



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0135156
(43) 공개일자 2017년12월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 29/08 (2006.01) H04L 1/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04L 67/12 (2013.01)
H04L 1/0042 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0066621
(22) 출원일자 2016년05월30일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
광주과학기술원
광주광역시 북구 첨단과기로 123 (오룡동)
(72) 발명자
이홍노
광주광역시 북구 첨단과기로 123(오룡동) 광주과학기술원 정보통신공학부
자파 이크발
광주광역시 북구 첨단과기로 123 전기전자컴퓨터공학부
(74) 대리인
김기문

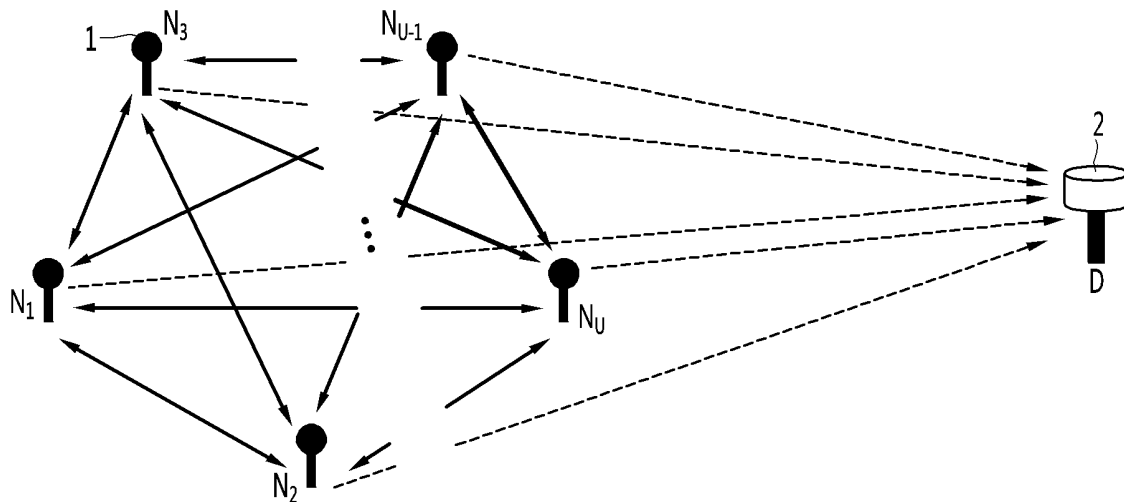
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 센싱 데이터 처리장치 및 데이터 처리방법

(57) 요약

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 엔코딩하여 전송정보로서 방송하고, 상기 다른 노드는 상기 전송정보를 제 2 방식으로 엔코딩하여 상기 기지국으로 릴레이한다. 이에 따른 네트워크의 소비전력이 줄어드는 장점이 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H04L 1/0057 (2013.01)

H04L 1/0082 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 GF01510
 부처명 미래창조과학부
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 해외우수연구기관유치사업
 연구과제명 한-러 극동협력 MT-IT 융합기술 국제 공동 개발 및 산업화 지원센터 구축
 기여율 1/2
 주관기관 광주과학기술원
 연구기간 2014.07.01 ~ 2015.06.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NN14150
 부처명 미래창조과학부
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 도약연구지원사업
 연구과제명 부호 이론적 다중 압축 센싱 시스템 개발
 기여율 1/2
 주관기관 광주과학기술원
 연구기간 2015.05.01 ~ 2016.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

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 엔코딩하여 전송정보로서 방송하고,

상기 다른 노드는 상기 전송정보를 제 2 방식으로 엔코딩하여 상기 기지국으로 릴레이하는 센싱 데이터 처리 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 어느 노드는, 상기 노드 네트워크에 포함되는 모든 노드이고,

상기 제 1 방식과 상기 제 2 방식은 다른 방식인 센싱 데이터 처리 장치.

청구항 3

어느 노드가 환경정보를 센싱하는 것;

상기 어느 노드가 상기 센싱된 정보를 제 1 방식으로 엔코딩하여 전송정보로서 방송하는 것; 및

상기 전송정보를 수신한 다른 노드가, 상기 전송정보를 두 개 이상 축적한 축적정보 중에서 선택되는 정보를 제 2 방식으로 엔코딩하여 릴레이정보로서 기지국으로 릴레이하는 것이 포함되는 센싱 데이터 처리 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 어느 노드는 노드 네트워크에 포함되는 모든 노드인 센싱 데이터 처리 방법.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 전송정보와 상기 릴레이정보는 크기가 같은 센싱 데이터 처리 방법.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 다른 노드는, 상기 전송정보를 제 1 방식으로 엔코딩된 상태 그대로 제 2 방식으로 엔코딩하는 것이 포함되는 센싱 데이터 처리 방법.

청구항 7

제 3 항에 있어서,

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 사용되는 센싱 데이터 처리 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 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.

배경 기술

[0002] 수중음향통신(UAC: underwater acoustic communication)은 다양한 응용분야를 가진다. 예를 들어, 수중환경의 모니터링, 군사/해양관찰, 수중네비게이션, 방사능유출의 감시, 및 수중자원탐사에 사용될 수 있다.

[0003] 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.

[0004] 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.

[0005] 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 다중경로 지연은, 심볼간 간섭현상(inter symbol interference)과 주파수 선택적 페이딩(frequency-selective fading)을 확산시킨다. 이로써 수중음향통신의 성능이 열화한다.

[0006] 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.

[0007] 그러나, 이 방식은 랜덤한 페이딩에 의해서 성능이 열화하는 문제가 있다. 또한, 이 방식에 채택하는 점대점 시스템은 장기 깊은 페이딩(long-term deep faing), 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.

선행기술문헌

비특허문헌

[0008] (비특허문헌 0001) I. F. Akyildiz, D. Pompili, and T. Melodia, "Underwater acoustic sensor networks: research challenges,"Elsevier Ad Hoc Networks, vol. 3, pp. 257-279, Mar. 2005.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기 문제점을 해소하기 위하여 제안되는 것으로서, 랜덤 페이딩에 의한 성능 열화를 방지하는 센싱 데이터 처리장치 및 데이터 처리방법을 제안한다.

[0010] 본 발명은 점대점 시스템(point to point system)에 의해서 발생하는 다양한 문제점을 개선하는 센싱 데이터 처리장치 및 데이터 처리방법을 제안한다.

[0011] 본 발명은 반복적인 전송때문에, 소모전력이 증대하여 시스템의 수명을 축소시키는 문제를 개선하는 센싱 데이터 처리장치 및 데이터 처리방법을 제안한다.

과제의 해결 수단

[0012] 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 엔코딩하여 전송정보로서 방송하고, 상기 다른 노드는 상기 전송정보를 제 2 방식으로 엔코딩하여 상기 기지국으로 릴레이한다. 이에 따르면, 소비전력을 줄일 수 있다.

- [0013] 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 최대화된다.
- [0014] 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 축적정보 중에서 선택되는 정보를 제 2 방식으로 인코딩하여 릴레이정보로서 기지국으로 릴레이하는 것이 포함된다. 이에 따르면, 소비전력이 줄어든다.
- [0015] 상기 방법에서, 상기 어느 노드는 노드 네트워크에 포함되는 모든 노드이다. 이로써 소비전력의 절감효과가 최대화될 수 있다.
- [0016] 상기 방법에서, 상기 전송정보와 상기 릴레이정보는 크기가 같다. 이에 따르면 무선자원의 활용도를 높일 수 있다.
- [0017] 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.
- [0018] 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.

발명의 효과

- [0019] 본 발명에 따르면, 높은 부호화이득을 얻어서, 수중과 같은 열악한 환경의 정보를 신뢰성 있게, 저소비전력으로 오랜 시간 동안 데이터를 획득할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 수중 센싱 데이터 처리장치의 구성을 설명하는 도면.
- 도 2는 수중 센싱 데이터 처리방법의 흐름도.
- 도 3은 시간과 각 노드를 각각의 축으로 하여 정보전송을 보이는 그래프.
- 도 4는 노드에서 센싱된 정보가 코딩되는 것을 보여주는 도면.
- 도 5는 실시예의 성능을 비교하여 나타내는 그래프.
- 도 6은 종래기술과 실시예를 비교하여 노드의 개수와 소비전력을 비교하는 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 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.
- [0022] 도 1은 실시예에 따른 수중 센싱 데이터 처리장치의 구성을 설명하는 도면이다.
- [0023] 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/화학적 양을 측정할 수 있다. 상기 적어도 두 개의 노드는 그 전체를 노드 네트워크로 할 수 있다. 상기 부이는 수중환경을 특정하는 경우에 사용할 수 있고, 그 외의 경우를 통칭하여 기지국이라고 이름할 수도 있다.
- [0024] 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.

- [0025] 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 때문입니다. 상기 전송정보를 수신한 부이(2)는 반복 디코딩(iterative decoding)을 거쳐서 상기 전송정보를 복구할 수 있다.
- [0026] 상기 적어도 두 개의 노드(1)에 포함되는 모든 노드는, 상기 전송과정에서 센싱값이 포함되는 전송정보를 다른 노드로 방송하는 최초의 노드가 될 수 있다.
- [0027] 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.
- [0028] 상기 수중 센싱 데이터 처리장치의 동작 및 작용은 이하에 제시되는 수중 센싱 데이터 처리방법에 의해서 더 구체적으로 이해될 수 있다.
- [0029] 도 2는 실시예에 따른 수중 센싱 데이터 처리방법의 흐름도이다.
- [0030] 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.
- [0031] 도 2를 참조하면, 노드(예를 들어, 제 1 노드)는 먼저 센싱 동작을 수행한다(S1). 센싱된 정보는 제 1 방식으로 제 1 인코딩된다(S2). 상기 제 1 방식의 인코딩은 LPDC COFDM(저밀도 패리티 체크 코드 직교 부호화 주파수 분할 다중 방식)이 적용될 수 있고, Nbit 분량의 전송정보로 제공될 수 있다.
- [0032] 인코딩된 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.
- [0033] 상기 센싱(S1), 제 1 인코딩(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.
- [0034] 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.
- [0035] 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 인코딩된다(S4). 상기 제 2 방식은 저밀도 생성 행렬(LDGM:low density generator matrix)의 코드 행렬이 사용될 수 있다. 상기 제 2 방식의 인코딩(S4)은 축적정보가 모두 인코딩되지 않고, 상기 축적정보 중의 일부가 선택적으로 제 2 방식으로 인코딩된다. 제 2 방식으로 인코딩된 정보는 상기 부이로 제 2 전송된다(S5). 이 단계는 릴레이라고 할 수 있고, 상기 부이로 전송되는 정보는 릴레이정보라고 할 수 있다.
- [0036] 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.
- [0037] 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.
- [0038] 상기 제 2 인코딩(S4) 후에 전송되는 정보는 Nbit의 크기를 가질 수 있다. 그러면, 상기 제 1 전송(S3)과 동일한 분량으로 제공될 수 있다. 이는 축적정보가 모두 인코딩되지 않고 그 일부가 선택되는 것이기 때문임은 용이하게 이해할 수 있을 것이다. 결국, 상기 제 1 전송에서 소요되는 시간과, 상기 제 2 전송에서 소요되는 시간은

Ts로 함께 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.

- [0039] 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.
- [0040] 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.
- [0041] 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.
- [0042] 상기 제 1 전송(S3), 및 상기 제 2 전송(S5)에 대하여 더 상세하게 설명한다.
- [0043] 도 3은 시간과 각 노드를 각각의 축으로 하는 그래프이다.
- [0044] 도 3을 참조하면, 시분할 다중 접속 방식으로, 방송(broadcast) 및 릴레이(relay)가 수행된다.
- [0045] 상세하게 설명하면, 제 1 전송은 방송단계(broadcast phase)로서, 노드 1이 Ts시간 동안 상기 전송정보를 방송한 다음에, 노드 2가 Ts시간 동안 각각 Nbit 크기의 상기 전송정보를 방송한다. 상기 방송단계는 모든 노드(U개)가 상기 전송정보를 방송하는 동안 계속된다. 모든 노드가 상기 전송정보를 전송하면 UTs의 시간이 소요될 것이다.
- [0046] 이후에는, 제 2 전송으로 릴레이단계(relay phase)가 수행된다. 구체적으로는, 상기 축적정보 중에서 임의로 선택되어 Nbit의 크기를 가지는 상기 릴레이정보가, Ts시간 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 UTs의 시간이 소요될 것이다.
- [0047] 상기 방송단계 및 상기 릴레이단계에 전체로서 소요되는 시간은 2UTs로 계산될 수 있다.
- [0048] 상기 제 1 코딩(S2), 및 상기 제 2 코딩(S4)에 대하여 더 상세하게 설명한다.
- [0049] 도 4는 노드에서 센싱된 정보가 코딩되는 것을 보여주는 도면으로서, 방송단계와 릴레이단계가 함께 표현되어 있는 것에 유의하여야 한다.
- [0050] 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.
- [0051] 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.
- [0052] 상기되는 수중 센싱 데이터 처리방법에 따르면, 통신환경의 신뢰성 저하, 및 암영대 존재라는 문제하에서, 어느 한 노드로부터 부이로 직접 상기 전송정보를 전송하는데 문제가 있다라도, 협력 네트워크를 통하여 안정적으로 상기 전송정보를 전달할 수 있다.
- [0053] 상기 특징으로 인하여 저소비전력으로 데이터를 처리할 수 있는데, 이하에서는 시뮬레이션 결과를 통하여 이를 설명한다.
- [0054] 시뮬레이션 조건은, 수심 50미터의 환경에서 12 및 18개의 노드가 밀바닥 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.

- [0055] 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.
- [0056] 도 5는 각 경우의 성능을 나타내는 그래프이다.
- [0057] 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.
- [0058] 종래 기술(비특허문헌 1)인 LDPC-COFDM과 18노드가 랜덤하게 놓여 있는 경우를 비교하면, 10^{-4} BER에서 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.
- [0059] 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.
- [0060] 먼저, 종래기술의 경우에는, 각 노드는 TDMA방식으로 전송정보를 부이로 전송하므로 모든 노드가 전송정보를 보내기 위한 에너지는 수학식 1과 같다.

수학식 1

[0061]
$$E_{s(non-coop)} = U(E_t + (U-1)E_i + E_r + E_{dnc})$$

- [0062] 실시예는 TDMA방식으로 상기 방송단계 및 상기 릴레이단계를 각각 거치므로 모든 노드가 전송정보를 보내기 위한 에너지는 수학식 2와 같다.

수학식 2

[0063]
$$E_{s(coop)} = U(2E_t + (U-1)E_r + 2E_r + E_{dc})$$

- [0064] 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 쉬머(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.
- [0065] 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.
- [0066] 도 5를 참조하면, 노드가 18개인 경우에 10^{-4} BER에서 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.
- [0067] 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 배터리

를 사용하는데, 높은 부호화이득을 얻을 수 있기 때문에, 종래기술에 비하여 6.5배 높은 배터리 수명을 확보할 수 있다.

[0068] 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.

산업상 이용가능성

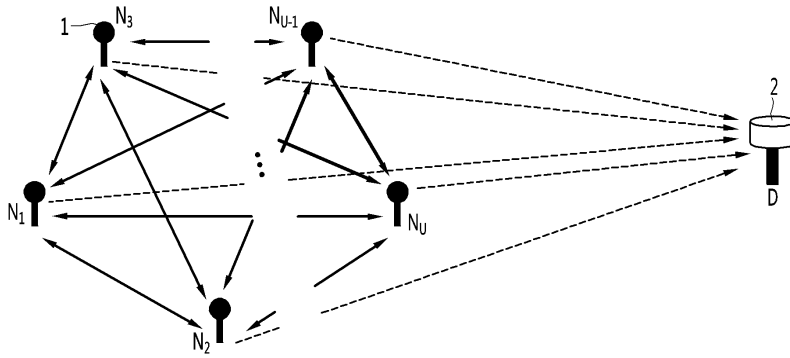
[0069] 본 발명에 따르면, 높은 부호화이득을 얻어서, 수중과 같은 열악한 환경의 정보를 신뢰성 있게, 저소비전력으로 오랜 시간 동안 데이터를 획득할 수 있다. 또한 간단한 프로그램의 수정만으로도 기존의 시스템을 개선할 수 있기 때문에, 산업상의 적용가능성이 높기 기대된다고 할 수 있다.

부호의 설명

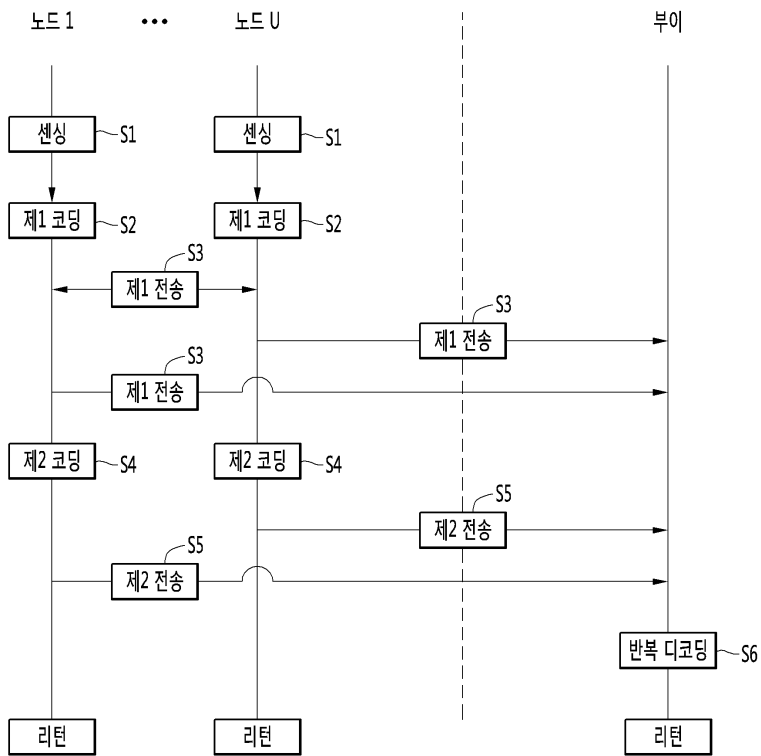
- [0070] 1: 센싱노드
- 2: 부이

도면

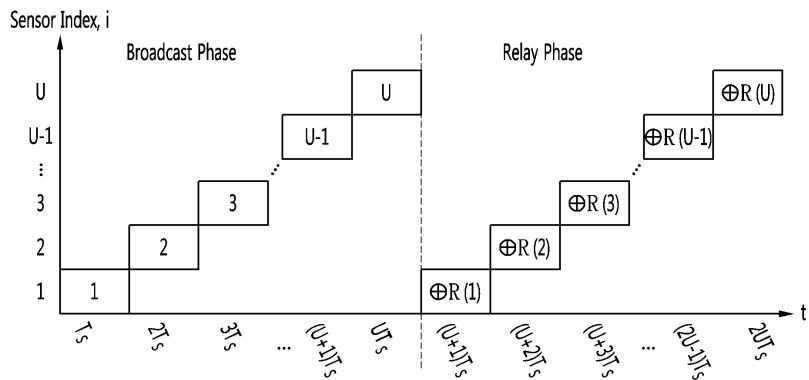
도면1



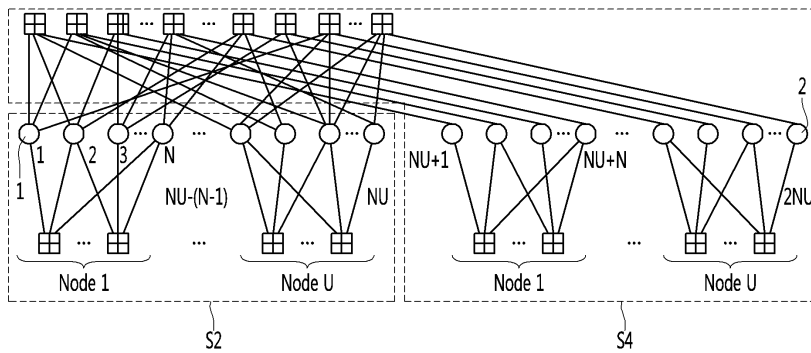
도면2



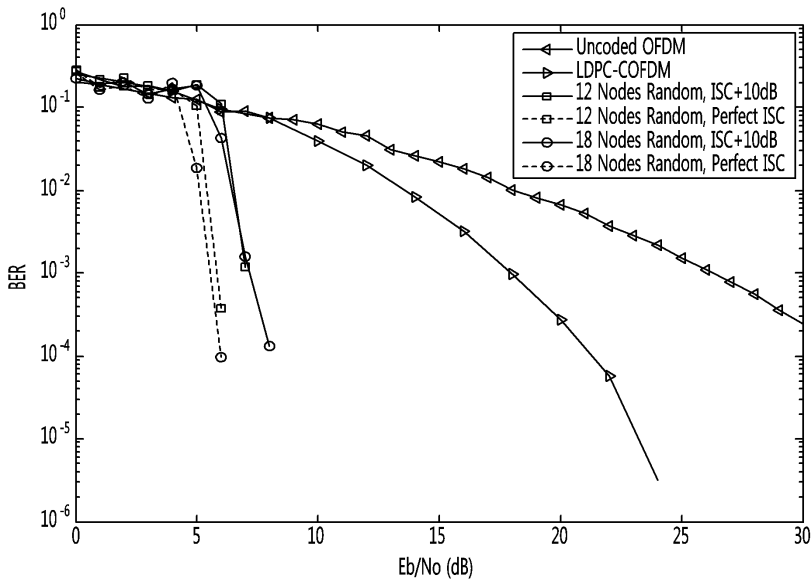
도면3



도면4



도면5



도면6

