

# 4 륜 독립 구동, 제동, 조향 시스템의 주행에 대한 연구

박배성<sup>1</sup>, 황성호<sup>2</sup>

<sup>1</sup>성균관대학교 기계공학부 학부생

<sup>2</sup>성균관대학교 기계공학부 교수

pbs1604@naver.com, hsh0818@skku.edu

## A Study on Driving of Four-wheel Independent Driving, Braking and Steering System

Bae-Seong Park<sup>1</sup>, Sung-Ho Hwang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>School of Mechanical Engineering, Sungkyunkwan University

<sup>2</sup>School of Mechanical Engineering, Sungkyunkwan University

### 요 약

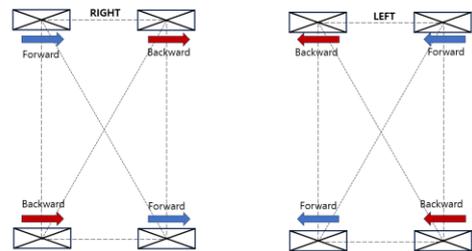
모빌리티 기술이 발전함에 따라 기존 차량에서 선보이지 못했던 다양한 주행기술이 가능해졌고, 이에 따라 많은 장점을 지닌 모빌리티 기술들이 등장하고 있다. 4 륜 독립 구동, 제동, 조향 시스템은 바퀴 별 독립 제어가 가능하여 여러 주행 모드를 구현할 수 있다. 본 연구에서는 4 륜 독립 구동, 제동과 독립 조향이 가능한 모빌리티 플랫폼에 대해 평행 주행, 제자리 회전, 축 회전 주행 등을 구현하는 방안과, 더 나아가 각도 속도를 일정하게 유지함으로써 오차를 최소화하는 제어 방법에 대해 살펴보고자 한다.

### 1. 서론

독립 구동 차량에 대한 연구는 지난 90 년대부터 지금까지도 활발하게 진행되고 있다. 이에 각 바퀴에 구동, 제동, 조향 장치가 장착되는 연구 또한 활발히 진행됨에 따라 독립조향 시스템을 활용하는 연구의 필요성이 강조되고 있다. 4 륜 독립 구동, 제동, 조향 시스템은 협로와 협곡 주행 시 용이하다는 장점을 가지고 있어 이를 활용한 다양한 주행 퍼포먼스를 기대할 수 있다. 본 논문에서는 4 륜 독립 제어 시스템을 활용한 주행 시스템의 구성과, 탑승자를 고려한 제어 최적화 방법을 제시하고자 한다.

### 2. 평행 주행

차량이 횡방향으로 주행하기 위해서는 종방향 기준 수직의 조향이 진행되어야 한다. 즉 FL 와 RR 은 90° , FR 과 RL 은 -90° 의 값을 지닌다. 모터 출력 또한 차량의 진행방향에 따라 고려되어야 하는데, 주행 방향이 우측인 경우 FL 과 RR 이 정방향 FR 과 RL 이 역방향으로 구동, 주행 방향이 좌측인 경우 FL 과 RR 이 역방향 FR 과 RL 이 정방향으로 구동하여 좌측 평행 주행을 할 수 있다.



(그림 1) 평행 주行的 조향과 구동 방향

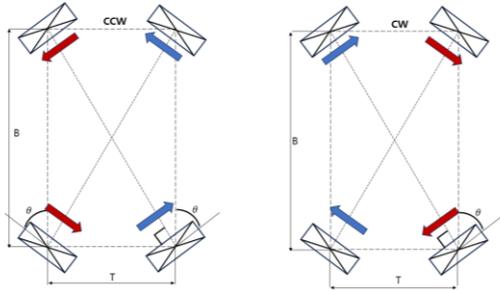
### 3. 제자리 회전

휠의 미끄러짐 없이 제자리 회전 주행을 하려면, 차량의 중앙을 중심으로 하는 원의 형태를 보여야 한다. 이때 조향 각도는 휠의 기본 조향과 제자리 회전의 조향 사이 각을 나타내었으며 이는 차량의 윤거와 축거에 따라 그 크기가 달라진다. 조향각도 [1]는 다음과 같다.

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{T}{B}\right)$$

여기서  $\theta$ = 조향각,  $T$ = 윤거,  $B$ =축거

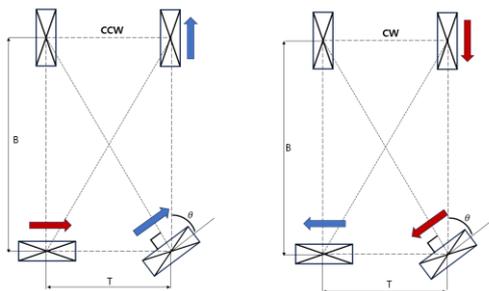
제자리 회전 방향이 시계방향(CW)인 경우에는, FL, RL 이 정방향으로 구동해야 하며, FR, RR 은 역방향으로 구동해야 한다. 반시계방향(CCW)은 그 반대와 같다.



(그림 2) 제자리 회전의 조향과 구동 방향

#### 4. 축회전

축 회전은, 특정 휠을 기준으로 회전하는 주행이다. 해당 주행 또한 중심 축으로부터 수직이 되는 방향으로 조향각이 설정되어야 한다. 중심이 되는 휠은 구동되지 않은 채, 다른 휠은 제자리 회전과 같은 방향으로 회전하는 경우의 부호를 지니게 된다. 축 회전의 경우 다른 주행과 다르게 차량의 출력 크기가 다르게 고려되어야 한다. 중심으로부터 거리에 반비례하여 출력의 크기를 설정해야 하는데, 이는 휠에 동일한 각속도를 부여함으로써, 휠의 미끄러짐이 발생하지 않도록 하기 위함이다.



(그림 3) 축회전 회전의 조향과 구동 방향

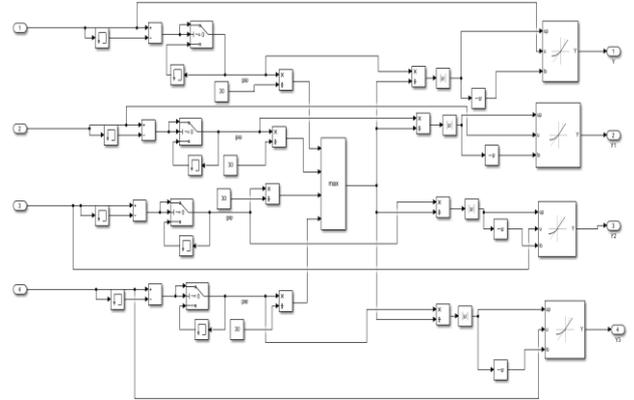
#### 5. 조향 각속도 제어

독립 구동 차량의 조향각을 변환함에 있어서 바퀴별 조향 변환 시간에 차이가 생긴다면 차량의 흔들림 등으로 인해 원하는 조향을 유지하기가 어려워진다. 이를 방지하기 위해 각 바퀴의 조향 변화 속도를 조절하여 모든 바퀴의 조향 전환이 동시에 시작하고 동시에 마칠 수 있도록 해야한다.

이를 위해서는 각 바퀴별로 조향각을 변환하는데

필요한 시간을 구한 뒤, 최대 시간에 맞춰서 조향의 속도를 조절 해야한다. 이때 가능한 최대 조향 각속도는 30°/sec 를 기준으로 측정하였다.

해당 제어 방법은 다음과 같다.



(그림 4) 조향 각속도 제어

새로운 신호를 통해 목표 조향각과 기존 조향각의 차이를 계산하여, 조향각 변화량을 계산한다. 이후 바퀴별로 조향을 완료하는데 필요한 시간을 계산하고 비교하여 최대 시간을 계산한다. 조향각 변화량을 최대 시간으로 나누어 바퀴별 각속도를 계산하여 입력하면, 모든 바퀴의 동일한 조향 시간을 가질 수 있다.

#### 6. 결론

미래 모빌리티 산업에 있어서 4 륜 독립제어는 내부 활용도, 협로 및 협곡 주행 등, 많은 장점을 보유한 기술이다. 4 륜 독립제어 기술을 기반으로, 측면주행, 제자리 회전, 축 회전의 구성과 활용에 대한 연구를 진행하였다. 이는 공간을 확보하기 어려운 공간에서 평행 주행, 제자리 회전, 축 회전을 사용하여 보다 용이하게 주행할 수 있게 된다. 또한 기존 4 륜 조향 변화 과정에 있어 야기될 수 있었던 문제점을 조향 각속도 제어를 통해 모든 바퀴에 동일한 조향시간 부여함으로써 해결할 수 있다.

#### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 정부(교육부-산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (P0022098, 2023 년 미래형자동차 기술융합 혁신인재양성사업)

#### 참고문헌

[1] 송인회, 김종배, 박창현, 기석철 (2019) 4 륜 독립구동 및 독립조향을 활용한 e-모빌리티 제자리회전 시스템에 대한 연구, 2019 년 한국 ITS 학회 추계학술대회, pp.189-193