

고속 및 일반철도용 연동장치와 선로전환기간 효율적 인터페이스 방안 연구

A Study on Efficient Interface between Point Machine and Interlocking System for High Speed and Conventional Railroad

이 재 호[†] · 강 신 주^{*}
(Jae-Ho Lee · Shin-Ju Kang)

Abstract - Interlocking system along with point machine for efficient route control secures safety of train operation by interchanging information each other. However, various types of interlocking system and point machine operating on bender specific interface bring obstacles to effective maintenance and safety. In this paper, we have investigated on interface methods to suggest standard interface module applicable to various operating system

Key Words : Interlocking system, Point Machine, Interface module, Route control, Locking relay

1. 서 론

철도에서 열차운행의 안전을 확보하는 기술 또는 기법으로 크게 선행열차와 후속열차간의 충돌을 방지하는 간격제어기술과, 서로 다른 선로에서 주행하는 열차가 한 선로로 병합하거나 동일선로에서 주행하는 열차가 타 선로로 분리하는 구간에서 열차간의 충돌을 방지하는 진로제어기술이 가장 대표적이다.

열차간의 간격을 제어하는 기법으로는 다양한 방법이 적용되고 있으며, 또한 안전과 관계된 장치의 이상 시에는 열차운행을 정지시키는 fail-safe를 기반으로 하고, 최근 고밀도운전의 요구사항으로 많은 새로운 방법이 연구되고 있다.

철도의 진로제어는 최종적으로 열차의 주행방향을 변경하는 역할을 기계적으로 분기기가 담당하고 있으며, 이 분기기를 제어하는 장치로는 선로전환기와 연동장치가 있다. 이들간의 관계는 철도에서도 가장 안전성을 요구하는 부분으로 feedback 회로로 구성되어 표시와 제어가 일치할 경우만 정상적인 동작을 수행하며, 이상 시는 안전 동작하도록 정의되고 있다[1]. 하지만 분기기를 제어하는 선로전환기와 연동장치의 종류가 고속철도용, 일반철도용, 도시철도용 등으로 다양하게 존재하고 있으며, 또한 각 장치들의 특성, 회로구성, 적용방법 등이 다양하다[2-4]. 따라서, 이들 장치들간의 인

터페이스가 아주 다양한 방법으로 적용되어 있을 뿐만 아니라 표준화된 방법이나 가이드가 존재하지 않아 이들 장치제작사들 간의 협의에 의해 인터페이스가 실행되고 있어 안전성과 유지보수의 효율성에 대한 검증이 요구되고 있다[5,6].

본 연구에서는 안전을 최우선으로 하는 분기기 제어를 위한 선로전환기와 연동장치간의 인터페이스에 대한 다양한 검토를 통하여 안정성과 효율성이 확보되고 다양한 각 장치들에 대하여 공통적인 인터페이스가 가능한 통합형 인터페이스 방안에 대한 연구를 수행하였다.

2. 본 론

2.1 연동장치의 동작 개요

철도에서 적용중인 연동장치는 크게 일반철도용(국내표준 개발)과 고속철도용(국외수입 제작)으로 구분 된다. 연동장치의 하드웨어 및 소프트웨어 특성은 차이가 있지만 그 주요기능과 구조는 유사하다. 그림 1에서는 국내에서 개발하여 적용중인 표준형 전자연동장치의 형태를 보여주고 있다[7].

전자연동장치는 현장의 궤도정보 입력을 바탕으로 역 구내의 신호기와 선로전환기 등을 제어하고 상태를 감시하는 역할을 담당하고 있다. 구성형태는 현장설비와 연결된 케이블은 분선반락을 통해 기계실 장치와 접속되어 있으며 기계실내에서는 계전기락과 궤도락 등을 통하여 현장설비의 상태정보가 연동부락으로 전달되고 조작반을 통하여 감시 및 제어를 수행하며, 연동부락에서 연동논리를 처리하여 현장설비를 제어출력하고 있다. 연동처리를 담당하는 연동래에는 현장설비로부터 상태정보를 받기 위한 입력모듈과 현장으로의 제어출력을 위한 출력모듈과 선로전환기모듈이 있으며 이런 정보는 안전측 동작을 위해 대부분 계전기 접점을 이

[†] Corresponding Author : ICT Convergence Research Team, Metropolitan Transportation Research Center, Korea Railroad Research Institute, Korea.

E-mail : prolee@krri.re.kr

^{*} Dept. of Electrical and Signaling Engineering, Graduate School of Railway, Seoul National University of Science and Technology, Korea.

E-mail : ksj3439@hanmail.net

Received : October 24, 2014; Accepted : November 18, 2014

용하고 있다. 따라서, 연동장치에서 선로전환기에 제어출력을 할 경우에는 입력모듈, 출력모듈, 선로전환기 모듈을 복합적으로 사용한다[8,9].

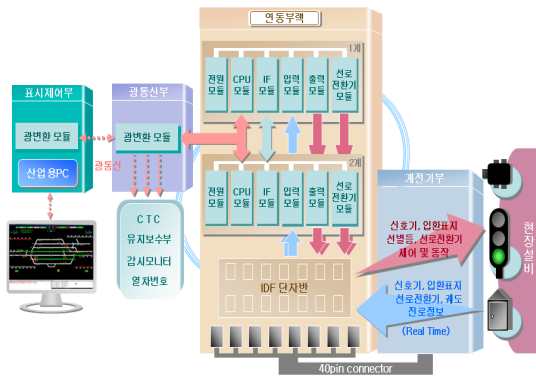


그림 1 전자연동장치의 모듈과 데이터 흐름도
Fig. 1 Data flow diagram and modules of electronic interlocking

2.2 선로전환기 동작

선로전환기의 동작은 일반용(NS형)과 고속용(MJ형) 모두 유사하며 그 동작과정은 제어감시 콘솔에서 연동장치를 제어하면, 제어계전기의 동작에 의해 선로전환기가 동작하여 분기기를 변환시키는 형태로 구성되며, 안정적인 측면을 고려하여 연동장치는 선로전환기의 변화상태를 피드백 하여 확인하는 과정을 거친다.

일반형 선로전환기 동작과정은 연동장치의 제어계전기(WR)가 동작하여 선로전환기 내부에 있는 제어계전기(AS)가 동작하게 되고, 순차적으로 모터가 동작하여 분기기를 변환시킨 다음 내부의 회로제어기를 동작시킨다. 연동장치는 회로제어기의 전원으로 표시계전기(KR)를 동작시켜 상태 입력으로 선로전환기의 상태를 확인한다[10].

고속형 선로전환기의 동작형태가 일반형과 다른 점은 모터를 제어하는 제어전원 공급을 전자접촉기를 통하여 침단부와 크로싱부에 같이 공급하는 것이고, 감지시에도 침단부와 크로싱부를 함께 감지한다는 것이다[11]. 또한, 고속형 선로전환기에 제어출력을 할 경우에는 일반형과 동작형태는 유사하지만 고속형 선로전환기의 특성으로 인하여 처리방법에서도 약간의 차이가 존재하고 있다.

2.3 선로전환기의 동작형태에 따른 분석

국내에서 적용중인 일반형과 고속형의 동작에 따른 공통점과 차이점을 분석하면 그림 2에서 보인 바와 같이 공통점으로는 (1)선로전환기가 동작하기 위해서는 제어전원의 공급이 필요하며, (2)동작이 완료되었을 경우 그 상태의 정보를 알 수 있으며, (3)상태는 정위(Normal), 반위(Reverse)로 구분된다.

차이점으로는 ①전원공급이 일반형은 제어전원을 제어계전기를 통해서, 고속형은 전자접촉기를 통해서 모터에 공급되며, ②일반형은 제어계전기의 상태정보만 확인하지만, 고

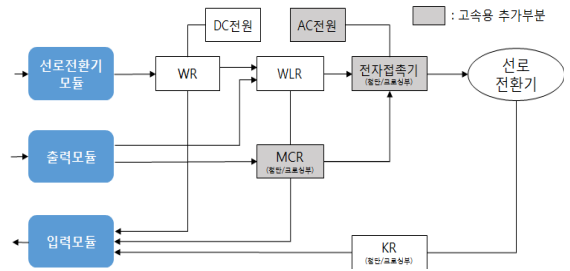


그림 2 선로전환기의 제어출력시 데이터 흐름도
Fig. 2 Operational diagram of point machines at control outputs

속형은 추가적으로 전자접촉기 상태정보도 확인하며, ③일반형은 제어용 전동기가 침단부에만 존재하지만 고속형은 침단부와 크로싱부 각각에 존재한다. 하지만 이러한 차이점으로 인하여 제어출력 및 상태입력에 대한 채널 수가 상이함을 표 1에서 확인할 수 있다.

표 1 전자연동장치의 입출력 채널 수

Table 1 Number of I/O channel for an interlocking system

	일반 철도용 분기기		고속 철도용 분기기	
	관련 정보	채널수	관련 정보	채널수
선로 전환기 모듈	WR 제어	1	WR 제어	1
출력 모듈	WLR 제어	1	WLR 제어 pMCR(침단) 제어 fMCR(크로싱)제어	3
입력 모듈	WR(N) 상태 WR(R) 상태 WLR 상태 KR 상태(NKR, RKR)	5	WR(N) 상태 WR(R) 상태 WLR 상태 pMCR 상태 fMCR 상태 pKR 상태(pNKR, pRKR) fKR 상태(fNKR, fRKR)	9

본 연구의 목표인 공용화를 위해서는 입출력의 채널 수가 동일하여야 한다. 하지만 제어부분만을 본다면 선로전환기의 동작은 동일하게 처리가 가능하나 제어를 위한 각 소자들의 상태정보를 확인한다면 별도의 입력 채널이 필요하므로 입출력 채널수가 다르게 되어 공용화에 어려움이 있다.

하나의 선로전환기만 본다면 그림 3과 같이 점선부분(공급전원을 수전 후 모터의 동작후 상태정보를 피드백하는 형태)은 선로전환기 내부동작구조로 동일하다. 그리고 동작결과와 상태정보도 연동장치 계전기와 인터페이스를 하는 형태로 역시 동일하다. 차이점은 전원공급부분과 그 부분의 상태정보를 처리하는 부분이다. 고속용은 두 개의 분기기가

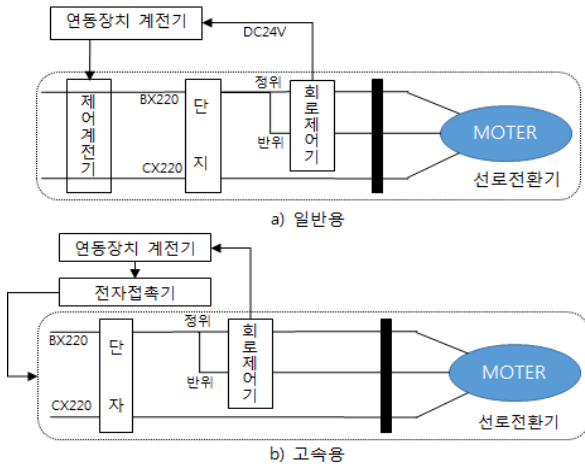


그림 3 선로전환기의 내부동작 구성도
Fig. 3 Inner operational diagram of point machines

동시에 동작하는 형태로 운용되고 있어 공용화하기 위해서는 전제조건이 필요하다.

그러나 선로전환기의 안전 동작을 위한 것이라면 어느 하나의 소자라도 정상적으로 동작하지 않는다면 실제적으로 선로전환기는 동작하지 않으므로 전 소자의 상태정보를 하나로 통합해도 무방하다고 고려된다. 다만 유지보수 차원에서 본다면 어느 소자에 이상이 있는지 명확하지 않으므로 운영적인 면에서는 불편하다. 그림으로부터 전제조건을 검토하면 다음과 같다.

- 고속용일 경우 두 개의 선로전환기에 전원공급을 같이 병렬 처리한다.
 - 상태정보는 하나의 정보로(AND) 처리한다.
 - 전자 접촉기의 상태 정보도 하나의 정보(AND)로 처리한다.
- 이러한 전제조건으로 공용화된 선로전환기의 구동형태를 나타내면 그림 4와 같이 구성할 수 있다.

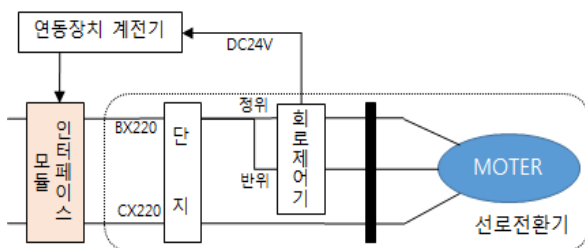


그림 4 공용화 선로전환기 구성도
Fig. 4 Configuration of point machines for common use

또한, 선로전환기와 연동장치간의 동작을 기능적으로 구분하면 그림 5와 같이 나타낼 수 있다. 선로전환기의 연동장치와의 인터페이스 부분을 구분하면 연동장치에서 동작시키는 부분(적색부분), 선로전환기가 동작하고 상태정보를 처리하는 부분(녹색부분) 및 선로전환기를 동작시키는 공급전원을 위한 사전처리 및 결선 부분(청색부분)의 3부분으로 구분할 수 있다. 여기서 청색내부의 처리를 공용화할 수 있도록 인터페이스 시킨다면 선로전환기의 공용화는 가능하다.

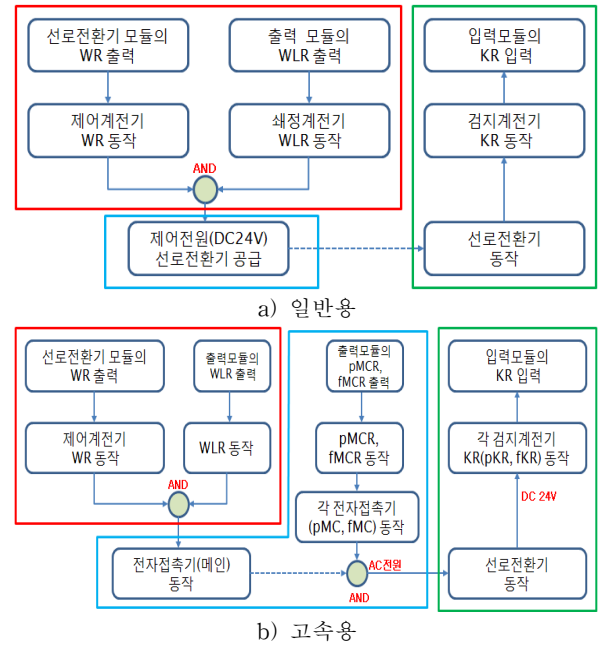


그림 5 선로전환기 기능구성도
Fig. 5 Diagram of functional configuration for point machines

2.4 연동장치와 선로전환기간의 인터페이스 방안

앞에서 검토한 바와 같이 인터페이스 처리방안으로 첨단부와 크로싱부를 병행으로 처리하는 방법과 단독으로 처리하는 방법으로 나눌 수 있다.

2.4.1 선로전환기에서 연동장치로의 인터페이스 방안

2.4.1.1 병행처리 방안

선로전환기의 회로제어기에서는 동작후의 상태를 NKR과 RKR를 통하여 처리할 수 있도록 되어 있다. 따라서 일반용과 채널 수를 맞추기 위해서는 각 KR의 상태를 직렬 조합하여야 한다. 위와 같이 선로전환기의 회로제어기에 의해 결정되는 고속용 KR 상태정보(pKR, fKR)를 첨단부와 크로싱부의 NKR 및 RKR로 직렬 조합 처리하여 2개의 채널로 입력되면 일반용과 같은 채널로 할 수 있다.

표 2 전자연동장치의 입력 채널 설정 방안(첨단부와 크로싱부 병행)

Table 2 Setting method of input channel of an interlocking system (in parallel point & crossing)

관련 사항	일반 철도용 분기기		고속 철도용 분기기		
	관련 정보	채널수	관련 정보	채널수	
선로 전환기의 회로 제어기	NKR	1	pKR, fKR 상태	pNKR .AND. fNKR	1
	RKR	1		pRKR .AND. fRKR	1

다만 직렬조합 처리를 하게 되면 비정상적인 동작을 하였을 경우 유지보수 측면에서는 침단부와 크로싱부의 어느 쪽에서 발생되었는지를 확인의 어려움이 발생할 수 있다.

2.4.1.2. 단독처리 방안

병행 처리시의 문제점을 개선하기 위해서는 침단부와 크로싱부를 별도로 처리하는 방법이 있다. 단독 처리시 선로 전환기에서 전자연동장치로의 정보내용은 일반용과 고속용이 동일하다.

표 3 전자연동장치의 입력 채널 구분(침단부와 크로싱부 단독)
Table 3 Classify of input channel for an interlocking system (separately point & crossing)

	일반 철도용 분기기			고속 철도용 분기기		
	관련 정보	채널수		관련 정보	채널수	
선로 전환기의 회로 제어기	KR 상태	NKR	1	KR 상태	NKR	1
		RKR	1		RKR	1

2.4.2 전자연동장치에서 선로전환기로의 인터페이스 방안

2.4.2.1 병행처리방안

선로전환기모듈에서의 제어출력 및 상태입력의 채널 수는 동일하다. 고속용 출력모듈에서의 출력은 pMCR 및 fMCR의 제어와 WLR 제어를 병렬 조합 처리하여 하나의 채널로 출력하고, 상태정보로는 pMCR 및 fMCR의 상태와 WLR 상태를 직렬 조합 처리하여 하나의 채널로 입력되어야 한다.

표 4 전자연동장치의 입출력 채널 설정 방안(침단부와 크로싱부 병행)

Table 4 Setting method of I/O channel of an interlocking system (in parallel point & crossing)

	일반 철도용 분기기			고속 철도용 분기기		
	관련 정보	채널수		관련 정보	채널수	
선로 전환기 모듈	WR 제어	1		WR 제어	1	
	WR 상태	N	1	WR 상태	N	1
R		1	R		1	
출력 모듈 출력	WLR 제어	1		WLR .OR. pMCR .OR. fMCR 제어	1	
	WLR 상태	1		WLR .AND. pMCR .AND. fMCR 상태	1	

2.4.2.2. 단독처리 방안

고속용 출력모듈에서의 출력은 MCR 제어와 WLR 제어를 병렬(or)조합하여 처리하여 하나의 채널로 출력하고, 상태정보로는 MCR 상태와 WLR 상태를 직렬(and)조합하여 처리하여 하나의 채널로 입력되어야 한다.

표 5 전자연동장치의 입출력 채널 설정 방안(침단부와 크로싱부 단독)

Table 5 Setting method of I/O channel of an interlocking system (separately point & crossing)

관련 사항	일반 철도용 분기기		고속 철도용 분기기		
	관련 정보	채널수	관련 정보	채널수	
선로 전환기 모듈	WR 제어	1	WR 제어	1	
	WR 상태	N	1	WR 상태	N
R		1	R		1
출력 모듈 출력	WLR 제어	1	WLR .OR. MCR 제어	1	
	WLR 상태	1	WLR .AND. MCR 상태	1	

2.5 정보처리를 위한 인터페이스 방안

일반용과 고속용의 공용화를 위해 병행 처리하는 방법과 단독 처리하는 방법이 있지만 어느 방법을 선택하여도 공용화가 가능하다. 고속용의 WLR OR pMCR OR fMCR 제어를 한 형태는 일반용의 WLR 제어 형태와 동일하다. 고속용의 WLR AND pMCR AND fMCR 상태정보 형태는 일반용의 WLR 상태정보 형태와 동일하다.

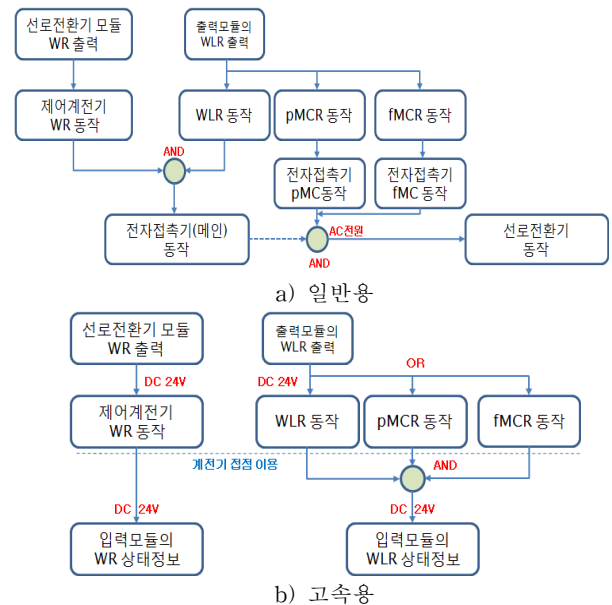


그림 6 공용화 상태정보 처리 블록도
Fig. 6 Process block diagram for common use

고속용의 pKR과 fKR의 상태정보(pNKR AND fNKR, pRKR AND fRKR) 형태는 일반용의 KR(NKR과 RKR) 상태정보 형태와 동일하다.



2.6 향후 연구방안

이상과 같이 현재 한국철도에서 적용중인 일반용과 고속용의 전자연동장치와 선로전환기는 각각의 특성에 맞게 적용하고 있어 설치 및 유지보수에 있어 지속적인 애로가 발생하고 있어 이들을 공용화하여 애로를 극복하는 방안으로 그림 4와 같이 검토하였다.

향후에는 제안된 인터페이스모듈에 대해 실 장치를 제작하고 기능시험과 안전성분석 활동을 통하여 현장설비를 기반으로 성능검증이 수행되어야 한다. 성능검증이 확인되면 이를 바탕으로 표준사양을 작성되어, 향후 전자연동장치와 선로전환기의 인터페이스에 있어서의 사양으로 활용되어야 할 것이다.

3. 결 론

전자연동장치와 선로전환기간의 정보전달 및 인터페이스 관계를 검토하고 분석한 결과로 선로전환기의 구동을 위한 방법과 내부 구조는 유사하였으나, 선로전환기를 구동시키기 위한 전원의 공급방법에 매개체가 사용되고 결선형태가 상이하지만 문제점으로는 크게 부각되지 않는다.

문제점으로는 일반용은 하나의 분기기를 구동시키지만, 고속용일 때는 두 개의 분기기를 동시에 구동시키기 때문에, 분기기를 구동시키기 위한 제어출력 및 분기기의 동작 후 상태정보의 채널수가 다르다. 연동장치에서 분기기를 공용화하기 위해서는 입출력 채널 수를 동일하게 맞추는 방안을 마련하여야 하는데 전제조건이 필요하다. 해결 방안으로는 고속용 선로전환기의 점단부와 크로싱부를 병행 처리하는 방법과 개별 처리하는 방법이 존재하며 두 방안 모두 공용화를 하는데 문제점이 발생되지는 않는 것으로 분석되었다.

연동장치와 선로전환기간의 인터페이스 모듈은 시스템의 표준화 및 유지보수 측면에서도 효율적인 것으로 판단된다. 향후 지속적인 연구를 통해 실 장치를 구현하고 이를 현장 설치와 시험을 거치는 연구를 지속하여 최적의 표준방안을 도출함으로써 본 연구의 최종 목표인 고속 및 일반용을 포함하는 범용형으로 운용이 가능한 효율적인 시스템이 될 기 대된다.

References

[1] J.Y. Park, W. S. Hong, B. R. Chen, Railway Signaling Engineering, Dong-il press, 2009
 [2] KOREA RAIL NETWORK AUTHORITY, Railway Design Manual: Signaling Parts, pp.4-1-61, 7-1-101, 2004
 [3] J. Y. Park, "Study on performance improvement of electric-point machine monitoring system", Journal of The Korea Academia-Industrial cooperation Society, vo. 11, no. 11, pp.4509-4514, 2010
 [4] Jong-Hyen Baek, Yong-Kyu Kim, Ducko Shin, Kang-mi Lee, "The Localized Development of Single

Phase MJ81 Switch Point Machine", Proceedings of 2009 Summer Conference of the Korean Institute of Electrical Engineering, pp 1181-1182, 2009

[5] Samsung SDS, Overview of SIWES Point Machine Installation for Gyeongbu High-speed Railway Project Phase II, 2011
 [6] KRRI, Report for establish measurement to prevent disorder Point Machine of Gyeongbu High-speed Railway Project Phase II, 2011
 [7] KOREAN RAILWAY STANDARDS, KRS SG 0015-13(R) (Electronic Interlocking Device), 2013
 [8] Hyukshin Electric Co., Ltd., Technical Report of Electronic Interlocking System, 2010
 [9] Yookyuong Control Co., Ltd, Technical Report of Electronic Interlocking System, 2011
 [10] Korean Standard, KRS SG 0026(NS type point machine), 2006
 [11] Korean Standard, KRS SG 0027(MJ81 type point machine), 2006

저 자 소 개



이 재 호(Jae-Ho Lee)

1987,89년 광운대학교, 대학원 전자공학과 졸업(학,석사), 2005년 고려대학교 메카트로닉스학과 졸업(박사), 1995년~현재 한국철도기술연구원 광역도시교통연구본부 책임연구원
 Tel : 031-460-5436
 E-mail : prolee@krii.re.kr



강 신 주(Shin-Ju Kang)

1976년 한양대학교 전자공학과 졸업, 2008년 서울과학기술대학교 철도전문대학원 전기신호공학과 졸업(석사), 2010년 상기 대학교 박사과정수료, 2005년~현재 (주)혁신전공사 기술상무/제1연구소장
 Tel : 031-321-2830
 E-mail : ksj3439@hanmail.net