

미디어 분석기반 문제 및 이슈 분석을 통한 철도신호 분야 연구개발 방향수립

오세찬^{1*}, 박준성²

¹한국철도기술연구원 열차제어통신연구실, ²한국철도기술연구원 명품기술전략실

Establishment of the Railway Signaling R&D Direction through Media Analysis-based Problem and Issue Analysis

Sehchan Oh^{1*}, Jun Sung Park²

¹Department of Train Control and Communications Research, Korea Railroad Research Institute

²Department of R&D Strategy, Korea Railroad Research Institute

요약 본 논문은 철도신호분야 연구개발 방향 수립을 위해 국가적 차원의 문제 및 이슈를 도출하고 분석방법을 제안한다. 철도분야 문제 및 이슈 도출을 위해 미디어 분석을 기반으로 후보 문제 및 이슈를 도출한다. 미디어 분석은 철도관련 뉴스기사, 철도관련 청와대 국민청원, 그리고 서울교통공사 시민아이디어를 대상으로 수행한다. 후보 문제 및 이슈는 전체 미디어 건수가 5건 이상으로 분류되는 21개를 도출한다. 철도분야 전문가 분석을 통해 과학기술적 해결이 가능한 13개의 문제 및 이슈를 최종 도출한다. 대국민 설문조사는 중요도와 시급성에 기반한 우선순위를 정하기 위해서 일반 국민 1,000명을 대상으로 구조화된 설문지를 이용한 online survey 방법을 통해 진행한다. 이슈별 중요도와 시급성을 토대로 선택된 주요 문제 및 이슈는 “출퇴근 시간 철도 혼잡해소”, “수도권 인구 분산화를 통한 교통 접근성 향상”, “이용자 중심의 열차편성 및 운행서비스 개선”, “철도 작업자 안전성 향상”, “환승 시설개선”이다. 본 연구에서 도출된 철도관련 문제 및 이슈를 토대로 수립한 철도신호분야 연구개발 방향을 제시한다.

Abstract This paper derives national problems and issues and suggests analysis methods to establish the direction for railway signaling research and development. First, candidate problems and issues are derived based on media analysis pertaining to railways. Media analysis is carried out on railroad-related news articles, railroad-related Blue-House national petitions, and Seoul Transportation Corporation's citizen ideas. Twenty-one candidate problems and issues are derived, among which the total number of media cases is five or more. Next, through the analysis by experts in the railroad field, 13 problems and issues that can be solved scientifically and technologically are finally shortlisted. Finally, to set priorities based on importance and urgency, a public survey is conducted online using a structured questionnaire targeting 1,000 general public. The major issues and issues selected based on their importance and urgency are "Relieving railway congestion during commuting hours", "Improving traffic accessibility through decentralization of population in the metropolitan area", "Improving user-centered train organization and operation services", "Improving railroad worker safety", and "Improvement of transit facilities". We also present the direction for R&D in the railway sector established based on the railway signaling-related problems and issues derived from this study.

Keywords : Importance, Media Analysis, Problems and Issues, Public Survey, Railway R&D, Urgency

본 논문은 한국철도기술연구원 주요사업과 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 연구비 지원으로 수행되었음(18RDPP-C150549-01).

*Corresponding Author : Sehchan Oh(Korea Railroad Research Institute)

email: soh@krii.re.kr

Received September 27, 2021

Revised October 19, 2021

Accepted November 5, 2021

Published November 30, 2021

1. 서론

철도는 안전성, 친환경성을 확보하면서도 대용량 수송이 가능한 미래 대중교통체계 핵심 교통수단이다. 철도를 구성하는 여러 하부시스템 중에서 철도신호는 열차의 고속화에 따라 안전하면서도 고밀도 운영이 가능하도록 주행 중인 열차 간 안전간격을 제어하고 선로전환기를 포함한 선로변 설비를 제어하는 대표적인 안전설비이다. 철도신호는 과거 전기와 H/W 중심에서 현재는 S/W와 무선통신 기반의 첨단 ICT 중심의 고부가가치 산업 분야이다.

그러나 국내 철도신호는 대부분 외산 시스템에 의존하고 있어 시스템 도입 및 관리비용, 적기 유지보수 등의 문제가 발생하고 있다[1,2]. 그간 철도 신호시스템 국산화를 위해 정부 주도의 연구개발[3-5]을 수행해왔으나 국외대비 20년 이상 늦은 시점에서의 추종자 전략으로 적기 실용화에 어려움이 있다.

현재까지 도시철도용 열차제어시스템인 CBTC (Communication Based Train Control)[6] 및 일반 및 고속철도용 열차제어시스템인 ETCS (European Train Control System)[7] 와 같이 철도 신호기술을 선점하고 주도하고 있는 유럽의 철도선진국은 시장 지배력을 강화하기 위해 문제 및 이슈 분석을 통한 핵심성능지표를 설정하고 이를 달성하기 위한 차세대 철도기술개발 [8-11]을 수행하고 있다. 그중 신호시스템의 핵심성능지표는 수송력 향상, 에너지 효율 향상과 CO2 절감, 운영 비용 절감, 향상된 안전성과 보안, 더 나은 고객 정보이다.

본 논문은 철도신호 분야 연구개발 방향수립을 위해서 국가적 차원의 문제 및 이슈를 도출하고 분석하는 방법을 제안한다. 철도 분야 문제 및 이슈도출[1]을 위해 미디어 분석을 기반으로 후보 문제 및 이슈를 도출한다. 미디어 분석은 3년간 철도 관련 뉴스기사, 1,000건 이상의 동의를 얻은 철도 관련 청와대 국민청원, 그리고 서울교통공사 시민 아이디어를 대상으로 수행한다. 미디어 분석을 통해 파악된 이슈 30건 중 빈도수가 5건 이상인 21개 이슈를 도출한다. 연구개발로 해결 가능한 문제를 파악하기 위해 R&D 관련성을 상중하로 나누어 중 이상에 해당되는 최종 13개 후보 이슈를 선별한다.

중요도와 시급성에 기반하여 후보 이슈별 우선순위를 도출하고자 대국민 설문조사를 수행한다. 전국의 지역 및 연령대별 인구비례 1,000명을 대상으로 구조화된 설문지를 통한 온라인 설문을 진행한다. 이슈별 중요도와 시급성에 기반하여 선택된 주요 문제 및 이슈는 ‘출퇴근 시

간 철도 혼잡해소’의 우선순위가 가장 높게 나타났으며, 그 외 ‘수도권 인구 분산’, ‘이용자 중심의 열차편성 및 운행서비스 개선’, ‘철도작업자 안전성 향상’, ‘환승 시설 개선’ 등 순으로 조사된다. 최종 도출된 문제 및 이슈의 해결을 위해 철도신호 분야의 핵심성능지표와 연구개발 방향을 제시한다.

본 논문의 나머지 절은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 미디어 분석과 전문가 분석, 대국민 설문 조사를 통한 문제 및 이슈 도출 방법과 결과를 제시한다. 3장에서는 도출된 문제 및 이슈 분석을 통한 철도신호 분야 연구개발 방향을 제시한다. 4장에서는 결론과 향후 연구에 대해 언급한다.

2. 본론

연구개발 방향수립에 필요한 문제 및 이슈를 도출[12]하기 위해서 기술과 시장의 동향, 전문가 설문 조사, 통계 및 조사 데이터를 활용할 수 있다. 본 연구에서는 미디어 분석기반의 문제 및 이슈를 도출한다.

2.1 미디어 분석

미디어 분석대상은 Table 1과 같이 뉴스기사, 국민청원, 시민 아이디어를 대상으로 유사성을 기준으로 후보 이슈를 도출하였다.

Table 1. Media analysis target

Division	News analysis	Blue-House national petitions	Citizen ideas.
Search Period	2016.1.1. ~ 2018.12.31		
Search Target	Chosun Ilbo, Korea JoongAng Daily, Dong-A Ilbo, Korea Land Daily News, Traffic News	Blue House National Petition Transportation/ Building/Land Field	Seoul Transportation Corporation Citizen Ideas
Search Method	Railway Subway Train KTX SR T Train	Search for national petitions (more than 1,000 consents)	Citizen Idea Search
Analysis Target	3,273 cases	319 cases	340 cases

뉴스 기사는 2016년부터 3년간 국내 5개 신문사를 대

상으로 철도와 관련된 기사 총 3,273건을 분석대상으로 선정하였다. 국민청원의 경우 청와대 국민청원 검색을 통해 1,000명 이상의 동의를 얻은 총 319건을 분석대상으로 선정하였으며, 시민 아이디어의 경우 서울교통공사 시민 아이디어 총 340건을 분석대상으로 선정하였다.

분석결과 전체 미디어 건수가 5건 이상으로 분류되는 21개 이슈를 도출하였다. 도출된 21개 이슈는 Table 2에 제시한다.

2.2 전문가 분석

미디어 분석 결과로 도출된 철도 관련 이슈 중 정책적으로 또는 단순히 재정투자로 해결 가능한 이슈를 제외하고 연구개발이 요구되는 이슈만을 선별하도록 R&D 관련성을 분석한다. 이슈별 R&D 관련성을 다음과 같이

상·중·하로 나눈다.

철도전문가 검토(2019.2.18~20)를 통해 21개 이슈에 대한 R&D 관련성을 분석한 결과는 Fig. 1과 같다. 반드시 R&D를 통해서만 이슈 해결이 가능한 이슈는 5개로 도출되었고, 반대로 R&D를 통해서 이슈 해결이 불가능한 이슈는 8개로 도출되었다. R&D 관련성 ‘중’ 이상에 해당하는 13개 이슈를 후보 이슈로 도출하였다.

본 연구에서는 13개 후보 이슈를 대상으로 중요도 및 시급성을 척도로 우선순위를 정하기 위해 대국민 설문조사 방법을 채택하였다. 13개의 최종 후보 문제 및 이슈는 Table 2에서 음영 처리된 셀로 표시하였다. 대국민 설문조사에 앞서 전문가 검토를 통해 일반 국민이 이해할 수 있도록 후보 이슈의 명칭을 쉽게 표현함이 요구된다.

Table 2. Railway related problems and issues derived from media analysis results

Issue Number	Problems and Issues	Media (cases)		
		News	National Petition	Citizen Idea
1	Prepare measures to improve local transportation convenience for balanced regional development	277	44	0
2	Securing prevention and response systems for disasters/disasters and safety accidents	281	0	30
3	Establishment of win-win cooperation system for vitalization of railway parts industry, etc.	281	0	0
4	Improvement of outdated North Korean railroad system for inter-Korean rail linkage	255	0	0
5	Prepare a plan to improve the railway environment to create a comfortable user environment (ergonomic seats, etc.)	92	0	114
6	Decentralization of metropolitan area due to mega city (strengthening accessibility to downtown)	177	3	1
7	Strengthening technological competitiveness for overseas expansion of railway technology	139	0	0
8	Prepare a plan to reduce operating costs to overcome the deterioration of the railroad management environment (increase in the elderly population, etc.)	109	4	12
9	Prepare measures to solve the problem of increasing congestion in vehicles (minimization of dispatch intervals, etc.)	82	4	12
10	Efforts to prevent crime to ensure the safety of users	81	0	4
11	Prepare measures to strengthen passenger services to improve user convenience (IT, wifi, etc.)	59	0	22
12	Prepare a plan to increase the convenience of use to consider the transportation vulnerable (disabled persons, pregnant women, etc.)	15	0	48
13	Improve the safety of railroad workers	61	0	0
14	Facility improvement and vehicle replacement due to aging railway facilities	59	0	1
15	User-oriented (on-demand) flexible railway operation plan	50	0	4
16	Prepare a plan to improve the transfer system to shorten the travel time of passengers	21	1	13
17	Prepare measures to reduce operating time and increase transportation capacity	31	0	1
18	Prepare measures to improve environmental problems in the vicinity of railways (noise, vibration, ventilation, etc.)	25	0	0
19	Establishment of railway certifications and standards for the railway industry	18	0	0
20	High-efficiency rail technology required to save energy	8	0	5
21	Prepare a plan to apply cutting-edge technology to reduce construction costs when building facilities	6	0	0

i) 상 : R&D 외에는 이슈 해결 대안이 없는 경우

ii) 중 : R&D로 이슈 해결이 가능한 경우

iii) 하 : R&D로 이슈 해결이 불가능한 경우

Issue Number 1	Issue Number 2	Issue Number 3
Issue Number 4	Issue Number 5	Issue Number 6
Issue Number 7	Issue Number 8	Issue Number 9
Issue Number 10	Issue Number 11	Issue Number 12
Issue Number 13	Issue Number 14	Issue Number 15
Issue Number 16	Issue Number 17	Issue Number 18
Issue Number 19	Issue Number 20	Issue Number 21

[Legend]

No alternative other than R&D Can be solved through R&D
 Unable to solve through R&D

Fig. 1. R&D relevance for each candidate issue

Table 3과 같이 Table 2의 이슈 번호순으로 R&D 관련성 ‘중’ 이상의 후보 이슈를 일반 국민이 이해할 수 있는 용어로 단순화하여 표현하였다.

Table 3. Issues that can be solved through R&D

Issue Number	Problems and Issues
6	Improving transportation accessibility to decentralize the metropolitan area population
7	Securing technological competitiveness for overseas advancement of railway technology
9	Relief of railway congestion during commuting time (improving transport capacity, securing punctuality)
10	Prevention of crime against passengers
11	Providing customized information and improving internet services for passenger convenience
12	Improvement of facilities in train stations and trains for the transportation disadvantaged
13	Improved railroad worker safety
15	User-centered train organization and service improvement
16	Improving transfer facilities (reducing travel distance, reducing travel time, relieving inconvenience)
17	Train speed improvement
18	Improvement of environmental problems such as noise and vibration caused by railway operation
20	Development of high-efficiency railway technology for energy saving
21	Reduction of railway facility construction and maintenance costs

2.3 대국민 설문조사

미디어 분석을 통해 선별된 총 13개의 철도 관련 문제

및 이슈를 R&D 수혜자인 일반 국민의 관점에서 반드시 해결이 필요한 문제 및 이슈를 도출하고자 한다. 국가 사회적 현안으로서 중요성과 시급성이 높은 문제 및 이슈에 대한 설문조사를 Table 4와 같이 진행하였다. 설문조사 방법은 구조화된 설문지를 이용하여 20대 이상 성인남녀 1,000명을 대상으로 온라인 설문으로 진행하였다. 표본설계는 Table 5와 같이 성별, 연령별, 지역별 인구비례 1,000을 대상으로 진행하였다. 모집단 전국인구 4,520만 명, 신뢰수준 95%에서 표본오차는 ±3.1%이다.

Table 4. Survey period and method

Division	Contents
Investigation Period	2019.2.26. ~ 2029.2.28.
Investigation Method	Online survey using structured questionnaire
Sampling Design	Proportional distribution by gender, age, and region in consideration of population distribution
Sample Size	1,000 people
Sampling Error	±3.1%

설문 조사 문항은 크게 응답자 특성 항목과 철도 관련 문제 및 이슈에 대한 우선순위 조사항목으로 구성된다. 세부적으로 응답자 특성 항목은 응답자의 거주지역, 성별, 연령, 철도 이용 경험 및 목적, 최종학력 및 직업으로 구성되며 13개 철도 관련 문제 및 이슈에 대한 우선순위 조사항목은 중요성과 시급성 1순위부터 3순위를 선택하도록 구성되어 있다.

3. 분석

대국민 설문 조사를 통해 조사한 응답자 특성과 철도 관련 문제 및 이슈의 우선순위를 분석한다.

3.1 응답자 특성분석

설문 응답자의 남녀 성별비, 거주지역, 연령대별 응답은 Table 5의 표본설계에 따라 동일하게 조사되었다. Fig. 2와 같이 응답자의 직업은 전문 관리·사무직 비율(52.4%)이 압도적으로 높은 것으로 나타났다.

Table 5. Survey Quota Table for Different Ages, Regions and Genders

Division		Age Group					Sum
		20's	30's	40's	50's	over 60	
Seoul Metropolitan City	Male	21	23	23	22	9	198
	Female	21	22	24	23	10	
Busan Metropolitan City	Male	7	7	8	8	4	67
	Female	6	6	8	9	4	
Daegu Metropolitan City	Male	5	5	6	6	2	47
	Female	4	5	6	6	2	
Incheon Metropolitan City	Male	6	6	7	7	3	58
	Female	6	6	7	7	3	
Gwangju Metropolitan City	Male	3	3	4	3	1	28
	Female	3	3	4	3	1	
Daejeon Metropolitan City	Male	3	3	4	3	1	28
	Female	3	3	4	3	1	
Ulsan Metropolitan City	Male	2	3	3	3	1	23
	Female	2	2	3	3	1	
Sejong Special Self-Governing City	Male	-	1	1	1	-	6
	Female	-	1	1	1	-	
Gyeonggi-do	Male	26	28	34	31	11	255
	Female	24	27	33	30	11	
Gangwon-do	Male	3	3	4	4	2	29
	Female	2	2	3	4	2	
Chungcheong-do	Male	7	7	9	9	4	71
	Female	6	7	9	9	4	
Jeolla-do	Male	6	6	8	9	4	65
	Female	6	6	8	8	4	
Gyeongsang-do	Male	11	12	14	15	6	112
	Female	9	10	14	15	6	
Jeju Special Self-Governing Province	Male	1	1	2	2	1	13
	Female	1	1	2	1	1	
Sum	Male	101	108	127	123	49	1,000
	Female	93	101	126	122	50	

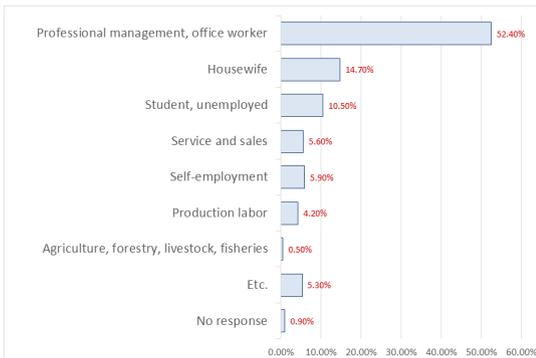


Fig. 2. Occupational proportion of respondents

응답자의 철도 이용현황은 Fig. 3에 제시하였다. 응답자의 72.3%에 해당하는 대부분의 응답자가 도시철도, 일반 및 고속철도를 모두 이용하고 있는 것으로 조사되었

다. 또 철도를 이용 경험이 없는 응답자는 30대(51.14%)와 40대(42.86%)에 존재하며 이들 응답자의 대부분이 경기지역(57.14%)에 거주하는 것으로 분석되었다. 한편 철도를 이용하는 응답자의 연령대는 40대(29.63%), 50대(25.56%), 20대(18.52%) 순이며 응답자의 44.07%가 서울(15.93%), 경기(28.15%) 지역에 거주하며 직업군은 전문 관리·사무직(46.30%)이 대부분을 차지하고 있다.

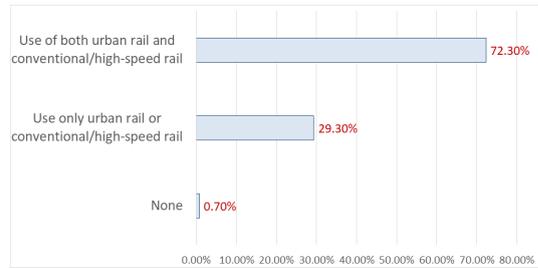


Fig. 3. Railroad use by respondents

3.2 문제 및 이슈 우선순위 분석

문제 및 이슈별 중요도 및 시급성에 대한 설문결과는 Table 6에 제시하였다. 중요도 및 시급성 점수를 계산하기 위해 1순위, 2순위, 3순위 응답자 수에 각각 2점, 1점, 0.5점의 가중치를 부여하여 합산하였다.

Table 6. Survey results of importance and urgency by issue

Issue Number	Score			Priority
	Importance (A)	Urgency (B)	Sum (A+B)	
6	500.5	439	939.5	2
7	98.5	82.5	181.0	13
9	687	725	1412.0	1
10	118	142.5	260.5	9
11	231	224	455.0	6
12	126	177.5	303.5	8
13	328	456.5	784.5	4
15	433.5	363	796.5	3
16	392	339	731.0	5
17	143.5	115	258.5	10
18	125.5	133	258.5	10
20	176.5	156	332.5	7
21	112.5	126	238.5	12

중요도 및 시급성 분석 결과 이슈 번호 9(출·퇴근 시간 철도 혼잡해소)의 우선순위가 가장 높게 나타났으며, 다음으로 이슈 번호 6(수도권 인구 분산화를 위한 교통 접근성 향상), 이슈 번호 15(이용자 중심의 열차편성 및 운

행서비스 개선) 등의 순으로 조사되었다.

중요도 측면에서는 이슈 번호 9(출·퇴근 시간 철도 혼잡해소)의 우선순위가 가장 높게 나타났으며, 이슈 번호 6(수도권 인구 분산화를 위한 교통 접근성 향상), 이슈 번호 16(환승시설 개선), 이슈 번호 15(이용자 중심의 열차편성 및 운행서비스 개선) 등의 순으로 조사되었다. Fig. 4는 이슈별 중요도 1순위부터 3순위까지 선택한 응답자 수를 나타낸다. 응답자가 우선순위 1순위로 선택한 이슈는 이슈 번호 9(출·퇴근 시간 철도 혼잡해소)이며 2순위는 이슈 번호 6(수도권 인구 분산화를 위한 교통 접근성 향상), 3순위는 이슈 번호 15(이용자 중심의 열차편성 및 운행서비스 개선)으로 확인할 수 있다. 이슈 번호 16(환승시설 개선)의 경우 1순위로 선택한 응답이 상대적으로 적으나 2순위 이상으로 선택한 응답자가 가장 많음을 알 수 있다.

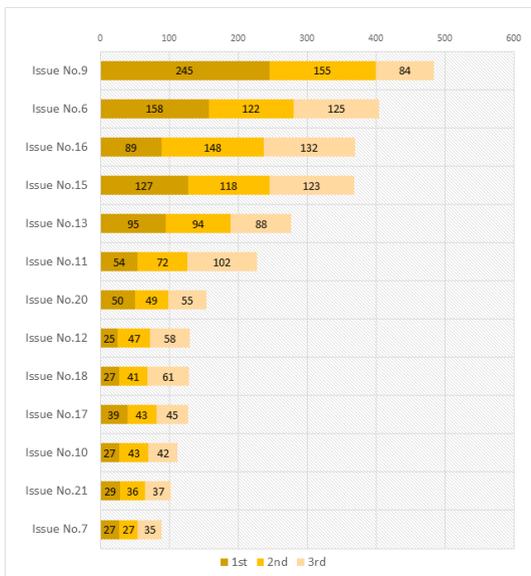


Fig. 4. Importance analysis by issues

시급성 측면에서는 이슈 번호 9(출·퇴근 시간 철도 혼잡해소)의 우선순위가 가장 높게 나타났으며, 이슈 번호 6(수도권 인구 분산화를 위한 교통 접근성 향상), 이슈 번호 13(철도 작업자 안전성 향상), 이슈 번호 15(이용자 중심의 열차편성 및 운행서비스 개선) 등의 순으로 조사 되었다. Fig. 5는 이슈별 시급성 1순위부터 3순위까지 선택한 응답자수를 나타낸다. 이슈 번호 13(철도 작업자 안전성 향상)의 경우 시급히 해결해야 할 문제로 인식하고 있음을 확인할 수 있다. 이슈 번호 10(승객 대상범위)

의 경우 중요도 및 시급성 측면에서 비교적 낮은 우선순위를 가지는데 이는 일반 국민이 철도는 타 교통 수단에 비해 충분히 안전한 수송수단임을 인지하고 있음으로 이해할 수 있다. 또한 이슈 번호 21(철도 설비구축비 및 유지비 절감)과 이슈 번호 7(철도기술 해외 진출을 위한 기술경쟁력 확보)은 일반 국민 측면에서 중요도와 시급성을 인지하기 어려운 이슈라고 분석할 수 있다.

이슈별 중요도와 시급성 모두 가장 높은 우선순위를 가지는 이슈는 이슈 번호 9(출·퇴근 시간 철도 혼잡해소)이며 다음으로는 이슈 번호 6(수도권 인구 분산화를 위한 교통 접근성 향상)임을 확인할 수 있다. 또한, 우선순위 3위부터 5위는 순서상에 상이함은 있지만, 중요도 상위 5개의 이슈와 시급성 상위 5개 이슈는 서로 동일하게 유지되어 일반 국민이 가장 중요하고 시급한 문제로 인식하고 있다.

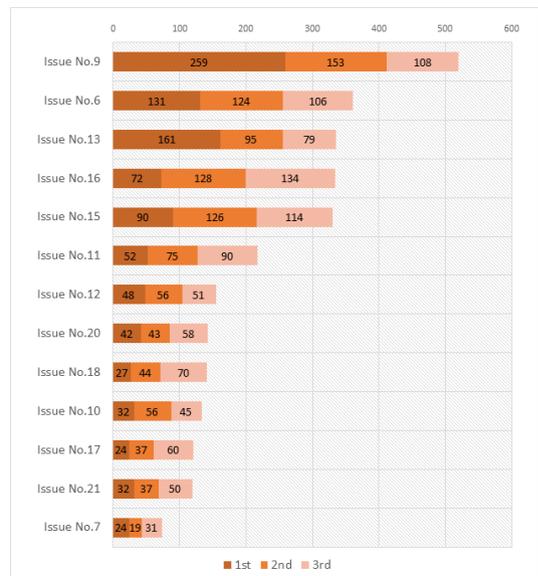


Fig. 5. Urgency analysis by issues

Table 7과 같이 응답자의 거주 지역별 문제 및 이슈 우선순위별 우선순위를 분석하였다. Table 7의 점수는 전체, 수도권, 비수도권별 중요도와 시급성 점수를 합한 최대점수를 10점으로 정규화하여 나타낸 값이다. 이슈 번호 9(출·퇴근 시간 철도 혼잡해소)은 수도권과 비수도권 그리고 전체지역에서 가장 높은 점수(10점 만점)를 얻었음을 알 수 있다. Table 7 에서 이슈 번호 15(이용자 중심의 열차편성 및 운행서비스 개선)는 수도권 응답자(4위)보다 비수도권 응답자(2위)에게서 높은 우선순위를 가

지는 이슈임을 확인할 수 있다. 한편 이슈 번호 13(철도 작업자 안전성 향상)은 비수도권 응답자(5위)보다 수도권 응답자(3위)들이 더 높은 우선순위를 부여하고 있음을 볼 수 있다.

Table 7. Analysis of priority of issues by respondent's residential area

Issue Number	Score [rank]		
	Capital region (A)	Non-capital region (B)	Total (A+B)
6	6.34 [2]	7.45 [3]	6.65 [2]
7	1.17 [13]	1.60 [13]	1.28 [13]
9	10.00 [1]	10.00 [1]	10.00 [1]
10	1.77 [8]	2.13 [12]	1.84 [9]
11	2.44 [6]	4.73 [6]	3.22 [6]
12	2.00 [7]	2.69 [8]	2.15 [8]
13	5.28 [3]	6.23 [5]	5.56 [4]
15	4.49 [4]	7.82 [2]	5.64 [3]
16	4.40 [5]	6.78 [4]	5.18 [5]
17	1.54 [11]	2.45 [10]	1.83 [10]
18	1.55 [10]	2.51 [9]	1.83 [10]
20	1.73 [9]	3.43 [7]	2.35 [7]
21	1.38 [12]	2.35 [11]	1.69 [12]

연구개발에 우선순위를 두어야 하는 주요 이슈 범위를 도출하기 위해 Fig. 6과 같이 전체 평균에 해당하는 중요도 및 시급성 값을 상회 하는 5개의 이슈를 도출하였다. 도출된 주요 이슈는 이슈 번호 9(출퇴근 시간 철도 혼잡 해소), 이슈 번호 6(수도권 인구 분산화를 통한 교통 접근성 향상), 이슈 번호 15(이용자 중심의 열차편성 및 운행서비스 개선), 이슈 번호 13(철도 작업자 안전성 향상), 이슈 번호 16(환승시설 개선)과 같이 5개 이슈로 볼 수 있다.

응답자 거주 지역별 주요 이슈를 분석한다. 수도권 거주 응답자의 주요 이슈를 분석하면 Fig. 7과 같다. 중요도와 시급성 점수의 평균값은 각각 Fig. 7의 x축과 y축에 파란색 수직선으로 표기하였고 주요 이슈 범위를 평균값 이상으로 가정할 때 Fig. 7의 점선의 영역으로 표기하였다. 수도권 거주 응답자의 주요 이슈는 이슈 번호 9(출퇴근 시간 철도 혼잡 해소), 이슈 번호 6(수도권 인구 분산화를 통한 교통 접근성 향상), 이슈 번호 13(철도 작업자 안전성 향상), 이슈 번호 15(이용자 중심의 열차편성 및 운행서비스 개선), 이슈 번호 16(환승시설 개선)과 같이 5개 이슈를 주요 이슈로 볼 수 있다.

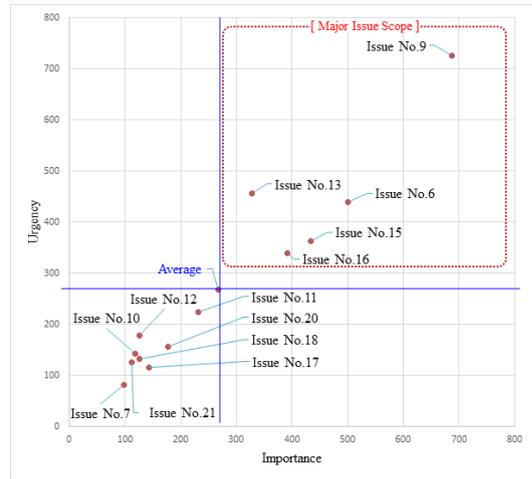


Fig. 6. Analysis of R&D major issues

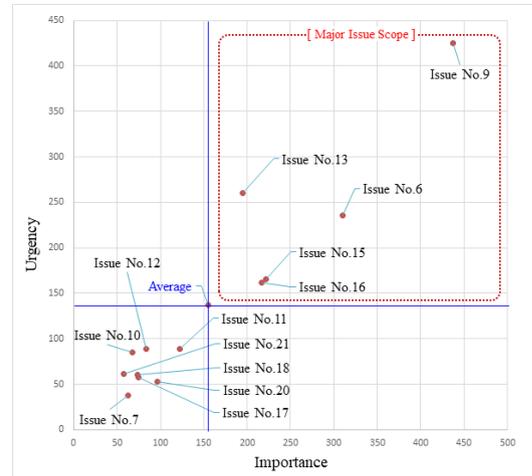


Fig. 7. Analysis of major issues of respondents in the capital area

비수도권 거주 응답자의 주요 이슈를 분석하면 Fig. 8과 같다. 마찬가지로 중요도와 시급성 점수의 평균값은 각각 Fig. 8의 x축과 y축에 파란색 수직선으로 표기하였고 주요 이슈 범위를 평균값 이상으로 가정할 때 Fig. 8의 점선의 영역으로 표기하였다. 수도권 거주 응답자의 주요 이슈는 이슈 번호 9(출퇴근 시간 철도 혼잡 해소), 이슈 번호 15(이용자 중심의 열차편성 및 운행서비스 개선), 이슈 번호 6(수도권 인구 분산화를 통한 교통 접근성 향상), 이슈 번호 6(수도권 인구 분산화를 통한 교통 접근성 향상), 이슈 번호 16(환승시설 개선), 이슈 번호 13(철도 작업자 안전성 향상), 이슈 번호 11(승객 편리성 향상을 위한 고객 맞춤 정보 제공 및 인터넷 서비스 개선)과 같이 6개 이슈를 주요 이슈로 볼 수 있다.

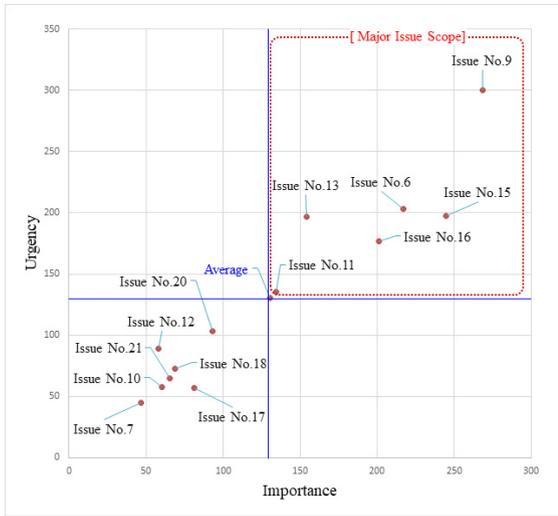


Fig. 8. Analysis of major issues of respondents in the non-capital area

응답자 특성에 따른 중요도 이슈 분석을 위해 Table 7과 같이 응답자의 성별, 연령, 직업에 따른 중요도 1순위, 2순위 이슈를 분석하였다. 중요도 1순위는 응답자의 성별과 연령에 관계없이 이슈 번호 9(출·퇴근 시간 철도 혼잡해소)를 가장 중요한 이슈로 선택하였다. 응답자의 직업별 중요도 1순위 또한 대부분 이슈 번호 9(출·퇴근 시간 철도 혼잡해소)를 선택 하였으나, 농림·축·수산업, 생산 노무직, 자영업에 종사하는 응답자의 경우 이슈번호 6(수도권 인구 분산화를 통한 교통 접근성 향상)을 1순위로 선택하였다. 중요도 2순위의 경우 대부분 이슈 번호 9(출·퇴근 시간 철도 혼잡해소)와 이슈 번호 16(환승시설 개선)을 선택하였으나 농림·축·수산업과 기타 직업을 가지는 응답자의 경우 각각 이슈 번호 21(철도 설비구축비 및 유지비 절감)과, 이슈 번호 15(이용자 중심의 열차편성 및 운행서비스 개선)를 중요도 2순위로 선택하였다.

마찬가지로 응답자 특성에 따른 시급성 이슈분석을 위해 Table 8과 같이 응답자의 성별, 연령, 직업에 따른 중요도 1순위, 2순위 이슈를 분석하였다. 중요도와 마찬가지로 시급성 1순위는 응답자의 성별과 연령에 관계없이 이슈 번호 9(출·퇴근 시간 철도 혼잡해소)를 가장 시급한 이슈로 선택하였다. 시급성 2순위 또한 30대 이슈 번호 16(환승시설 개선)과 60세 이상 이슈 번호 15(이용자 중심의 열차편성 및 운행서비스 개선)를 제외하고는 이슈 번호 9(출·퇴근 시간 철도 혼잡해소)를 선택하였다.

Table 7. Analysis of 1st and 2nd priority issues according to respondents' gender, age, and occupation

Respondent characteristics		Importance	
		1st issue number (%)	2nd issue number (%)
Gender	Male	9 (23.62)	9 (15.94)
	Female	9 (25.41)	16 (16.26)
Age Group	20's	9 (10.31)	9 (15.46)
	30's	9 (17.70)	16 (17.22)
	40's	9 (18.18)	9 (18.97)
	50's	9 (16.33)	16 (15.92)
	over 60	9 (19.19)	16 (14.14)
Occupation	Professional management, office worker	9 (22.52)	9 (18.13)
	Service and sales	9 (30.36)	16 (23.21)
	Agriculture, forestry, livestock, fisheries	6 (40.00)	21 (40.00)
	Production labor	6 (21.43)	9, 16 (14.29)
	Student, unemployed	9 (30.48)	9 (15.24)
	Self-employment	6 (27.12)	9 (16.95)
	Housewife	9 (26.53)	16 (21.09)
	Etc.	9 (30.19)	15 (18.87)

Table 8. Analysis of 1st and 2nd priority issues of urgency according to respondents' gender, age, and occupation

Respondent characteristics		Importance	
		1st issue number (%)	2nd issue number (%)
Gender	Male	9 (24.41)	9 (15.94)
	Female	9 (27.44)	9 (14.63)
Age Group	20's	9 (27.32)	6 (18.04)
	30's	9 (34.45)	16 (20.10)
	40's	9 (23.32)	9 (20.16)
	50's	9 (22.45)	9 (14.29)
	over 60	9 (22.20)	15 (13.13)
Occupation	Professional management, office worker	9 (27.10)	9 (15.65)
	Service and sales	9 (32.14)	16 (19.64)
	Agriculture, forestry, livestock, fisheries	6 (40.00)	9 (40.00)
	Production labor	9 (21.43)	6 (14.29)
	Student, unemployed	13 (23.81)	9 (20.00)
	Self-employment	9 (18.64)	9, 13 (13.56)
	Housewife	6 (29.93)	16 (14.97)
	Etc.	9, 6, 13 (15.09)	9 (16.98)

3.3 철도신호 분야 연구개발 방향수립

문제 및 이슈별 중요도 및 시급성을 기준으로 철도신호 분야 연구개발 방향을 수립하였다. Fig. 6에서 도출한 5개의 주요 이슈와 철도신호 분야 핵심 성능지표와의 연계성을 도식화하면 Fig. 9와 같다.

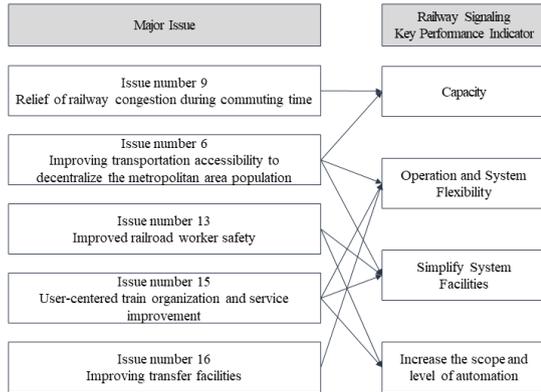


Fig. 9. Linkage between major issues and key performance indicators in the railway signaling

이슈 번호 9(출·퇴근 시간 철도 혼잡해소)를 위해서는 철도의 수송력 향상이 요구되며, 이슈 번호 6(수도권 인구 분산화를 통한 교통 접근성 향상)은 수송력 향상과 수요에 따라 서비스 제공이 가능하도록 높은 운영의 유연성과 노선의 변경과 증설에 대응할 수 있도록 시스템 유연성 향상이 요구되며 또 철도신호 시스템 설비 단순화가 요구된다. 이슈 번호 13(철도 작업자 안전성 향상)을 위해서는 시스템 설비를 단순화하고 일부 도시철도에 국한한 자동화 범위를 확대하고 및 열차의 자동운전에 국한되어있는 자동화 수준을 이례적인 상황에서도 가능하도록 향상하는 것이 필요하다. 이슈 번호 15(이용자 중심의 열차편성 및 운행서비스 개선)은 운영 및 시스템 유연성 향상과 시스템 설비 단순화, 자동화 범위 및 수준 향상으로 개선이 가능한 이슈이다. 마지막으로 이슈 번호 16(환승시설 개선)은 승객이 환승하는 개념이 아닌 승객이 탑승한 열차가 환승을 지원하는 개념으로 확대하여 열차운영 및 시스템 유연성 향상을 통해 개선이 가능한 이슈로 볼 수 있다.

핵심 성능지표와 철도신호 분야 연구개발 방향과의 연계성을 Fig. 10과 같이 표현하였다. 우선 수송력을 향상하기 위해서는 현재의 이동폐쇄[5-7]를 대표하는 CBTC와 ETCS L3와 같은 열차와 지상설비 간 순환(cyclic) 제어흐름을 벗어나 열차 대 열차 간 직접적인 제어흐름을

통한 간격제어와 열차가 스스로 자신의 주행방향을 결정하여 선로전환을 수행하는 열차중심의 간격 및 분기제어가 이루어지도록 관련 연구개발[7-9]을 수행하는 것이 필요하다.

운영 및 시스템 유연성 향상을 위해서는 지상 제어시스템의 제어명령에 의존하지 않고 지능화된 열차가 안전 간격과 분기를 제어하는 기술과 여러 편성의 열차가 군집으로 주행하면서 필요시 분리와 결합이 이루어지는 기술[11,13-15], 그리고 주행 중 이례적인 상황 발생시 열차 스스로 일시적 오류를 회복하거나 원격으로 열차를 주행[16,17]하도록 하는 관련 연구개발이 필요하다.

시스템 설비 단순화를 위해서는 CBTC의 wayside ATP와 EI (Electronic Interlocking) 그리고 ETCS의 RBC(Radio Block Center)와 EI와 같은 지상 제어시스템을 삭제하고 이 모든 기능을 열차가 수행하도록 관련 연구개발이 필요하다.

자동화 범위 및 수준 향상을 위해서는 기존에 운영자 수작업에 이루어지던 열차의 분리와 결합을 철도신호시스템이 자동으로 수행하도록 관련 연구개발이 필요하고 기존 일부 도시철도에 국한하던 무인자동운전(GoA4)[8, 18]을 도시철도는 물론 일반 및 고속철도에 확대하기 위해서 열차 스스로 자신의 일시적인 오류에서 복구하는 기술과 자동복구가 불가능한 경우 원격의 관제에서 열차를 무선으로 접속하여 주행하도록 제어하는 원격주행 기술에 대한 연구개발이 필요하다.

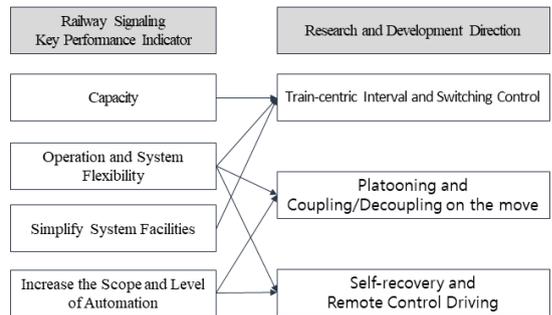


Fig. 10. Linkage between key performance indicators and the direction of R&D in the railway signaling

4. 결론

본 논문은 시장이 요구하는 철도신호 분야 연구개발 방향 수립하기 위해 미디어 분석을 기반으로 국가적 차

원의 문제 및 이슈를 도출하고 분석하는 방법을 제안하였다. 1. 미디어 분석은 뉴스기사, 청와대 국민청원 그리고 시민 아이디어를 대상으로 빈도수가 5건 이상인 21개 이슈를 도출하였다. 2. 전문가 분석을 통해 도출된 이슈들 중 과학기술적으로 해결 가능한 13개 이슈를 최종 도출하였다. 3. 도출된 13개 이슈들에 대한 우선순위를 정하기 전국의 20대 이상 성인남녀를 1,000명을 대상으로 지역 및 연령대별 인구비례로 표본을 설계하였고 구조화된 설문지를 통해 온라인 설문을 시행하였다. 4. 설문 분석결과, 이슈별 중요도와 시급성에 기반하여 선택된 주요 문제 및 이슈는 ‘출퇴근 시간 철도 혼잡해소’의 우선순위가 가장 높게 나타났으며, 그 외 ‘수도권 인구 분산’, ‘이용자 중심의 열차편성 및 운행서비스 개선’, ‘철도작업자 안전성 향상’, ‘환승 시설 개선’ 등 순으로 조사되었다. 5. 문제 및 이슈의 해결을 위한 철도신호 분야의 핵심성능지표를 ‘수송력’, ‘운영 및 시스템 유연성’, ‘시스템 설비 단순화’, ‘자동화 범위 및 수준 향상’으로 정의하였고 이를 달성하기 위해 철도신호분야 연구개발 방향을 ‘열차중심 간격 및 분기제어’, ‘군집주행 및 주행 중 분리결합’, ‘자기회복 및 원격주행’과 같이 도출하였다.

본 연구에서 도출된 철도신호 핵심성능지표와 연구개발 방향은 향후 차세대 철도신호 기술개발을 위한 국가 연구개발사업에 활용될 것으로 기대된다.

References

- [1] S.Oh, et al, "Project planning of train-to-train collaboration based intelligent autonomous train control technology development," Land Transport Research and Planning Project, 2020.
- [2] S.Oh, et al, "Migration optimization of urban railway system for improving the safety and efficiency of train operation," Land Transport Research and Planning Project, 2015.
- [3] Y.Yoon, et al, "A study of system functions allocation of wireless communications based train control system," 2300-2305(6 pages), Proceedings of The Korean Society For Railway, 2011.
- [4] J.Park, et al, "A Study on the Function Classification for Korean Train Control System," Proceedings of The Korean Society For Railway, 2016.
- [5] D.Yun, J. Ahn, S. Yong, and J. Ko, "Study on Improvement of Speed by Design of Movement Authority," Journal of the Korean Society for Railway, vol. 22, no. 2, pp. 150-157, Feb. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.7782/JKSR.2019.22.2.150>
- [6] IEEE Vehicular Technology Society, IEEE Standard for Communication Based Train Control (CBTC) Performance and Functional Requirements, IEEE Standards 1474.1, 2004.
- [7] ERA, UNISIG, EEIG ERTMS Users Group. ERTMS/ETCS System Requirements Specification (SUBSET-026), 3.6.0, 2016.
- [8] Shift2Rail Joint Undertaking [Online]. Available From: <https://shift2rail.org/> (accessed: Sep. 3, 2021)
- [9] RSSB Closer Running [Online]. Available From: <https://www.rssb.co.uk/research-catalogue/CatalogueItem/T1095> (accessed: Aug. 17, 2021)
- [10] Flammini, F., Marrone, S., Nardone, R., Petrillo, A., Santini, S., & Vittorini, V. (2018, November). "Towards railway virtual coupling," In *2018 IEEE International Conference on Electrical Systems for Aircraft, Railway, Ship Propulsion and Road Vehicles & International Transportation Electrification Conference (ESARS-ITEC)*, pp. 1-6. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/ESARS-ITEC.2018.8607523>
- [11] Urbalis Fluence [Online]. Available From : <https://www.alstom.com/solutions/signalling/urbalis-cbtc-range-future-signalling-systems> (accessed May. 23, 2021)
- [12] J.Hwang, et al, "Detailed Guidelines for Performing Preliminary Feasibility Study for National R&D Projects," KISTEP, 2020.
- [13] Chen, T., Wang, H., Ning, B., Zhang, Y., Tang, T., & Li, K. "Architecture design of a novel train-centric CBTC system." *2018 International Conference on Intelligent Rail Transportation (ICIRT)* (pp. 1-5). IEEE, 2018.
- [14] Song, H., Liu, H., & Schnieder, E. "A train-centric communication-based new movement authority proposal for ETCS-2." *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 20(6), 2328-2338, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/TITS.2018.2868179>
- [15] Song, H., Shen, T., & Wang, W., "Train-centric communication-based close proximity driving train movement authority system." *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, 10,3: 22-34, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/MITS.2018.2842039>
- [16] SNCF Autonomous Train [Online]. Available From: <https://www.railtech.com/digitalisation/2019/07/12/sncf-tests-its-first-autonomous-train/> (accessed Aug. 23, 2021)
- [17] Pacaux-Lemoine, M. P., Gadmer, Q., & Richard, P. (2020, September). "Train remote driving: A Human-Machine Cooperation point of view" *IEEE International Conference on Human-Machine Systems (ICHMS)*, pp. 1-4, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/ICHMS49158.2020.9209333>
- [18] International Electrotechnical Commission, IEC 62290-1: Railway Applications - Urban Guided Transport Management and Command/Control Systems - Part 1: System Principles and Fundamental Concepts, 2014.

오 세 찬(Sehchan Oh)

[정회원]



- 2004년 8월 : 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
- 2013년 3월 ~ 현재 : 아주대학교 컴퓨터 공학 박사과정
- 2004년 11월 ~ 현재 : 한국철도기술연구원 선임연구원

〈관심분야〉

열차제어, DTO/UTO 설계

박 준 성(Jun-Sung Park)

[정회원]



- 2002년 2월 : KAIST 기계공학과 (공학석사)
- 2007년 8월 : 서울대학교 기계항공공학부 (공학박사)
- 2011년 3월 ~ 2019년 8월 : 한국과학기술기획평가원 연구위원
- 2019년 9월 ~ 현재 : 한국철도기술연구원 선임연구원

〈관심분야〉

전략기획, 기술사업화