(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0080779
(43) 공개일자 2021년07월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G09B 9/08 (2006.01) *G06T 19/00* (2011.01)
(52) CPC특허분류
G09B 9/08 (2013.01)
G06T 19/006 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0172695
(22) 출원일자 2019년12월23일
심사청구일자 2019년12월23일

(71) 출원인
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
안존
서울특별시 성동구 광나루로 190, 비동 507호(성수동1가)
윤석준
서울특별시 서초구 신반포로 270, 121동 2902호(반포동, 반포자이아파트)
아쉬시 쿠마르
서울특별시 광진구 동일로46길 21(군자동)
(74) 대리인
양성보

전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **무인항공기 및 X-Plane 기반 혼합현실 시뮬레이션**

(57) 요 약

무인항공기 및 X-Plane 기반 혼합현실 시뮬레이션 기술이 개시된다. 일 실시예에 따른 시뮬레이션 시스템에 의해 수행되는 혼합 현실 시뮬레이션 방법은, 데이터 송수신 프로토콜에 기반하여 가상의 무인항공기와 지상 통제소(GCS; Ground Control Station)를 연결하는 인터페이스를 구현하는 단계; 및 상기 구현된 인터페이스를 통하여 상기 지상 통제소의 제어에 따라 실제의 무인항공기와 가상의 무인항공기 사이에 상호작용을 수행하는 시뮬레이션을 제공하는 단계를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1615010612
부처명	국토교통부
과제관리(전문)기관명	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	국토교통기술촉진연구(R&D)
연구과제명	복합현실(Mixed Reality)기술을 활용한 4D 항공교통 관제/관리 체계 선행연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	세종대학교산학협력단
연구기간	2019.01.01 ~ 2019.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

시뮬레이션 시스템에 의해 수행되는 혼합 현실 시뮬레이션 방법에 있어서,

데이터 송수신 프로토콜에 기반하여 가상의 무인항공기와 지상 통제소(GCS; Ground Control Station)를 연결하는 인터페이스를 구현하는 단계; 및

상기 구현된 인터페이스를 통하여 상기 지상 통제소의 제어에 따라 실제의 무인항공기와 가상의 무인항공기 사이에 상호작용을 수행하는 시뮬레이션을 제공하는 단계

를 포함하는 혼합 현실 시뮬레이션 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제공하는 단계는,

상기 가상의 무인항공기를 구현하는 비행 시뮬레이터에 기초하여 실제의 무인항공기와 가상의 무인항공기 사이에 상호작용을 수행하는 혼합 현실 시뮬레이션을 제공하고, 상기 제공된 혼합 현실 시뮬레이션에서 상기 비행 시뮬레이터를 통해 표현된 가상의 무인항공기와 비행장 내에서 작동하는 실제의 무인항공기를 표시하는 단계

를 포함하는 혼합 현실 시뮬레이션 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제공하는 단계는,

상기 지상 통제소에서 비행 시뮬레이터에게 실제의 무인항공기의 실시간 비행 데이터를 전송하고, 상기 비행 시뮬레이터에 구현되는 가상의 무인항공기가 상기 전송받은 실시간 비행 데이터에 기초하여 상기 실제의 무인항공기를 따라 비행하는 단계

를 포함하는 혼합 현실 시뮬레이션 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제공하는 단계는,

상기 가상의 무인항공기와 상기 실제의 무인항공기가 모두 비행할 수 있는 공통의 위치를 설정하는 단계

를 포함하는 혼합 현실 시뮬레이션 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 인터페이스를 구현하는 단계는,

송신 제어 프로토콜(TCP), 인터넷 프로토콜(IP) 또는 사용자 데이터그램 프로토콜(UDP)을 포함하는 데이터 송수신 프로토콜에 기반하여 가상의 무인항공기를 구현하는 비행 시뮬레이터를 제공하는 인터페이스를 구현하는 단계

를 포함하는 혼합 현실 시뮬레이션 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 인터페이스를 구현하는 단계는,

무선 원격 측정 장치를 통하여 상기 실제의 무인항공기를 지상 통제소에 연결하는 단계

를 포함하고,

상기 무선 원격 측정 장치는 지상 통제소로 컴퓨터에 연결된 그라운드 모듈이고, 실제 무인항공기에 연결된 에어 모듈로 구성되는

혼합 현실 시뮬레이션 방법.

청구항 7

컴퓨터로 구현되는 시뮬레이션 시스템에 있어서,

컴퓨터에서 판독 가능한 명령을 실행하도록 구현되는 적어도 하나의 프로세서를 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

데이터 송수신 프로토콜에 기반하여 가상의 무인항공기와 지상 통제소(GCS; Ground Control Station)를 연결하는 인터페이스를 구현하고,

상기 구현된 인터페이스를 통하여 상기 지상 통제소의 제어에 따라 실제의 무인항공기와 가상의 무인항공기 사이에 상호작용을 수행하는 시뮬레이션을 제공하는

것을 특징으로 하는 시뮬레이션 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 시뮬레이션 시스템은,

상기 가상의 무인항공기를 구현하는 비행 시뮬레이터에 기초하여 실제의 무인항공기와 가상의 무인항공기 사이에 상호작용을 수행하는 혼합 현실 시뮬레이션을 제공하고, 상기 제공된 혼합 현실 시뮬레이션에서 상기 비행 시뮬레이터를 통해 표현된 가상의 무인항공기와 비행장 내에서 작동하는 실제의 무인항공기를 표시하는

것을 특징으로 하는 시뮬레이션 시스템.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 시뮬레이션 시스템은,

상기 지상 통제소에서 비행 시뮬레이터에게 실제의 무인항공기의 실시간 비행 데이터를 전송하고, 상기 비행 시뮬레이터에 구현되는 가상의 무인항공기가 상기 전송받은 실시간 비행 데이터에 기초하여 상기 실제의 무인항공기를 따라 비행하는

것을 특징으로 하는 시뮬레이션 시스템.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 시뮬레이션 시스템은,

상기 가상의 무인항공기와 상기 실제의 무인항공기가 모두 비행할 수 있는 공통의 위치를 설정하는

것을 특징으로 하는 시뮬레이션 시스템.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 시뮬레이션 시스템은,

송신 제어 프로토콜(TCP), 인터넷 프로토콜(IP) 또는 사용자 데이터그램 프로토콜(UDP)을 포함하는 데이터 송수신 프로토콜에 기반하여 가상의 무인항공기를 구현하는 비행 시뮬레이터를 제공하는 인터페이스를 구현하는

것을 특징으로 하는 시뮬레이션 시스템.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 시뮬레이션 시스템은,

무선 원격 측정 장치를 통하여 상기 실제의 무인항공기를 지상 통제소에 연결하는 것을 포함하고,

상기 무선 원격 측정 장치는 지상 통제소로 컴퓨터에 연결된 그라운드 모듈이고, 실제 무인항공기에 연결된 에어 모듈로 구성되는

것을 특징으로 하는 시뮬레이션 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 아래의 설명은 항공 우주 및 시뮬레이션 기술에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 최근 드론으로 부르는 무인항공기(UAVs; Unmanned Aerial Vehicles) 적용 가능성이 무궁무진하기 때문에 널리 사용하고 있다. 무인항공기는 원격으로 조종하여 비행할 수 있고, 비행계획을 미리 프로그래밍 하여 스스로 비행할 수도 있다. 무인항공기 탐구를 위한 다양한 연구가 수행 중이기 때문에 무인항공기 시뮬레이션의 필요성이 크게 증가하고 있다.

[0004] 무인항공기 시뮬레이션은 실제 무인항공기 전투 전에 시스템 이해 및 실험 비행 테스트를 포함한 많은 이점을 보여주고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 실제의 무인항공기와 가상의 무인항공기의 비행 시뮬레이터를 기반으로 한 혼합현실 시뮬레이션을 제공할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 시뮬레이션 시스템에 의해 수행되는 혼합 현실 시뮬레이션 방법은, 데이터 송수신 프로토콜에 기반하여 가상의 무인항공기와 지상 통제소(GCS; Ground Control Station)를 연결하는 인터페이스를 구현하는 단계; 및 상기 구현된 인터페이스를 통하여 상기 지상 통제소의 제어에 따라 실제의 무인항공기와 가상의 무인항공기 사이에 상호작용을 수행하는 시뮬레이션을 제공하는 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 제공하는 단계는, 상기 가상의 무인항공기를 구현하는 비행 시뮬레이터에 기초하여 실제의 무인항공기와

가상의 무인항공기 사이에 상호작용을 수행하는 혼합 현실 시뮬레이션을 제공하고, 상기 제공된 혼합 현실 시뮬레이션에서 상기 비행 시뮬레이터를 통해 표현된 가상의 무인항공기와 비행장 내에서 작동하는 실제의 무인항공기를 표시하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 제공하는 단계는, 상기 지상 통제소에서 비행 시뮬레이터에게 실제의 무인항공기의 실시간 비행 데이터를 전송하고, 상기 비행 시뮬레이터에 구현되는 가상의 무인항공기가 상기 전송받은 실시간 비행 데이터에 기초하여 상기 실제의 무인항공기를 따라 비행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 제공하는 단계는, 상기 가상의 무인항공기와 상기 실제의 무인항공기가 모두 비행할 수 있는 공통의 위치를 설정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 인터페이스를 구현하는 단계는, 송신 제어 프로토콜(TCP), 인터넷 프로토콜(IP) 또는 사용자 데이터그램 프로토콜(UDP)을 포함하는 데이터 송수신 프로토콜에 기반하여 가상의 무인항공기를 구현하는 비행 시뮬레이터를 제공하는 인터페이스를 구현하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 인터페이스를 구현하는 단계는, 무선 원격 측정 장치를 통하여 상기 실제의 무인항공기를 지상 통제소에 연결하는 단계를 포함하고, 상기 무선 원격 측정 장치는 지상 통제소로 컴퓨터에 연결된 그라운드 모듈이고, 실제 무인항공기에 연결된 에어 모듈로 구성될 수 있다.

[0014] 컴퓨터로 구현되는 시뮬레이션 시스템은, 컴퓨터에서 판독 가능한 명령을 실행하도록 구현되는 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 적어도 하나의 프로세서는, 데이터 송수신 프로토콜에 기반하여 가상의 무인항공기와 지상 통제소(GCS; Ground Control Station)를 연결하는 인터페이스를 구현하고, 상기 구현된 인터페이스를 통하여 상기 지상 통제소의 제어에 따라 실제의 무인항공기와 가상의 무인항공기 사이에 상호작용을 수행하는 시뮬레이션을 제공할 수 있다.

[0015] 상기 시뮬레이션 시스템은, 상기 가상의 무인항공기를 구현하는 비행 시뮬레이터에 기초하여 실제의 무인항공기와 가상의 무인항공기 사이에 상호작용을 수행하는 혼합 현실 시뮬레이션을 제공하고, 상기 제공된 혼합 현실 시뮬레이션에서 상기 비행 시뮬레이터를 통해 표현된 가상의 무인항공기와 비행장 내에서 작동하는 실제의 무인항공기를 표시할 수 있다.

[0016] 상기 시뮬레이션 시스템은, 상기 지상 통제소에서 비행 시뮬레이터에게 실제의 무인항공기의 실시간 비행 데이터를 전송하고, 상기 비행 시뮬레이터에 구현되는 가상의 무인항공기가 상기 전송받은 실시간 비행 데이터에 기초하여 상기 실제의 무인항공기를 따라 비행할 수 있다.

[0017] 상기 시뮬레이션 시스템은, 상기 가상의 무인항공기와 상기 실제의 무인항공기가 모두 비행할 수 있는 공통의 위치를 설정할 수 있다.

[0018] 상기 시뮬레이션 시스템은, 송신 제어 프로토콜(TCP), 인터넷 프로토콜(IP) 또는 사용자 데이터그램 프로토콜(UDP)을 포함하는 데이터 송수신 프로토콜에 기반하여 가상의 무인항공기를 구현하는 비행 시뮬레이터를 제공하는 인터페이스를 구현할 수 있다.

[0019] 상기 시뮬레이션 시스템은, 무선 원격 측정 장치를 통하여 상기 실제의 무인항공기를 지상 통제소에 연결하는 것을 포함하고, 상기 무선 원격 측정 장치는 지상 통제소로 컴퓨터에 연결된 그라운드 모듈이고, 실제 무인항공기에 연결된 에어 모듈로 구성될 수 있다.

발명의 효과

[0021] 데이터 송수신 프로토콜에 기반하여 가상의 무인항공기와 지상 통제소를 연결하는 인터페이스를 구현함에 따라 실제의 무인항공기와 가상의 무인항공기가 상호작용하는 혼합 현실 시뮬레이션을 제공할 수 있다.

[0022] 혼합 현실 시뮬레이션을 통하여 가상의 무인항공기가 실제의 무인항공기를 실시간으로 추적하여 실제의 무인항공기와 유사한 또는 동일한 비행 궤적으로 움직일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 일 실시예에 있어서, 실제의 무인항공기를 나타낸 예이다.

도 2는 일 실시예에 있어서, 가상의 무인항공기를 나타낸 예이다.

도 3은 일 실시예에 따른 시뮬레이션 시스템에서 혼합 현실 시뮬레이션의 개괄적인 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 일 실시예에 있어서, 혼합 현실 시뮬레이션을 설정하는 것을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 일 실시예에 있어서, 시뮬레이션 시스템에서 구현된 인터페이스의 개요를 설명하기 위한 도면이다.

도 6 및 도 7은 일 실시예에 있어서, 실제의 무인항공기와 가상의 무인항공기의 궤적을 나타낸 도면이다.

도 8은 일 실시예에 있어서, 무인항공기의 혼합 현실 시뮬레이션을 수행한 것을 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 일 실시예에 따른 시뮬레이션 시스템에서 혼합 현실 시뮬레이션을 수행하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 10은 일 실시예에 있어서, 쿼트콥터의 계통도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하, 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0027] 실시예에서는 실제의 무인항공기와 가상의 무인항공기 사이에 상호작용을 수행하는 혼합 현실(MR) 시뮬레이션에 대하여 설명하기로 한다. 혼합 현실 시뮬레이션은 가상 부품과 실제 부품의 조합이며, 실시간으로 상호작용하는 것을 의미한다. 가상 부분은 X-Plane을 사용하는 컴퓨터로 표현될 수 있으며, 현실 부분은 비행장 내에서 비행하는 실제의 쿼드콥터로 나타낼 수 있다. 혼합 현실 시뮬레이션을 실행하기 위하여 복수 개(예를 들면, 2 개)의 쿼드콥터가 필요하다. 완전히 작동 가능한 실제의 쿼드콥터와 시뮬레이션에서 보여질 가상의 쿼드콥터이다.

[0028] 실시예에서는, 쿼드콥터 무인항공기 및 X-Plane 비행 시뮬레이터를 기반으로 하는 혼합 현실 시뮬레이션이 수행될 수 있다. X-plane은 미국의 Laminar Research Company 에 의해 제작된 컴퓨터 비행 시뮬레이터 소프트웨어로서, 아래에서는 X-Plane을 적용한 것을 예를 들어 설명하기로 한다. 이외에도, Flight gear, Gazebo, and MAV3DSim 등의 비행 시뮬레이션 소프트웨어가 사용될 수 있다.

[0029] 도 1은 일 실시예에 있어서, 실제의 무인항공기를 나타낸 예이다.

[0030] 무인 항공기인 멀티콥터 회전 날개 항공기는 비슷한 크기의 고정 날개 항공기에 비해 난류에 덜 취약하다. 회전 날개 항공기 중 쿼드콥터는 기계적인 단순성과 성능 때문에 가장 일반적으로 사용되는 무인 항공기이다.

[0031] 쿼드콥터의 역학은 다른 항공기의 역학과 다르다. 쿼드콥터에는 비행기와 달리 ailerons, rudder, or stabilizer과 같은 움직이는 부품이 없다. 특이한 점은 로터 속도를 이용하여 특정 방향으로 이동된다는 것이다. 쿼드콥터는 네 개의 모터에 의해 제어된다. 각 모터는 모터축 방향으로 힘(F1, F2, F3, F4)과 모멘트(M1, M2, M3, M4)를 생성할 수 있다.

[0032] 쿼트콥터의 계통도는 도 10과 같다. i번째 모터의 힘(F)과 모멘트(M)는 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$F_i = K_f \omega_i^2 \qquad (1)$$

$$M_i = K_m \omega_i^2 \qquad (2)$$

[0033]

[0034] 여기서, K_f와 K_m은 각각 로터 추진력 계수 및 로터 토크 계수의 상수값이며, ω_i는 i번째 모터의 각속도이다.

[0035] 쿼드콥터의 제어 입력(u1, u2, u3, u4)은 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_f & K_f & K_f & K_f \\ -l_1K_f & -l_1K_f & l_1K_f & l_1K_f \\ l_2K_f & -l_2K_f & -l_2K_f & l_2K_f \\ -K_m & K_m & -K_m & K_m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_1^2 \\ \omega_2^2 \\ \omega_3^2 \\ \omega_4^2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

[0036]

[0037] 여기서, l_1과 l_2는 팔 길이이다. 쿼드콥터의 운동은 회전 운동과 변환 운동의 두 가지로 분류될 수 있다. 회전 운동은 3개의 롤(roll)(ϕ), 피치(pitch)(Θ), 요우(yaw)(ψ)로 나뉠 수 있다. 변환 운동은 또한 3개의 북위(x), 동경(y), 고도(z)로 나뉠 수 있다. 쿼드콥터의 역학식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\left.\begin{aligned} \ddot{\phi} &= \left(\left(I_{yy} - I_{zz}\right)\dot{\theta}\dot{\psi} + \left(u_2 - I_r\dot{\theta}\omega_r\right)\right)\frac{1}{I_{xx}} \\ \ddot{\Theta} &= \left(\left(I_{zz} - I_{xx}\right)\dot{\phi}\dot{\psi} + \left(u_3 - I_r\dot{\phi}\omega_r\right)\right)\frac{1}{I_{yy}} \\ \ddot{\psi} &= \left(\left(I_{xx} - I_{yy}\right)\dot{\theta}\dot{\phi} + \left(u_4\right)\frac{1}{I_{zz}}\right. \\ \ddot{x} &= \left(\frac{u_1}{m}\right)\left(\cos(\phi)\sin(\theta)\cos(\psi) + \sin(\phi)\sin(\psi)\right) \\ \ddot{y} &= \left(\frac{u_1}{m}\right)\left(\cos(\phi)\sin(\theta)\sin(\psi) - \sin(\phi)\cos(\psi)\right) \\ \ddot{z} &= \left(\frac{u_1}{m}\right)\left(\cos(\phi)\cos(\theta)\right) - g \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

[0038]

[0039] 여기서, I_{xx}, I_{yy}, I_z는 바디 프레임에서 기본축에 대한 관성 모멘트이고, I_r은 모터의 관성, g는 중력 상수, m은 쿼드콥터의 총 질량이고, $\omega_r = \omega_1 - \omega_2 + \omega_3 - \omega_4$이다.

[0040] 도 1을 참고하면, Pixhawk 비행 컨트롤러가 있는 Spider FPV 450 쿼드콥터 가 실제의 무인항공기로 사용될 수 있다. Spider FPV 450 쿼드콥터의 사양은 표 1과 같이 나타낼 수 있다.

[0041] 표 1:

Quadcopter parameters	Values
Maximum altitude	1500 ft
Maximum speed	30 km/h
Rotor turn rate	4000-9000 RPM
Propellers dimension & pitch	10 × 3.8
Gross weight + battery	1.5 kg
Frame diagonal length	450 mm

[0042]

[0043] 여기서, X-Plane에 Spider FPV 450 쿼드콥터와 유사한 용량과 성능을 가진 가상 쿼드콥터가 구축될 필요가 있다. 이를 위해 Plane Maker33 소프트웨어를 실제 쿼드콥터 운항 성능 데이터와 함께 사용하여 가상 쿼드콥터를 가능한 한 실제 쿼드콥터에 가깝게 만들 수 있다.

[0044] 도 2를 참고하면, 플레인 메이커(Plane Maker)를 사용하여 가상 쿼드콥터, 즉, 가상의 무인항공기가 설계될 수 있다. 플레인 메이커는 X-Plane에서 항공기를 설계하는데 사용되는 소프트웨어로서, 비행 시뮬레이터를 의미한다. 플레인 메이커에서 가상 쿼드콥터를 만들기 위해서 주로 엔진(모터), 프로펠러, 동체, 팔, 스키드(착륙 기

어)의 다섯 가지 부분이 설계되어야 한다. 플레인 메이커는 설계 프로세스 동안 여러 작업 공간을 사용할 수 있다. 첫 번째 작업 공간은 Misc Bodies 섹션이며, 이를 통해 쿼드콥터의 두 팔을 만들 수 있다. 여기서 'X' 모양(각 팔 사이의 45도 각도)으로 설계될 수 있다. 동체 섹션에는 전면에 카메라 홀더, 가운데에 배터리, 후면에 프레임 등 세 가지의 부분이 포함될 수 있다. 엔진 특성 작업 공간은 모터 특성과 프로펠러 주요 파라미터가 입력, 즉, 프로펠러 피치 및 길이, 최대 회전 속도, 모터 유형 및 최대 출력이 설정되므로 중요하다. Spider FPV 450 쿼드콥터의 프로펠러 모양이 여기에 사용될 수 있다. 착륙 기어 작업 공간은 쿼드콥터의 착륙 기어를 제작하는 데 사용될 수 있다. 착륙 기어는 Spider FPV 450 쿼드콥터 치수에 대한 모터 아래에 위치하는 튜브로 모델링될 수 있다. 예를 들면, X-Plane에 대한 가시성을 높이기 위해 시각 텍스처 영역 작업 공간을 사용하여 검정색(실제 쿼드콥터 색상이 검정색이기 때문에)을 가상 쿼드콥터에 배치할 수 있다. 이와 같이, 플레인 메이커에서 설계된 가상 쿼드콥터는 도 2와 같이 도시될 수 있다.

[0045] 혼합 현실 시뮬레이션을 실행하기 위하여 가상 쿼드콥터 및 실제의 쿼드콥터(가상의 무인항공기 및 실제의 무인항공기)가 모두 비행할 공동 위치가 설정될 수 있다. 이를 위해, 예를 들면, 대한민국 서울의 동쪽에 허용된 한강 드론 공원이 드론 비행장으로 선택될 수 있다. 주요 공항과 달리 이 지리적 위치에는 X-plane의 드론 비행장에 대한 시각적 참조가 없다. 이러한 누락을 극복하기 위하여 소프트웨어 WorldEditor를 사용하여 공통의 초기 쿼드콥터 위치(가상의 무인항공기 및 실제의 무인항공기의 위치)를 설정하는 새로운 참조 영역이 설계될 수 있다. 다시 말해서, 공통의 초기 쿼드콥터의 위치가 설정되도록 설계될 수 있다. 이에 따라, 알려진 위도 좌표 및 경도 좌표와 WorldEditor의 활주로 표식과 같은 몇 가지 다른 기준 매게 변수를 사용하여 비행 시뮬레이터를 통해 인공 공항 또는 비행장이 생성될 수 있다. 예를 들면, 한강 드론 공원의 작은 활주로가 시뮬레이션에서 실제 쿼드콥터의 초기 기준점으로 간주될 수 있다. 이에, 혼합 현실 시뮬레이션에서 실제와 같은 가상 활주로를 생성할 수 있다. WorldEditor에서는 먼저 Create Airport 옵션이 선택될 수 있다. Create Airport 옵션을 선택한 후 WorldEditor에서 Runway, Helipad, Objects, Forest, Sealane, Facades를 포함한 여러 설계 도구를 볼 수 있으며, 여기서는 Runway 도구를 사용하여 활주로가 건설될 수 있다. 위도, 경도, 방향 및 몇 가지 알려진 파라미터에 따라 선택된 실제 비행장만큼 가까운 가상 위치가 설계될 수 있다. 이때, 가상 위치와 실제 위치의 좌표가 동일한 지 확인되어야 한다.

[0046] 새로운 비행장은 비행 시뮬레이터의 환경에 위치될 수 있으며, 이러한 위치에서 가상의 무인항공기가 비행될 수 있다.

[0047] 도 3은 일 실시예에 따른 시뮬레이션 시스템에서 혼합 현실 시뮬레이션의 개괄적인 동작을 설명하기 위한 도면이다.

[0048] 혼합 현실 시뮬레이션은 실제의 무인항공기(실제의 쿼드콥터)와 가상의 무인항공기(가상의 쿼드콥터)를 연결할 수 있다. 이를 위하여, 실제의 무인항공기를 무선 원격 측정 장치를 통해 지상 통제소(GCS; Ground Control Station)에 연결시킬 수 있다. 무인 원격 측정 장치는 지상 통제로 컴퓨터에 연결된 접지 모듈, 실제의 무인항공기에 연결된 공기 모듈을 포함할 수 있다.

[0049] 실시예에서는 미션 플래너(Mission Planner)를 지상 통제소로 사용할 수 있다. 미션 플래너는 Michael Oborne이 개발한 비행기, 헬리콥터 및 로버용 GCS 소프트웨어이다.

[0050] 무선 원격 측정 장치를 통해 실제의 무인항공기는 실시간 데이터를 지상 통제소로 전송할 수 있다. 실시예에서는 혼합 현실 시뮬레이션을 위하여 비행 시뮬레이터와 지상 통제소 간의 인터페이스를 제공할 수 있다. 도 4에 도시된 바와 같이, 혼합 현실 시뮬레이션 설정을 나타낸 것이다.

[0051] 도 5를 참고하면, 시뮬레이션 시스템에서 구현된 인터페이스의 개요를 설명하기 위한 도면이다. 인터페이스는 3개의 매트랩(MATLAB) 프로그램 세트, 다시 말해서, TCP/ IP 클라이언트 프로그램, 데이터 변환 프로그램 및 UDP 서버 프로그램의 조합으로 구성될 수 있다. 지상 통제소(실시예에서는 미션 플래너(Misson Planner))로 실제의 무인항공의 실시간 비행 데이터를 NMEA(National Marine Electronics Association) 형식으로 전송할 수 있다. NMEA는 모든 GPS 제조업체에서 지원하는 표준 데이터 형식이다. 인터페이스에 설정된 TCP/IP 프로그램은 지상 통제소에서 실시간 NMEA 형식의 데이터를 수집할 수 있다. NMEA 형식의 데이터는 실제의 무인항공기의 실시간 비행 데이터가 포함된 여러 해석 문장이 포함될 수 있다. 혼합 현실 시뮬레이션의 경우, 실제의 무인항공기의 실시간 위치 및 자세 데이터만 필요하다. 인터페이스에 설정된 데이터 변환 프로그램을 사용하여 GPGGA 문장에는 실제의 무인항공기의 실시간 위도, 경도 및 고도 데이터가 포함되고, GPRPY 문장에는 실제의 무인항공기의 실시간 피치(pitch), 롤(roll) 및 헤딩(heading) 데이터가 포함되므로 NMEA 형식 데이터에서 GPGGA 및 GPRPY 문장을 선택, 분할 및 변환할 수 있다.

[0052] 혼합 현실 시뮬레이션의 경우, 프로그램을 실행하여 비행 시뮬레이터를 UDP 클라이언트로 설정할 수 있다. 그런 다음 인터페이스에 설정된 UDP 서버 프로그램을 통해 실제 무인항공기의 실시간 위도, 경도, 고도, 피치, 롤, 헤딩 데이터가 비행 시뮬레이터로 전송될 수 있다. 모든 수신, 변환 및 전송 프로세스는 실시간 모드에서 이루어질 수 있다.

[0053] 무인항공기의 혼합 현실 시뮬레이션을 위해 두 가지의 비행 작업이 수행될 수 있다. 도 6 및 도 7은 일 실시예에 있어서, 실제의 무인항공기와 가상의 무인항공기의 궤적을 나타낸 도면이다. 도 6과 도 7은 지상 통제소에서 실제의 무인항공기의 실시간 비행 궤적(왼쪽 도면)과 가상의 무인항공기의 실시간 비행 궤적(오른쪽 도면)을 나타낸 것이다. 도 6 및 도 7을 통해 실제의 무인항공기와 가상의 무인항공기의 비행 궤적이 유사한 것을 확인할 수 있다. 다시 말해서, 가상의 무인항공기가 실제의 무인항공기의 궤적을 따라 움직인 것이다.

[0054] 도 8은 일 실시예에 있어서, 무인항공기의 혼합 현실 시뮬레이션을 수행한 것을 설명하기 위한 도면이다. 무인항공기의 혼합 현실 시뮬레이션을 실시간으로 나타낸 것이다. 도 8에 도시된 R은 실제의 무인항공기가 표시된 도면, V는 가상의 무인항공기가 표시된 도면이다. 도 8에서 볼 수 있듯이, 실시예에서 제안된 아키텍처를 이용하여 가상의 무인항공기가 실제의 무인항공기를 따라 이동한 것을 알 수 있다. 여기에서, 가상의 무인항공기가 실시간으로 실제의 무인항고기와 상호 작용하고 혼합 시뮬레이션이 수행된다. 도 8의 가상 부분에서는 X-Plane에서 스틸 스팟 뷰(still spot view)를 사용하여, 체이스(chase), 패널(panel), 서클(circle), 프리 카메라(free camera) 및 선형 스팟(linear spot)을 포함하여 비행 시뮬레이터에서 다른 뷰를 사용할 수 있다.

[0055] 도 9 는 일 실시예에 따른 시뮬레이션 시스템에서 혼합 현실 시뮬레이션을 수행하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0056] 혼합 현실 시뮬레이션을 수행하는 방법은 시뮬레이션 시스템에 의해 수행될 수 있다. 시뮬레이션 시스템은 컴퓨터 장치에 의해 구현될 수 있다.

[0057] 단계(910)에서 시뮬레이션 시스템은 데이터 송수신 프로토콜에 기반하여 가상의 무인항공기와 지상 통제소(GCS; Ground Control Station)를 연결하는 인터페이스를 구현할 수 있다. 시뮬레이션 시스템은 송신 제어 프로토콜(TCP), 인터넷 프로토콜(IP) 또는 사용자 데이터그램 프로토콜(UDP)을 포함하는 데이터 송수신 프로토콜에 기반하여 가상의 무인항공기를 구현하는 비행 시뮬레이터(예를 들면, X-Plane)를 제공하는 인터페이스를 구현할 수 있다. 시뮬레이션 시스템은 무선 원격 측정 장치를 통하여 실제의 무인항공기를 지상 통제소에 연결할 수 있다.

[0058] 단계(920)에서 시뮬레이션 시스템은 구현된 인터페이스를 통하여 상기 지상 통제소의 제어에 따라 실제의 무인항공기와 가상의 무인항공기 사이에 상호작용을 수행하는 시뮬레이션을 제공할 수 있다. 시뮬레이션 시스템은 가상의 무인항공기를 구현하는 비행 시뮬레이터에 기초하여 실제의 무인항공기와 가상의 무인항공기 사이에 상호작용을 수행하는 혼합 현실 시뮬레이션을 제공하고, 제공된 혼합 현실 시뮬레이션에서 비행 시뮬레이터를 통해 표현된 가상의 무인항공기와 비행장 내에서 작동하는 실제의 무인항공기를 표시할 수 있다. 시뮬레이션 시스템은 지상 통제소에서 비행 시뮬레이터에게 실제의 무인항공기의 실시간 비행 데이터를 전송하고, 비행 시뮬레이터에 구현되는 가상의 무인항공기가 전송받은 실시간 비행 데이터에 기초하여 실제의 무인항공기를 따라 비행할 수 있다. 시뮬레이션 시스템은 가상의 무인항공기와 실제의 무인항공기가 모두 비행할 수 있는 공통의 위치를 설정할 수 있다.

[0059] 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, FPGA(field programmable gate 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.

[0060] 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 장치에 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.

[0061] 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.

[0062] 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.

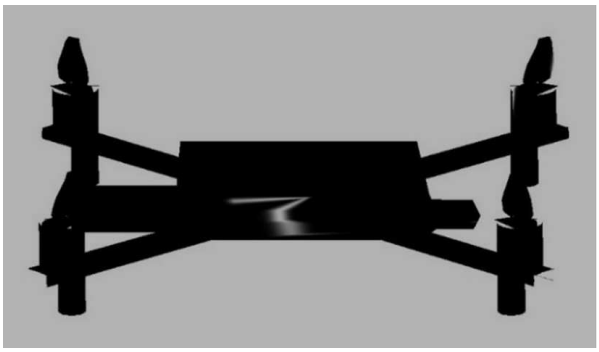
[0063] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

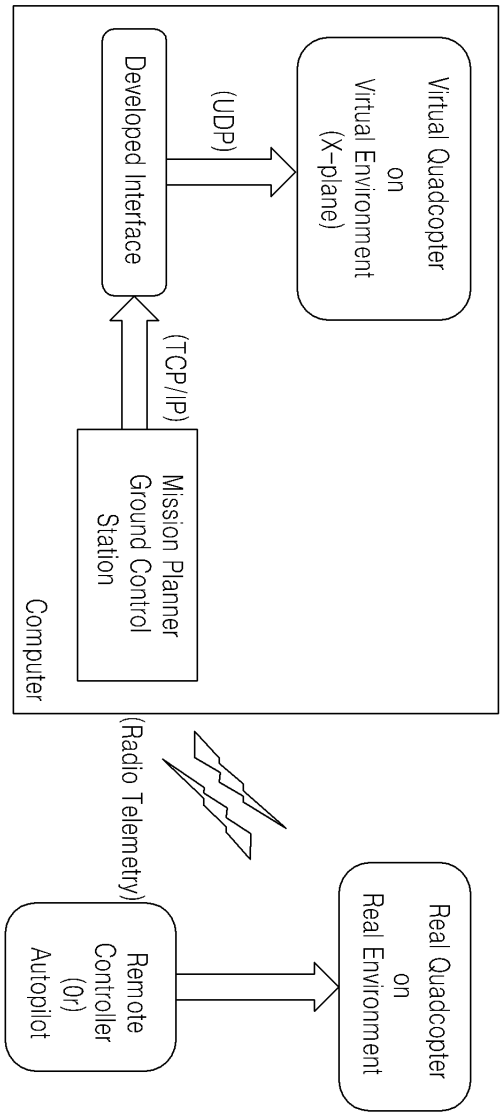
도면1



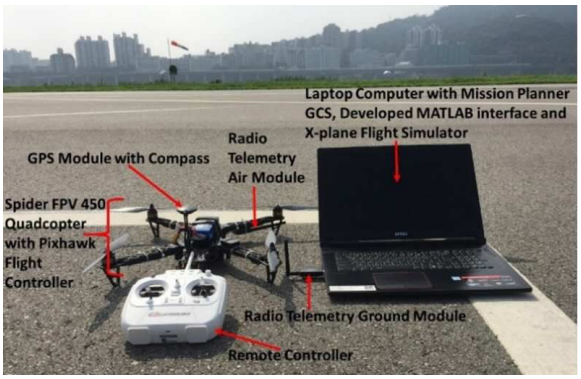
도면2



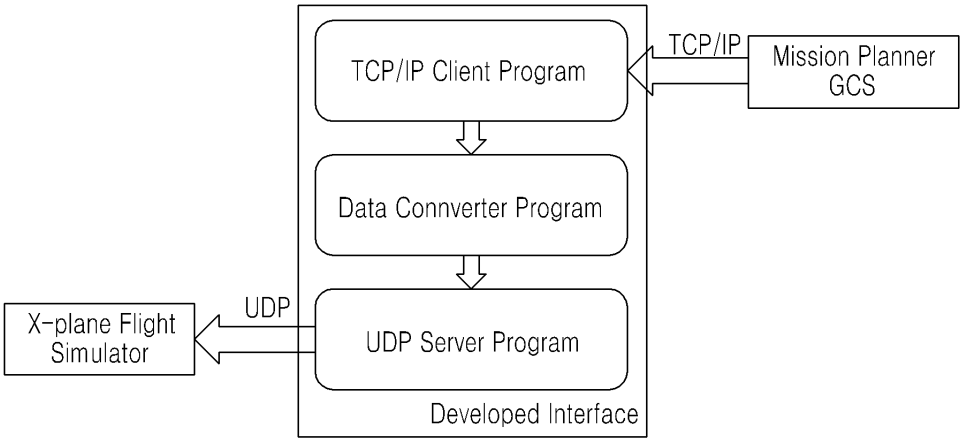
도면3


Computer
Developed Interface
(UDP)
Virtual Quadcopter
on
Virtual Environment
(X-plane)
(TCP/IP)
Mission Planner
Ground Control
Station
(Radio Telemetry)
Remote
Controller
(Or)
Autopilot
Real Quadcopter
on
Real Environment

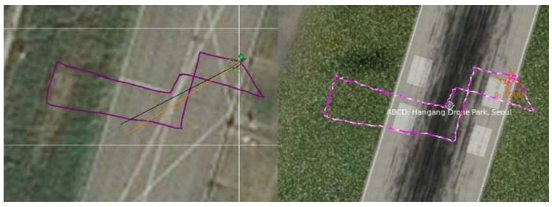
도면4



도면5



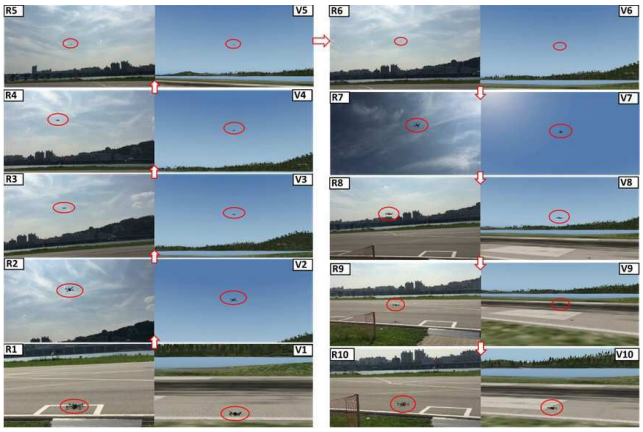
도면6



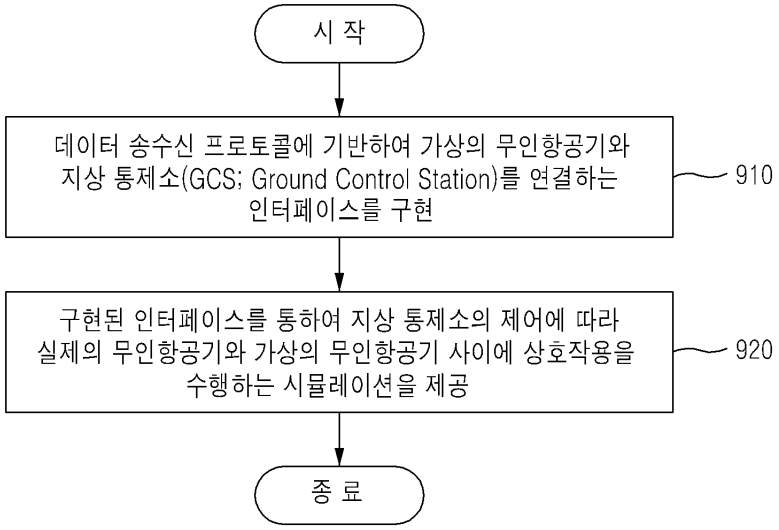
도면7



도면8


R5
V5
R6
V6
R4
V4
R7
V7
R3
V3
R8
V8
R2
V2
R9
V9
R1
V1
R10
V10

도면9


시 작
데이터 송수신 프로토콜에 기반하여 가상의 무인항공기와 지상 통제소(GCS; Ground Control Station)를 연결하는 인터페이스를 구현
910
구현된 인터페이스를 통하여 지상 통제소의 제어에 따라 실제의 무인항공기와 가상의 무인항공기 사이에 상호작용을 수행하는 시뮬레이션을 제공
920
종 료

도면10

