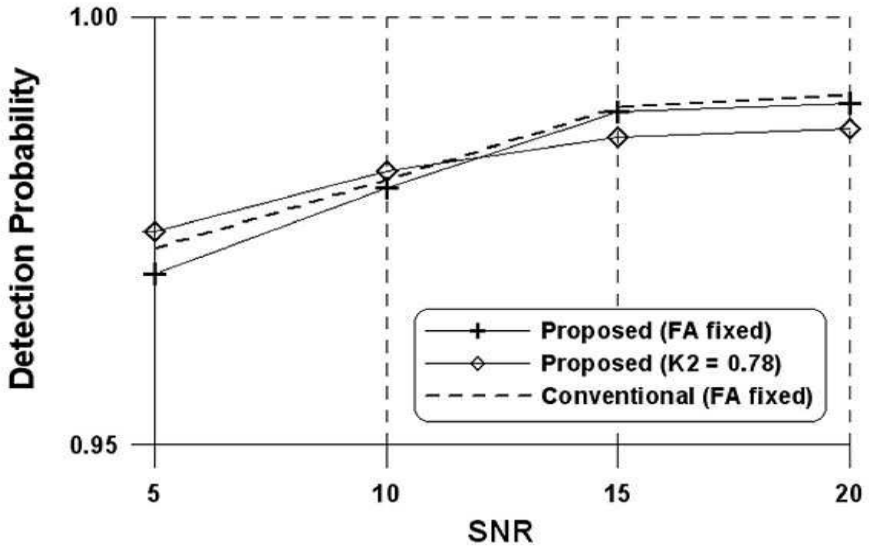
(b)

도면11



(a) Nb = 2

도면12



(b) Nb = 3