RF 통신시스템을 이용한 열차 운행중단 및 열차 지연의 최소화에 관한 연구

A Study on Minimization of Train Delays and Train Operation Interruptions by RF Transmission System.

이위재* 국광호**
Lee, We-Jae Kook, Kwaung-Ho

ABSTRACT

To minimize the train operation interruptions and train exchanges, the RF transmission system is proposed. The current control room of the Seoul Metro has information of the train movement through the Total Traffic Control System, but it does not have information of the train itself, rail status, and other facilities' status. When some trouble occurs during train operation, the train crews should report the control room about the trouble and fix it. If the control room has exact information of the trouble, the expert in the control room can help the crews to fix the trouble swiftly and exactly. Since the crews are busy taking care of the trouble, they often miss to report the control room on time. The proposed RF transmission system relays the information of the train to the control room automatically in real time, and makes it possible to provide the passengers good service by reducing the train operation interruptions and train exchanges.

1. 서론

우리나라의 지하철은 1974년 8월15일 서울역↔청량리 구간의 개통을 시작으로 80년대 2, 3, 4호선의 개통, 90년대 5, 6, 7, 8호선의 개통 및 분당선, 과천선, 일산선, 안산선을 개통하여 수도권 지역으로 확대 운행하고 있다. 또한 부산, 대구, 인천, 광주, 대전광역시에서도 도시철도를 운영하고 있으며 광역전철과 경전철을 추진하거나 계획하고 있다.

도시철도의 1일 수송량은 수도권 서울에서만 700만 명으로 혼잡한 도시교통 완화에 크게 기여 하고 있지만 종종 차량고장 또는 장애로 인하여 열차가 정상운행되지 못하는 경우가 발생한다. 지하철은 일반 열차와 달리 운행시격이 짧아 열차 운행에 지장을 초래하는 장애가 발생되면 일시에 많은 열차들이 연쇄적으로 지장 받아 열차운행의 중단 또는 지연운행이 불가피하게 되고 이로 인하여 열차이용 승객들에게 많은 불편을 초래하게 된다.

지하철이 우리에게 미치는 영향을 감안하면 먼저 철저한 사전정비를 통해 장애발생을 최소화해야 하지만 일단 장애가 발생하는 경우에는 신속, 정확하게 장애를 처리하여 승객들의 불편을 최소화해야 한다.

* 저자1 서울산업대학교 철도전문대학원, 비회원
TEL:011-9180-1936
* 저자2 서울산업대학교 산업정보시스템공학과, 정회원
TEL:010-4046-6960

기관사들은 장애가 발생하면 평소에 교육받은 내용과 과거 경험에 따라 고장조치를 취하게 되며 문제가 해결되지 않을 경우에는 다른 직원이나 관제실로 도움을 청하게 되는 데 관제실에는 차량에 대한 전문가들이 있어 고장의 유형에 따른 처치방법을 알려줌으로써 문제해결에 도움을 줄 수 있다.

관제실은 열차의 운전제어 및 감시, 운행관리를 TTC(Total Traffic Control System: 열차운행 종합제어 시스템)에 의하여 실시하고 있는 데, TTC는 열차의 운행상태에 대해서만 확인할 수 있고 차량상태나 선로상태 그리고 기타 시설물의 상태에 대해서는 알지 못하고 있는 실정이다. 차량고장시 관제실에서는 직접 차량의 상태를 확인할 수는 없고 무선에 의한 승무원의 보고에 따라 운행지속 여부에 대한 판단을 하게 된다. 그런데 차량고장이나 장애 발생시 승무원의 조치미숙이나 부적절한 대처에 의해 열차가 지연되거나 운행이 중단 되는 경우가 종종 발생하고 있다. 따라서 차량의 정보를 실시간으로 관제실에서 확인할 수 있다면 관제실내의 1)검수관제가 차량장애에 대한 적절한 조치 방법을 승무원에게 알려줌으로써 조치미숙에 의해 열차운행에 지장을 주거나 열차이용에 불편을 주는 사례를 막을 수 있을 것이다.

본 연구는 운행 중인 열차의 정보를 실시간으로 관제실로 전송할 수 있는 RF 통신시스템의 사용을 제안하고 이의 효율성을 검토하기 위해서 기관사들에게 설문조사를 하여 이 시스템이 장애처리에 도움이 될 것인지를 조사하였다. 설문조사결과 기관사들은 RF 통신시스템이 도입된다면 장애처리에 상당히 도움을 줄 수 있다고 응답하였다.

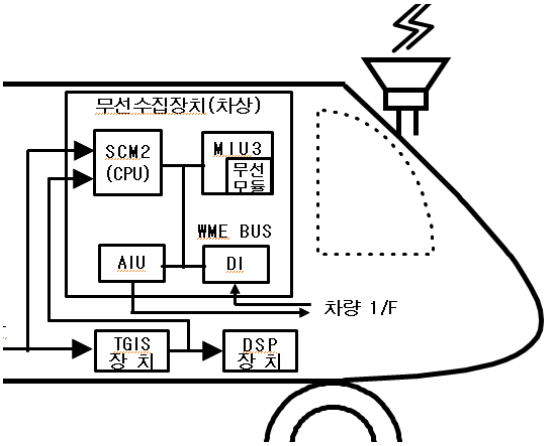
2. RF 통신시스템을 활용한 종합관제 시스템

운전사령(관제사)은 TTC를 통해 일정한 구간의 열차운행상황을 직접 확인하고 신호기를 제어함으로써 기관사에게 운전조건을 지시하게 되는 데 TTC의 기능은 다음과 같다.

- 열차 추적 및 자동진로제어
- 열차운행 스케줄 관리
- 지연열차 회복 운전을 위한 자동제안
- 관제 및 현장 신호시스템 감시
- 승객 행선안내를 위한 기본정보 제공
- 각종 열차운행관련 이력 관리

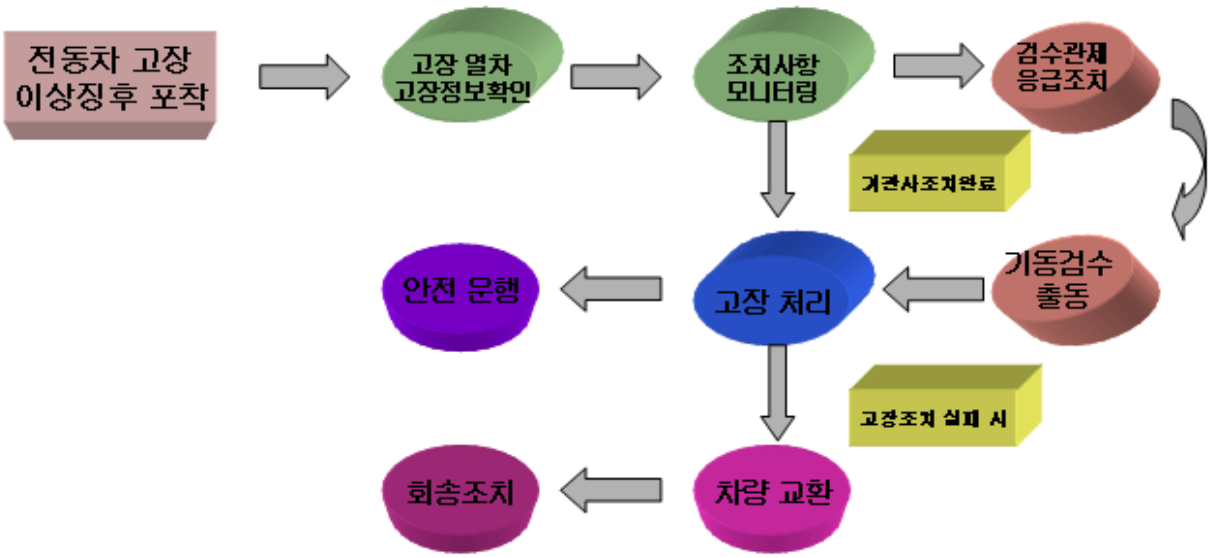
열차의 운행중단 및 열차지연의 최소화를 위해 제안하는 RF 통신시스템은 그림 1에서 보는 바와 같이 전동차 운행 시 차량정보 수집 장치를 통해 수집된 운행정보들을 관제실의 운영 PC로 자동 전송하는 시스템으로 고장기록, 운행정보, 승객하중, 전압, 제어장치, 브레이크, 보조전원장치 등의 운행상의 정보들을 무선 RF 전송장치를 통해 관제실로 전송한다.

1) 관제실에 근무하는 차량소속의 관제요원



<그림 1>. 차량정보 차상시스템

현재 운행 중인 신형전동차는 일반정보부터 서비스기기의 정보까지 모든 사항들을 종합적으로 기관사에게 모니터를 통해 제공하고 있다. 차량에 고장이 발생하면 0.2초 단속음으로 5초간 경보를 발한 후 고장에 관한 정보가 모니터에 현시되는 데 이런 정보들은 열차를 운행하는데 많은 도움이 될 뿐만 아니라 차량고장이나 기타 장애 처리 시에도 많은 도움을 주고 있다. 이와 같이 운행 중인 열차로부터 수집된 정보를 RF 통신시스템을 통해 무선으로 관제실로 전송하면 관제실의 운전사령은 고장이나 장애가 발생시 관제실의 모니터 화면을 통해 상황을 확인하고 기관사가 조치한 후 계속 운행이 가능한지 아니면 차량을 교환해야 하는 지 결정을 할 수 있다. 조치 후 계속 운행이 가능할 때에는 기관사의 조치상황을 모니터링하며 조치가 실패하는 경우에는 검수관제을 통해 고장처리에 대한 도움을 준다. 기관사의 조치가 불가능하여 차량교환이 필요한 경우에는 가까운 기동검수 사무실로 연락을 해서 예비차를 준비시켜 신속하게 차량교환을 할 수 있도록 함으로써 차량고장으로 인한 열차지연을 최소화하여 승객들의 열차 이용에 불편함이 없도록 조치하며 항상 안전운행 확보에 최선을 다한다. 다음 <그림 2>는 고장 발생시 고장 해결을 위한 절차도를 나타낸다.



<그림 2>. 전동차 고장 해결 시나리오

한편 RF 통신시스템을 구축하려면 차량과 전철역 및 선로에 RF 송수신 장치를 설치하는 것이 필요하고 관제실에도 RF 송수신장치를 구축하는 것이 필요하다. 현재 서울 메트로는 전 역사에 RF 전송방식에 의한 스크린 도어를 설치할 계획이다. 스크린도어는 차량에 설치되어 있는 RF 전송장치에 의한 신호로

스크린 도어가 열리는 시스템으로 현재 운행 중인 구형 전동차에는 별도의 RF 장치를 설치하였고 신형 전동차에는 RF 장치가 내장이 되어 있어서 차량에 RF 전송장치를 설치하는 데에는 추가 비용이 발생하지 않는다. 그리고 스크린 도어가 설치되는 역사에는 스크린도어용 RF 송수신 장치가 설치 되게 되므로 역사에 RF 전송장치를 설치하는 데에도 추가 비용이 발생하지 않는다. 또한 역과 역 사이는 비교적 거리가 짧아 많은 양의 송수신기를 설치할 필요는 없으므로 많은 추가 비용이 발생하지 않는다. 그리고 차량고장 시 대부분 승강장에 정차한 후에 조치하기 때문에 역에만 설치해도 가능하다고 생각된다. 단, 관제실에는 RF 송수신장치를 구축하는 것이 필요하나 관제실 한곳에만 설치하면 되므로 약간의 비용만 추가되리라 생각된다.

3. RF 통신시스템의 효과 분석

도시철도의 열차들은 운행 중에 고장이나 장애를 발생하게 된다. 열차 승무원은 운행중에 열차에 고장이 발생하면 적절한 고장조치를 하고 운행을 계속하거나, 차량고장이 심해 운행할 수 없는 경우에는 차량 교환역까지 운행을 하고 교환을 하거나 회송을 하게 된다. <도표 1>은 과거 10년동안 서울 메트로에서 발생한 장애별 사고내용을 보여준다.

<도표 1>. 장애별 사고내용

연도/ 유형	계	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04
계	177	23	19	16	16	15	24	17	16	10	11	10
열차탈선	1				1							
차량탈선	3				2							
차량고장	79	8	10	10	5	7	11	7	7	4	5	5
신호고장	13	2	1	1	1	1	3	1	1	1	1	
전기고장	16	2	2		1	1	1	1	2	1	1	4
선로고장	8	1	1	1	1	1	1	1		1		
취급부주의	30	9	4	3	3	3	3	1	2	2	1	
복합장애	10						1	5	1		3	
기타	16	1	1	1	2	1	4	1	3	1		1

<도표 1>에서 알 수 있듯이 장애가 비교적 빈번하게 발생하고 있슴을 알 수 있는 데 RF 통신시스템을 활용하여 신속, 정확하게 장애를 처리하게 되면 승객들의 불편을 많이 해소할 수 있을 것이다.

또한 RF 통신시스템을 도입하게 되면 얼마나 좋은 결과를 얻을 수 있는 가를 평가하기 위해 실제 RF 통신시스템을 활용하게 될 기관사들에 대해 설문조사를 실시하였다. 128명의 기관사들에 대해 설문조사를 실시하였는 데 <도표 2>는 기관사들이 차량고장 시 느끼는 스트레스와 심리상태를 나타낸다.

<도표 2>에서 보는 바와 같이 89%의 기관사가 승무 중에 차량고장으로 인해 스트레스를 받은 경험이 있으며 차량고장으로 인한 불안감을 84%의 기관사가 느끼고 있으며, 초기 조치실패로 인하여 당황한 적이 있는 기관사가66%가 됨을 보여준다. 또한 49%의 기관사가 고장처치를 위해서 다른 직원에게 전화연락을 한 경험이 있는 것으로 나타나고 있다

<도표 2>. 기관사들이 차량고장 시 느끼는 스트레스와 심리상태

	전혀그렇지 않다	대체로그렇지않다..	보통이다	대체로그런 편이다	매우그렇다
승무 중 차량고장으로 인해 스트레스를 받은 적이 있다.	0명	14명	36명	50명	28명
차량고장으로 인해 불안감을 느낀 적이 있다.	2명	19명	42명	44명	21명
차량고장 조치 실패로 당황한 적이 있다.	7명	37명	44명	30명	10명
고장처치를 위해 다른 직원에게 연락한 적이 있다.	30명	35명	39명	19명	5명

<도표 3>은 RF 통신시스템이 열차 운영에 얼마나 도움이 될지에 대한 설문 결과이다. <도표 3>에서 알 수 있듯이 42%의 기관사들이 운전실의 차량정보가 RF 통신시스템을 통해 관제실로 전송되는 것이 기관사가 열차를 운행하는데 상당히 도움이 될 것이라고 대답을 하였으며 36.7%는 도움이 될 것이라고 대답을 하였다. 또한 42%의 기관사들이 차량의 정보가 관제실로 전송이 되면 사고예방에 도움이 된다고 대답하였고 41%는 상당히 도움이 될 것이라고 대답하였다. 또한 52%의 기관사들이 차량의 정보가 관제실에 전송이 되면 관제실에서 열차를 운영하는데 상당히 도움이 될 것이라고 대답을 하였으며 38%는 도움이 된다고 대답을 하였다.

<도표 3>. RF시스템의 활용에 관한 설문 내용

	전혀그렇지 않다	대체로 그렇지 않다.	보통이다	대체로 그런 편이다	매우그렇다
차량의 정보가 관제실로 전송되면 기관사가 열차를 운행하는 데 도움이 될 것이다.	5명	20명	47명	39명	15명
차량의 정보가 관제실로 전송되면 사고예방에 도움이 될 것이다.	6명	15명	53명	40명	14명
차량의 정보가 관제실로 전송되면 관제사가 열차를 운행하는 데 도움이 될 것이다.	3명	11명	48명	54명	12명

<도표 4>는 기관사들이 지난 3년 동안 고장을 경험한 횟수 및 도움 요청횟수를 나타낸다. <도표 4>에서 볼 수 있듯이 61.7%의 기관사들이 7회 이상의 차량고장을 경험할 정도로 차량고장이 상당히 빈번하게 발생하고 있슴을 알 수 있다. 그리고 35%의 기관사들이 4회 이상 차량고장으로 도움을 요청 할 정도로 차량 고장시 도움을 요청하는 경우가 많음을 알 수 있다. 또한 82.9%의 기관사들이 최근 3년동안 운행하면서 차량을 입고하거나 교환을 한 경험이 있으며 차량 고장시 초기에 적절하게 조치를 취했다면 입고나 교환을 하지 않았을 경우도 41%에 달함을 볼 수 있다. 즉, 차량고장 초기에 적절하게 조치를 취했다면 그만큼 운행에 따른 손실이나 기관사의 차량고장에 대한 부담감, 스트레스를 줄이고 승객의 열차이용에 대한 불편을 줄일 수가 있었을 것이다.

<도표 4>. 차량 고장 횟수 및 도움요청 횟수

최근 3년동안 고장 횟수는?	없다	1~3회	4~6회	7~10회	10회이상
	1명	21명	27명	40명	39명
최근 3년간 차량고장으로 도움을 요청한 횟수는?	없다	1~3회	4~6회	7~10회	10회이상
	41명	43명	26명	10명	9명
최근 3년간 차량고장으로 입고하거나 교환한 적이 있는가?	없음			있다	
	22명			106명	
적절하게 조치를 취했으면 입고나 교환하지 않았을 횟수는?	없음	1회	2회	3회	4회이상
	76명	23명	19명	9명	1명

위 설문조사에서 알 수 있듯이 열차운행 중에 많은 고장이 발생함을 알 수 있으며 기관사들은 고장 시 도움을 요청하는 경우가 많음을 알 수 있다. RF 통신시스템에 의해 차량의 정보가 실시간으로 관제실로 전송이 되면 관제실내의 경험이 많은 검수관제의 도움을 받아 신속하게 적절한 조치를 취함으로서 조치미숙에 의해 열차운행에 지장을 주거나 열차이용에 불편을 주는 사례를 막을 수 있을 것이다. 다음은 RF 통신시스템을 구축함으로써 기대되는 효과들을 보여준다.

- 운행중인 열차 및 승강장 스크린도어에 대한 실시간 모니터링을 한다.
- 차량고장 및 이상 징후 발생 시 관제실에서 적절한 조치 및 감독을 수행할 수 있다.
- 기관사의 차량고장 및 기타 상황 발생에 대한 부담감 감소 효과를 가진다.
- 차량고장 시 운행에 관한 사항을 관제실에서 결정한다.
- 안전사고와 운행사고를 최소화 한다.
- 신속한 장애처리로 운행중단시간을 최소화한다.

4. 결론

현재 관제실 중심의 열차운행 종합제어 시스템을 운영하고 있지만 차량 고장 시 차량의 상태는 기관사만이 알 수 있으며, 고장내용을 바로 관제실로 보고 하지 않고 본인이 조치를 하다보면 시간이 지체되고 종종 조치미숙으로 열차가 더욱 지연이 되는 상황이 발생한다.

RF 통신시스템이 구축되어 차량정보가 실시간으로 관제실로 전송이 되면 관제실내의 검수관제가 차량장애에 대한 적절한 조치 방법을 승무원에게 알려줌으로써 조치미숙에 의해 열차운행에 지장을 주거나 열차이용에 불편을 주는 사례를 막을 수 있을 것이다. 이는 또한 기관사가 승무 중에 느끼는 차량고장에 대한 불안감이나 고장처치에 대한 스트레스를 줄이는 데에도 도움이 되리라 생각된다.

참 고 문 헌

1.손영진 “公共交通 電動車 安全運行을 위한 RAMS프로젝트 適用의 成功要因 硏究” 서울산업대학교 鐵道專門大學院 論文集 2007
2. 서울메트로 “車輛處 車輛分野 정비 情報集” 2007
3. 건설교통부 “고속철도 신뢰성 및 운영 효율화 기술개발” 2004
4. 교통안전공단 “우리나라 전철 발전과 안전운행 확보방안” 2000
5. 기현철 “무선통신시스템의 설계” 두양사 2006
6. 교통안전공단 “해외선진사례 분석” 2006
7. 서울메트로 “관제실 운용 종합시스템” 2006
8. 김균성 “鐵道交通事故 방지를 위한 鐵道安全시스템 改善方案에 관한 硏究” 한남대학교 情報産業大學院 論文集 2005
9. 전현덕 “鐵道 統合管制시스템 構築 및 運營” 한국 철도학회 2005