

소규모 교전에서의 적시 대응 시나리오 개발 방안 연구

안의국¹ · 장대순¹ · 변재정² · 권용진¹ · 박상철^{1†}

Development of Timely Counter-scenario on Small Scale Engagements

Euihoog Ahn · Dae S. Chang · JaiJeong Pyun · Yongjin(James) Kwon · Sang C. Park

ABSTRACT

Developing future weapons systems has become increasingly complicated and costly. There, modeling and simulation techniques have been highly interested in developing the defense systems. Modeling and simulation techniques provide a means to simulate military training, strategies, military doctrines, and weapons acquisition. In this paper, we proposed a small scale engagement scenario generation method for engagement M&S model. Generated scenario is one of critical factors in the field of commander training, operational analysis, and tactical evaluation. The objective of this paper is to develop a scenario generation method for small scale engagement using the FSA(Finite State Automata) and DFS(Depth First Search) algorithm. The proposed method is verified using a one-on-one combat engagement scenario between assault ship and reconnaissance ship. Also, we are visualized using Delta3D™

Key words : Defense modeling and simulation, Scenario generation, Small scale engagement, Delta3D™

요약

미래의 무기체계 개발은 점점 복잡해지고, 많은 비용이 소요된다. 무기체계 개발을 위해 M&S(Modeling & simulation)기술을 사용하는 것에 대한 관심이 점점 높아지고 있다. M&S기술은 훈련, 전략 수립, 교전수칙, 무기체계 획득 등을 하는데 활용된다. 본 논문에서는 교전급 모델의 운용을 위해 소규모 교전 시나리오 생성 방안을 제시 한다. 생성된 시나리오는 지휘관의 훈련, 체계 운용 분석, 전술 검증을 위해 사용된다. 이 연구에서는 FSA(Finite State Automata)이론과 DFS(Depth First Search)알고리즘을 이용해 시나리오를 생성하는 방법론을 제시하였다. 그리고 제안된 방법론을 이용해 공격함과 정찰함이 교전하는 소규모 교전 시나리오 예제에 적용하였으며 이를 Delta3D™로 가시화 하였다.

주요어 : 국방 모델링&시물레이션, 시나리오 생성, 소규모 교전, Delta3D™

1. 서론

미래 전투 환경의 특징은 첨단 군사과학기술에 기반한 정밀 타격 및 신속 기동을 주축으로 하는 무기체계전이 될 것으로 예측되며, 또한 전투 요소 간 네트워크 중심

의 상호운용 속에 동시·통합 실시간 효과중심 작전도 가능할 것으로 예상된다¹⁾. 따라서 실시간의 작전속도가 요구되는 복잡한 전투 환경 하에서 적의 의도 대비 적시에 대응 방책 무기체계 운용 시나리오를 마련하는 것은 매우 중요하다.

하지만 적이 예측하기 어려운 돌발적인 행동을 취했을 때 적시에 효율적으로 대처하는 것은 상당히 어렵다. 따라서 돌발적인 전장 상황에 효율적으로 대처하기 위한 대안으로 가상 환경에서 다양한 돌발 위협상황 대비 대응 방책 시나리오를 개발하기 위한 수단으로 국방모의분석(DM&S: Defense Modeling & Simulation) 분야에 대한 관심이 고조되고 있다. 국방모의분석은 국방 기획 관리상의 소요제기에서부터 획득/연구개발, 분석평가 및 군사훈

*이 연구는 방위사업청, 국방과학연구소, 한국학술진흥재단의 출연금으로 수행한 연구결과이다.

접수일(2013년 2월 1일), 심사일(2013년 3월 27일), 게재 확정일(2013년 6월 21일)

¹⁾ 아주대학교 산업공학과

²⁾ 국방과학연구소

주 저 자 : 안의국

교신저자 : 박상철

E-mail; scpark@ajou.ac.kr

련을 지원하는 과학적 도구/수단을 총칭하는 것으로^[2], 시스템의 목적 및 모의하는 대상에 따라 공학급, 교전급, 임무급, 전구급의 계층적 모델로 구분된다^[3]. 이중 교전급 모델은 1:1 또는 1:N 교전 상황에서 특정 표적이나 적의 위협에 대해 개별 무기체계 효과도를 평가하기 위한 모델로 전술/교전 규칙과 같은 군사학, OR(Operations Research) 등에 대한 지식이 필요하다^[4]. 따라서 교전 모델 시나리오는 목적에 따라 지휘관의 지휘결심 및 체계 운용 효과분석, 전술/교리 검증 등에 다양하게 활용되는 중요한 요소이며, 순차적인 일련의 행위를 기술하는 것으로 구성된다. 본 연구에서는 소규모 교전에서 지휘관이 예측하기 어려운 상황에 대해서도 위협 대응 교전 시나리오를 자동 생성하는 방법론을 제안한다. 제안한 방법론을 이용해 지휘관은 기존에 수립한 위협 상황별 방책 대응 시나리오를 검증하는 데 활용할 수 있으며, 또한 도출된 새로운 대응 시나리오를 가시화하여 지휘관의 의사결정을 적시에 도모할 수 있는 방법론을 제안한다.

이후 본 논문의 구성은 2장에서 기존 연구를 소개하고, 3장에서 FSA (Finite State Automata) 방법론을 이용해 연구에 대한 접근방법을 소개한다. 4장은 가상 위협 대비 적시 대응 방책 시나리오설계 방안과 모의분석 방법에 대해 설명한 후 5장에서 제안한 시나리오를 통해 생성된 시나리오 중 하나를 가시화한 후 마지막으로 6장에서 결론을 맺는다.

2. 기존 연구

시나리오 생성과 관련한 연구로는 시나리오 프레임워크를 제안하여 의사 결정을 지원하기 위한 연구로써 복잡한 상황에서 리스크를 측정하고 관리하여 의사 결정을 도모하기 위해서 사용되는 시나리오 생성을 위한 프레임워크를 제안한 연구와 시나리오 기반 의사 결정 지원 시스템을 제안하여 레벨에 따라 자세한 시나리오에서부터 단순한 시나리오까지 포함하는 프레임워크를 제안한 연구가 있다^[5,6]. 또한 제품 설계를 지원하기 위해 가능한 시나리오를 목적과 특성에 따라 구분하고, 구분된 시나리오의 관계를 미리 정의하는 시나리오 기반 제품설계 방법론을 제안한 연구와 시뮬레이션 기반 교육을 위해 시나리오 자동 생성 프레임워크를 제안한 연구를 들 수 있다^[7,8]. 하지만, 이들 대부분은 개념적인 프레임워크 제안에 머무르고 있어 도메인의 특성을 효율적으로 반영하기에는 한계가 있다.

또한 시나리오 생성에 대한 또 하나의 장르로서 게임 시나리오 생성에 대한 연구가 있는데 게임 시나리오가 갖는 인터랙티브한 요소를 중심으로 게임 시나리오 작성을 위한 방안을 소개한 연구가 있고^[9], 시나리오 저작도구 개발을 위해 캐릭터의 세계관, 시대 배경 등을 표현하는 시놉시스와 일정한 단계에 도달했을 때 다음 단계로 이동하게 되는 퀘스트를 이용하여 게임 시나리오를 표현하는 방법을 제안한 연구가 있다^[10].

그리고 시나리오 생성을 지원하는 도구를 소개한 연구로는 요구공학의 관점에서 시나리오 생성을 지원하기 위한 도구를 소개하여 효율적인 시나리오 생성을 위한 방안을 제시한 연구^[11]가 있다.

한편, 국방 분야에 있어 시나리오 생성을 위한 연구개발 사례로는 캐나다의 eNGENUITY에서 개발한 시나리오 기반 M&S도구인 STAGE(Scenario Tactic and Generation Environment)^[12]와 미국 MAK에서 개발한 전술 훈련 및 시나리오 개발, 훈련 상황, 전시 및 상황분석을 위해 개발된 VR-Forces^[13]가 있다. STAGE의 시나리오는 물리적 환경요소, 플랫폼, 감지 메커니즘으로 구성되는데 GUI기반으로 모델을 배치하고, 상세한 플랫폼 모델을 표현하여 시나리오를 생성, 관리, 수정하는 기능을 제공한다^[12]. VR-Forces는 전술 훈련 및 시나리오 개발, 훈련 상황, 전시 및 상황분석을 목적으로 하며, 시나리오 생성을 위해 계층화되고 세분화된 작전과 행위의 표현을 제공한다. 또한 맵을 기반으로 플랫폼의 배치, 행위를 정의하여 시나리오를 생성한다^[13]. 하지만 위의 저작도구는 데이터베이스, 시뮬레이션 엔진, 개발 툴킷(Toolkits) 등 방대한 요소를 다루고 있어 많은 비용이 소요되며 저비용으로 효과적인 위협 대응 시나리오 도출 및 검증이 가능한 특화된 저작도구는 매우 미흡한 것이 현실이다.

또한 대부분의 교전급 모델의 시나리오 생성에 관한 연구^[14,15] 등이 있으나, 이들은 단순한 교전 상황을 나타내기 위해 목적으로 시나리오를 나타낸 것으로 어떤 특정 교전상황에서 지휘관이 적시에 의사결심을 가능하게 하는 위협 대응 시나리오 도출을 목적으로 한 연구는 미흡한 상황이다.

3. 상태 전이 다이어그램

본 연구에서 대응 방책 시나리오 생성을 위해 FSA 방법론을 통해 객체가 가질 수 있는 상태와 이벤트를 정의하여 각 상태에서 다음 상태로 이동하는 과정을 하나의

시나리오로 간주했다. FSA 방법론은 유한한 모든 상태에 대한 흐름의 표현이 가능한 방법론이다. 본 연구는 객체에 대해 모델링하고, 모델링한 객체를 조합하여, 각 객체 간에 발생하는 모든 시나리오에 대하여 표현했고, 객체 간의 관계를 제약사항으로 정의하여 발생 가능한 경우에 대하여 시나리오를 생성하는 방식으로 연구를 진행하였다. FSA는 유한한 상태들의 집합과 전이 함수들의 집합으로 구성되는데 전이란 E(Event)로부터 선택된 심볼에 의해 생기는 X(State)에서 다른 X로의 변화를 나타낸다. 보통 초기 상태를 X_0 로 나타내며, 최종상태를 X_m 으로 표현 한다. 오토마타 A는 다음과 같이 정의될 수 있다^[16].

$$A = (X, E, f, \Gamma, x_0, X_m)$$

$X = \text{set of states}$

$E = \text{set of events}$

$f = X \times E \rightarrow X$
(transition function)

$\Gamma = X \rightarrow 2^E$
(active event function)

$x_0 = \text{initial state}$

$x_m \subseteq X$

(set of marked states)

정의한 오토마타 A의 정의에 의해 상태 전이 다이어그램을 만들면 Fig. 1과 같은 방식으로 표현할 수 있다.

이렇게 정의한 오토마타에 대하여 병렬조합(Parallel Composition)을 하게 되면 복수개의 오토마타의 관계를 표현하는 것이 가능하다. 이때 조합하는 방식에는 합집합으로 표현하는 것과 교집합으로 표현하는 방식이 있는데^[16]. 본 연구에서는 복수 개의 객체가 가지는 시나리오를

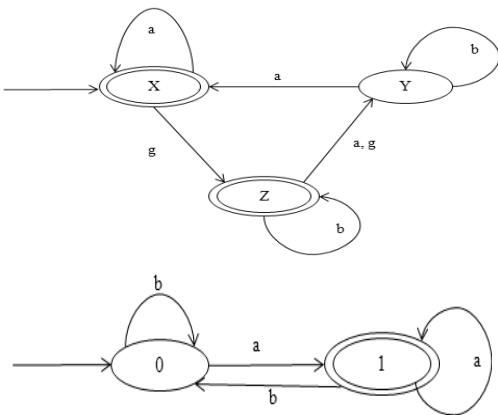


Fig. 1. The example of state transition diagram

조합하여 가능한 모든 시나리오를 생성하는 것이 목적이기 때문에 오토마타 간의 합집합으로 병렬 조합하는 방식을 채택하였다. 이에 오토마타 A1과 A2의 병렬 조합에 관한 정의를 보면 다음과 같다.

$$A_1 \parallel A_2 := A_c(X_1 \times X_2, E_1 \cup E_2, f, \Gamma_{1 \parallel 2}, (x_{01}, x_{02}), X_{m1} \times X_{m2})$$

where

$$f((x_1, x_2), e) := \begin{cases} (f_1(x_1, e), f_2(x_2, e)) & \text{if } e \in \Gamma_1(x_1) \cap \Gamma_2(x_2) \\ (f_1(x_1, e), x_2) & \text{if } e \in \Gamma_1(x_1) \setminus E_2 \\ (x_1, f_2(x_2, e)) & \text{if } e \in \Gamma_2(x_2) \setminus E_1 \\ \text{undefined} & \text{otherwise} \end{cases}$$

정의한 방식에 의하여 Fig. 1의 상태 전이 다이어그램을 병렬 조합하여 표현하면 Fig. 2와 같이 표현할 수 있다.

4. 시나리오 생성

본 연구에서는 공격함 A1과 정찰함 A2에 대해 오토마타 형식론에 의해 정의하였다. A1에 대한 상태 전이 다이어그램을 나타내면 Fig. 3과 같다.

A1은 공격함으로 출발해 목적지까지 도착하는 것이 목적이다. 이때 정찰함을 발견하면 그 정찰함을 공격하게

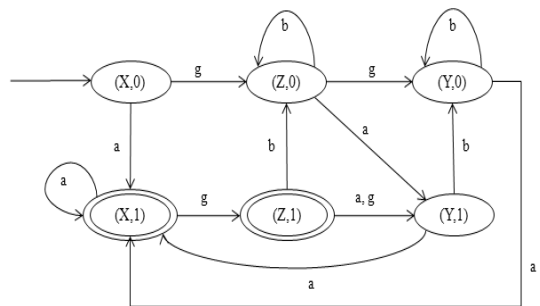


Fig. 2. The result of the parallel composition of state transition diagram in Fig. 1

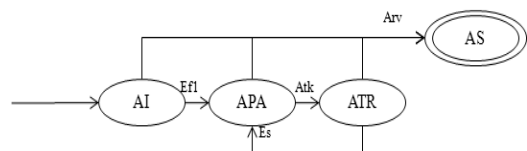


Fig. 3. State transition diagram of A1

된다. 초기의 상태인 AI상태에서 공격함이 대기 하고 있다가 정찰함이 발견하면 Ef1으로 전이 되고 타격 준비를 하는 APA상태가 된다. APA 상태에서 Atk이벤트가 발생하면 타격 이후 정찰함이 격침되었는지 확인하는 ATR상태가 된다. 이때 정찰함이 격침되지 않으면 Es로 전이 되어 APA 상태가 되어 다시 타격할 준비를 하고, 격침되었으면 임무를 완료하고 본부에 도착하는 Arv이벤트가 발생하여 공격함이 본부에 도착한 상태인 AS상태로 이동하게 된다. 이때 모든 상태에서 Arv이벤트가 발생하면 AS상태로 이동하게 된다. AS상태가 되었을 때 A1이 종료되게 된다.

$$\begin{aligned}
 A_1 &= (X, E, f, \Gamma, x_0, X_m) \\
 X &= AI, APA, ATR, AS \\
 E &= Ef1, Es, Atk, Arv \\
 f(AI, Arv) &= AS \\
 f(AI, Ef1) &= APA \\
 f(APA, Arv) &= AS \\
 f(AI, Atk) &= ATR \\
 f(ATR, Es) &= APA \\
 f(ATR, Arv) &= AS \\
 \Gamma(AI) &= Arv, Ef1 \\
 \Gamma(APA) &= Arv, Atk \\
 \Gamma(ATR) &= Arv, Es \\
 X_0 &= AI \\
 X_m &= AS
 \end{aligned}$$

또한 A2의 상태 전이 다이어그램은 Fig. 4와 같다.

A2는 정찰함으로 정찰하는 것이 목표이다. 정찰하다가 공격함을 발견하면, 공격함을 발견한 것에 대해 본부에 보고하게 된다. 만약 적에게 공격을 받아 Md(Maximum damage)를 입게 되면 정찰함의 파괴가 일어난다. 이를 자세히 살펴보면 다음과 같다. 초기 값인 DI상태에서 정찰함이 대기하고 있다가 정찰 명령을 받게 되면 Ef2로 전이 되어 DPR상태가 된다. DPR상태에서 Rpt이벤트가 발생하면 공격함을 확인하여 보고를 하고 정찰함의 보고 완료 상태인 DDR 상태가 된다. 또한 DI상태와 DPR상태에서 Md이벤트가 발생하면 공격함에 의해 정찰함이 격침된 상태인 DD로 이동하게 된다. DD상태와 DDR상태가 되었을 때 A2가 종료된다.

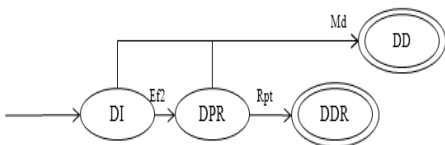


Fig. 4. State transition diagram of A2

$$\begin{aligned}
 A_2 &= (X, E, f, \Gamma, x_0, X_m) \\
 X &= DI, DPR, DDR, DD \\
 E &= Ef2, Rpt, Md \\
 f(DI, Ef2) &= DPR \\
 f(DI, Md) &= DD \\
 f(DPR, Md) &= DD \\
 f(DPR, Rpt) &= DDR \\
 \Gamma(DI) &= Md, Ef2 \\
 \Gamma(APA) &= Arr, Atk \\
 \Gamma(DPR) &= Md, Rpt \\
 X_0 &= DI \\
 X_m &= DD, DPR
 \end{aligned}$$

위의 A1과 A2의 병렬 조합을 하면 Fig. 5와 같이 오토 마타를 표현할 수 있다. 이때 A1과 A2 사이에 제약사항을 정의하여 의미 있는 상태와 이벤트만 남기는 작업이 필요하다. 우선 AI는 공격함이 출격 준비 중인 상태이기 때문에 정찰함이 공격함의 타격을 받게 되는 Md 이벤트가 발생하는 것이 불가능하며, APA에서도 공격함이 타격

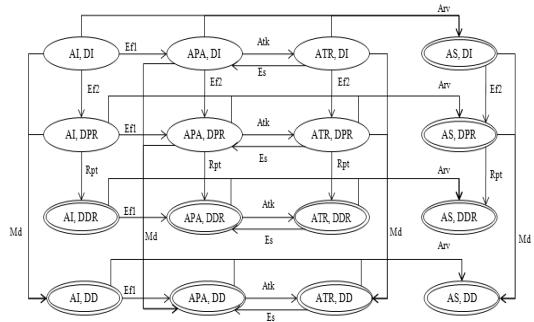


Fig. 5. The result of the parallel composition of state transition diagram in A1 and A2

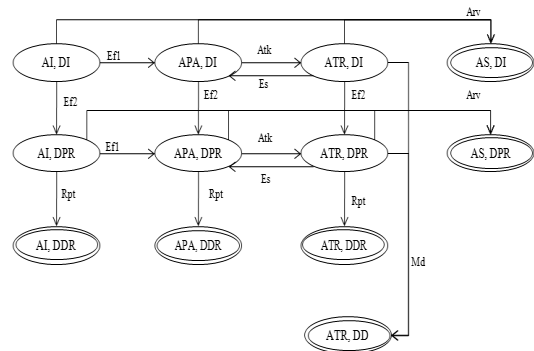


Fig. 6. The result of the composition of state transition diagram, except for the constraint between A1 and A2

을 위해 준비하는 상태이기 Md이벤트가 일어나는 것이 불가능하다. 그리고 A1과 A2 중 어느 하나라도 상태가 종료되면 시나리오는 종료되도록 제약을 두었다. 따라서 A1과 A2의 상태가 종료되면 이벤트가 더 이상 발생하지 않도록 제약을 두었다. 이렇게 제약을 두어 시나리오 상으로 발생할 수 없는 이벤트와 상태를 소거한 결과가 Fig. 6과 같다.

이렇게 생성된 A1과 A2의 병렬 조합을 DFS알고리즘을 이용해 상태가 전이되는 모든 상황을 시나리오로 생성할 수 있다. 생성한 시나리오 중 { (AI, DI) (AI, DPR) (APA, DPR) (AS, DPR) }의 경우를 살펴보면 처음 공격함과 정찰함 모두 대기 중인 상태에서 공격함은 여전히 대기 중인데 정찰함이 공격함을 발견해 보고할 준비 중인 상태로 바뀐 후 공격함 역시 정찰함을 발견해 공격함이 타격 준비 중인 상태로 바뀐 반면 정찰함은 여전히 보고 준비 중인 상태로 바뀐 이후 정찰함이 여전히 보고 준비 중인 상태에서 공격함이 본부의 명령에 의해 목적지로 도착하게 되어 시나리오가 종료되는 상황을 표현하고 있다. 또한 시나리오 { (AI, DI) (APA, DI) (APA, DPR) (APA, DDR) }의 경우 공격함, 정찰함 모두 대기 중인 상태에서 공격함이 정찰함을 발견해 공격 준비 준비를 하는 상황이 된 반면 정찰함은 여전히 대기 중인 상태가 되었고, 그 이후 공격함이 여전히 공격 준비 중일 때 정찰함이 공격함을 발견해 정찰함이 정찰 준비 중인 상태로 되었고, 공격함이 공격 준비 중인 상태에서 정찰함이 보고를 완료하여 시나리오가 종료된 상황을 나타내고 있다.

이와 같이 객체의 시나리오를 상태와 이벤트의 조합으로 정의하고, 객체 간의 제약을 정의하여 객체의 조합에 의해 발생 가능한 시나리오를 생성하는 방안을 통해 발생 가능한 모든 시나리오를 생성할 수 있었다. 또한 교전 상황의 다양한 변동성을 고려해 각 상태에서 다음 상태로 이동하는 이벤트에 확률을 설정하면 발생 가능한 시나리오 중에서 주로 발생하는 시나리오, 발생 가능성이 전혀 없는 시나리오 등 사용자의 목적에 맞는 시나리오를 제공할 수 있다.

생성된 시나리오 중 { (AI, DI) (APA, DI) (ATR, DI) (ATR, DD) } 시나리오를 가시화 하였다. 예제시나리오 { (AI, DI) (APA, DI) (ATR, DI) (ATR, DD) }의 경우는 공격함과 정찰함 모두 대기 중인 상태에서 정찰함은 여전히 대기 중인데 공격함이 정찰함을 발견해 공격함이 공격 준비 중인 상태로 바뀐 후 공격함이 정찰함을 공격하여 정찰함이 격침되고 공격함은 정찰함이 격침된 것을 확인하고 시나리오가 종료된 상황을 나타내고 있다.

5. 시나리오 가시화

본 연구에서 제안한 시나리오에 대한 로그 파일로 저장되고 저장된 로그 파일은 가시화 엔진을 이용해 가시화 하여 다양한 시나리오에 대해 지휘관이 효과적으로 파악할 수 있도록 하였다. 제안한 방안의 의해 생성된 시나리오가 문자로 제공되기 때문에 생성 시나리오를 파악하기 어려울 수 있다. 따라서 시나리오의 가시화는 이러한 상황을 미연에 방지할 수 있다. 시나리오의 가시화를 위해 사용된 엔진은 Delta3D™로 미 해군 대학원의 MOVES Institute에서 개발한 Gaming&Simulation 엔진으로 가장 큰 특징은 전장 시뮬레이션에 필요한 기본적인 전투 객체와 지형, 3차원 특수효과 기능과 메시지 구동기반의 사건 처리방식이며, 이외에도 엔진의 모든 소스코드가 개방되어 있어 접근성이 높고, 상용화된 API들과의 연동 및 통합이 가능하다^[17]. Fig. 7은 Delta3D™의 아키텍처^[18]를 보여주고 있으며, Table 1은 Delta3D™에서 사용되는 라

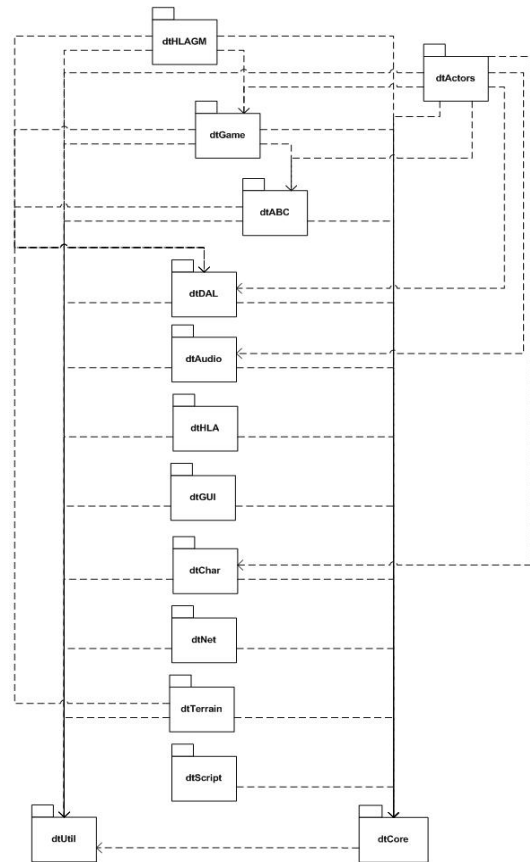


Fig. 7. The architecture of Delta3D™

이브러리 목록을 보여준다^[19].

예제로 제시한 가상위협 대비 대응 방책 // 시나리오는 Delta3D™ 엔진을 바탕으로 C++언어로 구현하였으며 공격함과 정찰함을 수중환경에서 활동하도록 모델링하였고,

Table 1. The list of Delta3D™ libraries

Library List	
1. 3D Graphics	Open Scene Graph
2. Geospatial Data Handling	GDAL
3. Charater Animation	CAL3D, RpllicantBody
4. GUI	CEGUI, FLTK, Qt
5. Audio	OpenAL, ALUT
6. Physics	Open Dynamics Engine, Ageia PhysX
7. Networking	Game Networking Engine, HawkNL
8. Input Handling	PLIB, InterSense SDK
9. Scripting	Python
10. Configuration System	Xerces-C++
11. Unit Testing	CppUnit
12. Miscellaneous	Boost

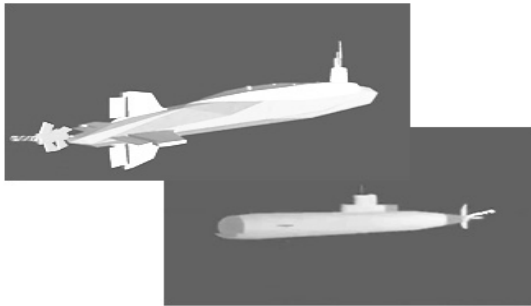


Fig. 8. Initial state of A1 and A2

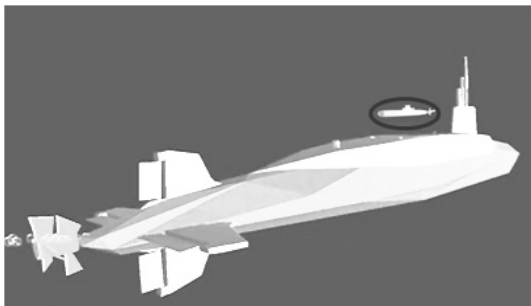


Fig. 9. Starting state of A1 for and prepare for attacking the A2

Fig. 8은 초기 상태(AI, DI)를 보여준다. 이후 공격함이 정찰함을 발견하고 Fig. 9와 같이 상태가 타격 준비 상태로 전이된다. 공격함이 정찰함 발견 후 Fig. 10과 같이 어뢰로 정찰함 타격이 이루어진다. 이 후 Fig. 11, 12와 같이 어뢰의 추적 후 정찰함의 격추로 시나리오는 종료된다.

6. 결론 및 향후 연구

최근 교전 상황에서 일어날 수 있는 다양한 상황에 효과적으로 대응하기 위한 방안으로 국방 M&S기술에 대한 관심이 고조되고 있다. 국방 M&S의 교전급 모델을 효과

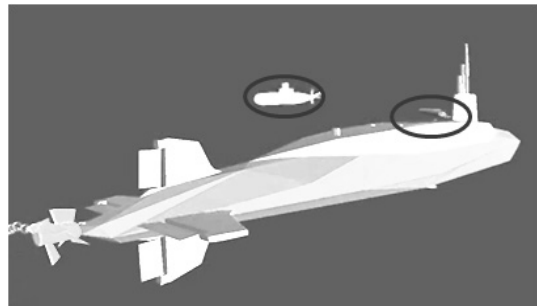


Fig. 10. A1 is attack the A2

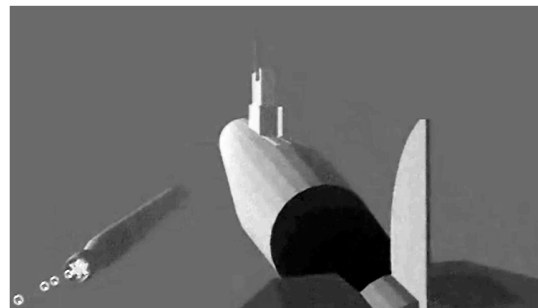


Fig. 11. Torpedo trace the A2

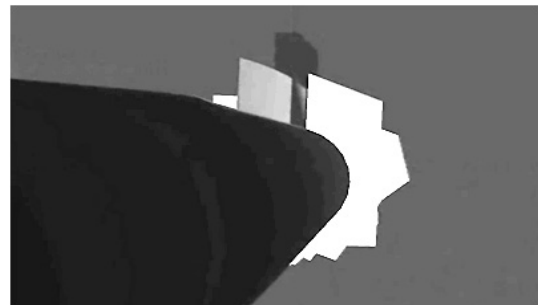


Fig. 12. A2 destroyed

적으로 구축하기 위해서는 전장 상황에서 발생할 수 있는 대응 시나리오를 미리 생성하고 생성된 시나리오를 확률 기반의 시뮬레이션을 통해 지휘관이 예상하지 못한 상황에 대하여도 사전에 정책별 대응 시나리오를 마련하는 것이 중요하다. 본 논문에서는 가상 돌발 위협 상황 하에서 소규모 교전 대응 시나리오 개발 방안을 제안하였다. 제안된 방법론은 FSA 이론을 이용해 객체의 시나리오를 모델링 하고, 객체의 병렬 조합한 후 두 객체의 시나리오가 갖는 제약사항을 고려해 의미 없는 상태나 이벤트를 제외한다. 그리고 DFS 알고리즘을 이용해 발생 가능한 시나리오를 생성하게 된다. 이때 루프 상황에 대하여도 고려한 시나리오를 생성하기 원한다면 루프 상황을 별도로 묶어 시나리오로 표현하는 것이 가능하다. 하지만 루프 상황이 발생하면 생성되는 시나리오가 무한히 증가 할 수 있기 때문에 루프가 일어나는 경우 하위에서 상위로 발생하는 이벤트에 대해서는 제외하고 시나리오를 다시 생성하였다. 또한 본 논문에서는 제안된 방법론을 이용해 두 공격함과 정찰함이라는 전투객체의 발생 시나리오를 모델링하고, 두 객체 간에 일어날 수 있는 시나리오의 생성하였으며, 생성한 시나리오를 사용자에게 효과적으로 제공하기 위해 교전 상황을 Delta3D™엔진을 사용해 가시화 하였다.

향후에는 FSA에 의해 모델링한 객체를 합성할 경우 발생할 수 있는 상태의 폭발에 대해 효과적으로 대처하기 위해 제약사항의 효과적인 적용을 통한 의미없는 시나리오의 제거 방안과 DFS알고리즘에서 루프가 발생하는 상황에 효율적으로 대처하기 위한 알고리즘을 제안하고, 제안한 알고리즘을 바탕으로 시나리오 생성을 위한 일련의 작업을 지원하는 도구의 개발과, 시나리오의 생성에 영향을 주는 다양한 환경적인 요소를 고려해 좀 더 현실적인 복잡한 상황을 효율적으로 표현할 수 있는 방안에 대한 연구를 수행할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 국방과학연구소(UD10009DD)와 방위사업청(UD110006MD), 한국학술진흥재단(2010-0021040)의 지원으로 수행 되었습니다.

References

1. Kye ju Sung, Woo Saeng Kim, and Seok-Joong Kang, "Synthetic Environment Modeling Methodology for National Defense Modeling and Simulation", Journal of computing science and engineering Vol. 25 No. 11 pp. 32-38, 2007.11
2. Sang Chul Park and Kil Young Seong, "A Synthetic Environment Based Engagement Simulation Model", Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers, Vol. 15 No. 4, pp. 271-278, 2010. 8.
3. K. Lalit, G. Joseph, and O. Richard (1994), "System acquisition manager's guide for the use of models and simulations," Report of the DSMC, Defense Systems Management College Press, 1994.
4. Jeong Hee Hong and Tag Gon Kim, "Interoperation between Engineering- and Engagement-level Models for System Effectiveness Analysis", Korean Simulation Association, Vol. 19, No. 4 pp. 319-326 (2010. 2).
5. Diane Reynolds, "A Framework for Scenario Generation", ALGO Research Quarterly, Vol. 4, No. 3 2001.9.
6. Daud M. Ahmed, David Sundaram and Selwyn Piramuthu, "Knowledge-based scenario management - Process and support", Decision Support Systems 49, pp. 507-520, 2010.
7. Irene Anggreeni and Mascha van der Voort, "Tracing the Scenarios in Scenario-Based Product Design A study to support scenario generation", Design Principles and Practices:An International Journal Vol 2. No. 4 pp. 123-136 2007.
8. Glenn A. Martin and Charles E. Hughes, "A Scenario Generation Framework for Automating Instructional Support in Scenario-based Training", 10 Proceedings of the 2010 Spring Simulation Multiconference ACM New York, NY, USA, 2010.
9. Lee, J. "A study concerning the technicality of game scenario writing", The Journal of The Korean Society of Broadcast Engineers, Vol.10, No.1, 2005.3.
10. Hyun-Joo Song and Dae-Woong Rhee, "A Development of Game Scenario Authoring Tool", Journal of Korea Game Society, Vol. 9 No. 2, 2009. 4
11. Jae Eun Shin, Alistair G. Sutcliffe and Andreas Gregorisdes "Scenario Advisor Tool for Requirements Engineering", Requirement Engineering, Vol. 10, No. 2, pp. 132-145, 2005.
12. Virtual Prototypes Inc, "STAGE Technical Overview", 1999.
13. VT MAK, "VR-Forces Users Guide" VRF-4.0-20-110120, 2011.2.
14. Ji-hwan Shin, "The Federation Development for Underwater Warfare Simulation", Korean Simulation Association, Vol. 16 No. 3, 11-18, 2007. 9.

15. Seyoun Park, Hayong Shin, Taesik Lee and Bongwan Choi, "Design of the Agent-based Network-Centric Warfare Modeling System", Korean Simulation Association, Vol. 19, No. 4, pp. 271-280, 2010. 12.
16. Christos G. Cassandras and Stephane Lafortune, Introduction to Discrete Event Systems, Springer Publish Company, 2008. 2.
17. Perry McDowrl, "Delta3D: AComplete Open Source Game And Simulation Engine for Building Military Training Systems", JDMS, Vol. 3, No. 3, pp. 143-154, 2006. 7.
18. <http://delta3d.org/>
19. Selim TEMIZER, "The State of Art The Future of Modeling and Simulation Systems", Journal of Aeronautics and Space Technologies, Vol. 3, No. 1, pp. 41-50, 2007. 1



안 의 국 (euikoog@ajou.ac.kr)

2008 아주대학교 산업정보시스템공학부 학사
2011 아주대학교 산업공학과 석사
2011~현재 아주대학교 산업공학과 박사과정

관심분야 : Defense modeling and simulation, Scenario Generation, Digital Manufacturing System
Manufacturing system modeling and simulation



장 대 순 (webmacome@ajou.ac.kr)

2012 아주대학교 산업정보시스템공학부 학사
2012~현재 아주대학교 산업공학과 석사과정

관심분야 : Defense modeling and simulation, Digital Manufacturing System Manufacturing system
modeling and simulation, Computer Graphics & Computational Geometry



변 재 정 (jjpyun@add.re.kr)

1996 미국 일리노이공과대학교(IIT)전산학과 박사
1984~1991 한국국방연구원 선임연구원
1992~1998 국방정보체계연구소 연구위원
1999~현재 국방과학연구소 PM/책임연구원

관심분야 : Simulation Based Acquisition(SBA), Combat Simulation Model, Natual Synthetic
Environment & Simulation, Real-Time Operating System(RTOS)



권 용 진 (yk73@ajou.ac.kr)

2000 The University of Iowa, Industrial Engineering 공학박사
2001~2003 The University of Iowa, Adjunct Assistant Professor
2003~2007 Drexel University, Assistant Professor
2007~현재 아주대학교 산업정보시스템공학부 부교수

관심분야 : Web-enabled micro production systems, Robotics and computer vision, Remote quality
control(e-quality for manufacture EQM), Modeling and simulation of military systems



박 상 철 (scpark@ajou.ac.kr)

2000 한국과학기술원 산업공학과 공학박사
2000~2001 큐빅테크 선임연구원
2002~2004 DimlerChrislyer ITM Dept. Research Engineer
2008~현재 아주대학교 산업정보시스템공학부 부교수

관심분야 : Disital Manufacturing Systems, CAPP and CAD/CAM Integration, Manufacturing system modeling and simulation, Computer Graphics & Computational Geometry, Sculptured surface modeling and NC machinings