

신교통시스템의 교차로 제어기술연구

이수환* 박재영**
 우송철도대학원* 우송철도대학교**

Study of control technical of cross load at New traffic system

Lee, Soo-Hwan* Park, Jae-Young**
 Woosong University* Woosong University**

Abstract - In comparison with different mass transportation systems, the streetcar is lower, both in speed and transportation capacity. However, it has the advantage of reducing the cost of construction, because it makes infrastructure simple, by using the road. It is proper in the city, where the population is few, to raise the efficiency of traffic. The convenience is high to passengers. On time accuracy and the commercial speed is influenced by operating condition. Generally that is organized into 21m degree in 6 quantity. All passengers in a streetcar are about 180 people. The maximum speed is 40~60km/h. When road traffic is considered, the speed can be reduced to 15km/h. To enhance the speed, the construction of a priority signaling system is necessary which is integrated with the road traffic operation information system. In order to develop a better Traffic Control System which is connected to a Traffic Control Center, a Priority Signaling System which incorporates Intersection Control Technics must be included.

1. 서 론

신교통시스템에서 노면전차는 도시의 대량수송 시스템과 비교하면 수송력, 속도 등은 떨어지지만, 일반적으로 도로를 이용하므로 역 설비, 인프라(infrastructure)를 단순하게 할 수 있어 건설비가 대폭적으로 절감되는 큰 장점이 있다. 인구가 소규모의 중소도시에 교통 효율증대를 위해 도입이 가능하다. 운행특성으로는 승객의 편리성은 높지만, 정시성, 표정속도는 연선(沿線)의 주행조건에 크게 좌우되므로 일반적으로 차량의 편성은 4~6축, 길이 14~21m, 승차인원은 100~180명 정도로 그 중 20~40%가 좌석으로 되어 있고 편성은 1량 또는 2량, 가끔 3량 편성으로도 운행되며, 최고속도는 40~60km/h 정도이나 도로교통과 연계성을 고려하여 표정속도는 15km/h 정도로 적용된다. 따라서 속도향상을 위해서 우선신호체계의 구축이 필요하며, 노면경전철은 버스의 도로교통 집중장치와 연계하여 도로교통 운영 정보를 상호보완적으로 적용하는 시스템 구축이 필수적이다. 따라서 교통관리센터와 상호 연계된 교통운영체제를 위해서는 우선신호체계에 따른 사거리 제어기술이 개발되어야 할 것이다.

2. 본 론

2.1 해외 노면전차의 운행현황

해외 노면 경전철은 개방형 노면전차(LRT)의 도입에 따른 제어방식에 관한 연구가 일부 수행되었다. 독일 뮌헨의 BALANCE방식에 대한 연구는 LLAMD 협회 드라이브 II 계획의 일부로 이루어졌으며, BALANCE(평형 적합한 네트워크 제어 공법)는 Munich COMFORT project(뮌헨 안전화 계획, Friedrich et.al. 1995)에서 개발된 교통 신호 제어 방법으로 BALANCE (Toomey, et.a l. 1997)는 지역 컴퓨터에서 진행되는 것으로 경제적인 모형을 기반으로 하며, 도시교통의 전체적인 제어는 뮌헨의 각 지역 컴퓨터의 제어 프로그램(차량 발동작용)을 확장하여 제어하도록 구성하였으며, BALANCE(균형)의 개념은 2단계 제어 전략으로 구성되며, 도시교통제어(UTC)의 하부 연동을 위하여 (I) 분산형(decentralize)의 조작가능 수준과 (ii) 집중형(centralised)의 전체적으로 수평적인 수준으로 구분하여 운전방식을 규정하였다. 미국 롱비치의 로스앤젤레스 시스템은 로스앤젤레스 중심가로부터 롱비치 중심가까지 35Km정도의 거리를 경량전철의 시간의 상황에 따라 몇 개의 교차로에서 우선권을 부여받을 수 있도록 운전규정을 정의하였다. 호주

의 멜버른의 Sydney Coordinated Adaptive Traffic System (SCATS)은 중앙제어 시스템에서 대중교통 우선권을 수행하며, 양쪽 모두 순종하는 시스템으로 중앙제어 시스템은 250km의 노면전차 궤도와 180개소의 교통신호를 통제하며, 최악의 상황에서의 교통조건을 근거로 교통신호계획을 수립하였으며, 서브시스템의 교차로 수는 1에서 10까지의 교차로를 포함하는 형식의 운전방식으로 구성하였다. 또한 영국의 셰필드시스템은 도로교차의 교통신호체계에서 노면전차에 절대적 우선권을 제공하도록 하여 Supertram을 도입하고 이것은 Supertram 시스템(Saffer와 Wright(1994))의 적용을 위한 교통신호제어 기술을 개발하였다. 스웨덴의 고텐부르크의 SPOT 시스템은 공공 수송 기관 우선권을 드라이브 II에 적용하면서 고텐부르크의 대중교통 우선권 개발은 교통 상황에 따라 동작하는 도로를 제어하기 위하여 새로운 거점 분산형 트래픽 제어기들의 동작계획을 중앙에서 수립하는 방식으로 고정인인 패턴방식의 교통제어의 시간패턴은 한 패턴을 갱신하는데 사용되는 시간은 15분으로 고정하고 대중교통 우선권 선정은 불규칙한 교통현황을 반영하지 않은 것을 기초로 운전규정에 대한 기준으로 적절하였다. 독일 슈투트가르트의 Stuttgart 시스템은 451대의 차량과 71개 노선의 총연장 540km를 제어하도록 하고 몇몇 실시간 신호 제어 전략은 버스(Nelson et.a l. 1993) 그리고 경량전철의 우선권 서비스를 위해 사용하도록 운전규정을 검토하였다. 독일 뒤스부르크의 VS-PLUS시스템은 노면전차의 교통신호에 대한 우선권(Lange and Lenzen, 1997)을 길가 표지들과 적외선 통신들에 의하여 제공 받도록 운전 규정을 검토하였다. 스위스의 취리히 시스템은 법적 권한이 높은 수준의 대단히 성공적인 통합된 교통시스템을 보유하고 있으며, 공공 수송 기관 차량들을 위한 우선권 시스템은 지연시간 제로의 수준을 목표로 사거리 제어기술을 검토하였다.

2.1.1 SPOT 시스템(스웨덴, 고텐부르크)

구분	기술 적용 방안
제어 방식	①교통제어를 위한 PROMPT(Priority and InfOrMatics in Public Transport[a DRIVE II project])의 우선권 프로그램 시스템은 AUT(교통 자동 업데이트, Automatic Updating of TRANSYT) 와 KomFram AVL 시스템에서 결정되어진 함수 값을 기초로 프로그램에 적용되었음.
	②AUT는 SPOT(우선권시스템)에 교통안정, System for Priority and Optimisation of Traffic)에 의하여 동작하여 관련 계획을 제공하고, KomFram는 교차로에서의 우선권 차량들의 경험적인 도착 예정시간을 제공합니다.
	③SPOT 유닛은 대중교통차량의 검지정보를 향상에 제공되고, 각 교차로에서 사용되는 전통적으로 특별한 단계를 제공한다.

2.1.2 BALANCE방식(독일, 뮌헨)

구분	기술 적용 방안
제어 방식	①대중교통(Public Transport) 차량들을 위한 우선권은 제어 가능한 범위에서 우선권 중단 방식(단계 변화), 청신호 시간대 연장 그리고 규정된 패턴에 의해 현장에서 연속적으로 수행.
	②규정되어진 우선권 단계는 확실한 우선권(만약 다른 공공차량들에 의하여 지연되지 않으면) 단계부터 보편적인 우선권단계까지 조정.
	③지역에 따른 특별한 조건, 일반적인 교통상황, 그리고 경쟁하고 있는 대중교통 수단에서 발생하는 지연시간에 따라 우선권의 단계를 조정하여 적용.
	④일반적인 경우 기준은 "개별교통수단으로 발생하는 지연시간" 그리고 "대중교통수단으로 발생되어지는 지연시간"의 교통영향 평가를 통하여 중요도의 지수에 따라 적용.

2.1.3 로스앤젤레스 시스템(미국, 롱비치)

구분	기술 적용 방안
제어 방식	①절대적 우선권과 부분적 우선권방식으로 구분. ②부분적 우선권방식은 경량전철의 운행에 따라 교통신호기의 진행신호를 일부 연장 또는 일부 빠르게 시작하는 윈도우 스트레칭방식에 기초. ③조정되어지는 녹색 진행시간은 다른 단계들로부터 조정되어지므로 조정되는 시간에는 일정한 한계가 있음. ④절대적인 우선권 방식은 제한 사항이 없으며, 경량전철의 진행에 따라 교통신호제어기를 조정.

2.1.4 Sydney Coordinated Adaptive Traffic System(호주, 멜버른)

구분	기술 적용 방안
제어 방식	①교차로 근처의 열차검지기는 노면전차 전방의 상태에 따라 우선권 반응시간을 연장하거나 연장 시간을 제거. ②설정되어 제공되는 우선권의 유연성은 일일 시간대별 교통 흐름도에 따라 결정되어진 상황 또는 교차로의 혼잡상황도에 따라 제공될 수도 있고 안 될 수도 있다.

2.1.5 셰필드(영국)

구분	기술 적용 방안
제어 방식	①노면경전철 우선권은 요구에 따라 단계별 적용. ②각각의 노면경전철의 단계는 요구가 발생할 경우 적용. ③만약 경전철 우선권에서 동일한 상황이 지속적으로 발생할 경우 이에 대한 특별한 정의가 없다면 경전철은 일반 신호와 동일하게 적용.

2.1.6 Stuttgart 시스템(독일, 슈투트가르트)

구분	기술 적용 방안
제어 방식	①우선권은 세 가지의 단계로 주어진다. ②첫 번째 단계는 " 한정된 우선권의 처리(limited preferential treatment) "라고 하며, 요구된 진행신호의 연장을 승인. ③두 번째 단계는 연장과 재출출 양쪽 모두를 승인한다. 그러나 제기되어진 단계들은 고려된 최대치 정지시간에 한계가 있음. ④세 번째 수준은 부과되는 어떠한 정지시간에 제한 없이 확실한 우선권을 줍니다.

2.1.7 VS-PLUS(독일, 뒤스부르크[Duisburg])

구분	기술 적용 방안
제어 방식	①노면전차가 특정한 위치에서 교통신호제어기에 위치정보를 전송하면 다른 교통신호체계에 최소의 영향을 미치는 범위를 계산하여 우선권을 제공하고 그 결과로 다른 교통시스템의 진행시간을 최소한의 감소를 발생시킴. ②VS-PLUS를 호출하여 시스템을 사용하며 각각의 교차로에서 교통신호기들은 제어.

2.1.8 튀리히(스위스)

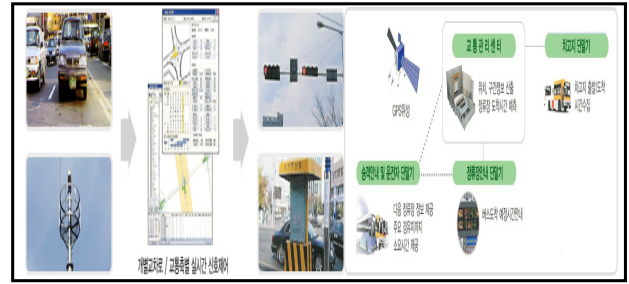
구분	기술 적용 방안
제어 방식	①공공 수송 기관 차량의 위치검지에 따라 현장의 교통제어기는 차량이 통과하는 교차로에서 진행신호를 확실하게 보장. ②검출 정보는 중앙컴퓨터에서의 전략적인 결정이 현장에서 안정적으로 수행될 수 있도록 모든 계통에서 안정성을 기초로 구성. ③동기시스템은 혼잡한 경우에도 공공 수송 기관 루트들을 자유롭게 하는데 사용.

2.2 사거리 제어시스템 개발을 위한 검토

신교통 시스템을 위한 사거리제어기술의 개발을 위해서는 기존 교통 제어시스템과 신교통시스템의 정보 연계방안 및 연계성을 검토하고 이를 토대로 신교통시스템의 교차로 우선신호시스템을 위한 교차로 제어시스템의 분석이 수행되어야 한다. 그리고 최종적으로는 신교통시스템의 신호체계 검토를 통한 교차로 우선신호체계 제어시스템의 개발이 이루어져야 할 것이다.

2.2.1 교통제어와 신교통시스템의 연계방안 분석

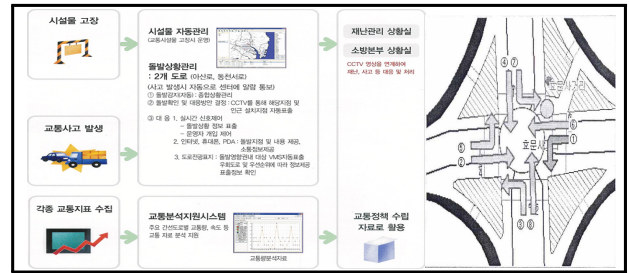
도로교차로 운행제어시스템의 구성을 검토하여 연계방안을 도출하고 신교통 시스템의 열차검지 기술을 분석하여 열차의 운행현황 정보를 도로교통 관제센터와 연계하는 방안을 계획하여야 한다.



<그림 1> 도로교통시스템의 연계 구성도

2.2.2 신교통시스템의 교차로 제어시스템 분석

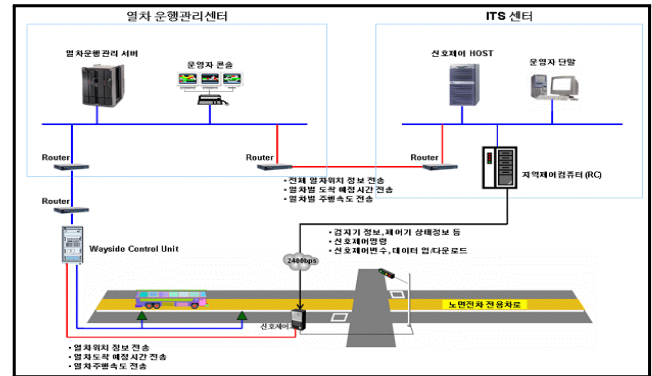
도로교통 교차로 제어시스템의 동작개념 및 제어기술의 검토를 통한 도로교차로의 제어시스템의 패턴분석 및 논리구조를 분석하여야 한다. 분석이 완료되면 신교통 시스템의 교차로 제어를 위한 제어논리를 개발하여야 한다.



<그림 2> 도로교통시스템의 정보처리 현황

2.2.3 신교통시스템의 사거리 제어시스템 개발

도로교통시스템의 논리구조 분석을 통한 교차로제어시스템의 핵심 S/W를 개발하고 이에 맞는 H/W를 적용시킨 다음 신교통시스템을 위한 열차운행시간에 맞는 제어기술과 시간간격 조절을 통한 우선신호체계의 구현을 개발하여야 한다.



<그림 3> 신교통시스템의 사거리제어 정보흐름

3. 결 론

국내 신교통시스템의 개발의 노력은 최근에 많은 호응을 보이고 있다. 따라서 개발되어지는 신교통시스템의 효율적인 운영 및 교통시스템으로의 경쟁력 향상을 위하여 기존의 도로교통과 연계되는 시스템의 개발이 절실한 실정이며, 개발되는 지능형 교차로 제어시스템의 효과적인 활용을 위해서는 도로교통제어시스템(ITS)과의 연계성을 확보하는 것이 가장 필요할 것이다.

[참 고 문 헌]

[1] Selectde Vehicle Priority in the UTM Environment (Urban Traffic Management and Control, 1998)
 [2] 경량전철기술(Light Rail Transit)(2005)
 [3] Application of Part 10 of the Manual on Uniform Traffic Control Devices to Light Rail Transit Projects(Jack W.Boorse, 9th National Light Rail Transit Conference)
 [4] Bombardier Transportation Light Rail Vehicle Projects(BOMBARDIER)