



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0124631
(43) 공개일자 2009년12월03일

(51) Int. Cl.

H04L 12/28 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0050951

(22) 출원일자 2008년05월30일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

주식회사 케이티

경기 성남시 분당구 정자동 206

연세대학교 산학협력단

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

(72) 발명자

박창식

서울특별시 구로구 오류2동 금강수목원아파트 11
9동 205호

정학진

서울특별시 강남구 청담동 삼익아파트 2동 806호
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 신성

전체 청구항 수 : 총 14 항

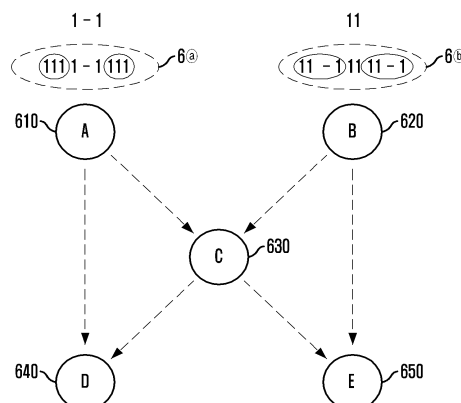
(54) 물리계층 네트워크 코딩 기법에서 전송지연을 보상하여 데이터를 전송하는 방법 및 그를 위한 무선 멀티 홉 네트워크

(57) 요약

본 발명은 물리계층 네트워크 코딩 기법에서 전송지연을 보상하여 데이터를 전송하는 방법 및 그를 위한 무선 멀티 홉 네트워크에 관한 것으로, 전송하려는 원 데이터에 추가비트를 부가하여 전송지연으로 인한 손상을 보상함으로써, 무선 멀티 홉 네트워크를 구성하는 노드로부터 전송된 데이터 간에 전송지연이 발생하는 경우, 물리계층 네트워크 코딩한 데이터에서 필요한 데이터를 복호화할 수 있도록 하기 위한, 물리계층 네트워크 코딩 기법에서 전송지연을 보상하여 데이터를 전송하는 방법 및 그를 위한 무선 멀티 홉 네트워크를 제공하고자 한다.

이를 위하여, 본 발명은 데이터 전송 방법에 있어서, 제1 전송노드가 제1 원 데이터의 앞뒤에 제1 추가비트를 부가하여 전송하고, 제2 전송노드가 제2 원 데이터의 앞뒤에 제2 추가비트를 부가하여 전송하는 단계; 중계노드가 상기 제1 전송노드 및 상기 제2 전송노드의 데이터간에 적어도 한 비트가 전송지연된 후의 중첩 데이터에서 미손상 부분에 대해 물리계층 네트워크 코딩 기법을 수행한 부호화 데이터를 중계하는 단계; 및 제1 종단노드가 상기 제1 원 데이터 및 상기 부호화 데이터의 최상위 및 최하위 비트를 기준으로 배타적 논리합 연산을 수행하여, 상기 제2 추가비트 및 상기 제2 원 데이터를 복호화하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도6a



(72) 발명자

김영용

서울특별시 서초구 서초동 삼풍아파트 5동 407호

곽용수

서울특별시 마포구 동교동 147-39번지 401호

김태성

서울특별시 서대문구 홍은3동 394-18번지 201호

서난솔

인천광역시 서구 원당동 KAL아파트 102동 904호

특허청구의 범위

청구항 1

데이터 전송 방법에 있어서,

제1 전송노드가 제1 원 데이터의 앞뒤에 제1 추가비트를 부가하여 전송하고, 제2 전송노드가 제2 원 데이터의 앞뒤에 제2 추가비트를 부가하여 전송하는 단계;

중계노드가 상기 제1 전송노드 및 상기 제2 전송노드의 데이터간에 적어도 한 비트가 전송지연된 후의 중첩 데이터에서 미손상 부분에 대해 물리계층 네트워크 코딩 기법을 수행한 부호화 데이터를 중계하는 단계; 및

제1 종단노드가 상기 제1 원 데이터 및 상기 부호화 데이터의 최상위 및 최하위 비트를 기준으로 배타적 논리합 연산을 수행하여, 상기 제2 추가비트 및 상기 제2 원 데이터를 복호화하는 단계

를 포함하는 물리계층 네트워크 코딩 기법에서 전송지연을 보상하여 데이터를 전송하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제2 종단노드가 상기 제2 원 데이터 및 상기 부호화 데이터의 최상위 및 최하위 비트를 배타적 논리합 연산을 수행하여, 상기 제1 추가비트 및 상기 제1 원 데이터를 복호화하는 단계를 더 포함하는 물리계층 네트워크 코딩 기법에서 전송지연을 보상하여 데이터를 전송하는 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제1 추가비트 및 상기 제2 추가비트는,

구성하고 있는 전체 비트에서 한 비트 외에 나머지 비트가 동일하게 설정되는 것을 특징으로 하는 물리계층 네트워크 코딩 기법에서 전송지연을 보상하여 데이터를 전송하는 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제1 추가비트 및 상기 제2 추가비트는,

임의의 N 비트 전송지연을 보상하기 위해 N+1 비트로 설정되는 것을 특징으로 하는 물리계층 네트워크 코딩 기법에서 전송지연을 보상하여 데이터를 전송하는 방법.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 부호화 데이터를 중계하는 단계는,

상기 '중첩 데이터에서 미손상 부분'의 해당 비트가 '0'인 경우에 '1'로, 해당 비트가 '2' 또는 '-2'인 경우에 '-1'로 부호화됨으로써, 상기 물리계층 네트워크 코딩 기법이 수행되는 것을 특징으로 하는 물리계층 네트워크 코딩 기법에서 전송지연을 보상하여 데이터를 전송하는 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 부호화 데이터를 중계하는 단계에서는,

'중첩 데이터에서 손상 부분'의 해당 비트를 버린 후 상기 물리계층 네트워크 코딩 기법을 수행하는 것을 특징으로 하는 물리계층 네트워크 코딩 기법에서 전송지연을 보상하여 데이터를 전송하는 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 복호화하는 단계에서는,

'상기 제1 원 데이터 및 상기 부호화 데이터의 최상위 비트를 기준으로 배타적 논리합 연산을 수행한 결과의 끝 부분이 상기 제2 추가비트와 동일한지에 대한 비교결과' 및 '상기 제1 원 데이터 및 상기 부호화 데이터의 최하위 비트를 기준으로 배타적 논리합 연산을 수행한 결과의 첫 부분이 상기 제2 추가비트와 동일한지에 대한 비교결과'에 따라, 상기 제2 원 데이터를 복호화하는 것을 특징으로 하는 물리계층 네트워크 코딩 기법에서 전송지연을 보상하여 데이터를 전송하는 방법.

청구항 8

무선 멀티 홉 네트워크에서,

제1 원 데이터의 앞뒤에 제1 추가비트를 부가하여 전송하기 위한 제1 전송노드;

제2 원 데이터의 앞뒤에 제2 추가비트가 부가하여 전송하기 위한 제2 전송노드;

상기 제1 전송노드 및 상기 제2 전송노드의 데이터간에 적어도 한 비트가 전송지연된 후의 중첩 데이터에서 미손상 부분에 대해 물리계층 네트워크 코딩 기법을 수행한 부호화 데이터를 중계하기 위한 중계노드; 및

상기 제1 원 데이터 및 상기 부호화 데이터의 최상위 및 최하위 비트를 기준으로 배타적 논리합 연산을 수행하여, 상기 제2 추가비트 및 상기 제2 원 데이터를 복호화하기 위한 제1 종단노드

를 포함하는 물리계층 네트워크 코딩 기법에서 전송지연을 보상하여 데이터를 전송하기 위한 무선 멀티 홉 네트워크.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제2 원 데이터 및 상기 부호화 데이터의 최상위 및 최하위 비트를 배타적 논리합 연산을 수행하여, 상기 제1 추가비트 및 상기 제1 원 데이터를 복호화하기 위한 제2 종단노드를 더 포함하는 물리계층 네트워크 코딩 기법에서 전송지연을 보상하여 데이터를 전송하기 위한 무선 멀티 홉 네트워크.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제1 추가비트 및 상기 제2 추가비트는,

구성하고 있는 전체 비트에서 한 비트 외에 나머지 비트가 동일하게 설정되는 것을 특징으로 하는 물리계층 네트워크 코딩 기법에서 전송지연을 보상하여 데이터를 전송하기 위한 무선 멀티 홉 네트워크.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제1 추가비트 및 상기 제2 추가비트는,

임의의 N 비트 전송지연을 보상하기 위해 N+1 비트로 설정되는 것을 특징으로 하는 물리계층 네트워크 코딩 기법에서 전송지연을 보상하여 데이터를 전송하기 위한 무선 멀티 홉 네트워크.

청구항 12

제 8 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 중계노드는,

상기 '중첩 데이터에서 미손상 부분'의 해당 비트가 '0'인 경우에 '1'로, 해당 비트가 '2' 또는 '-2'인 경우에 '-1'로 부호화함으로써, 상기 물리계층 네트워크 코딩 기법을 수행하는 것을 특징으로 하는 물리계층 네트워크 코딩 기법에서 전송지연을 보상하여 데이터를 전송하기 위한 무선 멀티 홉 네트워크.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 중계노드는,

'중첩 데이터에서 손상 부분'의 해당 비트를 버린 후 상기 물리계층 네트워크 코딩 기법을 수행하는 것을 특징으로 하는 물리계층 네트워크 코딩 기법에서 전송지연을 보상하여 데이터를 전송하기 위한 무선 멀티 홉 네트워크.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 종단노드는,

'상기 제1 원 데이터 및 상기 부호화 데이터의 최상위 비트를 기준으로 배타적 논리합 연산을 수행한 결과의 끝 부분이 상기 제2 추가비트와 동일한지에 대한 비교결과' 및 '상기 제1 원 데이터 및 상기 부호화 데이터의 최하위 비트를 기준으로 배타적 논리합 연산을 수행한 결과의 첫 부분이 상기 제2 추가비트와 동일한지에 대한 비교결과'에 따라, 상기 제2 원 데이터를 복호화하는 것을 특징으로 하는 물리계층 네트워크 코딩 기법에서 전송지연을 보상하여 데이터를 전송하기 위한 무선 멀티 홉 네트워크.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 물리계층 네트워크 코딩 기법에서 전송지연을 보상하여 데이터를 전송하는 방법 및 그를 위한 무선 멀티 홉 네트워크에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 전송하려는 원 데이터에 추가비트를 부가하여 전송지연으로 인한 손상을 보상함으로써, 무선 멀티 홉 네트워크를 구성하는 노드로부터 전송된 데이터 간에 전송지연이 발생하는 경우, 물리계층 네트워크 코딩한 데이터에서 필요한 데이터를 복호화할 수 있도록 하기 위한, 물리계층 네트워크 코딩 기법에서 전송지연을 보상하여 데이터를 전송하는 방법 및 그를 위한 무선 멀티 홉 네트워크에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 최근 들어, 무선 멀티 홉 네트워크에서 네트워크 코딩(network coding)은 효율적인 멀티캐스트 전송기법으로 각광받고 있다.
- <3> 네트워크 코딩은 통신 네트워크의 병목현상을 막는다는 개념으로 시작되었으며, 메시지의 교차점에서 단지 메시지를 중계만 하는 라우터를 네트워크 코더(coder)로 대체함으로써 메시지 자체를 전송하는 대신 교차점의 입력 메시지에 관한 정보를 전송하는 방법을 말한다. 이때, 종단 수신기(destination)에서는 정보를 수집해 모인 단서를 통해 본래의 메시지를 추론한다.
- <4> 도 1a 및 도 1b는 노드 3개가 일렬로 배치된 무선 멀티 홉 네트워크에 대한 일실시에 예시도이다.
- <5> 도 1a 및 도 1b에 도시된 바와 같이, 노드 3개(노드A, 노드B, 노드C)가 일렬로 배치된 무선 멀티 홉 네트워크에서, 노드A 및 노드C가 노드B를 통해 데이터를 교환하는 상황을 가정하여 설명한다. 즉, 노드B는 중계노드(relay node)로서, 노드A 및 노드C간에 데이터 중계 기능을 수행한다.
- <6> 도 1a에서는 노드B가 일반적인 중계기능을 수행하는 경우를 나타낸다.
- <7> 도 1a에 도시된 바와 같이, 일측에서 노드A가 데이터 a를 노드B로 전송하면(노드A→노드B), 노드B는 데이터 a를 노드C로 중계한다(노드B→노드C). 이후, 타측에서 노드C가 데이터 b를 노드B로 전송하면(노드C→노드B), 노드B는 데이터 c를 노드A로 중계한다(노드B→노드C). 이처럼 노드B가 노드A 및 C간에 중계노드 기능을 수행하는 경우에는 데이터 전송 과정이 모두 4차례에 걸쳐 이루어지는 것을 알 수 있다.
- <8> 도 1b에서는 노드B가 네트워크 코딩을 통한 중계기능을 수행하는 경우를 나타낸다.

- <9> 도 1b에 도시된 바와 같이, 노드A는 데이터 a를 노드B로 전송하고(노드A→노드B), 노드C는 데이터 c를 노드B로 전송한다(노드C→노드A). 그러면, 데이터 a 및 c를 수신받은 노드B는 데이터 a 및 c를 코딩하여 노드A 및 C로 전송한다. 즉, 노드B는 데이터 a 및 c에 대한 배타적 논리합(XOR) 연산을 수행한 결과 즉 $a \oplus c$ 를 노드A 및 C로 각각 전송한다. 이 경우에는 데이터 전송 과정이 모두 3차레에 걸쳐 이루어지는 것을 알 수 있다.
- <10> 이후, 노드A 및 C는 타측(노드B)으로부터 전송된 데이터를 각각 추론한다. 즉, 노드A에서는 노드C의 데이터 c를 추론하기 위해, '자신의 데이터 a'와 '노드B로부터 전송된 $a \oplus c$ '에 대한 배타적 논리합 연산을 수행하여 노드C의 데이터 c를 추론한다(즉, $a \oplus (a \oplus c) = c$). 마찬가지로, 노드C에서도 노드A의 데이터 a를 배타적 논리합 연산을 수행하여 추론한다(즉, $(a \oplus c) \oplus c = a$).
- <11> 이와 같은 네트워크 코딩은 네트워크 계층(network layer) 또는 물리계층(physical layer)에서 이루어질 수 있다.
- <12> '네트워크 계층 네트워크 코딩'을 통한 데이터 전송시, 노드B는 노드A로부터 전송된 데이터를 저장한 상태에서 노드C로부터 데이터가 전송되면, 두 데이터에 대한 배타적 논리합 연산을 수행한 결과를 노드A 및 C로 각각 전송하게 된다. 따라서, 노드B는 노드A 및 C로부터 동시에 데이터를 전송받을 수 없는 단점이 있다. 이 경우에는 데이터 전송 과정이 모두 3차레에 걸쳐 이루어지는 것을 알 수 있다.
- <13> 반면, '물리계층 네트워크 코딩'을 통한 데이터 전송시, 노드B는 노드A 및 C로부터 동시에 데이터를 전송받은 후, 두 데이터에 대한 배타적 논리합 연산을 수행한 결과를 노드A 및 C로 각각 전송하게 된다. 따라서, 이 경우에는 데이터 전송 과정이 모두 2차레에 걸쳐 이루어지는 것을 알 수 있다.
- <14> 그러므로, 물리계층 네트워크 코딩을 통한 데이터 전송시에는, 네트워크 계층 네트워크 코딩을 통한 데이터 전송시보다 전송횟수가 2/3로 줄어드는 장점이 있고, 일반 데이터 전송시보다 1/2로 줄어드는 장점이 있다.
- <15> 그런데, 물리계층 네트워크 코딩을 통한 데이터 전송시에는, 중계노드(relay node)(즉, 도 1b에서 노드B)로 입력되는 신호들간의 정확한 동기가 필수적으로 맞아야 한다. 즉, 주파수와 시간과 같이 제한된 자원을 효율적으로 사용해야 하는 무선환경에서, 물리계층 네트워크 코딩을 통한 데이터 전송방식은, 전술한 바와 같이 전송횟수의 이득이 있으나 중계노드로 입력되는 신호들간의 동기화에 대한 문제가 있다.
- <16> 즉, 무선 멀티 홉 네트워크에서 물리계층 네트워크 코딩 기법을 적용하기 위해서는, 중계노드로 들어오는 입력 신호들이 전송지연 없이 동시에 전송되어야 한다. 하지만, 중계노드에서 입력신호들의 전송지연이 발생하면, 수신단에서는 중계노드로부터 전송된 물리계층 네트워크 코딩된 신호를 복호화할 수 없다.
- <17> 따라서, 종래에는 물리계층 네트워크 코딩을 적용하기 위해, 중계노드로 입력되는 신호들간의 동기가 정확히 맞는다는 가정하에서 적용하였다.
- <18> 비록 실제 세계에서 네트워크단에 의해 중계노드로 입력되는 신호들간의 동기를 맞추는 과정이 이루어졌다 하더라도, 입력신호들간에는 채널환경, 중계노드의 이동 등으로 인해 전송지연 차이가 발생하여 수신단에서 신호를 복호화하기 어려웠다.
- <19> 따라서, 물리계층 네트워크 코딩을 적용하기 위해서는, 중계노드의 입력신호들간에 전송지연 차이가 발생하더라도 수신단에서 물리계층 네트워크 코딩된 신호를 복호화할 수 있는 전송기법이 더욱 절실히 요구된다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <20> 따라서 상기와 같은 종래 기술은 무선 멀티 홉 네트워크를 구성하는 노드로부터 전송된 데이터 간에 전송지연이 발생하여 데이터가 손상됨에 따라 물리계층 네트워크 코딩된 데이터에서 필요한 데이터를 복호화할 수 없는 문제점이 있으며, 이러한 문제점을 해결하고자 하는 것이 본 발명의 과제이다.
- <21> 따라서 본 발명은 전송하려는 원 데이터에 추가비트를 부가하여 전송지연으로 인한 손상을 보상함으로써, 무선 멀티 홉 네트워크를 구성하는 노드로부터 전송된 데이터 간에 전송지연이 발생하는 경우, 물리계층 네트워크 코딩된 데이터에서 필요한 데이터를 복호화할 수 있도록 하기 위한, 물리계층 네트워크 코딩 기법에서 전송지연을 보상하여 데이터를 전송하는 방법 및 그를 위한 무선 멀티 홉 네트워크를 제공하는데 그 목적이 있다.

<22> 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있으며, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 알게 될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타낸 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제 해결수단

<23> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 데이터 전송 방법에 있어서, 제1 전송노드가 제1 원 데이터의 앞뒤에 제1 추가비트를 부가하여 전송하고, 제2 전송노드가 제2 원 데이터의 앞뒤에 제2 추가비트를 부가하여 전송하는 단계; 중계노드가 상기 제1 전송노드 및 상기 제2 전송노드의 데이터간에 적어도 한 비트가 전송 지연된 후의 중첩 데이터에서 미손상 부분에 대해 물리계층 네트워크 코딩 기법을 수행한 부호화 데이터를 중계하는 단계; 및 제1 종단노드가 상기 제1 원 데이터 및 상기 부호화 데이터의 최상위 및 최하위 비트를 기준으로 배타적 논리합 연산을 수행하여, 상기 제2 추가비트 및 상기 제2 원 데이터를 복호화하는 단계를 포함한다.

<24> 또한, 본 발명은 무선 멀티 홉 네트워크에서, 제1 원 데이터의 앞뒤에 제1 추가비트를 부가하여 전송하기 위한 제1 전송노드; 제2 원 데이터의 앞뒤에 제2 추가비트가 부가하여 전송하기 위한 제2 전송노드; 상기 제1 전송노드 및 상기 제2 전송노드의 데이터간에 적어도 한 비트가 전송 지연된 후의 중첩 데이터에서 미손상 부분에 대해 물리계층 네트워크 코딩 기법을 수행한 부호화 데이터를 중계하기 위한 중계노드; 및 상기 제1 원 데이터 및 상기 부호화 데이터의 최상위 및 최하위 비트를 기준으로 배타적 논리합 연산을 수행하여, 상기 제2 추가비트 및 상기 제2 원 데이터를 복호화하기 위한 제1 종단노드를 포함한다.

효과

<25> 상기와 같은 본 발명은, 노드간의 거리와 채널 상황에 따라 전송 지연이 발생한 데이터간에 물리계층 네트워크 코딩 기법을 적용하여 데이터를 전송할 수 있는 효과가 있다.

<26> 또한, 본 발명은 물리계층 네트워크 코딩 기법을 적용하여 데이터를 전송함으로써, 무선 멀티 홉 네트워크에서 데이터 전송속도를 높일 수 있는 효과가 있다.

<27> 또한, 본 발명은 무선 멀티 홉 네트워크에서 데이터간 전송 지연이 발생하더라도 물리계층 네트워크 코딩 기법을 적용할 수 있음으로써, 물리계층 네트워크 코딩 기법의 활용도를 향상할 수 있는 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<28> 상술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 후술되어 있는 상세한 설명을 통하여 보다 명확해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

<29>

<30> 도 2는 본 발명에 따른 전송 지연이 없는 무선 멀티 홉 네트워크에 대한 일 실시예 예시도이다.

<31> 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 전송 지연이 없는 무선 멀티 홉 네트워크에는 노드A(210), 노드B(220), 노드C(230), 노드D(240), 노드E(250)가 포함된다.

<32> 본 발명에서는 각 노드들(210 내지 250)이 BPSK(Binary Phase Shift Keying)로 신호를 변조하여 동일 채널을 통해 전송하는 것으로 가정한다.

<33> 특히, 노드C(230)에서는 노드A(210)로부터 전송된 데이터 "1-11"와 노드B(220)로부터 전송된 데이터 "-111"를 노드D(240) 및 노드E(250)로 중계하는 경우에, 물리계층 네트워크 코딩을 적용하여 데이터를 전송한다.

<34> 도 2에서는 노드C(230)에서 물리계층 네트워크 코딩을 적용하기 위해, 노드A(210) 및 노드B(220)로부터 동시에 데이터(즉, 전송 지연이 없는 데이터)가 전송된 경우를 나타낸다.

<35> 여기서, 노드A(210)의 데이터 "1-11"은 노드C(230) 및 노드D(240)로 동시에 전송되며(2㉔), 노드B(220)의 데이터 "-111"은 노드C(230) 및 노드E(250)로 동시에 전송된다(2㉕). 이는 각 노드에서 브로드캐스트(broadcast) 방식으로 데이터를 전송하기 때문이다.

<36> 노드C(230)에는 노드A(210)로부터 전송된 데이터 "1-11" 및 노드B(220)로부터 전송된 데이터 "-111"에서 각 자리의 값이 합쳐진 상태의 데이터 "002"가 전송된다(2㉔). 이는 무선채널 환경에서 노드A(210) 및 노드B(220)로부터 전송된 데이터가 서로 중첩하여 합쳐지기 때문이다.

<37> 이때, 노드C(230)에서는 데이터 "002"를 하기 [표 1]과 같이 물리계층 네트워크 코딩 기법으로 부호화한다. 즉, 노드C(230)에서는 상기와 같이 합쳐진 상태의 데이터 "002"에서 각 자리의 해당 비트를 부호화하여 데이터 "11-1"로 나타낸다(즉, 0→1, 2→-1로 부호화됨)(2㉕).

표 1

<38>

물리계층 네트워크 코딩 부호화 기법	
비트	부호화
비트>1	-1
$-1 \leq \text{비트} \leq 1$	1
비트<-1	-1

<39> 결과적으로, '노드A(210)로부터 전송된 데이터' 및 '노드B(220)로부터 전송된 데이터'가 합쳐진 상태에서 상기 [표 1]에 따라 부호화하는 과정은, 노드C(230)가 '노드A(210)로부터 전송된 데이터' 및 '노드B(220)로부터 전송된 데이터' 간에 배타적 논리합 연산을 수행하는 과정이라 할 수 있다(하기 [표 2] 참조).

표 2

a	b	a+b	a+b의 부호화	$a \oplus b$
1	1	2	-1	-1
1	-1	0	1	1
-1	1	0	1	1
-1	-1	-2	-1	-1

<40>

<41> 그리고, 노드C(230)에서는 상기와 같이 부호화한 데이터 "11-1"를 노드D(240) 및 노드E(250)로 동시에 전송한다.

<42> 한편, 노드D(240)에서는 노드A(210)로부터 전송된 데이터 "1-11"와 노드C(230)로부터 전송된 데이터 "11-1" 간에 배타적 논리합 연산을 수행하여, 노드B(220)로부터 전송받아야 하는 데이터 "-111"를 추출할 수 있다(2㉖).

<43> 여기서, 본 발명의 배타적 논리합 연산에서는, 두 데이터 간에 해당 자리의 비트 비교결과 동일하면 "-1", 다르면 "1"이 된다. 따라서, 노드A(210)로부터 전송된 데이터의 첫 비트(1)와 노드C(230)로부터 전송된 데이터의 첫 비트("1")가 서로 동일하므로 "-1"이 되고, 노드A(210)로부터 전송된 데이터의 두번째 비트("-1"), 세번째 비트("1")와 노드C(230)로부터 전송된 데이터의 두번째 비트("1"), 세번째 비트("-1")가 서로 다르므로 각각 "1"이 되므로, 결과적으로 "-111"이 된다.

<44> 마찬가지로, 노드E(250)에서도 노드B(220)로부터 전송된 데이터 "11-1"와 노드C(230)로부터 전송된 데이터 "11-1" 간에 배타적 논리합 연산을 수행하여, 노드A(210)로부터 전송받아야 하는 데이터 "1-11"를 추출할 수 있다(2㉗).

<45> 따라서, 2번의 전송횟수에 따라 노드A(210) 및 노드B(220)는 각각의 데이터를 노드D(240) 및 노드E(250)로 전송할 수 있다. 하지만, 도 2의 경우에는 노드C(230)가 노드A(210) 및 노드B(220)로부터 동시에 데이터를 전송받아야 한다. 이와 같이, 노드A(210)-노드C(230), 노드B(220)-노드C(230) 간 데이터 통신에서는, 물리계층 네트워크 코딩을 적용하기 위해 전송지연이 발생하지 않아야 한다.

<46> 하지만, 노드A(210)-노드C(230), 노드B(220)-노드C(230) 간 데이터 통신에서는, 실제로 무선채널 환경에서 전송지연이 발생하면 노드C(230)에 전송되는 데이터가 손상되기 때문에 물리계층 네트워크 코딩을 적용하기 어렵다. 이에 따라, 본 발명에서는 물리계층 네트워크 코딩을 적용하기 위해, 노드A(210) 및 노드B(220)에서 전송하려는 데이터 앞뒤에 소정의 비트를 추가하여 전송지연을 보상한다.

<47> 도 3a 및 도 3b는 추가비트를 통한 전송지연에 대한 보상을 나타낸 설명도이다.

<48> 도 3a에 도시된 바와 같이, 중계노드에서는 전송노드로부터 전송된 각 데이터간에 전송지연이 발생된 경우에 추

가비트를 적용하지 않으면, 일부 데이터가 손상된 상태(즉, 해당 데이터 간 동기가 정확하게 일치하지 않기 때문에 데이터간에 배타적 논리합 연산을 적용할 수 없는 상태)로 인해 물리계층 네트워크 코딩 기법을 적용할 수 없다.

- <49> 반면, 도 3b에 도시된 바와 같이, 중계노드에서는 전송노드로부터 전송된 각 데이터간에 전송지연이 발생된 경우에 추가비트를 적용하면, 일부 데이터가 손상되는 상태를 미리 방지하여 전송지연이 발생된 경우라도 해당 데이터를 정확하게 복구할 수 있다(후술할 도 6a 내지 도 6e 참조).
- <50> 도 3c는 데이터에 추가비트가 적용된 경우를 나타낸 설명도이다.
- <51> 도 3c에 도시된 바와 같이, 본 발명에서는 임의의 N 비트의 전송지연을 보상할 수 있다. 이때, 전송노드에서는 'N 비트'의 전송지연을 보상하기 위해 전송하려는 데이터 'D 비트'의 앞뒤에 'N+1 비트'의 추가비트를 부가한다. 이에 따라, 전송노드에서 전송하려는 데이터의 전체 길이는 'D 비트'에서 'D+2(N+1) 비트'로 늘어나게 된다.
- <52> 도 4a 내지 도 4d는 본 발명에 따른 1 비트 전송지연을 보상하는 과정에 대한 설명도이고, 도 5a 내지 도 5c는 본 발명에 따른 2 비트 전송지연을 보상하는 과정에 대한 설명도이다.
- <53> 도 2와 같이 전송노드를 노드A 및 B, 중계노드를 노드C, 종단노드를 노드D 및 E라 하며, 노드D는 노드A 및 C로부터 데이터를 수신받고, 노드E는 노드B 및 C로부터 데이터를 수신받는 경우를 가정하여 설명하기로 한다.
- <54> 먼저, 도 4a 내지 도 4d를 참조하여 본 발명에 따른 1 비트 전송지연을 보상하는 과정에 대해 설명하기로 한다.
- <55> 도 4a에 도시된 바와 같이, 전송노드인 노드A 및 B에서는 1 비트 전송지연을 보상하기 위해 2 비트의 추가비트를 데이터 앞뒤에 부가한다. 즉, 노드A에서는 추가비트 'A1, A2'를 데이터의 앞뒤에 부가하고, 노드B에서는 추가비트 'B1, B2'를 데이터의 앞뒤에 부가한다.
- <56> 이후, 도 4b에 도시된 바와 같이, 중계노드인 노드C는 노드A 및 B의 데이터간에 1비트 전송지연이 발생하더라도 물리계층 네트워크 코딩 기법을 수행해서 나온 결과(4㉔)를 종단노드인 노드D 및 E로 전송한다.
- <57> 그런 다음, 도 4c 및 도 4d에 도시된 바와 같이, 종단노드인 노드D에서는 '노드A의 데이터'와 '노드C로부터 전송된 배타적 논리합 연산의 수행결과'를 이용하여 노드B의 데이터를 복원한다.
- <58> 이는 노드D에서 배타적 논리합 연산의 특성인 " $(A \oplus B) \oplus A = B$ "를 이용하여, '노드A 및 B의 두 데이터의 배타적 논리합 연산 결과(즉, 노드C로부터 전송된 데이터)'와 '노드A의 데이터'를 다시 배타적 논리합 연산하여 '노드B의 데이터'를 복원한 결과이다.
- <59> 다만, 노드D에서는 노드A 및 노드B의 데이터간에 전송지연이 어떤 상태로 발생되었는지를 알 수 없기 때문에, 노드C로 노드A 및 B의 데이터가 전송되는 순서에 따라 발생할 수 있는 전송지연의 경우를 모두 고려하여, '노드C로부터 전송된 데이터' 및 '노드A의 데이터' 간에 배타적 논리합 연산을 수행한다.
- <60> 즉, 노드D에서는 노드A의 데이터가 노드B의 데이터보다 먼저 전송된 경우를 고려하여, '노드C로부터 전송된 데이터' 및 '노드A의 데이터'를 마지막 비트를 기준으로 정렬한 후 배타적 논리합 연산을 수행한다(도 4c 참조). 또한, 노드D에서는 노드A의 데이터가 노드B의 데이터보다 나중에 전송된 경우를 고려하여, '노드C로부터 전송된 데이터' 및 '노드A의 데이터'를 첫번째 비트를 기준으로 정렬한 후 배타적 논리합 연산을 수행한다(도 4d 참조).
- <61> 그런데, 본 발명에서는 도 4b에 도시된 바와 같이 노드A의 데이터가 노드B의 데이터보다 먼저 전송된 경우를 가정하여 설명하고 있으므로, 노드D에서 도 4c에 도시된 바와 같은 배타적 논리합 연산의 수행결과를 통해 노드B의 데이터가 복원되는 것이 바람직하다. 즉, 도 4c와 같이 노드D에서는 노드B의 추가비트(4㉕) 및 데이터(4㉔)를 복원할 수 있다.
- <62> 따라서, 본 발명에서는 노드D에서 도 4d에 도시된 바와 같은 배타적 논리합 연산의 수행결과를 통해 노드B의 추가비트 및 데이터가 복원되는 것이 부적절하며, 이를 위해 추가비트 부분(4㉕)이 하기 [수학식 1]을 만족해야 한다.
- <63> 이때, 하기 [수학식 1]을 만족하는 추가비트의 경우를 하기 [표 3]과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 1

$$A2 \oplus B1 \oplus A1 \neq B2$$

<64>

표 3

A2	B1	A1	$A2 \oplus B1 \oplus A1$	B2
1	1	1	1	-1
		-1	-1	1
	-1	1	-1	1
		-1	1	-1
-1	1	1	-1	1
		-1	1	-1
	-1	1	1	-1
		-1	-1	1

<65>

<66> 상기 [표 3]에 나타난 바와 같이, 추가비트는 상기 [수학식 1]에서 좌변의 세 비트(A2, B1, A1) 중 임의의 두 비트는 같고, 서로 같은 두 비트를 제외한 나머지 한 비트와 우변의 B2가 다른 특성을 만족해야 한다.

<67> 이는 추가비트 {A1, A2, B1, B2}에서 세 비트는 동일한 값을 갖고, 나머지 한 비트는 다른 값을 갖도록 추가비트를 설정해야 함을 의미하며, 상기 [표 3]과 같이 총 8가지의 추가비트 중 어느 하나로 추가비트를 설정하도록 한다.

<68> 이를 통해, 노드D에서는 노드A 및 B 데이터간에 발생된 전송지연을 상쇄시킨 결과에서, 추가비트를 비교함으로써 '노드B의 데이터'를 추출할 수 있다.

<69> 한편, 종단노드인 노드E에서도 전술한 바와 같이 '노드B의 데이터' 및 '노드C로부터 전송된 데이터'간에 전송지연을 고려한 배타적 논리합 연산을 수행하여 노드A의 데이터를 복원할 수 있다.

<70> 다음으로, 도 5a 내지 도 5c를 참조하여 본 발명에 따른 1 비트 전송지연을 확장하여 2 비트까지의 전송지연을 보상하는 과정에 대해 설명하기로 한다.

<71> 도 5a에 도시된 바와 같이, 2비트까지의 전송지연을 보상하기 위해 노드A 및 B에서는 3비트의 추가비트(즉, 노드A의 경우 'A1, A2, A3', 노드B의 경우 'B1, B2, B3')를 데이터 앞뒤에 부가한다.

<72> 이후, 노드C에서는 1비트 전송지연 또는 2비트 전송지연된 노드A 및 B의 데이터에 대해 배타적 논리합 연산을 수행하여 노드D로 전송한다. 이때, 노드D에서는 '노드A의 데이터' 및 '노드C로부터 전송된 배타적 논리합 연산의 수행결과'를 이용하여 노드B의 데이터를 복원한다.

<73> 도 5b는 2비트 전송지연된 경우에 '노드C로부터 전송된 배타적 논리합 연산의 수행결과'를 나타내고, 도 5c는 1비트 전송지연된 경우에 '노드C로부터 전송된 배타적 논리합 연산의 수행결과'를 나타낸다. 이때, 추가비트는 1비트 전송지연된 경우와 2비트 전송지연된 경우 동시에 설정조건을 만족해야 한다.

<74> 즉, 도 5b의 {A1, A3, B1, B3}(㉔)에서 세 비트는 동일한 값을 갖고 나머지 한 비트는 다른 값을 가짐과 동시에 도 5c의 {A1, A2, B1, B2}(5㉔)에서 세 비트는 동일한 값을 갖고 나머지 한 비트는 다른 값을 갖도록 추가비트를 설정한다. 또는 도 5b의 {A1, A3, B1, B3}(㉔)에서 세 비트는 동일한 값을 갖고 나머지 한 비트는 다른 값을 가짐과 동시에 도 5c의 {A2, A3, B2, B3}(5㉔)에서 세 비트는 동일한 값을 갖고, 나머지 한 비트는 다른 값을 갖도록 추가비트를 설정한다. 이때, 추가비트에 대한 경우의 수는 총 32가지이다.

<75> 부가적으로, 추가비트가 4비트부터 6비트인 경우에 시뮬레이션을 통해 가능한 추가비트의 가지수를 측정해 본 결과, 추가비트가 4비트인 경우에 추가비트의 가지수가 96가지이고, 추가비트가 5비트인 경우에 추가비트의 가지수가 384가지이고, 추가비트가 6비트인 경우에 추가비트의 가지수가 1280가지이다.

<76> 도 6a 내지 도 6e는 본 발명에 따른 전송지연이 있는 무선 멀티 홉 네트워크에 대한 일 실시 예시도이다.

<77> 도 6a에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 전송지연이 있는 무선 멀티 홉 네트워크에는, 노드A(610), 노드B(620), 노드C(630), 노드D(640), 노드E(650)가 포함된다. 여기서, 노드A(610)의 원 데이터는 "1-1"이며, 노드B(620)의 원 데이터는 "11"인 경우를 가정한다.

<78> 전술한 바와 같이, 노드A(610) 및 노드B(620)가 특성상 데이터를 전송하는 '전송노드'의 역할을 담당하고, 노드

C(630)가 특성상 전송노드로부터 전송된 데이터를 중계하는 '중계노드'의 역할을 담당하며, 노드D(640) 및 노드E(650)가 특성상 중계노드로부터 데이터가 전송되는 '종단노드'의 역할을 담당하므로, 본 발명에 대한 설명의 편의상 용어를 혼용하여 설명하기로 한다.

- <79> 특히, 본 발명에서는 노드C(630)로 전송되는 노드A(610) 및 노드B(620)의 데이터 간에 최대 2비트 전송지연되는 경우에 대하여 설명하며, 노드B(620)의 데이터가 노드A(610)의 데이터보다 전송지연되는 경우를 가정한다.
- <80> 우선, 노드A(610) 및 노드B(620)에서는 노드C(630)로 데이터를 전송하기에 앞서, 각각의 원본 데이터에 기 설정된 추가비트를 부가한다. 즉, 노드A(610)는 데이터 "1-1" 앞뒤에 추가비트 "111"을 부가하여 "1111-1111"(6㉔)와 같이 2비트의 데이터를 8비트의 데이터로 부호화하고, 노드B(620)는 데이터 "11" 앞뒤에 추가비트 "11-1"을 부가하여 "11-11111-1"(6㉕)와 같이 2비트의 데이터를 8비트의 데이터로 부호화한다.
- <81> 여기서, 노드D(640) 및 노드E(650)에서는 노드A(610)와 노드B(620)의 추가비트를 미리 알고 있다. 즉, 본 발명에서는 IP주소 또는 MAC주소와 같이 무선 멀티 홉 네트워크를 시작하기 전에 각 노드의 추가비트가 미리 정해져 있는 것으로 가정한다.
- <82> 이후, 노드A(610) 및 노드B(620)에서는 상기와 같이 부호화된 데이터를 브로드캐스트 방식으로 동시에 노드C(630)로 전송한다. 이때, 노드A(610)의 데이터 "1111-1111"(6㉔)은 노드C(630)뿐만 아니라 노드D(640)도 동시에 전송되며, 노드B(620)의 데이터 "11-11111-1"(6㉕) 역시 노드C(630)뿐만 아니라 노드E(650)로 동시에 전송된다.
- <83> 그런데, '노드A(610)-노드C(630)'와 '노드B(620)-노드C(630)' 각각에 대한 거리차이나 채널상태로 인해, 노드B(620)로부터 전송된 데이터 "11-11111-1"(6㉕) 및 노드A(610)로부터 전송된 데이터 "1111-1111"(6㉔) 상호 간에 전송지연이 발생한다.
- <84> 먼저, 노드B(620)로부터 전송된 데이터 "11-11111-1"(6㉕)가 노드A(610)로부터 전송된 데이터 "1111-1111"(6㉔)보다 1 비트 전송지연이 발생하는 경우에 대하여 살펴보기로 한다(도 6b 내지 도 6c 참조).
- <85> 도 6b에 도시된 바와 같이, 노드C(630)에는 총 9 비트의 데이터 "12200222-1"(6㉖)가 전송되며, 이는 노드A(610) 및 노드B(620)로부터 전송된 두 데이터가 1비트 전송지연이 발생한 상태로 합쳐져 전송된 경우임을 알 수 있다.
- <86> 이때, 노드C(630)에서는 총 9 비트의 데이터 "12200222-1"(6㉖)에서 손상된 데이터인 최상위 비트(6㉗) 및 최하위 비트(6㉘)를 버린 후, 상기 [표 1]의 물리계층 네트워크 코딩 기법의 부호화를 통해 총 7 비트의 데이터 "-1-111-1-1-1"(6㉙)를 생성한다. 이후, 노드C(630)에서는 상기와 같이 부호화된 총 7 비트의 데이터 "-1-111-1-1-1"(6㉙)를 브로드캐스팅 방식으로 노드D(640) 및 노드E(650)로 동시에 전송한다.
- <87> 그러면, 도 6c에 도시된 바와 같이, 노드D(640)는 노드A(610)로부터 전송된 데이터 "1111-1111"(6㉔) 및 노드C(630)로부터 전송된 데이터 "-1-111-1-1-1"(6㉙)를 이용하여 노드B(620)의 데이터를 복호화한다.
- <88> 구체적으로, 노드D(640)에서는 8 비트 데이터 "1111-1111"(6㉔)와 7 비트 데이터 "-1-111-1-1-1"(6㉙)를 최상위 비트와 최하위 비트를 기준으로 각각 맞춰 배타적 논리합 연산을 각각 수행한다. 즉, 노드D(640)는 최상위 비트를 기준으로 맞춰 배타적 논리합 연산을 수행하여 7 비트 데이터 "11-1-1-111"를 얻을 수 있고, 다시 최하위 비트를 기준으로 맞춰 배타적 논리합 연산을 수행하여 7 비트 데이터 "11-11111"를 얻을 수 있다.
- <89> 이때, 노드D(640)는 최상위 비트를 기준으로 맞춰 배타적 논리합 연산을 수행해 얻은 7 비트 데이터 "11-1-1-111"의 최하위 세 비트(6㉚)가 노드B(620)의 추가비트 {1, 1, -1}과 동일한지를 비교하고, 최하위 비트를 기준으로 맞춰 배타적 논리합 연산을 수행해 얻은 7비트 데이터 "11-11111"(606)의 상위 세 비트(6㉛)가 노드B(620)의 추가비트 {1, 1, -1}과 동일한지를 비교한다.
- <90> 상기 비교결과에 따라, 노드D(640)는 최하위 비트를 기준으로 맞춰 배타적 논리합 연산을 수행해 얻은 7비트 데이터 "11-11111"의 상위 세 비트(6㉛)가 추가비트 {1, 1, -1}과 동일하기 때문에, 7비트 데이터 "11-11111"에서 첫 세 비트(6㉛)를 제외한 나머지 두 비트(6㉜)를 노드B(620)의 데이터로 판단한다.
- <91> 한편, 노드E(650)의 데이터 복호화 과정에 대한 설명은 전술한 바와 같이 노드D(640)의 데이터 복호화 과정에 대한 설명으로 갈음하기로 한다.
- <92> 다음으로, 노드B(620)로부터 전송된 데이터 "11-11111-1"(6㉕)가 노드A(610)로부터 전송된 데이터 "1111-1111"(6㉔)보다 2 비트 전송지연이 발생하는 경우에 대하여 살펴보기로 한다(도 6d 및 도 6e 참조).

- <93> 도 6d에 도시된 바와 같이, 노드C(630)에는 총 10 비트의 데이터 "1122-22221-1"(6㉑)가 전송되며, 이는 노드 A(610) 및 노드B(620)로부터 전송된 두 데이터가 2비트 전송지연이 발생한 상태로 합쳐져 전송된 경우임을 알 수 있다.
- <94> 이때, 노드C(630)에서는 총 10 비트의 데이터 "1122-22221-1"(6㉑)에서 손상된 데이터인 최상위 비트(6㉒) 및 최하위 비트(6㉓)를 버린 후, 상기 [표 1]의 물리계층 네트워크 코딩 기법의 부호화를 통해 총 6 비트의 데이터 "-1-1-1-1-1-1"(6㉔)를 생성한다. 이후, 노드C(630)에서는 상기과 같이 부호화된 총 6 비트의 데이터 "-1-1-1-1-1-1"(6㉔)를 브로드캐스팅 방식으로 노드D(640) 및 노드E(650)로 동시에 전송한다.
- <95> 그러면, 도 6e에 도시된 바와 같이, 노드D(640)는 노드A(610)로부터 전송된 데이터 "1111-1111"(6㉕) 및 노드 C(630)로부터 전송된 데이터 "-1-1-1-1-1-1"(6㉔)를 이용하여 노드B(620)의 데이터를 복호화한다.
- <96> 구체적으로, 노드D(640)에서는 8 비트 데이터 "1111-1111"(6㉕)와 6 비트 데이터 "-1-1-1-1-1-1"(6㉔)를 최상 위 비트와 최하위 비트를 기준으로 각각 맞춰 배타적 논리합 연산을 각각 수행한다. 즉, 노드D(640)는 최상위 비트를 기준으로 맞춰 배타적 논리합 연산을 수행하여 6 비트 데이터 "1111-11"를 얻을 수 있고, 다시 최하위 비트를 기준으로 맞춰 배타적 논리합 연산을 수행하여 6 비트 데이터 "11-111-1"를 얻을 수 있다.
- <97> 이때, 노드D(640)는 최상위 비트를 기준으로 맞춰 배타적 논리합 연산을 수행해 얻은 6 비트 데이터 "1111-11"의 하위 세 비트(6㉖)가 노드B(620)의 추가비트 {1, 1, -1}과 동일한지를 비교하고, 최하위 비트를 기준으로 맞춰 배타적 논리합 연산을 수행해 얻은 6 비트 데이터 "11-111-1"의 상위 세 비트(6㉗)가 노드B(620)의 추가비트 {1, 1, -1}과 동일한지를 비교한다.
- <98> 상기 비교결과에 따라, 노드D(640)는 최하위 비트를 기준으로 맞춰 배타적 논리합 연산을 수행해 얻은 6 비트 데이터 "11-111-1"의 상위 세 비트(6㉗)가 추가비트 {1, 1, -1}과 동일하기 때문에, 6 비트 데이터 "11-111-1"에서 상위 세 비트(6㉗)를 제외한 나머지 두 비트(6㉘)를 노드B(620)의 데이터로 판단한다.
- <99> 마찬가지로, 노드E(650)의 데이터 복호화 과정에 대한 설명은 전술한 바와 같이 노드D(640)의 데이터 복호화 과정에 대한 설명으로 같음하기로 한다.
- <100> 따라서, 본 발명은 중계노드로 전송되는 원본 데이터에 추가비트를 부가하여 물리계층 네트워크 코딩을 사용함으로써, 중계노드로 전송되는 원본 데이터간에 전송지연이 발생되더라도 종단노드에서 전송받아야 할 원본 데이터를 복호화할 수 있다.
- <101> 한편, 전술한 바와 같은 본 발명의 방법은 컴퓨터 프로그램으로 작성이 가능하다. 그리고 상기 프로그램을 구성하는 코드 및 코드 세그먼트는 당해 분야의 컴퓨터 프로그래머에 의하여 용이하게 추론될 수 있다. 또한, 상기 작성된 프로그램은 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체(정보저장매체)에 저장되고, 컴퓨터에 의하여 판독되고 실행됨으로써 본 발명의 방법을 구현한다. 그리고 상기 기록매체는 컴퓨터가 판독할 수 있는 모든 형태의 기록매체를 포함한다.
- <102> 이상에서 설명한 본 발명은, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니다.

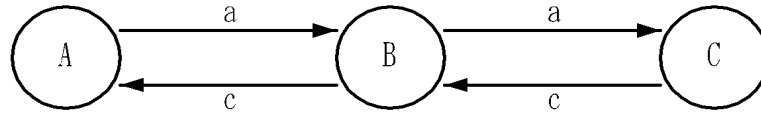
도면의 간단한 설명

- <103> 도 1a 및 도 1b는 노드 3개가 일렬로 배치된 무선 멀티 홉 네트워크에 대한 일실시예 예시도,
- <104> 도 2는 본 발명에 따른 전송지연이 없는 무선 멀티 홉 네트워크에 대한 일실시예 예시도,
- <105> 도 3a 및 도 3b는 추가비트를 통한 전송지연에 대한 보상을 나타낸 설명도,
- <106> 도 3c는 데이터에 추가비트가 적용된 경우를 나타낸 설명도,
- <107> 도 4a 내지 도 4d는 본 발명에 따른 1 비트 전송지연을 보상하는 과정에 대한 설명도,
- <108> 도 5a 내지 도 5c는 본 발명에 따른 2 비트 전송지연을 보상하는 과정에 대한 설명도,
- <109> 도 6a 내지 도 6e는 본 발명에 따른 전송지연이 있는 무선 멀티 홉 네트워크에 대한 일실시 예시도이다.
- <110> * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

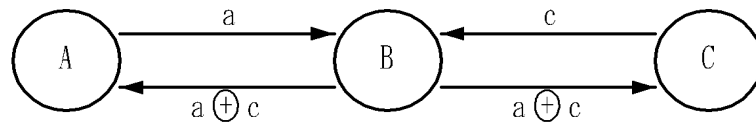
- <111> 610: 노드A(전송노드) 620: 노드B(전송노드)
 <112> 630: 노드C(중계노드) 640: 노드D(종단노드)
 <113> 650: 노드E(종단노드)

도면

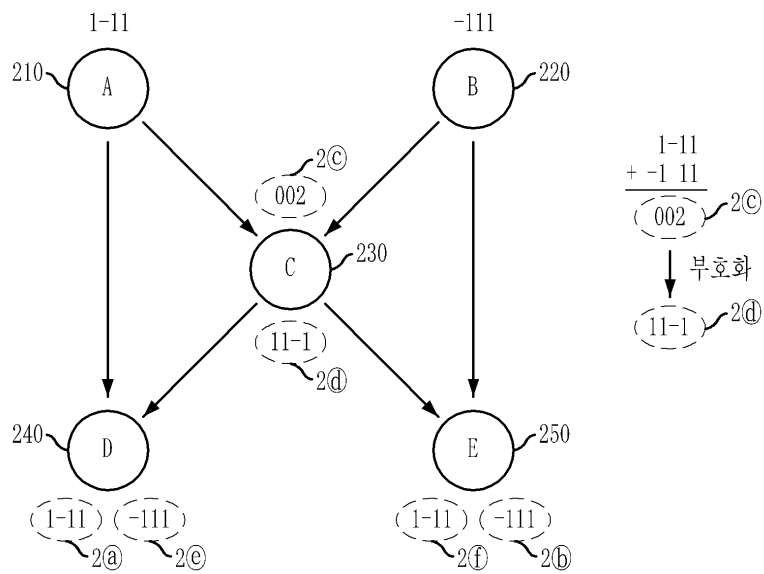
도면1a



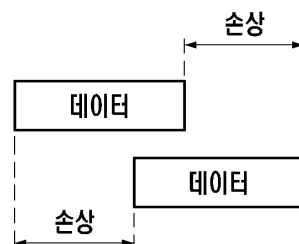
도면1b



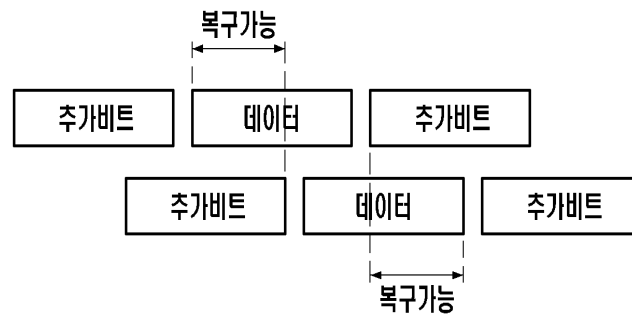
도면2



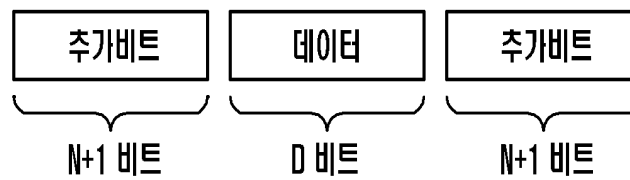
도면3a



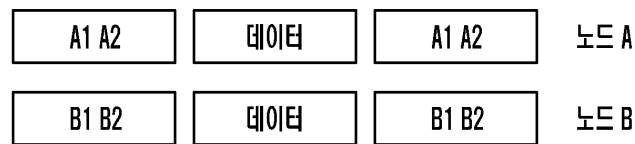
도면3b



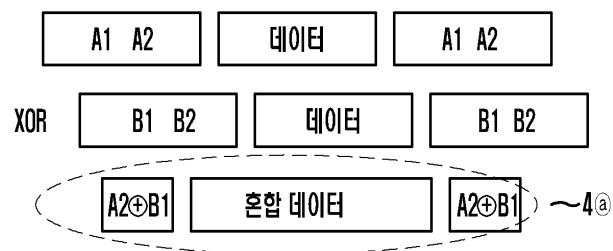
도면3c



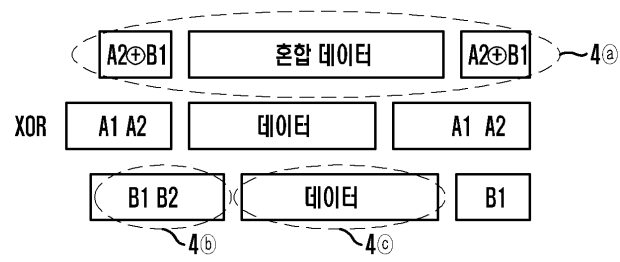
도면4a



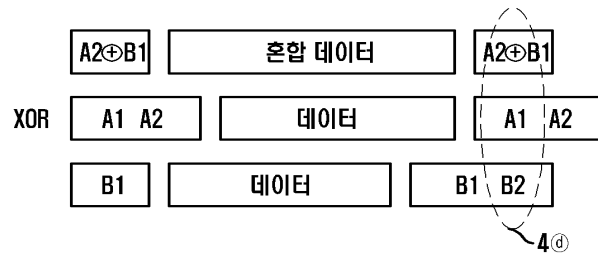
도면4b



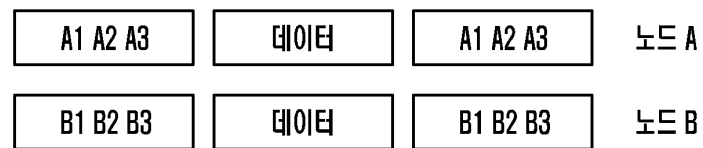
도면4c



도면4d



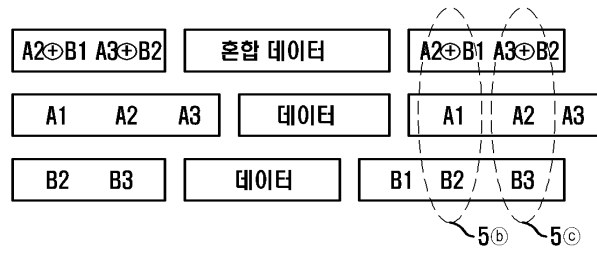
도면5a



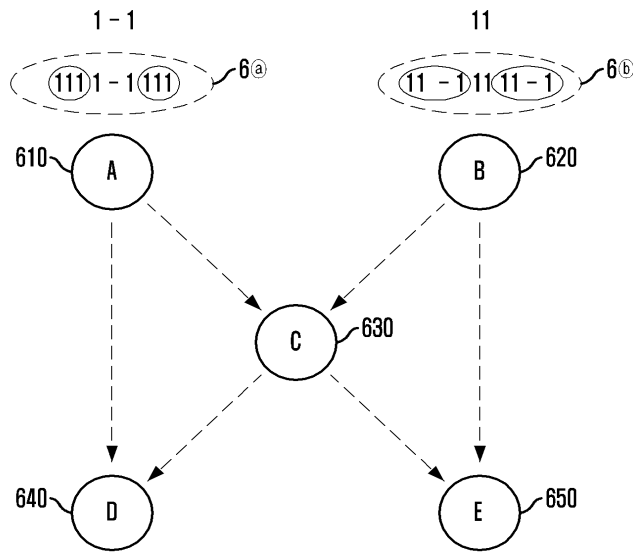
도면5b



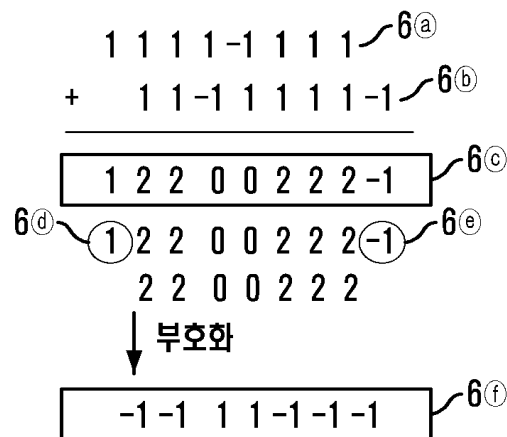
도면5c



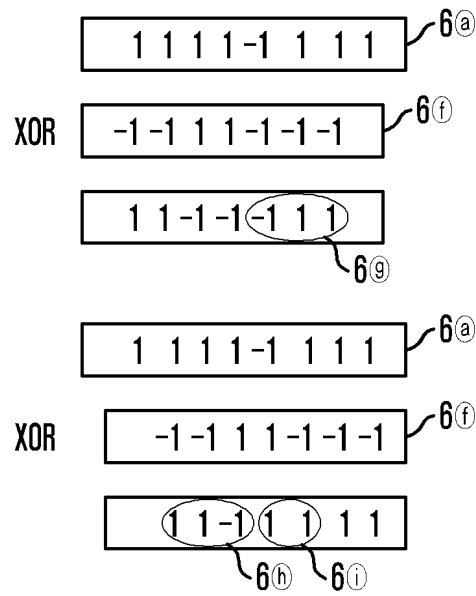
도면6a



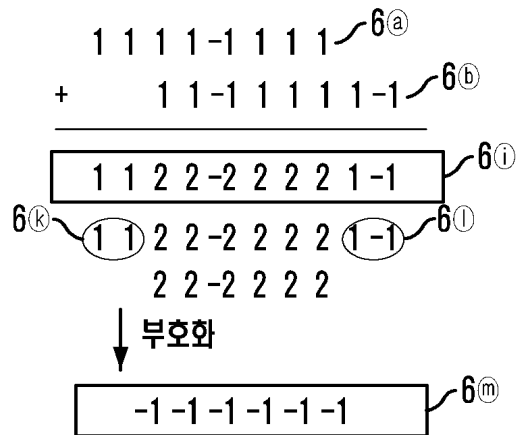
도면6b



도면6c



도면6d



도면6e

