



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0138463

(43) 공개일자 2015년12월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04L 1/22 (2006.01) H03M 13/03 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0064936

(22) 출원일자 2014년05월29일

심사청구일자 2014년05월29일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자

조진성

경기 수원시 영통구 봉영로 1620, 101동 1801호 (영통동, 대우월드마크)

김성현

경기 수원시 영통구 영일로 16-4, 303호 (영통동)

(74) 대리인

특허법인 대아

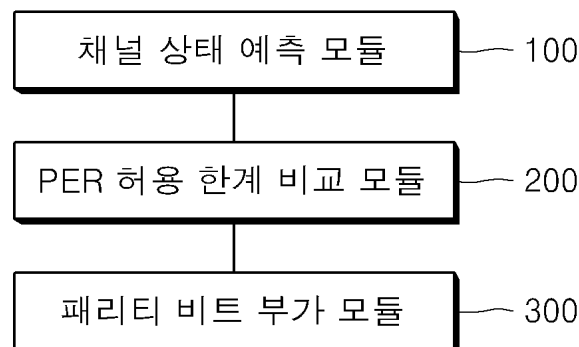
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템

(57) 요약

본 발명은 동적 순방향 오류 정정 시스템에 대한 것으로서, 특히 길버트 모델로 송신측 노드로부터 오류 발생률을 예측하여 RS 코드의 적용 여부를 판단하는 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템에 관한 것이다. 본 발명은 예측된 채널의 상태가 좋지 않을 때 수신측 노드로부터 순방향 오류 정정 알고리즘을 통하여 재전송 횟수를 줄여 오류율을 감소시키고 신뢰성을 증가시킬 수 있는 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템을 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

주파수 채널의 전송 상태를 체크하여 패킷 오류율(Packet Error Rate, PER)을 산출하고, 송신 노드로부터 연속적으로 패킷 전송 오류가 발생할 확률인 오류 발생률을 예측하는 채널 상태 예측 모듈과,

상기 패킷 오류율을 패킷 오류율 허용 한계와 비교하는 패킷 오류율 허용 한계 비교 모듈, 및

상기 예측된 오류 발생률이 상기 패킷 오류율 허용 한계를 초과할 경우, 송신측 노드에서 전송되는 패킷에 패리티 비트를 부가하는 패리티 비트 부가 모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 채널 상태 예측 모듈에서 예측되는 채널의 상태는 패킷 전송이 성공하였을 때인 수신 상태와, 패킷 전송이 실패하였을 때인 손실 상태로 나누어지며,

상기 수신 상태와 손실 상태 간의 전이 확률은 P 와 r 이고,

상기 P 는 $P = p_r \{X_t = L | X_{t-1} = R\}$ 이며,

상기 r 은 $r = p_r \{X_t = R | X_{t-1} = L\}$ 인 것을 특징으로 하는 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 수신 상태와 손실 상태가 유지될 확률은 π_R 과 π_L 이며,

상기 π_R 은 $\pi_R = \frac{r}{P+r}$ 이고,

상기 π_L 은 $\pi_L = \frac{P}{P+r}$ 인 것을 특징으로 하는 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 오류 발생률은,

$$\begin{aligned}
 & P_r\{X_t=L, X_t=L\} \\
 & =P_r\{X_{t+1}=L|X_t=L\} \cdot \pi_L \\
 & =(1-r) \cdot \frac{p}{p+r} > \tau
 \end{aligned}$$

이며,

상기 τ 는 패킷 오류율 허용 한계인 것을 특징으로 하는 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 패리티 비트 부가 모듈은 8비트 심볼 크기를 사용하는 코드워드 RS 코드(Reed-Solomon Code)를 적용하는 것을 특징으로 하는 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 패리티 비트 부가 모듈은 패킷의 235Byte에 20Byte 패리티 비트를 추가하는 인코딩을 수행하는 것을 특징으로 하는 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 패리티 비트 부가 모듈에서 인코딩된 코드워드는 패킷화 작업 후 전송되며, 전송이 완료된 후 상기 송신 노드는 수신 노드의 Acknowledgement 수신을 확인한 후 상기 오류 발생률을 갱신하는 것을 특징으로 하는 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 패리티 비트 부가 모듈은 상기 예측된 오류 발생률이 상기 패킷 오류율 허용 한계를 초과하지 않을 경우, 송신측 노드에서 전송되는 패킷에 ARQ(Automatic Repeat Request) 방식을 사용하여 패킷을 전송하는 것을 특징으로 하는 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 동적 순방향 오류 정정 시스템에 대한 것으로서, 특히 길버트 모델로 송신측 노드로부터 오류 발생률을 예측하여 RS 코드의 적용 여부를 판단하는 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

WBAN은 인체 내부, 표면, 외부에 장착된 장치들 간의 통신을 의미한다. 인체에 장착되는 특징 때문에 네트워크 내부의 이동성이 증가하며, 다수의 WBAN 또는 기기종 무선 통신으로 인한 간섭은 연속적인 오류를 발생시킨다. 생체 데이터를 주로 다루는 WBAN 환경에서는 이와 같은 링크 단절이나 데이터 전송 실패, 지연이 일어나게 된다면 사용자의 응급 상황에 올바르게 대처하지 못할 수 있다.

[0003]

이를 해결하기 위해서 IEEE 802.15.4 표준의 MAC 프로토콜에서는 데이터 전송 오류 발생 시 오류가 발생한 비트의 크기에 상관없이 해당 패킷 전체를 재전송한다. 이와 같이 작은 크기의 오류가 발생하더라도 오류가 포함된 패킷 전체의 재전송이 이루어지기 때문에 많은 양의 에너지를 소비한다. 또한, 재전송을 요청하고 패킷을 다시

받아야 하기 때문에 전송 지연이 발생되어 네트워크의 신뢰성을 떨어뜨린다. 이는 쉽게 배터리를 교환할 수 없는 인체 내부 장치들의 수명을 단축시키는 원인이 되며, 전송 지연으로 인한 응급 상황에 대한 대처가 늦어질 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2010-0118960호(2010.11.08. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은 수신된 패킷에서 오류 발생 시, 추가적인 패킷의 재전송 없이 오류가 발생된 패킷을 빠르게 복구할 수 있는 동적 순방향 오류 정정 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 상술한 목적을 달성하기 위해서, 본 발명은 주파수 채널의 전송 상태를 체크하여 패킷 오류율(Packet Error Rate, PER)을 산출하고, 송신 노드로부터 연속적으로 패킷 전송 오류가 발생할 확률인 오류 발생률을 예측하는 채널 상태 예측 모듈과, 상기 패킷 오류율을 패킷 오류율 허용 한계와 비교하는 패킷 오류율 허용 한계 비교 모듈, 및 상기 예측된 오류 발생률이 상기 패킷 오류율 허용 한계를 초과할 경우, 송신측 노드에서 전송되는 패킷에 패리티 비트를 추가하는 패리티 비트 부가 모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템을 제공한다.

[0007] 상기 채널 상태 예측 모듈에서 예측되는 채널의 상태는 패킷 전송이 성공하였을 때인 수신 상태와, 패킷 전송이 실패하였을 때인 손실 상태로 나누어지며, 상기 수신 상태와 손실 상태 간의 전이 확률은 P 와 r 이고, 상기 P 는 $P = p_r\{X_t=L|X_{t-1}=R\}$ 이며, 상기 r 은 $r = p_r\{X_t=R|X_{t-1}=L\}$ 이다.

[0008] 상기 수신 상태와 손실 상태가 유지될 확률은 π_R 과 π_L 이며, 상기 π_R 은 $\pi_R = \frac{r}{p+r}$ 이고, 상기

π_L 은 $\pi_L = \frac{p}{p+r}$ 이다.

[0009]
$$P_r\{X_t=L, X_t=L\}$$
$$=P_r\{X_{t+1}=L|X_t=L\} \cdot \pi_L$$
$$=(1-r) \cdot \frac{p}{p+r} > \tau$$
상기 오류 발생률은, τ 이며, 상기 τ 는 패킷 오류율 허용 한계이다.

[0010] 상기 패리티 비트 부가 모듈은 8비트 심볼 크기를 사용하는 코드워드 RS 코드(Reed-Solomon Code)를 적용한다. 구체적으로, 상기 패리티 비트 부가 모듈은 패킷의 235Byte에 20Byte 패리티 비트를 추가하는 인코딩을 수행한다. 상기 패리티 비트 부가 모듈에서 인코딩된 코드워드는 패킷화 작업 후 전송되며, 전송이 완료된 후 상기 송신 노드는 수신 노드의 Acknowledgement 수신을 확인한 후 상기 오류 발생률을 갱신한다.

[0011] 상기 패리티 비트 부가 모듈은 상기 예측된 오류 발생률이 상기 패킷 오류율 허용 한계를 초과하지 않을 경우, 송신측 노드에서 전송되는 패킷에 ARQ(Automatic Repeat Request) 방식을 사용하여 패킷을 전송한다.

발명의 효과

- [0012] 본 발명은 예측된 채널의 상태가 좋지 않을 때 수신측 노드로부터 순방향 오류 정정 알고리즘을 통하여 재전송 횟수를 줄여 오류율을 감소시키고 신뢰성을 증가시킬 수 있는 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 본 발명에 따른 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템의 개념도이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템의 시퀀스 다이어그램.
- 도 3은 본 발명에 따른 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템에 적용된 길버트 모델의 개념도.
- 도 4는 본 발명에 따른 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템의 IEEE 802.15.4에 기반한 ZigbeX note.
- 도 5는 본 발명에 따른 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템에서 데이터 획득을 위한 DAQpad-6015 장비.
- 도 6은 본 발명에 따른 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템과 IEEE 802.15.4의 전체 패킷 크기를 비교한 그래프.
- 도 7은 본 발명에 따른 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템과 IEEE 802.15.4의 전송 실패 횟수를 비교한 그래프.
- 도 8은 본 발명에 따른 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템과 IEEE 802.15.4d의 에너지 소모를 비교한 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0015] 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 도면상의 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다.
- [0016] 도 1은 본 발명에 따른 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템의 개념도이고, 도 2는 본 발명에 따른 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템의 시퀀스 다이어그램이다.
- [0017] 본 발명에 따른 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템은 도 1에 도시된 바와 같이, 채널의 상태를 예측하는 채널 상태 예측 모듈과, 채널 상태 예측 결과와 PER 허용 한계를 비교하는 PER 허용 한계 비교 모듈, 패킷에 패리티 비트를 추가하는 패리티 비트 추가 모듈을 포함한다.
- [0018] 채널 상태 예측 모듈은 패킷을 전송하기 전, 채널의 상태를 예측하여 RS 코드를 적용할지 적용하지 않을지를 결정한다. 채널 상태 예측 모듈은 주파수 채널의 전송 상태를 체크하여 현재 패킷 오류율(Packet Error Rate, PER; 이하, PER이라 함)을 산출한다. 또한, 송신측 노드로부터 오류 예측 모델인 길버트 모델을 활용하여 현재 채널에서 연속적으로 일어날 오류 발생 여부를 확률적 예측, 즉, 오류 발생률을 예측한다.
- [0019] 도 3은 본 발명에 따른 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템에 적용된 길버트 모델의 개념도이다.
- [0020] 도 3을 참조하면, 길버트 모델이 제안하는 '수신'상태와 '손실' 상태를 보여준다. 본 발명은 '수신' 상태 (R)과 '손실' 상태 (L)의 일반적인 표시를 따른다. 길버트 모델에서 채널의 상태는 패킷 전송을 성공하였을 때 '수신' 상태와 패킷 전송이 실패하였을 때의 '손실'로 나뉜다. 본 발명은 (R)에서 (L)로부터 전송 확률 p 를 정의하고, (L)에서 (R)로부터 전송 확률 r 을 정의한다. 즉, 각 상태들 간의 전이 확률은 p 와 r 로 표현되며, 상태 전이하는

p와 r은 아래의 수학적식 1과 같이 정의된다.

수학적식 1

$$\begin{aligned} p &= p_r \{X_n = L | X_{n-1} = R\} \\ r &= p_r \{X_n = R | X_{n-1} = L\} \end{aligned}$$

이전 패킷이 성공적으로 전송되었거나 전송되지 않았을 때, 패킷이 성공적으로 전송되었거나 전송되지 않은 횟수를 α , β , γ , ω 로 둔다. β , α 는 이전 ACKs가 성공적으로 수신되었거나 수신되지 않았을 때, ACKs가 수신되지 않은 횟수를 정의한다. ω , γ 는 이전 ACKs가 성공적으로 수신되거나 수신되지 않았을 때 수신된 ACKs 횟수를 정의한다.

수학적식 2

$$\begin{aligned} \alpha &= \text{the value of times } ACK_{t+1} \text{ is not received,} \\ &\quad \text{if } ACK_t \text{ is not received} \\ \beta &= \text{the value of times } ACK_{t+1} \text{ is not received,} \\ &\quad \text{if } ACK_t \text{ is received} \\ \gamma &= \text{the value of times } ACK_{t+1} \text{ is received,} \\ &\quad \text{if } ACK_t \text{ is not received} \\ \omega &= \text{the value of times } ACK_{t+1} \text{ is received,} \\ &\quad \text{if } ACK_t \text{ is received} \end{aligned}$$

수학적식 1의 전송 확률 p와 r이 존재할 확률은 $0 < p, r < 1$ 이다. p와 r이 존재할 확률은 아래의 수학적식 3과 같다.

수학적식 3

$$\begin{aligned} p &= p_r \{X_{t+1} = L | X_t = R\} \\ r &= p_r \{X_{t+1} = R | X_t = L\} \end{aligned}$$

전이 행렬 A는 아래의 두 전이에 의해 주어진다.

수학식 4

$$A = \begin{pmatrix} 1-p & p \\ r & 1-r \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} p_r\{X_{t+1}=R|X_t=R\} & p_r\{X_{t+1}=L|X_t=R\} \\ p_r\{X_{t+1}=R|X_t=L\} & p_r\{X_{t+1}=L|X_t=L\} \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} \frac{\omega}{\gamma+\omega} & \frac{\gamma}{\gamma+\omega} \\ \frac{\beta}{\alpha+\beta} & \frac{\alpha}{\alpha+\beta} \end{pmatrix}$$

[0027]

[0028]

각 상태에서 머무를 확률 π_R 과 π_L 은 아래의 수학식 5와 같다.

수학식 5

$$\pi_R = \frac{r}{p+r}, \pi_L = \frac{p}{p+r}$$

[0029]

[0030]

채널의 상태가 나빠진 것으로 판단되는 연속적으로 패킷 전송 오류가 발생할 확률은 정상 상태(steady state)에서 얻을 수 있으며, 이는 아래의 수학식 6과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 6

$$P_r\{X_t=L, X_t=L\}$$

$$= P_r\{X_{t+1}=L|X_t=L\} \cdot \pi_L$$

$$= (1-r) \cdot \frac{p}{p+r} > \tau$$

[0031]

[0032]

수학식 6에서, τ 는 사용자가 정의한 PER의 허용 한계치이다.

[0033]

한편, 전송된 수학식의 상수값은 미리 연산되어 메모리에 저장되는 것이 바람직하다.

[0034]

PER 허용 한계 비교 모듈은 채널 상태 예측 모듈에서 예측된 채널 상태 예측 결과가 PER의 허용 한계를 초과하였는지 비교하여 판단한다. 즉, 수학식 6에 따른 연속적으로 패킷 전송 오류가 발생할 확률이 사용자가 정의한 PER의 허용 한계치를 초과한다면, 현재 채널에서 오류가 연속적으로 발생할 것으로 판단한다.

[0035]

패리티 비트 부가 모듈은 PER 허용 한계 비교 모듈의 결과가 PER의 허용 한계를 초과할 경우, RS 코드(Reed-Solomon Code)와 원래의 프레임을 부호화하고 복구하기 위해서 패리티 비트를 부가한다. 상세하게, 패리티 비트 부가 모듈은 8비트의 심볼 크기를 사용하는 코드워드(255, 235) RS 코드를 적용한다. 즉, 기존의 데이터 235-Byte에 RS 코드 알고리즘을 이용하여 20-Byte의 패리티 비트를 추가하는 인코딩 과정을 거친다. 만약 산출된 연속적 패킷 전송 오류율이 발생되지 않을 것으로 판단된다면 기존의 표준과 동일한 ARQ(Automatic Repeat

Request) 방식을 사용하여 패킷을 전송한다.

[0036] 인코딩된 코드워드는 각 MAC 표준에 맞는 전송을 위한 패킷화 작업이 수행된 뒤, 버퍼에 저장 및 송/수신 매커니즘 기준에 따라 전송된다. 전송 완료 후 송신 노드는 수신 노드의 Acknowledgement 응답을 기다리며, 수신을 확인한 송신 노드는 다음의 연속적 오류 예측을 위한 확률을 갱신한 후 송신 작업을 종료한다.

[0037] 도 4는 본 발명에 따른 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템의 IEEE 802.15.4에 기반한 ZigbeX note이다.

[0038] 전송된 구성을 구현하기 위해서, 본 발명은 도 4에 도시된 바와 같이 IEEE 802.15.4에 기반한 ZigbeX note를 적용하였다.

[0039] 표 1은 본 발명에 따른 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템에 적용된 IEEE 802.15.4에 기반한 ZigbeX note의 사양이다.

표 1

구성	설명
마이크로 컨트롤러	Atmega128(8-bit)
RF Part	CC2420 2.4GHz (IEEE 802.15.4 PHY)
안테나	PCB 안테나 (20~100m)
전송률	최대 250Kbps
플래쉬 메모리	512Kbytes
전원	3.3V(AA 2ea)
길이	40mm*70mm

[0041] 표 1을 참조하면, 본 발명에 적용된 IEEE 802.15.4에 기반한 ZigbeX note는 8비트 저전력 마이크로 컨트롤러인 Atmega128, 2.4ghZ의 비허가 ISM 대역에서 강력한 무선 통신을 위한 저비용 고집적 솔루션인 CC2420로 구성된다. 또한, RF, 전자, 통신 및 네트워크 원칙은 802.15.4 LR-WPAN 표준을 따른다.

[0042] 도 5는 본 발명에 따른 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템에서 데이터 획득을 위한 DAQpad-6015 장비이다.

[0043] 본 발명에 적용된 DAQPad-6015는 그림 4와 같이 다양한 어플리케이션에서 수집, 생성 및 데이터 로깅을 위한 플러그 앤 플레이 연결을 제공하는 다기능 데이터 수집 장치이다. 또한, DAQPad-6015는 추가비용 없이 연결 센서와 신호들을 직접 연결하는 스크류 터미널들 또는 BNC 커넥터들을 제공한다.

[0044] 다음은 본 발명에 따른 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템의 성능과 IEEE802.15.4의 성능을 비교한다.

[0045] 도 6은 본 발명에 따른 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템과 IEEE 802.15.4의 전체 패킷 크기를 비교한 그래프이고, 도 7은 본 발명에 따른 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템과 IEEE 802.15.4의 전송 실패 횟수를 비교한 그래프이다. 도 7은 0.005, 0.01, 0.03, 0.05, 0.07 및 0.10에서 5000번을 전송했을 때 전송 실패 횟수를 나타낸다.

[0046] BER이 0.005일 때, 모든 패킷은 실패한 전송에 더하여 성공적인 전송도 포함하며, 결과는 모든 패킷과 전송 실패한 횟수의 양쪽 크기가 같음을 나타낸다. 이는, 채널 상태 예측 모델이 길버트 모델에 의해 확률 조건에 만족되지 않기 때문이다. RS코드가 굳이 좋은 채널 상태에서 사용된다면, 리던던트 비트(redundant bits)와 컴퓨팅 오버헤드(computing overhead)가 추가적으로 들기 때문에 기존의 IEEE 802.15.4보다 좋지 않은 성능을 나타낼 수 있다. IEEE 802.15.4에서는, 전송 횟수와 전체 패킷 크기는 높은 BER 영역으로 갈수록 가파르게 증가되지만(성능이 급격히 안 좋아지지만), 본 발명에서는 전체 패킷 크기가 급격히 안 좋아지지 않고 일정하게 성능을 보인다.

[0047] IEEE 802.15.4에서 전송 실패 횟수는 0.005를 제외하고 본 발명보다 많다. 특히, RS 코드는 오류 비트의 대부분을 복구하기 때문에, 0.01과 0.03에서 전송 실패 횟수는 본 발명에서 거의 0이다. 본 발명은 전송 실패와 전체 패킷이 모두 감소된다.

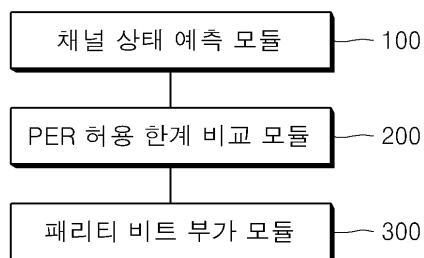
- [0048] 도 8은 본 발명에 따른 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템과 IEEE 802.15.4d의 에너지 소모를 비교한 그래프이다. 여기서, 도 8은 0.005, 0.01, 0.03, 0.05, 0.07, 0.10에서 5000번 전송했을 때 IEEE 802.15.4와 본 발명의 에너지 소비를 비교하여 나타낸 것이다.
- [0049] BER이 0.005일 때, 길버트 모델에 의해 확률 조건이 만족하지 않기 때문에 본 발명의 에너지 소비는 IEEE 802.15.4의 에너지 소비와 다르지 않다. IEEE 802.15.4는 반복적으로 전체 패킷을 재전송하기 때문에 IEEE 802.15.4의 에너지 소비량은 본 발명보다 높다. 그 결과, 본 발명은 장치의 배터리 수명을 연장한다.
- [0050] 상술한 바와 같이, 예측된 채널의 상태가 좋지 않을 때 수신측 노드로부터 순방향 오류 정정 알고리즘을 통하여 재전송 횟수를 줄여 오류율을 감소시키고 신뢰성을 증가시킬 수 있는 인체 영역 통신 환경에서의 신뢰성을 높이기 위한 동적 순방향 오류 정정 시스템을 제공할 수 있다.
- [0051] 이상에서는 도면 및 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

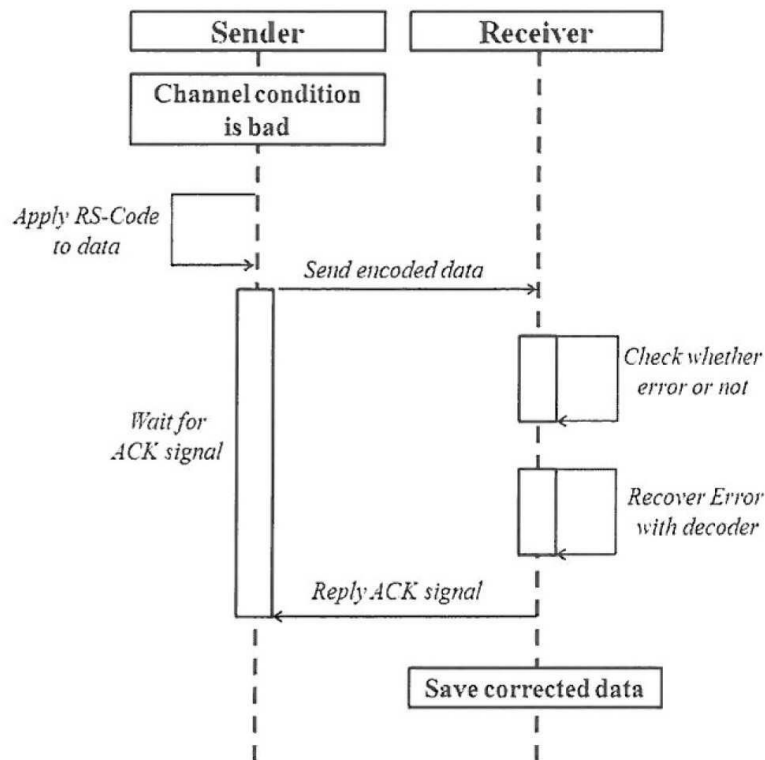
- [0052] 100: 채널 상태 예측 모듈 200: PER 허용 한계 비교 모듈
300: 패리티 비트 부가 모듈

도면

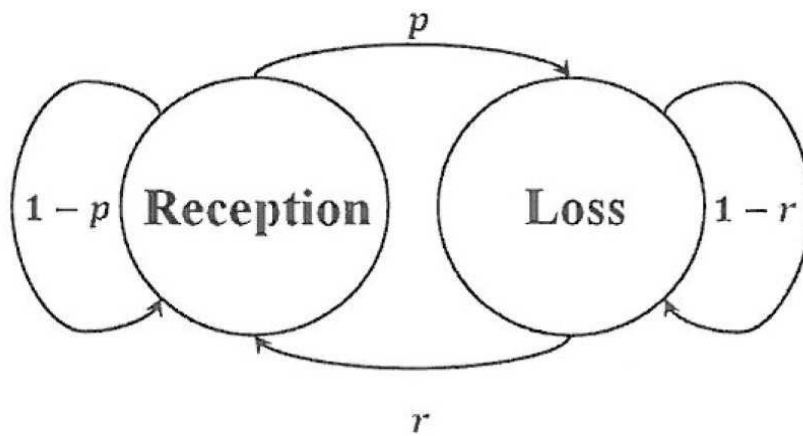
도면1



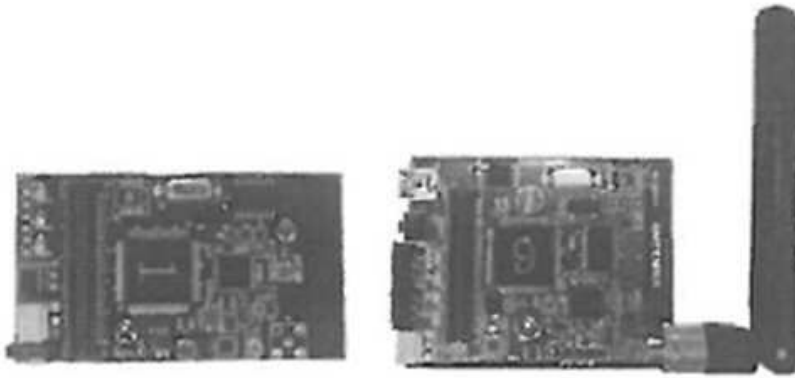
도면2



도면3



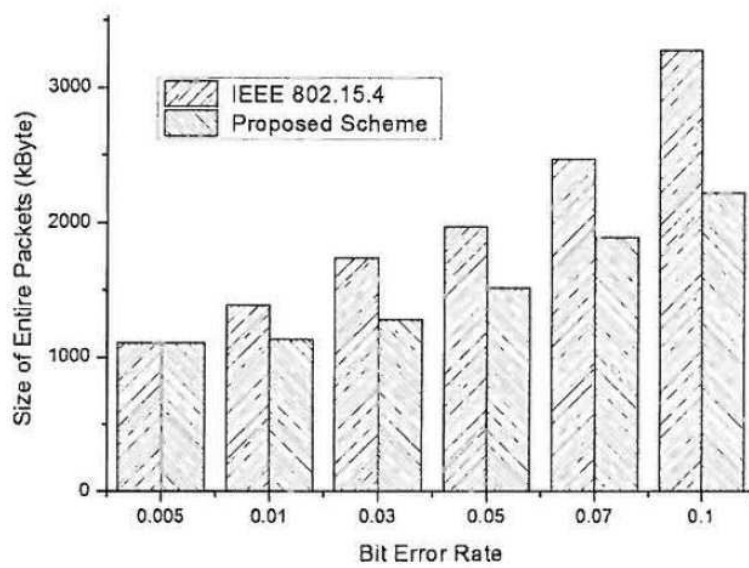
도면4



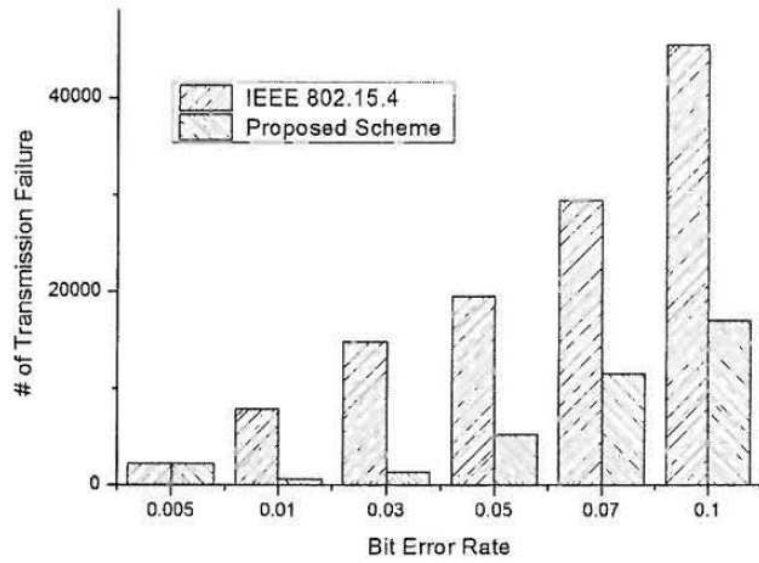
도면5



도면6



도면7



도면8

