(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년09월30일
(11) 등록번호 10-1661861
(24) 등록일자 2016년09월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 84/06 (2009.01) *H04W 16/02* (2009.01)
H04W 84/18 (2009.01) *H04W 92/10* (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04W 84/06 (2013.01)
H04W 16/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0139927
(22) 출원일자 2015년10월05일
심사청구일자 2015년10월05일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020140047340 A
정재웅, "SDN/NEV Solution Demonstration with OBelle Controller", The 22nd Korea Internet conference
KR101550463 B1
JP2007112315 A

(73) 특허권자
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
장경희
서울특별시 마포구 백범로 205, 101동 1110호(신공덕동, 마포펜트라우스)
지준호
인천광역시 서구 가정로152번길 28-1, 다-2동 402호(가좌동, 대성빌라)
칼림 지산
인천광역시 남구 용현동 253 인하대학교 전자공학과 이동통신연구실
(74) 대리인
양성보

전체 청구항 수 : 총 10 항 심사관 : 안병일

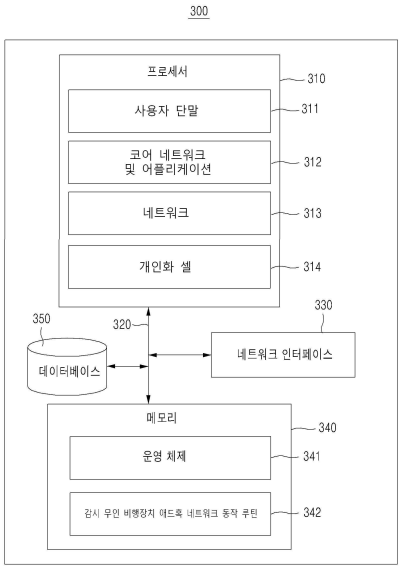
(54) 발명의 명칭 **PS-LTE 재난안전통신망을 위한 모니터링 UAV 애드혹 네트워크**

(57) 요 약

PS-LTE 재난안전통신망을 위한 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 및 동작 방법이 제시된다. 본 발명에서 제안하는 PS-LTE 재난안전통신망을 위한 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 시스템은 데이터 및 제어신호를 분리하고 네트워크의 CP를 관리 및 제어하는 SDN 제어기, 상기 SDN 제어기를 변경하고 업데이트하여 네트워크 및 통신을 가능하게

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도3



하고, EPC 및 무선 인터페이스 백홀에 연결되는 API, 상기 API와 연결되고 패킷 교환영역 및 이종망 간 이동성을 지원하는 EPC, 재난 상황 시 지상에서 이동기지국 역할을 하고 음성 및 데이터를 취합하여 상기 네트워크에 상기 무선 인터페이스 백홀로 연결되는 휴대용 모바일 소형 셀, 재난 상황 시 상기 휴대용 모바일 소형 셀과 무선 인터페이스로 연결되어 이동 기지국 역할을 하는 복수의 M-UAV를 포함할 수 있다. M-UAV의 CP는 SDN 제어기와 S1-CP 인터페이스로 연결되며, M-UAV의 UP만이 휴대용 모바일 소형 셀로 전송되며, 휴대용 모바일 소형 셀의 EPC 기능만을 사용한다. M-UAV는 중앙 UAV와 로컬 UAV로 분류되며, 각기 다른 임무를 수행한다. 셀이 파괴된 지역에 신속히 링크를 대체하여 단절된 통신 링크를 복구할 수 있도록 비교적 용량이 큰 Central UAV는 이동 기지국역할을 수행하도록 설계하며, 용량이 작은 Local UAV는 영상 및 음향 센서로 생존자 감지임무를 수행하도록 설계한다. 또한 M-UAV 간 및 M-UAV와 기타 비행체 간 거리정보를 공유하여 충돌을 회피하여 재난안전통신망 구조에서 효율적인 임무를 수행한다.

(52) CPC특허분류
H04W 84/18 (2013.01)
H04W 92/10 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 51540-1
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터
연구사업명 방송통신산업기술개발사업
연구과제명 TDD망 진화에 대응한 IMT-Advanced TDD 무선전송 방식을 지원하는 소형셀 기지국 시스템 개발(3차년도)
기 여 율 1/2
주관기관 콘텔라(주)
연구기간 2015.03.01 ~ 2016.02.29
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711014156
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 정보통신산업진흥센터
연구사업명 대학 IT연구센터 육성·지원
연구과제명 스마트한 주파수 이용을 위한 스펙트럼 및 전파기술
기 여 율 1/2
주관기관 인하대학교 산학협력단
연구기간 2015.01.01 ~ 2015.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

모니터링 UAV 애드혹 네트워크 시스템에 있어서,

데이터 및 제어신호를 분리하고 네트워크의 CP를 관리 및 제어하는 SDN 제어기;

상기 SDN 제어기를 변경하고 업데이트하여 네트워크 및 통신을 가능하게 하고, EPC 및 무선 인터페이스 백홀에 연결되는 API;

상기 API와 연결되고 패킷 교환영역 및 이종망 간 이동성을 지원하는 EPC;

재난 상황 시 지상에서 이동기지국 역할을 하고 음성 및 데이터를 취합하여 상기 네트워크에 상기 무선 인터페이스 백홀로 연결되는 휴대용 모바일 소형 셀; 및

재난 상황 시 상기 휴대용 모바일 소형 셀과 무선 인터페이스로 연결되어 이동 기지국 역할을 하는 복수의 M-UAV

를 포함하는 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 SDN 제어기는,

네트워크 관리 절차를 간소화하고 데이터 및 제어 신호를 분리하는 기술로서, M-UAV, RRH, eNB 및 소형 셀을 제어하고, 상기 네트워크 상태를 인지하여 사용자가 필요로 하는 자원, 지연 및 QoS를 관리는 것

을 특징으로 하는 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 EPC는,

제어 플랜을 다루고, 사용자 단말에 대한 전달자의 연결 및 해제, 아이들 상태에서 활성화 상태로의 천이, 보안키 관리를 수행하는 MME;

LTE RAN에 대한 사용자 플랜을 다루고, 상기 단말의 이동성 앵커 역할을 수행하는 S-GW;

상기 EPC를 인터넷에 연결하고, 특정 단말에 대한 IP 주소 할당에 따른 QoS를 적용하는 P-GW;

실시간으로 데이터 트래픽 자원에 대한 관리 및 실시간 과금을 수행하는 데이터 서비스 통합 과금 솔루션부; 및

주파수효율 및 시스템 용량을 관리하고, 상기 사용자가 필요로 하는 서비스를 최적화하는 RRM

를 포함하는 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 M-UAV은,

이동 기지국 역할을 하고, 로컬 UAV들의 정보를 취합하는 중앙 UAV; 및

카메라 및 음향 장비를 통해 수집한 정보를 상기 중앙 UAV로 전송하는 로컬 UAV

를 포함하는 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

eNB, 소형 셀, RRH를 포함하는 기지국으로부터 신호를 수신하는 사용자 단말; 및

자원 할당 및 제어, 무선접속 관리, 및 인터페이스를 제공하는 네트워크

을 더 포함하는 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 네트워크는,

동적 자원할당, 셀 간 무선자원관리, 연결 이동성 제어, 및 자원블록 제어를 수행하는 eNB;

상기 eNB로부터 미리 정해진 거리 이상 떨어진 사용자 단말의 신호 수신률을 향상시키기 위한 소형 셀;

임무 수행과 관련된 데이터를 전송하기 위한 라우팅 프로토콜이 동작하는 데이터 플랜; 및

패킷을 처리하기 위해 필요한 제어정보를 정의하고, 상기 패킷을 목적지로 전송하기 위한 제어정보를 처리하는 제어 플랜

을 포함하는 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 시스템.

청구항 7

모니터링 UAV 애드혹 네트워크 동작 방법에 있어서,

복수의 M-UAV기 중앙데이터처리센터에 관측정보를 전송하는 단계;

상기 중앙데이터처리센터에서 상기 관측정보를 분석하여 재난안전통신망을 위한 임무를 수행하는 단계; 및

재난 상황 시 통신이 단절될 경우, 상기 복수의 M-UAV를 이동 기지국으로 활용하여 통신 링크를 복원하는 단계

를 포함하고,

상기 재난 상황 시 통신이 단절될 경우, 상기 복수의 M-UAV를 이동 기지국으로 활용하여 통신 링크를 복원하는 단계는,

상기 복수의 M-UAV는 휴대용 단말 소형 셀과 무선 인터페이스로 연결되어 이동 기지국 역할을 하고, 상기 복수의 M-UAV는 SDN 제어기와 S1-CP 인터페이스로 연결되는 것

을 특징으로 하는 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 동작 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 복수의 M-UAV기 중앙데이터처리센터에 관측정보를 전송하는 단계는,

중앙 UAV이 이동 기지국 역할을 하고, 로컬 UAV들의 정보를 취합하며

로컬 UAV의 카메라 및 음향 장비를 통해 수집한 정보를 상기 중앙 UAV로 전송하는 것

을 특징으로 하는 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 동작 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 중앙데이터처리센터에서 상기 관측정보를 분석하여 재난안전통신망을 위한 임무를 수행하는 단계는,

상기 관측정보를 목적에 맞게 처리하여 서비스를 제공하고, 상기 복수의 M-UAV 간 위성의 GPS를 이용한 협력 통신으로 재난안전통신망을 위한 임무를 수행하는 것

을 특징으로 하는 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 동작 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 재난 상황 시 통신이 단절될 경우, 상기 복수의 M-UAV를 이동 기지국으로 활용하여 통신 링크를 복원하는 단계는,

상기 복수의 M-UAV의 UP 만이 상기 휴대용 단말 소형 셀로 전송되고, 상기 휴대용 단말 소형 셀의 EPC 기능 만을 사용하는 것

을 특징으로 하는 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 동작 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 PS-LTE 재난안전통신망을 위한 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 및 그 동작 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 모바일 애드혹 네트워크(MANET: Mobile Ad-hoc Network) 기반 FANET(Flying Ad-hoc Network)은 일반적인 고정 네트워크와는 달리 네트워크를 유지하기 위한 AP(Access Point)가 없이 분산되어 있는 무선으로 통신이 가능한 노드 간 서로 통신을 하는 네트워크 구조로서, 비행형 이동 단말들로 구성된 인프라가 없는 네트워크이며, 이러한 비행형 이동 단말의 속도를 고려한 이동속도를 유지하며 운영을 하기 위한 기술적 방법들을 필요로 한다.

[0003] 중앙 또는 중간에서 제어하는 노드가 없으므로 각 노드들은 가용할 수 있는 정보를 최대한 활용하여 네트워크에서 통신이 가능하도록 라우팅한다. 이러한 통신 특성 때문에 센서네트워크에서의 노드들 간 무선통신은 애드혹(Ad-hoc) 통신에 의해 이루어진다.

[0004] MANET과 다른 FANET의 특성으로는 노드의 이동성이 VANET 및 일반적인 MANET보다 빠르며, 노드 밀도가 더 적다. 또한 노드 간 거리가 VANET 및 일반적인 MANET 노드 간 거리보다 멀며, 노드 간 통신 모델은 LOS (Line of Sight) 모델로 설계할 수 있다.

[0005] 다중 모니터링 UAV (Multi Monitoring UAV) 시스템의 장점은 다음과 같다.

[0006] 비용적 측면에서 싱글-UAV(Single UAV) 시스템은 기기 하나당 비용이 많이 드는 반면, FANET을 적용한 멀티-UAV(Multi-UAV) 시스템은 기기 하나당 유지비가 적게 든다. 확장성 측면에서는 멀티-UAV(Multi-UAV) 시스템은 싱글 UAV(Single UAV) 시스템에 비해 커버리지 확장이 용이하다. 생존 가능성 측면에서는 한 개 UAV의 링크가 단절되더라도 다른 UAV에 의해 쉽게 대체 가능하다. 처리속도 측면에서는 여러 대의 UAV가 동시에 임무를 수행함으로써 처리속도가 향상된다. 기존의 애드혹 네트워크와 FANET의 차이점을 정리하면 표 1과 같다.

[0007] <표 1>

[0008]

특성	MANET	VANET	FANET
노드 이동성	낮음	높음	매우 높음
이동 모델	랜덤	예측가능	미리 경로를 정해놓으면 예측가능
노드 밀도	낮음	높음	매우 낮음
토폴로지 변화	느림	빠름	빠름
라디오 전파 모델	NLoS	NLoS	LoS
계산 능력	제한	높음	높음
위치 추적	GPS	GPS, AGPS, DGPS	GPS, AGPS, DGPS, IMU

[0009] 도 1은 종래기술에 따른 칼만 필터를 사용한 I-UAV 추정의 예시를 나타내는 도면이다.

[0010] 기존의 위치 추정 알고리즘은 칼만 필터링(Kalman filtering) 기반 3D 위치 추정 알고리즘을 이용한다. 칼만 필터(Kalman filter)를 잡음이 포함된 측정치에 적용한다. 잡음이 포함되어 있는 선형 역학계의 상태를 추적하며, 시간에 따라 진행한 측정을 기반으로 한다. 해당 순간에 측정한 결과만 사용한 것보다 좀 더 정확한 결과를 기대할 수 있다. 칼만 필터링(Kalman filtering) 기반 3D 위치 추정 알고리즘은 하기식을 이용한다.

[0011]
$$\begin{bmatrix} x(k) \\ \dot{x}(k) \\ y(k) \\ \dot{y}(k) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(k-1) \\ \dot{x}(k-1) \\ y(k-1) \\ \dot{y}(k-1) \end{bmatrix} + \omega(k-1)$$

[0012] 여기에서 x는 x좌표, y는 y좌표, $\dot{x}$ 는 x좌표의 변화율, $\dot{y}$ 는 y좌표의 변화율을 나타낸다.

[0013] FANET구조에서의 기존의 라우팅 알고리즘은 기존의 라우팅 알고리즘으로 AODV(Ad-hoc on demend Distance Vector) 가 있으나 위치기반 알고리즘의 성능이 더 좋아 GPS를 이용한 GPCR(Greedy Perimeter Coordinator Routing) 알고리즘이 있다.

[0014] 라우팅 알고리즘을 위한 성능 인덱스(Index)는 다음과 같다.

[0015] 기대전송(ETX: Expected Transmission)은 에러 없이 수신되는 패킷의 기대 전송량(재전송 포함)을 나타내고, 하기식과 같이 나타낼 수 있다.

[0016]
$$ETX^{i,j} = \frac{1}{r^f r^r}$$

[0017] 여기에서 r^f 는 수신기에 성공적으로 도달한 패킷의 확률(전방수신률), r^r 는 ACK 패킷이 성공적으로 수신된 확률(역수신률)를 나타낸다.

[0018] 그리고, 경로 R의 ETX는 하기식과 같이 나타낼 수 있다.

[0019]
$$ETX^R = \sum_{(i,j)\in R} ETX^{i,j}$$

[0020] 기존의 간섭관리 알고리즘은 안보위협이 높은 지역에서 관제국에 의한 감시영역 간 협력방식 및 전력 제어 및

주파수 재사용 기술을 사용하여 간섭을 회피하거나 최소화할 수 있는 방법이 있다. 안보위협이 비교적 낮은 공공지역의 경우에는 주파수 관리 기술만을 적용하여 간섭 관리하는 방안을 제안한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0021] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 재난지역의 유무선 네트워크가 파괴된 경우, 모니터링 UAV 애드혹 네트워크를 활용한 SDN (Software Defined Network) 형태의 재난안전통신망 구조를 제공하는데 있다. 또한, 비행형 이동기지국 역할을 하는 모니터링 UAV 애드혹 네트워크에 의한 단절된 통신 링크 복구 기술, 다시 말해 비행형 이동기지국을 활용한 자가회복 재난안전통신망 구조를 제공한다. 또한, 모니터링 UAV 애드혹 네트워크에 의한 향상된 정확도를 가지는 생존자 위치를 추적하고, UAV 간 충돌감소를 위한 UAV 간 충돌 회피 알고리즘을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0022] 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 PS-LTE(Public Safety-LTE) 재난안전통신망을 위한 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 시스템은 데이터 및 제어신호를 분리하고 네트워크의 CP(Control Plane)를 관리 및 제어하는 SDN 제어기, 상기 SDN 제어기를 변경하고 업데이트하여 네트워크 및 통신을 가능하게 하고, EPC(Evolved Packet Core) 및 무선 인터페이스 백홀에 연결되는 API(Application Programming Interface), 상기 API와 연결되고 패킷 교환영역 및 이종망 간 이동성을 지원하는 EPC, 재난 상황 시 지상에서 이동기지국 역할을 하고 음성 및 데이터를 취합하여 상기 네트워크에 상기 무선 인터페이스 백홀로 연결되는 휴대용 모바일 소형 셀, 재난 상황 시 상기 휴대용 모바일 소형 셀과 무선 인터페이스로 연결되어 이동 기지국 역할을 하는 복수의 M-UAV를 포함할 수 있다.

[0023] 상기 SDN 제어기는 M-UAV, RRH(Remote Radio Head), eNB (eNodeB) 및 소형 셀을 제어하고, 상기 네트워크 상태를 인지하여 사용자가 필요로 하는 자원, 지연 및 QoS(Quality of Service)를 관리할 수 있다.

[0024] 상기 EPC는 제어 플랜을 다루고, 사용자 단말에 대한 전달자의 연결 및 해제, 아이들 상태에서 활성화 상태로의 천이, 보안 키 관리를 수행하는 MME(Mobility Management Entitiy), LTE RAN에 대한 사용자 플랜을 다루고, 상기 단말의 이동성 앵커 역할을 수행하는 S-GW(Serving Gateway), 상기 EPC를 인터넷에 연결하고, 특정 단말에 대한 IP 주소 할당에 따른 QoS를 적용하는 P-GW(Packet Data Network Gateway), 실시간으로 데이터 트래픽 자원에 대한 관리 및 실시간 과금을 수행하는 데이터 서비스 통합 과금 솔루션부, 주파수효율 및 시스템 용량을 관리하고, 상기 사용자가 필요로 하는 서비스를 최적화하는 RRM(Radio Resource Management)를 포함한다.

[0025] 상기 M-UAV은 이동 기지국 역할을 하고, 로컬 UAV들의 정보를 취합하는 중앙 UAV(Central UAV), 카메라 및 음향 장비를 통해 수집한 정보를 상기 중앙 UAV로 전송하는 로컬 UAV(Local UAV)를 포함한다.

[0026] 제안하는 PS-LTE 재난안전통신망을 위한 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 시스템은 eNB, 소형 셀, RRH를 포함하는 기지국으로부터 신호를 수신하는 사용자 단말, 자원 할당 및 제어, 무선접속 관리, 및 인터페이스를 제공하는 네트워크을 더 포함한다.

[0027] 상기 네트워크는 동적 자원할당, 셀 간 무선자원관리, 연결 이동성 제어, 및 자원블록 제어를 수행하는 eNB, 상기 eNB로부터 미리 정해진 거리 이상 떨어진 사용자 단말의 신호 수신률을 향상시키기 위한 소형 셀, 임무 수행과 관련된 데이터를 전송하기 위한 라우팅 프로토콜이 동작하는 데이터 플랜, 패킷을 처리하기 위해 필요한 제어정보를 정의하고, 상기 패킷을 목적지로 전송하기 위한 제어정보를 처리하는 제어 플랜을 포함한다.

[0028] 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 PS-LTE 재난안전통신망을 위한 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 동작 방법은 복수의 M-UAV기 중앙데이터처리센터에 관측정보를 전송하는 단계, 상기 중앙데이터처리센터에서 상기 관측정보를 분석하여 재난안전통신망을 위한 임무를 수행하는 단계, 재난 상황 시 통신이 단절될 경우, 상기 복수의 M-UAV를 이동 기지국으로 활용하여 통신 링크를 복원하는 단계를 포함한다.

[0029] 상기 복수의 M-UAV기 중앙데이터처리센터에 관측정보를 전송하는 단계는 중앙 UAV이 이동 기지국 역할을 하고, 로컬 UAV들의 정보를 취합하며, 로컬 UAV의 카메라 및 음향 장비를 통해 수집한 정보를 상기 중앙 UAV로 전송한다.

[0030] 상기 중앙데이터처리센터에서 상기 관측정보를 분석하여 재난안전통신망을 위한 임무를 수행하는 단계는 상기

관측정보를 목적에 맞게 처리하여 서비스를 제공하고, 상기 복수의 M-UAV 간 위성의 GPS를 이용한 협력 통신으로 재난안전통신망을 위한 임무를 수행한다.

[0031] 상기 재난 상황 시 통신이 단절될 경우, 상기 복수의 M-UAV를 이동 기지국으로 활용하여 통신 링크를 복원하는 단계는 상기 복수의 M-UAV는 휴대용 단말 소형 셀과 무선 인터페이스로 연결되어 이동 기지국 역할을 하고, 상기 복수의 M-UAV는 SDN 제어기와 S1-CP 인터페이스로 연결된다.

[0032] 상기 재난 상황 시 통신이 단절될 경우, 상기 복수의 M-UAV를 이동 기지국으로 활용하여 통신 링크를 복원하는 단계는 상기 복수의 M-UAV의 UP (User Plane)만이 상기 휴대용 단말 소형 셀로 전송되고, 상기 휴대용 단말 소형 셀의 EPC 기능 만을 사용한다.

발명의 효과

[0033] 본 발명의 실시 예들에 따르면 재난 상황 시 셀이 파괴되어 링크가 단절되어도 M-UAV가 이동 기지국역할을 하여 통신 링크를 복구할 수 있는 자가회복기능을 갖춘 네트워크를 제공할 수 있다. 또한, 비행형 소형 셀 역할의 M-UAV 특성상 장애물 없이 목적지로 신속히 이동하므로, 링크대체가 빠른 시간 내에 이루어질 수 있다. 그리고, FANET 구조 하의 M-UAV는 멀티-포인트(Multi-point)로 감지를 함으로써, 여러 노드로부터 받은 신호를 다각도로 분석하여 생존자 위치의 정확도를 높여 생존자 구출 가능성을 최대화할 수 있다. 또한, M-UAV 간 충돌 및 M-UAV와 기타 비행체 간 충돌을 방지하여 재난지역에서 원활한 작업이 가능하며, M-UAV와 기타 비행체 간 긴밀한 협조로 복잡한 임무 수행이 가능하다. 제안하는 네트워크는 기존의 FANET 구조와 달리 커버리지 및 QoS를 향상시켜 재난안전통신망의 기능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0034] 도 1은 종래기술에 따른 칼만 필터를 사용한 I-UAV 추정의 예시를 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 다중 UAV 시스템 처리단위와 통신 및 네트워크 계층을 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 모니터링 UAV 애드혹 네트워크를 활용한 SDN 형태의 재난안전통신망 구조를 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 드론의 블록도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 동작 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 중앙 UAV를 활용한 비행 애드혹 네트워크 커버리지 확장 구조를 나타내는 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 비행형 이동기지국을 활용한 자가회복 재난안전 통신망 구조의 예시를 나타내는 도면이다.

도 9은 본 발명의 일 실시예에 따른 생존자 위치 추정을 위한 삼각측정법을 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 UAV 간 충동 회피 알고리즘을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 시스템의 전개 구조는 P2P(Point to Point) 및 FANET(Flying Ad-hoc Network)을 이용한다.

[0036] P2P(Point to Point)는 관제국과 M-UAV(Monitoring Unmanned Aerial Vehicle) 간 링크를 직접적으로 연결한다.

[0037] FANET은 관제국과 복수의 M-UAV(Monitoring Unmanned Aerial Vehicle) 간의 링크가 연결되며, 중간에 임의 M-UAV의 링크가 관제국과 단절되더라도 자가회복이 가능하다.

[0038] 모니터링 UAV 애드혹 네트워크를 활용한 재난안전통신망 구조는 다음과 같이 설명할 수 있다. 먼저, M-UAV가 중앙데이터처리센터에 관측정보를 전송하고, 중앙데이터처리센터에서 데이터를 분석하여 재난안전통신망을 위한 임무를 수행한다. 재난 상황 시 셀이 파괴되어 통신이 단절될 경우, UAV를 이동 기지국으로 활용하여 통신 링크

를 신속히 복원할 수 있다. 그리고, 생존자 구조 작업 시 UAV들 간 협력으로 생존자 위치 추적의 정확도를 향상시킬 수 있다. 또한, UAV 간 충돌을 방지하여 사고를 미연에 방지할 수 있다.

[0039] 이러한 M-UAV 전개를 위한 시스템 요구사항은 다음과 같다.

[0040] 먼저, 주파수 대역 선택은 CNPC (Control and Non-Payload Communication) 링크를 위한 주파수 소요량, 무인기 제어를 위한 주파수 협정, 현재 가장 많이 운용되는 드론 주파수 대역 등의 요구사항 등을 필요로 할 수 있다.

[0041] CNPC(Control and Non-Payload Communication) 링크를 위한 주파수 소요량은 지상 CNPC 링크를 위한 주파수 소요량 및 위성 CNPC 링크를 위한 주파수 소요량을 포함할 수 있다. 지상 CNPC 링크를 위한 주파수 소요량은 34MHz(상향: 4.6MHz, 하향: 29.4MHz)에 해당하고, 위성 CNPC 링크를 위한 주파수 소요량은 46MHz(리턴링크: 18.9×2MHz, 포워드링크: 4.1×2MHz)에 해당한다.

[0042] 무인기 제어를 위한 주파수 협정은 WRC-12에서 전파규칙 개정에 따라 960~1164MHz 대역에서 기존의 항공무선항행 시스템에 혼신을 주지 않는 조건하에 신규 항공통신 시스템(무인기 지상 제어용)의 사용이 가능하게 되었다.

[0043] CNPC링크는 통신의 신뢰성을 확보하기 위해 L 대역을 주 대역으로 하고 C 대역을 보조 대역으로 하는 IEEE 802.16 기반 무인기 지상 제어용 통신 링크 기술을 2016년 완료를 목표로 개발 중이다. L 대역의 경우 기존 항공 시스템이 혼재되어 운용되고 있어서 글로벌하게 사용될 수 있는 무인기 제어용 주파수 확보가 어려울 수 있다.

[0044] 현재 ITU 관련 연구그룹은 WRC-15 의제 1.5에 따라 Ku-대역(10.95~14.5GHz) 및 Ka-대역(17.8~20.2GHz, 27.5~30GHz)의 고정위성업무 주파수를 이용한 무인기 제어를 위한 기술적, 운용적, 규정적 검토를 수행 중이다.

[0045] 현재 가장 많이 운용되는 드론 주파수 대역은 433MHz, 2.4GHz, 5.8GHz에 해당한다. I-UAV의 신호를 교란하기 위해 ISM 대역(2.4GHz, 5.8GHz), GPS(Global positioning system) 대역(GPS L1 1575.42MHz, GPS L2 1227.60MHz) 및 무선 제어 대역(433MHz, 800MHz, 933MHz) 등과 같은 상업적으로 이용 가능한 주파수대역이 모두 제어 가능해야 한다. I-UAV CNPC 링크 주파수 대역의 장단점을 표 2에 나타내었다.

[0046] <표 2>

[0047]

주파수 대역	장점	단점
433MHz	• 하나의 지역에 여러 채널 존재 • 다중 경로 왜곡이 적음 • 커버리지가 날씨에 영향을 받지 않음 • VSB 변조 신호가 TV 수상기에 수신될 수 있음	• 고품질의 비디오 브로드캐스팅을 지원하지 않음 • 433.05-434.79 MHz 대역의 법적 전송 전력은 10mW ERP로 제한
2.4GHz	• 비디오 브로드캐스팅 가능 • 저비용	• 전자 레인지, 무선 전화기, 무선 LAN등의 광범위한 사용으로 인구밀집지역에서 간섭 예상됨 • LOS(Line of Sight) 작동 요구사항 • 802.11.b/g 기술의 경우, 항공법상 전송 전력 제한(100mW ERP)에 의하여 커버리지가 습도에 영향을 받음
5.8GHz	• 비디오 브로드캐스팅 가능 • 작은 크기의 전송 안테나 • 광대역 OFDM을 사용하여 다중 경로 왜곡이 낮음	• FM 모드에서 낮은 성능으로 인해 다중경로 왜곡 발생 • LOS(Line of Sight) 작동 요구사항 • 공기 중 습도에 커버리지가 영향을 받음 • 고비용

[0048] 채널 접근 기법은 DSSA(Direct spread spectrum access), OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access), TDMA(Time Division Multiple Access)를 포함한다.

[0049] DSSA(Direct spread spectrum access)는 안보위협이 높은 공공안전지역을 위한 CDMA(Code Division Multiple

Access)와 같은 직접 확산 스펙트럼이다. 다른 사용자 신호는 간섭 신호로만 작용되어 혼신 방지에 유리하다.

[0050] OFDMA은 안보위협이 낮은 공공안전지역을 위한 기법이다. 한 사용자가 모든 유효 부반송파를 독점하는 것이 아니라, 여러 사용자가 유효한 부반송파의 부분집합을 서로 다르게 분할 할당 받아 사용하는 방식이다. 전 대역을 각 사용자가 요구하는 전송속도에 따라서 주파수 영역 상에서 부반송파를 할당함으로써, 채널용량의 최적화가 가능하다.

[0051] TDMA은 안보위협이 낮은 공공안전지역을 위한 기법이다. 데이터 전송이 버스트(Burst) 형태로 불연속성을 가지며 특정시각에 전송한다. 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0052] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 UAV 시스템 처리단위와 통신 및 네트워크 계층을 나타내는 도면이다.

[0053] 다중 UAV 시스템 처리 단위와 통신 및 네트워크 계층은 UAV 센서 유닛(UAV Sensor Unit)(211, 212, 213), UAV 컨트롤러(UAV Controller)(221, 222, 223) 및 태스크 매니저(Task Manager)(231, 232, 233), 네트워크 레이어(Network Layer)(240), 그라운드 컨트롤 스테이션(Ground Control Station)(250)을 포함할 수 있다.

[0054] UAV 센서 유닛(UAV Sensor Unit)(211, 212, 213)은 GPS, 레이더(Radar) 등을 사용할 수 있으며 이미지나 음향 등의 여러 센서로 정보를 수집한다.

[0055] UAV 컨트롤러(UAV Controller)(221, 222, 223) 및 태스크 매니저(Task Manager)(231, 232, 233)는 UAV를 조종하고 임무를 할당하는 통신 인터페이스가 요구된다.

[0056] 네트워크 레이어(Network Layer)(240)는 다중 UAV가 네트워크 계층으로 연결되어 애드혹을 이루고 있으며 각각의 M-UAV들이 얻어낸 정보를 GCS로 전송한다.

[0057] 그라운드 컨트롤 스테이션(Ground Control Station)(250)는 전송 받은 정보로 임무를 부여하며, 데이터베이스에 저장된다.

[0058] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.

[0059] 본 실시예에 따른 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 시스템(300)는 프로세서(310), 버스(320), 네트워크 인터페이스(330), 메모리(340) 및 데이터베이스(350)를 포함할 수 있다. 메모리(340)는 운영체제(341) 및 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 동작 루틴(342)을 포함할 수 있다. 프로세서(310)는 사용자 단말(UE)(311), 코어 네트워크 및 어플리케이션(Core Network/Applications)(312), 네트워크(Network Domain)(313), 개인화 셀(Personalized Cell Domain)(314)를 포함할 수 있다. 다른 실시예들에서 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 시스템(300) 은 도 3의 구성요소들보다 더 많은 구성요소들을 포함할 수도 있다. 그러나, 대부분의 종래기술적 구성요소들을 명확하게 도시할 필요성은 없다. 예를 들어, 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 시스템(300) 은 디스플레이나 트랜시버(transceiver)와 같은 다른 구성요소들을 포함할 수도 있다.

[0060] 메모리(340)는 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체로서, RAM(random access memory), ROM(read only memory) 및 디스크 드라이브와 같은 비소멸성 대용량 기록장치(permanent mass storage device)를 포함할 수 있다. 또한, 메모리(340)에는 운영체제(341)와 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 동작 루틴(342)을 위한 프로그램 코드가 저장될 수 있다. 이러한 소프트웨어 구성요소들은 드라이브 메커니즘(drive mechanism, 미도시)을 이용하여 메모리(340)와는 별도의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체로부터 로딩될 수 있다. 이러한 별도의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체는 플로피 드라이브, 디스크, 테이프, DVD/CD-ROM 드라이브, 메모리 카드 등의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체(미도시)를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서 소프트웨어 구성요소들은 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체가 아닌 네트워크 인터페이스(330)를 통해 메모리(340)에 로딩될 수도 있다.

[0061] 버스(320)는 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 시스템(300) 의 구성요소들 간 통신 및 데이터 전송을 가능하게 할 수 있다. 버스(320)는 고속 시리얼 버스(high-speed serial bus), 병렬 버스(parallel bus), SAN(Storage Area Network) 및/또는 다른 적절한 통신 기술을 이용하여 구성될 수 있다.

[0062] 네트워크 인터페이스(330)는 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 시스템(300)을 컴퓨터 네트워크에 연결하기 위한 컴퓨터 하드웨어 구성요소일 수 있다. 네트워크 인터페이스(330)는 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 시스템(300)을

무선 또는 유선 커넥션을 통해 컴퓨터 네트워크에 연결시킬 수 있다.

[0063] 데이터베이스(350)는 PS-LTE 재난안전통신망을 위한 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 동작을 위해 필요한 모든 정보를 저장 및 유지하는 역할을 할 수 있다. 도 3에서는 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 시스템(300)의 내부에 데이터베이스(350)를 구축하여 포함하는 것으로 도시하고 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며 시스템 구현 방식이나 환경 등에 따라 생략될 수 있고 혹은 전체 또는 일부의 데이터베이스가 별개의 다른 시스템 상에 구축된 외부 데이터베이스로서 존재하는 것 또한 가능하다.

[0064] 프로세서(310)는 기본적인 산술, 로직 및 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 시스템(300) 의 입출력 연산을 수행함으로써, 컴퓨터 프로그램의 명령을 처리하도록 구성될 수 있다. 명령은 메모리(340) 또는 네트워크 인터페이스(330)에 의해, 그리고 버스(320)를 통해 프로세서(310)로 제공될 수 있다. 프로세서(310)는 사용자 단말(UE)(311), 코어 네트워크 및 어플리케이션(Core Network/Applications)(312), 네트워크(Network Domain)(313), 개인화 셀(Personalized Cell Domain)(314)를 위한 프로그램 코드를 실행하도록 구성될 수 있다. 이러한 프로그램 코드는 메모리(340)와 같은 기록 장치에 저장될 수 있다.

[0065] 사용자 단말(UE)(311), 코어 네트워크 및 어플리케이션(Core Network/Applications)(312), 네트워크(Network Domain)(313), 개인화 셀(Personalized Cell Domain)(314)는 도 6의 단계들(610~630)을 수행하기 위해 구성될 수 있다.

[0066] 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 시스템(300)는 사용자 단말(UE)(311), 코어 네트워크 및 어플리케이션(Core Network/Applications)(312), 네트워크(Network Domain)(313), 개인화 셀(Personalized Cell Domain)(314)를 포함할 수 있다.

[0067] 사용자 단말(UE)(311), 다시 말해 터미널 도메인(Terminal Domain)은 eNB, 소형 셀(Small Cell), RRH등의 기지국으로부터 신호를 받는 노드이다.

[0068] 코어 네트워크 및 어플리케이션(Core Network/Applications)(312)은 API(Application Programming Interface), SDN 제어기(SDN Controller), EPC(Evolved Packet Core)를 포함한다.

[0069] 네트워크(Network Domain)(313)는 eNB, HeNB, 게이트웨이(Gateway), RRH, 데이터 플랜(Data Plane), 제어 플랜(Control Plane), X2 인터페이스, S1-UP 인터페이스, S1-CP 인터페이스를 포함한다.

[0070] 개인화 셀(Personalized Cell Domain)(314)은 M-UAV(Monitoring Unmanned Aerial Vehicle), 휴대용 모바일 소형 셀(Potable Mobile Small Cell)을 포함한다. 도 4를 참조하여 사용자 단말(UE)(311), 코어 네트워크 및 어플리케이션(Core Network/Applications)(312), 네트워크(Network Domain)(313), 개인화 셀(Personalized Cell Domain)(314)를 포함하는 프로세서(310)에 대하여 더욱 상세히 설명한다.

[0071] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 모니터링 UAV 애드혹 네트워크를 활용한 SDN 형태의 재난안전통신망 구조를 나타내는 도면이다.

[0072] 사용자 단말(UE or Mobile Device), 다시 말해 터미널 도메인(Terminal Domain)은 eNB, 소형 셀(Small Cell), RRH등의 기지국으로부터 신호를 받는 노드이다. 그리고, 재난 상황시 사용자 단말(UE or Mobile Device)까지 신호가 전달되어야 재난안전통신망의 신뢰도를 높일 수 있다.

[0073] 코어 네트워크 및 어플리케이션(Core Network/Applications)(312)은 API(Application Programming Interface), SDN 제어기(SDN Controller), EPC(Evolved Packet Core)를 포함한다.

[0074] API(Application Programming Interface)는 SDN(Software Defined Network) 제어기를 효율적으로 변경하고 업데이트하여 네트워크 및 통신을 가능하게 하며, EPC(Evolved Packet Core) 및 백홀(Wireless Backhaul)에 연결되어 있다.

[0075] EPC의 대부분 기능들과 같이 S-GW(Serving Gateway), PDN-GW(Packet Data Network Gateway), MME(Mobility Management Entitiy)는 SDN 제어기에서 실행되고 있으며, 장소에 구애 받지 않고 관리가 가능하다.

[0076] SDN 제어기(SDN Controller)는 SDN은 네트워크 관리 절차를 간소화하고 데이터 및 제어 신호를 분리하는 기술이며, 네트워크의 모든 CP를 관리 및 제어한다.

[0077] SDN 제어기(SDN Controller)는 오픈 플로우(Open Flow) 프로토콜을 사용하여 M-UAV, RRH(Remote Radio Head),

eNB 및 소형 셀(Small Cell)을 제어한다.

[0078] SDN 제어기(SDN Controller)는 네트워크 상태를 알고 있으므로 사용자가 원하는 자원, 지연 및 QoS를 효율적으로 관리한다.

[0079] EPC(Evolved Packet Core)는 MME(Mobility Management Entity), S-GW(Serving Gateway), P-GW(Packet Data Network Gateway), 데이터 서비스 통합 과금 솔루션부(Policy & Charging), RRM (Radio Resource Management)를 포함한다.

[0080] MME (Mobility Management Entity)는 EPC에서 제어 플랜(Control Plane)을 다루는 노드로서, 단말에 대한 전달자(bearer)의 연결과 해제, 아이들(IDLE) 상태에서 활성화(ACTIVE) 상태로의 천이, 보안 키 관리 등과 같은 기능을 담당한다.

[0081] S-GW(Serving Gateway)는 EPC에서 LTE RAN에 대한 사용자 플랜(User Plane)을 다루는 노드이다. S-GW는 단말이 eNodeB들 사이에서 이동할 경우의 이동성 앵커(anchor)(다시 말해, mobility anchor) 역할을 하며 LTE 와 3GPP 기술들 사이에서의 이동성 앵커(anchor) 역할도 수행한다. 재난 상황 시 지상에서 이동기지국 역할을 하는 휴대용 모바일 소형 셀(Potable Mobile Small Cell)과 무선 인터페이스로 연결된다.

[0082] P-GW(Packet Data Network Gateway)는 EPC를 인터넷에 연결한다. P-GW는 특정 단말에 대한 IP 주소 할당에 의하여 제어되는 정책에 따라 QoS를 적용하는 기능 등을 담당한다. 예를 들어, S-GW와 UP는 S5 인터페이스, CP는 S8인터페이스로 연결되고 PDN/Internet과 SGi 인터페이스로 연결된다.

[0083] 데이터 서비스 통합 과금 솔루션부(Policy & Charging)는 통신서비스가 실시간으로 데이터 트래픽 자원에 대한 관리 및 실시간 과금을 할 수 있게 해주는 데이터 서비스 통합 과금 솔루션을 제공한다.

[0084] RRM(Radio Resource Management)는 주파수효율과 시스템용량을 증가시키며, 원하는 서비스를 최적의 상태로 받도록 한다.

[0085] 네트워크(Network Domain)(313)는 eNB, HeNB, 게이트웨이(Gateway), RRH, 데이터 플랜(Data Plane), 제어 플랜(Control Plane), X2 인터페이스, S1-UP 인터페이스, S1-CP 인터페이스를 포함한다.

[0086] eNB는 UTRAN(WCDMA)의 무선 접속망(UTRAN)에서 RNC의 제어를 받으며 이동단말과의 물리적인 무선접속을 담당하는 기지국이다. eNB는 동적 자원할당, 셀 간 무선자원관리, 연결 이동성 제어, 자원블록 제어 등의 기능이 있다.

[0087] eNB는 SDN 제어기를 사용하므로 S-GW(UP)와는 S1 사용자 플랜(User-plane), 다시 말해, S1-UP 인터페이스로 연결되며, MME와는 S1 제어 플랜(Control Plane), 다시 말해 S1-CP로 연결된다. eNB와 HeNB 및 RRH 등은 X2 인터페이스로 연결되며 EPC와는 S1-CP 인터페이스로 연결된다.

[0088] HeNB는 소형 셀(Small Cell)을 가리키며, 예를 들어 서비스 가능 반경이 수십 미터 이내인 초소형 기지국을 말한다. eNB에서 거리가 먼 셀 에지(Cell edge) 사용자들의 신호수신이 좋지 않으므로 HeNB를 두어 신호 수신률을 향상시킬 수 있다.

[0089] 게이트웨이(Gateway)는 데이터 플랜(Data Plane), PDN/Internet, Potable 등과 연결된 통신망을 접속하는 장치이다. 자체 프로세서와 메모리를 가지고 있으며, 프로토콜 변환이나 대역폭변환을 실행할 수 있다.

[0090] RRH는 제어부문(Baseband)과 무선부문(RF)으로 나뉘는 기지국에서 무선부문만 분리한 장치이다. 예를 들어, 하나의 제어부문에 3~4개 RRH 장비를 두어 기지국이 처리할 수 있는 데이터 용량을 늘리면서 기지국 투자 비를 줄일 수 있다.

[0091] 데이터 플랜(Data Plane)은 임무 수행과 관련된 데이터를 전달하는 링크로서 데이터가 목적지로 나아가기 위한 라우팅 프로토콜이 동작한다.

[0092] 제어 플랜(Control Plane)은 패킷을 처리하기 위해 필요한 제어 정보를 정의하며, 패킷을 목적지로 전달하기 위한 제어정보를 처리한다.

[0093] X2 인터페이스는 주로 활성화(Active) 모드 이동성에 사용되지만, 셀 간 간섭조정과 같은 다중 셀 패킷 포워딩을 통하여 인접한 셀들 사이의 손실 없는 이동성을 지원하는 데에도 사용된다.

[0094] S1-UP 인터페이스는 eNB와 S-GW를 연결하는 인터페이스로 LTE 사용자 영역의 데이터를 제공한다.

[0095] S1-CP 인터페이스는 제어영역의 인터페이스로 eNB와 MME 사이를 연결한다. SDN 제어기가 추가된 제안된 구조에서는 SDN 제어기와 RRM, 휴대용 모바일 소형 셀(Potable Mobile Small Cell) 사이를 연결한다.

[0096] 개인화 셀(Personalized Cell Domain)은 M-UAV(Monitoring Unmanned Aerial Vehicle), 휴대용 모바일 소형 셀(Potable Mobile Small Cell)을 포함한다.

[0097] M-UAV(Monitoring Unmanned Aerial Vehicle)은 재난 상황 시 휴대용 모바일 소형 셀(Potable Mobile Small Cell)과 무선 인터페이스로 연결되어 이동 기지국 역할을 한다. M-UAV의 CP 는 SDN 제어기와 S1-CP 인터페이스로 연결된다. 그리고, M-UAV의 UP 만이 휴대용 모바일 소형 셀(Potable Mobile Small Cell)로 전송되며, 휴대용 모바일 소형 셀(Potable Mobile Small Cell)의 EPC 기능 만을 사용한다.

[0098] UAV의 특성상 장애물 없이 목적지로 신속히 이동하므로, 링크대체가 빠른 시간 내에 이루어져, 통신 링크가 신속히 복원 가능하다.

[0099] 이러한 M-UAV는 이동 기지국 역할을 하고, 로컬 UAV들의 정보를 취합하는 중앙 UAV 및 카메라 및 음향 장비를 통해 수집한 정보를 상기 중앙 UAV로 전송하는 로컬 UAV를 포함한다.

[0100] 중앙 UAV(Central UAV)는 이동 기지국역할을 하며 로컬 UAV(Local UAV)들의 정보를 취합하여야 하기 때문에, 장비와 페이로드(Payload) 용량이 크다.

[0101] 로컬 UAV(Local UAV)는 열상 카메라 및 음향 장비로 수집한 정보를 중앙 UAV(Central UAV)에게 전달한다. 로컬 UAV(Local UAV)들은 소형 셀(Small Cell) 기능이 필요하지 않기 때문에, 비교적 작고 가벼우며 페이로드(Payload) 용량도 적다.

[0102] 휴대용 모바일 소형 셀(Potable Mobile Small Cell)은 음성 및 데이터를 취합하여 백본 망의 S-GW에 무선 인터페이스 백홀(Backhaul) 로 연결되고, M-UAV와는 무선 인터페이스 사이드홀(Sidehaul)로 연결되어, 재난 상황 시 지상에서 이동기지국 역할을 한다. 또한, EPC 기능을 탑재하여 시스템 측면에서 주파수 효율과 시스템 용량을 증가 시키고 사용자 측면에서 원하는 서비스를 최적의 상태로 받도록 구현된다.

[0103] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 드론의 블록도이다.

[0104] 이러한 드론, 다시 말해 복수의 M-UAV가 중앙데이터처리센터, 관제국 및 다른 M-UAV와 통신하는 링크 연결은 다음과 같다.

[0105] UAS(Unmanned Aircraft System) 데이터 링크는 CNPC, UAS 임무용 링크, 비행 제어 처리 FCP(Flight Control Processing), 임무 지향 처리(MOP: Mission-oriented Processing), CPRI(Common Public Radio Interface)를 포함할 수 있다.

[0106] CNPC는 지상제어 및 비임무용 링크로써 무인기 비행 제어, UAS 상태 모니터링, CNPC 링크 관리와 관련된 데이터를 전달하기 위한 링크로서 조종사 및 ATC(ATC: Air Traffic Control) 중계 링크와 UAS 제어 링크로 구성된다. 조종사 및 ATC 중계 링크는 항공교통관제센터와 조종사 간 음성 및 데이터를 무인기를 통해 중계하기 위한 통신 링크이다. UAS 제어 링크는 조종사와 무인기 간 안전 운항 관련 제어 정보를 전달 하기 위한 링크이다.

[0107] UAS 임무용 링크는 임무용 데이터 링크는 임무 수행과 관련된 데이터를 전달하기 위한 링크로서 일반적으로 CNPC 데이터 링크보다 광대역이다.

[0108] 비행 제어 처리 FCP(Flight Control Processing)는 FCP는 드론에 필수적인 처리로 주로 비행 데이터 수집, 분석 및 통합, 항행 제어 (GNC: Guidance, Navigation and Control) 알고리즘 실행, GCS와의 통신, 데이터 logging 등을 수행한다.

[0109] 임무 지향 처리(MOP: Mission-oriented Processing)는 필수가 아닌 선택적인 업무로서, 센싱 성능을 향상시키거나 작업 관리 및 임무 계획과 같은 보다 향상된 수준의 작업을 수행한다.

[0110] CPRI(Common Public Radio Interface)는 공공 무선 접속기(CPRI, 공공 무선 인터페이스)는 표준에서 말하는 무선 장비 제어기(Radio Equipment Controller, REC)에서 무선 장비(Radio Equipment, RE)로 알려진 특정 지역 또는 원격 무선 장치 사이의 기지국 간 접속을 정의하는 규격이다. 이 규격을 정의하는 회사에는 에릭슨, 화웨이, NEC, 노텔, 알카텔 루슨트와 노키아 지멘스가 포함되어 있다.

[0111] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 동작 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0112] 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 동작 방법은 복수의 M-UAV기 중앙데이터처리센터에 관측정보를 전송하는 단계(610), 상기 중앙데이터처리센터에서 상기 관측정보를 분석하여 재난안전통신망을 위한 임무를 수행하는 단계(620), 재난 상황 시 통신이 단절될 경우, 상기 복수의 M-UAV를 이동 기지국으로 활용하여 통신 링크를 복원하는 단계(630)를 포함한다.

[0113] 단계(610)에서, 복수의 M-UAV가 중앙데이터처리센터에 관측정보를 전송할 수 있다. 이때, 중앙 UAV가 이동 기지국 역할을 하고, 로컬 UAV들의 정보를 취합하며, 로컬 UAV의 카메라 및 음향 장비를 통해 수집한 정보를 상기 중앙 UAV로 전송할 수 있다.

[0114] 단계(620)에서 상기 중앙데이터처리센터에서 상기 관측정보를 분석하여 재난안전통신망을 위한 임무를 수행할 수 있다. 이때, 상기 관측정보를 목적에 맞게 처리하여 서비스를 제공하고, 상기 복수의 M-UAV 간 위성의 GPS를 이용한 협력 통신으로 재난안전통신망을 위한 임무를 수행할 수 있다.

[0115] 단계(630)에서, 재난 상황 시 통신이 단절될 경우, 상기 복수의 M-UAV를 이동 기지국으로 활용하여 통신 링크를 복원할 수 있다. 이때, 상기 복수의 M-UAV는 휴대용 단말 소형 셀과 무선 인터페이스로 연결되어 이동 기지국 역할을 하고, 상기 복수의 M-UAV는 SDN 제어기와 S1-CP 인터페이스로 연결된다. 그리고, 상기 복수의 M-UAV의 UP 만이 상기 휴대용 단말 소형 셀로 전송되고, 상기 휴대용 단말 소형 셀의 EPC 기능 만을 사용한다. 도 7 내지 도 10을 참조하여 모니터링 UAV 애드혹 네트워크 동작 방법에 대하여 더욱 상세히 설명한다.

[0116] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 중앙 UAV를 활용한 비행 애드혹 네트워크 커버리지 확장 구조를 나타내는 도면이다.

[0117] 로컬 UAV(Local UAV)를 통해 수집된 정보를 다중 홉(multi-hop)으로 비행형 소형 셀(Small Cell) 역할을 하는 중앙 UAV(Central UAV)에 전송하기 때문에, FANET (Flying Ad-hoc Network)의 커버리지(Coverage) 확장에 용이하다. 중앙 UAV(Central UAV)에 수집된 정보는 중앙데이터처리센터로 전송되어 용도별로 처리된다.

[0118] M-UAV는 중앙 UAV(Central UAV)와 로컬 UAV(Local UAV)을 포함한다.

[0119] 중앙 UAV(Central UAV)는 이동 기지국역할을 하며 로컬 UAV(Local UAV)들의 정보를 취합하여야 하기 때문에, 장비와 페이로드(Payload) 용량이 크다.

[0120] 로컬 UAV(Local UAV)는 열상 카메라 및 음향 장비로 수집한 정보를 중앙 UAV(Central UAV)에게 전달한다. 로컬 UAV(Local UAV)들은 소형 셀(Small Cell) 기능이 필요치 않기 때문에, 비교적 작고 가벼우며 페이로드(Payload) 용량도 적다.

[0121] 관제국은 M-UAV의 제어를 담당하며, M-UAV로 부터 전송된 수집 페이로드(Payload)를 중앙데이터처리센터로 전송한다.

[0122] 중앙데이터처리센터는 관제국으로부터 전송된 영상, 음향, 전파 등의 페이로드(Payload)를 목적에 맞게 처리하여 서비스를 제공한다. 이때, 넓은 커버리지(Coverage)를 가질수록 재난안전통신망의 활용도가 증가한다.

[0123] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 비행형 이동기지국을 활용한 자가회복 재난안전 통신망 구조의 예시를 나타내는 도면이다.

[0124] FANET은 노드 간 통신이 단절되더라도 신속히 링크를 대체하여 통신 링크를 복원할 수 있는 자가회복기능이 있으므로 이를 재난상황에 활용한다.

[0125] 재난 상황 시 M-UAV는 휴대용 모바일 소형 셀(Potable Mobile Small Cell)(또는 mPC: mobile personal cell)와 무선 인터페이스로 연결되어 이동 기지국 역할을 한다.

[0126] M-UAV는 SDN 제어기와 S1-CP 인터페이스로 연결된다. 그리고, M-UAV는 EPC 기능이 없으므로 M-UAV의 UP 만이 휴대용 모바일 소형 셀(Potable Mobile Small Cell)로 전송되며, 휴대용 모바일 소형 셀(Potable Mobile Small Cell)의 EPC 기능 만을 사용한다. M-UAV들은 위성의 GPS를 이용하여 향상된 위치정보를 공유하여 위치의 정확성

을 향상시킨다.

[0127] 도 9은 본 발명의 일 실시예에 따른 생존자 위치 추정을 위한 삼각측정법을 설명하기 위한 도면이다.

[0128] M-UAV 애드혹 네트워크에 의한 향상된 정확도를 가지는 생존자 위치추적을 위해 감지하는 방법에 있어서, 로컬 UAV(Local UAV)는 FANET 구조하에 열상카메라를 탑재하고 서로 통신링크를 구성한다. 탑재된 열상카메라를 이용하여 재난지역에서 생존자의 체온을 탐지하고 생존자의 위치를 감지한다. 그리고, 감지한 지역의 정보를 다른 UAV들에게 브로드캐스팅(Broadcasting) 하여, 다른 UAV의 협조를 유도한다.

[0129] 또한, 정확도 향상을 위해 다른 UAV와의 협조를 통하여 다각도로 생존자를 감지한다. 각각의 로컬 UAV(Local UAV)들은 서로 간 위치정보를 공유하고 있으므로 방위각과 거리를 알고 있다. 생존자와 로컬 UAV(Local UAV) 간 측정각도를 분석하여 삼각측정을 함으로써 정확한 위치를 파악한다.

[0130] 위성을 이용한 GPS 정보가 추가된다면 성능을 더욱 향상시킬 수 있다. 추가로 위치추적의 정확도를 높이는 칼만 필터링(Kalman Filtering) 기반 3D 위치 추정 알고리즘을 활용할 수 있다.

[0131] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 UAV 간 충동 회피 알고리즘을 나타내는 도면이다.

[0132] 예를 들어, M-UAV 간 충돌 회피를 위한 Hello 메시지를 전송할 수 있다. 그러면, FANET 노드에 해당하는 M-UAV들은 자신의 위치를 다른 노드에 통보한다. 서로 충돌을 회피하려는 목적뿐 아니라 M-UAV 간 거리를 정확히 파악하고자 지속적으로 자신의 위치를 알릴 수 있다.

[0133] M-UAV 간 거리를 Hello 메시지 빕(Message Beep) 측정으로 파악하여, 상호 일정 거리 이내로 비행하지 않도록 제어하여 충돌을 회피할 수 있다.

[0134] 또한, 기타 비행체와의 충돌을 회피할 수 있다. 예를 들어, 산불이 난 지역에서의 가장 큰 문제점은 소방헬기를 비롯한 기타 비행체와 M-UAV 간 충돌문제이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 M-UAV들은 헬기의 프로펠러 소리를 음향으로 감지하여 기타 비행체와의 충돌을 회피할 수 있다.

[0135] 제안하는 PS-LTE 재난안전통신망을 위한 모니터링 UAV 애드혹 네트워크는 M-UAV 애드혹 네트워크의 QoS를 향상시킬 수 있다.

[0136] VANET 노드인 자동차들의 경우와 마찬가지로, FANET의 M-UAV들은 Hello 메시지를 통해 지속적으로 각자의 위치를 파악할 수 있도록 설계한다.

[0137] Hello 메시지는 협력 ARQ기법을 구현하는데 사용될 수 있다. Hello 메시지로 FANET 노드들 간 정보를 주고받음으로써, 각 노드가 필요로 하는 패킷에 대한 정보를 알 수 있고 패킷의 송수신이 가능하다.

[0138] 또한, 협력 ARQ시 패킷의 충돌을 방지 하기 위해 백 오프(Back off) 기법으로 시퀀스(Sequence)를 정하여 전송할 수 있다.

[0139] 로컬 UAV(Local UAV)들은 열상카메라를 장착하고 있으므로 영상처리를 위해 높은 데이터 레이트(data rate)가 요구된다. 그러므로 협력 ARQ로 인한 QoS 향상은 지연을 줄여 UAV 간 통신 성능을 향상시킬 수 있다.

[0140] 제안된 FANET 전개는 M-UAV 애드혹 네트워크를 활용한 SDN 형태의 재난안전통신망 구조를 목표로 한다. FANET 구조는 노드의 파손에 의하여 통신링크가 단절되더라도, 신속히 링크를 대체하여 통신을 복구하는 자가회복기능이 있으며, 이를 재난안전통신망에 활용한다. 제안된 구조를 위해서 M-UAV를 중앙 UAV(Central UAV)와 로컬 UAV(Local UAV)로 분류하여, 각기 다른 임무를 수행한다. 셀이 파괴된 지역에 신속히 링크를 대체하여 단절된 통신 링크를 복구할 수 있도록 비교적 용량이 큰 중앙 UAV(Central UAV)는 이동 기지국역할을 수행하도록 설계하며, 용량이 작은 로컬 UAV(Local UAV)는 영상 및 음향 센서로 생존자 감지임무를 수행하도록 설계한다. 또한, M-UAV 간 충돌 및 M-UAV와 기타 비행체 간 거리정보를 공유하여 충돌을 회피하고 재난안전통신망 구조에서 효율적인 임무를 수행한다. 제안된 구조의 기능을 더욱 향상시키기 위해 위성의 GPS 정보를 활용하며, 커버리지 확장 및 QoS 향상 기법도 활용한다.

[0141] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어

구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0142] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

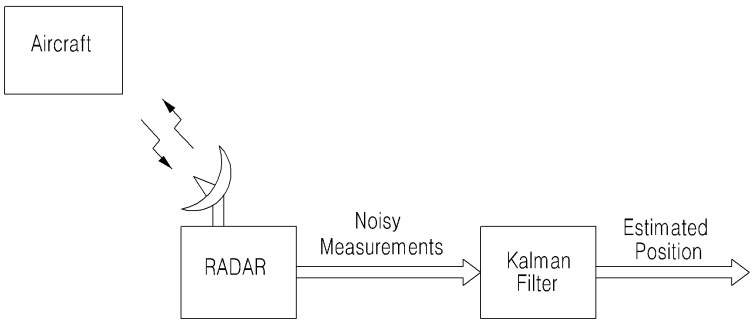
[0143] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0144] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

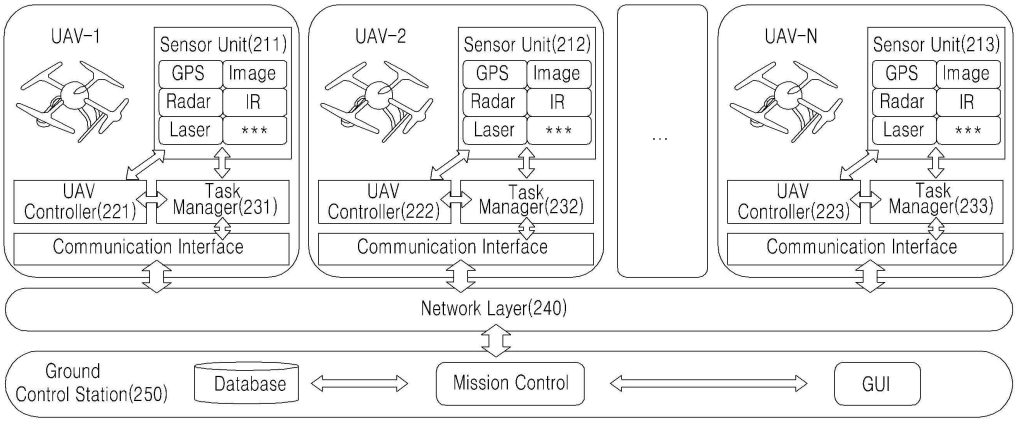
[0145] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

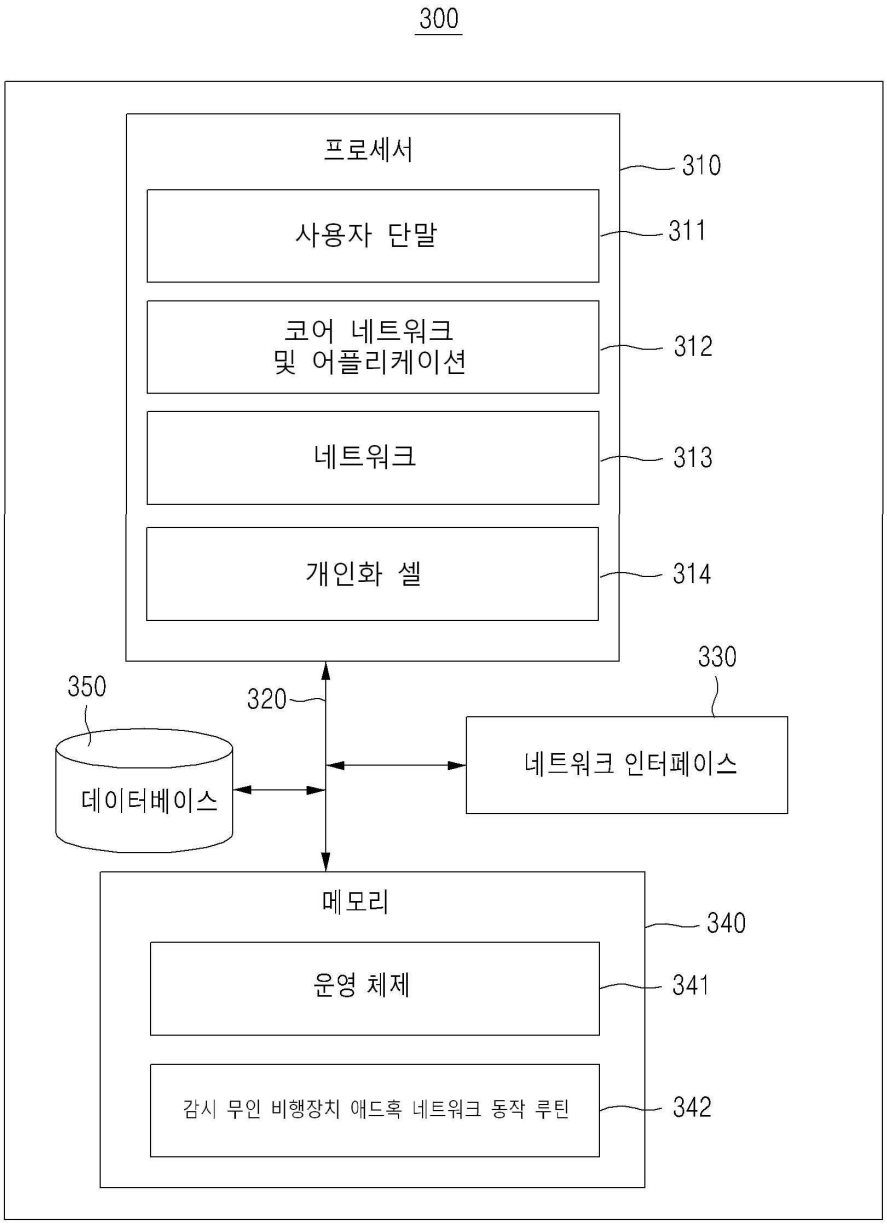
도면1


Aircraft
RADAR
Noisy
Measurements
Kalman
Filter
Estimated
Position

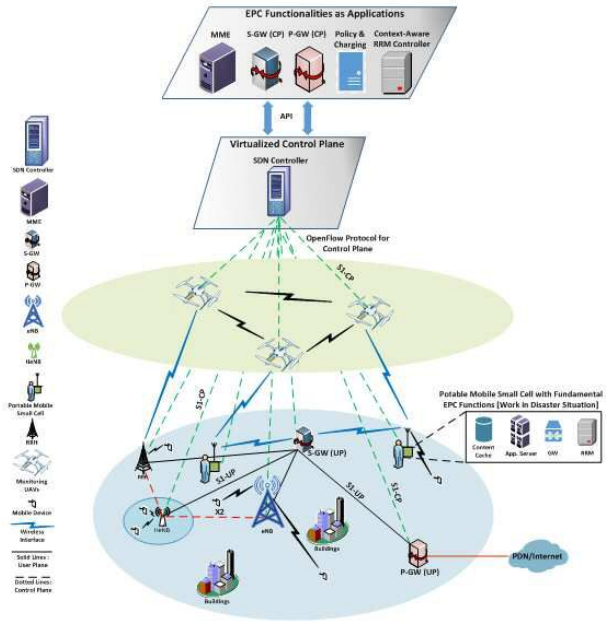
도면2


UAV-1
Sensor Unit(211)
GPS
Image
Radar
IR
Laser
***
UAV
Controller(221)
Task
Manager(231)
Communication Interface
UAV-2
Sensor Unit(212)
GPS
Image
Radar
IR
Laser
***
UAV
Controller(222)
Task
Manager(232)
Communication Interface
...
UAV-N
Sensor Unit(213)
GPS
Image
Radar
IR
Laser
***
UAV
Controller(223)
Task
Manager(233)
Communication Interface
Network Layer(240)
Ground
Control Station(250)
Database
Mission Control
GUI

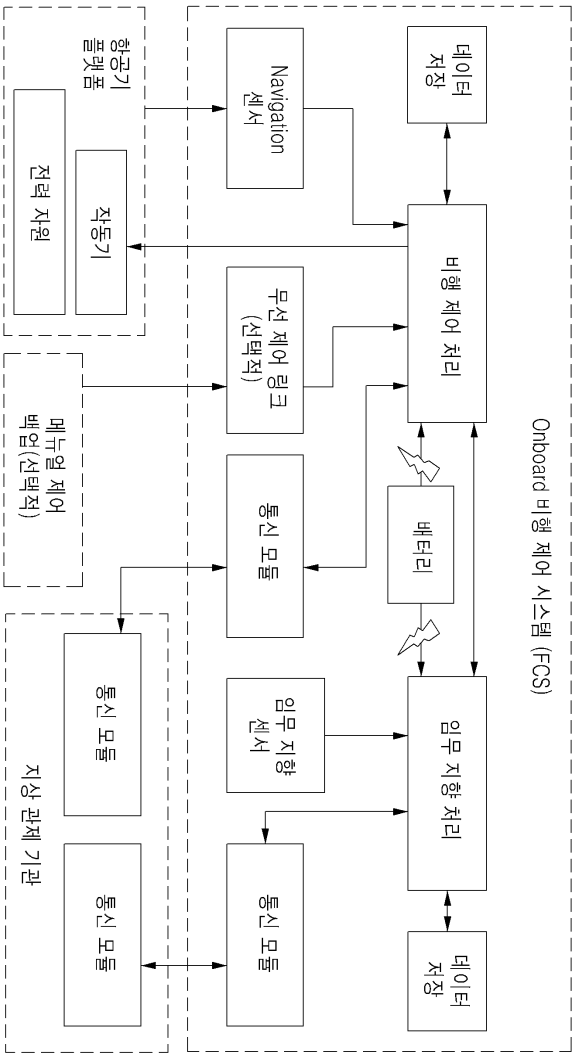
도면3


300
프로세서
310
사용자 단말
311
코어 네트워크
및 어플리케이션
312
네트워크
313
개인화 셀
314
330
350
320
네트워크 인터페이스
데이터베이스
메모리
340
운영 체제
341
감시 무인 비행장치 애드혹 네트워크 동작 루틴
342

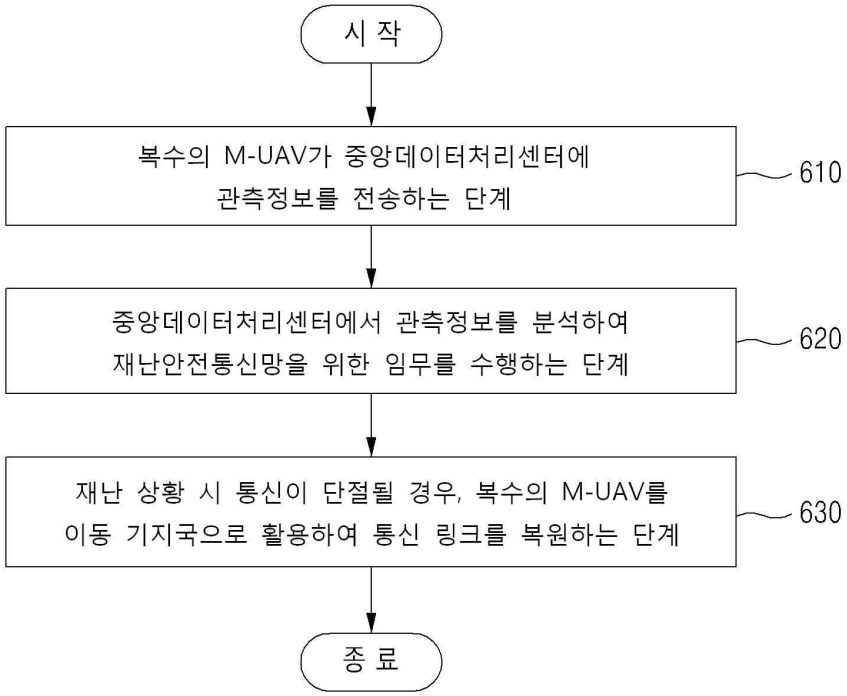
도면4


EPC Functionalities as Applications
MME
S-GW (CP)
P-GW (CP)
Policy & Charging
Context-Aware RRM Controller
API
Virtualized Control Plane
SDN Controller
OpenFlow Protocol for Control Plane
S1-CP
S1-UP
X2
S-GW (UP)
P-GW (UP)
Potable Mobile Small Cell with Fundamental EPC Functions [Work in Disaster Situation]
Content Cache
App. Server
GW
RRM
PDN/Internet
Buildings

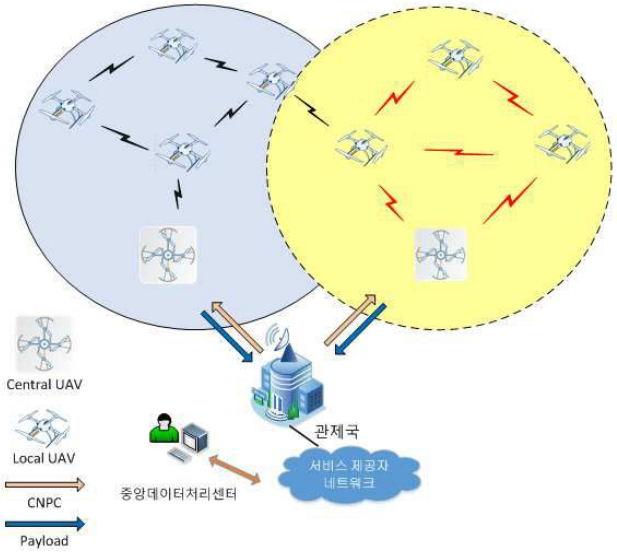
도면5


Onboard 비행 제어 시스템 (FCS)
데이터 저장
Navigation 센서
비행 제어 처리
무선 제어 링크 (선택적)
통신 모듈
배터리
임무 지향 센서
임무 지향 처리
통신 모듈
데이터 저장
항공기 플랫폼
전력 자원
작동기
메뉴얼 제어 백업(선택적)
지상 관제 기관
통신 모듈
통신 모듈

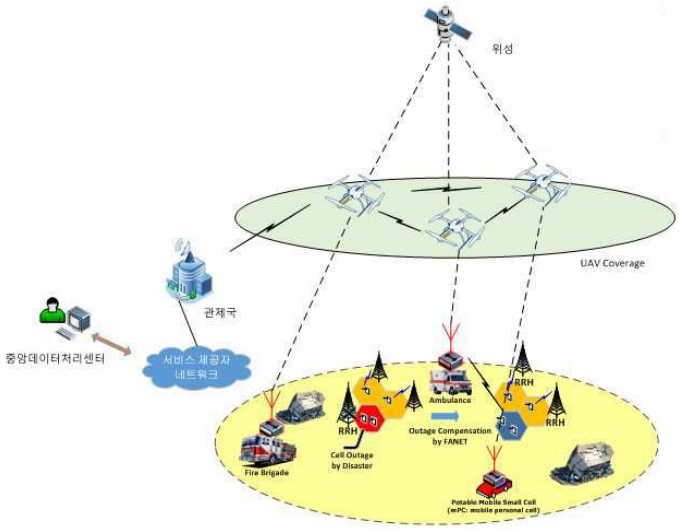
도면6


시 작
복수의 M-UAV가 중앙데이터처리센터에
관측정보를 전송하는 단계
610
중앙데이터처리센터에서 관측정보를 분석하여
재난안전통신망을 위한 임무를 수행하는 단계
620
재난 상황 시 통신이 단절될 경우, 복수의 M-UAV를
이동 기지국으로 활용하여 통신 링크를 복원하는 단계
630
종 료

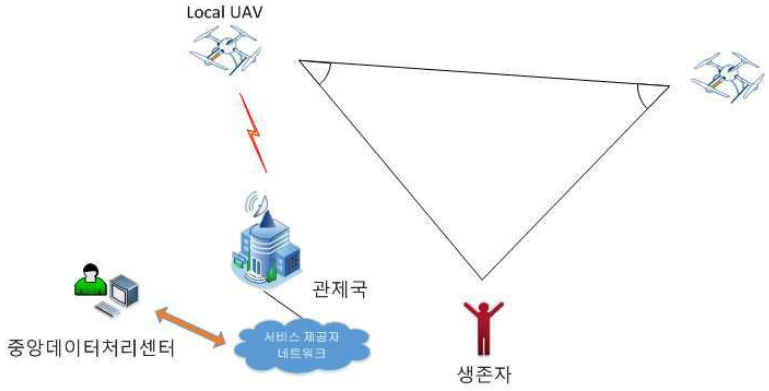
도면7


Central UAV
Local UAV
CNPC
Payload
중앙데이터처리센터
관제국
서비스 제공자
네트워크

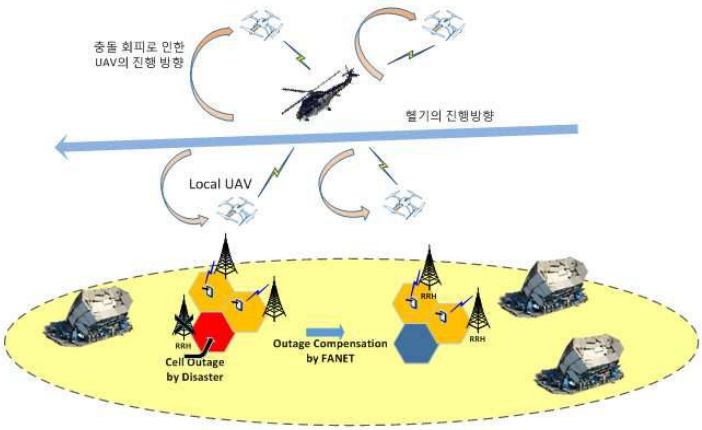
도면8


위성
UAV Coverage
관제국
중앙데이터처리센터
서비스 제공자 네트워크
Ambulance
RRH
Outage Compensation by FANET
Cell Outage by Disaster
Fire Brigade
Portable Mobile Small Cell (mPC: mobile personal cell)

도면9


Local UAV
관제국
중앙데이터처리센터
서비스 제공자 네트워크
생존자

도면10


충돌 회피로 인한 UAV의 진행 방향
헬기의 진행방향
Local UAV
RRH
Outage Compensation by FANET
Cell Outage by Disaster