

# 네트워크 기반의 전차 교전 훈련 모델 개발

노근래\*, 김의환<sup>1)</sup>

국방과학연구소<sup>1)</sup>

## Development of Network Based Tank Combat Training Model

Roh Keun Lae, Kim Eui Whan<sup>1)</sup>

1)Agency for Defense Development, 462 Jochiwongil, Yuseong-gu, Daejeon 305-152 Korea  
(Received / Accepted)

**Abstract** : As a part of development of Korean K2 main battle tank, embedded training computer to be operated in the main equipment, which makes it possible to train without a special-purposed training simulator, was adopted for tank combat training. The category of embedded training of Korean K2 main battle tank includes driving training, gunnery training, single tank combat training, platoon level combat training, and command and platoon leaders combat training. For realization unit level tank embedded training system, the virtual reality was utilized for real time image rendering, and network based real time communication system of K2 tank was utilized for sharing status information between tanks. As a result, it is possible to train themselves on their own tank for enhancing the operational skills and harmonized task with members.

**Key Words** : Combat Training(모의전투훈련), Embedded Training(내장훈련), Virtual Reality(가상현실), Main Battle Tank(전차)

### 1. 서론

최근 들어 모의훈련에 대한 관심도가 증가하면서 새로운 무기체계의 개발과 더불어 훈련 시스템의 개발이 병행하여 진행되며, 나아가 훈련 시스템을 실장비에 내장화하고자 하는 시도가 증가하고 있는 추세이다. 전차의 경우, 1990년대 이후부터 K1 전차와 K1A1 전차를 대상으로 한 포술훈련기와 조종훈련기가 개발되어 활용되고 있으며, 2007년도에 개발 완료된 차기보병전투장갑차에는 육군 지상무기 최초로 실장비에 내장화된 훈련시스템을 구축하였다.<sup>1)</sup> 실장비를 이용한 모의훈련이 가능하도록 하기 위해 K2 전차와 K21 장갑차에

서는 승무원들이 평소에 자신이 운용하던 전투차량에 몇 장의 SBC(Single Board Computer)로 구성된 내장훈련컴퓨터를 탑재하고, 전투차량의 실제 핸들과 스위치를 조작하면서, 차량 내부의 각 승무원용 전시기에 실시간으로 전시되는 3차원 훈련영상을 활용하여 훈련을 할 수 있도록 하는 시스템을 구축하였다.

본 연구에서는 K2 전차의 내장훈련 시스템 구현을 위한 기술요소를 분류하고, 단차

\* 교신저자 : rk14792@hanmail.net

수준에서 실장비를 이용한 모의훈련 기능으로 구현된 조종훈련, 포술훈련, 단차훈련의 구현 결과와 전차 소대 또는 중대지휘소가 네트워크로 연결된 상태에서 모의훈련이 가능하도록 구현된 소대전투훈련과 중대지휘조훈련 구현 결과에 대해 기술하였다.

K2 전차 내장훈련 시스템의 구현으로 시간과 장소의 제약을 받지 않고 승무원의 장치 운용과 팀웍 배양 및 상황대처 능력을 향상시킬 수 있는 실장비를 이용한 모의훈련이 가능하게 되었다.

## 2. 본론

### 2.1 내장훈련 기술요소

실장비를 이용하여 모의훈련이 가능한 훈련 시스템을 내장화 하기 위한 기술요소로는 기존의 가상현실 기술을 이용한 모의 훈련 구현에 요구되는 훈련 지형 DB(database) 구축, 훈련과제 식별, 이를 기반으로 한 훈련 소프트웨어 구현 및 3차원 실시간 영상 렌더링 기술이 필요하며, 구현된 훈련 소프트웨어를 실행할 수 있도록 실장비에 내장화하기 위한 하드웨어의 확보 등이 필요하다.

Table 1. Geometry Database for Training

구 분	지형 크기 (km × km)	폴리곤 수 (개)
훈련장 1	1.7 × 1.7	68,180
훈련장 2	2.5 × 5.5	125,483
훈련장 3	3.1 × 3.1	37,043
훈련장 4	3.6 × 9.2	150,896
지형 1	14.6 × 13.9	1,829,996
지형 2	14.6 × 13.9	1,661,480
지형 3	14.6 × 13.1	1,451,024

K2 전차 내장훈련 시스템에서는 7개의 지형을 선정하고, 이를 3차원으로 모델링하여 모의 훈련이 가능하도록 훈련 지형을 구축하였다. 7개의 훈련 지형은 현재 육군에서 전차 훈련장으로 사용 중인 4개의 군 훈련장과 3개

의 일반 지형으로 구성되었으며, 모델링된 훈련 지형의 크기는 최소 1.7km × 1.7km에서 최대 14.6km × 13.9km 까지 다양하게 구성되어 훈련 규모 및 특성에 따라 그에 적합한 훈련 지형을 적용할 수 있도록 하였다.

대상 훈련 지형에 대한 고도 데이터를 기초로 폴리곤(polygon) 모델링을 한 후, 해당 지형의 대축척 지도와 실 지형탐사 및 실사자료를 참조하여 도로, 지형 및 지물 등을 표현하는 과정을 통해 훈련 지형 모델이 획득된다.

Table 2. Feature of Training Scenarios

구 분	과제 식별 및 구현 범위
조종훈련	· 조종수의 기초 조종능력 배양 · 실 전차와 유사하도록 기동 특성 반영
포술훈련	· 전차장, 포수의 조준 및 사격 등 포술 능력 배양 · 실제와 유사한 훈련영상의 표적 크기 및 특징 구현
단차훈련	· 승무원 팀단위 훈련을 통한 전차 운용 및 전술조치능력 향상 · 각종 상황조치를 통한 다양한 적 위협에 대한 대응능력 숙달 및 배양
소대전투 훈련	· 전차소대(4대형)의 전술훈련 숙달 및 배양
중대지휘조 훈련	· 지휘관(자)의 지휘통제훈련 숙달 및 배양 · 중대급 편제 구성을 위해 아군 가상 전차 모의

K2 전차 내장훈련 시스템에서는 전차 승무원의 주특기 훈련을 위한 조종훈련 및 포술훈련, 단차 승무원간의 팀웍 향상 및 장비 조작 절차 숙달을 위한 단차훈련, 소대 또는 중대 지휘조 구성원간의 팀웍 향상 및 전술적 상황에서의 조치능력 숙달을 위한 소대전투훈련 및 중대지휘조훈련으로 구성되었다.

훈련 과제는 기존의 조종훈련기와 포술훈련기의 훈련 과제 내용과 전차 및 기계화부대와 관련된 야전교범 및 훈련평가, 교육참고자료 등에 수록된 훈련 과제들에 대해 모의 훈련이 가능하도록 구성하였다. 이를 위해 지

형 및 훈련 난이도에 따라 다양한 모의 훈련이 가능하도록 구현하였는데, 모의 훈련을 진행할 지형과 훈련 과제가 선택되면 부수적으로 시간(주간, 야간, 일출, 일몰), 계절(하계, 동계), 기상(맑음, 눈, 비, 안개) 등 환경 요소의 선택이 가능하도록 하였다.<sup>2,3</sup>

식별된 훈련과제에 대해 전차 승무원들이 전차내의 MMI(man-machine interface) 구성품들을 이용하여 모의 훈련이 가능하도록 훈련 소프트웨어가 구현되었으며, 훈련 소프트웨어는 모든 승무원들의 훈련 시점을 동기화 시키고 각 승무원 전시기에 해당 승무원의 3차원 실시간 영상을 제공한다. 모의 훈련과 직접적으로 관계된 내장훈련 소프트웨어는 영상처리를 비롯하여 크게 6개의 CSU(Computer Software Unit)로 구성되며, 각 CSU에는 훈련 소프트웨어의 확장과 재사용을 고려하여 주요 기능 단위로 모듈화하였다.

Table 3. CSU for Embedded Training

CSU	주요 기능
영상처리	3차원 영상 생성
지형처리	지형 및 지물 처리
객체처리	전차 및 기타 훈련 객체 관리
통신처리	LAN, 1553, RS-422 통신 처리
시나리오 처리	훈련과제 선택, 시작 및 종료
사운드 처리	훈련 음향 처리

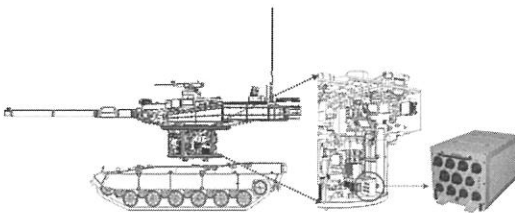


Fig. 1. Embedded Training Computer

개발된 내장훈련 소프트웨어가 전차에 탑재되어 기능이 발휘되기 위한 모의훈련 전용의 내장훈련장치가 개발, 적용되었는데, 내장훈련장치는 전차의 환경요구조건을 만족하는

방수구조의 밀폐형 하우징이 적용되었다. 내장훈련장치는 각 승무원들의 훈련 동기화 및 해당 승무원에 대한 3차원 영상 생성을 위해 5장의 SBC(Single board computer)가 소형, 경량화된 구조로 설계되었으며, 히트 파이프와 방열 팬을 적용하여 3차원 영상 생성시 발생하는 고온조건에서 안정적인 기능 동작이 가능하도록 설계되었다.<sup>4</sup>

## 2.2 단차급 내장훈련 구현

K2 전차의 내장훈련 기능은 크게 단차를 대상으로 이루어지는 조종훈련, 포술훈련 및 단차훈련과 최대 5대의 전차가 네트워크로 구성되어 이루어지는 소대전투훈련 및 중대지휘 조종훈련으로 구성된다. 조종훈련, 포술훈련은 승무원 주특기 훈련으로서 조종수, 포수, 전차장 등 승무원 직책에 따라 고유의 임무를 원활히 수행하고, 이를 위한 장비 조작 절차를 숙달하는데 중점을 두어 개발되었으며, 단차훈련은 승무원 팀훈련을 숙달하기 위한 조건 반사적인 전투기술 요구위주로 설계되었다.

조종훈련시 조종수는 가속페달, 제동페달, 조향핸들, 방향 및 속도선택기 등 전차의 조종에 필요한 인터페이스 장치를 조작하여 전차를 조종하게 되며, 조종수석의 조종수 종합전시기를 통해 조종수의 조종훈련에 필요한 영상이 제공된다. 이 영상에는 모의훈련에 필요한 3차원 영상뿐 아니라 실 전차 운용시에 조종수 종합전시기에 표시되는 차량 상태와 관련된 정보가 동시에 전시된다.

포술훈련시 포수는 포수 핸들, 포수 통제판, 포수 조준경, 포수 표적전시기 등 탐색 및 탐지, 표적의 획득, 추적 및 사격에 필요한 인터페이스 장치를 조작하여 사격 훈련을 실시하게 되며, 포수 표적전시기를 통해 포술훈련에 필요한 영상이 제공된다. 포수 표적전시기 영상에는 모의훈련에 필요한 3차원 영상뿐 아니라 실 전차 운용시에 포수 표적전시기에 표시되는 차선 및 탄약 상태 등 포술 운용에 필요한 정보가 동시에 전시된다.

전차장은 조종훈련, 포술훈련 및 단차훈련시 훈련 통제 역할을 수행하며, 전차장 표적전시기를 통해 조종훈련시에는 조종수의 영상

을, 포술훈련시에는 포수 또는 전차장의 영상을 제공받는다. 포수와 마찬가지로 전차장에 의한 표적 획득, 추적 및 사격이 가능하므로 전차장 핸들, 전차장 통제판, 전차장 조준경, 전차장 표적전시기 등 전차장의 인터페이스 장치를 이용하여 포수와 동일한 모의 훈련이 가능할 뿐 아니라 전차장 운용전시기에는 훈련 진행에 관련된 각종 상태 정보가 전시되므로 전체적인 훈련 진행, 통제 등이 가능하다. 특히, 조종훈련의 경우 조종수와 전차장, 포술훈련의 경우 포수와 전차장의 참여하에 훈련이 진행되는 반면, 단차훈련의 경우 조종수, 포수, 전차장 등 모든 승무원의 참여하에 전술기동, 단차 전투기술 등을 비롯한 전술적 상황하에서의 훈련 진행이 가능하므로 승무원간 팀워크를 배양하고 다양한 전술적 상황을 가정한 모의훈련이 가능하다.

### 2.3 네트워크에 의한 소부대급 내장훈련 구현

#### 2.3.1 고속무선통신기와의 연동

단차수준의 모의 훈련 기능이 소부대급으로 확대될 수 있기 위해서는 훈련 전차간에 훈련 상태정보가 동기화되고 공유되기 위한 통신 수단의 확보가 우선되어야 한다. K2 전차 내장훈련 시스템에서는 소부대급 내장훈련 구현을 위해 별도의 통신 수단을 추가하지 않고 K2 전차 체계에서 적 위협 정보 등의 긴급 송수신을 위해 개발, 적용된 고속무선통신기를 활용하였다.

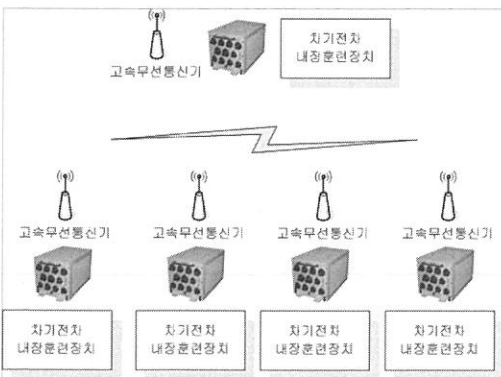


Fig. 3. Concept for Network based Combat Training

고속무선통신기는 소대 전차간에 고속의 무선 데이터 통신을 위한 장치로서 내장훈련시 최대 5대의 차량 연결을 지원하고 있으며, 이를 통해 소대 및 중대지휘조까지를 대상으로 한 모의훈련 시스템 구축이 가능하였다.

#### 2.3.2 실시간 네트워킹을 위한 통신 환경 구축

K2 전차 내장훈련장치는 각 승무원간의 훈련 동기화 및 훈련 진행에 필요한 정보의 공유를 위해 내부적으로 TCP/IP 통신을 사용하지만 고속무선통신기와의 통신에서는 자체 제작된 통신모듈을 사용하였다.

소부대급 모의훈련을 위해 고속무선통신기를 이용하여 전차간 훈련정보를 공유하고자 할 경우 약 200 m/s의 패킷 딜레이가 존재하는데, 이로 인해 차량 위치나 방향정보를 실시간으로 갱신하기에는 어려움이 존재하므로 이를 해결하기 위해 각 패킷간의 데이터를 보간(interpolation) 함으로써 각 전투차량의 이동이나 방향전환을 사실적으로 묘사하였다. 훈련 전차의 위치 및 방향에 대한 데이터 보정 대상은 전차의 위치 보정과 차체에 종속되는 포탑의 선회방향 보정으로 크게 구분된다. 먼저 전차의 위치를 보간하기 위해서는 점과 점 사이를 각 단계별로 위치 값을 보정하는 선형 보간(linear interpolation) 방법을 식 (1)과 같이 적용하였다.

$$p(t) = p_0 + t(p_1 - p_0) \tag{1}$$

$$= (1-t)p_0 + tp_1$$

여기서,  $t$ 는 선분 상에서 전차가 어느 위치  $(p(t))$ 에 존재하는지를 결정하는 시간 매개변수이며,  $p_0$ 와  $p_1$ 은  $t$  이전의 전차의 두 위치이다. 네트워크 갱신 속도에 따른 이상적인 매개변수  $t$ 값을 실시간으로 추출하여 위치 값 보정에 적용함으로써 전차의 움직임을 사실적으로 표현하였다.

전차의 위치 값에 대한 보정은 네트워크 갱신속도에 의존적이지만 포탑의 방향에 대해서는 추가적인 요소가 더 필요하다. 전차에서

회전을 표현할 수 있는 부분은 포탑과 주포로써 포탑은 차체에 고정되어 선회방향으로 회전하며, 주포는 포탑에 고정되어 상하로 회전한다. 전차의 위치 값 보정과 마찬가지로 네트워크 갱신속도에 따라 포탑과 주포의 회전값에 대한 보간을 적용해 주어야 하는데, 특히 위치 값 적용과는 다르게 부드러운 방향 보간을 위해서 나선형 보간(spherical linear interpolation)을 사용하였다.

$$\hat{s}(\hat{q}, \hat{r}, t) = (\hat{r}\hat{q}^{-1})^t \hat{q} \quad (2)$$

$$slerp(\hat{q}, \hat{r}, t) = \frac{\sin(\Phi(1-t))}{\sin \Phi} \hat{q} + \frac{\sin(\Phi t)}{\sin \Phi} \hat{r} \quad (3)$$

여기서,  $t$ 는 전차의 포탑이 차체에 대해 상대적으로 어느 위치( $slerp(\hat{q}, \hat{r}, t)$ )에 존재하는지를 결정하는 시간 매개변수이며,  $\hat{q}$ 와  $\hat{r}$ 은  $t$  이전의 전차 포탑의 두 위치,  $\Phi$ 는 이전 두 위치가 이루는 각도이다.

이상과 같이 통신 시간 지연을 고려한 최적의 위치 및 회전방향 보간으로 전차의 위치 및 포탑과 주포의 회전에 대한 실시간 처리를 통해 보다 사실적인 3차원 훈련영상의 생성 및 묘사가 가능하였다.

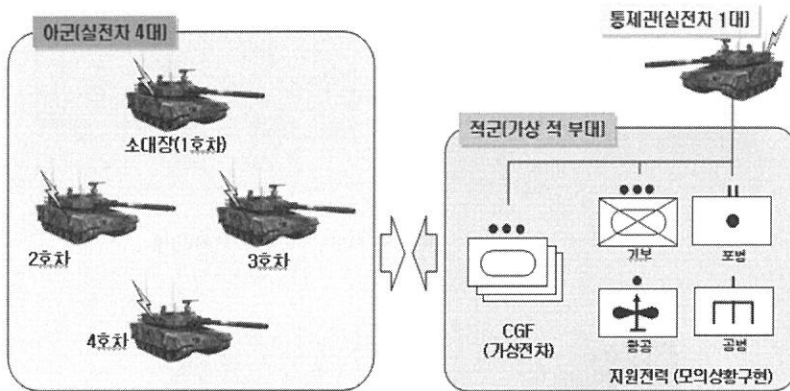


Fig. 4. Concept for Unit Combat Training

### 2.3.3 소대전투훈련 및 중대지휘조훈련

소대전투훈련은 5대의 전차 중 통제관을 제외한 4대의 전차가 1개 소대를 구성하여 훈련에 참가하며, 통제관이 선택한 훈련과제 및 환경정보에 의해 훈련상황이 설정된다. 각 차량은 내장훈련장치로부터 부여되는 전술 상황에 따른 임무를 부여받아 훈련을 진행하며 상황에 맞는 대처능력 및 타 훈련전차와의 상호연계 훈련을 수행한다. 중대지휘조훈련은 5대의 전차 중 통제관을 제외한 4대의 전차가 중대지휘조(중대장 및 각 소대장)를 구성하여

모의훈련에 참여하며, 각 소대장 전차에는 인공지능 모듈이 탑재된 소대원 전차 3대가 소대장 전차를 지원한다. 소대장은 전술기동시 소대원 전차를 포함한 소대의 이동모형(중대, 행대 등)을 결정하여 적용할 수 있으며, 훈련 진행 동안 소대원 전차는 소대장 전차를 후방에서 뒤따르며 적의 공격에 대비하여 소대장 전차를 엄호하거나 사주경계를 펼치는 등 공격임무 또는 방어임무 등에 적합하도록 거동하며, 소대원 전차의 기본적인 거동은 훈련 소프트웨어의 인공지능 모듈에서 결정한다.



Fig. 5. Commander's View during Training

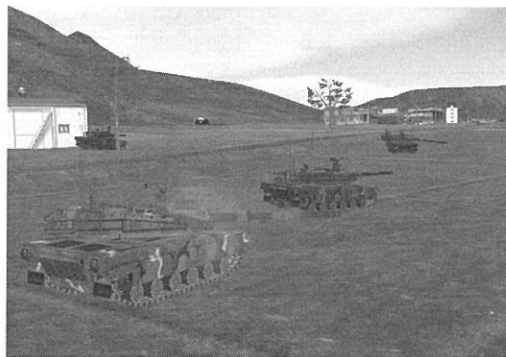


Fig. 6. A Scene of Unit Combat Training

소대전투훈련과 중대지휘조훈련의 전체적인 훈련진행 및 통제는 통제관 전차의 전차장(이하 교관)이 수행한다. 교관은 각 훈련 전차를 설정하고, 훈련 진행을 통제하며, 훈련 후 각 훈련전차의 평가를 실시한다. 훈련 진행의 통제는 훈련과제의 선택, 시간, 계절, 날씨 등에 대한 훈련 환경의 설정을 실시하며, 훈련 진행간에는 전차장 운용전시기를 통해 훈련 전차의 움직임과 훈련 지형내의 전체적인 훈련 상황을 확인할 수 있다.

### 3. 결론

실 전차의 승무원 인터페이스 장치를 이용하여 별도의 시뮬레이터를 동원하지 않고 실장비를 이용한 모의훈련이 가능하도록 개발된 K2 전차 내장훈련 시스템에 대해 기술하였다. 이를 위해 K2 전차의 내장훈련 시스템 구현을 위한 기술요소를 식별하고, 단차 수준에서 실장비를 이용한 모의훈련 기능으로 구현된 조종훈련, 포술훈련, 단차훈련의 구현 결과, 전차 소대 또는 중대지휘조가 네트워크로 연결된 상태에서 모의훈련이 가능하도록 구현된 소대전투훈련과 중대지휘조훈련의 구현 결과를 다루었다.

향후에는 확장된 연동구조로써 타 체계와의 연동, 전차 연동 수량 확장을 통한 쌍방훈련 지원, 각종 상황의 실시간 생성 및 이에 대한 상황조치 결과의 실시간 모니터링 등이 가능한 보다 확장된 개념의 전술 모의훈련이 가능하도록 개선된다면 전차를 포함한 지상장비의 네트워크에 의한 실시간 전술 모의훈련 시스템을 위한 새로운 패러다임을 구축할 수 있을 것으로 기대된다.

### 참고문헌

1. B.J. Ahn, and W.M. Lee, "Embedded training technology for infantry fighting vehicle", Symposium of Ground Weapon Systems, Vol. 16, No. 1, pp. 97, 2008.
2. K.L. Roh., "The Deveopment Test Results of K2 Embedded Training(1)", ADD Technical Report, GSDC-519-070381, pp. 2-6, 2007.
3. K.L. Roh., "The Deveopment Test Results of K2 Embedded Training(2)", ADD Technical Report, GSDC-519-070535, pp. 2-12, 2007.
4. J.H. Kim, "Structure of Embedded Training Computer and GPU Utilization", Symposium of Ground Weapon Systems, Vol. 14, No. 1, pp. 75, 2006.