

유무인항공기 통합 시뮬레이션 연구

Integrated Air Traffic Simulations of Manned and Remotely Piloted Aircraft

오혜주¹·박배선¹·최기영¹·이학태^{1*}·정현태²·문우춘³

¹인하대학교 항공우주공학과

²한국항공대학교 항공교통물류학과

³한국항공대학교 항공교통물류우주법학부

Hyeju Oh¹ · Bae-Seon Park¹ · Keeyoung Choi¹ · Hak-Tae Lee^{1*} · Hyun-Tae Jung² · Woo-Choon Moon³

¹Department of Aerospace Engineering, Inha University, Incheon 402-751, Korea

²Air Transport, Transportation and Logistics, Korea Aerospace University, Gyeonggi-do 412-791, Korea

³School of Air Transport, Transportation and Logistics and Air & Space Law, Korea Aerospace University, Gyeonggi-do 412-791, Korea

요약

무인항공기시스템 수요의 증가와 기술의 급격한 발전에 따라 많은 국가들에서 기존의 공역 시스템에 무인항공기를 통합하려는 시도가 이루어지고 있다. 유인항공기와 무인항공기의 통합 운용에 따른 영향을 파악하기 위해서는 유무인항공기의 통합 시뮬레이션 시스템을 통한 HiTL (Human-in-The-Loop) 시뮬레이션이 필요하다. 본 논문에서는 유무인항공기 통합 시뮬레이션을 위한 운용 개념을 정의하고, 유무인항공기 통합 운용 시 발생 가능한 상황을 시나리오로 설정하여, HiTL 시뮬레이션을 수행하였다. 수행 결과에 대해 통신, 안전, 성능, HMI로 나누어 영향을 분석하였다.

[Abstract]

With the rapid growth of technologies and demand of remotely piloted aircraft systems (RPASs), integration of such systems into the existing airspace is becoming an issue in many countries. To assess the impact of integrated operations of manned and remotely piloted aircraft (RPA), it is necessary to perform Human-in-The-Loop (HiTL) simulations of likely situations with an integrated simulation system. This paper defines several operational concepts for the integrated simulation. Several probable scenarios were developed including a traffic pattern at a small airport and an altitude maneuver at a route crossing. HiTL simulations were performed according to the developed scenarios. The simulation results are analyzed focusing on the impacts of different communication, safety, performance, and human machine interface (HMI) characteristics of RPA.

Key word : Human in The Loop, Manned/remoted piloted aircraft simulation, Remotely piloted aircraft system, Air traffic control, RPAS integrated operation.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2015.19.6.492>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 29 October 2015; Revised 25 November 2015

Accepted (Publication) 16 December 2015 (30 December 2015)

*Corresponding Author; Hak-Tae Lee

Tel: +82-32-860-8929

E-mail: haktae.lee@inha.ac.kr

1. 서론

무인항공기의 민간 수요가 증가함에 따라 유무인항공기 공역 통합 운영을 위한 제도적 기반이 필요하다는 목소리가 높아지고 있다 [1]. 유무인항공기를 민간공역에 통합하여 운용하기 위해서는 새로 도입되는 무인항공기, 통신과 항행 등에 필요한 신기술, 그리고 운용 개념이 통합된 시스템에 대한 평가와 검증이 수행할 수 있는 도구가 필요하다. 최근 미국과 유럽은 유무인항공기 공역 혼합운용 시뮬레이션을 통하여 성능, 통신, 안전, 인적요소, 그리고 관제 시스템의 업무량 등에 대한 다양한 연구를 수행하여 단계적으로 규정을 수립하고 있다. 그러나 국내에 이미 개발된 다양한 시뮬레이션 시스템은 유무인항공기 공역 통합 운영을 위하여 평가와 검증에 필요한 요소들을 반영하는 것이 용이하지 않다.

본 논문에서는 유무인항공기 통합 시뮬레이션 시스템 운용 개념을 정의하고 이에 맞는 다양한 항공교통상황의 시뮬레이션 수행이 가능한 유무인항공기 통합 시뮬레이션 시스템을 설계 및 개발하였다. 그리고 무인항공기가 유인항공기의 공역에 통합되어 운용될 경우 발생할 수 있는 상황을 시나리오로 설정하였다. 시나리오는 비행장 주위 공역 내를 비행하는 고정 지점 시나리오와 서로 다른 비행장에서 이착륙을 수행하는 지점 간 시나리오로 설정하였다. 개발한 통합 시뮬레이션 시스템에서 무인항공기와 다수의 유인항공기를 포함한 시나리오에 맞춰 시뮬레이션을 수행하였으며 수행결과를 분석하였다. 분석은 무인항공기가 유인항공기와 다른 4대 핵심요소인 통신, 안전, 성능, 인간과 기계 상호작용(HMI; human machine interface)를 중점으로 그 영향을 분석하였다.

또한 이런 시뮬레이션 시스템은 그림 1에서와 같이 접근 관제 구역이나, 출발 도착관리와 같은 지상 운용에 대한 시뮬레이션에도 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

II. 유무인항공기 통합 시뮬레이션 시스템

2-1 시뮬레이션 시스템 운용 개념

유무인항공기 통합 시뮬레이션의 운용 개념은 시뮬레이션 Matrix 구축, 시뮬레이션 수행, 결과 분석 평가의 단계로 이루어지며 이는 그림 2에 나타나있다.

유무인항공기 통합 시뮬레이션 시스템은 먼저 시뮬레이션 Matrix를 구축하여야 한다. 연계 연구를 통하여 수요가 예상되는 무인항공기 기종과 임무를 도출하여 구체적인 시나리오를 개발하고, 개발된 시나리오에 대하여 경험과 숙련도 등을 고려하여 시뮬레이션에 관제사, 유무인항공기 조종사 등으로 참여할 인력을 설정한다. 그리고 평가가 필요한 다수의 HMI를 개발하고 설정한다.

구축된 Matrix의 조합에 따라 실제로 시뮬레이션을 수행한다. 이때, 시뮬레이션을 통해 얻어지는 모든 궤적, 통신, 시간에

대한 데이터를 저장한다. 그리고 시뮬레이션에 참여한 전문 인력에 대한 설문은 수행한다.

시뮬레이션 수행 후 결과를 분석 및 평가한다. 저장된 데이터와 설문을 바탕으로 시뮬레이션 결과를 분석하고 평가를 수행한다. 평가 항목은 무인항공기가 유인항공기와 다른 핵심요소로써 표 1과 같이 정의한다.

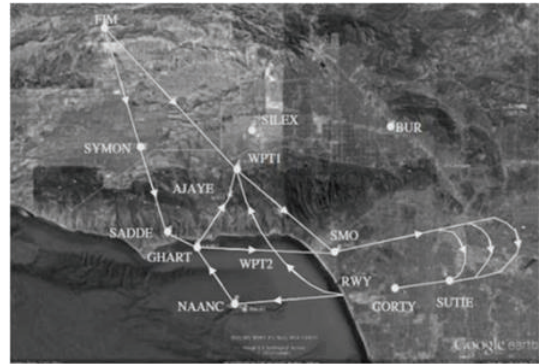


그림 1. 공역 상에서의 항공기 궤적
Fig. 1. Various flight trajectories in sectors.

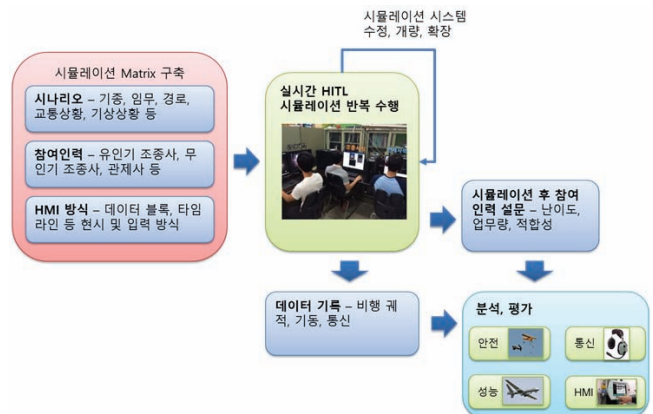


그림 2. 시뮬레이션 시스템 운용 개념도
Fig. 2. Operational concept of the simulation system.

표 1. 시뮬레이션 시스템 평가 항목
Table 1. Assessment items for simulation system.

	Assessments
Communication	- Communication delay among a controller, RPAs and a ground pilot - When communication problem happen, RPAs is out of control
Performance	- Effect on maneuver of other aircraft by the small RPAs
Safety	- Detect and avoid for the prevention of collision between manned and unmanned aircraft
HMI	- Information display and control method to the ground pilot perform quickly and accurately control

표 2. well clear 분리 알람 기준

Table 2. Well clear self separation alert level.

Self Separation		Proximate Traffic	Preventative Alert	Corrective Alert	Warning Alert	LOWC
Alert Level		Advisory	Caution	Caution	Warning	Danger
Must Alert Threshold	within Time	60 second	55 second	55 second	40 second	35 second
	τ_{mod}^2	60 second	55 second	55 second	40 second	-
	DMOD, HMD	2.0 nmi	0.66 nmi	0.66 nmi	0.66 nmi	0.66 nmi
	h^*	1,200 ft	700 ft	450 ft	450 ft	450 ft
Must Not Alert Threshold	More than time	85 second	75 second	75 second	55 second	-
	HMD_p	5.0 nmi	2.0 nmi	1.5 nmi	1.0 nmi	-
	D_{h_p}	1,300 ft	800 ft	450 ft	450 ft	-

항목 중 안전에 대한 평가는 궤적 정보를 바탕으로 well clear 를 사용하여 분석한다. well clear는 Detect And Avoid (DAA) 시스템이 반드시 지켜야하는 항공기간 분리 기준으로 제안되어 왔고, 미국의 SaRP (Executive Committee Science and Research Panel)와 RTCA (Radio Technical Commission for Aeronautics)에 의해 제안되었다. 이 기준은 다음 수식과 같이 3개의 파라미터로 구성되어 있고, 표 2와 같이 3개의 파라미터에 의해 5개의 알람 레벨로 구분한다 [6].

$$0 \leq \tau_{mod} \leq \tau_{mod}^* \tag{1}$$

$$HMD \leq HMD^* \tag{2}$$

$$-h \leq d_h \leq h^* \tag{3}$$

여기서,

$$\tau_{mod} = \begin{cases} \frac{DMOD^2 - r^2}{rr} & (r > DMOD) \\ 0 & (r \leq DMOD) \end{cases}$$

$$HMD = \begin{cases} \sqrt{(d_x + v_{rx} t_{cpa})^2 + (d_y + v_{ry} t_{cpa})^2} & (t_{cpa} \geq 0) \\ -\infty & (t_{cpa} < 0) \end{cases}$$

$$d_h = h_2 - h_1$$

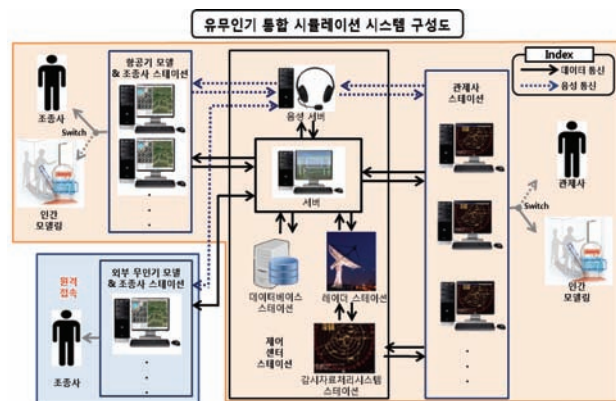


그림 3. 유무인항공기 통합 시뮬레이션 시스템 구성도
Fig. 3. Block diagram of manned and remotely piloted aircraft integrated simulation system.

2-2 시뮬레이션 시스템 구성

유무인항공기 통합 시뮬레이션 시스템은 기 개발된 시뮬레이션 시스템의 기본적인 요구조건을 만족하여야하며[4], 추가적으로 연구용으로써 수정과 보완이 용이한 유연성을 갖추고 있어야 한다. 또한 중앙통제서버에 유무인항공기가 자유롭게 네트워크로 접속 가능하도록 확장성이 좋아야 한다.

그림 3은 이를 반영한 유무인항공기 통합 시뮬레이션 시스템의 구성도이다. 시스템은 중앙통제서버를 중심으로 데이터 베이스 모듈, 관제 시스템 (radar, SDPs) 모듈, 관제사 및 조종사 인터페이스 모듈, 항공기 모델 및 외부 접속 시뮬레이션 시스템 모듈, 음성통신 모듈로 구성된다. 이에 대한 자세한 설명은 참고문헌 [2]를 참조한다.

III. 유무인항공기 통합 시뮬레이션

3-1 시나리오 설정

무인항공기와 유인항공기 운항의 완전한 통합을 위해서는 무인항공기 운항이 기존 유인항공기의 안전에 미치는 영향에 대한 평가가 선행되어야 한다. 따라서 기존 공역체계에서 무인항공기의 운항을 안전하다고 평가되어지는 공역에서 시작하여 보다 복잡하고 교통량이 많은 공역으로까지 단계적으로 확대하는 방식으로 접근되어야 한다. 이에 무인항공기 운항은 크게 가시영역 (VLOS operation; visual line-of-sight operation), 비가시영역 (BVLOS operation; beyond visual line-of-sight operation)으로 구분하며, 국가마다 차이가 있으나 임무 및 운항 패턴에 따라 비행장 주위 공역비행, 지정된 임무 공역비행 또는 지점 간 운항으로 구분한다.

따라서 본 연구에서도 유무인항공기의 통합 운영을 시뮬레이션 하는데 있어, 운항의 복잡성과 활용 공역을 고려하여 고정 지점 운항 시나리오와 지점 간 운항 시나리오를 대상으로 실험하였다. 고정 지점 운항 시나리오는 이륙한 비행장에 설정

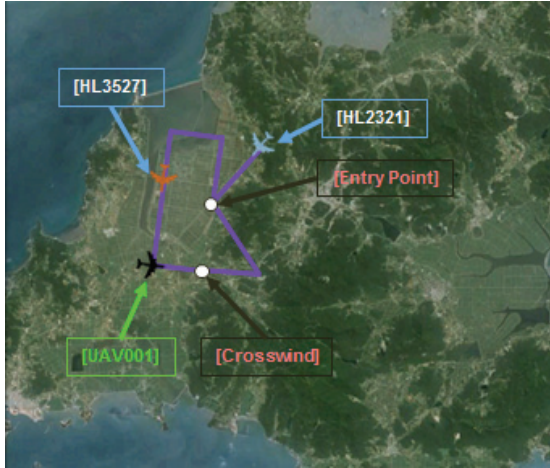


그림 4. 고정 지점 운항 시나리오
Fig. 4. Fixed base operation scenario.

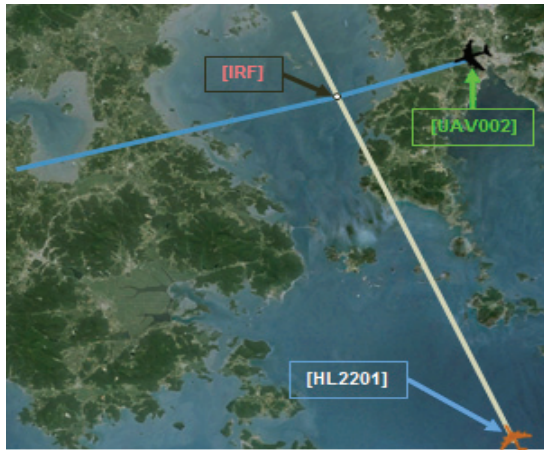


그림 5. 지점 간 운항 시나리오
Fig. 5. Point-to-point operation scenario.

된 교통장주 (traffic pattern)를 따라 비행하며 비행장 주위 공역을 벗어나지 않는 VLOS 운항이며, 지점 간 운항 시나리오는 한 비행장에서 이륙하여 여러 공역을 거쳐 다른 비행장에 착륙하는 BVLOS 운항이다.

모든 시나리오에서 항공기는 비행장에 위치하는 지상통제 시설 (RPS; remote pilot station)의 통제를 받으며, 해당 항공기는 제원 및 성능은 Cessna-172와 같다고 가정하였다.

1) 고정 지점 운항 시나리오

고정 지점 운항 시나리오는 비행장 관제권 내에서 비행하는 시나리오로 Class D 등급 공역에서 교통장주 (traffic pattern)를 따라 비행하며 무인항공기는 시계 비행 방식 (VFR; visual flight rule)과 유사하게 지상의 조종사가 항공기로부터 수집된 시각 정보를 받아 비행하는 것으로 가정하였다. 간략한 운항 시나리오는 다음과 같다.

- 무인항공기는 비행장을 이륙하여 교통장주를 따라 비행하고 이후 유인항공기(HL3527)가 이륙

- 이 때 선행항공기인 무인항공기가 Crosswind에 도달할 때, 새로운 유인항공기(HL2321)가 entry point로 진입
 - 항공기의 경로가 수렴함을 인지한 관제사의 지시에 따라 무인항공기는 crosswind를 연장하여 우회(일반적으로 장주 내에서 crosswind를 연장하지 않고 360° 선회를 지시하나 본 실험에서는 무인항공기가 선행 유인항공기를 시야에 계속 두기 위하여 crosswind를 연장)
 - 후행항공기인 유인항공기(HL3527)도 무인항공기와의 분리를 위해 crosswind를 연장
- 이 시나리오를 통해 무인항공기가 VLOS 운항을 수행할 때 유인항공기와의 조우상황을 회피하기 위한 관제사의 지시를 얼마나 성공적으로 수행하는지를 확인한다.

2) 지점 간 운항 시나리오

지점 간 운항 시나리오는 무인항공기 운용 범위를 넓혀 한 비행장에서 이륙한 무인항공기가 다른 비행장에 착륙하는 시나리오이다. 무인항공기는 여러 등급의 공역을 지나가며 가시 범위 외 지역으로 비행하는 BVLOS 운항을 수행한다. 해당 시나리오에서는 무인항공기가 이륙하고 목적 비행장으로 VFR 비행하면서 감시 및 회피 (DAA; detect and avoid)로 유인항공기와의 분리가 이루어져야 하며, 항공기 위치에 따라 비행장 관제업무와 접근관제업무가 제공된다. 간략한 운항 시나리오는 다음과 같다.

- 무인항공기가 비행장을 이륙하여 해당 비행장 관제권 밖으로 비행
- 접근관제구역 (TMA; terminal control area)에 진입한 무인항공기는 해당 접근관제소의 항공교통업무를 받으면서 비행
- 무인항공기는 7,000ft의 고도로 목적 비행장의 entry point 까지 direct 비행
- 이 때, 계기비행방식 (IFR; instrument flight rule) 절차를 따라 접근하는 유인항공기가 9,000ft에서 하강하여 IRF에서 조우가 예상되는 상황을 부여
- 상황을 인지한 관제사는 두 항공기 간의 수직 분리(1,000 ft 이상)를 위해 관제 지시
- 이후 조우 상황 종료 후 무인항공기는 다시 목적 비행장까지 direct 비행

이 시나리오를 통해 무인항공기가 BVLOS 운항을 수행할 때 유인항공기를 감시하고 유인항공기와의 조우상황을 회피하기 위한 관제사의 지시를 얼마나 성공적으로 수행하는지를 확인한다.

3-2 시뮬레이션 결과

1) 고정 지점 운항 시나리오

고정 지점 운항 시나리오를 유인항공기 통합 시뮬레이션 시스템에 입력하여 시뮬레이션을 수행하였다. 이에 대한 위치, 고도, 속도에 대한 결과는 그림 6, 7이고 항공기간 위험도는 그

림 8이다. 중간에 위험도가 크게 증가하는 순간이 나타나는데, 이는 관제사의 명령에 의해 crosswind를 연장하여 나타난 결과로 실제 위험한 순간은 아니다. 이에 앞서 정의한 평가 항목에 대한 결과는 표 3와 같다.

시뮬레이션을 통해 무인항공기-지상조종사-관제사 간의 통신 지연이 없다는 조건 하에서 타워 관제에 의해 유인항공기 혼합 장주비행이 가능하다는 것을 확인할 수 있다. 그러나 관제사 명령으로 조우상황 회피를 10회 이상 수행하였는데 성공률이 20% 이하였다. 이는 통신지연[3], 관제사의 상황 인식 속도, 비효율적인 HMI, 무인항공기의 조종성 등이 원인으로 확인되었다. 이처럼 반복된 시험을 통하여 조우 상황에서의 대처 방안을 연구할 수 있을 것으로 예상된다. 고정 지점 운항 시뮬레이션을 통해 Class D 등급을 비행하는 유사 VFR 방식의 무인항공기 비행에 관한 규정 근거 및 제반요건을 도출할 수 있으며, 무인항공기 운항이 공역, 타 항공기 및 관제에 미치는 영향에 대한 예측, 검증 및 분석을 수행할 수 있다.

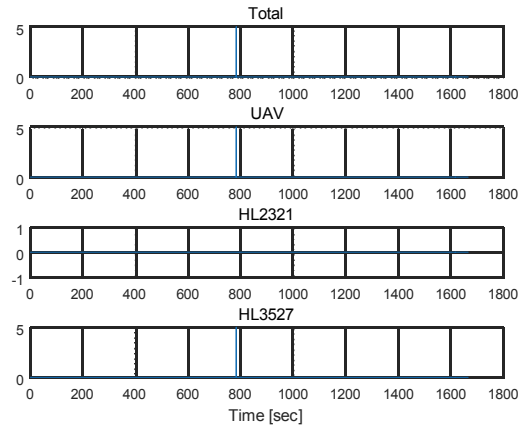


그림 8. 고정 지점 운항 시뮬레이션 well clear 결과
 Fig. 8. The number of loss of separation with well clear (fixed base operation scenario).

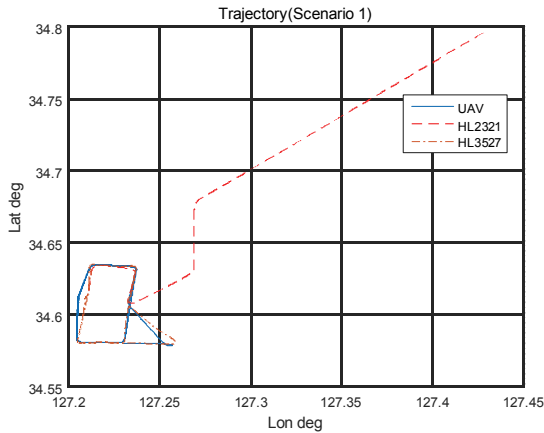


그림 6. 고정 지점 운항 시뮬레이션 결과 (위치)
 Fig. 6. Simulation result of fixed base operation (position).

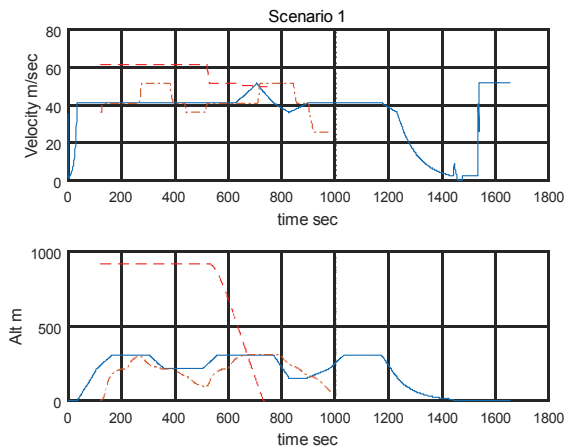


그림 7. 고정 지점 운항 시뮬레이션 결과 (속도, 고도)
 Fig. 7. Simulation result of fixed base operation (velocities, altitudes).

표 3. 고정 지점 운항 시뮬레이션 평가
 Table 3. Assessment of fixed base operation simulation.

Assessments	
Communication	<ul style="list-style-type: none"> - When communication problem not occur, RPAs is operated fixed base flight - As a result of many simulation, ATC failures are occurred by the communication delay
Performance	<ul style="list-style-type: none"> - Unable to confirm the effect of maneuver by the fixed base flight
Safety	<ul style="list-style-type: none"> - Perform the detect and avoid for the prevention of collision between manned and unmanned aircraft by controller command
HMI	<ul style="list-style-type: none"> - As a result of many simulation, improved information display and control method is need to the ground pilot perform quickly and accurately control

2) 지점 간 운항 시나리오

지점 간 운항 시나리오를 유인항공기 통합 시뮬레이션 시스템에 입력하여 시뮬레이션을 수행하였다. 이에 대한 위치, 고도, 속도에 대한 결과는 그림 9, 10, 11이다. 평가 항목에 대한 결과는 표 4과 같다.

유인항공기 조우상황에서 관제사는 무인항공기를 기동시켜 분리를 하였다. 이는 일반적으로 작은 무인항공기가 기동하는 것이 전체 연료 소모를 줄일 수 있기 때문이다. 비시계가시 영역에서 성능기준을 만족시키는 시각센서가 장착되어 있다면 관제사로부터 전달되는 주변 교통정보를 확인하고 필요시에 적절한 조치를 취하는 것이 가능하다는 것을 확인할 수 있었다.

지점 간 운항 시뮬레이션을 통해 Class D, E 등급을 비행하는 유사 VFR 방식의 무인항공기 운항이 공역, 타 항공기 및 관제에 미치는 영향에 대한 예측, 검증 및 분석을 수행할 수 있을 것이다.

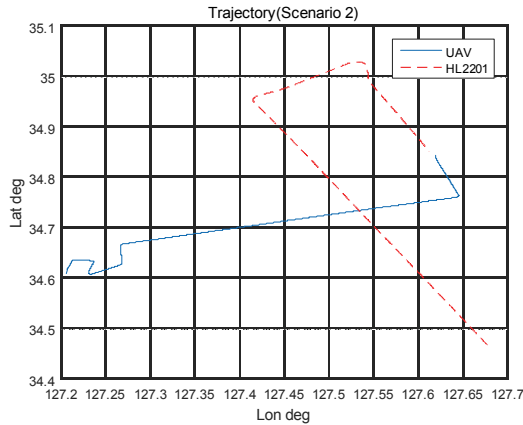


그림 9. 지점 간 운항 시뮬레이션 결과 (위치)
 Fig. 9. Simulation results of point-to-point operation (positions).

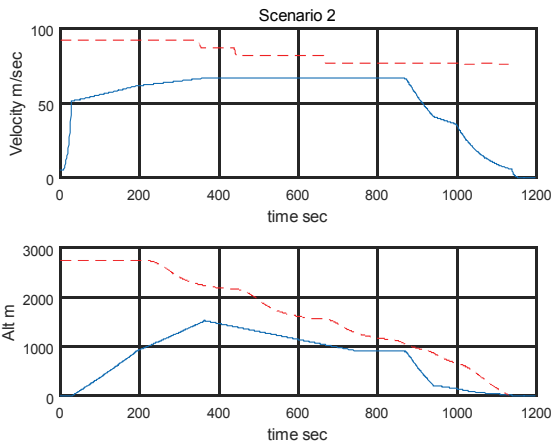


그림 10. 지점 간 운항 시뮬레이션 결과 (속도, 고도)
 Fig. 10. Simulation results of point-to-point operation (velocities, altitudes).

IV. 결 론

본 논문에서는 기 개발된 유무인항공기 통합 시뮬레이션 시스템을 활용하기 위한 운용 개념을 정의하였다. 그리고 무인항공기가 유인항공기의 공역에 통합되어 운용될 경우 발생할 수 있는 상황을 고정 지점 운항과 지점 간 운항으로 나누어 시나리오를 설정하고 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 수행 결과는 안전, 통신, 성능, HMI 평가 항목으로 분석 및 평가하였다.

본 시뮬레이션 시스템을 사용하여 유무인항공기 통합 시뮬레이션뿐만 아니라 최종적으로 운용 개념의 평가와 검증, 절차의 개발, 기준의 설정, 그리고 운용 인력 교육 등의 다양한 용도로 이용 가능하다.

본 연구에서 안전은 well clear를 통해 확인하였고, 통신 지연이 없다는 가정 하에서 시뮬레이션을 수행하였다. 향후 통신 지연 시간에 의한 항공기 간 위험도의 영향을 확인하고 Class 별로 항공기 성능에 대한 접근 제한에 대한 연구가 필요하다. 따라서 시나리오 종류, 유무인 항공기 대수 및 기종 등을 확대한 다양

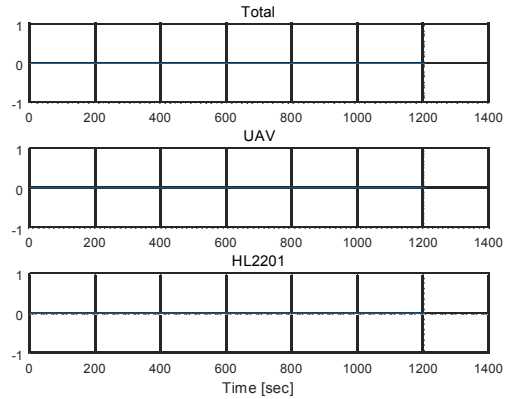


그림 11. 지점 간 운항 시뮬레이션 well clear 결과
 Fig. 11. The number of loss of separation with well clear (point-to-point operation scenario).

표 4. 지점 간 운항 시뮬레이션 평가

Table 4. Assessment of point-to-point operation simulation.

Assessments	
Communication	- When communication problem not occur, RPAs is operated point-to-point flight
Performance	- When manned and unmanned aircraft come across, unmanned aircraft descends the altitude. - Perform the evasion flight with the performance of aircraft
Safety	- Perform the detect and avoid for the prevention of collision between manned and unmanned aircraft by controller command
HMI	- A ground pilot of RPAs controlled using a joystick and MCP(mode control panel)

한 시뮬레이션을 수행할 계획이다. 또한 무인항공기 지상 조종사가 사용하는 HMI에 대해 신속성 및 정확성을 향상시킬 수 있는 HiTL 시뮬레이션에, 공항이나 접근관계 구역에서의 출도착 관리를 포함한 시뮬레이션에 등의 연구를 수행할 계획이다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 항공안전기술개발사업의 연구비지원 (과제번호 15ATRP-C088159-02-000000)에 의해 수행되었으며, 관계부처에 감사드립니다.

참고 문헌

[1] Development report of integrated simulation system for verification of manned/unmanned aerial vehicle, Jun, 2015.

- [2] S. B. Jo, H. J. Oh, K. Y. Choi, and H. T. Lee, "Development of simulator for validation of flight safety regulations of civil manned/unmanned aerial vehicle," in *Spring Conference of The Korean Society for Aviation and Aeronautics*, Korea Aerospace University: Korea, pp. 57-60, 2014.
- [3] F. Hafner, M. Mahmoud, "A simple voice communication system for human-in-the loop air traffic control simulations", in *Summer Computer Simulation Conference. Society for Computer Simulation International 2005*, Cherry Hill: NJ, pp. 417, 2005.
- [4] BSF Bussink, IJ Hoekstra, and IB Heesbeen. "Traffic manager: a flexible desktop simulation tool enabling future ATM research," in *The 24th IEEE Digital Avionics Systems Conference 2005*, Hatt Regency Crystal City; Washington D.C, Vol. 1, pp. 3-B. 2005.
- [5] Prevot, Thomas, et al. "The airspace operations laboratory (AOL) at NASA Ames research center," in *Proceedings of the AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference*, Keystone: CL, pp. 21-24, 2006.
- [6] Dr. Marcus Johnson, Eric R. Mueller, "Characteristics of a Well Clear Definition and Alerting Criteria for Encounters between UAS and Manned Aircraft in Class E Airspace," in *Eleventh USA/Europe Air Traffic Management Research and Development Seminar*, Lisbon, Portugal, 2015.



오혜주 (Hyeju Oh)

2011년 2월 : 한서대학교 항공전자시뮬레이션학과 (공학사)
2014년 2월 : 인하대학교 항공우주공학과 (공학석사)
2014년 ~ 현재 : 인하대학교 항공우주공학과 박사과정
※관심분야 : 항공교통, M&S 프로그램, 회전익기 체계 설계



박배선 (Bae-Seon Park)

2014년 2월 : 인하대학교 항공우주공학과 (공학사)
2014년 2월 ~ 현재 : 인하대학교 항공우주공학과 통합과정
※관심분야 : 항공교통, 인적요인



최기영 (Keeyoung Choi)

1987년 2월 : 서울대학교 항공공학과 (공학사)
1989년 2월 : 서울대학교 항공공학과 (공학석사)
1994년 1월 : 미국 스탠포드대학교 항공우주공학과 (공학박사)
2000년 ~ 현재 : 인하대학교 교수
※관심분야 : 회전익기 체계 설계/통합, M&S 프로그램, 임무 계획



이학태 (Hak-Tae Lee)

2000년 12월 : 미국 스탠포드대학교 항공우주공학과 (공학석사)
2006년 1월 : 미국 스탠포드대학교 항공우주공학과 (공학박사)
2013년 9월 ~ 현재 : 인하대학교 항공우주공학과 조교수
※관심분야 : 항공교통, 공탄성, 전산유체



정현태 (Hyun-Tae Jung)

2015년 8월 : 한국항공대학교 항공교통물류우주법학부 (이학학사)
2015년 8월 ~ 현재 : 한국항공대학교 항공교통물류학과 석사과정
※관심분야 : 항공교통, 인적요인



문우춘 (Woo-Choon Moon)

2004년 8월 : 한국항공대학교 항공교통학과 (항공교통학석사)
2010년 2월 : 한국항공대학교 대학원 항공교통학과 (항공교통학박사)
2013년 9월 ~ 현재 : 한국항공대학교 항공교통물류우주법학부 조교수
※관심분야 : 항공교통, 인적요인