

바이모달트램의 기준경로 주행방법

Driving Method of Reference Path for Bi-modal tram

변윤섭* 이강원* 배창한* 목재균*
Byun, Yeun-Sub Lee, Kang-Won Bae, Chang-Han Mok, Jai-Kyun

ABSTRACT

In this paper, we present a usable method of driving path in automatic guidance vehicle(AGV). The AGV is precisely driving to follow reference route. The Phileas in Netherland and Bi-modal tram in Korea have one wheel for the each side because of all wheels steering. For this reason, the loading area of wheels is very small. It is a disadvantage for asphalt load. The precise route tracking of vehicle can distort the flexible asphalt load. In this paper, we propose a driving method for alleviation of distortion on asphalt load.

1. 서 론

국외에서는 차량의 자동주행 현실화되면서 운전자의 부담이 경감되었다. 국내에서도 대중교통수단으로 활용하기 위한 자동운전차량이 개발되고 있다. 차량이 자동운전을 수행하기 위해서는 여러 가지 기술들이 적용되는데 그중 가감속의 자동제어 및 주행로를 중심으로 하는 조향제어가 핵심이다. 차량은 도로의 중앙에 기준선을 중심으로 운행을 하게 되는데 기준선을 만드는 방법으로는 주행도로 중앙에 막대자석을 일정간격으로 매설하고 차량에서 이 자기신호를 검출하여 제어하는 방법과 주행중심선로를 중앙차선처럼 페인팅한 후 카메라로 인식하는 방식을 적용하고 있다. 이들은 표시된 기준선을 중심으로 따라가기 위해 매우 정밀하게 횡방향제어가 수행된다. 따라서 자동운전차량이 운행되는 노선에서 바퀴가 접촉하는 영역이 매우 일정하고 한정되어있다. 자동운전도로는 시멘트 포장도로가 권장사항[1]이지만 자동운전차량이 시멘트도로 외에 일반 아스팔트 도로도 운행할 수 있다. 이런 경우 하절기 고열로 아스팔트 포장도로가 약화된 상태에서 지속적으로 자동운전차량이 운행하게 되면 도로면의 일정영역에 피로가 누적되어 도로와 바퀴가 접촉하는 영역에 변형(굴곡)을 줄 수 있다. 그에 따라 도로의 유지보수 비용을 증가시킬 수 있다. 따라서 본 논문에서는 자동운전차량이 운행하는 도로에서 가능한 한 도로의 차량바퀴 분담하중을 분산시켜 도로의 변형을 최소화시키고 도로의 운영 유지보수 비용을 최소화하기 위한 자동운전차량 운행방법을 제시한다.

* 한국철도기술연구원, 도시교통기술개발센터 정희원
E-mail : ysbyun@krri.re.kr
TEL : (031)460-5437 FAX : (031)460-5649

2. 바이모달 트램의 특성 및 주행도로조건

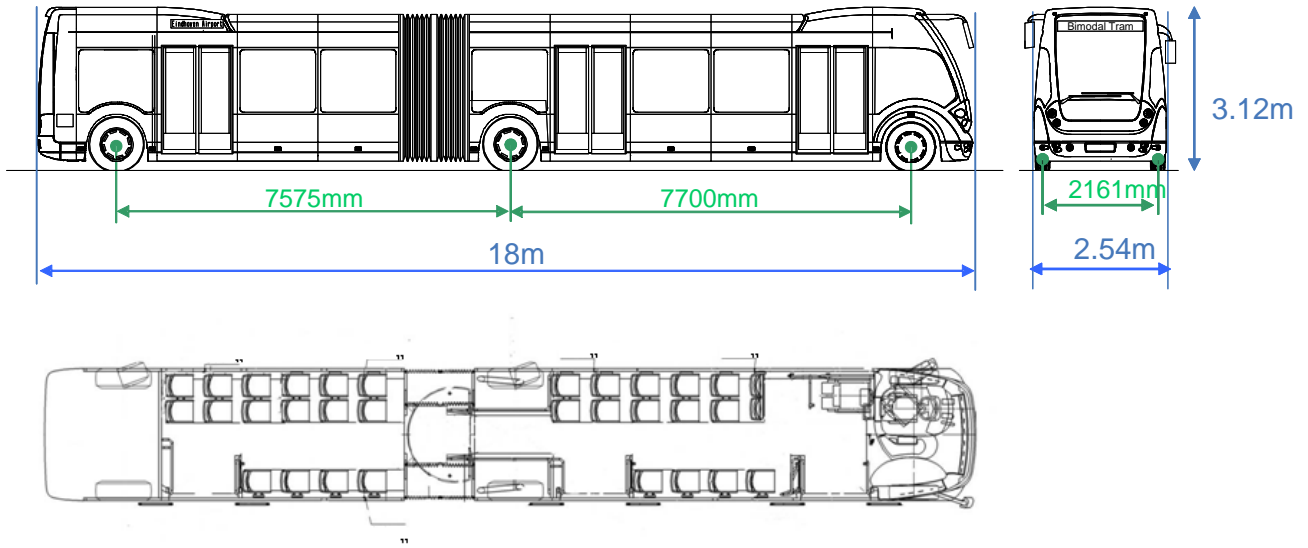


그림 1. 바이모달트램 형상 및 치수

바이모달트램은 2량 1편성일 경우 총 길이 18m의 굴절차량으로 자동운전이 가능하여 추진 제동 및 조향제어가 자동으로 수행될 수 있다. 특히 차량 3축바퀴의 각각은 모두 조향이 가능하여 차량의 회전 반경 최소 11.8m [2]로 크게 줄일 수 있다. 이런 구성을 위하여 각 바퀴는 조향을 위한 조정 공간이 후륜 2, 3축에도 필요하며 조향 공간을 위해 각 바퀴는 단일 바퀴로 그림 1과 같이 구성된다. 일반 차량의 경우 즉 조향이 되지 않는 후륜차축의 바퀴는 바퀴를 2중으로 구성하여 차량의 하중과 동력을 분산시킨다.

2.1 일반 아스팔트도로 주행

현재의 자동운행제어 차량은 도로 중심의 기준선을 따라 차량이 이동하게 된다. 차량이 주행 기준선을 오차 ±10cm 이내로 정밀주행을 한다면 바퀴가 지나가는 도로의 일정한 영역은 지속적으로 피로를 받게 된다. 자동운전차량이 많이 운행되면 될 수록 주행로의 피로도는 증가한다. 특히 하절기 아스팔트 도로에는 고열로 도로면이 약화될 수 있고 이런 도로면을 자동운전차량이 지속적으로 일정하게 주행하게 되면 바퀴에 의해 눌러지는 도로영역에 변형(굴곡)이 그림 2와 같이 발생할 수 있다. 그에 따라 도로의 유지보수 비용을 증가시킬 수 있다.

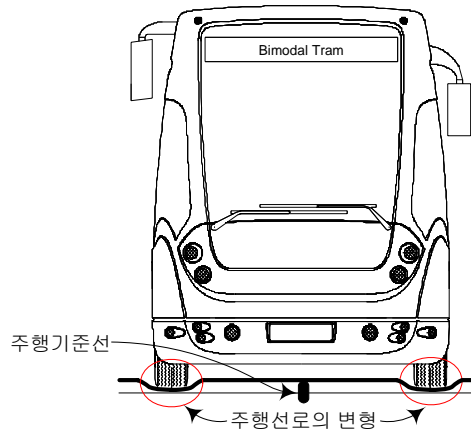


그림 2. 바이모달트램 주행로 변형

그림 3은 바이모달트램이 기준경로를 중심으로 자동 주행할 경우 바퀴가 점유하는 공간을 표시하고 있고 직선경로에서는 일정한 타이어의 점유면적(타이어폭 0.385m)[3]을 갖는다.

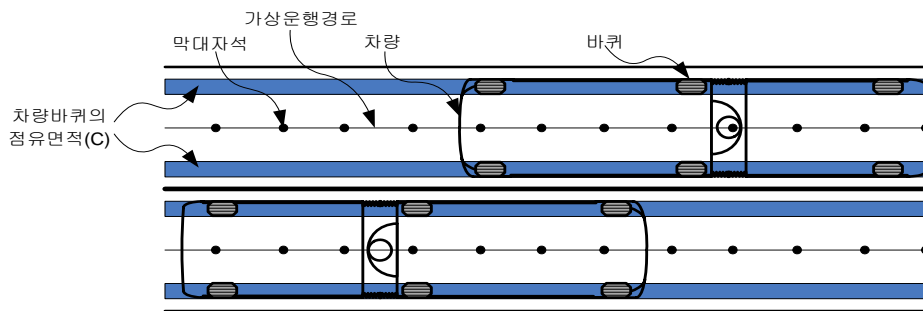


그림 3. 바이모달트램 주행시 바퀴점유면적

3. 바이모달 트램의 주행경로조정

본 논문에서는 바이모달트램 자동운행시 가상 기준 주행선로에 변동을 주어 바퀴의 하중에 의해 도로가 받는 피로를 분산시켜 도로의 변형을 최소화 시키고 그에 따라 도로에 대한 유지보수비용을 최소화하는 방법에 관하여 검토한다.

바이모달 트램의 기준경로(막대자석)를 중심으로 그림 4, 5와 같이 가상 운행경로를 좌 또는 우 또는 중심 등으로 편차를 발생 시켜 주는 것이다.

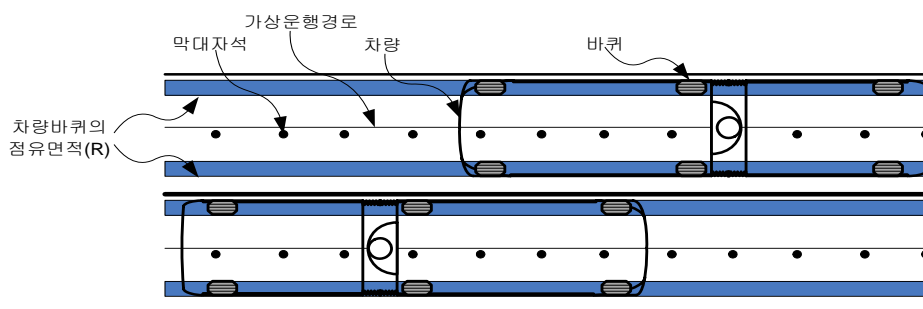


그림 4. 바이모달트램 우편향 주행

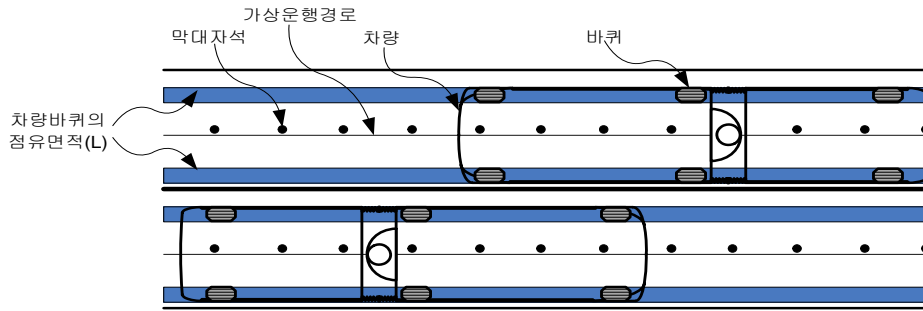


그림 5. 바이모달트램 좌편향 주행

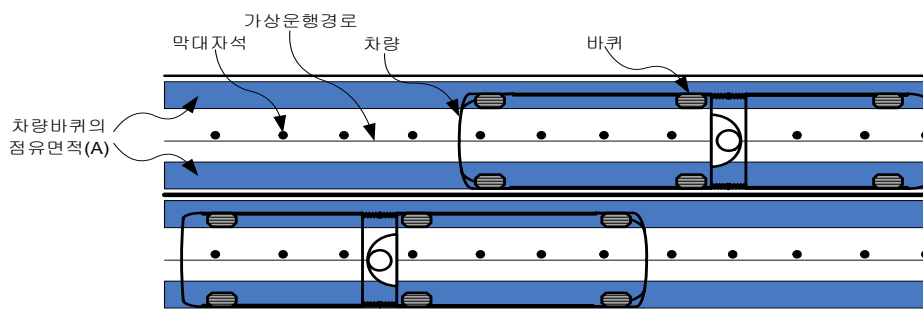


그림 6. 바이모달트램 좌/우편향시 점유면적

결국 운행의 기준경로를 차량이 최대한 도로공간을 점유하며 운행 될 수 있도록 자동운전시스템의 기준경로 제어 시스템을 조정하면 그림 6과 같이 주행도로 공간이 넓어지고 도로에 피로도가 감소될 수 있다.

(1) 고속도로에서 자동운전 차량이 운행되는 경우(도로폭 3.6m)

차량기준 : 바퀴중심간폭 2.204m, 타이어폭 0.385m

위 조건에서 차량운행을 위한 좌/우 최소 여유를 0.2m로 고려하고 좌편향 주행과 우편향 주행을 하게 되면 한쪽 바퀴가 점유하는 도로폭은 0.996m로 2.5배 이상 늘어난다.

(2) 80km/h이상 일반도로에서 자동운전 차량이 운행되는 경우(도로폭 3.5m)

차량기준 : 바퀴중심간폭 2.204m, 타이어폭 0.385m

위 조건에서 차량운행을 위한 좌/우 최소 여유를 0.2m로 고려하고 좌편향 주행과 우편향 주행을 하게 되면 한쪽 바퀴가 점유하는 도로폭은 0.896m로 2.2배 이상 늘어난다.

(3) 80km/h미만 일반도로에서 자동운전 차량이 운행되는 경우(도로폭 3.25m)

차량기준 : 바퀴중심간폭 2.204m, 타이어폭 0.385m

위 조건에서 차량운행을 위한 좌/우 최소 여유를 0.2m로 고려하고 좌편향 주행과 우편향 주행을 하게 되면 한쪽 바퀴가 점유하는 도로폭은 0.646m로 1.6배 이상 늘어난다.

즉 바퀴가 점유하는 도로폭이 늘어난다는 것은 바퀴로 가해지는 도로의 피로가 분산된다는 것을 의미한다.

자동안전 차량이 주행하는 가상주행선로를 선정하기 위한 다양한 방법이 적용될 수 있다.

(1) 주행로에 중앙 분리대가 있어 역방향 차량과 간섭이 없는 경우 또는 역방향 자동안전차량과의 운행상 물리적 간섭을 배제시킬 수 있는 경우 차량은 가상운행 경로를 좌편향, 중앙, 우편향을 순차로 돌아가며 운행하거나 무작위로 자동안행 프로그램에서 선정하거나, 일별 순차로 돌아가며 운행할 수 있다. 최대 편향량을 도로폭과 측차선과의 여유를 고려하여 선정할 수 있다.

(2) 주행로에 중앙분리대가 없고 자동안전 차량이 1차선에서 운행되는 경우와 역방향 차량과 간섭을 고려해야 한다. 쌍방향 1차선 운행시 역 방향 차량과 일정한 각 격이 유지 되어 하는데 이 경우 그림 2, 3과 같이 한쪽 차량이 우편향 운전을 하면 반대차량은 좌편향운전을 해야 하고 한쪽이 좌편향 운전을 하면 반대는 우편향 운전을 중앙운전일 경우 반대편 차량도 중앙운전을 해야 차량간 간섭을 피할 수 있다. 이 좌편향 또는 우편향의 선택은 차량운행 프로그램의 반환점에서 교체하도록 설계될 수 있다.

좌/우편향 또는 중앙 운행의 선택은 도로조건에 따라 일자 별로 프로그램 함으로써 도로의 피로를 분산시키는 방향으로 다양하게 설계될 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 바이모달트램 자동안행시 고정된 기준 주행선로를 운행에 의해 지속적으로 도로에 가해지는 피로를 분산시킴으로 도로의 변형 및 그에 따르는 도로 유지보수의 비용을 경감하기 위한 주행 경로 조정방법에 관하여 논의하였다.

자동안전 차량의 경우 도로의 건설시 시멘트 포장도로를 권장하고 있다. 이것은 차량 운행의 특성에서 오는 이러한 문제점을 경감시키고자 하는데 있다. 그럼에도 불구하고 자동안전차량은 기존에 건설된 아스팔트 도로에 운행될 수 있고 이런 경우 제안 하는 방식을 적용할 경우 기존 아스팔트 도로를 자동안전 차량이 운행함으로써 발생할 수 있는 문제점을 완화시키고 도로 건설상의 자유도를 증가시킬 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 바이모달 저상굴절차량 개발과제의 일환으로 수행되었으며 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. APTS 첨부 4 : 인프라관련 요구사항”
2. APTS "05-0005AK Final steering properties 18m Phileas ENG"
3. 목재균 외 신에너지 바이모달 저상굴절차량개발 연구보고서”, 한국철도기술연구원, 2007. 5. 31