

가변형 전술 시뮬레이터 적용을 위한 음향 재생 시스템 구현

Implementation of the Aural Cueing System(ACS) for Applying the Reconfigurable Tactical Flight Training System(RTT)

홍승범*, 안동만*, 지민석*

Seung-Beom Hong*, Dong-Man Ahn*, and Min-Seok Jie*

요 약

본 논문은 가변형 전술 훈련용 시뮬레이터(RTT)의 통합형 음향 재생 시스템(ACS)을 설계하고 구현한 논문으로 6대의 헬기인 UH-1H, UH-60, AH-1H, 500MD, BO-100, 그리고 CH-47 등이다. RTT는 군 조종사가 전장 상황에 따라 다양한 비행 및 전술 훈련을 위한 것으로 네트워크를 통해 다양한 기종의 시뮬레이터를 연동하는 시뮬레이터이다. ACS는 호스트 서버로부터 수신된 명령을 기반으로 저장된 사운드를 반복적으로 재생하고 볼륨과 피치 등을 취급한다. 본 논문에서는 ACS시스템의 개념 설계와 상세 설계에 대하여 설명하고 구현한다. 성능 평가를 위해 가상 호스트와 ACS 시스템간의 연동을 위한 모니터링 시스템을 통한 성능 확인을 하였다.

Abstract

In this paper, it has designed and developed the integrated aural cueing system(ACS) system of the reconfigurable tactical Flight Training System(RTT) for the 6 rotorcraft such as UH-1H, UH-60, AH-1H, 500MD, BO-100, and CH-47. RTT is an evolving alternative instructional training system to provide the ability to rehearsal and collectively train, through networked simulators in a unit-collective and combined arms simulated battlefield environment. ACS handles the volume, pitch and repetition of the digitally stored sounds based on commands it receives from the Host server. This paper explained and implemented the conceptual and detail design the ACS system. In order to evaluating the performance of the ACS system, we made the monitoring system for interworking the virtual Host and the ACS system. As the result, it was confirmed the good performance.

Key words : Reconfigurable Tactical Flight Training Simulator(RTT), Aural Cueing system(ACS), OpenGL, DirectX

I. 서 론

가변형 전술 시뮬레이터(Reconfigurable Tactical Trainer, RTT)는 비행 숙련 및 위험 대비를 위한 비행

시뮬레이터와는 달리 숙련된 조종사에게 시뮬레이션된 전투 혹은 종합적인 비행 상황을 판단하는 훈련을 목적으로 제작된 것이다. 따라서 RTT는 군 조종사가 전장 상황에 따라 다양한 비행 및 전술 훈련을 위한

* 한서대학교 항공학부 (School. of Aeronautics, Hanseo University)

· 제1저자 (First Author) : 홍승범 (Seung-Beom Hong, Tel : +82-10-3344-4219 , email : sbhong@hanseo.ac.kr)

· 교신 저자(Corresponding Author) : 지민석 (Min-Seok Jie)

· 투고일자 : 2012년 11월 20일

· 심사(수정)일자 : 2012년 11월 20일 (수정일자 : 2012년 12월 15일)

· 게재일자 : 2012년 12월 30일

것이다. 따라서 기존의 시뮬레이터 설계 방법과 달리 네트워크를 통해 다양한 기종의 시뮬레이터를 연동하는 새로운 형태의 시뮬레이터이다. 또한 최근 군의 경우 시뮬레이터를 통한 육·해·공군이 동시에 참여할 수 있는 전술 훈련 혹은 지상군과 무인기를 이용한 연동 훈련을 위한 시뮬레이터의 개발이 진행되고 있다[1]-[3]. 이러한 훈련의 목적에 적합하도록 현대의 시뮬레이터가 다양한 기종의 선택이 가능해야 하며, 기종 변경 용이한 시뮬레이터의 개발이 요구되고 있다[1].

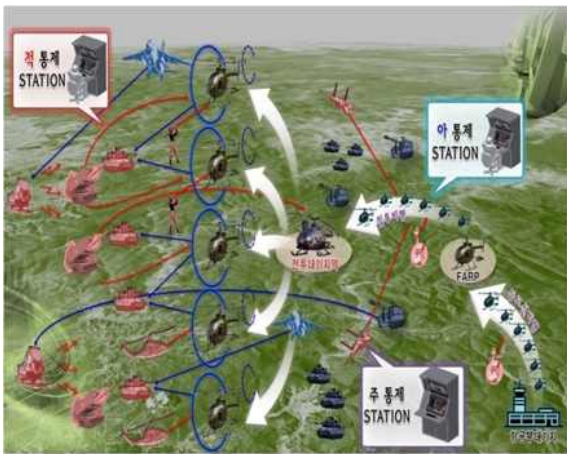


그림 1. 전투 시뮬레이션 개념[4].

Fig. 1. Concept of the mission rehearsal simulation.

따라서 RTT의 장치를 살펴보면, 전술 및 팀 훈련이나 작전 훈련을 위해 무장, 센서, 항법, 비행, 통신, 그리고 VFR에 중점을 두고 있으며, 기종별 변경이 가능해야 하므로 가변형 그래픽을 갖춘 터치 스크린형 콘솔과 계기 및 좌석배치가 되어야 한다. 참고문헌 [3]에서 살펴보았듯이 RTT와 FFS사이의 차이점은 장치 구성뿐만 아니라 음향에서도 차이가 있다. 본 논문에서는 음향 시스템에만 관점을 두고 살펴보기로 한다.

기존의 FFS(Full Flight Simulator)의 음향 생성 시스템은 별도의 사운드 엔진을 장착하여 비행 환경에 따라 음향의 합성, 제어, 그리고 재생을 수행하게 된다. RTT 환경에서 고가의 사운드 엔진을 기종별로 부착하기에는 많은 비용이 소요되므로 적합하지 않았다.

기존의 개발 사례를 살펴보면, KA-24 헬리콥터의 경우 몇 개의 음향을 선택적으로 반복/재생하는 방법에서 탈피하여 실제 운용하는 환경과의 이질감을 최소화하도록 음향 모의를 실시하였고, 내부 음향과 외부 음향에 대한 이질감을 최소화하였다[4]-[6]. 또한 스크립트 프로그래밍 기반[4]의 음향 생성 시스템을 통한 새로운 음향 재생 시스템을 제안해 우수한 성능을 발휘하지만, 스크립트 언어를 새롭게 습득해야 하고 다양한 시나리오에 따른 프로그램 기법 적용상에 문제점을 가지고 있다. 또한 참고문헌 [2]에서 제안한 그래픽 프로그래밍(G-programming) 방식인 LabView의 경우, 프로그램 개발은 쉽지만 사운드 엔진을 개발에 필요한 다양한 라이브러리를 제공하지 못하는 단점을 가지고 있다.

따라서 본 논문에서는 OpenGL과 DirectX를 통한 RTT에 적합한 음향재생 시스템의 개발 및 구현한다. RTT 구현을 위한 개념 설계 및 상세 설계에 대하여 살펴보고, 설계에 따른 통신, 설정, 사운드 관리자의 구현에 관하여 살펴본다. 또한 가상 호스트를 통한 음향 재생 시스템의 검증을 수행하고, 프로그램 검증 프로그램인 code sonar를 통하여 프로그램 오류 여부를 확인한다.

본 논문의 구성은 II장에서 RTT 훈련용 시뮬레이터의 음향 생성 시스템을 설명하고, III장에서 호스트와 음향 생성 시스템의 설계와 구현을 설명하고, IV장은 검증 및 테스트에 대하여 설명한다. 마지막 장에서는 최종 결론을 내린다.

II. RTT 훈련 시뮬레이터용 음향 재생 시스템

2-1 RTT 훈련 시뮬레이터 시스템

전체 시스템의 형태는 그림 2에서와 같이 미션을 주관하는 서버 컴퓨터(전술훈련관련 주통제), 1호기부터 6호기까지 6대의 시뮬레이터 그리고 사후검토 컴퓨터로 구성된다.

여기서 각 시뮬레이터(#1 ~ #6)의 경우, HOST 컴퓨터와 시뮬레이터 필수적인 영상, 그래픽 계기, 음향 컴퓨터, 그리고 조종관련 제어 컴퓨터로 구성된

다. 각 컴퓨터간의 네트워크(UDP/IP, HLA/RTI) 연동을 지원한다.

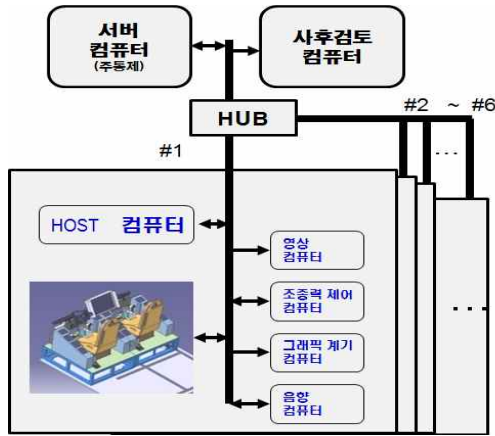


그림 2. 전체 RTT 시뮬레이터 시스템 개요[7].
Fig. 2. Concept of the RTT simulator system.

그림 2의 서버 컴퓨터에 의해 전술 훈련이 구성되고 서버에서 개별 시뮬레이터(#1 ~ #6)내의 호스트 컴퓨터로 각 임무가 주어진다. 호스트에서 각 시뮬레이터별 상황에 따라 전술 모의 임무를 수행하게 된다.

2-2 음향 재생 시스템

음향 재생 시스템(Aural Cueing System, ACS)이란 실제 장비에서 나는 소리 및 소음을 실시간으로 사실

감 있게 재생하는 시스템이다. ACS은 호스트 또는 제어 UI(User Interface)에서 음향 생성 명령을 발생할 때 이를 처리하기 위한 함수를 통해 직접 하드 코딩 하여 재생하게 된다[5][6].

ACS의 실행은 그림 3과 같이 호스트에서 모의 상황 및 통신 상황에 따라 조종실과 음향 컴퓨터로 명령문을 전달한다. 전달된 명령문에 따라 조종실에서 임무를 수행하고 조종 장치 혹은 패널 장치의 입출력 변동을 호스트로 전달하게 된다.

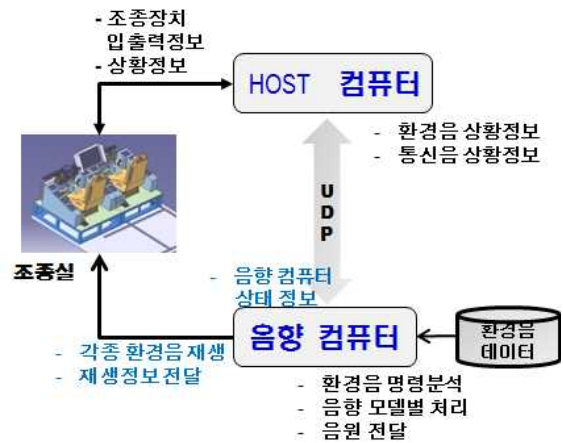


그림 3. 음향 시스템 실행 개념도
Fig. 3. The operation's concept of ACS

또한 음향 컴퓨터에서는 전달된 명령에 따라 환경 음 명령 분석, 음원 모델별 처리, 그리고 음원 호출을

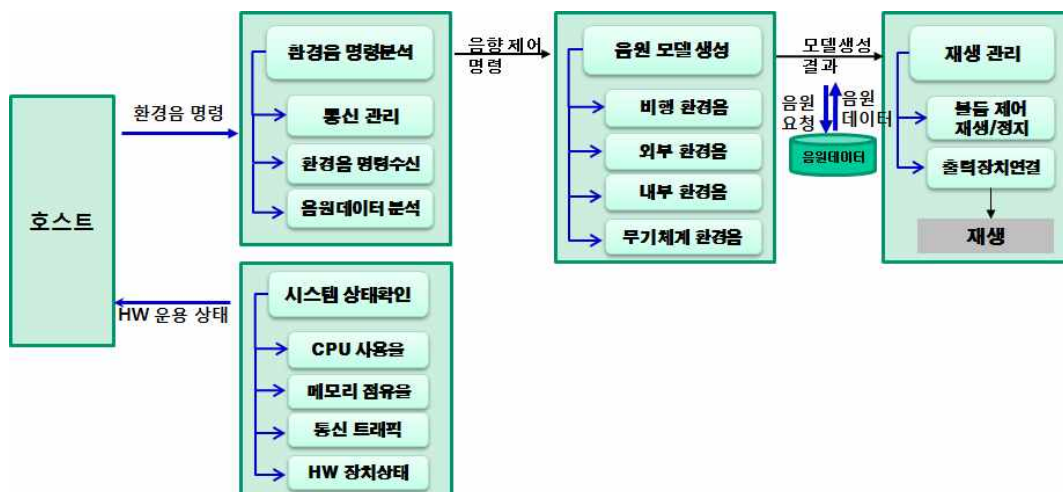


그림 4. 음향 시스템의 개념 설계
Fig. 4. The concept design of ACS system

통하여 조종실로 음원 재생을 수행하게 된다. 음향 컴퓨터의 운영 상태를 점검하기 위해 호스트 쪽으로 컴퓨터의 네트워크 및 cpu 점유율에 대한 정보를 전송하게 된다.

그림 4는 그림 3의 음향 시스템 실행에 따른 음향 시스템의 처리 단계를 나타낸 것이다. 음향 시스템은 크게 환경음 명령 분석, 음원 모델 생성, 그리고 재생 관리를 수행한다. 환경음 명령 분석은 호스트로부터 환경음 명령이 수신하기 위한 통신 관리, 환경음 명령 수신, 그리고 수신된 명령에 따른 음원 데이터를 분석하게 된다. 환경음 명령 분석 단계에서 음향 제어 명령을 추출하여 임무 수행 환경에 적합하게 환경음을 결정하게 된다. 예로 외부 환경음의 경우 천둥 소리와 항공기의 위치사이 거리에 따른 소리의 크기를 결정한다. 다른 예로 비행 환경음인 항공기별 엔진 RPM과 로터 RPM의 변화에 따른 주파수의 변형을 결정한다.

음원 모델 생성단계에서 재생 관리 단계로 이동할 때 음원 데이터에서 음원을 요청하고 음원 데이터를 제공하게 된다. 그리고 재생 관리 단계에서 볼륨 제어 재생/정지등을 수행하고 최종 스피커를 통하여 재생하게 된다. 또한 입체 음원을 제공하기 위해 내부 음원 제공용 사운드 카드와 외부 음원 제공 사운드 카드가 별도로 연결되어 음원이 재생하도록 출력 장치를 연결하게 된다.

III. 음향 분석 및 데이터 포맷

3-1 음향 분석 및 획득

RTT 시뮬레이터에서 구현되는 항공기의 기종들은 500MD, UH-60, AH-1S, UH-1H, CH-47 그리고 BO-105 등이다. 전투용 혹은 수송용 헬리콥터로 군에서 운용되고 있는 기종들이다.

시뮬레이터 운용에 필요한 음원은 참고문헌 [5]에서 자세하게 언급했듯이 내부와 외부 음원으로 구분할 수 있으며, 내부 음원은 헬리콥터 운용 시 발생하는 기종별 로터 및 엔진음, 경고음, RWR(radar warning receiver) 그리고 통신음 등이 포함되고, 외부

음원은 천둥, 바람소리 그리고 무기관련 발사음, 폭발음, 그리고 충돌음 등이 포함된다.

음향모의에서 구현되는 환경음의 종류는 아래와 같다.

- 1) 비행 환경음
 - 기종별 Rotor/Engine Sound
- 2) 외부 환경음
 - 비, 바람, 천둥 Sound
- 3) 내부 환경음
 - RWR 발생음
 - 경고음(RPM, 연료, 엔진) 및 기종별 경고
- 4) 무기체계 환경음
 - Tow, Rocket, Gun(7.6mm, 12.5mm, 20mm, M60), CHAFF, FLARE, 폭발음.
 - 편대 기종별 비행음/무장발사음
 - 무기 개체(곡사포, 탱크, 전투기, etc)
- 5) 통신 환경음
 - 항법장비(예, ADF, VOR) 발생음
 - 통신 잡음

시뮬레이터를 운용하기 위한 음향은 각 기종에 따라 기본 음원이 필요하고 기본 음원의 획득하는 방법은 실제 음원을 분석하여 신디사이저로 제작(배포용)하거나 실제 음원을 녹취하여 가공하여 실제음을 이용하는 방법이다.

본 논문에서는 기종별 헬기 엔진과 로터음원, 무기 발사음, 그리고 RWR음 등은 실제음원을 사용하였고 외부 환경음, 통신 잡음, 항법 설정음 등은 음원 재생기나 배포된 음원을 사용하였다. 모든 음원은 44.1KHz, 스테레오로 제작하였다.

3-2 데이터 포맷

음향 재생 시스템은 그림 4의 RTT 훈련 시뮬레이터 개념 설계에 따라 상황정보별 음원재생 상태도를 나타내었다. 호스트로부터 UDP 통신 방식을 통한 패킷 명령을 수신한다. 패킷 명령은 기종 선택, 음향 재생 시스템 시작/종료, 항공 상태(정상, 반파, 완파), 날씨, 항공기 위치 그리고 비행/외부/내부/무기/통신음 환경음 등의 정보가 전달된다. 전달된 패킷을 데이터 분석을 통하여 각 환경음별로 패킷별로 나눈다.

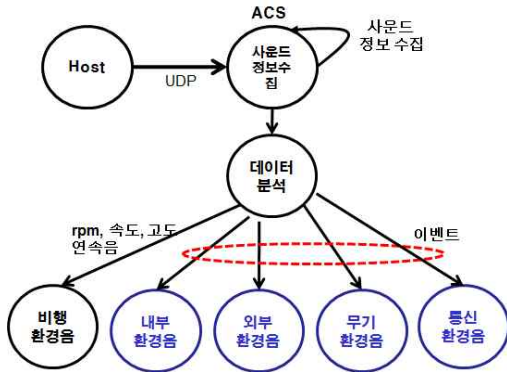


그림 5. 음향재생 상태도.

Fig. 5. State diagram of sound generation.

호스트에서 음향 재생 시스템으로 전달하기 위한 데이터 포맷은 표 1과 같이 정의한다.

표 1. 음원재생을 위한 데이터 포맷.

Table 1. Data format for sound generation.

변수	크기(byte)	비고
H E A D E R	StartHeader	1 0xFF
	Sender	1 송신자 설정
	Receiver	1 수신자 설정
	패킷번호	2 음원재생번호
	조종실 정보	1 시뮬레이터번호
	Device ID	1 컴퓨터번호
	Length	2 데이터 메시지 길이
Data	variable	데이터

Sender와 Receiver의 경우, 호스트, 음향, 영상, 통제실 등에게 각각 고유 번호가 지정된다. 그리고 명령 번호는 시뮬레이션하기 위한 다양한 미션/장비/동작에 대한 패킷 번호 등이 부여되고, 비행 환경음, 내/외부, 무기, 통신 환경음의 음향 재생제어신호로 사용된다.

예를 들어 ACS에서 HOST로 cpu 점유율, 메모리 점유율, 통신 트래픽, 그리고 통신 장애 여부를 판정 등을 담당하는 패킷번호가 10번이라고 한다면 아래의 표 2와 같이 데이터가 생성하게 된다.

표 2. SCHO0010 패킷명령어의 예.

Table 2. Example of packet data format(SCHO0010)

변수	데이터	
H E A D E R	StartHeader	0xFF
	Sender	SC
	Receiver	HO
	패킷번호	0x01
	조종실 정보	0x01(1호기)
	Device ID	0x00
	Length	13
CPU점유 (4byte)	50	
메모리점유 (4byte)	11	
통신트래픽 (4byte)	120	
통신장애 (1byte)	1	

IV. 음향 재생 시스템 제작

음향 재생 시스템은 통신 관리자, 사운드 관리자, 그리고 설정 관리자 등으로 세 가지 부분으로 그림 6과 같이 구성된다.

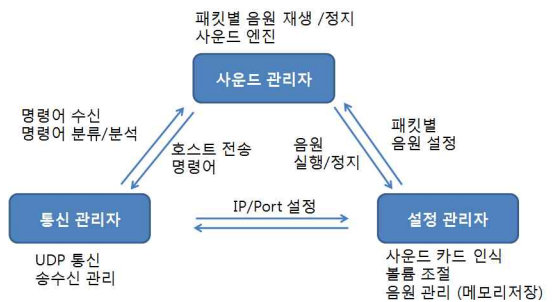


그림 6. 음향 재생 시스템의 개요.

Fig. 6. Concept of ACS system.

관리자들 사이의 데이터 흐름은 그림 7과 같이 데이터 흐름을 정리할 수 있다.

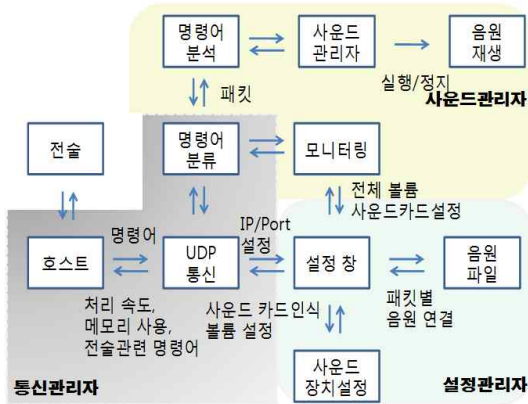


그림 7. 음향 재생 시스템의 데이터 흐름.
Fig. 7. Data flow diagram of ACS system.

통신 관리자는 UDP 통신 설정 및 명령어 분류/분석을 담당하는 것으로 호스트에서 수신된 데이터를 패킷별로 부류하고, 사운드 관리자에게 패킷을 전달해 주는 일을 수행한다. 또한 호스트 쪽으로 전송하려는 데이터를 전송하기 위한 IP/Port 그리고 조종실 정보 등을 설정하게 된다. 그림 8은 통신 관리자가 수행하는 업무를 나타낸 각 클래스들의 대표 함수들이다. 여기서, CSetIpPort 클래스는 컴퓨터 레지스트리(registry)에 IP/Port 그리고 사운드 카드 정보를 저장하게 된다. GetReg()/SetReg() 함수는 레지스트리 읽고/쓰기 함수이다.

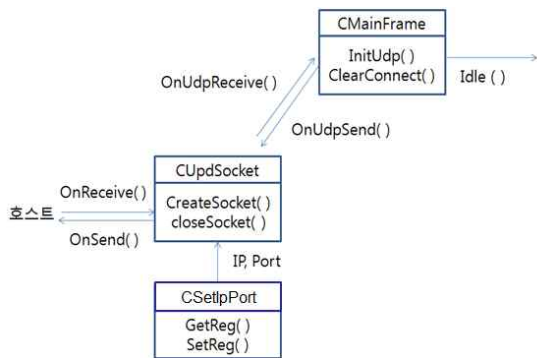


그림 8. 통신 관리자 클래스
Fig. 8. Communication Manager Class

화면 중앙 하단의 setting 버튼을 통한 그림 9와 같이 Host ip와 포트 번호를 설정할 수 있다. 컴퓨터 환경이나 서버의 환경이 변경되도록 하였으며, 사운드 설정을 수행할 수 있도록 제작하였다.

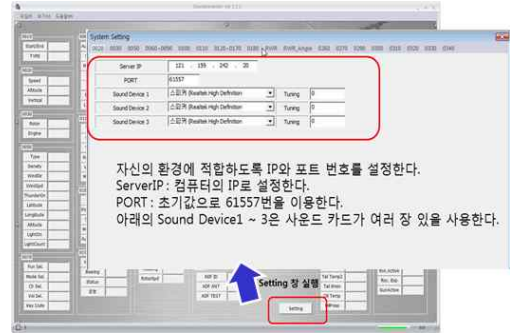


그림 9. 통신 클래스 창
Fig. 9. Communication Manager window

설정 관리자는 음원 파일 설정 창, 사운드 장치 설정 및 각 패킷별 음원과 튜닝 볼륨 설정, 주파수 설정을 담당한다. 각 지정된 음원과 파일들에 관한 정보는 레지스트리에 보관하며 초기 설정된 값은 프로그램이 실행할 때마다 재설정 없이 사용할 수 있다. 또한 레지스트리 파일이 완성되면, 프로그램과 음원 환경이 동일한 경우 다른 컴퓨터에서 동일하게 사용할 수 있는 장점이 있다.

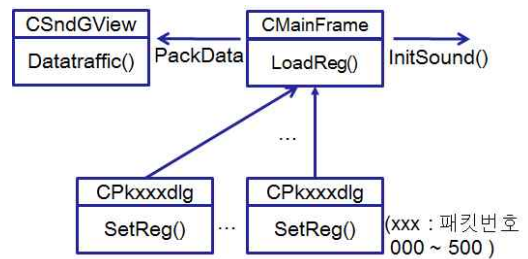


그림 10. 설정 관리자 클래스
Fig. 10. Configuration Manager Class

그림 10의 설정 관리자에서 각 패킷별 음원 파일 설정하고 레지스트리에 등록하는 단계 수행한다. 또한 MainFrm 클래스에서 각 패킷별 음원을 레지스트리에서 불러오기 위한 `LoadReg()` 함수를 이용한다. 각 불러오는 패킷양에 따른 Data의 양을 검사하고 `CSndGView` 창으로 모니터링 기능을 수행하게 된다.



그림 11. 설정 관리자 창
Fig. 11. Configuration Manager Windows

설정 관리자는 설정 관리자 창에 의해서 구현된다. 각 패킷별로 파일, 볼륨, 튜닝, 주파수 등을 기본 설정할 수 있다. 또한 기종 변경에 대비하여 기종별 음원 연결 파일을 다르게 입력하도록 제작하였다. 그림 11과 같이 기종에 따른 엔진 및 로터의 연결 파일을 별도로 제작하였다. 또한 연결된 정보는 레지스트리에 읽고/쓰기가 가능하다.

마지막으로 사운드 관리자는 사운드 장치 설정, 볼륨 조절, tuning 조절 그리고 실행/정지 등을 수행한다. 가장 큰 역할은 각 패킷별로 음원 출력에 필요한 사운드 엔진을 제공하는 것이다. 각 음원 출력에 따라 반복 실행, 1회 실행, 그리고 큐(Cue) 신호가 유지될 동안 계속 반복한다. 표3은 사운드 엔진 함수들 중 대표적인 함수들이다.

사운드 관리자는 OpenGL, DirectX를 통하여 음원의 주파수 변화, 거리에 따른 입체 음향 발생 등을 생성한다. 따라서 DirectX의 메인 함수처럼 사용된 OnIdle()함수에서 모든 패킷을 처리한다.

표 3. 사운드 엔진 함수들
Table 3. Sound engine functions

함수	설명
SetFile()	재생할 파일을 지정하는 함수이다. 재생하기 위한 음원 파일을 지정하기 위한 함수임.
Init()	사운드 장치가 여러 개 있을 경우 동작 여부 판별하기 위한 함수이다.
Clear()	사운드 장치에 출력하는 음원을 중지하는 함수이다.
Play()	음원 재생을 담당하는 함수이다. 음원 재생 여부와 볼륨을 입력 값으로 한다. 또한 현재 재생 중인 파일은 파일이 종료할 때까지 계속 재생한다. 0: 정지, 1: 연속음, 2: 1회/부분적 연속 실행.
Stop()	Stop이 될 경우 현재 play하고 있는 사운드를 정지하기 위해 사용한다. 현재 재생 음원이 재생중이면 강제 종료한다.
Change Pos()	항공기와 현 위치사이의 거리를 연산하여 위치에 따른 입체 음향을 발생하게 함.
SetVolume()	개별 볼륨 조절
SetTuning()	개별 음원의 볼륨을 조절하기 위한 함수로 다른 음원은 높낮이를 맞추기 위한 개별 음원 조절 함수이다.
ChangeFrequency()	주파수 변화

V. 검증 및 평가

RTT 훈련 시뮬레이터는 그림 10과 같이 FFS 시뮬레이터와 동일한 형태로 제작되었다. 각 시뮬레이터의 영상 장치 및 호스트 및 음향 시스템은 주통제실에서 기종을 선택하게 되면 변경 없이 훈련을 수행할 수 있지만, 계기 장치, 항법 패널, 조종 스틱 등은 기종에 따라 변경하게 된다.



(a) AH-1S 모의장치 (b) 주변장치



(c) 500MD 모의장치

그림 12. RTT 훈련 시뮬레이터
Fig. 12. RTT training simulator

음향 재생 시스템은 두 가지 단계로 평가하였다. 실제 호스트와의 연동에 앞서 가상 호스트를 통한 음향 재생 시스템의 동작 여부 그리고 음향 재생 시스템의 논리적 오류 여부를 위한 code sonar를 수행하였다. 최종 호스트를 통한 연동을 평가하게 된다.

가상 호스트는 LabView2009를 이용하여 제작하였고, 음향 재생 시스템은 VC++2008로 구현하였으며 운영체제는 window 7, 팬티엄 듀얼 코어(2GHz), RAM 2G이며, 컴퓨터 환경의 변화에 따라 window 7 환경에서 동작되도록 개발되었다.

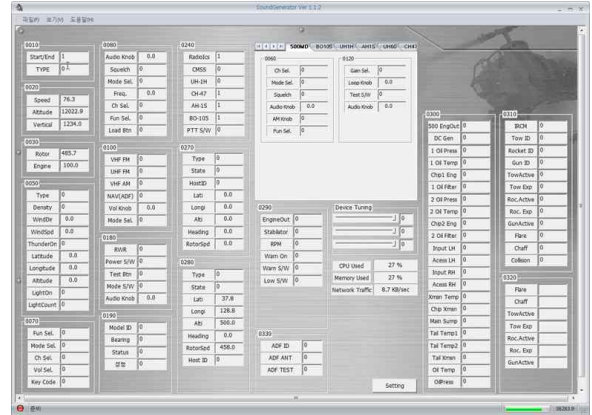


그림 14. 음향 재생 시스템 화면
Fig. 14. Aural cueing system panel

그림 14는 그림 13의 제어 UI를 통한 수신된 신호가 정확하게 동일한지를 판단하기 위한 모니터링 화면이다. 음향 재생 시스템의 cpu 사용량, 메모리 사용량, 통신 트래픽 등도 모니터링 할 수 있다. 별도의 프로그램을 수행하지 않을 경우 cpu 및 메모리 사용량은 30%이하로 동작되었다.

code sonar는 소프트웨어 검증 프로그램으로 inter-procedural 분석 방식을 사용하여 발생 가능한 결함들을 최대한 분석하는 static analysis tool로 소스 코드의 변경이나 추가 없이 결함 분석이 가능한 특징을 가지고 있다[8]. 본 프로그램은 3번에 검증 작업을 수행하였고, 최종 프로그램상의 논리적 오류는 발견되지 않았다.

VI. 결 론

작전비행훈련기(OFT)와 비행훈련장치(FTD)는 실제 항공기와 동일한 조종석에 의해서 조종석 절차훈련, 계기비행 및 각종 비행훈련 등에 사용되는 것이다. 전술 훈련용(RTT)는 기초전술인 무기, 항법, 통신 시스템을 목적으로 팀 훈련을 위한 장비이다. 따라서 RTT는 통신, VFR 항법, 무장장치에 중점을 둔 저비용 전술훈련장비로 승무원 협조 및 통신, 항법훈련을 목적으로 한다.

본 논문은 이와 같은 RTT에서 사용되는 음향 시스템의 제작에 관련된 구현이다. 따라서 음향은 실제 항공기의 음원을 녹취를 통하여 실제 항공기와 유사

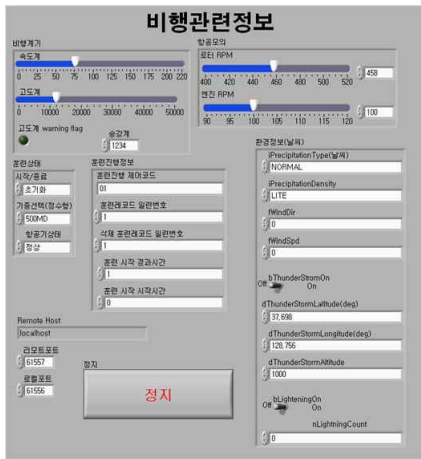


그림 13. 비행 정보 UI
Fig. 13. Flight information UI

그림 13은 가상 호스트 중 비행 정보를 패킷을 생성하는 제어 UI(User Interface)로 음향 재생 시스템과의 통신 여부 및 RPM 변화에 따른 음향 동작 여부를 판단할 수 있다.

한 환경에서 운용되도록 하고, 저가의 RTT에서는 사운드엔진의 탑재보다는 호스트로부터 큐(Cue)신호를 받을 때 음원을 출력하는 음원 재생 시스템을 구현하였다.

ACS 개념설계에서 통신 관리자, 설정 관리자, 사운드 관리자로 나누었다. 호스트에서 UDP 통신프로토콜에 의해 전달된 큐 데이터를 ACS에서 수신하여 환경음 분석하고, 음원 모델을 선택, 음원 데이터를 호출하여 재생하는 단계로 구분하였다. 성능 평가를 위해 가상 호스트를 제작하여 각 기능별 동작을 확인하였고, 프로그램은 code sonor를 통하여 논리적 오류 여부를 확인하였다.

Reference

- [1] Young-Won Lee, Jun-Ho Jo, Youn-Chul Choi, "The Framework for Developing a Reconfigurable Tactical Flight Simulator with Distribute Simulation Model," *2007 Proceeding of Fall Conference of The Korean Society for Aeronautics and Space Science(I)*, pp. 459-464, 2007.
- [2] Seung-Beom Hong, Youn-Chul Choi, "Implementation of the Aural Cueing System of the Reconfigurable Tactical SFTS for the Rotor Aircraft," *The Journal of The Korean Society for Aviation and Aeronautics*, v.17, no.4 pp.63-69, Dec. 2009.
- [3] Seung-Beom Hong, "Developing a Reconfigurable Tactical Trainer System", *2012 Proceeding of Fall Conference of The Korea Navigation Institute*, 2012, 10, pp.183 ~185. 2012.
- [4] Seung-Hyun Lim, Kwei-Ha Kim, Tae-Keun Park, Dae-Keun Jeon, Hyung-Sik Choi, "Design and Developing Aural Cueing System based on Script Programing," *2007 Proceeding of Spring Conference of The Korean Society for Aviation and Aeronautics*, pp.105 ~108, 2007.
- [5] Kwei-Ha Kim, Tae-Keun Park, Dae-Keun Jeon, Hyung-Sik Choi, "The Aural Cueing System Modeling for Flight Simulator," *2008 Proceeding of Spring Conference of The Korean Society for Aeronautics and Space Science(I)*, pp. 692-695, 2008.
- [6] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, Korea Aerospace Research Institute, "The Development of

Helicopter Simulator", *The Final Report*, 2008.

- [7] Sun-Tae Park, "The Introduction of Simulator Technology", *Sunaerosys*.
- [8] <http://www.mdstec.com/solutions/?no=331>

홍 승 범 (洪承範)



1995년 2월 : 한국항공대학교 항공통신
정보공학과(공학사)
1997년 2월 : 한국항공대학교 항공
통신정보공학(공학석사)
2003년 8월 : 한국항공대학교 항공
통신정보공학과 (공학박사)
2004년 2월 ~ 현재 : 한서대학교 항공

전자공학과 교수

관심분야 : 컴퓨터 비전, 시뮬레이터 개발, ECCAIRS 시스템

안 동 만 (安東萬)



1983년 8월 : 영국 크랜필드대 항공
공학과 박사
1973년 ~ 2003년 8월 : 국방과학
연구소 근무
2003년 ~ 2005년 : 국방부 연구개발관
국장
2005년 ~ 2008년 5월 : 국방과학연구소

소장

2008년 5월 ~ 현재 : 한서대학교 항공전자공학과 교수

관심분야 : 항공기 체계개발, 항공기계측, 무인기개발

지 민 석 (池旻錫)



1995년 2월 : 한국항공대학교 항공
전자공학과(공학사)
1997년 2월 : 한국항공대학교 항공
전자공학과(공학석사)
2006년 8월 : 한국항공대학교 항공
전자공학과(공학박사)
2006년 8월 ~ 2007년 11월 : 한국과학

기술연구원 인지로봇연구단 Post Doc.

2008년 3월 ~ 현재 : 한서대학교 항공전자공학과 교수

관심분야 : 로봇비전, 강인제어, 무인항공기