

실시간 Live 시물레이션을 위한 스마트폰 연동기 구현

김현휘^{1†} · 이강선¹

Implementation of Smartphone Adaptor for Real-Time Live Simulations

Hyun-hwi Kim · Kang-Sun Lee

ABSTRACT

Defense M&S for weapons effectiveness is a realistic way to support virtual warfare similar to real warfare. As the war paradigm becomes platform-centric to network-centric, people try to utilize smartphones as the source of sensor, and command/control data in the simulation-based weapons effectiveness analysis. However, there have been limited researches on integrating smartphones into the weapon simulators, partly due to high modeling cost - modeling cost to accommodate client-server architecture, and re-engineering cost to adapt the simulator on various devices and platforms -, lack of efficient mechanisms to exchange large amount of simulation data, and low-level of security. In this paper, we design and implement *Smartphone Adaptor* to utilize smartphones for the simulation-based weapons effectiveness analysis. *Smartphone Adaptor* automatically sends sensor information, GPS and motion data of a client's smartphone to a simulator and receives simulation results from the simulator on the server. Also, we make it possible for data to be transferred safely and quickly through JSON and SEED. *Smartphone Adaptor* is applied to OpenSIM (Open simulation engine for Interoperable Models) which is an integrated simulation environment for weapons effectiveness analysis, under development of our research team. In this paper, we will show *Smartphone Adaptor* can be used effectively in constructing a Live simulation, with an example of a chemical simulator.

Key words : Defense M&S, Smartphone Adaptor

요약

무기체계 효과도 분석을 위한 국방M&S 분야는 실 전장환경과 유사한 무기체계 실험 환경을 제공하는 현실적인 수단으로 인정받고 있다. 국방 분야에서 군의 전투개념이 플랫폼 중심 전투(PCW, Platform Centric Warfare)에서 네트워크 중심전투(NCW, Network Centric Warfare)으로 변화됨에 따라 무기체계 효과도 분석 및 이의 군사적 활용에서 스마트폰을 적용하려는 시도가 많이 이루어지고 있다. 그러나 국방 M&S분야의 무기체계 효과도 분석 시, 기존 모델을 스마트폰에 적용하기 위해 클라이언트/서버 방식으로 재작성 해야 하는 비용, 특정 기기 및 OS에 따른 중복 개발 비용, 대규모 데이터 교환방법 및 보안의 부재는 무기체계 효과도 분석에 스마트폰의 사용을 어렵게 만든다. 본 논문에서는 스마트폰을 무기체계 효과도 분석에 활용하기 위한 *Smartphone Adaptor*를 설계하고 구현한다. *Smartphone Adaptor*는 스마트폰의 GPS, motion정보 등과 같은 입력 데이터를 시뮬레이터에 전달하고 시뮬레이터로부터 시뮬레이션 진행상황 및 결과값을 받는 일련의 과정을 자동화하여 모델 작성 비용을 절감한다. 또한 JSON과 SEED암호화 알고리즘을 통해 보안이 필요한 데이터에 대한 효율적 전송이 가능하도록 하였다. *Smartphone Adaptor*는 무기체계 효과도 분석 과정을 지원하는 통합시물레이션 엔진인 OpenSIM(Open Simulation engine for Interoperable Models)에 적용되었다. 본 논문에서는, 화생방 시뮬레이터에 스마트폰을 Live장비로서 활용하는 예제를 통해, 국방 M&S를 위한 Live 시물레이션 제작에 *Smartphone Adaptor*가 효과적으로 상용될 수 있음을 보인다.

주요어 : 국방 M&S, 스마트폰 어댑터

*본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소의 지원으로 수행되었습니다.(UD110006MD)

접수일(2013년 1월 10일), 심사일(2013년 1월 28일),
게재 확정일(2013년 3월 19일)

¹⁾ 명지대학교

주 저 자 : 김현휘

교신저자 : 이강선

E-mail; ksl@mju.ac.kr

1. 서론

스마트폰을 국방 분야에서 응용한 여러 연구들이 진행되고 있다. 군에서는 이미 국방 분야에 스마트폰을 활용

하기 위해 민간에서 사용하는 스마트폰보다 보안, 통신, 센서 등의 기능이 강화된 스마트폰을 지속적으로 개발 중이다. 또한, 각종 국방관련 애플리케이션을 개발하여 훈련과 실전에서 사용 중이다. 국방 M&S(Modeling & Simulation) 분야는 실제 전장 환경 및 무기체계 실험 환경을 컴퓨터 상에 유사하게 모의하기 위해 모델을 어떻게 개발하고 수행하여 분석할 것인가에 대한 요소 기술을 제공한다. 특히, 무기체계 효과도를 분석할 때 무기운용자가 현재 위치한 자연 및 교전 환경에서 수집한 정보를 바탕으로 수행된다면 분석결과의 신뢰도가 향상 될 수 있다. 그러나 아직까지는 무기체계 효과도 분석 시 스마트폰을 활용한 연구는 미흡한 실정이다. 그 이유는 다음과 같은 원인에서 찾아볼 수 있다.

- 중복 개발 비용 : 스마트폰을 무기모델과 연동 시 기존 무기모델과 내부 구조 및 행위는 변동이 없음에도 불구하고 스마트폰 센서 정보를 입력으로 활용하기 위해 모델을 재작성해야 한다. 또한, 대부분 특정 스마트폰에만 맞도록 작성되어 기기 및 통신규약의 변화에 따라 재작성해야 한다. 따라서 스마트폰 기반 시뮬레이션 작성 비용을 줄일 수 있는 효과적인 방법이 필요하다.
- 대규모 데이터의 교환방법 부재 : 국방 시뮬레이션은 현실세계의 전장환경을 컴퓨터상에 모의하는 것이기 때문에 많은 양의 데이터를 생성하고 교환한다. 특히, 실시간 연동 같은 경우는 정해진 시간 내에 정해진 데이터를 송수신 할 수 없다면, 실시간으로 연동하는데 문제가 생긴다. 따라서 시뮬레이션과 스마트폰이 생성하는 대규모 데이터를 효과적으로 교환할 방법이 필요하다.
- 보안의 부재 : 국방의 특성상 보안은 매우 중요한 요소이다. 군에서는 시뮬레이션을 훈련/연습, 전력 분석, 전투 실험, 체계 획득 등에 활용하기 때문에, 보안이 필요한 데이터가 많이 발생된다. 따라서 시뮬레이션과 스마트폰의 연동 시 보안을 제공하여, 무기체계 체인 등과 같은 중요한 내용을 효과적으로 보호할 필요가 있다.

본 논문에서는 스마트폰을 무기체계 효과도 분석에 활용하기 위한 Smartphone Adaptor를 설계하고 구현한다. Smartphone Adaptor는 스마트폰의 GPS, motion정보 등과 같은 입력 데이터를 시뮬레이터에 전달하고 시뮬레이터로부터 시뮬레이션 진행 상황 및 결과값을 받는 일련의

과정을 지원한다. Smartphone Adaptor는 기존 모델의 재사용을 지원하는 Translator와 OSMU(one source multi use)특성을 가진 HTML5를 통해 스마트폰 기반 시뮬레이션 작성 비용을 줄였으며, 경량화 데이터교환 방식인 JSON을 통해 대규모 데이터 교환을 지원한다. 또한, SEED알고리즘을 통해 통신 시 강력한 보안을 제공하여 무기체계 효과도 분석에서 발생하는 데이터를 외부의 침입으로부터 보호한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 관련연구에 대해 알아보고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 Smartphone Adaptor를 소개한다. 4장에서는 Smartphone Adaptor의 효율성을 화생방 예제를 통해 보이며, 5장에서는 결론 및 향후 과제를 제시하도록 한다.

2. 관련연구

2009년 아이폰이 처음 우리나라에 도입된 이래로 국내의 스마트폰 시장규모는 폭발적으로 증가하고 있다. 2011년 10월에 가입자 2천만명을 돌파하였고, 2012년 8월에는 3천만명을 돌파하였다. 국민 10명 중 6명은 스마트폰을 사용하고 있는 셈이다. 이러한 상황은 민간뿐만 아니라 군에서도 마찬가지이다. 군의 전투개념이 플랫폼 중심 전투(PCW, Platform Centric Warfare)에서 네트워크 중심전투(NCW, Network Centric Warfare)으로 변화됨에 따라 스마트폰을 군사적으로 적용하려는 시도가 많아지고 있다. 군에 스마트폰을 적용함으로써 얻을 수 있는 가장 큰 장점은 기동장비와 통신장비를 비롯한 각종 군장비의 개발 비용 절감과 전투하중 감소이다. 군에서 사용하는 장비들을 자체 개발하기 위해서는 상당한 예산과 오랜 연구기간이 필요하다. 고가의 군장비를 비교적 저렴한 스마트폰으로 대체할 수 있는 것이다. 물론 기존장비보다 성능 하락이 있을 수 있겠지만 훨씬 더 적은 비용으로 개발이 가능하다. 또한, 스마트폰에는 자유롭게 여러 응용프로그램을 설치할 수 있기 때문에, 스마트폰 하나로 많은 장비를 대체 할 수 있으며, 그 결과 병사 한명이 감당해야 하는 전투하중을 상당히 감소시킬 수 있다. 이러한 비용 감소와 전투하중감소는 더 많은 전략 전술을 가능하게 할 것이다. 본장에서는 스마트폰의 국방 M&S응용과 관련된 기초연구에 대해 알아본다.

2.1 국방 M&S 분야에 스마트폰 활용

국방 M&S에서 시뮬레이션에 사용되는 모델은 Live(실제), Virtual(가상), Constructive(구성)으로 나눌 수 있

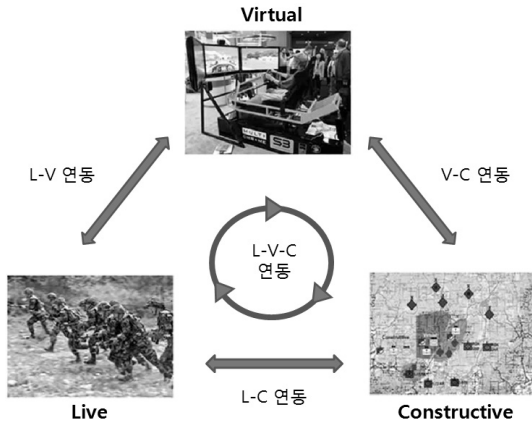


Fig. 1. Live, Virtual, and Constructive Simulations

다. Live모델은 실제 시스템 운영에 실제 병력이 실장비를 가지고 참여하는 모델로 대표적인 사례로는 사격훈련장, 과학화훈련장 및 야외기동훈련 등이 있다. Virtual 모델은 모의된 시스템 운영에 실제 병력이 모의된 장비를 가지고 참여하는 모델로 전차, UAV 시뮬레이터 등이 있다. 그리고 Constructive 모델은 모의된 시스템 운영에 모의된 병력이 모의된 장비를 가지고 참여하는 모델로 대표적인 사례로는 위게임이 있다^[1]. 국방 M&S에서는 Fig. 1과 같이 특정 목적에 따라 L-V, V-C, L-C, L-V-C로 연동을 수행하며, 이러한 LVC모델 간 연동을 통해서 실제 환경과 좀 더 유사하게 모의/가상 환경을 구축하여 훈련/연습, 전력 분석, 전투 실험, 체계 획득 등에 활용한다.

상기에서 설명했듯이 국방 분야에서 스마트폰의 활용도가 점점 증가 하고 그 활용가능성이 무궁무진하기 때문에 국방 M&S에도 스마트폰이 활발히 사용될 것으로 예상된다. 특히 스마트폰은 센서, 통신, 편리성/범용성^[2]을 갖추고 있기 때문에 Live모델을 대체할 수 있는 수단이 될 수 있을 것이다.

국방 M&S에서 LVC연동을 위해서 가장 널리 사용되는 것은 HLA/RTI다. HLA(High Level Architecture)는 이기종 시뮬레이터간의 연동을 위한 IEEE 1516 표준이며 RTI(Run-Time In-frastructure)는 이를 구현한 라이브러리 형태의 소프트웨어 이다^[3-5]. HLA를 통해 LVC연동을 하기 위해서는 HLA Compliance Rules을 따라야한다^[3]. 그러나 HLA Compliance Rules을 익히고 이에 맞춰 Interface를 구현하는 작업에는 상당한 시간이 소요된다. 무기체계 효과도 분석을 위한 국방 M&S에서 스마트폰이 Live모델로 역할을 수행하면 Constructive모델의 일부 속

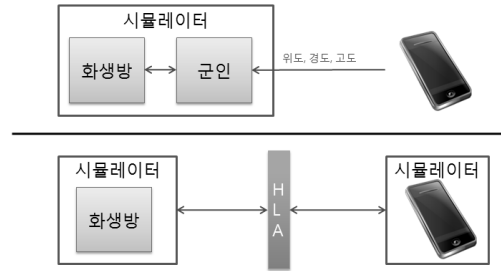


Fig. 2. Interoperation of Live and Constructive Simulators

성값들을 스마트폰이 제공하는 센서값(실시간 자료)으로 대체할 수 있다. 예를 들어, Fig. 2와 같이 군인이라는 모델이 있다면 스마트폰의 GPS값으로 군인 모델의 좌표값(x, y, z)을 입력하는 것이다. 즉, 하나의 시뮬레이터 안에서 LC연동이 수행되는 것이다. 이것은 Live모델과 Constructive모델이 각각 다른 시뮬레이터에서 구동되어 HLA 통해 연동되는 방식보다 훨씬 더 간단하다.

그러나 스마트폰을 통한 하나의 시뮬레이터 안에서의 LC연동을 위해서는 스마트폰과 시뮬레이터 간 통신규약을 정의해야 하며, 통신 시 보안이 충족되어야 한다. 또한, 시뮬레이션이라는 특성상 대용량의 데이터 교환에도 문제가 없어야한다. 따라서, 경량화 데이터를 암호화해서 교환하여 LC연동을 지원하는 기술을 연구할 필요가 있다.

2.2 국방 M&S에 스마트폰을 활용하기 위한 기술

본 절에서는 스마트폰을 국방M&S에 활용하기 위한 기술인 HTML5, JSON, SEED에 대해 알아본다.

2.2.1 HTML5

HTML5는 웹 문서를 만들기 위한 프로그래밍 언어인 HTML(HyperText Markup Language)의 차세대 웹 표준 안으로, 하나의 언어(Java Script), 하나의 데이터 모델(XML, DOM), 하나의 레이아웃(CSS)을 통일적으로 제공하여 텍스트, 오디오, 비디오, 그래픽 등을 통합적으로 제공해 준다. 또한 HTML5는 위치정보, 디바이스 제어, 양방향 통신, 오프라인 처리, 로컬 스토리지 등의 기술을 지원하여, 플래시나 ActiveX 등과 같은 비표준 플러그인 없이도 대부분의 기능을 사용할 수 있다^[6].

Fig. 3에서 보듯이 데스크탑/스마트폰에 탑재되는 주요 브라우저들은 이미 대부분의 HTML5 규격을 구현하고 있다. 따라서, HTML5로 구현된 웹애플리케이션은 데스크탑, 스마트폰, 태블릿 등의 장치에서 OS에 종속성 없이

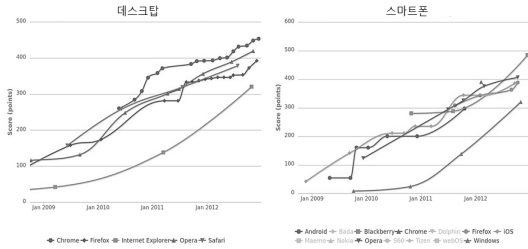


Fig. 3. HTML5 Coverage

<Source : <http://www.html5test.com>>

실행된다. 즉, 다양한 장치에서 동일한 서비스를 제공받을 수 있는 OSMU(One Source Multi Use) 환경을 지원한다.

2.2.2 JSON

JSON (JavaScript Object Notation)은 경량의 데이터 교환 형식이다. 이 형식은 사람이 읽고 쓰기에 용이하며, 기계가 분석하고 생성함에도 용이하다. JSON은 다음과 같은 두개의 구조를 기본으로 두고 있다.

- name/value 형태의 쌍으로 이루어진 집합 : 다양한 언어들에서, 이는 object, record, struct, dictionary, hash table 등으로 실현 되어 있다.
- 값들의 순서화된 리스트 : 대부분의 언어들에서, 이는 array, vector, list, sequence 등으로 실현 되어 있다.

이러한 것들은 보편적인 데이터 구조로써 사실상 모든 현대의 프로그래밍 언어들은 어떠한 형태로든 이것들을 지원한다. JSON에서 name/value 형태의 쌍으로 이루어진 집합은 object로 나타내며, 값들의 순서화된 리스트는 array로 표현한다. Fig. 4는 JSON의 object와 array구조의 표기법을 보여준다.

object는 “{”로 시작하고 “}”로 끝내어 표현한다. 각 name 뒤에 “:”을 붙이고 “,”로 name/value 쌍들 간을 구분한다. array는 “[”로 시작해서 “]”로 끝내어 표현하며 “,”로 값들을 구분한다. value는 큰 따옴표 안에 string, number, true, false, null, object, array이 올수 있다.

Table 1은 XML과 JSON을 비교하기 위해 같은 내용을 각 형식에 맞게 표현한 것이다. XML로 표현했을 경우는 362byte, JSON으로 표현했을 경우에는 111byte로, JSON은 XML의 약 30% 데이터 용량으로 동일한 내용을 표현할 수 있다. 이렇게 JSON은 경량화된 데이터 포맷을 지원하므로 데이터 교환 시 흔히 사용하는 XML보

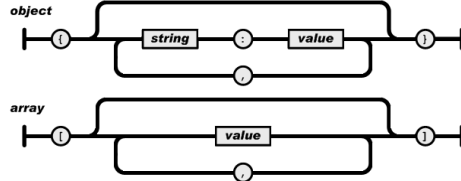


Fig. 4. JSON basic structure

<Source : <http://www.json.org>>

Table 1. XML structure vs JSON structure

구분	입력값	활용방안
데이터 형식	<pre><?xml version="1.0"> <root type="object"> <goods> <product type="string">pencil</product> <price type="number">12</price> </goods> <goods> <product type="string">pen</product> <price type="number">12</price> </goods> <goods> <product type="string">book</product> <price type="number">12</price> </goods> </root></pre>	<pre>{ "root": { "goods": [{product:"pencil",price:12}, {product:"pen",price:12}, {product:"book",price:12}] } }</pre>
데이터 크기	362byte	111byte

다 더 빠른 데이터 교환 속도를 보장한다¹⁷⁾.

2.2.3 SEED 암호화 알고리즘

SEED은 한국정보보호진흥원에서 1999년에 제정 발표한 대한민국 표준 대칭형 암호화 알고리즘이다. SEED는 128 비트 단위의 블록으로 데이터를 읽어서 암호화 또는 복호화를 하는 암호화 기법으로 전자결제, 전자지갑, 스마트 카드, 휴대용 정보통신 단말기 등에서 활발하게 사용되고 있다¹⁸⁾. 암호화 알고리즘은 Table 2와 같이 크게 대칭형 알고리즘과 비대칭형 알고리즘으로 나뉜다. 대칭형 알고리즘은 평문을 암호화하는데 사용되는 암호화 키값과 암호화된 데이터를 다시 평문으로 복호화 하는데 사용되는 복호화 키값이 같다. 알고리즘이 간단해서 암호화/복호화 속도가 매우 빠르지만 암호화에 사용된 키를 수신자에게 전달할 방법을 찾아야 하는 문제점이 생긴다. 비대칭형 알고리즘은 암호화키를 송신자에게 공개하고 수신자는 수신자만이 알고 있는 복호화키를 통해 송신자가 보낸 암호문을 해독한다. 이러한 방식은 해커가 복호화키를 알 수가 없으므로 높은 보안성을 제공하지만 알고리즘이 복잡해서 암호화/복호화 속도가 매우 느리다. SEED는 대칭 암호화 알고리즘의 한 종류로 빠른 암호화/복호화 속도를 장점으로 가지기 때문에 빠르게 대량의 데

Table 2. Symmetric encryption vs asymmetric encryption

구분	대칭 암호화 알고리즘	비대칭 암호화 알고리즘
방식	암호화키 = 복호화키	암호화키 ≠ 복호화키
장점	빠른 암호화/복호화 속도	높은 보안성
단점	송수신자 간 키 공유 문제	속도가 대칭 암호화 알고리즘에 비해 100~1000배 느림

이터를 전달하는데 적합하다.

본 논문에서는 무기체계 효과도 분석 시 스마트폰을 Live장비로 활용할 때 발생할 수 있는 비용, 이식성 및 보안의 문제를 해결하기 위해 다음과 같은 기술을 이용한다.

- HTML5를 통해 다양한 장치에서 동일한 서비스를 제공 받을 수 있도록 한다. 즉, 사용자는 안드로이드 폰, 아이폰, 윈도우폰 등 여러 스마트폰에 동일한 코드로 동일한 서비스를 제공받을 수 있기 때문에 중복개발에 따른 비용을 절감할 수 있다.
- JSON을 통해 대용량 데이터 교환을 지원한다. JSON의 경량화 데이터 포맷을 적용해서 교환하는 데이터를 크기를 최소화한다. 즉, 사용자는 스마트폰을 통한 연동 시 사용하는 데이터를 최소화해서 전달할 수 있다.
- SEED 암호화 알고리즘을 통해 보안성을 제공한다. SEED는 빠르게 데이터를 암호화/복호화 할 수 있는 대칭 암호화 기법 중 하나이기 때문에, 사용자는 스마트폰을 통한 연동 시 사용하는 데이터를 빠르게 암호화해서 전달할 수 있다.

3. Smartphone Adaptor

본 장에서는 무기체계 효과도 분석 시 스마트폰을 Live 장치로 활용하기 위한 전과정을 지원하는 Smartphone Adaptor를 제안한다.

3.1 Smartphone Adaptor의 연동데이터

Smartphone Adaptor는 스마트폰에 내장된 GPS, 가속도, 자이로스코프 등의 센서를 국방 M&S에 활용한다. Table 3은 Smartphone Adaptor가 처리하는 입력형태와 국방 M&S에서의 활용방안을 요약한 것이다. GPS는 실시간으로 위치를 파악할 수 있기 때문에 각종 무기의 위치 확인, 기동 시스템 및 병사의 이동 경로 확인 등에 활용 할 수 있다. 또한, 가속도, 자이로스코프, 지자기 등의

센서를 통해서 는 모델의 움직임을 상세히 파악할 수 있으며, 이러한 특징은 웨어러블 시스템을 대체할 수 있는 수단이 될 수 있다. 시뮬레이션을 수행하는데 있어서 가장 많은 노력이 발생하는 작업 중 하나는 환경데이터를 구축하는 일이다. 스마트폰에 내장된 근접, 조도, 압력, 습도, 온도 등의 센서를 활용하면 실제 환경으로부터 실시간 정보를 획득할 수 있기 때문에 시뮬레이션 분석의 정확도가 상승될 뿐만 아니라 환경 데이터 구축비용도 절감할 수 있다.

3.2 Smartphone Adaptor Architecture

Smartphone Adaptor는 Table 3에서 살펴본 스마트폰이 생성하는 입력데이터를 시뮬레이터에 전달하고, 시뮬레이터로부터 시뮬레이션의 진행상황 및 결과를 스마트폰에 전달받을 수 있도록 일련의 과정을 지원한다. Fig. 5는 Smartphone Adaptor의 아키텍처 이다.

Smartphone Adaptor는 시뮬레이션 엔진과 모델을 가진 Simulator에 사용되는 부분과 센서를 탑재한 Smartphone에 사용되는 부분으로 나뉜다. 현재 스마트폰은 안드로이드폰, 아이폰, 윈도우폰, 블랙베리폰 등 다양하기 때문에 Adaptor를 스마트폰에서 사용하기 위해서는 다양한 버전으로 Adaptor를 제작해야 한다. 이러한 특징 기기 및 OS에 따른 중복개발은 매우 많은 시간과 비용이 소모되는 작업이다. 따라서 이러한 중복 개발을 방지하기 위해 Smartphone에 탑재될 Adaptor는 HTML5로 구현하도록 설계하였다. HTML5는 안드로이드폰, 아이폰, 윈도우폰 등 어떠한 스마트폰에서도 코드 변경 없이 사용가능하다⁶⁾. 특히, HTML5는 웹브라우저를 통해 양방향통신을

Table 3. Smartphone Adaptor : Possible Inputs

센서	입력값	활용방안
GPS	3개 : 위도, 경도, 고도	· 모델의 실시간 위치 확인 (ex)무기, 시스템, 병사 등
가속도	3개 : x, y, z축 가속도	· 모델의 움직임을 상세히 파악 가능 · 웨어러블 시스템을 대체
자이로스코프	3개 : x, y, z축 회전 각속도	
지자기	3개 : x, y, z축 자기장	· 실제 환경에서 환경 정보를 획득해서 활용 가능 · 환경구축 비용절감
근접	1개 : 물체와의 거리	
조도	1개 : 주변 밝기	
압력	1개 : 대기압	
습도	1개 : 주변 공기 습도	
온도	1개 : 주변 온도	

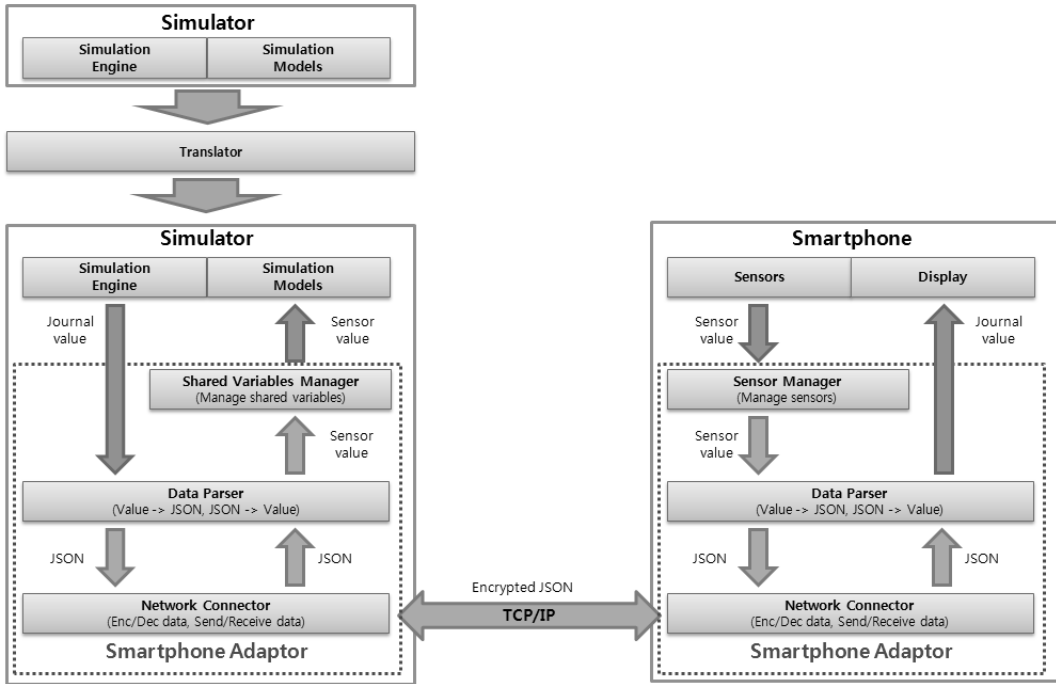


Fig. 5. Smartphone Adaptor: Architecture

지원하고 스마트폰에 탑재된 각종 센서 디바이스에 접근을 제공하기 때문에 Smartphone에 탑재되는 Adaptor를 구현하는데 적합하다. 다음은 Smartphone Adaptor를 구성하는 라이브러리들에 대한 설명이다.

- **Translator** : Smartphone Adaptor를 무기 체계 효과도 분석에 적용하는데 있어 가장 큰 문제점은 기존 무기모델과 내부 구조 및 행위는 변동이 없음에도 불구하고 스마트폰 센서 정보를 입력으로 활용하기 위해 모델을 재작성해야 한다는 것이다. 대부분의 경우 기존 모델의 속성값을 스마트폰이 제공하는 입력값으로 대체만 하면 된다. 예를 들어 Fig. 6과 같이 Soldier라는 기존 모델이 있었을 때 Soldier모델이 수행하는 행위는 동일하기 때문에 변경할 필요가 없고 모델이 가진 속성 x, y, z만 스마트폰의 경도, 위도, 고도의 값으로 변경이 필요하다. 이러한 변경을 위해 모델을 재구성하는 것은 사용자 입장에서는 매우 번거로운 작업이다. 따라서 모델의 행위 및 구조에는 변화를 주지 않고, 모델의 속성을 스마트폰으로부터 가져오는 과정을 자동화 시키는 방안이 필요하다. Smartphone Adaptor의 Translator는 Fig. 6과

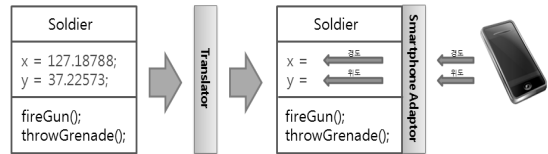


Fig. 6. Translator and Smartphone Adaptor

같이 기존모델에 Smartphone Adaptor를 적용하여 스마트폰과 연동 가능한 형태로 변경을 수행하며, 사용자가 간단한 과정을 통해 스마트폰을 무기 체계 효과도 분석 시뮬레이션에 활용 할 수 있도록 지원한다.

- **Network Connector** : Simulator와 Smartphone과 같이 각각 독립적인 환경에서 수행되는 두 개의 개체가 연동을 수행하기 위해서는 두 개체 간의 통신 규약을 정의해야 한다. 또한, 국방이라는 특성상 보안은 통신 시 필수적이기 때문에 사용자가 고려해야 되는 중요한 요소이다. 그러나 사용자가 이러한 작업을 일일이 고려해서 수행하는 것은 많은 비용이 소모된다. Network Connector는 Simulator와 Smartphone이 연동을 수행하기 위한 모든 통신 관련 작업을 지

원한다. 또한, 비공개키 암호화 기법인 SEED를 사용하여 주고받는 데이터를 암호화/복호화함으로써 높은 보안성을 보장한다.

- **Data Parser** : 시뮬레이션은 그 특성상 대용량의 데이터 교환이 가능해야 한다. 특히, 본 논문에서 목표로 하는 실시간 연동은 정해진 시간 내에 정해진 데이터를 보내고 수신할 수 있어야 하기 때문에 대용량 데이터 교환은 연동 시 고려해야 하는 매우 중요한 요소이다. Data Parser는 JSON을 통해 Simulator와 Smartphone 간 대량의 데이터 통신을 보장한다. JSON은 데이터 교환에 많이 사용되는 XML에 비해 경량화된 데이터 교환 형식으로, 특히 스마트폰과 같은 모바일 디바이스와 데이터 교환 시 효과적이다⁷⁾.
- **Shared Variables Manager** : 데이터 교환 방식 중 하나인 Publish/Subscribe 방식은 메시지의 송신자가 특정 수신자에게 맞춰서 메시지를 보내지 않고, 송수신자가 모두 접근 할 수 있는 공유공간에 송신자가 메시지를 저장하면 수신자가 필요할 때 읽어 가는 방식이다. 이 방식은 송수신자가 서로 지속적인 연결을 수행할 필요가 없기 때문에 성능 면에서 우수하고, Publish된 하나의 메시지를 여러 수신자가 Subscribe하여 사용할 수 있기 때문에 일 대 다 통신이 가능하다. Shared Variables Manager는 공유변수(송수신자가 모두 접근 할 수 있는 공유공간)를 유지 관리하여 Publish/Subscribe형태로 Simulator와 Smartphone 간 통신을 수행할 수 있도록 한다.

4. 구 현

본장에서는 3장에서 설계한 Smartphone Adaptor를 통합시뮬레이션 엔진인 OpenSIM⁹⁻¹⁰⁾에 적용하여 구현한다. 또한 화생방 시뮬레이션 예제를 통해서 Smartphone Adaptor를 활용하여 적은 비용으로 실시간 Live 시뮬레이션을 구현할 수 있음을 보인다.

4.1 Smartphone Adaptor 구현

3.2에서 설명한 바와 같이 Smartphone Adaptor는 Simulator에 사용되는 부분과 Smartphone에 사용되는 부분이 있다. Simulator 측 Adaptor의 경우는 OpenSIM이 C++기반 시뮬레이션 엔진이기 때문에 C++로 구현하여 적용하였다. Smartphone 측 Adaptor는 3.2에서도 설명했듯이 안드로이드폰, 아이폰, 윈도우폰 등 특정 장치나 특정OS에 따른 중복개발을 방지하기 위해 HTML5로 구현

하였다. HTML5는 현재 GPS센서에 접근할 수 있는 API만 존재하지만 2014년 까지 각종 센서를 접근할 수 있는 API가 표준으로 개발될 예정이므로¹¹⁾, 추후 다양한 센서에도 활용될 수 있다. 또한, Translator는 OpenSIM Modeling Tool에 적용하여 구현하였다. 사용자는 OpenSIM Modeling Tool을 통해 기존 모델과 신규 모델에 Smartphone Adaptor를 간단히 적용할 수 있다.

본 논문에서 Smartphone Adaptor 효율적인 사용을 위해 Fig. 7과 같이 실시간 Live 시뮬레이션을 위한 클라우드 개발 환경을 구축하였다. 사용자는 클라우드 개발 환경을 통해 다양한 환경에서 시간과 공간에 제약 없이 시뮬레이션을 수행할 수 있는 클라우드 서비스를 제공받을 수 있다. 사용자는 Modeling Tool로 모델링을 완료 후 시뮬레이터(.exe)와 시뮬레이터를 구성하는 모델정보(.xml)을 생성하여, Simulation Controller를 통해 Storage에 업로드 한다. 사용자는 이렇게 저장된 시뮬레이터를 Simulation Controller를 통해서 시간과 장소에 구애받지 않고 사용할 수 있다. 사용자는 Simulation Controller를 통해 저장된 시뮬레이터 목록 중 원하는 시뮬레이터를 선택하여 시나리오 설정(모델 속성 초기값 설정, 센서값 및 연결ID 설정, 저널 설정)을 수행한다. 설정된 시나리오는 Cloud Server에 전달되고 Cloud Server는 현재 시뮬레이션을 수행하고 있지 않은 Simulation System을 찾아서 시나리오와 시뮬레이터를 전달한 후 시뮬레이터 실행명령을 내린다. Simulation System은 시뮬레이터에 시나리오를 적용하여 시뮬레이션 시작 준비를 마친 후 대기하고, Cloud Server를 통해 연결정보를 Simulation Controller에 전달한다. 사용자는 전달받은 연결정보를 Smartphone소지자(Live 개체)에게 통지하고 시뮬레이터에 연결을 수행한다. 시뮬레이터에 연결한 Simulation Controller는 시뮬레이션을 시작, 정지, 종료할 수 있는 권한을 얻어 원격으로 시뮬레이션을 컨트롤할 수 있다. 사용자는 Simulation Controller로 시뮬레이터에 시뮬레이션 시작시키고, Smartphone소지자들도 전달받은 연결정보로 시뮬레이터에 접속하여 지속적으로 센서값을 전달하고 저널값(출력 데이터)을 전달받는다.

상기에서 살펴보았듯이 클라우드 개발환경을 이용하면, 사용자는 간단히 실시간 Live 시뮬레이션을 구현할 수 있다. 사용자는 Simulation Controller를 통해 시나리오 설정 후 원격으로 시뮬레이션을 수행하고, Smartphone소지자는 전달받은 시뮬레이터 연결정보만 입력해서 시뮬레이션에 참여하면 된다.

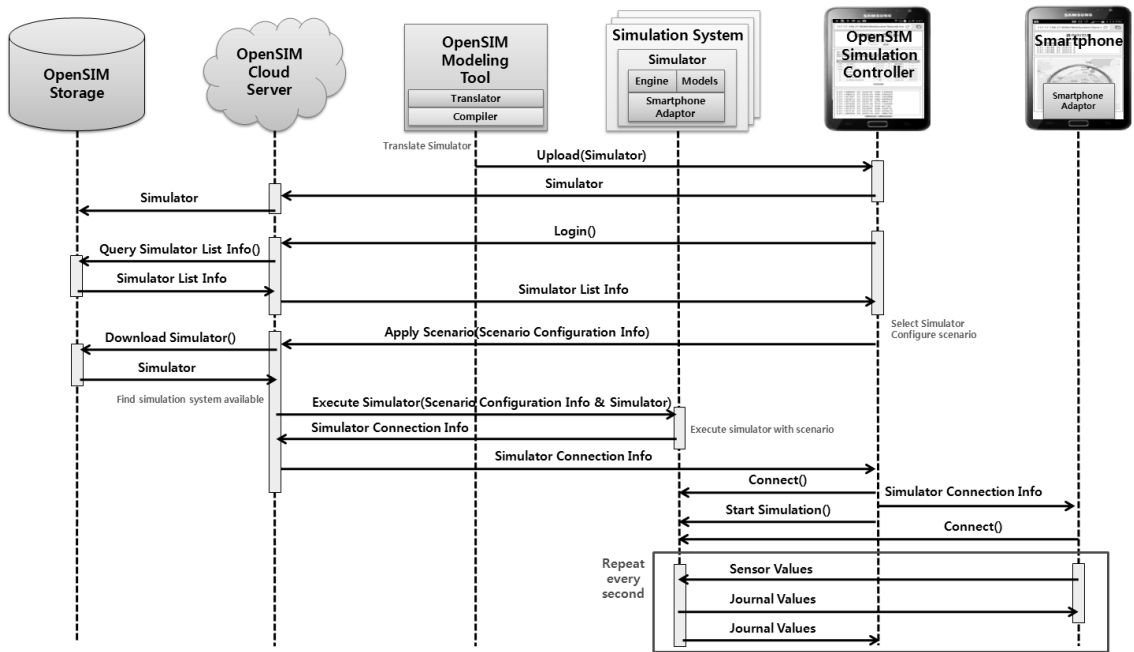


Fig. 7. The Process of Smartphone Adaptor

4.2 화생방 예제

본 절에서는 상기에서 설명한 클라우드 개발 환경을 통해 화생방 시뮬레이션에 스마트폰을 실시간 Live 장비로 연동하여 적용해 보았다. OpenSIM Modeling Tool에 적용된 Translator를 통한 재사용성을 입증하기 위해 화생방 시뮬레이션은 기 개발되었던 Gas 시뮬레이터를 재사용 하였다. 화생방 시뮬레이션은 Figure 8과 같이 화학탄 확산을 담당하는 Diffusion모델과 스마트폰과 연동할 두개의 Soldier모델로 구성된다. Diffusion모델은 Fig. 9와 같이 전장 환경을 50 × 50의 cell로 나누어 cell에 화학탄이 확산되는 것을 식 (1)과 같은 나비에스톡스 유체 방정식을 활용하여 표현하였으며, 화학탄 확산에 따른 전체 지역의 오염도를 Solider1, Solider2모델에 전달한다.

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho v_i) &= 0 \\
 \frac{\partial v_i}{\partial t} + v_i \frac{\partial v_i}{x_i} &= f_i + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial t} \\
 \frac{\partial e}{\partial t} + \frac{\partial e}{\partial x_i} &= f_i v_i + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial x_i}(\sigma_{ij} v_i)
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

HTML5를 바탕으로 구성된 Smartphone Adaptor가 동일한 코드로 여러 스마트폰에서 동일하게 작동함을 입

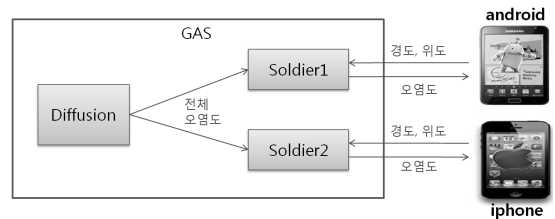


Fig. 8. CBR (Chemical, Biological, and Radiological) Warfare Training on OpenSIM and Smartphone Adaptor

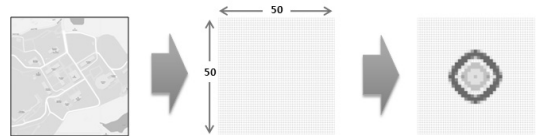


Fig. 9. Diffusion of Chemical Munition

증하기 위해 Soldier1모델은 안드로이드폰, Soldier2모델은 아이폰으로부터 3G망을 통해 위도, 경도를 전달 받는다. 위도, 경도를 전달 받은 Soldier1과 Solider2는 위도, 경도의 해당 위치에 해당하는 화학탄 오염도 스마트폰에 전달하여 스마트폰 소지자들이 확인할 수 있도록 했다. 화생방 예제는 Smartphone Adaptor를 통해 실시간 Live

시뮬레이션을 구현하는 것을 보이는데 목적이 있으므로 효과도 분석은 수행하지 않았다.

4.2.1 모델링

사용자는 Fig. 10과 같이 OpenSIM Modeling Tool을 통해 기존에 개발된 Gas시뮬레이터를 구성하고 있는 모델정보를 담은 xml을 불러온다. 내부 구조와 행위가 새로 작성할 Gas시뮬레이터와 동일하기 때문에 수정 없이 모델링 작업을 완료한다.

모델링을 완료하면 OpenSIM Modeling Tool은 완성된 모델에 대해 코드를 생성하고 컴파일을 수행하여 스마

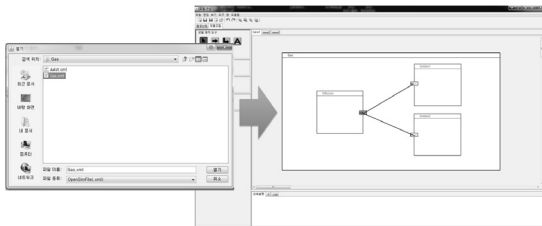


Fig. 10. Modeling of Gas Simulator

```

<?xml version="1.0" encoding="eucKR"?>
<ModelList>
  <Model>
    <Type>Coupled</Type>
    <Name>Gas</Name>
    <Description></Description>
    <ImageURL></ImageURL>
    <Coordinates>
      <X>120.0</X>
      <Y>73.0</Y>
    </Coordinates>
    <Size>
      <Width>935.0</Width>
      <Height>502.0</Height>
    </Size>
    <InputEventList>
    </InputEventList>
    <OutputEventList>
    </OutputEventList>
    <ComponentSet>
      <Model>
        <Type>Atomic</Type>
        <Name>Diffusion</Name>
        <Description></Description>
        <ImageURL></ImageURL>
        <Coordinates>
          <X>278.0</X>
          <Y>236.0</Y>
        </Coordinates>
        <Size>
          <Width>198.0</Width>
          <Height>181.0</Height>
        </Size>
        <AttributeList>
          <Attribute>
            <AttributeType>정수형</AttributeType>
            <AttributeName></AttributeName>
            <AttributeValue></AttributeValue>
          </Attribute>
          <Attribute>
            <AttributeType>정수형</AttributeType>
            <AttributeName>y</AttributeName>
            <AttributeValue></AttributeValue>
          </Attribute>
          <Attribute>
            <AttributeType>정수형</AttributeType>
            <AttributeName>density</AttributeName>
            <AttributeValue></AttributeValue>
          </Attribute>
        </AttributeList>
      </Model>
    </ComponentSet>
  </Model>
  <ImportedFileList>
  </ImportedFileList>
  <ImportedFileList>
  </ImportedFileList>
  <EventList>
    <Event>
      <EventName>in</EventName>
      <PortX>679.0</PortX>
      <PortY>415.0</PortY>
      <StartLineList>
        <StartLineList>
          <EndLineList>
            <Line>
              <LineType>linear</LineType>
              <LineStartX>473.0</LineStartX>
              <LineStartY>330.0</LineStartY>
              <LineEndX>698.0</LineEndX>
              <LineEndY>427.0</LineEndY>
            </Line>
          </EndLineList>
        </StartLineList>
      </EventMessageList>
    </Event>
    <InputEventList>
    </InputEventList>
    <OutputEventList>
    </OutputEventList>
    <StateVariableList>
      <State>ON</State>
      <State>OFF</State>
    </StateVariableList>
    <ExternalList>
    </ExternalList>
    <InternalList>
    </InternalList>
    <OutputList>
    </OutputList>
    <TimeList>
    </TimeList>
  </EventList>
  <IncludeCode></IncludeCode>
  <FunctionCode></FunctionCode>
  <ConstructorCode></ConstructorCode>
  <DestructorCode></DestructorCode>
</ModelList>
  
```

Fig. 11. XML files for GAS Simulator



Fig. 12. Gas Simulator: Uploading Models

트폰과 연동을 수행할 수 있는 Gas시뮬레이터와 Gas시뮬레이터를 구성하는 모델정보를 담은 xml파일을 출력한다. Fig. 11은 출력된 xml파일이다.

사용자는 출력된 Gas시뮬레이터와 xml파일을 Fig. 12와 같이 OpenSIM Simulation Controller를 통해 업로드한다.

4.2.2 시나리오 구성

시나리오 구성을 위해 사용자는 Simulation Controller를 통해 로그인을 수행한다. 시뮬레이터 목록에서 Gas(시나리오 구성을 원하는 시뮬레이터)를 선택한 후 Fig. 13과 같이 Solider1과 Solider2의 x속성을 Smartphone의 경도값으로 y속성을 위도값으로 설정한 후 연결ID(스마트폰이 시뮬레이션에 연결할 때 사용)는 각각 1과 2로 설정한다. 또한 스마트폰(Live 개체)에 Solider1, Solider2가 위치하는 곳의 오염도 전달하기 위해 x, y, density속성을 저널목록으로 설정한다. Diffusion모델은 50 by 50cell로 구분된 환경의 중심에서 화학탄이 확산되는 것을 표현하기 위해 x와 y속성을 25(가로25, 세로25 번째 cell)로 설정한다. 또한, 화학탄의 확산 정도를 결정하는 density(화학탄의 농도), temperature(절대온도)속성은 각각 2000, 295로 설정한다. 이러한 시나리오 설정을 완료 후 시나리오 적용 버튼을 클릭하면 Gas 시뮬레이터에 시나리오가 적용되어 시뮬레이션 시작 준비를 마친 후 대기한다. Simulation Controller는 Gas시뮬레이터에 연결정보를 전달받아 연결을 수행한다. 또한, 사용자는 전달받은 연결정보를 Solider1,

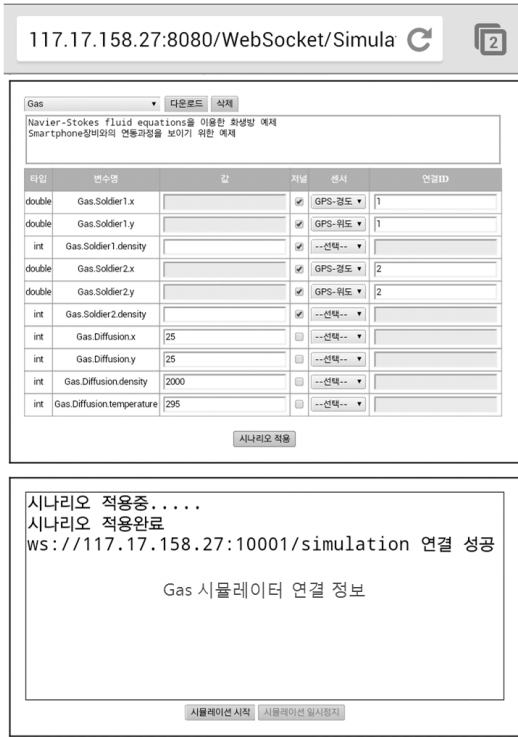


Fig. 13. Gas Simulator: Applying Scenarios

Solider2 스마트폰 소지자에게 통보한다.

4.2.3 시뮬레이션 실행

시나리오 설정이 완료되면 시뮬레이션 시작버튼이 활성화되고 사용자는 시뮬레이션을 시작한다. Fig. 14와 같이 Solider1, Solider2 스마트폰 소지자들 전달받은 연결 정보를 입력해서 Gas 시뮬레이터에 연결한다. 연결이 완료되면 스마트폰은 Gas 시뮬레이터에 경도, 위도 값을 전달하고 Gas 시뮬레이터로부터 저널값을 전달 받는다.

Table 4는 Gas 시뮬레이터와 스마트폰 간 교환 데이터를 보여준다. 데이터는 대용량 데이터를 효과적으로 표현할 수 있는 JSON형태로 변환되고 SEED알고리즘으로 암호화되어 전달된다. Table 4를 통해서 알 수 있듯이 JSON은 XML에 비해 약 60% 용량으로 동일한 데이터를 표현 가능하다. 또한, 해커가 전달중인 데이터 패킷을 비정상적인 방법으로 가로채더라도 데이터에 대한 정상적인 열람이 불가능하다.

Fig. 15는 스마트폰이 Gas시뮬레이터와 연동되어 시뮬레이션을 수행하고 완료된 최종화면이다. Simulation Controller는 모든 저널값을 스마트폰에 전달받아 시뮬레

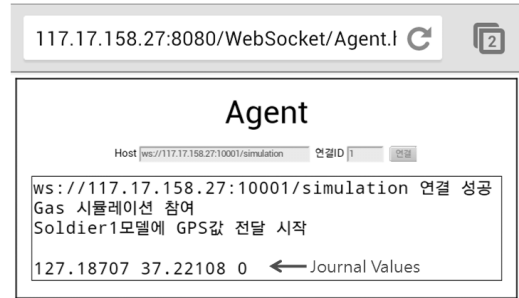


Fig. 14. Gas Simulator: Binding to Gas Simulator

Table 4. Exchange Data between Gas Simulator and Smart phones

전송경로	XML	JSON	JSON 암호문
시뮬레이터 ↓ 스마트폰	<pre><root> <journal> <type>Gas.Soldier1.x</type> <value>37.22108</value> </journal> <journal> <type>Gas.Soldier1.y</type> <value>127.18707</value> </journal> <journal> <type>Gas.Soldier1.density</type> <value>3</value> </journal> </root></pre>	<pre>{ "journal": [{"type": "Gas.Soldier1.x, "value": "37.22108}, {"type": "Gas.Soldier1.y, "value": "127.18707}, {"type": "Gas.Soldier1.density, "value": "3"}]</pre>	<pre>User0kHfZx8duq9u0XOM <SNz6S6EB9W3R9YK4p4 lrlqg<0XNG0714nkZ4J84 a84F05Hfpc56cATca0Y9e I2L1uTDEMapKkKjst44 APJQcAxx6d7OyHfBdWC 54lX37CSpv9yebHBA009u 8tyjeqH5oNqjSczmsYwU9 SVq8NSjJa</pre>
	160 byte	97 byte	

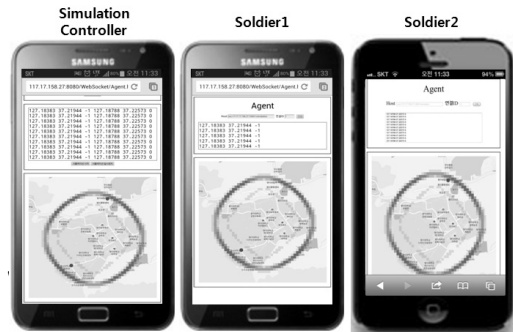


Fig. 15. Final Result

이션 진행 현황을 파악할 수 있도록 제공되며, 사용자는 자신의 스마트폰에서(Soldier1, Soldier2) 자신이 속한 모델의 저널값만을 전달 받아 표시한다. 시뮬레이션의 진행상황 및 결과는 Fig. 15와 같이 직관적으로 가시화 하였다.

화생방 예제를 통해 보았듯이 사용자는 실시간 Live 시뮬레이션을 위해 고려해야하는 통신규약, 보안, 대용량 데이터 교환 등을 비롯한 필요한 모든 과정을 Smartphone Adaptor를 통해 지원받을 수 있었다. 또한 OpenSIM Modeling Tool에 탑재된 Translator를 통해 Smartphone Adaptor와 연동하는 코드를 생성하고 컴파일 할 수 있기

때문에 기존 모델을 재사용해서 매우 간단하게 실시간 Live 시뮬레이션을 구현할 수 있었다.

5. 결 론

무기체계 효과도 분석에 스마트폰의 사용을 장려하기 위해서는 기존 모델에 스마트폰을 적용하기 위해 모델을 재작성 해야 하는 비용, 특정 기기 및 OS에 따른 중복 개발 비용, 대규모 데이터 교환방법 및 보안의 부재 등의 문제를 해결해야 한다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 무기체계 효과도 분석 시 스마트폰을 Live 장치로 활용하기 위한 전 과정을 지원하는 Smartphone Adaptor를 소개하였다. Smartphone Adaptor는 SEED암호화를 통해 통신 시 강력한 보안성을 제공하며, 경량화 데이터 교환방식인 JSON을 통해 사용자가 대량의 데이터를 주고받을 수 있게 하였다. 또한, HTML5를 활용하여 어떠한 스마트폰에서도 하나의 코드로 동일한 서비스를 받을 수 있도록 하였으며, 기존 모델을 스마트폰과 연동 가능한 모델로 간단히 재작성해 주는 Translator를 구현하여 모델 재개발에 따른 비용을 감소시킬 수 있도록 하였다. 본 논문에서는 제안한 Smartphone Adaptor 효율적인 사용을 위해 클라우드 개발환경을 구축하였으며, 클라우드 개발 환경에서 화생방 시뮬레이션을 수행하는 예제를 통해 사용자가 Smartphone Adaptor를 통해 스마트폰을 Live장비로 활용하여 실시간 Live 시뮬레이션을 효과적으로 구현할 수 있음을 입증하였다. 본 논문에서 구현한 Smartphone Adaptor의 기대효과는 다음과 같다.

첫째, 실시간 Live 시뮬레이션 개발 시간과 개발 비용에 대한 절감 효과가 있다. Smartphone Adaptor는 대용량 데이터 교환, 보안, 모델 재구축 등의 서비스를 사용자에게 제공하여 매우 적은 비용으로 실시간 Live 시뮬레이션 개발을 가능하도록 한다.

둘째, 다양한 환경에서 시간과 공간에 제약 없이 실시간 Live 시뮬레이션 개발이 가능하다. 사용자는 클라우드 개발 환경을 통해 스마트폰, 태블릿, PC, 노트북 등 웹브라우저를 탑재한 어떠한 장치에서도 시뮬레이션을 수행할 수 있다.

그러나 사용자가 스마트폰을 통해 대량의 수치데이터를 분석하고 시뮬레이션의 진행 상황 및 결과를 완벽히 파악하기 힘들다. 따라서 향후 연구로는 시뮬레이션을 시

각화할 수 있는 라이브러리를 통해 시뮬레이션의 진행 상황을 직관적으로 보여주고, 저널 데이터에 대한 분석을 수행하여 전달하는 기능을 추가할 필요가 있다. 또한, 배터리 소모 정도를 분석하여 사용자가 휴대용 장치를 통해 언제 어디서든지 시뮬레이션을 수행하고 분석할 수 있도록 하는 방안을 연구할 필요가 있다.

참 고 문 헌

1. 김문수, 최미선, 이태억, 김대규, 권순걸(2010), “공동 전투 객체 모델 기반 Live-Virtual-Constructive 모델 연동 프레임 워크”, 대한산업공학회/한국경영과학회 춘계공동학술대회 논문집, pp. 1260-1267.
2. 김현철, 박희준, 권도백(2011), “LVC 연동 시뮬레이션을 위한 모바일 플랫폼과 RTI간 연동 게이트웨이 설계”, Asia Simulation Conference, pp. 42-47.
3. IEEE(2000), “IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture (HLA) - Framework and Rules, IEEE Std 1516”, Institute of Electrical and Electronics Engineers.
4. IEEE(2000), “IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture (HLA) - Federate Interface Specification, IEEE Std 1516.1-2000”, Institute of Electrical and Electronics Engineers.
5. IEEE(2001), “IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture (HLA) - Object Model Template, Std 1516.2-2000”, Institute of Electrical and Electronics Engineers.
6. 이은민(2011), “HTML5가 웹 환경에 미치는 영향”, 정보과학회지, Vol. 29, No. 6, pp. 55-60.
7. 오진수, 송창기(2012), “모바일 응용 프로그램에서 XML 데이터를 JSON으로 변환 전송을 통한 성능 개선”, 한국컴퓨터종합학술대회 논문집, Vol. 39, No. 1, pp. 129-13.
8. KISA(1999), “SEED 암호화 알고리즘”, www.kisa.or.kr
9. 김태섭, 장희정, 이재민, 이강선(2010), “무기체계 분석을 위한 모의엔진 아키텍처 연구”, 한국시뮬레이션학회논문지, Vol. 19, No. 2, pp. 51-62.
10. 김태섭, 박준호, 김현휘, 박찬중, 이강선(2010), “무기체계 효과도 분석을 위한 통합 모의 엔진의 서비스 구성 방안 연구”, 한국시뮬레이션학회논문지, Vol. 19 No. 4, pp. 261-270.
11. 안병현, 김병정(2012), “HTML5 표준화 현황과 활용 사례”, 정보과학회지, Vol. 30, No. 6, pp. 10-15.



김 현 휘 (unghwi@mju.ac.kr)

2010 명지대학교 컴퓨터공학과 학사
현재 명지대학교 컴퓨터공학과 석사과정

관심분야 : 컴퓨터시뮬레이션, 국방 M&S



이 강 선 (ksl@mju.ac.kr)

1992 이화여자대학교 전자계산학과 학사
1994 이화여자대학교 전자계산학과 석사
1998 미) University of Florida, 박사
현재 명지대학교 컴퓨터공학과 부교수

관심분야 : 컴퓨터시뮬레이션, 국방 M&S