

# Live-Virtual-Constructive 화생방 시뮬레이터의 개발과 활용

문 일 철 | KAIST 산업 및 시스템 공학과 박사  
E-mail : icmoon@kaist.ac.kr

## 1. 서론

화학, 생물학, 방사능(화생방) 무기는 타격된 인체 및 환경에 지속적인 영향을 주며, 그 영향의 결과가 극심한 사상자로 나타날 수 있다는 측면에서, 대량 살상/파괴 무기(Weapon of Mass Destruction,

WMD)로 분류되어왔다. 특히 화생방 무기 체계는 단순 폭발성 무기와는 달리 대응이 쉽지 않다. 화생방 무기의 타격 이후, 제독(Detoxication)작전을 펼치기 위해서는 다양한 장비가 활용되어야 한다. 또한 화생방 무기는 무색, 무취한 성질을 띤 경우가 있기 때문에, 화생방 무기의 타격 자체를 발견하는

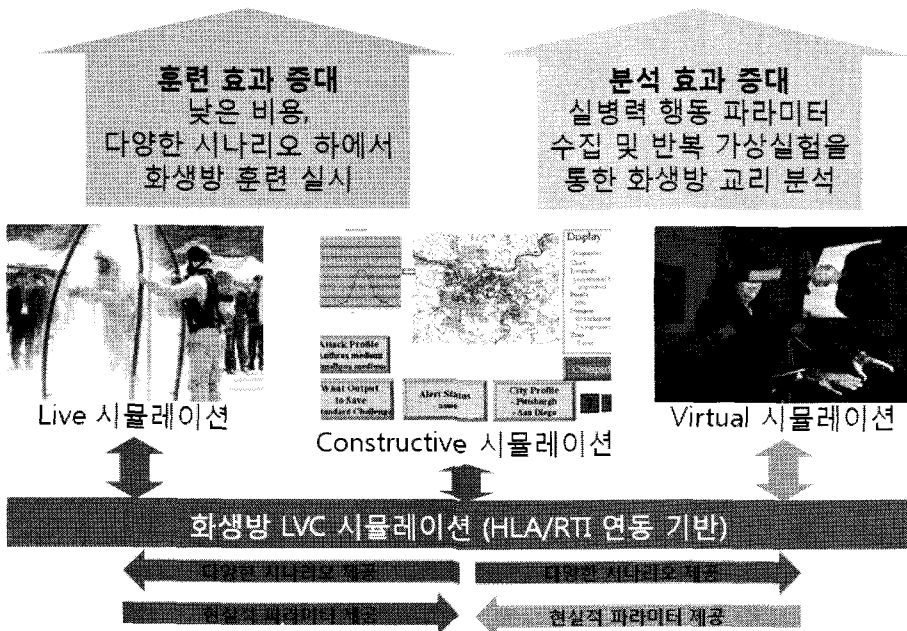


그림 1. Live-Virtual-Constructive 통합 모델링 및 시뮬레이션을 활용하여 저비용/고효율로 인원 훈련 장비 획득 및 교리 계획을 수행함

일 역시 어렵다. 마지막으로 타격 탐지 및 제독을 위한 각종 활동은 비, 바람등과 같은 기후의 영향을 많이 받기 때문에, 탐지 및 제독 작전이 작전환경의 영향으로 지체 혹은 변경되는 일이 발생할 수 있다.

이렇게 치명적인 화생방 무기는 대응이 어렵기 때문에, 대응 인원, 장비, 및 교리를 미리 훈련, 획득, 계획하는 일이 중요하다. 특히 다양한 전장상황의 영향과 다양한 화생방 무기의 복잡한 대처 방안을 잘 고려해서 미리 준비하는 일이 중요하지만, 인간의 직관적인 사고만으로는 체계적인 준비가 힘들다. 그래서 선진국에서는 가상공간 상에서 실시하는 모델링 및 시뮬레이션 (M&S)을 통하여 화생방 무기의 대응 준비를 하고 있다. 화생방 무기의 특성상, 실제 환경에서 화생방 무기를 시험하는 것은 극도로 위험하기 때문에, 가상공간을 이용한 모델링 및 시뮬레이션이 각광받고 있는 대응 준비 방법이다. 더욱이, 모델링 및 시뮬레이션은 비용이 저렴하고, 다양한 시나리오 하의 반복적 훈련이 가능하기 때문에 화생방 무기에 잘 적용할 수 있다.

최근의 화생방 대비 모델링 및 시뮬레이션은

Live-Virtual-Constructive라는 모델링 및 시뮬레이션 방법론을 통합하여, 저비용 및 고효율로 인원 훈련, 장비 획득, 교리 계획을 진행하는 방향으로 발전하고 있다. 본 기고에서는 이와 같은 화생방 대비 모델링 및 시뮬레이션의 발전 방향을 살펴보고, 개별 모델링 및 시뮬레이션 방법론에 대해 간단히 살펴보고자 한다.

## 2. 기존 화생방 모델링 및 시뮬레이션

화생방 대비 모델링 및 시뮬레이션은 크게 Live, Virtual, Constructive 모델링 및 시뮬레이션으로 나누어 살펴볼 수 있다. Live 모델링 및 시뮬레이션은 실제 장비와 유사하지만, 시뮬레이션 된 측정치를 보여주는 장비를 이용하여 실제 인원이 시뮬레이션 시나리오를 진행한다. Live 모델링 및 시뮬레이션의 대표적인 예로는 레이저 표적 판독기 (Miles, 마일즈 장비)를 활용하는 경우이다. 마일즈 장비를 사용하여 병사가 사격하면 총탄은 나가지 않은 상태에서 상대방 병사의 머리에 장착된 마일즈 장비에서

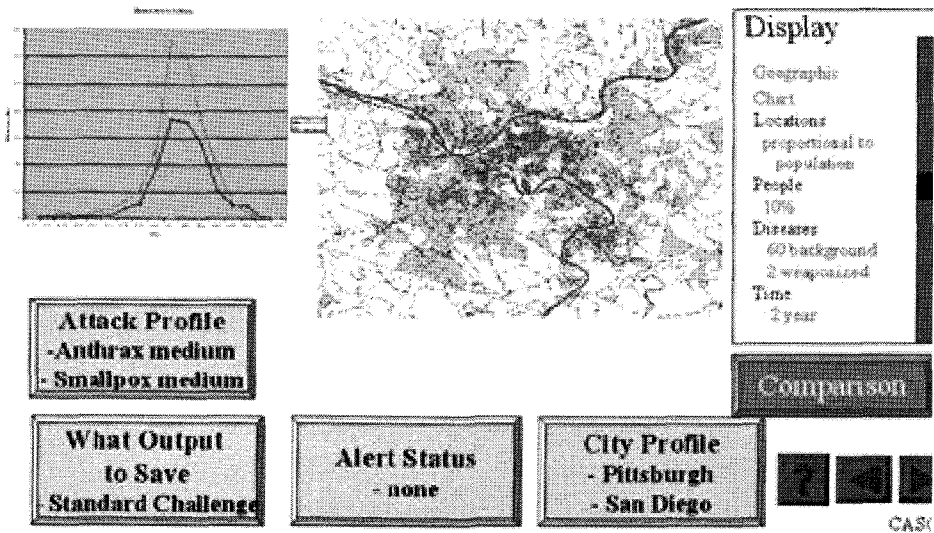


그림 2. Carnegie Mellon Univ.의 Constructive 모델링 및 시뮬레이션의 일종인 Biowar를 설명하는 그림

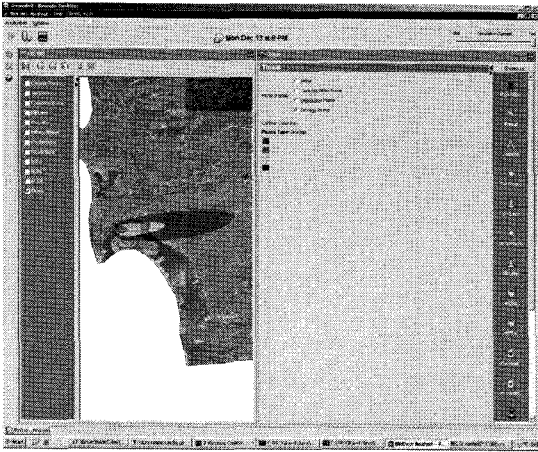


그림 3. Sandia National Lab.의 Constructive 모델링 및 시뮬레이션의 일종인 BioDAC 시뮬레이션 화면



그림 4. Sandia National Lab.의 Virtual 모델링 및 시뮬레이션의 일종인 BioSimMER 시뮬레이션 모습, 병사를 Virtual 시뮬레이션을 이용하여 훈련시키고 있다.

경고음이 울리면 총탄에 맞았음을 시뮬레이션 해준다. Virtual 모델링 및 시뮬레이션은 실제 장비의 일부를 시뮬레이터로 제작하여, 사람이 장비의 일부를 활용하면서 정해진 시나리오를 진행해나간다. 여기서 장비의 인터페이스에, 차량의 유리창, 등)는

가상공간을 장비에 시현 (Visualization)함으로써, 제작된 시뮬레이터가 실세계가 아닌 가상공간에서 작동하는 모습을 보여준다. 마지막으로 Constructive 모델은 GIS와 같은 지도 시스템에 일기예보와 같이 각종 전장상황을 시현하고, 미래 상황을 예측하는 시뮬레이션이다. 대표적인 Constructive 모델은 대규모 전장 모델로써, 여러 병사들의 배치, 전장 지형, 전장 상황등을 지도 위에 나열하고, 가상 시나리오에 따라 전장이 변화해 나가는 모습을 보여준다.

이와 같은 Live, Virtual, Constructive 모델링 및 시뮬레이션 방법론을 화생방 상황에 적용시킨 몇몇 연구 사례가 선진국에 존재한다. 미국의 경우, 대학과 National Lab을 중심으로 화생방 시뮬레이션이 진행되어왔다. 그 대표적인 프로젝트로는 Carnegie Mellon Univ.의 BioWar 프로젝트 [1]가 있다. 이 프로젝트는 Constructive 모델링 및 시뮬레이션으로, 도시 인구를 모의(Simulation, 시뮬레이션)하고, 대기, 건물, 교통수단 등을 모의하였다. 또한 대기에 특정 생물학 무기 혹은 화학 무기를 살포하였을 때, 어느 정도의 사상률을 나타낼 것인지 파악하는 가상공간에서의 반복 실험 역시 수행하였다. 아래 소개 그림은 미국 피츠버그 지역의 지정학적 모델링을 중앙부분에서 일부 보여주고 있으며, 1년 동안 악성 인플루엔자로 인한 사망률을 그래프로 좌측에서 보여주고 있다.

이와 유사한 화생방 시뮬레이션을 Sandia National Lab에서도 BioDAC이라는 이름으로 진행하고 있다 [2]. BioDAC은 미국 샌디에고 지역에서, Smallpox (천연두) 균이 대기중에 살포되는 시나리오로 가상 실험 논문과 구동 시뮬레이션을 작성하였다. 뿐만 아니라, Sandia National Lab에서는 화생방 상황에서 응급 구조 요원 및 군 요원들이 대응하는 가상훈련을 위해서, 증강현실을 이용한 BioSimMER라는 Virtual Simulator 역시 개발하였다 [3].

위에서 살펴본 바와 같이, 외국의 경우 Constructive 모델링 및 시뮬레이션을 이용한 화생방의 사상률 분석은 이미 복수의 기관에서 자세히 이루

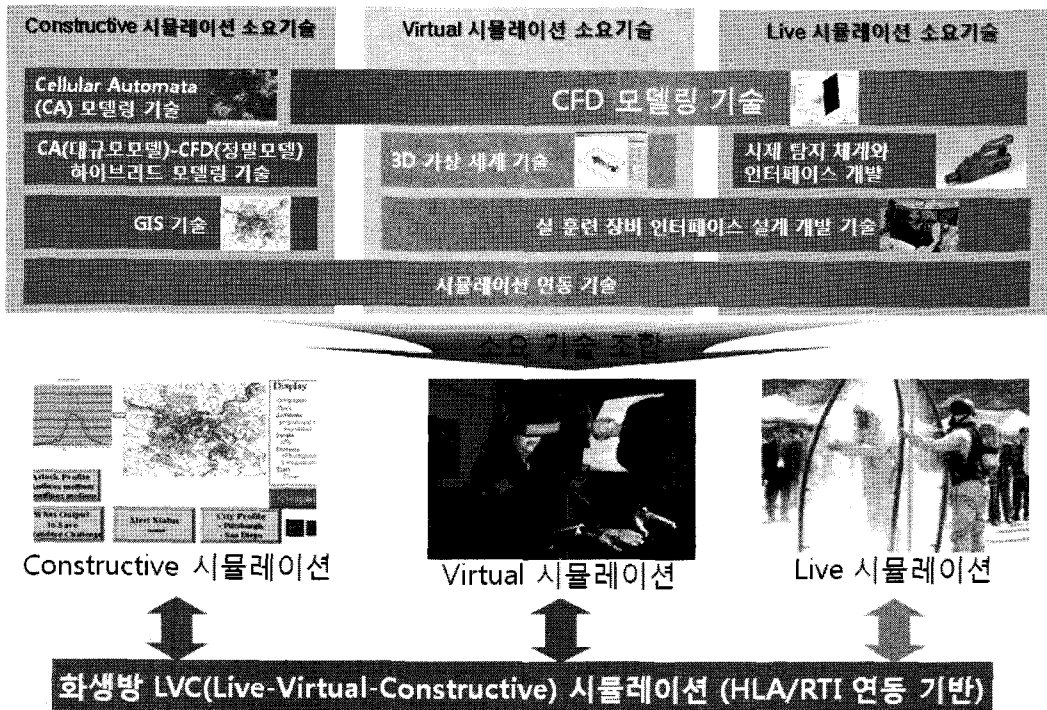


그림 5. 화생방 LVC(Live-Virtual-Constructive) 통합 시뮬레이션을 통한 인원 훈련 장비 획득 및 교리 계획

어지고 있다. 그러나 Virtual Simulator나 Live Simulator를 이용한 훈련 용도의 시뮬레이션은 아직 활발히 이루어지고 있지 않고 있다. 더욱이 Live-Virtual-Constructive를 연동한 LVC 시뮬레이션은 아직 시도되지 않고 있다.

### 3. Live-Virtual-Constructive 시뮬레이션

위에서 소개된 Live, Virtual, Constructive 시뮬레이션은 각각 인원 훈련, 장비 획득, 및 교리 계획에 높은 활용가치가 있다. 이런 활용가치를 높여줄수 있는 모델링 및 시뮬레이션 방법론이 Live-Virtual-Constructive (LVC) 시뮬레이션 방법론이다 [4, 5]. LVC 방법론은 Constructive 모델이 생성한 각종 전장 상황 및 동적으로 진행되는 가상 시나리오를 Live 및 Virtual 모델에 전달하고, 전달받은 Live 및

Virtual 모델을 이용한 인원 및 장비의 반응을 활용하여 다시 Constructive 모델에 전달하여 전장상황에 반영하게 하는 시뮬레이션 방법론이다. LVC 방법론을 이용하면, Constructive 모델의 교리 계획 과정이 더욱 현실감있게 되며, Virtual 및 Live 모델의 가상 시나리오도 더욱 다양하게 된다 [6, 7]. 이렇게 Live, Constructive, Virtual 모델을 통합하는 방법이 High Level Architecture/Run-Time Infrastructure (HLA/ RTI)라고 하는, 시뮬레이션 연동 기술이다.

### 4. 화생방 Constructive 모델링 및 시뮬레이션

화생방 Constructive 모델링 및 시뮬레이션은 화생방 전장 환경 및 대응 인원, 장비를 정해진 교리에 따라 가상공간에서 시뮬레이션하는 방법론이다.

## 화생방 Constructive 모델

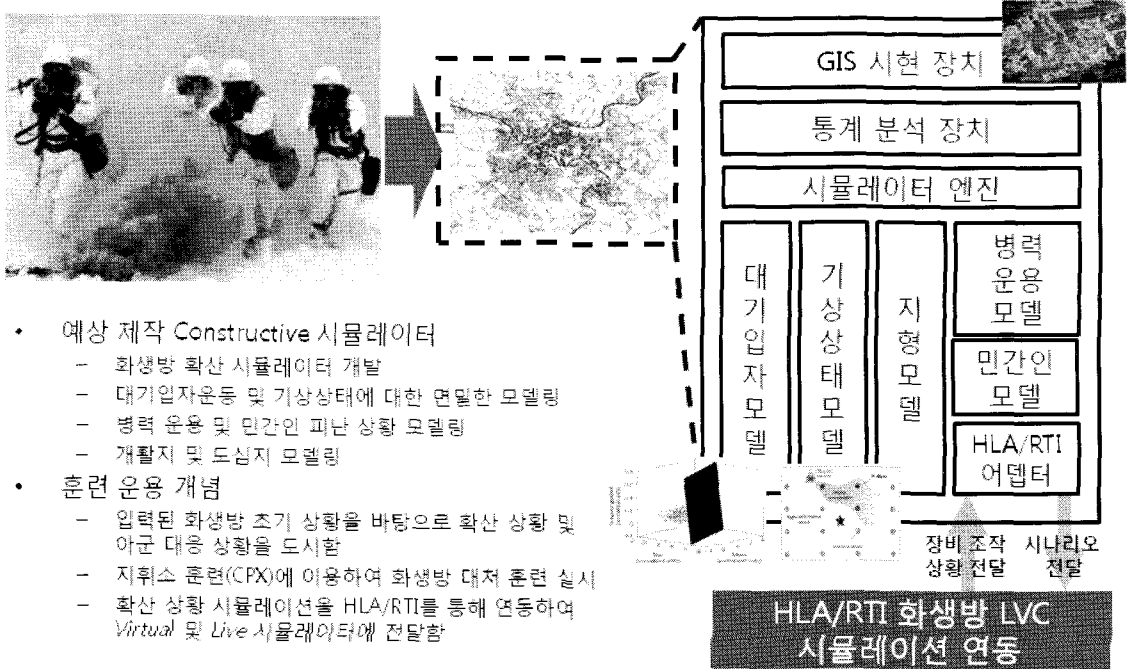


그림 6. 화생방 Constructive 모델의 예상 구조도

예를 들어, 대기 중에 살포된 화생방 작용제를 시뮬레이션 하기 위한 목적으로 풍향 및 풍속 모델을 포함한 대기확산 모델이 사용할 수 있다. 또한 지형 특성(계곡, 들관, 도심등)에 따른 확산 정도의 차별화를 모델할 수 있다. 마지막으로 군의 각종 병력 운영 모델을 교리에 따라 작성하여 추가할 수 있다. 이렇게 기상, 지형, 병력 모델이 합쳐져서, GIS상에서 시현되는 Constructive 모델을 작성할 수 있다.

### 5. 화생방 Virtual 모델링 및 시뮬레이션

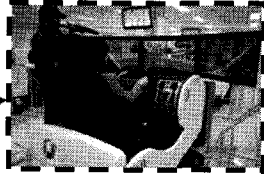
화생방 Virtual 모델링 및 시뮬레이션은 화생방 전장에서 활용되는 각종 장비를 장비 요구치 (Requirement Specification)에 맞게끔 시뮬레이션하는 방법론이다. 예를 들어, 대기 중에 살포된 화생

방 작용제를 탐지하는 화생방 물질 탐지 차량의 탐지 능력 및 대응 기능을 시뮬레이션하는 모델을 포함할 수 있다. 여기에 GIS지형정보를 더욱 정밀하게 표현하는 3D지형을 시뮬레이터 차량에 시현할 수 있다. 마지막으로 탐지 차량의 각종 인터페이스를 설계에 따라 재현하여, 운용인력이 활용할 수 있게 제작할 수 있다. 이렇게 실제 장비의 일부를 표현하고, 좀더 정밀한 전장상황을 시현하고, 운용인력이 활용하는 모델이 Virtual 모델이다.

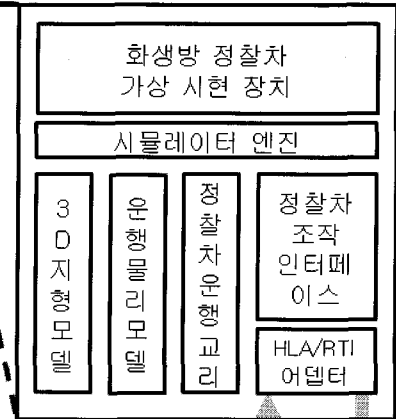
### 6. 화생방 Live 모델링 및 시뮬레이션

화생방 Live 모델링 및 시뮬레이션은 화생방 전장에서 활용되는 인원 및 장비를 실세계에서 가상의 시나리오에 따라 시뮬레이션하는 방법론이다. 예를 들어, 대기 중에 살포된 화생방 작용제를 탐

## 화생방 Virtual 모델



- 예상 제작 Virtual 시뮬레이터
  - 화생방 경찰차의 운용 교리 모델링 및 개발
  - 조작 인터페이스 신호를 시뮬레이터 엔진을 통하여 HLA/RTI 연동
  - 기존 개발 자원 이용 (자동차 운전 게임)
    - 가상 공간 시현 장치 및 조작 인터페이스
    - 3D 지형 모델 개발
    - 운행 물리 모델 개발
    - 자동차 가상 시뮬레이터 엔진
- 훈련 운용 개념
  - Constructive 시뮬레이터의 화생방 확산 상황을 입력받음
  - Virtual 시뮬레이터 조작을 통한 화생방 경찰차의 운용을 Constructive 시뮬레이터에 반영함

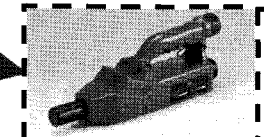


시나리오 장비 조작 전달 상황 전달

HLA/RTI 화생방 LVC 시뮬레이션 연동

그림 7. 화생방 Virtual 모델의 예상 구조도

## 화생방 Live 모델

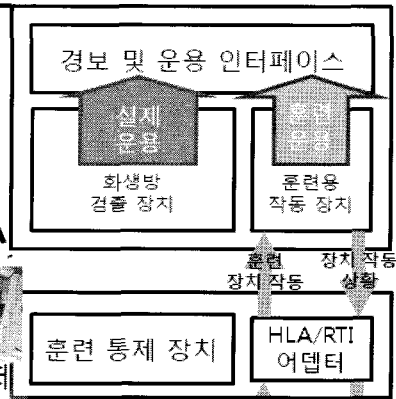


화생방 실탐지 장치

- 예상 제작 Live 시뮬레이터
  - 화생방 탐지 장치 연구실과 함께 Live 시뮬레이터 개발 진행
  - 실제 검출장치에 추가하여, 훈련용 작동 장치 개발
  - 훈련용 작동 장치의 HLA/RTI 연동
- 훈련 운용 개념
  - 화생방 검출 상황을 Constructive 시뮬레이터에서 전달받아 실제 경보를 울림
  - 훈련병들이 직접 필드에서 실장비를 가지고 훈련함



훈련통제장치



훈련 장치 작동 상황 전달

시나리오 장비 조작 전달 상황 전달

HLA/RTI 화생방 LVC 시뮬레이션 연동

그림 8. 화생방 Live 모델의 예상 구조도

지하는 화생방 물질 탐지 인원용 장비의 일부를 실제 장비와 같은 동일하게 제작한다. 그러나 장비에서 읽어들이는 측정치를 시뮬레이션 시나리오에 따라 내보내면서, 가상으로 화생방 상황을 연출 할 수 있다. 뿐만 아니라, 화생방 대응 인원에 각종 Tag를 부착하여, 그 움직임 및 행동을 탐지하게 된다. 그 탐지 결과 만약 화생방 인원이 화생방 지역에 노출 되는 상황을, Live 시뮬레이션이 가상 시나리오로 만들어서 인원에게 자신이 오염되었음을 알려주게 된다.

## 7. 결론

화생방에 대한 대비는 현실 공간에서 실험하기 어렵다는 장애물이 존재한다. 그리고 이 장애물을 극복하기 위해 모델링 및 시뮬레이션을 이용할 수 있다. 모델링 및 시뮬레이션은 저비용의 시뮬레이터를 활용하여, 다양한 시나리오를 바탕으로 반복적으로 훈련할 수 있으므로 고효율의 결과를 얻을 수 있다. 모델링 및 시뮬레이션은 다양한 종류가 있으며, Live 시뮬레이션은 인원 훈련, Virtual 시뮬레이션은 장비 획득, Constructive 시뮬레이션은 교리 계획에 기본적으로 적용될 수 있다. 또한 LVC 연동을 통한 통합 시뮬레이션을 활용하여 더욱 현실감 있고, 정밀한 화생방 시나리오를 시뮬레이션 할 수 있다.

### - 참고 문헌 -

[1] K. M. Carley et al., "BioWar: scalable agent-based model of bioattacks," Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, IEEE Transactions on, vol. 36, no. 2, pp. 252-265, 2006.

[2] J. M. Linebarger, M. E. Goldsby, D. Fellig, M. F. Hawley, P. C. Moore, and T. J. Sa, "Smallpox over San Diego: Joint Real-Time Federations of

Distributed Simulations and Simulation Users under a Common Scenario," in Proceedings of the 21st International Workshop on Principles of Advanced and Distributed Simulation, 2007, pp. 7-14.

[3] D. Siegrist, "Advanced information technology to counter biological terrorism," ACM SIGBIO Newsletter, vol. 20, no. 2, pp. 2-7, 2000.

[4] G. A. Frank, R. F. Helms II, and D. Voor, "Determining the right mix of live, virtual, and constructive training," in The Interservice/ Industry Training, Simulation & Education Conference (I/ITSEC), 2000, vol. 2000, no. 1.

[5] R. Helms, R. Hubal, and S. Triplett, "Evaluation of the Conduct of Individual Maintenance Training in Live, Virtual, and Constructive (LVC) Training Environments and their Effectiveness in a Single Program of Instruction," Final Report, September, vol. 30, p. 1997, 1997.

[6] P. Ruth, J. Rhee, D. Xu, R. Kennell, and S. Goasguen, "Autonomic live adaptation of virtual computational environments in a multi-domain infrastructure," in Autonomic Computing, 2006. ICAC'06. IEEE International Conference on, 2006, pp. 5-14.

[7] R. Lechner and C. Huether, "Integrated live virtual constructive technologies applied to tactical aviation training," in The Interservice/Industry Training, Simulation & Education Conference(I/ITSEC), 2008, vol. 2008, no. 1.