

철도역사 환경에서 화재 및 테러 발생시 이용자 행동패턴 적용 방안에 관한 연구

Applications of Railway Station Users' Behavioral Patterns in Case of Fire or Terror Attacks

김동현*, 안세영*, 이상재*[†],

Dong-Hyun Kim*, Se-Young Ahn*, Sang-Jae Lee*[†]

Abstract Fire or terror attacks in a railway station may cause considerable casualties as well as consequent physical and social damage, leading to a substantial amount of loss. This study analyzed the railway station users' behavioral patterns in cases of fire or terror attacks and explored plans to apply the results of this analysis to the evacuation route system of the automated railway station safety management system. Toward this end, it conducted an integrated analysis of the psychology of evacuation behavior, pedestrian behavior, and the overall evacuation behavior prediction modeling and discussed items to be considered in case of the applications of the results of the study. Furthermore, the study aims to produce a plan to minimize the loss of lives in a railway station through the automated evaluation route system.

Keywords : Behavioral Pattern, Evaluation Route, Prediction Modeling, Psychology of Evaluation Behavior

초 록 철도역사 환경에서 화재 및 테러가 발생할 경우 많은 인명피해가 발생하며, 그로 인한 물적·사회적 피해는 많은 손실액을 발생시킨다. 본 연구에서는 화재나 테러 발생시 이용자 행동패턴을 분석하고 철도역사 안전관리 자동화 시스템 내 대피경로 시스템에 적용하기 위한 방안을 모색하였다. 이는 대피 행동심리의 통합적 분석과 보행행태 그리고 전반적인 대피행태 예측 모델링에 관한 연구이며 시스템 적용시 고려할 사항에 대하여 논의를 포함한다. 또한, 대피경로 자동화 시스템을 통하여 철도역사 환경에서 인명피해를 최소화하는 방안을 도출하고자 한다.

주요어 : 행동패턴, 대피경로, 예측 모델링, 대피행동심리

1. 서 론

최근 철도역사 내 승강장 뿐만 아니라 여객의 편의시설, 역무시설, 상업시설 등 다양한 기능을 제공하면서 점차 대형화, 복잡화되고 있다. 따라서 철도역사를 이용하는 이용자들의 동선도 복잡해지고 테러나 화재가 발생할 경우 이용자들의 안전을 확보하기 위한 피난 동선을

[†] 교신저자: 한국철도공사 철도과학기술연구원 스마트경영연구처(Isjktx@korail.com)

* 한국철도공사 철도과학기술연구원 스마트경영연구처

고려한 철도역사의 설계가 많이 이루어지고 있다. 이러한 테러나 화재 발생시 이용자들의 판단의식이 흐려져 출입구의 위치를 잘 파악하지 못하여 피해가 더 커지게 되기 때문에 철도역사 내 이용자들을 신속히 안전한 대피 장소로 이동시켜야 인명피해를 줄일 수 있다. 화재시 및 테러 발생시 인간의 행동은 상황이 매우 복잡하고 자양할 뿐 아니라 개인의 신체적, 심리적 특성이 다르기 때문에 행동패턴을 예측하기가 매우 어렵다. 그러나, 화재 안전의 관점에서 비상시의 인간행동을 연구한 결과에 따르면 다소 일치된 합리적 행동패턴을 따르는 경향을 볼 수 있다.

철도역사 내 화재감지기와 CCTV 카메라, 방송스피커 등이 다수 설치되어 있지만 각각의 장치가 상호 연동기능을 갖추고 있지 못하므로 실제로 화재가 발생할 경우 비효율적인 경우가 대부분이다.

2. 철도역사 내 화재 및 테러 발생시 대응현황

2.1 화재 발생시 조치사항

철도역사 내 화재가 발생하게 되면 상비인력을 제외한 전체 인력은 현장으로 출동하게 되고 게이트는 비상모드로 전환된다. 동시에 관제실에 급보로 전달되어 열차운행 통제 및 관계처에 통보되고 유관기관(소방서, 경찰서 등) 지원 요청이 이루어진다. 상황판단시 단시간 조치 및 자체복구가 가능할 경우 화재확산 방지를 위한 예방조치가 이루어지며 맞이방 내 질서유지 및 구호조치 그리고 여객 대피유도가 진행된다. 만약 큰 화재로 번졌을 경우 사고복구지휘본부를 설치하여 운영하며 사고복구반이 현장으로 긴급출동 한다. 이후 사상자 및 여객의 대피유도가 진행된다.

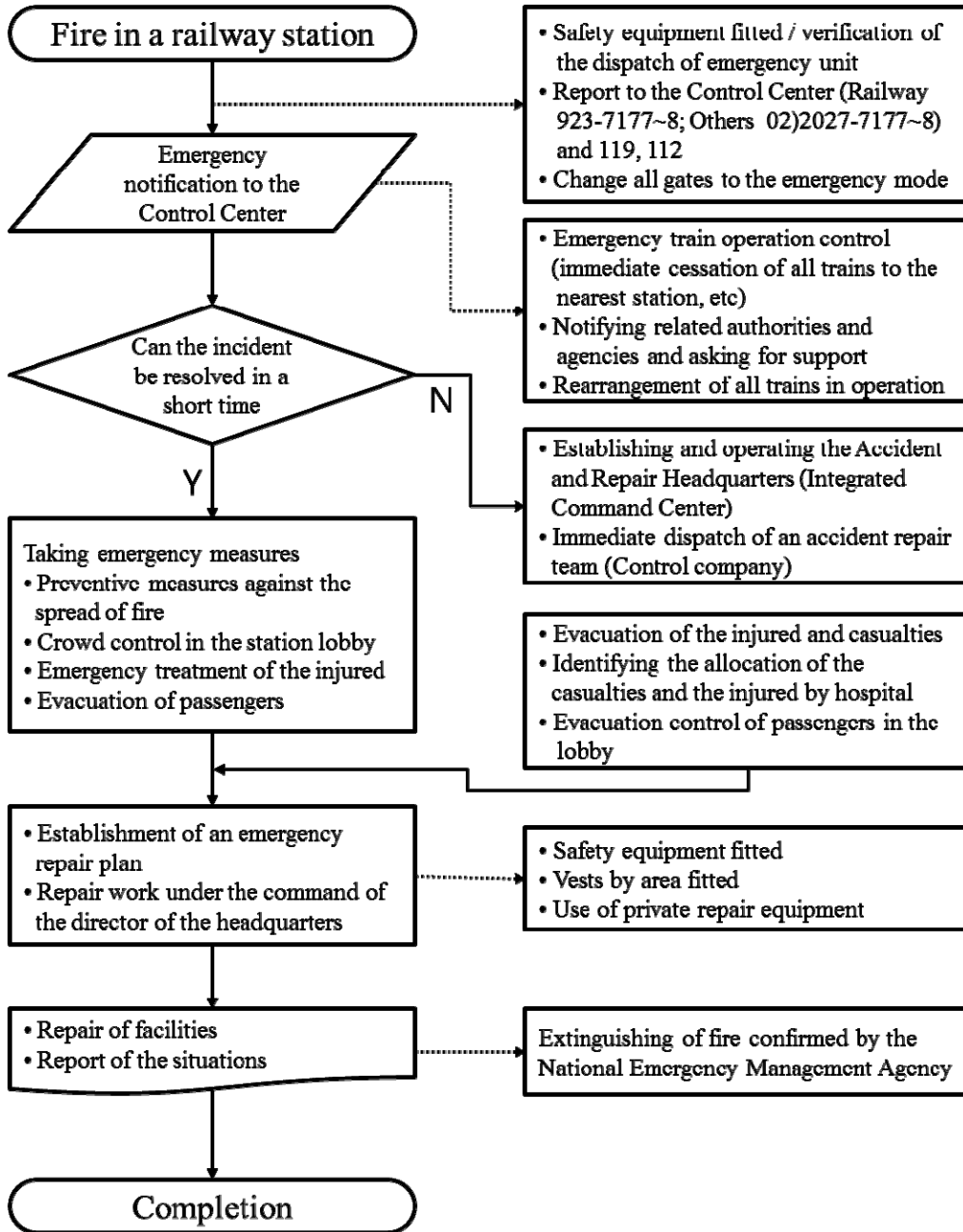


Fig. 1 Action in case of fire

2.2 테러 발생시 조치사항

철도역사 내 테러가 발생하게 되면 신속한 대피 유도과 안내방송을 실시하게 된다. 이때 전 직원 출동지시 및 임무부여가 이루어지며 안전라인을 설치하여 고객 등 일반인의 출입을 차단하게 되며 고객을 신속하게 대피시킨다. 또한, 의심물체 위에 방폭가방을 설치하고 역무중단 조치가 이루어지며 게이트를 개방하여 고객이 역사 밖으로 대피할 수 있도록 안내하게 된다. 열차운행의 경우 관제센터에 의한 통제가 이루어지고 현장에서 유관기관과 직원통제가 가능하도록 통신대책 확보가 진행된다.

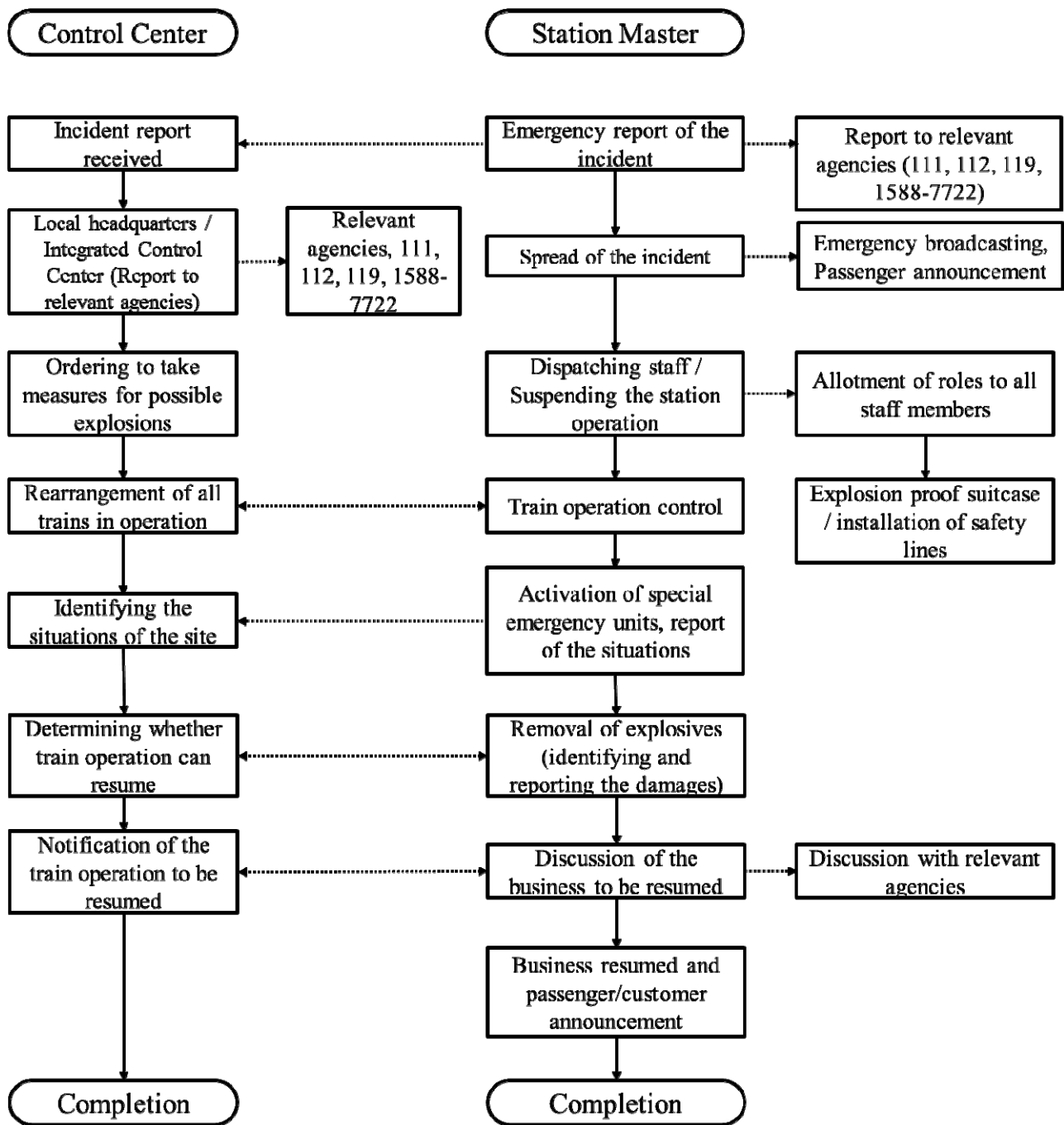


Fig. 2 Action in case of terrorism

3. 철도역사 내 화재 및 테러 발생시 대피행태

3.1 대피행태의 기본 개념 및 정의

철도역사 내 화재나 테러가 발생하게 되면 출입구 등으로 보다 안전한 장소로 대피하는 행위를 의미한다. 피난행태는 크게 공간적 조건과 인간적 행동으로 정의할 수 있으며 공간적 조건은 해당 건축물을 뜻하며 인간적 행동은 화재 및 테러 발생시 확대와 시간적 흐름에 대응하며 안전한 장소로 이동하는 대피의 주체이다. 화재 및 테러 발생시 가장 큰 영향을 주는 요소로는 대피행태와 심리상태라고 추정하지만, 인간의 행동에 관한 정보는 테러 및 화재가 자주 발생하지 않고 환경이 다양하기 때문에 일반화하기는 어렵다. 대피행태가 효율적이고 원활하게 이루어지기 위해서는 공간적 조건의 설계자가 불필요한 단계에서 소비되는 시간을 감소시키기 위한 방안을 모색하여야 하고, 그러한 상황에서 인간의 행동을 예측할 수 있어야 한다.

3.2 화재 및 테러 발생시 대피행태에 영향을 미치는 요인

화재 및 테러 발생시에 개인의 행동에 영향을 미치는 요소로는 심리적·신체적 상태, 개인의 특성, 교육·훈련, 사회적 관계, 화재 특성, 물리적 환경 등이 있으며 단독 또는 요소간 상호관계에서 복합적으로 작용하기도 한다.

Table 1 Factors affecting evacuation behavior in the event of fire and terrorism

Category		Data
Personal factors	Sex	Male or Female
	Age	Age
	Physical traits	Height, girth, chest, clothes thickness (winter)
	Familiarity of building	Residents / visitors
	Handicapped	IV, wheelchair, helping required, on crutches, moving on bed
Environmental factors	Building structure	Evacuation routes, locations of staircases
	Exits	Number, width, and location of exits
	Corridors	Shape and width of corridors
	Staircases	Shape, height, width of staircases
	Obstacles	Office equipment and furniture, etc.
Psychological factors	Personality	Individual personality
	Familiarity	Familiarity among evacuees
	Capacity to identify situations	Judgement, motor functions, information delivery system

3.3 철도역사 환경에 적합한 대피행태 연구방법

철도역사 내에서 테러나 화재가 발생할 경우 많은 이용객들의 대피가 이루어진다. 대피시 발생 위치에 따라 일방향으로 군집되는 현상이 발생하고 넘어지거나 다치는 추가 사고가 발생

할 수도 있다. 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 철도역사 내 CCTV를 활용하여 이용객의 군중혼잡도를 추정하여 영상으로부터 화재 인근지역에 이용객 밀집현상을 해결하고자 한다. 예를들면, 선상역 승강장에서 화재가 발생하였을 경우 이동경로는 가장 가까운 계단과 에스컬레이터를 이용하여 콘코스과 대합실을 거쳐 출구로 대피가 이루어진다. 이를 효율적으로 신속하고 안전하게 대피유도를 위하여 본 시스템에서는 CCTV를 활용한 군중혼잡도 분석 후 다른 대피경로가 실시간으로 표출된다. 그림 3은 본 연구에서 적용될 대피유도시스템의 구성도이다.

단순한 안내방송과 인력에 의존한 대피유도가 아니라 이용객이 자력으로 대피를 할 수 있도록 의사결정을 지원하는 LED발광등을 활용한 대피유도 안내표지 연구가 병행되어 진행이 되어야 하며 이는 연기로 인한 가시성 저하의 문제점을 해결할 수 있다.

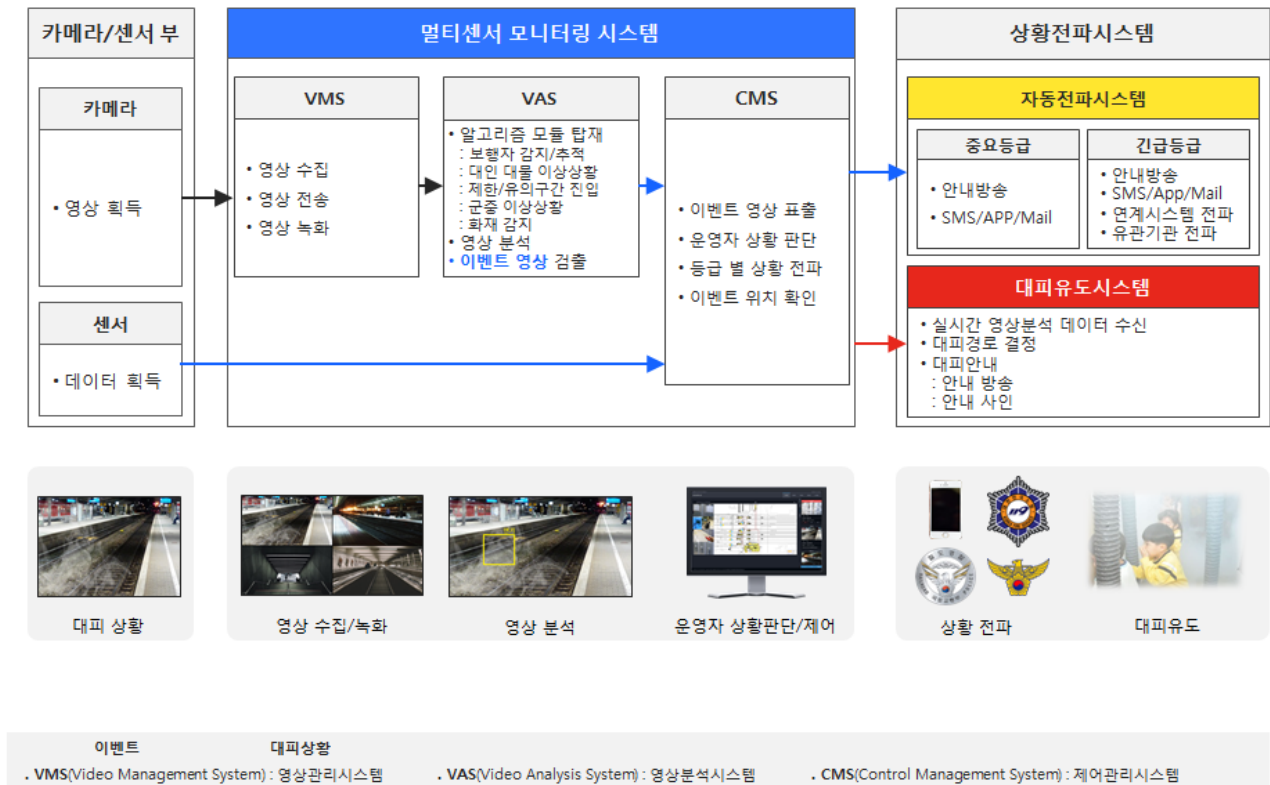


Fig. 4 Evacuation guiding system diagram

4. 결론

본 연구를 통하여 화재 및 테러 발생시 대응현황을 파악하고 대피행태에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 또한, 철도역사 환경에 적합한 대피행태에 관한 연구에서 CCTV를 활용하여 사고발생 지점으로부터 이용객 대피유도의 의사결정을 지원하며 혼잡도를 추정하여 신속하고 안전한 대피유도가 이루어지도록 시스템을 설계하였고 현재 철도역사에 적용하여 테스트를 진행할 예정이다. 향후 철도역사 내 화재 및 테러 발생시 대피행태를 예측할 수 있는 모델 연구

가 필요하고 대피 행동심리에 관한 연구가 추가적으로 필요하다. 이를 적용한 철도역사 안전 관리 자동화 시스템이 구축된다면 안전사고 저감과 신뢰성을 확보할 수 있다.

후 기

본 연구는 국토교통부와 국토교통과학기술진흥원의 지원을 받는 국가 R&D 연구과제 15RTRP-B091404-02에 의해서 수행되었음.

참고문헌

- [1] J.J. Jung, W.S. Kang. (2014) Fire system for providing shelter course using CCTV, *2014 Spring Conference of the Korean Institute of Fire Science&Engineering*, pp. 273-274.
- [2] H.B. Hwang, S.W. Shin, H.J. Park. (2009) A Study on the Evacuation Safety Evaluation using the Fire-Evacuation Simulation in Underground Subway Stations, *2009 Autumn Conference of the Korean Institute of Fire Science&Engineering*, pp. 177-184.
- [3] K.Y. Lee, D.O. Kim, D.W. Kim et al. (2009) The Embody of the Direction Escape Algorithm for Optimization Escape, *Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers*, 23(10), pp. 115-120.
- [4] C.G. Kim, S.W. Lee, N.K. Hur, S.W. Nam. (2010) A Numerioal Study on Passenger Evaouation in Subway Station in Case of Fire Occurrence, *Korea Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, 22(8), pp. 509-514.
- [5] Korea Railroad Corp. (2017) *Field Action Manual* , Daejeon, Korea.