

AHP 분석을 통한 철도안전관제시스템의 의사결정 기능요구사항 분석

A Study on the Functional Requirements for Decision-Making of Railway Safety Control System through the AHP

황보작*, 박민규*[†], 정시교**, 김현제***

Jak Hwangbo*, Min-kyu Park*[†], Si-gyo Jeong**, Hyun-Jae Kim***

Abstract This paper is related to railway safety control system for railway accident prevention. The purpose is drawn on the functional requirements of DSS(Decision Support System) in railway safety control system. We developed the questionnaire for AHP through railway accident cause analysis and were focused on workers with wealth of controller carrier at least 5 years. As a result, it's revealed that the discomfort and improvement items of controller about the existing railway control system. Therefore the result of this paper must adopted in the railway safety control system.

Keywords : AHP, Railway Safety, Control System, Functional Requirements

초 록 본 논문에서는 최근 연구 개발이 진행되고 있는 철도안전관제시스템과 관련하여 지금까지 발생한 사고원인을 기반으로 AHP 분석을 위한 설문지를 개발하여 현직 관제사들이 느끼는 안전관제시스템의 의사결정지원 기능 요구사항을 도출하고자 하였다. 분석결과에는 사고원인 분석 보고서에 나타난 바와 같이 현장의 사고예측 정보를 제대로 파악하지 못해 사고로 노출된 경우, 사고 발생 후 사고정보의 미공유로 인한 추가 사고 및 사고피해 확대 등 관제사들이 느끼는 불편함과 어려움이 그대로 반영되어 있음을 알 수 있다. 따라서 철도안전관제시스템에는 본 논문에서 도출된 의사결정 지원 기능을 반드시 포함할 수 있어야 할 것이다.

주요어 : AHP, 철도안전, 관제시스템, 기능요구사항

1. 서 론

2013년 8월 31일 발생한 대구역 KTX-무궁화 충돌사고는 무궁화열차가 제1번선 상행 출발 신호기 정지신호를 확인하지 않고, 상행 KTX에 대해서 진행 신호가 현시된 제2번선 상행 출발신호기의 신호를 오인하고 열차를 출발시켜 발생한 사고이다(1차사고). 당시 무궁화호 열차의 기관사가 제1번 신호기를 제대로 확인할 수 없었던 것은 시야를 방해했던 나무들로 인한 것이었다고 조사결과 밝혀졌다. 하지만 이 사고로 상행선 KTX의 탈선한 4량이 하행하던 3번선 KTX 열차가 측면을 충돌하며 두 번째 사고(2차사고)가 발생하게 되었다. 사고원인

† 교신저자: 동양대학교 철도경영학과(railroad@dyu.ac.kr)

* 동양대학교 철도경영학과

** 국토교통과학기술진흥원

*** 한국에너지경제연구원

분석과정에서 조사된 결과를 살펴보면 당시 1차사고 발생 후 2차 사고가 발생하기까지는 약 7분의 시간경과가 있었음에도 불구하고 제대로 된 사고 전과 등 대응체계가 갖추어지지 않았다고 하는 것은 여러 측면에서 고민할 필요가 있다. 따라서 본 논문에서는 최근 여러 이례상황과 사고·장애 정보의 자동 인식 및 제어가 가능한 지능형 관제시스템에 대한 필요 기능을 제시하여 그 개발 방향을 제시하고자 하였다.

2. 본 론

2.1 철도안전관제시스템의 구성

지금까지 조사된 철도사고 원인을 분석해 보면 사고 발생 이전의 이상정보를 인지하지 못한 경우와, 사고 이후 현장에 있는 정보가 관제센터에 제대로 전달되지 못해 적절한 대응이 어려워 사고가 더 크게 확대된 경우가 다수이다. 따라서 철도안전관제시스템은 역사, 교량, 터널, 선로 등의 인프라와 차량 등에 설치된 각종 정보수집 센서를 통해 실시간으로 모니터링하고 필요 시 즉각적인 안전대응 의사결정을 수행할 수 있는 안전관제 플랫폼을 기반으로 한다. 이를 통해 철도안전관리의 비용절감과 안전관리 신뢰성 향상을 위해 기존 안전관리체계를 수용하고 향후 새로운 안전관리 기법을 적용할 수 있는 통합 안전관리 플랫폼을 개발할 수 있다.

2.2 설문지 개발

AHP 분석을 위해 기존 관제시스템이 갖는 문제점을 도출하고, 새롭게 개발될 안전관제시스템의 의사결정을 지원할 수 있는 기능적 구성을 포함하였다. 설문지 계층은 3 Level로 구성되고, 각 Level의 구성은 다음과 같다.

2.2.1 Level 1

○ 관제사 오감기반 의사결정

사고발생 시 인간의 의사결정 모형에 따라 정보를 인지하고, 인지된 정보에 기반한 사고상황의 분석과 판단, 그리고 이들을 통한 관제사의 의사결정을 의미한다. 이는 현재 관제사 개인의 경험적 대응에 대한 관제사 의존적 대응체계를 포함한다.

○ 시스템적 의사결정 지원

철도사고 발생 시 현장의 위급 상황으로 인해 관제사의 높은 업무부하가 우려되고, 이는 인적오류 발생 확률을 상승시켜 매뉴얼에 따른 적정 대응 능력을 저하시킬 수 있다. 따라서 시스템에서 사고 발생 시 사고 유형에 따른 적정 대응절차를 안내하고 커뮤니케이션하기 위한 지원 체계를 의미한다.



Fig. 1 Level 1 of AHP Hierarchy

2.2.2 Level 2

Level 2는 Level 1에서 정의한 ‘관제사 오감기반 의사결정’을 사고 등 ①안전관련 정보의 인지와 정보 처리를 통한 ②의사결정 및 대응 등 2개의 항목으로 구분하였고, ‘시스템

적 의사결정지원' 은 시스템에서 사고 발생 전 제공되는 ③사고예측과 사고발생 시의 ④사고대응, 그리고 의사결정을 위한 ⑤ 안전관제 정보제공 등의 총 5개 항목으로 구성하였다.



Fig. 2 Level 2 of AHP Hierarchy

2.2.3 Level 3

Level 2 단계에서 제시한 5개의 항목을 더욱 자세히 구체화 하는 항목으로 구분된다. 기존 관제시스템에서 개선되어야 할 문제점을 도출할 수 있는 항목과 새롭게 개발된 안전관제 시스템의 기능요구사항을 도출할 수 있는 항목을 포함 시켜야 한다.



Fig. 3 Level 3 of AHP Hierarchy

2.3 설문결과 분석

설문대상자가 AHP 조사와 관련하여 주요 내용에 대한 충분한 지식이 없거나 뚜렷한 주관 이 없을 시에는 객관적인 정보를 얻을 수 없을 뿐 아니라 비일관성 비율(Inconsistency Ratio)로 직결되어 유효하고 신뢰성 있는 자료로 활용할 수 없으므로 설문 대상자의 선정은 매우 중요하다. 따라서 본 설문조사에 앞서 설문대상자를 철도 현업종사자 중 최소 5년 이상의 관제사 경력을 가진 20명의 전문가를 선정하였다. 또한 철도종류별로 도시철도 관제사 (12명)와 일반·고속철도 운영기관인 한국철도공사 관제사(8명)를 포함하였다.

2.3.1 신뢰도 확보

AHP(계층화분석기법)에서는 일관성을 검증하기 위해 평균무작위지수(RI : Random Index) 또는 난수지수를 사용하고 있으며, Saaty가 제시하는 RI값은 1에서 9까지의 수치를 임의로

설정하여 역수행렬을 작성하고 이 행렬의 평균 일관성지수를 산출한 값으로 일관성의 허용 한도를 나타내었다. 본 논문에서는 일관성 지수를 평균무작위수로 나눈 일관성 비율(CR : Consistency Ratio)를 사용하였으며, CR 값이 0.1미만일 때 신뢰할 만하다고 판단할 수 있어 20부의 회수 설문지 중 CR값이 0.1 미만인 12부를 설문 분석에 활용하였다.

2.3.2 Level 1

Level 1에서는 ‘관제사 오감기반 의사결정’의 중요도가 0.4, ‘시스템적 의사결정 지원’이 0.6으로 나타나, 관제사들은 관제업무 수행 시 현장 상황을 효율적으로 파악하고 통제하기 위한 시스템적 지원의 필요성을 요구하고 있는 것으로 나타났다.

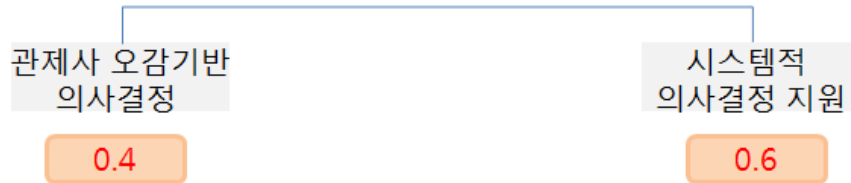


Fig. 4 Importance of Level 1

2.3.3 Level 2

Level 2에서는 현장중심의 ‘사고대응’이 0.30으로 가장 높은 중요도를 나타내었고, 두 번째는 ‘안전정보의 인지’가 0.21, 그 다음으로 관제사의 ‘의사결정 및 대응’ 0.19, 센서기반 빅데이터를 활용한 ‘사고예측’ 0.17, 그리고 마지막으로 ‘안전관제 정보제공’이 가장 낮은 0.13을 차지하였다. 설문 응답자들은 시스템적으로 사고대응 정보제공의 필요성을 요구하고 있고, 사고예방적 측면에서 안전관련 정보의 사전인지 요구가 높음을 알 수 있다.

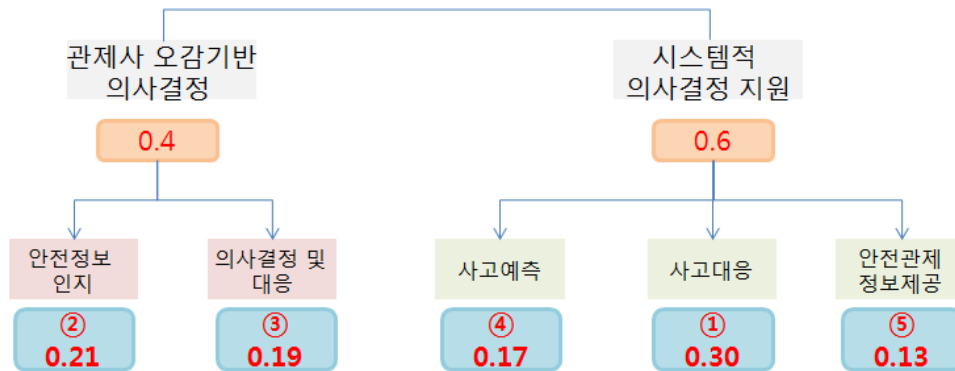


Fig. 4 Importance of Level 2

2.3.4 Level 3

Level 3에서 가장 중요도가 높은 항목은 ‘정보의 신뢰성’으로 0.12를 차지하였고 이는 현장 센서 데이터를 가공한 정보의 신뢰도가 충분히 확보되어야 함을 시사하고 있다. 현장 센서 정보의 정확도 측면에서 얼마만큼의 신뢰도가 있는지에 대한 깊은 고민이 필요함을 알 수 있다. 두 번째는 관제사의 ‘의사결정의 정확성’과 사고대응에서의 ‘비상대응 직원의 역할과 책임’이 0.11을 기록하였다. 그리고 ‘로컬 관제와의 협력체계 구축’이 0.10의 순으로 나타났다. 실제로 대구역 KTX 충돌사고 등 다양한 사고에서 보듯이 사고와 연관된 원인이 실제 설문조사에서도 높은 중요도를 차지하고 있음을 알 수 있다.



Fig. 5 Importance of Level 3

3. 결론

본 논문에서는 최근 연구 개발이 진행되고 있는 철도안전관제시스템과 관련하여 지금까지 발생한 사고원인을 기반으로 개발한 설문지를 개발하여 현직 관제사들이 느끼는 안전관제시스템의 의사결정지원 기능 요구사항을 도출하고자 하였다.

그 결과 인간의 오감을 활용한 의사결정(0.4)보다는 자동화된 기계적 관제시스템의 지원을 받는 의사결정(0.6)이 더욱 필요하고 있는 것으로 조사되었다.

두 번째 Level에서는 시스템적 의사결정지원을 위한 ‘사고대응(0.30)’, 오감에 기반한 ‘안전정보의 인지(0.21)’ 과 의사결정 및 대응(0.19)의 순으로 나타났다.

세 번째 Level에서는 제공된 ‘정보의 신뢰성(0.12)’ 과 ‘의사결정의 정확성(0.11)’ 및 ‘비상대응직원의 역할과 책임(0.11)’ 등으로 분석되었다.

상기에 도출된 요구사항들은 경험이 풍부한 현직 관제사들이 제시한 응답사항으로 현재 개발하고자 하는 시스템에 대한 기능요구사항으로 반드시 채택되어야 할 필요성이 있으며, 이를 통해 철도 사고의 사전예측과 사후 대응 측면에서 매우 큰 기여가 가능할 것이다.

참고문헌

[1] M.K Park(2010) A Study on the Standard Operation Process Model against railway accidents, Doctoral thesis *SeoulTech*,
 [2] M.K Park, J.B Shin, J.S Lee(2012) A Study on development of railway emergency response system on railway operation organization, *Journal of the Korean Society for Railway*, pp. 482-487.

- [3] J. Lee(2014), Disaster response system and management plan of urban railway accidents : focusing on human error and emergency quick response manual, KOTI *annual report*.
- [4] E.G Ham, J.S Ko(2012) A Study on the emergency response system using design scenario in the subway fire terror, Journal of the Korean Terror