

소방훈련시뮬레이션을 위한 평가 요소 도출 및 디브리핑 시스템 설계

박근우*, 이근화*, 서영철*, 김은주*, 이병수*
*인천대학교 컴퓨터공학과
e-mail: armada14@incheon.ac.kr

The Deduction of Evaluation Element and Design of Debriefing System for Fire Training Simulation

Keun-Woo Park*, Keun-Hwa Lee*, YONGZHE XU*, Eun-Ju Kim*,
Byung-Soo Lee*

*Dept of Computer Science, Incheon National University

요 약

긴급 상황이 많은 일선 소방관들에게 실제 화재 상황에서 대응할 수 있는 능력을 고양하고자 소방관들을 위한 훈련용 시뮬레이션 게임을 연구 개발하고 있다. 이러한 훈련용 시뮬레이션 게임을 소방관들이 개인이나 팀으로 게임을 마쳤을 때, 훈련 성취도를 분석하고 평가할 수 있는 정보를 제공한다. 본 연구에서는 훈련용 시뮬레이션 게임에서 훈련 성취도를 분석하고 평가할 수 있는 객관적 평가 요소를 도출하여 디브리핑 시스템에 적용한다. 이러한 디브리핑에 대한 최종 결과 데이터를 통해 훈련생은 시뮬레이션과 실세계를 연결할 수 있고 훈련에 대한 참여도와 목표의식, 그리고 성취감을 얻을 수 있다.

1. 서론

우리나라 소방관의 수는 3만 8천여명으로 소방관 1만 명당 순직자 수가 1.85명으로 일본이나 미국보다 2배가량 높다. 소방관들의 근무환경이 열악하고 장비의 노후가 원인이 되고 있기는 하지만, 가장 중요한 이유는 다양한 환경에서의 훈련이 부족해 경험과 능동적 대응 능력을 축적하지 못하기 때문이다. 이러한 부족한 경험과 능동적 대응 능력을 축적하기 위해 실물 화재 진압 및 인명구조에 대한 훈련이 이루어지고 있다. 하지만 훈련 시나리오 없이 상황만을 부여해 훈련이 이루어지고, 물리적인 제약으로 인해 다양한 화재 규모와 유형, 특성에 대해 적용하기 어려운 점이 있다. 이러한 물리적 어려움을 극복하고 다양한 경험을 축적하기 위해서 가상의 공간이 필요하게 되었다. 이 가상의 공간에 화재 시뮬레이션기법과 게임적인 요소를 더하여 화재 시뮬레이션 게임들이 등장하고 있다. 이로 인해 앞으로는 실생활에서는 구현하기 어려웠던 환경들에 대한 훈련이 가능해지고, 언제 어디서든지 PC만 있으면 혼자서도 훈련이 가능해질 것이다[1]. 그러나 이러한 훈련이 단지 훈련이나 사이버상의 게임으로만 하는 것 보다는

훈련생 스스로 행동을 수정하고 지속적인 학습이 일어나도록 지원할 수 있는 과정이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 훈련생들이 게임 내에서 수행한 학습에 대한 성찰 과정인 훈련결과 분석(debriefing)을 제공하는 것이 목적이다.

디브리핑(debriefing)이란 원래 군사 보고서의 유형으로 어떠한 임무를 수행하거나 조사를 완료한 후 보고하는 것으로, 해당 미션에 대한 개인의 정보가 포함되어있다. 그 때문에 임무수행 후 디브리핑 과정을 통해 임무수행 결과에 대한 분석 및 개인 평가와 해당 임무의 효율성과 효과성을 극대화하기 위한 목적이 있다. 효과적으로 실시한 디브리핑은 학습의 효과를 극대화시키지만 시나리오가 너무 어려울 경우 무기력감이나 자책감 등을 경험할 수 있는데, 디브리핑에서 이것을 잘 정리해 주어야 한다. 디브리핑의 효과에 대한 연구에서 디브리핑을 받은 집단이 디브리핑을 받지 않은 집단보다 수행능력을 향상시키는데 효과적이라고 밝히고 있다[2,3].

본 연구에서는 훈련용 시뮬레이션 게임에서 훈련 성취도를 분석하고 평가할 수 있는 객관적 평가 요소를 도출

한다. 객관적 평가 요소 도출을 위해 화재 유형 12가지를 조사하여 선정하였고, 본 연구에서는 화재 유형 중에서 경량철골조 공장 화재에 대한 평가 요소를 도출한다. 평가 요소 도출을 위해 국내외 경량철골조 공장 화재 사례를 분석하여 소요시간, 사망자수, 부상자수, 투입인원 같은 객관적 평가 요소를 도출한다. 이러한 평가 요소들은 본 연구에서 설계한 디브리핑 시스템의 기초 자료를 제공한다. 향후 객관적 평가 요소가 적용된 디브리핑 시스템은 소방훈련생들에게 참여도와 목표의식, 그리고 성취감을 제공할 수 있을 것이다.

2. 평가 요소 도출

2.1 화재 유형 기초 연구 분석

지난 10년간 재난환경변화를 분석한 결과 도시화와 고도의 산업화는 대규모 복합 고층건물, 대규모 상업용 지하공간, 대규모 인구 밀집시설 등 재난 발생 시 매우 취약한 구조를 갖고 있다. 변해가는 재난환경에 대응하기 위해서 다양한 유형별 화재 대응 훈련이 필요하다고 분석되었으며, 인천소방본부에서 2009년도에 소방훈련에 대한 분석을 위해 화재진압대원 1,393명에게 설문조사 한 결과 실물화재 훈련이 가장 시급한 것으로 결과를 얻었다.

최근 3년간(2009~2011) 연도 별 화재발생 및 피해 현황, 유형별 화재현황, 건축 및 구조물(비주거)의 시설종류별 화재현황, 주거종류별 화재현황, 차량 및 철도차량 종류별 화재 현황, 그 외(임야, 가스제조소) 화재현황 등에 대해 분석해 훈련 대상 화재유형을 12가지 선정한 후 설문조사를 통해 아래 <표 1>과 같이 최종 훈련 대상 화재 유형을 선정 하였다.

<표 1> 훈련 대상 화재 유형

연번	시나리오 주제
1	주상복합건물 화재(일반건물+아파트+주택) SOP204-1~SOP204-3
2	공장화재 소형(소량 위험물, 경량철골조 붕괴)
3	산업시설화재(위험물, 전기 등 포함)
4	유해화학물질유출(화생방 검토, 탱크로리 사고 등)
5	지하화재(지하가+지하상가+지하철)
6	지하공동구 화재
7	터널화재(고속도로 또는 고속열차 선택여부, 철도 사고 등 포함)
8	초고층 화재(소방시설 운용 및 피난 등 중점)
9	산불+목조화재(산불화재로 인한 사찰 등 목조화재 발생)
10	특수화재(급속+폭발물 등)
11	붕괴사고(삼풍백화점 모델로)
12	항공기화재(추락에 의한 동체분리 및 화재연출)

<표 1> 에서 선정된 화재 유형 12가지를 각각의 유형별로 객관적 평가 요소를 도출하여야 한다. 그러나 본 연구에서는 경량 철골조 공장 화재 사례만 분석하여 평가 요소를 도출하였다.

2.2 경량철골조 공장 화재 객관적 평가 요소 도출

디브리핑 시스템에서의 훈련 결과 분석에 대한 평가요소 도출은 국내외 경량철골조 공장 화재 사례 120건을 분석하여 소요시간, 사망자수, 부상자수, 투입인원, 투입장비 등을 도출하였다. <표 2> 소요시간 도출 결과를 보면 분석한 공장 화재 사례 중에서 6개만 기술하였다. 전체 화재 진압 소요시간은 (식 1)에서 보는바와 같이 전체 소요시간을 화재건수로 나눈 것이며, 면적당 소요시간은 소요시간/총면적으로 하면 알 수 있다. <표 2>에서 면적당 소요시간을 보면 약 1분정도 소요된 것으로 측정되었다. (식 1)에서 FD는 변수, 즉 소요시간, 사망자수, 부상자수, 투입인원 투입장비를 의미한다.

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n FDC \quad (\text{식 1})$$

<표 2> 소요시간 도출 결과

번호	사건명	소요 시간(분)	면적(m ²)	면적당 소요 시간
1	부산화재사례	80	2,000	0.04 분/m ²
2	선릉역화재	60	599.85	0.1 분/m ²
3	번동화재	26	275	0.95 분/m ²
4	음성화재	90	1,180	0.08 분/m ²
5	시화공단화재	210	2,510	0.08 분/m ²
6	Washington	30	108	0.03 분/m ²

그 외의 평가 요소 중 도출된 평균 사망자수는 5.9명, 평균 부상자수는 11.5명, 화재 평균 투입인원은 258명으로 도출 되었다. 이러한 평가 요소의 근거 자료는 디브리핑 시스템에 적용할 평가 요소의 기준 자료로 활용한다.

기타 경량철골조 공장 화재 사례에서 분석된 결과에서 보면 발화원인으로는 원인불명인 경우가 대부분이고 그 다음은 전기적 원인이 많은 것으로 알 수 있었다. 그리고 가연물로는 샌드위치 패널이나 생산 기계 및 설비, 또는 직물, 원단 같은 것들이 가연물로 주로 발생된다. 이러한 분석 자료들은 훈련용 시뮬레이션 개발을 위한 기초 자료로 활용된다.

3. 디브리핑 시스템 설계

제안된 디브리핑 시스템을 설계 구현하기 위해서 OS는 Window 7을 사용하고 언어는 C#으로 구현한다. <표 3>은 디브리핑 시스템의 환경 설정을 보여준다.

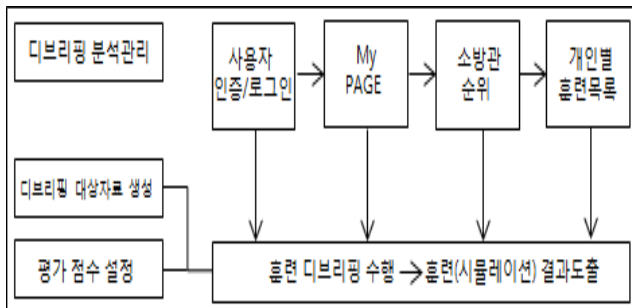
<표 3> 환경 설정

구분	사양
CPU	Intel(R) Core(TM) i7-3770 CPU @ 3.40GHz
RAM	4.00GB
OS	Window 7
IDE	Microsoft Visual Studio 2010
언어	C#
DB	SQL 2008

3.1 프로세스 설계

일반적으로 훈련용 시뮬레이션은 게임이 시작하고 종료한 후 결과 및 평가의 순으로 lifecycle을 갖고 있다. 이러한 시뮬레이션 lifecycle은 SOP나 화재 모델 등으로 시뮬레이션이 제작되고, 실제 훈련이 실시되어 결과가 도출되고 이는 통계자료로써의 저장된다. 이러한 결과 데이터는 디브리핑과 연계되어 디브리핑 분석 관리가 이루어진다.

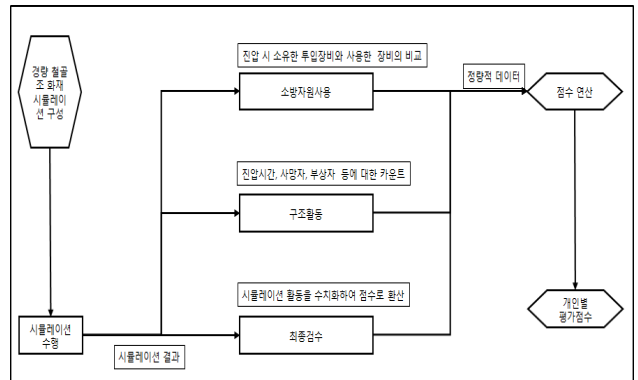
이러한 훈련용 시뮬레이션을 기반으로 본 연구에서 제안한 디브리핑 시스템 프로세스는 (그림 1)에서 보여주고 있다. 먼저 로그인을 하면 My PAGE로 넘어가고 실질적인 디브리핑이 수행되기 시작한다. My PAGE에서는 자신의 레벨을 확인하는 개인별 레벨, 지금까지 수행한 자신의 훈련 목록을 보여주는 나의 훈련목록이 보여지고, 나의 훈련목록 중 하나의 훈련을 선택하면 해당 훈련의 디브리핑 화면이 출력된다. 또 소방관 순위 페이지에 들어가면 전체 소방관들의 순위가 나타난다. 이때 지휘관 권한을 획득한 사용자는 소방관 순위에서 개인별 훈련목록을 획득하고 디브리핑 화면이 출력된다.



(그림 1) 디브리핑 시스템 프로세스

개인이 사용한 평가 점수는 먼저 경량 철골조 화재 시뮬레이션이 구성되어 수행되면 시뮬레이션 결과가 생성된다. 생성된 시뮬레이션 결과 데이터로 소방자원 사용, 구조 활

동, 최종점수가 정량적으로 도출되어 개인별 평가점수를 보여 주는 프로세스다. 그림 2는 개인별 평가점수 도출을 위한 프로세스를 보여준다.



(그림 2) 개인별 평가점수 도출을 위한 프로세스

3.2 UI 설계.

3.2.1 My PAGE

이 화면에서는 자신의 레벨, 훈련목록을 확인할 수 있으며, 자신의 훈련 목록 중 하나를 선택하면 디브리핑이 수행되고 (그림 6)과 같은 화면이 출력된다. 이 훈련 목록에는 지금까지 해온 훈련 목록이 쌓이게 되고, 각각의 훈련마다 디브리핑이 수행되어 결과 화면을 보여준다. 필요에 따라 훈련 검색을 통해 특정 훈련을 찾거나, 소방관 순위 보기 페이지로 넘어갈 수 있다.



(그림 3) My PAGE

3.2.2 소방관 순위 UI

My PAGE에서 소방관 순위보기를 버튼을 클릭하면, (그림 5)와 같이 소방관들의 점수를 바탕으로 순위가 매겨지는 테이블을 볼 수 있다. 이때 지휘관의 권한을 가지는 사용자는 보기 버튼을 클릭해 해당 사용자의 훈련 목록을 확인할 수 있다.



(그림 4) 소방관 순위

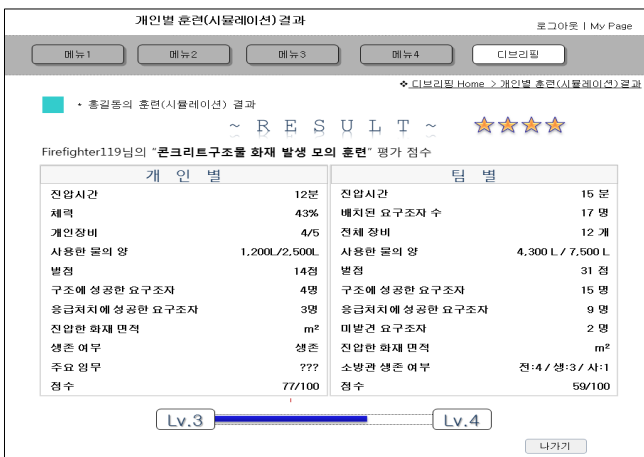
3.2.3 개인별 훈련 목록 UI

(그림 5)는 소방관 순위 UI에서 지휘관 권한을 가지는 사용자가 보기 버튼을 클릭했을 때 나타나는 개인별 훈련 목록이다. 이 화면은 My PAGE와 같은 작업을 수행한다.



(그림 5) 개인별 훈련 목록

3.2.4 개인별 훈련(시뮬레이션)결과 UI



(그림 6) 개인별 훈련 결과

My PAGE에서 자신의 훈련결과를 보기를 원하거나 지휘관 권한을 가지는 사용자가 소방관의 훈련 결과를 보기 위한 경우 디브리핑이 수행되고 (그림 6)과 같은 화면이 출력된다.

4. 결론

본 연구에서는 훈련용 시뮬레이션 게임에서 훈련 성취도를 분석하고 평가할 수 있는 객관적 평가 요소를 도출한다. 객관적 평가 요소 도출을 위해 화재 유형 12가지를 조사하여 선정하였고 본 연구에서는 화재 유형 중에서 경량철골조 공장 화재에 대한 평가 요소를 도출하였다. 평가 요소 도출을 위해 국내외 경량철골조 공장 화재 사례를 분석하여 면적당 소요 시간을 보면 약 1분정도 소요된 것으로 추정하였고, 평균 사망자수는 5.9명, 평균 부상자수는 11.5명, 화재 평균 투입인원은 258명으로 도출 되었다. 이러한 평가 요소의 근거 자료는 디브리핑 시스템에 적용할 것이며, 본 연구에서 평가 요소를 적용할 디브리핑 시스템을 설계 하였다. 향후 이러한 객관적 평가 요소가 적용된 디브리핑 시스템을 구현하여 소방훈련생들에게 성취도를 높일 것으로 예상된다.

이 연구는 2012년 소방방재청 차세대핵심소방안전기술 개발사업에 의하여 연구되었음.

참고문헌

- [1] 소방방재청 홈페이지 <http://www.nema.go.kr>
- [2] 시뮬레이션 시나리오 개발과 디브리핑의 효과 분석, 을지대학교 임상간호대학원, 석사학위논문, 2012.
- [3] 윤성민, 양주석, 류민주, 김혜진, 비행 시뮬레이터를 위한 임무 디브리핑 시스템 설계, 한국정보처리학회 가을 학술발표논문집 Vol.38, No.2(B), 2011.
- [4] 인적오류저감을 위한 시뮬레이터 훈련의 효과적 디브리핑방법에 관한 연구, 한양대학교 대학원, 석사학위논문, 2011.
- [5] 피드백이 과업수행성과에 미치는 영향에 관한 연구, 고려대학교 대학원, 석사학위논문, 2009
- [6] D.J. Medeiros, E.F. Watson, J.S. Carson and M.S. Manivannan, MILITARY SIMULATION WORLDS AND ORGANIZATIONAL LEARNING, Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference, 1998
- [7] Ellen J. Bass, Architecture for an Intelligent Instructor Pilot Decision Support System Systems, Man, and Cybernetics, IEEE International Conference, 1998.