

# 4륜 독립 구동·제동·조향 차량 주행 모드 천이 논리 알고리즘에 관한 연구

조재욱<sup>1</sup>, 김종현<sup>1</sup>

<sup>1</sup>성균관대학교 기계공학부

akqjq202@g.skku.edu, jonghyunkim@skku.edu

## A Study on the Logical Algorithm for the 4-Wheel Independent Driving·Braking·Steering Vehicle Driving Mode Transition

Jae-Uk Jo<sup>1</sup>, Jonghyun Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Mechanical Engineering, Sungkyunkwan University

<sup>2</sup>Dept. of Mechanical Engineering, Sungkyunkwan University

### 요 약

본 연구는 4륜 독립 구동·제동·조향 차량의 모드 천이 논리 알고리즘에 관한 연구로서, 일반적인 주행 스타일 외에도 다양한 주행 스타일을 가지는 차량에서 주행 모드 전환 간에 고려되어야 하는 조건들을 다룬다. 주행 모드 전환 간에 Static Transition과 Dynamic Transition이 가능하며 Static Transition 방식이 일반적이지만 저속 상태에서 차량이 충분히 정렬되어 있다면 FWS 주행, 동상 주행, 역상 주행 간의 Dynamic Transition도 가능할 것이다.

### 1. 서론

전동화의 흐름에 따라 기존 내연기관 차량과 달리 4륜 독립 구동·제동·조향 차량에 관한 연구가 진행되고 있다. 본 차량은 일반적인 FWS 주행이 가능할 뿐만 아니라 동상 주행, 역상 주행, 크랩 주행, 제자리 회전 주행 등 다양한 주행 스타일을 특징으로 한다 [1]. 이는 각각의 주행 모드로서 구분되며, 이 차량의 제어기는 사용자의 입력에 대한 구동력, 제동력, 조향각을 명령하는 것 외에도 주행 모드 전환을 처리해야 한다.

본 논문에서는 4륜 독립 구동·제동·조향 차량의 구동력, 제동력, 조향각 처리 방식과 주행 모드 전환 방식을 Static Transition과 Dynamic Transition으로 나누어 설명하고자 한다.

### 2. 구동력·제동력·조향각 처리 방식

구동력은 운전자로부터의 APS 정도에 비례하여 전체 구동력을 계산하고 이를 각 바퀴에 분배하는 것을 기본으로 한다. 이때, 주행 모드에 따라 각각의 바퀴의 회전 방향과 분배 비율은 달라질 수 있다.

제동력은 운전자로부터의 BPS 정도에 비례한 전체 제동력을 각 바퀴에 동일하게 분배한다.

마지막으로, 조향은 기존 차량과 가장 큰 차이를 보이는 부분이다. 크게 운전자의 핸들 조향에 영향을 받는 경우와 그렇지 않은 경우로 나뉜다. 운전자의 핸들 조향에 영향을 받는 FWS 주행 모드는 ‘에커만 조향각’에 따라 좌우 앞바퀴의 조향각을 결정하고 [2], 동상 주행과 역상 주행 모드는 모든 바퀴가 같은 조향각을 가지지만 그 방향 설정에 주의해야 한다. 그 외 제자리 회전과 같은 특수 주행 모드는 운전자의 핸들 조향과는 관계없이 특정한 각도로 각각의 바퀴 조향각이 결정되기 때문에, 주행 모드에 따른 각 바퀴의 각도와 방향 설정이 중요하다 [3].

### 3. 모드 천이 논리 알고리즘

4륜 독립 구동·제동·조향 차량의 모드 천이는 크게 Static Transition과 Dynamic Transition 2가지 방식으로 이뤄질 수 있다.

먼저, Static Transition은 거의 정지 상태에서 모드를 전환하는 방식으로서, 가장 안전하고 확실하다. 이 방식은 특히, 각각의 바퀴가 특정한 각도로 고정되는 특수 주행 모드로의 전환 시에 필수적이다.

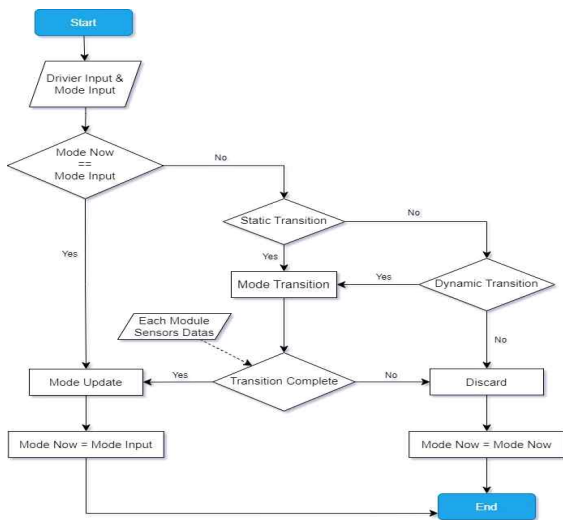
다음으로 Dynamic Transition은 Static Transition과 달리, 정지 상태가 아닌 주행 상황에서

특정한 조건을 만족시키는 경우에 모드를 전환하는 방식이다. 주행 중에 모드 전환이 이뤄지기 때문에 모드 전환 간에도 사용자가 차량에 대한 통제권을 확보하는 것이 중요하다. 그러므로 Static Transition 보다 까다로운 조건을 적용해야 한다. 가감속 중이 아닌 저속 상태의 차량이 충분히 작은 핸들 조향 정도를 가지는 경우, 바퀴의 조향각이 운전자의 핸들 조향 정도에 영향을 받는 주행 모드 사이의 전환 시에 적용가능하다. 즉, 주행 중 FWS 주행, 동상 주행, 역상 주행 사이의 전환이 생기더라도 차량에 급격한 움직임이 발생하지 않아 사용자의 안전성이 확보될 수 있는 경우에는 Dynamic Transition 방식도 가능하다. Static Transition과 Dynamic Transition의 조건 예시는 아래 표와 같다.

<표 1> Static & Dynamic Transition 조건 예시

	Static Transition	Dynamic Transition
속도(V)[km/h]	$  V   \leq 5$	$  V   \leq 15$
Handle[deg]	$  Handle   \leq 10$	$  Handle   \leq 20$
APS	$  APS   \leq 0.1$	$  APS   \leq 0.1$
BPS	.	$  BPS   \leq 0.1$

아래는 4륜 독립 구동·제동·조향 차량의 모드 천이 논리 알고리즘을 Flow Chart로 나타낸 것이다.



(그림 1) 4륜 독립 구동·제동·조향 차량의 모드 천이 논리 알고리즘 Flow Chart

먼저 APS, BPS, Handle과 같은 Driver Input과 주행 모드에 대한 Mode Input을 입력받는다. 다음으로, 현재 주행 모드와 입력된 주행 모드가 다른 경우에는 모드 전환 단계로 넘어간다. 앞서 설명했듯이 Static Transiton은 가장 안전하고 확실하게 모드를 바꿀 수 있는 방법이기 때문에 모드 전환 단계

에서는 우선 Static Transition 조건을 확인한다. Static Transition 조건을 만족하는 경우, 모드 전환을 실시한다. 그렇지 못하는 경우에는 Dynamic Transition 조건을 만족하는지 확인하고 만족하는 경우에는 마찬가지로 모드 전환을 실시한다. 모드 전환 실시 후 각 모듈의 센서로부터 전환이 온전히 이뤄졌는지를 확인하고 이상이 없는 경우에는 모드 전환을 완료한다. 이 외의 경우에는 Mode Input 값을 폐기하고 기존 모드로 계속 주행하며 새로운 입력을 기다리는 구조이다.

#### 4. 결론

다양한 주행 스타일이 가능한 4륜 독립 구동·제동·조향 차량은 사용자의 요구에 따른 주행 모드 간의 안전하고 자연스러운 전환이 필요하다. 가장 안전한 방식은 차량이 완전히 정지한 상태에서 이뤄지는 Static Transition이지만, FWS 주행, 동상 주행, 역상 주행 사이의 전환은 특정한 조건을 만족시키는 상황에서는 주행 중에 Dynamic Transition 방식으로도 전환가능하다.

향후, 사용자의 입력뿐만 아니라 차량 주변 환경을 인지하고 그 결과를 반영한 모드 전환 알고리즘에 대한 연구를 통해 차량 그 자체의 보호 및 사용자와 주변 사람들의 안전성을 확보해야 할 것이다.

#### ACKNOWLEDGMENT

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

#### 참고문헌

- [1] 김원서, 홍지태, 이대옥, and 여승태, "독립 조향 모드에 따른 차량 조향성능 연구," in 한국자동차공학회 추계학술대회 및 전시회, 2012, pp. 2639-2644.
- [2] 이만형, 박형규, 고영호, 이영진, and 이길수, "에 커먼 기하학을 적용한 독립 4륜 차량의 조향 제어," in 제어로봇시스템학회 국내학술대회 논문집, 2010, pp. 639-644.
- [3] 송인회, 김종배, 박창현, 기석철, "4륜 독립구동 및 독립조향을 활용한 e-모빌리티 제자리회전 시스템에 대한 연구 " 2019년 한국ITS학회 추계학술대회, 2019, pp.189-193.