



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0059451
(43) 공개일자 2019년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 7/00 (2006.01) H04B 10/116 (2013.01)
H04B 10/85 (2013.01)

(52) CPC특허분류
H04L 7/0075 (2013.01)
H04B 10/116 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0157070
(22) 출원일자 2017년11월23일
심사청구일자 2017년11월23일

(71) 출원인
(주)유양디엔유
경기도 화성시 팔탄면 울암길 223

(72) 발명자
김상욱
서울특별시 구로구 개봉로2길 133-15, 현대아이파크 108동 602호

김병오
경기도 수원시 권선구 수성로 47, 삼환아파트 7동 1403호
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
이철희

전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **가시광 통신에서 물리 계층 보안을 위한 동기화 방법**

(57) 요약

가시광 통신에서 물리 계층 보안을 위한 동기화 방법을 개시한다.

본 실시예의 일 측면에 의하면, 가시광 통신에서 물리 계층 보안을 위한 동기화 방법에 있어서, 프리앰블 시퀀스를 송신하는 단계를 포함하며, 상기 프리앰블 시퀀스는, 클럭 동기화를 위해 이용되는 패스트 락킹 패턴(Fast

(뒷면에 계속)

대표도 - 도5

	TDP	Topology
P1	1 1 1 1 0 1 0 1 1 0 0 1 0 0 0	Topology Independent
P2	0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 0	Peer to peer
P3	1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 1	Star
P4-1	0 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 0 1 0 1	Unrestricted Broadcast
P4-2	XXXXXXXXXXXXXXXXX (variable)	Restricted Broadcast

Locking Pattern: FLP) 및 복수 개의 VLC 토폴로지들을 구별하는데 이용되는 토폴로지 의존 패턴(Topology Dependent Pattern: TDP)의 복수의 반복들을 포함하고, 상기 VLC 토폴로지들은 제한되지 않은 브로드캐스트(unrestricted broadcast) 토폴로지 및 제한된 브로드캐스트(restricted broadcast) 토폴로지를 포함하며, 상기 제한되지 않은 브로드캐스트 토폴로지에 대한 TDP는 불특정 다수의 수신기에 알려진 미리 정해진 15비트의 패턴이며, 상기 제한된 브로드캐스트 토폴로지에 대한 TDP는 특정 그룹에 속하는 수신기들에게만 알려진 15비트의 패턴인 것을 특징으로 하는, 동기화 방법을 제공한다.

(52) CPC특허분류

H04B 10/85 (2013.01)

(72) 발명자

노승완

경기도 수원시 팔달구 권광로 373, 월드메르디앙
101동 2303호

윤상호

경기도 수원시 영통구 중부대로 448번길 28, 202동
1404호

명세서

청구범위

청구항 1

가시광 통신에서 물리 계층 보안을 위한 동기화 방법에 있어서,

프리앰블 시퀀스를 송신하는 단계를 포함하며,

상기 프리앰블 시퀀스는, 클럭 동기화를 위해 이용되는 패스트 락킹 패턴(Fast Locking Pattern: FLP) 및 복수 개의 VLC 토폴로지들을 구별하는데 이용되는 토폴로지 의존 패턴(Topology Dependent Pattern: TDP)의 복수의 반복들을 포함하고,

상기 VLC 토폴로지들은 제한되지 않은 브로드캐스트(unrestricted broadcast) 토폴로지 및 제한된 브로드캐스트(restricted broadcast) 토폴로지를 포함하며,

상기 제한되지 않은 브로드캐스트 토폴로지에 대한 TDP는 불특정 다수의 수신기에게 알려진 미리 정해진 15비트의 패턴이며,

상기 제한된 브로드캐스트 토폴로지에 대한 TDP는 특정 그룹에 속하는 수신기들에게만 알려진 15비트의 패턴인 것을 특징으로 하는, 동기화 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제한된 브로드캐스트 토폴로지에 대한 TDP는,

상기 특정 그룹에 속하는 수신기들에게만 알려진 복수의 패턴 세트에서 선택된 것임을 특징으로 하는, 동기화 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제한된 브로드캐스트 토폴로지에 대한 TDP는,

송신 시각에 따라 상이한 패턴이 사용되는 것을 특징으로 하는, 동기화 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 TDP의 반복들 중 매 짝수 번째 반복이 반전되는 것을 특징으로 하는, 동기화 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 VLC 토폴로지들은 피어-투-피어(Peer to Peer) 토폴로지, 스타(Star) 토폴로지, 및 가시성 토폴로지를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 동기화 방법.

청구항 6

가시광 통신에서 물리 계층 보안을 위한 동기화 방법에 있어서,

프리앰블 시퀀스를 송신하는 단계를 포함하며,

상기 프리앰블 시퀀스는, 클럭 동기화를 위해 이용되는 패스트 락킹 패턴(Fast Locking Pattern: FLP), 및 복수 개의 VLC 토폴로지들을 구별하는데 이용되는 토폴로지 의존 패턴(Topology Dependent Pattern: TDP)의 복수의 반복들; 및 수신이 의도된 수신기 또는 수신기들의 그룹에만 알려진 패딩 비트열을 포함하는 것을 특징으로 하

는, 동기화 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 가시광 통신(visible light communication: VLC)에 관한 것이다. 보다 구체적으로는, 가시광 통신에서 물리 계층 보안을 위한 동기화 기법들과 관련되어 있다.

배경 기술

- [0002] 이 부분에 기술된 내용은 단순히 본 실시예에 대한 배경 정보를 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것은 아니다.
- [0003] VLC 링크는 통상 방향성과 가시성으로 인해 도청이 방지(eavesdropping-proof)되는 것으로 간주되지만, 특히 공용 영역이나 다중 사용자 시나리오에서 반드시 그런 것은 아니다. 광 파이버와 같은 도파 전송 매체가 없기 때문에 VLC 채널은 브로드캐스트 특성을 가지고 있다. 이로 인해 VLC 링크는, 의도되지 않은 혹은 권한이 없는 사용자가 VLC 송신기에 의해 비춰지는 영역에 접근할 수 있으므로, 본질적으로 도청되기 쉽다. 전형적인 시나리오에는 강의실, 회의실, 도서관, 쇼핑 센터, 및 항공기와 같은 공공 장소에서 인프라스트럭처(infrastructure)와 통신하는 경우가 포함된다.
- [0004] 2011년에 발간된 IEEE 802.15.7 표준은 상위 프로토콜 수준에서 요청될 경우 MAC 하위 계층에서 수행할 보안 메커니즘을 정의한다. IEEE 802.15.7 표준의 암호화 메커니즘은 대칭 키 암호화를 기반으로 하며 상위 계층 프로세스에서 제공하는 키를 사용한다. 암호학적 프레임 보호는 2개의 피어 디바이스들간에 공유되는 키(즉, 링크 키) 또는 디바이스 그룹 간에 공유되는 키(즉, 그룹 키)를 사용한다. 프레임 암호화는 데이터, 비콘 페이로드 및 명령 페이로드에 제공된다. 이 접근법은 다음과 같은 위험을 안고 있다. 일부 MAC 헤더 필드는 암호화되지 않아 IEEE 802.11(Wi-Fi) 네트워크에 대해 이미 알려져 있는 공격을 야기할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 이러한 MAC 계층의 보안 메커니즘과 함께 혹은 대안적으로 사용할 수 있는 PHY 계층 보안 기법으로서, IEEE 802.15.7 표준에서 규정하는 PHY 프레임의 프리앰블(preamble)의 수정을 통한 개선된 동기화 방법을 제안한다.

과제의 해결 수단

- [0006] 본 실시예의 일 측면에 의하면, 가시광 통신에서 물리 계층 보안을 위한 동기화 방법에 있어서, 프리앰블 시퀀스를 송신하는 단계를 포함하며, 상기 프리앰블 시퀀스는, 클럭 동기화를 위해 이용되는 패스트 락킹 패턴(Fast Locking Pattern: FLP) 및 복수 개의 VLC 토폴로지들을 구별하는데 이용되는 토폴로지 의존 패턴(Topology Dependent Pattern: TDP)의 복수의 반복들을 포함하고, 상기 VLC 토폴로지들은 제한되지 않은 브로드캐스트(unrestricted broadcast) 토폴로지 및 제한된 브로드캐스트(restricted broadcast) 토폴로지를 포함하며, 상기 제한되지 않은 브로드캐스트 토폴로지에 대한 TDP는 불특정 다수의 수신기에게 알려진 미리 정해진 15비트의 패턴이며, 상기 제한된 브로드캐스트 토폴로지에 대한 TDP는 특정 그룹에 속하는 수신기들에게만 알려진 15비트의 패턴인 것을 특징으로 하는, 동기화 방법을 제공한다.
- [0007] 상기 동기화 방법의 실시예들은 다음의 특징들을 하나 이상 더 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 제한된 브로드캐스트 토폴로지에 대한 TDP는, 상기 특정 그룹에 속하는 수신기들에게만 알려진 복수의 패턴 세트에서 선택된다. 일부 실시예에서, 상기 제한된 브로드캐스트 토폴로지에 대한 TDP는, 송신 시각에 따라 상이한 패턴이 사용되도록 선택된다. 일부 실시예에서, 상기 TDP의 반복들 중 매 짝수 번째 반복이 반전된다. 일부 실시예에서, 상기 VLC 토폴로지들은 피어-투-피어(Peer to Peer) 토폴로지, 스타(Star) 토폴로지, 및 가시성 토폴로지를 더 포함한다.
- [0008] 본 실시예의 다른 측면에 의하면, 가시광 통신에서 물리 계층 보안을 위한 동기화 방법에 있어서, 프리앰블 시퀀스를 송신하는 단계를 포함하며, 상기 프리앰블 시퀀스는, 클럭 동기화를 위해 이용되는 패스트 락킹 패턴(Fast Locking Pattern: FLP), 및 복수 개의 VLC 토폴로지들을 구별하는데 이용되는 토폴로지 의존 패턴(Topology Dependent Pattern: TDP)의 복수의 반복들; 및 수신이 의도된 수신기 또는 수신기들의 그룹에만 알려

진 패딩 비트열을 포함하는 것을 특징으로 하는, 동기화 방법을 제공한다.

도면의 간단한 설명

- [0009] 도 1은 IEEE 802.15.7 표준에서 규정하는 MAC 계층에 의해 지원되는 토폴로지들을 나타낸 도면이다.
- 도 2는 IEEE 802.15.7 표준에서 규정한 PHY 프레임 구조를 도시한다.
- 도 3은 IEEE 802.15.7 표준에서 규정한 프리앰블의 구성을 도시한 도면이다.
- 도 4는 IEEE 802.15.7 표준에서 규정한 다양한 토폴로지들에 매핑된 TDP들을 보인다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 세분화된 브로드캐스트 토폴로지를 포함한 다양한 토폴로지들에 매핑된 TDP들을 보인다.
- 도 6은 본 발명의 일부 실시예에 따른 동기화 기법을 설명하기 위한 개념도이다.
- 도 7은 본 발명의 일부 실시예에 따른 랜덤 길이의 비트열을 패딩된 프리앰블의 구조를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 이하, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0011] 또한, 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 '포함', '구비' 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 '...부,' '모듈' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0013] IEEE 802.15.7 표준은 PHY(physical layer)와 MAC(medium-access control layer)을 다루고 있다.
- [0014] MAC 계층은 SSCS(Service-Specific Convergence Sublayer), DME(Device Management Entity) 및 PHY 계층 간의 인터페이스를 제공한다. MAC 계층은 VLC 채널 액세스를 제어하기 위한 슬롯 형 랜덤 액세스 알고리즘을 적용한다. 특히 모든 VLC 프레임은 공통 VLC 채널에 액세스하고 송신기 간의 충돌을 피하기 위해 슬롯된 충돌 방지 기간(CAP) 내에서 전송된다. IEEE 802.15.7 표준은 WPAN(Wireless Personal Area Networks)와 관련된 다양한 VLC 응용들에 대해 제안되고 있다. 도 1에 예시된 바와 같이, MAC 계층에 의해 지원되는 토폴로지는 피어-투-피어(peer-to-peer), 스타(star) 및 브로드캐스트(broadcast)이다.
- [0015] PHY 계층은 오류가 없음을 보장하면서 데이터 전송 및 수신을 담당한다. PHY 계층은 커버리지 영역에 따라 세 가지 유형(PHY I, II 및 III)으로 나뉜다. PHY I은 OOK(on-off keying) 변조 기술과 낮은 데이터 속도(최대 수백 Kbps)로 야외에서 사용하도록 설계되었다. PHY II는 OOK 및 적당한 데이터 속도 (최대 수십 Mbps)로 실내에서 사용하도록 설계되었다. PHY III는 여러 개의 광원이 있는 CSK(Color-Shift Keying)를 사용하는 응용에 권장된다.
- [0016] 다른 네트워크와 마찬가지로, PHY 계층에서 비트 스트림은 VLC 채널을 통해 전송되기 전에 인접한 프레임들로 캡슐화되며, 여기서 PHY 프레임의 페이로드는 MAC 계층의 출력(소위 PSDU(PHY service data unit))이다.
- [0017] 도 2는 IEEE 802.15.7 표준에서 규정한 PHY 프레임 구조를 도시한다.
- [0018] 도 2를 참조하면, PHY 프레임은 3개의 주요 파트, 즉, SHR(synchronization header) 블록, PHR(PHY layer header) 블록, 및 PSDU(PHY Service Data Unit) 블록으로 나뉘어진다. SHR은 광 클럭 동기화를 얻는 데 사용되는 프리앰블(preamble)로 구성된다. PHR 블록은 PHY 헤더(PHY header), HCS(Header Check Sequence), 및 선택적 필드들(optional fields)로 구성된다. PHY 헤더에는 데이터가 전송되는 방법을 알려주는 매개

변수들(예컨대, 버스트 모드, 채널 ID, PSDU 길이 등)이 들어 있다. HCS 필드는 가능한 오류를 검사하는 데 사용되며, 선택적 필드들은 다른 필드들에 대한 더 구체적인 정보에 비례한다. PHY 프레임의 페이로드는 PSDU(PHY Service Data Unit)를 포함한다. 전술한 바와 같이, PSDU는 VLC 채널을 통한 전송을 위해 MAC 계층으로부터 내려 보내지는 데이터 단위이다.

- [0019] 도 3은 IEEE 802.15.7 표준에서 규정한 프리앰블의 구성을 도시한 도면이다.
- [0020] 프리앰블은 VLC 채널로부터 수신되는 메시지와 광 클럭 동기화를 얻기 위해 수신기에 의해 사용된다. 프리앰블은 송신기에 의해 선택되고 수신기에 의해 지원되는 클럭 속도로 전송되어야 한다. 프리앰블은 OOK 변조를 사용하여 전송된다. 프리앰블은 시간 도메인 시퀀스이며 채널 코딩이나 라인 코딩이 없다.
- [0021] IEEE 802.15.7 표준에 따르면, 프리앰블 필드는 하나의 패스트 락 패턴(FLP; fast lock pattern)과 서로 다른 PHY 토폴로지를 구별하기 위한 4개의 토폴로지 종속 패턴들(TDP: topology dependent patterns) 중 선택된 하나의 TDP로 정의된다.
- [0022] 프리앰블은 적어도 64개의 교번하는 1과 0의 FLP(fast locking pattern)로 시작한다. FLP는 "1010 ..." 패턴으로 시작하도록 고정되며, 즉 '0'으로 끝난다. "1010 ..." 패턴은 최대 전환(Maximum Transition) 패턴을 나타낸다. 이러한 FLP 시퀀스는 수신기의 PLL(phase lock loop) 블록에서 클럭 동기화를 얻는 데 사용된다. FLP 길이는 최대값(16,384 비트)을 초과하지 않아야 한다.
- [0023] FLP 후에는 네 개의 TDP 중 하나가 네 번 반복되어 전송된다. TDP는 길이가 15 비트이며, TDP는 DC balance를 제공하기 위해 매 반복마다 반전된다. 도 3에 보인 바와 같이, TDP의 반복들 중 매 짝수 번째 반복이 반전된다. TDP는 새로운 프레임의 시작을 알리는 데 사용되는, 수신기에게 알려진 시퀀스이다. 수신기는 수신된 데이터와 미리 정의된 패턴이 관련되어 있는지, 그리고 그 관련이 얼마나 강한지를, TDP와의 상관(correlation)을 통해 알 수 있다. IEEE 802.15.7 표준에서는, 도 4에 보인 바와 같이, 상이한 PHY 토폴로지(MAC Topology)들을 구별하기 위해 사용된 4가지 TDP들을 규정하고 있다.
- [0025] 본 발명은 PHY 프레임에서 프리앰블을 조작함으로써 물리 계층 보안을 제공하고자 한다.
- [0026] 본 발명의 일 측면에 의하면, IEEE 802.15.7 표준에서 규정된 브로드캐스트 토폴로지는 제한되지 않은 브로드캐스트(unrestricted broadcast)와 제한된 브로드캐스트(restricted broadcast)로 세분화된다. 제한되지 않은 브로드캐스트 모드에서 송신기는, 네트워크를 구성함 없이, 커버리지 영역 내의 모든 수신기들이 수신할 수 있는 메시지를 송신한다. 통신은 단방향이며, 목적지 주소가 요구되지 않는다. 제한된 브로드캐스트 모드는 권한을 가진 특정 그룹의 수신기들만이 수신할 수 있는 메시지를 송신한다. 그러나 통신은 여전히 단방향이며, 목적지 주소가 요구되지 않는다. 제한된 브로드캐스트 모드는, 예컨대, 특정 유료 서비스에 가입한 유료 사용자들에게만 데이터를 전송하는 데 사용될 수 있다.
- [0027] 도 5은 본 발명의 일 실시예에 따른 세분화된 브로드캐스트 토폴로지를 포함한 다양한 토폴로지들에 매핑된 TDP들을 보인다.
- [0028] 제한되지 않은 브로드캐스트의 TDP 패턴(P4-1)은 IEEE 802.15.7 표준에서 규정한 브로드캐스트의 TDP 패턴(P4)와 동일하며, 불특정 다수의 수신기에게 알려져 있다. 반면, 제한된 브로드캐스트 모드의 TDP 패턴(P4-2)은, 다른 TDP 패턴(P1, P2, P3, P4-1)과 달리, 불특정 다수의 수신기에게 알려져 있지 않은 가변의 패턴이다. TDP 패턴(P4-2)은, 다른 토폴로지들의 TDP 패턴(P1, P2, P3, P4-1)과는 상이한, 복수의 TDP 패턴들의 세트 중에서 선택적으로 사용될 수 있다. TDP 패턴(P1, P2, P3, P4-1, P4-2)은 카사미(kasami) 시퀀스들의 세트를 이룰 수 있다.
- [0029] 특정 그룹에 속하는 수신기(의 애플리케이션 레이어)들은, 사전에, 송신기(의 애플리케이션 레이어 혹은 송신기를 통해 서비스를 제공하는 서비스 서버)로부터 제한된 브로드 캐스트 모드를 위해 선택된 TDP 패턴(P4-2)을 획득할 수 있다. 몇몇 실시예에서, TDP 패턴(P4-2)은 복수의 TDP 패턴 세트 중에서 메시지의 송신 시간에 따라 상이한 TDP 패턴이 선택될 수도 있다. 송신기(의 애플리케이션 레이어 혹은 송신기를 통해 서비스를 제공하는 서비스 서버)는, 사전에, 복수의 TDP 패턴 세트와 사용 시간을 매핑한 테이블을 제한된 수신기들의 그룹과 공유할 수 있다.
- [0030] 제한된 브로드 캐스트 모드를 위해 선택된 TDP 패턴(P4-2)을 알지 못하는, 권한 없는 수신기는 제한된 브로드

캐스트 모드에서 전송되는 프레임의 시작을 인식할 수 없다.

[0031] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 동기화 기법을 설명하기 위한 개념도이다. 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 랜덤 길이의 비트열을 패딩된 프리엠블의 구조를 도시한 도면이다.

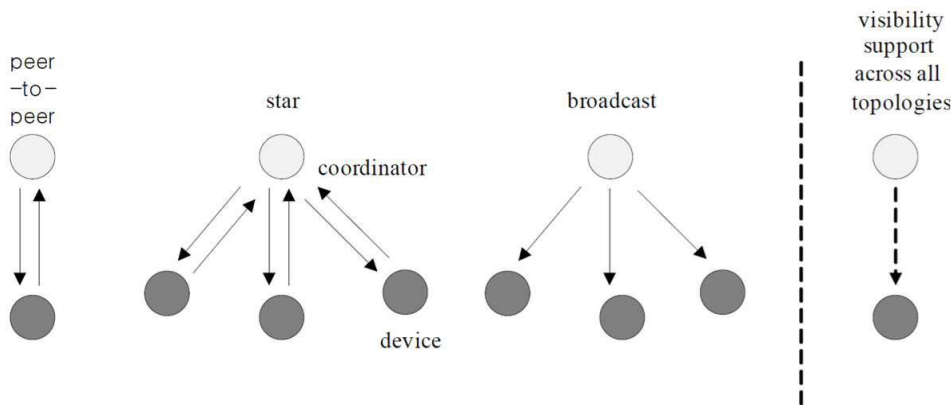
[0032] 수신이 의도된 특정 수신기 또는 수신기들의 그룹에만 알려진 패딩 비트열을 포함

[0033] 본 발명의 다른 측면에 의하면, IEEE 802.15.7 표준에서 규정한 TDP 후단에, 수신이 의도된 수신기 또는 수신기들의 그룹에만 알려진 패딩 비트열을, 패딩함으로써, 권한 없는 수신기가 프레임의 시작을 인식할 수 없게 한다. 예컨대, 수신이 의도된 수신기(들)은, 데이터(혹은 콘텐츠)를 제공하는 서비스 서버로부터, 유료 서비스 가입 등을 통해, 패딩 비트열에 관한 정보를 획득할 수 있을 것이다. 이러한 기법은 Peer to peer, Star, 및 Broadcast 토폴로지 모두에 적용될 수 있다. 수신이 의도된 수신기는 IEEE 802.15.7 표준에서 규정한 TDP를 인식한 후에, 패딩 비트열을 제거함으로써, 프레임의 시작(즉, PHY header의 시작)을 인식할 수 있다. 반면, 수신이 의도되지 않은 수신기는 IEEE 802.15.7 표준에서 규정한 TDP를 인식하더라도, 패딩된 비트열을 식별할 수 없으므로, 프레임의 시작(즉, PHY header의 시작)을 인식할 수 없다.

[0035] 이상의 설명은 본 실시예의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 실시예들은 본 실시예의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 실시예의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 실시예의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 실시예의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

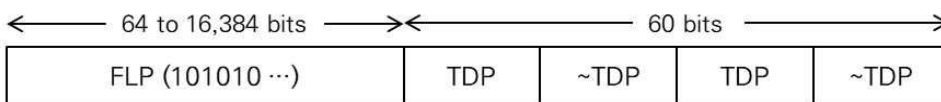
도면1



도면2

Preamble	PHY header	HCS	Optional fields	PSDU
SHR	PHR			PHY payload

도면3



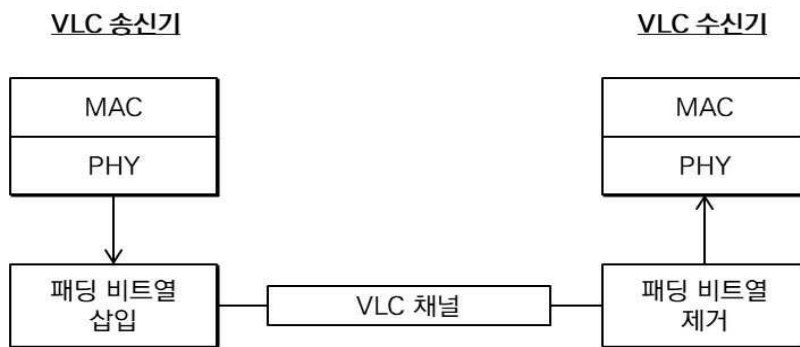
도면4

	TDP	Topology
P1	1 1 1 1 0 1 0 1 1 0 0 1 0 0 0	Topology Independent
P2	0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 0	Peer to peer
P3	1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 1	Star
P4	0 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 0 1 0 1	Broadcast

도면5

	TDP	Topology
P1	1 1 1 1 0 1 0 1 1 0 0 1 0 0 0	Topology Independent
P2	0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 0	Peer to peer
P3	1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 1	Star
P4-1	0 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 0 1 0 1	Unrestricted Broadcast
P4-2	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX (variable)	Restricted Broadcast

도면6



도면7

