(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0047859
(43) 공개일자 2009년05월13일

(51) Int. Cl.
*H04L 12/28* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0113927
(22) 출원일자 2007년11월08일
심사청구일자 2007년11월08일

(71) 출원인
**고려대학교 산학협력단**
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내
(72) 발명자
**황규성**
서울 동대문구 제기2동 벽산아파트 106동 1103호
**고영채**
서울 성북구 정릉동 우성아파트 105동 807호
(74) 대리인
**전종학**

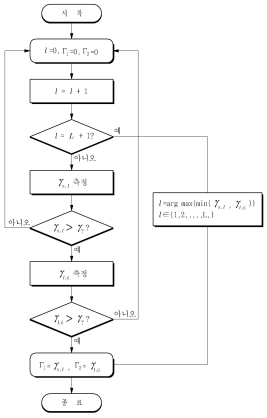
전체 청구항 수 : 총 13 항

# (54) 협력 네트워크의 릴레이 노드 선택 방법 및 장치

## (57) 요 약

본 발명은 통신 품질에 영향을 주지 않으면서도 채널 측정 부하와 전력소모 면에서 복잡도를 효과적으로 감소시키는 방식으로 릴레이 노드를 선택하도록 한 협력 네트워크의 릴레이 노드 선택 방법 및 장치에 관한 것으로, 이를 위하여 협력 다이버시티 시스템의 릴레이 노드 선택시 협력 관계에 있는 노드들 사이의 후보 릴레이 노드들에 대한 채널 상태 정보를 일괄적으로 획득하지 않고서도 적절한 상태의 릴레이 노드를 선택할 수 있도록 하여 시스템의 복잡성을 크게 낮추는 한편 통신 품질은 유지할 수 있어 비용 및 전력 절감에 뛰어난 효과가 있다. 또한, 릴레이 노드 선택 과정에서 후보 릴레이 노드들이 필요한 시점에만 순차적으로 턴온 되어 동작하도록 하여 불필요한 전력 낭비를 최소화하여 휴대 통신 시스템이나 센서 네트워크와 같이 전력 절감이 필수적인 시스템에 적용할 수 있는 효과가 있다.

*대 표 도* - 도8



## *특허청구의 범위*

**청구항 1**

소스 노드와 목적지 노드가 통신을 위해 사이에 위치한 복수의 후보 릴레이 노드들 중에서 하나를 선택하는 협력 네트워크 릴레이 노드 선택 방법에 있어서,

상기 소스 노드와 목적지 노드가 상기 후보 릴레이 노드들에 채널 상태 측정을 위한 정보를 제공하는 제 1단계와;

상기 후보 릴레이 노드들이 순차적으로 채널 상태를 측정하며, 그 과정에서 기 설정된 수준을 만족시키는 후보 릴레이 노드가 이를 상기 소스 노드에 통보하면 상기 소스 노드가 해당 후보 릴레이를 선택하는 제 2단계와;

상기 제 2단계에서 모든 후보 릴레이 노드들이 채널 상태를 측정한 결과 기 설정된 수준을 만족시키는 후보 릴레이 노드가 없는 경우 상기 후보 릴레이 노드들이 채널 상태 정보를 상기 소스 노드에 제공하며, 상기 소스 노드가 해당 정보를 근거로 최적 릴레이 노드를 선택하는 제 3단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 협력 네트워크의 릴레이 노드 선택 방법.

**청구항 2**

제 1항에 있어서, 상기 제 1단계는 상기 소스 노드와 목적지 노드가 상이한 구간 동안 순차적으로 상기 후보 릴레이 노드들에 채널 상태 측정을 위한 정보를 제공하는 것을 특징으로 하는 협력 네트워크의 릴레이 노드 선택 방법.

**청구항 3**

제 1항에 있어서, 상기 제 2단계는 기 특정된 방식으로 정해진 순서에 따라 상기 후보 릴레이 노드를 하나 선택한 후 이와 소스 노드 사이의 채널 상태를 측정하는 측정 단계와;

상기 소스 노드와의 채널 상태가 기 설정된 수준을 만족시키는 경우 상기 후보 릴레이 노드와 상기 목적지 노드 사이의 채널 상태를 측정하여 그 상태가 기 설정된 수준을 만족시키는 경우 상기 소스 노드에 이를 알리는 정보를 제공하고, 그 외의 상황에서는 해당 후보 릴레이 노드 다음 순서의 후보 릴레이 노드를 선택하여 상기 측정 단계로 진행하는 채널 확인 단계를 포함하되,

상기 채널 확인 단계는 상기 후보 릴레이 노드가 모두 검사될 때까지만 수행되는 것을 특징으로 하는 협력 네트워크의 릴레이 노드 선택 방법.

**청구항 4**

제 3항에 있어서, 상기 제 2단계는

동작 되는 후보 릴레이 노드가 자신과 소스 노드 사이의 채널 상태가 기 설정된 수준을 만족시키지 못하는 경우와, 자신과 소스 노드 사이의 채널 상태는 기 설정된 수준을 만족시키지만 후속 측정을 통한 자신과 목적지 노드 사이의 채널 상태는 기 설정된 수준을 만족시키지 못하는 경우에 NAK 신호를 모든 후보 릴레이 노드와 상기 소스 노드에 제공하는 단계와;

상기 후보 릴레이 노드와 상기 소스 노드 사이의 채널 상태 및 자신과 목적지 노드 사이의 채널 상태가 모두 기 설정된 수준을 만족하는 경우 ACK 신호를 모든 후보 릴레이 노드와 상기 소스 노드에 제공하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 협력 네트워크의 릴레이 노드 선택 방법.

**청구항 5**

제 1항에 있어서, 상기 제 2단계는 후보 릴레이 노드들이 순차적으로 채널 상태를 측정함에 있어, 측정을 실시하는 후보 릴레이 노드만 활성화되어 채널 측정을 실시하고, 그 외의 후보 릴레이들은 저전력 소모 상태인 것을 특징으로 하는 협력 네트워크의 릴레이 노드 선택 방법.

**청구항 6**

소스 노드와 목적지 노드가 통신을 위해 사이에 위치한 L개의 후보 릴레이 노드들 중에서 하나를 선택하는 협력

네트워크 릴레이 노드 선택 방법에 있어서,

상기 후보 릴레이 노드들 중 기 설정된 특정 방식에 의해 결정된 순서에 따라 선택된 후보 릴레이 노드가 소스 노드와 자신 사이 채널의 상태를 측정하여 기 설정된 기준과 비교하는 제1단계와;

상기 제 1단계에서 기준을 만족시키지 못한 경우 L번째 후보 릴레이 노드가 선택될 때까지 후보 릴레이 노드의 순서를 증가시키면서 상기 제 1단계를 반복하는 제 2단계와;

상기 제 1단계에서 기준을 만족시키는 경우 상기 후보 릴레이 노드가 목적지 노드와 자신 사이의 채널 상태를 측정하여 기 설정된 기준과 비교하는 제 3단계와;

상기 제 3단계에서 기준을 만족시키지 못한 경우 L번째 후보 릴레이 노드가 선택될 때까지 후보 릴레이 노드의 순서를 증가시키면서 상기 제 1단계를 반복하는 제 4단계와;

상기 제 3단계에서 기준을 만족시키는 경우 해당 후보 릴레이 노드가 그 결과를 상기 소스 노드에 제공하고, 상기 소스 노드는 상기 후보 릴레이 노드를 통신용 릴레이 노드로 선택하는 제 5단계와;

상기 제 2단계 또는 제 4단계에서 L번째를 초과하는 순서의 후보 릴레이 노드를 선택해야 할 경우, 모든 후보 릴레이 노드들과 소스 노드 및 목적지 노드 사이의 채널 상태값들을 소스 노드가 수신하여 가장 좋은 채널 상태인 후보 릴레이 노드를 통신용 릴레이 노드로 선택하는 제 6단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 협력 네트워크의 릴레이 노드 선택 방법.

**청구항 7**

제 6항에 있어서, 상기 제 5단계에서, 상기 제 1단계 및 제 3단계에서 사용되는 기준을 상향 조정하는 단계와;

제 6단계에서, 상기 1단계 및 3단계에서 사용되는 기준을 하향 조정하는 단계를 더 포함하되, 상기 상향 조정의 단위는 상기 하향 조정의 단위보다 작은 것을 특징으로 하는 협력 네트워크의 릴레이 노드 선택 방법.

**청구항 8**

제 6항에 있어서, 상기 제 1단계에서, 상기 선택된 후보 릴레이 노드만 활성화 상태가 되며, 그 외의 후보 릴레이 노드들은 저전력 상태를 유지하는 것을 특징으로 하는 협력 네트워크의 릴레이 노드 선택 방법.

**청구항 9**

소스 노드와 목적지 노드가 통신을 위해 사이에 위치한 복수의 후보 릴레이 노드들 중에서 하나를 선택하여 통신을 실시하는 협력 네트워크 릴레이 노드 선택 장치에 있어서,

상기 후보 릴레이 노드들에 채널 상태 측정을 위한 정보를 제공하고, 상기 후보 릴레이 노드들이 제공하는 정보를 근거로 상기 후보 릴레이 노드들 중 하나를 선택하여 통신을 실시하는 소스 노드와;

상기 후보 릴레이 노드들에 채널 상태 측정을 위한 정보를 제공하는 목적지 노드와;

상기 소스 노드 및 목적지 노드로부터 제공 받은 채널 상태 측정을 위한 정보를 근거로 각 채널들을 기 특정된 순서에 따라 순차적으로 측정하여 기 설정된 기준과 비교한 결과를 상기 소스 노드에 알리며, 상기 순차 측정 후에는 측정 결과를 상기 소스 노드에 제공하는 복수의 후보 릴레이 노드들을 포함하는 것을 특징으로 하는 협력 네트워크의 릴레이 노드 선택 장치.

**청구항 10**

제 9항에 있어서, 상기 후보 릴레이 노드들은 상기 기 특정된 순서에 따라 자신의 순서가 아닌 경우 저전력 상태를 유지하며, 자신의 순서가 될 경우에만 활성화되는 것을 특징으로 하는 협력 네트워크의 릴레이 노드 선택 장치.

**청구항 11**

제 9항에 있어서, 상기 후보 릴레이 노드들은 자신의 순서에서 상기 소스 노드와 자신 사이의 채널에 대한 상태를 측정하여 기 설정된 기준과 비교하여 기준을 만족시키지 못하는 경우 목적지 노드에 대한 채널 상태 측정은 생략한 후 그 결과를 상기 소스 노드를 포함하는 후보 릴레이 노드들에 제공하는 것을 특징으로 하는 협력 네트워크의 릴레이 노드 선택 장치.

**청구항 12**

제 9항에 있어서, 상기 소스 노드는 기 특정된 순서에 따라 선택된 특정 후보 릴레이 노드가 소스 노드와 자신과의 채널 상태 및 목적지 노드와 자신과의 채널 상태가 기 설정된 기준을 만족한다는 정보를 수신할 경우 후속 과정 없이 해당 후보 릴레이를 통신용 릴레이 노드로 선택하는 것을 특징으로 하는 협력 네트워크의 릴레이 노드 선택 장치.

**청구항 13**

제 12항에 있어서, 상기 소스 노드는 상기 후보 릴레이 노드들이 측정 결과를 제공하는 경우 상기 측정 결과가 가장 좋은 후보 릴레이 노드를 통신용 릴레이 노드로 선택하는 것을 특징으로 하는 협력 네트워크의 릴레이 노드 선택 장치.

# *명 세 서*

## *발명의 상세한 설명*

### *기 술 분 야*

<1> 본 발명은 복수의 릴레이 노드를 이용하는 협력 네트워크에 관한 것으로, 특히 통신 품질에 영향을 주지 않으면서도 채널 측정 부하와 전력소모 면에서 복잡도를 효과적으로 감소시키는 방식으로 릴레이 노드를 선택하도록 한 협력 네트워크의 릴레이 노드 선택 방법 및 장치에 관한 것이다.

### *배 경 기 술*

<2> 최근 무선 네트워크에서의 공간 다이버시티 이득을 제공하기 위해서 분산식 시공간 부호화(Distributed space-time coding:DSTC)를 기반으로 하는 협력 다이버시티 시스템이 등장하고 있다.

<3> 복수의 송수신기들이 혼재된 통신 환경을 고려한 네트워크 이론들은 1990년대 초반부터 등장하였으며, 최근 다양한 무선 네트워크들이 실질적으로 구현되어감에 따라 특정 어플리케이션에 맞추어 구체화되어가고 있다.

<4> 예를 들어, 최근 급속한 성장을 보이는 무선 센서 네트워크 시스템, 밀리미터파 시스템 혹은 셀룰라 시스템 처럼 복수 송수신기들이 혼재된 환경의 물리층에 협력 다이버시티와 멀티-홉(multi-hop) 방식을 적용하는 기술들이 핵심 기술로 부상하고 있다.

<5> 특히, DSTC 기반 협력 다이버시티 시스템은 노드들 사이의 연결 성능(link performance)이 뛰어난 장점이 있기 때문에 단순 아라무티 시공간 블록 코드(Alamouti space time block code)를 기반으로 하는 공간 다이버시티를 이용한 DSTC 방식들이 제안되고 있으며 이에 관련된 논문들도 다수 발행된바 있다. 하지만, 이러한 방식들은 소스 노드와 목적지 노드 사이에 존재하는 복수의 노드들을 신호 전달을 위한 릴레이 노드로 사용함에 있어, 모든 동작 릴레이 노드들이 협력 관계에 있는 노드들 사이의 가능한 모든 링크들에 대한 채널 상태 정보(Channel State Information;CSI)를 필요로 하며, 이는 과다한 전력 소모를 필요로 하기 때문에 상기 언급한 다양한 어플리케이션들 중에서 저전력을 필요로 하는 어플리케이션에는 적용이 어렵게 되는 문제점이 발생한다.

<6> 에이.블렛사스(A.Bletsas) 등이 2006년 3월에 IEEE 저널, 선택 영역 통신 24권 659-672페이지에 공개한 "네트워크 경로 선택을 기반으로 하는 간단한 협력 다이버시티 방법(A simple cooperative diversity method based on network path selection)"에서는 협력 관계에 있는 릴레이 노드들이 가능한 모든 링크들에 대한 정보를 필요로 하기 때문에 발생되는 과도한 복잡성을 줄이기 위해서 릴레이 후보들 중에서 "최적" 릴레이 노드를 선택하는 기회적 중계 전송 시스템(opportunistic relaying system)을 제안하면서, 멀티플렉싱과 다이버시티가 트레이드-오프 방식으로 조절될 수 있음을 보였다.

<7> 이러한 기회적 중계 전송 시스템은 모든 후보 릴레이 노드들 중에서 최적 릴레이 노드를 선택하는 것이며, 이러한 기회적 중계 전송은 상기 소스 노드와 목적지 노드의 종단-종단(end-to-end) 성능을 위한 최적 경로를 선택함으로써 다이버시티 이득을 제공하게 된다. 그러나, 이러한 방식에 따른다 할지라도 모든 릴레이 노드들은 서로에 대한 정보 전달 상황을 알 수 있어야 하며, 모든 후보 릴레이 노드들은 소스 노드가 통신 준비(Ready to send;RTS)를 위한 패킷을 전송하거나 목적지 노드가 통신 확인(Clear to send:CTS)를 위한 패킷을 전송하는 것을 관측(overhear)해야 한다. 이러한 전송 과정에서 각 릴레이노드는 RTS 패킷을 이용하여 소스 노드 사이의 경로에 대한 CSI를 측정하고, CTS 패킷을 이용하여 목적지 노드 사이의 경로에 대한 CSI를 측정해야 한다.

그리고, 이러한 채널 정보를 근거로 각 릴레이 노드(i)는 자신을 이용하게 되는 각 릴레이 링크의 종단-종단 성능($h_i$)을 연산할 수 있게 되며, 이 값을 근거로 최적 릴레이 노드가 결정된다. 즉, 복잡도를 줄이기 위한 상기 기회적 중계 전송 시스템을 이용하는 경우에도 모든 릴레이 노드와 소스 노드 사이의 채널 측정과 모든 릴레이 노드와 목적지 노드 사이의 채널 측정이 필수적이므로 여전히 소정 수준 이상의 복잡성을 유지해야만 한다.

<8> 또한, 상기 방식은 최적 릴레이 노드를 선택하는 과정이 실패할 경우 패킷 충돌이 발생하여 전체 시스템에 심각한 악영향을 미치게 된다.

<9> 그 외에, 통신을 위해 릴레이 노드를 선택하는 과정 동안 모든 릴레이들이 자신이 포함된 릴레이 링크의 채널 상태를 측정해야 하기 때문에 활성화 상태가 되어 전력 소모가 심하게 발생하기 때문에 저전력 네트워크에 적용하기 어렵다.

## *발명의 내용*

### *해결 하고자하는 과제*

<10> 본 발명 실시예의 목적은 협력 다이버시티 시스템의 릴레이 노드 선택시 협력 관계에 있는 노드들 사이의 후보 릴레이 노드들에 대한 채널 상태 정보를 일괄적으로 획득하지 않고서도 적절한 상태의 릴레이 노드를 선택할 수 있도록 하여 시스템의 복잡성을 크게 낮추면서도 통신 품질은 유지할 수 있도록 한 협력 네트워크의 릴레이 노드 선택 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

<11> 본 발명 실시예의 다른 목적은 협력 다이버시티 시스템의 릴레이 노드 선택시 후보 릴레이 노드들에 대한 채널 상태 정보를 순차확인 방식으로 확인하여 원하는 채널 상태를 가지는 릴레이 노드를 빠르게 선택할 수 있도록 하며, 모든 릴레이 노드를 통한 링크 성능이 원하는 상태에 미치지 못할 경우에는 기회적 중계 전송 방식을 통해 최적 노드를 선택하도록 하여 초기 노드 선택이 실패하더라도 전체 시스템 성능에 영향을 주지 않도록 한 협력 네트워크의 릴레이 노드 선택 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

<12> 본 발명 실시예의 또 다른 목적은 협력 다이버시티 시스템의 릴레이 노드 선택시 순차적 채널 상태 확인을 통해 원하는 성능의 후보 릴레이 노드를 선택하는 방식과, 상기 방식에서 후보 릴레이 노드를 선택하지 못하는 경우 최적의 후보 릴레이 노드를 선택하기 위한 기회적 중계 전송 방식을 가드 구간에서 순차 수행하도록 하는 프레임 구조를 제공하는 협력 네트워크의 릴레이 노드 선택 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

<13> 본 발명 실시예의 또 다른 목적은 릴레이 노드 선택 과정에서 후보 릴레이 노드들이 필요한 시점에만 순차적으로 턴온 되어 동작하도록 하여 불필요한 전력 낭비를 최소화 하도록 한 협력 네트워크의 릴레이 노드 선택 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

### *과제 해결수단*

<14> 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 협력 네트워크 릴레이 노드 선택 방법은, 소스 노드와 목적지 노드가 통신을 위해 사이에 위치한 복수의 후보 릴레이 노드들 중에서 하나를 선택하는 협력 네트워크 릴레이 노드 선택 방법에 있어서, 상기 소스 노드와 목적지 노드가 상기 후보 릴레이 노드들에 채널 상태 측정을 위한 정보를 제공하는 제 1단계와, 상기 후보 릴레이 노드들이 순차적으로 채널 상태를 측정하며, 그 과정에서 기 설정된 수준을 만족시키는 후보 릴레이 노드가 이를 상기 소스 노드에 통보하면 상기 소스 노드가 해당 후보 릴레이를 선택하는 제 2단계와, 상기 제 2단계에서 모든 후보 릴레이 노드들이 채널 상태를 측정한 결과 기 설정된 수준을 만족시키는 후보 릴레이 노드가 없는 경우 상기 후보 릴레이 노드들이 채널 상태 정보를 상기 소스 노드에 제공하며, 상기 소스 노드가 해당 정보를 근거로 최적 릴레이 노드를 선택하는 제 3단계를 포함하여 이루어진다.

<15> 상기 제 1단계는 상기 소스 노드와 목적지 노드가 상이한 구간 동안 순차적으로 상기 후보 릴레이 노드들에 채널 상태 측정을 위한 정보를 제공하는 것이 바람직하다.

<16> 상기 제 2단계는 기 특정된 방식으로 정해진 순서에 따라 상기 후보 릴레이 노드를 하나 선택한 후 이와 소스 노드 사이의 채널 상태를 측정하는 측정 단계와, 상기 소스 노드와의 채널 상태가 기 설정된 수준을 만족시키는 경우 상기 후보 릴레이 노드와 상기 목적지 노드 사이의 채널 상태를 측정하여 그 상태가 기 설정된 수준을 만족시키는 경우 상기 소스 노드에 이를 알리는 정보를 제공하고, 그 외의 상황에서는 해당 후보 릴레이 노드 다음 순서의 후보 릴레이 노드를 선택하여 상기 측정 단계로 진행하는 채널 확인 단계를 포함하되, 상기 채널 확

인 단계는 상기 후보 릴레이 노드가 모두 검사될 때까지만 수행된다.

<17> 상기 제 2단계는 후보 릴레이 노드들이 순차적으로 채널 상태를 측정함에 있어, 측정을 실시하는 후보 릴레이 노드만 활성화되어 채널 측정을 실시하고, 그 외의 후보 릴레이들은 저전력 소모 상태가 되어 전력 소비를 줄이도록 한다.

<18> 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따른 협력 네트워크 릴레이 노드 선택 방법은, 소스 노드와 목적지 노드가 통신을 위해 사이에 위치한 L개의 후보 릴레이 노드들 중에서 하나를 선택하는 협력 네트워크 릴레이 노드 선택 방법에 있어서, 상기 후보 릴레이 노드들 중 기 설정된 특정 방식에 의해 결정된 순서에 따라 선택된 후보 릴레이 노드가 소스 노드와 자신 사이 채널의 상태를 측정하여 기 설정된 기준과 비교하는 제1단계와, 상기 제 1단계에서 기준을 만족시키지 못한 경우 L번째 후보 릴레이 노드가 선택될 때까지 후보 릴레이 노드의 순서를 증가시키면서 상기 제 1단계를 반복하는 제 2단계와, 상기 제 1단계에서 기준을 만족시키는 경우 상기 후보 릴레이 노드가 목적지 노드와 자신 사이의 채널 상태를 측정하여 기 설정된 기준과 비교하는 제 3단계와, 상기 제 3단계에서 기준을 만족시키지 못한 경우 L번째 후보 릴레이 노드가 선택될 때까지 후보 릴레이 노드의 순서를 증가시키면서 상기 제 1단계를 반복하는 제 4단계와, 상기 제 3단계에서 기준을 만족시키는 경우 해당 후보 릴레이 노드가 그 결과를 상기 소스 노드에 제공하고, 상기 소스 노드는 상기 후보 릴레이 노드를 통신용 릴레이 노드로 선택하는 제 5단계와, 상기 제 2단계 또는 제 4단계에서 L번째를 초과하는 순서의 후보 릴레이 노드를 선택해야 할 경우, 모든 후보 릴레이 노드들과 소스 노드 및 목적지 노드 사이의 채널 상태값들을 소스 노드가 수신하여 가장 좋은 채널 상태인 후보 릴레이 노드를 통신용 릴레이 노드로 선택하는 제 6단계를 포함하여 이루어진다.

<19> 상기 제 5단계에서, 상기 제 1단계 및 제 3단계에서 사용되는 기준을 상향 조정하는 단계와, 제 6단계에서, 상기 1단계 및 3단계에서 사용되는 기준을 하향 조정하는 단계를 더 포함하도록 할 수 있으며 이 경우, 상기 상향 조정의 단위는 상기 하향 조정의 단위보다 작도록 하는 것이 바람직하다.

<20> 또한, 본 발명 다른 실시예에 따른 협력 네트워크 릴레이 노드 선택 장치는, 소스 노드와 목적지 노드가 통신을 위해 사이에 위치한 복수의 후보 릴레이 노드들 중에서 하나를 선택하여 통신을 실시하는 협력 네트워크 릴레이 노드 선택 장치에 있어서, 상기 후보 릴레이 노드들에 채널 상태 측정을 위한 정보를 제공하고, 상기 후보 릴레이 노드들이 제공하는 정보를 근거로 상기 후보 릴레이 노드들 중 하나를 선택하여 통신을 실시하는 소스 노드와, 상기 후보 릴레이 노드들에 채널 상태 측정을 위한 정보를 제공하는 목적지 노드와, 상기 소스 노드 및 목적지 노드로부터 제공 받은 채널 상태 측정을 위한 정보를 근거로 각 채널들을 기 특정된 순서에 따라 순차적으로 측정하여 기 설정된 기준과 비교한 결과를 상기 소스 노드에 알리며, 상기 순차 측정 후에는 측정 결과를 상기 소스 노드에 제공하는 복수의 후보 릴레이 노드들을 포함하여 이루어진다.

<21> 상기 후보 릴레이 노드들은 상기 기 특정된 순서에 따라 자신의 순서가 아닌 경우 저전력 상태를 유지하며, 자신의 순서가 될 경우에만 활성화되어 전력 소모를 줄이도록 한다.

## *효 과*

<22> 본 발명의 실시예에 따른 협력 네트워크의 릴레이 노드 선택 방법 및 장치는 협력 다이버시티 시스템의 릴레이 노드 선택시 협력 관계에 있는 노드들 사이의 후보 릴레이 노드들에 대한 채널 상태 정보를 일괄적으로 획득하지 않고서도 적절한 상태의 릴레이 노드를 선택할 수 있도록 하여 시스템의 복잡성을 크게 낮추면서도 통신 품질은 유지할 수 있어 비용 및 전력 절감에 뛰어난 효과가 있다.

<23> 본 발명의 실시예에 따른 협력 네트워크의 릴레이 노드 선택 방법 및 장치는 협력 다이버시티 시스템의 릴레이 노드 선택시 후보 릴레이 노드들에 대한 채널 상태 정보를 순차확인 방식으로 확인하여 원하는 채널 상태를 가지는 릴레이 노드를 빠르게 선택할 수 있도록 하며, 모든 릴레이 노드를 통한 링크 성능이 원하는 상태에 미치지 못할 경우에는 기회적 중계 전송 방식을 통해 최적 노드를 선택하도록 하여 초기 노드 선택이 실패하더라도 전체 시스템 성능에 대한 영향을 최소화 할 수 있는 효과가 있다.

<24> 본 발명의 실시예에 따른 협력 네트워크의 릴레이 노드 선택 방법 및 장치는  릴레이 노드 선택 과정에서 후보 릴레이 노드들이 필요한 시점에만 순차적으로 턴온 되어 동작하도록 하여 불필요한 전력 낭비를 최소화하여 휴대 통신 시스템이나 센서 네트워크와 같이 전력 절감이 필수적인 시스템에 적용할 수 있는 효과가 있다.

## *발명의 실시를 위한 구체적인 내용*

<25> 상기한 바와 같은 본 발명을 첨부된 도면들과 실시예들을 통해 상세히 설명하도록 한다.

<26> 도 1은 협력 네트워크의 예를 보인 것으로, 복수의 노드들로 이루어진 듀얼-홉(dual-hop) 시스템의 블록 다이어그램을 보인 것으로, 후속되는 본 발명 실시예의 설명은 도시된 시스템을 기본으로 할 것이며, 이러한 듀얼-홉 시스템의 방식은 간단하게 멀티-홉 시스템으로 확장될 수 있다.

<27> 도시된 구성과 같이 통신할 데이터를 전송하는 소스 노드(Source Node)(10)(혹은 출발 노드라 하기도 함)와, 상기 소스 노드(10)가 제공하는 데이터를 수신할 목적지 노드(Destination Node)(30)와, 이들 사이의 채널($\gamma_{s,d}$)에 복수(L개)의 후보 릴레이 노드들(20a~20L)이 배치되어 있음을 알 수 있다.

<28> 상기 후보 릴레이 노드들(20a~20L)은 각각 소스 노드(10)와의 채널($\gamma_{s,i}$, i번째 릴레이 노드와 소스 노드 사이의 경로)목적지 노드(30)와의 채널($\gamma_{i,d}$,i번째 릴레이 노드와 목적지 노드 사이의 경로)를 통해 릴레이 기능을 수행할 수 있게 되는데, 이러한 각 채널 성능이 좋을 경우 원활한 통신이 가능해지므로, 이러한 후보 릴레이 노드들 중에서 하나를 선택하여 실제 통신에 이용하게 된다.

<29> 전술했던 바와 같이, 기존에 제안된 릴레이 노드 선택 방식은 주로 소정의 릴레이 노드를 이용한 종단-종단(end-to-end) 채널 측정값을 소정의 정책에 따라 판단하여 가장 좋은 성능을 보이는 채널을 제공하는 릴레이 노드를 선택하는 기회적 릴레이 방식(opportunistic relaying)을 이용하게 되는데, 이는 항상 모든 후보 릴레이 노드들이 소스 노드와 목적지 노드에 대한 각각의 채널 상태를 측정해야 하며, 이들에 대한 비교 과정을 통해 최적의 노드를 선택해야 하므로 복잡도가 높고 전력 소모도 커진다.

<30> 따라서, 본 실시예에서는 후보 릴레이 노드의 활성화 시간을 가능한 줄이고, 후보 릴레이 노드의 채널 상태 측정도 가능한 줄일 수 있도록 하면서도 실제 통신 품질은 상기 기회적 릴레이 방식에 근접하도록 하는 방식 및 장치에 관해서 설명하도록 한다.

<31> 도 2는 본 발명 일 실시예의 데이터 프레임 구조를 보인 것으로, 도시한 바와 같이 프레임 초기의 일정 시간(명암 부분)에 해당하는 가드 구간(Guard Period)과 실제 데이터 시간에 해당하는 데이터 구간(Data Period)로 이루어져 있다.

<32> 본 발명의 실시예에 따른 릴레이 노드 선택은 크게 2종류의 릴레이 노드 선택 방식이 적용되는데, 가능한 최소한의 리소스만을 활용하여 릴레이 노드를 선택하도록 하는 선택 방식과, 이러한 선택 방식을 통해서 원하는 릴레이 노드를 선택할 수 없는 경우 이를 보완하기 위해 기존의 기회적 릴레이 방식 중 간단한 방식을 추가적으로 적용하는 방식이 적용된다.

<33> 상기 가드 구간은 소스 노드(10)가 데이터 전송을 실시할 것임을 알리기 위한 신호를 제공하는 RTS(Ready to send) 구간과, 목적지 노드(30)가 수신 가능함을 알리는 신호를 제공하는 CTS(Clear to send) 구간 및 상기 구간 동안 제공된 신호에 대한 응답을 확인하는 ACK/NAK 구간, 후보 릴레이 노드들이 순차적으로 채널에 대한 상태를 파악하여 선택 여부를 결정하는 구간, 이를 소스 노드에 알려주기 위한 ACK/NAK 구간 및 필요한 경우 기회적 릴레이 방식을 이용한 릴레이 선택을 실시하는 정보 전송 구간으로 이루어진다. 여기서, 마지막 정보 전송 구간은 앞선 구간을 통해 릴레이 선택이 불가능한 경우에만 동작한다. 당연히, 이러한 구체적인 필드 구성은 변경 가능하며, 이들이 모두 순차적으로 실시되지 않으며 앞선 필드에서 릴레이 선택이 가능할 경우 후속 과정은 생략될 수 있다.

<34> 상기 데이터 구간은 소스에서 릴레이 노드로 데이터를 전송하는 제 1데이터 전송 구간과, 상기 릴레이 노드에서 목적지 노드로 데이터를 전송하는 제 2데이터 전송 구간으로 이루어진다. 만일 멀티홉 시스템의 경우 이러한 구간은 더 추가될 수 있다.

<35> 도 3내지 도 7은 본 발명 다른 실시예에 따른 릴레이 노드 선택 과정을 순차적으로 나타낸 것으로, 협력 네트워크의 특징을 통해 최소한의 리소스 활용 만으로 원활한 통신이 이루어질 수 있도록 하는 릴레이 노드를 선택하는 과정과, 이러한 릴레이 노드 선택 방식이 실패할 경우 기회적 중계 전송 방식을 활용하는 과정을 설명하기 위한 것이다. 상기 최소한의 리소스 활용을 통한 릴레이 노드 선택 방식을 여기서는 차선 중계 방식(Sub-optimal relaying)이라 칭함으로써 종래의 최선(best) 릴레이를 선택하는 기회적 중계 방식(Opportunistic relaying)과 구분한다.

<36> 이러한 방식들은 도 2에 도시한 바와 같이 데이터 전송 프레임의 가드 구간에서 수행된다.

<37> 소스 노드(10)가 목적지 노드(30)로 데이터를 전송하고자 할 경우 우선적으로 도 3과 같이 후보 릴레이 노드들(20a~20d)에게 채널 측정(channel estimation)을 위한 정보를 제공하는데, 이러한 동작이 이루어지는 구간을 RTS 구간이라 할 수 있다.

<38> 그리고, 도 4와 같이 목적지 노드(30)가 수신 가능한 상태일 경우 후보 릴레이 노드들(20a~20d)에게 채널 측정을 위한 정보를 제공하는데, 이러한 동작이 이루어지는 구간을 CTS 구간이라 할 수 있다.

<39> 이제, 상기 도 3 및 4를 통해 제공된 채널 측정 정보를 수신한 후보 릴레이 노드들은 도 5와 같이 다양한 방식으로 특정된 기준(고유번호순, 네트워크 등록순, 상태 정보 전파에 따른 순서 할당 등)에 따라 순서를 가지고 있거나 순서가 정해져 해당 순서대로 순차 동작하여 채널 상태를 측정한 후 그 결과를 다른 후보 릴레이 노드들과 소스 노드(10)에 ACK/NAK 신호로 제공한다. 즉, 1번째 릴레이 노드가 선택되는 경우 해당 릴레이 노드는 소스 노드(10)와의 채널에 대한 채널 상태 측정을 실시한다. 만일 해당 측정 결과가 기 설정된 기준(예를 들어, 측정된 평균 SNR이 임계값보다 큰 경우)을 만족시키는 경우 목적지 노드(30)와의 채널에 대한 채널 상태 측정을 실시한다. 만일 해당 측정결과가 기 설정된 기준을 만족시킬 경우 해당 릴레이 노드를 통한 소스 노드(10)와 목적지 노드(30) 사이의 종단-종단 채널 상태는 통신에 적합한 상태임이 확인된 것이므로 상기 릴레이 노드는 ACK 신호를 다른 후보 릴레이 노드들과 소스 노드(10)에 제공하여 다른 후보 릴레이 노드들은 더이상 채널 상태 측정을 실시하지 않도록 하며, 소스 노드(10)가 해당 후보 릴레이 노드를 통해 통신을 실시하도록 한다. 즉, 최고의 채널 상태가 아니더라도 적당한 기준을 만족시키는 채널을 검색하는 즉시 해당 릴레이 노드를 선택하는 것으로 리소스를 최대한 줄일 수 있게 된다.

<40> 만일, 상기 과정에서 특정 릴레이 노드와 소스 노드(10) 사이의 채널 상태가 상기 기준을 만족시키지 못한 경우 해당 릴레이 노드는 목적지 노드(30)와의 채널 상태 측정은 실시하지 않고 NAK 신호를 소스 노드(10)를 포함하는 전체 릴레이 노드들에게 제공하여 후속 릴레이 노드가 선택되어 이러한 과정을 다시 실시하도록 한다.

<41> 만일, 상기 특정 릴레이 노드와 소스 노드(10) 사이의 채널 상태가 상기 기준을 만족시키지만, 목적지 노드(30)와의 채널 상태는 상기 기준을 만족시키지 못할 경우 역시 NAK 신호를 소스 노드(10)를 포함하는 전체 릴레이 노드들에게 제공하여 후속 릴레이 노드가 선택되어 이러한 과정을 다시 실시하도록 한다.

<42> 상기와 같이 현재 선택된 후보 릴레이 노드와 소스 노드 또는 목적지 노드 사이의 채널 상태가 기 설정된 기준을 만족시키지 못하는 경우 마지막 후보 릴레이 노드까지 상기 과정을 순차적으로 반복하게 되는데, 선택된 후보 릴레이 노드는 활성화되어 상기 채널 상태 측정을 실시하지만, 선택되지 않은 후보 릴레이 노드는 저전력 상태가 되어 채널 상태 측정을 실시하지 않도록 함으로써, 가능한 전력을 줄일 수 있게 된다. 여기서 저전력 상태는 완전한 전원 차단이 아닌 채널 측정을 대기하는 상태를 의미한다. 필요한 경우 다른 노드로부터의 신호를 수신할 수 있으며, 이를 통해 자신의 동작 순서나 동작 시점을 알 수 있다.

<43> 한편, 모든 후보 릴레이 노드들에 대해 상기 과정을 순차적으로 수행한 결과, 소스 노드와의 채널 상태 및 목적지 노드와의 채널 상태 모두가 기준을 만족시키는 후보 릴레이 노드가 없는 경우도 발생할 수 있다.

<44> 이 경우, 도 7에 도시한 바와 같이 모든 릴레이 노드는 채널 상태 정보를(예를 들어, 자신의 채널 정보 계수 등) 소스 노드(10)에 전송하며, 상기 소스 노드(10)는 해당 정보를 근거로 가장 채널 상태가 좋은 릴레이 노드를 선택하여 통신을 실시하게 된다. 즉, 도 3내지 도6에 도시한 차선 중계 방식을 우선적으로 실시하되, 이를 실패한 경우에 한해서 도 7과 같은 기회적 중계 전송 방식을 이용하여 선택 과정을 보충하도록 한다. 이때, 상기 기회적 중계 전송 방식은 비교적 간단한 판단 방식을 사용하도록 하여 기회적 중계 전송 방식을 이용하기 위한 부하를 최소화 하는 것이 바람직하다.

<45> 즉, 상기 차선 중계 방식에 따른 릴레이 노드 선택과 상기 기회적 중계 전송 방식에 따른 릴레이 노드 선택에 있어, 상기 차선 중계 방식에 따른 릴레이 노드 선택 비중을 높일 수 있도록 적절한 기준(예를 들어, 평균 SNR의 임계치)을 설정해야 한다. 이러한 기준의 설정에 따라 성능과 리소스 절약의 트레이드 오프가 이루어질 수 있으며, 이를 보완하기 위해서 상기 기회적 중계 전송 방식을 이용하게 되면 상기 기준을 하향 조정하도록 하고, 상기 차선 중계 방식을 이용할 경우 상기 기준을 상향 조정하도록 하는 방식도 고려될 수 있다. 물론, 상기 차선 중계 방식을 가능한 효과적으로 활용하기 위해서 상기 하향 조정의 경우에 비해 상향 조정의 단위 변화가 작도록 하거나, 상기 상향 조정에 한계를 설정하여 그 상태를 지속적으로 유지할 수 있도록 하거나 상향 조정에 가중치를 부여하여 조정폭을 가변할 수도 있다.

<46> 도 8은 전술한 본 발명 다른 실시예에 따른 동작 과정을 보인 순서도로서, 도시한 바와 같이, RTS 및 CTS 구간을 통해 후보 릴레이 노드들이 채널 측정에 사용될 정보를 얻은 이후의 동작 과정을 보인 것이다.

<47> 먼저, 사용할 변수(후보 릴레이 노드의 번호(l), 소스-릴레이 노드 사이의 제 1경로($\Gamma_1$), 릴레이-목적지 노드 사이의 제 2경로($\Gamma_2$))를 초기화한다.

<48> 그 다음, 측정을 실시할 후보 릴레이 노드의 번호(즉, 순번)를 선택하는데, 숫자의 증가 혹은 감소 방식이 가능하며, 여기서는 숫자를 증가시키는 방식을 이용한다. 이후 반복적으로 이러한 단계로 제어 상태가 복귀하게 되므로 그 구별을 용이하게 하기 위해서 이러한 동작을 "후보 릴레이 노드 선택 과정"이라 하기로 한다.

<49> 상기 측정을 실시할 후보 릴레이 노드가 전체 후보 릴레이 노드의 숫자인 L을 초과하는 경우라면 모든 후보 릴레이 노드를 측정하였지만 기 설정된 기준을 만족하는 후보 릴레이 노드가 없었다는 것을 의미하므로 도시된 바와 같이 기회적 중계 전송 방식으로 릴레이 노드를 선택한다. 이 경우 도시된 바와 같은 수학식 1을 통해 가장 좋은 특성을 가지는 릴레이 노드를 구할 수 있다.

*수학식 1*

<50> $$l = \arg\max\{\min\{\gamma_{s,l}, \gamma_{l,d}\}\}$$

<51> 여기서, $l \in \{1, 2, \ldots, L\}$

<52> 물론, 상기 수학식1과 다른 방식으로 구할 수도 있으나, 이 경우 도시된 바와 같은 비교적 간단한 수식을 적용하여 차선 중계 방식으로 적절한 릴레이 노드를 결정하기 어려운 경우 적합한 릴레이 노드를 선택할 수 있도록 함으로써, 시스템 부하를 줄일 수 있게 된다.

<53> 상기 측정을 실시할 후보 릴레이 노드가 전체 후보 릴레이 노드의 숫자인 L이하인 경우, 현재 선택된 후보 릴레이 노드는 자신과 소스 노드 사이의 채널 상태($\gamma_{s,l}$)를 측정하여 그 값을 임계값($\gamma_T$)과 비교하여 해당 임계값보다 작은 경우 후속되는 작업을 생략하고 다음번 후보 릴레이 노드를 선택하는 상기 "후보 릴레이 노드 선택 과정"으로 진행한다.

<54> 상기 과정에서 현재 선택된 후보 릴레이 노드와 소스 노드 사이의 채널 상태가 임계값을 초과하는 경우, 상기 후보 릴레이 노드와 목적지 노드 사이의 채널 상태($\gamma_{l,d}$)를 측정하여 그 값을 임계값($\gamma_T$)과 비교하여 해당 임계값보다 작은 경우 다음번 후보 릴레이 노드를 선택하는 상기 "후보 릴레이 노드 선택 과정"으로 진행하고, 임계값을 초과하는 경우에는 해당 후보 릴레이 노드를 릴레이로 하는 경로를 제 1 및 제2 경로($\Gamma_1, \Gamma_2$)에 각각 대응시켜 해당 후보 릴레이 노드를 선택하여 통신을 실시한다.

<55> 도 9 내지 도 12는 전술한 본 발명 실시예에 따른 협력 네트워크의 성능과 단일 릴레이를 이용한 경우의 성능, 기회적 중계 전송 방식(즉, 최적 릴레이를 선택하는 경우)을 이용한 경우의 성능, 그리고 반복 방식을 이용한 경우의 성능을 비교하기 위한 것이다.

<56> 도 9는 신호대 잡음비(SNR)에 대한 채널 용량을 상기 각 경우에 따라 비교한 것으로, 후보 릴레이가 3개인 경우와 5개인 경우를 나누어 측정하였다.

<57> 도시한 바와 같이 본 발명 실시예에 따른 방식을 이용하는 경우 최적의 릴레이를 선택하는 기회적 중계 전송 방식을 이용하는 경우에 비해서 요구되는 SNR 성능을 만족시키더라도 채널 용량은 거의 차이가 없음을 알 수 있다. 한편, 높은 SNR 영역에서는 요구 성능이 이미 좋은 채널 상태를 만족하기 때문에 본 발명 실시예에 따른 방식은 단일 릴레이를 사용한 경우에 근접한 성능을 제공한다.

<58> 도 10은 평균 SNR에 대한 가용한 릴레이 노드들의 수에 미치는 영향을 확인하기 위해 나타낸 중단 가능성(Outage Probability)를 나타낸 것으로, 이러한 중단은 소스 노드-릴레이 노드 사이의 출력 SNR이나 릴레이 노드-목적지 노드 사이의 출력 SNR, 혹은 이들을 직렬 연결된 채널의 SNR이 중단 임계값($\gamma_{th}$)보다 낮은 경우

발생하는 것으로 간주한다.

<59> 중단 임계값( $\gamma_{th}$ )이 목표 임계 SNR( $\gamma_T$ )보다 잘을 경우 후보 릴레이 노드들의 수가 증가할 수록 다이버시티 게인을 얻을 수 있음을 알 수 있다. 또한, 도 10을 통해서 본 발명 일 실시예에 따른 방식은 종래의 기회적 중계 전송 방식(즉, 최적 릴레이 노드를 선택하는 방식)의 중단 가능성과 완전히 일치하는 것을 알 수 있다. 따라서, 기회적 중계 전송 방식 보다 복잡도를 현저하게 낮출 수 있는 본 발명 일 실시예를 통해서도 기회적 중계 전송 방식과 동일한 중단 가능성을 달성할 수 있다.

<60> 도 11은 레일리 페이딩 채널을 통해 본 발명 일 실시예와 기회적 중계 전송 방식의 DPSK(Differential Phase Shift Keying)변조를이용한 경우 종단-종단 BER(Bit Error Rate) 성능을 나타낸 것으로, 이때 후보 릴레이 노드는 4개인 경우이며, 목표 임계치는 5dB인 경우이다.

<61> 도시된 바와 같이 본 발명 일 실시예에 따른 방식을 이용한 경우와 기회적 중계 전송 방식을 이용한 경우, 상기 목표 임계치까지는 동일한 BER 성능을 제공함을 명확히 확인할 수 있다. 비록 높은 SNR에서는 다소 상이한 결과를 확인할 수 있으나, 이미 본 발명 실시예에 따른 방식으로도 원하는 목표까지의 성능을 얻을 수 있기 때문에 이는 논외의 성능이 될 것이며, 이러한 불필요한 성능을 포기하는 대신 본원 발명은 목표 성능을 달성하면서도 훨씬 복잡도를 낮출 수 있게 되는 것이다.

<62> 도 12는 평균적인 활성 노드의 수와 평균적인 채널 측정 횟수를 통해서 본 발명 실시예에 따른 방식과, 기회적 중계 전송 방식 간의 복잡성을 비교한 것이다.

<63> 예를 들어, 목표 임계치가 9dB인 경우, 본 발명 실시예에 따른 방식의 평균 BER은 기회적 중계 전송 방식과 동일한 값($10^{-3}$)을 가지지만, 이 경우 본 발명 일 실시예에 따른 방식의 평균 채널 측정 횟수는 5회로 기회적 중계 전송 방식의 8회보다 현저히 낮으며, 평균적인 활성 노드의 갯수 역시 본 발명 일 실시예에 따른 방식은 2.8개 정도인데 반하여 기회적 중계 전송 방식은 4개에 이른다.

<64> 따라서, 본 발명 일 실시예에 따른 방식은 복잡도, 즉 채널 측정 횟수와 활성 노드의 갯수를 줄이며, 이를 통해 전력 소모 역시 크게 줄일 수 있게 된다.

## *도면의 간단한 설명*

<65> 도 1은 협력 네트워크의 예를 보인 네트워크 구성도.

<66> 도 2는 데이터 전송을 위한 프레임 구조의 예를 보인 예시도.

<67> 도 3내지 도7은 본 발명 일 실시예에 따른 동작 과정을 보인 동작 수순도.

<68> 도 8은 본 발명 일 실시예의 동작 과정을 보인 순서도.

<69> 도 9 내지 도 12는 본 발명 일 실시예에 따른 릴레이 선택 방식과 기존의 다른 릴레이 선택 방식의 특성을 비교한 그래프도.

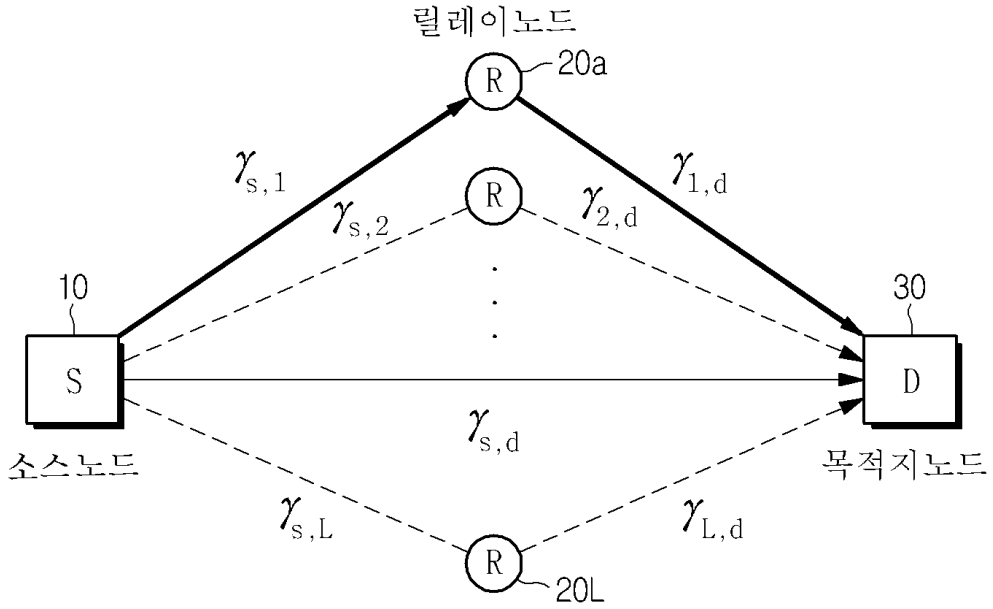
<70> ** 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 **

<71> 10: 소스 노드 20a~20L: 후보 릴레이 노드

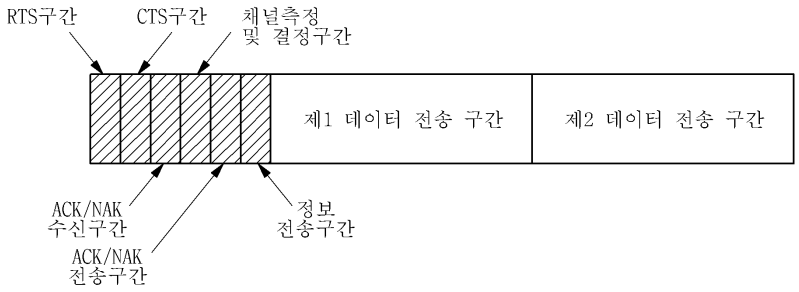
<72> 30: 목적지 노드

## 도면

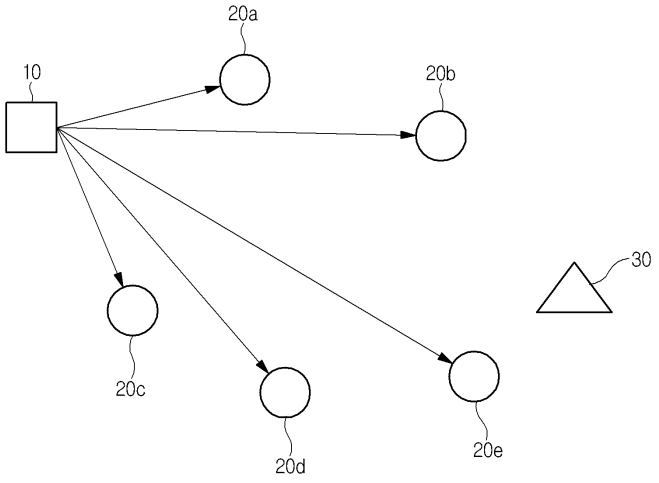
### 도면1


릴레이노드
R
20a
R
R
20L
$\gamma_{s,1}$
$\gamma_{s,2}$
$\gamma_{s,L}$
$\gamma_{1,d}$
$\gamma_{2,d}$
$\gamma_{L,d}$
$\gamma_{s,d}$
10
S
소스노드
30
D
목적지노드

### 도면2

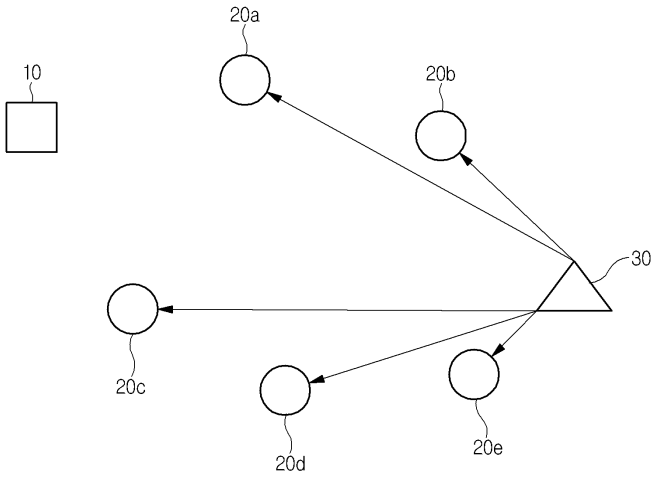

RTS구간
CTS구간
채널측정
및 결정구간
제1 데이터 전송 구간
제2 데이터 전송 구간
ACK/NAK
수신구간
ACK/NAK
전송구간
정보
전송구간

도면3



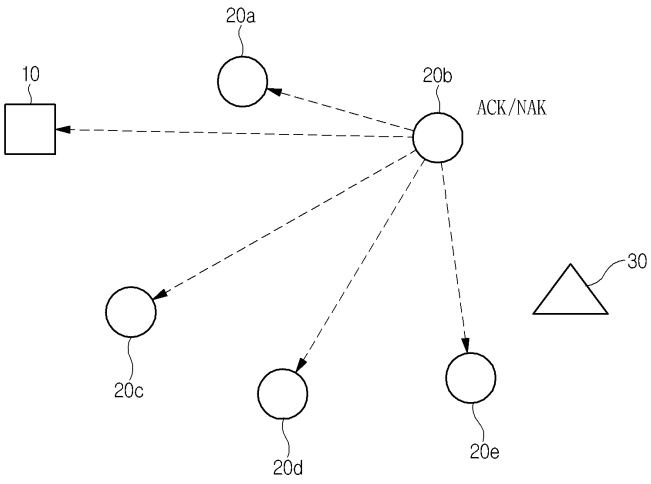

<RTS>

도면4



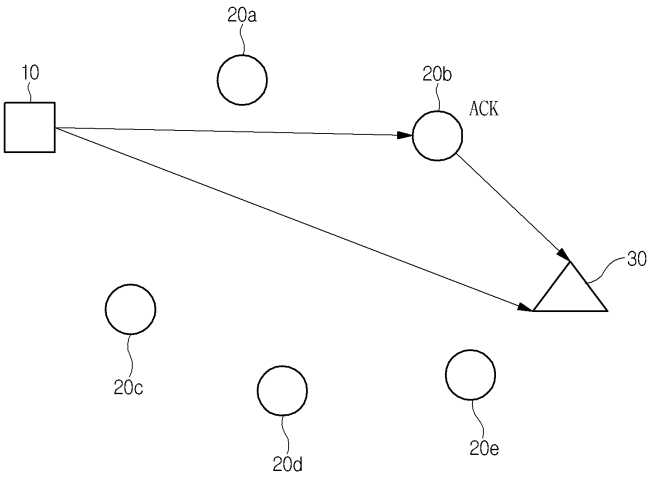

<CTS>

도면5



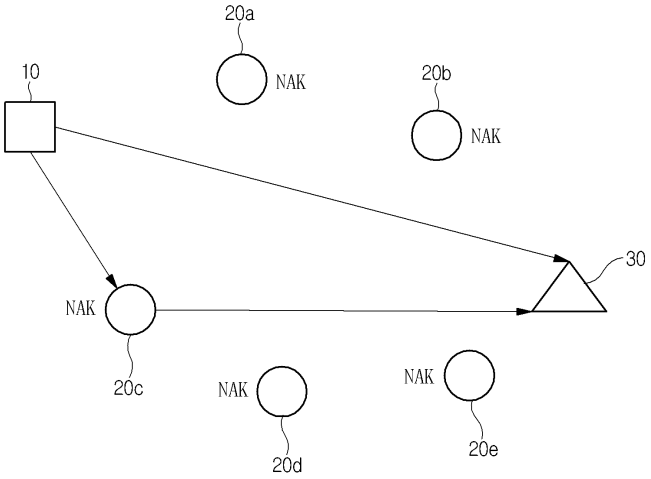

<ACK/NAK 수신>

도면6



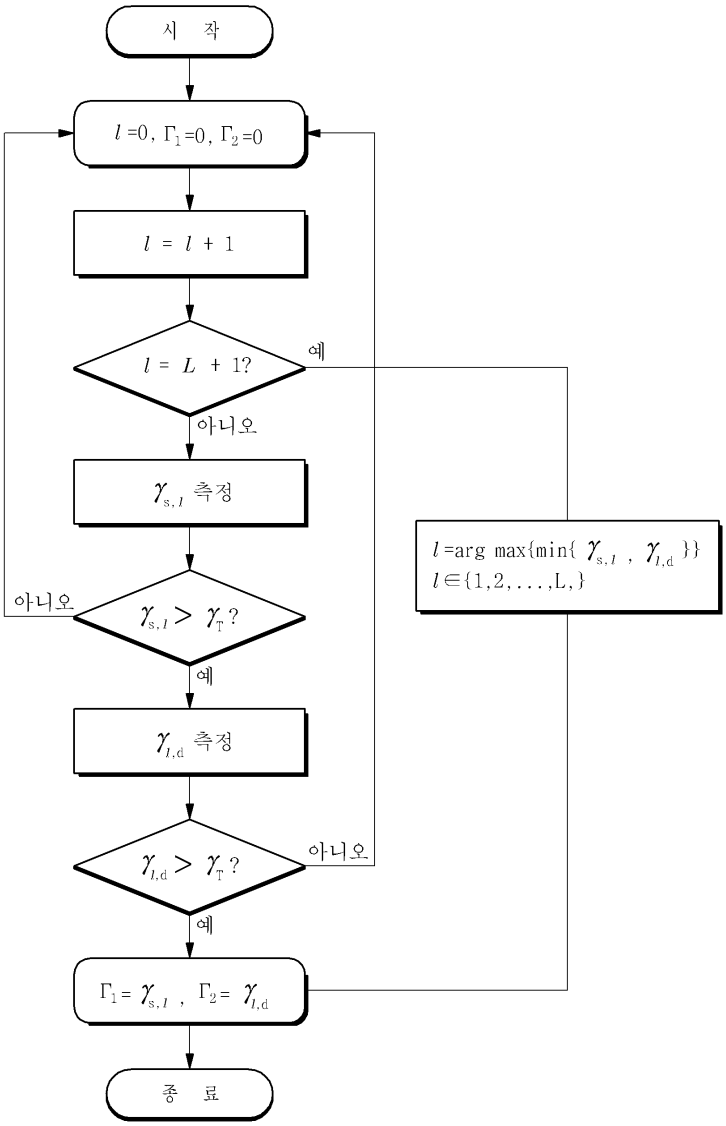

<ACK/NAK 송신>

도면7

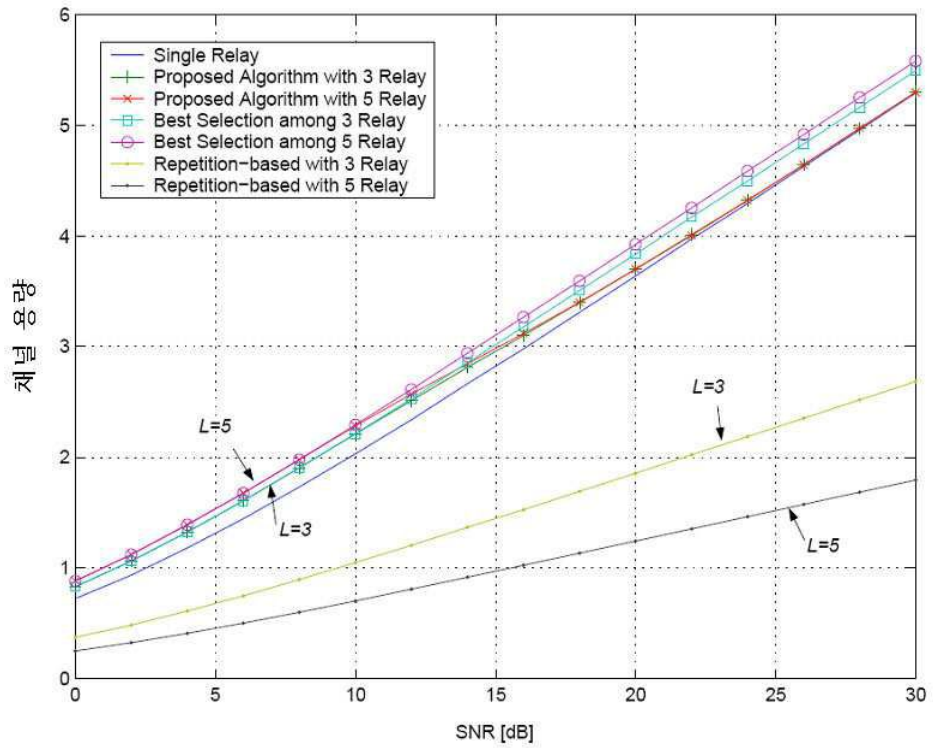



<최적 릴레이 선택>

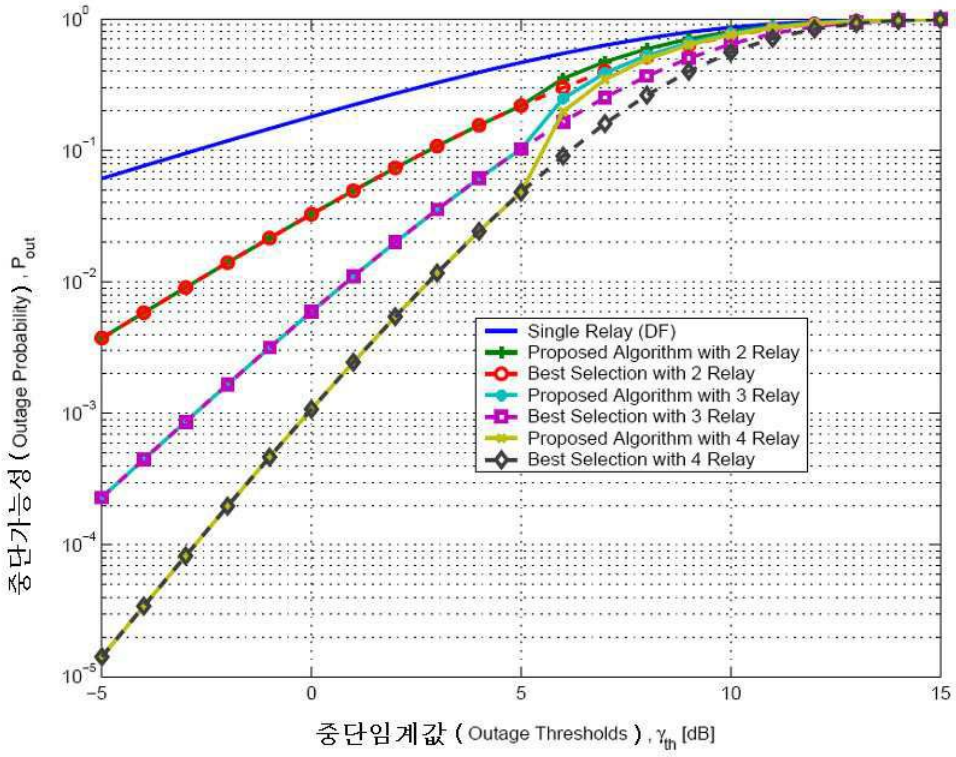
도면8


시 작
$l$ =0, $\Gamma_1$=0, $\Gamma_2$=0
$l$ = $l$ + 1
$l$ = $L$ + 1?
예
아니오
$\gamma_{s,l}$ 측정
$\gamma_{s,l} > \gamma_T$ ?
아니오
예
$\gamma_{l,d}$ 측정
$\gamma_{l,d} > \gamma_T$ ?
아니오
예
$\Gamma_1 = \gamma_{s,l}$ , $\Gamma_2 = \gamma_{l,d}$
종 료
$l$ =arg max{min{ $\gamma_{s,l}$ , $\gamma_{l,d}$ }}
$l \in \{1,2,\ldots,L,\}$

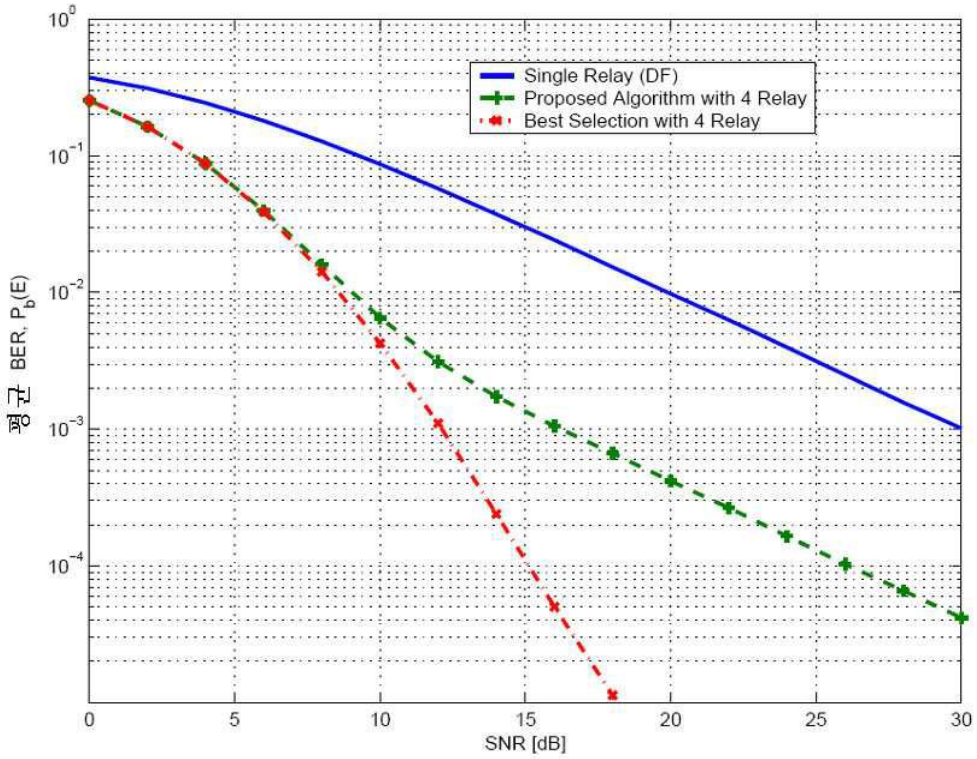
도면9


Single Relay
Proposed Algorithm with 3 Relay
Proposed Algorithm with 5 Relay
Best Selection among 3 Relay
Best Selection among 5 Relay
Repetition-based with 3 Relay
Repetition-based with 5 Relay
L=5
L=3
L=3
L=5
채널 용량
SNR [dB]

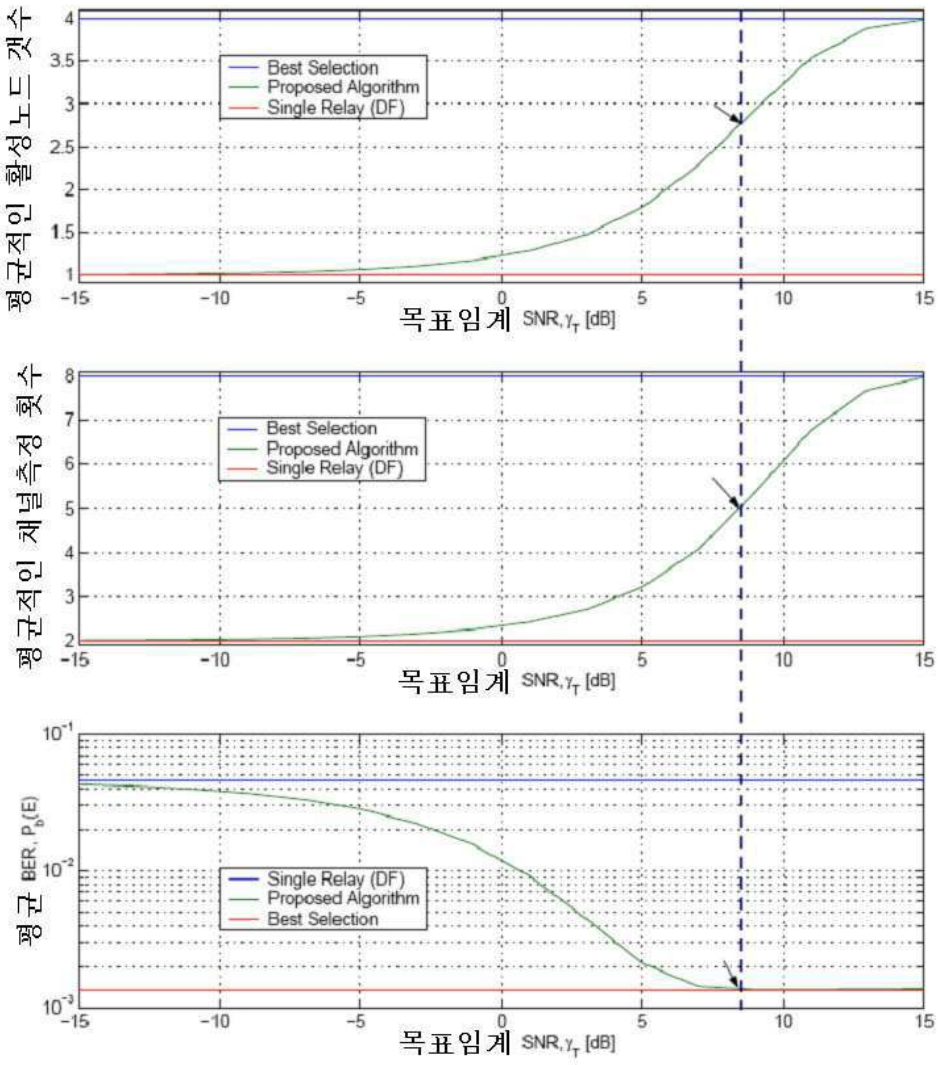
도면10


Single Relay (DF)
Proposed Algorithm with 2 Relay
Best Selection with 2 Relay
Proposed Algorithm with 3 Relay
Best Selection with 3 Relay
Proposed Algorithm with 4 Relay
Best Selection with 4 Relay
중단가능성 ( Outage Probability ) , $P_{out}$
중단임계값 ( Outage Thresholds ) , $\gamma_{th}$ [dB]

도면11


Single Relay (DF)
Proposed Algorithm with 4 Relay
Best Selection with 4 Relay
평균 BER, $P_b(E)$
SNR [dB]
$10^0$
$10^{-1}$
$10^{-2}$
$10^{-3}$
$10^{-4}$
0
5
10
15
20
25
30

도면12


평균적인 활성노드 갯수
Best Selection
Proposed Algorithm
Single Relay (DF)
목표임계 SNR, $\gamma_T$ [dB]
평균적인 채널측정 횟수
Best Selection
Proposed Algorithm
Single Relay (DF)
목표임계 SNR, $\gamma_T$ [dB]
평균 BER, $P_b(E)$
Single Relay (DF)
Proposed Algorithm
Best Selection
목표임계 SNR, $\gamma_T$ [dB]