JKIICE Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering

한국정보통신학회논문지 Vol. 25, No. 2: 320~326, Feb. 2021

무인항공기 운용 지원을 위한 비행체 점검장비 활용에 관한 연구

송용하[1*] · 고은경[1] · 권상은[2]

Study on Practical Use of Air Vehicle Test Equipment(AVTE) for UAV Operation Support

Yong-Ha Song[1*] · Eun-kyoung Go[1] · Sang-Eun Kwon[2]

[1*]Senior Researcher, Agency for Defence Development, Daejeon 34186, Korea
[2]Researcher, Agency for Defence Development, Daejeon 34186, Korea

요 약

비행체 점검장비는 기본적으로 항공기 임무수행을 위해 비행 전/후 탑재장비의 정상유무와 상태를 점검하기 위한 장비이다. 본 논문에서는 비행체 점검장비 내 무인항공기 운용 지원을 위한 기능을 식별, 설계 및 구현하고, 최초로 비행체 점검장비의 무인항공기 운용을 위한 추가적인 활용 방안을 제시한다. 제안하는 비행체 점검장비는 항공기의 임무 계획에 따라 변화하는 임무 및 영상 탑재장비의 초기설정 및 주요 정보를 통제하고, 주요 장비의 장착 및 위치 보정 을 별도 지상 운용 장비 없이 수행할 수 있다. 또한 임무 간 비상상황 발생 시 착륙 후 이를 확인할 수 있는 영상 및 고장이력 역시 비행체 점검장비를 통하여 손쉽게 다운로딩 할 수 있다. 향후 타 무인기 체계 개발 시 본 논문에서 제시한 비행체 점검장비의 운용 지원 설계 방안을 적용하면 다수의 지상 운용 지원장비를 대체하여 추가적인 설계 비용 및 운용 인력을 줄이고 항공기 정비사의 편의성을 획기적으로 향상 시킬 수 있을 것으로 기대한다.

ABSTRACT

AVTE(Air Vehicle Test Equipment) is an equipment to inspect and check the status of on-board aircraft LRUs(Line Replacement Units) before and after flight for performing successful UAV(Unmanned Aerial Vehicle) missions. This paper suggests utilization of the AVTE as an operation support-equipment by implementing several critical functions for UAV-operation on the AVTE. The AVTE easily sets initialization(default) data and compensates for the installation and position errors of the LRUs which provide critical mission data and situation image with pilots without additional individual operation support-equipment. Major fault list and situation image data could be downloaded after flight using the AVTE in the event of UAV emergency situation or unusual occurrence on duty as well. We anticipate the suggested operational approach of the AVTE could dramatically reduce the cost and man power for design and manufacture of additional operation support equipment and effectively diminish workload of the operator.

키워드 : 비행체 점검장비, 자동 점검, 무인 항공기, 탑재 장비

Keywords : AVTE(Air Vehicle Test Equipment), Automatic check, UAV, LRU(Line Replacement Unit)

Received 2 December 2020, **Revised** 6 December 2020, **Accepted** 22 December 2020

*** Corresponding Author** Yong-Ha Song(E-mail:gensyh@add.re.kr, Tel:+82-42-821-2639)
Senior Researcher, Agency for Defence Development, Daejeon 34186, Korea

Open Access http://doi.org/10.6109/jkiice.2021.25.2.320 print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

ⓒThis is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/li-censes/ by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright Ⓒ The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

Ⅰ. 서 론

무인항공기(UAV, Unmmaned Aerial Vehicle)는 유인항공기와 달리 비행임무 중 원격으로 항공기 점검이 불가하므로 비행 전/후 비행체 점검을 통한 항공기 고신뢰성을 유지하는 것이 무엇보다 중요하다[1]. 또한 현재의 무인기는 다양한 임무 요구도 증가와 급변하는 국내 전장환경에 맞춰 비행 필수 장비뿐 아니라 임무 수행에 필요한 여러 탑재장비(LRU, Line Replacement Unit)들을 필요로 한다. 항공기의 복잡도가 증가됨에 따라 각 탑재장비를 효율적으로 점검/관리하고 비행체 정비사의 업무부하를 줄이기 위하여 항공기 주요 점검기능을 하나의 통합 점검장비로 구현하는 연구들이 최근 많이 이루어지고 있다 [2].

임무 및 비행체 운용에 필요한 탑재장비의 점진적 증가에 따라 각 탑재장비의 초기설정, 주요 데이터 통제 및 운용/관리를 위한 지상 운용 지원장비의 개발 필요성 역시 대두되고 있다. 하지만 다수의 비행체 탑재장비 운용 및 관리를 위하여 각 장비에 적합한 개별 운용 지원 장비를 별도로 설계, 제작, 관리함은 추가적인 개발비용과 운용 인력이 발생하는 문제가 있다.

본 논문에서는 기존 무인항공기 주기 점검 및 비행 전/후 점검을 목적으로 개발하는 비행체 점검장비 내 무인항공기 운용 측면에서 필요한 여러 기능을 구현함으로써, 비행체 점검장비의 무인항공기 운용 지원 목적으로써의 적용 가능성을 검증하고자 한다. 또한 향후 타 비행체 점검장비 설계 시 무인항공기 운용 지원을 위한 추가적인 기능 구현의 범위를 제시한다.

Ⅱ. 비행체 점검장치(AVTE) 기본 설계

비행체 점검장비는 무인항공기의 안전한 임무 수행을 위해 비행 전/후 항공기에 탑재되어 있는 장비들의 상태(Healthy, Communication, BIT(Built-In Test)를 점검하고 정상유무를 판단하기 위한 통합장치이다 [3]. 그림 1은 본 논문에서 적용한 비행체 점검장비로써, 무인기에 탑재되는 데이터링크 장비와 이더넷 통신을 통해 연동한다 [4]. 비행체 점검장비 본체는 극한의 환경/EMI 조건에서도 사용 가능한 Rugged Laptop Computer를 적용하고 전원 및 이더넷 케이블을 포함한다 [5].

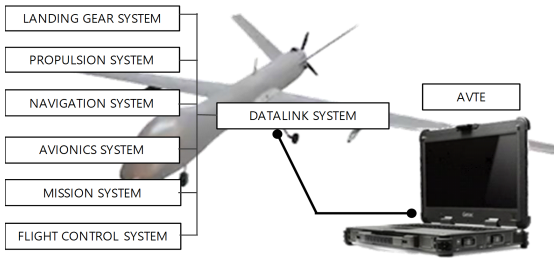

Fig. 1 Conceptual illustration of the AVTE Operation

제안하는 비행체 점검장비의 SW CSCI(Computer Software Configuration Item)는 그림 2와 같이 시스템(System), 점검(Test), 연동(Interface), 화면관리(Display) CSC(Computer Software Component)로 구분되고 각 CSC는 기능에 따라 하위 CSU(Computer Software Unit)로 구성된다. 개별 CSC의 목적 및 기능은 [5]의 참조논문에 기술되어 있다.

Ⅲ. AVTE 무인항공기 운용 지원 기능

3.1. 탑재장비 초기 설정

비행체 점검장비 내 시스템 CSC의 초기 설정은 무인항공기 운용을 위한 비행체 탑재 LRU들의 초기정보를 설정해주는 기능이다. 일반적으로 무인항공기는 다수의 지상통제체계와 다수의 무인기를 교대하며 임무를 수행한다. 따라서 임무계획에 맞는 비행체 호기를 설정하여 사전 점검함과 동시에 해당 비행체 호기에 해당하는 초기값들을 탑재장비에 제공 및 설정하여야만 정상적인 무인기 운용이 가능하다.

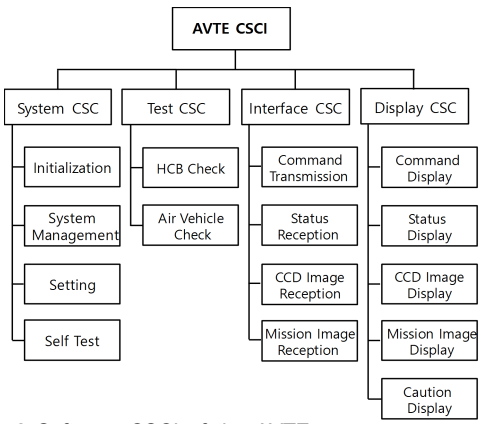

Fig. 2 Software CSCI of the AVTE

탑재장비 초기설정을 위해 그림 3과 같이 먼저 해당되는 비행체 식별번호(호기)를 설정 및 입력하고, 각 탑재장비의 전원을 인가한다. 다음으로 초기화가 필요한 탑재장비를 선택하고 비행체 호기번호, 통신채널 및 주파수등의 주요 초기값 송신명령을 전송한다. 마지막으로 비행체 점검장비는 탑재장비에 설정된 초기값 결과를 수신 및 확인하여 전시한다. 비행체 점검장비가 비행체 각 LRU들의 초기값을 설정하면 비행체 전원이 OFF 되더라도 각 LRU는 그 값을 저장하고 있으며 지상통제장비와 연동되어 운용 시 필요한 값을 설정한다.

본 장절에서는 무인항공기 운용에 필요한 비행체 점검장비의 탑재장비 초기설정 기능 적용 범위 및 방안, 구현 시 주요 고려사항을 설명한다.

3.1.1. 영상 장비 이더넷 통신 포트 설정

무인기 탑재 영상장비는 대용량의 영상정보를 지상으로 송신하기 위해 이더넷(Ethernet) 통신을 주로 사용한다. 다수의 무인기를 동시 운용하거나 운용하는 무인기의 호기를 변경할 경우, 탑재 영상장비는 자신이 촬영한 영상정보를 사전에 정의된 이더넷 IP 및 포트에 맞게 전송하여야 지상에서 각 영상정보를 구분하여 전시할 수 있다. 개발된 무인항공기는 전방 및 후방 외부주시카메라(CCD, Charge-Coupled Devices) 2대를 운용하며 영상 전송 시 동일한 Multicast IP를 사용하고 사전에 정의된 포트번호로 구분하여 전/후방 영상을 송신한다[6]. 따라서 무인항공기의 운용모드(임무교대 및 동시통제 등)에 따라 전/후방 외부주시카메라에 적합한 포트번호 설정이 필요하며, 이를 비행체 점검장비로 구현하면 별도 외부주시카메라용 운용 지원장비를 대체할 수 있다.

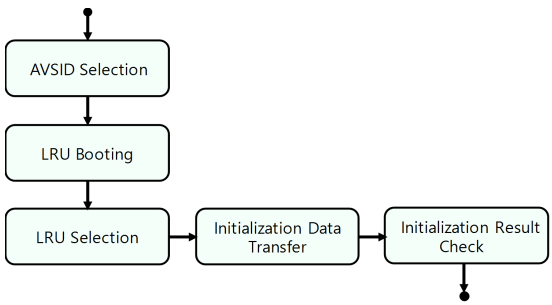

Fig. 3 Scenario of Setting Initial Values on LRUs Using the AVTE

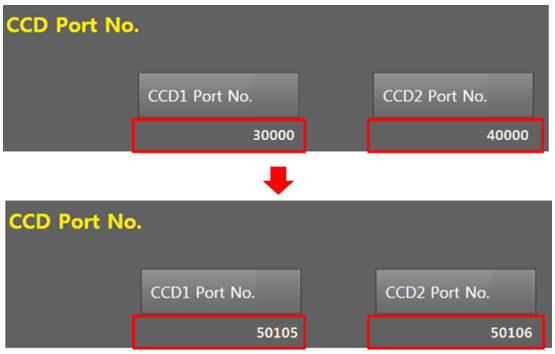

Fig. 4 AVTE Page of Setting Ethernet Port on CCD Camera

무인기와 통신을 개설하게 되면 그림 4와 같이 비행체 점검장비 화면상에 현재 무인기에 장착되어 있는 전/후방 외부주시카메라의 영상 포트번호가 도시된다. 사용자는 포트설정 변경이 필요한 외부주시카메라를 선택하고 임무에 따라 사전에 정의된 포트 번호를 입력함으로써 통신을 위한 초기설정을 수행할 수 있다.새로운 외부주시카메라 장착 혹은 다른 비행체의 장비로 교체할 경우에도 해당 초기설정을 수행한다.

3.1.2. 피아식별장비 모드 1/3 코드 설정

피아식별장비(IFF, Identification of Friend or Foe) 운용을 위해서는 모드 1, 2, 3 코드, 그리고 5 운용을 위한 PIN(Platform Identification Number) 및 NO(National Origin)를 피아식별장비에 장입하여야 한다. 특히 모드 1, 3는 특정 시간마다 코드 변경이 필요한데, 이 경우 조종사가 매 시간마다 변경된 코드를 장입하여야 하므로 임무부담이 증가하게 된다.

장시간 운용을 목적으로 하는 본 무인항공기에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 비행 전 비행체 점검장비를 통하여 XX시간에 해당하는 모드 1, 3 코드 세트(테이블)를 미리 장입 가능하도록 설계하였다. 그림 5와 같이 예상 임무 날짜 및 시간정보만 입력하면 모드 1, 3 코드의 인덱스가 입력된 시간에 맞춰 자동으로 갱신되고 사용자는 해당되는 시간의 모드 1, 3 코드값을 비행체 점검장비에 입력, 전송버튼을 인가하여 해당 코드를 장입할 수 있다.

Fig. 5 AVTE Page of Setting Mode 1/3 Code Table on IFF

3.1.3. 무전기(U/VHF) PRESET 설정

무인항공기 탑재 음성통신중계 시스템은 항공교통관제, 공역 상황 파악, 위급 상황 발생 시 전파 등을 위해 활용되며 전시 유선 통신망이 불가한 상황을 고려할 때 필수적이다[7]. 본 무인항공기 음성통신중계 시스템은 무인기 지상통제장비의 조종사와 지상 관제기구 및 다른 체공 항공기 간 초/고주파(U/VHF, Ultra/Very High Frequency) 대역 공대지/공대공 음성통신을 제공한다. 여러 지상 관제기구 및 다른 체공 항공기 간 음성통신을 위해서는 비행체와 관제기구 간 미리 약속된 주파수를 사용한다. 다양한 임무환경에서 지속적으로 변하는 주파수를 매번 조종사가 수동으로 입력하는 것은 조종사의 불필요한 임무 부하를 초래한다. 따라서 대부분의 항공기는 탑재 무전기에 임무에 할당된 주파수와 그 주파수 식별번호(PRESET Number)를 장입하고 임무 주파수 변경 시 시 조종사는 간단히PRESET 번호만 선택하는 시스템을 사용하고 있다

본 무인항공기의 경우 비행 전 비행체 점검장비를 활용하여 각 PRESET 번호와 용도, 주파수를 입력하고 해당 정보를 무전기로 전송하여 운용할 수 있도록 하였다(그림 6). 또한 한번 비행체 점검장비에 입력한 PRESET 정보는 비행체 점검장비 내부에 저장하여 운용 편의성을 증가시켰다.

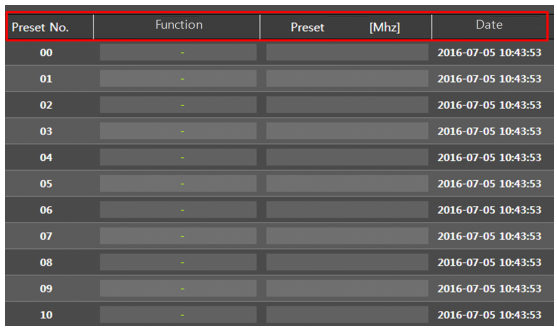

Fig. 6 AVTE Page of Setting Preset Frequency on U/VHF

피아식별장비 모드별 코드 및 무전기 PRESET 주파수와 같은 항전장비에 장입하는 초기화 데이터의 경우 비행체 점검장비에서 임무컴퓨터(MC, Mission Computer)로 초기화 데이터를 전송하고, 임무컴퓨터는 필요한 초기화 데이터를 각 항전장비에 전달한다. 이 때 비행체 점검장비를 통해 한 번에 전송하여야 하는 초기 데이터가 많으므로 데이터 송신 신뢰도 향상을 위하여 그림 7과 같은 방식을 적용하였다. 먼저 비행체 점검장비에서 "전송시작" 명령을 보내면 임무컴퓨터에서 명령에 대한 ACK 신호를 전송하여 초기화데이터 전송 시작을 허가한다. 비행체 점검장비는 초기화 데이터를 일정 크기의 테이블(Table) 단위로 분할하고 순차적으로 각 테이블을 전달한다. 비행체 점검장비는 하나의 테이블을 송신 후 임무컴퓨터로부터 "테이블 수신 ACK"를 받으면

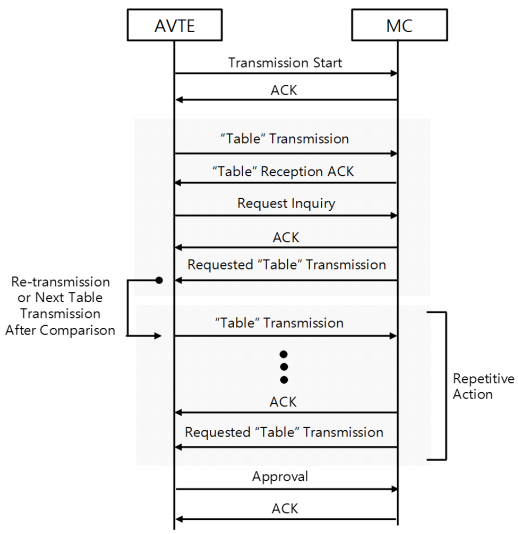

Fig. 7 Sequence Diagram of Initialzation Data Transfer Between AVTE and MC(Mission Computer)

해당 테이블의 정상 전송 여부를 판단하기 위하여 다시 “조회요청” 명령을 송신한다. 임무컴퓨터는 해당 테이블의 데이터를 비행체 점검장비로 다시 전달하고 이후 비행체 점검장비가 송/수신 테이블을 비교하여 재전송 또는 다음 테이블을 전송 여부를 판단한다. 비행체 점검장비는 모든 테이블을 같은 방식으로 전송 및 확인하고 마지막으로 “장입승인” 명령을 송신한다. 임무컴퓨터가 각 항전장비에 필요한 초기화 데이터를 장입하고 “장입승인 ACK”를 비행체 점검장비로 송신함으로써 초기화데이터 장입절차가 마무리된다.

3.1.4. 무인항공기 초기 위치 설정

복합항법장치(EGI, Embedded GPS/INS)의 자체정렬(Initial Alignment)을 위해서는 비행체의 초기 위치가 제공되어야 한다. 개발된 복합항법장치의 경우 위성항법 수신이 가능한 위치에서는 GPS안테나를 통하여 자동으로 수신된 위성항법 좌표를 초기 위치로 장입하는 기능을 보유하고 있다. 하지만 무인기 운용 간 행거와 같이 위성항법 수신 불가 환경 내 항공기가 있을 경우에도 필요시 초기 위치를 설정할 수 있도록 비행체 점검장비의 항공기 초기위치 설정기능을 추가하였다(그림 8).

3.1.5. 탑재 데이터링크 주파수 설정

탑재데이터링크 장비 주파수는 무인기가 지상통제체계와 통신을 개설할 때 지상데이터링크 장비 주파수와 반드시 일치되어야 하므로 운용자는 임무수행을 위해 할당된 임무 주파수 채널을 사전에 입력해야 한다. 본 무인항공기의 데이터링크는 1차와 2차로 구성되어 있고 1차링크의 경우 상/하향으로 구분하여 주파수 채널을 설정 및 운용하는데, 이를 그림 9와 같이 비행체 점검장비를 활용하여 구현하였다. 비행체 점검장비를 통하여 1, 2차 데이터링크 주파수 채널을 입력하면 탑재데이터링크 통제장비(ADTC, Airborne Datalink Terminal Controller)에서 각 탑재 데이터링크 장비로 해당 주파수 채널을 전달한다. 비행체 점검장비는 데이터링크 장비가 설정한 주파수 채널 정보를 수신하고 이를 전시하므로 운용자가 초기설정 결과를 확인할 수 있다. 데이터링크 운용 주파수의 경우 1회 설정하고 비행체 전원을 OFF하더라도 탑재 데이터링크 장비는 지속적으로 해당 주파수 채널값을 저장/유지하고 있다.

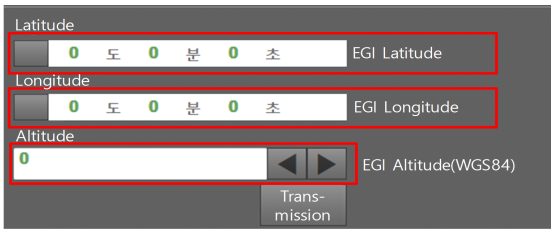

Fig. 8 AVTE Page of Setting Initial Position of Aircraft on EGI

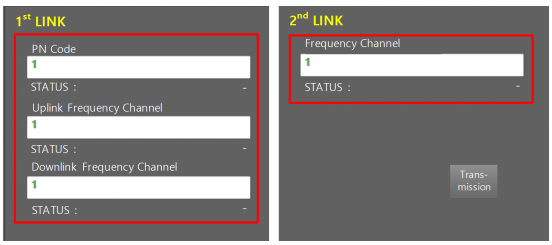

Fig. 9 AVTE Page of Setting 1st and 2nd Datalink Frequency Channel on Datalink LRUs

3.2. 탑재장비 장착 및 위치 보정

무인항공기의 정상적인 운용을 위해서는 정확한 항공기의 자세 및 위치, 전방 시현정보를 비행조종컴퓨터 및 조종사에게 전달하여 이/착륙 및 비행임무를 수행하여야 한다. 비행체 점검장비를 활용하면 별도의 추가 지원장비 없이 비행 및 임무에 필요한 항공기 주요 정보를 보정하는 기능(시스템 CSC에 구현)을 수행할 수 있다.

3.2.1. 레버암 및 보어사이트 보정

레버암(Lever Arm)은 복합항법장치로부터 수신 안테나, 그리고 항공기 Nominal CG와의 상대거리를 의미하는 것으로 복합항법장치는 안테나로부터 수신한 GNSS(Global Navigation Satellite System) 위치정보 대비 자신의 위치를 보정하여 정확한 Nominal CG 위치값을 비행조종컴퓨터에게 전달하여 준다. 레버암 보정은 비행조종컴퓨터에게 올바른 항공기의 Nominal CG 위치를 제공하여 정확한 항공기 기동을 가능하게 함으로 비행 전 반드시 수행하여야 한다.

보어사이트(Bore Sight)는 X, Y, Z축 기준으로 항공기와 복합항법장치 간 틀어진 좌표축을 보정해 주기 위해 고려하여야 하는 값이다. 복합항법장치의 경우 일정 수준 이상의 장착 오차가 발생하면 항공기 이/착륙 시 비행제어에 영향을 미칠 수 있으므로 정교한 장착오차 보정이 필요하다.

Table. 1 Description of Terminology related with Lever Arm and Boresight

ITEMS		DESCRIPTION
LEVER ARM	PTS-AS ANT(Ka)	Distance between EGI1/2 and PTS-AS ANT
	AVS CG	Distance between EGI1/2 and CG
	GNSS ANT	Distance between EGI1/2 and GNSS ANT
BORE-SIGHT	EGI1/2	Error Angle between AVS and EGI1/2 (X, Y, Z)

본 항공기는 두 대의 복합항법장치를 사용하며 운용 모드에 따라 착륙 시 DGNSS 및 PTS(Precision positioning Tracking System) 등의 보정항법을 적용하므로 그림 10과 같이 비행체 점검장비를 이용하여 사전에 측정된 보정값들을 입력 및 전송함으로써 복합항법장치 레버암 및 보어사이트 보정을 수행할 수 있다. 또한 자신의 정확한 위치가 필요한 임무 및 데이터링크장비들의 경우 항공기 Nominal CG 대비 각 장비의 위치 오차값을 비행체 점검장비를 통해 입력함으로써 보정할 수 있도록 하였다.

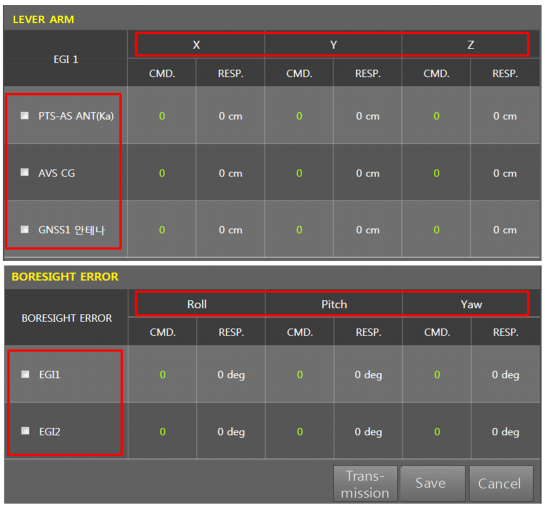

Fig. 10 AVTE Page of Setting Lever Arm and Boresight on EGI to compensate for the intial position errors

3.2.2. 외부주시카메라 중심점 보정

무인항공기의 외부주시카메라는 현 임무 및 비행 상황을 조종사에게 시각적으로 제공하는 주요 기능을 수행하므로 정확한 항공기 Pitch, Roll, Yaw값의 시현을 위해 외부주시카메라 영상의 중심점이 항공기의 기축과 반드시 평행하여야 한다. 하지만 외부주시카메라의 좁은 시야각으로 인해 외부주시카메라의 미세한 장착 오차에 의해서도 실제 조종사가 바라보는 영상 중심이 항공기 기축과 크게 틀어져 보일 수 있다. 특히 이륙 및 착륙 시 조종사에게 중요한 정보는 Pitch인데 일반적으로 항공기가 지상에 있을 때 항공기 기축은 Pitch 방향으로 지평선과 평행하지 않아 외부주시카메라 장착 정확도를 보장하기 어렵다. 이를 보완하기 위하여 복합항법장치로부터 수신한 현재 항공기 Pitch값을 고려한 적색의 Pitch 기준선(지평선과 평행)을 비행체 점검장비 화면상에 도시하였다(그림11). 이를 통해 외부주시카메라 장착 시 비행체 점검장비에 도시된 Pitch 기준(중심)점과 실제 지평선을 일치시켜 장착 정확도를 크게 향상시킬 수 있다. 더불어 장착 시 외부주시카메라의 Roll 방향 장착 정확도를 높이기 위하여 복합항법장치로부터 제공받은 현재 항공기의 Roll값도 전시하여 동시에 보정 가능하도록 하였다.

3.3. 임무영상 및 주요고장목록 다운로드

무인항공기가 임무 중 특이사항이 발생하거나 비상상황으로 인한 기지귀환 시 무인기의 정확한 상태 및 고장 원인을 파악하는 것은 매우 중요하다. 본 무인기체계에서는 임무컴퓨터나 비행조종컴퓨터와 같은 비행 필수장비들의 정비고장목록(MFL, Maintenance Fault List)과 비상시의 상황을 확인할 수 있는 임무 영상을 비행체 점검장비(점검 및 연동 CSC에 구현)를 이용하여 손쉽게 다운로딩하도록 설계하였다. 비행체 점검장비는 비행체와 통신 개설 후 주요 임무영상 및 고장목록을 저장하고 있는 장비에 다운로드 명령을 내리고, 각 탑재장비는 비행체 점검장비의 명령에 따라 비행체 점검장비로 데이터 출력기능을 수행한다. 이를 통하여 사용자는 별도의 지원 장비 및 케이블 없이 주요 영상 및 고장목록을 획득할 수 있다.

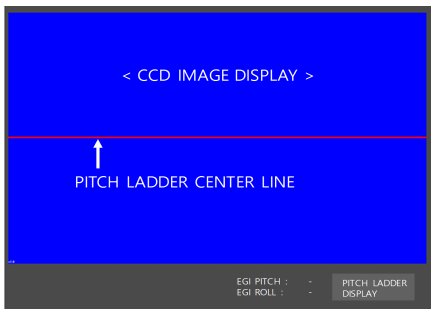

Fig. 11 AVTE Page of Displaying Pitch Ladder Center Line on CCD image

Ⅴ. 결 론

본 논문에서는 무인항공기 운용 시 필수적으로 요구되는 여러 기능을 비행체 점검장비 내 설계 및 구현하여 비행체 점검장비의 무인기 운용 지원 목적으로의 활용 가능성을 보였다. 비행체 점검장비의 주요 기능인 탑재장비 점검 이외에 항공기 운용 측면에서 영상, 항법, 항공전자 및 데이터링크 탑재장비 초기 설정, 항공기 주요 정보 정확도 향상을 위한 탑재장비 보정 및 임무영상과 고장이력 다운로딩 기능을 구현하여 현재 무인기 체계에 적용 및 검증하였다. 본 논문에서 제시한 비행체 점검장비 설계 방안을 활용하여 향후 타 무인기 체계에 적용 시 다수의 운용 지원장비를 대체하여 개발 비용 및 인력운용을 줄이고 사용자 편의성을 크게 향상 시킬 수 있을 것으로 기대한다.

REFERENCES

[1] E. K. Go, “Design and Verification for Air Vehicle Test Equipment,” *Avionics Systems Symposium Korea*, Gyeongju: GJ, Jul. 2016.

[2] H. K. Kim, J. S. So, J. W. Hyun, H. G. Bak, L. S. Shin, and J. K. Bae, “Development of air vehicle test equipment for optionally piloted vehicle,” in *Proceeding of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences Fall Conference, Jeju:JJ*, pp. 834-835, Nov. 2019.

[3] E. K. Go, W. G. Lee, Y. H. Song, and K. H, Park. Integrated Test Apparatus for Onboard Equipment of Military Unmaned Aerial Vehicle, KR Patent 10-2124501, to ADD, Patent Office, Seoul, 2020.

[4] IEEE 802.3, *IEEE Standard for Ethernet*, IEEE, Park Avenue, NY, 2002.

[5] S. E. Kwon, “A Study on Air Vehicle Test Equipment for Unmanned Aerial Vehicle,” *J. Adv. Navig. Technol.*, vol. 24, no. 4, pp. 251-260, Aug. 2020.

[6] M. H. Jung, “Design of Real-time Video Acquisition for Control of Unmanned Aerial Vehicle,” *J. Adv. Navig. Technol.*, vol. 9, no. 2, pp. 131-138, May. 2020.

[7] I. Moir and A. Seabridge, *Military Avionics Systems* ch. 1-2, pp. 32-104, 2006.

송용하(Yong-Ha Song)

2014 한국과학기술원 전자공학과(공학박사)
2014~2016 UIUC PostDoc
2016~현재 국방과학연구소 선임연구원
※관심분야 : 항공전자, AI

고은경(Eun-Kyoung Go)

2002 인하대학교 전자공학과(공학석사)
2002~2003 한국전자통신연구원 연구원
2006~현재 국방과학여구소 선임연구원
※관심분야 : 신호처리, 항공전자

권상은(Sang-Eun Kwon)

2013 한국과학기술원 전산학과(공학석사)
2013~현재 국방과학연구소 연구원
※관심분야 : 항공전자장비, 자동화, 정보통신 보안