

技術論文

HLA-RTI에 기반 한 비행시뮬레이션에 관한 연구

현세웅*, 윤석준**

A Study on Flight Simulation Based on HLA-RTI

Sewoong Hyun* and Sugjoon yoon**

ABSTRACT

The HLA system architecture, prescribed in IEEE-1516, is a core fundamental technology to build a complex simulation network system which is composed of a number of individual simulation developed for different purposes. The model structure of flight simulation with expansibility and compatability was suggested in this thesis by showing how to implement HLA to a commercial flight simulation software and how the system implemented with HLA to work. In addition, it was judged whether real-time can be guaranteed implementing to a simulation system with integrity through analysis of flight information data collected by comparing real-time simulation based on HLA with commercial flight simulation.

초 록

IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)1516 에 규정된 HLA(High Level Architecture) 기반 기술은 상이한 목적으로 개발된 다수의 개별 시뮬레이션들이 결합된 복합 시뮬레이션 네트워크 시스템을 구성하는데 있어서 필수적 요소이다. 본 논문에서는 상용 비행 시뮬레이션을 HLA를 기반으로 구현하는 과정과 구현된 시스템의 동작 과정을 보여줌으로써 확장성 및 상호 운용성을 갖춘 비행 시뮬레이션 모델 구조를 제시하였다. 또한 HLA 를 기반으로 구현된 실시간 시뮬레이션 시스템과 상용 비행 시뮬레이션을 비교하여 얻어진 비행 정보 데이터 분석을 통해 완벽한 실시간성을 보장할 수 있는 지에 대한 여부를 판단하였다.

Key Words : Simulation Network(시뮬레이션 네트워크), Real-Time(실시간), HLA(고수준 아키텍처)

1. 서 론

1995년 3월부터 개발에 착수한 미 국방부의 HLA는 이미 선진국에서 실용화 시점을 맞이하고 있다. HLA를 기반으로 하는 다양한 시뮬레이션 체계들이 현재 활발하게 개발되고 있으며, 미

군의 차세대 합동훈련 모형으로 인식되고 있는 JSIMS(Joint Simulation System)는 '04년도 을지 포커스랜즈(UFL) 연습에 처음으로 적용되었다. 또한 영국, 독일, 프랑스, 캐나다 및 이태리등 과 같은 나토국가와 호주, 뉴질랜드 등은 1998년 11월에 HLA를 자국의 국방 시뮬레이션 표준기술 구조로 채택하였으며, 2000년 9월 21일 IEEE는 국제표준으로 채택하였다.

미국을 비롯한 군사 선진국들은 HLA에 기반 한 시뮬레이션 체계의 개발 및 범용화 추진과 더불어 기존 시뮬레이션 체계의 도태를 적극적으로

† 2008년 12월 4일 접수 ~ 2009년 5월 18일 심사완료

* 정희원, 세종대학교 항공우주공학과 대학원 교신저자, E-mail : avionics03@hanmail.net

서울시 광진구 군자동 98번지

** 정희원, 세종대학교 항공우주공학과

추진하고 있다. 한편, 한국군은 시뮬레이션 표준 기술구조가 부재할 뿐만 아니라, 시뮬레이션 관련체계(시뮬레이터, C4I체계, 과학화 훈련체계, 무기체계등)간의 연동화 노력도 부족하여 M&S(Modeling and Simulation)구성 체계 간 상호 운용성이 결여되고, 재사용성이 떨어짐에 따라 체계개발 및 연동화 노력에 많은 예산과 시간이 소요될 것으로 예상된다[1].

본 논문의 구성은 2장에서 HLA의 개념을 정의하고 이러한 개념을 적용한 HLA 기반으로 시뮬레이션 연동체계 구축 설계 방안에 대해서 설명한다. 마지막으로 3장에서는 결론을 맺기로 한다.

II. 본 론

2.1 HLA

HLA는 넓은 영역 걸쳐 네트워크 된 시뮬레이션에서의 상호운용성과 조립 가능성(Composability)을 수월하게 하는데 초점을 두고 있다.

HLA는 HLA 규칙(HLA Rules), 인터페이스 명세(Interface Specification), 객체 모델 템플릿(Object Model Template) 이렇게 세 가지로 정의 된다.

먼저 HLA 규칙은 페더레이션(Federation)에 포함되는 구성요소들의 역할과 상호 관계에 관한 전반적이고 기본적인 10개의 규칙들이다. 인터페이스 명세는 각 페더레이트(Federate)와 RTI(Run-Time Infrastructure) 간의 기능적 인터페이스에 관한 규약으로 6 가지의 관리 영역으로 나누어 기술하고 있다. 6 가지의 관리 영역은 페더레이션 관리, 객체 관리, 선언 관리, 데이터 분산 관리, 소유권 관리, 시간 관리로 구성 되어 있다. 이러한 6 가지 관리 영역의 목적과 범위에 맞는 기능을 RTI 에서 라이브러리(Library)로 제공이 된다. 마지막으로 객체 모델 템플릿은 HLA 객체 모델 개발 및 문서화를 위한 공통 설계 및 활용 기반을 제공한다. 객체 모델 템플릿을 이용하여 페더레이션을 구성하는 페더레이트들 사이에 공유 데이터 교환 구조를 서술하는 FOM(Federation Object Model)과 특정 페더레이트가 주고 받는 데이터 교환 구조를 서술하는 SOM(Simulation Object Model), 그리고 페더레이션 관리를 위해 사용되는 MOM(Management Object Model)을 구축하게 된다[2-5].

2.2 전체 시스템 설계 방안

본 연구에서는 비행 시뮬레이션을 HLA 기반의 분산 시뮬레이션을 적용하는 방안을 제시 하

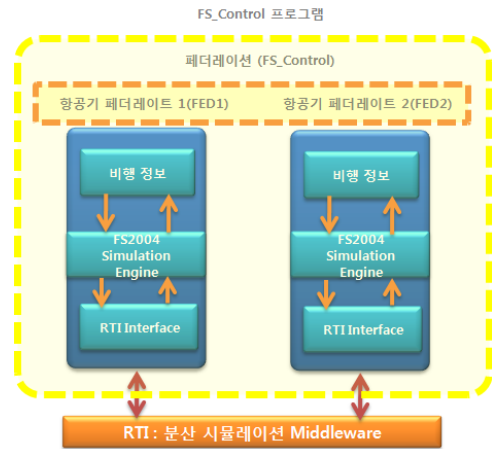


그림 1. HLA 기반 비행 시뮬레이션 구현 개념도

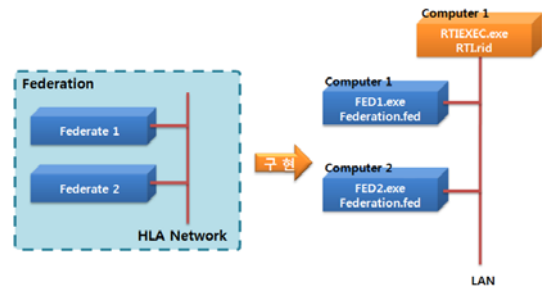


그림 2. HLA 기반 비행 시뮬레이션 구현 운용도

여 HLA 기반으로 제작된 시뮬레이션 모듈들이 RTI와 통신하며 시뮬레이션 하는 과정에 초점을 맞춰서 연구를 진행 하였다.

FS_Control 이라함은 Microsoft사의 비행시뮬레이션 게임인 FS2004(Flight Simulator 2004)의 항공기 비행 속성 정보와 같은 것들을 RTI를 통해 연동할 수 있도록 구현한 프로그램이다.

PC 각 2대에서는 기본적으로 RTI가 설치되어 있고, RTI의 라이브러리를 사용하여 구현된 FS_Control과 FS2004가 설치되어 있어야 한다. 이러한 환경에서 FS_Control을 실행시켜 각 PC에서는 RTI 기반으로 참여와 탈퇴를 하는지에 대한 여부를 관찰 하고, RTI 기반으로 페더레이트간의 정보가 서로 교환이 되는지에 대한 여부를 확인 할 수 있도록 하였다. 그리고 각 PC에서는 다른 IP 상의 PC에서 항공기 비행 정보 값을 알 수 있도록 구현을 하였다(그림 1,2 참조).

2.3 FOM

RTI를 이용하여 실제로 페더레이트 간의 정보 전달을 위해서는 페더레이트간 공유해야 하는

객체 및 객체 속성들의 메타 정보를 미리 RTI 에 알려 주어야 한다. 이런 메타 정보를 FOM 이 라고 하며 이러한 정보 표현을 표준화하기 위하여 HLA 에서는 OMT를 제정 하였다.

그림 2에서 보면 확장자가 fed 인 파일이 바로 FOM 의 정보를 가지고 있는 파일이다. 본 논문 에서의 FOM 에는 Height, Heading, Velocity, Pitch, Bank, Latitude, Longitude 의 객체 및 객 체 속성을 가지고 있다.

2.4 FS_Control 설계

설계한 FOM 을 기반으로 위의 그림 3 과 같 이 FS_Control 프로그램은 RTI 인터페이스에서 페더레이트와 페더레이션 간에 비행 정보를 처리 하는 과정을 나타 낸 것이다.

그림 4 와 같은 경우는 FS_Control 의 프로그램 구조를 나타낸 것으로써 각 항목에 맞는 RTI 에서 지원하는 라이브러리를 호출하여 코드를 작 성한 것을 나타낸 것이다.

2.5 HLA 기반 비행 시뮬레이션 실행 결과

RTI에는 페더레이션 및 페더레이트의 행동을



그림 3. 페더레이션 및 페더레이트의 상호작용



그림 4. FS_Control 프로그램 코드 구조

관찰 할 수 있는 기능이 있어 이 기능을 사용하여 위와 같이 구현 한 프로그램이 요구 사항대로 동작하는지 확인 할 수 있다.

구현한 페더레이션 및 페더레이트 들을 실행 시 키려면 RTI 소프트웨어가 필요하다. 본 연구 에서 구현한 시뮬레이션은 다음과 같은 환경에서 동작 동작하고 있다.

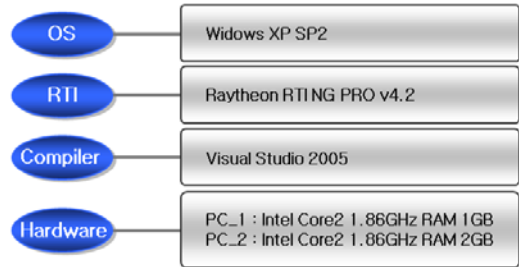


그림 5. 실험 환경

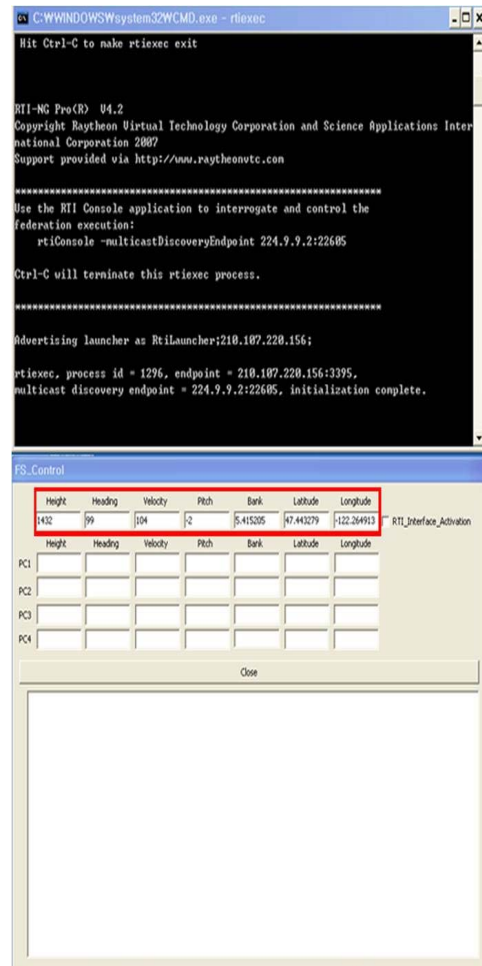


그림 6. RTI_Interface_Activation-(x)..(1)

그림 6은 RTI_Interface를 활성화 시키지 않았을 때, FS2004 로부터 항공기 비행 정보를 받아 오는 모습이다.

그림 7은 RTI_Interface를 활성화 시킨 후 FS2004로부터 항공기 비행 정보를 받아 오는 모습이다. RTI_Interface가 활성화 된 시점에서 받아 온 항공기 비행 정보를 가지고 RTI에 적용된다. PC#1에서 FS2004와 RTIExec를 실행 한 후, 설계한 FS_Control를 실행 시키면 FED1 이라는 페더레이트가 FS_Control이라는 페더레이션에 참여 및 탈퇴 모습을 볼 수 있다. 그리고 FS_Control이라는 페더레이션이 제거 되는 것을 볼 수 있다.

그림 8은 RTI_Interface 활성화를 해제 한 그림이다. 해제 한 후 FS_Control에서는 해제 시점이 후부터 다시 RTI_Interface를 거치지 않은

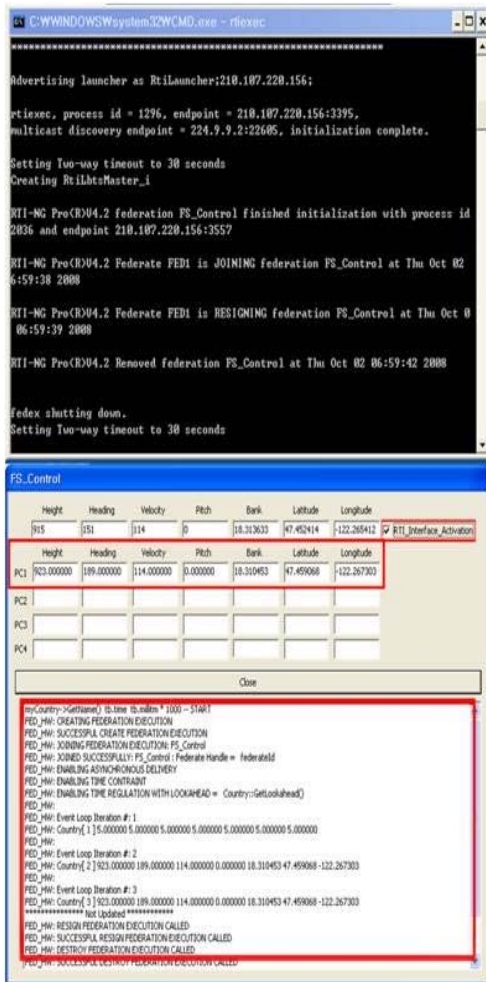


그림 7. RTI_Interface_Activation_(o)

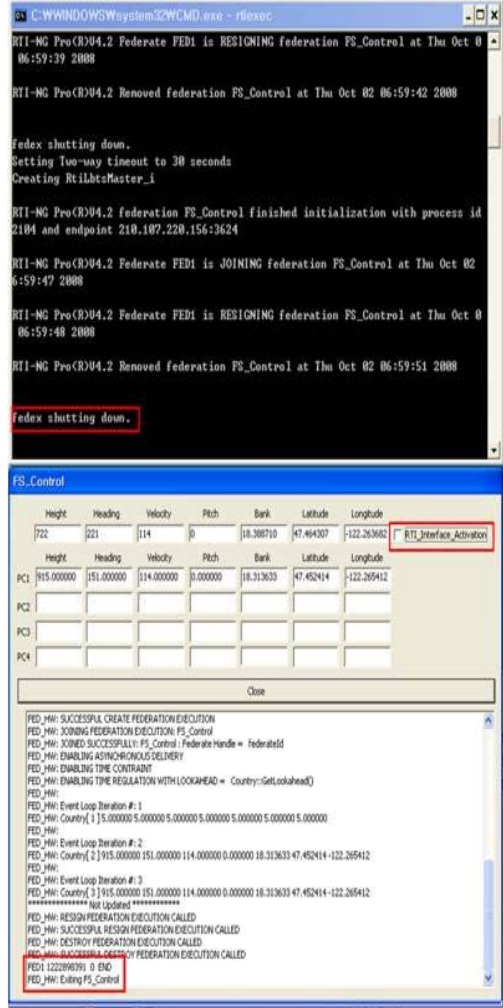


그림 8. RTI_Interface_Activation_(x).(2)

FS2004 로부터 항공기 비행 정보를 실시간으로 받아 오기 시작한다. 또한 RTIExec 실행 화면에서는 더 이상의 페더레이션 생성 및 제거, 페더레이트의 참여 및 탈퇴 현상이 이루어지지 않는다.

그림 9는 RTIExec를 PC#2 에서 실행한 후, PC#2에서 FS2004와 FS_Control를 실행하면 PC#2의 FS2004 에서 비행 하고 있는 항공기 비행 정보를 가지고 RTI Interface에 적용 되는 모습이다. 즉, PC#2 에서는 PC#1 에서 비행 정보를 페더레이션의 생성 및 제거, 페더레이트의 참여 및 탈퇴 모습을 관찰 할 수 있다.

그림 10은 PC#1 에서는 RTIExec, FS2004, 그리고 FS_Control 를 실행하고, PC#2 에서는 FS2004 와 FS_Control 을 실행 한 모습이다.

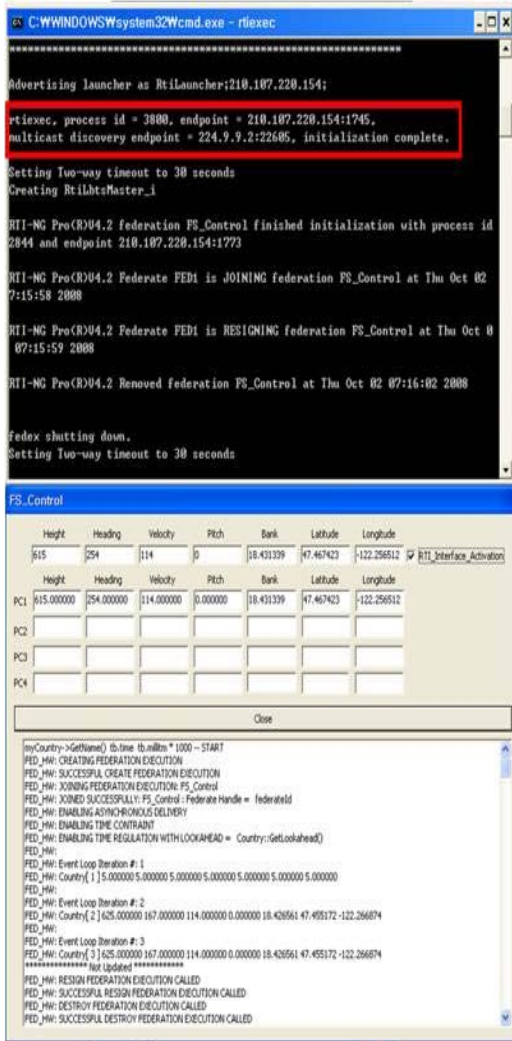


그림 9. Another IP RTI Interface Activation

PC#1 에서는 PC#1과 PC#2의 동일한 페더레이션의 생성 및 제거, 각각 다른 페더레이트(FED1, FED2)의 참여 및 탈퇴 모습을 관찰 할 수 있고, 각각의 PC 에서는 서로 다른 PC 의 비행 정보를 관측 할 수 있다.

여기서 또 한 가지 유의해서 관측해야 될 부분이 있다. RTI 를 이용한 실시간 분산 시뮬레이션은 기존의 실시간 분산 시뮬레이션과 여러 면에서 다르다. 기존의 실시간 분산 시뮬레이션은 속도 향상이 중요한 목표이지만, HLA 는 시뮬레이션 모델간의 상호 운용성을 높이기 위함이다. 그러나 여기에서는 RTI 또한 본래의 실시간 분산 시뮬레이션의 목적에 부합되는지에 대한 방안 에 대해 측정해 볼만한 가치가 있다.

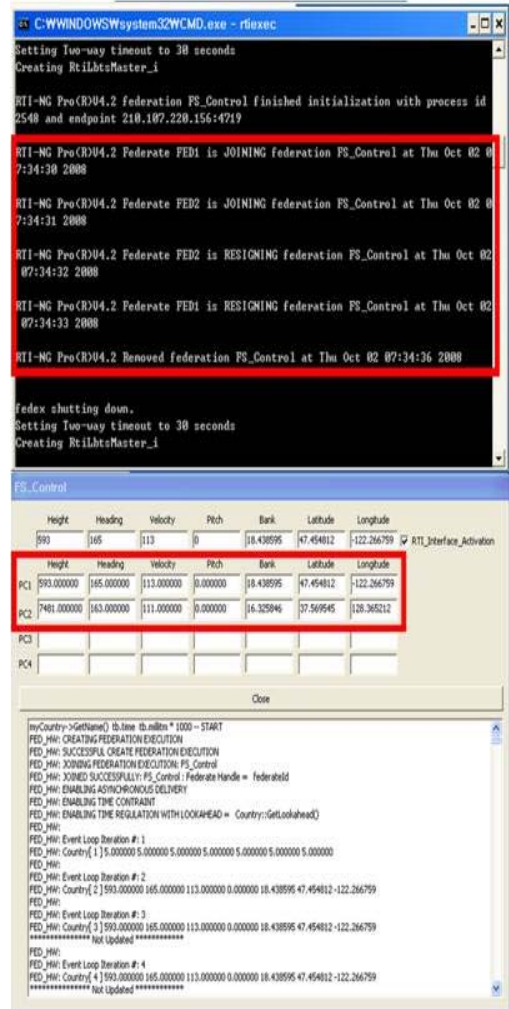


그림 10. Multiple RTI Interface Activation

위의 5 가지 경우 RTI_Interface 가 적용 되어 실험한 것은 3 가지 경우가 있었다. 단일 페더레이션에 1 개 이상의 페더레이트가 참여한 경우에 대해 증점적으로 보겠다(그림 6, 7 참조).

FS2004 의 비행 데이터와 RTI_Interface 가 실행 된 후의 비행 데이터의 일치 여부를 통하여 실시간성 측정 정확성을 유지하기 위해 다음과 같은 방안을 제시한다.

FS2004에서 직접적으로 비행 정보를 받아 오는 순간과 RTI_Interface 가 실행되는 순간의 시작 지점을 일치시키기 위해 비행 정보를 연속적으로 받아 오는 루프를 정지시킴과 동시에 FS2004에서 직접적으로 받아 오는 비행 정보를 받아오는 루프도 정지시켰을 때 데이터 값을 비교하여 RTI 실시간 통신 성능을 측정 해 보았다.

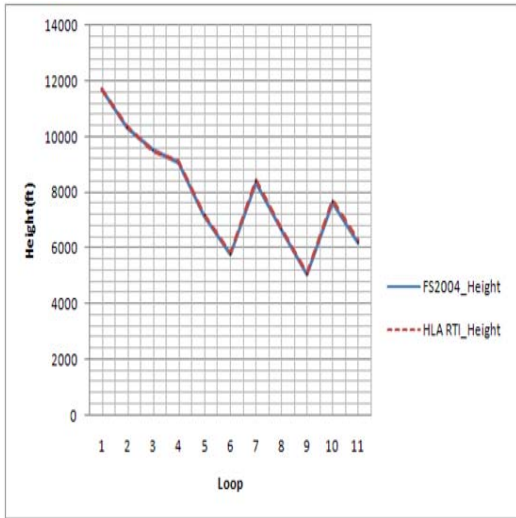


그림 11. 고도 비교

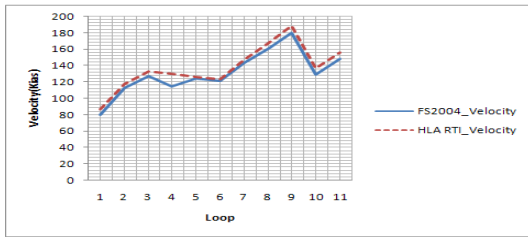


그림 12. 속도 비교

항공기 시물레이션인 경우는 오차 없는 정확한 값을 요구하기 때문에 정확한 데이터를 교환해야 한다. < 그림 11, 12 > 은 비교한 비행 정보 값 중, 근소한 차이를 보였지만, 그나마 가장 큰 차이를 보인 고도와 속도 값만을 산출한 것이다.(그래프 상에서 고도 데이터의 경우는 아주 근소한 차이로 FS_2004와 RTI상의 비행정보가 거의 일치하게 나타난다.)

단일 페더레이션에 참여 하는 복수의 페더레이트는 각각 아주 짧은 시간에 변하는 데이터를 일정 데이터 지역에서 분리하여 받아오는 과정에서 같은 데이터 영역을 사용하여 데이터 영역이 겹치는 과정이 계속 반복 되다보면 데이터 교환의 지연 시간이 누적되면서 차이를 보이게 된다. 페더레이션에 참여한 페더레이트의 수명 주기를 고려하여 볼 때, 위 실험에서 루프를 계속 반복 하던 것을 시작지점을 일치시키기 위해 여러 회의 루프 반복을 정지시킴으로써 수명주기가 짧아졌다. 이러한 참여와 탈퇴의 과정에서 생기는 시간 차이가 또 하나의 이유로 작용하였다.

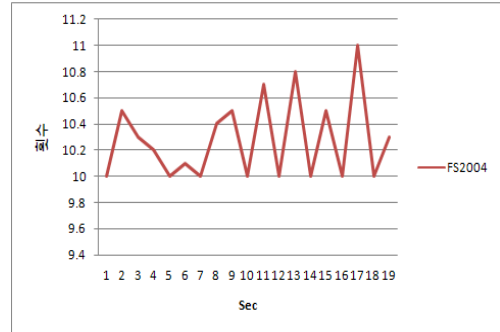


그림 13. 비행 정보 데이터 갱신 정도

FS2004에서 직접 측정된 데이터 갱신률은 10 초당 몇 개 정도의 데이터를 받을 수 있는지 측정 한 것이다. 이것을 1초당 받을 수 있는 것으로 계산하여 보면, 10 ~ 11 회 정도를 보인다.

이것으로 보아 RTI_Interface 를 통하여 비행 데이터를 받을 때의 데이터 갱신률을 추정해보면 루프 당 동일 횟수의 FS2004의 데이터와 RTI 를 통한 데이터를 받았을 때 큰 차이를 보이지 않는 것으로 보아 데이터 갱신률도 큰 차이를 보이지 않는 것으로 추정된다.

III. 결 론

이 논문에서는 상용 비행 시물레이션을 HLA RTI 기반에 근거하여 시물레이션 네트워크를 연동하는 방법을 제안하였다. 국내 최초의 실시간 시물레이션 시스템을 중심으로 한 HLA 페더레이션 구성 연구를 통하여 확인된 결론은 다음과 같다.

- COTS (Commercial-Off-The-Shelf) 시물레이션 게임에 HLA 적용 성공
- War Game을 중심으로 국내 표준 HLA RTI 로 자리매김하고 있는 Raytheon-VTC의 NG Pro 를 실시간 시물레이션 시스템으로 구성된 HLA Federation 에 적용하여 실시간성 확인

본 논문에서 제시한 방법을 사용하여 이중의 다수 상용 비행 시물레이션들에 향후 확대 적용 하였을 때에도 IEEE 표준에 적합한 범용적인 비행 시물레이션 연동 체계를 구축할 수 있다고 판단된다.

후 기

본 연구는 세종대학교 교내연구비 지원에 의한 연구입니다.

참고문헌

1) 김천영 외, "정찰용 무인기 체계 분석/설계를 위한 UML 모델링 및 시뮬레이션 연구", 한국항공우주학회지, 제36권 제11호, 2008. 11, pp. 1112 ~ 1120.

2) William Luebke, John Baker, Adrian Porter, "Supporting Multiple RTIs within a Single Process", Proceedings of I/ITSEC, No.7216, Orlando, FL, Nov.26~29, 2007.

3) DMSO(Defense of Modeling and Simulation Office), IEEE Standard for Modeling

And Simulation(M&S) High Level Architecture(HLA) - Object Model Template(OMT)Specification, September 2000.

4) DMSO(Defense of Modeling and Simulation Office), IEEE Standard for Modeling And Simulation(M&S) High Level Architecture(HLA) - Federate Interface Specification, September 2000.

5) DMSO(Defense of Modeling and Simulation Office), IEEE Standard for Modeling And Simulation(M&S) High Level Architecture(HLA) - Framework and Rules, September 2000.