



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0129601

(43) 공개일자 2015년11월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04W 84/06 (2009.01) B64C 39/02 (2006.01)

H04W 40/02 (2009.01)

(52) CPC특허분류

H04W 84/06 (2013.01)

B64C 39/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0027437

(22) 출원일자 2015년02월26일

심사청구일자 2015년02월26일

(30) 우선권주장

1020140056629 2014년05월12일 대한민국(KR)

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

김황남

서울특별시 성동구 금호로 117, 103동 307호 (금호동2가, 금호자이1차)

유승호

서울특별시 강남구 도곡로7길 22, 103동 902호 (역삼동, 어울림아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

심경식, 홍성욱

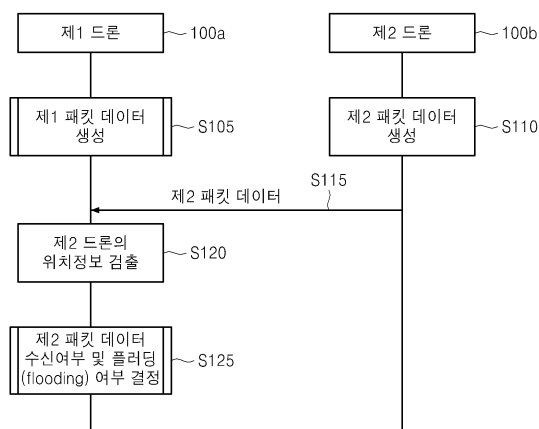
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 드론 네트워크에서 드론의 지리적 위치 정보를 기반으로 한 데이터 전달 방법

(57) 요약

드론 네트워크에서 드론의 지리적 위치 정보를 기반으로 한 데이터 전달 방법이 개시된다. 본 발명의 데이터 전달 방법은 상기 드론 네트워크에 연결된 제1 드론이 재귀적 네트워크 분할을 통해 자신의 지리적 위치 정보를 노드 주소로 변환하고, 그 주소 정보와 장치 정보를 포함하는 제1 패킷 데이터를 생성하는 단계; 상기 재귀적 네트워크 분할 및 주소 변환 과정을 통해 제2 드론이 자신의 주소 정보와 장치 정보를 포함하도록 생성한 제2 패킷 데이터를 상기 제1 드론이 수신하고 상기 제2 패킷 데이터로부터 목적지 정보 및 상기 제2 드론의 위치 정보를 검출하는 단계; 및 상기 제2 패킷 데이터의 목적지 정보, 상기 제1 드론의 위치 정보 및 상기 제2 드론의 위치 정보에 기초하여 상기 제1 드론의 상기 제2 패킷 데이터 수신 여부 및 플러딩(flooding) 여부를 결정하고 실행하는 데이터 전달 단계를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H04W 40/023 (2013.01)

B64C 2201/122 (2013.01)

(72) 발명자

김강호

부산광역시 금정구 구서중앙로 20, 5동 902호 (구서동, 선경1차아파트)

정종택

서울특별시 서초구 방배중앙로9길 29, 202호 (방배동, 양지빌라트)

이지연

경기도 용인시 기흥구 죽현로 12, 306동 1702호 (보정동, 죽현마을동원로알듀크아파트)

이석규

서울특별시 송파구 올림픽로 435, 116동 2402호 (신천동, 파크리오)

정용준

서울특별시 서초구 서운로 208, 4동 1101호 (서초동, 삼호아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

드론 네트워크의 데이터 전달방법에 있어서,

상기 드론 네트워크에 연결된 제1 드론이 재귀적 네트워크 분할을 통해 자신의 지리적 위치 정보를 노드 주소로 변환하고, 그 주소 정보와 장치 정보를 포함하는 제1 패킷 데이터를 생성하는 단계;

상기 재귀적 네트워크 분할 및 주소 변환 과정을 통해 제2 드론이 자신의 주소 정보와 장치 정보를 포함하도록 생성한 제2 패킷 데이터를 상기 제1 드론이 수신하고 상기 제2 패킷 데이터로부터 목적지 정보 및 상기 제2 드론의 위치 정보를 검출하는 단계; 및

상기 제2 패킷 데이터의 목적지 정보, 상기 제1 드론의 위치 정보 및 상기 제2 드론의 위치 정보에 기초하여 상기 제1 드론의 상기 제2 패킷 데이터 수신 여부 및 플러딩(flooding) 여부를 결정하고 실행하는 데이터 전달 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크에서의 데이터 전달 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 패킷 데이터 생성 단계는

상기 제1 드론의 노드 주소를 저장하는 위치 정보 필드; 및

상기 제1 드론의 장치 타입; 상기 제1 드론의 기능이나 상기 제1 패킷 데이터의 목적; 및 상기 제1 드론의 식별 번호를 포함하는 장치 정보 필드를 포함하는 제1 패킷 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크에서의 데이터 전달 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제1 패킷 데이터 생성 단계는

상기 재귀적 네트워크 분할을 통해 상기 제1 드론이 활동할 전체 영역을 다수의 서브 영역으로 분할하고, 그 서브 영역들 각각에 대하여 노드 주소를 설정하는 단계; 및

상기 제1 드론이 GPS를 통해 얻어진 자신의 지리적 위치 정보에 기초하여 상기 서브 영역들 중 상기 제1 드론이 속한 영역을 검출하고 대응된 노드 주소를 도출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크에서의 데이터 전달 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 서브 영역들 각각에 대한 노드 주소 설정 단계는

상기 제1 드론이 활동할 전체 영역의 가운데 지점을 가상의 중심(virtual origin)으로 설정하는 단계;

상기 제1 드론이 활동할 영역이 n차원이라 할 때, 상기 제1 드론이 활동할 영역을 상기 가상의 중심을 기준으로 2^n 개의 좌표계로 분할하고, 각 좌표계에 0부터 2^n-1 까지의 수를 n비트로 배정하는 단계;

상기 분할된 영역의 한 변의 길이가 미리 설정된 기준값 미만일 때까지 상기 분할된 영역 각각에 대하여 상기 설정 및 배정 단계를 반복 수행하는 단계; 및

최종적으로 분할된 서브 영역들 각각에 대하여 마지막에 배정된 n비트의 수부터 처음에 배정된 n비트의 수까지의 모든 수들을 상위비트부터 하위비트로 순으로 배치하여 상기 영역들 각각에 대한 주소를 완성하는 단계를 포

합하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크에서의 데이터 전달방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 반복 수행 단계는

상기 드론이 활동할 영역이 2차원인 경우

상기 분할영역을 이루는 면의 한 변의 길이가, 상기 분할영역을 이루는 면에 대하여 미리 설정된 최대 넓이(A)을 만족시키는 변의 길이($A^{1/2}$) 미만이 될 때까지 반복 수행하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크에서의 데이터 전달 방법.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 반복 수행 단계는

상기 드론이 활동할 영역이 3차원인 경우

상기 분할영역들을 구분하는 분할면의 한 변의 길이가, 상기 분할 영역에 대하여 미리 설정된 최대 부피(V)를 만족시키는 변의 길이($V^{1/3}$) 미만이 될 때까지 반복 수행하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크에서의 데이터 전달 방법.

청구항 7

제2항에 있어서, 상기 데이터 전달 단계는

상기 제1 패킷 데이터의 위치 정보 필드 값을 참조하여 상기 제2 패킷 데이터의 목적지 정보와 상기 제1 드론의 위치 정보가 동일한 지를 결정하는 단계;

상기 제2 패킷 데이터의 목적지 정보와 상기 제1 드론의 위치 정보가 동일한 경우, 상기 제1 패킷 데이터의 장치 정보 필드 값을 참조하여 상기 제1 드론이 목적지 노드인지 여부를 결정하는 단계; 및

상기 제1 드론이 목적지 노드인 경우 상기 제1 드론이 상기 제2 패킷 데이터를 수신하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크에서의 데이터 전달 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 데이터 전달 단계는

상기 제1 드론이 상기 제2 패킷 데이터를 수신한 후, 응답 메시지를 브로드캐스팅하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크에서의 데이터 전달 방법.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 데이터 전달 단계는

상기 제2 패킷 데이터의 목적지 정보와 상기 제1 드론의 위치 정보가 동일하지만 상기 제1 드론이 목적지 노드가 아닌 경우 상기 제1 드론이 인플러딩 모드(in-flooding mode)로 동작하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크에서의 데이터 전달 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 인플러딩 모드 동작 단계는

상기 제1 드론이 상기 제1 드론과 동일한 노드 주소를 가지는 드론들만 상기 제2 패킷 데이터에 반응하도록 상기 제2 패킷 데이터의 헤더에 인플러딩 모드 및 카운터값을 표시하여 브로드캐스팅하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크에서의 데이터 전달 방법.

청구항 11

제7항에 있어서, 상기 데이터 전달 단계는

상기 제2 패킷 데이터의 목적지 정보와 상기 제1 드론의 위치 정보가 다른 경우, 상기 제1 드론의 위치 정보와 상기 제2 패킷 데이터의 목적지 정보에 기초하여 목적 벡터(destination vector)를 생성하는 단계;

상기 제1 드론의 위치 정보와 상기 제2 드론의 위치 정보에 기초하여 수신 벡터(receiving vector)를 생성하는 단계;

상기 목적 벡터(destination vector)와 수신 벡터(receiving vector) 사이의 각을 산출하는 단계; 및

상기 산출된 목적 벡터(destination vector)와 수신 벡터(receiving vector) 사이의 각과 미리 설정된 포워딩 각(forwarding angle)을 비교하고 그 결과에 의거하여 상기 제2 패킷 데이터의 포워딩 여부를 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크에서의 데이터 전달 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 포워딩 여부 결정 단계는

상기 산출된 목적 벡터(destination vector)와 수신 벡터(receiving vector) 사이의 각이 미리 설정된 포워딩 각(forwarding angle)의 1/2 보다 작은 경우 상기 제2 패킷 데이터를 포워딩하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크에서의 데이터 전달 방법.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 데이터 전달 단계는

상기 제2 패킷 데이터의 목적지 정보와 상기 제1 드론의 위치 정보가 다른 경우, 상기 제1 드론의 패킷 데이터 수신 이력을 조회하는 단계를 더 포함하여,

상기 제1 드론이 상기 제2 패킷 데이터를 수신한 이력이 있는 경우 상기 제2 패킷 데이터를 무시하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크에서의 데이터 전달 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 드론 네트워크에서의 데이터 전달 방법에 관한 것으로서, 특히 여러 대의 드론들로 이루어진 편대 네트워크에서 드론의 지리적 위치 정보를 기반으로 하여 데이터를 전달하는 드론 네트워크에서의 데이터 전달 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

노드간의 라우팅만으로 네트워크를 구성하여 데이터의 통신을 수행하는 기존의 기술은 대부분 지상에서 구현되어왔으며, 그 예로 유비쿼터스 센서 네트워크(USN)과 차량 네트워크(VANET)가 있다.

[0003]

유비쿼터스 센서 네트워크(USN)는 통신하고자 하는 대상을 센서를 통해 확인하고, 그 대상이 노출되지 않으며 유선망이 들어가기 힘든 위치에 있는 경우가 많아 무선 통신을 통해 구축한 네트워크이다. 이들은 접근하기 힘

든 곳까지 무선으로 네트워크를 구성하고 센서의 정보를 라우팅으로 받아 제어하고 감시하는 것을 목표로 한다. 이러한 유비쿼터스 센서 네트워크(USN)(혹은 wireless sensor network)에서의 통신 프로토콜은 크게 프로액티브(proactive) 라우팅 프로토콜과 리액티브(reactive) 라우팅 프로토콜로 나뉜다. 전자의 경우 OLSR, DSDV, babel등이 대표적인 예이며, 후자의 경우 AODV, DSR등이 대표적이다. 이러한 유비쿼터스 센서 네트워크(USN)는 많은 경우가 지상에서 구현되었고, 이동성이 존재 하기는 하지만 그 정도가 크지 않고, 2차원 평면상에서 일어난다는 특징을 가지므로, 이동이 3차원으로 일어나고 그 정도가 큰, 드론 네트워크에서의 데이터 전달에는 적합하지 않다. 또한, 유비쿼터스 센서 네트워크(USN)의 통신 프로토콜 중 하나인 프로액티브(proactive) 라우팅 프로토콜은 라우팅 테이블을 관리하므로 테이블의 컨버전스 시간(convergence time)이 길고 라우팅 정보 교환을 위한 오버헤드(overhead)가 크다는 문제가 있는데, 이러한 특징은 패킷 손실의 위험이 큰 드론 네트워크에서 큰 리스크로 동작하며, 유비쿼터스 센서 네트워크(USN)의 통신 프로토콜 중 나머지 하나인 리액티브(Reactive) 라우팅 프로토콜은 데이터를 전송할 때 경로를 설정하기 때문에 이동성에 강하다고 알려져 있으나, 이동이 매우 많은 드론 네트워크에서는 데이터 전송 시점에, 그 데이터 전송을 위해 생성된 경로가 단절 되는 상황이 쉽게 발생할 수 있다는 문제가 있다. 따라서, 유비쿼터스 센서 네트워크(USN)를 드론 네트워크에 반영하는 것은 부적합하다.

[0004]

한편, 차량 네트워크(VANET:Vehicle Ad-hoc Network)는 MANET(Mobile Ad-hoc Network)의 한 형태로 차량 간 통신 또는 차량과 노변 장치 간의 통신을 제공하여 각 차량 장치가 노드가 되어 네트워크를 구성한다. 이를 위한 대표적인 라우팅 프로토콜로는 교차로를 앵커(anchor)로 하여 통신하는 GPCR, 사전 지도 정보를 이용하는 GSR, 차량 밀도에 기반한 VADD, DTN에 기반한 MoVe등의 기술이 존재한다. 이러한 차량 네트워크(VANET)는 이동성이 높은 노드간의 통신을 제공하기는 하지만 지상에서의 노드들의 네트워크에 초점이 맞추어진 기술이므로 공중에서의 네트워크 라우팅에 적용하기에는 어려움이 많다. 즉, 차량 네트워크(VANET)는 이동성을 커버하기 위하여 위치 정보를 사용하지만, 그 위치 정보가 지도 정보, 도로 정보 등의 제약을 두고 있으므로, 라우팅을 진행하므로 3차원 공간에서 사전 정보 없이 라우팅을 진행해야 하는 드론 네트워크에는 부적합한 측면을 보인다.

[0005]

이와 같이 종래의 라우팅 기술 연구들은 모두 지상에서 진행되어 왔으며, 드론들을 이용한 공중의 네트워크에서 사용 가능한 라우팅 프로토콜에 대한 기술은 존재하지 않는 상황이다. 따라서, 드론들로 이루어진 편대 네트워크에서 드론의 지리적 위치 정보를 기반으로 하여 데이터를 전달하는 적합한 기술이 필요한 상황이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006]

따라서 본 발명은 네트워크 상황이 열악한 지역에서 효율적이고 신뢰도 높은 데이터 전송을 위해 드론 네트워크에서 드론의 지리적 위치 기반으로 데이터를 전달하는 방법을 제공하고자 한다.

[0007]

또한, 본 발명은 드론 네트워크 상에서 드론의 지리적 위치 정보에 기초하여 주소를 획득하고, 그 위치 기반 주소에 의거하여 데이터를 전달하는 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0008]

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 드론 네트워크의 데이터 전달방법은 상기 드론 네트워크에 연결된 제1 드론이 재귀적 네트워크 분할을 통해 자신의 지리적 위치 정보를 노드 주소로 변환하고, 그 주소 정보와 장치 정보를 포함하는 제1 패킷 데이터를 생성하는 단계; 상기 재귀적 네트워크 분할 및 주소 변환 과정을 통해 제2 드론이 자신의 주소 정보와 장치 정보를 포함하도록 생성한 제2 패킷 데이터를 상기 제1 드론이 수신하고 상기 제2 패킷 데이터로부터 목적지 정보 및 상기 제2 드론의 위치 정보를 검출하는 단계; 및 상기 제2 패킷 데이터의 목적지 정보, 상기 제1 드론의 위치 정보 및 상기 제2 드론의 위치 정보에 기초하여 상기 제1 드론의 상기 제2 패킷 데이터 수신 여부 및 플러딩(flooding) 여부를 결정하고 실행하는 데이터 전달 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0009]

바람직하게는, 상기 제1 패킷 데이터 생성 단계는 상기 제1 드론의 노드 주소를 저장하는 위치 정보 필드; 및 상기 제1 드론의 장치 타입; 상기 제1 드론의 기능이나 상기 제1 패킷 데이터의 목적; 및 상기 제1 드론의 식별 번호를 포함하는 장치 정보 필드를 포함하는 제1 패킷 데이터를 생성할 수 있다.

[0010]

바람직하게는, 상기 제1 패킷 데이터 생성 단계는 상기 재귀적 네트워크 분할을 통해 상기 제1 드론이 활동할 전체 영역을 다수의 서브 영역으로 분할하고, 그 서브 영역들 각각에 대하여 노드 주소를 설정하는 단계; 및 상기 제1 드론이 GPS를 통해 얻어진 자신의 지리적 위치 정보에 기초하여 상기 서브 영역들 중 상기 제1 드론이

속한 영역을 검출하고 대응된 노드 주소를 도출하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0011] 바람직하게는, 상기 서브 영역들 각각에 대한 노드 주소 설정 단계는 상기 제1 드론이 활동할 전체 영역의 가운데 지점을 가상의 중심(virtual origin)으로 설정하는 단계; 상기 제1 드론이 활동할 영역이 n 차원이라 할 때, 상기 제1 드론이 활동할 영역을 상기 가상의 중심을 기준으로 2^n 개의 좌표계로 분할하고, 각 좌표계에 0부터 $2^n - 1$ 까지의 수를 n 비트로 배정하는 단계; 상기 분할된 영역의 한 변의 길이가 미리 설정된 기준값 미만일 때까지 상기 분할된 영역 각각에 대하여 상기 설정 및 배정 단계를 반복 수행하는 단계; 및 최종적으로 분할된 서브 영역들 각각에 대하여 마지막에 배정된 n 비트의 수부터 처음에 배정된 n 비트의 수까지의 모든 수들을 상위비트부터 하위비트로 순으로 배치하여 상기 영역들 각각에 대한 주소를 완성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0012] 바람직하게는, 상기 반복 수행 단계는 상기 드론이 활동할 영역이 2차원인 경우 상기 분할영역을 이루는 면의 한 변의 길이가, 상기 분할영역을 이루는 면에 대하여 미리 설정된 최대 넓이(A)를 만족시키는 변의 길이($A^{1/2}$) 미만일 때까지 반복 수행할 수 있다.
- [0013] 바람직하게는, 상기 반복 수행 단계는 상기 드론이 활동할 영역이 3차원인 경우 상기 분할영역들을 구분하는 분할면의 한 변의 길이가, 상기 분할 영역에 대하여 미리 설정된 최대 부피(V)를 만족시키는 변의 길이($V^{1/3}$) 미만일 때까지 반복 수행할 수 있다.
- [0014] 바람직하게는, 상기 데이터 전달 단계는 상기 제1 패킷 데이터의 위치 정보 필드 값을 참조하여 상기 제2 패킷 데이터의 목적지 정보와 상기 제1 드론의 위치 정보가 동일한 지를 결정하는 단계; 상기 제2 패킷 데이터의 목적지 정보와 상기 제1 드론의 위치 정보가 동일한 경우, 상기 제1 패킷 데이터의 장치 정보 필드 값을 참조하여 상기 제1 드론이 목적지 노드인지 여부를 결정하는 단계; 및 상기 제1 드론이 목적지 노드인 경우 상기 제1 드론이 상기 제2 패킷 데이터를 수신하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 바람직하게는, 상기 데이터 전달 단계는 상기 제1 드론이 상기 제2 패킷 데이터를 수신한 후, 응답 메시지를 브로드캐스팅하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 바람직하게는, 상기 데이터 전달 단계는 상기 제2 패킷 데이터의 목적지 정보와 상기 제1 드론의 위치 정보가 동일하지만 상기 제1 드론이 목적지 노드가 아닌 경우 상기 제1 드론이 인플러딩 모드(in-flooding mode)로 동작하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 바람직하게는, 상기 인플러딩 모드 동작 단계는 상기 제1 드론이 상기 제1 드론과 동일한 노드 주소를 가지는 드론들만 상기 제2 패킷 데이터에 반응하도록 상기 제2 패킷 데이터의 헤더에 인플러딩 모드 및 카운터값을 표시하여 브로드캐스팅할 수 있다.
- [0018] 바람직하게는, 상기 데이터 전달 단계는 상기 제2 패킷 데이터의 목적지 정보와 상기 제1 드론의 위치 정보가 다른 경우, 상기 제1 드론의 위치 정보와 상기 제2 패킷 데이터의 목적지 정보에 기초하여 목적 벡터(destination vector)를 생성하는 단계; 상기 제1 드론의 위치 정보와 상기 제2 드론의 위치 정보에 기초하여 수신 벡터(receiving vector)를 생성하는 단계; 상기 목적 벡터(destination vector)와 수신 벡터(receiving vector) 사이의 각을 산출하는 단계; 및 상기 산출된 목적 벡터(destination vector)와 수신 벡터(receiving vector) 사이의 각과 미리 설정된 포워딩 각(forwarding angle)을 비교하고 그 결과에 의거하여 상기 제2 패킷 데이터의 포워딩 여부를 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 바람직하게는, 상기 포워딩 여부 결정 단계는 상기 산출된 목적 벡터(destination vector)와 수신 벡터(receiving vector) 사이의 각이 미리 설정된 포워딩 각(forwarding angle)의 $1/2$ 보다 작은 경우 상기 제2 패킷 데이터를 포워딩할 수 있다.
- [0020] 바람직하게는, 상기 데이터 전달 단계는 상기 2 패킷 데이터의 목적지 정보와 상기 제1 드론의 위치 정보가 다른 경우, 상기 제1 드론의 패킷 데이터 수신 이력을 조회하는 단계를 더 포함하여, 상기 제1 드론이 상기 제2 패킷 데이터를 수신한 이력이 있는 경우 상기 제2 패킷 데이터를 무시할 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명은 드론의 위치 정보에 기반하여 주소를 획득하고, 그 주소를 포함하는 다차원 및 다계층의 통신 메시지 구조를 생성하여 이를 기반으로 데이터를 전달함으로써, 데이터 전송시 발생하는 오버헤드를 줄일 수 있으며, 고차원의 지능적 통신이 가능한 장점이 있다. 또한, 상기 주소 획득 및 데이터 전달 과정이 2차원은 물론 3차원

으로도 시스템의 큰 변화 없이 변환이 가능함으로써 3차원으로 노드가 분포한 드론 네트워크 환경에 적합하다. 결과적으로, 본 발명은 드론 네트워크에서 효율적이고 안정적으로 데이터를 전달할 수 있는 장점이 있다. 특히 주변 무선 전파 환경이 열악한 상황에서도 플러딩(flooding)에 기반하여 라우팅을 함으로써 고신뢰 전송이 가능해지고, 이로 인해 드론 네트워크 이외에도 센서 네트워크, 스마트 그리드 등으로 확장되어 안정적인 서비스를 제공할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0022]

도 1은 본 발명이 적용된 드론 네트워크에 대한 일반적인 시스템 구성도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 드론 네트워크에서 드론의 지리적 위치 정보를 기반으로 하여 데이터를 전달하는 방법에 대한 처리 절차를 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 드론의 주소 메시지 구조이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 패킷 데이터를 생성하는 과정을 도시한 순서도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 재귀적 네트워크 분할을 통한 서브 영역들에 대해 노드 주소를 설정하는 과정을 도시한 순서도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 재귀적으로 네트워크를 분할하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 제2 패킷 데이터 수신여부 및 플러딩(flooding) 여부를 결정하는 모듈의 처리 과정을 도시한 순서도이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 인플러딩(in-flooding) 처리 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 위치 정보 기반 데이터 전달 과정을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023]

본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 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. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[0024]

제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 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.

[0025]

어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0026]

본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0027]

다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0028]

이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 명세서 및 청구범위 전체

에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 포함한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0029]

도 1은 본 발명이 적용된 드론 네트워크에 대한 일반적인 시스템 구성도이다. 도 1을 참조하면, 본 발명이 적용된 드론 네트워크는 지상 제어 장치(Ground Control Station, 이하 GCS라 칭함)(200)의 제어를 받고 편대를 구성하는 다수의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d)을 포함하여 구성되며, 다수의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d)이 자신의 영역에 위치한 사용자 단말들(300a, 300b, 300c, 300d, 300e, 300f)에게 네트워크 서비스를 제공한다. 여기서 드론이란 UAV, 무인 비행선, 무인 비행체 등 사람이 탑승하지 않고 원격으로 조정하거나 사전 정보에 따라 비행하는 모든 비행체를 포함한다. 한편, 드론 편대란 하나의 큰 임무를 수행하기 위하여 공동으로 임무를 처리하는 드론들의 묶음이다. 드론을 단일 객체가 아닌 편대 단위에서 관리함으로써 하나의 드론이 단독으로 수행하기 힘든 임무를 수행할 수 있도록 하는 것이다. 도 1의 예에서는, 상기 4개의 드론들(100a, 100b, 100c, 100d)이 편대를 구성하고 GCS(200)의 제어를 받아 네트워크 서비스를 제공하는 예를 도시하고 있다.

[0030]

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 드론 네트워크에서 드론의 지리적 위치 정보를 기반으로 하여 데이터를 전달하는 방법에 대한 처리 절차를 도시한 도면이다. 도 2는 도 1에 예시된 바와 같이 편대를 구성하는 드론들 간에 데이터를 전달하는 방법에 관한 것으로서, 특히 제2 드론(100b)이 패킷 데이터를 제1 드론(100a)에게 전달하는 과정에 대한 예를 도시하고 있다.

[0031]

먼저, 단계 S105 및 단계 110에서, 제1 드론(100a) 및 제2 드론(100b)은 제1 및 제2 패킷 데이터를 각각 생성한다. 이 때, 제1 및 제2 패킷 데이터는 제1 드론(100a) 및 제2 드론(100b) 각각의 주소 정보와 장치 정보를 포함하는데, 이를 위해, 제1 드론(100a) 및 제2 드론(100b) 각각은 재귀적 네트워크 분할을 통해 자신의 지리적 위치 정보를 노드 주소로 변환하고, 그 주소 정보와 장치 정보를 포함하도록 제1 및 제2 패킷 데이터를 각각 생성한다. 이 때 생성된 제1 및 제2 패킷 데이터의 메시지 구조가 도 3에 예시되어 있다. 상기 패킷 데이터의 메시지 구조는 도 3을 참조하여 보다 상세히 설명할 것이다.

[0032]

단계 S115에서는, 제2 드론(100b)이 상기 제2 패킷 데이터를 제1 드론(100a)에게 전달하고, 단계 S120에서는, 제1 드론(100a)은 상기 제2 패킷 데이터로부터 목적지 정보 및 상기 제2 드론의 위치 정보를 검출한다.

[0033]

단계 S125에서는, 상기 제2 패킷 데이터의 목적지 정보, 상기 제1 드론의 위치 정보 및 상기 제2 드론의 위치 정보에 기초하여 상기 제1 드론의 상기 제2 패킷 데이터 수신 여부 및 플러딩(flooding) 여부를 결정하고 실행한다.

[0034]

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 드론의 주소 메시지 구조로서, 도 3을 참조하면, 상기 메시지(300)는 해당 드론의 노드 주소를 위치 정보 필드(Location specific field)(310); 및 상기 해당 드론의 장치 정보를 저장하는 장치 정보 필드(Device specific field)(320)를 포함한다.

[0035]

위치 정보 필드(310)에는 재귀적 네트워크 분할을 통한 위치 기반 주소 생성기술을 사용하여 얻은 bit들이 저장된다.

[0036]

장치 정보 필드(320)는 동일 지역에 위치한 노드들 간의 구분과, 보다 고차원적인 서비스를 위하여 주소에 포함되는 부분으로서, 장치 타입 필드(Device Type)(321), 기능(Function) 필드(322), 노드 넘버(Node Number) 필드(323)를 포함한다. 장치 타입 필드(Device Type)(321)는 해당 주소의 대상이 어떠한 기기인지를 명시한다. 예를 들면 여러 종류의 드론이 공존하는 상황 속에서 드론 type 1, 2, 3 등이 될 수 있으며, 주변 센서들이 함께 포함되는 경우 센서/드론을 구분하는 인자가 될 수도 있다. 또한, 사람에게 네트워크 서비스를 제공하고자 하는 경우에는 사람/드론이 되어 이들을 구분하는 데에 사용될 수 있다. 기능(Function) 필드(322)는 해당 메시지의 목적을 명시한다. 예를 들면 기능(Function) 필드(322)에 'control' 이라는 값이 들어가 있다면, 해당 메시지는 드론의 제어와 관련된 메시지임이 명시되고, 매우 중요한 메시지이므로 다른 메시지들과 차별화된 처리를 하는 것이 가능해 진다. 혹은 기능(Function) 필드(322)에 'monitoring' 이라고 되어 있다면 목표 지역에 monitoring 기능을 갖는 드론들만이 해당 메시지를 수신하고 해당 기능이 없는 드론은 그 메시지를 받지 않도록 할 수도 있을 것이다. 이와 같이 기능(Function) 필드(322)는 사용자 정의에 따라 용도별로 자유롭게 사용될 수 있다. 노드 넘버(Node Number) 필드(323) 동일 지역에 위치한 여러 드론을 구분하기 위하여 생성된다. 예를 들어, 해당 드론이 위치한 특정 영역에 다른 드론들이 함께 위치하고 그 다른 드론들과 구분될 필요가 있을 경우, 드론은 임의의 노드 넘버(Node Number) 값을 랜덤하게 생성하여, 혹은 미리 정의되어 있던 값으로 상기 노드 넘버(Node Number) 필드(323)에 저장하고 통신을 진행한다. 따라서, 주변의 다른 드론들과 자신이 구분될 수 있다. 한편, 노드 넘버(Node Number)를 0, 혹은 사전에 정의된 어떤 값으로 설정한 경우, 해당 메시지는 특정

지역 내의 모든 드론들에 대한 브로드캐스트 메시지로써 동작하도록 정의할 수도 있다. 그리고, 도 3에 예시된 메시지 구조는 예시된 위치 정보 필드(310), 장치 정보 필드(320) 만으로 한정되는 것은 아니다. 따라서 부가적인 다른 정보들을 저장하기 위한 필드를 확장하는 것도 가능하다.

[0037] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 패킷 데이터를 생성하는 과정을 도시한 순서도로서, 도 2의 제1 패킷 데이터 생성과정(S105)을 보다 상세히 설명한다. 도 2 및 도 4를 참조하면, 제1 패킷 데이터 생성과정(S105)은 다음과 같다.

[0038] 먼저, 단계 S210에서 제1 드론(100a)은 재귀적 네트워크 분할을 통해 제1 드론(100a)이 활동할 전체 영역을 다수의 서브 영역으로 분할하고, 그 서브 영역들 각각에 대하여 노드 주소를 설정한다(S210). 이 때, 재귀적 네트워크 분할이란, 특정 조건을 만족할 때까지 해당 영역을 반복해서 분할하는 것을 의미하는 것으로서, 도 5 및 도 6을 참조하여 보다 자세히 설명할 것이다.

[0039] 단계 S220에서는, 제1 드론(100a)이 GPS를 통해 얻어진 자신의 지리적 위치 정보에 기초하여 상기 서브 영역들 중 제1 드론(100a)이 속한 영역을 검출하고 대응된 노드 주소를 도출한다.

[0040] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 재귀적 네트워크 분할을 통한 서브 영역들에 대해 노드 주소를 설정하는 과정을 도시한 순서도로서, 도 4의 재귀적 네트워크 분할을 통한 서브 영역들에 대해 노드 주소를 설정하는 과정(S210)을 보다 상세히 설명한다. 한편, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 재귀적으로 네트워크를 분할하는 과정을 설명하기 위한 도면으로서, 도 2, 도 5 및 도 6을 참조하면, 재귀적 네트워크 분할을 통한 서브 영역들에 대해 노드 주소를 설정하는 과정(S210)은 다음과 같다.

[0041] 먼저, 단계 S211에서 제1 드론(100a)은 제1 드론(100a)이 활동할 전체 영역의 가운데 지점을 가상의 중심(virtual origin, VO)으로 설정하고, 단계 S212에서 제1 드론(100a)이 활동할 전체 영역을 분할한다. 즉, 제1 드론(100a)이 활동할 영역이 n차원이라 할 때, 제1 드론(100a)이 활동할 영역을 상기 가상의 중심(VO)을 기준으로 2^n 개의 좌표계로 분할한다. 도 6의 (a)에는 상기 드론이 활동할 영역이 2차원인 경우의 예로써, 제1 드론(100a)이 활동할 전체 영역을 2^2 인 4개의 영역(A1, A2, A3, A4)으로 분할한 예가 도시되어 있다.

[0042] 단계 S213에서는, 상기 분할된 각 좌표계(A1, A2, A3, A4)에 0부터 2^n-1 까지의 수를 n비트로 배정한다. 도 6의 (a)에는 각 좌표계(A1, A2, A3, A4)에 좌측 상단부터 시계 방향으로, 00, 01, 11, 10의 수를 배정한 예가 도시되어 있다.

[0043] 단계 S214에서는 미리 설정된 종료 조건이 만족하는 지를 확인하여 상기 종료 조건을 만족하는 경우 단계 S215로 진행하고, 그렇지 않은 경우 단계 S212로 돌아가서 단계 S212와 단계 S213을 반복 수행하도록 한다.

[0044] 이 때, 상기 종료 조건은 상기 분할된 영역의 한 변의 길이가 미리 설정된 기준값 미만인 경우로써, 도 6의 예와 같이 제1 드론(100a)이 활동할 영역이 2차원인 경우 상기 분할된 영역들(A1, A2, A3, A4)의 최대 넓이를 A라고 했을 때, 각 영역들의 변의 길이가 A의 제곱근(A)보다 작아지는 경우이다. 한편, 제1 드론(100a)이 활동할 영역이 3차원이라면, 상기 분할영역들을 구분하는 분할면의 한 변의 길이가, 상기 분할 영역에 대하여 미리 설정된 최대 부피(V)를 만족시키는 변의 길이($V^{1/3}$) 미만인 경우가 될 것이다.

[0045] 따라서, 상기 조건을 만족할 때까지 제1 드론(100a)은 단계 S212와 단계 S213을 반복 수행한다. 도 6의 (b)는 상기 단계 S212와 단계 S213을 한번 더 반복 수행한 예를 도시하고 있다. 도 6의 (b)를 참조하면 상기 분할된 영역들 각각에 대하여 상기 단계 S212와 단계 S213을 한번 더 반복 수행함으로써, 상기 분할된 영역들 각각이 다시 4개의 서브 영역으로 분할됨을 알 수 있다. 도 6의 (a) 및 (b)와 같이 특정 네트워크 서비스 영역 내에서 분할을 반복해서 수행하는 것을 재귀적 네트워크 분할이라 한다.

[0046] 단계 S215에서는 최종적으로 분할된 서브 영역들 각각에 대하여 마지막에 배정된 n비트의 수부터 처음에 배정된 n비트의 수까지의 모든 수들을 상위비트부터 하위비트로 순으로 배치하여 상기 영역들 각각에 대한 주소를 완성한다. 도 6의 (b)의 예에서 각 서브 영역들은 4비트의 노드 주소값을 가지게 된다. 특히, 좌측 상단에서 두 번째에 해당하는 서브 영역(A12)의 경우 그 노드 주소는 0001이 된다.

[0047] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 제2 패킷 데이터 수신여부 및 플러딩(flooding) 여부를 결정하는 모듈의 처리 과정을 도시한 순서도로서, 도 2의 단계 S125의 처리 과정을 보다 상세히 설명한다. 도 2 및 도 7을 참조하면 상기 단계 S125의 처리 과정은 다음과 같다.

- [0048] 단계 S305에서 제1 드론(100a)은 상기 제1 패킷 데이터의 위치 정보 필드 값을 참조하여 상기 제2 패킷 데이터의 목적지 정보와 상기 제1 드론의 위치 정보가 동일한 지를 결정한다. 예를 들어, 도 6의 예와 같이 드론 네트워크 서비스가 제공되는 영역이 그리드로 분할된 경우, 상기 제2 패킷 데이터의 목적지와 상기 제1 드론(100a)이 동일한 그리드에 위치하는 지 여부를 결정한다.
- [0049] 단계 S310에서는, 단계 S305 수행 결과 상기 제2 패킷 데이터의 목적지 정보와 상기 제1 드론(100a)의 위치 정보가 동일하다고 판단된 경우, 상기 제1 드론(100a)이 목적지 인지 여부를 결정한다. 즉, 상기 제1 드론(100a)이 생성한 제1 패킷 데이터의 장치 정보 필드 값을 참조하여 상기 제1 드론(100a)이 목적지 노드인지 여부를 결정한다.
- [0050] 단계 S315에서는, 단계 S310 수행 결과 상기 제1 드론(100a)이 목적지 노드로 결정된 경우, 상기 제1 드론(100a)이 제2 패킷 데이터를 수신한다(S315).
- [0051] 단계 S316에서는, 상기 제2 패킷 데이터를 수신한 상기 제1 드론(100a)이 응답 메시지(ACK_MSG)를 브로드캐스팅한다. 이는 제2 패킷 데이터의 전달 과정 종료되었음을 다른 드론들에게 알리기 위한 것으로서, 이후로 드론 네트워크 상에서 제2 패킷 데이터가 플러딩(flooding)되는 것을 방지하기 위함이다.
- [0052] 단계 S325에서는, 단계 S310 수행 결과 상기 제1 드론(100a)이 목적지 노드가 아닌 것으로 결정된 경우, 상기 제2 패킷 데이터에 대한 인플러딩(in-flooding)과정을 수행한다. 이 때, 상기 제1 드론(100a)은, 상기 제1 드론(100a)과 동일한 노드 주소를 가지는 드론들만 상기 제2 패킷 데이터에 반응하도록, 상기 제2 패킷 데이터의 헤더에 인플러딩 모드 및 카운터값을 표시하여 브로드캐스팅한다. 이 경우 상기 제1 드론(100a)과 동일한 노드 주소를 가지는 드론들은 상기 헤더에 포함된 카운터 값을 확인하고, 해당 값이 0보다 크면 해당 값을 1줄이고 브로드캐스트 한다. 상기 인플러딩(in-flooding) 과정은 목적지 노드의 응답 메시지(ACK_MSG)(단계 S320에서 브로드캐스팅됨)의 수신과 함께 종료된다. 도 8은 이러한 인플러딩 처리 과정을 설명하기 위한 도면으로서, 도 8을 참조하면 B영역 내의 특정 노드(S)에서 데이터가 전달된 경우 해당 영역(B)내의 노드들만 해당 데이터를 수신하고 그 영역(B) 외부의 노드들은 해당 데이터를 무시함을 알 수 있다. 도 8에서 점선은 전송된 메시지를 무시(discarding)하는 것을 나타내고, 실선은 전송된 메시지를 수신(receiving)하는 것을 나타낸다.
- [0053] 단계 S330에서는, 단계 S305 수행 결과 상기 제2 패킷 데이터의 목적지 정보와 상기 제1 드론(100a)의 위치 정보가 다르다고 판단된 경우, 상기 제1 드론(100a) 패킷 데이터 수신 이력을 조회하고, 단계 S335에서는 상기 수신 이력 조회 결과 상기 제2 패킷 데이터의 수신 이력 존재여부를 결정한다.
- [0054] 단계 S340에서는, 단계 S335 수행 결과 상기 제1 드론(100a)이 상기 제2 패킷 데이터를 수신한 이력이 없다고 판단된 경우, 상기 제1 드론(100a)의 위치 정보와 상기 제2 패킷 데이터의 목적지 정보에 기초하여 목적 벡터(destination vector)를 생성하고, 상기 제1 드론(100a)의 위치 정보와 상기 제2 드론(100b)의 위치 정보에 기초하여 수신 벡터(receiving vector)를 생성한 후, 상기 목적 벡터(destination vector)와 수신 벡터(receiving vector) 사이의 각을 산출한다.
- [0055] 단계 S345에서는 상기 산출된 목적 벡터(destination vector)와 수신 벡터(receiving vector) 사이의 각과 미리 설정된 포워딩 각(forwarding angle)을 비교하고 그 결과에 의거하여 상기 제2 패킷 데이터의 포워딩 여부를 결정한다. 즉 단계 S345에서는 상기 산출된 목적 벡터(destination vector)와 수신 벡터(receiving vector) 사이의 각이 미리 설정된 포워딩 각(forwarding angle)의 1/2 보다 작은 경우 상기 제2 패킷 데이터를 포워딩하는 것으로 결정한다.
- [0056] 단계 S350에서는, 상기 단계 S345의 결정 결과에 의거하여 상기 제2 패킷 데이터를 주변 드론에게 포워딩한다.
- [0057] 한편, 단계 S335 수행 결과 상기 제1 드론(100a)이 상기 제2 패킷 데이터를 수신한 이력이 존재하는 경우 상기 제1 드론(100a)은 상기 제2 패킷 데이터를 무시한다.
- [0058] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 위치 정보 기반 데이터 전달 과정을 설명하기 위한 도면으로서, 도 9를 참조하면, 검은 노드(S)가 패킷을 목적지 노드(D)로 전송할 경우, 빗금 친 노드에 대한 수신 벡터와 목적지 벡터간의 사이각($\angle_1$)은 전송 각(forwarding angle)($\angle_f$)의 1/2 보다 작으므로 패킷을 재전송하고, X표 노드에 대한 수신 벡터와 목적지 벡터간의 사이각($\angle_2$)은 전송 각(forwarding angle)($\angle_f$)의 1/2 보다 크므로 해당 패킷을 무시한다.
- [0059] 이러한 본 발명의 내용은 다양한 기술에 적용되어 드론 네트워크상에서 보다 안정적이고 효과적으로 데이터를

전달할 수 있도록 한다. 예를 들어, 토폴로지에 따른 송신 전력 변환 기법, 외부 네트워크와의 호환 기법, 사용자에게 네트워크 서비스를 제공하는 상황에서의 3D 라우팅 기법, 라우팅 metric> 기술에 반영할 수 있다.

[0060]

<토폴로지에 따른 송신 전력 변환 기법>의 경우, 라우팅 기술을 사용하는 데에 있어서 주변 드론들, 혹은 GCS와 협업을 하게 될 경우 더 효과적으로 라우팅을 하는 것이 가능해진다. GCS는 모든 드론들의 위치를 알고 있으며, 따라서 본 제안 알고리즘을 적용하였을 때 목적지 방향선 상에 데이터를 릴레이(relay) 해 줄 수 있는 드론이 어느 정도 떨어져 있는 지를 파악 할 수 있다. 또 어느 파워로 송신하였을 때 전송각(forwarding angle)으로 구성된 부채꼴 내에 몇 개의 드론이 들어오게 되는지도 파악할 수 있다. 즉, GCS가 드론들의 위치 정보를 기반으로 메시지 송신 파워를 조절하여 줄 수 있다. 이러한 기술을 통하여 신뢰성 있는, 그리고 에너지 효율적인 메시지 전달이 가능해진다. 너무 많은 드론들이 부채꼴 내부에 위치하는 상황, 혹은 하나도 존재하지 않는 상황을 방지하면서 각각이 최적의 파워를 낼 수 있게 된다. 수학적 1은 거리와 송신 전력 사이의 관계를 나타내는 패스 로스 모델(path-loss model) 중의 하나인 롱-디스턴스 패스 로스 모델(log-distance path loss model)을 나타낸다.

수학적 1

$$PL = P_{TxdBm} - P_{RxdBm} = PL_0 + 10\gamma \log_{10} \frac{d}{d_0} + X_g$$

[0061]

이 외에도 Friis equation 등의 다양한 경로 감쇠 모델들을 이용하여 거리 정보와 송신 전력 정보를 연관 지을 수 있다.

[0062]

[0063]

<외부 네트워크와의 호환 기법>의 경우, 드론 네트워크를 통하여 특정 지역 사용자들에게 멀티 홉(multi-hop) 방식 등으로 통신을 제공하고자 할 경우, 제안 기술은 기존의 IPv4, 혹은 IPv6 망과 연동이 가능해야 한다. 드론 네트워크 내부에서는 제안 기술만으로 데이터를 전달하는 것이 가능하지만, 인터넷 서비스를 이용하고자 하는 경우에는 기존 인터넷 망과의 상호 호환성이 중요한 문제이다. 본 기술에서는 이 문제를 해결하는 방안을 제시한다. 특정 지역에 인터넷 서비스를 드론을 통하여 제공할 경우, 드론들은 멀티 홉(multi-hop) 네트워크를 구성하며, 드론 중 하나의 드론은 외부 망과 연결이 되어 있어야 한다. 도 1과 같은 드론 네트워크 구성 예에서 GCS(200), 혹은 백본 네트워크와 연결된 드론들(100a, 100b, 100c, 100d) 중 하나의 장치의 TCP/IP 프로토콜 스택(stack) 상에서 네트워크 계층(network layer)과 데이터 링크 계층(data link layer) 사이에 특수한 계층(layer)을 삽입함으로써 제안 프로토콜과 IP망과의 상호 연동을 지원한다. 본 발명에서는 이러한 기능을 갖는 통신 장치를 컨버전 장치(conversion device)라고 이하 명한다. 이 장치는 게이트웨이(gateway)에 해당하는 드론, 혹은 GCS의 백본 라우터에 접속되어서 제안 기술의 주소 체계로 전달되어온 패킷을 IP기반의 주소체계로 변환하여 준다. 제안 프로토콜에 기반하여 데이터 패킷이 수신된 경우, 컨버전 장치(conversion device)는 자신의 데이터베이스를 탐색한다. 처음 보는 소스(source)일 경우, 새로운 IP주소를 생성하고 해당 IP와 소스(source)의 주소를 매칭 하여 데이터베이스에 저장한다. 그리고 기존의 주소를 매칭되는 생성 IP값으로 변환시켜 백본 네트워크로 내보낸다. 외부에서 오는 IP기반 패킷의 경우, 컨버전 장치(conversion device)가 자신의 데이터베이스를 참고하여 IP를 매칭 되는 위치기반 주소로 변환시키고, 이를 제안 기술을 통하여 목표 드론으로 전달한다. 이러한 방법들을 통하여 외부 인터넷 망과 제안 기술이 상호 호환될 수 있다.

[0064]

앞서 언급한 기술과는 별개로, 드론의 지리적 위치 정보를 노드 주소로 변환하기 위해 사용된 재귀적 네트워크 분할을 통한 위치정보의 주소화 기법과 현재 널리 사용되고 있는 IPv4, 혹은 IPv6 주소 체계를 융합시킴으로써 호환성을 보장할 수도 있다. 네트워크상에서 모든 노드들이 독립적인 객체로 동작하는 애드 혹(ad-hoc) 네트워크를 가정하여 보자. IPv4의 주소는 8bit씩 4개의 필드(field)로, 총 32bit으로 이루어져 있다. IPv6의 경우 16bit 단위의 8개의 필드(field)로, 즉 총 128bit으로 구성된다. 이러한 구성을 바탕으로, 제안 기술을 이용하여 생성된 주소 값을 IP주소로 변환시킬 수 있다. 하나의 가능한 방법은, IPv4와 IPv6의 각 필드(field) 값들을 위치 정보에 따른 결과로 생성되는 2 bit값들이 대입되는 지점으로 보는 것이다. 이 결과로, IPv4는 4번의 재귀적 분할까지, IPv6는 8번의 분할까지 지원하게 된다. 하지만 이 방법은 제안하는 주소체계에서의 디바이스 종류(device type), 기능(function)등의 다양한 정보들을 포함시키는 것이 불가능하다. 또한 서비스 영역이 클 경우 4번, 혹은 8번의 분할 수준은 드론의 위치를 나타내기에 부족할 수 있다. 이러한 문제점들을 반영한 제안 방법은 다음과 같다. 제안 주소화 방법을 통하여 얻어진 헤더의 크기는 일반적으로 32bit을 넘지 않는다. IPv6를 사용할 경우 주소의 길이는 128bit으로 이는 제안 주소화 방식으로 얻어지는 길이에 비하여 더욱 충분한 길

이다. 따라서 제안 주소화 기법을 통하여 생성된 주소의 bit 자체를 IP의 주소로 그대로 변환 시키는 것이 가능하다. 예를 들어 4단계의 분할 과정에서 어떤 드론의 위치 정보가 11, 01, 11, 10으로 나타났다고 하자. 그리고 이어지는 기타 부수정보들로 인한 bit들이 '1101101'이었다고 하자. 그렇다면 이 정보를 IPv4로 변환 시키면 다음과 같이 변화될 수 있다.

[0065] -> 11011110.00000000.00000000.11011010

[0066] 위의 주소에서 상위 bit은 드론의 위치정보로 인하여 생긴 bit이며, 하위 bit들은 기타 부수정보들로 인하여 생긴 주소 관련 bit들이다. 이러한 구성을 통하여 드론의 현재 위치와 기타 정보들을 현재 널리 사용되는 IP 주소 체계로 변환 시키는 것이 가능하다. 제안 주소화 기법으로 발생한 bit들의 IP주소 내의 위치는 사전 정의, 혹은 편의에 따라 유동적으로 변화될 수 있다.

[0067] <사용자에게 네트워크 서비스를 제공하는 상황에서의 3D 라우팅 기법>에 있어서, 드론 편대 네트워크와 사용자 네트워크가 함께 어우러져 통신을 진행하는 경우, 예를 들어 드론 편대 네트워크를 이용하여 특정 지역의 사용자들에게 네트워크 서비스를 제공하고자 하는 경우, 전체 네트워크의 형상은 드론 네트워크와 사용자 네트워크라는 2개의 네트워크 평면이 어느 정도의 거리를 두고 겹쳐진 형태를 나타내게 된다. 도 1에 이러한 상황이 묘사되어 있다. 이러한 상황에서, 만약 사용자들도 ad-hoc 네트워크의 독립적인 노드로써 동작한다면, 사용자 목적지 주소로 데이터를 전송할 경우 설계 목적대로인 자신의 위에 있는 드론으로 해당 패킷을 전달하는 것이 아니라 사용자와 목적지를 잇는 벡터(vector)상에 위치한 다른 사용자에게로 패킷을 전달하게 되는 경우가 발생한다. 사용자와 목적지가 같은 평면상에 위치하는 경우가 빈번함을 감안할 때, 이러한 상황에서는 사용자들 간의 라우팅만 일어날 뿐 드론을 이용한 라우팅은 제대로 일어나지 않게 된다. 재난지역 등을 가정하였을 때 사용자의 분포는 매우 듥성듬성하므로 이는 통신이 제대로 이루어지지 못하게 하는 원인이 된다. 따라서, 본 기술에서는 해당 상황에서 제안 주소체계의 장치 종류(device type) 정보를 이용하여 이러한 문제를 해결할 수 있다. 장치 종류(device type)가 드론이 아닌 경우, 예컨대, 노트북, 스마트폰, 구글 안경 등일 경우 데이터의 전달은 +z방향, 즉 지면으로부터의 수직 방향으로 변경되게 된다. 즉, 사용자는 자신의 위에 위치한 드론에게 데이터를 전달할 수 있게 된다. 반대로 외부에서 데이터가 전달되어 오는 경우, 장치 종류(device type)가 드론이 아니면 우선 x, y 정보를 기반으로 목적 grid상의 드론들에게 데이터 패킷을 전달하고, 해당 지역의 드론이 z방향으로 데이터를 전달함으로써 이러한 문제들을 해결할 수 있다. 이러한 기술은 재난 상황 이외에도 개인 소유의 드론이 사용자가 소유한 여러 모바일 기기들의 외부로의 통신을 담당하고자 하는 경우에도 효과적으로 적용될 수 있다.

[0068] 본 기술은 사용자간의 연결성, 혹은 드론들 간의 연결성이 보장되지 못하는 상황에서의 보완책으로도 이용될 수 있다. 일반적인 네트워크에서는 사용자, 혹은 드론의 분포가 고르지 못하다. 이는 제안 알고리즘에서 전송각(forwarding angle)으로 만들어지는 전송영역(forwarding area)내에 릴레이(relay) 노드가 하나도 존재하지 않는 상황이 발생할 수 있음을 의미한다. 이러한 상황에서 사용자 네트워크는 +z 방향으로, 드론 네트워크는 z 방향으로 데이터 패킷을 전달하여, 네트워크 평면 간의 천이가 일어나도록 함으로써 연결성을 복구하는 것이 가능하다. 연결성이 결여됨을 파악하는 기술에는 ACK의 누락, 사전 이웃 정보 확인 등의 다양한 기술이 적용되어 사용될 수 있다.

[0069] <라우팅 메트릭(metric)>의 경우, 드론 네트워크는 기존 2차원 센서 네트워크와 비교하였을 때, 3D 토폴로지, 3D 이동성, GCS를 통한 중앙 제어 등의 특징을 갖는다. 기존의 링크 비용(link cost) 측정 알고리즘에는 ETT, ETX, rtt등이 존재하는데, 본 특허에서는 추가적인 라우팅 메트릭(metric)의 도입을 통하여 기존 라우팅 프로토콜에서의 통신을 할 수 있다. 가능한 메트릭(metric)들의 예시는 아래와 같다.

[0070] A. 드론의 배터리 잔량: 드론의 배터리 잔량에 따라 비용(cost)을 변화시킨다. 배터리 잔량이 적으면 통신으로 인한 에너지 소모가 더 치명적이다. 이를 비용(cost)에 반영한다.

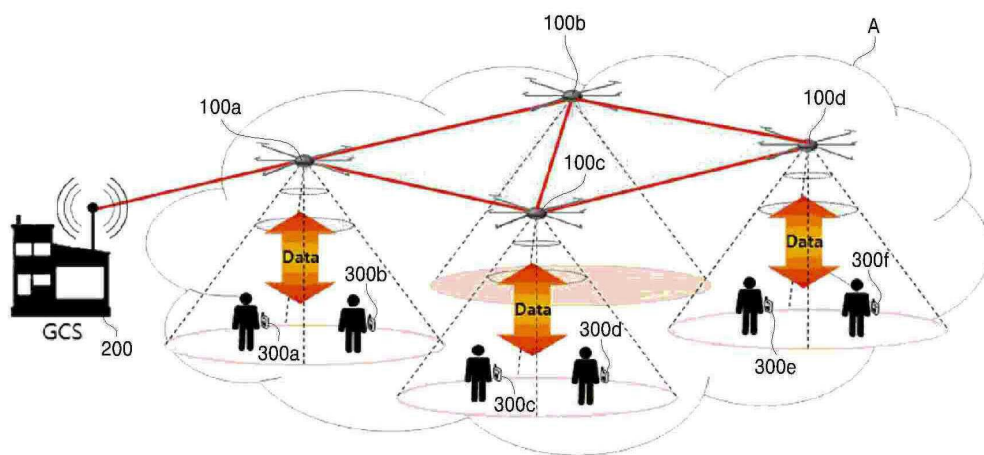
[0071] B. 송신 전력: 드론 네트워크에 power control이 도입되면 송신 전력은 제각각 변화하게 된다. 즉 링크 상황이 비대칭이 되게 되는데, 이는 통신의 연결성에 중요한 이슈이다. 한 쪽이 강하더라도 다른 쪽이 약하면 통신이 제대로 될 수 없기에 이를 메트릭(metric)에 반영시킴으로써 이를 보완한다.

[0072] C. 위치 정보: 드론 네트워크에서는 각 드론들은 자신의 위치를 GPS 등을 통하여 알고 있다. 더욱이 GCS는 모든 드론들의 위치 정보를 관리한다. 이를 통하여 드론간의 상대 거리 등을 정확히 알아낼 수 있으며, 이를 라우팅에 활용할 수 있다. GPS뿐만 아니라 RF localization, PTAM 등 다양한 방식으로 얻어진 위치 정보들을 마찬가지로 활용할 수 있다.

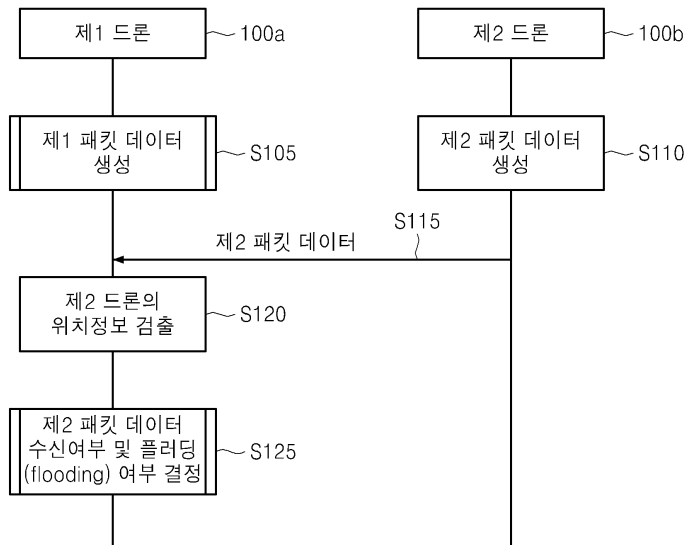
- [0073] D. 장애물 여부: 드론 네트워크에서는 GCS가 지도 정보를 가지고 있는 경우가 많다. 그리고 각 드론은 장애물을 감지하는 기능을 탑재하고 있는 경우가 빈번하다. 이 경우에 LOS/NLOS여부를 쉽게 파악할 수 있으며, 결과적으로 이를 라우팅 메트릭(metric)에 반영시킬 수 있다.
- [0074] E. 이동성 정보: 드론 편대에서 각 드론들은 센서 등을 통하여 각각의 이동 상태를 파악할 수 있다. 또한 GCS는 드론들의 이동성을 스케줄링한다. 이러한 정보의 교환을 통하여 라우팅 메트릭(metric)에 반영할 수 있다. 예를 들면 자신에게서 멀어져가는 드론의 링크 코스트(link cost)는 가까워지는 드론 보다 크게 설정될 수 있다.
- [0075] F. 접속 사용자 수 정보: 드론 네트워크에서 각 드론에 접속한 사용자의 수는 그 드론에서 통신이 발생할 확률과 직접적으로 연관된다. 이를 고려하여 특정 노드를 우회하는 등의 고려가 가능하다.
- [0076] 위의 메트릭(metric)들은 기존의 메트릭(metric)과 조합되어 사용될 수 있다. 기존의 단일 메트릭(metric)에 기반한 비용(cost)의 계산이 아니라, 다양한 요소들을 혼합한 링크 비용(link cost) 계산을 통하여 더 효과적인 라우팅이 이루어 질 수 있다.
- [0077] 한편, 상술한 본 발명의 실시예들은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성가능하고, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다.
- [0078] 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 마그네틱 저장매체(예를 들면, 롬, 플로피 디스크, 하드디스크 등), 광학적 판독매체(예를 들면, 시디롬, 디브이디 등)를 포함한다.
- [0079] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다.
- [0080] 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명이 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

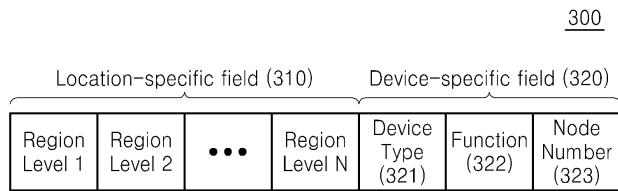
도면1



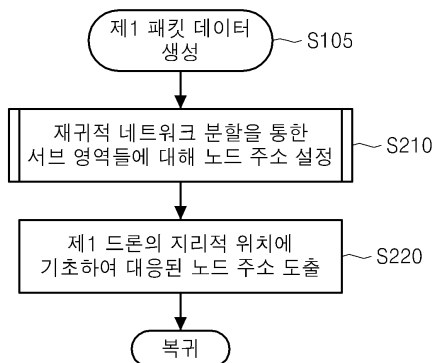
도면2



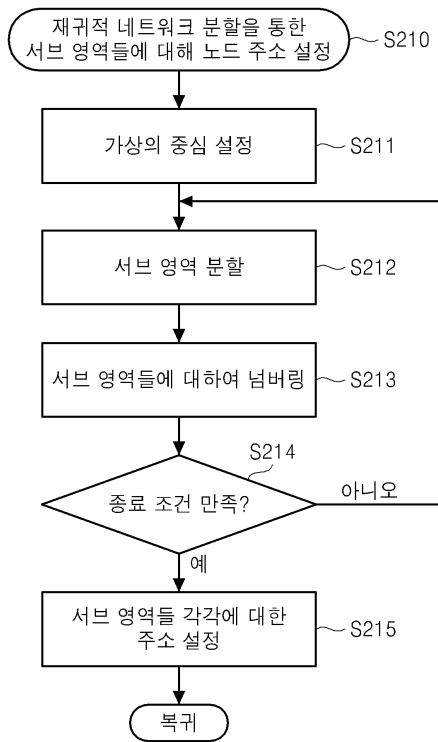
도면3



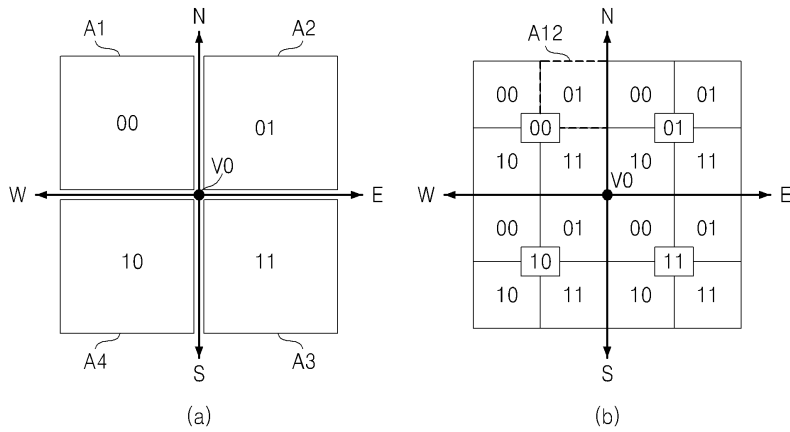
도면4



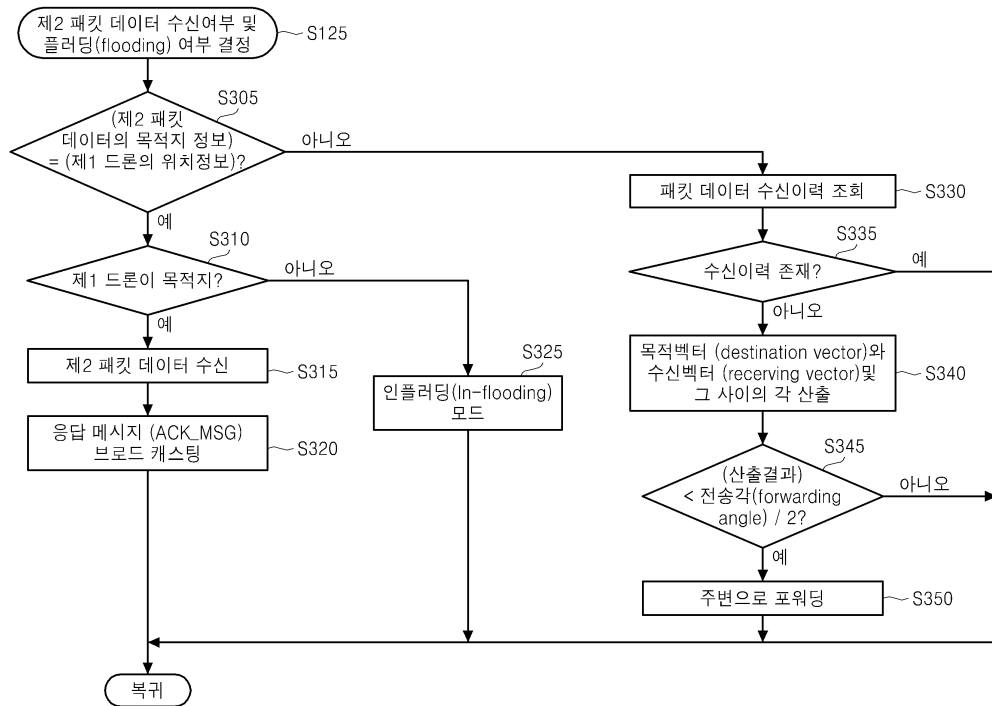
도면5



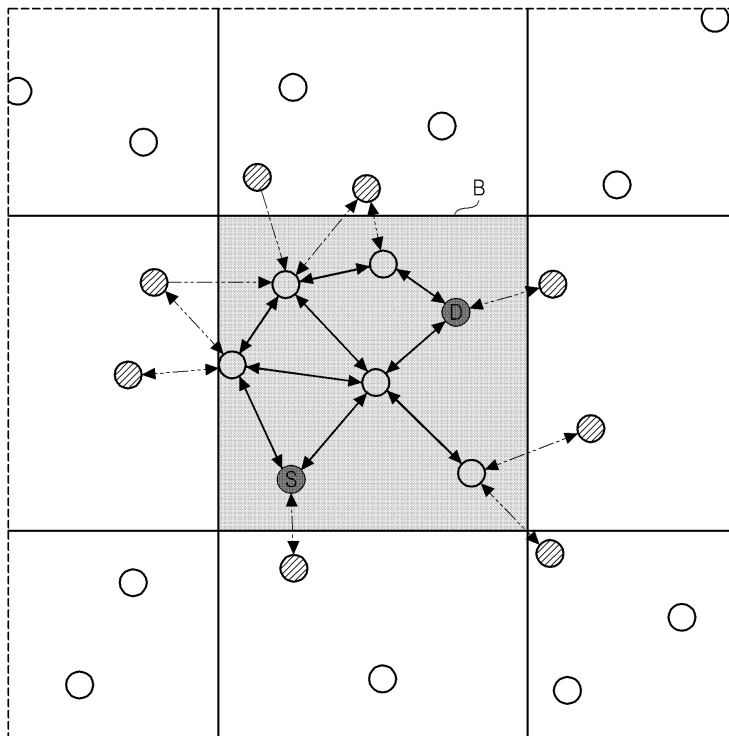
도면6



도면7



도면8



도면9

