



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0129602

(43) 공개일자 2015년11월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04W 84/06 (2009.01) H04W 64/00 (2009.01)

(52) CPC특허분류

H04W 84/06 (2013.01)

B64C 39/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0027438

(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

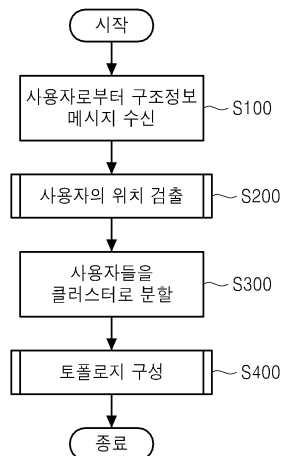
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 사용자 위치에 따른 드론 네트워크의 토폴로지 구성 방법

(57) 요약

드론 네트워크의 토폴로지 구성 방법이 개시된다. 본 발명의 방법은 편대를 구성하는 다수의 드론들에 의해 구현되며, 상기 다수의 드론들 각각의 위치, 구성 및 이동성 정보를 관리하는 지상 제어 장치(GCS)에 의해 제어되는 드론 네트워크의 토폴로지 구성 방법에 있어서, 상기 지상 제어 장치(GCS)가 상기 드론 네트워크의 서비스 지역에 포함된 사용자들 및 그 사용자들의 위치를 검출하는 단계; 상기 지상 제어 장치(GCS)가 상기 사용자들을 상기 사용자들의 군집 정도에 따라 몇 개의 클러스터로 분할하는 단계; 및 상기 지상 제어 장치(GCS)가 상기 클러스터별로 그 클러스터에 포함된 사용자들 간의 거리 정보에 기초하여 상기 드론들의 배치 형태를 결정하는 토폴로지 구성 단계를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

~~H04W~~ 64/003 (2013.01)

~~H04W~~ 64/006 (2013.01)

B64C 2201/122 (2013.01)

(72) 발명자

김강호

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

이석규

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

이지연

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

정종택

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

정용준

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

명세서

청구범위

청구항 1

편대를 구성하는 다수의 드론들에 의해 구현되며, 상기 다수의 드론들 각각의 위치, 구성 및 이동성 정보를 관리하는 지상 제어 장치(GCS)에 의해 제어되는 드론 네트워크의 토폴로지 구성 방법에 있어서,

상기 지상 제어 장치(GCS)가 상기 드론 네트워크의 서비스 지역에 포함된 사용자들 및 그 사용자들의 위치를 검출하는 단계;

상기 지상 제어 장치(GCS)가 상기 사용자들을 상기 사용자들의 군집 정도에 따라 몇 개의 클러스터로 분할하는 단계; 및

상기 지상 제어 장치(GCS)가 상기 클러스터별로 그 클러스터에 포함된 사용자들 간의 거리 정보에 기초하여 상기 드론들의 배치 형태를 결정하는 토폴로지 구성 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크의 토폴로지 구성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 사용자들의 위치 검출 단계는

상기 지상 제어 장치(GCS)가 사용자로부터 주기적으로 수신한 구조정보 메시지에 의거하여 해당 사용자의 위치를 검출하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크의 토폴로지 구성 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 구조정보 메시지는

상기 메시지가 구조 정보 메시지임을 나타내는 메시지 플래그;

상기 구조정보 메시지를 전송한 사용자를 식별하기 위한 사용자 식별 정보;

GPS를 통해 얻은 정보와 상기 사용자가 연결된 드론의 정보를 포함하는 상기 사용자의 위치정보;

상기 사용자의 주변 상황을 표시하는 센서정보;

상기 사용자가 연결된 드론의 영역 내에 위치하는 사용자 정보를 포함하는 주변 사용자 정보; 및

상기 사용자 단말의 상태 정보를 포함하는 기타 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크의 토폴로지 구성 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 센서 정보는

사용자의 주변 조도를 측정하여 상기 사용자가 위치한 주변의 상태를 알리기 위한 조도 센서; 및

상기 사용자의 이동성 정보를 알리기 위한 가속도계와 자기계를 포함하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크의 토폴로지 구성 방법.

청구항 5

제2항에 있어서, 상기 사용자들의 위치 검출 단계는

상기 지상 제어 장치(GCS)가 사용자와의 연결이 끊어진 것을 감지한 드론의 최후의 메시지를 수신하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크의 토폴로지 구성 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 사용자들의 위치 검출 단계는

상기 최후의 메시지를 수신한 상기 지상 제어 장치(GCS)가 응답 메시지(ACK MSG)를 전송하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크의 토폴로지 구성 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 사용자들의 위치 검출 단계는

상기 지상 제어 장치(GCS)가 상기 드론들을 제어하여 상기 서비스 지역 내에 위치한 모든 사용자들에게 상기 드론의 위치를 알리도록 제어하는 단계;

상기 지상 제어 장치(GCS)가 드론들에게 주변 메시지 흐름을 도청(overhearing)하도록 제어하는 단계;

상기 지상 제어 장치(GCS)가 드론으로 연결을 시도한 사용자의 ID를 주변 드론들 또는 상기 지상 제어 장치(GCS)에게 알리도록 제어하는 단계; 및

상기 지상 제어 장치(GCS)가 상기 연결을 시도한 사용자의 신호 세기를 추출하고, 상기 신호 세기에 의해 사용자의 위치를 파악하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크의 토폴로지 구성 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 드론의 위치 알람 단계는

상기 드론들이 비컨 메시지 또는 별도의 사용자 탐지용 메시지를 최대 출력으로 전송하도록 상기 지상 제어 장치(GCS)가 제어하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크의 토폴로지 구성 방법.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 사용자의 신호 세기 추출 방법은

상기 지상 제어 장치(GCS)가, 상기 드론이 수신한 패킷 메시지들 중 그 소스 어드레스(Source Address)가 상기 드론에게 연결을 시도한 사용자의 ID인 패킷 메시지들을 검출하고, 그 패킷 메시지의 신호 세기를 추출하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크의 토폴로지 구성 방법.

청구항 10

제7항에 있어서, 상기 사용자의 위치 파악 방법은

상기 지상 제어 장치(GCS)는 패스 로스 모델(path loss model)에 근거하여 상기 드론으로부터 신호의 세기에 해당하는 거리를 반지름으로 하는 원들의 교집합의 중앙점을 사용자의 위치로 결정하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크의 토폴로지 구성 방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 토폴로지 구성 단계는

상기 클러스터(Cluster)마다 사용자를 꼭짓점(vertex)으로 하는 최소신장트리(MST: Minimum Spanning Tree)를 생성하는 단계;

상기 최소신장트리(MST) 내에서 모든 꼭짓점들을 가상 꼭짓점으로 변환하는 단계;

최종적으로 얻어진 꼭짓점(Vertex)들의 위치에 드론들을 파견하는 단계; 및

상기 드론들에 의해 생성된 토폴로지 상에서 네트워크 서비스를 제공하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크의 토폴로지 구성 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 가상 꼭짓점 변환 단계는

상기 최소신장트리(MST) 상에서 리프-꼭짓점(leaf vertex)에서 시작하여 연결된 두 꼭짓점(vertex)이 드론의 최대 통신 가능 거리 d 내부에 속하는 경우 그 둘을 하나로 묶고, 그 평균 위치에 가상의 새로운 꼭짓점(vertex)을 만들어 기존의 최소신장트리(MST)와 연결시키는 과정 반복하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크의 토폴로지 구성 방법.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 드론 파견 단계는

상기 꼭짓점들 간의 거리(edge)(L)가 미리 설정된 드론간의 최대 통신 가능 거리(d)를 넘는 경우 $\text{ceil}(L/d)-1$ 만큼의 드론을 두 꼭짓점(vertex) 사이에 추가로 파견하는 것을 특징으로 하는 드론 네트워크의 토폴로지 구성 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 드론 네트워크에 관한 것으로서, 특히, 재난 발생 지역에서 사용자를 효과적으로 구조하기 위한 드론 네트워크의 토폴로지 구성방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 재난 지역이나 급격하게 인파가 몰린 지역, 전쟁 지역, 산악 지역의 경우 기지국이 정상적으로 동작하기 어려운 환경이거나, 기지국의 부재 등으로 인하여 네트워크 서비스가 제대로 제공되지 못하고 있다. 이러한 현실은 단순한 불편함을 넘어 사용자들의 안전 보장과도 관련된다. 예를 들어 지진, 전쟁, 항공기 사고와 같은 대형 재난이 발생한 상황에서 인터넷 서비스의 가능 여부는 인명 구조에 직접적인 영향을 끼친다.

[0003] 따라서 이와 같이 네트워크 서비스가 제대로 제공되지 않는 네트워크 음영지역들에 대하여 네트워크 서비스를 제공하려는 다양한 시도들이 이루어지고 있다. 예를 들어, 이동형 기지국 등을 통하여 해당 지역에 네트워크 서비스를 제공하고자 하고 있다. 하지만 이러한 방법들은 물리적인 한계로 서비스의 제공이 일부 지역으로 제한되거나, 그 품질이 저조한 경우가 대부분이다.

[0004] 재난 지역에 파견되어 긴급히 인터넷 서비스를 제공하기 위한 대표 서비스로는 씨스코(Cisco)의 NERV(Network Emergency Response Vehicle)가 있다. 상기 NERV는 각종 네트워크 장비들을 갖춘 트럭의 형태를 지니며, 재난지역에 파견되어 신속하게 위성 통신 기반의 네트워크 서비스를 제공할 수 있도록 한다. 따라서 외부의 다양한 재난 대책 기관들과 해당 지역이 신속하게 연결될 수 있도록 한다. 하지만, 상기 NERV는 그 목적이 재난 지역 내의 사용자들에게 서비스를 제공하기보다는 여러 재난 대책 기관들과 통신 가능한 거점을 만들어 주는 것에 더 의의가 있다. 또한, 지상을 따라 이동하는 한계로 인하여 재난 지역 전체에 네트워크 서비스를 제공하는 것이

제한되거나, 많은 시간이 소모된다는 단점이 있다.

[0005] 한편, 재난 지역에서 사람을 찾으려는 기술은 사복스(Savox)의 DELSAR가 있다. 이는, 진동 센서와 소리 센서를 이용하여 지진, 산사태 등에 의해 무너진 구조물에 갇힌 사람들을 찾는 기술로서, 재난 지역에 직접 센서들과 기구를 장착하여 보이지 않는 곳에 갇힌 희생자들을 탐지해낸다. 그런데, 이러한 DELSAR는 재난지역에 센서들을 직접 설치하고 헤드폰을 이용하여 희생자들을 탐지해야 한다. 따라서 대형 재난이 발생하여 접근이 어려운 경우에는 적합하지 않다. 또한 2차 재난의 피해가 우려될 경우 2차 피해의 위험성이 적을 때까지 기다렸다가 작업을 수행하여야 하므로 사람을 탐지하더라도 생존율을 장담하기 힘들다.

[0006] 결과적으로 종래의 방법으로는 재난 지역에서 사용자를 효과적으로 구조할 수 없었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서 본 발명은 재난 발생 지역에서 사용자를 효과적으로 구조하기 위한 드론 네트워크의 토폴로지 구성 방법을 제공하고자 한다.

[0008] 또한, 본 발명은 사용자의 위치를 검출하고, 그 사용자의 위치에 따라 드론 네트워크의 토폴로지를 구성하는 드론 네트워크의 토폴로지 구성 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 드론 네트워크의 토폴로지 구성 방법은 편대를 구성하는 다수의 드론들에 의해 구현되며, 상기 다수의 드론들 각각의 위치, 구성 및 이동성 정보를 관리하는 지상 제어 장치(GCS)에 의해 제어되는 드론 네트워크의 토폴로지 구성 방법에 있어서, 상기 지상 제어 장치(GCS)가 상기 드론 네트워크의 서비스 지역에 포함된 사용자들 및 그 사용자들의 위치를 검출하는 단계; 상기 지상 제어 장치(GCS)가 상기 사용자들을 상기 사용자들의 군집 정도에 따라 몇 개의 클러스터로 분할하는 단계; 및 상기 지상 제어 장치(GCS)가 상기 클러스터별로 그 클러스터에 포함된 사용자들 간의 거리 정보에 기초하여 상기 드론들의 배치 형태를 결정하는 토폴로지 구성 단계를 포함한다.

[0010] 바람직하게는, 상기 사용자들의 위치 검출 단계는 상기 지상 제어 장치(GCS)가 사용자로부터 주기적으로 수신한 구조정보 메시지에 의거하여 해당 사용자의 위치를 검출할 수 있다.

[0011] 바람직하게는, 상기 구조정보 메시지는 상기 메시지가 구조 정보 메시지임을 나타내는 메시지 플래그; 상기 구조정보 메시지를 전송한 사용자를 식별하기 위한 사용자 식별 정보; GPS를 통해 얻은 정보와 상기 사용자가 연결된 드론의 정보를 포함하는 상기 사용자의 위치정보; 상기 사용자의 주변 상황을 표시하는 센서정보; 상기 사용자가 연결된 드론의 영역 내에 위치하는 사용자 정보를 포함하는 주변 사용자 정보; 및 상기 사용자 단말의 상태 정보를 포함하는 기타 정보를 포함할 수 있다.

[0012] 바람직하게는, 상기 센서 정보는 사용자의 주변 조도를 측정하여 상기 사용자가 위치한 주변의 상태를 알리기 위한 조도 센서; 및 상기 사용자의 이동성 정보를 알리기 위한 가속도계와 자기계를 포함할 수 있다.

[0013] 바람직하게는, 상기 사용자들의 위치 검출 단계는 상기 지상 제어 장치(GCS)가 사용자와의 연결이 끊어진 것을 감지한 드론의 최후의 메시지를 수신하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0014] 바람직하게는, 상기 사용자들의 위치 검출 단계는 상기 최후의 메시지를 수신한 상기 지상 제어 장치(GCS)가 응답 메시지(ACK MSG)를 전송할 수 있다.

[0015] 바람직하게는, 상기 사용자들의 위치 검출 단계는 상기 지상 제어 장치(GCS)가 상기 드론들을 제어하여 상기 서비스 지역 내에 위치한 모든 사용자들에게 상기 드론의 위치를 알리도록 제어하는 단계; 상기 지상 제어 장치(GCS)가 드론들에게 주변 메시지 흐름을 도청(overhearing)하도록 제어하는 단계; 상기 지상 제어 장치(GCS)가 드론으로 연결을 시도한 사용자의 ID를 주변 드론들 또는 상기 지상 제어 장치(GCS)에게 알리도록 제어하는 단계; 및 상기 지상 제어 장치(GCS)가 상기 연결을 시도한 사용자의 신호 세기를 추출하고, 상기 신호 세기에 의해 사용자의 위치를 파악하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 바람직하게는, 상기 드론의 위치 알람 단계는 상기 드론들이 비컨 메시지 또는 별도의 사용자 탐지용 메시지를 최대 출력으로 전송하도록 상기 지상 제어 장치(GCS)가 제어할 수 있다.

- [0017] 바람직하게는, 상기 사용자의 신호 세기 추출 방법은 상기 지상 제어 장치(GCS)가, 상기 드론이 수신한 패킷 메시지들 중 그 소스 어드레스(Source Address)가 상기 드론에게 연결을 시도한 사용자의 ID인 패킷 메시지들을 검출하고, 그 패킷 메시지의 신호 세기를 추출하도록 제어할 수 있다.
- [0018] 바람직하게는, 상기 사용자의 위치 파악 방법은 상기 지상 제어 장치(GCS)는 패스 로스 모델(path loss model)에 근거하여 상기 드론으로부터 신호의 세기에 해당하는 거리를 반지름으로 하는 원들의 교집합의 중앙점을 사용자의 위치로 결정할 수 있다.
- [0019] 바람직하게는, 상기 토폴로지 구성 단계는 상기 클러스터(Cluster)마다 사용자를 꼭짓점(vertex)으로 하는 최소 신장트리(MST: Minimum Spanning Tree)를 생성하는 단계; 상기 최소신장트리(MST) 내에서 모든 꼭짓점들을 가상 꼭짓점으로 변환하는 단계; 최종적으로 얻어진 꼭짓점(Vertex)들의 위치에 드론들을 파견하는 단계; 및 상기 드론들에 의해 생성된 토폴로지 상에서 네트워크 서비스를 제공하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0020] 바람직하게는, 상기 가상 꼭짓점 변환 단계는 상기 최소신장트리(MST) 상에서 리프-꼭짓점(leaf vertex)에서 시작하여 연결된 두 꼭짓점(vertex)이 드론의 최대 통신 가능 거리 d 내부에 속하는 경우 그 둘을 하나로 묶고, 그 평균 위치에 가상의 새로운 꼭짓점(vertex)를 만들어 기존의 최소신장트리(MST)와 연결시키는 과정 반복할 수 있다.
- [0021] 바람직하게는, 상기 드론 파견 단계는 상기 꼭짓점들 간의 거리(edge)(L)가 미리 설정된 드론간의 최대 통신 가능 거리(d)를 넘는 경우 $\text{ceil}(L/d)-1$ 만큼의 드론을 두 꼭짓점(vertex) 사이에 추가로 파견할 수 있다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명은 신속한 대처와 구조가 필요한 상황(예컨대, 재난 발생 등)에서, 드론의 GPS와 네트워크 신호 세기를 이용하여 사용자의 위치를 검출함으로써, 그 위치를 비교적 정확하게 검출할 수 있으며, 상기 위치를 기반으로 드론 네트워크의 네트워크 토폴로지를 구성함으로써 매우 효율적인 구조가 이루어질 수 있다는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명이 적용된 드론 네트워크에 대한 일반적인 시스템 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따라 사용자 위치에 따른 드론 네트워크의 토폴로지 구성 방법에 대한 처리 흐름도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따라 사용자가 전송하는 구조 정보 메시지 구조의 예를 도시한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따라 사용자의 위치를 검출하는 과정에 대한 처리 흐름도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따라 사용자의 위치를 검출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따라 토폴로지를 구성하는 과정에 대한 처리 흐름도이다.
- 도 7 및 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따라 토폴로지를 구성하는 방법을 설명하기 위한 도면들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 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.
- [0025] 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.
- [0026] 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" 있

다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

- [0027] 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.
- [0028] 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.
- [0029] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 명세서 및 청구범위 전체에서, 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.
- [0030] 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 조종하거나 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.
- [0031] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따라 사용자 위치에 따른 드론 네트워크의 토폴로지 구성 방법에 대한 처리 흐름도이다. 도 1 및 도 2를 참조하면 본 발명의 일 실시 예에 따라 드론 네트워크의 토폴로지를 구성하는 방법은 다음과 같다.
- [0032] 먼저, 단계 S100에서는, 도 1에 예시된 바와 같은 드론 네트워크에서, GCS(200)가 상기 드론 네트워크의 서비스 지역에 포함된 사용자들이 전송한 구조 정보 메시지를 수신한다. 즉, GCS(200)는 상기 드론 네트워크 서비스 지역에 위치한 사용자의 사용자 단말로부터 구조 정보 메시지를 수신한다. 이를 위해, 사용자 단말은 상기 구조정보 메시지를 주기적으로 전송하는 것이 바람직하다.
- [0033] 단계 S200에서는, GCS(200)가 상기 수신된 구조정보 메시지에 의거하여 해당 사용자의 위치를 검출한다. 이 때, 수신된 구조 정보 메시지의 데이터 포맷의 예가 도 3에 예시되어 있다.
- [0034] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따라 사용자가 전송하는 구조 정보 메시지 구조의 예를 도시한 도면으로서, 도 3을 참조하면 구조 정보 메시지(400)는 상기 메시지가 구조 정보 메시지임을 나타내는 메시지 플래그(Msg.flag)(401), 상기 구조정보 메시지를 전송한 사용자를 식별하기 위한 사용자 식별 정보(Src.ID)(402), GPS를 통해 얻은 정보와 상기 사용자가 연결된 드론의 정보를 포함하는 상기 사용자의 위치정보(GPS Location)(403), 상기 사용자의 주변 상황을 표시하는 센서정보(Sensor info.1, Sensor info.2, , Sensor info.n)(405,406,407), 상기 사용자가 연결된 드론의 영역 내에 위치하는 사용자 정보를 포함하는 주변 사용자 정보(Neighbor info.)(408); 및 상기 사용자 단말의 상태 정보를 포함하는 기타 정보(Etc.)(409)를 포함한다.
- [0035] 이 때, 사용자 식별 정보(Src.ID)(402)는 예컨대, IP 주소가 될 수 있다. 상기 사용자의 위치 정보(403)는 사용자가 연결된 드론 정보로써, GCS는 드론의 정보를 관리하므로, 사용자와 연결된 드론의 정보를 아는 것만으로도 수색의 범위를 크게 줄일 수 있다. 한편, 센서 정보(405,406,407)는 조도 센서와, 가속도계와 자기계로부터 수신된 정보를 포함한다. 이 때, 상기 조도 센서는 사용자의 주변 조도를 측정하여 상기 사용자가 위치한 주변의 상태(예컨대, 사용자가 실내에 있는지, 실외에 있는지, 혹은 장애물에 의해 고립된 상황인 지 등)를 전달하고, 상기 가속도계와 자기계는 사용자가 자유롭게 움직일 수 있는 상황인지, 움직이지 못하고 멈춰있는 상황인지에 대한 정보를 전달하도록 한다. 이 때, 센서 정보는 그 수가 한정되지 않는다. 따라서, 이와 같이 재난 지역에서 사용자 탐지에 도움을 줄 수 있는 기타 센서의 정보들이 자유롭게 추가될 수 있다.

- [0036] 다시 도 2를 참조하면, 단계 S300에서는, 상기 검출된 사용자들의 위치 정보에 기초하여 상기 사용자들의 군집 정도에 따라 몇 개의 클러스터로 분할한다. 도 7은 재난 지역(Disaster area)에서 검출된 사용자들을 그 위치 정보에 기초하여 3개의 클러스터(Cluster1, Cluster2, Cluster3)로 분할한 예를 도시하고 있다.
- [0037] 단계 S400에서는, 상기 지상 제어 장치(GCS)가 상기 클러스터별로 그 클러스터에 포함된 사용자들 간의 거리 정보에 기초하여 상기 드론들의 배치 형태를 결정한다.
- [0038] 이 때, 사용자와의 연결이 끊어진 것을 감지한 드론은 상기 사용자의 최종 메시지를 GCS에게 전송하되, GCS로부터 응답 메시지(ACK MSG)가 수신될 때까지 반복하는 단계를 더 포함함으로써, 사용자 위치 정보에 대한 신뢰도를 향상시킬 수 있다.
- [0039] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따라 사용자의 위치를 검출하는 과정에 대한 처리 흐름도로서, 도 2의 사용자 위치 검출 과정(S200)에 대한 보다 상세한 처리 과정을 예시하고 있다.
- [0040] 도 1 및 도 4를 참조하면, 단계 S210에서, GCS(200)는 드론들(100a, 100b, 100c, 100d)에게 주기적으로 사용자 탐지용 메시지(예컨대, 비컨 메시지 등)를 전송하도록 함으로써, 네트워크 서비스 지역 내에 위치한 모든 사용자들에게 해당 드론의 위치를 알리도록 한다.
- [0041] 단계 S220에서는, GCS(200)가 드론들(100a, 100b, 100c, 100d)을 제어하여, 상기 드론들(100a, 100b, 100c, 100d)에게 연결을 시도한 사용자의 ID를 주변 드론 및 GCS(200)에게 전송하도록 한다. 이는 모든 드론들의 위치 정보를 관리하는 GCS가 그 주변 드론의 위치를 참조하여 보다 정확한 사용자의 위치를 검출할 수 있도록 하기 위함이다. 이 단계에서, GCS가 드론들에게 주변 메시지 흐름을 도청(overhearing)하도록 제어할 수도 있다.
- [0042] 단계 S230에서는, GCS(200)가 드론들(100a, 100b, 100c, 100d)을 제어하여, 상기 드론들(100a, 100b, 100c, 100d)에게 연결을 시도한 사용자의 신호 세기를 추출한다. 이를 위해, GCS(200)는 상기 드론이 수신한 패킷 메시지들 중 그 소스 어드레스(Source Address)가 상기 드론에게 연결을 시도한 사용자의 ID인 패킷 메시지들을 검출하고, 그 패킷 메시지의 신호 세기를 추출하도록 제어하는 것이 바람직하다.
- [0043] 단계 S240에서는, GCS(200)가 위치 측정(localization) 알고리즘을 실행하여 사용자의 위치를 파악한다. 이 때, GCS(200)는 패스 로스 모델(path loss model)에 의한 위치 측정 알고리즘을 적용하는데, 상기 패스 로스 모델(path loss model)은 상기 드론으로부터 신호의 세기에 해당하는 거리를 반지름으로 하는 원들의 교집합의 중앙점을 사용자의 위치로 결정하는 방식을 채택하고 있다. 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따라 사용자의 위치를 검출하는 방법을 설명하기 위한 도면으로서, 상기 패스 로스 모델(path loss model)을 설명하고 있다. 도 5를 참조하면, GCS(200)는 패스 로스 모델(path loss model) 알고리즘에 기초하여, 제3 드론(100c)과 사용자(300)의 거리(d_1)를 반지름으로 하는 원(C1), 제2 드론(100b)과 사용자(300)의 거리(d_2)를 반지름으로 하는 원(C2), 제4 드론(100d)과 사용자(300)의 거리(d_3)를 반지름으로 하는 원(C3)을 그리고, 상기 원들(C1, C2, C3)의 교집합의 중앙점을 사용자의 위치로 판단한다.
- [0044] 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따라 토폴로지를 구성하는 과정에 대한 처리 흐름도로서, 도 2의 토폴로지 구성 과정(S400)을 보다 상세히 설명한다. 한편, 도 8은 이러한 토폴로지 구성과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0045] 도 1, 도 6 및 도 8을 참조하면, 단계 S410에서, GCS(200)은 상기 도 2의 단계 S300에서 생성된 클러스터(Cluster)마다 사용자를 꼭짓점(vertex)으로 하는 최소신장트리(MST: Minimum Spanning Tree)를 생성한다. 도 8의 (a)는 특정 클러스터 내에서 생성된 최소신장트리(MST)의 예를 도시한다.
- [0046] 단계 S420에서는, GCS(200)가 상기 최소신장트리(MST) 내에서 모든 꼭짓점들을 가상 꼭짓점으로 변환한다. 이를 위해, GCS(200)는 MST 상에서 임의의 리프 꼭짓점(leaf vertex)으로부터 상기 처리 과정을 실시하되, 비용(cost)가 작은 엣지(edge)와 연결된 꼭짓점(vertex)부터 탐색하여 연결된 두 꼭짓점(vertex)의 거리가 드론의 최대 통신 가능 거리(d) 보다 작다면 두 꼭짓점(vertex)을 지우고 그 평균 위치에 가상의 새로운 꼭짓점(vertex)을 만들어 기존의 MST와 연결한다. 이 때, 생성된 가상의 꼭짓점(vertex)은 자신을 형성할 때 포함된 꼭짓점의 수만큼 가중치를 가지며, 이 가중치는 다음 번 평균 위치 계산에 이용된다. 이는 상기 생성된 가상의 꼭짓점(vertex)이 일반 꼭짓점(vertex)과 같은 중요도로 취급되는 것을 방지하기 위함이다.
- [0047] 도 8의 (b) 및 (c)는 이러한 처리 과정에 의해 가상의 꼭짓점들(1 및 2)이 생성된 예를 도시하고 있다. 이러한 과정을 반복하여 모든 꼭짓점들을 가상의 꼭짓점으로 변환하게 되면 상기 최소신장트리(MST)는 도 8의 (d)와 같이 새롭게 구성된다. 이와 같이 토폴로지를 새롭게 구성하는 것은 최소의 드론으로 최대의 사용자들을 커버할

수 있도록 하기 위함이다.

[0048] 단계 S430에서는, 도 8의 (d)와 같이 최종적으로 얻어진 꼭짓점들의 위치에 드론들을 파견한다. 이 때, GCS(200)는 상기 꼭짓점들 간의 거리(edge)(L)가 미리 설정된 드론간의 최대 통신 가능 거리(d)를 넘는 경우 $\text{ceil}(L/d)-1$ 만큼의 드론을 두 꼭짓점(vertex) 사이에 추가로 파견한다.

[0049] 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.

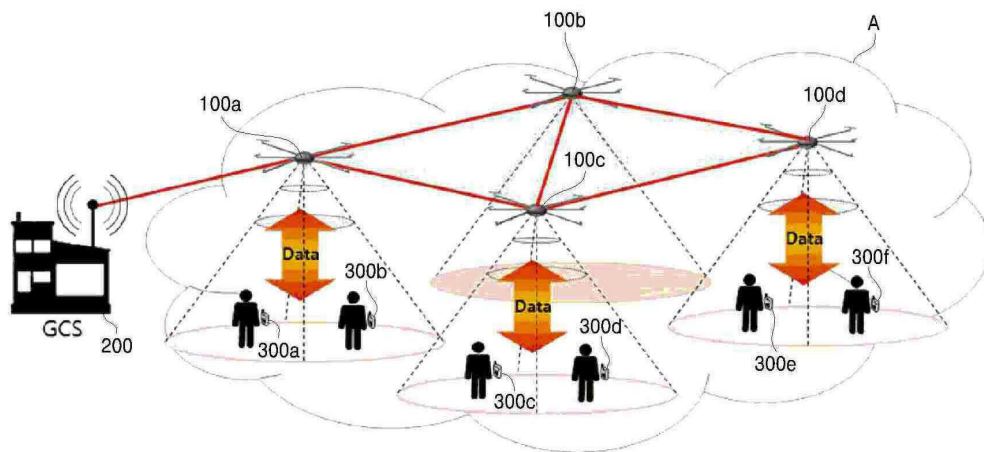
[0050] 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 마그네틱 저장매체(예를 들면, 롬, 플로피 디스크, 하드디스크 등), 광학적 판독매체(예를 들면, 시디롬, 디브이디 등)를 포함한다.

[0051] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다.

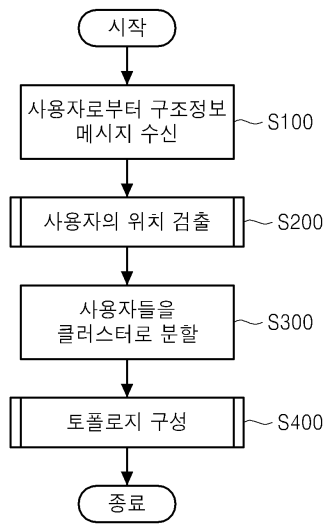
[0052] 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명이 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

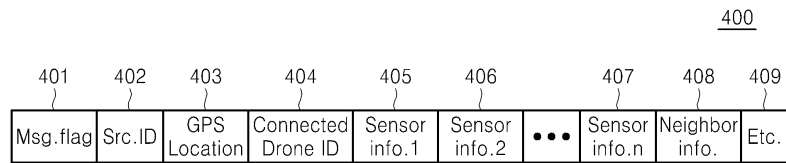
도면1



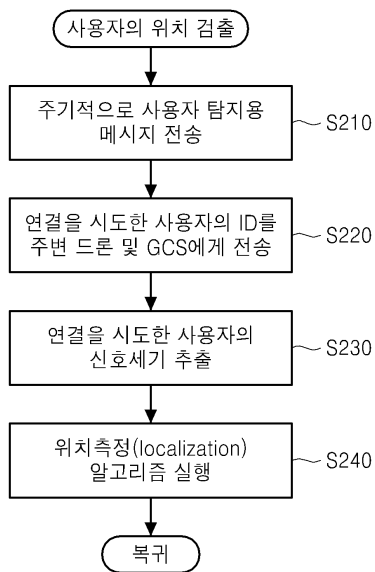
도면2



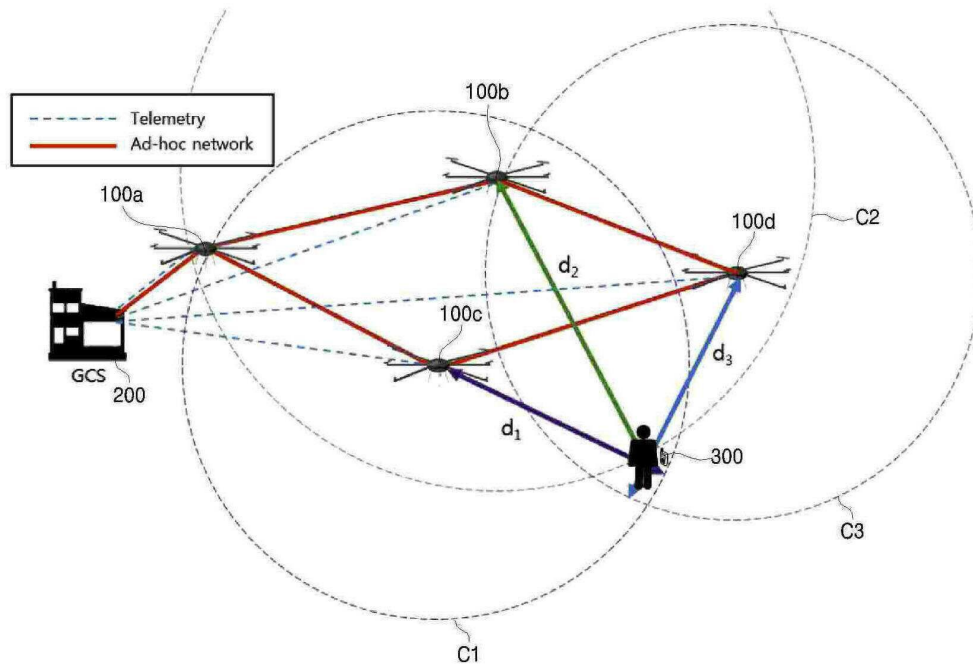
도면3



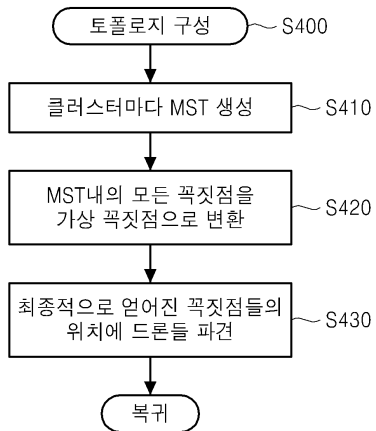
도면4



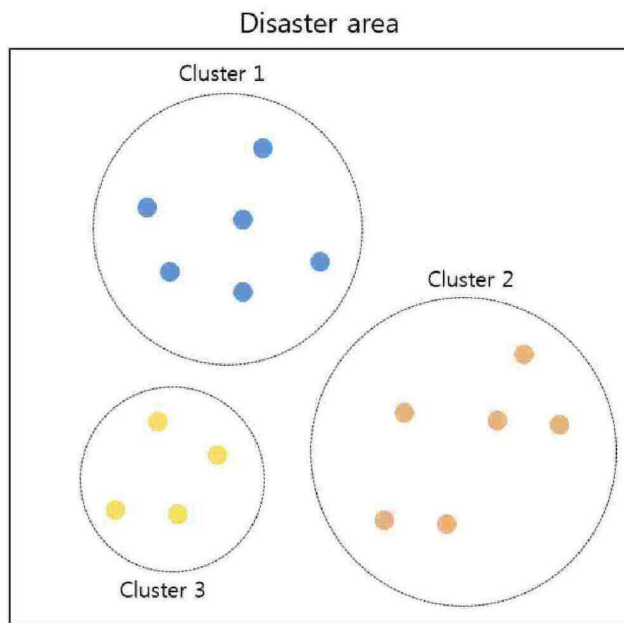
도면5



도면6



도면7



도면8

