

의사결정나무를 이용한 근접전투전문가시스템

(Developing an Expert System for Close Combat using Decision Tree)

† 김 형 세(Hyung-Se Kim)*, 문 호 석(Ho-Seok Moon)**, 이 동 근(Dong-Keun Lee)***,
황 명 상(Myung-Sang Hwang)****, 김 영 국(Young-Kuk Kim)*****

ABSTRACT

본 논문에서는 훈련용 위게임모델의 근접전투 피해평가를 위한 새로운 근접전투전문가시스템을 제안하였다. 군에서 사용하고 있는 위게임모델에서 피해평가 모의논리는 아주 중요한 모의기능이다. 현재, 육군의 군사단급 위게임모델인 창조21모델에서는 근접전투 피해평가의 핵심기능이 창조21모델에서 계산되지 않고, 공개소스와 내부논리를 알 수 없는 미군에서 제작한 근접전투전문가시스템(일명 COBRA)에서 별도로 계산되고, 이 결과가 네트워크를 통해 창조21모델로 전송되어 근접전투에 대한 피해평가가 이루어진다. 본 논문에서는 COBRA를 대체할 수 있는 근접전투전문가시스템을 의사결정나무를 이용해서 제안하였다. 제안하는 시스템은 실험결과 COBRA와 유사한 성능을 보였고, 시스템의 계산량이 적었고 군사작전 상황에 적합하였다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a new expert system for close combat in military war game model for training. Simulation logic for damage assesment is one of the main simulation functions in military war game. In Changcho 21's model which is the war game model for Republic of Korea Army corps and division, the main function of close combat's damage assessment has not been calculated by Changcho 21's model, but by COBRA which was made by US Army and has been the expert system for close combat. Results which were calculated in COBRA were sent to Changcho 21's model through a cable network. And Changcho 21's model finally calculated the value of damage assessment with the results. In this paper, we develop an new expert system for close combat using decision tree. The experimental results show that the proposed expert system has similar performance to COBRA and has less computing complexity. And it can substitute for COBRA and be applicable to battlefield.

Keywords : Expert System for Close Combat, Decision Tree, Combat Simulation logic, T-test

논문접수일 : 2010년 9월 20일 심사(수정)일 : 2010년 11월 12일 논문게재확정일 : 2010년 11월 29일

* 충남대학교 컴퓨터공학과 박사과정, 육군 전투지휘훈련단 육군 중령

** 육군 전투지휘훈련단 육군 소령(통계학 박사)

*** 육군 전투지휘훈련단 육군 대령(운영분석 박사)

**** (주) 심네트 차장

***** 충남대학교 컴퓨터공학과 교수

† 교신저자

1. 서론

국방모델링 및 시뮬레이션(M&S)은 국방 분야에서 적용되는 모델링 및 시뮬레이션 기술을 총칭하는 의미이다[7]. 여기서 모델링(modeling)은 관심 시스템과 그 시스템의 동작원리를 표현하는 것이며, 시뮬레이션(simulation)은 그 표현을 시간 순차적으로 구현하여 나타내는 것이다. 이러한 국방 M&S는 군사 전력발전, 무기체계 획득관리, 군사 교육훈련 등 다양한 분야에서 활용되고 있다. 이 가운데 군사 교육훈련 분야에 사용되는 워게임 모델은 90년대 초반부터 한국군에 도입되어 사용되고 있고, 특히 90년대 후반에 한국군 자체적인 훈련용 워게임모델을 개발하여 운용하고 있으며 계속 발전되어 나가고 있다. 이런 훈련용 워게임 분야 가운데 근접전투 피해평가 분야는 변화되는 전장상황에 맞는 모의논리가 지속적으로 반영되어야 하는데, 이 부분에 있어서는 한국군 자체적인 연구가 부족한 편이다. 훈련용 워게임모델에서 피해평가 모의논리는 아주 중요한 모의기능 중에 하나이다. 특히, 근접전투간에 사격부대와 피격부대간의 피해평가는 전투의 승패에 중요한 영향을 미치기 때문에 많은 고려요소가 반영되어 모의된다. 군단 및 사단급 부대를 대상으로 전투지휘훈련용으로 사용하고 있는 창조21모델은 명실 공히 육군의 대표적인 워게임모델로 자리매김하였고, 연합훈련에서도 연동체계내에 한 페더레이트로 참가하며 그 우수성이 입증되고 있다. 창조21모델에서의 근접전투간 피해평가는 수십여 가지의 입력요소를 고려하여 실제 전투상황을 최대한 반영

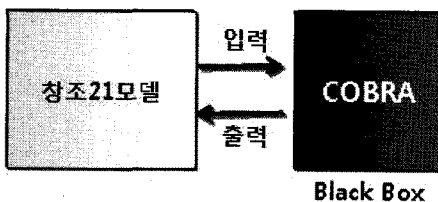
하고 있는데, 피해논리의 핵심적인 부분인 취약성 승수와 사격가담율에 대한 평가는 창조21모델에서 이루어지지 않고 있고, 미군에서 제작한 근접전투전문가시스템(일명 COBRA)에서 <그림 1>과 같이 별도로 평가되고 있다[5].

이렇게 평가된 결과가 네트워크를 통해 창조21 모델로 전송되어 근접전투에 대한 피해평가를 계산하게 된다. 그러나, COBRA의 내부 논리는 현재 미군에서 제공하지 않고 있는 현실이고, 전장 상황과 부대에 대한 60가지 이상의 요소가 입력 변수로 반영되어 결과를 출력하므로 내부 모의논리를 추측하기란 아주 복잡할 것으로 예측된다. 이런 문제는 창조21모델을 개선하여 보다 향상된 모델을 개발하고자 할 때라든지, 피해평가 모의논리에 새로운 내용을 반영하고자 할 때에 제약이 되고, 또 COBRA에서 문제가 생기면 피해평가가 곤란해진다. 또한 COBRA를 운용할 수 있는 운용요원이 추가로 발생하게 된다. COBRA에서 문제가 발생했을 때에 대처 방안으로 현재 창조21 모델에서 COBRA_LITE라고 하는 COBRA를 대신할 방법을 제안하여 사용하고 있는데, COBRA_LITE가 얼마나 COBRA를 잘 대체할 수 있는지에 대한 신뢰도 평가없이 사용하고 있는 현실이어서 이에 대한 검증이 필요하다. 본 논문에서는 COBRA_LITE에 대한 검증을 통해서 COBRA_LITE의 신뢰도를 평가할 것이며, COBRA와 유사한 성능을 보이며 실 전장상황을 잘 반영한 COBRA를 대체할 수 있는 보다 단순화된 전문가 시스템을 제안할 것이다. 제안하는 근접전투 피해평가를 위한 전문가시스템은 여러 전장상황에서의 전투실험결과 자료를 이용하여 의사결정나무 방법을 적용하여 구축될 것이다.

본 논문에서의 기여점은 아래와 같다:

1. 현재 근접전투 피해평가의 문제점 분석
2. COBRA를 대체할 수 있는 전문가시스템에 대한 방안 제시

본 논문은 2장에서 근접전투피해평가 모의논



<그림 1> 근접전투 피해평가 과정

리, 3장에서 현 근접전투전문가시스템의 문제점을, 4장에서 제안하는 전문가시스템을 설명하고, 5장과 6장에서 실험결과와 결론을 맺는다.

2. 근접전투피해평가 모의논리

교전이 발생하였을 경우 사격 및 피격부대에 대한 전투평가(또는 피해평가)는 식 (1)에 따라 평가된다[5].

$$\text{피해평가} = \text{기본손실률} \times \text{감소요소} \times \text{사격가담률승수} \times \text{취약성승수} \quad (1)$$

식 (1)의 피해평가로 고려되는 각 항목들에 대한 구체적인 설명은 <표 1>에 정리하였다.

2.1 사격가담률승수와 취약성승수 결정

현재 창조21모델에서는 사격가담률승수와 취

<표 1> 피해평가 항목들에 대한 설명

구분	내용
기본 손실률	화기별로 표적에 대해서 기본적으로 적용하는 손실률로 화기별 대상표적별로 다른 값을 갖는다. 직사화기로 사격할 때는 단발사격 살상률로 계산하고, 곡사화기로 사격할 때는 랜체스터 손실계수를 적용한다.
감소 요소	전장 상황에서 연막, 진지점령여부, 야간 요소 등 사격에 의한 피해를 감소시키는 요소들을 반영한다. 감소요소가 많으면 전투피해가 적게 발생한다.
사격 가담률	사격부대(타격부대)의 제병협동능력과 표적획득능력을 고려하여 계산한다. 제병협동능력과 표적획득능력이 우수할수록 사격가담률승수값은 커지게 된다.
취약성 승수	피격부대의 은폐 및 엄폐 정도와 전술적 기동성을 고려하여 계산된다. 은폐 및 엄폐가 양호하고, 전술적 기동성 ¹⁾ 이 양호할수록 취약성승수값은 적어지게 된다.

<표 2> 제병협동능력 분류 및 값

구분	정의	대표값
양호	80%이상 효율성	0.9
보통	50%정도 효율성	0.5
불량	20%이하 효율성	0.1

<표 3> 표적획득능력 분류 및 값

구분	정의	대표값
양호	고유능력의 80%이상 발휘	0.9
보통	고유능력의 70%정도 발휘	0.7
불량	고유능력의 60%이하 발휘	0.5

약성승수를 창조21주엔진과 별도로 근접전투전문가시스템(Combat Outcome Based on Rules for Attrition: COBRA)이라는 별도의 엔진을 이용하여 계산하고 있다. 또한, 창조21주엔진에 COBRA를 대체할 수 있는 COBRA_LITE가 모듈로 만들어져 있어서 COBRA를 사용할 수 없을 때의 대안으로 운영되고 있다.

<표 1>의 설명과 같이 사격가담률은 사격부대의 제병협동능력과 표적획득능력에 따라 결정되는데, 제병협동능력과 표적획득능력은 ‘양호’, ‘보통’, ‘불량’의 세 종류로 분류되며 각각의 값은 <표 2>와 <표 3>과 같이 정의된다.

<표 4> COBRA에서의 사격가담률승수값

구분	표적획득능력			
	양호(0.9)	보통(0.7)	불량(0.5)	
제병협동능력	양호(0.9)	0.9	0.8	0.7
	보통(0.5)	0.7	0.6	0.5
	불량(0.1)	0.5	0.4	0.3

<표 5> COBRA_LITE에서의 사격가담률승수값

구분	표적획득능력			
	양호	보통	불량	
제병협동능력	보통	0.5	0.3	0.2
	불량	0.2	0.1	0.05

1) 전술적 기동성은 피격부대가 사격부대로부터 사격을 받고 있는 중에 기동할 수 있는 능력을 말한다.

$$\text{사격가답률승수} = 0.5 \times \text{제병협동능력} + 0.5 \times \text{표적획득능력} \quad (2)$$

〈표 6〉 은폐 및 엄폐정도 분류 및 값

구분	정의	대표값
양호	부대 구성원의 10~30% 노출	0.2
보통	부대 구성원의 30~50% 노출	0.4
불량	부대 구성원의 50% 이상 노출	0.7

제병협동능력과 표적획득능력의 값들을 이용해서 식 (2)와 같이 사격가답률승수가 계산된다. 계산된 사격가답률승수는 COBRA 경우는 <표 4>에, COBRA_LITE의 경우는 <표 5>에 정리되어 있다[1, 2].

<표 1>의 설명과 같이 취약성승수는 피격부대의 은폐 및 엄폐정도와 전술적 기동성에 따라 결정되는데, 은폐 및 엄폐정도와 전술적 기동성은 ‘양호’, ‘보통’, ‘불량’의 세 종류로 분류되며 각각의 값은 <표 6>과 <표 7>과 같이 정의된다. 또한, 은폐 및 엄폐정도와 전술적 기동성의 값들을 이용해서 <표 8>과 같이 취약성승수값을 정의한다. <표 8>의 값들은 전문가 설문 평가를 통한 델파이기법으로 평가된 값이다.

지금까지 COBRA에서의 결과값의 정의와 결과값이 갖는 범위를 살펴보았다. 본 논문에서는 육군의 3군 1개 군단의 전투지휘훈련 결과를 실험자료

〈표 7〉 전술적 기동성 분류 및 값

구분	정의	대표값
양호	부대 구성원의 10~30% 저하	0.2
보통	부대 구성원의 30~50% 저하	0.4
불량	부대 구성원의 50% 이상 저하	0.7

〈표 8〉 취약성승수값

구분		은폐 및 엄폐 정도		
		양호	보통	불량
전술적 기동성	양호	0.04	0.11	0.15
	보통	0.15	0.23	0.34
	불량	0.34	0.46	0.6

로 활용하였는데 이 실험자료에서는 사격가답률이 ‘0.5’, ‘0.7’, ‘0.9’의 세 값뿐이었고, 은폐/엄폐의 경우도 ‘보통’과 ‘불량’의 두 값뿐이었고 ‘양호’의 경우는 COBRA의 결과 값에 없었다(<표 4>와 <표 8>의 음영부분 참조). 본 논문에서는 이런 COBRA의 결과값을 참(true)으로 보고 제안하는 전문가시스템 구현 및 평가를 실시하였다.

2.2 사격가답률과 취약성승수가 피해평가에 미치는 영향

식 (1)에서 다른 조건이 동일할 경우에 사격가답률과 취약성승수에 따라서 피해평가가 어떻게 달라지는 가는 사격가답률값과 취약성승수값의 곱으로 표현할 수 있다. COBRA의 경우에 반영되는 값을 정리해보면 <표 9>와 같다. <표 9>의 음영부분이 실제 고려되는 값이다.

<표 9>의 값들중 음영부분의 값들을 요약해보면 <표 10>과 같다. <표 10>의 요약값을 이용해서 피해평가에 반영되는 상대적인 값을 비교해보면 최대값(0.54) / 최소값(0.055)은 9.8배, 평균값(0.207) / 최소값(0.055)은 3.8배로 사격가답률과 취약성승수에 따라서 피해평가에 많은 영향을 주고 있다. 그만큼 사격가답률과 취약성승수를 평가하는 일이 피해평가에 있어 아주 중요함을 알 수 있다.

〈표 9〉 사격가답률승수값과 취약성승수값의 곱

취약성 사격 가답률	취약성								
	0.6	0.46	0.34	0.34	0.23	0.15	0.15	0.11	0.04
0.9	0.54	0.414	0.306	0.306	0.207	0.135	0.135	0.099	0.036
0.7	0.42	0.322	0.238	0.238	0.161	0.105	0.105	0.077	0.028
0.5	0.3	0.23	0.17	0.17	0.115	0.075	0.075	0.055	0.02
0.8	0.48	0.368	0.272	0.272	0.184	0.12	0.12	0.088	0.032
0.6	0.36	0.276	0.204	0.204	0.138	0.09	0.09	0.066	0.024
0.4	0.24	0.184	0.136	0.136	0.092	0.06	0.06	0.044	0.016
0.7	0.42	0.322	0.238	0.238	0.161	0.105	0.105	0.077	0.028
0.5	0.3	0.23	0.17	0.17	0.115	0.075	0.075	0.055	0.02
0.3	0.18	0.138	0.102	0.102	0.069	0.045	0.045	0.033	0.012

〈표 10〉 요약값

구 분	최소값	평균값	최대값
값	0.055	0.207	0.54

3. 현 근접전투전문가시스템의 문제점

3.1 COBRA와 COBRA_LITE

COBRA는 직접사격에 의한 근접전투에 영향을 주는 다양한 요인(정성적인 요소)들의 복잡한 상호종속성을 반영하기 위해 고안된 것이다. 전투집합 형성후 전투집합내의 피격 및 사격 부대에 대한 정보와 지형자료가 COBRA에 입력되고 은폐/엄폐 정도, 전술적 기동성, 사격가담률 값이 출력된다.

창조21주엔진에 COBRA_LITE라고 하는 COBRA를 대체할 수 있는 모듈을 개발하였다. COBRA_LITE는 COBRA를 사용할 수 없을 때에 COBRA대체용으로 사용하고 있다. 그러나, COBRA_LITE가 COBRA와 유사한 지에 대한 평가가 현재까지 이루어지지 않아서 얼마나 유사한 지에 대한 평가가 필요하다. 만약, COBRA와 COBRA_LITE가 유사하지 않다면 COBRA와 유사한 새로운 방법을 개발하는 것이 필요하다.

〈표 11〉 COBRA에 입력되는 값들

평가(피격) 부대 : 41개 항목	사격 부대 : 22개 항목
부대형태, 방어진지 수준, 시간/기온, 지원사격실시 여부, 주/야 여부, 심리전 취약성, 기동부대 여부, 식량/유류 고갈여부, 제대규모, 교전 지속 시간, 소대상당수, 간접사격 피제압 정도, 보병/기갑 혼합 비율, 부대이동속도, 부대의 승하차여부, 부대전투태세, 전투력 수준, 연막차장여부, 부대전개여부, 지형 상태/도 시화정도 등	부대명, 방어진지 점령 여부, 피격부대의 위치, 적의 사격하이동 여부, 하차보병 비율, 전투 교전거리, 피/야 부대간 교전거리 등

〈표 12〉 COBRA와 COBRA_LITE의 출력변수들

구 분	자료 형태
은폐 / 엄폐	범주형 (양호, 보통, 불량) 자료
전술적 기동성	범주형 (양호, 보통, 불량) 자료
사격 가담률	범주형 (아홉개 값) 또는 연속형 자료

COBRA와 COBRA_LITE에 입력되는 값들과 출력되는 값들은 표 11과 표 12에 정리되어 있다.

3.2 COBRA와 COBRA_LITE 비교 실험

COBRA와 COBRA_LITE의 유사도를 평가하기 위해서 전투피해평가로 입력되는 값들을 동일하게 입력한 가운데, COBRA와 COBRA_LITE의 출력값들을 이용하여 정분류율을 계산하고, T검정을 실시하였다.

실험은 동일한 부대와 동일한 환경조건하에서 37번의 교전평가를 동시에 COBRA와 COBRA_LITE로 실시하였다.

〈표 13〉은 은폐/엄폐와 전술적 기동성에 대해

〈표 13〉 은폐/엄폐 및 전술적 기동성에 대한 COBRA_LITE 정분류율

구 분	정분류	오분류	정분류율
은폐 / 엄폐	18개	19개	48.6%
전술적 기동성	12개	25개	32.4%
사격가담율	5개	32개	13.15%

〈표 14〉 사격가담률과 취약성승수에 대한 두 개 집단의 등분산성 검정 결과

구 분	F값	자유도1, 2	P값
사격가담률	0.61	36, 36	0.138
취약성승수	10.21	36, 36	4.41×10^{-6}

〈표 15〉 사격가담률과 취약성승수에 대한 T검정 결과

구 분	T값	자유도	P값
사격가담률	10.21	72	1.196×10^{-15}
취약성승수	3.01	49.74	0.0041

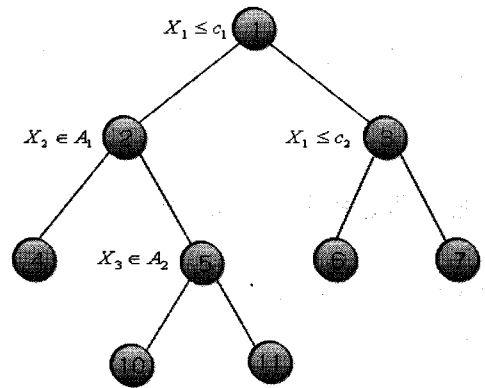
서 COBRA결과를 기준으로 COBRA_LITE 결과 값이 다른 것에 대한 정분류율을 계산한 결과이다 (은폐/업폐와 전술적 기동성은 범주형 자료값이므로 정분류율로 평가하였다). 두 가지 결과값 모두 50%이상이 오분류된 결과를 보여주고 있다. 또, 표 14는 COBRA결과와 COBRA_LITE결과 가운데 결과값을 연속형 값으로 보았을 때에 대한 두 집단 비교를 하기전에 집단간 등분산 여부를 검정한 결과이다. 사격가담률은 유의수준 0.05에서 등분산성을 만족하고 취약성승수는 등분산성을 만족하지 않는다. 이에 따라 T검정을 한 결과가 <표 15>에 나타나있다. 사격가담률과 취약성승수에 대한 두 결과 모두 유의수준 0.05보다 아주 작은 값으로 COBRA와 COBRA_LITE의 결과인 사격가담률과 취약성승수가 모두 평균적으로 아주 많이 다름을 보여주고 있다(사격가담률승수와 취약성승수를 연속형 값으로 보고 T검정을 하였다)[4].

이러한 결과값의 차이는 피해평가에 많은 영향을 주게 되고, 결과적으로 COBRA_LITE가 COBRA를 대신하기에는 부적합함을 보여주고 있다. 따라서, COBRA를 대신할 수 있는 방법 개발이 필요하다.

4. 제안하는 근접전투전문가시스템

4.1 의사결정나무 소개

의사결정나무는 의사결정규칙을 도표화하여 관심 대상이 되는 집단을 몇 개의 소집단으로 분류(classification), 예측(prediction), 세분화(segmentation)를 수행하는 분석방법이다. 이 방법은 분석 과정이 나무구조에 의해서 표현되기 때문에, 분류 또는 예측을 목적으로 하는 다른 방법들에 비해 연구자가 분석과정을 쉽게 이해할 수 있고 설명할 수 있는 장점을 가지고 있다[3, 8]. <그림 2>은 일반적인 나무구조의 예를 보여주고 있다.



<그림 2> 의사결정나무 구조의 예

<그림 2>에서 원들은 노드(node)를 나타내며, 원안의 번호는 노드 번호를 가리킨다. 나무구조내의 노드에는 최상위의 노드(1번)를 뿌리(root)노드, 나무 종단에 있는 노드들(4, 6, 7, 10, 11번)인 종단(terminal)노드, 뿌리노드와 종단노드 중간에 있는 중간(intermediate)노드들(2, 3, 5번)이 있다. 그림 1에서 1번 노드는 연속형 설명변수 x_1 이 c_1 보다 작거나 같을 경우는 왼쪽의 2번 노드로 그 반대의 경우는 3번 노드로 나누어진다. 이 때 1번 노드를 부모(parent)노드라고 하며, 2번 노드를 왼쪽 자식(left child)노드, 3번 노드를 오른쪽 자식(right child)노드라고 한다.

4.1.1 분류규칙

나무구조를 형성하는데 있어서, 분류변수 x_i 과 분류점(집합) c_i 를 결정하는 것이 중요한데 이를 분류규칙이라고 한다. 분류규칙에 따라 분류변수와 분류집합이 결정되는 것이다. 일반적으로 설명변수 x_i 과 분류점 c_i 는 부모노드의 불순도(impurity)에서 자식노드들의 불순도의 합을 뺀 값을 최대로 할 때의 분류변수와 분류집합이 된다[9].

4.1.2 나무모형의 크기 결정

나무를 어느 정도 크기로 성장시킬 것인지를

결정하는 부분도 나무모형을 구축하는데 있어서 중요한 부분이다. 이에는 정지규칙과 가지치기 방법 등이 있다.

정지규칙이란 사용자가 미리 지정한 조건에 해당될 때에 나무의 성장을 정지시키는 방법이다. 예를 들어 노드내의 개체수가 너무 적거나, 불순도의 변화량이 미리 정한 임의의 값보다 작거나, 또는 나무의 깊이가 미리 정한 깊이에 도달했을 경우 등에 나무모형의 성장을 멈추는 방법이다. 정지규칙은 나무모형의 크기가 사용자 주관에 따라 결정됨으로 인해서 나무모형이 과대적합 또는 과소적합될 가능성이 아주 높다. 또한 나중에 나타날 수 있는 유의한 분류를 찾지 못할 수도 있다.

가지치기란 나무모형을 크게 만든 다음에 불필요 가지들을 제거하여 최적의 나무모형을 구축하는 방법으로 Breiman 등이 제안한 비용-복잡성 가지치기(cost-complexity pruning) 방법이 대표적이다[9]. 이 방법은 우선 나무모형을 최대한 크게 만든 후, 이를 이용해 부나무(subtree)를 선택하고, 선택된 부나무에 교차검정법(cross-validation)을 이용하여 적절한 크기의 나무를 최종 선택하는 방법이다.

4.2 다양한 전장상황이 반영된 실험 자료 획득

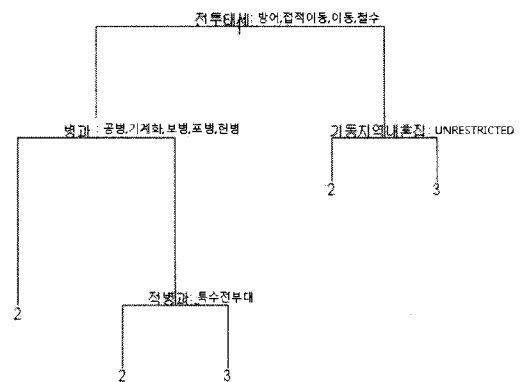
본 논문에서는 실험 자료로 육군 3군의 1개 군단의 전투지휘훈련 결과를 이용하였다. 1개 군단의 실험 자료중 지역적(산악, 평지, 구릉)으로, 주간 및 야간하, 청군 및 대항군(일대 일, 일대 다, 다대 다, 소대이상부터 대대 이하급 제대 규모)의 구성, 화생방보호태세, 전투태세(공격, 방어, 기동, 철수, 접적이동 등), 병과(보병, 포병, 공병, 헌병, 특수전부대, 기타) 등 입력 및 출력요소가 다양한 값들을 가질 수 있는 전장상황이 반영된 실험자료(자료 크기 : 640)를 획득하였다.

4.3 근접전투평가를 위한 의사결정나무 구축 결과

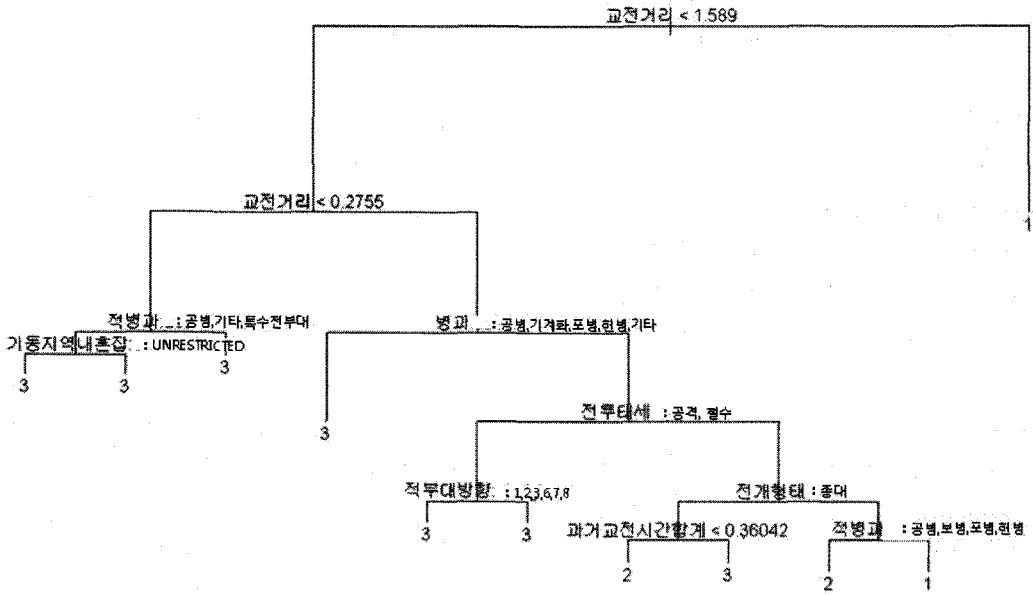
4.1절의 의사결정나무 방법을 이용하여 은폐/엄폐와 전술적기동성 그리고 사격가담률 세 가지에 대한 근접전투 피해평가를 위한 전문가시스템을 아래와 같이 개발하였다.

4.3.1 은폐/엄폐 분야

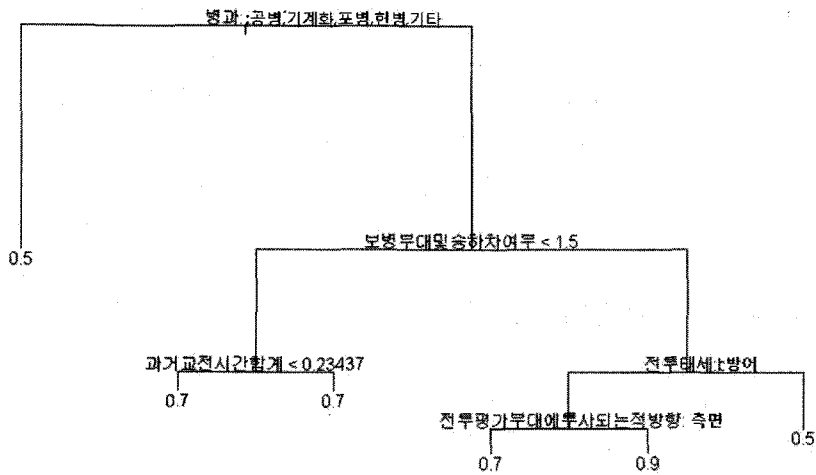
<그림 3>은 은폐/엄폐에 대한 의사결정나무로 은폐/엄폐의 상태를 결정함에 있어서 전투태세가 가장 중요한 변수로 고려되었다. 첫 번째 분류에서 피격부대의 전투태세가 ‘방어, 접적이동, 이동, 철수’이면 왼쪽의 나뭇가지로 이용하는데, 이때 피격부대의 병과가 ‘공병, 기계화부대, 보병, 포병, 헌병’일 경우는 은폐/엄폐가 ‘보통’이었고, 또 피격부대의 병과가 ‘기갑, 기타’의 경우는 적 병과가 ‘특수전부대’이면 은폐/엄폐가 ‘보통’이었고, 특수전부대가 아닐 경우 ‘불량’이었다. 첫 번째 분류에서 오른쪽 가지로 이동할 경우는 전투태세가 ‘공격, 급편 방어, 무력화, 소멸, 도로 행군, 부대가용’일 경우이었고, 이때 기동지역내 혼잡이 ‘unrestricted’이면 은폐/엄폐가 ‘보통’이고 그 외의 경우는 ‘불량’이었다.



<그림 3> 은폐/엄폐 의사결정나무



〈그림 4〉 전술적 기동성 의사결정나무



〈그림 5〉 사격가담률 의사결정나무

4.3.2 전술적 기동성 분야

전술적 기동성에 대한 의사결정나무 구축 결과는 <그림 4>와 같다. 전술적 기동성을 결정할 때에 사격부대와 피격부대의 교전거리가 아주 중요한 영향을 미친다. 교전거리가 1.589km이상일 경우는 전술적 기동성은 ‘양호’이다. 이는 피격부대가 사

격부대와 1.589km이상 이격된 상태하 교전 시에는 사격부대의 사격으로부터 기동할 수 있는 능력이 양호함을 의미한다. 교전거리가 전술적 기동성에 아주 중요한 영향을 미치고 있다는 것은 전장상황을 잘 반영하여 의사결정나무가 구축된 것을 의미한다. 전술적 기동성의 나머지 가지들도 각각이 전장상황을 잘 반영하고 있음을 알 수 있다.

4.3.2 자격가답률 분야

<그림 5>의 경우는 자격가답률에 대한 의사결정나무이다. 앞의 경우와 마찬가지로 동일한 방법으로 해석이 가능하다.

제안하는 의사결정나무를 이용한 근접전투전문가시스템은 R 프로그램을 이용하여 실험하였고, C++을 이용해서 창조21모델에서 구현하였다[10].

5. 실험 결과

4장에서 제안한 의사결정나무를 이용한 근접전투 피해평가를 위한 전문가시스템이 얼마나 제대로 피해평가를 하고 있는 지에 대해서 전투 실험 자료를 이용해서 이번 장에서 검증하였다. 전투 실험자료는 4장에서 설명했던 자료이다. 전투피해평가는 1번 피해평가지 10분이 소요되는데, 다양한 상황하에서 640건의 피해평가 실험 자료를 획득하였다.

제안하는 전문가시스템을 이용하여 실험 자료에 대한 정분류율을 계산한 결과가 <표 16>과 <표 17>에 나타나있다. <표 16>은 근접전투전문가시스템의 세 가지 결과에 대한 개별 정분류율을 실험한 것으로 은폐/엄폐의 경우는 정분류율이 거의 100%이고, 전술적 기동성은 87.97%, 그리고 자격가답률을 9개의 범주로 보았을 때에 정분류율이 96.25%이다. 또한, <표 17>은 출력값에 대한 동시 평가 시의 정분류율을 평가한 결과이다. <표 17>에서 은폐/엄폐와 전술적 기동성의 값들을 동시에 평가하였을 때에 두 값 모두 정분류될 비율은 87.81%이었다. 그리고 은폐/엄폐와 전술적 기동성 그리고 자격가답률의 세 값들을 동시에 모두 정분류될 비율은 85.62%이다. 이 같은 결과는 3장에서 다루었던 COBRA와 COBRA_LITE의 실험 결과와는 비교할 수 없을 정도로 제안하는 시스템이 COBRA와 유사하다는 것을 증명해주고 있다.

<표 16> 출력값에 대한 개별 정분류율 평가 결과

구 분	정분류	오분류	정분류율
은폐 / 엄폐	639개	1개	99.84%
전술적 기동성	563개	77개	87.97%
자격 가답률	616개	24개	96.25%

<표 17> 출력값에 대한 동시 평가 정분류율 평가 결과

구 분	정분류	오분류	정분류율
은폐/엄폐 및 전술적 기동성 동시 평가	562개	78개	87.81%
은폐/엄폐, 전술적 기동성, 자격가답률 동시 평가	548개	92개	85.62%

<표 18> 제안하는 전문가시스템의 자격가답률과 취약성승수에 대한 T검정 결과

구 분	T값	자유도	P값
자격가답률	0.954	1279	0.3405
취약성승수	-1.927	1279	0.0542

COBRA와 제안하는 전문가시스템의 유사성 정도를 확률적으로 분석하기 위해서 T검정을 실시하였다. <표 18>에서 T검정 결과를 보여주고 있는데, P값을 보면 자격가답률과 취약성승수에 대한 두 결과 모두 유의수준 0.05보다 큰 값으로 이는 두 시스템이 유의수준 0.05에서 평균적으로 동일한 시스템임을 보여주고 있다.

6. 결론

훈련용 위게임모델에서 근접전투의 피해평가는 위게임결과에 중요한 영향을 미치기 때문에 위게임과 관련된 모든 사람이 관심을 갖고 있는 분야이다. 근접전투 피해평가에서 근접전투전문가시스템으로부터 계산되는 취약성 승수와 자격가답률은 피해평가에 핵심적인 부분을 차지하고 있는데, 이 분야는 한국군 독자적인 자체 논리가 없고 미군이 개발한 시스템(COBRA)을 사용하고 있는

실정이다. 본 논문에서는 COBRA를 대체할 수 있는 전문가시스템을 의사결정나무를 이용하여 구축해 보고 그 가능성을 확인해 보았다. 제안하는 시스템은 기존에 COBRA를 대체하기 위해 사용되고 있던 COBRA_LITE의 방법보다 월등하게 향상된 것으로 실험결과 확인되었고, 본 논문에서 사용했던 실험 자료를 이용하여 실험 결과 COBRA와 아주 유사한 성능을 보였고, 창조21모델내에 모듈 형식으로 탑재 가능하며 인력 및 예산을 결합할 수 있는 시스템이다. 제안하는 시스템을 훈련에 직접 적용하기 위해서는 자료 획득에 많은 시간이 소요되겠지만, 과거 실시했던 보다 다양하고 많은 군단 및 사단 전투지휘훈련들을 재현하여 그 성능을 추가적으로 확인할 필요가 있다. 또한, 본 논문에서 제안하는 방법을 창조21모델 뿐 만아니라 화랑21모델(육군 후방지역사단 훈련 시 사용되는 또 다른 위게임모델) 등에도 사용하면 근접전투 피해평가의 신뢰도를 보다 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다[6]. 향후에는 피해평가 수식에서 감소요소와 근접전투전문가시스템에 중복적으로 사용되는 입력변수들이 있는데 이러한 부분에 대한 것을 종합적으로 분석하여 근접전투 피해평가 수식을 수정할 수 있는 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 김운곤, 위게임 모형의 동적 랜체스터 소모계수 산출방안 연구, 박사학위논문, 충남대학교, pp.52-56, 1998.
- [2] 문세봉, 전문가시스템 시험평가 전략 및 계획 연구, 석사학위논문, 국방대학교, pp.36-43, 1999.
- [3] 문호석, Decision tree for repeated binary data, 박사학위논문, 고려대학교, pp.3-7, 2010.
- [4] 배현웅, 문호석, R과 함께하는 통계학, 교우사, 서울, pp.313-325, 2009.
- [5] 육군교육사령부 (2008a), 창조21모델 '08 모의논리분석서(교육참고 25-14), 육군인쇄창, 대전, pp.5/1-5/55, 2008.
- [6] 육군교육사령부, 화랑21모델 '08 모의논리분석서(교육참고 25-14), 육군인쇄창, 대전, pp.5/1-5/55, 2008.
- [7] 최상영, 국방 모델링 및 시뮬레이션, 국방대학교, 서울, pp.4-10, 2007.
- [8] 최종후, 한상태, 강현철, 김은석, 김미경, 이성건, SAS E-Miner 4.0을 이용한 데이터 마이닝, 자유아카데미, 서울, pp.14-31, 2001.
- [9] Breiman, L., Friedman, J. H., Olshen, R. A. and Stone, C. J., Classification and Regression Trees, Chapman and Hall, New York, pp.85-98, 1984.
- [10] Rizzo, M. L., Statistical computing with R, Chapman and Hall, New York, pp.319-349, 2008.

▣ 저자 소개 ▣

김 형 세 (kjk9311@yahoo.co.kr)

- 1993 경북대학교 전자공학 졸업(석사)
- 1993 국방대학교 무기체계공학 졸업(석사)
- 현재 육군 전투지휘훈련단 전투모의처 전투모의과장
- 현재 충남대학교 컴퓨터공학과 박사과정
- 관심분야 모델링&시뮬레이션, 실시간시스템

문 호 석 (bawooi@korea.ac.kr)

- 1994 육군사관학교 화학과 졸업(학사)
- 2003 고려대학교 전자공학 졸업(석사)
- 2006 고려대학교 산업공학 졸업(공학박사)
- 2010 고려대학교 통계학과 졸업(통계학박사)
- 2010 육군 전투지휘훈련단 전투모의처 논리개발장교
- 관심분야 데이터마이닝, 이미지프로세싱, 모델링&시뮬레이션

이 동 근 (dklee@mmaa.or.kr)

- 1982 육군사관학교 기계공학 졸업(학사)
- 1991 미해군대학원 운영분석 졸업(석사)
- 1996 미위스컨신대 산업공학 졸업(공학박사)
- 현재 육군 전투지휘훈련단 전투모의처장
- 관심분야 모델링&시뮬레이션, 스케줄링

황 명 상 (hwangms1@simmet.co.kr)

- 2000 배재대학교 정보통신공학 졸업(학사)
- 2002 배재대학교 정보통신공학 졸업(석사)
- 현재 (주) 심네트 프로그램 개발부 차장
- 관심분야 모델링&시뮬레이션

김 영 국 (ykim@cnu.ac.kr), 교신저자

- 1985 서울대학교 계산통계학과 졸업(학사)
- 1987 서울대학교 계산통계학과 졸업(석사)
- 1995 미 University of Virginia 컴퓨터과학과 졸업(공학박사)
- 현재 충남대학교 컴퓨터공학과 교수
- 관심분야 실시간시스템, 데이터베이스시스템, 모바일 정보시스템