

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2022년 6월 2일 (02.06.2022)



(10) 국제공개번호

WO 2022/114269 A1

(51) 국제특허분류:

H04W 24/02 (2009.01)

H04W 40/12 (2009.01)

H04W 40/24 (2009.01)

H04W 72/10 (2009.01)

H04W 84/20 (2009.01)

H04W 84/06 (2009.01)

H04W 4/40 (2018.01)

G06N 20/00 (2019.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2020/016967

(22) 국제출원일:

2020년 11월 26일 (26.11.2020)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2020-0159267 2020년 11월 24일 (24.11.2020) KR

(71) 출원인: 경희대학교산학협력단 (UNIVERSITY-INDUSTRY COOPERATION GROUP OF KYUNG HEE

UNIVERSITY) [KR/KR]; 17104 경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, Gyeonggi-do (KR).

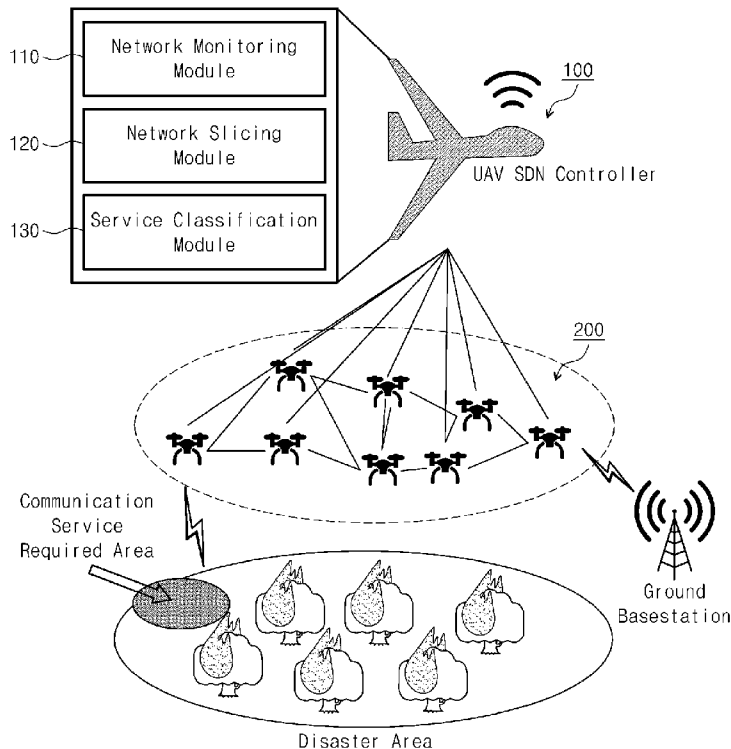
(72) 발명자: 홍충선 (HONG, Choong Seon); 16941 경기도 용인시 수지구 상현로 30-10, 233동 101호, Gyeonggi-do (KR). 김기태 (KIM, Ki Tae); 17105 경기도 용인시 기흥구 서천서로 12번길 4-5, 302호, Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 김홍석 (KIM, Hong Suk); 08390 서울시 구로구 디지털로 26길 111, Jnk 디지털타워 405호 동진국제특허법률사무소, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,

(54) Title: SDN-BASED SLICING METHOD IN HIERARCHICAL CLUSTER UAV NETWORK

(54) 발명의 명칭: 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱 방법



(57) Abstract: Provided according to the present invention is a software defined network (SDN)-based slicing method in a hierarchical cluster unmanned aerial vehicle (UAV) network. The method is performed by a particular UAV within a UAV network, the method comprising: a network monitoring step of collecting monitoring information for controlling a UAV switch of a slicing path via an SDN UAV; a network slicing step of slicing the UAV network according to the collected monitoring information; and a reinforced learning step of performing reinforced learning for UAV relocation within the sliced UAV network, such that the UAV, when deployed as a communication resource, can provide service of a better quality with respect to each requirement of the service compared to the service provided when simply deployed.

[다음 쪽 계속]



WO 2022/114269 A1

MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(57) 요약서: 본 발명에 따른 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱 방법이 제공된다. 상기 방법은 UAV 네트워크 내의 특정 UAV에 의해 수행되고, 상기 방법은 SDN (Software Defined Network) UAV (Unmanned Aerial Vehicle)를 통해 슬라이싱 경로로의 UAV 스위치를 제어하기 위한 모니터링 정보를 수집하는 네트워크 모니터링 단계; 수집된 모니터링 정보에 따라 UAV 네트워크를 슬라이싱하는 네트워크 슬라이싱 단계; 및 슬라이스된 UAV 네트워크 내에서 UAV 재배치를 위한 강화 학습을 수행하는 강화 학습 단계를 포함하여, UAV가 통신 자원으로서 배치되었을 때 단순 배치하여 서비스를 제공하는 것 보다 각 서비스의 요구사항 별로 양질의 서비스를 제공할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱 방법 및 이를 수행하는 UAV 및 UAV 네트워크 시스템에 대한 것이다.
- [2] 본 발명은 대한민국 과학기술정보통신부의 지원 하에서 과제번호 1711103234에 의해 이루어진 것으로서, 상기 과제의 연구관리 전문기관은 "정보통신기획평가원", 연구사업명은 "정보통신방송혁신인재양성", 연구과제명은 "2020 Grand ICT라이프 컴패니온쉽 경험을 위한 지능형 인터랙션 융합연구", 과제수행기관은 "경희대학교 산학협력단", 연구기간은 2020.01.01-2020.12.31 이다.
- [3] 본 발명은 대한민국 과학기술정보통신부의 지원 하에서 과제번호 1711103015에 의해 이루어진 것으로서, 상기 과제의 연구관리 전문기관은 "정보통신기획평가원", 연구사업명은 "SW컴퓨팅산업원천기술개발", 연구과제명은 "(SW스타랩)분산 엣지를 위한 진화형 딥러닝 모델생성 플랫폼", 과제수행기관은 "경희대학교 산학협력단", 연구기간은 2020.01.01-2020.12.31 이다.

배경기술

- [4] 네트워크 슬라이싱이란 물리적인 네트워크 인프라를 논리적으로 분리시켜 다양한 서비스 특성에 맞게 전용 네트워크 자원을 이용할 수 있도록 하는 기법이다.
- [5] 5세대 무선 네트워크 이전에는 네트워크망에 연결되어있는 단말의 대부분이 스마트폰, 태블릿 등이었기 때문에 네트워크 슬라이싱 기술의 필요성이 대두되지 않았으나 5세대 무선 네트워크에서 유즈케이스로 정의된 mMTC(massive Machine Type Communication), URLLC(Ultra-Reliable Low Latency Communication), eMBB(enhanced Mobile Broad Band)에서는 수많은 스마트 IoT 기기가 네트워크망에 연결되어 초저지연, 고대역폭 서비스 등 다양한 서비스 요구사항을 가지기 때문에 이를 각각 만족시킬 수 있는 가상화된 전용 네트워크망을 제공하는 네트워크 슬라이싱 기술이 5세대 이동통신에서의 핵심 기술로 주목받고 있다.
- [6] 한편, 이러한 네트워크 슬라이싱 기법을 UAV 군집 네트워크에도 적용할 수 있다. 하지만, 기존의 UAV 군집 네트워크 기술은 UAV의 특성을 이용한 활용방안, 이동경로 결정이나 통신 서비스를 위한 배치와 같은 방안에 대해 집중되어 있으며 배치 이후에도 서비스 제공을 위한 방안에 대한 기술은

미흡하다는 문제점이 있다.

- [7] 단일 UAV나 군집 UAV를 배치할 때 최초 통신 처리량 최대화와 같은 요소를 고려하고 있지만, UAV 배치 이후에도 고정된 위치에서 계속 서비스를 제공하는 것은 아니다. 따라서, UAV 배치 이후에 다양한 형태의 통신 서비스 요구를 만족시킬 수 없다는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 따라서, 본 발명의 목적은 전술한 문제를 해결하기 위해, 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱 방법을 제공함에 있다.
- [9] 또한, 본 발명의 목적은 UAV 군집 네트워크에서 사용자 서비스 요구사항이나 UAV 군집이 배치된 곳의 특성에 따라서 UAV 네트워크를 슬라이싱하는 방안을 제안하는 것이다.
- [10] 또한, 본 발명의 목적은 UAV 군집 네트워크에서 5세대 네트워크의 핵심 요구사항인 초 저지연, 고 대역폭과 같은 QoS를 사용자에게 제공하는 것이 목적이다.

기술적 해결방법

- [11] 상기와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱 방법이 제공된다. 상기 방법은 UAV 네트워크 내의 특정 UAV에 의해 수행되고, 상기 방법은 SDN (Software Defined Network) UAV (Unmanned Aerial Vehicle)를 통해 슬라이싱 경로로의 UAV 스위치를 제어하기 위한 모니터링 정보를 수집하는 네트워크 모니터링 단계; 수집된 모니터링 정보에 따라 UAV 네트워크를 슬라이싱하는 네트워크 슬라이싱 단계; 및 슬라이스된 UAV 네트워크 내에서 UAV 재배치를 위한 강화 학습을 수행하는 강화 학습 단계를 포함하여, UAV가 통신 자원으로서 배치되었을 때 단순 배치하여 서비스를 제공하는 것 보다 각 서비스의 요구사항 별로 양질의 서비스를 제공할 수 있다.
- [12] 일 실시 예에 따르면, 상기 네트워크 슬라이싱 단계에서, SNR (Signal-Noise Ratio) 값이 상대적으로 높게 측정되는 제1 링크의 집합을 생성하고, 전송 지연이 상대적으로 낮게 측정되는 제2 링크의 집합을 생성하고, 전달하고자 하는 데이터의 유형에 따라 제1 링크의 집합 및 제2 링크의 집합에 슬라이싱 변수들을 서로 다른 가중치로 설정할 수 있다.
- [13] 일 실시 예에 따르면, 상기 네트워크 슬라이싱 단계에서, 데이터의 유형에 따라 서로 다른 가중치로 설정된 슬라이싱 변수들에 기반하여, 소스 UAV로부터 지상 기지국과 연결된 목적지 UAV 간 그래프 형성을 통해 슬라이스를 형성할 수 있다.
- [14] 일 실시 예에 따르면, 상기 네트워크 슬라이싱 단계에서, 소스 UAV로부터 지상 기지국과 연결된 목적지 UAV 간 그래프 형성을 통해 제1 링크의 집합과 제2

링크의 집합이 일부 중복되는 링크가 형성되는지를 판단하고, 일부 중복되는 링크가 형성되면 서비스 수요가 많은 서비스 유형에 따라 고대역폭 통신 서비스와 저지연 통신 서비스 중 자원 할당의 우선순위를 결정할 수 있다.

- [15] 일 실시 예에 따르면, 상기 강화 학습 단계에서, 복수의 UAV들의 위치 및 서로 다른 가중치로 설정된 슬라이싱 변수들을 상태(state)로 설정하고, 복수의 UAV들의 배치 형태를 액션(action)으로 설정할 수 있다.
- [16] 일 실시 예에 따르면, 상기 강화 학습 단계에서, 고대역폭 통신 서비스에 따른 제1 유형의 통신 서비스에 대해 링크의 SNR 값을 리워드로 설정하여 강화 학습을 수행하여 복수의 UAV들의 배치 형태를 제어하고, 저지연 통신 서비스에 따른 제2 유형의 통신 서비스에 대해 전송 지연의 역수 값을 리워드로 설정하여 강화 학습을 수행하여 복수의 UAV들의 배치 형태를 제어할 수 있다.
- [17] 일 실시 예에 따르면, 상기 방법은 강화 학습 결과에 기반하여, 재난 지역과 연관된 클러스터 내의 복수의 UAV들의 UAV 클러스터링 및 재배치를 수행하는 UAV 재배치 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 UAV 재배치 단계에서, 마스터 UAV가 클러스터 내에서 통신 서비스 요구 영역에 가장 인접한 UAV를 제1 UAV로 설정하고, 제1 UAV로부터 복수의 UAV들을 릴레이 통신 형태로 구성하고, 제N UAV와 지상 기지국과 통신 가능하게 결합되도록 UAV 클러스터링을 수행할 수 있다.
- [18] 일 실시 예에 따르면, 상기 UAV 재배치 단계에서, 저지연 통신 서비스에 따른 제2 유형의 통신 서비스에 대해 전송 지연의 역수 값을 리워드로 설정하여 수행된 강화 학습 결과에 따라 복수의 UAV들의 배치 형태가 변경되도록 제어한 이후에, 고대역폭 통신 서비스에 따른 제1 유형의 통신 서비스에 대해 링크의 SNR 값을 리워드로 설정하여 수행된 강화 학습 결과를 반영하여 일부 UAV들의 배치 형태가 일정 범위 이내에서 변경되도록 제어할 수 있다.
- [19] 본 발명의 다른 양상에 따른 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱을 수행하는 UAV 네트워크 시스템이 제공된다. 상기 시스템은 슬라이싱 경로로의 UAV 스위치를 제어하기 위한 모니터링 정보를 수집하도록 구성된 마스터 UAV; 및 특정 지역과 연관된 클러스터 내에 배치되고, 마스터 UAV와 통신 가능하게 구성되는 복수의 UAV들을 포함하고, 상기 마스터 UAV는 수집된 모니터링 정보에 따라 UAV 네트워크를 슬라이싱하고, 슬라이스된 UAV 네트워크 내에서 UAV 재배치를 위한 강화 학습을 수행하도록 구성될 수 있다.
- [20] 일 실시 예에 따르면, 상기 마스터 UAV는, SNR (Signal-Noise Ratio) 값이 상대적으로 높게 측정되는 제1 링크의 집합을 생성하고, 전송 지연이 상대적으로 낮게 측정되는 제2 링크의 집합을 생성하고, 전달하고자 하는 데이터의 유형에 따라 제1 링크의 집합 및 제2 링크의 집합에 슬라이싱 변수들을 서로 다른 가중치로 설정하고, 데이터의 유형에 따라 서로 다른 가중치로 설정된 슬라이싱 변수들에 기반하여, 소스 UAV로부터 지상 기지국과 연결된 목적지

UAV 간 그래프 형성을 통해 슬라이스를 형성할 수 있다.

- [21] 일 실시 예에 따르면, 상기 마스터 UAV는, 소스 UAV로부터 지상 기지국과 연결된 목적지 UAV 간 그래프 형성을 통해 제1 링크의 집합과 제2 링크의 집합이 일부 중복되는 링크가 형성되는지를 판단하고, 일부 중복되는 링크가 형성되면 서비스 수요가 많은 서비스 유형에 따라 고대역폭 통신 서비스와 저지연 통신 서비스 중 자원 할당의 우선순위를 결정할 수 있다.
- [22] 일 실시 예에 따르면, 상기 마스터 UAV는, 복수의 UAV들의 위치 및 서로 다른 가중치로 설정된 슬라이싱 변수들을 상태(state)로 설정하고, 복수의 UAV들의 배치 형태를 액션(action)으로 설정할 수 있다.
- [23] 일 실시 예에 따르면, 상기 마스터 UAV는, 고대역폭 통신 서비스에 따른 제1 유형의 통신 서비스에 대해 링크의 SNR 값을 리워드로 설정하여 강화 학습을 수행하여 복수의 UAV들의 배치 형태를 제어하고, 저지연 통신 서비스에 따른 제2 유형의 통신 서비스에 대해 전송 지연의 역수 값을 리워드로 설정하여 강화 학습을 수행하여 복수의 UAV들의 배치 형태를 제어할 수 있다.
- [24] 일 실시 예에 따르면, 상기 마스터 UAV는, 강화 학습 결과에 기반하여, 재난 지역과 연관된 클러스터 내의 복수의 UAV들의 UAV 클러스터링 및 재배치를 수행하도록 구성되고, 마스터 UAV가 클러스터 내에서 통신 서비스 요구 영역에 가장 인접한 UAV를 제1 UAV로 설정하고, 제1 UAV로부터 복수의 UAV들을 릴레이 통신 형태로 구성하고, 제N UAV과 지상 기지국과 통신 가능하게 결합되도록 UAV 클러스터링을 수행할 수 있다.
- [25] 본 발명의 또 다른 양상에 따른 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱을 수행하는 무인 비행체(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)가 제공된다. 상기 무인 비행체는 슬라이싱 경로로의 UAV 스위치를 제어하기 위한 모니터링 정보를 수집하도록 구성된 네트워크 모니터링 모듈; 수집된 모니터링 정보에 따라 UAV 네트워크를 슬라이싱하도록 구성된 네트워크 슬라이싱 모듈; 및 슬라이스된 UAV 네트워크 내에서 통신 서비스 유형에 따라 UAV 재배치를 위한 강화 학습을 수행하여, 통신 서비스 유형에 따라 UAV 스위치를 제어하도록 구성된 서비스 분류 모듈을 포함할 수 있다.
- [26] 일 실시 예에 따르면, 상기 네트워크 슬라이싱 모듈은, SNR (Signal-Noise Ratio) 값이 상대적으로 높게 측정되는 제1 링크의 집합을 생성하고, 전송 지연이 상대적으로 낮게 측정되는 제2 링크의 집합을 생성하고, 전달하고자 하는 데이터의 유형에 따라 제1 링크의 집합 및 제2 링크의 집합에 슬라이싱 변수들을 서로 다른 가중치로 설정하고, 데이터의 유형에 따라 서로 다른 가중치로 설정된 슬라이싱 변수들에 기반하여, 소스 UAV로부터 지상 기지국과 연결된 목적지 UAV 간 그래프 형성을 통해 슬라이스를 형성할 수 있다.
- [27] 일 실시 예에 따르면, 상기 서비스 분류 모듈은, 소스 UAV로부터 지상 기지국과 연결된 목적지 UAV 간 그래프 형성을 통해 제1 링크의 집합과 제2 링크의 집합이 일부 중복되는 링크가 형성되는지를 판단하고, 일부 중복되는

링크가 형성되면 서비스 수요가 많은 서비스 유형에 따라 고대역폭 통신 서비스와 저지연 통신 서비스 중 자원 할당의 우선순위를 결정할 수 있다.

- [28] 일 실시 예에 따르면, 상기 서비스 분류 모듈은, 복수의 UAV들의 위치 및 서로 다른 가중치로 설정된 슬라이싱 변수들을 상태(state)로 설정하고, 복수의 UAV들의 배치 형태를 액션(action)으로 설정할 수 있다.
- [29] 일 실시 예에 따르면, 상기 서비스 분류 모듈은, 고대역폭 통신 서비스에 따른 제1 유형의 통신 서비스에 대해 링크의 SNR 값을 리워드로 설정하여 강화 학습을 수행하여 복수의 UAV들의 배치 형태를 제어하고, 저지연 통신 서비스에 따른 제2 유형의 통신 서비스에 대해 전송 지연의 역수 값을 리워드로 설정하여 강화 학습을 수행하여 복수의 UAV들의 배치 형태를 제어할 수 있다.
- [30] 일 실시 예에 따르면, 상기 서비스 분류 모듈은, 강화 학습 결과에 기반하여, 재난 지역과 연관된 클러스터 내의 복수의 UAV들의 UAV 클러스터링 및 재배치를 수행하도록 구성되고, 클러스터 내에서 통신 서비스 요구 영역에 가장 인접한 UAV를 제1 UAV로 설정하고, 제1 UAV로부터 복수의 UAV들을 릴레이 통신 형태로 구성하고, 제N UAV과 지상 기지국과 통신 가능하게 결합되도록 UAV 클러스터링을 수행할 수 있다.

발명의 효과

- [31] 본 발명의 적어도 일 실시 예에 따르면, 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱 방법 및 이를 수행하는 UAV 및 UAV 네트워크 시스템을 제공할 수 있다.
- [32] 또한, 본 발명의 적어도 일 실시 예에 따르면, UAV가 통신 자원으로서 배치되었을 때 단순 배치하여 서비스를 제공하는 것 보다 각 서비스의 요구사항 별로 양질의 서비스를 제공할 수 있다.
- [33] 또한, 본 발명의 적어도 일 실시 예에 따르면, UAV의 배치뿐 만 아니라 이후의 서비스 제공 방안에 대한 발명으로서 UAV를 통신자원으로서 활용하려는 통신사업자가 본 기술을 도입하게 되는 경우 본 기술을 도입하지 않은 통신사업자 대비 사용자들의 서비스 만족도를 높일 수 있으며 이에 따라 서비스 만족도에 따라 통신 가입자수가 증가할 것으로 예상된다.
- [34] 상술한 본 발명의 특징 및 효과는 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [35] 도 1은 본 발명에 따른 네트워크 슬라이싱의 예시도를 나타낸다.
- [36] 도 2는 본 발명에 따른 SDN을 컨트롤 평면과 데이터 평면 관점에서 나타낸 것이다.
- [37] 도 3은 본 발명에 따른 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱을

수행하는 UAV 네트워크 시스템 모델을 나타낸다.

[38] 도 4는 본 발명에 따른 UAV 슬라이스 형성의 예시적 개념도이다.

[39] 도 5는 본 발명에 따른 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱 방법의 흐름도를 나타낸다.

발명의 실시를 위한 형태

[40] 상술한 본 발명의 특징 및 효과는 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다.

[41] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 구체적으로 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.

[42] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용한다.

[43] 제1, 제2등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[44] 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.

[45] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미가 있다.

[46] 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않아야 한다.

[47] 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 모듈, 블록 및 부는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다.

[48] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부한 도면을 참조하여 당해 분야에 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 설명한다. 하기에서 본 발명의 실시 예를 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 공지의 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.

- [49] 이하에서는, 본 발명에 따른 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱 방법 및 이를 수행하는 UAV 및 UAV 네트워크 시스템에 대해 설명하기로 한다. 이와 관련하여, 이와 관련하여, 네트워크 슬라이싱이란 물리적인 네트워크 인프라를 논리적으로 분리시켜 다양한 서비스 특성에 맞게 전용 네트워크 자원을 이용할 수 있도록 하는 기법이다. 5세대 무선 네트워크 이전에는 네트워크망에 연결되어있는 단말의 대부분이 스마트폰, 태블릿 등이었기 때문에 네트워크 슬라이싱 기술의 필요성이 대두되지 않았으나 5세대 무선 네트워크에서 유즈케이스로 정의된 mMTC(massive Machine Type Communication), URLLC(Ultra-Reliable Low Latency Communication), eMBB(enhanced Mobile Broad Band)에서는 수많은 스마트 IoT 기기가 네트워크망에 연결되어 초저지연, 고대역폭 서비스 등 다양한 서비스 요구사항을 가지기 때문에 이를 각각 만족시킬 수 있는 가상화된 전용 네트워크망을 제공하는 네트워크 슬라이싱 기술이 5세대 이동통신에서의 핵심 기술로 주목받고 있다.
- [50] 도 1은 본 발명에 따른 네트워크 슬라이싱의 예시도를 나타낸다. 도 1을 참조하면, 서로 다른 서비스 요구사항을 가진 Autonomous Car와 Virtual Reality, 다수의 Massive IoT 네트워크는 각각 최 상단의 물리적 네트워크 망으로부터 가상화된 네트워크 슬라이스를 할당 받아 서비스를 처리할 수 있는 Cloud까지 전용 네트워크망을 통해 서비스를 제공받게 된다. 이러한 전용 네트워크망을 구성하기 위해서는 SDN(Software Defined Network)과 NFV(Network Function Virtualization) 기술이 필수적이며 이를 통해서 전용 네트워크 망을 이용해 서비스 경로를 보장함과 동시에 각 서비스에 필요한 VNF(Virtualized Network Function)를 전용 경로에 배치하여 요구사항에 맞는 최적 서비스가 제공가능하다.
- [51] 다음으로, SDN & NFV (Software Defined Network & Network Function Virtualization)에 대해 설명한다. 이와 관련하여, 도 2는 본 발명에 따른 SDN을 컨트롤 평면과 데이터 평면 관점에서 나타낸 것이다.
- [52] 도 2를 참조하면, SDN 기술은 기존의 네트워크 장치에서 결합되어있는 Control Plane과 Data Plane을 분리시켜 중앙 컨트롤러에 Control Plane을 배치시킬 수 있다. 네트워크 장치는 Data Plane 즉 전송을 담당 하도록 하여 하나의 SDN 컨트롤러를 통해 다수의 네트워크 장치가 제어 가능하다. 다수의 네트워크 장치가 컨트롤러에 연결 되어있어 각 네트워크 장치의 정보수집이 가능하고 SDN 컨트롤러는 이를 기반으로 네트워크 전송 경로를 결정할 수 있다. 이외에도 다양한 네트워크 어플리케이션을 통해 네트워크 관리가 용이하게 된다. NFV란 방화벽이나 로드밸런서와 같은 네트워크 기능을 가상머신과 같은 SW로 추상화하여 추가 장비를 구입하여 설치해야했던 과거와는 다르게 요구에 맞게 이를 배치하고 자유롭게 이동이 가능하다는 장점이 있다.
- [53] 한편, 본 발명에서 제안하는 방법은 재난지역 내 통신망이 마비되어

통신서비스가 필요한 곳이나 경기장과 같이 일시적으로 통신 서비스 수요가 폭증하는 지역에 군집 UAV 및 이를 제어할 수 있는 SDN 컨트롤러 UAV가 배치되어 통신 서비스를 제공하는 방안을 제안한다. 이 방안에서는 단순한 배치 뿐 만 아니라 배치 이후에 서비스 요구사항에 따라 UAV SDN 컨트롤러에서 수집된 네트워크 상태 정보에 따라 군집 UAV를 슬라이싱에서 서비스 별 요구사항을 만족시키는 방안이 포함된다.

- [54] 또한, 서비스 요구사항을 포함하는 서비스 분류(Service Classification) 모듈을 포함한다. 한편, 서비스 분류 모듈은 요구사항을 기반으로 이를 알맞은 슬라이스 경로로 서비스 제공을 위해 각 UAV Switch의 Forwarding을 업데이트하도록 구성될 수 있다.
- [55] 구체적으로, 도 3은 본 발명에 따른 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱을 수행하는 UAV 네트워크 시스템 모델을 나타낸다. 도 3의 UAV 네트워크 시스템을 참조하면, 마스터 UAV(100) 및 복수의 UAV들(200)을 포함하도록 구성될 수 있다.
- [56] 마스터 UAV(100)는 슬라이싱 경로로의 UAV 스위치를 제어하기 위한 모니터링 정보를 수집하도록 구성될 수 있다. 복수의 UAV들(200)은 특정 지역과 연관된 클러스터 내에 배치되고, 마스터 UAV와 통신 가능하게 구성될 수 있다. 마스터 UAV(100)는 수집된 모니터링 정보에 따라 UAV 네트워크를 슬라이싱하고, 슬라이스된 UAV 네트워크 내에서 UAV 재배치를 위한 강화 학습을 수행하도록 구성될 수 있다.
- [57] 마스터 UAV(100)는 SNR (Signal-Noise Ratio) 값이 상대적으로 높게 측정되는 제1 링크의 집합을 생성하고, 전송 지연이 상대적으로 낮게 측정되는 제2 링크의 집합을 생성하도록 구성될 수 있다. 마스터 UAV(100)는 전달하고자 하는 데이터의 유형에 따라 제1 링크의 집합 및 제2 링크의 집합에 슬라이싱 변수들을 서로 다른 가중치로 설정할 수 있다. 또한, 마스터 UAV(100)는 데이터의 유형에 따라 서로 다른 가중치로 설정된 슬라이싱 변수들에 기반하여, 소스 UAV로부터 지상 기지국과 연결된 목적지 UAV 간 그래프 형성을 통해 슬라이스를 형성할 수 있다.
- [58] 마스터 UAV(100)는 소스 UAV로부터 지상 기지국과 연결된 목적지 UAV 간 그래프 형성을 통해 제1 링크의 집합과 제2 링크의 집합이 일부 중복되는 링크가 형성되는지를 판단할 수 있다. 마스터 UAV(100)는 일부 중복되는 링크가 형성되면 서비스 수요가 많은 서비스 유형에 따라 고대역폭 통신 서비스와 저지연 통신 서비스 중 자원 할당의 우선순위를 결정할 수 있다.
- [59] 마스터 UAV(100)는 복수의 UAV들의 위치 및 서로 다른 가중치로 설정된 슬라이싱 변수들을 상태(state)로 설정하고, 복수의 UAV들의 배치 형태를 액션(action)으로 설정할 수 있다. 마스터 UAV(100)는 고대역폭 통신 서비스에 따른 제1 유형의 통신 서비스에 대해 링크의 SNR 값을 리워드로 설정하여 강화 학습을 수행하여 복수의 UAV들의 배치 형태를 제어할 수 있다. 한편, 마스터

UAV(100)는 저지연 통신 서비스에 따른 제2 유형의 통신 서비스에 대해 전송 지연의 역수 값을 리워드로 설정하여 강화 학습을 수행하여 복수의 UAV들의 배치 형태를 제어할 수 있다.

[60] 전술한 기술적 특징 및 마스터 UAV(100)의 동작과 관련하여, 네트워크 모니터링 및 네트워크 슬라이싱을 이를 통한 강화 학습 과정에 대해 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[61] 1) Network Monitoring Module

[62] 네트워크 모니터링 모듈(Network Monitoring Module, 110)은 UAV SDN 컨트롤러가 관리하고 있는 UAV Switch 및 UAV Switch간 링크로부터 주기적으로 수집되는 네트워크 상태를 수집하고 분석하는 모듈이다. 여기서 수집되는 데이터의 종류는 각 UAV Switch의 네트워크에서 처리되고 있는 패킷의 수, 리소스 사용 상태, UAV Switch간 링크에서는 Link의 Bandwidth, Link를 통해 전송되는 데이터의 Data Rate와, SNR과 같은 데이터가 수집된다. 또한 A2A(Air-to-Air) 링크는 수학적 1과 같이 Free Space Path Loss 모델로 모델링 된다. 수학적 2는 Sender UAV와 Receiver UAV간의 Link Budget을 나타낸다.

[63] [수학적 1]

[64] $PL(dB) = 20\log((4\pi df)/c)$

[65] [수학적 2]

[66] $P_{RX} = P_{TX} + G_{TX} + G_{RX} - PL - L$

[67] 2) Network Slicing Module

[68] 네트워크 슬라이싱(Network Slicing)모듈(120)은 Network Monitoring Module(110)을 통해 수집된 정보를 통해 UAV Network를 슬라이스한다. UAV를 활용함에 있어서 가장 큰 특징이자 고정된 지상 네트워크 자원 대비 큰 장점은 바로 이동이 가능하다는 점이다. 이와 관련하여, 표 1은 본 발명에 따른 서비스 종류 별 슬라이싱 변수를 나타낸다.

[69] [표1]

서비스 종류	슬라이싱 변수
고 대역폭 서비스	링크 간 SNR 측정
저 지연 서비스	Transmission Delay

[70] 네트워크 슬라이싱 모듈(120)에서는 하나의 슬라이스를 만들기 위하여 모니터링된 정보에 따라 UAV 네트워크 자원을 슬라이싱 하고 슬라이싱 이후에 강화 학습을 통해 하나의 슬라이스 내의 UAV 위치를 따라 통신 처리량, 지연시간 등을 고려하여 슬라이스 특성에 맞는 최적의 위치를 찾는 2단계의 과정을 거친다.

[71] Stage 1: 고 대역폭 서비스를 위한 슬라이싱을 위하여 아래의 수학적 3 및 수학적 4를 이용하며, 측정된 SNR이 클수록 수학적 4에서의 채널 용량이 높기

때문에 SNR이 크게 측정되는 링크의 집합을 구한다. 저 지연 서비스를 위해서는 주기적으로 링크 간 Transmission Delay를 계산한다. 이는 전송된 데이터의 크기를 대역폭으로 나누어 계산이 가능하다. 이렇게 측정된 Transmission Delay가 낮은 링크들의 집합을 구한다. 구해진 후보 링크들에 슬라이싱 변수들을 Weight로 설정하고 Travelling Salesman 알고리즘을 통해 Source UAV로부터 지상 기지국과 연결된 Destination UAV간 최대/최소 Weight를 가진 그래프 형성을 통해 두 가지 유형의 서비스 제공을 위한 슬라이스를 생성한다. 만약 겹치는 링크가 생기는 경우에는 서비스 수요가 많은 서비스 유형에 따라 자원 할당의 우선순위를 준다. 전술한 기술적 특징과 관련하여, 수학식 3 및 수학식 4는 SNR과 채널 용량을 나타낸다.

[72] [수학식 3]

[73] $SNR = (P_{RX})/(\sigma^2)$

[74] [수학식 4]

[75] $C = B \times \log_2(1 + SNR)$

[76] 한편, 도 4는 본 발명에 따른 UAV슬라이스 형성의 예시적 개념도이다. 도 3 및 도 4를 참조하면, 마스터 UAV(100)는 강화 학습 결과에 기반하여, 재난 지역과 연관된 클러스터 내의 복수의 UAV들의 UAV 클러스터링 및 재배치를 수행하도록 구성될 수 있다. 마스터 UAV(100)가 클러스터 내에서 통신 서비스 요구 영역에 가장 인접한 UAV를 제1 UAV로 설정할 수 있다. 마스터 UAV(100)는 제1 UAV로부터 복수의 UAV들을 릴레이 통신 형태로 구성하고, 제N UAV와 지상 기지국과 통신 가능하게 결합되도록 UAV 클러스터링을 수행할 수 있다.

[77] 일 예시로, 마스터 UAV(100)는 저지연 통신 서비스에 따른 제2 유형의 통신 서비스에 대해 전송 지연의 역수 값을 리워드로 설정하여 수행된 강화 학습 결과에 따라 복수의 UAV들의 배치 형태가 변경되도록 제어한 이후, 고대역폭 통신 서비스에 따른 제1 유형의 통신 서비스에 대한 제어를 수행할 수도 있다. 이와 관련하여, 저지연 통신 서비스에 대한 우선 순위를 더 고려하여 통신 지연에 따른 반응속도 저하를 방지할 수 있다. 이를 위해, 마스터 UAV(100)는 고대역폭 통신 서비스에 따른 제1 유형의 통신 서비스에 대해 링크의 SNR 값을 리워드로 설정하여 수행된 강화 학습 결과를 반영하여 일부 UAV들의 배치 형태가 일정 범위 이내에서 변경되도록 제어할 수 있다. 하지만, 이러한 예시에 한정되는 것은 아니고 마스터 UAV(100)는 다양한 형태의 설정, 예컨대 통신 우선 순위, 혼잡도 등을 고려하여 특정 유형의 통신 서비스에 대한 리워드 설정 및 강화 학습 결과를 먼저 수행한 이후, 해당 강화 학습 결과를 반영하여 제한된 범위 내에서 다른 유형의 통신 서비스에 대한 리워드 설정 및 강화 학습을 수행할 수 있다.

[78] 전술한 기술적 특징 및 동작과 관련하여 Stage 2의 강화학습 기반 UAV 위치 조정에 대해 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[79] Stage2: Stage2에서는 강화학습 기반 UAV 위치 조정을 수행한다. 도4는 UAV 슬라이스 형성 모습의 예를 나타낸다. 슬라이스 이후에 위치 조정을 실행하게 되는데 서비스별 요구사항에 따라 위치를 조정해가며 표 1의 슬라이싱 변수에 대한 체크를 수행한다. 도 4의 1번부터 5번까지 UAV가 서로의 통신 Coverage 내에서 위치를 랜덤하게 옮기며 리워드(Reward)를 받게 된다. 표 2는 강화학습 기반 UAV 슬라이스 내 위치 조정을 위한 강화학습 상태, 행동 보상에 대한 정의를 나타낸다.

[80] [표2]

구분		슬라이싱 변수
State		UAV 위치 및 각 링크의 슬라이싱 변수
Action		UAV의 배치
Reward	고대역폭	링크의 SNR 값
	저지연	1/ (Transmission Delay)

[81] 강화학습 Agent는 UAV SDN컨트롤러에 배치되며 Agent는 서비스의 유형별에 따라서 UAV의 위치 조정을 하며 Reward 값을 최대화하는 슬라이스 내 UAV 배치 Policy를 도출하게 된다. 저 지연 서비스에 대해서는 Reward를 위치 조정에 따른 링크의 Transmission Delay의 역수 값을 부여함에 따라서 Transmission Delay가 작아지면 큰 보상을 얻을 수 있도록 설정하였고 고대역폭 서비스는 수학적 식 3과 수학적 식 4에 따라서 SNR값을 그대로 Reward로 설정하여 총 링크의 R값을 최대화하는 UAV의 위치를 찾아내게 된다. 이상에서는 본 발명에 따른 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱과 강화학습을 수행하는 UAV 네트워크 시스템에 대해 설명하였다. 이하에서는 본 발명의 다른 양상에 따른 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱과 강화학습을 수행하는 무인비행체(UAV)에 대해 설명하기로 한다. 이와 관련하여, 본 발명에서 청구하고자 하는 기술적 사항은 다음과 같이 나열될 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[82] 1) SDN UAV를 통해 UAV 스위치를 제어하고 모니터링 정보를 수집 받는 Network Monitoring 모듈(110)

[83] 2) 수집된 모니터링 데이터에 따라 UAV네트워크를 슬라이싱 하는 Network Slicing 모듈(120)

[84] 3) UAV Network 슬라이싱 할 때 슬라이스 형성을 위한 슬라이싱 변수

[85] 4) 슬라이스된 UAV네트워크 내에서 강화 학습을 통해 UAV 재배치를 하는 강화학습 Framework

[86] 5) 강화학습을 통하여 슬라이스 내 UAV 재배치를 위한 서비스 유형별 각 Reward 계산 방법

[87] 도 3 및 도 4를 참조하면, 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱을

수행하는 무인 비행체(Unmanned Aerial Vehicle, UAV, 100)는 네트워크 모니터링 모듈(110), 네트워크 슬라이싱 모듈(120) 및 서비스 분류 모듈(130)을 포함하도록 구성될 수 있다.

- [88] 네트워크 모니터링 모듈(110)은 슬라이싱 경로로의 UAV 스위치를 제어하기 위한 모니터링 정보를 수집하도록 구성될 수 있다. 네트워크 슬라이싱 모듈(120)은 수집된 모니터링 정보에 따라 UAV 네트워크를 슬라이싱하도록 구성될 수 있다. 서비스 분류 모듈(130)은 슬라이스된 UAV 네트워크 내에서 통신 서비스 유형에 따라 UAV 재배치를 위한 강화 학습을 수행하여, 통신 서비스 유형에 따라 UAV 스위치를 제어하도록 구성될 수 있다.
- [89] 네트워크 슬라이싱 모듈(120)은 SNR (Signal-Noise Ratio) 값이 상대적으로 높게 측정되는 제1 링크의 집합을 생성하고, 전송 지연이 상대적으로 낮게 측정되는 제2 링크의 집합을 생성할 수 있다. 네트워크 슬라이싱 모듈(120)은 전달하고자 하는 데이터의 유형에 따라 제1 링크의 집합 및 제2 링크의 집합에 슬라이싱 변수들을 서로 다른 가중치로 설정할 수 있다. 네트워크 슬라이싱 모듈(120)은 데이터의 유형에 따라 서로 다른 가중치로 설정된 슬라이싱 변수들에 기반하여, 소스 UAV로부터 지상 기지국과 연결된 목적지 UAV 간 그래프 형성을 통해 슬라이스를 형성할 수 있다.
- [90] 서비스 분류 모듈(130)은 소스 UAV로부터 지상 기지국과 연결된 목적지 UAV 간 그래프 형성을 통해 제1 링크의 집합과 제2 링크의 집합이 일부 중복되는 링크가 형성되는지를 판단할 수 있다. 여기서, 소스 UAV는 통신 서비스 요구 지역에 가장 인접한 제1 UAV일 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 서비스 분류 모듈(130)은 일부 중복되는 링크가 형성되면 서비스 수요가 많은 서비스 유형에 따라 고대역폭 통신 서비스와 저지연 통신 서비스 중 자원 할당의 우선순위를 결정할 수 있다.
- [91] 서비스 분류 모듈(130)은 복수의 UAV들의 위치 및 서로 다른 가중치로 설정된 슬라이싱 변수들을 상태(state)로 설정하고, 복수의 UAV들의 배치 형태를 액션(action)으로 설정할 수 있다. 서비스 분류 모듈(130)은 고대역폭 통신 서비스에 따른 제1 유형의 통신 서비스에 대해 링크의 SNR 값을 리워드로 설정하여 강화 학습을 수행하여 복수의 UAV들의 배치 형태를 제어할 수 있다. 한편, 서비스 분류 모듈(130)은 저지연 통신 서비스에 따른 제2 유형의 통신 서비스에 대해 전송 지연의 역수 값을 리워드로 설정하여 강화 학습을 수행하여 복수의 UAV들의 배치 형태를 제어할 수 있다.
- [92] 서비스 분류 모듈(130)은 강화 학습 결과에 기반하여, 재난 지역과 연관된 클러스터 내의 복수의 UAV들의 UAV 클러스터링 및 재배치를 수행하도록 구성될 수 있다. 서비스 분류 모듈(130)은 마스터 UAV가 클러스터 내에서 통신 서비스 요구 영역에 가장 인접한 UAV를 제1 UAV로 설정할 수 있다. 또한, 서비스 분류 모듈(130)은 제1 UAV로부터 복수의 UAV들을 릴레이 통신 형태로 구성하고, 제N UAV과 지상 기지국과 통신 가능하게 결합되도록 UAV

클러스터링을 수행할 수 있다.

- [93] 일 예시로, 서비스 분류 모듈(130)은 저지연 통신 서비스에 따른 제2 유형의 통신 서비스에 대해 전송 지연의 역수 값을 리워드로 설정하여 수행된 강화 학습 결과에 따라 복수의 UAV들의 배치 형태가 변경되도록 제어한 이후, 고대역폭 통신 서비스에 따른 제1 유형의 통신 서비스에 대한 제어를 수행할 수도 있다. 이와 관련하여, 저지연 통신 서비스에 대한 우선 순위를 더 고려하여 통신 지연에 따른 반응속도 저하를 방지할 수 있다. 이를 위해, 서비스 분류 모듈(130)은 고대역폭 통신 서비스에 따른 제1 유형의 통신 서비스에 대해 링크의 SNR 값을 리워드로 설정하여 수행된 강화 학습 결과를 반영하여 일부 UAV들의 배치 형태가 일정 범위 이내에서 변경되도록 제어할 수 있다. 하지만, 이러한 예시에 한정되는 것은 아니고 서비스 분류 모듈(130)은 다양한 형태의 설정, 예컨대 통신 우선 순위, 혼잡도 등을 고려하여 특정 유형의 통신 서비스에 대한 리워드 설정 및 강화 학습 결과를 먼저 수행한 이후, 해당 강화 학습 결과를 반영하여 제한된 범위 내에서 다른 유형의 통신 서비스에 대한 리워드 설정 및 강화 학습을 수행할 수 있다.
- [94] 한편, 본 발명의 또 다른 양상에 따른 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱 방법에 대해 상세하게 설명하면 다음과 같다. 이와 관련하여, 도 5는 본 발명에 따른 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱 방법의 흐름도를 나타낸다.
- [95] 도 1 내지 도 4를 참조하면, SDN 기반 슬라이싱 방법은 UAV 네트워크 내의 특정 UAV에 의해 수행될 수 있다. 일 예로, SDN 기반 슬라이싱 방법은 UAV 네트워크 내의 마스터 UAV에 의해 수행될 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 한편, 마스터 UAV는 UAV 클러스터 내의 복수의 UAV들 중 어느 하나로 선택되어, UAV 클러스터 구성은 분산 네트워크 형태로 동적으로 구성될 수 있고, 주기적 또는 이벤트 기반으로 변경될 수도 있다.
- [96] 도 5를 참조하면, SDN 기반 슬라이싱 방법은 네트워크 모니터링 단계(S110), 네트워크 슬라이싱 단계(S120) 및 강화 학습 단계(S130)를 포함하도록 구성될 수 있다. 한편, SDN 기반 슬라이싱 방법은 UAV 재배치 단계(S140)를 더 포함하도록 구성될 수 있다.
- [97] 네트워크 모니터링 단계(S110)에서, SDN (Software Defined Network) UAV (Unmanned Aerial Vehicle)를 통해 슬라이싱 경로로의 UAV 스위치를 제어하기 위한 모니터링 정보를 수집할 수 있다. 네트워크 슬라이싱 단계(S120)에서, 수집된 모니터링 정보에 따라 UAV 네트워크를 슬라이싱할 수 있다. 강화 학습 단계(S130)에서, 슬라이스된 UAV 네트워크 내에서 UAV 재배치를 위한 강화 학습을 수행할 수 있다.
- [98] 네트워크 슬라이싱 단계(S120)에서, SNR (Signal-Noise Ratio) 값이 상대적으로 높게 측정되는 제1 링크의 집합을 생성하고, 전송 지연이 상대적으로 낮게 측정되는 제2 링크의 집합을 생성할 수 있다. 네트워크 슬라이싱

단계(S120)에서, 전달하고자 하는 데이터의 유형에 따라 제1 링크의 집합 및 제2 링크의 집합에 슬라이싱 변수들을 서로 다른 가중치로 설정할 수 있다.

- [99] 네트워크 슬라이싱 단계(S120)에서, 데이터의 유형에 따라 서로 다른 가중치로 설정된 슬라이싱 변수들에 기반하여, 소스 UAV로부터 지상 기지국과 연결된 목적지 UAV 간 그래프 형성을 통해 슬라이스를 형성할 수 있다. 네트워크 슬라이싱 단계(S120)에서, 소스 UAV로부터 지상 기지국과 연결된 목적지 UAV 간 그래프 형성을 통해 제1 링크의 집합과 제2 링크의 집합이 일부 중복되는 링크가 형성되는지를 판단할 수 있다. 또한, 네트워크 슬라이싱 단계(S120)에서, 일부 중복되는 링크가 형성되면 서비스 수요가 많은 서비스 유형에 따라 고대역폭 통신 서비스와 저지연 통신 서비스 중 자원 할당의 우선순위를 결정할 수 있다.
- [100] 강화 학습 단계(S130)에서, 복수의 UAV들의 위치 및 서로 다른 가중치로 설정된 슬라이싱 변수들을 상태(state)로 설정하고, 복수의 UAV들의 배치 형태를 액션(action)으로 설정할 수 있다. 강화 학습 단계(S130)에서, 고대역폭 통신 서비스에 따른 제1 유형의 통신 서비스에 대해 링크의 SNR 값을 리워드로 설정하여 강화 학습을 수행하여 복수의 UAV들의 배치 형태를 제어할 수 있다. 강화 학습 단계(S130)에서, 저지연 통신 서비스에 따른 제2 유형의 통신 서비스에 대해 전송 지연의 역수 값을 리워드로 설정하여 강화 학습을 수행하여 복수의 UAV들의 배치 형태를 제어할 수 있다.
- [101] UAV 재배치 단계(S140)에서, 강화 학습 결과에 기반하여, 특정 지역, 예컨대 재난 지역과 연관된 클러스터 내의 복수의 UAV들의 UAV 클러스터링 및 재배치를 수행할 수 있다. UAV 재배치 단계(S140)에서, 마스터 UAV가 클러스터 내에서 통신 서비스 요구 영역에 가장 인접한 UAV를 제1 UAV로 설정할 수 있다. UAV 재배치 단계(S140)에서, 제1 UAV로부터 복수의 UAV들을 릴레이 통신 형태로 구성하고, 제N UAV과 지상 기지국과 통신 가능하게 결합되도록 UAV 클러스터링을 수행할 수 있다.
- [102] 일 예시로, UAV 재배치 단계(S140)에서, 저지연 통신 서비스에 따른 제2 유형의 통신 서비스에 대해 전송 지연의 역수 값을 리워드로 설정하여 수행된 강화 학습 결과에 따라 복수의 UAV들의 배치 형태가 변경되도록 제어한 이후, 고대역폭 통신 서비스에 따른 제1 유형의 통신 서비스에 대한 제어를 수행할 수도 있다. 이와 관련하여, 저지연 통신 서비스에 대한 우선 순위를 더 고려하여 통신 지연에 따른 반응속도 저하를 방지할 수 있다. 이를 위해, UAV 재배치 단계(S140)에서, 고대역폭 통신 서비스에 따른 제1 유형의 통신 서비스에 대해 링크의 SNR 값을 리워드로 설정하여 수행된 강화 학습 결과를 반영하여 일부 UAV들의 배치 형태가 일정 범위 이내에서 변경되도록 제어할 수 있다. 하지만, 이러한 예시에 한정되는 것은 아니고 UAV 재배치 단계(S140)에서, 다양한 형태의 설정, 예컨대 통신 우선 순위, 혼잡도 등을 고려하여 특정 유형의 통신 서비스에 대한 리워드 설정 및 강화 학습 결과를 먼저 수행한 이후, 해당 강화

학습 결과를 반영하여 제한된 범위 내에서 다른 유형의 통신 서비스에 대한 리워드 설정 및 강화 학습을 수행할 수 있다.

- [103] 한편, 전술한 네트워크 모니터링 단계(S110) 내지 UAV 재배치 단계(S140)는 반복적으로 수행되어, UAV 재배치가 주기적 또는 이벤트 기반으로 반복적으로 수행될 수도 있다. 이와 관련하여, UAV 재배치 단계(S140)가 수행된 이후 네트워크 모니터링 단계(S110)부터 반복되는 것에 한정되는 것은 아니고 응용에 따라 다양하게 변형 가능하다. 한편, UAV 재배치 단계(S140)를 완료하기 이전에, 예컨대 강화 학습 단계(S130)가 수행 중 또는 완료된 후에 네트워크 모니터링 단계(S110)부터 반복적인 동작이 수행될 수도 있다.
- [104] 이상에서는 본 발명에 따른 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱 방법 및 이를 수행하는 UAV 및 UAV 네트워크 시스템에 대해 설명하였다. 본 발명의 적용응용분야와 관련하여, 재난으로 인하여 통신서비스가 마비된 곳이나 통신 수요가 일시적으로 폭증하는 지역에 제안하는 군집 UAV를 배치하고 단순한 배치를 통한 서비스가 아닌 슬라이스 형성을 통해 재난지역에서는 원격 구조 활동의 유형(단순 통신 혹은 비디오 데이터 전송을 통한 구조 지원)에 따라 신속한 구조활동을 지원할 수 있다. 또한, 경기장이나 콘서트장과 같은 곳에서 배치되어 단순한 메신저나 SNS를 서비스를 제공받기를 원하는 사용자와 경기 혹은 콘서트 관련 비디오 데이터를 이용을 원하는 사용자를 통한 슬라이스 형성을 통해 좀 더 원활한 서비스 제공이 가능할 것으로 기대된다. 이외에도, 사막이나 해상과 같이 지상 인프라가 없는 곳에도 배치되어 요구사항 별 맞춤형 서비스를 제공할 수 있다.
- [105] 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱 방법 및 이를 수행하는 UAV 및 UAV 네트워크 시스템의 기술적 효과는 다음과 같다.
- [106] 본 발명의 적어도 일 실시 예에 따르면, 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱 방법 및 이를 수행하는 UAV 및 UAV 네트워크 시스템을 제공할 수 있다.
- [107] 또한, 본 발명의 적어도 일 실시 예에 따르면, UAV가 통신 자원으로서 배치되었을 때 단순 배치하여 서비스를 제공하는 것 보다 각 서비스의 요구사항 별로 양질의 서비스를 제공할 수 있다.
- [108] 또한, 본 발명의 적어도 일 실시 예에 따르면, UAV의 배치뿐 만 아니라 이후의 서비스 제공 방안에 대한 발명으로서 UAV를 통신자원으로서 활용하려는 통신사업자가 본 기술을 도입하게 되는 경우 본 기술을 도입하지 않은 통신사업자 대비 사용자들의 서비스 만족도를 높일 수 있으며 이에 따라 서비스 만족도에 따라 통신 가입자수가 증가할 것으로 예상된다.
- [109] 상술한 본 발명의 특징 및 효과는 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을

것이다.

- [110] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는바, 특정 실시 예를 도면에 예시하고 상세한 설명에 구체적으로 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.

- [111] 소프트웨어적인 구현에 의하면, 본 명세서에서 설명되는 절차 및 기능뿐만 아니라 각각의 구성 요소들에 대한 설계 및 파라미터 최적화는 별도의 소프트웨어 모듈로도 구현될 수 있다. 적절한 프로그램 언어로 쓰여진 소프트웨어 어플리케이션으로 소프트웨어 코드가 구현될 수 있다. 상기 소프트웨어 코드는 메모리에 저장되고, 제어부(controller) 또는 프로세서(processor)에 의해 실행될 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱 방법에 있어서, 상기 방법은 UAV 네트워크 내의 특정 UAV에 의해 수행되고, 상기 방법은, SDN (Software Defined Network) UAV (Unmanned Aerial Vehicle)를 통해 슬라이싱 경로로의 UAV 스위치를 제어하기 위한 모니터링 정보를 수집하는 네트워크 모니터링 단계; 수집된 모니터링 정보에 따라 UAV 네트워크를 슬라이싱하는 네트워크 슬라이싱 단계; 및 슬라이스된 UAV 네트워크 내에서 UAV 재배치를 위한 강화 학습을 수행하는 강화 학습 단계를 포함하는, SDN 기반 슬라이싱 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 네트워크 슬라이싱 단계에서, SNR (Signal-Noise Ratio) 값이 상대적으로 높게 측정되는 제1 링크의 집합을 생성하고, 전송 지연이 상대적으로 낮게 측정되는 제2 링크의 집합을 생성하고, 전달하고자 하는 데이터의 유형에 따라 제1 링크의 집합 및 제2 링크의 집합에 슬라이싱 변수들을 서로 다른 가중치로 설정하는, SDN 기반 슬라이싱 방법.
- [청구항 3] 제2항에 있어서, 상기 네트워크 슬라이싱 단계에서, 데이터의 유형에 따라 서로 다른 가중치로 설정된 슬라이싱 변수들에 기반하여, 소스 UAV로부터 지상 기지국과 연결된 목적지 UAV 간 그래프 형성을 통해 슬라이스를 형성하는, SDN 기반 슬라이싱 방법.
- [청구항 4] 제3항에 있어서, 상기 네트워크 슬라이싱 단계에서, 소스 UAV로부터 지상 기지국과 연결된 목적지 UAV 간 그래프 형성을 통해 제1 링크의 집합과 제2 링크의 집합이 일부 중복되는 링크가 형성되는지를 판단하고, 일부 중복되는 링크가 형성되면 서비스 수요가 많은 서비스 유형에 따라 고대역폭 통신 서비스와 저지연 통신 서비스 중 자원 할당의 우선순위를 결정하는, SDN 기반 슬라이싱 방법.
- [청구항 5] 제2항에 있어서, 상기 강화 학습 단계에서, 복수의 UAV들의 위치 및 서로 다른 가중치로 설정된 슬라이싱 변수들을 상태(state)로 설정하고, 복수의 UAV들의 배치 형태를 액션(action)으로 설정하는, SDN 기반 슬라이싱 방법.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,

상기 강화 학습 단계에서,
고대역폭 통신 서비스에 따른 제1 유형의 통신 서비스에 대해 링크의 SNR 값을 리워드로 설정하여 강화 학습을 수행하여 복수의 UAV들의 배치 형태를 제어하고,
저지연 통신 서비스에 따른 제2 유형의 통신 서비스에 대해 전송 지연의 역수 값을 리워드로 설정하여 강화 학습을 수행하여 복수의 UAV들의 배치 형태를 제어하는, SDN 기반 슬라이싱 방법.

[청구항 7] 제1항에 있어서,
강화 학습 결과에 기반하여, 재난 지역과 연관된 클러스터 내의 복수의 UAV들의 UAV 클러스터링 및 재배치를 수행하는 UAV 재배치 단계를 더 포함하고,
상기 UAV 재배치 단계에서,
마스터 UAV가 클러스터 내에서 통신 서비스 요구 영역에 가장 인접한 UAV를 제1 UAV로 설정하고,
제1 UAV로부터 복수의 UAV들을 릴레이 통신 형태로 구성하고, 제N UAV와 지상 기지국과 통신 가능하게 결합되도록 UAV 클러스터링을 수행하는, SDN 기반 슬라이싱 방법.

[청구항 8] 제7항에 있어서,
상기 UAV 재배치 단계에서,
저지연 통신 서비스에 따른 제2 유형의 통신 서비스에 대해 전송 지연의 역수 값을 리워드로 설정하여 수행된 강화 학습 결과에 따라 복수의 UAV들의 배치 형태가 변경되도록 제어한 이후에,
고대역폭 통신 서비스에 따른 제1 유형의 통신 서비스에 대해 링크의 SNR 값을 리워드로 설정하여 수행된 강화 학습 결과를 반영하여 일부 UAV들의 배치 형태가 일정 범위 이내에서 변경되도록 제어하는, SDN 기반 슬라이싱 방법.

[청구항 9] 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱을 수행하는 UAV 네트워크 시스템에 있어서,
슬라이싱 경로로의 UAV 스위치를 제어하기 위한 모니터링 정보를 수집하도록 구성된 마스터 UAV; 및
특정 지역과 연관된 클러스터 내에 배치되고, 마스터 UAV와 통신 가능하게 구성되는 복수의 UAV들을 포함하고,
상기 마스터 UAV는,
수집된 모니터링 정보에 따라 UAV 네트워크를 슬라이싱하고,
슬라이스된 UAV 네트워크 내에서 UAV 재배치를 위한 강화 학습을 수행하도록 구성되는, UAV 네트워크 시스템.

[청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 마스터 UAV는,

SNR (Signal-Noise Ratio) 값이 상대적으로 높게 측정되는 제1 링크의 집합을 생성하고, 전송 지연이 상대적으로 낮게 측정되는 제2 링크의 집합을 생성하고,
전달하고자 하는 데이터의 유형에 따라 제1 링크의 집합 및 제2 링크의 집합에 슬라이싱 변수들을 서로 다른 가중치로 설정하고,
데이터의 유형에 따라 서로 다른 가중치로 설정된 슬라이싱 변수들에 기반하여, 소스 UAV로부터 지상 기지국과 연결된 목적지 UAV 간 그래프 형성을 통해 슬라이스를 형성하는, UAV 네트워크 시스템.

[청구항 11] 제10항에 있어서,
상기 마스터 UAV는,
소스 UAV로부터 지상 기지국과 연결된 목적지 UAV 간 그래프 형성을 통해 제1 링크의 집합과 제2 링크의 집합이 일부 중복되는 링크가 형성되는지를 판단하고,
일부 중복되는 링크가 형성되면 서비스 수요가 많은 서비스 유형에 따라 고대역폭 통신 서비스와 저지연 통신 서비스 중 자원 할당의 우선순위를 결정하는, UAV 네트워크 시스템.

[청구항 12] 제10항에 있어서,
상기 마스터 UAV는,
복수의 UAV들의 위치 및 서로 다른 가중치로 설정된 슬라이싱 변수들을 상태(state)로 설정하고, 복수의 UAV들의 배치 형태를 액션(action)으로 설정하는, UAV 네트워크 시스템.

[청구항 13] 제12항에 있어서,
상기 마스터 UAV는,
고대역폭 통신 서비스에 따른 제1 유형의 통신 서비스에 대해 링크의 SNR 값을 리워드로 설정하여 강화 학습을 수행하여 복수의 UAV들의 배치 형태를 제어하고,
저지연 통신 서비스에 따른 제2 유형의 통신 서비스에 대해 전송 지연의 역수 값을 리워드로 설정하여 강화 학습을 수행하여 복수의 UAV들의 배치 형태를 제어하는, UAV 네트워크 시스템.

[청구항 14] 제9항에 있어서,
상기 마스터 UAV는,
강화 학습 결과에 기반하여, 재난 지역과 연관된 클러스터 내의 복수의 UAV들의 UAV 클러스터링 및 재배치를 수행하도록 구성되고,
마스터 UAV가 클러스터 내에서 통신 서비스 요구 영역에 가장 인접한 UAV를 제1 UAV로 설정하고,
제1 UAV로부터 복수의 UAV들을 릴레이 통신 형태로 구성하고, 제N UAV와 지상 기지국과 통신 가능하게 결합되도록 UAV 클러스터링을 수행하는, UAV 네트워크 시스템.

- [청구항 15] 계층 군집 UAV 네트워크에서 SDN 기반 슬라이싱을 수행하는 무인 비행체(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)에 있어서,
슬라이싱 경로로의 UAV 스위치를 제어하기 위한 모니터링 정보를 수집하도록 구성된 네트워크 모니터링 모듈;
수집된 모니터링 정보에 따라 UAV 네트워크를 슬라이싱하도록 구성된 네트워크 슬라이싱 모듈; 및
슬라이스된 UAV 네트워크 내에서 통신 서비스 유형에 따라 UAV 재배치를 위한 강화 학습을 수행하여, 통신 서비스 유형에 따라 UAV 스위치를 제어하도록 구성된 서비스 분류 모듈을 포함하는, 무인 비행체.
- [청구항 16] 제15항에 있어서,
상기 네트워크 슬라이싱 모듈은,
SNR (Signal-Noise Ratio) 값이 상대적으로 높게 측정되는 제1 링크의 집합을 생성하고, 전송 지연이 상대적으로 낮게 측정되는 제2 링크의 집합을 생성하고,
전달하고자 하는 데이터의 유형에 따라 제1 링크의 집합 및 제2 링크의 집합에 슬라이싱 변수들을 서로 다른 가중치로 설정하고,
데이터의 유형에 따라 서로 다른 가중치로 설정된 슬라이싱 변수들에 기반하여, 소스 UAV로부터 지상 기지국과 연결된 목적지 UAV 간 그래프 형성을 통해 슬라이스를 형성하는, 무인 비행체.
- [청구항 17] 제16항에 있어서,
상기 서비스 분류 모듈은,
소스 UAV로부터 지상 기지국과 연결된 목적지 UAV 간 그래프 형성을 통해 제1 링크의 집합과 제2 링크의 집합이 일부 중복되는 링크가 형성되는지를 판단하고,
일부 중복되는 링크가 형성되면 서비스 수요가 많은 서비스 유형에 따라 고대역폭 통신 서비스와 저지연 통신 서비스 중 자원 할당의 우선순위를 결정하는, 무인 비행체.
- [청구항 18] 제16항에 있어서,
상기 서비스 분류 모듈은,
복수의 UAV들의 위치 및 서로 다른 가중치로 설정된 슬라이싱 변수들을 상태(state)로 설정하고, 복수의 UAV들의 배치 형태를 액션(action)으로 설정하는, UAV 무인 비행체.
- [청구항 19] 제18항에 있어서,
상기 서비스 분류 모듈은,
고대역폭 통신 서비스에 따른 제1 유형의 통신 서비스에 대해 링크의 SNR 값을 리워드로 설정하여 강화 학습을 수행하여 복수의 UAV들의 배치 형태를 제어하고,
저지연 통신 서비스에 따른 제2 유형의 통신 서비스에 대해 전송 지연의

역수 값을 리워드로 설정하여 강화 학습을 수행하여 복수의 UAV들의 배치 형태를 제어하는, 무인 비행체.

[청구항 20]

제15항에 있어서,

상기 서비스 분류 모듈은,

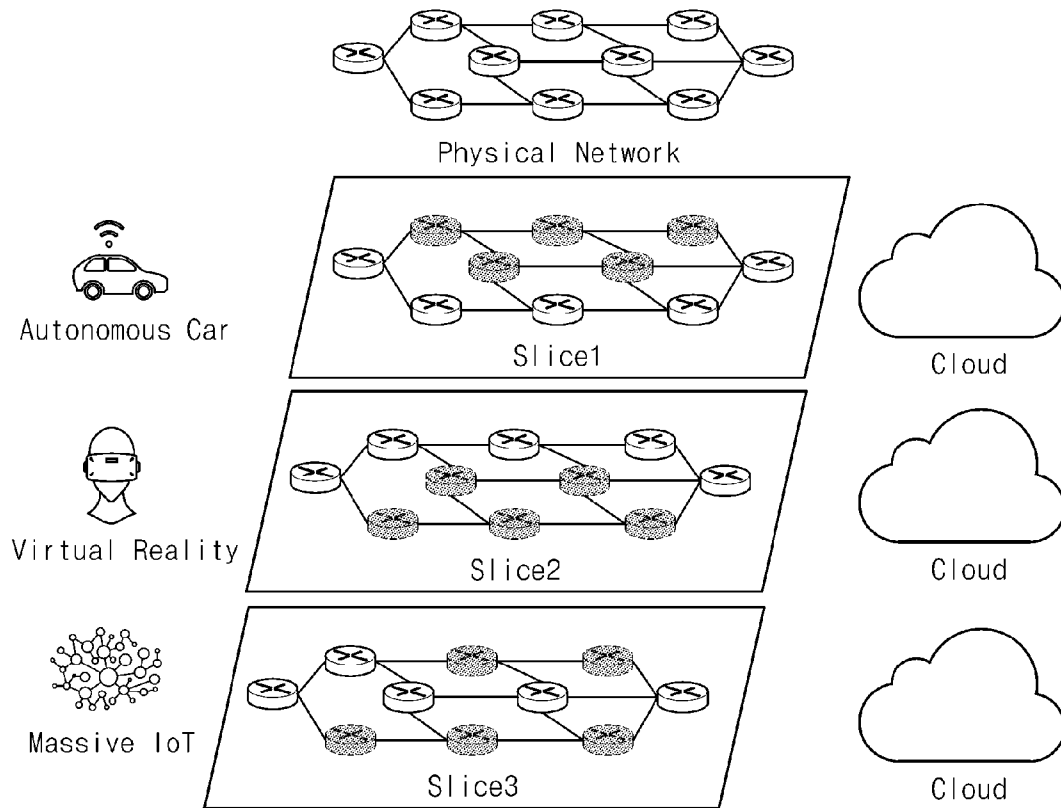
강화 학습 결과에 기반하여, 재난 지역과 연관된 클러스터 내의 복수의 UAV들의 UAV 클러스터링 및 재배치를 수행하도록 구성되고,

클러스터 내에서 통신 서비스 요구 영역에 가장 인접한 UAV를 제1

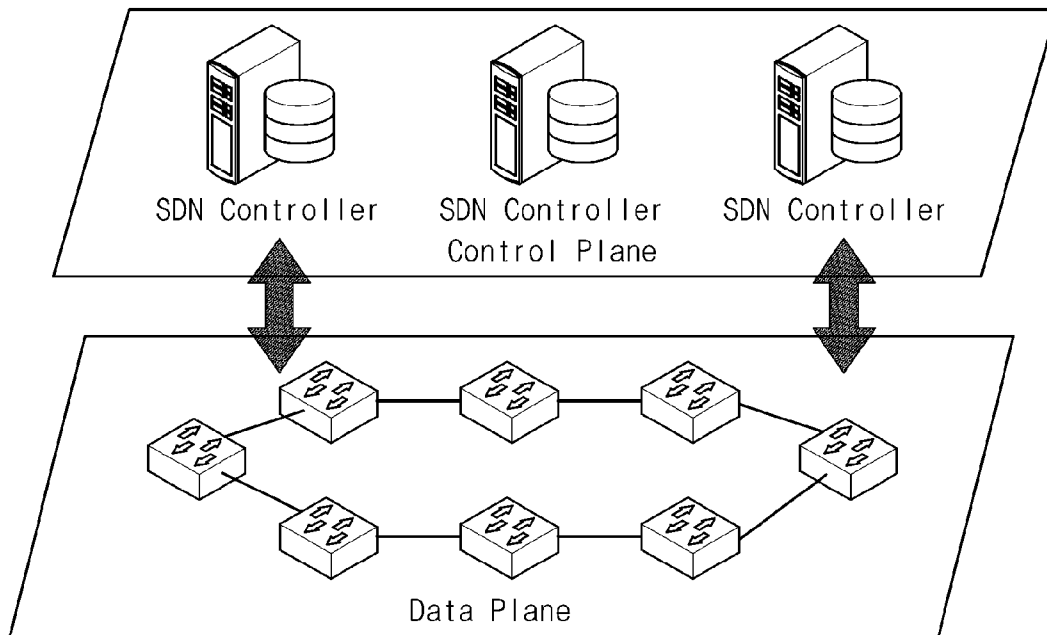
UAV로 설정하고,

제1 UAV로부터 복수의 UAV들을 릴레이 통신 형태로 구성하고, 제N UAV과 지상 기지국과 통신 가능하게 결합되도록 UAV 클러스터링을 수행하는, 무인 비행체.

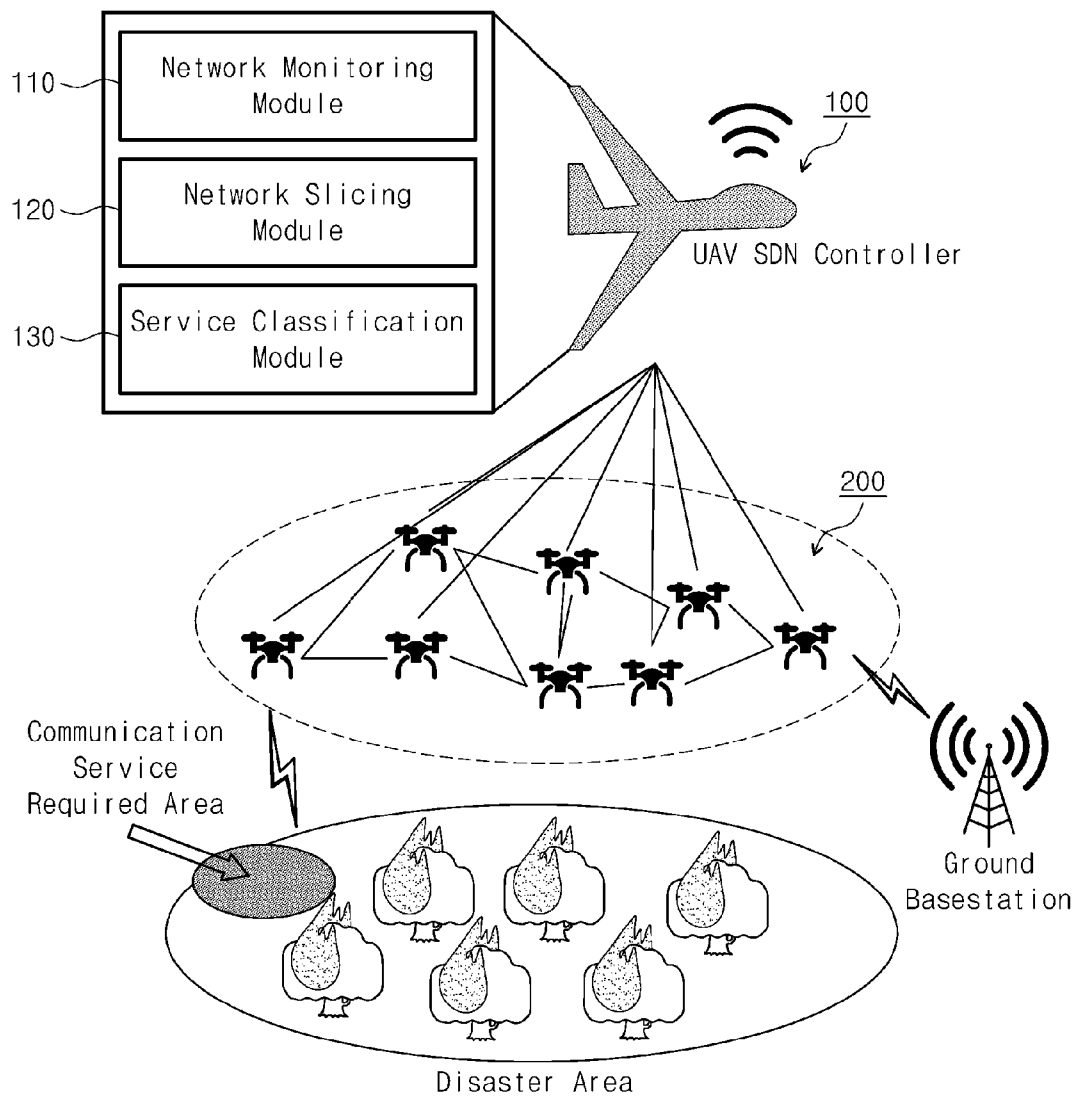
[도1]



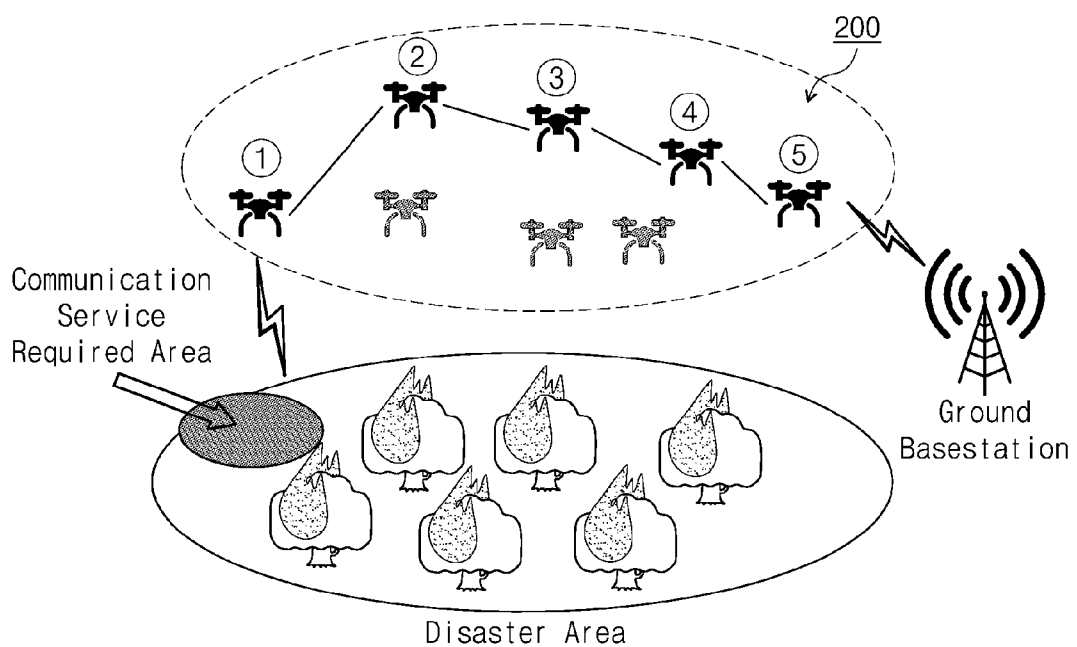
[도2]



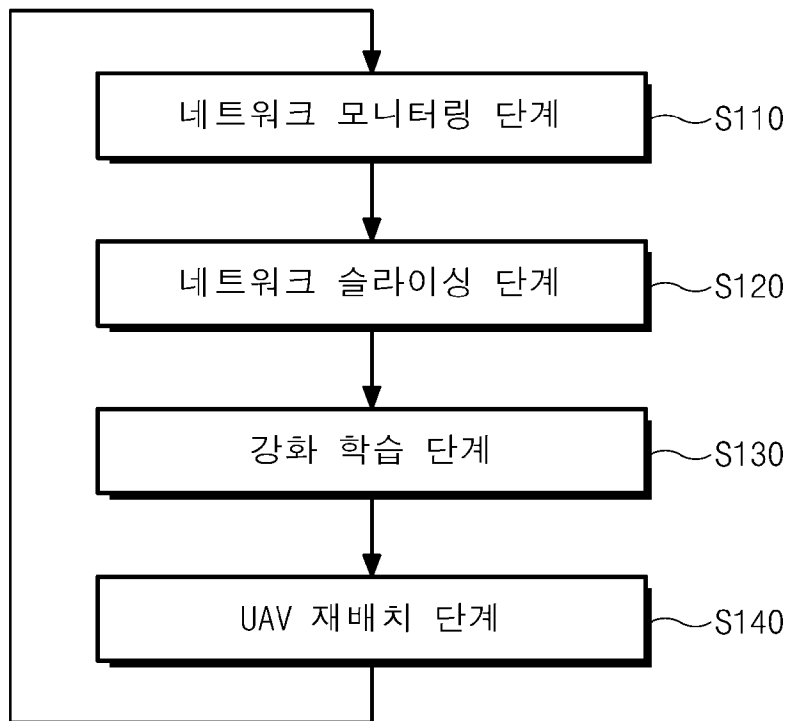
[도3]



[도4]



[도5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2020/016967

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H04W 24/02(2009.01)i; H04W 40/12(2009.01)i; H04W 40/24(2009.01)i; H04W 72/10(2009.01)i; H04W 84/20(2009.01)i; H04W 84/06(2009.01)i; H04W 4/40(2018.01)i; G06N 20/00(2019.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																	
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04W 24/02(2009.01); G06F 8/61(2018.01); H04W 16/02(2009.01); H04W 28/06(2009.01); H04W 84/06(2009.01); H04W 84/18(2009.01) Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models: IPC as above Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: UAV, SDN, 슬라이싱(slicing), 모니터링(monitring), 재배치(rearrangement), 학습(learning), SNR, 유형(type), 위치(position), service, relay, 클러스터(cluster), 리워드(reward)																	
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y A</td> <td>OUBBATI, Omar Sami et al. Softwarization of UAV Networks: A Survey of Applications and Future Trends. IEEE Access. Volume: 8, Pages: 98073-98125, 14 May 2020. See pages 98091-98109.</td> <td>1,7,9,14-15,20 2-6,8,10-13,16-19</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>XIE, Junfeng et al. A Survey of Machine Learning Techniques Applied to Software Defined Networking (SDN): Research Issues and Challenges. IEEE Communications Surveys & Tutorials. Volume: 21, Issue: 1, Pages: 393-430, 23 August 2018. See pages 405-406.</td> <td>1,7,9,14-15,20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111142883 A (SHENYANG AEROSPACE UNIVERSITY) 12 May 2020 (2020-05-12) See paragraphs [0061]-[0119]; and claim 1.</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110691380 A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 14 January 2020 (2020-01-14) See paragraphs [0025]-[0034]; and claim 1.</td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y A	OUBBATI, Omar Sami et al. Softwarization of UAV Networks: A Survey of Applications and Future Trends. IEEE Access. Volume: 8, Pages: 98073-98125, 14 May 2020. See pages 98091-98109.	1,7,9,14-15,20 2-6,8,10-13,16-19	Y	XIE, Junfeng et al. A Survey of Machine Learning Techniques Applied to Software Defined Networking (SDN): Research Issues and Challenges. IEEE Communications Surveys & Tutorials. Volume: 21, Issue: 1, Pages: 393-430, 23 August 2018. See pages 405-406.	1,7,9,14-15,20	A	CN 111142883 A (SHENYANG AEROSPACE UNIVERSITY) 12 May 2020 (2020-05-12) See paragraphs [0061]-[0119]; and claim 1.	1-20	A	CN 110691380 A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 14 January 2020 (2020-01-14) See paragraphs [0025]-[0034]; and claim 1.	1-20
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.															
Y A	OUBBATI, Omar Sami et al. Softwarization of UAV Networks: A Survey of Applications and Future Trends. IEEE Access. Volume: 8, Pages: 98073-98125, 14 May 2020. See pages 98091-98109.	1,7,9,14-15,20 2-6,8,10-13,16-19															
Y	XIE, Junfeng et al. A Survey of Machine Learning Techniques Applied to Software Defined Networking (SDN): Research Issues and Challenges. IEEE Communications Surveys & Tutorials. Volume: 21, Issue: 1, Pages: 393-430, 23 August 2018. See pages 405-406.	1,7,9,14-15,20															
A	CN 111142883 A (SHENYANG AEROSPACE UNIVERSITY) 12 May 2020 (2020-05-12) See paragraphs [0061]-[0119]; and claim 1.	1-20															
A	CN 110691380 A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 14 January 2020 (2020-01-14) See paragraphs [0025]-[0034]; and claim 1.	1-20															
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.																	
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family																	
Date of the actual completion of the international search 07 February 2022		Date of mailing of the international search report 07 February 2022															
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208 Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer Telephone No.															

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2020/016967**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-1661861 B1 (INHA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 30 September 2016 (2016-09-30) See paragraphs [0022]-[0140].	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2020/016967

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	111142883	A	12 May 2020	None	
CN	110691380	A	14 January 2020	None	
KR	10-1661861	B1	30 September 2016	None	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H04W 24/02(2009.01)i; H04W 40/12(2009.01)i; H04W 40/24(2009.01)i; H04W 72/10(2009.01)i; H04W 84/20(2009.01)i; H04W 84/06(2009.01)i; H04W 4/40(2018.01)i; G06N 20/00(2019.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H04W 24/02(2009.01); G06F 8/61(2018.01); H04W 16/02(2009.01); H04W 28/06(2009.01); H04W 84/06(2009.01); H04W 84/18(2009.01) 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: UAV, SDN, 슬라이싱(slicing), 모니터링(monitoring), 재배치(rearrangement), 학습(learning), SNR, 유형(type), 위치(position), service, relay, 클러스터(cluster), 리워드(reward)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y A	OMAR SAMI OUBBATTI 등, 'Softwarization of UAV Networks: A Survey of Applications and Future Trends', IEEE Access, Volume: 8, Pages: 98073-98125, 2020.05.14 페이지 98091-98109	1,7,9,14-15,20 2-6,8,10-13,16-19
Y	JUNFENG XIE 등, 'A Survey of Machine Learning Techniques Applied to Software Defined Networking (SDN): Research Issues and Challenges', IEEE Communications Surveys & Tutorials, Volume: 21, Issue: 1, Pages: 393-430, 2018.08.23 페이지 405-406	1,7,9,14-15,20
A	CN 111142883 A (SHENYANG AEROSPACE UNIVERSITY) 2020.05.12 단락 [0061]-[0119]; 및 청구항 1	1-20
A	CN 110691380 A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 2020.01.14 단락 [0025]-[0034]; 및 청구항 1	1-20
A	KR 10-1661861 B1 (인하대학교 산학협력단) 2016.09.30 단락 [0022]-[0140]	1-20
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: "A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 "D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 "E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 "L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 "O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 "P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 "T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 "X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. "Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. "&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2022년02월07일(07.02.2022)		국제조사보고서 발송일 2022년02월07일(07.02.2022)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 양정록 전화번호 +82-42-481-5709

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호

PCT/KR2020/016967

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
CN 111142883 A	2020/05/12	없음	
CN 110691380 A	2020/01/14	없음	
KR 10-1661861 B1	2016/09/30	없음	