

현장리포트

SPOTLIGHT

서울시 교통신호기의 노후화,
교통안전 증진과 미래교통을 위한
서울시 노력과 방향

박순용 수석연구원



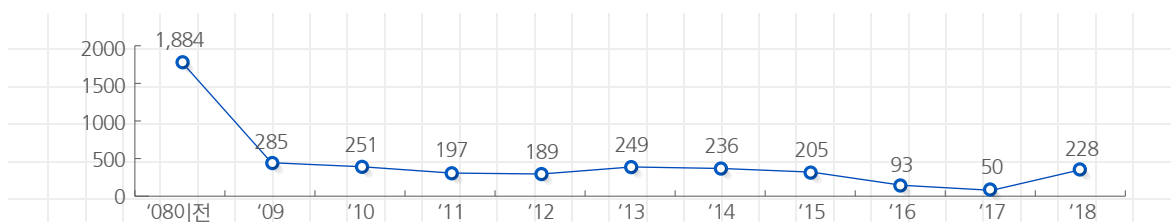
서울시 4,164개 교통신호제어기 중 45%가 노후화,
소형교통신호기와 연계장비로 시민 교통안전과 운영효율 증진 기대

서울시민의 교통안전 증진을 위해 서울시가 직접 나섰다. 어떠한 이유로 소형 교통신호제어기가 필요한가?

서울시의
신호교차로는
6,133개소 이중
45% 내구연한
넘어 교체요구

2019년 서울시에서 운영하고 있는 신호교차로는 6,133개소로 4,164개의 교통신호제어기가 운영 중이며, 이중 45%에 해당하는 1,884개의 교통신호제어기가 내구연한을 넘어 교체가 요구되고 있다. 서울시 교통신호제어기 중에서 단일로(1,129개) 및 3지 교차로(1,358개)가 차지하는 비율은 각각 27.1% 및 32.6%로 서울시 전체에서 약 60%를 차지하고 있다.

[표 1] 서울시 교통신호제어기 연도별 설치 현황



[표 2] 서울시 기하구조별 교통신호교차로 개소 수 현황



이러한 소형 교차로에서는 기존의 신호제어기에 탑재된 장치를 모두 사용하는 것이 아니라 일부 장치만 사용하기 때문에 불필요하게 부피만 큰 교통신호제어기가 보도의 일부를 차지하고 있는 실정이다. 기존의 경찰청 표준 교통신호제어기는 4지 이상 교차로에서 사용이 되도록 구성되어 있기 때문에, 서울시 전체 60% 이상을 차지하는 단일로 및 3지 교차로에서 보다 실용적으로 부피가 작으며, 도시 미관을 살릴 수 있는 효율적인 교통신호제어기 개발이 지속적으로 요구되어 왔다. 이에 서울시는 한정된 예산을 효율적으로 사용하며, 시민의 안전을 증진하기 위해 기존 대비 소형화 교통신호제어기를 운영하는 방안을 제시하고 이를 통해 신호제어기의 가격을 낮추어 서울시 60%를 차지하고 있는 3지 교차로 및 단일로에서 사용이 가능하도록 고안된 소형 교통신호제어기를 제작하였다.

교통신호기의 역할은 무엇이 있으며, 서울시는 어떻게 발전해 왔는가?

교통신호기의 태생·역할·기능

세계최초의 교통신호등은 1868년 영국 런던의 위스트민스터에서 처음 사용되었으며, 당시에는 적색과 녹색의 가스등을 사람이 직접 손으로 조작하여 사용하였다. 현대와 같은 전자식 교통신호제어는 1914년 미 오하이오주 클리브랜드에서 최초 사용되었다. 국내의 경우 1978년을 기점으로 그 이전에는 일반 신호제어(기계식)가 운영되었고, 1980년대 들어 전자신호제어기가 사용되기 시작하였다. 당시 서울시는 미국 Eagle Signal社 시스템, 부산은 일본 옴론 시스템 등 외국 기술에 의존하였다. 그러나 1990년대 들어 전자신호시스템은 완전히 국산화되어 운영되기 시작하였다.



[일반적인 교통신호기의 구성]

[음향신호기]

[바닥형보행신호등]

[신호 및 과속 단속장비]



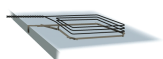
세계최초 신호등

이러한 교통신호는 도로를 이용하는 차마(운전자) 및 보행자에게 우선권(Right of Way)을 할당하여 원활하고 안전한 교통운영을 목적으로 활용되고 있다. 도로교통법에서는 도로를 통행하는 보행자와 차마의 운전자는 교통안전시설이 표시하는 신호 또는 지시를 따르도록 하고 있으며, 신호기 등의 설치 및 관리에 대해 명시하여 그 일관성 및 통일성을 유지하도록 하고 있다. 최신 교통신호기는 원활한 교통운영을 위해 차량을 검지하는 검지기와 연계되어, 실시간 교통정보 기반의 최적 신호를 제공하는 기능뿐만 아니라 교통안전을 위한 주변장치 연계 기능을 가지고 있다.

서울시에
적용된
국내 최초
첨단 교통신시스템

서울시와 서울경찰청은 1991년부터 3년간 교통신호제어시스템 개발을 수행하여 서울시 도로 및 교통특성이 반영된 한국형 교통신호제어시스템(COSMOS : Cycle Offset, Split Model of Seoul, 신신호시스템)을 개발하였다. 신신호시스템은 현장 교통상황 자료를 자동으로 수집하여 교통상황에 따라 신호시간을 산출하는 시스템으로 신호제어기능은 정주기식(TOD : Time of Day), 패턴 선택식(Pattern Selection), 그리고 교통대응(Traffic Responsive) 신호제어 기능을 가지고 있다. 이 시스템의 운영은 중요교차로(CI : Critical Intersection)의 교통대응기능, 비중요교차로(SCI : Sub Critical Intersection)의 패턴선택기능을 주기기능으로 운영되었다. 신신호시스템은 이후 기능개선을 거쳐 전국 주요 도시의 기본 교통운영 시스템으로 자리를 잡는 듯 보였다.

그러나 2000년대 ITS(ITS : Intelligent Traffic System, 첨단교통시스템)의 활성화에도 불구하고, 도로의 잦은 굴착 및 중차량 등으로 인한 차량 검지기(루프 검지기)의 파손이 잇따라 발생하였다. 특히 서울시의 경우 버스 중량차로제 등을 위한 공사 등으로 인해 기존 루프 검지기의 절반가량이 제 기능을 수행하지 못하는 상황에 이르렀다.



루프 검지기

국내 교통신호기의 발전동향 및 미래교통으로의 전환과 교통안전을 위한 연계시스템의 확대

국내 2000년대 중반 교통신호 제어시스템 발전 동향

국토교통부 국가연구개발사업으로 한국교통연구원이 주관이 되어 기존 차량 검지기의 파손 등의 문제점을 해결하고자 다양한 IT기술을 접목한 검지체계 기반의 신호제어시스템 개발이 2003년부터 5개년에 걸쳐 이루어졌다. 당시 Hi-Pass 단말기를 장착한 차량을 검지하여 방향별 통행시간을 산출하여 교차로의 최적 신호주기 및 현시(녹색시간)를 제공하는 시스템이었다. 그러나 당시 단말기 보급률이 낮아 시범사업형태의 현장적용 이후 실질적인 확대는 이루어지지 않는 못하였다. 최근들어 교통신호를 담당하고 있는 경찰청에서는 치안과학기술연구개발사업으로 도로교통공단 주관하에 2015년부터 5개년간 스마트신호시스템을 개발하였다. 기존 연구에서 제한적이었던 검지체계를 다양화(UTIS, 이동통신사 정보, 스마트폰) 함으로써 검지율을 높이고, 수요예측 기법을 활용, 장애 소통정보를 예측하여 사전에 최적 신호를 산출하여 선택적으로 사용할 수 있도록 하였다. 또한 현장에서 검지되는 차량 정보를 활용하여 지속적인 신호시간 개량이 가능하도록 하였다.

미래교통 전환을 위한 교통신호기

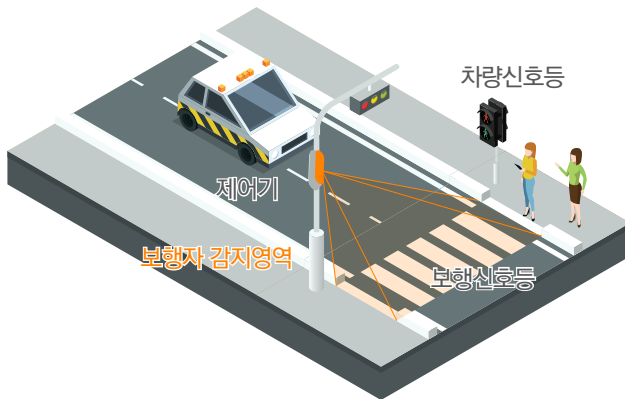
국토교통부는 2014년부터 2020년 까지 C-ITS 사업을 통해 V2V(차량간), V2I(차량-인프라간) 통신 기반으로 정보를 공유하는 사업을 수행하고 있다. 이를 통해 자율주행 차량에게 교통정보, 위험구간, 도로기상, 교통신호 등의 정보를 제공하여 자율주행 지원과 교통안전에 활용하고 있다. 여기서 교통신호정보는 C-ITS 실증 사업이 구축된 교차로를 중심으로 현장 교통신호제어기에서 RSE(노변장치)를 통해 자율주행차량에 제공된다. 이러한 자율주행시대에 대비하기 위해서 교통신호시스템은 기존 아날로그 신호등을 대체하는 통신기반 디지털 신호등과 교차로에서 자율주행 차량 간의 상충을 방지하기 위한 통행제어 최적화 기술의 개발이 준비중이다. 이와 더불어 기존 운전자가 선택하였던 운행경로를 AI 기반 차량이 직접선정할 수 있게됨으로서 도로 네트워크의 최적화가 가능해 질 것으로 예상된다. 서울시는 미래교통기반 마련을 위해 C-ITS 서비스 구축 및 실증이 진행 중이며, 자율협력주행 테스트베드 또한 조성 준비중이다.



[서울시 C-ITS 실증사업]



[C-ITS 개요도 및 대표서비스]



[보행신호 자동연장시스템 개념도]

구분	보행시 녹색 점등	보행시 녹색 점멸	보행시 적색 점등
보행시 신호등			
바닥형 보행신호등			



[바닥형 보행신호등 현장설치도 및 운영개념도]

**보행자
교통안전을
위한 연계**

교통신호제어기는 경찰청에서 승인하고 있는 타시설과 연계를 위한 시스템이 장착되어 있으며, 현재까지 공식적으로 승인된 연계시스템은 '시각장애인용 음향신호기', '보행신호자동연장 시스템', '보행자 작동신호기', '보행자 자동인식 신호기', '바닥형 보행신호등', 그리고 '신호단속장비' 등이 있다. 이중 가장 많은 비율을 차지하고 있는 보행자 신호관련 시스템은 보행자가 자신이 직접 운영에 개입하는 방식과 여타 검지에 의해 운영되는 방식, 상시운영되는 방식으로 구분될 수 있다. 푸시버튼(버튼을 누르면 보행신호가 일정시간 이후 등화 됨)과 같이 보행자가 직접 신호를 받기 위해 운영되는 직접개입 방식과, 레이더 및 영상 등에 의해 보행자 검지 후 신호제공 및 연장되는 방식, 그리고 상시로 시각장애인을 위한 음향안내 및 보도 바닥에 띄형태의 신호등으로 설치되어 신호를 제공하는 상시운영 방식이 있다. 이러한 보행자 신호관련 시스템은 보행자 안전과 편의 증진을 위해 사용되는 방식이다.

**차량단속을 통한
교통안전 연계**

경찰청에서는 차량 제한속도 초과 및 신호위반을 방지하기 위해 단속카메라를 운영하고 있다. 과속단속 카메라는 고정식과 이동식(경찰관이 직접운영하는 방식)으로 구분되며, 고정식은 지점 및 구간으로 구분된다. 신호위반의 경우는 단독으로 사용되는 것이 아니라 속도위반과 병행하여 사용되고 있다. 2020년 6월 기준으로 국내에는 총 9,951개의 단속카메라가 있으며, 이중 고정식은 과속 3,313개, 구간 573개, 다기능(속도 및 신호위반)은 5,626개가 운영중이며 이동식은 439개이다.



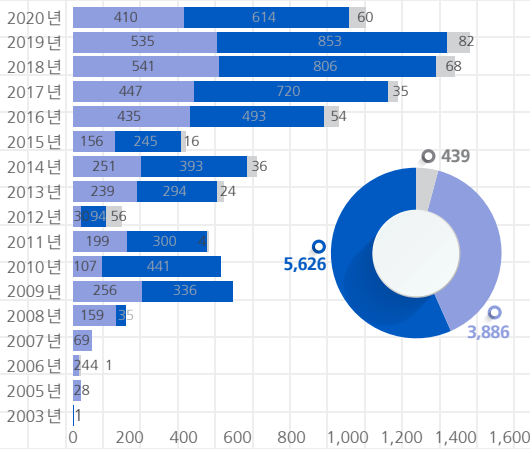
고정식 단속카메라



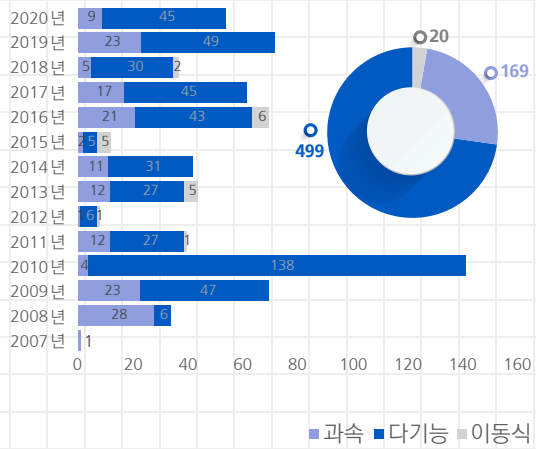
이동식 단속카메라

서울시는 총 688개의 단속카메라가 운영 중이며, 고정식 과속 145개, 구간 24개, 다기능 499개, 이동식은 20개가 운영 중이다. 이중 신호위반카메라는 도로상에 설치된 정시신을 기준으로 차량을 단속하게 되며, 적색신호 정보를 교통신호제어기로부터 수신하여 검지된 차량을 신호위반으로 선정하여 단속하게 된다. 일반적으로 녹색신호(황색신호 포함)에서 적색시간으로 전환후 약 1초 이후부터 단속시스템이 가동되지만 이 시간은 설치 위치 및 운영자에 의해 변동될 수 있다. 일반적으로 신호 및 과속단속카메라는 교통사고 예방이 필요한 보호구역(어린이, 노인 등) 주변과 대형사고가 발생한 지점 위주로 설치 운영된다.

전국 단속카메라 증가추이 및 구성 (2020.06 기준)



서울시 단속카메라 증가추이 및 구성 (2020.06 기준)



서울시 소형교통신호제어 설치 · 운영을 위한 절차 진행과, 확대 보급을 통한 기대효과

서울시 설치 운영을 위한 단계

서울시는 소형 교통신호제어기(기존 표준대비 30% 이하의 체적을 가지며, 단일로 및 3지 교차로에서 사용이 적합하도록 기능을 구현함)를 개발하여 효율성 및 경제성을 확보하였다. 기존의 표준교통신호제어기의 기능(기본신호운영 및 미래교통 및 교통안전 연계시스템)을 수행함에 있어서 3지교차로 이하 단일로 등에 적합하도록 구성되어 있으며, 앞서 설명한 교통안전을 위한 연계시스템과의 확장성을 고려하여 옵션보드(타 시설과의 연계장치) 등의 기능을 포함할 수 있도록 하였다. 소형 교통신호제어기의 서울시 적용 및 적국확대를 위해서는 경찰청 표준규격으로 상정이 반드시 필요하다. 따라서 표준화를 위한 경찰청 교통안전시설심의위원회의 '시범운영 상정', '시범운영 현장검증 결과 보고', 그리고 '표준(안) 상정' 순의 절차가 필연적이다. 현재까지 소형교통신호기의 개발 및 기술검증이 이루어진 상태로 운영상의 안전성 검토를 위한 시범운영이 절실히 필요한 실정이며, 관련 절차가 진행 중이다.

**경제적 직접효과
및 산업계
수출증진
간접효과 기대**

향후 시범운영을 거쳐 운영 안전성 등이 확보되고 표준화 절차가 완료되어 실제 서울시에 소형교통 신호제어기가 설치 될 경우, 서울시 단일로에 운영하는 1,129개에 개소당 2백만원의 감소 효과(2,258백만원) 및 단일로 연동 1,089개에 개소당 2백만원의 감소 효과(2,178백만원)의 직접적 경제 효과가 있을 것으로 예상된다. 이와 더불어 감소 예산을 내구연한이 교통신호제어기 교체사업에 사용함으로써 서울시 교통안전 증진에 도움이 될 것으로 예상된다. 또한 교통신호제어기 생산·판매하는 산업계의 다양성을 증진시키고, 국내에서 검증된 소형교통신호제어기의 해외 수출 기반을 마련할 수 있을 것으로 기대된다. 동남아 등 개발도상국에 국내에서 표준화된 신호기의 수출 판로가 높은 만큼 그 기대가 크다고 할 수 있다.

[표 3] 교통신호제어기 구성 및 사이즈 (경찰청 표준 및 서울시안)

구분	내부 장치 구성 방법	크기(세로×가로×깊이)	체적율	사진
기본형	표준랙 - EIA 규격 19 인치 랙 3 개 - 주제어부 랙 (6U), 신호구동부 랙 (3U), 기타장치부 랙 (3U), 단자대 - 2010 식 LSU 16	1,000x600x450mm	100%	
	표준랙 - EIA 규격 19 인치 랙 2 개 - 주제어부 +신호구동부 랙 (6U), 기타장치부 랙 (3U), 단자대 - 2010 식 LSU 16	870x520x400mm	67%	
소형	비표준랙 - EIA 규격 비표준 랙 사용 - 주제어부 랙, 신호구동부 랙, 기타장치부 랙, 터미널단자대 - 2010 식 LSU 10 이상	1,250x320x350mm	52%	
	비표준랙 - EIA 규격 표준 /비표준 랙 사용 - 위 소형 구성에서 2010 년식 LSU 8 조 이상, DET(OPT) 4 슬롯 이상(단, 모두 8 채널 기준 단자대 배선)	650x400x350mm	33%	
단일로형	비표준랙 - EIA 규격 표준 /비표준 랙 사용 - 주제어부 랙, 신호구동부 랙, 터미널단자대 - 위 구성에서 2010 년식 LSU 4 조 이상, DET(OPT) 2 슬롯 이상 (단, 모두 4 채널 기준 단자대 배선)	650x380x320mm	29%	



References

- 1) 감사원(2018), “구간과속단속장비 운영의 효과 분석 및 설치 기준 연구” 도로교통공단
- 2) 경찰청(2020), “교통신호제어기 표준규격서(NPA-TSC-2010-R26)” 경찰청
- 3) 경찰청(2019), “바닥형 보행신호등 보조장치 표준지침” 경찰청
- 4) 경찰청(2017), “교통신호기 설치·관리 매뉴얼” 경찰청
- 5) 경찰청(2017), “시각장애인용 음향신호기 규격서” 경찰청
- 6) 경찰청(2013), “보행자 자동 인식 신호기 표준지침” 경찰청
- 7) 경찰청(2010), “보행자 작동신호기 설치지침” 경찰청
- 8) 도로교통공단(2018), “무인단속교통장비 규격 개선 방안 연구” 도로교통공단
- 9) 고세진, 이재관, 박상민, 고광용, 윤일수(2019), “디지털 교통신호제어기 개발 연구” 『한국ITS학회논문지』 Vol.18 No.6, pp.43-59
- 10) 김민성, 고광용, 이철기, 정준하, 허낙원(2013), “디지털 교통신호제어기 통신체계 개발” 『한국ITS학회논문지』 Vol.12 No.3, pp.01-10
- 11) National Electrical Manufacturers Association(2003), “NEMA Standards Publication TS 2-2003 Traffic Controller Assemblies with NTCIP Requirements”, National Electrical Manufacturers Association
- 12) 국토교통부 C-ITS홍보관 (<http://www.c-its.kr/introduction/introduction.do>)