

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2017년 12월 7일 (07.12.2017) **WIPO | PCT**



(10) 국제공개번호
WO 2017/209497 A1

(51) 국제특허분류:

H04W 4/00 (2009.01) *H04L 29/08* (2006.01)
H04W 28/02 (2009.01) *H04L 1/00* (2006.01)
H04W 84/18 (2009.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2017/005653

(22) 국제출원일: 2017년 5월 30일 (30.05.2017)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:

10-2016-0066621 2016년 5월 30일 (30.05.2016) KR
10-2016-0066625 2016년 5월 30일 (30.05.2016) KR

(71) 출원인: 광주과학기술원 (GWANGJU INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [KR/KR]; 61005 광주시 북구 첨단과기로 123 (오룡동), Gwangju (KR).

(72) 발명자: 이흥노 (LEE, Heung No); 61005 광주시 북구 첨단과기로 123 (오룡동) 광주과학기술원 정보통신공학부, Gwangju (KR). 자파이크발 (ZAFAR, Iqbal); 61005 광주시 북구 첨단과기로 123 (오룡동) 광주과학기술원 전기전자컴퓨터공학부, Gwangju (KR).

(74) 대리인: 김기문 (KIM, Kimoon); 06252 서울시 강남구 역삼로 114, 현죽빌딩 6층, 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, DJ, 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, KH, KN, KP, KW, 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.

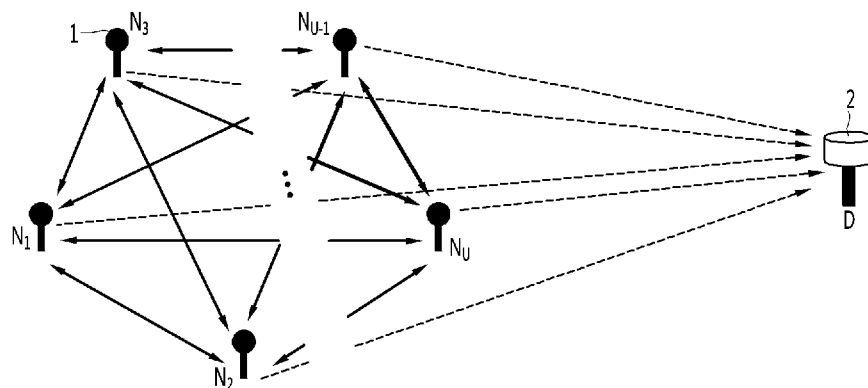
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, 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 제21조(3))

(54) Title: SENSING DATA PROCESSING DEVICE AND DATA PROCESSING METHOD

(54) 발명의 명칭: 센싱 데이터 처리장치 및 데이터 처리방법



(57) Abstract: The data processing device for a wireless sensor network, according to the present invention, comprises: a cooperation group comprising at least two sensing nodes which transmit/receive to/from each other sensing information obtained by sensing the environments in which the sensing nodes are positioned; and a base station which receives the sensing information from said at least two sensing nodes comprised in the cooperation group and reads the sensing information, wherein each of said at least two sensing nodes at least temporarily stores and transmits also the sensing information of the other sensing node, the base station receives from any one sensing node also the sensing information of the other sensing node, and the cooperation group is comprised in a quantity of at least two. The present invention can obtain high reliability of sensing results.



WO 2017/209497 A1

(57) 요약서: 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크의 데이터 처리장치에는, 자기가 놓인 곳의 환경을 감지한 감지정보를 서로 송수신하는 적어도 두 개의 센싱노드가 포함되는 협력그룹; 및 상기 협력그룹에 포함되는 상기 적어도 두 개의 센싱노드로부터 상기 감지정보를 수신하여 상기 감지정보를 판독하는 기지국이 포함되고, 상기 적어도 두 개의 센싱노드 각각은, 다른 센싱노드의 상기 감지정보도 적어도 일시적으로 저장하여 전송하고, 상기 기지국은, 어느 하나의 센싱노드로부터, 다른 센싱노드의 상기 감지정보도 수신하고, 상기 협력그룹은 적어도 두 개가 포함되는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 따르면 센싱결과에 대한 높은 신뢰도를 얻을 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 센싱 데이터 처리장치 및 데이터 처리방법 기술분야

- [1] 본 발명은 센싱 데이터 처리장치 및 데이터 처리방법에 관한 것이다. 특히, 통신 환경이 급변하는 수중에서, 센싱 데이터를 부이(buoy)로 전달하는데 바람직하게 적용할 수 있는 장치 및 방법이다. 그러나, 본 발명은 수중환경에 제한적이지 않고 수중과 유사한 환경분야에도 적용될 수 있다.
- [2] 또한, 본 발명은 무선 센서 네트워크의 데이터 처리장치 및 데이터 처리방법에 관한 것이다. 더 구체적으로 통신채널의 신뢰성이 떨어지는 열악한 통신환경, 실내환경, 예를 들어, 공장을 일 예로 하여 적용될 수 있는 무선 센서 네트워크의 데이터 처리장치 및 데이터 처리방법에 관한 것이다. 그러나, 그와 같은 기술분야에 제한되지는 않는다.

배경기술

- [3] 수중음향통신(UAC: underwater acoustic communication)은 다양한 응용분야를 가진다. 예를 들어, 수중환경의 모니터링, 군사/해양관찰, 수중네비게이션, 방사능유출의 감시, 및 수중자원탐사에 사용될 수 있다.
- [4] 상기 수중음향통신에는 무선 센서 네트워크가 이용되는 것이 일반적이다. 그 작용은, 이들 센서에서 센싱된 정보가 수집되고, 상기 수중음향통신을 통하여 수상의 기지국, 예를 들어 부이로 전달되는 형태를 가지는 것이 일반적이다.
- [5] 상기 수중음향통신은 시간에 의존적이다. 이는 수중에서 온도, 채널의 기하학적 구조, 수면의 거칠기, 및 해류에 의한 공간상 위치가 변하기 때문이다. 이들 제약조건에 의해서, 주로 낮은 저감 특성을 가지는 음파(acoustic wave)가 수중통신에 캐리어로 사용된다.
- [6] 그러나, 수중음향통신은, 제약된 대역폭 및 시간에 의존적인 응답 때문에, 송신기와 수신기에서 정확한 채널상태정보(CSI: channel state information)를 얻을 수 없다. 또한, 수면과 바닥에서의 반사에 기인하는 다중경로지연은, 심볼간 간섭현상(inter symbol interference)과 주파수 선택적 페이딩(frequency-selective fading)을 확산시킨다. 이로써 수중음향통신의 성능이 열화한다.
- [7] 이들 문제점을 극복하는 일 방안으로 비특허문헌 1이 제안된 바가 있다. 본 문헌에는 직교 부호화 주파수 분할 다중 방식(COFDM)이 적용된 바가 있고, 이 방식은 저밀도 패리티 체크 코드(LDPC)를 상용한다.
- [8] 그러나, 이 방식은 랜덤한 페이딩에 의해서 성능이 열화하는 문제가 있다. 또한, 이 방식에 채택하는 점대점 시스템은 장기 깊은 페이딩(long-term deep fading), 도플러 확산, 및 암영대(shadow zone)의 존재로 인하여 더욱 성능이 열화한다. 이로써, 통신이 수행되지 않으면 이를 만회하기 위하여, 출력을 높이거나 반복적으로 전송하기 때문에, 소모전력이 늘어나고 시스템의 사용연한을

줄이는 문제점을 발생시킨다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [9] 본 발명은 상기 문제점을 해소하기 위하여 제안되는 것으로서, 랜덤 페이딩에 의한 성능 열화를 방지하는 센싱 데이터 처리장치 및 데이터 처리방법을 제안한다.
- [10] 본 발명은 점대점 시스템(point to point system)에 의해서 발생하는 다양한 문제점을 개선하는 센싱 데이터 처리장치 및 데이터 처리방법을 제안한다.
- [11] 본 발명은 반복적인 전송때문에, 소모전력이 증대하여 시스템의 수명을 축소시키는 문제를 개선하는 센싱 데이터 처리장치 및 데이터 처리방법을 제안한다.
- [12] 그러나, 종래의 방법에 의해서도, 통신망의 신뢰성이 부족하여 기지국에서 제대로 센서 감지 결과를 수신하지 못하는 문제는 여전히 존재한다.
- [13] 또한, 이들 문제로 인하여 재전송 및 출력증가를 위한 에너지 소비량의 증가는 여전히 발생한다.

과제 해결 수단

- [14] 본 발명에 따른 센싱 데이터 처리 장치에는, 센싱값을 획득하는 적어도 두 개의 노드가 포함되는 노드 네트워크; 및 상기 적어도 두 개의 노드로부터 상기 센싱값을 수신하는 기지국이 포함되고, 상기 노드 네트워크에 포함되는 어느 노드는, 상기 노드 네트워크에 포함되는 다른 노드 및 상기 기지국으로, 상기 센싱값을 제 1 방식으로 인코딩하여 전송정보로서 방송하고, 상기 다른 노드는 상기 전송정보를 제 2 방식으로 인코딩하여 상기 기지국으로 릴레이한다. 이에 따르면, 소비전력을 줄일 수 있다.
- [15] 상기 장치에서, 상기 어느 노드는, 상기 노드 네트워크에 포함되는 모든 노드이고, 상기 제 1 방식과 상기 제 2 방식은 다른 방식이다. 이에 따르면 소비전력의 절감이 최대화된단.
- [16] 본 발명에 따른 센싱 데이터 처리 방법에는, 어느 노드가 환경정보를 센싱하는 것; 상기 어느 노드가 상기 센싱된 정보를 제 1 방식으로 인코딩하여 전송정보로서 방송하는 것; 및 상기 전송정보를 수신한 다른 노드가, 상기 전송정보를 두 개 이상 축적한 측정정보 중에서 선택되는 정보를 제 2 방식으로 인코딩하여 릴레이정보로서 기지국으로 릴레이하는 것이 포함된다. 이에 따르면, 소비전력이 줄어든다.
- [17] 상기 방법에서, 상기 어느 노드는 노드 네트워크에 포함되는 모든 노드이다. 이로써 소비전력의 절감효과가 최대화될 수 있다.
- [18] 상기 방법에서, 상기 전송정보와 상기 릴레이정보는 크기가 같다. 이에 따르면 무선자원의 활용도를 높일 수 있다.
- [19] 상기 방법에서, 상기 다른 노드는, 상기 전송정보를 제 1 방식으로 인코딩된

상태 그대로 제 2 방식으로 인코딩한다. 이에 따르면 코딩의 효율을 높임과 동시에 소비전력을 절감할 수 있다.

- [20] 상기 방법에서, 상기 제 1 방식은 저밀도 패리티 체크 코드 직교 부호화 주파수 분할 다중 방식(LPDC COFDM)이고, 상기 제 2 방식은 저밀도 생성 행렬(LDGM:low density generator matrix)의 코드 행렬이 사용된다. 이에 따르면 최대한으로 코딩효율을 얻을 수 있다.
- [21] 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크의 데이터 처리장치에는, 자기가 놓인 곳의 환경을 감지한 감지정보를 서로 송수신하는 적어도 두 개의 센싱노드가 포함되는 협력그룹; 및 상기 협력그룹에 포함되는 상기 적어도 두 개의 센싱노드로부터 상기 감지정보를 수신하여 상기 감지정보를 판독하는 기지국이 포함되고, 상기 적어도 두 개의 센싱노드 각각은, 다른 센싱노드의 상기 감지정보도 적어도 일시적으로 저장하여 전송하고, 상기 기지국은, 어느 하나의 센싱노드로부터, 다른 센싱노드의 상기 감지정보도 수신하고, 상기 협력그룹은 적어도 두 개가 포함된다. 상기되는 바와 같은 센서노드 간의 협력에 의해서 정보전달의 신뢰성이 높아지고, 소비전력이 저감되는 장점이 있다.
- [22] 상기 장치에 있어서, 상기 협력그룹에 포함되는 상기 적어도 두 개의 센싱노드는 서로 지리적으로 인접할 수 있다. 이에 따르면, 더욱 저전력으로 시스템을 구축할 수 있다.
- [23] 상기 장치에 있어서, 상기 적어도 두 개의 센싱노드 중의 적어도 하나는, 자신이 포함되는 상기 협력그룹의 다른 센싱노드의 감지정보를 모두 적어도 일시적으로 저장할 수 있다. 모든 센서가 모든 다른 센서의 감지정보를 전송할 수 있기 때문에, 정보전달의 신뢰성 및 저전력의 효과는 최대화되는 이점이 있다.
- [24] 상기 장치에 있어서, 상기 적어도 두 개의 센싱노드 중의 적어도 하나는, 자신이 포함되는 상기 협력그룹의 다른 센싱노드의 감지정보를 모두 상기 기지국으로 송신할 수 있다. 이에 따르면, 정보전달의 신뢰성 및 저전력의 효과가 최대화되는 이점이 있다.
- [25] 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크의 데이터 처리 방법에는, 다수의 센싱노드를 적어도 두 개의 협력그룹으로 그룹화하는 그룹화 단계; 상기 적어도 두 개의 협력그룹 중에 적어도 하나의 협력그룹에 포함되는 적어도 두 개의 센싱노드가 감지한 감지정보를, 상기 적어도 두 개의 센싱노드가 서로 교환하는 그룹 내 감지정보교환단계; 상기 적어도 두 개의 센싱노드가 가지는 감지정보가 기지국으로 송신되는 단계; 및 상기 기지국에서 상기 감지정보를 판독하는 감지정보판독단계가 포함된다. 이에 따르면, 좋지 않은 통신환경에서도 데이터 전달의 신뢰성이 향상되고, 소비전력을 절감시킬 수 있다.
- [26] 상기 방법에서, 상기 적어도 두 개의 센싱노드는 각각, 자신의 감지정보와 다른 센싱노드의 감지정보를 상기 기지국으로 함께 송신한다. 이에 따르면, 통신 신뢰성이 높아질 수 있다.

- [27] 상기 방법에서, 상기 적어도 두 개의 센싱노드는 각각, - 자신이 포함되는 상기 협력그룹에 포함되는 모든 다른 센싱노드와 감지정보를 교환하고, - 자신의 감지정보와, 교환된 상기 모든 다른 센싱노드의 감지정보를 상기 기지국으로 송신할 수 있다. 정보전달의 신뢰성이 최대로 된다.
- [28] 상기 방법에 있어서, 상기 감지정보는, 적어도 정상 및 비정상을 포함하고, 물리량의 정도를 불연속적으로 구분하는 값으로 제공된다. 이에 따르면, 정보전달의 복구에 대한 정확성을 향상시킬 수 있다.
- [29] 상기 방법에 있어서, 상기 감지정보관독단계에서, 수신된 상기 감지정보로는 같은 센싱노드에 대한 적어도 두 개의 정보가 포함되고, 상기 감지정보는 다수결 방식에 의해서 관독한다. 이에 따르면 정보의 에러가능성이 현저하게 줄어드는 이점이 있다.

발명의 효과

- [30] 본 발명에 따르면, 높은 부호화이득을 얻어서, 수중과 같은 열악한 환경의 정보를 신뢰성 있게, 저소비전력으로 오랜 시간 동안 데이터를 획득할 수 있다.
- [31] 본 발명에 따르면, 무선 센서 네트워크를 이용하여 관심영역의 환경을 정확하게 모니터링할 수 있다.
- [32] 본 발명에 따르면, 기지국에서는 에러율이 낮고 정확한 감지 결과를 수신할 수 있다.
- [33] 본 발명에 따르면, 열악한 무선 통신 환경에서도 에너지 소비가 줄어드는 효과를 기대할 수 있다.
- [34] 본 발명에 따르면, 감지 환경의 정확한 상태를 판단할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [35] 도 1은 수중 센싱 데이터 처리장치의 구성을 설명하는 도면.
- [36] 도 2는 수중 센싱 데이터 처리방법의 흐름도.
- [37] 도 3은 시간과 각 노드를 각각의 축으로 하여 정보전송을 보이는 그래프.
- [38] 도 4는 노드에서 센싱된 정보가 코딩되는 것을 보여주는 도면.
- [39] 도 5는 실시예의 성능을 비교하여 나타내는 그래프.
- [40] 도 6은 종래기술과 실시예를 비교하여 노드의 개수와 소비전력을 비교하는 그래프.
- [41] 도 7은 실시예에 따른 무선 센서 네트워크의 데이터 처리 장치를 개괄적으로 나타내는 도면.
- [42] 도 8은 센싱노드의 구성도를 예시하는 도면.
- [43] 도 9는 기지국의 구성도를 예시하는 도면.
- [44] 도 10은 무선 센서 네트워크의 데이터 처리 방법을 설명하는 흐름도.
- [45] 도 11은 그룹화 메시지를 예시하는 도면.
- [46] 도 12는 실시예에 따른 데이터 패킷을 예시하는 도면.
- [47] 도 13은 실시예에 따른 협력 패킷을 예시하는 도면.

- [48] 도 14에 다수결에 따른 데이터 판독 테이블.
 [49] 도 15는 실시예를 시뮬레이션을 수행한 결과를 보이는 그래프.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [50] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시예를 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명의 사상은 이하의 실시예에 제한되지 아니하고, 본 발명의 사상을 이해하는 당업자는 동일한 사상의 범위 내에 포함되는 다른 실시예를 구성요소의 부가, 변경, 삭제, 및 추가 등에 의해서 용이하게 제안할 수 있을 것이나, 이 또한 본 발명 사상의 범위 내에 포함된다고 할 것이다.
- [51] 도 1은 실시예에 따른 수중 센싱 데이터 처리장치의 구성을 설명하는 도면이다.
- [52] 도 1을 참조하면, 수중 센싱 데이터 처리장치에는, 적어도 센싱기구를 가지는 적어도 두 개의 노드(1)와, 상기 노드(1)로부터 정보를 전달받을 수 있도록 수면 근처에 제공되는 부이(2)가 포함된다. 상기 노드 및 부이는 서로 무선으로 데이터를 전달한다. 상기 센싱기구는, 물의 온도, 유속, 및 성분 등의 다양한 물리/화학적인 양을 측정할 수 있다. 상기 적어도 두 개의 노드는 그 전체를 노드 네트워크로 할 수 있다. 상기 부이는 수중환경을 특징하는 경우에 사용할 수 있고, 그 외의 경우를 통칭하여 기지국이라고 이름할 수도 있다.
- [53] 상기 노드(1) 중의 적어도 어느 하나(예를 들어, 제 1 노드)는 측정된 적어도 센싱값이 포함되는 전송정보를 다른 노드(예를 들어, 제 1 노드를 제외하는 모든 노드, 및 부이)로 제 1 방식으로 인코딩하여 전송한다. 바람직하게 상기 전송은 방송으로 제공될 수 있다. 다시 말하면, 데이터 처리장치에 포함되는 모든 구성요소로 상기 전송정보를 송신할 수 있다. 따라서, 송신하는 노드(예를 들어, 제 1 노드)를 제외하는 모든 노드(1) 및 부이(2)가 상기 전송정보를 받을 수 있다.
- [54] 상기 전송정보를 수신하는 다른 노드(1)(예를 들어, 상기 제 1 노드를 제외하는 모든 노드)는 제 1 방식으로 코딩된 상기 전송정보를 디코딩하지 않고 바로 제 2 방식으로 인코딩하여 상기 부이(2)로 전송할 수 있다. 바람직하게 상기 전송은 릴레이라고 할 수 있다. 다시 말하면, 상기 전송정보를 송신하는 노드(예를 들어, 제 1 노드)로부터 상기 전송정보를 릴레이하여 상기 부이(2)로 전송하기 때문이다. 상기 전송정보를 수신한 부이(2)는 반복 디코딩(iterative decoding)을 거쳐서 상기 전송정보를 복구할 수 있다.
- [55] 상기 적어도 두 개의 노드(1)에 포함되는 모든 노드는, 상기 전송과정에서 센싱값이 포함되는 전송정보를 다른 노드로 방송하는 최초의 노드가 될 수 있다.
- [56] 상기되는 장치에 따르면 상기 방송에서 소실된 상기 전송정보도 부이(2)로 전송될 수 있다. 이는 노드의 개수가 많으면 많을수록 더 바람직하게 동작할 수 있다. 이러한 협력 네트워크를 통하여 상기 전송에 의한 정보전달의 신뢰성이 높아지기 때문에, 전송실패시에 중복 전송을 위한 전력장비를 방지하여 에너지의 낭비를 줄일 수 있다.
- [57] 상기 수중 센싱 데이터 처리장치의 동작 및 작용은 이하에 제시되는 수중 센싱

데이터 처리방법에 의해서 더 구체적으로 이해될 수 있다.

[58] 도 2는 실시예에 따른 수중 센싱 데이터 처리방법의 흐름도이다.

[59] 도 2에는, U개의 노드가 포함되고, 부이가 포함되는 센서 네트워크를 예로 든다. 설명의 간략화를 위하여 노드는 두 개만을 제시하였으나, 적절한 수의 노드가 포함될 수 있는 것도 물론이다.

[60] 도 2를 참조하면, 노드(예를 들어, 제 1 노드)는 먼저 센싱 동작을 수행한다(S1). 센싱된 정보는 제 1 방식으로 제 1 엔코딩된다(S2). 상기 제 1 방식의 엔코딩은 LPDC COFDM(저밀도 패리티 체크 코드 직교 부호화 주파수 분할 다중 방식)이 적용될 수 있고, Nbit 분량의 전송정보로 제공될 수 있다.

[61] 엔코딩된 상기 전송정보는 다른 노드(예를 들어, 제 1 노드를 제외하는 모든 노드) 및 부이로 제 1 전송된다(S3). 따라서, 상기 제 1 전송은 방송이라고 할 수 있고, 상기 다른 노드 및 부이는 상기 전송정보를 수신할 수 있다. 이때 전송실패의 경우에도 재전송의 과정은 없을 수 있기 때문에, 상기 다른 노드 및 부이는 상기 전송정보의 일 부분 또는 전부를 전송받지 못할 수도 있다. 그러나, 전송이 되지 못하는 분량은 전송출력을 조정하는 등의 방식을 통하여 사전에 조정할 수 있을 것이다.

[62] 상기 센싱(S1), 제 1 엔코딩(S2), 및 제 1 전송(S3)은 모든 노드가 수행할 수 있다. 따라서, 어느 일 노드로부터 전송된 전송정보가 다른 일 노드에 전송되지 못하더라도, 또 다른 일 노드에는 전송되어 있을 수 있다. 상기 노드들 간의 방송은 시분할 다중 접속 방식(TDMA)으로 수행될 수 있다. 따라서 어느 하나의 노드가 방송 중일 때에는 다른 노드들은 대기하도록 할 수 있다.

[63] 상기 제 1 전송(S3)에서 전송된 상기 전송정보는 상기 다른 노드에서 디코딩되지 않는다. 다시 말하면, 상기 다른 노드의 내부에서 수신된 상태 그대로인 이진정보로서 저장된다.

[64] 모든 노드에서 방송이 종료되면, 노드에서 상기 전송정보는 축적되어 있을 것이다. 상기 축적된 전송정보는 설명의 편의를 위하여 축적정보라고 한다. 상기 축적정보에는 축적정보가 수록되는 노드 자신의 정보도 포함될 수 있다. 이후에, 상기 노드에서 상기 축적정보는 제 2 방식으로 제 2 엔코딩된다(S4). 상기 제 2 방식은 저밀도 생성 행렬(LDGM:low density generator matrix)의 코드 행렬이 사용될 수 있다. 상기 제 2 방식의 엔코딩(S4)은 축적정보가 모두 엔코딩되지 않고, 상기 축적정보 중의 일부가 선택적으로 제 2 방식으로 엔코딩된다. 제 2 방식으로 엔코딩된 정보는 상기 부이로 제 2 전송된다(S5). 이 단계는 릴레이라고 할 수 있고, 상기 부이로 전송되는 정보는 릴레이정보라고 할 수 있다.

[65] 상기 제 2 전송은 시분할 다중 접속 방식(TDMA)으로 수행될 수 있다. 따라서 어느 하나의 노드가 릴레이 중일 때에는 다른 노드들은 대기하도록 할 수 있다.

[66] 상기 릴레이정보에는, 상기 축적정보 중에서, 임의의 노드로부터의 상기 전송정보가 랜덤하게 포함될 수 있다. 따라서, 임의의 어느 상기 제 1

전송(S3)단계에서 소실되더라도 다수의 상기 릴레이정보에 의해서 디코딩될 수 있을 것이다.

- [67] 상기 제 2 엔코딩(S4) 후에 전송되는 정보는 Nbit의 크기를 가질 수 있다. 그러면, 상기 제 1 전송(S3)과 동일한 분량으로 제공될 수 있다. 이는 축적정보가 모두 엔코딩되지 않고 그 일부가 선택되는 것이기 때문임은 용이하게 이해할 수 있을 것이다. 결국, 상기 제 1 전송에서 소요되는 시간과, 상기 제 2 전송에서 소요되는 시간은 T_s 로 같게 제공될 수 있다. 즉, 상기 전송정보와 상기 릴레이 정보는 같은 분량으로 제공될 수 있다. 물론, 실시예에 따라서는 릴레이 정보의 크기를 조정할 수도 있고, 이는 선택의 문제라고 할 수 있다.
- [68] 상기 제 1 방식과 상기 제 2 방식에 대하여 더 설명하면, 상기 제 2 방식에서 전송된 정보는 네트워크 코드라고 할 수 있다. 그리고, 상기 제 1 방식에서 전송된 정보는 상기 네트워크 코드를 위한 시스템 심벌(systematic symbol)을 구성할 수 있다. 마찬가지로 상기 제 2 방식에서 전송된 정보는 패리티 심벌일 수 있다.
- [69] 상기 방송과 상기 릴레이를 거친 후, 상기 부이에 수신된 수신정보의 부호율(code rate)은 제 1 방식의 부호율과 제 2 방식의 부호율의 곱으로 주어질 수 있다. 따라서, 상기 릴레이 정보에는 더 많은 정보가 포함될 수 있다.
- [70] 상기 부이는, 상기 릴레이정보와 상기 전송정보를 이용하여, 디코딩을 수행할 수 있다. 상기 디코딩에는 내부 LDGM 디코더와 외부 LDPC 디코더를 이용하여 반복 디코딩(iterative decoding)의 과정을 수행될 수 있다.
- [71] 상기 제 1 전송(S3), 및 상기 제 2 전송(S5)에 대하여 더 상세하게 설명한다.
- [72] 도 3은 시간과 각 노드를 각각의 축으로 하는 그래프이다.
- [73] 도 3을 참조하면, 시분할 다중 접속 방식으로, 방송(broadcast) 및 릴레이(relay)가 수행된다.
- [74] 상세하게 설명하면, 제 1 전송은 방송단계(broadcast phase)로서, 노드 1이 T_s 시간 동안 상기 전송정보를 방송한 다음에, 노드 2가 T_s 시간 동안 각각 Nbit 크기의 상기 전송정보를 방송한다. 상기 방송단계는 모든 노드(U개)가 상기 전송정보를 방송하는 동안 계속된다. 모든 노드가 상기 전송정보를 전송하면 UT_s 의 시간이 소요될 것이다.
- [75] 이후에는, 제 2 전송으로 릴레이단계(relay phase)가 수행된다. 구체적으로는, 상기 축적정보 중에서 임의로 선택되어 Nbit의 크기를 가지는 상기 릴레이정보가, T_s 시간 동안 임의의 노드(도면에서는 노드 1에서 시작하는 것으로)에서 부이로 릴레이한다. 상기 릴레이단계는 릴레이하는 노드의 개수 및 릴레이하는 정보의 크기가 상기 제 1 전송과 동일하다. 따라서 상기 릴레이단계는, 모든 노드(U개)가 상기 릴레이정보를 릴레이하는 동안 계속된다. 모든 노드가 상기 릴레이정보를 전송하면 UT_s 의 시간이 소요될 것이다.
- [76] 상기 방송단계 및 상기 릴레이단계에 전체로서 소요되는 시간은 $2UT_s$ 로 계산될 수 있다.

- [77] 상기 제 1 코딩(S2), 및 상기 제 2 코딩(S4)에 대하여 더 상세하게 설명한다.
- [78] 도 4는 노드에서 센싱된 정보가 코딩되는 것을 보여주는 도면으로서, 방송단계와 릴레이단계가 함께 표현되어 있는 것에 유의하여야 한다.
- [79] 도 4를 참조하면, 원은 비트노드를 의미하고, 사각형은 체크노드를 의미한다. 상기 비트노드는, 상기 방송단계(S3)에서는 부이에서 받은 상기 전송정보를 나타내고, 상기 릴레이단계(S5)에서는 부이가 받은 상기 릴레이정보를 나타낸다. 상기 전송정보 및 상기 릴레이정보는 감쇄 등의 통신환경에 의해서 모든 정보가 수신되지는 못할 수 있다.
- [80] 상세하게 설명하면, 적어도 센싱된 정보가 포함되는 상기 전송정보는, 노드(1)(예를 들어 노드 1)에서 N개의 비트노드로 제 1 방식으로 인코딩된다. 상기 전송정보를 수신한 다른 노드(예를 들어 노드 1을 제외하는 다른 노드)는, 랜덤한 방식으로 상기 NU개(U개의 노드와 N개의 비트노드의 총합)의 비트노드 중에서 선택하여 제 2 방식으로 인코딩을 수행할 수 있다. 상기 방송단계에서 비트노드와 상기 릴레이단계에서 체크노드의 결선이 랜덤하게 제공되는 것을 랜덤한 비트노드의 선택을 나타내고 있다.
- [81] 상기되는 수중 센싱 데이터 처리방법에 따르면, 통신환경의 신뢰성 저하, 및 압영대 존재라는 문제하에서, 어느 한 노드로부터 부이로 직접 상기 전송정보를 전송하는데 문제가 있더라도, 협력 네트워크를 통하여 안정적으로 상기 전송정보를 전달할 수 있다.
- [82] 상기 특징으로 인하여 저소비전력으로 데이터를 처리할 수 있는데, 이하에서는 시뮬레이션 결과를 통하여 이를 설명한다.
- [83] 시뮬레이션 조건은, 수심 50미터의 환경에서 12 및 18개의 노드가 밑바닥 상의 7미터에 100미터×100미터의 면적에 분산되고, 부이는 수면 5미터에 놓이고, 각 노드의 전송범위는 1000미터이고, 수표면의 바람은 15미터/초이고, 부이와 노드가 놓이는 상기 면적의 중심간 거리를 1000미터로 하고, 패킷의 크기는 32바이트이고, 데이터 전송속도는 2.5kbps으로 하였다.
- [84] 또한, 상기 방송단계에서 노드간 채널(ISC: inter-sensor channel)이 완벽한 경우와, 10dB의 성능저하가 발생하는 경우(실제 환경을 모사하기 위한 것이다)를 각각 비교를 위한 인자로 하였다.
- [85] 도 5는 각 경우의 성능을 나타내는 그래프이다.
- [86] 도 5를 참조하면, 코딩하지 않는 직교 주파수 분할 다중 방식의 경우(uncoded OFDM), LPDC COFDM(저밀도 패리티 체크 코드 직교 부호화 주파수 분할 다중 방식)의 경우(LDPC-COFDM), 12노드가 랜덤하게 10dB의 성능저하가 있는 경우(12 Nodes Random ISC+10dB), 12노드가 랜덤하게 완벽한 채널 환경에 놓이는 경우(12 Nodes Random perfect ISC), 18노드가 랜덤하게 10dB의 성능저하가 있는 경우(18 Nodes Random ISC+10dB), 및 18노드가 랜덤하게 완벽한 채널 환경에 놓이는 경우(18 Nodes Random perfect ISC)를 보이고 있다.
- [87] 종래 기술(비특허문헌 1)인 LDPC-COFDM과 18노드가 랜덤하게 놓여 있는

경우를 비교하면, 10-4BER에서 실시예의 경우에 대략 13dB의 부호화 이득(coding gain)을 얻을 수 있었다. 상기 부호화 이득은 노드 간 채널에 어느 정도의 성능저하가 있더라도 마찬가지이다. 그러므로 외부환경변화에 더 견고하게 동작하는 것을 볼 수 있다. 상기 부호화이득은 노드개수가 12개인 경우에 비하여 18개인 경우에 더 큰 것을 알 수 있다. 따라서 노드의 개수 늘어날수록 부호화이득이 더 커지는 것을 알 수 있다. 그러나, 소비전력의 측면에서 노드의 개수가 늘어나면 무용한 소비전력이 늘어나기 때문에, 바람직하지 않다.

[88] 위의 결과는 실시예의 경우에 수중 센싱 데이터 처리를 위한 소비전력이 훨씬 줄어드는 것을 나타낸다. 그러나, 종래 기술(비특허문헌 1)인 LDPC-COFDM과 실시예를 비교함에 있어서는 데이터 처리 장치의 전체적인 동작에 소요되는 소비전력을 비교하여야 한다.

[89] 먼저, 종래기술의 경우에는, 각 노드는 TDMA방식으로 전송정보를 부이로 전송하므로 모든 노드가 전송정보를 보내기 위한 에너지는 수학식 1과 같다.

[90] [수식1]

$$E_{s(non-coop)} = U(E_t + (U-1)E_i + E_r + E_{dnc})$$

[91] 실시예는 TDMA방식으로 상기 방송단계 및 상기 릴레이단계를 각각 거치므로 모든 노드가 전송정보를 보내기 위한 에너지는 수학식 2와 같다.

[92] [수식2]

$$E_{s(coop)} = U(2E_t + (U-1)E_r + 2E_r + E_{dc})$$

[93] 상기 수학식 1 및 수학식 2에서, E_t 는 노드가 전송정보 및 릴레이정보를 보내기(transmit) 위한 소비에너지로서 대략 2W이고, E_r 은 노드 및 부이가 전송정보 및 릴레이정보를 받기(receive) 위한 소비에너지로서 대략 0.8W이고, E_i 는 노드가 보내거나 받지 않는 쉬며(idle) 듣는 동작을 하기 위한 소비에너지로서 대략 0.2W이고, E_{dnc} 는 종래기술의 경우에 노드 및 부이에서 디코딩을 위한 소비에너지로서 대략 4mW이고, E_{dc} 는 실시예의 경우에 부이에서 디코딩을 위한 소비에너지는 대략 10mW이다. 약자 coop는 실시예에서 수행하는 협력(cooperate)을 의미한다.

[94] 상기 수학식 1과 수학식 2의 경우에 노드의 개수와 소비전력을 그래프로 표현하면 도 6과 같다. 도 6을 참조하면, 노드가 12개인 경우에 1.58dB이고, 노드가 18개인 경우에 1.9dB이고, 대략 3dB로 수렴한다.

[95] 도 5를 참조하면, 노드가 18개인 경우에 10-4BER에서 실시예와 종래기술을 비교하면, 대략 13dB의 부호화 이득을 얻을 수 있었고, 실시예의 경우에 1.9dB의 에너지 소비가 많다고 하더라도 대략 11dB의 에너지절감을 할 수 있는 것을 확인할 수 있다.

- [96] 다만, 스루풋을 비교하면 실시예의 경우에는 두 배의 시간이 들게 되므로 종래기술과 비교하면 스루풋이 절반으로 감소할 것을 예상할 수 있다. 그러나, 수심 깊은 곳에 놓여서 외부전력이 공급되지 않는 환경에서는 배터리를 사용하는데, 높은 부호화이득을 얻을 수 있기 때문에, 종래기술에 비하여 6.5배 높은 배터리 수명을 확보할 수 있다.
- [97] 실시예에 따르면, 깊은 수심에 놓여서 외부전력이 공급되기 어려운 환경에서, 안정적이고 높은 신뢰성을 가지는 수중에서 활용이 가능한 센싱 데이터 처리 장치 및 방법을 구현할 수 있다.
- [98]
- [99] 도 7은 실시예에 따른 무선 센서 네트워크의 데이터 처리 장치를 개괄적으로 나타내는 도면이다.
- [100] 도 7을 참조하면, 실시예에 적용되는 무선 센서 네트워크는, 센싱노드가 산재되어 있는 네트워크 환경에서, 센싱노드(1)는 적어도 두 개가 협력그룹(2)으로 서로 그룹핑이 된다. 상기 협력그룹에는 적어도 두 개의 센서가 서로 감지결과를 송수신할 수 있다. 도면에서 협력그룹(2)은 여덟개가 도시되어 있다.
- [101] 상기 협력그룹(2)에 포함되는 모든 센싱노드(1)는 기지국(3)과 정보를 송수신할 수 있다. 상기 협력그룹(2)은 예를 들어, 빌딩의 같은 층의 같은 방에 놓이는 센싱노드의 집합으로 정의할 수도 있고, 같은 방의 내부에서 구획되는 일 부분에서 서로 인접하는 센싱노드의 집합으로 정의할 수도 있다. 물론, 그 외의 다른 경우도 충분히 예시될 수 있다.
- [102] 상기 협력그룹(2) 중의 어느 하나에 포함되는 센싱노드(1)는 결정되어 변하지 않는 것으로 제한되지 아니하고, 협력그룹(2)에 포함되는 센싱노드(1)는 수 또는 그 범위가 변경될 수 있다.
- [103] 도 8은 상기 센싱노드의 구성도를 예시하고, 도 3은 상기 기지국의 구성도를 예시하는 도면이다.
- [104] 도 8, 및 도 9를 참조하면, 상기 센싱노드(1)는 적어도 환경을 감지하는 감지부(12)와, 외부의 다른 구성요소, 예를 들어 다른 센싱노드(1) 및 기지국(3)과 통신을 수행하는 통신부(13)가 포함될 수 있다. 상기 감지부(12)의 감지결과를 읽어 통신에 필요한 정보로 가공하거나, 감지부(12)의 작동을 제어하는 제어부(11)가 더 포함될 수 있다. 상기 센싱노드(1)의 동작에 필요한 다양한 정보, 외부로부터 입력되는 정보, 및 상기 감지부(12)의 감지결과가 적어도 일시적으로 저장되는 메모리(14)가 더 포함될 수 있다.
- [105] 상기 기지국(3)에는, 센싱노드(1)와 통신을 수행하는 통신부(13)가 포함될 수 있다. 또한, 기지국(3)의 전체적인 작동을 제어하는 제어부(11), 및 외부로부터 입력되는 정보, 및 기지국(3)의 동작에 필요한 다양한 정보가 저장되는 메모리(14)가 더 포함될 수 있다. 이외에 사용자 인터페이스, 입출력장치 등도 사용상태에 따라서 다양한 추가적인 구성요소로서 제공될 수 있다.

- [106] 도 7 내지 도 9를 참조하여, 무선 센서 네트워크의 데이터 처리장치의 작용을 설명한다. 상기 기지국(3)은 상기 센싱노드(1)로 정보를 전송하여 적어도 두 개의 센싱노드(2)가 어느 하나의 협력그룹(2)을 이루도록 지시할 수 있다. 도 1에 제시되는 여덟개의 협력그룹(2)은 그 일 예로 생각할 수 있다. 상기 협력그룹(2)을 이루는 과정은, 센싱노드(1)가 센싱을 수행할 때마다 새로이 수행될 수도 있지만, 공장의 배치가 변경되거나, 비상의 상태가 발생하였을 때 수행될 수도 있다. 어느 센싱노드(1)가 어느 협력그룹(2)에 포함되어 있는가의 정보는 상기 메모리(14)(33)에 저장될 수 있다.
- [107] 어느 하나의 상기 협력그룹(2)에 포함되는 센싱노드(1)는, 자신이 놓이는 환경을 감지할 수 있다. 예를 들어, 공장의 기계에 부착되어 상기 감지부(12)가 기계의 온도를 측정할 수 있다. 그리고, 상기 제어부(11)는 감지된 온도가 정상범위 이내이면 정상, 정상범위를 벗어나는 정도에 따라서, 주의(caution), 경고(warning), 및 위험(danger)로 감지정보를 구분할 수 있다. 상기 감지정보는 데이터로 취급될 수 있다. 물론, 이는 예시에 지나지 않고, 온도 수치를 데이터로 취급할 수도 있고, 실시에에 따라서는 압력, 유속 등과 같은 양을 데이터로 취급할 수도 있다. 그러나, 물리량의 정도를 구분하는 값으로 제시됨으로서, 추후에 설명되는 다수결 방식에 더 적합하게 적용할 수 있다. 물론, 이 경우에 네 가지의 경우(정상/주의/경고/위험)로 제한되지는 아니한다. 상기 각 경우는 서로 연속적이지 않은 어떠한 값으로 생각할 수 있다.
- [108] 어느 하나의 상기 협력그룹(2)에 포함되는 센싱노드(1)는, 상기 통신부(13)를 통하여 상기 감지정보를 서로 송수신할 수 있다. 모든 센싱노드(1)의 감지정보에 대하여 송수신이 완료되면, 모든 센싱노드(1)는 제어부(11)에서 상기 감지정보를 가공하여 기지국(3)으로 송신한다. 그 결과, 모든 센싱노드(1)는 그 자신이 포함되는 상기 협력그룹 내 모든 센싱노드(1)의 감지정보를 기지국(3)으로 송신하는 것이 된다. 따라서, 상기 기지국(3)은 상기 협력그룹(2)에 포함되는 센싱노드(1)의 개수만큼 중복하여 상기 감지정보를 입수할 수 있다.
- [109] 어느 하나의 센싱노드(1)가, 다른 하나의 센싱노드(1)로 자신이 감지정보를 송신하는 과정은, 짧은 거리에서 수행될 수 있다. 이는 협력그룹(2)은 지리적으로 가까이 있는 센싱노드(1)를 그룹으로 할 수 있기 때문이다. 그러면, 같은 협력그룹(2)에 포함되는 센싱노드(1)들끼리 상기 감지정보를 송수신할 때에는, 통신환경에 의한 영향을 크게 받지 않고, 정확한 정보를 송수신할 수 있다.
- [110] 어느 하나의 센싱노드(1)가, 상기 협력그룹(2)에 포함되는 모든 센싱노드(1)의 감지정보를 상기 기지국(3)으로 송신할 때에는, 비교적 먼 거리를 송신하여야 한다. 따라서, 신뢰성이 떨어지는 통신이 수행될 수 있다. 그러나, 이때에도, 협력그룹에 포함되는 모든 센싱노드(1)가, 모든 센싱노드(1)의 정보를 송신하였기 때문에, 디코딩에 의해서 복구되는 감지정보를 다수결에 따라서 비교적 신뢰성 있게 알아낼 수 있다.
- [111] 예를 들어, 어느 하나의 협력그룹에 7개의 센싱노드(1)가 놓여 있고, 그 중 어느

하나의 센싱노드의 감지정보를 디코딩하였을 때, 정상이 4개, 위험이 2개, 경고가 1개인 경우에는 정상으로 판단할 수 있다. 다시 말하면, 정상을 제외하는 세 개의 디코딩 정보는 무선 통신의 문제로 인하여 잘못된 정보가 수신된 것으로 판단하고, 가장 많은 정상은 무선 통신의 문제가 없이 바른 정보가 수신된 것으로 판단할 수 있다.

[112] 도 10은 실시예에 따른 무선 센서 네트워크의 데이터 처리 방법을 설명하는 흐름도이다.

[113] 도 10을 참조하면, 실시예에 따른 무선 센서 네트워크의 데이터 처리 방법에는, 그룹화 단계와, 그룹 내 감지정보교환단계, 그룹 외 감지정보전송단계, 및 감지정보판단단계가 포함될 수 있다.

[114] 먼저, 상기 그룹화 단계는 다수의 센싱노드(1)가 어느 하나의 협력그룹에 포함되도록 하는 단계이다. 상기 그룹화 단계는 네트워크의 조직화단계라고 할 수도 있는데, 이는 센싱노드(1)가 그룹핑이 되어 조직으로 구성되도록 하는 단계이기 때문이다. 상기 그룹화 단계는 먼저, 기지국(3)이 모든 센싱노드(1)로 그룹화 메시지를 보내는 것으로 시작한다(S1). 상기 그룹화 메시지는 스케줄 패킷(schedule packet)이라고 할 수 있고, 기지국의 관리 하에 놓이는 모든 협력그룹의 모든 센싱노드로 스케줄링을 위한 정보로서 송신된다.

[115] 도 11은 상기 그룹화 메시지를 예시하는 도면이다.

[116] 도 11을 참조하면, 10bit의 소스 어드레스, 10bit의 목적 어드레스, 2bit의 타임아웃, 5bit의 폭정보, 및 32bit의 비트맵 정보가 포함될 수 있다.

[117] 상기 소스 어드레스는, 정보를 송신하는 센싱노드 및 기지국의 주소 정보가 포함될 수 있다. 예시로, 주소 정보로는 빌딩의 층 정보에 대하여 3bit가 할당되고 같은 층의 센싱노드의 위치에 대하여 7bit를 할당할 수 있다. 그러면, 총 8층 빌딩에 각 층에는 128개의 센싱노드의 주소를 할당할 수 있다. 상기 주소와 관련되는 정보는 LCS(local coordinate system)정보라고 할 수 있다.

[118] 상기 목적 어드레스는, 정보를 수신하는 센싱노드 및 기지국의 주소 정보로서, 마찬가지로 LCS 정보로 제공될 수 있다.

[119] 상기 타임아웃은, 일정 시간동안 송신처(소스 어드레스의 장소)로부터 수신처(목적 어드레스의 장소)로 정보가 전송되지 않을 때, 그 숫자를 하나씩 올려나갈 수 있다. 상기 타임아웃은 2bit로서 네 번 동안의 송수신 작용이 수행될 수 있다. 네 번의 송수신 수행 동안 정상적으로 수신처에서 수신이 되지 않을 때, 대응되는 수신처의 비트맵을 1로 하고, 목적 어드레스를 바꿀 수 있다.

[120] 상기 폭정보는, 어느 하나의 협력그룹에 포함되는 센싱노드의 개수를 나타낸다. 5bit는 어느 하나의 협력그룹에 32개의 센싱노드가 포함될 수 있는 것을 나타낸다. 상기 폭정보는 어느 하나의 센싱노드가 기지국으로 상기 감지정보를 송신할 때, 함께 보낼 수 있는 감지정보의 개수(즉, 어느 하나의 협력그룹에 포함되는 센서의 개수)를 의미할 수도 있다.

[121] 상기 비트맵 정보는, 기지국으로부터 제공되는 지시에 따라서 상기 협력그룹에

포함되어야 하는 센싱노드가 협력그룹에 포함되었는지를 나타내는 것으로서, 0이면 아직 그룹핑이 되지 않은 것이고, 1이면 그룹핑이 된 것으로 판단할 수 있다. 기지국이 센싱노드로 상기 그룹화 메시지를 송신할 때에는 상기 비트맵 정보의 모든 정보는 0으로 설정되어 있을 수 있다.

[122] 상기 그룹화 메시지에 제시되는 구체적인 숫자는 일 예시에 지나지 아니한다.

[123] 다시 도 10을 참조하면, 상기 그룹화 메시지를 받은 노드는 현재 수행 중인 동작을 정지한다(S2). 이후에 이웃하는 센싱노드의 리스트를 업데이트한다(S3). 여기서 이웃하는 센싱노드의 정보는 통신을 수행하여 보는 것에 의해서 수행될 수도 있고, 기지국으로부터 전송받을 수도 있고, 지리적인 관계에 의해서 센싱노드에 미리 설정되어 있는 다수의 모드에 따라서 선택되는 것으로써 수행될 수도 있다.

[124] 이후에는 비트맵을 업데이트한다(S4). 여기서 비트맵의 업데이트는 상기 그룹화 메시지에 포함되는 비트맵 정보 중에서 자신의 주소에 해당하는 곳의 비트맵 정보를 1로 바꾸는 것을 의미할 수 있다.

[125] 상기 비트맵의 업데이트 단계 후에는 업데이트 된 그룹화 메시지를 그룹에 포함되는 다른 센싱노드로 송신한다(S5).

[126] 상기 비트맵의 업데이트 단계(S4), 및 업데이트 된 비트맵의 송신단계(S5)는 어느 협력그룹에 포함되는 모든 센싱노드의 비트맵이 1이 될 때까지 계속하여 수행될 수 있다. 한편, 어느 센싱노드가 비트맵의 업데이트를 가장 먼저 수행할지는 기지국에 의해서 선택될 수 있고, 나아가서 랜덤하게 선택될 수도 있다. 물론, 어느 하나의 협력그룹 내부에서 랜덤하게 또는 미리 정해진 방식으로 수행될 수도 있다.

[127] 어느 협력그룹에 포함되는 모든 센싱노드의 비트맵이 업데이트 된 다음에는(S6), 완료된 그룹화 메시지를 기지국으로 송신한다(S7). 이때에는 도 5에 제시되는 그룹화 메시지에서 목적 어드레스를 소스 어드레스의 값으로 바꾸는 것에 의해서 수행될 수 있다.

[128] 상기 기지국이 모든 협력그룹으로부터 완료된 그룹화 메시지를 수신하면, 그룹화 단계는 종료될 수 있다. 상기 그룹화 단계는 초기단계 등과 같이 필요한 때에 수행될 수 있을 것이다.

[129] 상기 기지국은 그룹화 단계의 이후에는 동작 메시지가 모든 센싱노드로 송신할 수 있고, 동작 메시지를 수신한 협력그룹은 그룹 내 감지정보교환단계를 수행할 수 있다.

[130] 상기 그룹 내 감지정보교환단계는, 상기 동작 메시지를 수신한 센싱노드(1)가 환경을 감지하여 상기 감지정보를 생성하는 것에서 시작한다(S9). 이후에는 감지정보를 인코딩하여 데이터 패킷으로 협력그룹 내의 다른 센싱노드로 교환한다(S10). 상기 교환은 다른 말로 같은 협력그룹에 포함되는 어느 하나의 센싱노드(센싱노드 A)가, 다른 센싱노드(센싱노드 B)로 자신의 정보를 전달하는 것으로 이해할 수 있다. 그러면, 다른 센싱노드(센싱노드 B)에는 어느 하나의

센싱노드(센싱노드 A)의 정보도 저장되는 것임을 이해할 수 있을 것이다. 모든 노드들은 서로 모두 위의 작용을 상호 수행할 수 있다.

[131] 도 12는 실시예에 따른 데이터 패킷을 예시하는 도면이다.

[132] 도 12를 참조하면, 데이터 패킷에는, 데이터 패킷을 송신하는 소스 어드레스를 위한 10bit의 LCS정보와, 감지정보의 종류를 위한 2bit의 감지정보와, 데이터 패킷의 생성 또는 데이터 패킷 수신 시간 정보로서 10bit의 시간 스탬프(TOA 정보:time of arrival)가 포함될 수 있다.

[133] 이에 따르면, 감지정보가 다른 센싱노드를 경유해서 가더라도 감지정보를 식별하고 구분해 낼 수 있다. 상기 감지정보로는 정상, 주의, 경고, 및 위험이 있을 수 있는 것은 이미 살펴본 바가 있다.

[134] 다시 도 10을 참조하면, 어느 하나의 센싱노드가, 그 자신이 포함되는 협력그룹에 포함되는 모든 센싱노드의 감지정보를 저장하는 것으로 판단될 때까지, 그룹 내 감지정보교환단계가 수행될 수 있다.

[135] 상기 그룹 내 감지정보교환단계는 좁은 공간범위 내에 포함되는 가까운 지리적 위치의 센싱노드 간에 이루어지는 정보교환이므로 높은 신뢰성을 얻을 수 있고, 저출력으로 무선 통신의 수행이 가능하다. 따라서, 적은 출력으로도 충분히 모든 정보가 서로 교환되도록 할 수 있고, 센싱노드 간의 협력관계를 쉽게 구축할 수 있게 된다.

[136] 어느 하나의 센싱노드가, 그 자신이 포함되는 협력그룹에 포함되는 모든 센싱노드의 감지정보를 저장하는 것으로 판단되면(S11), 해당하는 센싱노드에서는 상기 그룹 외 감지정보전송단계가 수행되어, 모든 감지정보를 협력 패킷의 형태로 기지국으로 송신한다(S12). 물론 경우에 따라서, 예를 들어, 센서노드의 고장 등과 같이, 다 모이지 않은 경우에도 협력 패킷을 송신할 수도 있으나, 모두 모이는 것이 자원의 낭비를 막는 측면에 있어서 바람직한 것은 당연하다.

[137] 도 13은 실시예에 따른 협력 패킷을 예시하는 도면이다.

[138] 도 13을 참조하면, LCS정보와 TOA정보와 감지정보가 포함되는데, 이는 협력그룹에 포함되는 센싱노드의 개수(N)만큼 곱하여지는 수로 제공될 것이다. 10bit의 지연시간(Td)는 중간 노드에서 소비된 시간을 의미할 수 있다.

[139] 다시 도 10을 참조하면, 센싱노드로부터 기지국으로 상기 협력 패킷의 송신은 TDMA(시간분할다중접속방식)으로, 협력패킷이 모든 센싱노드로부터 기지국으로 송신될 때까지 수행될 수 있다.

[140] 이와 같은 모든 센싱노드가 기지국으로 자신의 협력 패킷을 송신할 때까지 그룹 외 감지정보전송단계가 수행되고, 이후에는 기지국에서 감지정보판단단계가 수행될 수 있다.

[141] 상기 기지국에서는 수신된 협력 패킷을 디코딩한다(S13).

[142] 디코딩 된 정보는 다수결 방식(majority rule)이 적용되어 특정 센싱노드의 감지정보를 추출할 수 있다. 도 8에 제시되는 데이터 판독 테이블을 참조하여 더

상세하게 설명한다.

- [143] 도 14를 참조하면, 세로축(i)은 각 센싱노드의 감지부를 나타내고, 가로축(j)은 협력 패킷을 송신한 센싱노드를 나타낸다. 결과(result)를 참조하면, O를 정상, C를 주의, W를 경고, D를 위험이라고 할 때, 어느 하나의 센싱노드의 감지부에 대한 디코딩 결과의 구분이 가장 많은 것의 경우로 판단결과를 제시할 수 있다. 예를 들어, 첫번째 센싱노드는 정상이 가장 많아 세 개이므로 정상으로 판단하고 있는 것을 볼 수 있다.
- [144] 상기 감지정보판단단계에 따르면, 센싱노드와 기지국 간의 무선통신망의 신뢰성이 낮은 경우에도 다양한 감지정보 중의 어느 하나에 해당하는 지를 정확하게 알아낼 수 있다. 다시 말하면, 무선 통신망의 열악한 환경에서도 단속적으로 입력되는 데이터의 복구를 통하여 정확한 감지정보를 알아낼 수 있게 된다. 이는 센싱노드와 기지국 간에 낮은 출력으로 무선통신을 수행하더라도 다수결 방식으로 정확한 감지정보를 알아낼 수 있으므로 저출력으로도 무선 센싱 네트워크의 데이터를 처리할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.
- [145] 도 15는 실시예를 적용하여 시뮬레이션을 수행한 결과를 보이는 그래프이다.
- [146] 시뮬레이션은, 100m×100m²의 실내공간에서, 기계들이 흩어져 있고, 온도를 측정하여, 정상/주의/경고/위험 네 가지의 감지정보를 구분하고, 12개의 노드들 가지는 협력그룹을, 20,000번의 센싱을 협력그룹에 대하여 수행한 결과이다.
- [147] 에러의 가능성(probability of error)은 전반적으로 협력그룹을 제공한 경우에 에러가 적은 것을 볼 수 있었다. 도 9에서 COOP는 Cooperate Organize and Operate Protocol의 두문자를 취한 것으로서, 실시예가 적용되는 것을 의미한다.
- [148] 또한, 감지정보의 에러(alarm error), 층의 에러(floor no. error), 센싱노드의 에러(sensor ID error), 및 시간 스탬프의 에러(TOA error)의 어느 것에 의해서도 협력그룹을 제공하는 경우에 더 우수한 것을 볼 수 있다. 예를 들어, 협력그룹이 제공되지 않는 경우에 비하여, 감지정보의 에러는, 10-3dB 에러 가능성이 20dB만큼 낮은 SNR에서 얻어지는 것을 볼 수 있었다.

산업상 이용가능성

- [149] 본 발명에 따르면, 높은 부호화이득을 얻어서, 수중과 같은 열악한 환경의 정보를 신뢰성 있게, 저소비전력으로 오랜 시간 동안 데이터를 획득할 수 있다. 또한 간단한 프로그램의 수정만으로도 기존의 시스템을 개선할 수 있기 때문에, 산업상의 적용가능성이 높기 기대된다고 할 수 있다.
- [150] 본 발명에 따르면, 현재 설치되어 있는 무선 센서 네트워크를 그대로 적용하여 간단한 프로그램의 변경만으로도 우수한 감지특성을 얻을 수 있다. 따라서, 신속한 산업상의 이용이 크게 기대된다고 할 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 자기가 놓인 곳의 환경을 감지한 감지정보를 서로 송수신하는 적어도 두 개의 센싱노드가 포함되는 협력그룹; 및
상기 협력그룹에 포함되는 상기 적어도 두 개의 센싱노드로부터 상기 감지정보를 수신하여 상기 감지정보를 판독하는 기지국이 포함되고,
상기 적어도 두 개의 센싱노드 각각은, 다른 센싱노드의 상기 감지정보도 적어도 일시적으로 저장하여 전송하고,
상기 기지국은, 어느 하나의 센싱노드로부터, 다른 센싱노드의 상기 감지정보도 수신하고,
상기 협력그룹은 적어도 두 개가 포함되는 무선 센서 네트워크의 데이터 처리장치.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 협력그룹에 포함되는 상기 적어도 두 개의 센싱노드는 서로 지리적으로 인접하는 무선 센서 네트워크의 데이터 처리장치.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
상기 적어도 두 개의 센싱노드 중의 적어도 하나는, 자신이 포함되는 상기 협력그룹의 다른 센싱노드의 감지정보를 모두 적어도 일시적으로 저장하는 무선 센서 네트워크의 데이터 처리장치.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서,
상기 적어도 두 개의 센싱노드 중의 적어도 하나는, 자신이 포함되는 상기 협력그룹의 다른 센싱노드의 감지정보를 모두 상기 기지국으로 송신하는 무선 센서 네트워크의 데이터 처리 장치.
- [청구항 5] 다수의 센싱노드를 적어도 두 개의 협력그룹으로 그룹화하는 그룹화 단계;
상기 적어도 두 개의 협력그룹 중에 적어도 하나의 협력그룹에 포함되는 적어도 두 개의 센싱노드가 감지한 감지정보를, 상기 적어도 두 개의 센싱노드가 서로 교환하는 그룹 내 감지정보교환단계;
상기 적어도 두 개의 센싱노드가 가지는 감지정보가 기지국으로 송신되는 단계; 및
상기 기지국에서 상기 감지정보를 판독하는 감지정보판독단계가 포함되는 무선 센서 네트워크의 데이터 처리 방법.
- [청구항 6] 제 5 항에 있어서,
상기 적어도 두 개의 센싱노드는 각각, 자신의 감지정보와 다른 센싱노드의 감지정보를 상기 기지국으로 함께 송신하는 무선 센서 네트워크의 데이터 처리방법.
- [청구항 7] 제 6 항에 있어서,
상기 적어도 두 개의 센싱노드는 각각,

- 자신이 포함되는 상기 협력그룹에 포함되는 모든 다른 센싱노드와 감지정보를 교환하고,
- 자신의 감지정보와, 교환된 상기 모든 다른 센싱노드의 감지정보를 상기 기지국으로 송신하는 무선 센서 네트워크의 데이터 처리방법.

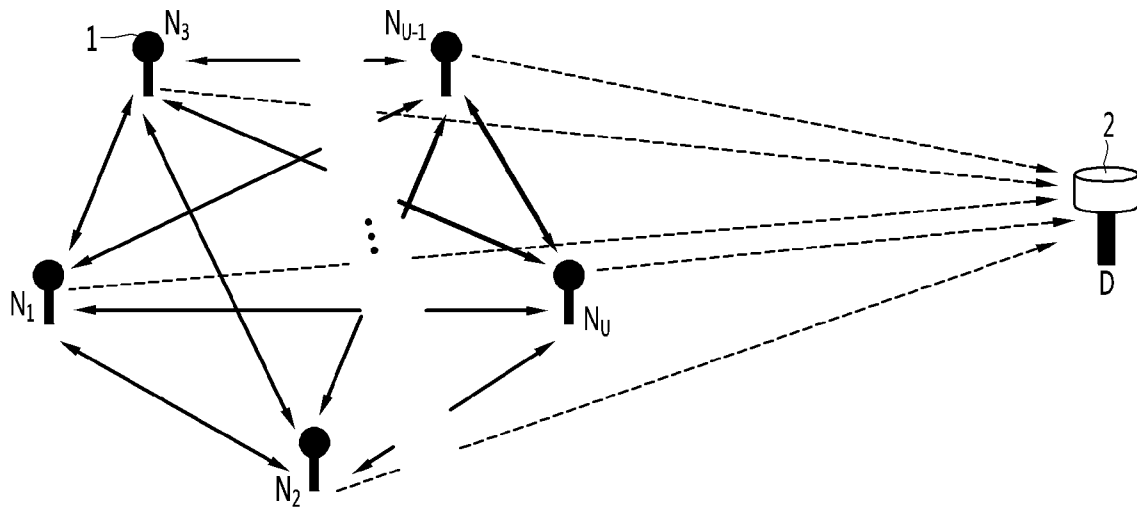
[청구항 8] 제 5 항에 있어서,

상기 감지정보는, 적어도 정상 및 비정상을 포함하고, 물리량의 정도를 불연속적으로 구분하는 값인 무선 센서 네트워크의 데이터 처리방법.

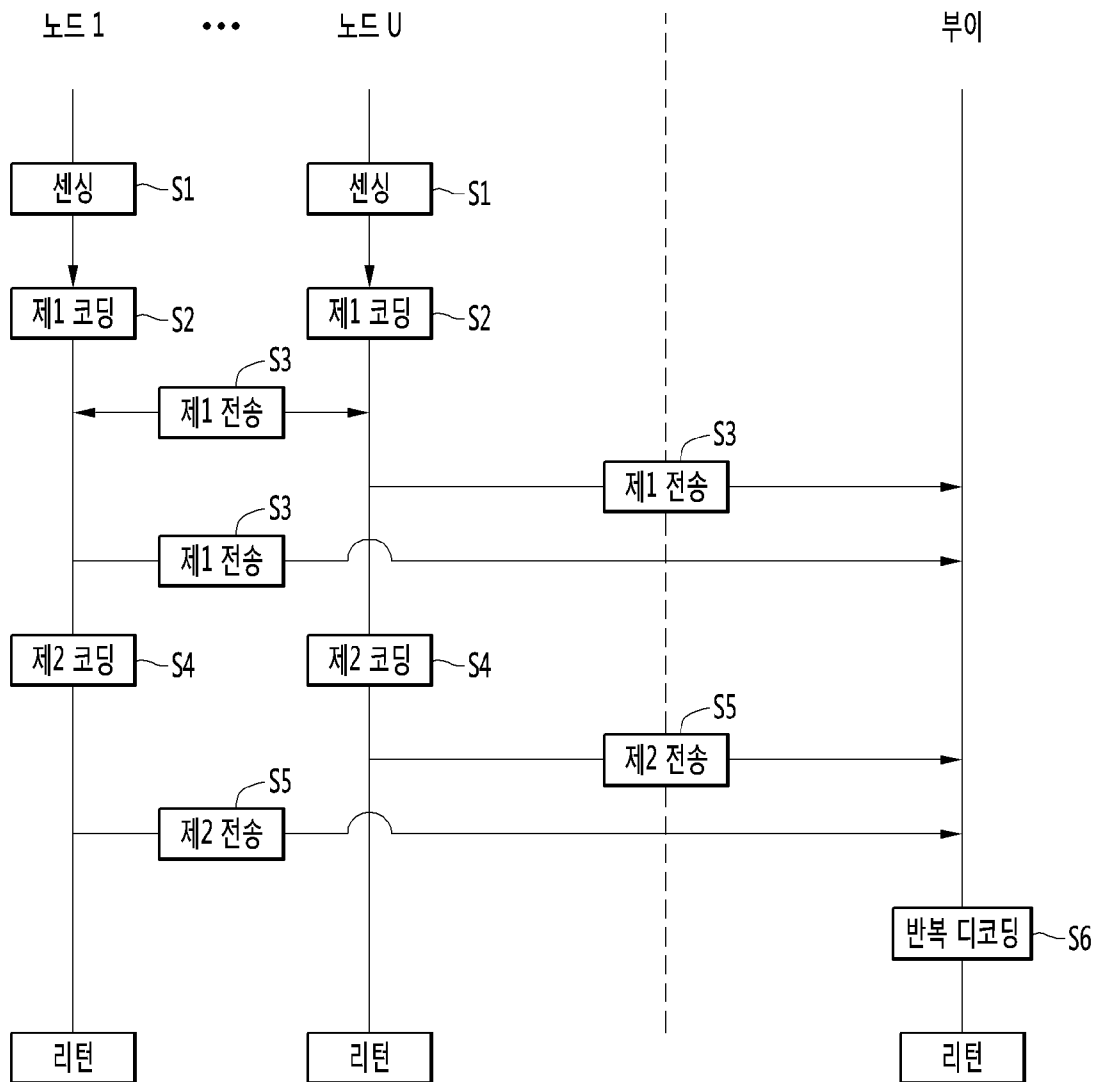
[청구항 9] 제 8 항에 있어서,

상기 감지정보판독단계에서, 수신된 상기 감지정보로는 같은 센싱노드에 대한 적어도 두 개의 정보가 포함되고,
상기 감지정보는 다수결 방식에 의해서 판독되는 무선 센서 네트워크의 데이터 처리방법.

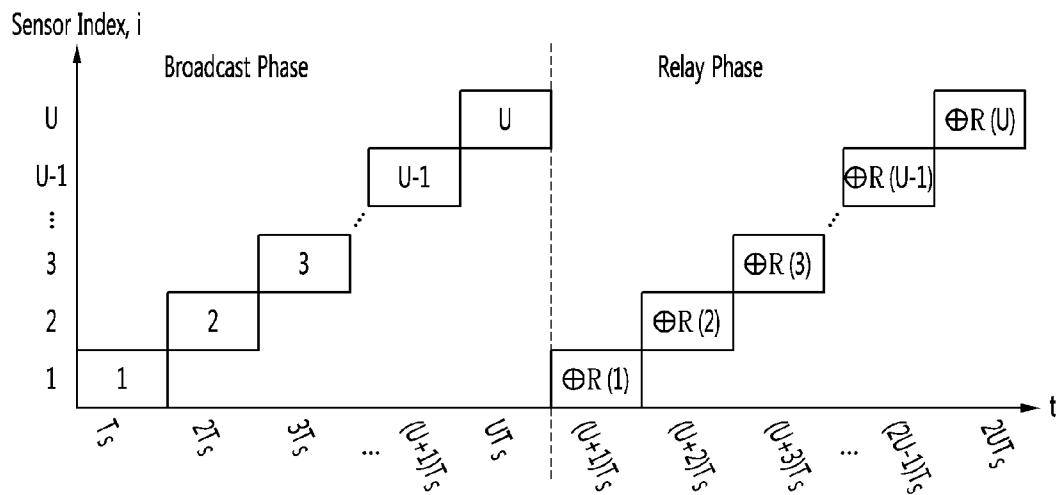
[도 1]



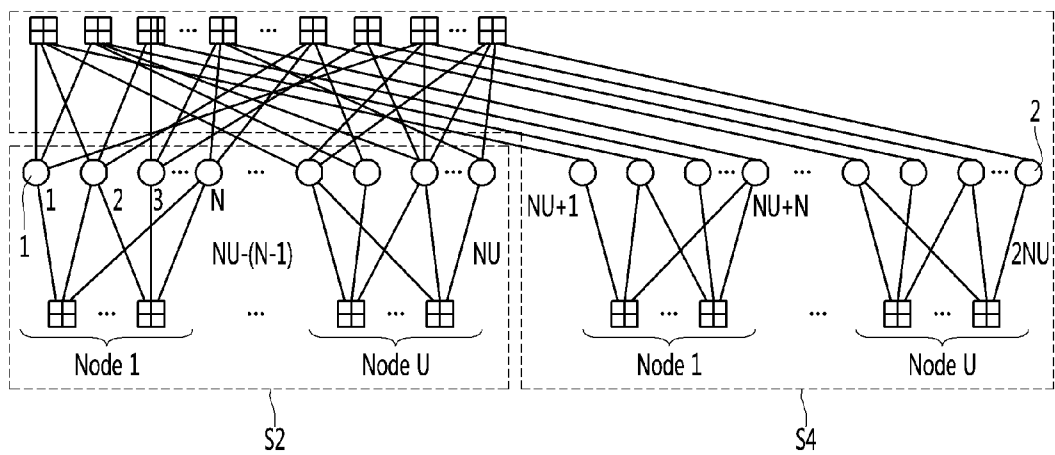
[도 2]



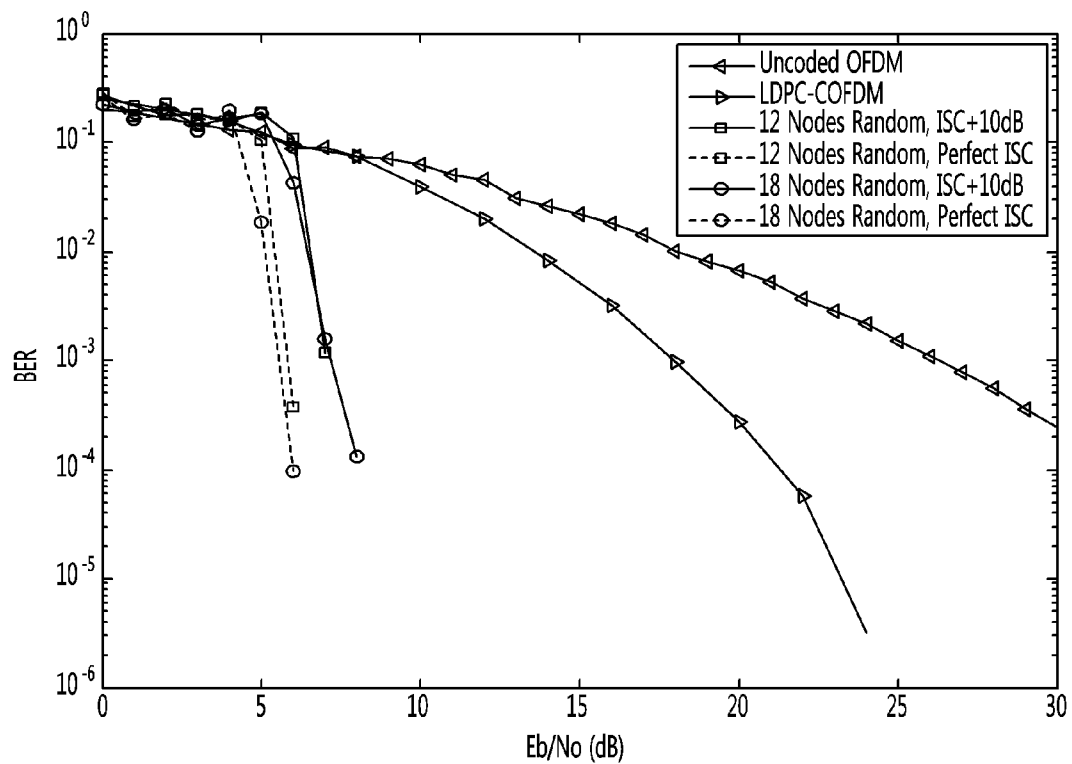
[도3]



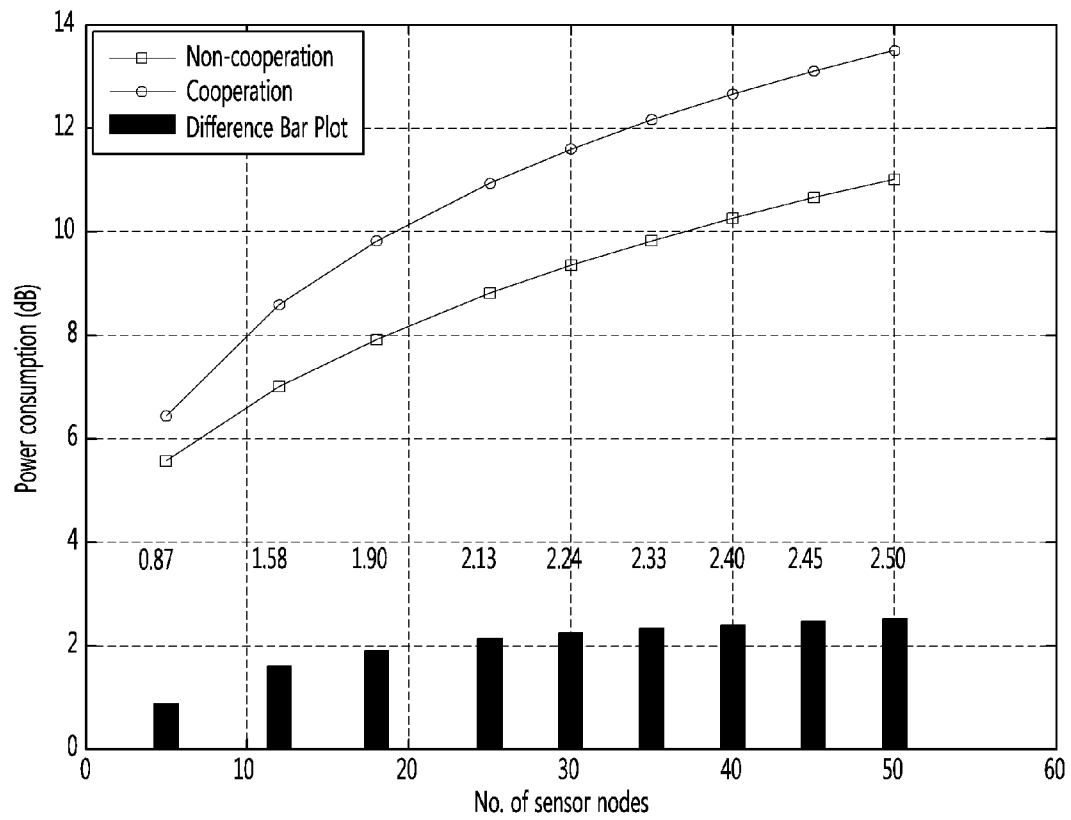
[도4]



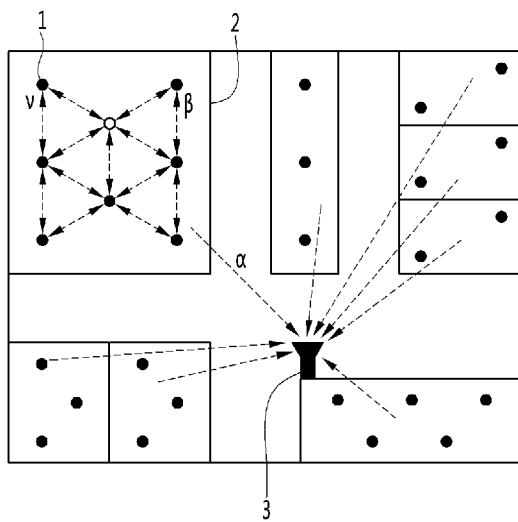
[도5]



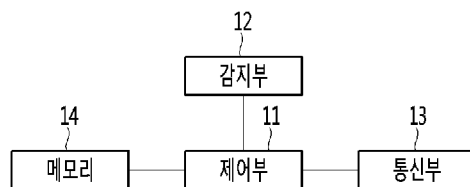
[도6]



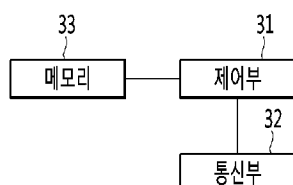
[도7]



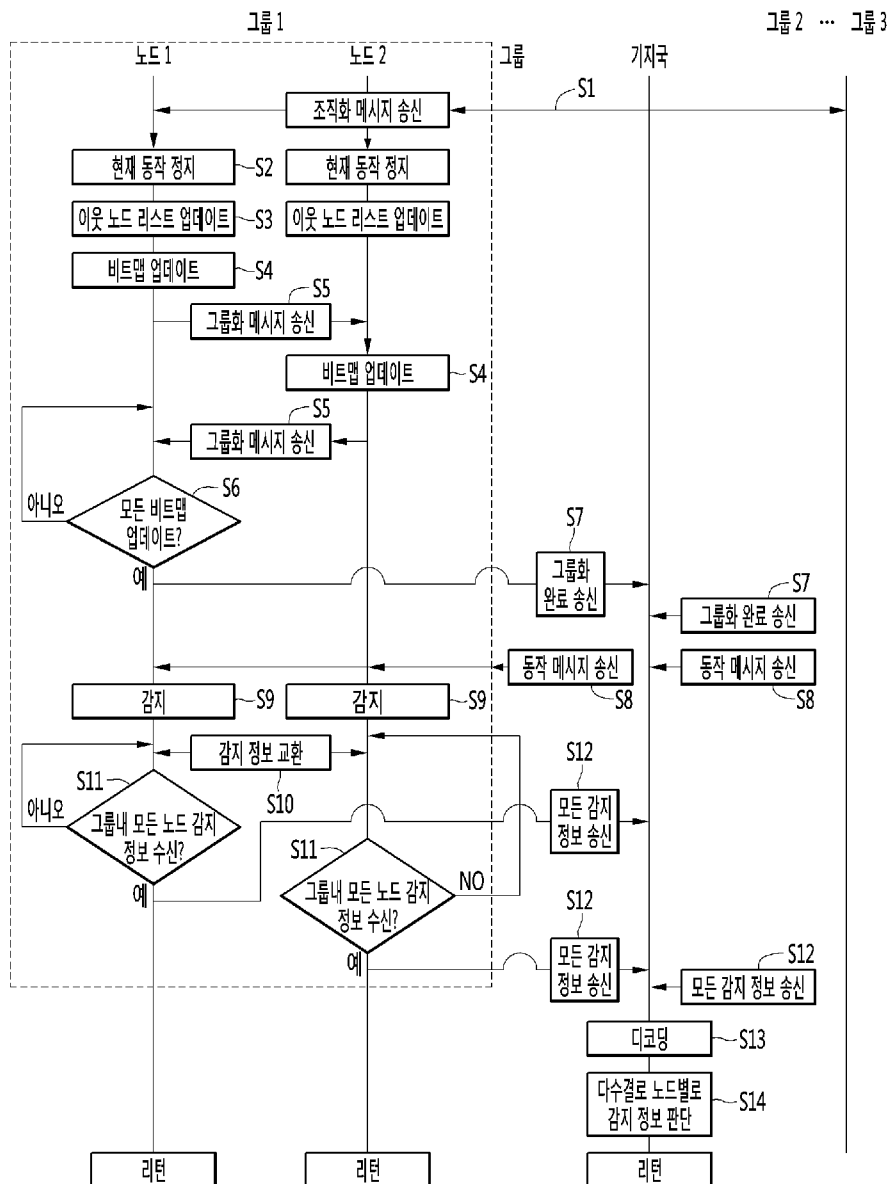
[도8]



[도9]



[도 10]



[도 11]

10-bit	10-bit	2-bit	5-bit	32-bit
SourceAddr	DestAddr	Timeout	Width	Bitmap

[도 12]

10-bit	10-bit	2-bit
LCS	TOA	Observation

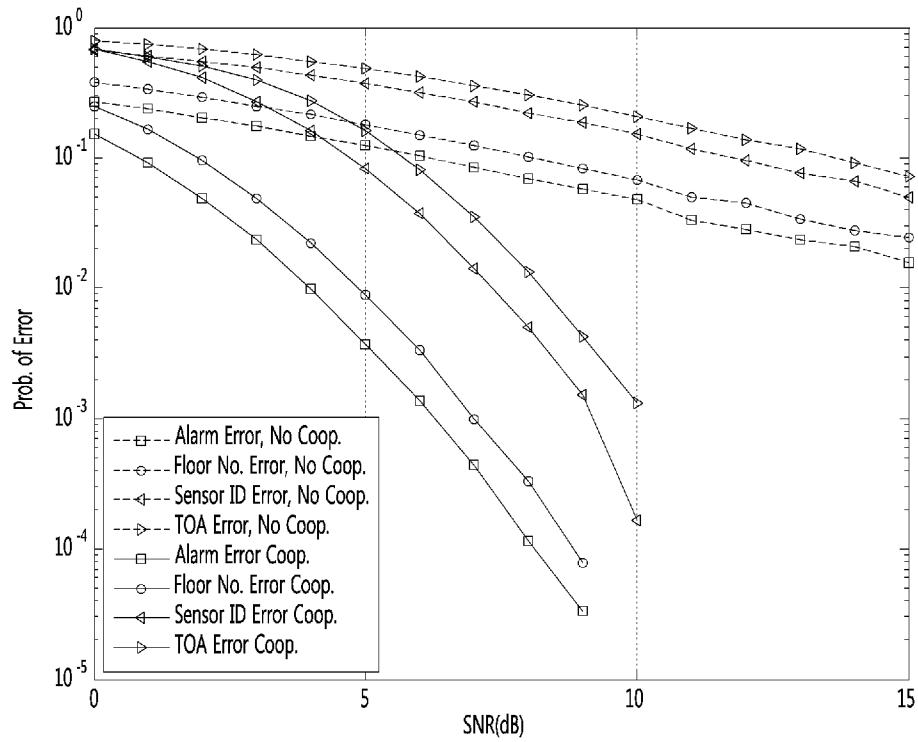
[도 13]

N X 10-bit	N X 10-bit	10-bit	N X 2-bit
LCS (1...N)	TOA (1...N)	T_d	Observation (1...N)

[도14]

$\begin{smallmatrix} i & j \end{smallmatrix}$	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	Result
1	D	O	O	O	C	C	W	O
2	C	C	W	W	W	W	D	W
3	O	O	C	C	C	C	C	C
4	W	W	D	D	D	D	D	D
5	D	D	W	C	W	C	C	C
6	O	C	W	W	W	W	W	W
7	W	C	C	O	O	O	O	O

[도15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/005653

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 4/00(2009.01)i, H04W 28/02(2009.01)i, H04W 84/18(2009.01)i, H04L 29/08(2006.01)i, H04L 1/00(2006.01)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 4/00; H04B 7/00; G08G 1/095; H04W 4/08; G08G 1/08; H04W 52/18; H04W 4/04; H04W 24/08; H04W 28/02; H04W 84/18; H04L 29/08; H04L 1/00

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: sensing node, cooperation group, base station, detection information, reading, replace

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2015-118847 A1 (NEC CORPORATION) 13 August 2015 See paragraphs [0018]-[0038]; and claims 1-7.	1-9
Y	US 2010-0137014 A1 (RAO, Yandunandana N. et al.) 03 June 2010 See paragraphs [0018]-[0023]; and claims 1-9.	1-9
Y	US 2008-0238720 A1 (LEE, Jin-Shyan) 02 October 2008 See paragraphs [0021], [0037]-[0049]; and claims 1-14.	1-9
A	US 2014-0286178 A1 (ROY, Tanusri) 25 September 2014 See paragraphs [0047]-[0051]; and claims 1-16.	1-9
A	IQBAL, Zafar et al., "Under Water Acoustic Channel Model and Variations due to Changes in Node and Buoy Positions", In: 5th Pacific Rim Underwater Acoustics Conference, Proceedings of Meetings on Acoustics, volume 24, issue 1, pages 1-11, 02 November 2015 See sections 4, 6.	1-9
A	IQBAL, Zafar et al., "Deployment Strategy Analysis for Underwater Cooperative Wireless Sensor Networks", In: 2015 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC), pages 699-703, 28 October 2015 See sections 2-3.	1-9



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

21 SEPTEMBER 2017 (21.09.2017)

Date of mailing of the international search report

21 SEPTEMBER 2017 (21.09.2017)

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. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/005653

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
WO 2015-118847 A1	13/08/2015	US 2017-0013424 A1	12/01/2017
US 2010-0137014 A1	03/06/2010	US 8135424 B2	13/03/2012
US 2008-0238720 A1	02/10/2008	TW 200839664 A	01/10/2008
		TW 1326859 B	01/07/2010
US 2014-0286178 A1	25/09/2014	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H04W 4/00(2009.01)i, H04W 28/02(2009.01)i, H04W 84/18(2009.01)i, H04L 29/08(2006.01)i, H04L 1/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H04W 4/00; H04B 7/00; G08G 1/095; H04W 4/08; G08G 1/08; H04W 52/18; H04W 4/04; H04W 24/08; H04W 28/02; H04W 84/18; H04L 29/08; H04L 1/00

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: 센싱노드, 협력그룹, 기지국, 감지정보, 판독, 교환

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	WO 2015-118847 A1 (NEC CORPORATION) 2015.08.13 단락 [0018]-[0038]; 및 청구항 1-7 참조.	1-9
Y	US 2010-0137014 A1 (YADUNANDANA N. RAO 등) 2010.06.03 단락 [0018]-[0023]; 및 청구항 1-9 참조.	1-9
Y	US 2008-0238720 A1 (JIN-SHYAN LEE) 2008.10.02 단락 [0021], [0037]-[0049]; 및 청구항 1-14 참조	1-9
A	US 2014-0286178 A1 (TANUSRI ROY) 2014.09.25 단락 [0047]-[0051]; 및 청구항 1-16 참조.	1-9
A	ZAFAR IQBAL 등, `Underwater acoustic channel model and variations due to changes in node and buoy positions`, In: 5th Pacific Rim Underwater Acoustics Conference, Proceedings of Meetings on Acoustics, Volume 24, Issue 1, 페이지 1-11, 2015.11.02 섹션 4, 6 참조.	1-9
A	ZAFAR IQBAL 등, `Deployment Strategy Analysis for Underwater Cooperative Wireless Sensor Networks`, In: 2015 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC), 페이지 699-703, 2015.10.28 섹션 2-3 참조.	1-9

☐ 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 원리나 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 신규성 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

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2017년 09월 21일 (21.09.2017)

국제조사보고서 발송일

2017년 09월 21일 (21.09.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

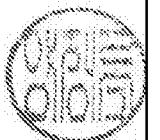
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

양정록

전화번호 +82-42-481-5709



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
WO 2015-118847 A1	2015/08/13	US 2017-0013424 A1	2017/01/12
US 2010-0137014 A1	2010/06/03	US 8135424 B2	2012/03/13
US 2008-0238720 A1	2008/10/02	TW 200839664 A TW I326859 B	2008/10/01 2010/07/01
US 2014-0286178 A1	2014/09/25	없음	