

미래형 항공기체(AAV)용 전자지도 아키텍처 설계 연구

Design Study of Digital Map Architecture for AAV

최경철* · 김지훈 · 최낙민 · 백경훈

LIG Nex1 항공연구소

Kyung-Chul Choi * · Ji-Hun Kim · Nak-Min Choi · Gyong-Hoon Baek

Aerospace R&D Lab, LIG Nex1, Daejeon 34127, Korea

[요 약]

미래형 항공기체 (AAV; advanced air vehicle)에 탑재될 전자지도 컴퓨터는 고성능, 저중량, 이식성, 모듈화가 요구된다. 전자지도 컴퓨터는 지형, 날씨, 장애물 등의 데이터를 외부 모듈로부터 수신하여 전자지도를 시현 하는 기능을 갖추어야 한다. 이를 위해 Ethernet 인터페이스를 통한 외부 장비와의 통신 기능과 HDMI (high-definition multimedia Interface), DVI (digital visual interface) 같은 인터페이스를 통해 전자지도 영상 송출 기능을 포함해야 한다. 본 논문에서는 AAV용 전자지도의 기능과 요구사항을 기본적으로 충족하는 하드웨어와 소프트웨어 아키텍처 설계를 제안하였다. 또한, 설계된 전자지도 컴퓨터의 연산 처리 성능을 측정하여 AAV 용 전자지도 컴퓨터로서의 적합성을 검증하였다.

[Abstract]

The digital map computer for advanced air vehicles (AAV) must be high-performance, lightweight, portable, and modular. It should receive data on terrain, weather, and obstacles from external modules to display digital maps accurately. This necessitates robust communication capabilities with external devices via an Ethernet interface and the ability to output digital map visuals clearly through a high-definition multimedia Interface (HDMI) or digital visual interface (DVI) interface. This paper presents the design of both hardware and software architecture that fulfills these critical requirements for an AAV digital map system. Additionally, it establishes the minimum specifications needed and verifies the suitability of the designed digital map computer through rigorous performance measurements and testing. By ensuring these standards, the digital map computer can reliably support the complex navigational needs of AAV, enhancing operational efficiency and safety.

Key word : Advanced air vehicle, Avionics, Digital map computer, Electric vertical take-off and landing, Operation flight program.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2024.28.4.393>



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 26 July 2024; Revised 27 August 2024

Accepted (Publication) 29 August 2024 (30 August 2024)

*Corresponding Author, Kyung-Chul Choi

Tel: *** - **** - ****

E-mail: kyungchul.choi@lignex1.com

I. 서론

전기 수직 이착륙기 (eVTOL; electric vertical take-off and landing)의 미래형 항공기체 (AAV; advanced air vehicle)는 차세대 항공 교통수단으로 주목받고 있다. AAV는 주로 도심에서 운용함에 따라 기체를 지형지물에 비행하여 발생하는 CFIT (controlled flight into terrain) 사고 위험이 매우 크다. 사고를 줄이기 위한 핵심 장비는 전자지도 장비이고, 사고의 49%는 전자지도 장비의 오작동이나 부재로 발생하며 전자지도 장비의 도입으로 CFIT 사고의 위험을 줄일 수 있고 IATA(international air transport association)에서 전자지도 장비 도입을 권고하고 있는 만큼 고성능의 전자지도 장비의 개발이 필요하다 [1]-[2]. 이에 따라 AAV에 탑재될 전자지도 컴퓨터는 고성능, 저중량으로 설계되어야 하고, AAV 형상은 확정되지 않음을 고려하여, 이식성이 높으며 모듈화 및 소형화로 구성되어야 할 것으로 예상된다[3]. 또한, 지형, 날씨, 장애물 등 시현에 필요한 데이터를 수신하기 위한 외부 장비와의 통신 기능을 갖추고, 수신한 데이터를 바탕으로 전자지도도를 시현 하여 영상을 제공해야 한다.

본 논문은 이러한 요구도를 충족하고 AAV에 탑재하기 위한 고성능 및 모듈형의 전자지도 컴퓨터 아키텍처를 제안한다. 2장에서는 전자지도 컴퓨터의 주요 요구도와 이를 만족하는 모듈화된 하드웨어 아키텍처 설계 및 하드웨어 구성과 성능 및 특성에 대해 제안하며, 향후 확정될 AAV 형상에 쉽게 이식될 수 있도록 설계하였다. 3장에서는 외부 장비와 연동하여 비행에 필요한 데이터를 수신하고 이를 바탕으로 전자지도도를 시현 하는 구조를 가진 소프트웨어를 설계하였고, 소프트웨어의 운용 환경과 설계된 소프트웨어의 각 CSC (computer software component) 별 구조와 기능에 대해 진행한다. 4장에서는 설계한 하드웨어와 소프트웨어 구조의 성능을 평가하기 위해 화면에 시현해야 할 데이터에 대한 테스트 케이스를 정의하고, 각 테스트 케이스에 해당하는 데이터들을 송신 및 수신을 통해 CPU(central processing unit)과 메모리 사용률, 화면 주사율을 측정하여 성능 평가를 진행하며, AAV용 전자지도 컴퓨터로서 적합한지 검증한다. 5장에서는 설계한 전자지도 컴퓨터에 대해 결론을 내린다.

II. HW

2-1 HW 개요

AAV용 전자지도 컴퓨터는 비행 간 외부 항공전자 장비와의 연동이나 사용자의 입력으로부터 수신한 데이터들을 전자지도에 시현 하는 기능을 수행한다. AAV에 탑재될 전자지도 컴퓨터는 기존의 회전익과 고정익 항공용 전자지도 컴퓨터와 다르게 모듈화, 저중량, 저전력 및 고성능을 고려하여 설계하였다. 또한, 타 항공전자 장비와 Ethernet을 통한 데이터 송/수신인터

페이스와 영상 출력을 위한 HDMI(high-definition multimedia interface) 인터페이스를 적용하여 설계하였다.

2-2 전자지도 컴퓨터 주요 요구도

AAV용 전자지도 컴퓨터는 다음 표 1의 주요 요구도를 만족시킬 수 있도록 설계되었다.

2-3 전자지도 컴퓨터 성능 및 특성

AAV용 전자지도 컴퓨터의 성능, 특성은 표 2와 같다.

표 1. AAV용 전자지도 컴퓨터 주요 요구도

Table 1. Hardware requirement for AAV digital map.

Type	Requirement
Display	The digital map computer must output one channel of video at a resolution of 2560x1024@60Hz and three channels of video at a resolution of 1280x720@60Hz for the display.
Navigation	The digital map computer must have the capability to receive and display modified flight plan data according to the operator's commands.
	The digital map computer must have the capability to receive and display operational data during flight.
Environment	The digital map computer must have the capability to display the waypoints of a selected flight plan according to the operator's commands.
	The digital map computer must generate graphics using the device driver and graphic library provided for OpenGL SC.
Power	The digital map computer must remain undamaged even if the power supplied from an external source is unexpectedly cut off.

표 2. AAV용 전자지도 컴퓨터

Table 2. AAV digital map performance and feature.

Category	Performance and Feature
Functional	Main Requirements Display on a 2D/3D digital map. 4-Channel video output High-resolution video output using an HDMI interface.
	Operation System Cent OS
Physical	Dimension 100 ± 1.0 mm x 171 ± 1.0 mm x 24 ± 1.0 mm (Width x Height x Depth)
	Weight ≤ 500 g
Interface	Power Dissipation +12VDC(internally +5VDC, +3.3VDC, +1.8VDC, and +1VDC)
	Communication Interface Gigabit Ethernet, 1000 Base-T Ethernet
	Video Interface HDMI
	Discrete / UART 28 V / OPEN

2-4 전자지도 컴퓨터 구성

전자지도 컴퓨터 모듈의 크기는 Open VPX 3U 규격에 맞춰 설계를 진행했으며, Ethernet을 통해 외부 장비 또는 내부 통신을 하고, HDMI를 통해 생성된 2D/3D의 전자지도 영상을 외부로 송출한다. 전자지도 컴퓨터 모듈은 인텔 CPU를 사용하며, 16GB DDR4 시스템 메모리, 32MB NOR Flash, 552GB NVMe SSD를 적용하였다. 영상 송출을 위한 4채널의 HDMI를 적용했으며, 전송속도 및 케이블 길이에 따른 최적의 신호 튜닝을 위한 Retimer를 적용하였다. 그리고, Ethernet, UART, SATA 등의 I/O 인터페이스를 제공한다. 다음 그림 1은 전자지도 컴퓨터 형상(안) 이고, 그림 2는 전자지도 컴퓨터 블록도 이다. 모듈 간 통신 구조는 Gigabit Ethernet을 통해 외부 장비인 SCM (safety critical module)과 통신을 하며 비행 간 시현 할 비행 데이터, 2D/3D 화면에 시현 될 데이터들을 수신하고, 전자지도 컴퓨터의 BIT(built in test) 결과를 송신한다. 해당 모듈은 AAV 기체 내 다양한 환경조건에서 가동이 가능하도록 Rugged 형태의 구성을 가진다.

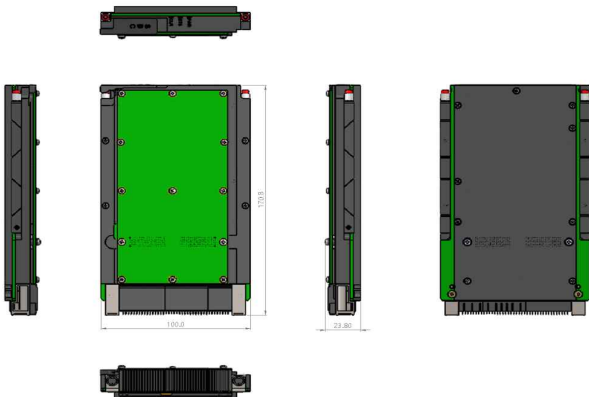


그림 1. AAV용 전자지도 컴퓨터 형상(안)
Fig. 1. Digital map computer configuration for AAV(Draft).

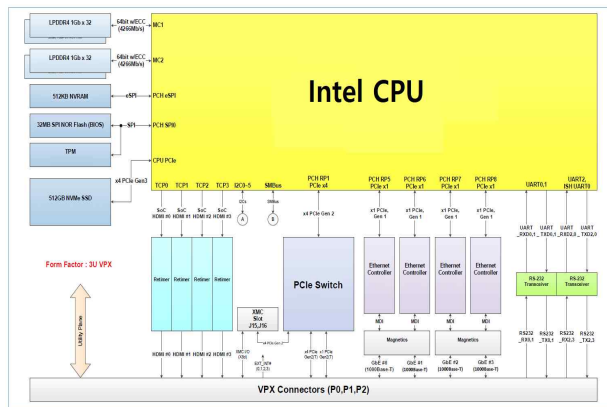


그림 2. AAV용 전자지도 컴퓨터 블록도
Fig. 2. Digital map computer block diagram for AAV.

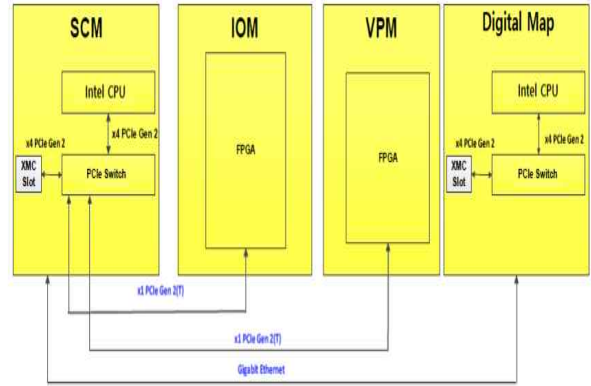


그림 3. AAV용 전자지도컴퓨터 외부 모듈 구성
Fig. 3. Digital map computer block diagram with external module.

III. SW

3-1 SW 개요

AAV용 전자지도 소프트웨어는 비행 간 운영 되는 전자장비와의 연동 및 사용자의 입력을 받아 수행한다. Ethernet 인터페이스로 기체의 EGI (embedded GPS/INS) 장치를 통해 위치 정보를 획득하여 현재의 위치를 도시하고 현 위치 대비 지형 데이터와 비교하여 경고 기능을 포함한다. AAV용 전자지도 시스템은 독립 HW 구성으로 타 플랫폼에 이식할 수 있으므로 그에 따라 SW 구성 역시 기체 내 디스플레이 장비 내 연동이 가능한 구조로 구성되었다. 본 논문에서 설계에 반영된 전자지도의 AAV 내 구성은 그림 4와 같으며 사용자인 조종석 화면을 구성하는 MC(mission computer)와 연동하여 비행 정보 및 입력 정보를 송수신한다. 2채널로 구성되어 3D 전자지도와 2D 전자지도를 HDMI 인터페이스를 통해 출력하고 해당 출력 해상도를 가변으로 설정할 수 있도록 구성한다. 그 외 데이터 송수신은 Ethernet 패킷을 사용하고 AAV에 사용 제어 명령어로 수행되는 기능은 아래와 같다[4].

- ◆ 3D/2D 전자지도 화면 전환
- ◆ 현재 항공기 위치 표시
- ◆ 비행계획 시현
- ◆ 장애물/지형 충돌 경고 표시
- ◆ 사용자 Symbol 정보 표시
- ◆ 항공기 자세값 연동
- ◆ BIT 수행

3-2 SW CSC 구조 및 기능

AAV용 전자지도 컴퓨터 소프트웨어 CSCI (computer software configuration item)를 그림 5와 같이 구성된다.

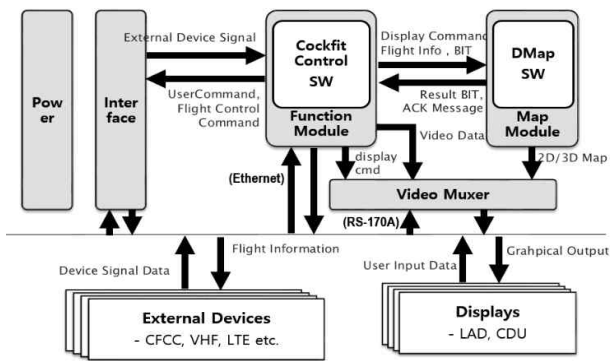


그림 4. AAV용 항공전자 시스템 내 연동 구성도
 Fig. 4. Digital map computer signal interface with AAV.

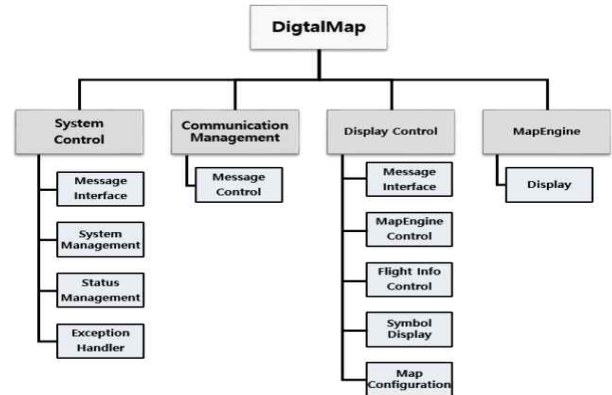


그림 6. AAV용 전자지도 컴퓨터 소프트웨어 구성도
 Fig. 6. Digital map computer block diagram for AAV.

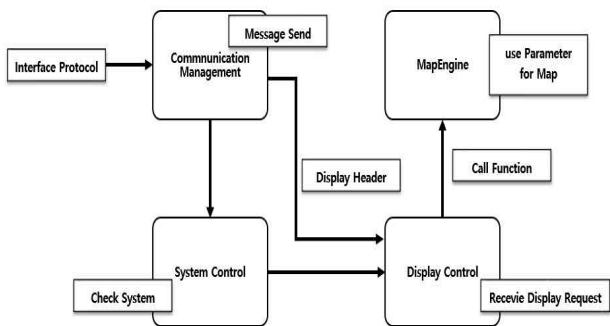


그림 5. AAV용 전자지도 컴퓨터 소프트웨어 모듈 기능 구성
 Fig. 5. Digital map module network for AAV.

다양한 플랫폼에 적용될 수 있도록 각 CSC (computer software component)는 독립적인 프로세스로 동작한다[5]. 4개의 CSC는 각 장비 시스템 관리, 외부 연동, 시현 관리, Map Engine 엔진으로 구성되고, 각 CSC는 각 고유의 기능만 수행하며 종속성 없이 각각 함수의 호출 형태로 Ethernet을 통해 명령어를 전달한다. 내부 연산을 위한 CSC는 아래와 같으며 다음의 기능을 수행한다.

- System control CSC: 시스템 HW 컴포넌트 레벨에서의 오류 모니터링, 프로세스별 Fault 발생 시 예외 처리, 동작 주기 설정으로 운영 제어, BIT 수행.
- Communication management CSC: 외부 장치와 연동을 위한 소켓 클래스 운영, 운영 플랫폼에 따른 ICD 해석 및 지도 시현 메시지 분배.
- Display control CSC: Map engine으로 시현 요청, 비행 정보인 항로 점, 항공기 자세 등 데이터 구조 계산 및 저장, 장애물 정보, 임의 Symbol 추가 시 데이터 저장, 전자지도 시현 레이아웃 구성 XML 관리.
- Map engine CSC: 시현 요청을 처리, 라이브러리 형태로 호출 서비스 제공.

3-2-1 Communication management CSC

외부 모듈과 인터페이스를 위해 Socket 통신으로 기본 구성한다.

3-2-2 System control CSC

전자지도 시스템을 제어하기 위해 System control CSC는 3개의 Manager로 구성되어 있으며 라이브러리인 Manager engine을 활용하여 구성한다. 각 Manager는 타 CSC 프로세스들과 소켓 통신을 통해 제어 명령어와 상태를 송수신한다. 각각의 역할은 다음과 같다.

- Message interface: Display control CSC, Communication management와 통신을 통해 데이터를 송수신하며, 필요한 데이터들을 중계한다. BIT 명령어, MC 상태 값을 수신한다. UDP 통신 서비스를 사용하며 각 Process와 통신과 필요한 작업을 수행하는 서비스들이다.
- Exception handler: 외부로부터 받은 데이터 중 System mode 변경 결함 발생 시 전자지도의 상태를 변경하고 필요한 제어를 수행한다. 각 서비스는 1Hz부터 100Hz까지 타이머에 의해 동작하는 Time-triggered handler를 지원하고 즉시 처리될 수 있는 이벤트 타입 Trigger를 포함한다.
- Status management: 전자지도 시스템의 전반적인 상태를 모니터링하고 발생하는 Fault를 감지하고 관리한다. 필요한 서비스들은 현 시스템의 상황을 모니터링하고, 데이터들을 수집하며 필요시 Fault-handling을 수행하는 서비스 요청을 수행한다.
- System management: Manager engine 라이브러리를 기반으로 하여 Message interface, Status management, Exception handler를 구현하였다. System management에서는 메시지 기반 처리를 위한 Message-triggered engine part와 실시간 작업을 위한 Time-triggered engine part로 구성된다.

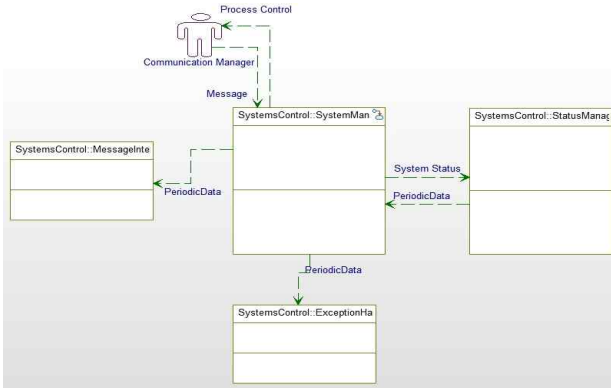


그림 7. System control CSC 구성도
Fig. 7. Block diagram for system control CSC.

3-2-3 Display control CSC

Display control CSC는 AAV 운용 간 비행 정보를 2D와 3D 전자지도를 통해 조종사에게 필요한 화면을 제공한다. 외부 연동을 통해 자 항공기 자세 정보, 항법 정보 등의 스트림 데이터를 수신하여 지도 화면상에서 시현과 관련 정보를 처리한다.

- Display control: 화면상의 지도 시현을 Map engine을 통해 호출하며 타 CSU로부터 시현 요청 데이터를 수행함.
- Message interface: Communication management CSC로 수신 받은 지도 명령어 수신, 시현 결과 확인 메시지 송신하며 인터페이스는 UDP, UDS(unix domain socket)를 사용하며, 데이터링크와 같은 외부 장치 연동.
- Flight info control: 비행계획, 항법 정보 등을 선형 계산하여 데이터 구조화.
- Symbol display : 장애물, 지형지물 대상, 공항을 시현 하기 위한 오브젝트들의 데이터 구조화.
- Map configuration : 전자지도의 구성 Layout을 정의하고 내부의 설정 정보들을 데이터베이스화하고 적용할 AAV의 기체 요구도에 따라 화면 구성을 적용.

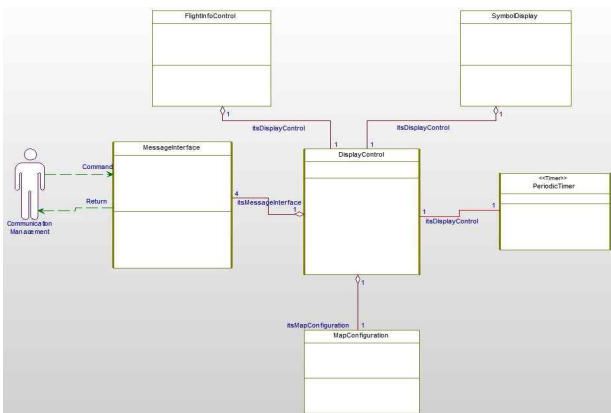


그림 8. Display control CSC 구성도
Fig. 8. Block diagram for display control CSC.

3-3 요구 성능 설정

AAV용 전자지도 컴퓨터 시스템은 기존의 한국군에서 사용되는 기동헬기용 전자지도 컴퓨터를 활용하여 사용 시 최소치 요구사항은 아래 표 3과 같다. 온도의 경우 장비가 운용 시간혈적으로 최대 +71℃까지 동작할 수 있어야 하며 항공전자 장비 내 소모 전력을 고려 하여 340W 이하로 전류와 전압을 사용해야 한다. 기존 다기능시현기 (MFD; multi function display) 에서 활용 시 HD 해상도 이상 시현이 필요하며, 장비 내 각 프로세스 운용 시 80% 이하의 메모리 사용율, CPU의 점유율은 80% 이하로 유지 해야 한다. 해당 전자지도의 화면 갱신율은 사용자가 정상적으로 인식할 수 있는 25 Frame을 상회 해야 한다 [6].

IV. 제작 및 측정 결과

AAV용 전자지도 컴퓨터 시스템의 성능 요건을 시험하기 위해 최소한의 조건으로 시현 할 수 있는 디스플레이와 이를 연동하기 위한 테스트 Backplane 과 이를 제어하기 위한 테스트 케이스이다. 시험을 위해 그림 9와 같이 본 논문에서 기술한 모듈을 구현하였으며 LAD(large area display) 해상도인 2560 x 1024 환경에서 시험을 구성하였다. 해당 시험의 비교군으로 헬기탑재용 전자지도 시스템의 회로카드조립체 중 그래픽 출력 모듈구성으로 체계 내 신호처리를 제외 한 시험 세트를 구성 하였다.

시험은 구현된 전자지도 컴퓨터 소프트웨어의 성능 평가를 위해 Symbol 정보를 화면상에서 구성 시 개 수에 따른 평균 FPS(frames per second)를 측정하였다. 평균 FPS은 현재 시각을 기준으로 이전 시간과의 차이값을 구해 해당 값을 ms의 단위만큼 나눈다. 또한 CPU 사용률을 구하기 위해 전자지도의 각 프로세스가 동작 시와 유힬 시간 사이의 차를 구해 전체 값의 변화량에서 Idle 값의 변화량을 활용하여 CPU 사용률 구한다. Memory 값의 경우 동작 OS인 Linux의 명령어 중 SAR 명령어를 통해 실사용률을 구한다. 해당 CPU와 Memory의 경우 FPS를 측정하는 지점을 기준으로 측정한다.

표 3. AAV용 전자지도 컴퓨터 성능 요구치 설정

Table 3. Requirement of digital map for AAV.

Item	Comparison Requirement	AAV Requirement
Power Usage	< 340 W	< 48 W
Resolution	> 1024 x 768 (HD)	> 2560 x 1024
Memory Usage	< 80%	
CPU Usage	< 90%	
Display Frame Rate	> 25 Frame	

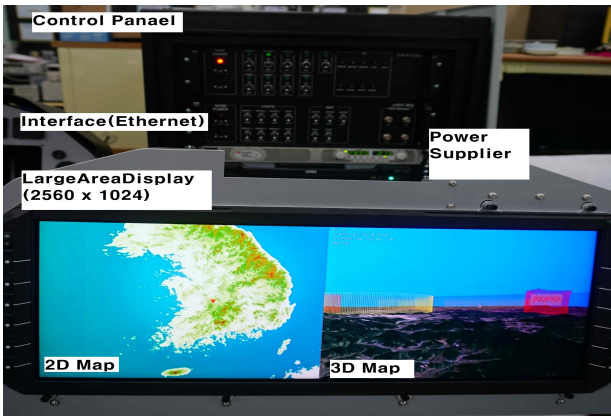


그림 9. AAV용 전자지도 컴퓨터 성능 평가를 위한 시험 환경
 Fig. 9. Test environment for execution performance for digital computer.

표 4. 전자지도 소프트웨어 FPS 측정 및 비교 결과

Table 4. Test result of frame rate for AAV digital map.

No.	Test Case	AAV Result (FPS, Avg)	Comparison A Result (FPS, Avg)
1	Flight Plan x1	111~115 (114)	39~41(40)
2	Flight Plan x10	112~115 (113)	38~40(39)
3	Flight Plan x100	101~112 (110)	30~33(32)
4	Flight Plan x1000	90~101 (99)	25~27(26)
5	Obstacle x1	112~117 (116)	39~41(41)
6	Obstacle x10	112~116 (114)	40~41(40)
7	Obstacle x100	102~113 (112)	32~33(33)
8	Obstacle x1000	92~100 (93)	26~28(27)
9	Flight Plan x 1 + Obstacle x1	113~115 (114)	38~42(40)
10	Flight Plan x 10 + Obstacle x10	111~112 (112)	38~41(39)
11	Flight Plan x 100 + Obstacle x100	102~105 (104)	30~32(31)
12	Flight Plan x 1000 + Obstacle x1000	78~81 (79)	5~18(14)

표 5. AAV용 전자지도 소프트웨어 CPU/Memory 사용량 측정 결과

Table 5. Test result of CPU/MEM usage for AAV digital map.

No.	Test Case	AAV Result (CPU / MEM)	Comparison A Result (CPU / MEM)
1	Flight Plan x 1	7% / 65%	7% / 64%
2	Flight Plan x 10	8% / 66%	8% / 64%
3	Flight Plan x 100	13% / 65%	9% / 65%
4	Flight Plan x 1000	19% / 66%	40% / 66%
5	Flight Plan x 1 + Obstacle x 1	7% / 66%	6% / 64%
6	Flight Plan x 10 + Obstacle x 10	9% / 65%	10% / 65%
7	Flight Plan x 100 + Obstacle x 100	14% / 67%	32% / 67%
8	Flight Plan x 1000 + Obstacle x 1000	20% / 66%	50% / 68%

표 4는 제작된 시스템의 성능 평가 항목 중 FPS 측정 결과를 정리하였다. 각 테스트 케이스 별로 해당 시스템의 부하를 유도하기 위해 Symbol 오브젝트 정보를 추가하였다. 수량이 1,000개 이하일 때 일반적으로 성능 저하 없이 사용이 가능하나 각각 다른 Symbol 오브젝트를 1,000개 이상 사용 시 평균 FPS 하락 폭이 크게 발생한다. 표 5는 Symbol 오브젝트 변경에 따른 각 테스트 케이스 별 CPU 및 Memory 사용량에 관한 결과를 정리하였다. 앞선 FPS 시험 결과와 유사한 성능 결과를 가지는 것을 볼 수 있다. 기존의 한국군에서 운용되는 전자지도 시현 성능은 초당 35프레임, 80% 이하 CPU 점유율[7]을 평균적으로 시현 하고 있으나 제안된 시스템에서 일반적인 비행 운용 상황에서 100프레임을 상회 하는 마진율을 가지고 있어 추가되는 기능 요구사항을 수용할 수 있는 점은 기존의 한국군에서 운용되는 기동헬기 전자지도 대비 기대 요구치가 높다.

V. 결 론

본 논문에서는 AAV에 적용할 수 있는 모듈형 전자지도 컴퓨터에 대해 제안하였다. 3U VPX 타입의 SBC 방식으로 HW를 구성하여 항공전자 장비에 패키지 형태로 구성할 수 있도록 설계하였다. SW는 종속성을 배제하여 CSCI 구조를 설계하고 항공기용 전자지도 구성 시 기본 사항으로 2D/3D 지도, 비행경로, 지형지물 대상을 구성하였다. 해당 시스템의 성능을 평가하기 위해 오브젝트들의 수를 늘려 시현 함으로써 FPS와 CPU 사용률을 표 4와 표 5를 통해 측정하였다. 본 논문에서 설계 및 구현된 AAV용 전자지도 컴퓨터는 향후 적용될 다양한 AAV의 플랫폼의 요구에 맞추어 기체에 전자지도 기능을 제공할 수 있는 연구로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

Acknowledgments

이 연구는 2024년도 산업통상자원부 및 산업 기술 평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(20024332)

References

- [1] B. K. Cha and J. S. Cha, "Analysis of global AAV development trends and key specifications" in *The Korean Society for Aeronautical & Space Sciences*, Jeju Island; Korea, pp. 928-929, Apr. 2024. Retrieved from <https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE11813941>.
- [2] International Air Transport Association, IATA controlled flight into terrain accident analysis report, Montreal,

- Canada, 2023. Retrieved from <https://www.iata.org/contentassets/06377898f60c46028a4dd38f13f979ad/cfit-report.pdf>.
- [3] B. -S. Lee, J. -Y. Yun and H. -Y. Hwang, "Flight range and time analysis for classification of eVTOL PAV," *Journal of Advanced Navigation Technology*, Vol. 24, No. 2, pp. 73-84, Apr. 2020. DOI: <https://dx.doi.org/10.12673/jant.2020.24.2.73>.
- [4] S. -W. Kim, B. -H. Lee, W. H. Chang and W. -S. Oh, "Design and verification of built in test for KUH" *The Korean Society for Aeronautical & Space Sciences*, Vol. , No. 7, pp. 623-628. Jul 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5139/JKSAS.2012.40.7.623>.
- [5] H. S. Park, C. -J. Jung, S. -H. Hwang, Y. -I. Kim and S. -H. Kim, "Study on detail design of digital map display software for KUH(korean utility helicopter)," in *The Korean Society for Aeronautical & Space Sciences and Fall Conference*, Young-Pyong; Korea, pp. 1562-1565, Nov 2010. Retrieved from <https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE01580461>.
- [6] J. L. Kent, *Psychedelic Information Theory: Shamanism in The Age Of Reason*, 1st Ed, South Carolina: Createspace, 2010.
- [7] S. -H. Hwang, C. -J. Jung, H. S. Park, and S. -H. Kim, "Study on design of integrated digital map computer for KUH(korean utility helicopter)," in *The Korean Society for Aeronautical & Space Sciences*, Pyeongchang: KR, pp. 1550-1553, Apr. 2010, Retrieved from <https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE01580458>.



최 경 철 (Kyung-Chul Choi)

2015년 08월: 경상대학교 융합소프트웨어학과 (공학석사)
 2016년 09월 ~ 2019년 08월: 아피아엔지니어링 연구원
 2020년 01월 ~ 2022년 04월: 한컴MDS 과장
 2022년 05월 ~ 현재: LIG넥스원 항공연구소 선임연구원
 ※ 관심분야 : 전자지도, 항공전자, 임베디드 모듈화



김 지 훈 (Kyung-Chul Choi)

2022년 01월: 계명대학교 컴퓨터공학과 (공학사)
 2023년 08월 ~ 현재: LIG넥스원 항공연구소 연구원
 ※ 관심분야 : 전자지도, 항공전자, 임베디드 소프트웨어



최 낙 민 (Nak-min Choi)

2009년 02월 : 충남대학교 컴퓨터공학과 (공학사)
 2011년 02월 : 충남대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)
 2011년 01월 ~ 현재 : LIG넥스원 항공연구소 수석연구원
 ※ 관심분야 : 항공전자, 임베디드 소프트웨어



백 경 훈 (Gyong-Hoon Baeki)

2002년 02월 : 한국과학기술원 기계공학과 (공학사)
 2002년 01월 ~ 2016년 05월 : ㈜도담시스템 수석연구원
 2016년 09월 ~ 현재 : LIG넥스원 항공연구소 수석연구원
 ※ 관심분야 : 항공전자, 임베디드 소프트웨어