

## 항공관제시뮬레이터용 패킷처리 API 자동 생성 기법

임은광\*, 오혜주, 최기영, 이학태  
인하대학교

### Automating Packet-Handling API Generation for Air Traffic Control Simulator

Eun-Kwang Lim\*, Hye-Ju Oh, Kee-Young Choi, and Hak-Tae Lee

Key Words : Air Traffic Control Simulator(항공관제시뮬레이터), Packet Handling(패킷처리), ICD(Interface Control Document), Code-Generator(코드생성기)

#### 서론

인하대학교에서는 유무인항공기와 공항 및 공역 관제를 모사하는 ATC(Air-Traffic Control) 시뮬레이터를 개발<sup>(1)</sup>하여 통제권이양, 무인기관제, 관제사 위험알람 등 다양한 연구를 진행하고 있다. 시뮬레이션 시스템은 서로 정보를 주고 받는 여러 개의 모듈로 구성되어 있는데, 새로운 개념연구로 인해 다양한 종류의 패킷을 ICD(Interface Control Document)에 빈번하게 정의 및 수정하는 과정을 필요로 한다. 이는 프로젝트 관리차원의 개발기한 연장, 잠재된 프로그래밍 오류, 불필요한 연산 및 부적절한 알고리즘 이용 등의 문제들을 야기한다.

본 논문은 시뮬레이션 시스템 ICD에서 정의된 자료를 연동하여 패킷처리 API(Application Programming Interface)를 자동 생성함으로써 오류를 방지하고 새로 적용하는 프로토콜을 통해 ATC 네트워크 리소스가 감소함을 확인 검증하였다.

#### 본론

##### 1. ATC Simulator and Protocol

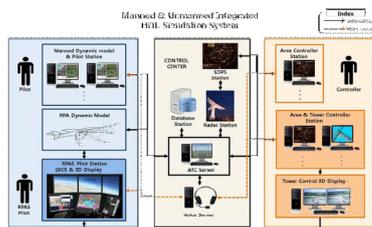


Fig.1 ATC Simulator

Fig. 1.은 ATC<sup>(1)</sup> 시뮬레이터의 구성이며 서버를 통해 주기 및 비주기적으로 유, 무인기 운동모델, 레이더, 관제사 등의 모듈과 정보를 송, 수신한다. 각 모듈은 궤적, 항공기 정보 등을 확인, 요청하거나 전달한다.

시뮬레이션 시작 이후 항공기정보를 일정(주로 1Hz) 주기로 전송하고 시뮬레이션 중의 항공기의 감시정보를 각 모듈로 송, 수신 한다. 처리대상 항공기 수가 많아질수록 TCP 수신데이터의 뭉침 현상이 빈번하게 발생한다. TCP기반 통신은 패킷의 처음과 끝의 경계가

없어 대용량 정보의 잔여 패킷처리가 필요하다.

따라서 패킷의 길이를 최소화 하여 TCP 뭉침 현상을 개선하고 Fig. 2.같이 기존헤더에서 길이정보, 처리플래그를 추가하여 후처리에서 이용하도록 하였다.

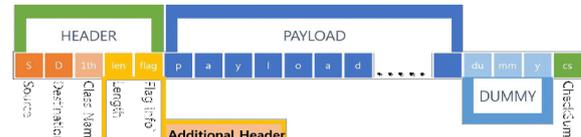


Fig. 2. Packet Structure

##### 2. API & Auto-coding Design for ATC

본 논문에서 ICD문서의 형식은 엑셀로 선정하였고 엑셀 정보로부터 소스코드생성에 이용한다. 또한 다목적 언어인 XML(eXtensible Mark-up Language)을 추출하여 이용할 수 있다.

##### 2.1 Document Publish procedures

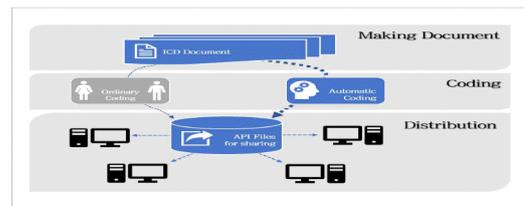


Fig.3. Publication

Fig. 3.같이 ICD를 기반으로 생성된 패킷처리 API는 각 개발자에게 배포, 관리되며 ProjectParameters.h / cpp, PacketAPI.h, PacketManager.h / cpp 파일로 구성한다.

##### 2.2 API Features

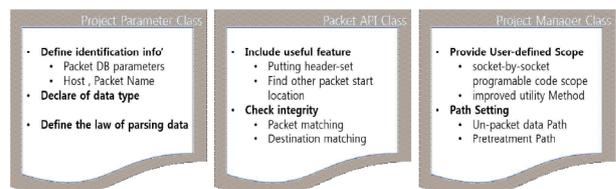


Fig.4. Function of Classes

Fig. 4.에 각 클래스에 구현 되는 기능을 정리하였다. 전송정보결정, 패킷화(인코딩), 전송의 송신 3단계와 패킷처리(디코딩), 전처리, 파싱, 후처리의 수신의 4단계로 구성한다. Project Manager는 두 Class의 기능을 포함한다. 식별자, 데이터타입, 디코딩 방법을 내장하고 다중패킷, 헤더결정, 패킷 무결성 확인 등 기능을 수행할 수 있다. Project Manager의 전처리와 다중패킷처리 기능 등을 확장하였다.

2.2 Software Standard

Table. 1. ISO/ IEC 9126 Quality Standard<sup>(2)</sup>

기능성	신뢰성	사용성	효율성	이식성	보수
적합성	성숙성	이해성	시간활용	분석성	적응성
정확성	오류허용	학습성	자원활용	변경성	설치성
상호운영	회복성	운용성	시행성	안정성	공존성
보안성	회복성	호환성	자동생성	치환성	
ICD연동		사용설명서		자동생성	

Table 1.는 ISO/IEC 9126 외부특성<sup>(2)</sup>을 참조한 소프트웨어 품질특성을 나타내며 음영 부분은 본 연구에서 중점적으로 적용한 기준이다. 이를 API 구성 및 개선의 척도로 활용하였다. ICD가 적용된 패킷디코딩 API 자동코딩으로 유지보수성, 신뢰성, 이식성, 기능성을 향상하였으며 설명서와 예제 코드를 제공하여 사용성, 학습성을 증대하였다.

ICD와 연동한 API파일 자동코딩을 수행하며 ICD 변경 시 API에 적용하여 높은 유지보수-적응성, 기능-정확성, 이식-변경성 등을 지닌다.

API의 수신 호스트 필터링, 무결성정보 등 기능을 제공함으로써 사용성을 향상 시켰으며 개발자가 유연하게 알고리즘을 구성할 수 있도록 하였다.

3. Test of Communication Load

ATC 시뮬레이터는 정보처리의 실시간성이 중요하기 때문에 통신부하를 측정하였다. 분석 모듈은 통신량이 가장 많은 서버를 선정하였으며 항공기 41대를 관제하는 시나리오이다.

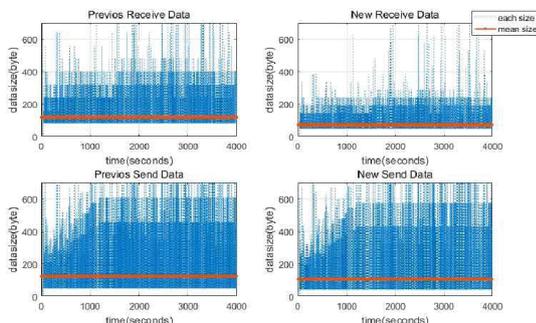


Fig. 5. Prev` Protocol vs New` Protocol

Fig. 5.은 적용 전, 후의 데이터 크기를 보이며 적용 후 평균통신량 감소를 확인할 수 있다. Table. 2.는 수치적 시뮬레이션 중 데이터의 총량과 평균 데이터 처리량을 확인하였다. 송신데이터는 총 5.9MB감소와

변경 전 대비 15% 감소된 결과를 확인할 수 있으며 수신데이터는 총 4.9MB감소와 변경 전 대비 약 40% 감소되었다. 41대 운용의 경우 결과적으로 새로운 프로토콜을 적용함으로써 데이터처리량이 약 10.85MB 감소하였다.

본 시험에서 주기성 데이터의 비율은 0.1% 미만이다. 따라서 동일 조건에서 ‘항공기 수에 따른 데이터 처리량 선형적인 감소’를 예상할 수 있다. 동일한 데이터 처리 상황에서 1,200대의 항공기를 관제할 경우 약 0.3GB의 데이터 처리량 감소를 예상할 수 있으며 이는 초기 설계된 ATC 시뮬레이터의 통신운용 조건<sup>(3)</sup>을 만족한다.

Table. 2. Compare New with Previous

	Prev`		New		Profit	
	Protocol		Protocol		Profit	
	Total KB	Mean byte/s	Total KB	Mean byte/s	Total KB	Mean byte/s
Read	12,274	2,956	7,365	1,774	4,909	1,182
Send	38,234	9,229	32,296	7,796	5,938	1,433

결론

항공관제시뮬레이터의 새로운 프로토콜적용과 ICD를 연동한 API 자동코딩생성은 개발자의 인적오류를 미연에 방지하여 전체 시스템 개선, 개발 기간을 단축하고 네트워크 성능 개선에 기여하며 유지보수성을 향상시켰다. 각 패킷에 대한 응용함수를 추가 제공하고 전 패킷 최적화를 수행할 계획이며 ISO/IEC 9126 기준을 이용하여 API 개선계획을 수립중이다.

후기

본 연구는 국토교통부주관 항공안전기술개발사업 중 “무인항공기 안전운항기술 개발 및 통합 시범운용(과제번호 : 15ATRP-C108186-01)”의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- 1) Hyeju Oh, Jisoo Kang, Seon-Young Kang, Keeyoung Choi, Hak-Tae Lee, Hyuntae Jung, Woo-Choon Moon., “Human-in-the-Loop Simulation Analysis of Integrated RPAS Operations in Trajectory Based Operations Environment.” International Journal of Aeronautical and Space Sciences(2016), Vol. 17, No. 4, pp. 604-613.
- 2) 박준영, et al. "ISO/IEC 9126 품질모델 기반의 게임엔진 품질특성 도출에 관한 연구." 한국게임학회 하계 학술대회(2002) pp. 109-114.
- 3) 정세훈, 조환희, 오혜주, 최기영, 이학태. . 차세대 항행 시스템을 고려한 항공관제시뮬레이터 서버 및 조종사 스테이션 구현. 한국항공우주학회 학술발표회 논문집(2014), pp. 1715-1718.