(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2015 년 7 월 16 일 (16.07.2015)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2015/105322 A1

(51) 국제특허분류:
H04W 40/10 (2009.01) *H04W 84/18* (2009.01)
H04W 28/06 (2009.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2015/000129

(22) 국제출원일: 2015 년 1 월 7 일 (07.01.2015)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2014-0003731 2014 년 1 월 13 일 (13.01.2014) KR

(71) 출원인: **이화여자대학교 산학협력단 (EWHA UNIVERSITY-INDUSTRY COLLABOLATION FOUNDATION)** [KR/KR]; 120-750 서울시 서대문구 이화여대길 52, Seoul (KR). **경희대학교 산학협력단 (UNIVERSITY-INDUSTRY COOPERATION GROUP OF KYUNG HEE UNIVERSITY)** [KR/KR]; 446-701 경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, Gyeonggi-do (KR).

(72) 발명자: **이형준 (LEE, Hyung June)**; 120-750 서울시 서대문구 이화여대길 52, 아산공학관 321-1 호, Seoul (KR). **김현석 (KIM, Hyun Seok)**; 150-050 서울시 영등포구 신길로 42 라길 1, 3 층 402 호, Seoul (KR). **윤예림 (YOUN, Ye Lim)**; 420-780 경기도 부천시 원미구 중동로 107, 114-703, Gyeonggi-do (KR). **장익준 (CHANG, Ik Joon)**; 133-767 서울시 성동구 독서당로 40 길 25, 107-1207, Seoul (KR).

(74) 대리인: **남정길 (NAM, Jung Kil)**; 137-803 서울시 서초구 고무래로 6-3, 501 호, Seoul (KR).

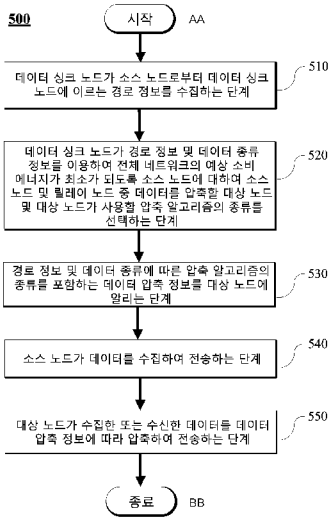
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[다음 쪽 계속]

(54) **Title**: AD-HOC NETWORK SYSTEM USING SELECTIVE DATA COMPRESSION ALGORITHM AND METHOD FOR TRANSMITTING DATA IN AD-HOC NETWORK

(54) **발명의 명칭** : 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크 시스템 및 애드혹 네트워크에서 데이터를 전송하는 방법



510 ... Step for collecting path information from source node to data sink node by data sink node
520 ... Step for selecting, with respect to source node, target node, which is to compress data, between source node and relay node and kind of compression algorithm to be used by target node, so as to minimize expected consumption energy of whole network, using path information and kind of data by data sink node
530 ... Step for notifying target node of data compression information including kind of compression algorithm according to path information and kind of data
540 ... Step for collecting and transmitting data by source node
550 ... Step for compressing and transmitting data, which is collected or received by target node, according to data compression information
AA ... Start
BB ... End

(57) **Abstract**: A method for transmitting data in an ad-hoc network comprises the steps of: determining path information from a source node to a data sink node and the kind of data which the source node collects, by the data sink node; selecting, with respect to the source node, a target node, which is to compress data, between the source node and a relay node and the kind of a compression algorithm to be used by the target node, so as to minimize an expected consumption energy of a whole network, using the path information and the kind of data by the data sink node; notifying the target node of data compression information including the kind of compression algorithm according to the path information and the kind of data by the data sink node; and compressing and transmitting data, which is collected or received by the target node, according to the data compression information.

(57) **요약서**: 애드혹 네트워크에서 데이터를 전송하는 방법은 데이터 싱크 노드가 소스 노드로부터 데이터 싱크 노드에 이르는 경로 정보 및 소스 노드가 수집하는 데이터 종류를 결정하는 단계, 데이터 싱크 노드가 경로 정보 및 데이터 종류를 이용하여 전체 네트워크의 예상 소비 에너지가 최소가 되도록 소스 노드에 대하여 소스 노드 및 릴레이 노드 중 데이터를 압축할 대상 노드 및 대상 노드가 사용할 압축 알고리즘의 종류를 선택하는 단계, 데이터 싱크 노드가 경로 정보 및 데이터 종류에 따른 압축 알고리즘의 종류를 포함하는 데이터 압축 정보를 대상 노드에 알리는 단계 및 대상 노드가 수집한 또는 수신한 데이터를 데이터 압축 정보에 따라 압축하여 전송하는 단계를 포함한다.

WO 2015/105322 A1

MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크 시스템 및 애드혹 네트워크에서 데이터를 전송하는 방법

기술분야

[1] 이하 설명하는 기술은 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서 데이터를 압축하여 전송하는 기법에 관한 것이다. 이하 설명하는 기술은 2013년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받은 결과물이다(과제고유번호 NRF-2013R1A1A1009854, NRF-2013R1A1A1005832).

배경기술

[2] 최근 센서 네트워크 또는 M2M 네트워크와 같이 특정 데이터를 수집하고, 수집한 데이터를 이용하는 네트워크 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[3] 센서 노드와 같은 디바이스가 한정된 에너지를 사용하기 때문에 많은 연구가 에너지를 효율적으로 사용하는 기법에 관한 것이다. 센서 네트워크 등에서 센서 노드(소스 노드)가 수집한 데이터를 압축해서 전송하는 기법을 사용하기도 한다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[4] 센서 네트워크 등에서 에너지를 절약하기 위한 종래 기법 중 데이터를 압축하여 전송하는 방법이 있다. 다만 데이터를 수집하는 노드(소스 노드)에서 데이터를 압축하기 위한 압축 알고리즘을 소개하는데 그친다.

[5] 이하 설명하는 기술은 센서 네트워크와 같은 애드혹 네트워크에서 에너지 소비를 최소화하는 데이터 압축 기법을 제공하고자 한다.

과제 해결 수단

[6] 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크는 데이터를 수집하는 소스 노드, 소스 노드에서 수집한 데이터를 수신하는 데이터 싱크 노드 및 소스 노드로부터 데이터 싱크 노드에 이르는 경로에 위치하여 데이터를 전달하는 릴레이 노드를 포함한다. 이때 데이터 싱크 노드는 애드혹 네트워크의 전체 예상 소비 에너지를 기준으로 소스 노드 및 릴레이 노드 중 적어도 하나를 데이터를 압축할 대상 노드로 결정하고, 대상 노드는 수집한 데이터 또는 수신한 데이터를 압축하여 전송한다.

[7] 데이터 싱크 노드는 대상 노드가 사용할 압축 알고리즘의 종류를 결정하고, 대상 노드는 결정된 압축 알고리즘의 종류에 따라 데이터를 압축할 수 있다.

[8] 데이터 싱크 노드는 소스 노드에서 수집한 데이터가 데이터 싱크 노드에 전달되어야하는 임계 시간 조건을 만족하면서 전체 예상 소비 에너지가 최소가 되도록 복수의 소스 노드 각각에 대하여 각 소스 노드 또는 각 소스 노드에서 데이터 싱크 노드에 이르는 경로에 위치하는 적어도 하나의 릴레이 노드 중 어느

하나를 각 소스 노드에서 수집한 데이터를 압축할 수 있다.

[9] 애드혹 네트워크에서 데이터를 전송하는 방법은 데이터 싱크 노드가 소스 노드로부터 데이터 싱크 노드에 이르는 경로 정보 및 소스 노드가 수집하는 데이터 종류에 따라 압축 시 소요되는 CPU 연산 에너지를 결정하는 단계, 데이터 싱크 노드가 경로 정보 및 CPU 연산 에너지를 이용하여 전체 네트워크의 예상 소비 에너지가 최소가 되도록 소스 노드에 대하여 소스 노드 및 릴레이 노드 중 데이터를 압축할 대상 노드 및 대상 노드가 사용할 압축 알고리즘의 종류를 선택하는 단계, 데이터 싱크 노드가 경로 정보 및 데이터 종류에 따른 압축 알고리즘의 종류를 포함하는 데이터 압축 정보를 대상 노드에 알리는 단계 및 대상 노드가 수집한 또는 수신한 데이터를 데이터 압축 정보에 따라 압축하여 전송하는 단계를 포함한다.

[10] 선택하는 단계에서 데이터 싱크 노드는 복수의 소스 노드에 대하여 각 소스 노드별로 각 소스 노드 또는 각 소스 노드에서 데이터 싱크 노드에 이르는 경로에 위치하는 적어도 하나의 릴레이 노드 중 어느 하나를 각 소스 노드에서 수집한 데이터를 압축하는 대상 노드로 선택하고, 결정한 대상 노드에서 사용할 압축 알고리즘을 선택할 수 있다.

[11] 선택하는 단계에서 데이터 싱크 노드는 복수의 소스 노드에 대하여 소스 노드에서 수집한 데이터가 데이터 싱크 노드에 전달되어야하는 임계 시간 조건을 만족하면서 전체 예상 소비 에너지가 최소가 되도록 복수의 소스 노드 각각에 대하여 각 소스 노드 또는 각 소스 노드에서 데이터 싱크 노드에 이르는 경로에 위치하는 적어도 하나의 릴레이 노드 중 어느 하나를 각 소스 노드에서 수집한 데이터를 압축하는 대상 노드로 선택할 수 있다.

[12] 선택하는 단계에서 데이터 싱크 노드는 CPU 연산 에너지, 데이터 압축 후 데이터의 전송 에너지 및 데이터 압축 해제시 소비되는 CPU 연산 에너지 중 적어도 하나를 기준으로 예상 소비 에너지가 최소가 되면서, 소스 노드에서 수집한 데이터가 데이터 싱크 노드에 전달되어야하는 임계 시간 조건을 만족하는 대상 노드 및 압축 알고리즘을 선택할 수 있다.

[13] 선택하는 단계에서 소스 노드는 복수이고, 복수의 소스 노드 중 적어도 두 개의 소스 노드가 데이터 싱크 노드에 이르는 경로에 위치하는 적어도 하나의 릴레이 노드를 공유하는 경우, 데이터 싱크 노드는 CPU 연산 에너지, 데이터 압축 후 데이터의 전송 에너지 및 데이터 압축 해제시 소비되는 CPU 연산 에너지 중 적어도 하나를 기준으로 선택되는 대상 노드의 개수와 예상 소비 에너지의 합이 최소가 되도록 공유하는 릴레이 노드 중 적어도 하나를 대상 노드를 선택할 수 있다.

발명의 효과

[14] 이하 설명하는 기술은 데이터 압축을 수행하는 노드를 동적으로 결정하고, 이를 통해 전체 네트워크에서 소비되는 에너지 소비를 최소화한다. 이하

설명하는 기술은 센서 네트워크와 같은 애드혹 네트워크의 에너지 소비를 최소화하여 시스템의 수명을 연장하고, 네트워크 유지 비용을 줄인다.

도면의 간단한 설명

[15] 도 1은 애드혹 네트워크 시스템의 구성을 도시한 예이다.

[16] 도 2는 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크 시스템의 동작을 설명한 예이다.

[17] 도 3은 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크 시스템의 동작을 설명한 다른 예이다.

[18] 도 4는 애드혹 네트워크에서 데이터를 전송하는 방법에 대한 순서도의 예이다.

[19] 도 5는 애드혹 네트워크 구성 사이에서 데이터 전송을 위한 과정을 도시한 예이다.

[20] 도 6은 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크 시스템 성능에 대한 실험 결과의 예이다.

발명의 실시를 위한 형태

[21] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[22] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않으며, 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[23] 본 명세서에서 사용되는 용어에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 해석되지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함한다" 등의 용어는 설시된 특징, 개수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 의미하는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 개수, 단계 동작 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[24] 도면에 대한 상세한 설명을 하기에 앞서, 본 명세서에서의 구성부들에 대한 구분은 각 구성부가 담당하는 주기능 별로 구분한 것에 불과함을 명확히 하고자 한다. 즉, 이하에서 설명할 2개 이상의 구성부가 하나의 구성부로 합쳐지거나 또는 하나의 구성부가 보다 세분화된 기능별로 2개 이상으로 분화되어 구비될 수도 있다. 그리고 이하에서 설명할 구성부 각각은 자신이 담당하는 주기능

이외에도 다른 구성부가 담당하는 기능 중 일부 또는 전부의 기능을 추가적으로 수행할 수도 있으며, 구성부 각각이 담당하는 주기능 중 일부 기능이 다른 구성부에 의해 전담되어 수행될 수도 있음은 물론이다.

[25] 또, 방법 또는 동작 방법을 수행함에 있어서, 상기 방법을 이루는 각 과정들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않은 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 과정들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.

[26]

[27] 이하 설명하는 기술은 센서 노드와 같이 특정한 데이터를 수집하는 디바이스가 애드혹 네트워크를 통해 데이터를 전달하는 네트워크 시스템에 적용할 수 있다. 즉 이하 설명하는 기술은 데이터를 수집하는 소스 노드에서 하나 이상의 릴레이(중계)노드를 거쳐 최종적으로 특정한 데이터 싱크 노드에 데이터를 전달하는 구조를 갖는 네트워크에 적용할 수 있다. 대표적으로 센서 네트워크에 적용이 가능하고, 애드혹 구조를 갖는 M2M(Machine-to-Machine) 네트워크 등에도 적용이 가능하다.

[28] 이하 명세서에서 사용하는 용어에 대해 사전에 정의하고 용어를 통일하여 사용하고자 한다. 먼저 센서 노드(센서 장치)와 같이 데이터를 수집하는 노드(장치)는 소스 노드라고 명명한다. 소스 노드에서 수집한 데이터를 최종적으로 수신하여 가공하거나 관리하는 노드(장치)는 데이터 싱크(sink) 노드라고 명명한다. 소스 노드에서 데이터 싱크 노드에 이르는 경로에 위치하여 소스 노드로부터 전달되는 데이터를 중계하는 노드는 릴레이(relay) 노드라고 명명한다. 소스 노드에서 수집된 데이터가 데이터 싱크 노드로 전달되는 경로는 데이터 경로라고 명명한다. 또한 이하 설명하는 기술은 특정 노드에서 수집한 데이터를 압축하여 전달할 수 있는데 데이터 압축을 수행하는 노드를 대상 노드라고 명명한다.

[29] 소스 노드는 특정 센서 장치를 이용하여 데이터를 수집하고, 통신 모듈(장치)을 이용하여 데이터를 송신하고, 제어 명령과 같은 신호를 수신한다. 릴레이 노드는 통신 모듈을 이용하여 데이터를 전달하고, 제어 명령과 같은 신호를 송수신한다. 데이터 싱크 노드는 통신 모듈을 이용하여 데이터를 수신하고, 제어 명령과 같은 신호를 송수신한다. 소스 노드 또는 릴레이 노드는 데이터를 압축할 수 있는데 이러한 압축 연산은 소정의 연산 장치(CPU)를 통해 수행한다. 데이터 싱크 노드도 소정의 연산 장치를 이용하여 대상 노드를 결정할 수 있다. 나아가 데이터 싱크 노드와 연결된 별도의 클러스터(cluster) 장치가 대상 노드 결정 과정을 담당할 수도 있다. 다만 이하 각 노드의 구체적인 부품이나 구성이 전술한 과정을 수행한다고 설명하지 않고, 해당 부품을 포함하는 특정 노드가 전술한 과정을 수행한다고 설명한다. 또한 대상 노드 결정은 데이터 싱크 노드가 수행한다고 설명한다. 이 경우 데이터 싱크 노드는 데이터 싱크 노드와 연결된 별도의 클러스터 장치를 포함하는 의미이다.

[30]

[31] 이하에서는 도면을 참조하면서 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크 시스템(100) 및 애드혹 네트워크에서 데이터를 전송하는 방법(500)에 관하여 구체적으로 설명하겠다.

[32]

[33] 도 1은 애드혹 네트워크 시스템(100)의 구성을 도시한 예이다. 애드혹 네트워크 시스템(100)은 일반적으로 도 1과 같이 복수 개의 소스 노드(110), 복수 개의 릴레이 노드(120) 및 데이터 싱크 노드로 구성된다. 일반적으로 각 노드는 무선 통신을 통해 데이터 및 제어 명령을 송수신한다. 도 1에는 A, B, C, D 및 E로 표시한 5 개의 소스 노드(110)가 있다. 소스 노드(110)와 릴레이 노드(120)는 원형으로 표시하였고, 소스 노드(110)는 작은 복수 개의 점과 알파벳 기호로 릴레이 노드(120)와 구분하였다. 데이터 싱크 노드는 사각형으로 표시하였다.

[34] 이하 설명하는 기술은 소스 노드(110)에서 수집한 데이터를 압축하여 전송할 수 있다. 모든 소스 노드(110)에서 수집한 데이터를 압축할 수도 있고, 특정 소스 노드(110)에서 수집한 데이터만을 압축할 수도 있다. 나아가 압축을 수행하는 대상 노드는 소스 노드(110)일 수도 있고, 릴레이 노드(120) 중 하나일 수도 있다. 다만 특정 소스 노드(110)에서 수집한 데이터를 압축하게 되는 경우, 이후 경로에서는 더 이상 압축을 수행하지 않는다.

[35] 이하 설명하는 기술은 몇 가지 기준(조건)을 고려하여 데이터 압축 여부 및 대상 노드를 결정한다. 동시에 이하 설명하는 기술은 소스 노드(110)에서 데이터 싱크 노드에 특정 데이터가 전달되어야만 하는 임계 시간을 고려할 수 있다. 애드혹 네트워크에서 소비되는 에너지는 주로 데이터를 전송할 때 소비되는 전송 에너지(radio energy), 데이터 압축 시 소비되는 연산 에너지(이하 CPU 에너지라고 명명함) 및 데이터 압축 해제 시 소비되는 CPU 에너지를 포함한다. 임계 시간과 관련하여 고려해야할 조건은 노드 사이(hop)에서 데이터 전송 시 소비되는 시간, 홉(hop) 거리 및 대상 노드에서 데이터 압축 시 소비되는 시간 등이다. 이하 설명하는 기술은 전술한 조건을 고려하면서 전체 애드혹 네트워크의 에너지가 최소화될 수 있도록 대상 노드를 결정한다.

[36] 나아가 압축 알고리즘을 여러 가지 사용할 경우 압축 알고리즘마다 압축률, 압축 시간, 압축시 소비되는 CPU 에너지를 따로 고려해야 한다. 데이터 압축은 압축 대상인 데이터의 종류에 따라 압축률, 압축 시간 및 CPU 에너지가 달라질 수 있다. 따라서 소스 노드(110)에서 수집하는 데이터의 종류도 압축 알고리즘 선택에서 고려해야할 것이다.

[37] 이하 설명하는 기술은 크게 두 가지 모드로 구분된다. 하나는 소스 노드(110)에서 수집하는 데이터를 압축하는 대상 노드의 개수에 제한을 두지 않고, 특정 조건을 만족하면서 전체 애드혹 네트워크의 에너지 소비가 적은 대상 노드 및 압축 알고리즘을 선택하는 기법(제1 모드)이고, 나머지 하나는 복수 개의 소스 노드(110)가 릴레이 노드(120)를 공유하는 경우 대상 노드의 개수를 줄일 수

있기 때문에 대 노드의 개수를 최소화하는 조건을 부가하여 대상 노드 및 압축 알고리즘을 선택하는 기법(제2 모드)이다.

[38]

[39] 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크(100)는 데이터를 수집하는 소스 노드(110), 소스 노드(110)에서 수집한 데이터를 수신하는 데이터 싱크 노드(130) 및 소스 노드(110)로부터 데이터 싱크 노드(130)에 이르는 경로에 위치하여 데이터를 전달하는 릴레이 노드(120)를 포함한다.

[40] 이때 데이터 싱크 노드(130)는 애드혹 네트워크의 전체 예상 소비 에너지를 기준으로 소스 노드(110) 및 릴레이 노드(120) 중 적어도 하나를 데이터를 압축할 대상 노드로 결정한다. 전체 예상 소비 에너지는 기본적으로 모든 소스 노드(110)에서 데이터를 수집하여 전송하는 경우 소비되는 에너지를 의미한다. 또는 경우에 따라서는 특정 소스 노드(110)에서만 데이터를 수집하여 전송하는 경우 소비되는 에너지를 의미할 수도 있다. 다만 이하 전체 예상 소비 에너지는 현재 동작하여 데이터를 송신할 수 있는 소스 노드(110)에서 데이터를 수집하여 전송하는 경우 소비되는 에너지라고 가정한다.

[41] 이후 결정된 대상 노드가 소스 노드(110)인 경우 수집한 데이터를 압축하여 전송하고, 대상 노드가 릴레이 노드(120)인 경우 수신한 데이터를 압축하여 전송한다.

[42] 압축 알고리즘이 여러 개인 경우 데이터 싱크 노드(130)는 대상 노드가 사용할 압축 알고리즘의 종류를 결정하고, 대상 노드는 결정된 압축 알고리즘의 종류에 따라 데이터를 압축하게 된다. 하나의 애드혹 네트워크에서 대상 노드마다 사용하는 압축 알고리즘이 달라질 수 있고, 동일한 대상 노드라도 소스 노드(110)가 수집하는 데이터의 종류에 따라 압축 알고리즘이 달라질 수 있다.

[43] 센서 네트워크에서 사용하는 데이터 압축 알고리즘은 대표적으로 S-LZW 알고리즘과 RLE-ST 알고리즘이 있다. (C. M. Sadler and M. Martonosi, "Data compression algorithms for energy-constrained devices in delay tolerant networks" In ACM SenSys, 2006. 참조) S-LZW는 압축률이 좋은 알고리즘으로 연산 시간이 다소 길고, CPU 에너지 소비도 RLE-ST보다 많다. RLS-ST는 S-LZW에 비해 단순한 알고리즘으로 연산 시간이나 CPU 에너지 소비는 작지만 압축률이 낮다. 연산 시간은 데이터 전송을 위한 임계 시간 조건에서 고려되어야 하고, CPU 에너지는 전체 예상 소비 에너지에 고려되어야 한다.

[44]

[45] 데이터 싱크 노드(130)는 복수의 소스 노드(110)에 대하여 각 소스 노드(110)별로 각 소스 노드(110) 또는 각 소스 노드(110)에서 데이터 싱크 노드(130)에 이르는 경로에 위치하는 적어도 하나의 릴레이 노드(120) 중 어느 하나를 각 소스 노드(110)에서 수집한 데이터를 압축하는 대상 노드로 결정하고, 대상 노드에서 압축에 사용할 압축 알고리즘을 결정할 수 있다.

[46] 데이터 싱크 노드(130)는 소스 노드(110)에서 수집한 데이터가 데이터 싱크

노드(130)에 전달되어야하는 임계 시간 조건을 만족하면서 전체 예상 소비 에너지가 최소가 되도록 복수의 소스 노드(110) 각각에 대하여 각 소스 노드(110) 또는 각 소스 노드(110)에서 데이터 싱크 노드(130)에 이르는 경로에 위치하는 적어도 하나의 릴레이 노드(120) 중 어느 하나를 각 소스 노드(110)에서 수집한 데이터를 압축하는 대상 노드로 결정할 수 있다.

[47]

[48] 도 2는 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크 시스템(100)의 동작을 설명한 예이다. 도 2는 전술한 제1 모드에 대한 예일 수 있다. 도 2에 도시된 소스 노드(110) 또는 릴레이 노드(120) 중 알파벳 표기와 함께 사선으로 표시된 노드가 대상 노드이다. 즉, 소스 노드 A에 대한 대상 노드는 소스 노드 A(CN1)이고, 소스 노드 B에 대한 대상 노드는 릴레이 노드(CN2)이고, 소스 노드(110) C에 대한 대상 노드는 릴레이 노드(CN3)이고, 소스 노드(110) D에 대한 대상 노드는 릴레이 노드(CN5)이며, 소스 노드(110) E에 대한 대상 노드는 릴레이 노드(CN4)이다.

[49] 도 2는 모든 소스 노드(110)에 대해 대상 노드가 결정된 경우를 도시하나, 선택적 데이어 압축 알고리즘에 따라 어떤 소스 노드(110)에서 수집한 데이터에 대해서는 압축을 수행할 대상 노드를 결정하지 않고(압축을 수행하지 않고), 데이터 싱크 노드(130)에 전달할 수도 있다. 예컨대, 소스 노드 A에서 수집한 데이터(데이터 A)가 압축률이 낮고, 압축에 소비되는 시간이 많은 경우 데이터 전송의 임계 시간을 고려하여 데이터 A는 압축을 하지 않고 전송할 수 있다. 일반적으로 압축률이 좋은 데이터는 중복되는 데이터가 많은 데이터이다. 예컨대, 실시간으로 측정되는 온도 데이터 경우 급격한 변화를 보이지 않고 일정한 시간 동안 일정한 수준을 유지하게 된다. 따라서 온도 데이터는 데이터 압축률이 좋다.

[50]

[51] 데이터 싱크 노드(130)가 대상 노드 및 압축 알고리즘을 결정하는 방식은 아래의 수식과 같이 이진 정수 계획법(binary integer programming)을 이용할 수 있다. 먼저 수식에서 사용되는 몇 가지 지수(indicator) 내지 변수에 대해 설명한다.

[52]

[53] [지수 1]

[54]
$$I_{src_i,comp_k,type_t} = \begin{cases} 1 & \text{if selected,} \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$$

[55]

[56] 여기서, src_i는 어느 하나의 소스 노드(110) i, $comp_k$는 src_i에 대한 대상 노드 k, $type_t$는 src_i에 대한 압축 알고리즘 t를 의미한다. i 및 k는 정수이고, 소스

노드(110)의 개수(s) 및 릴레이 노드(120)의 개수(r)를 합산한 값(s+r)의 범위 내이다. 즉, i 및 k는 노드에 대한 ID를 의미한다. t는 압축 알고리즘의 전체 종류의 수(m)의 범위 내에 있는 정수이고, $type_t$는 특정 압축 알고리즘의 종류를 의미한다. $type_t$는 동시에 소스 노드(110)에서 수집하는 데이터의 종류에 대응되는 값이기도 한다. 데이터의 종류에 따라 사용하는 압축 알고리즘이 달라질 수 있기 때문이다.

[57] $I_{src_i,comp_k,type_t}$는 특정 소스 노드(110) src_i에 대하여 압축 알고리즘 $type_t$을 사용하는 대상 노드 $comp_k$가 결정된 경우 1의 값을 갖고, 결정되지 않은 경우 0의 값을 갖는 지수이다.

[58]

[59] [지수 2]

[60] $$J_{src_i} = \begin{cases} 1 & \text{in case of no compression for src ID } i, \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$$

[61]

[62] J_{src_i}는 ID가 i인 특정 소스 노드(110) src_i에 대하여 압축을 수행하지 않는 경우 1의 값을 갖고, 압축을 수행하는 경우 0의 값을 갖는 지수이다.

[63]

[64] 결국 지수 1 및 지수 2는 상호 배타적인 관계이다.

[65] 즉, $\sum_{k,t} I_{src_i,comp_k,type_t} + J_{src_i} = 1$이다.

[66]

[67] 데이터 싱크 노드(130)는 아래의 수학식 1을 이용하여 소스 노드(110)에 대한 대상 노드 및 압축 알고리즘을 결정할 수 있다. 도 2가 아래의 수학식 1을 사용하여 대상 노드를 결정한 하나의 예일 수 있다.

[68]

[69] 수학식 1

$$\text{minimize} \quad \left(\sum_{k,t} \bar{E_T} \cdot h_{i \to k} + E_{C,t} + E_{T,t} \cdot h_{k \to dst} + E_{D,t}\right) \cdot I_{src_i,comp_k,type_t} + \left(\bar{E_T} \cdot h_{i \to dst}\right) \cdot J_{src_i}$$

[70]

[71] 여기서, dst는 데이터 싱크 노드(130), $\bar{E_T}$는 데이터 압축 없이 데이터를 송수신하는 전송 에너지, $E_{T,t}$

는 압축 알고리즘 t를 사용하여 데이터 압축한 후 데이터를 송수신하는 전송 에너지,

$E_{C,t}$

는 $type_t$를 사용한 데이터 압축 시 소비되는 CPU 연산 에너지,

$E_{D,t}$

는 $type_t$를 사용한 데이터 압축 해제 시 소비되는 CPU 연산 에너지,

$h_{i \to j}$

는 노드 i에서 노드 j사이의 홉 거리이다.

[72]

[73] 상기 수학식 1은 아래의 수학식 2와 수학식 3으로 표현되는 조건을 만족하는 조건하에서 연산될 수 있다.

[74]

[75] 수학식 2

$$\sum_{k,t} I_{src_i, comp_k, type_t} + J_{src_i} = 1 \quad \forall i$$

[76] 수학식 2는 전술한 바와 같이

$I_{src_i, comp_k, type_t}$

과

J_{src_i}

이 상호 배타적인 관계임을 의미한다.

[77]

[78] 수학식 3

$$\left(\sum_{k,t} \Delta_T \cdot h_{i \to k} + \Delta_{C,t} + \Delta_T \cdot h_{k \to dst} + \Delta_{D,t}\right) \cdot I_{src_i, comp_k, type_t} + \left(\Delta_T \cdot h_{i \to dst}\right) \cdot J_{src_i} \leq T_{max}$$

[79]

[80] 수학식 3은 소스 노드(110)에서 수집한 데이터가 데이터 싱크 노드(130)에 전달되어야만 하는 임계 시간(T_{max}) 조건에 관한 것이다. 임계 시간 조건은 시스템 특성, 관리자의 설정 또는 데이터를 이용하는 서비스의 종류에 따라 달라질 수 있다.

[81] 여기서,

Δ_T

는 하나의 홉 지연 시간,

$\Delta_{C,t}$

는 대상 노드에서 $type_t$을 사용한 데이터 압축 시 소요 시간,

$\Delta_{D,t}$

는 데이터 싱크 노드(130)에서 $type_t$을 사용한 데이터 압축 해제 시 소요 시간, T_{max}는 소스 노드(110)에서 데이터 싱크 노드(130)까지 데이터가 전달되어야만 하는 임계 시간이다.

[82]

[83] 도 3은 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크 시스템(100)의 동작을 설명한 다른 예이다. 도 3은 전술한 제2 모드에 대한 예이기도 한다. 도 3은 도 2와 달리 복수 개의 소스 노드(110)에 대해 대상 노드가 중복된 경우이다. 소스 노드 A와 소스 노드 B가 공유하는 릴레이 노드 중 CN1이 소스 노드 A와 소스 노드 B에 대해 공통된 대상 노드이고, 소스 노드 C와 소스 노드 D가 공유하는 릴레이 노드 중 CN2가 소스 노드 C와 소스 노드 D에 대해 공통된 대상 노드이고, 소스 노드 E는 공통된 대상 노드를 사용하지 않고 단독으로 대상 노드 CN3를 사용한다.

[84] 제2 모드는 대상 노드의 개수를 최소화하는 조건을 부가하여 대상 노드 및 압축 알고리즘을 선택하는 경우이다. 2개 이상의 소스 노드(110)에서 수집한 데이터를 압축하는 대상 노드(CN1 및 CN2)는 압축에 보다 많은 시간 및 에너지를 소비하게 된다. 그러나 도 3과 같이 공통된 대상 노드를 사용하는 것이 전체 예상 소비 에너지를 줄일 수도 있다. 예컨대, 소스 노드 A 및 소스 노드 B에서 수집하는 데이터의 종류 및 데이터 량이 적어서 압축 시간 및 CPU 에너지가 적게 든다면, 소스 노드 A 및 소스 노드 B마다 개별적인 대상 노드를 지정하는 것보다 전체 예상 소비 에너지 측면에서 효율적일 수 있다.

[85] 데이터 싱크 노드(130)는 대상 노드의 개수와 전체 예상 소비 에너지가 최소화되도록 공유하는 릴레이 노드(120) 중 적어도 하나를 대상 노드로 선택하는 것이다.

[86]

[87] 제2 모드에 사용되는 지수를 먼저 설명한다.

[88] [지수 3]

[89]
$$\tilde{I}_k = \begin{cases} 1 & \text{if node } k \text{ is selected for compression,} \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$$

[90]

[91] $\tilde{I}_k$

는 노드 k가 데이터 압축을 위한 대상 노드로 선택된 경우 1의 값을 갖고, 선택되지 않은 경우 0의 값을 갖는 지수이다. 여기서 노드는 대상 노드가 될 수 있는 소스 노드(110) 및 릴레이 노드(120)를 포함한다.

[92]

[93] 데이터 싱크 노드(130)는 아래의 수학식 4를 이용하여 소스 노드(110)에 대한 대상 노드 및 압축 알고리즘을 결정할 수 있다.

[94]

[95] 수학식 4

$$\text{minimize} \left(\sum_{k,t} \bar{E_T} \cdot h_{i \to k} + E_{C,t} + E_{T,t} \cdot h_{k \to dst} + E_{D,t}\right) \cdot I_{src_i, comp_k, type_t} + \left(\bar{E_T} \cdot h_{i \to dst}\right) \cdot J_{src_i} + \gamma \cdot \sum_k \tilde{I_k}$$

[96]

[97] 여기서, src_i는 어느 하나의 소스 노드(110) i, $comp_k$는 src_i에 대한 대상 노드 k, $type_t$는 src_i에 대한 압축 알고리즘 t, dst는 데이터 싱크 노드(130),

$\bar{E_T}$

는 데이터 압축 없이 데이터를 송수신하는 전송 에너지,

$E_{T,t}$

는 압축 알고리즘 t를 사용하여 데이터 압축한 후 데이터를 송수신하는 전송 에너지,

$E_{C,t}$

는 $type_t$를 사용한 데이터 압축 시 소비되는 CPU 연산 에너지,

$E_{D,t}$

는 $type_t$를 사용한 데이터 압축 해제 시 소비되는 CPU 연산 에너지,

$h_{i \to j}$

는 노드 i에서 노드 j사이의 홉 거리이고,

γ

는 대상 노드의 개수 또는 대상 노드의 개수에 비례하는 상수값이다.

[98] $$\gamma \cdot \sum_{k} \tilde{I}_{k}$$

가 대상 노드의 개수에 대한 조건을 의미한다. 즉 선택되는 대상 노드의 개수를 최소화하기 위한 조건이다.

[99]

[100] 상기 수학식 4는 아래의 수학식 5, 수학식 6 및 수학식 7의 조건을 만족하는 상태에서 연산될 수 있다.

[101]

[102] 수학식 5

$$\sum_{k,t} I_{src_i,comp_k,type_t} + J_{src_i} = 1 \quad \forall i$$

[103]

[104] 수학식 5는 전술한 바와 같이

$$I_{src_i,comp_k,type_t}$$

와

$$J_{src_i}$$

가 상호 배타적인 관계임을 의미한다.

[105]

[106] 수학식 6

$$\left(\sum_{k,t} \Delta_T \cdot h_{i \to k} + \Delta_{C,t} + \Delta_T \cdot h_{k \to dst} + \Delta_{D,t}\right) \cdot$$

$$I_{src_i,comp_k,type_t} + \left(\Delta_T \cdot h_{i \to dst}\right) \cdot J_{src_i} \leq T_{max}$$

[107]

[108] 수학식 6은 임계 시간 조건에 관한 것이다. 여기서,

$$\Delta_T$$

는 하나의 홉 지연 시간,

$$\Delta_{C,t}$$

는 대상 노드에서 $type_t$을 사용한 데이터 압축 시 소요 시간,

$$\Delta_{D,t}$$

는 데이터 싱크 노드(130)에서 $type_t$을 사용한 데이터 압축 해제 시 소요 시간, T_{max}는 소스 노드(110)에서 데이터 싱크 노드(130)까지 데이터가 전달되어야만

하는 임계 시간이다.

[109]

[110] 수학식 7

$$I_{src_i,comp_k,type_t} \leq \tilde{I}_k \quad \forall i, \forall t$$

[111]

[112] 수학식 7은 소스 노드(110) src_i 및 압축 알고리즘 $type_t$에 대하여 대상 노드 $k(comp_k)$가 결정된다면

$\tilde{I}_k$

가 가 1인 값을 갖게하여 전체

$\tilde{I}_k$

의 개수가 대상 노드의 개수가 되게 한다.

[113] 데이터 싱크 노드(130) 또는 데이터 싱크 노드(130)에 연결된 컴퓨터 클러스터 장치는 상용 툴인 AMPL/CPLEX를 사용하여 대상 노드를 결정하기 위한 상기 수학식을 연산할 수 있다.

[114]

[115] 도 4는 애드혹 네트워크에서 데이터를 전송하는 방법(500)에 대한 순서도의 예이다. 애드혹 네트워크에서 데이터를 전송하는 방법(500)에 대한 설명중 전술한 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크 시스템(100)과 중복되는 내용은 생략하거나 간략하게 설명한다.

[116]

[117] 애드혹 네트워크에서 데이터를 전송하는 방법(500)은 먼저 데이터 싱크 노드(130)가 소스 노드(110)로부터 데이터 싱크 노드(130)에 이르는 경로 정보를 수집한다(510). 기본적인 경로 정보를 갖고 있어야 소스 노드(110)에서 수집하는 데이터에 대한 대상 노드를 결정할 수 있다. 또한 510 단계에서 실제 소스 노드(110)로부터 데이터를 전송받아 소스 노드(110)가 수집하는 데이터 종류를 파악하는 것이 바람직하다. 데이터 종류에 따라 사용할 압축 알고리즘을 결정할 수 있기 때문이다. 소스 노드(110)에서 수집하는 데이터 종류가 단일한 경우 데이터 종류에 대한 정보를 별도로 수집할 필요는 없을 것이다. 구체적으로 데이터 종류에 따라 압축 알고리즘, 압축 및 압축 해제시 발생하는 CPU 에너지 및 압축 시 소요되는 연산 시간 등이 결정된다.

[118] 데이터 싱크 노드(130)는 경로 정보 및 데이터 종류 정보를 이용하여 전체 네트워크의 예상 소비 에너지가 최소가 되도록 소스 노드(110)에 대하여 소스 노드(110) 및 릴레이 노드(120) 중 데이터를 압축할 대상 노드 및 대상 노드가 사용할 압축 알고리즘의 종류를 선택한다(520).

[119] 이후 데이터 싱크 노드(130)가 경로 정보 및 데이터 종류에 따른 압축

알고리즘의 종류를 포함하는 데이터 압축 정보를 대상 노드에 알리고(530), 소스 노드(110)에서 데이터를 수집한(540) 후 대상 노드가 수집한 또는 수신한 데이터를 데이터 압축 정보에 따라 압축하여 전송한다(550).

[120] 데이터 압축 정보는 압축을 수행한 대상 노드에만 알릴 수도 있고, 데이터 수신 경로에 반대되는 경로로 모든 소스 노드(110) 및 릴레이 노드(120)에 전달할 수도 있다. 이때 데이터 압축 정보는 (소스 노드(110) ID, 대상 노드 ID, 압축 알고리즘 종류)와 같은 항목을 갖는 테이블로 작성될 수 있다. (소스 노드(110) i, 대상 노드 k, 압축 알고리즘 t)라는 데이터 압축 정보가 경로에 저장된 경우 소스 노드(110) i로부터 전송되는 데이터는 데이터 종류에 따라 특정 압축 알고리즘 t를 사용하여 대상 노드 k에서 압축한다라는 명령이 전달되는 것이다.

[121] 구체적으로 데이터 싱크 노드(130)에서 대상 노드 및 대상 노드가 사용할 압축 알고리즘의 종류를 선택하는 과정은 전술한 수학식 1 또는 수학식 4를 사용하여 결정된다.

[122]

[123] 도 5는 애드혹 네트워크 구성 사이에서 데이터 전송을 위한 과정을 도시한 예이다. 먼저 소스 노드(110)로부터 릴레이 노드(120)에 수집한 데이터가 전송되고(311), 이후 릴레이 노드(120)를 거쳐 데이터 싱크 노드(130)에 소스 노드(110)로부터 수집한 데이터가 전송된다(312). 이 과정에서 전송되는 데이터는 소스 노드(110)에서 수집한 데이터(수집 데이터) 및 경유하는 노드의 ID 정보가 순서대로 저장된 경로 데이터(경로 정보)가 포함된다. 수집한 데이터의 헤더(header)에 경로 데이터가 저장될 수도 있다.

[124] 데이터 싱크 노드(130)는 수신한 경로 정보를 분석하여 데이터가 전달되는 경로를 파악하고, 수신한 데이터 종류를 판단한다(313). 데이터 싱크 노드(130)는 수신한 데이터를 여러 가지 압축 알고리즘을 사용하여 압축을 수행하여 보고, 달성되는 압축률, 압축에 소비되는 CPU 에너지 및 압축에 소비되는 시간 등을 결정한다.

[125] 경로 정보 및 데이터 종류에 따른 정보는 이후 대상 노드를 결정하는데 사용된다. 데이터 싱크 노드(130)는 제1 모드 또는 제2 모드에 따라 대상 노드를 결정하고, 압축 정보를 생성한다(321). 생성한 압축 정보 또는 전술한 테이블 형태의 압축 정보 테이블은 대상 노드 또는 경로에 존재하는 모든 릴레이 노드(120) 및 소스 노드(110)에 전송한다(322 및 323).

[126] 이후 소스 노드(110)가 데이터를 수집하였고, 압축 정보 테이블에 해당 데이터에 대해서 해당 소스 노드(110)가 대상 노드로 설정된 경우, 소스 노드(110)(대상 노드)는 압축 정보에 따라 데이터를 압축한다(341). 소스 노드(110)가 대상 노드인 경우 압축된 데이터를 릴레이 노드(120)에 전송하고(342), 릴레이 노드(120)는 데이터를 데이터 싱크 노드(130)에 전송한다(344).

[127] 소스 노드(110)가 데이터를 수집하고, 릴레이 노드(120)에 전송하였는데(342),

해당 릴레이 노드(120)가 대상 노드인 경우 릴레이 노드(120)는 압축 정보에 따라 해당 데이터를 압축한다(343). 이후 릴레이 노드(120)는 압축된 데이터를 경로에 따라 데이터 싱크 노드(130)에 전송한다(344).

[128] 도 6은 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크 시스템의 성능에 대한 실험 결과의 예이다. 도 6의 그래프에서 "no-opt"는 데이터 압축을 수행하지 않은 일반 상태(normal)의 데이터 전송이고, "opt"는 전술한 기법에 따른 선택적 데이터 압축을 수행한 상태의 데이터 전송이다.

[129] 도 6을 살펴보면, 선택적 데이터 압축을 수행한 경우가 네트워크 에너지 소비가 적은 것을 알 수 있다. 나아가 신호 간섭(interference)이 심한 환경에서 더욱 네트워크 에너지 소비가 낮아지는 것을 알 수 있다. 이는 신호 간섭이 심한 환경에서 발생하는 전송 실패 및 데이터 재송 시 압축된 데이터를 전송하는 것이 에너지 소비가 더욱 작기 때문이다. 즉, 데이터 전송에 있어서 전송 에너지가 압축에 사용되는 에너지보다 더욱 많이 소비된다는 의미이다.

[130]

[131] 본 실시예 및 본 명세서에 첨부된 도면은 본 발명에 포함되는 기술적 사상의 일부를 명확하게 나타내고 있는 것에 불과하며, 본 발명의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형 예와 구체적인 실시예는 모두 본 발명의 권리범위에 포함되는 것이 자명하다고 할 것이다.

[132]

[133] [부호의 설명]

[134] 100 : 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크

[135] 110 : 소스 노드 120 : 릴레이 노드

[136] 130 : 데이터 싱크 노드

청구범위

[청구항 1] 데이터를 수집하는 소스 노드;
상기 소스 노드에서 수집한 데이터를 수신하는 데이터 싱크 노드; 및
상기 소스 노드로부터 상기 데이터 싱크 노드에 이르는 경로에 위치하여 상기 데이터를 전달하는 릴레이 노드를 포함하되,
상기 데이터 싱크 노드는 애드혹 네트워크의 전체 예상 소비 에너지를 기준으로 상기 소스 노드 및 상기 릴레이 노드 중 적어도 하나를 데이터를 압축할 대상 노드로 결정하고, 상기 대상 노드는 수집한 데이터 또는 수신한 데이터를 압축하여 전송하는 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크 시스템.

[청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 데이터 싱크 노드는
상기 대상 노드가 사용할 압축 알고리즘의 종류를 결정하고, 상기 대상 노드는 결정된 압축 알고리즘의 종류에 따라 상기 데이터를 압축하는 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크 시스템.

[청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 데이터 싱크 노드는
상기 소스 노드에서 상기 데이터 싱크 노드에 이르는 경로 정보, 상기 소스 노드에서 수집하는 데이터의 종류 또는 상기 소스 노드에서 수집한 데이터가 상기 데이터 싱크 노드에 전달되어야하는 임계 시간 중 적어도 하나를 고려하여 상기 전체 예상 소비 에너지가 최소가 되도록 상기 대상 노드를 결정하는 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크 시스템.

[청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 소비 에너지는 상기 소스 노드 및 상기 릴레이 노드에서 데이터 전송에 소비되는 전송 에너지, 데이터 압축 시 소비되는 CPU 에너지 및 데이터 압축 해제 시 소비되는 CPU 에너지를 포함하는 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크 시스템.

[청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 소스 노드는 복수이고,
상기 데이터 싱크 노드는 상기 복수의 소스 노드에 대하여 각 소스 노드별로 상기 각 소스 노드 또는 상기 각 소스 노드에서 상기 데이터 싱크 노드에 이르는 경로에 위치하는 적어도 하나의

릴레이 노드 중 어느 하나를 상기 각 소스 노드에서 수집한 데이터를 압축하는 상기 대상 노드로 결정하고, 상기 대상 노드에서 압축에 사용할 압축 알고리즘을 결정하는 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크 시스템.

[청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 소스 노드는 복수이고,
상기 데이터 싱크 노드는 상기 소스 노드에서 수집한 데이터가 상기 데이터 싱크 노드에 전달되어야하는 임계 시간 조건을 만족하면서 상기 전체 예상 소비 에너지가 최소가 되도록 상기 복수의 소스 노드 각각에 대하여 각 소스 노드 또는 상기 각 소스 노드에서 상기 데이터 싱크 노드에 이르는 경로에 위치하는 적어도 하나의 릴레이 노드 중 어느 하나를 상기 각 소스 노드에서 수집한 데이터를 압축하는 상기 대상 노드로 결정하는 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크 시스템.

[청구항 7] 제1항에 있어서,
상기 데이터 싱크 노드는 아래의 수식을 이용하여 소스 노드에 대한 대상 노드 및 압축 알고리즘을 결정하는 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크 시스템.

$$\text{minimize} \quad \left(\sum_{k,t} \bar{E_T} \cdot h_{i \to k} + E_{C,t} + E_{T,t} \cdot h_{k \to dst} + E_{D,t}\right) \cdot I_{src_i, comp_k, type_t} + \left(\bar{E_T} \cdot h_{i \to dst}\right) \cdot J_{src_i}$$

(여기서, src_i는 어느 하나의 소스 노드 i, $comp_k$는 상기 src_i에 대한 대상 노드 k, $type_t$는 상기 src_i에 대한 압축 알고리즘 t, dst는 상기 데이터 싱크 노드, $\bar{E_T}$는 데이터 압축 없이 데이터를 송수신하는 전송 에너지, $E_{T,t}$는 압축 알고리즘 t를 사용하여 데이터 압축한 후 데이터를 송수신하는 전송 에너지, $E_{C,t}$는 $type_t$를 사용한 데이터 압축 시 소비되는 CPU 연산 에너지, $E_{D,t}$는 $type_t$를 사용한 데이터 압축 해제 시 소비되는 CPU 연산 에너지, $h_{i \to j}$는 노드 i에서 노드 j사이의 홉 거리, $I_{src_i, comp_k, type_t}$는 src_i에 대하여 $type_t$ 압축을 수행하는 $comp_k$가 결정된 경우 1이고 결정되지 않은 경우 0인 값이고, J_{src_i}는 src_i에 대하여 압축을 수행하지 않는 경우 1의 값을 갖고 압축을 수행하는 경우 0인 값임)

[청구항 8] 제7항에 있어서,
상기 수식은 아래의 수식으로 표현되는 조건을 만족하는 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크 시스템.

$$\left(\sum_{k,t} \Delta_T \cdot h_{i\to k} + \Delta_{C,t} + \Delta_T \cdot h_{k\to dst} + \Delta_{D,t}\right)\cdot I_{src_i,comp_k,type_t} + \left(\Delta_T \cdot h_{i\to dst}\right)\cdot J_{src_i} \leq T_{max}$$

(여기서, Δ_T는 하나의 홉 지연 시간, $\Delta_{C,t}$는 대상 노드에서 $type_t$을 사용한 데이터 압축 시 소요 시간, $\Delta_{D,t}$는 상기 데이터 싱크 노드에서 $type_t$을 사용한 데이터 압축 해제 시 소요 시간, T_{max}는 상기 소스 노드에서 상기 데이터 싱크 노드까지 데이터가 전달되어야만 하는 임계 시간임)

[청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 소스 노드는 복수이고, 복수의 소스 노드 중 적어도 두 개의 소스 노드가 상기 데이터 싱크 노드에 이르는 경로에 위치하는 적어도 하나의 릴레이 노드를 공유하는 경우,
상기 데이터 싱크 노드는 상기 대상 노드의 개수와 상기 전체 예상 소비 에너지가 최소화되도록 상기 공유하는 릴레이 노드 중 적어도 하나를 상기 대상 노드로 선택하는 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크 시스템.

[청구항 10] 제1항에 있어서,
상기 데이터 싱크 노드는 아래의 수식를 이용하여 상기 소스 노드에 대한 상기 대상 노드 및 압축 알고리즘을 결정하는 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크 시스템.

$$\textbf{minimize}\ \left(\sum_{k,t} \bar{E_T} \cdot h_{i\to k} + E_{C,t} + E_{T,t} \cdot h_{k\to dst} + E_{D,t}\right)\cdot I_{src_i,comp_k,type_t} + \left(\bar{E_T} \cdot h_{i\to dst}\right)\cdot J_{src_i} + \gamma \cdot \sum_k \tilde{I_k}$$

(여기서, src_i는 어느 하나의 소스 노드 i, $comp_k$는 상기 src_i에 대한 대상 노드 k, $type_t$는 상기 src_i에 대한 압축 알고리즘 t, dst는 상기 데이터 싱크 노드, $\bar{E_T}$는 데이터 압축 없이 데이터를 송수신하는 전송 에너지, $E_{T,t}$는 압축 알고리즘 t를 사용하여 데이터

압축한 후 데이터를 송수신하는 전송 에너지, $E_{C,t}$는 $type_t$를 사용한 데이터 압축 시 소비되는 CPU 연산 에너지, $E_{D,t}$는 $type_t$를 사용한 데이터 압축 해제 시 소비되는 CPU 연산 에너지, $h_{i \to j}$는 노드 i에서 노드 j사이의 홉 거리, $I_{src_i, comp_k, type_t}$는 src_i에 대하여 $type_t$ 압축을 수행하는 $comp_k$가 결정된 경우 1이고 결정되지 않은 경우 0인 값이고, J_{src_i}는 src_i에 대하여 압축을 수행하지 않는 경우 1의 값을 갖고 압축을 수행하는 경우 0인 값, γ는 상기 대상 노드의 개수 또는 상기 대상 노드의 개수에 비례하는 상수값, $\tilde{I}_k$는 노드 k가 대상 노드로 선택된 경우 1이고 대상 노드가 아닌 경우 0인 값임)

[청구항 11] 제10항에 있어서,
상기 수식는 아래의 수식의 조건을 만족하는 선택적 데이터 압축 알고리즘을 사용하는 애드혹 네트워크 시스템.

$$\left(\sum_{k,t} \Delta_T \cdot h_{i \to k} + \Delta_{C,t} + \Delta_T \cdot h_{k \to dst} + \Delta_{D,t}\right) \cdot I_{src_i, comp_k, type_t} + \left(\Delta_T \cdot h_{i \to dst}\right) \cdot J_{src_i} \leq T_{max}$$

,

$$I_{src_i, comp_k, type_t} \leq \tilde{I}_k \quad \forall i, \ \forall t$$

(여기서, Δ_T는 하나의 홉 지연 시간, $\Delta_{C,t}$는 대상 노드에서 $type_t$을 사용한 데이터 압축 시 소요 시간, $\Delta_{D,t}$는 상기 데이터 싱크 노드에서 $type_t$을 사용한 데이터 압축 해제 시 소요 시간, T_{max}는 상기 소스 노드에서 상기 데이터 싱크 노드까지 데이터가 전달되어야만 하는 임계 시간임)

[청구항 12] 소스 노드, 릴레이 노드 및 데이터 싱크 노드를 포함하는 애드혹 네트워크에서 데이터를 전송하는 방법에 있어서,
상기 데이터 싱크 노드가 상기 소스 노드로부터 상기 데이터 싱크 노드에 이르는 경로 정보 및 상기 소스 노드가 수집하는 데이터 종류를 결정하는 단계;
상기 데이터 싱크 노드가 상기 경로 정보 및 상기 데이터 종류를 이용하여 전체 네트워크의 예상 소비 에너지가 최소가 되도록

상기 소스 노드에 대하여 상기 소스 노드 및 상기 릴레이 노드 중 데이터를 압축할 대상 노드 및 상기 대상 노드가 사용할 압축 알고리즘의 종류를 선택하는 단계;

상기 데이터 싱크 노드가 상기 경로 정보 및 데이터 종류에 따른 상기 압축 알고리즘의 종류를 포함하는 데이터 압축 정보를 상기 대상 노드에 알리는 단계; 및

상기 대상 노드가 수집한 또는 수신한 상기 데이터를 상기 데이터 압축 정보에 따라 압축하여 전송하는 단계를 포함하는 애드혹 네트워크에서 데이터를 전송하는 방법.

[청구항 13] 제12항에 있어서,

상기 선택하는 단계에서

상기 데이터 싱크 노드는 복수의 소스 노드에 대하여 각 소스 노드별로 상기 각 소스 노드 또는 상기 각 소스 노드에서 상기 데이터 싱크 노드에 이르는 경로에 위치하는 적어도 하나의 릴레이 노드 중 어느 하나를 상기 각 소스 노드에서 수집한 데이터를 압축하는 상기 대상 노드로 선택하고, 상기 선택한 대상 노드에서 사용할 압축 알고리즘을 선택하는 애드혹 네트워크에서 데이터를 전송하는 방법.

[청구항 14] 제12항에 있어서,

상기 선택하는 단계에서

상기 데이터 싱크 노드는 복수의 소스 노드에 대하여 상기 소스 노드에서 수집한 데이터가 상기 데이터 싱크 노드에 전달되어야하는 임계 시간 조건을 만족하면서 상기 전체 예상 소비 에너지가 최소가 되도록 상기 복수의 소스 노드 각각에 대하여 각 소스 노드 또는 상기 각 소스 노드에서 상기 데이터 싱크 노드에 이르는 경로에 위치하는 적어도 하나의 릴레이 노드 중 어느 하나를 상기 각 소스 노드에서 수집한 데이터를 압축하는 상기 대상 노드로 선택하는 애드혹 네트워크에서 데이터를 전송하는 방법.

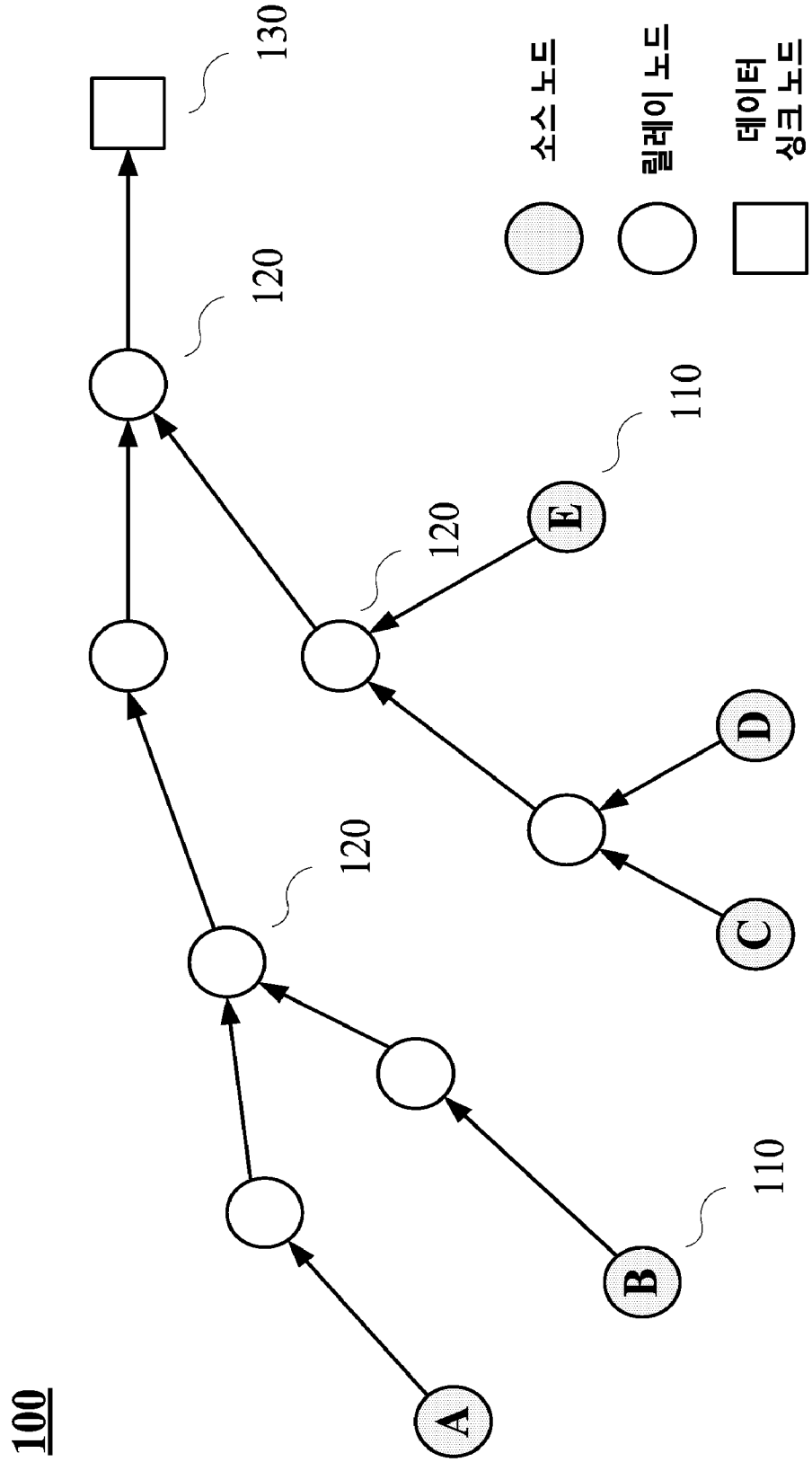
[청구항 15] 제12항에 있어서,

상기 선택하는 단계에서

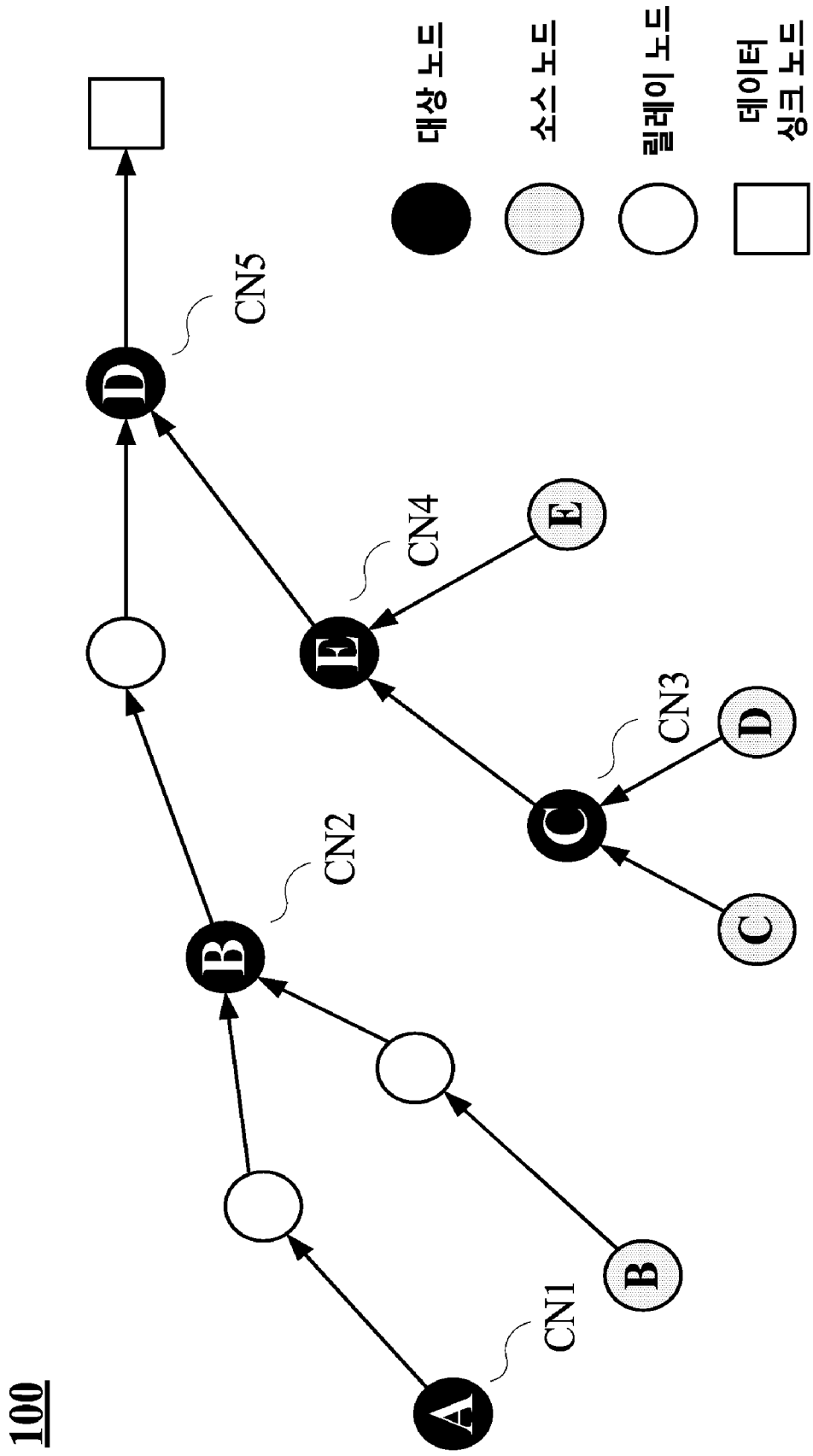
상기 데이터 싱크 노드는 데이터 압축시 소비되는 CPU 연산 에너지, 데이터 압축 후 데이터의 전송 에너지 및 데이터 압축 해제시 소비되는 CPU 연산 에너지 중 적어도 하나를 기준으로 상기 예상 소비 에너지가 최소가 되면서, 상기 소스 노드에서 수집한 데이터가 상기 데이터 싱크 노드에 전달되어야하는 임계 시간 조건을 만족하는 상기 대상 노드 및 상기 압축 알고리즘을 선택하는 애드혹 네트워크에서 데이터를 전송하는 방법.

[청구항 16] 제12항에 있어서,
상기 선택하는 단계에서
상기 소스 노드는 복수이고, 복수의 소스 노드 중 적어도 두 개의 소스 노드가 상기 데이터 싱크 노드에 이르는 경로에 위치하는 적어도 하나의 릴레이 노드를 공유하는 경우,
상기 데이터 싱크 노드는 데이터 압축시 소비되는 CPU 연산 에너지, 데이터 압축 후 데이터의 전송 에너지 및 데이터 압축 해제시 소비되는 CPU 연산 에너지 중 적어도 하나를 기준으로 선택되는 대상 노드의 개수와 상기 예상 소비 에너지의 합이 최소가 되도록 상기 공유하는 릴레이 노드 중 적어도 하나를 상기 대상 노드로 선택하는 애드혹 네트워크에서 데이터를 전송하는 방법.

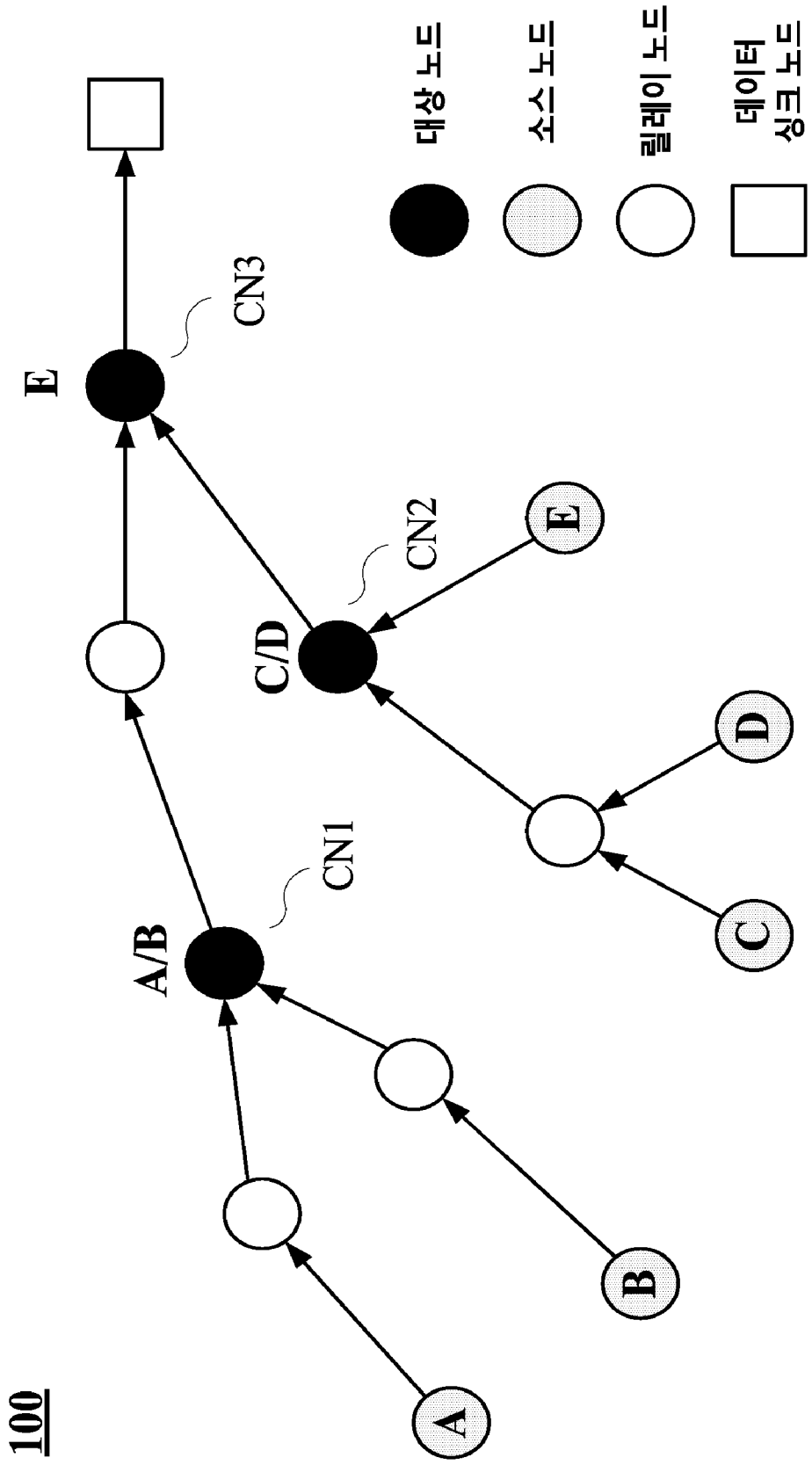
[Fig. 1]



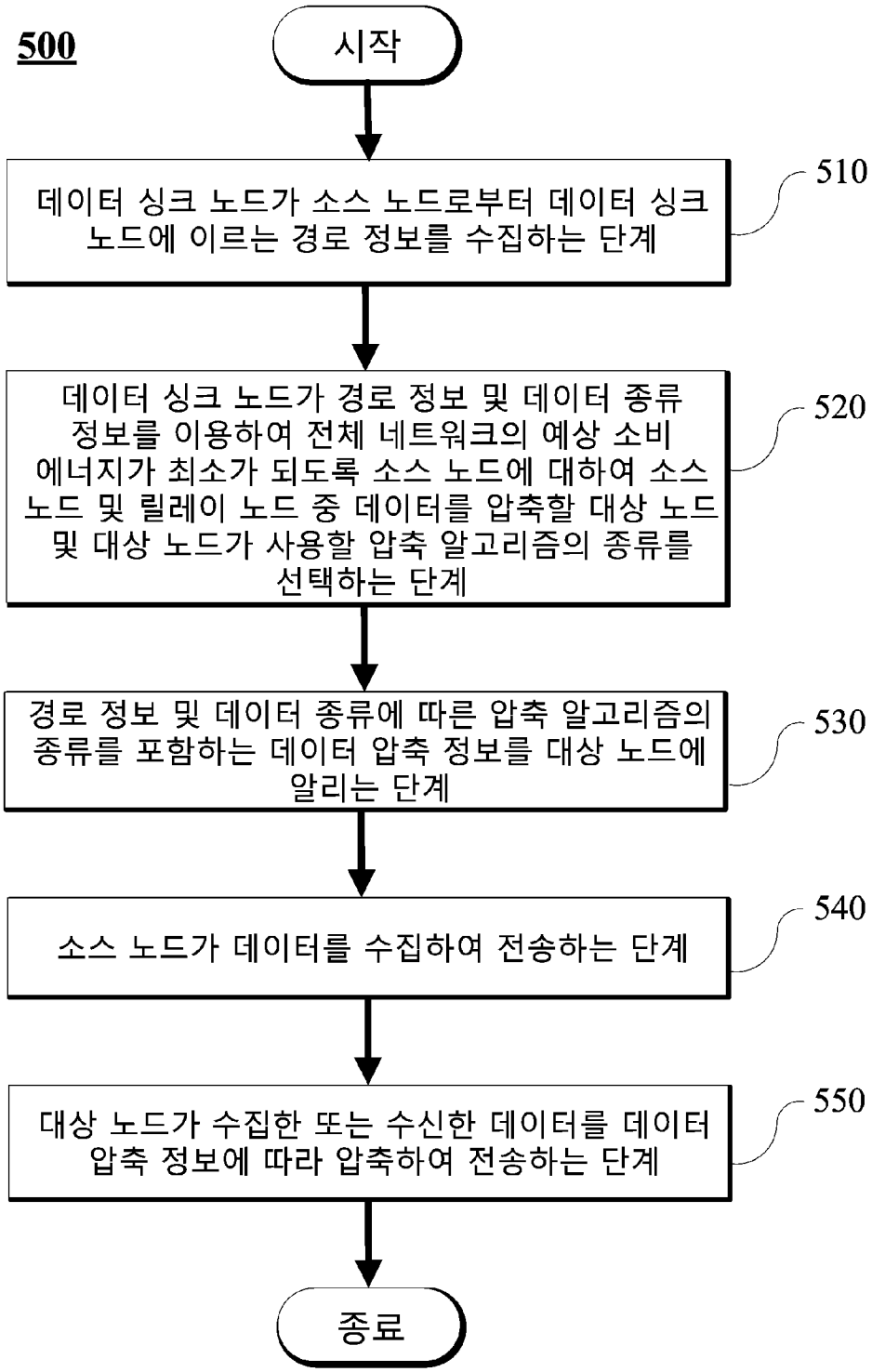
[Fig. 2]



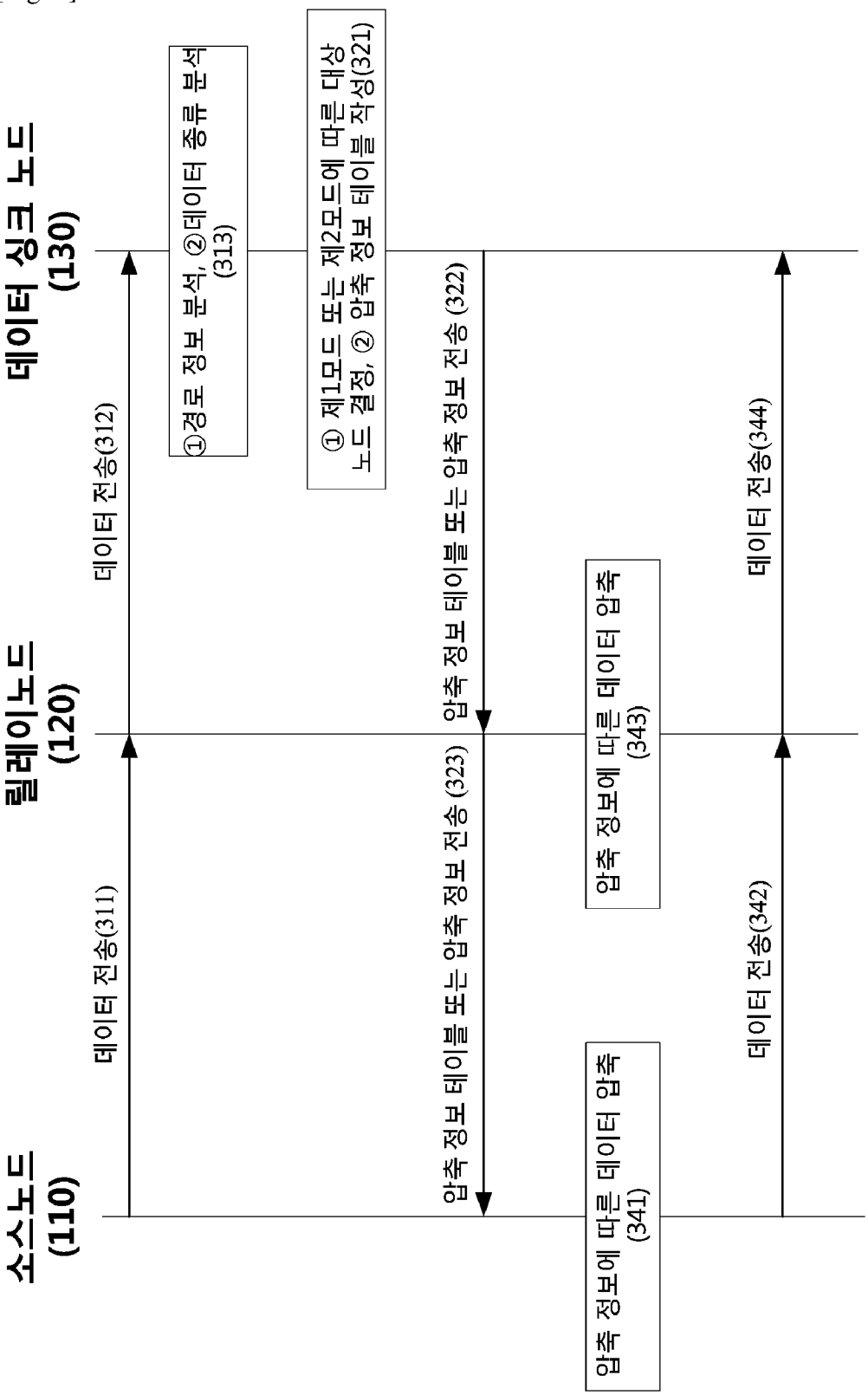
[Fig. 3]



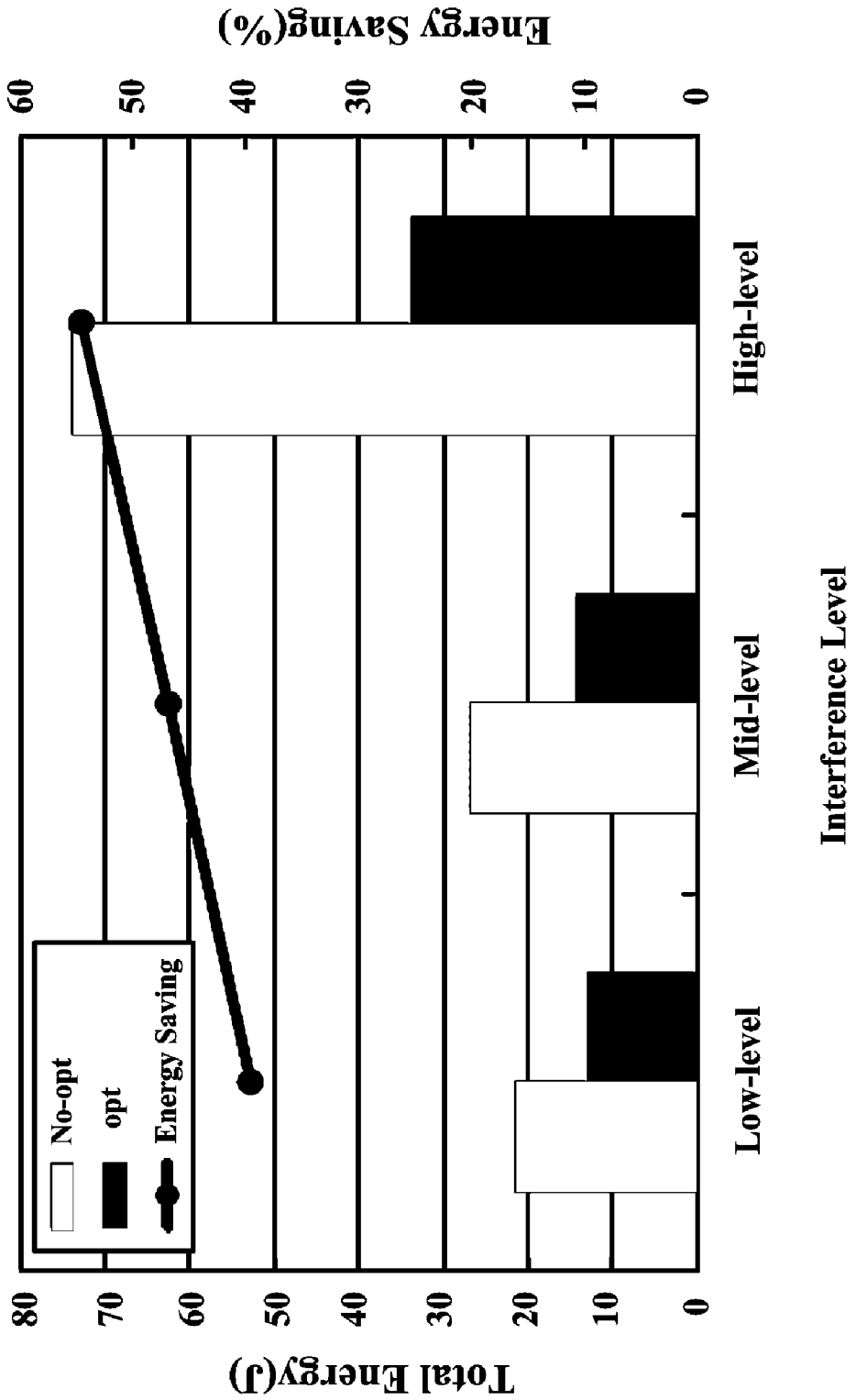
[Fig. 4]


500
시작
데이터 싱크 노드가 소스 노드로부터 데이터 싱크 노드에 이르는 경로 정보를 수집하는 단계
510
데이터 싱크 노드가 경로 정보 및 데이터 종류 정보를 이용하여 전체 네트워크의 예상 소비 에너지가 최소가 되도록 소스 노드에 대하여 소스 노드 및 릴레이 노드 중 데이터를 압축할 대상 노드 및 대상 노드가 사용할 압축 알고리즘의 종류를 선택하는 단계
520
경로 정보 및 데이터 종류에 따른 압축 알고리즘의 종류를 포함하는 데이터 압축 정보를 대상 노드에 알리는 단계
530
소스 노드가 데이터를 수집하여 전송하는 단계
540
대상 노드가 수집한 또는 수신한 데이터를 데이터 압축 정보에 따라 압축하여 전송하는 단계
550
종료

[Fig. 5]


소스노드 (110)
릴레이노드 (120)
데이터 싱크 노드 (130)
데이터 전송(311)
데이터 전송(312)
①경로 정보 분석, ②데이터 종류 분석 (313)
① 제1모드 또는 제2모드에 따른 대상 노드 결정, ② 압축 정보 테이블 작성(321)
압축 정보 테이블 또는 압축 정보 전송 (322)
압축 정보 테이블 또는 압축 정보 전송 (323)
압축 정보에 따른 데이터 압축 (341)
압축 정보에 따른 데이터 압축 (343)
데이터 전송(342)
데이터 전송(344)

[Fig. 6]


Energy Saving(%)
60
50
40
30
20
10
0
High-level
Mid-level
Low-level
Interference Level
No-opt
opt
Energy Saving
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Total Energy(J)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2015/000129

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 40/10(2009.01)i, H04W 28/06(2009.01)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; H04W 28/06; H04W 84/18; H04B 1/66; H04W 40/22

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: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: ad-hoc network, sensor network, relay, compression

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2013-0090282 A (CHUNGBUK NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION) 13 August 2013 See abstract; paragraphs [0012]-[0016], [0025], [0027], [0036]-[0056]; claims 1, 12 and figures 2, 3.	1,2,4
Y	KR 10-2010-0064462 A (UNIVERSITY-INDUSTRY COOPERATION GROUP OF KYUNG HEE UNIVERSITY) 15 June 2010 See paragraphs [0015], [0026]-[0029]; claim 1 and figures 2(b), 3.	1,2,4
A	KR 10-2009-0083014 A (GAON SOLUTION CO., LTD.) 03 August 2009 See abstract; paragraphs [0011]-[0022], [0028]-[0038], [0146]-[0151]; claims 1, 4 and figures 1, 10, 11.	1-16
A	US 5131016 A (BROUGHTON, John C. et al.) 14 July 1992 See abstract; column 5, line 49 - column 7, line 15; claim 1 and figure 1.	1-16

☐ 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
"T" 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	Date of mailing of the international search report
12 FEBRUARY 2015 (12.02.2015)	**12 FEBRUARY 2015 (12.02.2015)**
Name and mailing address of the ISA/**KR** Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140	Authorized officer Telephone No.

International application No.
PCT/KR2015/000129

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2013-0090282 A	13/08/2013	KR 10-1359822 B1	10/02/2014
KR 10-2010-0064462 A	15/06/2010	KR 10-1083153 B1	11/11/2011
KR 10-2009-0083014 A	03/08/2009	KR 10-1057029 B1	17/08/2011
US 5131016 A	14/07/1992	EP 0494576 A1 EP 0494576 B1 JP 05-160835 A JP 2522870 B2	15/07/1992 02/10/1996 25/06/1993 07/08/1996

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2015/000129

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H04W 40/10(2009.01)i, H04W 28/06(2009.01)i, H04W 84/18(2009.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H04W 40/10; H04W 28/06; H04W 84/18; H04B 1/66; H04W 40/22

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: 애드혹 네트워크, 센서 네트워크, 중계, 압축

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2013-0090282 A (중북대학교 산학협력단) 2013.08.13 요약; 문단 [0012]-[0016],[0025],[0027],[0036]-[0056]; 청구항 제1,12항 및 도면 2,3 참조.	1,2,4
Y	KR 10-2010-0064462 A (경희대학교 산학협력단) 2010.06.15 문단 [0015],[0026]-[0029]; 청구항 제1항 및 도면 2(b),3 참조.	1,2,4
A	KR 10-2009-0083014 A (주식회사 가온솔루션) 2009.08.03 요약; 문단 [0011]-[0022],[0028]-[0038],[0146]-[0151]; 청구항 제1,4항 및 도면 1,10,11 참조.	1-16
A	US 5131016 A (BROUGHTON, JOHN C. 외 3명) 1992.07.14 초록; 컬럼 5, 라인 49 - 컬럼 7, 라인 15; 청구항 제1항 및 도면 1 참조.	1-16

☐ 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

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

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

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2015년 02월 12일 (12.02.2015)	2015년 02월 12일 (12.02.2015)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 ++82 42 472 3473

심사관
황운철
전화번호 +82-42-481-5985

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2015/000129

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2013-0090282 A	2013/08/13	KR 10-1359822 B1	2014/02/10
KR 10-2010-0064462 A	2010/06/15	KR 10-1083153 B1	2011/11/11
KR 10-2009-0083014 A	2009/08/03	KR 10-1057029 B1	2011/08/17
US 5131016 A	1992/07/14	EP 0494576 A1	1992/07/15
		EP 0494576 B1	1996/10/02
		JP 05-160835 A	1993/06/25
		JP 2522870 B2	1996/08/07