

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2012년 10월 18일 (18.10.2012)



(10) 국제공개번호
WO 2012/141390 A1

- (51) 국제특허분류:
H04W 40/10 (2009.01) H04W 84/18 (2009.01)
H04B 7/04 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2011/006807
- (22) 국제출원일: 2011년 9월 15일 (15.09.2011)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
61/473,816 2011년 4월 11일 (11.04.2011) US
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **엘지 전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.)** [KR/KR]; 서울 영등포구 여의도동 20, 150-721 Seoul (KR). **연세대학교 산학협력단 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY)** [KR/KR]; 서울 서대문구 신촌동 134, 120-749 Seoul (KR).
- (72) 발명자; 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **정종문 (CHUNG, Jong-Moon)** [KR/KR]; 서울 용산구 동부 이촌 1동 강촌 아파트 105동 302호, 140-727 Seoul (KR). **김서욱 (KIM, Suhwook)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). **한동혁 (HAN, Donghyuk)** [KR/KR]; 서울 노원구

중계 2 동 상아 아파트 12 동 205 호, 139-784 Seoul (KR). **김봉희 (KIM, Bonghoe)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1 동 533 번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). **김준형 (KIM, Joonhyung)** [KR/KR]; 서울시 강남구 논현 2 동 255-20 호, 135-832 Seoul (KR).

(74) 대리인: **김용인 (KIM, Yong In)** 등; 서울 송파구 잠실동 175-9 현대빌딩 7층 KBK 특허법률사무소, 138-861 Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

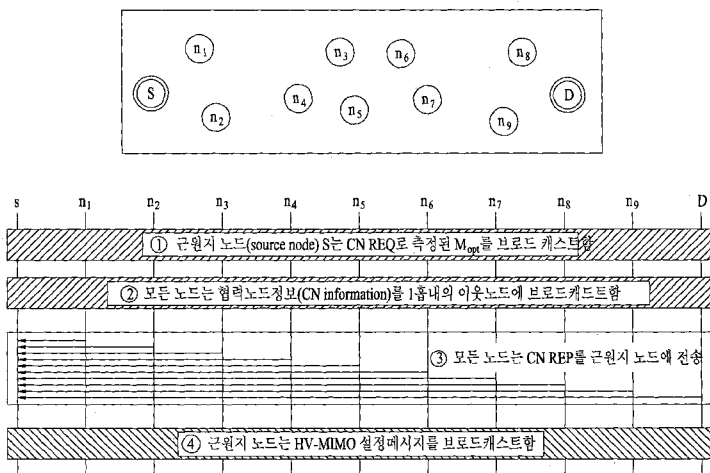
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: ROUTING METHOD AND APPARATUS FOR SETTING OPTIMUM MULTI-HOP HYBRID V-MIMO TRANSMISSION PATH FOR WIRELESS AD HOC NETWORK 무선 애드 hoc 네트워크를 위한 최적의 다중 홉 HYBRID V-MIMO 전송 경로 설정을 위한 라우팅 방법 및 장치

(54) 발명의 명칭 : 무선 애드 hoc 네트워크를 위한 최적의 다중 홉 Hybrid V-MIMO 전송 경로 설정을 위한 라우팅 방법 및 장치

FIG. 1



- 1 ... Source node, S, broadcasts M_{opt} measured by CN REQ
- 2 ... All nodes broadcast CN information to neighboring nodes within 1 hop
- 3 ... All nodes transmit CN REP to source node
- 4 ... Source node broadcasts HV-MIMO setting message

(57) Abstract: The present invention relates to a method for setting the optimum transmission path for increasing energy efficiency in a wireless ad hoc network. More particularly, the present invention relates to setting an optimized data transmission path in a multi-hop data transmission environment in a wireless network comprising machine to machine (M2M) communication devices, which operate with limited energy, based on link information of the network, such as the position of a node in the network. And to this end, the present invention relates to a wireless M2M communication network protocol minimizing energy consumption by selecting the optimum transmission method for each of the hops from the following transmission methods: a single input single output (SISO) method; a virtual single input multiple output (V-SIMO) method; and a virtual multiple input multiple output (V-MIMO) method.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2012/141390 A1



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, **공개:**
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

본 발명은 무선 애드 혹 네트워크 (Wireless Ad Hoc Network) 에서 에너지 효율을 높이기 위해 최적의 전송 경로를 설정하는 방법에 관한 것이다. 보다 구체적으로 설명하면, 본 발명은 제한된 에너지로 동작하는 기기간(M2M: Machine to Machine) 통신 장치들로 구성된 무선 네트워크의 다중 홉 데이터 전송 환경에서, 상기 네트워크 내 노드의 위치 등 상기 네트워크의 링크 정보를 기반으로, 최적화된 데이터 전송 경로를 설정하되, 이를 위하여 각 홉마다 단일입출력 (SISO: Single Input Single Output), 가상 단일입력 다중출력(V-SIMO: Virtual Single Input Multiple Output), 가상 다중입력 단일출력 (V-MISO: Virtual Multiple Input Single Output) 및 가상 다중입출력 (V-MIMO) 전송기법 중 최적의 전송기법을 선택하여 에너지 소모를 최소화하는 무선 M2M 통신 네트워크 프로토콜에 관한 것이다.

【명세서】

【발명의 명칭】

무선 애드 혹 네트워크를 위한 최적의 다중 홉 Hybrid V-MIMO 전송 경로 설정을 위한 라우팅 방법 및 장치

5

【기술분야】

본 발명은 무선 애드 혹 네트워크를 위한 최적의 다중 홉 Hybrid V-MIMO 전송 경로 설정을 위한 라우팅 방법 및 장치에 관한 것이다.

【배경기술】

10 무선 애드혹 네트워크(Wireless Ad Hoc Network)는 노드들에 의해 자율적으로 구성되는, 기반 구조 없는 네트워크로서, 네트워크의 구성 및 유지를 위해 기지국이나 액세스 포인트와 같이 기반 네트워크 장치를 필요로 하지 않는 네트워크를 말한다.

무선 애드혹 네트워크 상에서 최저 전력을 소모하는 라우팅 경로(path)를 산출하는 것은 중요한 문제이다.

무선 애드 혹 네트워크(Wireless Ad Hoc Network) 에서 에너지 효율을 높이기 위해 최적의 전송 경로 설정방법으로, MIMO(multiple Input Multiple Output)와 V-MIMO등인 전송 기술이 있다. 이 중 MIMO 전송방식이 갖는 높은 대역폭 효율로 인해 다양한 MIMO 전송 기술이 개발되고 있다. 그러나 MIMO 전송을 위해서는

20 전송기 및 수신기의 회로 구성이 복잡해지고, 회로의 소모 에너지가 많아지므로 무선 애드 혹 네트워크에서 활용하기에 어려움이 있다. 더욱이 작은 센서에 다수의 안테나를 설치하는 것 또한 구현에 걸림돌이 된다. 이러한 문제로 인해 가상 안테나 배열 (Virtual Antenna Array) 을 이용한 V-MIMO(Virtual MIMO) 전송기술이 애드 혹 네트워크에 MIMO 기술을 적용하기 위한 해결책으로 제시되었다. V-

25 MIMO(Virtual Multiple Input Multiple Output)를 적용한 무선 애드 혹 네트워크는 MIMO가 갖는 다중화 이득을 갖는 장점이 있는 반면, 전송에 참여하는 센서 간의 협동을 위해 추가적인 에너지 소모 및 전송 지연이 발생한다. 따라서 데이터 전송 거리가 짧은 경우 에너지 및 지연시간 측면에서 효율적이지 못한 단점이 있다.

한편, AODV(Ad-hoc On-demand Distance Vector), DSR(Dynamic Source Routing),

DYMO(Dynamic MANET On-demand)는 모두 무선 애드 혹 네트워크를 위한 온디맨드(on-demand) 방식 라우팅 알고리즘이다. AODV(Ad-hoc On-demand Distance Vector)는 벨만-포드(BELLMAN-FORD) 알고리즘을 기반으로 하는 테이블 기반(table-driven) 알고리즘인 DSDV(Destination-Sequenced Distance-Vector Routing)을 기본으로 한다. 근원지 노드가 목적지 노드로 전송을 시작할 때, 유효한 경로를 가지고 있지 않은 경우, 경로 요청(RREQ: route request) 메시지를 브로드캐스트 전송하여 이웃 노드 및 중간 노드로부터 경로를 탐색하고, 경로가 형성이 가능한 노드들이 경로응답(RREP: route reply)메시지를 근원지 노드까지 회신하여 경로를 형성하는 방식으로 동작하는 라우팅 프로토콜이다.

DSR은 모바일 노드가 알고 있는 경로 캐쉬를 유지 및 갱신하여 라우팅 경로를 유지한다. 근원지 노드가 전송을 시작할 때, 목적지 노드까지의 유효한 경로가 있을 경우 경로 캐쉬를 저장하고 패킷을 전송하며, 경로를 가지고 있지 않은 경우 경로 요청(RREQ) 패킷을 브로드캐스트 전송하여 경로 탐색을 하고 목적 경로가 유효한 경로 캐쉬를 포함하는 노드를 만나면 경로 응답(RREP)패킷을 보내 경로를 형성하는 라우팅 프로토콜이다.

DYMO는 AODV, DSR과 유사하게 경로 요청(RREQ) 메시지와 경로 응답(RREP) 메시지로 경로를 형성하는 무선 애드 혹 온디맨드(On-demand) 프로토콜이다. DYMO는 AODV에 이어 개발된 라우팅 프로토콜로, AODV의 장점을 가지며 AODV보다 구현이 용이하다는 장점이 있다.

위와 같은 프로토콜 내에서는 단일입출력(SISO: Single Input Single Output), 가상 단일입력 다중출력(V-SIMO: Virtual Single Input Multiple Output), 가상 다중입력 단일출력(V-MISO: Virtual Multiple Input Single Output) 및 가상 다중입출력 (V-MIMO) 전송 기법 중에서 동일한 전송 기법 하나만 이용한다. 따라서, 1 홉의 전송 거리 마다 에너지 효율이 떨어지는 면이 있다.

【발명의 상세한 설명】

【기술적 과제】

본 발명이 해결하고자 하는 과제는 제한된 에너지를 가진 무선 애드 혹 네트워크 다중 홉 전송 환경에서 에너지 효율 면에서 최적의 전송 경로를 찾는 방법 및 장치를 제공한다.

또한, 최적 경로의 각 구간에서 SISO(single input single output), V-MISO(virtual-multiple input single output), V-SIMO(virtual-single input multiple output) 및 V-MIMO(virtual- multiple input multiple output)와 같은 다양한 전송 기술을 활용하여 최적의 조합을 선택하는 Hybrid V-MIMO 전송 기술을 제공한다.

5 【기술적 해결방법】

본 발명의 일 양상으로, 애드 혹 네트워크 내 소정 노드가 제 1 노드로부터 제 2 노드로의 데이터 전송 경로를 설정함에 있어서, 상기 네트워크 내에서 최적의 협력 노드 수(M_{opt})를 계산하는 단계; 상기 최적의 협력 노드 수(M_{opt})를 포함하는 협력 노드 요청 메시지를 상기 네트워크 내의 모든 노드에 전송하는 단계; 상기 네트워크 내 하나 이상의 노드로부터 협력 노드 응답 메시지를 수신하는 단계; 상기 협력 노드 응답 메시지를 기초로, 상기 제1 노드로부터 상기 제 2 노드로의 최적 전송 경로 및 상기 최적 전송 경로의 각 홉마다 협력 전송 노드 및/또는 협력 수신 노드를 설정하는 단계; 및 상기 설정된 협력 전송 노드 및/또는 협력 수신 노드를 나타내는 정보인 협력 노드 설정메시지를 해당 노드에 전송하는 단계를 포함하는 전송 경로 설정방법이 제공된다.

본 발명의 다른 양상으로, 애드 혹 네트워크 내 소정 노드가 제1 노드로부터 제 2 노드로의 데이터 전송 경로를 설정함에 있어서, 신호를 송수신하도록 구성된 무선통신부; 상기 네트워크 내에서 최적의 협력 노드 수(M_{opt})를 계산하도록 구성되고, 상기 최적의 협력 노드 수(M_{opt})를 포함하는 협력 노드 요청 메시지를 상기 네트워크 내의 모든 노드에 전송하도록 상기 무선통신부를 제어하며, 상기 네트워크 내 하나 이상의 노드로부터 수신한 협력 노드 응답 메시지를 기초로, 상기 제 1 노드로부터 상기 제 2 노드로의 최적 전송 경로 및 상기 최적 전송 경로의 각 홉마다 협력 전송 노드 및 협력 수신 노드를 설정하여, 상기 설정된 협력 전송 노드 및 협력 수신 노드를 나타내는 정보인 협력 노드 설정메시지를 해당 노드에 전송하도록 상기 무선통신부를 제어하는 프로세서부를 포함하는, 전송 경로 설정 장치가 제공된다.

본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 최적의 협력 노드 수(M_{opt})는 상기 제 1 노드 또는 상기 제 2 노드 또는 상기 네트워크 내 전력이 높은 중간 노드에 의해 계산될 수 있다.

본 발명의 각 양상에 있어서, 각 홉마다 설정되는 협력 전송 노드의 수 및 협력 수신 노드의 수 각각은 상기 최적 협력 노드 수(M_{opt}) 이하인 것을 특징으로 할 수 있다.

본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 최적의 협력 노드 수(M_{opt})의 계산은 네트워크 내의 각 노드 간의 거리 및 각 노드의 에너지를 기초로 상기 최적의 협력 노드 수를 결정할 수 있다.

【유리한 효과】

본 발명에 따르면, 규모가 큰 무선 애드 혹 (ad hoc) 네트워크에서 데이터 전달 경로를 하나 또는 여러 구간으로 나누어 각 구간별로 에너지 최적화된 전달 방식을 혼합 사용함으로써, 데이터 전송의 에너지 효율성 및 연결성을 높이는 효과가 있다. 종래 V-MIMO 프로토콜은 데이터 전송 거리가 짧을 경우 에너지 및 지연시간 측면에서 SISO에 비해 비효율적인 단점이 있다. 본 발명에서는 데이터 전송 경로를 서비스 품질을 만족시키는 최적 구간 길이로 나누어 각 구간별로 서비스 품질을 만족하는 최적의 데이터 전송방식을 선택적으로 이용하므로 에너지 소모를 최소화하여 서비스 품질을 만족하는 효과가 있다.

【도면의 간단한 설명】

도 1 은 근원지 노드 기반 최적의 V-MIMO 전송이 가능하도록 메시지의 흐름을 나타낸 일실시에 구조도.

도 2 는 목적지 노드 기반 최적의 V-MIMO 전송이 가능하도록 메시지의 흐름을 나타낸 일실시에 구조도.

도 3은 다중 홉 전송환경의 애드 혹 네트워크에서 최적의 V-MIMO 전송 경로를 설정하는 프로토콜 에너지 소모 최적 경로 설정 알고리즘.

도 4는 노드 밀도에 따른 라우팅 형성 시 노드 간 평균 거리를 계산한 그래프.

도 5는 최적의 V-MIMO(virtual-multiple input multiple output) 전송을 위한 정보 교환에 사용하도록 제시된 CN REQ (cooperate node request) 메시지 형식을 나타낸 구조도.

도 6은 최적의 V-MIMO 전송을 위한 정보 교환에 사용하도록 제시된 CN(cooperate node) Information 메시지 형식을 나타낸 구조도.

도 7은 최적의 V-MIMO 전송을 위한 정보 교환에 사용하도록 제시된 CN REP(cooperate node reply) 메시지 형식을 나타낸 구조도.

도8은 최적의 V-MIMO 전송을 위한 정보 교환에 사용하도록 하는 HV-MIMO 설정(Setup) 메시지 형식.

5 도 9는 최적의 V-MIMO 전송을 위한 정보 교환에 사용하도록 하는 프로토콜 헤더 형식.

도 10은 최적의 V-MIMO 전송을 위한 정보 교환 및 최적 경로 설정을 가능하게 하는 Hybrid V-MIMO 장치를 나타낸 도면.

10 도 11은 전송거리에 따른 각 전송방식 SISO, V-MISO, V-SIMO 및 V-MIMO에 따른 에너지 효율을 나타낸 그래프.

도 12, 도 13 및 도 14는 네트워크 환경에 따른 SISO, V-MISO, V-SIMO, V-MIMO 및 Hybrid V-MIMO 멀티 홉 전송의 에너지 소모를 나타낸 그래프.

도 15는 본 발명의 다른 실시 예를 나타낸 네트워크 노드의 중간 노드 기반의 최적의 V-MIMO 전송이 가능하도록 나타낸 흐름도.

15 도 16은 본 발명의 일 실시 예를 나타낸 네트워크 내 설정된 전송경로를 예시한 도면.

【발명의 실시를 위한 형태】

본 발명이 제안하는 프로토콜은 근원지 노드 기반 또는 목적지 노드 기반으로 동작할 수 있다. 그러나, 근원지 노드 또는 목적지 노드로 제한되지 않으며, 20 중간 노드인 경우에도 본 발명의 적용이 가능하다. 도 1 및 도 2 는 전술한 각각 근원지 노드 기반에 따른 프로토콜 동작 및 목적지 노드 기반에 따른 프로토콜 동작에 대한 메시지 흐름도이다. 중간 노드 기반에 따른 프로토콜 동작에 대한 메시지 흐름도는 도 15에서 후술하도록 한다.

본원발명에서 제 1 노드는 목적지 노드, 근원지 노드, 또는 네트워크 내 전력 25 이 높은 중간 노드 중 어느 하나일 수 있다. 따라서, 후술하는 목적지 노드, 근원지 노드, 중간 노드는 서로 대치되어 동작될 수 있으므로, 목적지 노드 기반의 서술은 근원지 노드 기반 또는 중간 노드 기반으로 해석될 수 있다.

본원발명에서 노드는 데이터를 전송 또는 수신하는 통신기기(통신 단말 또는 중계기)를 의미하고, 홉은 각 노드 위에 위치한 데이터 통신 장비간의 절대 경로

를 의미한다. 또는 노드는 라우터와 같은 시스템이며, 노드와 노드 사이를 세그먼트(segment)라 한다. 세그먼트와 세그먼트 사이를 넘는 것을 홉(hop)이라 한다. 각각의 세그먼트는 독립적인 네트워크 주소를 갖는다. 따라서 ‘노드와 노드 사이’ 용어와 ‘홉과 홉 사이’ 용어는 대치되어 사용할 수 있다.

5 도 1 은 근원지 노드 기반으로 V-MIMO 전송을 설정하는 경우의 메시지 흐름도이다. 이하에서, 최적의 협력 노드 개수(M_{opt})는 네트워크 내의 각 노드에서 가상 수신 노드(M_r) 및 가상 전송 노드(M_t) 개수의 최적 값을 의미한다. 최적의 협력 노드 개수(M_{opt})의 계산과 관련하여 후술하도록 한다.

10 먼저, 근원지 노드는 최적의 협력 노드 개수(M_{opt})를 계산하고, 상기 계산한 M_{opt} 를 네트워크 내의 모든 노드에 협력 노드 요청 메시지(CN REQ)를 전송한다(①). 예를 들어, 도 1에서와 같이 근원지 노드(S)는 협력 노드 요청 메시지를 네트워크 내 노드($n1 \sim n9$)로 전송한다.

15 최대 M_{opt} 개의 노드와의 협력을 위해, 근원지 노드의 메시지를 받은 노드들은 1홉 거리의 이웃 노드들에게 협력 노드 정보(CN Information) 메시지를 전송한다(②). 도 1를 참조하면, 협력 노드 요청 메시지를 받은 노드인 네트워크 내 노드($n1 \sim n9$)는 1 홉(one hop) 거리에 있는 노드에게 협력 노드 정보 메시지를 전송한다.

20 상기 협력 노드 정보(CN Information) 메시지를 받은 각 노드는 1 홉(one hop) 거리에 있는 이웃 노드 중 협력 노드 정보 (CN Information) 의 RSS(Received Signal Strength)가 가장 큰 순서대로 최대 M_{opt} 개까지의 협력 노드 리스트인 노드 정보 등을 저장하고, 노드의 위치 정보와 함께 협력 노드 응답(CN REP) 메시지에 답아 근원지 노드에 유니캐스트 전송한다. 협력 노드는 데이터의 전송을 위한 협력 송신 노드 및/또는 협력 수신 노드를 의미한다(③). 도 1을 참조하면, 각각의 노드 $n1 \sim n9$ 까지의 노드는 근원지 노드로 협력 노드 응답 메시지(CN REP)를 전송한다.
 25 상기 협력 노드 응답(CN REP) 메시지를 전송하는 노드는 상기 협력 노드 정보 (CN Information) 메시지를 수신한 노드들 중 데이터 전송에 참여 가능한 노드일 수 있다.

근원지 노드는 협력 노드 응답 메시지를 바탕으로, 각 홉에서의 최적의 전송 경로를 설정하는 협력 전송 노드 및/또는 협력 수신 노드를 나타내는 정보인 협

력 노드 설정 메시지를 해당 노드에 전송한다. 따라서, 도 1에서 네트워크의 각 노드들로부터 협력 노드 응답(CN REP) 메시지를 받은 근원지 노드는, 최적의 전송 경로 설정 정보인 협력 노드 설정 메시지를 생성한다. 이 HV-MIMO 전송을 위한 협력 노드 설정 메시지를, 각 해당 노드($n1 \sim n9$)에 전송하는 과정을 거친다
 5 (④). 따라서 상기와 같이 근원지 노드가 각 홉마다 최적의 전송경로를 설정하여 프로토콜 동작에 대한 데이터를 전송한다. 따라서 이와 같이 네트워크 내의 각 노드는 어떤 노드로부터 정보를 수신하고 어떤 노드로 정보를 전송하는지 여부를 알 수 있다. 따라서 네트워크 내의 각 노드는 전송받는 노드와 수신하는 노드에 관한 정보를 저장할 수도 있으며, 일정의 주기마다 각 노드에서 수신 노드 및 전
 10 송 노드의 정보를 변경할 수 있다.

위 과정은 근원지 노드가 아닌 목적지 노드 기반으로 형성이 가능하다. 목적지 노드 기반 라우팅 경로 설정은 도 2와 같다. 이는 도 1에서 보인 근원지 노드 기반 경로 설정과 거의 동일하게 근원지 노드의 역할은 목적지 노드가 수행한다. 즉, 도 2와 동일하게 목적지 노드가 최적의 협력 노드 개수(M_{opt})를 네트워크 내
 15 노드에 협력 노드 요청 메시지를 브로드캐스트한다(①). 예를 들어, 도 2에서와 같이 목적지 노드(D)는 협력 노드 요청 메시지를 네트워크 내 노드($n1 \sim n9$)로 전송한다.

최대 M_{opt} 개의 노드와 협력을 위해, 목적지 노드의 메시지를 받은 노드들은 1홉 거리의 이웃 노드들에게 협력 노드 정보(CN Information) 메시지를 전송한다
 20 (②). 즉 도 2에서와 같이, 협력 노드 요청 메시지를 받은 노드($n1 \sim n9$)는 1 홉(one hop) 거리에 있는 노드에게 협력 노드 정보 메시지를 전송한다.

협력 노드 정보 (CN Information) 메시지를 받은 각 노드는 1 홉(one hop) 거리에 있는 협력 노드 정보 (CN Information) 의 RSS(Received Signal Strength)가 가장 큰 순서대로 M_{opt} 개까지의 협력 노드 리스트인 노드 정보 등을 저장하고, 노드의
 25 위치 정보 및 협력 노드 정보를 협력 노드 응답(CN REP) 메시지에 담아 근원지 노드에 유니캐스트 전송한다. 협력 노드는 데이터의 전송을 위한 협력 송신 노드 및/또는 협력 수신 노드를 의미한다(③). 즉, 도 2에서와 같이 각각의 노드 $n1 \sim n9$ 까지의 노드는 목적지 노드로 협력 노드 응답 메시지(CN REP)를 전송한다.

이와 같은 과정을 통하여 네트워크 내의 각 노드는 최대 M_{opt} 개를 갖는 협력

가능한 노드들을 설정하고, 자신과 협력 가능한 노드들의 정보를 얻는다. 즉각적인 노드는 협력 노드 응답 메시지를 바탕으로, 각 홉에서의 최적의 전송 경로 설정을 위한 협력 전송 노드 및/또는 협력 수신 노드를 나타내는 정보인 협력 노드 설정 메시지를 해당 노드에 전송한다. 따라서, 도 2에서 네트워크의 각 노드들로부터 협력 노드 응답(CN REP) 메시지를 받은 목적지 노드는, 최적의 전송 경로 설정 정보인 협력 노드 설정 메시지를 생성한다. 이 HV-MIMO 전송을 위한 협력 노드 설정 메시지를, 각 해당 노드(n1~n9)에 전송하는 과정을 거친다(④).

상기와 같이, 프로토콜에서 전송과정을 위한 V-MIMO 전송 경로 설정방법은 근원지 노드와 목적지 노드에 한정되지 않으며 네트워크내의 특정 노드로 설정이 가능하다. 이와 같이 네트워크 내의 특정 노드로 설정되는 경우, 그 특정 노드는 예를 들어 다른 곳으로부터 파워를 공급 받아, 최적의 협력 노드 개수(M_{opt})의 계산 및 각각의 메시지 전송 및 수신이 원활히 이루어 질 수 있다.

도3은 전술한 프로토콜의 동작을 구현하는 수도 코드(pseudo code)를 예시한 것이다. 아래 내용은 수도 코드(pseudo code)의 각 부분에 대한 설명이다. 설명의 편의를 위하여, 근원지 노드가 M_{opt} 를 계산/전송하는 것으로 도 3의 수도 코드를 설명하나, 네트워크 내 임의의 노드에 의해 계산/전송될 수 있음은 앞서 밝힌 바 있다.

(1) GET node density ρ

본 발명이 제안하는 최적의 전송 기법은 네트워크 내 노드의 밀도가 높고 낮음에 의존적이다. 따라서, 근원지 노드는 네트워크 초기 설정 단계에서 얻은 밀도 값 ρ 를 읽어 들인다. 이 때, 네트워크 밀도 ρ 는, 예를 들어, 아래의 방법 중 하나에 따라 결정될 수 있다.

① 네트워크 설계자/제어기(controller)가 직접 입력

네트워크 설계자/제어기가 네트워크 설치 후 네트워크의 노드 밀도 값을 초기값으로써 직접 입력하는 방법이다.

② 이웃 노드의 개수로부터 추정

브로드캐스트 메시지에 대해 응답을 한 노드의 개수를 기반으로 추정하는 방법으로서, 근원지 노드는 브로드캐스트 범위 내 노드 개수로부터 단위 면적 당 노드 개수 즉 ρ 를 추정할 수 있다.

③ GPS 정보를 이용

GPS 정보가 이용 가능한 경우, GPS의 위치 정보를 통해 실제 노드 밀도 값을 측정 및 계산할 수 있다.

(2) FOR $M = \max(M_h^t, M_h^r) = 1$ to N

- 5 본 발명이 제안하는 프로토콜의 일 예인 수도 코드(pseudo code)는 네트워크 환경에 따라 V-MIMO, V-MISO, V-SIMO 전송 기법의 가상 입력 및 가상 출력 노드 개수 최적 값을 구하는 단계를 포함한다. 이에 따라 네트워크는 데이터 전송 시 2×2 , 3×3 등의 여러 입출력 조합에서 최적의 가상 입출력 개수만큼의 노드가 전송에 참여하게 된다. 최적의 입출력 조합은 아래의 과정으로 구할 수 있다.
- 10 데이터 전송에 앞서 근원지 노드는 노드 밀도 ρ 를 이용하여 각 입출력 조합(M_h^t , M_h^r)을 대표하는 변수 $M = \max(M_h^t, M_h^r)$ 이 1에서 N 까지의 각 경우마다 최적의 전송 에너지를 계산한다. 여기서, M_h^t 은 전송하는 출력 노드 수이며, M_h^r 는 수신하는 입력 노드 수이다. 즉, 각 해당 노드에서, 근원지 노드는 전송하는 출력 노드와 수신하는 입력 노드를 고려하여 최적의 전송에너지 계산이 가능하다.
- 15 각 $M = 1, 2, 3, \dots, N$ 인 각 경우의 최적 전송 에너지 중 최소 값을 갖는 경우를 M_{opt} 로 정의하며, 이는 V-MIMO, V-MISO, V-SIMO 데이터 전송 시 최적의 가상 입력 및 출력 노드 개수를 의미한다. 위 과정은 아래 (3) ~ (10)에서 각 단계별로 구체적으로 기술되어 있다. 임의의 변수 N 은 최적의 V-MIMO 전송 기법에 사용되는 협력 노드 개수의 최대값으로 적당한 수가 지정될 수 있다. 협력 노드의
- 20 개수는 네트워크 환경에 따라 최적 값이 다를 수 있으나 일반적으로 구현의 복잡도 등을 고려할 때 5개 이하가 적당한 것으로 알려져 있다. N 변수는 네트워크 구성 시 설계자가 입력할 수 있으며, 네트워크 환경에 따라 2 이상 5 이하의 수를 입력하여 근원지 노드가 2×2 , 3×3 , 4×4 의 가상 입출력 조합에서 최적의 입/출력 노드 수 M_{opt} 를 구하도록 설정한다. N 이 작을수록 전송 초기 설정에 소요되는
- 25 시간이 줄어드는 장점이 있으며 반면 주어진 네트워크에서 최적의 전송 기법이 선택되지 못할 수 있는 단점이 있을 수도 있다.

(3) COMPUTE $\rho_{M \times M}$

1부터 N 까지의 M 에 대하여, M 이 $1, 2, \dots, N$ 인 각 경우마다 효율적인 노드 밀도(effective node density) $\rho_{M \times M}$ 가 계산된다. $\rho_{M \times M}$ 는 주어진 네트워크 환경에

서 V-MIMO, V-MISO, V-SIMO 전송에 필요한 협력 노드를 가진 노드들의 밀도를 나타내는 추정 값으로써, 랜덤 포인트(random point)의 포아송 근사법(Poisson Approximation)에 따라 아래와 같이 수학적 식 1로 구할 수 있다.

【수학적 식 1】

$$\rho_{M \times M} = \frac{\rho e^{-\pi(d_{local})^2 \rho} \{\pi(d_{local})^2 \rho\}^M}{M!}$$

이 때, d_{local} 은 가상 입력 또는 가상 출력을 이루는 노드들 간 거리의 최대 값을 의미한다. 네트워크 채널 환경 등에 따라 설계자/제어기(controller)가 입력할 수 있다. d_{local} 값이 클수록 노드 밀도가 낮은 네트워크에서도 가상 입출력 전송을 통한 이득을 얻을 확률이 높아지는 장점이 있으며, 가상 입력 및 출력 노드 간 정보 교환에 사용되는 에너지 소모가 커지는 단점이 있다.

(4) COMPUTE $\beta(\rho_{M \times M})$

또한, 1부터 N까지의 M에 대하여, M이 1, 2, …… N 인 각 경우 마다 $\beta(\rho_{M \times M})$ 를 계산한다. 근원지 노드와 목적지 노드 간의 전송 경로에 따른 전송 거리의 합은 이상적인 최소 거리보다 길 수 밖에 없는데, 이 때 $\beta(\rho_{M \times M})$ 는 실제 전송 거리가 이상적인 최소 거리보다 큰 정도를 나타내는 변수이다.

$\beta(\rho_{M \times M})$ 는 라우팅 형성 시 노드 간 평균 거리를 계산하는 데 이용되는 변수로서 노드 밀도에 따라 통계적인 값을 구할 수 있다. 도4는 통계적으로 구할 수 있는 $\beta(\rho_{M \times M})$ 의 근사값을 구한 시뮬레이션 결과를 나타낸 그래프이다. 즉 도 4에서와 같이, 일정 면적 내에서의 노드 밀도에 따른 노드간 평균 거리는 로그 함수로서 점점 감소하는 것을 알 수 있다. 따라서, 노드 밀도가 $0.0005 \leq \rho \leq 0.0030$ 일 때 $\beta(\rho)$ 는 아래의 식 2로 나타낼 수 있다.

【수학적 식 2】

$$\beta(\rho) = -0.119 \ln(\rho) + 0.414$$

(5) COMPUTE $\chi_{M \times M}$

또한, 1부터 N까지의 M에 대하여, M이 1, 2, …… N 인 각 경우 마다 이상적인

전송 홉 수 $\chi_{M \times M}$ 를 계산한다. $\chi_{M \times M}$ 는 네트워크 환경에 따라 전송 에너지를 최소로 하는 홉(hop) 수를 수학적식으로 계산한 값으로, 그 값이 자연수가 아닐 수 있어 실제 전송 홉 수에 적용할 때는 반올림(round) 함수를 취한 $\chi_{M \times M}$ 값을 이용하며, 이는 다음 단계인 (6)에서 수행된다.

5 이상적인 전송 홉 수 $\chi_{M \times M}$ 는 아래와 같은 단계를 거쳐 계산할 수 있다.

【수학식 3】

$$\begin{aligned} & \chi_{M \times M} E_h(M, M, \bar{d}_h) \\ &= \chi_{M \times M} \left[MN_i \left\{ \frac{(4\pi)^2 (2^{k_h} - 1) \xi_h MN_0 M_L N_f}{1.6 \|H_{M \times M}\|_F^2 \eta G_t G_r \lambda^2} \ln \left(\frac{0.2}{P_b} \right) \left(\beta \frac{d_{SD}}{\chi_{M \times M}} \right)^\kappa + \frac{P_h^c}{k_h B} \right\} \right. \\ & \left. + \sum_{i=1, M \geq 2}^M (N_i E_i' + E_j' n_r N_s) \right] \end{aligned}$$

위 수학식 3은 근원지 노드에서 목적지 노드까지의 데이터 전송에 사용되는

10 전체 에너지를 나타낸 것으로, 전송 홉 수 $\chi_{M \times M}$ 와 각 홉의 전송 에너지 $E_h(M, M, \bar{d}_h)$ 의 곱으로 이루어진다.

P_h^c 는 애드 혹 노드의 물리적 성질에 관련된 파라미터로써 상수 값을 가지며 아래의 수학식4로 나타낼 수 있다.

15 【수학식 4】

$$\begin{aligned} P_h^c &\approx M_h^t (P_{DAC} + P_{mix} + P_{filt}) + 2P_{syn} \\ &+ M_h^r (P_{LNA} + P_{mix} + P_{IFA} + P_{filr} + P_{ADC}) \end{aligned}$$

위 수학식 4에서 매 홉 노드 간 거리의 평균 \bar{d}_h 는 $\beta \frac{d_{SD}}{\chi_{M \times M}}$ 로써 구할 수 있다. 이 때 d_{SD} 는 근원지 노드와 목적지 노드 사이의 거리로서, 노드 거리는 아래의 두 가지 방법으로 얻을 수 있다.

GPS 정보가 이용 가능한 경우, 노드의 위치 정보를 읽어 들인 후 수신 신호의 비교적 정확한 노드 거리 계산이 가능하다. GPS 정보가 없는 경우 RSS (Received Signal Strength)로부터 노드 거리를 추정할 수 있다. 자유 공간에서 수신 파워 P_r 은 아래 수학적 식 5로 나타낼 수 있다.

5 【수학적 식 5】

$$P_r = C_t \frac{P_t}{d^2}$$

이 때 P_t 는 전송 파워, d 는 수신기와 송신기 사이의 거리, C_t 는 송수신기의 특성에 따른 상수이다. 위 수학적 식으로부터 수신 파워의 크기를 이용하여 전송 거리를 추정할 수 있으며, WSN에서 RSS를 이용한 더욱 정확한 거리 추정 방법이 여러 국제 저널에서 새로운 연구 결과로써 발표되고 있다.

최적의 전송 홉 수 $\chi_{M \times M}$ 를 얻기 위해 위 수학적 식 5를 미분하면 아래의 결과 수학적 식 6을 얻는다.

【수학적 식 6】

$$\begin{aligned} & \frac{\partial \{ \chi_{M \times M} E_h(M, M, \bar{d}_h) \}}{\partial \chi_{M \times M}} \\ &= N_i \left\{ \frac{(1-\kappa)(4\pi)^2 (2^{k_h} - 1) \xi_h(M)^2 N_0 M_L N_f \beta^\kappa d_{SD}^\kappa \ln\left(\frac{0.2}{\bar{P}_b}\right)}{1.6 \|H_{M \times M}\|_F^2 \eta G_t G_r \lambda^2 (\chi_{M \times M})^\kappa} \right. \\ & \left. + \frac{M P_h^c}{k_h B} + \sum_{i=1, M \geq 2}^M (E_i^t + E_j^r n_r \frac{N_s}{N_i}) \right\} = 0 \end{aligned}$$

15 위 미분의 결과로 얻은 최적 홉 수 $\chi_{M \times M}$ 는 아래 수학적 식 7과 같다.

【수학적 식 7】

$$\chi_{M \times M} = \beta d_{SD} \sqrt[\kappa]{ \frac{(\kappa - 1)(4\pi)^2 (2^{k_h} - 1) \xi_h(M)^2 N_0 M_L N_f \ln\left(\frac{0.2}{\bar{P}_b}\right)}{1.6 \|H_{M \times M}\|_F^2 \eta G_t G_r \lambda^2 \left(\frac{M P_h^c}{k_h B} + \sum_{i=1, M \geq 2}^M (E_i^t + E_j^r n_r \frac{N_s}{N_i}) \right)} }$$

(6) COMPUTE $x_{M \times M} = \text{round}(\chi_{M \times M})$

(5)에서 구한 $\mathcal{X}_{M \times M}$ 는 이론적인 값으로, 실제 전송 홉 수는 자연수가 되어야 함에 따라 실제 최적 홉 수 $x_{M \times M}$ 는 반올림 함수인 $\text{round}(\mathcal{X}_{M \times M})$ 를 이용하여 구할 수 있다.

(7) COMPUTE $x_{M \times M} E(M, M, \bar{d}_h)$

5 또한, 1부터 N까지의 M에 대하여, M이 1, 2, …… N 인 각 경우 마다, 근원지 노드에서 목적지 노드로 데이터 전송에 사용되는 에너지의 최적 값을 계산한다. 전송 에너지는 최적 홉 수 $x_{M \times M}$ 와 각 홉의 전송 에너지 $E_h(M, M, \bar{d}_h)$ 의 곱으로 이루어진다.

(8) SAVE $[M, x_{M \times M} E(M, M, \bar{d}_h)]$

10 M이 1, 2, …… N 인 각 경우 마다 구한 최적 전송 에너지 값을 저장한다. 이는 다음 단계 (9)에서 각 M에 대한 최적 전송 에너지 값을 비교하여 그 중 에너지가 가장 최소가 되는 M을 구하는데 사용된다. 따라서 도 3에서, $[M, x_{M \times M} E(M, M, \bar{d}_h)]$ 의 저장 단계는 주어진 네트워크 환경에서 전송 에너지를 최소화하는 V-MIMO 협력 노드의 개수 M을 구하기 위해 (2)~(7)에 걸쳐 근원지 노드가 계산한 값을 저장하는 단계이다.

(9) SET $M_{opt} = \underset{M}{\text{arg min}} \{x_{M \times M} E(M, M, \bar{d}_h) : \forall M = 1, 2, \dots, N\}$

근원지 노드는 위 (8) 단계 에서 저장된 V-MIMO 협력 노드 개수에 대한 에너지 소모 값을 비교하여 주어진 네트워크 환경에서 최적의 V-MIMO 협력 노드의 개수 M_{opt} 를 구한다. 이는 아래 수학적 식 8과 같이 표현될 수 있다.

20 **【수학적 식 8】**

$$M_{opt} = \underset{M}{\text{arg min}} \{x_{M \times M} E(M, M, \bar{d}_h) : \forall M = 1, 2, \dots, N\}$$

(10) DETERMINE V-MIMO MECR

25 수도 코드(pseudo code)에 의하면, 근원지 노드는 네트워크 내 모든 노드에 협력 노드 요청(CN REQ) 메시지를 브로드캐스트한다. 협력 노드 요청(CN REQ)

메시지는 위 (9) 단계에서 계산한 M_{opt} 값을 포함한다. 따라서, 네트워크 내 모든 노드가 현 네트워크 상황에서 최적의 협력 노드 수를 전송 받을 수 있다. 협력 노드 요청(CN REQ) 메시지를 전송 받은 모든 노드는 노드의 IP 주소 혹은 노드 ID를 포함한 협력 노드 정보 메시지(CN Information message)를 1 홉(hop) 거리의 이웃 노드에 전송한다. 협력 노드 정보 메시지(CN Information message)를 전송 받은 모든 노드 혹은 데이터 전송에 참여 가능한 노드는 협력 노드 정보 메시지(CN Information message)의 RSS가 가장 큰 M_{opt} 개의 노드 정보를 저장한 후, 노드의 위치 정보 및 M_{opt} 개까지의 협력 노드 정보를 포함한 협력 노드 응답(CN REP) 메시지를 근원지 노드에 전송한다. 근원지 노드는 전송 받은 정보를 이용하여 아래 (11) ~ (20) 단계의 계산을 통해 목적지 노드까지의 최소 에너지 소모 경로(MECR) 성립을 위한 노드들 및 각 노드의 역할을 결정한다. 이 때, 노드 밀도가 낮거나 주변 노드의 배터리 부족 등의 이유로 협력 노드 개수가 최적 값인 M_{opt} 에 미치지 못하는 구간에서는 M_{opt} 이하의 가능한 V-MIMO 설정으로 (11) ~ (20) 단계의 계산을 수행한다.

15 (11) FOR $h=1$ to x

본 발명이 제안하는 프로토콜에 따라 1 ~ x 까지의 각 홉마다 최적의 전송 기법을 선택한다. 각 홉마다 가능한 협력 노드의 수를 고려하여 V-MIMO, V-MISO, V-SIMO, SISO 의 전송방법 중 에너지 소모를 최소화 하는 방법을 최적의 전송 방법으로 선택한다.

20 전송 거리에 따른 각 전송 방식의 에너지 소모 효율은 전송 거리가 짧은 경우 SISO, 전송 거리가 긴 경우 V-MIMO, 중간 구간에서 V-MISO 와 V-SIMO가 각각 효율이 높다. 따라서 각 홉마다 최적의 에너지를 갖는 전송 방법을 선택하는 단계는 (12)~(20)의 단계에 따라 구할 수 있다.

(12) IF $(M_h^t, M_h^r) = (1, 1)$ THEN Scheme (h) is SISO

25 $(M_h^t, M_h^r) = (1, 1)$ 인 경우에 전송 방법 Scheme (h) 이 SISO단계에서 SISO전송에 사용 가능한 노드의 수가 송신 측과 수신 측 모두 한 개인 경우, 즉 해당 홉의 최소 에너지 소모 경로(MECR)상의 노드만 통신 가능한 경우 (10)단계에서 정한 노드간 통신을 하며 전송 방법은 따라서 SISO 방식을 따른다.

(13) ELSEIF $(M_h^t, M_h^r) = (1, r | r > 1)$ THEN

(M_h^l, M_h^r)=(1,r) ($r>1$) 인 경우에, 전송에 사용 가능한 노드의 수가 수신단만
 개이나 수신단은 여러 개 있어, SISO 전송과 V-SIMO 전송을 고려할 수 있는 경
 우, SISO 전송과 V-SIMO 전송 중 에너지 효율이 더 좋은 방법을 측정하기 위해
 V-SIMO 전송에 사용되는 최적의 협력 노드 수 M_h^r 을 1부터 $\min(r, M_{opt})$ 의 V-
 5 SIMO 전송의 에너지 소모를 비교하여 최적의 협력 노드 구성을 구한다. 즉 M_h^r

$$= \arg \min_{M_h^r} \{E(1, M_h^r, d_h) : \forall M_h^r = 1, 2, \dots, \min(r, M_{opt})\}$$

 로 설정하고, 설정(configuration)
 을 저장한다.

(14) COMPUTE $\{E_h(1, 1, d_h) - E_h(1, M_h^r, d_h)\}$

10 $\{E_h(1,1,d_h)-E_h(1,M_h^r, d_h)\}$ 의 계산은 SISO와 V-SIMO 중 에너지 효율이 더 높은
 전송 방법을 측정 하기 위해 아래의 수학적식 10을 수행한다.

【수학적식 10】

$$\{E_h(1,1,d_h) - E_h(1, M_h^r, d_h)\}$$

$$= \Psi_h N_i d_h^\kappa \left\{ \frac{1}{\|H_{1 \times 1}\|_F^2} - \frac{1}{\|H_{1 \times M_h^r}\|_F^2} \right\} - \sum_{j=1, M_h^r \geq 2}^{M_h^r} E_j^r n_r N_s \begin{matrix} V-SIMO \\ \geq \\ SISO \end{matrix} \geq 0$$

15 이 때, Ψ_h 는 아래의 수학적식 11과 같다.

【수학적식 11】

$$\Psi_h = \frac{(4\pi)^2 (2^{k_h} - 1) \xi_h N_0 M_L N_f}{1.6\eta G_t G_r \lambda^2} \ln\left(\frac{0.2}{\bar{P}_b}\right)$$

위 에너지 소모 비교를 위해 알아야 하는 중요 변수 중 하나인 네트워크에서
 요구하는 평균 BER (Bit Error Rate) \bar{P}_b 는 다음의 두 가지 방법으로 구할 수 있다.

20 첫째, BER 측정이 가능한 경우 측정된 BER 값을 이용한다. 둘째, BER 측정이 불
 가능한 경우, M-QAM 전송의 BER 추정식은 아래의 수학적식 12와 같다.

【수학적식 12】

$$\bar{P}_b \approx 0.2e^{-\frac{-1.6 \left\| H_{M_h^t \times M_h^r} \right\|_F^2 \bar{E}_h^b}{(2^{k_h} - 1) M_h^t N_0}}$$

즉, 주어진 \bar{E}_h^b (네트워크에서 요구되는 비트 당 에너지) 및 채널 환경

$H_{M_h^t \times M_h^r}$ 의 정보로부터 요구되는 BER \bar{P}_b 의 추정이 가능하다.

위 계산 결과에 따라, $\{E_h(1,1,d_h) - E_h(1,M_h^t, d_h)\}$ 값이 0보다 작은 경우 SISO의 에너지 효율이 더 좋으므로 해당 구간의 전송 방법은 SISO로 결정되며, $\{E_h(1,1,d_h) - E_h(1,M_h^t, d_h)\}$ 가 0보다 큰 경우 전송 방법은 V-SIMO로 결정된다.

(15) ELSEIF $(M_h^t, M_h^r) = (t, 1 | t > 1)$ THEN

$(M_h^t, M_h^r) = (t, 1 | t > 1)$ 인 경우에 전송에 사용 가능한 노드의 수가 수신단은 한 개이나 송신단은 여러 개 있어 SISO 전송과 V-MISO 전송을 고려할 수 있는 경우, 근원지 노드는 SISO 전송과 V-MISO 전송 중 에너지 효율이 더 좋은 방법을 측정 하기 위해 V-MISO 전송에 사용되는 최적의 협력 노드 수 M_h^t 을 1부터 $\min(t, M_{opt})$ 의 V-MISO 전송의 에너지 소모를 비교하여 최적의 협력 노드 구성을 구한다. 예를 들어, 다음과 같이 최적의 협력 노드가 설정될 수 있다.

【수학식 13】

$$M_h^t = \arg \min_{M_h^t} \{E(M_h^t, 1, d_h) : \forall M_h^t = 1, 2, \dots, \min(t, M_{opt})\}$$

근원지 노드는 상기 설정(configuration)을 저장할 수 있다.

(16) COMPUTE $\{E_h(1, 1, d_h) - E_h(M_h^t, 1, d_h)\}$

근원지 노드는 SISO와 V-MISO 중 에너지 효율이 더 높은 전송 방법을 예측하기 위해 아래의 계산을 수행한다.

【수학식 14】

$$\begin{aligned} & \{E_h(1,1,d_h) - E_h(M_h^t, 1, d_h)\} \\ &= \Psi_h N_i d_h^k \left\{ \frac{1}{\|H_{1 \times 1}\|_F^2} - \frac{(M_h^t)^2}{\|H_{M_h^t \times 1}\|_F^2} \right\} + \frac{N_i P_h^c (1 - M_h^t)}{k_h B} \\ &- \sum_{i=1, M_h^t \geq 2}^{M_h^t} N_i E_i' \begin{matrix} V-MISO \\ \geq \\ SISO \end{matrix} 0 \end{aligned}$$

위 계산 결과에 따라, $\{E_h(1,1,d_h) - E_h(M_h^t, 1, d_h)\}$ 값이 0보다 작은 경우 SISO의 에너지 효율이 더 좋으므로 해당 구간의 전송 방법은 SISO로 결정되며, $\{E_h(1,1,d_h) - E_h(M_h^t, 1, d_h)\}$ 가 0보다 큰 경우 전송 방법은 V-MISO로 결정된다.

5 (17) ELSEIF $(M_h^t, M_h^r) = (t, r | t, r > 1)$ THEN

전송에 사용 가능한 노드의 수가 수신단과 송신단 모두 여러 개 있어 SISO, V-MISO, V-SIMO 및 V-MIMO 전송을 모두 고려할 수 있는 경우, 근원지 노드는 아래의 순서로 전송 방법의 에너지 효율을 고려할 수 있다.

① V-SIMO와 SISO

10 ② V-SIMO와 V-MIMO

③ V-SIMO와 V-MISO

전송 거리가 짧은 경우, SISO가 에너지 효율이 높으므로 전송 방법으로 선택되며, 전송 거리가 긴 경우, V-MIMO가 에너지 효율이 높으므로 선택되고, 세 번째 단계에 이르면 에너지 효율이 비슷한 V-SIMO와 V-MISO 중 더 나은 방법을
15 선택한다.

우선 ①단계의 V-SIMO 전송 에너지 효율을 측정 하기 위해, (13) 단계와 마

찬가지로 $M_h^r = \underset{M_h^r}{\arg \min} \{E(1, M_h^r, d_h) : \forall M_h^r = 1, 2, \dots, \min(r, M_{opt})\}$ 로 설정하고 설정 (configuration)을 저장한다.

(18) COMPUTE $\{E_h(1, 1, d_h) - E_h(1, M_h^r, d_h)\}$

20 (18) 단계는 (14) 단계와 그 절차가 같다. 계산한 결과가 0보다 작은 경우 SISO의 에너지 효율이 좋으므로 전송 방법은 SISO로 선택하며, 그렇지 않은 경우 (19)단계의 결과에 따라 전송 방법을 결정한다.

(19) COMPUTE $\{E_h(1, M_h^r, d_h) - E_h(M_h^*, M_h^*, d_h)\}$

SISO 와 V-SIMO의 전송 에너지를 비교하여, $\{E_h(1,1,d_h)-E_h(1, M_h^r, d_h)\} < r$ 보다 큰 경우, (19) 단계에서 아래의 계산이 수행된다. 이 때 V-MIMO 전송의 최적의 설정(configuration)을 구하기 위해 송수신 협력 노드의 수 M_h^* 은 1부터 M_{opt} 까지의 에너지 소모를 비교하여 최적의 V-MIMO 협력 노드 설정이 $M_h^* =$

5 $\arg \min_{M_h^*} \{E(M_h^*, M_h^*, d_h) : \forall M_h^* = 1, 2, \dots, \min(t, r, M_{opt})\}$ 를 만족하는

$M_h^* \times M_h^*$ 구성으로 최적화된 설정(configuration)을 저장한다.

【수학식 15】

$$\begin{aligned} & \{E_h(1, M_h^r, d_h) - E_h(M_h^*, M_h^*, d_h)\} \\ &= \Psi_h N_i d_h^\kappa \left\{ \frac{1}{\|H_{1 \times M_h^r}\|_F^2} - \frac{(M_h^*)^2}{\|H_{M_h^* \times M_h^*}\|_F^2} \right\} + \frac{N_i P_h^c (1 - M_h^*)}{k_h B} \\ &+ \sum_{j=1, M_h^r \geq 2}^{M_h^r} E_j^r n_r N_s - \sum_{i=1, M_h^* \geq 2}^{M_h^*} (E_i^r n_r N_s + N_i E_i^t) \begin{matrix} \geq 0 \\ V-SIMO \end{matrix} \end{aligned}$$

위 계산 결과에 따라, $\{E_h(1, M_h^r, d_h) - E_h(M_h^*, M_h^*, d_h)\}$ 값이 0보다 큰 경우 V-MIMO의 에너지 효율이 더 좋으므로 해당 구간의 전송 방법은 V-MIMO로 결정되며, $\{E_h(1, M_h^r, d_h) - E_h(M_h^*, M_h^*, d_h)\}$ 가 0보다 작은 경우 전송 방법은 (20) 단계에서 결정된다.

(20) COMPUTE $\{E_h(1, M_h^r, d_h) - E_h(M_h^t, 1, d_h)\}$

(18) 단계와 (19) 단계를 거쳐 최적의 전송 방법이 V-MIMO, SISO가 아닌 경우 (20) 단계에서 나머지 V-MISO와 V-SIMO의 에너지 효율을 비교하여 전송 방법을 결정한다. 이 때 V-MISO 전송의 최적 협력 노드 수를 구하기 위해 M_h^t 는 1부터 M_{opt} 의 에너지 소모 값을 비교하여 최적의 협력 노드 수 $M_h^t =$

15 $\arg \min_{M_h^t} \{E(M_h^t, 1, d_h) : \forall M_h^t = 1, 2, \dots, \min(t, M_{opt})\}$ 를 구하고 설정(configuration)

을 저장한다.

20 【수학식 16】

$$\begin{aligned} & \left\{ E_h(1, M_h^r, d_h) - E_h(M_h^t, 1, d_h) \right\} \\ &= \Psi_h N_i d_h^\kappa \left\{ \frac{1}{\|H_{1 \times M_h^r}\|_F^2} - \frac{(M_h^t)^2}{\|H_{M_h^t \times 1}\|_F^2} \right\} + \frac{N_i P_h^c (1 - M_h^t)}{k_h B} \\ &+ \sum_{j=1, M_h^r \geq 2}^{M_h^r} E_j^r n_r N_s - \sum_{i=1, M_h^t \geq 2}^{M_h^t} N_i E_i^t \underset{V-SIMO}{\overset{V-MISO}{\geq}} 0 \end{aligned}$$

위 계산에 따라 $\{E_h(1, M_h^r, d_h) - E_h(M_h^t, 1, d_h)\}$ 가 0보다 큰 경우 V-MISO의 에너지 효율이 좋으므로 해당 구간의 전송 방법은 V-MISO로 결정되며, $\{E_h(1, M_h^r, d_h) - E_h(M_h^t, 1, d_h)\}$ 가 0보다 작은 경우 V-SIMO의 에너지 효율이 좋으므로 해당 구간의 전송 방법은 V-SIMO로 결정된다. (12) ~ (20)의 단계에서 전송 방법이 V-MIMO, V-MISO, V-SIMO, SISO 중 한 방법으로 정해진 경우, 같은 방법으로 다음 홉의 전송 방법을 결정한다.

도5, 도6, 도7, 도8 및 도9는 도1과 도2에서 제시한 메시지 흐름도를 따라 각 노드간에 교환하는 메시지 형식의 예시이다. 도5는 협력 노드 요청(CN REQ) 메시지를 나타낸 도면이다. 도5에서, 협력 노드 요청(CN REQ) 메시지는 근원지 노드가 전체 네트워크에 계산한 최적의 M 값 즉 M_{opt} 을 전송하여 네트워크 내 노드들이 M_{opt} 기반 협력 노드 형성이 가능하도록 한다. M 필드는 2비트가 할당되어 0, 1, 2, 3의 값을 갖는데 각각 0, 1, 2, 3개의 V-MIMO 협력 노드를 사용하도록 주변 노드들에 알리는 역할을 한다. V-MIMO 구성의 현실적인 제약을 감안하여 3x3 V-MIMO 전송까지 고려하도록 2비트가 할당되어 있다. 필요에 따라 필드값은 3비트까지 할당할 수 있으며 효율적인 전송을 위해 2~3 비트의 할당이 적당하다. 따라서 기존의 라우팅 프로토콜에서 전송하는 메시지 포맷과 달리 본원발명은 M필드가 추가되어 전송되는 특징이 있다.

도 6 은 협력 노드 정보(CN Information) 메시지를 예시한 도면이다. 도6에서 협력 노드 정보(CN Information) 메시지는 네트워크 내 각 노드가 일 홉(1 hop) 이 내 도달 가능한 이웃 노드에 브로드캐스트하여, 각 노드가 M_{opt} 개 이하의 협력 노드 형성을 하기 위한 메시지이다. 각 노드는 전송받은 협력 노드 정보(CN

Information)의 RSS를 참조하여 가장 신호가 강한 협력 노드 정보(CN Information) 메시지를 전송한 노드 순으로 M_{opt} 개까지 협력 노드 리스트를 작성한다. 따라서 기존의 라우팅 프로토콜에서 전송하는 메시지 포맷과 달리 본원발명은 M필드가 추가되어 전송되는 특징이 있다.

5 도 7 은 협력 노드 응답(CN REP) 메시지를 예시한 도면이다. 도7에서 협력 노드 응답(CN REP) 메시지는 각 노드가 근원지 노드에게 자신의 위치 정보 및 협력 노드 정보를 전송하기 위한 메시지 형식으로, 라우팅 경로로서 자신의 노드가 이용되는지 여부에 대한 R 필드, 노드의 참여 여부(willingness)에 대한 정보를 담은 W 필드, 노드의 에너지 잔량을 8단계로 구분하여 근원지 노드에 전송하는 E 필드, 위치 정보 전송을 위한 위치(Location) 필드와 협력 노드의 정보를 전송하기 위한 CN IP Address 필드를 포함하고 있다. 즉 E 필드는 높은 에너지가 참여하도록 각 노드에서의 잔량 지수를 나타내는 값이다. 이와 같이, 협력 노드 응답(CN REP) 메시지를 통하여, 각 네트워크 내 노드의 위치 및 노드 정보를 이용하여 경로 설정이 가능하다. 따라서 기존의 라우팅 프로토콜에서 전송하는 메시지 포맷과 달리 본원발명은 M필드, W 필드, E 필드가 추가되어 전송되는 특징이 있다.

도 8 은 HV-MIMO 설정(Setup) 메시지를 예시한 도면이다. 도 8 의 HV-MIMO 설정(Setup) 메시지는 근원지 노드가 계산한 V-MIMO 전송을 위한 설정 값을 각 노드에 분배하는 메시지로, 각 노드의 역할 정보를 알리는 C 필드는 최소의 에너지 소모 경로(MECR) 내의 V-MIMO 전송을 위한 송신 협력 노드, V-MIMO 전송을 위한 수신 협력 노드, V-MIMO 전송의 STBC 디코딩이 필요한 수신 노드 등의 역할 구분을 알리는 필드이다. 즉, C 필드는 협력 노드의 역할 정보를 알려주기 위한 필드에 해당한다. HV-MIMO Transmission IP Address 필드는 V-MIMO 전송을 위해 참고해야 할 노드의 IP 주소 값이 할당 된다. 따라서 기존의 라우팅 프로토콜에서 전송하는 메시지 포맷과 달리 본원발명은 M필드, C 필드, HV-MIMO Transmission IP Address 필드가 추가되어 전송되는 특징이 있다.

도 9 는 프로토콜의 기본 헤더 양식을 예시한 도면이다. 도 9에서, 프로토콜의 헤더는 프로토콜의 버전을 표시하는 V 필드, SISO, V-MISO, V-SIMO, V-MIMO 등의 전송 방법 및 각 전송 방법에 따른 안테나 수 (예를 들어 V-MISO 전송의 경

우 $2 \times 1, 3 \times 1, 4 \times 1$ 등)를 정의하는 HV-MIMO Type 필드, Closed-Loop MIMO 전송에서 효과적인 빔포밍(beamforming)을 위한 코드북 정보를 교환하는 Feedback 필드, 추후 사용을 위한 Reserved 필드, 전송의 시퀀스 번호를 기록한 Sequence Number 필드를 포함한다. 이 피드백(Feedback) 정보는 송신단과 수신단이 모두 알고 있는 N개의 코드북 빔포밍(beamforming) 벡터 중 수신단이 적합한 빔포밍(beamforming) 벡터를 선택하고 그 인덱스(index)를 송신단에 전송하는 방식이다. 피드백(Feedback) 비트가 처리 가능한 $\log_2 N$ 비트로 효율적인 피드백(Feedback)이 가능한 장점이 있다. 구현할 수 있는 코드북으로는 여러 가지가 개발되고 있으나, 그래스매니언 링크 패킹(Grassmannian line packing)을 기반으로 하여 설계한 빔포밍 (beamforming) 코드북 일 예는 아래와 같다.

[표1] $M_h^t=2$ 이며 $N=4$ (2비트) 인 경우

$-0.1612 - 0.7348j$	$-0.0787 - 0.3192j$	$-0.2399 + 0.5985j$	-0.9541
$-0.5135 - 0.4128j$	$-0.2506 + 0.9106j$	$-0.7641 - 0.0212j$	0.2996

[표2] $M_h^t=2$ 이며 $N=8$ (3비트)인 경우

$0.8393 - 0.2939j$	$-0.3427 + 0.9161j$	$-0.2065 + 0.3337j$	$0.3478 + 0.3351j$
$-0.1677 + 0.4256j$	$0.0498 + 0.2019j$	$0.9166 + 0.0600j$	$0.2584 + 0.8366j$
$0.1049 + 0.6820j$	$0.0347 - 0.2716j$	$-0.7457 + 0.1181j$	$-0.7983 + 0.3232j$
$0.6537 + 0.3106j$	$0.0935 - 0.9572j$	$-0.4553 - 0.4719j$	$0.5000 + 0.0906j$

15 [표3] $M_h^t=3$ 이며 $N=4$ (2비트)인 경우

$1/\sqrt{3}$	$j/\sqrt{3}$	$-1/\sqrt{3}$	$-j/\sqrt{3}$
$1/\sqrt{3}$	$-1/\sqrt{3}$	$1/\sqrt{3}$	$-1/\sqrt{3}$
$1/\sqrt{3}$	$-j/\sqrt{3}$	$-1/\sqrt{3}$	$j/\sqrt{3}$

[표4] $M_h^t=3$ 이며 $N=8$ (3비트)인 경우

$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	0	$\frac{1}{\sqrt{2}}e^{2\pi j/3}$
$1/\sqrt{2}$	0	$1/\sqrt{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}e^{4\pi j/3}$
0	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	0

$$\begin{array}{c} \frac{1}{\sqrt{2}} e^{2\pi j/3} \\ 0 \\ \frac{1}{\sqrt{2}} e^{4\pi j/3} \end{array} \left| \begin{array}{c} \frac{1}{\sqrt{2}} e^{4\pi j/3} \\ 0 \\ \frac{1}{\sqrt{2}} e^{2\pi j/3} \end{array} \right| \left| \begin{array}{c} \frac{1}{\sqrt{2}} e^{4\pi j/3} \\ \frac{1}{\sqrt{2}} e^{2\pi j/3} \\ 0 \end{array} \right| \left| \begin{array}{c} 0 \\ \frac{1}{\sqrt{2}} e^{4\pi j/3} \\ \frac{1}{\sqrt{2}} e^{2\pi j/3} \end{array} \right|$$

도 10에서는 Hybrid V-MIMO 장치 설계를 위한 시스템 구현 블록 다이어그램(Block Diagram)을 제시 한다. 본 발명이 제안하는 최적의 다중 홉 Hybrid V-MIMO 전송 경로를 설정 및 해당 경로로 데이터 전송을 하는 장치는 무선 통신
 5 부, 기억장치를 포함한 프로세서부, 센서부 및 전력 공급장치 (배터리 등)로 구성 되어 있다.

무선 통신부는 주변 노드와의 전송을 위한 입·출력 인터페이스(I/O Interface)(801)와, GPS 모듈(802)로 구성되어 있다. 이 때 GPS 모듈은 노드의 위치 및 거리 정보를 받기 위한 선택적인 구성으로, GPS 모듈이 없는 경우 전송한 바
 10 와 같이 RSS 등을 이용한 추정법을 사용한다. 무선 통신부는 프로세서부의 설정 (configuration)에 따라 프로세서부에서 지정한 데이터를 전송하며, 수신한 데이터를 프로세서부에 전달한다.

프로세서부는 컨트롤러(803)와 기억장치(804)를 포함한다. 컨트롤러는 무선 통신부의 데이터 송·수신을 위한 STBC 부호화 및 복호화 기능, 링크-상태(link-state)
 15 기반의 라우팅 프로토콜 기능, 도3의 수도코드에서 설명한 바와 같은 최적화 알고리즘을 수행하는 기능을 가진다. 컨트롤러는 센서부에서 측정된 정보를 처리하여 무선 통신부에 전달한다. 컨트롤러는 전송받은 패킷 또는 측정한 센싱 정보 등을 기억 장치에 저장하여 프로세싱의 효율을 높인다. 센서부(805)는 의료, 건축, 농업, 환경, 국방, 검역, 물류 등 센서의 용도에 따라 적합한 센싱이 가능하도록
 20 구성된다. 배터리 등의 전력 공급장치(806)로 무선 통신부, 프로세서부, 센서부에 전력을 공급한다.

프로세서부에서 최적의 협력 노드 개수(M_{opt})를 계산하기 위하여 GPS 모듈이 있는 경우에 노드의 위치 및 거리 정보를 수신하여 네트워크 내의 각 노드들은 I/O Interface 모듈로 주변 노드와 무선 통신을 수행한다. 따라서 네트워크 내의 각
 25 노드 사이, 또는 목적지 노드에서의 브로드캐스팅, 및 근원지 노드에서의 브로드캐스팅, 중간 노드에서의 브로드캐스팅은 I/O Interface 모듈을 통해 수행될 수 있

다.

무선통신부로부터 각 노드에 대한 정보를 바탕으로 프로세서부에서 본발명과 같은 라우팅 프로토콜 기능을 수행한다. 즉, 프로세서부는 도 3에서의 본 발명의 일 실시예인 수도코드에서 설명한 바와 같은, 최적화 알고리즘을 수행하는 기능을 한다. 네트워크 내 일 노드, 예를 들어, 근원지 노드의 프로세서부는 최적의 협력 노드 수(M_{opt})를 계산하고, 상기 계산한 M_{opt} 를 무선통신부에서 네트워크 내 모든 노드에 협력 노드 요청 메시지를 브로드캐스트한다. 협력 노드 요청 메시지를 받은 모든 노드는 1 홉 내의 이웃 노드에 노드의 IP 주소 혹은 노드 ID등을 포함한 협력 정보 메시지를 무선통신부에서 전송한다. 예를 들어, 도 1에서와 같이 근원지 노드(S)는 협력 노드 요청 메시지를 네트워크 내에서 $n1 \sim n9$ 의 노드로 무선통신부에서 브로드캐스팅한다. 그 후 근원지 노드의 협력 요청 메시지를 받은 노드들은 최대 M_{opt} 개의 노드와 협력을 위해, 협력 노드 정보(CN Information) 메시지를 이웃 노드에 전송한다. 즉 도 1에서와 같이, 협력 노드 요청 메시지를 받은 네트워크 내에서 노드($n1 \sim n9$)는 1 홉(one hop) 거리에 있는 노드에게 협력 노드 정보 메시지를 전송한다. 그 후, 협력 노드 정보 (CN Information) 메시지를 받은 각 노드들은 1 홉(one hop) 거리에 있는 이웃 노드 중 협력 노드 정보 (CN Information) 의 RSS(Received Signal Strength)가 가장 큰 순서대로 최대 M_{opt} 개까지의 협력 노드 리스트인 노드 정보 등을 저장하고, 노드의 위치 정보 및 협력 노드 정보를 협력 노드 응답(CN REP) 메시지에 담아 근원지 노드에 유니캐스트 전송한다. 위와 같이 HV-MIMO 전송을 위한 협력 노드 응답 메시지를 프로세서부로부터 수신받아, 근원지 노드의 컨트롤러(803)는 센서부(805)에서 측정된 정보를 처리하여 에너지 저장부(806)에 저장하고 저장된 정보는 무선 통신부(801,802)에 전달된다. 따라서 근원지 노드의 무선통신부는 근원지 노드의 컨트롤러에 의하여 설정된 협력 수신/송신 노드에 관한 설정 메시지를 데이터 전송 경로를 형성하는 노드의 무선통신부로 전달된다. 근원지 노드에서 목적지 노드까지의 각 홉마다 최적의 HV-MIMO 전송 기법을 설정하여, 데이터를 전송한다.

도11은 전송거리에 따른 각 전송방식에 따른 에너지 효율을 나타낸 그래프이다. 전송 거리에 따른 SISO, V-MISO, V-SIMO 및 V-MIMO 에너지 효율은 전송 거리에 따라 달라진다. 도11은 종단간 데이터 전송율이 10kbps 이며 종단간 비트에러

을 (BER) 이 10^{-3} 이하를 만족하는 SISO, 2×1 V-MISO, 1×2 V-SIMO 및 2×2 V-MIMO 의 각 기법에 의한 1 홉 전송 에너지를 비교한 실험 결과이다. 롱-홀 페이딩(Long-haul fading) 환경의 전송 즉 전송 거리가 $d_{TH2}(= 68.63m)$ 보다 멀 때 V-MIMO 전송이 가장 에너지 효율이 좋음을 알 수 있으며, 전송 거리가 $d_{TH1}(=9.22m)$ 보다 짧은 경우 SISO 전송이 가장 에너지 효율이 좋다. 전송 거리 d_h 가 d_{TH1} 보다 멀며 d_{TH2} 보다는 짧은 경우 즉 $d_{TH1} < d_h < d_{TH2}$ 를 만족할 때 V-MISO 와 V-SIMO 전송이 효율이 좋음을 알 수 있다.

도12, 도13 및 도14는 네트워크 환경에 따른 각 전송방식의 전송 에너지 소모에 대하여 나타낸 그래프이다. 네트워크 환경에 따른 SISO, V-MISO, V-SIMO, V-MIMO 및 Hybrid V-MIMO 멀티 홉 전송의 에너지 소모는 노드 밀도에 따라서 달라진다.

도12, 도13 및 도14는 250×250 m² 의 공간에 근원지 노드와 목적지 노드가 양 종단에 위치하는 경우 즉 전송 거리가 250 m인 경우 노드 밀도의 변화에 따른 각 전송 기법의 에너지 소모와 연결성을 비교한 실험 결과 그래프이다. 노드 밀도는 1m² 내의 평균적인 노드 개수로 정의하였으며, 노드는 유니폼 랜덤 분포(Uniform random distribution)에 따라 랜덤하게 분포되어 있다. 노드의 최대 전송 거리는 IEEE 802.15.4-2006 를 참고하여 102.13 m 로 가정하였다.

도12은 본 발명이 제안하는 프로토콜의 협력 노드의 수를 2로 제한한 경우에 대한 실시 예로써, SISO, 2×1 V-MISO, 1×2 V-SIMO, 2×2 V-MIMO 및 Hybrid 전송 방법의 에너지 소모를 비교한다. 도13에서 네트워크의 노드 밀도가 상대적으로 높은 경우 ($\rho = 0.003$) Hybrid V-MIMO 전송 방법은 SISO 전송에 비해 47.69%의 평균 에너지 이득이 있으며, V-SIMO, V-MISO, V-MIMO에 대해 각각 1.10%, 21.85%, 4.02%의 평균 에너지 이득이 있음을 알 수 있다. 노드 밀도가 $\rho = 0.002$ 인 경우 Hybrid V-MIMO 전송은 SISO, V-SIMO, V-MISO, V-MIMO에 대해 각각 47.19%, 2.08%, 28.65%, 0.94%의 평균 에너지 이득이 있으며, 노드 밀도가 상대적으로 낮은 경우 즉 $\rho = 0.001$ 인 경우 Hybrid V-MIMO 전송은 SISO에 비해 25.69%의 평균 에너지 이득이 있다. 이와 같이 전송거리가 짧은 경우에는 SISO 전송방법을 채택하고 홉 간의 전송거리가 먼 경우에는 V-MIMO를 선택하여 HV-MIMO 전송방법

을 선택하여 에너지 소모를 최소화 할 수 있다.

도13는 본 발명이 제안하는 프로토콜의 협력 노드의 수를 4로 제한한 경우에 대한 실시 예로써, SISO, 4×1 V-MISO, 1×4 V-SIMO, 4×4 V-MIMO 및 Hybrid 전송 방법의 에너지 소모를 비교한다. 협력 노드의 개수가 상대적으로 많음을 고려하여, 도12에 비해 노드 밀도가 더 높은 환경까지 고려한 실시 예가 제시되었다. 도 14에서 네트워크의 노드 밀도가 상대적으로 높은 $\rho=0.007$ 의 경우 Hybrid V-MIMO 전송 방법은 SISO, V-SIMO, V-MISO, V-MIMO에 대해 각각 46.82%, 3.57%, 37.04%, 20.29%의 평균 에너지 이득이 있음을 알 수 있다. 노드 밀도가 $\rho=0.004$ 인 경우 Hybrid V-MIMO 전송은 SISO, V-SIMO, V-MISO, V-MIMO 에 대해 각각 48.89%, 10.59%, 49.34%, 25.73%의 평균 에너지 이득이 있으며, 노드 밀도가 $\rho=0.001$ 인 경우 Hybrid V-MIMO 전송은 SISO에 비해 25.69%의 평균 에너지 이득이 있다. V-SIMO, V-MISO, V-MIMO 전송은 필요한 협력 노드의 수가 늘어날 수록 상대적으로 높은 노드 밀도에서도 연결성을 유지하기 어려움을 알 수 있다.

도14는 노드 밀도에 따른 네트워크 연결성을 보이는 실시 예이다. 도 14는 SISO, 2×2 V-MIMO, 3×3 V-MIMO, 4×4 V-MIMO 및 Hybrid V-MIMO의 연결성을 비교한다. Hybrid V-MIMO 전송의 MECR 연결성은 노드 밀도가 $\rho=0.00038$ 이상일 때 99%에 달하며, V-MIMO 전송과는 달리 추가의 협력 노드를 필요로 하지 않는 SISO와 같이 높은 연결성을 보인다. 2×2 V-MIMO, 3×3 V-MIMO, 4×4 V-MIMO는 각각 $\rho=0.0025$, $\rho=0.0045$, $\rho=0.0065$ 이상일 때 연결성이 99%에 달하며, Hybrid V-MIMO 전송에 비해 노드가 많이 밀집한 환경에서 연결성이 유지됨을 알 수 있다.

도 15는 본 발명의 일 실시 예를 나타낸 네트워크 내의 중간 노드 기반의 최적의 V-MIMO 전송이 가능하도록 예시한 흐름도이다. 각 입출력 조합(M_{h^t} , M_{h^r})을 대표하는 변수 $M = \max(M_{h^t}, M_{h^r})$ 이 1에서 N까지의 각 경우마다 최적의 전송 에너지를 계산하기 위하여 상기 조합을 이용한다. 여기서, M_{h^t} 은 전송하는 출력 노드 수이며, M_{h^r} 는 수신하는 입력 노드 수이다. 따라서 상기 프로토콜을 적용하는 네트워크 내에서 전송하는 출력 노드 수와 수신하는 입력 노드 수의 최대값을 M_{opt} 으로 정한다.

도 15는 네트워크의 특정 노드는 네트워크에서 최적의 협력 노드 수(M_{opt})를 계산한다(1501). 그 후 상기 네트워크의 특정 노드는 상기 최적의 협력 노드 수(M_{opt})를 포함하는 협력 노드 요청 메시지를 상기 네트워크 내의 모든 노드에 브로드캐스팅한다(1502). 상기 데이터 전송에 참여 가능한 상기 네트워크 내의 노드에 의해 전송된 협력 노드 응답 메시지를 수신한다(1503). 상기 협력 노드 응답 메시지를 기초로, 상기 제1 노드로부터 상기 제 2노드로의 최적 전송 경로 및 상기 최적 전송 경로 각 홉마다의 협력 전송 노드 및/또는 협력 수신 노드를 설정한다(1504). 상기 설정된 협력 전송 노드 및/또는 협력 수신 노드를 나타내는 정보인 협력 노드 설정메시지를 해당 노드에 전송한다(1505).

도 1, 도 2, 및 도 15에 있어서, 상기 근원지 노드는 상기 근원지 노드 또는 상기 목적지 노드 또는 상기 중간 노드에 의해 결정된 상기 최적 전송 경로에 따라 상기 근원지 노드의 이웃 노드로의 데이터 전송을 시작한다. 상기 이웃 노드는 상기 최적 전송 경로에 따라 다음 노드로 상기 데이터를 전송한다. 이와 같은 방식으로, 상기 최적 전송 경로를 구성하는 각 노드는 상기 데이터를 수신하여 다음 노드로 전송한다. 이때, 각 홉마다 설정된 협력 전송 노드가 상기 데이터 전송에 참여하며, 각 홉마다 설정된 협력 수신 노드가 상기 데이터 수신에 참여하게 된다. 즉, 상기 데이터는 상기 최적 전송 경로를 구성하는 각 노드를 거쳐 근원지 노드로부터 목적지 노드로 전송되며, 상기 최적 전송 경로의 각 홉마다, 본 발명에 따라 설정된 협력 전송 노드 및/또는 협력 수신 노드가 상기 데이터 전송/수신에 참여하게 된다.

도 16은 근원지(S) 노드에서 목적지(D) 노드까지의 최적의 전송 경로 설정을 예시한 도면이다. 예를 들어, S 노드가 최적의 협력 노드 수(M_{opt})를 설정하는 경우, S노드는 최적의 협력 노드 수를 포함하는 협력 요청 메시지를 네트워크의 노드(N1~N9) 모두에 브로드캐스팅한다. 따라서, 협력 요청 메시지를 받은 각 노드들은 최적의 협력 노드 수(M_{opt}) 이하의 협력 노드를 설정하기 위해, 1홉 노드의 이웃노드들에게 협력정보(CN Information)를 전송한다. 상기 협력 노드 정보(CN Information) 메시지를 받은 각 노드는 1 홉(one hop) 거리에 있는 이웃 노드 중 협력 노드 정보 (CN Information) 의 RSS(Received Signal Strength)가 가장 큰 순서대로 최대 M_{opt} 개까지의 협력 노드 리스트인 노드 정보 등을 저장하고, 노드의 위치

정보와 함께 협력 노드 응답(CN REP) 메시지에 답아 근원지 노드에 유니캐스트 전송한다. 도 16을 참조하면, 각각의 노드 N1~ N9까지의 노드는 근원지 노드로 협력 노드 응답 메시지(CN REP)를 전송한다.

근원지 노드는 협력 노드 응답 메시지를 바탕으로, 각 홉에서의 최적의 전송
 5 경로를 설정하는 협력 전송 노드 및/또는 협력 수신 노드를 나타내는 정보인 협력 노드 설정 메시지를 해당 노드에 전송한다. 즉, 협력 노드 설정 메시지에 의하여 각 노드에서 협력 전송 노드 및/또는 협력 수신 노드가 결정되고, 최적의 HV-MIMO 전송 경로 설정이 가능하다. 예를 들어, 도 16의 N3 노드의 입장에서 N1, N2 노드로부터 입력받고, N5 노드로 전송하는 것으로 설정되는 경우에는, 협력
 10 전송 노드 수(M_h)는 1이고, 협력 수신 노드(M_r)는 2가 되는 것이다. 이 경우에는 MISO 경로 설정방법이 선택된다. 또한, N6 노드의 입장에서 N4, N5 노드로부터 입력받고, N7, N8 노드로 전송하는 것으로 설정되는 경우에는, M_h 값은 2이고, M_r 값은 2가 되는 것이다. 이 경우에는 MIMO 경로 설정방법이 선택된다. 이와 같이 전체적인 네트워크 입장에서 매 홉마다 경로를 달리 설정하여, 최적의 전송 경로
 15 가 설정된다. 따라서, 본 발명은 최적의 전송 경로 및 각 홉의 협력 전송 노드 및 /또는 협력 수신 노드를 나타내는 정보인 협력 노드 설정메시지를 S 노드가 각 해당 노드에 전송함으로써, 네트워크 최적의 HV-MIMO 전송 경로를 설정하는 프로토콜 방법이다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

에드 혹 네트워크 내 소정 노드가 제 1 노드로부터 제 2 노드로의 데이터 전송 경로를 설정함에 있어서,

- 5 상기 네트워크 내에서 최적의 협력 노드 수(M_{opt})를 계산하는 단계;
 상기 최적의 협력 노드 수(M_{opt})를 포함하는 협력 노드 요청 메시지를 상기 네트워크 내의 모든 노드에 전송하는 단계;
 상기 네트워크 내 하나 이상의 노드로부터 협력 노드 응답 메시지를 수신하는 단계;
- 10 상기 협력 노드 응답 메시지를 기초로, 상기 제1 노드로부터 상기 제 2 노드로의 최적 전송 경로 및 상기 최적 전송 경로의 각 홉마다 협력 전송 노드 및 협력 수신 노드를 설정하는 단계; 및
 상기 최적 전송 경로 설정을 위한 상기 협력 전송 노드 및 상기 협력 수신 노드를 나타내는 정보인 협력 노드 설정메시지를 해당 노드에 전송하는 단계를
- 15 포함하는 전송 경로 설정방법.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

- 20 상기 최적의 협력 노드 수(M_{opt})는 상기 제 1 노드 또는 상기 제 2 노드 또는 상기 네트워크 내 전력이 높은 중간 노드에 의해 계산되는 것을 특징으로 하는 전송 경로 설정 방법.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서,

- 25 각 홉마다 설정되는 협력 전송 노드의 수 및 협력 수신 노드의 수 각각은 상기 최적 협력 노드 수(M_{opt}) 이하인 것을 특징으로 하는 전송 경로 설정 방법.

【청구항 4】

제 1 항에 있어서,

상기 협력 노드 응답 메시지는 상기 참여 가능한 노드의 위치 정보를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전송 경로 설정 방법.

【청구항 5】

5 제 1항에서,
상기 최적의 협력 노드 수(M_{opt})를 계산하는 단계에 있어서,
네트워크 내의 각 노드 간의 거리 및 각 노드의 에너지를 기초로 상기 최적의 협력 노드 수를 결정하는 것을 특징으로 하는 전송 경로 설정 방법.

10 **【청구항 6】**

제1항에 있어서,
상기 협력 노드 응답 메시지는 상기 협력 노드 응답 메시지를 전송한 노드가 선호하는 협력 전송 노드 또는 선호하는 협력 수신 노드에 대한 정보를 포함하며,
상기 선호하는 협력 전송 노드 또는 상기 선호하는 협력 수신 노드는
15 RSS(Received Signal Strength)를 기반으로 결정되는 전송 경로 설정 방법.

【청구항 7】

제 1항에 있어서, 상기 협력 노드 응답 메시지는 네트워크 내 상기 협력 전송 노드 및 상기 협력 수신 노드의 에너지 잔량 정보를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전송 경로 설정 방법.
20

【청구항 8】

제1항에 있어서,
전송 경로의 설정은 각 홉에서 에너지 효율을 고려하여 V-SIMO, SISO, V-MIMO, V-SIMO 또는 V-MISO 전송방법 중 어느 하나로 최적의 전송 경로를 설정하는 것을 특징으로 하는 전송 경로 설정 방법.
25

【청구항 9】

애드 혹 네트워크 내 소정 노드가 제 1 노드로부터 제 2 노드로의 데이터 전

송 경로를 설정함에 있어서,

신호를 송수신하도록 구성된 무선통신부;

상기 네트워크 내에서 최적의 협력 노드 수(M_{opt})를 계산하도록 구성되고, 상기 최적의 협력 노드 수(M_{opt})를 포함하는 협력 노드 요청 메시지를 상기 네트워크 내의 모든 노드에 전송하도록 상기 무선통신부를 제어하며, 상기 네트워크 내 하나 이상의 노드로부터 수신한 협력 노드 응답 메시지를 기초로, 상기 제 1 노드로부터 상기 제 2 노드로의 최적 전송 경로 및 상기 최적 전송 경로의 각 홉마다 협력 전송 노드 및 협력 수신 노드를 설정하여, 상기 설정된 협력 전송 노드 및 협력 수신 노드를 나타내는 정보인 협력 노드 설정메시지를 해당 노드에 전송하도록 상기 무선통신부를 제어하는 프로세서부를 포함하는,

전송 경로 설정 장치.

【청구항 10】

제 9항에 있어서,

상기 프로세서부는 상기 제 1 노드 또는 상기 제 2 노드 또는 상기 네트워크 내 전력이 높은 중간 노드에 위치하는, 전송 경로 설정 장치.

【청구항 11】

제 9항에 있어서,

각 홉마다 설정되는 상기 협력 전송 노드의 수 및 상기 협력 수신 노드의 수 각각은 상기 최적 협력 노드 수(M_{opt}) 이하인, 전송 경로 설정 장치.

【청구항 12】

제 9항에 있어서,

상기 협력 노드 응답 메시지는 상기 참여 가능한 노드의 위치 정보를 더 포함하는, 전송 경로 설정 장치.

【청구항 13】

제 9항에 있어서,

상기 프로세서부는 상기 네트워크 내의 각 노드 간의 거리 및 각 노드의 에너지를 기초로 상기 최적의 협력 노드 수(M_{opt})를 결정하도록 구성된, 전송 경로 설정 장치.

5 【청구항 14】

제 9항에 있어서,

상기 수신된 협력 노드 응답 메시지는 상기 네트워크 내 하나 이상의 노드가 선호하는 협력 전송 노드 또는 선호하는 협력 수신 노드에 대한 정보를 포함하도록 구성된,

10 전송 경로 설정 장치.

FIG. 1

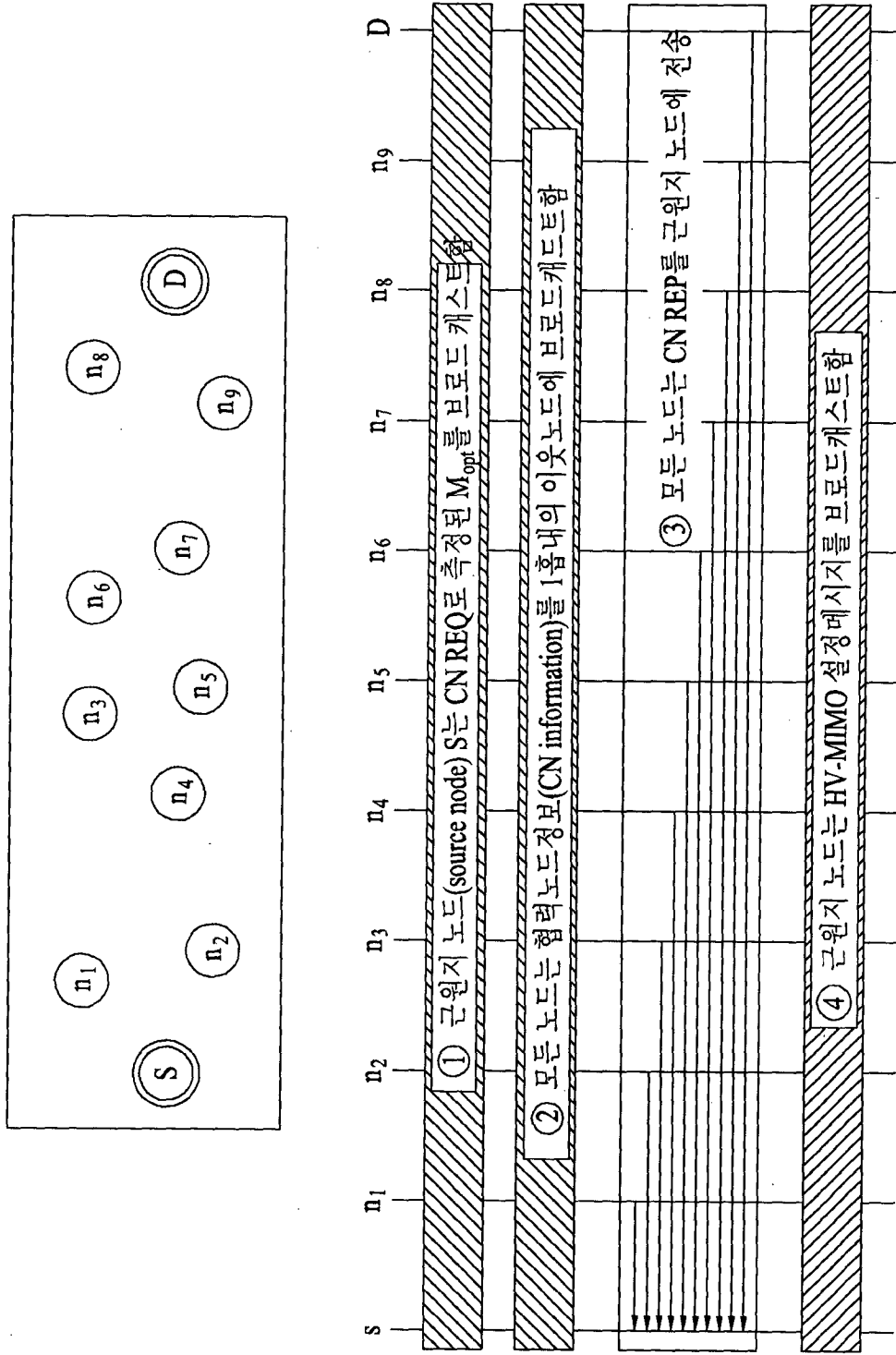


FIG. 2

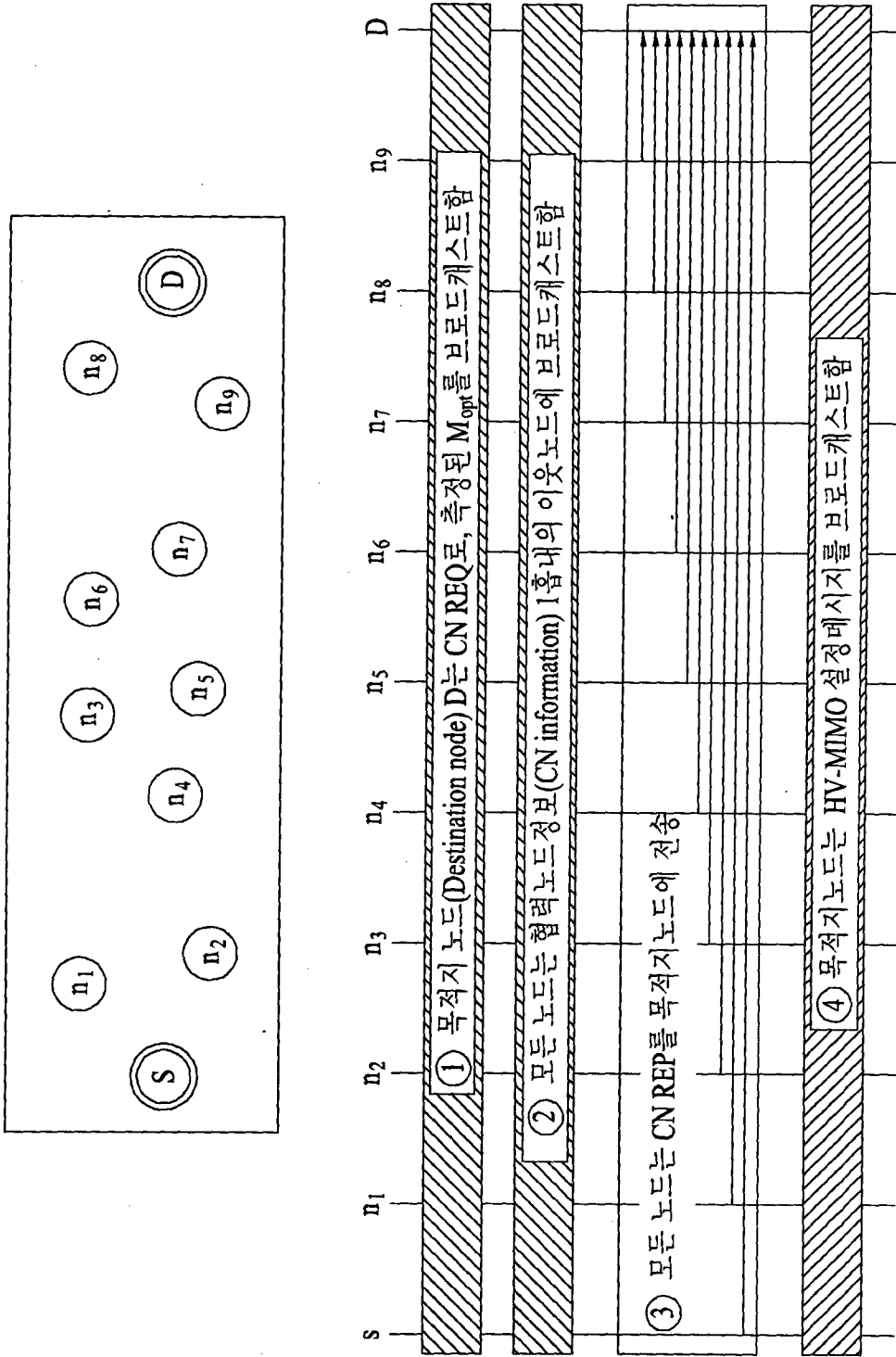


FIG. 3

```

GET node density  $\rho$ 
FOR  $M = \max(M_h^l, M_h^r) = 1$  to  $N$ 
  COMPUTE  $\rho_{M \times M}$ 
  COMPUTE  $\beta(\rho_{M \times M})$ 
  COMPUTE  $\bar{d}_h$ 
  COMPUTE  $\chi_{M \times M}$ 
  COMPUTE  $x_{M \times M} = \text{round}(\chi_{M \times M})$ 
  COMPUTE  $x_{M \times M} E(M, M, \bar{d}_h)$ 
  SAVE  $[M, x_{M \times M} E(M, M, \bar{d}_h)]$ 
END LOOP
SET  $M_{opt} = \arg \min_M \{x_{M \times M} E(M, M, \bar{d}_h) : \forall M = 1, 2, \dots, N\}$ 
DETERMINE V-MIMO Capable Node with
   $M_{opt}$  Cooperation Node
DETERMINE V-MIMO MECR
FOR  $h = 1$  to  $x$ 
  IF  $(M_h^l, M_h^r) = (1, 1)$  THEN
     $Scheme(h)$  is SISO

  ELSEIF  $(M_h^l, M_h^r) = (1, r | r > 1)$  THEN
    SET
     $M_h^r = \arg \min_{M_h^r} \{E(1, M_h^r, d_h) : \forall M_h^r = 1, 2, \dots, \min(r, M_{opt})\}$ 
    SAVE  $[M_h^r, \text{V-SIMO configuration}]$ 
    COMPUTE  $\{E_h(1, 1, d_h) - E_h(1, M_h^r, d_h)\}$ 
    IF less than 0 THEN
       $Scheme(h)$  is SISO
    ELSE
       $Scheme(h)$  is V-SIMO
    ENDIF

  ELSEIF  $(M_h^l, M_h^r) = (t, 1 | t > 1)$  THEN
    SET
     $M_h^l = \arg \min_{M_h^l} \{E(M_h^l, 1, d_h) : \forall M_h^l = 1, 2, \dots, \min(t, M_{opt})\}$ 
    SAVE  $[M_h^l, \text{V-MISO configuration}]$ 

```

FIG. 3

```

COMPUTE       $\{E_h(1,1,d_h) - E_h(M'_h,1,d_h)\}$ 
IF less than 0 THEN
    Scheme(h) is SISO
ELSE
    Scheme(h) is V-MISO
ENDIF

ELSEIF       $(M'_h, M'_h) = (t, r | t, r > 1)$  THEN
    SET
     $M'_h = \arg \min_{M'_h} \{E(1, M'_h, d_h) : \forall M'_h = 1, 2, \dots, \min(r, M_{opt})\}$ 
    SAVE [  $M'_h$ , V-SIMO configuration ]
    COMPUTE       $\{E_h(1,1,d_h) - E_h(1, M'_h, d_h)\}$ 
    IF less than 0 THEN
        Scheme(h) is SISO
    ENDIF
    SET
     $M_h^* = \arg \min_{M_h^*} \{E(M_h^*, M_h^*, d_h) : \forall M_h^* = 1, 2, \dots, \min(t, r, M_{opt})\}$ 
    SAVE [  $M_h^*$ , V-MIMO configuration ]
    COMPUTE       $\{E_h(1, M_h^*, d_h) - E_h(M_h^*, M_h^*, d_h)\}$ 
    IF larger than 0 THEN
        Scheme(h) is V-MIMO
    ENDIF
    SET
     $M_h^i = \arg \min_{M_h^i} \{E(M_h^i, 1, d_h) : \forall M_h^i = 1, 2, \dots, \min(t, M_{opt})\}$ 
    SAVE [  $M_h^i$ , V-MISO configuration ]
    COMPUTE       $\{E_h(1, M_h^i, d_h) - E_h(M_h^i, 1, d_h)\}$ 
    IF larger than 0 THEN
        Scheme(h) is V-MISO
    ELSE
        Scheme(h) is V-SIMO
    ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDLOOP

```

FIG. 4

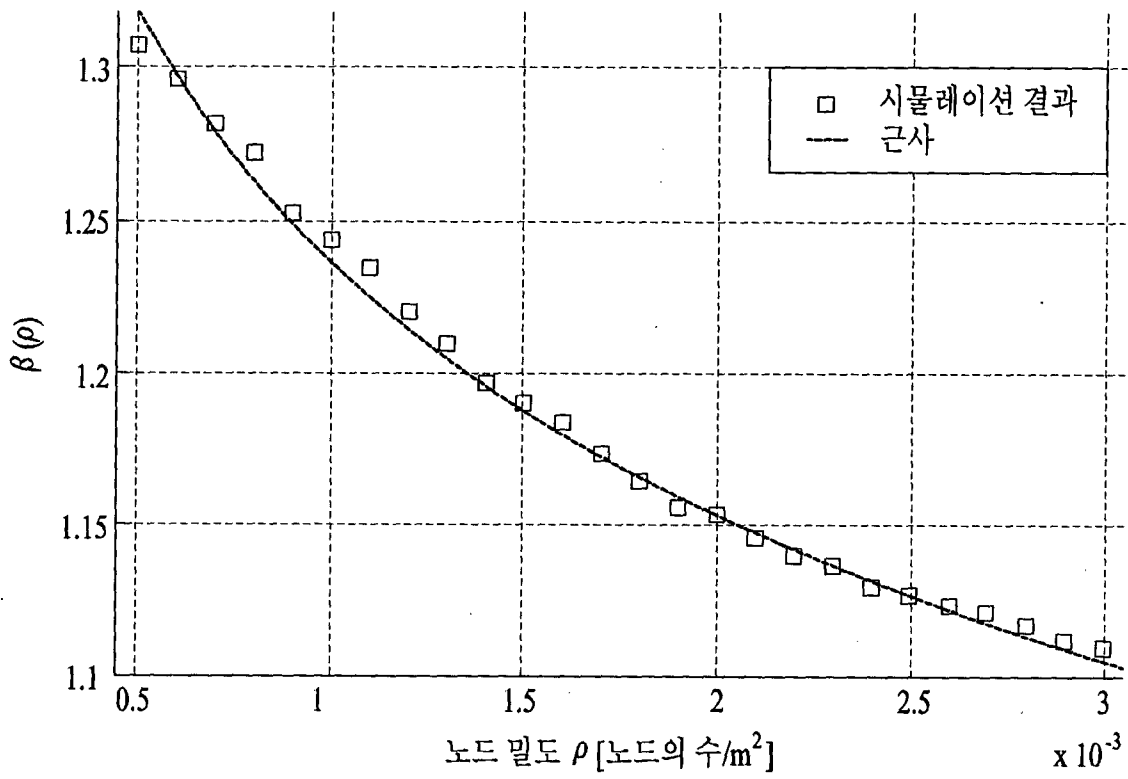


FIG. 5

CN REQ Message Format

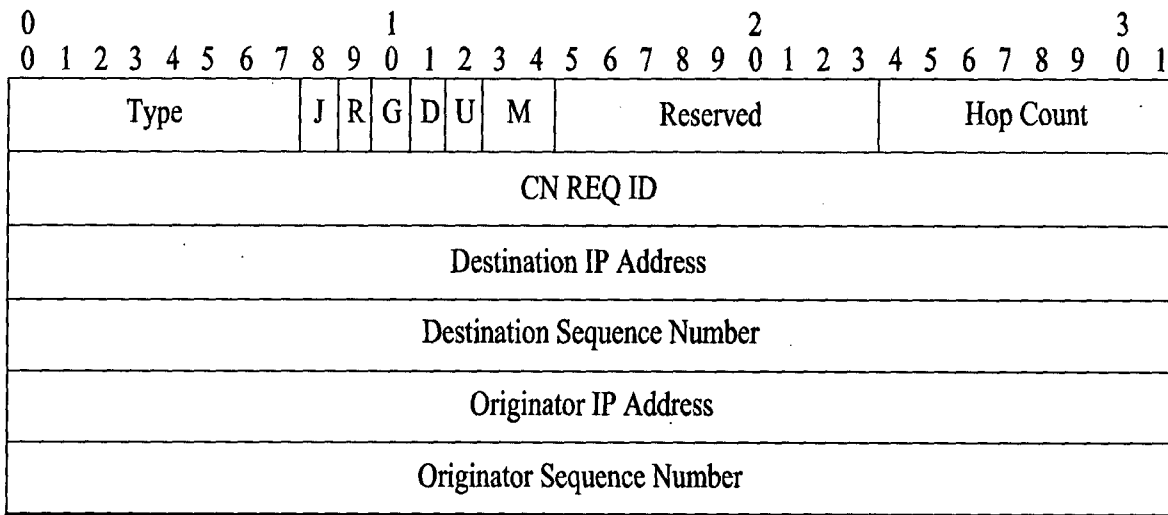


FIG. 6

CN Information Message Format

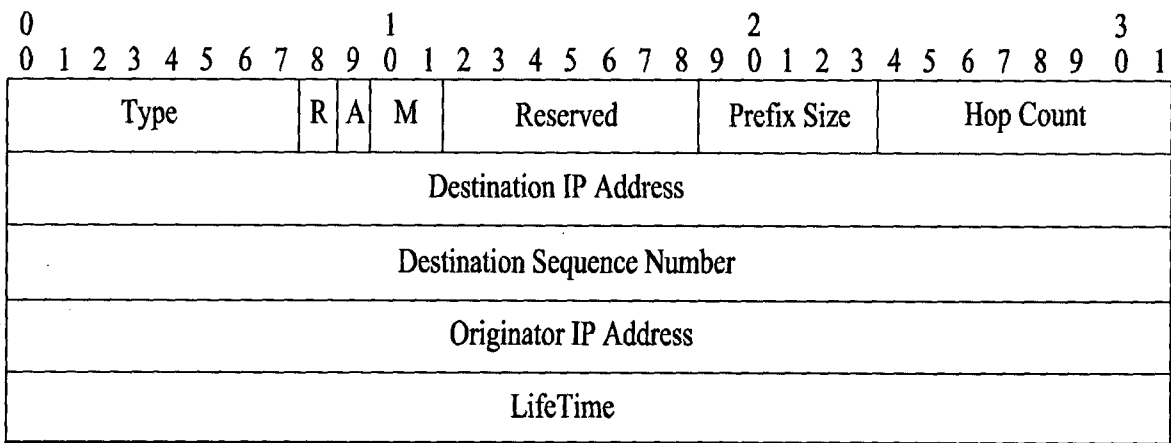


FIG. 7

CN REP Message Format

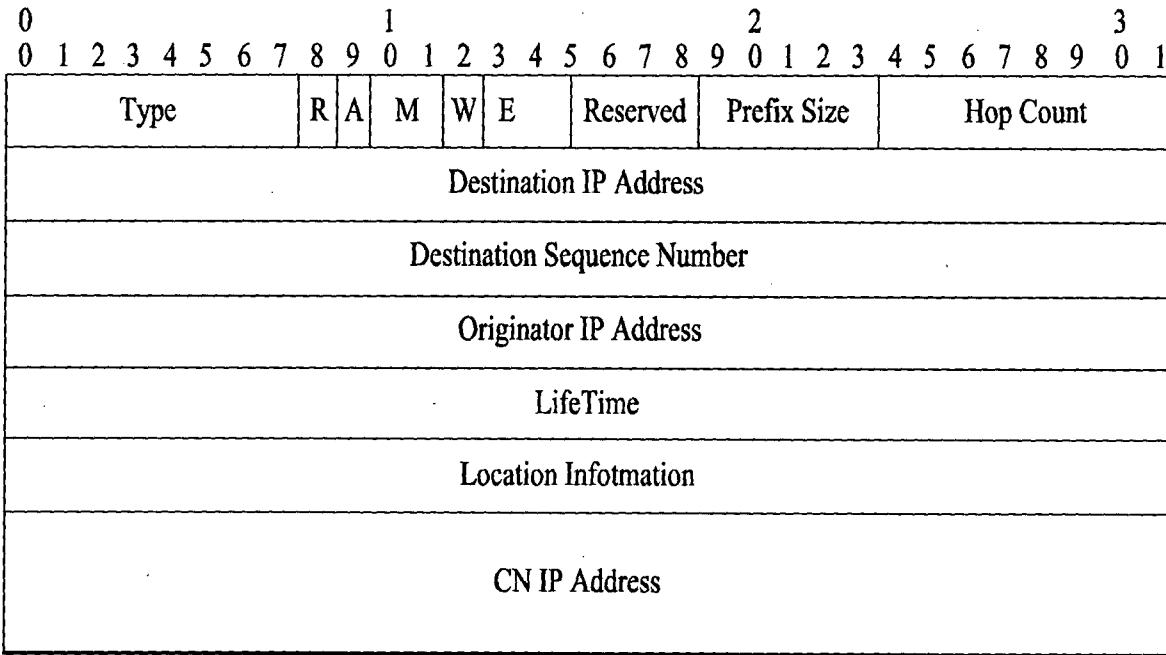


FIG. 8

HV-MIMO Setup Message Format

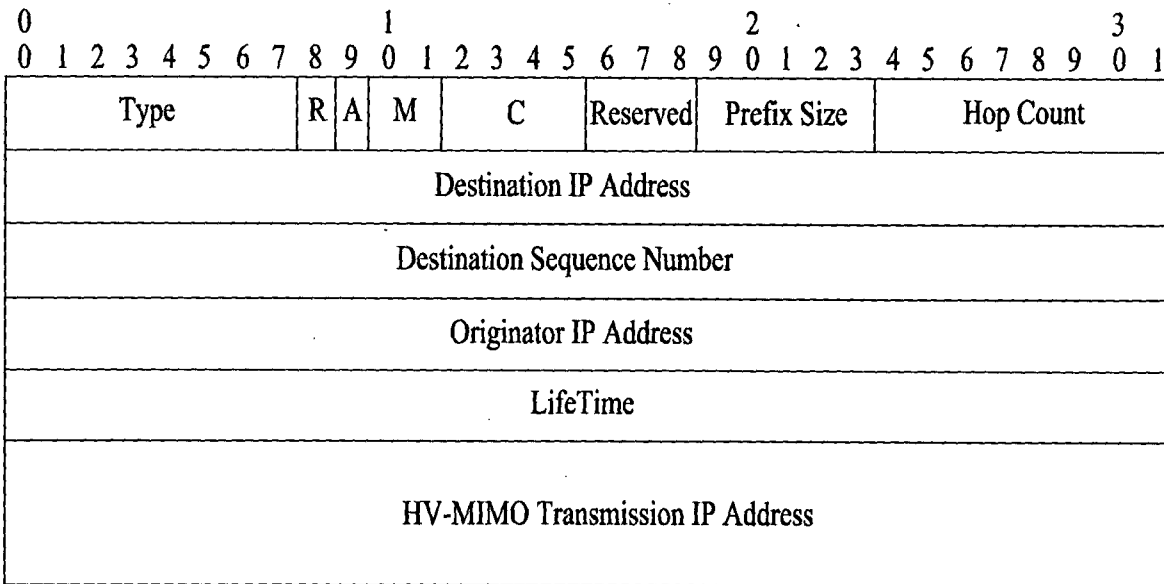
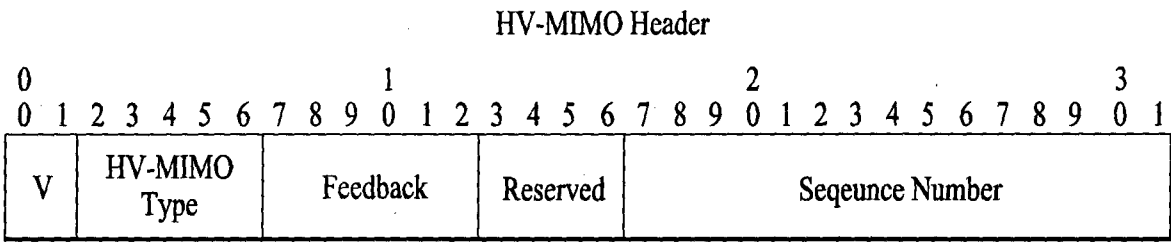


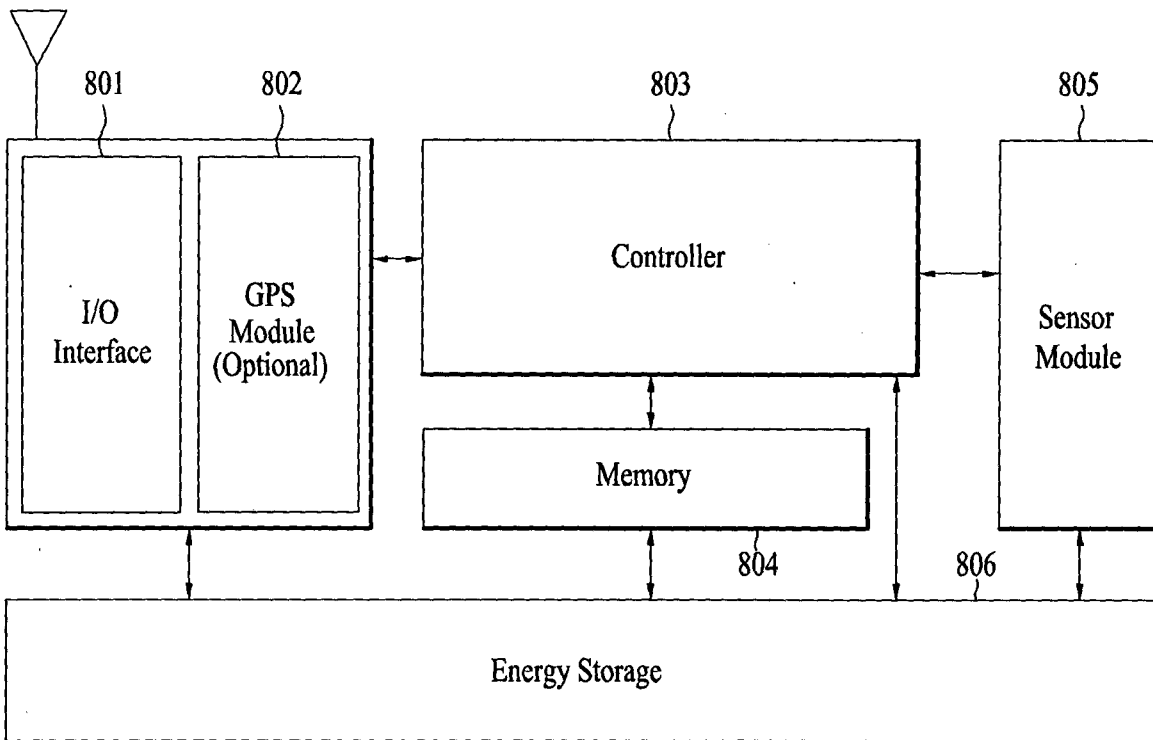
FIG. 9



(a)

FIG. 10

Hybrid V-MIMO Device Block Diagram



(b)

FIG.11

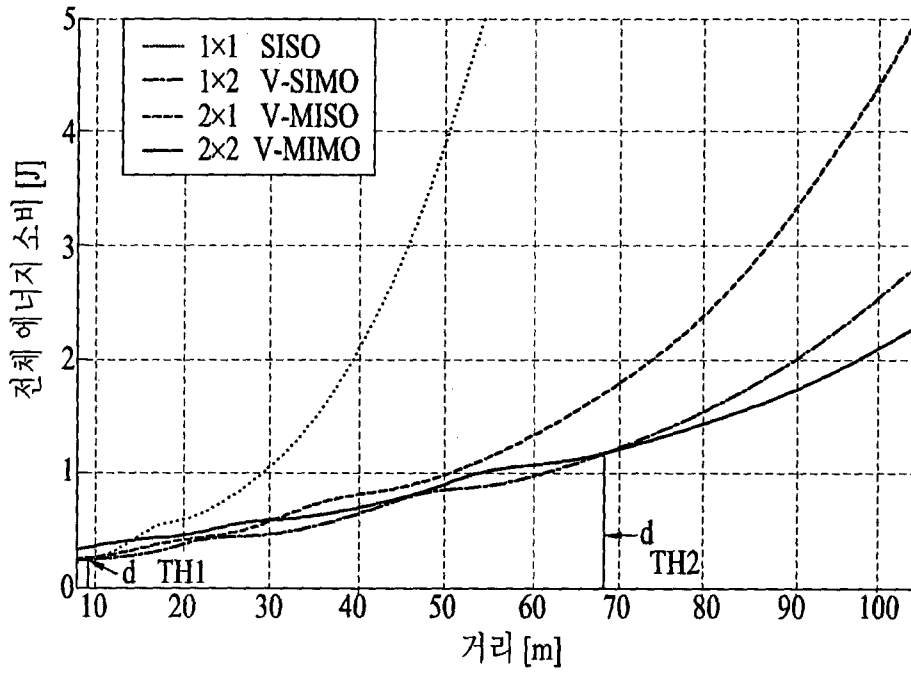


FIG.12

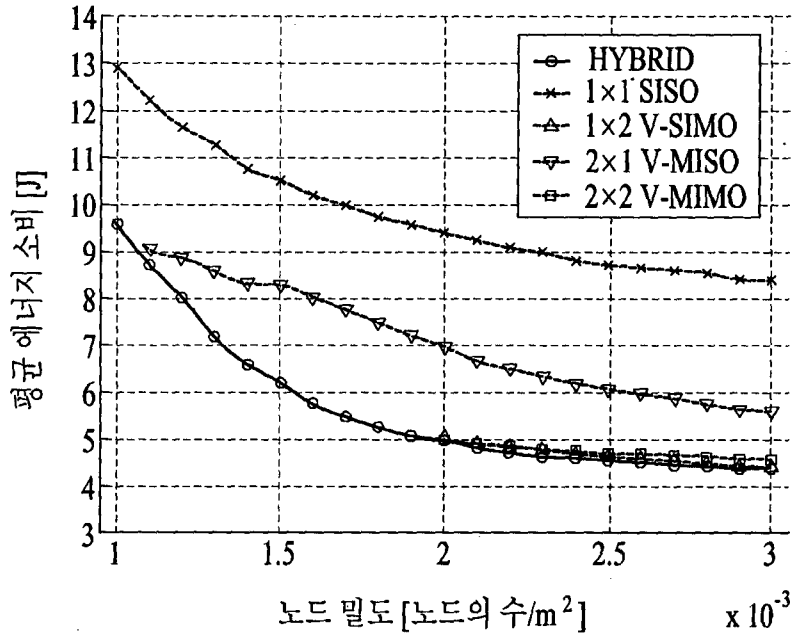


FIG.13

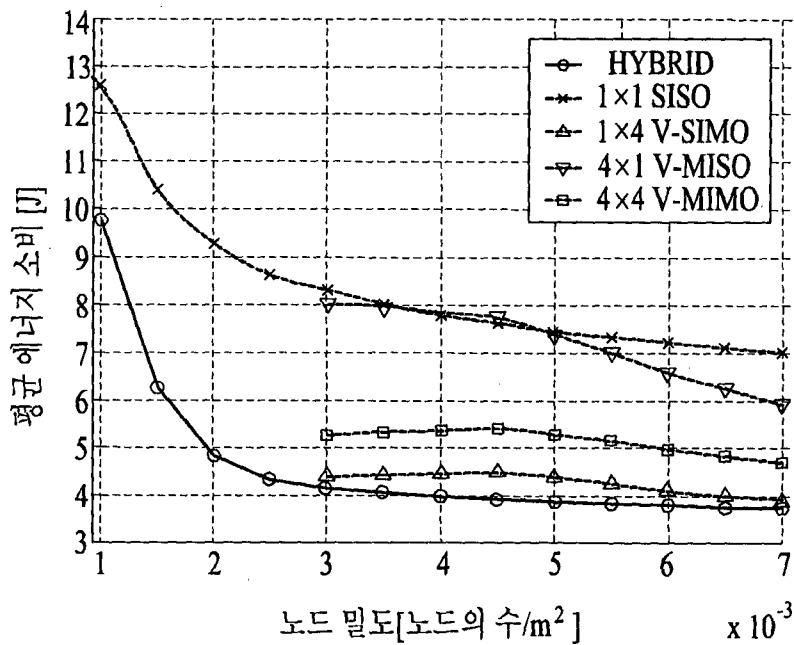


FIG.14

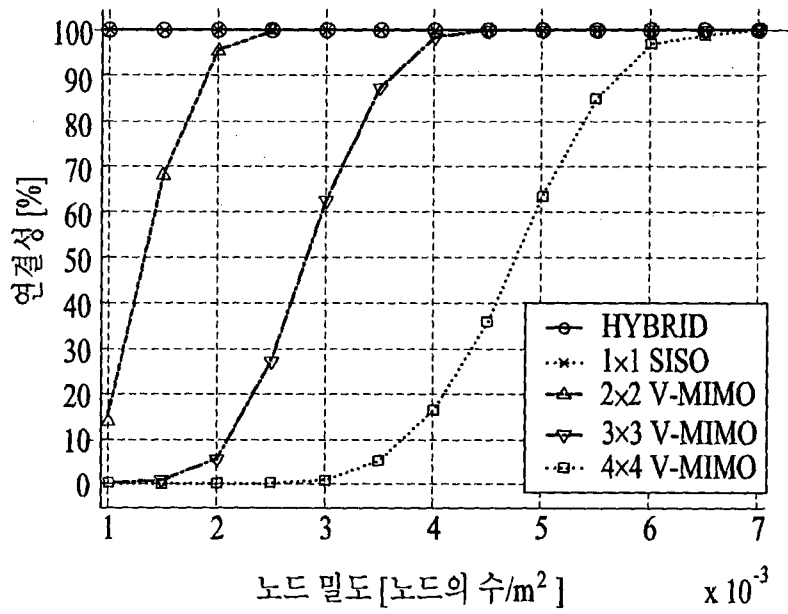


FIG. 15

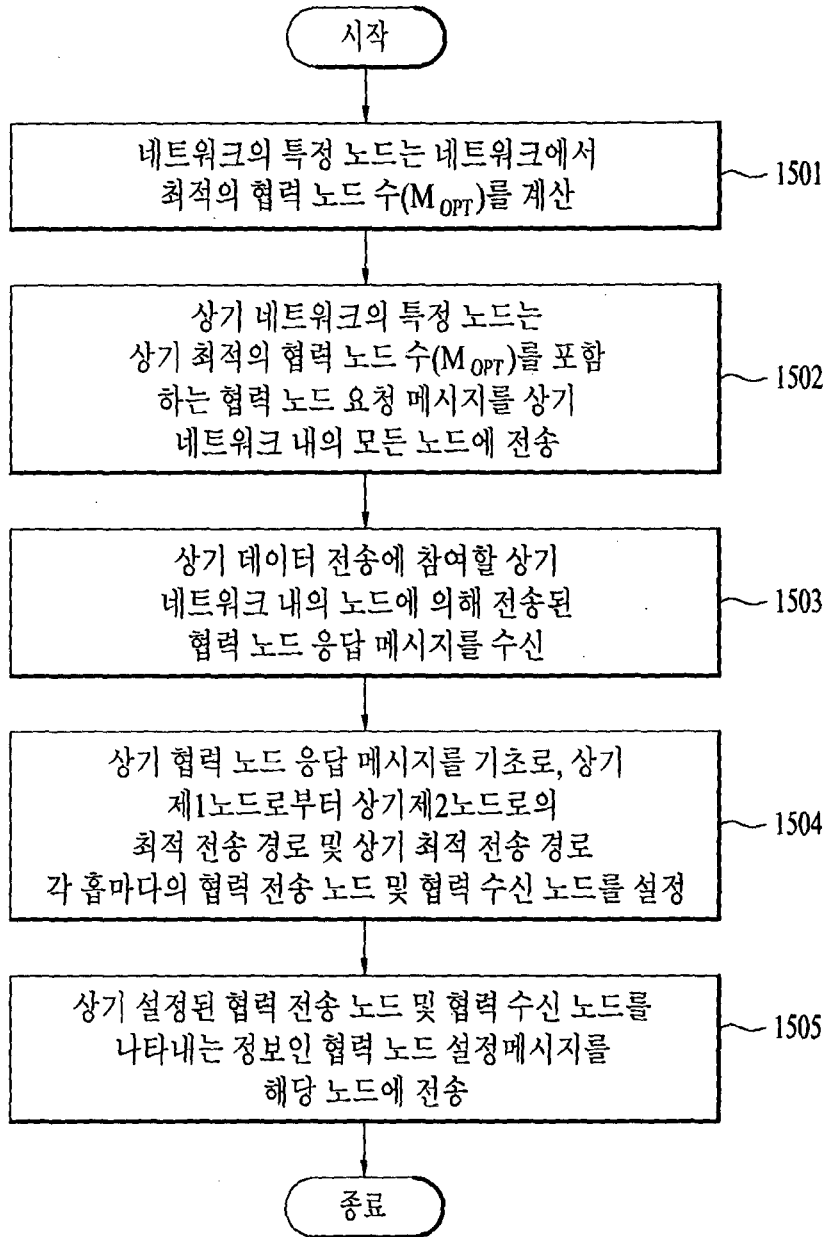
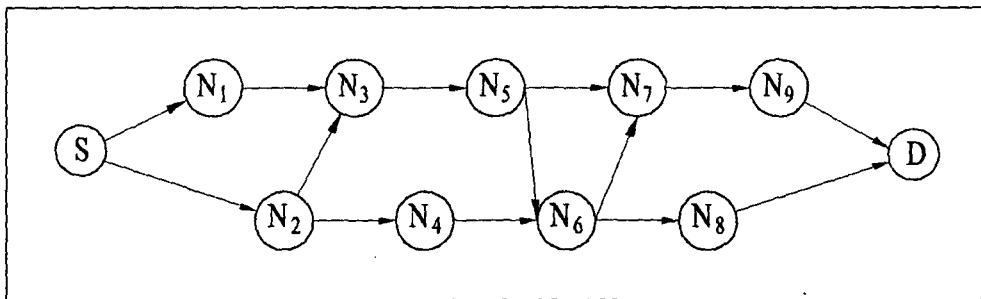


FIG. 16



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2011/006807

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 40/10(2009.01)i, H04B 7/04(2006.01)i, H04W 84/18(2009.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04W 40/10; H04B 7/26; H04J 11/00; H04W 48/16; H04W 84/18; H04W 52/02; H04W 48/10; H04B 7/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models
Japanese Utility models and applications for Utility modelsElectronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: multi-hop, routing, cooperative node, routing, hybrid, V-MIMO

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2011-0007324 A (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 24 January 2011 See abstract; paragraphs [0092]-[0099]; claims 11-18; figures 11a-14.	1-14
A	KR 10-2009-0062317 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUE) 17 June 2009 See abstract; paragraphs [0032]-[0041]; claims 1-6; figures 2-5.	1-14
A	KR 10-2011-0002067 A (NORTEL NETWORKS LIMITED) 06 January 2011 See abstract; paragraphs [0025]-[0027]; claims 1-7; figures 1,3,4.	1-14
A	KR 10-2009-0111613 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUE et al.) 27 October 2009 See abstract; paragraphs [0027]-[0032]; claims 1-7; figures 2a,2b,7.	1-14

 Further documents are listed in the continuation of Box C.
 See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 APRIL 2012 (23.04.2012)

Date of mailing of the international search report

24 APRIL 2012 (24.04.2012)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2011/006807

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2011-0007324 A	24.01.2011	NONE	
KR 10-2009-0062317 A	17.06.2009	NONE	
KR 10-2011-0002067 A	06.01.2011	CN 102017487 A	13.04.2011
		CN 102017524 A	13.04.2011
		EP 2272191 A1	12.01.2011
		EP 2272210 A1	12.01.2011
		JP 2011-524106 A	25.08.2011
		JP 2011-525060 A	08.09.2011
		KR 10-2011-0002057 A	06.01.2011
		US 2011-0019768 A1	27.01.2011
		US 2011-0034206 A1	10.02.2011
		WO 2009-134742 A1	05.11.2009
		WO 2009-134747 A1	05.11.2009
KR 10-2009-0111613 A	27.10.2009	US 2009-0262689 A1	22.10.2009

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H04W 40/10(2009.01)i, H04B 7/04(2006.01)i, H04W 84/18(2009.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H04W 40/10; H04B 7/26; H04J 11/00; H04W 48/16; H04W 84/18; H04W 52/02; H04W 48/10; H04B 7/04

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: multi-hop, 경로설정, 협력노드, 라우팅, hybrid, V-MIMO

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2011-0007324 A (고려대학교 산학협력단) 2011.01.24 요약; 문단번호 [0092]-[0099]; 청구항 11-18; 도면 11a-14 참조.	1-14
A	KR 10-2009-0062317 A (한국전자통신연구원) 2009.06.17 요약; 문단번호 [0032]-[0041]; 청구항 1-6; 도면 2-5 참조.	1-14
A	KR 10-2011-0002067 A (노텔 네트워크 리미티드) 2011.01.06 요약; 문단번호 [0025]-[0027]; 청구항 1-7; 도면 1,3,4 참조.	1-14
A	KR 10-2009-0111613 A (한국전자통신연구원 외 1명) 2009.10.27 요약; 문단번호 [0027]-[0032]; 청구항 1-7; 도면 2a,2b,7 참조.	1-14

추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 윌리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌


“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신구성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일 2012년 04월 23일 (23.04.2012)	국제조사보고서 발송일 2012년 04월 24일 (24.04.2012)
--	--

ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 정부대전청사 팩스 번호 82-42-472-7140	심사관 고연화 전화번호 82-42-481-8569
--	---



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2011-0007324 A	2011.01.24	없음	
KR 10-2009-0062317 A	2009.06.17	없음	
KR 10-2011-0002067 A	2011.01.06	CN 102017487 A	2011.04.13
		CN 102017524 A	2011.04.13
		EP 2272191 A1	2011.01.12
		EP 2272210 A1	2011.01.12
		JP 2011-524106 A	2011.08.25
		JP 2011-525060 A	2011.09.08
		KR 10-2011-0002057 A	2011.01.06
		US 2011-0019768 A1	2011.01.27
		US 2011-0034206 A1	2011.02.10
		WO 2009-134742 A1	2009.11.05
		WO 2009-134747 A1	2009.11.05
KR 10-2009-0111613 A	2009.10.27	US 2009-0262689 A1	2009.10.22