



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2012년12월18일  
(11) 등록번호 10-1213534  
(24) 등록일자 2012년12월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04W 84/18 (2009.01) G05B 19/02 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2010-0140293  
(22) 출원일자 2010년12월31일  
심사청구일자 2010년12월31일  
(65) 공개번호 10-2012-0072288  
(43) 공개일자 2012년07월03일  
(30) 우선권주장  
1020100133844 2010년12월23일 대한민국(KR)  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020100001803 A  
KR1020050108583 A  
KR1020000012704 A  
KR1020080077244 A

(73) 특허권자  
강릉원주대학교산학협력단  
강원도 강릉시 죽헌길 7(지변동)  
(72) 발명자  
김영표  
서울특별시 성북구 정릉로 77, BIT전문대학원 국제관 C-312 (정릉동, 국민대학교)  
박수현  
서울특별시 성북구 정릉로 77, BIT전문대학원 국제관 C-303 (정릉동, 국민대학교)  
(74) 대리인  
특허법인남춘  
(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 17 항

심사관 : 천대녕

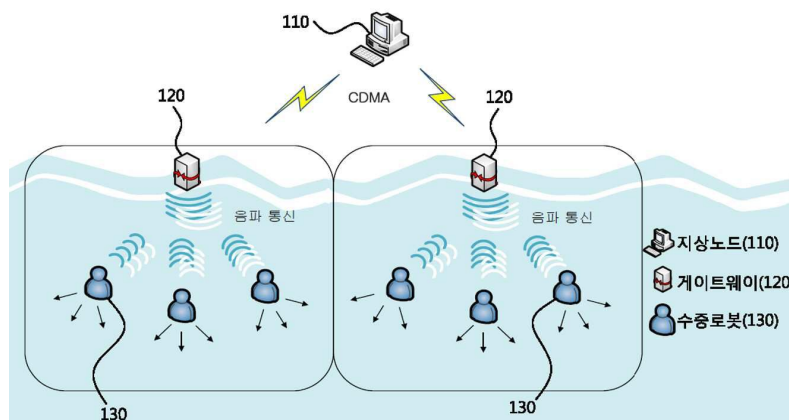
(54) 발명의 명칭 수중로봇 원격 제어 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명은 다수의 수중로봇을 원격으로 제어할 수 있는 수중로봇 원격 제어시스템 및 방법에 관한 것이다.

본 발명의 원격 제어방법은 게이트웨이에서 수중통신 프로토콜의 광고구간에서 프리엠블 메시지를 자신이 속한 클러스터 내의 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하는 단계; 상기 다수의 수중로봇에서 상기 수중통신 프로토콜의 조인구간에서 각각 자신이 가입할 클러스터를 선정하고 그 선정된 클러스터에 가입을 위한 요청정보 및 자신의 위치정보를 포함한 조인 메시지를 상기 게이트웨이로 전송하는 단계; 상기 게이트웨이에서 상기 수중통신 프로토콜의 비콘구간에서 비콘 프레임을 상기 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하여 상기 수중로봇의 위치정보에 따라 데이터 전송을 위한 타임슬롯을 할당하는 단계; 상기 수중로봇에서 상기 수중통신 프로토콜의 제어구간에서 각각 할당된 타임슬롯을 통해 수중정보 수집 데이터를 상기 게이트웨이로 전송하는 단계; 및 상기 게이트웨이에서 상기 수중통신 프로토콜의 데이터 전송구간에서 상위 노드로부터 전송받은 상기 수중로봇에 대한 제어 메시지를 상기 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**남궁정일**

서울특별시 성북구 정릉로 77, BIT전문대학원 국제  
관 C-312 (정릉동, 국민대학교)

**윤남열**

서울특별시 성북구 정릉로 77, BIT전문대학원 국제  
관 C-312 (정릉동, 국민대학교)

**조희진**

서울특별시 성북구 정릉로 77, BIT전문대학원 국제  
관 C-312 (정릉동, 국민대학교)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 C1090-1021-0001

부처명 지식경제부

연구사업명 대학 IT연구센터 육성 지원 사업

연구과제명 해양 환경 모니터링 센서 네트워크 시스템 기술 연구 개발

주관기관 강릉원주대학교

연구기간 2010.01.01 ~ 2010.12.31

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

게이트웨이에서 수중통신 프로토콜의 광고구간에서 프리앰블 메시지를 자신이 속한 클러스터 내의 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하는 단계;

상기 다수의 수중로봇에서 상기 수중통신 프로토콜의 조인구간에서 각각 자신이 가입할 클러스터를 선정하고 그 선정된 클러스터에 가입을 위한 요청정보 및 자신의 위치정보를 포함한 조인 메시지를 상기 게이트웨이로 전송하는 단계;

상기 게이트웨이에서 상기 수중통신 프로토콜의 비콘구간에서 비콘 프레임을 상기 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하여 상기 수중로봇의 위치정보에 따라 데이터 전송을 위한 타임슬롯을 할당하는 단계;

상기 수중로봇에서 상기 수중통신 프로토콜의 제어구간에서 각각 할당된 타임슬롯을 통해 수중정보 수집 데이터를 상기 게이트웨이로 전송하는 단계; 및

상기 게이트웨이에서 상기 수중통신 프로토콜의 데이터 전송구간에서 상위 노드로부터 전송받은 상기 수중로봇에 대한 제어 메시지를 상기 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하는 단계; 를 포함하고,

상기 타임슬롯을 할당하는 단계는, 상기 조인 메시지에 포함된 수중로봇의 위치정보를 이용하여 상기 게이트웨이로부터 상기 수중로봇까지의 거리가 가까운 순서로 타임슬롯을 할당하는 것을 특징으로 하는 수중로봇의 원격 제어방법.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

제1항에 있어서,

상기 게이트웨이에서 상기 상위 노드로부터 상기 수중로봇에 대한 제어 메시지를 비주기적으로 수신하는 것을 특징으로 하는 수중로봇의 원격 제어방법.

**청구항 4**

제3항에 있어서,

상기 수중로봇에 대한 제어 메시지를 브로드캐스팅하는 단계는,

상기 게이트웨이에서 상기 상위 노드로부터 비주기적으로 전송받은 상기 각 수중로봇별 제어 메시지를 미리 설정된 시간 동안 버퍼링하는 단계;

상기 버퍼링된 제어 메시지를 통합(merging)하여 하나의 통합 제어 메시지로 생성하는 단계;

상기 통합 제어 메시지를 암호화하는 단계; 및

상기 암호화된 통합 제어 메시지를 상기 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 수중로봇의 원격 제어방법.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

새로운 수중로봇이 상기 클러스터 내로 진입하여 상기 게이트웨이로부터 브로드캐스팅되는 비콘 프레임을 수신하는 경우 상기 새로운 수중로봇에서 상기 수중통신 프로토콜의 유지/슬립 구간에서 상기 클러스터에 가입을 위한 가입요청정보 및 자신의 위치정보를 포함한 조인 메시지를 상기 게이트웨이로 전송하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수중로봇의 원격 제어방법.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 게이트웨이에서 상기 수중통신 프로토콜의 다음 주기의 비콘구간에서 비콘 프레임을 상기 새로운 수중로봇을 포함한 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하여 상기 각 수중로봇별 위치정보에 따라 타임슬롯을 할당하는 단계; 및

상기 새로운 수중로봇을 포함한 다수의 수중로봇에서 상기 수중통신 프로토콜의 다음 주기의 제어구간에서 상기 할당된 타임슬롯을 통해 수중정보 수집 데이터를 상기 게이트웨이로 전송하는 단계; 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수중로봇의 원격 제어방법.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

상기 게이트웨이에서 상기 수중통신 프로토콜의 다음 주기의 데이터 전송구간에서 상기 상위 노드로부터 비주기적으로 전송받은 상기 수중로봇별 제어 메시지를 상기 새로운 수중로봇을 포함한 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수중로봇의 원격 제어방법.

**청구항 8**

제7항에 있어서, 상기 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하는 단계는,

상기 게이트웨이에서 상기 각 수중로봇별 제어 메시지를 버퍼링하는 단계;

상기 버퍼링된 제어 메시지를 통합(merging)하여 하나의 통합 제어 메시지로 생성하는 단계;

상기 통합 제어 메시지를 암호화하는 단계; 및

상기 암호화된 통합 제어 메시지를 상기 새로운 수중로봇을 포함한 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 수중로봇의 원격 제어방법.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 다수의 수중로봇이 위치를 이동하여 상기 게이트웨이와의 거리가 변경되는 경우 상기 다수의 수중로봇에서 상기 수중통신 프로토콜의 조인구간에서 자신의 위치정보를 포함한 조인 메시지를 상기 게이트웨이로 전송하는 단계; 및

상기 게이트웨이에서 상기 수중통신 프로토콜의 비콘구간에서 비콘 프레임을 상기 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하여 상기 수중로봇의 변경된 위치정보에 따라 타임슬롯을 할당하는 단계; 및

상기 다수의 수중로봇에서 상기 수중통신 프로토콜의 제어구간에서 상기 할당된 타임슬롯을 통해 수중정보 수집 데이터를 상기 게이트웨이로 전송하는 단계; 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수중로봇의 원격 제어방법.

**청구항 10**

제9항에 있어서, 상기 타임슬롯을 할당하는 단계는,

상기 조인 메시지에 포함된 수중로봇의 변경된 위치정보를 이용하여 상기 게이트웨이로부터 상기 수중로봇까지의 거리가 가까운 순서로 타임슬롯을 할당하는 것을 특징으로 하는 수중로봇의 원격 제어방법.

**청구항 11**

제6항 또는 제9항에 있어서,

상기 타임슬롯을 할당받을 필요가 없는 수중로봇은 상기 수중통신 프로토콜의 유지/슬립 구간에서 슬립모드로 작동하여 비활성화 상태로 유지하는 것을 특징으로 하는 수중로봇의 원격 제어방법.

**청구항 12**

수중통신 프로토콜의 광고구간에서 프리앰블 메시지를 자신이 속한 클러스터 내로 브로드캐스팅하고 상기 수중통신 프로토콜의 비콘구간에서 비콘 프레임을 상기 클러스터 내로 브로드캐스팅하여 데이터 전송을 위한 타임슬롯을 할당하며 상기 수중통신 프로토콜의 데이터 전송구간에서 전송받은 다수의 제어 메시지를 상기 클러스터 내로 브로드캐스팅하는 게이트웨이;

상기 수중통신 프로토콜의 조인구간에서 각각 자신이 가입할 클러스터를 선정하고 그 선정된 클러스터에 가입을 위한 요청정보 및 자신의 위치정보를 포함한 조인 메시지를 상기 게이트웨이로 전송하고, 상기 수중통신 프로토콜의 제어구간에서 상기 할당된 타임슬롯을 통해 수중정보 수집 데이터를 상기 게이트웨이로 전송하는 다수의 수중로봇; 및

상기 다수의 수중로봇별 제어 메시지를 무선망을 통하여 상기 게이트웨이로 비주기적으로 전송하는 상위 노드; 를 포함하고,

상기 게이트웨이는, 상기 다수의 수중로봇으로부터 수신된 조인 메시지에 포함된 수중로봇의 위치정보를 이용하여 상기 게이트웨이에서 상기 각 수중로봇까지의 거리가 가까운 순서로 타임슬롯을 할당하는 것을 특징으로 하는 수중로봇의 원격 제어시스템.

### 청구항 13

삭제

### 청구항 14

제12항에 있어서, 상기 게이트웨이는,

상기 상위 노드로부터 비주기적으로 전송받은 상기 다수의 수중로봇별 제어 메시지를 미리 설정된 시간 동안 버퍼링하고 상기 버퍼링된 다수의 제어 메시지를 통합(merging)하여 하나의 통합 제어 메시지로 생성하고, 상기 통합 제어 메시지를 암호화한 후 상기 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하는 것을 특징으로 하는 수중로봇의 원격 제어시스템.

### 청구항 15

제12항에 있어서,

새로운 수중로봇이 상기 클러스터 내로 진입하여 상기 게이트웨이로부터 브로드캐스팅되는 비콘 프레임을 수신하는 경우 상기 새로운 수중로봇에서 상기 수중통신 프로토콜의 유지/슬립 구간에서 상기 클러스터에 가입을 위한 가입요청정보 및 자신의 위치정보를 포함한 조인 메시지를 상기 게이트웨이로 전송하는 것을 특징으로 하는 수중로봇의 원격 제어시스템.

### 청구항 16

제15항에 있어서,

상기 수중통신 프로토콜은 상기 광고구간 및 조인구간으로 이루어진 초기화 구간과, 상기 제어구간, 데이터 전송구간 및 유지/슬립 구간으로 이루어진 수퍼프레임 구간을 포함하는 프레임으로 이루어진 것을 특징으로 하는 수중로봇의 원격 제어시스템.

### 청구항 17

제12항에 있어서,

상기 다수의 수중로봇이 위치를 이동하여 상기 게이트웨이와의 거리가 변경되는 경우 상기 다수의 수중로봇에서 상기 수중통신 프로토콜의 조인구간에서 자신의 위치정보를 포함한 조인 메시지를 상기 게이트웨이로 전송하고 상기 게이트웨이에서 상기 수중통신 프로토콜의 비콘구간에서 비콘 프레임을 상기 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하여 상기 수중로봇의 변경된 위치정보에 따라 타임슬롯을 할당하는 것을 특징으로 하는 수중로봇의 원격 제어시스템.

### 청구항 18

게이트웨이에서 프리앰블 메시지를 자신이 속한 클러스터 내의 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하는 광고구간

을 형성하는 단계;

상기 다수의 수중로봇에서 자신이 가입할 클러스터를 선정하고 그 선정된 클러스터에 가입을 위한 요청정보 및 자신의 위치정보를 포함한 조인 메시지를 상기 게이트웨이로 전송하는 조인구간을 형성하는 단계;

상기 게이트웨이에서 상기 다수의 수중로봇 정보, 타임슬롯 할당정보를 포함한 비콘 프레임을 생성하여 상기 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅함으로써 상기 수중로봇의 위치정보에 따라 데이터 전송을 위한 타임슬롯을 할당하는 비콘구간을 형성하는 단계;

상기 다수의 수중로봇에서 각각 할당된 타임슬롯을 통해 수중정보 수집 데이터를 상기 게이트웨이로 전송하는 제어구간을 형성하는 단계;

상기 게이트웨이에서 상위 노드로부터 비주기적으로 전송받은 상기 수중로봇별 제어 메시지를 상기 수중로봇으로 브로드캐스팅하는 데이터 전송구간을 형성하는 단계; 및

새로운 수중로봇이 상기 클러스터 내부로 진입한 경우 상기 새로운 수중로봇에서 클러스터에 가입하기 위한 가입요청정보 및 위치정보를 포함한 조인 메시지를 상기 게이트웨이로 전달하는 유지/슬립 구간을 형성하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 수중로봇의 원격 제어를 위한 수중통신 프로토콜의 형성방법.

**청구항 19**

제18항에 있어서,

상기 데이터 전송구간에서 상기 게이트웨이는 상기 상위 노드로부터 비주기적으로 전송받은 상기 다수의 수중로봇별 제어 메시지를 미리 설정된 시간 동안 버퍼링하고 상기 버퍼링된 다수의 제어 메시지를 통합(merging)하여 하나의 통합 제어 메시지로 생성하여 상기 통합 제어 메시지를 암호화한 후 상기 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하는 것을 특징으로 하는 수중로봇의 원격 제어를 위한 수중통신 프로토콜의 형성방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 수중로봇 원격 제어시스템 및 방법에 관한 것으로서, 특히 수중음파신호를 이용하여 수중로봇으로 비주기적으로 제어 메시지를 전송함으로써 다수의 수중로봇을 원격으로 제어할 수 있도록 하는 수중로봇 원격 제어 시스템 및 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 수중환경에서의 통신은 해양 데이터 수집, 해저 탐사 및 개발, 재난방지, 해양 환경 모니터링, 군사 전술 감시, 경로 탐색 등 다양한 분야에 활용이 가능하다. 이러한 수중통신은 AUV(Autonomous Underwater Vehicle)와 ROV(Remotely Operated Vehicle) 등과 같은 수중로봇에 의해 더욱 활성화되고 있다. 해저 탐사 및 개발 시스템의 효율적인 운용을 위해서는 수중 무선 통신을 이용한 수중로봇에 대한 제어 시스템 구축이 필수적이다.

[0003] 그러나, 수중통신은 지상에서 사용되는 무선(RF)통신과는 달리 전자파 및 광파가 급속하게 감쇄하기 때문에 수중음파에 의한 제한적인 통신만이 가능하다. 수중에서 사용되는 음파통신은 매우 제한된 대역폭을 지니므로 한번에 전송할 수 있는 데이터량이 적고 다중경로와 페이딩 현상으로 인해 수중채널을 손상시킬 수 있다는 단점이 있다. 또한, 수중음파통신은 긴 전송지연과 패킷충돌로 인하여 배터리 소모에 대한 문제점도 지닌다.

[0004] 종래에 노드들이 채널을 미리 확보하여 주어진 채널을 통해 데이터를 전송함으로써 수중환경에 적합하며 에너지 효율을 고려한 수중음파통신이 연구되어 왔다. 이는 초기화 구간에서 채널확보를 위해 제어 메시지를 전송하여 인접한 노드들에게 자신의 채널 사용시간을 알림으로써 각 노드의 전송채널을 설정하게 된다. 그러나, 채널을 미리 설정하므로 전송할 데이터가 없을 경우에는 채널의 불필요한 낭비가 발생하게 되고 노드의 수가 많아져서 채널의 수가 많아질 경우 채널 충돌에 의한 에너지 소모와 전송 지연이 발생한다는 단점이 있다.

[0005] 또한, 이러한 문제를 보완하여 데이터 전송시 충돌을 최소화하기 위한 방법으로서 수중환경에서의 높은 전송지연과 낮은 대역폭을 고려하여 에너지 소모를 최소화하고 처리율을 최대화하는 기술이 제시되었다. 이러한 기술에서는 전송 사이클 구간을 슬롯예약 구간과 데이터 전송 구간으로 나뉘어져 있으며, 슬롯 예약 구간은 실제 데

이터를 전송하기 위해 경쟁기반으로 필요한 슬롯을 예약하기 위한 구간이고 데이터 전송 구간에서는 데이터 전송이 이루어질 때를 제외하고 비활성 상태를 유지하므로 에너지 소모를 최소화하게 된다. 그러나 모든 노드가 슬롯 예약 구간에서 활성 상태를 유지해야하므로 불필요한 에너지 손실이 발생할 수 있으며, 같은 전송 범위 내의 노드가 동시에 동일한 예약 슬롯을 사용하여 예약 메시지를 전송하면 충돌이 발생하는 문제점이 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0006] 본 발명은 상기한 종래기술의 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 수중환경에서 미리 할당된 타임슬롯에 따라 다수의 수중로봇에서 데이터를 전송함으로써 충돌발생을 방지할 수 있도록 하는 수중로봇 원격 제어시스템 및 방법을 제공하는데 목적이 있다.
- [0007] 또한, 본 발명은 다수의 수중로봇으로 비주기적인 제어메시지를 전송하여 수중로봇을 비주기적으로 제어함으로써 수중로봇 제어의 실시간성을 보장할 수 있는 수중로봇 원격 제어 시스템 및 방법을 제공하는데 다른 목적이 있다.
- [0008] 또한, 본 발명은 상위 노드로부터 전달받은 각 수중로봇별 제어 메시지를 버퍼링 과정을 거쳐 하나의 메시지로 통합(merging)하여 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅(broadcasting)함으로써 에너지 효율을 높일 수 있는 수중로봇 원격 제어시스템 및 방법을 제공하는데 추가적인 목적이 있다.
- [0009] 나아가, 본 발명은 클러스터 내외로 수중로봇이 진입 및 이탈하는 경우에 다른 수중로봇들의 불필요한 에너지 소모를 방지할 수 있도록 하는 수중로봇 원격 제어 시스템 및 방법을 제공하는데 또 다른 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0010] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명은,
- [0011] 게이트웨이에서 수중통신 프로토콜의 광고구간에서 프리엠블 메시지를 자신이 속한 클러스터 내의 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하는 단계; 상기 다수의 수중로봇에서 상기 수중통신 프로토콜의 조인구간에서 각각 자신이 가입할 클러스터를 선정하고 그 선정된 클러스터에 가입을 위한 요청정보 및 자신의 위치정보를 포함한 조인 메시지를 상기 게이트웨이로 전송하는 단계; 상기 게이트웨이에서 상기 수중통신 프로토콜의 비콘구간에서 비콘 프레임을 상기 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하여 상기 수중로봇의 위치정보에 따라 데이터 전송을 위한 타임슬롯을 할당하는 단계; 상기 수중로봇에서 상기 수중통신 프로토콜의 제어구간에서 각각 할당된 타임슬롯을 통해 수중정보 수집 데이터를 상기 게이트웨이로 전송하는 단계; 및 상기 게이트웨이에서 상기 수중통신 프로토콜의 데이터 전송구간에서 상위 노드로부터 전송받은 상기 수중로봇에 대한 제어 메시지를 상기 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하는 단계; 를 포함하는 수중로봇의 원격 제어방법을 제공한다.
- [0012] 본 발명의 실시 예에서, 상기 타임슬롯을 할당하는 단계는 상기 조인 메시지에 포함된 수중로봇의 위치정보를 이용하여 상기 게이트웨이로부터 상기 수중로봇까지의 거리가 가까운 순서로 타임슬롯을 할당한다.
- [0013] 본 발명의 실시 예에서, 상기 게이트웨이에서 상기 상위 노드로부터 상기 수중로봇에 대한 제어 메시지를 비주기적으로 수신한다.
- [0014] 본 발명의 실시 예에서, 상기 수중로봇에 대한 제어 메시지를 브로드캐스팅하는 단계는, 상기 게이트웨이에서 상기 상위 노드로부터 비주기적으로 전송받은 상기 각 수중로봇별 제어 메시지를 미리 설정된 시간 동안 버퍼링하는 단계; 상기 버퍼링된 제어 메시지를 통합(merging)하여 하나의 통합 제어 메시지로 생성하는 단계; 상기 통합 제어 메시지를 암호화하는 단계; 및 상기 암호화된 통합 제어 메시지를 상기 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하는 단계를 포함한다.
- [0015] 본 발명의 실시 예에서, 상기 수중로봇 원격 제어방법은, 새로운 수중로봇이 상기 클러스터 내로 진입하여 상기 게이트웨이로부터 브로드캐스팅되는 비콘 프레임을 수신하는 경우 상기 새로운 수중로봇에서 상기 수중통신 프로토콜의 유지/슬립 구간에서 상기 클러스터에 가입을 위한 가입요청정보 및 자신의 위치정보를 포함한 조인 메시지를 상기 게이트웨이로 전송하는 단계를 더 포함할 수 있다.

- [0016] 본 발명의 실시 예에서, 상기 수중로봇 원격 제어방법은, 상기 게이트웨이에서 상기 수중통신 프로토콜의 다음 주기의 비콘구간에서 비콘 프레임에 상기 새로운 수중로봇을 포함한 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하여 상기 각 수중로봇별 위치정보에 따라 타임슬롯을 할당하는 단계; 및 상기 새로운 수중로봇을 포함한 다수의 수중로봇에서 상기 수중통신 프로토콜의 다음 주기의 제어구간에서 상기 할당된 타임슬롯을 통해 수중정보 수집 데이터를 상기 게이트웨이로 전송하는 단계; 를 더 포함할 수도 있다.
- [0017] 본 발명의 실시 예에서, 상기 수중로봇 원격 제어방법은, 상기 게이트웨이에서 상기 수중통신 프로토콜의 다음 주기의 데이터 전송구간에서 상기 상위 노드로부터 비주기적으로 전송받은 상기 수중로봇별 제어 메시지를 상기 새로운 수중로봇을 포함한 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하는 단계를 더 포함할 수도 있다.
- [0018] 본 발명의 실시 예에서, 상기 수중로봇으로 브로드캐스팅하는 단계는, 상기 게이트웨이에서 상기 각 수중로봇별 제어 메시지를 버퍼링하는 단계; 상기 버퍼링된 제어 메시지를 통합(merging)하여 하나의 통합 제어 메시지로 생성하는 단계; 상기 통합 제어 메시지를 암호화하는 단계; 및 상기 암호화된 통합 제어 메시지를 상기 새로운 수중로봇을 포함한 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하는 단계를 포함한다.
- [0019] 본 발명의 실시 예에서, 상기 수중로봇 원격 제어방법은, 상기 다수의 수중로봇이 위치를 이동하여 상기 게이트웨이와의 거리가 변경되는 경우 상기 다수의 수중로봇에서 상기 수중통신 프로토콜의 조인구간에서 자신의 위치정보를 포함한 조인 메시지를 상기 게이트웨이로 전송하는 단계; 및 상기 게이트웨이에서 상기 수중통신 프로토콜의 비콘구간에서 비콘 프레임에 상기 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하여 상기 수중로봇의 변경된 위치정보에 따라 타임슬롯을 할당하는 단계; 및 상기 다수의 수중로봇에서 상기 수중통신 프로토콜의 제어구간에서 상기 할당된 타임슬롯을 통해 수중정보 수집 데이터를 상기 게이트웨이로 전송하는 단계; 를 더 포함한다.
- [0020] 본 발명의 실시 예에서, 상기 타임슬롯을 할당하는 단계는 상기 조인 메시지에 포함된 수중로봇의 변경된 위치정보를 이용하여 상기 게이트웨이로부터 상기 수중로봇까지의 거리가 가까운 순서로 타임슬롯을 할당함이 바람직하다.
- [0021] 본 발명의 실시 예에서, 상기 타임슬롯을 할당받을 필요가 없는 수중로봇은 상기 수중통신 프로토콜의 유지/슬립 구간에서 슬립모드로 작동하여 비활성화 상태로 유지한다.
- [0022] 또한, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은,
- [0023] 수중통신 프로토콜의 광고구간에서 프리엠블 메시지를 자신이 속한 클러스터 내로 브로드캐스팅하고 상기 수중통신 프로토콜의 비콘구간에서 비콘 프레임에 상기 클러스터 내로 브로드캐스팅하여 데이터 전송을 위한 타임슬롯을 할당하며 상기 수중통신 프로토콜의 데이터 전송구간에서 전송받은 다수의 제어 메시지를 상기 클러스터 내로 브로드캐스팅하는 게이트웨이; 상기 수중통신 프로토콜의 조인구간에서 각각 자신이 가입할 클러스터를 선정하고 그 선정된 클러스터에 가입을 위한 요청정보 및 자신의 위치정보를 포함한 조인 메시지를 상기 게이트웨이로 전송하고, 상기 수중통신 프로토콜의 제어구간에서 상기 할당된 타임슬롯을 통해 수중정보 수집 데이터를 상기 게이트웨이로 전송하는 다수의 수중로봇; 및 상기 다수의 수중로봇별 제어 메시지를 무선망을 통하여 상기 게이트웨이로 비주기적으로 전송하는 상위 노드를 포함하는 수중로봇의 원격 제어시스템을 제공한다.
- [0024] 본 발명의 실시 예에서, 상기 게이트웨이는 상기 다수의 수중로봇으로부터 수신된 조인 메시지에 포함된 수중로봇의 위치정보를 이용하여 상기 게이트웨이에서 상기 각 수중로봇까지의 거리가 가까운 순서로 타임슬롯을 할당한다.
- [0025] 본 발명의 실시 예에서, 상기 게이트웨이는 상기 상위 노드로부터 비주기적으로 전송받은 상기 다수의 수중로봇별 제어 메시지를 미리 설정된 시간 동안 버퍼링하고 상기 버퍼링된 다수의 제어 메시지를 통합(merging)하여 하나의 통합 제어 메시지로 생성하고, 상기 통합 제어 메시지를 암호화한 후 상기 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅한다.
- [0026] 본 발명의 실시 예에서, 상기 수중로봇 원격 제어시스템은 새로운 수중로봇이 상기 클러스터 내로 진입하여 상기 게이트웨이로부터 브로드캐스팅되는 비콘 프레임을 수신하는 경우 상기 새로운 수중로봇에서 상기 수중통신 프로토콜의 유지/슬립 구간에서 상기 클러스터에 가입을 위한 가입요청정보 및 자신의 위치정보를 포함한 조인 메시지를 상기 게이트웨이로 전송한다.
- [0027] 본 발명의 실시 예에서, 상기 수중통신 프로토콜은 상기 광고구간 및 조인구간으로 이루어진 초기화 구간과, 상기 제어구간, 데이터 전송구간 및 유지/슬립 구간으로 이루어진 수퍼프레임 구간을 포함하는 프레임으로 이루어



진다.

[0028] 본 발명의 실시 예에서, 상기 수중로봇 원격 제어시스템은 상기 다수의 수중로봇이 위치를 이동하여 상기 게이트웨이와의 거리가 변경되는 경우 상기 다수의 수중로봇에서 상기 수중통신 프로토콜의 조인구간에서 자신의 위치정보를 포함한 조인 메시지를 상기 게이트웨이로 전송하고 상기 게이트웨이에서 상기 수중통신 프로토콜의 비콘구간에서 비콘 프레임을 상기 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하여 상기 수중로봇의 변경된 위치정보에 따라 타임슬롯을 할당한다.

[0029] 또한, 본 발명은

[0030] 게이트웨이에서 프리엠프블 메시지를 자신이 속한 클러스터 내의 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅하는 광고구간; 상기 다수의 수중로봇에서 자신이 가입할 클러스터를 선정하고 그 선정된 클러스터에 가입을 위한 요청정보 및 자신의 위치정보를 포함한 조인 메시지를 상기 게이트웨이로 전송하는 조인구간; 상기 게이트웨이에서 상기 다수의 수중로봇 정보, 타임슬롯 할당정보를 포함한 비콘 프레임을 생성하여 상기 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅함으로써 상기 수중로봇의 위치정보에 따라 데이터 전송을 위한 타임슬롯을 할당하는 비콘구간; 상기 다수의 수중로봇에서 각각 할당된 타임슬롯을 통해 수중정보 수집 데이터를 상기 게이트웨이로 전송하는 제어구간; 상기 게이트웨이에서 상위 노드로부터 비주기적으로 전송받은 상기 수중로봇별 제어 메시지를 상기 수중로봇으로 브로드캐스팅하는 데이터 전송구간; 및 새로운 수중로봇이 상기 클러스터 내부로 진입한 경우 상기 새로운 수중로봇에서 클러스터에 가입하기 위한 가입요청정보 및 위치정보를 포함한 조인 메시지를 상기 게이트웨이로 전달하는 유지/슬립 구간을 포함하는 수중로봇의 원격 제어를 위한 수중통신 프로토콜을 제공한다.

[0031] 본 발명의 실시 예에서, 상기 데이터 전송구간에서 상기 게이트웨이는 상기 상위 노드로부터 비주기적으로 전송받은 상기 다수의 수중로봇별 제어 메시지를 일정시간 동안 버퍼링하고 상기 버퍼링된 다수의 제어 메시지를 통합(merging)하여 하나의 통합 제어 메시지로 생성하여 상기 통합 제어 메시지를 암호화한 후 상기 다수의 수중로봇으로 브로드캐스팅한다.

**발명의 효과**

[0032] 본 발명에 따른 수중로봇 원격 제어시스템 및 방법은 하기와 같은 효과를 갖는다.

[0033] 먼저, 본 발명은 수중환경에서 다수의 수중로봇에서 주기적으로 전송하는 데이터 간의 충돌발생을 방지할 수 있다.

[0034] 또한, 본 발명은 수중환경의 다수의 수중로봇을 원격지에서 원하는 시간에 비주기적으로 제어할 수 있다.

[0035] 또한, 본 발명은 수중환경에서 다수의 수중로봇으로 전송할 다수의 제어 메시지를 하나의 메시지로 통합(merging)하여 브로드캐스팅함으로써 에너지 효율을 향상시킬 수 있다.

[0036] 나아가, 본 발명은 다수의 수중로봇이 자신의 클러스터 내외로 진입 및 이탈하는 경우에도 기존 수중로봇의 불필요한 에너지 소모를 방지할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0037] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 수중로봇 원격 제어 시스템의 개략적인 구성도.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 수중통신 프로토콜의 구조도.

도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 게이트웨이에서 제어 메시지의 통합에 의한 통합 제어 메시지 생성과정을 보이는 도면.

도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 다수의 수중로봇의 원격 제어방법을 설명하기 위한 흐름도.

도 5는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 새로운 수중로봇이 클러스터 내로 진입하는 경우에 대한 네트워크 토폴로지의 예시도.

도 6은 도 5에서의 본 발명의 다른 실시 예에 따른 수중로봇의 원격 제어방법을 설명하기 위한 흐름도.

도 7은 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 수중로봇이 클러스터 내에서 이동하는 경우에 대한 네트워크 토폴로지의 예시도.

도 8은 도 7에서의 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 수중로봇의 원격 제어방법을 설명하기 위한 흐름도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0038] 이하에서, 본 발명의 바람직한 실시 예가 첨부된 도면들을 참조하여 설명할 것이다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.

[0039] 본 발명은 수중음파통신을 기반으로 다수의 수중로봇으로 비주기적으로 제어 메시지를 전송하고 각각의 수중로봇에서 자신에 할당된 타임슬롯을 이용하여 주기적으로 수중정보 수집 데이터를 전송하도록 한다. 이를 위하여 본 발명은 통신채널의 상태변화에 적응적이고 수중로봇의 이동성에 따른 토폴로지(topology)의 변화에 유연한 맥(MAC) 프로토콜을 제공한다. 또한 본 발명은 수중환경에 적합한 시분할다중접속(TDMA:Time Division Multiple Access) 기반의 MAC 프로토콜을 이용하여 수중로봇을 원격으로 제어하는 최적의 통신방식을 제공한다.

[0040] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 수중로봇 원격 제어 시스템의 개략적인 구성도이다.

[0041] 도 1에서와 같이 본 발명의 수중로봇 원격 제어 시스템은 지상노드(110), 다수의 게이트웨이(120) 및 다수의 수중로봇(130)을 포함하여 구성된다. 본 발명에서는 클러스터링(clustering) 기반의 구조화된 수중네트워크 토폴로지가 형성됨을 알 수 있다. 본 실시 예에서 네트워크 토폴로지는 2개의 클러스터(140,141)가 구비되고 각각의 클러스터(140,141)는 게이트웨이(120) 및 다수의 수중로봇(130)으로 구성된다.

[0042] 수중로봇(130)은 수중환경에서 각종 수중정보를 주기적으로 수집하고 이를 무선음파신호를 이용하여 자신이 속한 클러스터에 위치한 게이트웨이(120)에게 전송한다. 게이트웨이(120)는 자신이 속한 클러스터의 헤드의 역할을 수행하고 다수의 수중로봇(130)으로부터 무선음파신호로 주기적으로 전송되는 수중정보 수집 데이터를 수신하여 무선망을 통해 지상노드(110)로 전송한다. 본 발명의 실시 예에서 이러한 무선망은 코드분할다중접속(CDMA:code division multiple access) 망을 이용할 수 있다. 이를 위해 기지국, 기지국제어기 등의 장치를 구비함으로써 넓은 범위까지 데이터를 전송하도록 할 수 있다.

[0043] 또한, 게이트웨이(120)는 다수의 수중로봇(130)으로부터 주기적으로 전송되는 수중정보 수집데이터를 이용하여 수중정보 기반의 MAC 계층을 생성하고 이를 지속적으로 갱신한다. 게이트웨이(120)는 이와 같이 MAC 계층에 축적되는 수중정보를 바탕으로 각 수중로봇(130)의 수중 통신채널의 변화를 추정하여 자신이 속한 클러스터 내의 각 수중로봇(130)이 데이터 송수신시 충돌이 발생하지 않도록 시간 동기화 및 타임슬롯 할당을 수행한다.

[0044] 본 발명에서는 상기와 같은 네트워크 토폴로지 구조에서 수중환경에 적합한 수중통신 프로토콜이 제공되어 게이트웨이(120)와 수중로봇(130) 간의 데이터 통신이 이루어지게 된다. 이러한 수중통신 프로토콜은 수중환경에 적합하며 적응적이고 동적인 맥(MAC) 프로토콜로서 P-MAC(Preamble-MAC) 프로토콜이라 한다. 본 발명에서는 이러한 P-MAC 프로토콜을 이용하여 수중음파통신을 수행하며 이를 통해 다수의 수중로봇(130)을 원격적으로 제어하는 시스템 및 방법을 제공한다.

[0045] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 수중통신 프로토콜의 구조도이다.

[0046] 도 2와 같이 본 발명에 따른 수중통신 프로토콜은 초기 토폴로지 형성 및 시간 동기화를 위한 구간으로서 게이트웨이(120)는 내부의 데이터베이스를 생성 및 갱신하며 이를 기초로 시간 동기화 작업을 수행하고 다수의 수중로봇(130)은 적절한 클러스터에 가입하는 초기화 구간(initializaion period)(200)과, 데이터 전송을 수행하고 초기화 구간(200)에 의해 형성된 네트워크 토폴로지의 유지보수를 위한 슈퍼프레임 구간(superframe period)(270)으로 이루어진다.

[0047] 초기화 구간(200)은 광고구간(advertisement period)(210) 및 조인구간(join period)(270)으로 구분된다.

- [0048] 광고구간(210)은 적응적 맥 프로토콜 기반의 프리앰블 메시지(preamble message)를 생성하고 게이트웨이(120)가 이를 일정 시간간격으로 다수의 수중로봇(130)으로 브로드캐스팅(broadcasting)하는 구간이다. 프리앰블 메시지는 시퀀스 넘버, 시간 간격, 반복 카운트, 송신이력 등의 정보가 포함된다. 이러한 프리앰블 메시지의 브로드캐스팅에 따라 다수의 수중로봇(130)은 채널상태 및 채널변이 등의 정보를 측정할 수 있고, 이를 통해 게이트웨이(120)가 자신이 속한 클러스터를 동적으로 구성하는데 필요한 정보로 활용된다.
- [0049] 조인구간(220)은 광고구간(210)에 의해 수집된 정보를 기초로 네트워크 토폴리지를 형성하는 구간이다. 이 구간(220)에서 다수의 수중로봇(130)은 자신이 가입할 클러스터를 선정하고, 그 클러스터에 가입하기를 희망하는 조인 메시지(join message)를 게이트웨이(120)로 전송한다. 조인 메시지에는 클러스터 가입요청정보, 각 수중로봇(130)의 위치정보, 채널상태, 채널변이, 수신이력 등의 정보가 포함된다. 이로써 게이트웨이(120)는 조인 메시지의 내용을 통해 수중로봇(130)의 전송 지연 시간(propagation delay time)을 예측할 수 있다. 또한, 게이트웨이(120)는 다수의 수중로봇(130)으로부터 전송받은 조인 메시지를 통해 후술하는 비콘 프레임(beacon frame)을 생성한다. 비콘 프레임(130)은 클러스터에 참여한 수중로봇(130)의 정보, 타임슬롯(time slot)의 할당정보, 슈퍼프레임의 간격 및 반복주기, 활성화 및 비활성화 정보 등을 포함한다. 따라서, 게이트웨이(120)는 수중로봇(130)의 위치정보를 이용하여 다음 슈퍼프레임 구간의 제어구간에서 각각의 수중로봇(130)에 관한 적절한 타임슬롯을 할당하게 된다.
- [0050] 다음으로, 슈퍼프레임 구간(270)은 크게 비콘구간(beacon period)(230), 제어구간(control period)(240), 데이터전송구간(data transmission period)(250) 및 유지/슬립 구간(maintenance & sleep period)(260)으로 구분된다.
- [0051] 비콘구간(230)은 상기와 같이 생성된 비콘 프레임을 발송하는 구간이다.
- [0052] 제어구간(240)은 초기화 구간(210)에서 획득한 다수의 수중로봇(130)의 위치정보를 통해 적절한 타임슬롯(241)을 할당하는 구간이다. 이때, 할당할 수 있는 타임슬롯(241)의 개수는 가변적이며 정책적으로 최대 노드 수를 설정해 놓는 것이 바람직하다. 그 이유는 제한 없이 많은 개수의 타임슬롯을 할당하게 된다면 많은 시간을 데이터 수신에 할당하게 되어 실시간성을 보장하는데 어려움이 있기 때문이다. 또한, 제어구간(240)은 다수의 수중로봇(130)이 각자 할당된 타임슬롯(241)을 통해 각 수중로봇(130)의 위치정보, 수중정보 수집 데이터 등을 포함한 데이터를 게이트웨이(120)로 전송하는 구간이다. 여기서, 각 수중로봇(130)의 위치정보는 수중로봇(130)의 이동에 따른 위치변화를 주기적으로 통보하기 위한 것이다.
- [0053] 데이터 전송구간(250)은 게이트웨이(120)가 지상노드(110)로부터 비주기적으로 전달받은 수중로봇(130)별 제어 메시지를 암호화(encapsulation) 과정을 거쳐 다수의 수중로봇(130)으로 브로드캐스팅하는 구간이다. 이때, 게이트웨이(120)는 지상노드(110)로부터 각각의 수중로봇(130)별로 제어 메시지를 비주기적으로 전달받는데, 내부의 버퍼장치에서 버퍼링한 후 하나의 제어 메시지로 통합(merging)하는 과정을 거쳐 통합 제어 메시지를 생성하고 이러한 통합 제어 메시지를 다수의 수중로봇(130)으로 브로드캐스팅한다. 따라서, 상기한 암호화 과정에서도 각 수중로봇(130)별 제어 메시지마다 각각 암호화 과정을 수행하는 것이 아니라 하나의 통합 제어 메시지에 대하여 암호화 과정을 수행하면 된다. 이로써 각 수중로봇(130)으로 통합 제어 메시지의 암호화 및 브로드캐스팅을 처리하므로 상대적으로 적은 에너지 소모를 발생시키고 데이터 처리 측면에서도 효율성이 향상된다.
- [0054] 유지/슬립 구간(260)은 새로운 수중로봇(130)이 클러스터 내부로 진입할 경우 해당 수중로봇(130)이 유지모드로 작동하여 활성화 상태에서 클러스터에 가입하기 위한 가입 메시지를 생성하여 게이트웨이(120)로 전달하는 구간이다. 이로써 게이트웨이(120)는 다음 제어구간(240)에서 새로 가입한 수중로봇(130)을 위한 새로운 타임슬롯(241)을 할당하게 된다. 이때, 새로운 타임슬롯을 할당받을 필요가 없는 기존의 수중로봇(130)은 슬립모드로 작동하여 비활성화 상태를 유지하므로 불필요한 에너지 소모를 방지한다.
- [0055] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 게이트웨이에서 제어 메시지의 통합에 의한 통합 제어 메시지 생성과정을 보이는 도면이다.
- [0056] 도 3을 참조하면, 본 발명에 따른 게이트웨이(120)는 무선망을 통해 지상노드(110)로부터 각각의 수중로봇(130)별 제어 메시지를 비주기적으로 수신한다. 이를 통해 지상노드(110)는 각각의 수중로봇(130)별로 원격 제어를 수행할 수 있게 된다. 이때, 게이트웨이(120)는 각 수중로봇(130)별 제어 메시지를 비주기적으로 수신하게 되면 내부의 버퍼장치(미도시)를 이용하여 일정시간(t) 동안 제어 메시지를 버퍼링한 후 하나의 통합 제어 메시지로 생성한다. 이러한 통합 제어 메시지는 바람직하게는 프레임 구조로 생성될 수 있다. 이후, 통합 제어 메시지는

암호화 과정을 거친 후 다수의 수중로봇(130)으로 브로드캐스팅된다.

- [0057] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 다수의 수중로봇의 원격 제어방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0058] 도 4에서는 본 발명의 일 실시 예에 따라 게이트웨이(G/W)에서 수중음파신호를 이용하여 다수의 수중로봇(R1,R2,R3)과 메시지를 송수신하는 과정을 통해 다수의 수중로봇(R1,R2,R3)을 원격 제어하는 방법이 도시된다.
- [0059] 도 4에서와 같이 본 발명의 일 실시 예에 따른 게이트웨이(G/W)는 초기화 구간(200)의 광고구간(210)에서 프리앰블 메시지(410)를 생성하고 이를 미리 설정된 일정 시간간격으로 다수의 수중로봇(R1,R2,R3)에 브로드캐스팅한다(S101). 이로써 수중로봇(R1,R2,R3)은 조인구간(220)에서 이와 같이 브로드캐스팅된 프리앰블 메시지(410)를 수신하여 각각 자신이 가입할 클러스터를 선정하고, 그 선정된 클러스터에 가입하기 위하여 자신의 위치정보를 포함한 조인 메시지를 생성하여 게이트웨이(G/W)로 전송한다(S103).
- [0060] 이후에, 게이트웨이(G/W)는 비콘구간(230)에서 비콘 프레임을 생성하여 다수의 수중로봇(R1,R2,R3)으로 브로드캐스팅한다(S105). 이러한 비콘 프레임을 이용하여 각 수중로봇(R1,R2,R3)의 위치정보에 따라 각 수중로봇(R1,R2,R3)별 데이터 전송을 위한 타임슬롯을 할당한다. 이후 수중로봇(R1,R2,R3)은 제어구간(240)에서 각자 할당된 타임슬롯(241)을 통해 수중정보 수집 데이터(420)를 게이트웨이(G/W)로 전송한다(S107).
- [0061] 이때, 지상노드(110)에서 게이트웨이(G/W)를 통해 수중로봇(R1,R2,R3)에 대한 제어 메시지를 비주기적으로 전송할 수 있다. 이 경우, 게이트웨이(G/W)는 데이터 전송구간(250)에서 지상노드(110)로부터 비주기적으로 전송받은 각각의 수중로봇(R1,R2,R3)별 제어 메시지를 일정시간 동안 버퍼링한 후 통합(merging)과정을 거쳐 통합 제어 메시지로 생성하고 이를 암호화된 메시지(blocked message)(430)로 변환하여 다수의 수중로봇(R1,R2,R3)으로 브로드캐스팅한다(S109).
- [0062] 이후에, 계속하여 게이트웨이(G/W)에서 다음 제어구간에서 새로운 비콘 프레임을 수중로봇(R1,R2,R3)으로 브로드캐스팅하고(S111), 수중로봇(R1,R2,R3)은 자신의 위치정보 및 수중정보 수집 데이터를 자신의 타임슬롯을 통해 게이트웨이(G/W)로 전송한다(S113). 이러한 위치정보는 각 수중로봇(R1,R2,R3)의 이동에 따른 위치변화를 주기적으로 통보하기 위한 것이다.
- [0063] 도 5는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 새로운 수중로봇이 클러스터 내로 진입하는 경우에 대한 네트워크 토폴로지의 예시도이다.
- [0064] 도 5에는 본 발명의 다른 실시 예에 따라 다수의 클러스터(A,B,C,D)가 예시되어 있다. 각 클러스터(A,B,C,D)는 게이트웨이(G/W)와 다수의 수중로봇(R1~R11)을 포함한다. 이때, 클러스터별로 수중로봇의 개수는 변할 수 있음은 당연하다.
- [0065] 수중로봇(R1~R11)은 이동성이 보장되므로 임무수행 중에 자신이 최초에 속한 클러스터에서 다른 클러스터로 진입할 수 있다. 예컨대, 도면에 수중로봇(R4)이 기존 자신의 클러스터(C)에서 벗어나 다른 클러스터(A) 내로 진입하는 일례가 도시되어 있다. 이 경우, 수중로봇(R4)은 초기에 클러스터(C)에 속한 게이트웨이(GW2)와 수중통신을 수행하다가 나중에는 새로 진입한 클러스터(A)에 속한 게이트웨이(GW1)와 수중통신을 수행하게 된다.
- [0066] 도 6은 도 5에서의 본 발명의 다른 실시 예에 따른 수중로봇의 원격 제어방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0067] 도 6에서는 본 발명의 다른 실시 예에 따라 새로운 수중로봇(R4)이 클러스터 내부로 진입하는 경우 게이트웨이(120)에서 수중음파신호를 이용하여 다수의 수중로봇(130)과 메시지를 송수신하는 과정을 통해 다수의 수중로봇(130)을 원격 제어하는 방법이 도시된다.
- [0068] 도 5 및 도 6에서, 본 발명의 다른 실시 예에 따른 게이트웨이(G/W1,G/W2)는 광고구간(210)에서 프리앰블 메시지를 생성하고, 이를 미리 설정된 시간간격으로 각각 자신이 속한 클러스터(A,C) 내의 수중로봇(R1,R2,R3,R4,R5,R6)으로 브로드캐스팅한다. 즉, 도면의 예시에서 클러스터(A)에서는 제1 게이트웨이(G/W1)에서 수중로봇(R1,R2,R3)으로, 그리고 클러스터(C)에서는 제2 게이트웨이(G/W2)에서 수중로봇(R4,R5,R6)으로 프리앰블 메시지를 각각 브로드캐스팅한다. 이로써, 각각의 수중로봇(R1~R6)은 조인구간(220)에서 이와 같이 브로드캐스팅된 프리앰블 메시지를 수신하여 각각 자신이 가입할 클러스터를 선정하고, 그 선정된 클러스터에 가입하기

위하여 각각 자신의 위치정보를 포함한 조인 메시지를 게이트웨이(G/W1,G/W2)로 전송한다.

- [0069] 이후, 제1게이트웨이(G/W1)에서 비콘 프레임을 생성하여 자신이 속한 클러스터(A) 내의 수중로봇(R1,R2,R3)으로 브로드캐스팅하여 각 수중로봇(R1,R2,R3)별로 데이터 전송을 위한 타임슬롯을 할당하고, 제2게이트웨이(G/W2)에서도 비콘 프레임을 생성하여 자신이 속한 클러스터(C) 내 수중로봇(R4,R5,R6)으로 브로드캐스팅함으로써 각 수중로봇(R4,R5,R6)의 위치정보에 따라 데이터 전송을 위한 타임슬롯을 할당한다(S201). 이후 각각의 수중로봇(R1~R6)은 제어구간(240)에서 각자 할당된 타임슬롯(241)을 통해 수중정보 수집 데이터를 해당 게이트웨이(G/W1,G/W2)로 전송한다(S203).
- [0070] 계속해서, 각 게이트웨이(G/W1,G/W2)는 데이터 전송구간(250)에서 지상노드(110)로부터 비주기적으로 전송받은 각 수중로봇(R1~R6)별 제어 메시지를 통합 제어 메시지로 생성하고 이를 암호화된 메시지(BM:blocked message)로 변환하여 각각의 해당 수중로봇(R1~R6)으로 브로드캐스팅한다(S205).
- [0071] 이후에, 특정 수중로봇(R4)이 기존의 클러스터(C)를 이탈하여 새로운 클러스터(A)로 진입한 경우, 다음 제어구간(240)에서 제1게이트웨이(G/W1)가 비콘 프레임을 자신의 클러스터(A) 내의 수중로봇(R1,R2,R3,R4)으로 브로드캐스팅하여 각 수중로봇(R1,R2,R3,R4)별로 데이터 전송을 위한 타임슬롯을 할당한다(S207). 그러면 해당 제어구간(240)에서 기존의 수중로봇(R1,R2,R3)은 수중정보 수집 데이터를 제1게이트웨이(G/W1)로 전송하고(S209), 데이터 전송구간(250)에서 제1게이트웨이(G/W1)가 지상노드(110)로부터 비주기적으로 전송받은 각 수중로봇(R1,R2,R3)의 통합 제어 메시지를 암호화된 메시지(BM:blocked message)로 변환하여 각각의 해당 수중로봇(R1,R2,R3)으로 브로드캐스팅한다(S211).
- [0072] 이후에, 유지/슬립 구간(260)에서 새로운 클러스터(A) 내로 진입한 특정 수중로봇(R4)은 S207 단계에서 수신한 비콘 프레임을 수신하고 자신의 클러스터(A)에 참여하기 위한 조인 메시지를 제1게이트웨이(G/W1)로 전송한다(S213). 이로써, 다시 그 다음 제어구간(240)에서 제1게이트웨이(G/W1)는 자신의 클러스터(A) 내의 수중로봇(R1,R2,R3,R4)으로 비콘 프레임을 전송하고, 각 수중로봇(R1,R2,R3,R4)은 자신에게 할당된 타임슬롯을 통해 수중정보 수집 데이터 및 위치정보를 제1게이트웨이(G/W1)로 전송한다(S215). 이러한 과정들을 통해 수중로봇(R4)은 새로운 클러스터(A)에 참여하여 제1게이트웨이(G/W1)와 데이터를 송수신하게 된다.
- [0073] 한편, S207 단계에서 수중로봇(R4)이 다른 클러스터로 이동하였으므로 제2게이트웨이(G/W2)에서 브로드캐스팅하는 비콘 프레임을 수중로봇(R4)은 수신하지 않으므로 기존의 수중로봇(R5,R6)만 제2게이트웨이(G/W2)와 데이터를 송수신하게 된다.
- [0074] 도 7은 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 수중로봇이 클러스터 내에서 이동하는 경우에 대한 네트워크 토폴로지의 예시도이다.
- [0075] 도 7의 예시도에서 좌측의 클러스터에는 게이트웨이(G/W)(120)로부터 각 수중로봇(R1,R2,R3)(130)까지의 거리를 살펴보면  $R3>R2>R1$ 의 순으로 되어 있다. 이후 우측의 클러스터와 같이 수중로봇(R1,R2,R3)이 이동함으로써 게이트웨이(G/W)로부터 각 수중로봇(R1,R2,R3)까지의 거리를 살펴보면  $R2>R3>R1$ 의 순으로 되어 있다. 물론, 이러한 순서는 일례이며 거리의 순서는 변경이 가능하다.
- [0076] 도 8은 도 7에서의 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 수중로봇의 원격 제어방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0077] 도 8에서는 본 발명의 또 다른 실시 예에 따라 특정 수중로봇(130)이 이동하는 경우 게이트웨이(G/W)(120)에서 수중음파신호를 이용하여 다수의 수중로봇(130)과 메시지를 송수신하는 과정을 통해 다수의 수중로봇(R1,R2,R3)(130)을 원격 제어하는 방법이 도시된다.
- [0078] 도 7 및 도 8에서, 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 게이트웨이(G/W)는 광고구간(210)에서 프리앰블 메시지를 생성하고, 이를 미리 설정된 시간간격으로 각각 자신이 속한 클러스터 내의 수중로봇(R1,R2,R3)으로 브로드캐스팅한다. 이로써, 각 수중로봇(R1,R2,R3)은 조인구간(220)에서 이와 같이 브로드캐스팅된 프리앰블 메시지를 수신하여 클러스터에 가입하기 위한 조인 메시지를 게이트웨이로(G/W)로 전송한다.
- [0079] 이후에, 게이트웨이(G/W)에서 비콘 프레임을 생성하여 클러스터 내의 수중로봇(R1,R2,R3)으로 브로드캐스팅함으로써 각 수중로봇(R1,R2,R3)별 위치정보에 따라 데이터 전송을 위한 타임슬롯을 할당한다(S301). 이때, 이러한 타임슬롯은 각 수중로봇(R1,R2,R3)의 거리에 따라 순차적으로 할당한다. 예컨대, 도 7의 좌측 클러스터의 경우

R1,R2,R3의 순으로 타임슬롯을 할당한다. 이로써, 수중로봇(R1,R2,R3)은 제어구간(240)에서 자신에게 할당된 타임슬롯(241)을 통해 게이트웨이(G/W)로 순차적으로 수중정보 수집 데이터를 전송한다(S303).

[0080] 계속해서, 게이트웨이(G/W)는 데이터 전송구간(250)에서 지상노드(110)로부터 비주기적으로 전송받은 수중로봇(R1,R2,R3)별 제어 메시지를 통합(merging)하여 통합 제어 메시지로 생성하고 이를 암호화된 메시지(BM:blocked message)로 변환하여 수중로봇(R1,R2,R3)으로 브로드캐스팅한다(S305).

[0081] 이후의 S307~S311 단계에서 게이트웨이(G/W)는 수중로봇(R1,R2,R3)으로 비콘 프레임을 브로드캐스팅하고, 수중로봇(R1,R2,R3)이 게이트웨이(G/W)로 위치정보 및 수중정보 수집 데이터를 전송하며, 게이트웨이(G/W)에서 암호화된 통합 제어 메시지를 수중노드(R1,R2,R3)로 브로드캐스팅한다.

[0082] 여기서, 도 7의 우측 클러스터와 같이 수중로봇(R1,R2,R3)의 거리가 변경된 경우, 즉 R2>R3>R1으로 변경된 경우에는 게이트웨이(G/W)에서 비콘 프레임을 수중로봇(R1,R2,R3)으로 브로드캐스팅하여 각 수중로봇(R1,R2,R3)의 변경된 위치정보에 따라 타임슬롯 순서를 변경하여 할당한다(S313). 즉, 각 수중로봇(R1,R2,R3)의 거리에 따라 타임슬롯을 순차적으로 할당한다. 예컨대, 도 7의 우측 클러스터의 경우 R1,R3,R2의 순서대로 타임슬롯을 할당한다. 이로써, 수중로봇(R1,R2,R3)은 제어구간(240)에서 자신에게 할당된 타임슬롯(241)의 순서(R1-R3-R2)에 따라 해당 게이트웨이(G/W)로 순차적으로 수중정보 수집 데이터를 전송한다(S315).

[0083] 이상에서 설명한 본 발명은 바람직한 실시 예들을 통하여 상세하게 설명되었지만, 본 발명은 이러한 실시 예들의 내용에 한정되는 것이 아님을 밝혀둔다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 비록 실시 예에 제시되지 않았지만 첨부된 청구항의 기재 범위 내에서 다양한 본 발명에 대한 모조나 개량이 가능하며, 이들 모두 본 발명의 기술적 범위에 속함은 너무나 자명하다 할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

**산업상 이용가능성**

[0084] 최근 해양자원의 개발이 요구됨에 따라 수중통신 기술에 대한 연구개발이 활발히 진행되고 있다. 이러한 수중통신 기술은 다양한 분야로 확대되고 있다. 최근 다수의 응용분야가 융합화됨에 따른 수중통신 기술도 고려되고 있다. 특히, 수중환경에 이동성이 보장되는 수중로봇을 투입하여 더 넓은 지역에서 더 다양한 정보를 수집할 수 있게 되었다.

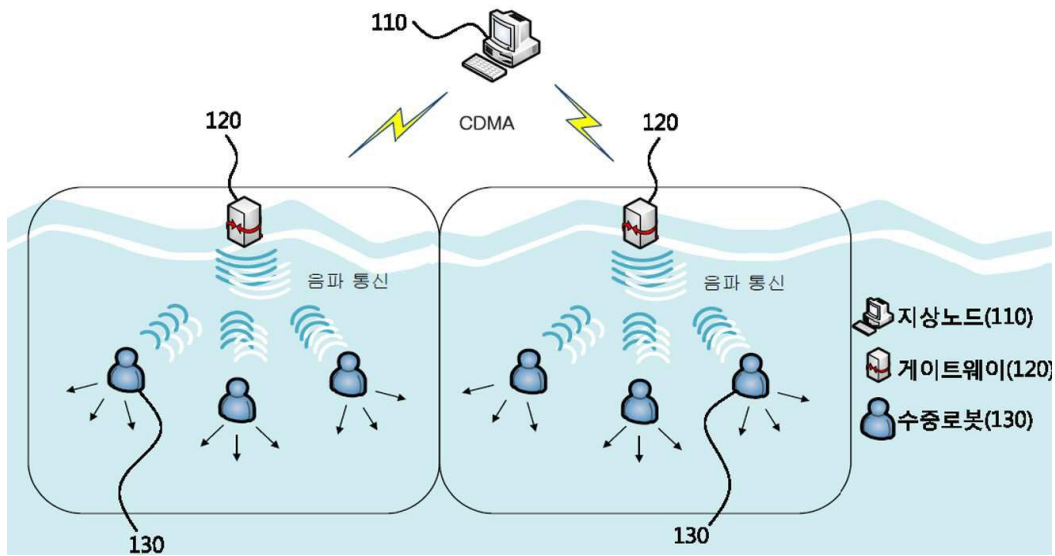
[0085] 이에 이러한 융합분야에서는 다수의 수중로봇을 수중로봇에 대한 비주기적인 원격 제어가 필요하게 된다. 이러한 측면에서 본 발명은 수중환경에서 다수의 수중로봇을 원격지에서 비주기적으로 제어할 수 있으므로 수중자원 개발 분야에서 매우 유용하게 적용될 수 있다.

**부호의 설명**

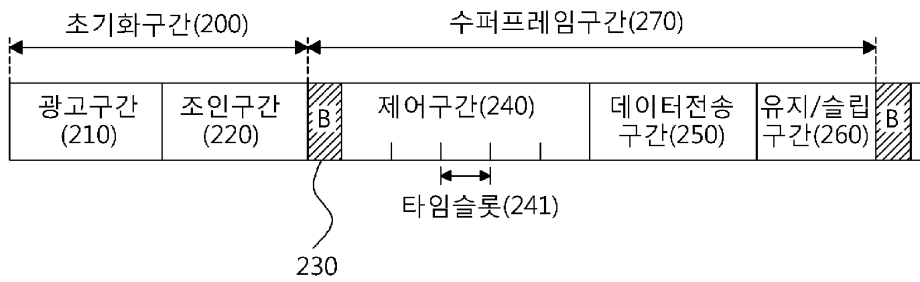
- [0086]
- |                |                  |
|----------------|------------------|
| 110 : 지상노드     | 120 : 게이트웨이(G/W) |
| 130 : 수중로봇     | 200 : 초기화구간      |
| 210 : 광고구간     | 220 : 조인구간       |
| 230 : 비콘구간     | 240 : 제어구간       |
| 250 : 데이터 전송구간 | 260 : 유지/슬립구간    |
| 270 : 슈퍼프레임구간  |                  |

도면

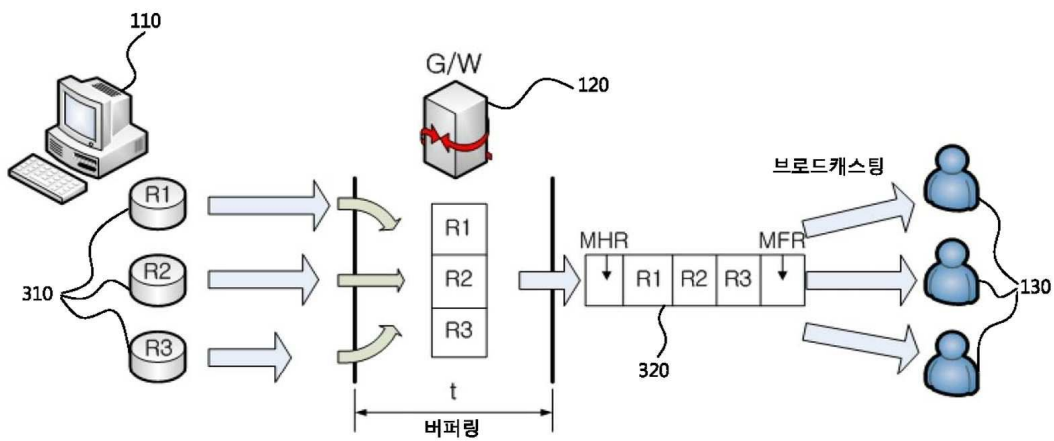
도면1



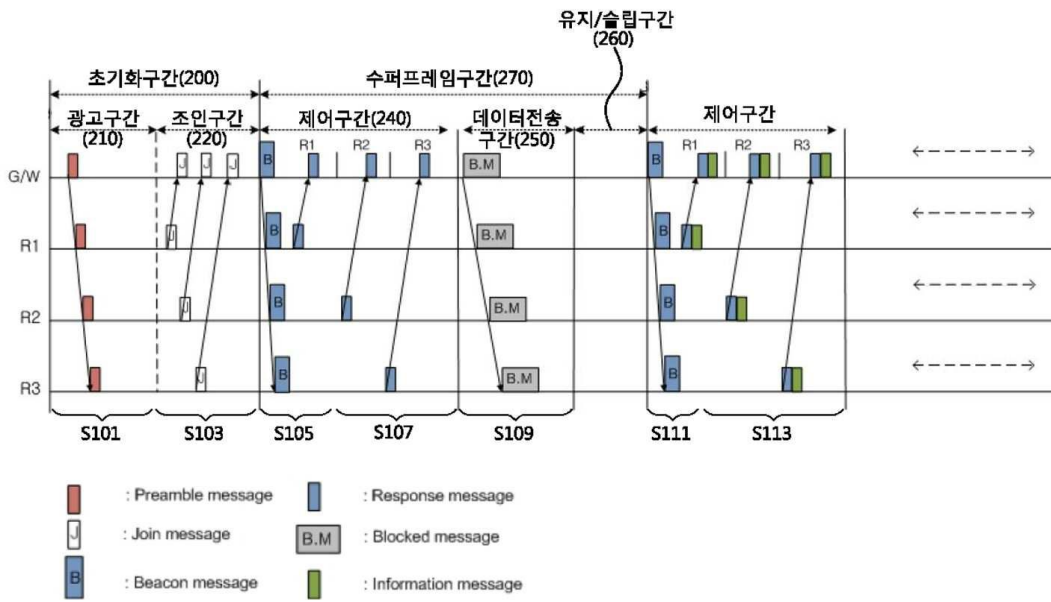
도면2



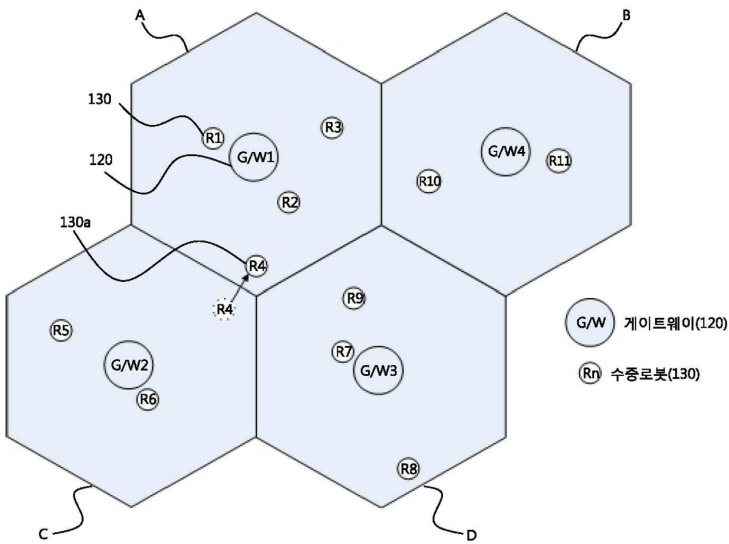
도면3



도면4

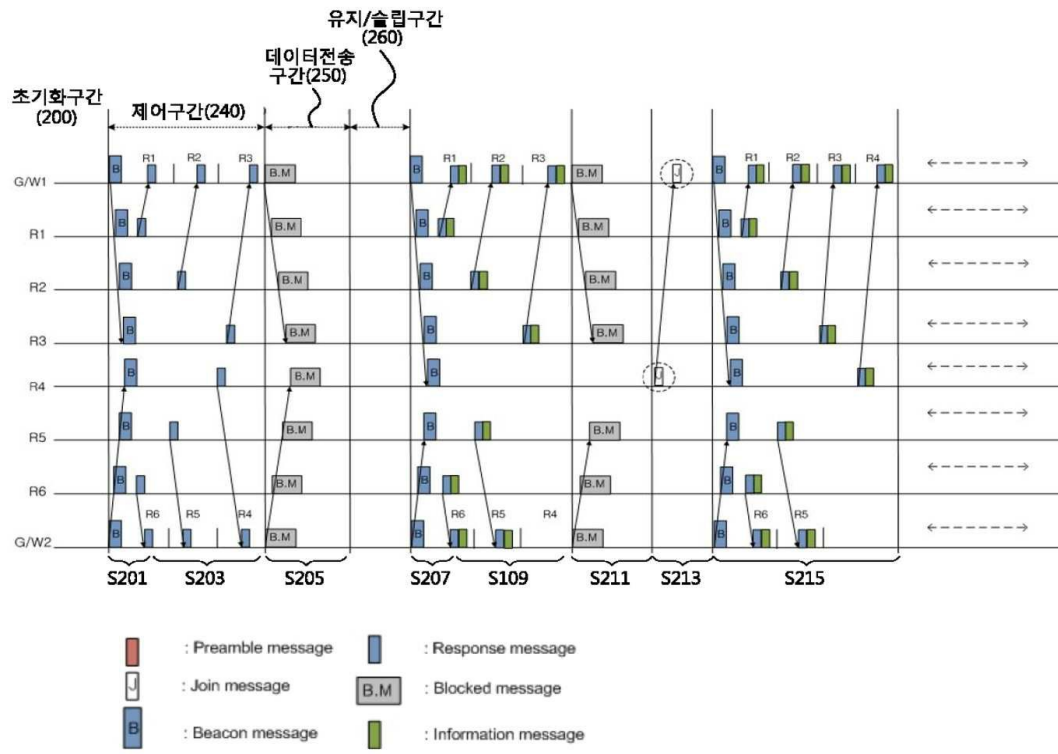


도면5

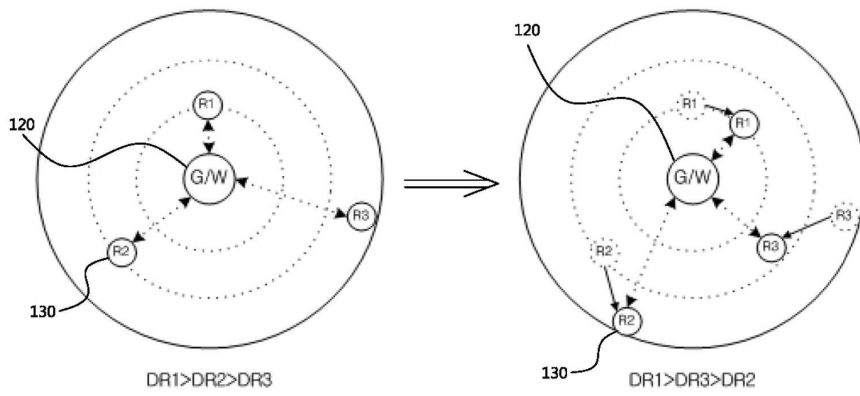




도면6



도면7



도면8

