

공학 컴포넌트 모델을 가지는 시뮬레이터 연동구조 설계

안병준[†] · 권승만 · 왕지현 · 변재정

국방과학연구소

Interface Design of the Simulator Having Engineering Components Model

Byung-Jun Ahn · Seung-Man Kwon · Ji-Hyun Wang · Jai-Jeong Pyun

Agency for Defense Development

This paper include the results of the software interface design for the ground vehicle simulators. This design allows us to upgrade the simulator easily by exchanging the engineering model when we need to change the function of algorithm or data of a simulator. That is because a main part of simulator is composed of reusable model.

Keywords: Simulator, Ground Vehicle, Engineering Components Model, Interface Design

1. 서 론

전차 및 장갑차 등의 시뮬레이터를 개발하기 위해서는 실 장비의 기능을 가능한 실감나게 묘사해야 하며, 이를 위해 기동, 화력, 방호, 통신 등의 주요기능을 모의해 주어야 한다. 최근에는 소프트웨어 기술의 발전으로 이러한 주요기능 모의를 위해 기존의 단순화 된 알고리즘 대신 공학급 모델을 사용함으로써 보다 상세한 기능모의를 가능케 하고 있다(Kwon *et al.*, 2011; Jung *et al.*, 2011; Jo *et al.*, 2013).

한편, 전차 및 장갑차 등 지상 무기체계는 기본적으로 기능이 유사하기 때문에 시뮬레이터 개발 측면에서는 각각의 무기체계 시뮬레이터 개발시 재활용 할 수 있는 부분이 많다고 할 수 있다. 그러나 국방분야에서 기존의 시뮬레이터 개발시에는 해당하는 무기체계에 대해서만 모의를 해왔으며, 심지어 추후에 모의 알고리즘 수정시에도 전체 프로그램을 다시 보완해야 하는 문제가 있었다. 더욱이 공학급 모델을 사용해서 장비의 기능을 모의하기 위해서는 프로그램의 복잡도 증가로 인하여 기존의 소프트웨어를 재사용할 수 있는 부분이 더 적어진다고 할 수 있다.

현재 군사 시뮬레이션 분야에서 모델을 재사용하기 위한 방법으로 BOM(Base Object Model)(SISO, 2006a, b), OOS CML(OneSAF Object System Conceptual Modeling Language)(Karr, 2005)와 같은 개념들이 존재하고 있으나 군사훈련 및 연습, 모의분석 획득 등 전반적인 분야를 광범위하게 고려하여 추상화 레벨이 낮고 적용 대상 또한 주로 위게임 형태의 Constructive Model이어서 시뮬레이터와 같은 Virtual Model 개발시에는 기술을 적용하기에 모호한 면이 많은 상태이다.

이에 기존 시뮬레이터의 단점을 극복하고 시뮬레이터의 재사용성을 증대시키기 위해 지상 장비의 주요 모의요소들을 별도의 파일로 각각 분리하고 시뮬레이터 메인 소프트웨어와 연동시킬 수 있는 연동구조를 설계하였다. 이렇게 주요 모의요소들을 분리하여 시뮬레이터를 설계한다면 시뮬레이터 개발 이후 모의 알고리즘이나 데이터를 보완하고자 할 때 시뮬레이터의 메인 소프트웨어 수정 없이 해당 모델만을 교체함으로써 편리하게 시뮬레이터의 성능향상이 가능하게 될 것이다. 마지막으로 설계된 연동구조는 실제 시뮬레이터 개발시 적용하여 그 활용성을 입증하였으며 그 내용을 본 논문에 소개하고자 한다.

[†] 연락저자 : 안병준, 305-600 대전광역시 유성구 유성우체국 사서함 35-5호 국방과학연구소, Tel : 042-821-3207, Fax : 042-823-2800, E-mail : bjahn@add.re.kr

2013년 6월 28일 접수; 2013년 9월 5일 1차 수정본 접수; 2013년 11월 18일 2차 수정본 접수; 2013년 11월 20일 게재 확정.

2. 시뮬레이터 설계 개요

시뮬레이터에서 별도 모델로 분리해야 할 모의요소 선정을 위해 지상무기체계 장비들을 대상으로 주요 기능들을 아래 표와 같이 구분하였다.

Table 1. Common simulation elements of ground vehicles

분류	기능모의 요소
기동기능	차량의 위치, 자세 및 속도 모의
화력기능	탄도, 탄속 및 탄착위치 결정
방호기능	무기체계 피탄시 장갑의 파괴여부 판단
피해평가 기능	피탄 및 장갑 파괴시 받게 되는 피해종류 결정
통신기능	통신개체간 통신성공 여부 판단
탐지기능	조준경의 성능에 의한 탐지여부 판단

위와 같이 구분된 총 6개의 모의요소들은 지상무기체계 기능모의를 위해 공통되는 요소들로서 모델분리가 가능하다고 판단하였다. 이러한 별도 모델에서 모의된 지상무기체계 장비들의 기능 및 성능요소들은 시뮬레이터 메인 소프트웨어와 연동되며, 최종적으로 시뮬레이터끼리는 외부연동을 통해 서로 데이터를 주고 받게 될 것이다. 전체적인 개념도로 요약해보면 아래 <Figure 1>과 같으며, 두 개의 시뮬레이터가 모의하는 지상무기체계간 교전상황을 예로 들어 그림을 설명하면 다음과 같다.

우선 시뮬레이터 A가 시뮬레이터 B를 향해 사격을 실시하게 되는 경우 시뮬레이터 A는 조이스틱과 같은 사용자 UI(User Interface)를 통해 포를 지향 후 격발을 하게 될 것이다. 이때 시뮬레이터 A는 화력모델을 호출하게 되며 화력모델은 격발 후 생성된 탄의 궤적을 실시간으로 계산하여 시뮬레이터 A에게 송신해주게 된다.

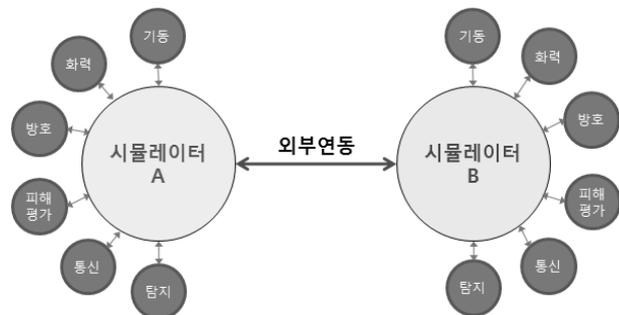


Figure 1. Design concept of a simulator and engineering model components

시뮬레이터 A는 수신한 탄의 궤적을 가지고 충돌검사를 계속 수행 후 시뮬레이터 B의 무기체계에 탄이 충돌하게 되면 화력모델은 최종적으로 탄의 종류, 탄의 속도, 탄의 입사각, 탄착

위치 등을 시뮬레이터 A에게 송신해주고 이러한 정보는 외부연동을 통해 시뮬레이터 B에게 전달된다. 시뮬레이터 B는 자신이 피격되었다는 정보와 함께 방호모델을 호출하여 시뮬레이터 A로부터 수신한 화력정보를 넘겨주면 시뮬레이터 B의 방호 모델은 탄의 위력 대비 자신의 장갑 방호력을 계산하여 장갑파괴 여부를 판단한다. 만약 자신의 장갑이 파괴되었다는 계산결과가 나오면 시뮬레이터 B는 피해평가 모델을 호출하여 자신이 어떤 피해상태가 되었는지(예: 기동불가, 사격불가, 완전파괴 등)를 판단하고 최종적으로 자신의 상태를 외부연동을 통해 다른 시뮬레이션 개체들에게 통보하게 된다.

3. 공학모델 연동구조 설계

3.1 기동모델

<Figure 2>는 기동모델과 시뮬레이터 간의 연동구조를 보여준다. 우선 시뮬레이터의 차량조종 관련 UI(User Interface) 신호인 조향핸들 변위신호, 가속페달 및 제동페달의 변위신호, 변속기어단 선택신호와 함께 현재 차량이 주행하는 지형이 아스팔트 도로인지 비포장로인지 등을 알려주는 지형속성 정보, 다른 개체 혹은 장애물과 충돌상태인지를 알려주는 충돌여부 신호 등이 60Hz 주기로 시뮬레이터에서 기동모델로 주기적으로 전달된다. 이러한 입력데이터를 수신한 기동모델은 자체적으로 보유한 모의대상 무기체계의 동력 및 현수계통 제원 데이터 및 지형 고도 데이터와 실시간 동력학 모델을 사용하여 차체의 위치, 자세, 속도, 가속도, 엔진 rpm 등의 데이터를 계산하여 주기적으로(60Hz) 시뮬레이터에게 송신해준다.

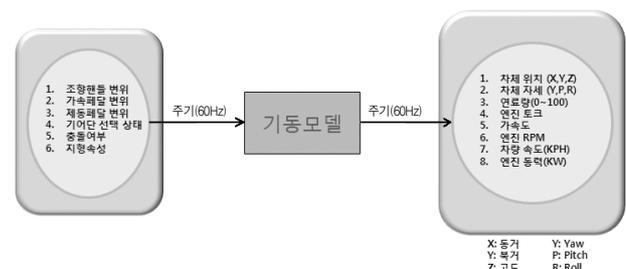


Figure 2. Interface design of a mobility model

한편, 충돌여부 신호는 가상전장 환경 하에서 시뮬레이션 연동시 타 시뮬레이션 개체들과 서로 충돌할 경우 기동모델이 이를 모의에 반영할 수 있도록 시뮬레이터가 개체 충돌여부를 검사하여 송신해주는 신호이다. 물론 타 시뮬레이션 개체들의 위치정보를 모두 기동모델에게 송신하여 기동모델이 개체 충돌여부를 자체적으로 검사하게 할 수도 있지만 이럴 경우 기동모델과의 연동정보 량이 과다해 질 수 있어 개체 충돌여부는 시뮬레이터가 수행하고 충돌여부 결과만 기동모델에 전송도록 설계하였다.

3.2 화력모델

화력모델은 가상전장 환경에서 운용되는 화기로부터 발사된 탄의 탄도를 모의하여 탄착점과 탄착지점에서의 입사각, 피탄속도, 비과시간 등을 계산하여 주는 모델로서 시뮬레이터와의 연동구조는 <Figure 3>과 같다. <Figure 3>의 연동 데이터들을 설명하면, 우선 시뮬레이터에서 탄을 격발하여 탄이 생성되면 생성된 탄이 소멸되기 전에 또 다른 탄이 발사될 수 있기 때문에 시뮬레이터는 우선 생성된 탄별로 탄 ID를 부여하게 된다. 이는 즉 하나의 시뮬레이터에서 생성된 각각의 탄이 동시에 존재할 수 있고 시뮬레이터는 존재하는 탄 별로 화력 모델을 각각 호출해야 한다는 의미이기도 하다.

탄 ID와 함께 시뮬레이터는 화력모델에게 사격체계의 종류(예 : K1전차, K21장갑차 등), 무기의 종류(예 : 120mm전차포, 40mm기관포 등), 탄의 종류, 레이저거리 측정기로부터 수신된 사거리와 탄의 발사위치와 관련된 정보(포지향각, 포구위치, 포탑자세)를 송신해 준다. 한편, 사격시간은 직접적인 탄 모의와는 관련이 없으며 사후분석시 격발시점을 알기 위한 데이터로 시뮬레이션 누적 경과시간으로 표시한다.

입력데이터를 수신한 화력모델은 30Hz 주기로 계산된 탄의 위치와 자세를 시뮬레이터에게 송신해주면 시뮬레이터는 가상전장 내의 타 개체들의 위치정보와 비교하여 탄의 충돌여부를 계속 점검하게 된다. 최종적으로 탄이 어떤 개체와 충돌하게 되면 시뮬레이터는 탄 충돌정보를 화력모델에게 송신하고 화력모델은 그 순간의 최종 탄착점 좌표와 계산된 관련 데이터를 시뮬레이터에게 송신해준다.

한편 탄의 종류에 따라 계산방식의 차이로 인해 화력모델로부터 출력되는 데이터가 상이한데 철갑탄 계열의 탄은 탄착좌표 외에 입사각, 피탄시 탄의 속도, 비과시간(TOF : Time of Flight) 정보를 출력하고 성형작약탄 계열의 탄은 탄착좌표, 입사각, 비과시간 정보를 출력하게 된다. 반면에 고폭탄 계열의 탄은 탄착좌표와 폭발시간, 폭발반경 및 낙각 정보를 시뮬레이터에게 송신해주게 된다.

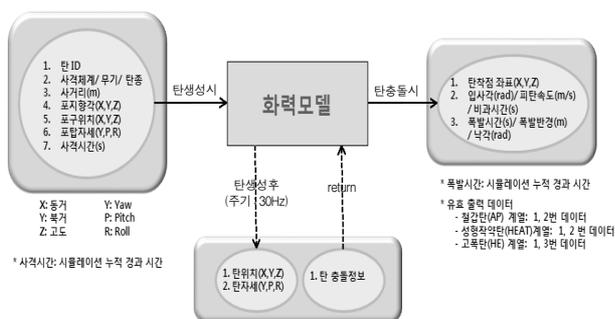


Figure 3. Interface design of a weapon accuracy model

위와 같이 화력모델에 의해 계산된 출력 데이터는 탄의 종류가 철갑탄이나 성형작약탄 계열일 경우에는 피격개체의 시뮬레이터에게 방호모델 모델 호출시 입력정보로 활용가능도

록 외부연동을 통해 송신해주게 되며, 탄의 종류가 고폭탄 계열일 경우에는 화력모델 결과 데이터 중 폭발반경 데이터를 참조하여 해당 반경 내에 들어있는 모든 개체들의 시뮬레이터들에게 출력 데이터를 전송해 주게 된다.

3.3 방호모델

방호모델은 전투차량이 철갑탄이나 성형작약탄 계열의 직사화기에 피탄되었을 때 장갑의 관통여부를 판단하여 주는 모델로서, 방호모델과 시뮬레이터 간의 연동구조는 <Figure 4>와 같다. 그림에서와 같이 피격된 개체의 시뮬레이터에게 자신이 피격되었다는 정보가 전달되면 시뮬레이터는 방호모델을 호출하며 관련 데이터를 입력해 준다. 호출된 방호모델은 자신이 별도로 보유하고 있는 무기체계별 형상 DB 데이터를 바탕으로 위치좌표, 자세, 포탑 방위각 및 탄착점 좌표 등의 데이터를 사용하여 자신의 어느 부위가 피격 되었는 지를 먼저 파악하게 된다. 이후 방호모델은 탄종과 피탄부위에 따라 계산식을 선택하고 선택된 계산식에 탄속 및 피탄각 등을 입력하여 최종적으로 관통/비관통 여부를 판단하게 된다. 만약 반응장갑을 장착한 무기체계라면 해당 부위의 반응장갑 소모여부를 별도로 점검하여 기록을 시뮬레이션 종료시까지 보유하게 된다.

참고로 피탄부위는 세밀하게 구분 할수록 유리하지만 무기체계 형상 DB의 복잡도가 증가하기 때문에 본 시뮬레이터 제작시에는 차체 전방 상/하부, 차체 측면 전방/후방, 차체 후방, 포탑 전/후방, 포탑 우측면, 포탑 좌측면으로 총 9개 부위로 구분하였다.

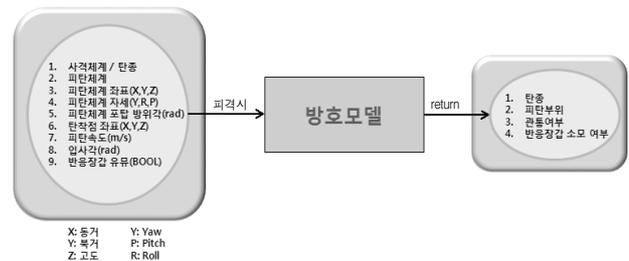


Figure 4. Interface design of a protection model

시뮬레이터는 방호모델 호출에 이어서 피해평가 모델을 호출하여 최종적으로 피해상태를 판단하게 되며, 만약 고폭탄 계열의 탄이 폭발하여 폭발반경 내에 해당 시뮬레이터가 존재한다는 통보를 외부연동으로부터 수신하면 방호모델을 거치지 않고 바로 피해평가 모델을 호출하게 된다.

3.4 피해평가모델

피해평가 모델은 가상전장 환경에서 운용되는 화기로부터 각종 무기체계에 대해 교전에 따른 피해정도를 정량적으로 산

출하여 피해를 모의해주는 모델로서 시뮬레이터와의 연동관계는 탄의 종류에 따라 <Figure 5> 및 <Figure 6>과 같다. 탄의 종류에 따라 호출하는 피해평가 모델이 다른 이유는 탄이 장갑을 직접 타격하여 운동에너지나 화학에너지로 장갑을 뚫는 철갑탄 및 성형작약탄의 경우와 특정지역의 일정면적에 고르게 피해를 입히는 고폭탄에 대해 사용하는 피해평가 계산식이 상이하기 때문이다.

탄이 철갑탄 및 성형작약탄 계열일 경우에는 <Figure 5>와 같이 피탄부위, 입사각 및 장갑 관통여부 등의 데이터로부터 시뮬레이터 개체의 피해상태를 판단하게 된다. 피해상태의 종류는 설정하기 나름이지만 본 시뮬레이터 개발시 적용한 피해상태는 기동불가, 사격불가, 기동 및 사격불가, 완전파괴 등 4가지 상태로 정의하였다.

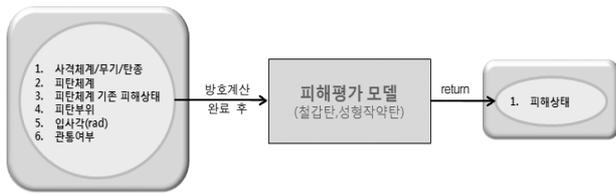


Figure 5. Interface design of a damage assessment model(I)

탄이 고폭탄 계열일 경우에는 앞서 방호모델에서 설명했듯이 사격개체의 화력모델에서 계산한 폭발반경 내에 모의 대상 시뮬레이터가 존재시 외부연동으로부터 정보를 수신하게 되고 피해평가 모델이 호출되어 탄착점 좌표, 낙각 등의 데이터로부터 개체의 피해정도를 계산하게 된다(<Figure 6> 참조).



Figure 6. Interface design of a damage assessment model(II)

한편, 시뮬레이터가 피해평가 모델 호출시 기존의 피해상태를 항상 같이 통보해 줌으로서 피해평가시 기존 피해상태와 신규 피해상태는 항상 누적되도록 하였다. 즉 ‘기동불가’ 상태의 개체가 포탄에 다시 한 번 피격되어 피해를 입었으면 피해가 누적되어 ‘기동 및 사격 불가’ 혹은 ‘완전파괴’ 상태로 변환되는 식이다.

3.5 통신모델

통신모델은 가상전장 환경에서 운용되는 무기체계 간 무선 통신에 의한 전문 송/수신 가능여부를 판단하여 주는 모델로서 시뮬레이터와의 연동구조는 <Figure 7>과 같다. 통신모델

은 무선통신시 전문을 송신하고자 하는 송신측 시뮬레이터에서 사용하도록 설계하였으며 시뮬레이터 운용자에 의해 전문 송신 관련 행위가 이루어지면 시뮬레이터는 통신모델을 호출하게 된다.

통신모델을 호출하면서 송/수신측 무전기 모델, 거리, 증폭기 사용여부 등의 입력신호를 시뮬레이터가 넘겨주면 통신모델은 통신손실, 수신강도, 가시선 여부 등의 데이터를 계산하여 수신측 무전기에서 전문수신이 가능 할 것인지를 최종적으로 판단하고 계산결과들을 출력데이터로 시뮬레이터에게 통보하여 준다. 만약 통신이 불가능한 것으로 출력결과가 시뮬레이터로 전달되면 시뮬레이터는 전문송신이 실패한 것으로 운용자에게 관련 UI(User Interface)를 통해 메시지를 전달하고 외부연동에는 데이터를 전달하지 않는다.

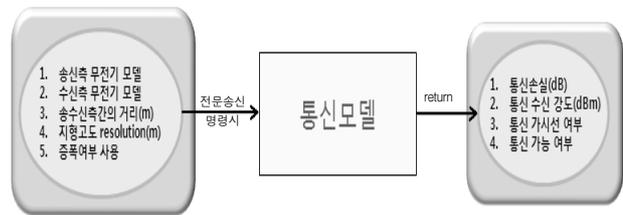


Figure 7. Interface design of a radio communication model

한편, 본 시뮬레이터 개발시에는 전문 송/수신만을 개발범위로 하여 통신모델 출력 데이터중 ‘통신가능 여부’만을 활용하고 있지만, 추후 음성통신 모의에 대한 기능추가를 고려하여 통신모델의 출력데이터로 나머지 데이터들을 그대로 유지시키고 있다.

3.6 탐지모델

탐지모델은 가상전장 환경에서 운용되는 무기체계에 탑재된 조준경(열상장비)에 의한 표적별, 운용조건별 탐지 확률값 및 이에 따른 시뮬레이터 전시영상 기준값을 제공하는 모델로서 시뮬레이터와의 연동구조는 <Figure 8>과 같다. 가상전장 환경에서 탐지 개체와 피탐지 개체는 계속적으로 이동하는 상태이기 때문에 탐지모델에 의한 분석값이 계속 변할 수 있어서 시뮬레이터는 주기적으로 탐지모델을 계속 호출하며 이때 호출주기는 시뮬레이터에서 조정이 가능하도록 설계하였다.

시뮬레이터는 조준경의 열상모드가 활성화 되면 그 시점에서부터 주기적으로 조준경 시계범위 안에 있는 모든 피탐지 체계를 관찰하고 각자의 피탐지 체계별로 탐지모델을 호출한다. 탐지모델을 호출하면서 자신에게 장착된 조준경의 종류, 현재의 외부환경(주/야, 날씨), 현재 선택된 (광/협)시계선택 모드와 함께 분석대상 피탐지 체계의 종류, 거리, 방향(정면/측면 여부), 기동상태 여부 등의 정보를 입력시켜 준다. 탐지모델은 입력된 정보를 바탕으로 피탐지 체계의 탐지확률 및 영상구현 레벨값을 계산하여 시뮬레이터에게 통보해주게 된다.

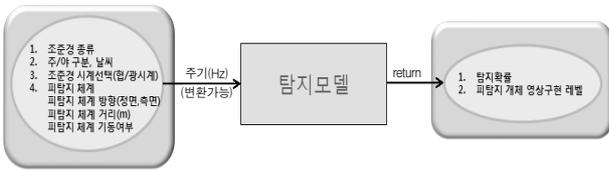


Figure 8. Interface design of a target acquisition model

영상구면 레벨값은 시뮬레이터 영상 렌더링(rendering)시 탐지 확률값을 적용시키기 위한 방안으로 총 10단계로 구분하여 탐지확률이 적을수록 아래 그림과 같이 개체 영상의 선명도를 떨어뜨려 승무원이 구별하기 어렵도록 한 값이다. 결과적으로 시뮬레이터는 탐지모델에서 수신한 레벨값에 따라 해당 개체의 선명도를 조절하여 시뮬레이터 운용자의 조준경 운용화면에 전시하여 주게 된다.

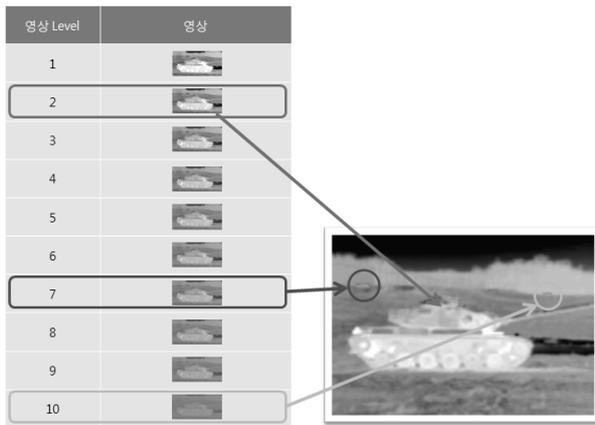


Figure 9. Image level of a target

4. 연동구조 적용한 시뮬레이터 개발결과

지금까지 설명한 공학모델 컴포넌트와의 연동구조를 적용한 시뮬레이터의 전체 소프트웨어 아키텍처 구조는 <Figure 10>



Figure 10. Software architecture of a simulator

과 같다. 공학모델 뿐만이 아니라 시뮬레이터의 기타 요소들도 모두 컴포넌트화 하였으며 공통부분의 프레임워크를 기반으로 총 5개의 Layer로 구분하여 개발하였다.

본 시뮬레이터 개발시 대상으로 한 무기체계 종류는 KIA1 전차, K2전차, K21장갑차, 경전투 로봇, 중전투 로봇이며 이중 로봇은 실제로는 존재치 않지만 가상설계를 통해 제작된 무기체계를 시뮬레이터로 개발한 것이다.

<Figure 11>은 개발된 시뮬레이터로 가상전장 환경에서 이동중인 화면이며, <Figure 12>는 시뮬레이터로 상대개체에 사격을 실시하는 화면이다. <Figure 13>은 시뮬레이터 개체가 피탄되어 피해가 발생한 상황에 대한 화면이다.



Figure 11. Image of driving vehicles



Figure 12. Image of firing at targets

이상과 같이 개발된 시뮬레이터는 본 부서에서 운용중인 M&S 실험실에 <Figure 14>와 같이 설치되어 현재 무기체계 전투효과도 분석 및 관련 기술 확보를 위해 사용되어 지고 있다 (Wang *et al.*, 2012).



Figure 13. Image of being damaged by other vehicles



Figure 14. The view of the simulator in the M&S LAB

5. 결론

재사용성이 부족한 기존 시뮬레이터의 단점을 극복하고 시뮬

레이터의 확장성을 증대시키기 위해 지상 장비의 주요 모의요소들을 별도의 공학모델 파일로 각각 분리하였다. 분리한 주요 공학모델들은 시뮬레이터 메인 소프트웨어와 연동시킬 수 있도록 연동구조를 설계하고 최종적으로 이를 적용하여 시뮬레이터를 개발하였다.

개발된 시뮬레이터들은 타 시뮬레이션 체계들과 연동되어 무기체계 효과도 분석 및 관련기술 확보에 사용되어 지고 있으며, 현재 모의된 5종의 무기체계(K1A1전차, K2전차, K21장갑차, 경전투 로봇, 중전투 로봇)외에 계속적으로 시뮬레이터에 모의 대상을 추가해 갈 예정이다.

참고문헌

- Jo, S., Jin, Y., and Na, H. (2013), A Simplified Method to Assess the Vulnerability of a Mobile Ground System, 2013 Korea institute of military science and technology conference.
- Jung, J.-H., Lee, C.-H., Bae, D.-S., and Kim, J.-B. (2011), Development of real-time multibody dynamics model for combat vehicle simulator, 2011 Korea institute of military science and technology conference.
- Karr, C. R. (2005), Conceptual Modeling in OneSAF Objective System (OOS), IITSEC.
- Kim, W., Nam, M., Choi, H., Kang, K., Lee, S., and Pyun, J. (2011), Feature-Oriented Method for Reuse of Military Simulation Model, 2011 Korea institute of military science and technology conference.
- Kwon, S.-M., Ahn, B.-J., and Wang J.-H. (2011), A study on a simulation method of target acquisition to develop the simulators of manned/unmanned ground combat systems, 2011 Korea institute of military science and technology conference.
- SISO (2006a), Base Object Model(BOM) Template Specification, SISO-STD-003-2006.
- SISO (2006b), Guide for Base Object Model(BOM) Use and Implementation, SISO-STD-003, 1-2006.
- Wang, J.-H., Kwon, S.-M., Ahn, B.-J., and Lee, K.-N. (2012), The development of the Integrated Analysis System for simulation of the ground weapon systems, 6th ADD weapons systems M&S conference.