

## 2개의 인-휠 브러시리스 모터로 구동하는 차량의 위치 추종 제어

배종남<sup>1</sup>, 이동희\*  
 경성대학교<sup>1,\*</sup>

### Position tracking control of vehicles driven by two in-wheel brushless motors

Jongnam Bae<sup>1</sup>, Dong-Hee Lee\*  
 Kyungsung University<sup>1,\*</sup>

#### ABSTRACT

본 논문에서는 2개의 인-휠 브러시리스 모터로 구동하는 차량의 실시간 위치 추종 제어방법을 제안한다. 2개의 모터를 사용하여 구동되는 차량의 경우 방향 및 이동이 각 모터의 제어를 기반으로 결정된다. 하지만 컨트롤러에 의해 지령된 위치까지 모터의 제어가 정확하게 된다 하더라도 차량의 실제 위치는 바퀴와 바닥면사이의 슬립이나 외부 요인에 의해 오차가 발생하게 된다. 따라서 이렇게 발생하는 오차를 보상하기 위해 차량의 실시간 각도 추정이 가능한 IMU(Inertia Measurement Unit) 센서를 기반으로 진행 각도를 보정하며 주행 중 발생하는 위치오차를 보상하기 위해 모터의 홀센서로부터 계산되는 위치와 IMU 센서의 데이터를 조합하여 실시간 위치 추종 제어방법을 제안한다.

#### 서 론

최근 자동화 기술이 발달함에 따라 무인으로 운용되는 설비들이 증가하고 있다. 특히 전력설비나 창고의 경우 설비의 규모가 크기 때문에 보안에 있어 설비의 규모만큼 비용이 증가하는 문제가 있다. 일반적인 보안 장비로 고정형 CCTV(Closed-circuit television)가 많이 사용되는데 이러한 경우 설비의 규모만큼 설치비용이 증가하는 문제가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 이동형 감시 장비에 대한 연구가 진행되고 있으며 대표적으로 라인트레이서 방식이나 레일 주행방식을 적용한 감시 장비가 이용되고 있지만 이러한 방식은 초기 설치비용이 큰 단점이 있다. 본 논문에서는 라인 트레이서나 레일과 달리 위치경로를 임의로 설정이 가능한 2개의 인-휠 BLDC(Brushless DC) 모터가 적용된 차량의 위치제어 방법을 제안한다. 제안된 차량은 내부 감시를 위해 CCTV가 장착되어 있으며 카메라의 높낮이 조절을 위해 DC 리니어 모터가 차량의 중심부에 장착되어 있다. 차량의 주행에 있어 일반적인 제어 방법을 사용하는 경우 제어기에서 정확한 위치제어가 된다 하더라도 실제 차량의 이동한 거리는 바닥과 바퀴와의 슬립이나 외력에 의해 모터의 구동으로 인해 계산된 거리와는 차이가 발생하며 위치오차를 발생시키게 된다.<sup>[1]</sup> 정확한 위치제어를 위해서는 이러한 발생 오차에 대한 보상이 필수적으로 요구된다. 본 논문에서는 차량의 주행 위치를 추종하여 발생하는 위치 및 각도오차를 IMU 센서의 각도 데이터와 홀센서로부터 얻은 각 모터의 회전각 데이터를 기반으로 실시간으로 보상한다.

#### 2륜 차량의 각도 및 위치 추종 제어방법

##### 2륜 차량의 각도 오차

차량의 주행에 있어 제어기에서 정확한 제어를 한다고 하여도 바퀴와 바닥면과의 슬립이나 외력으로 인해 모터의 속도가 변동되게 되며 그에 따라 차량의 진행 각도가 지령한 각도와는 다르게 틀어지게 된다. 따라서 정확한 위치제어를 위해서는 발생한 각도 오차에 대한 보상이 필요하다.

그림 1은 각 바퀴의 회전으로 인한 이동거리로 계산되는 차량의 각도와 IMU센서로 얻은 차량의 현재 각도를 기반으로 차량의 각도가 보상되는 알고리즘을 나타낸다.

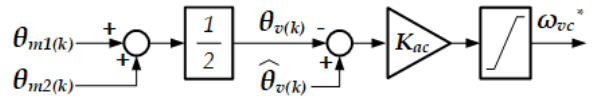


그림 1 차량의 진행 각도 오차 보상

##### 2륜 차량의 실시간 위치 추종

그림 2는 좌표축 기준으로 차량의 진행 방향에 대한 경로를 나타낸다. 차량의 초기지점이 (0,0)에서 (x,y)까지 이동하는 경우에 대한 경로를 도식화한 것이다.

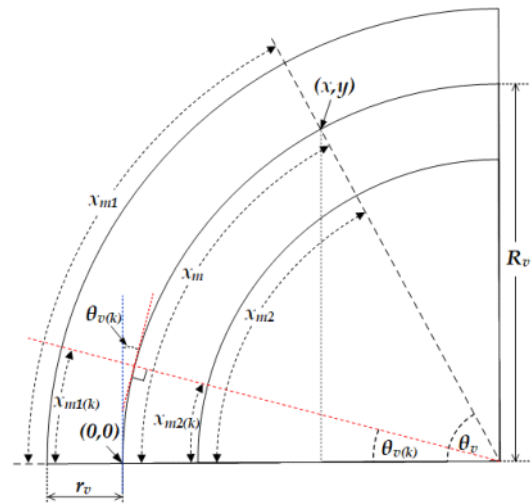


그림 2 차량의 좌표축 기준 진행 경로

그림 2에서  $R_p$ 는 차량의 회전 반경에 대한 반지름을 나타내고  $r_v$ 는 차량 중심축과 바퀴간의 간격,  $x_{m1}$ 과  $x_{m2}$ 는 각 모터가 좌표지점까지 이동해야하는 거리,  $\theta_v$ 는 좌표 (x,y) 지점에서의 차량 각도,  $x_{m1(k)}$ ,  $x_{m2(k)}$  및  $\theta_{v(k)}$ 는 차량의 실시간 이동거리와 각도를 나타낸다.

그림 3은 그림 1과 2를 기준으로 하여 차량의 실시간 각도 및 위치를 추종하여 오차를 보상하는 알고리즘을 나타낸다.

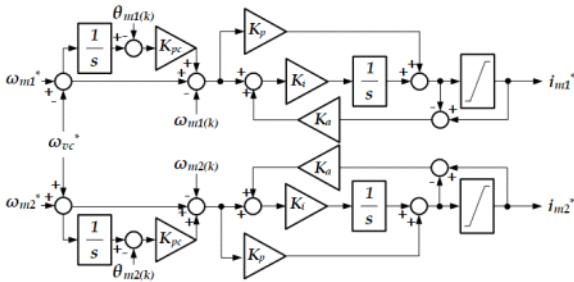


그림 3 차량의 실시간 각도 위치 추종 제어 알고리즘

### 실험 및 결과

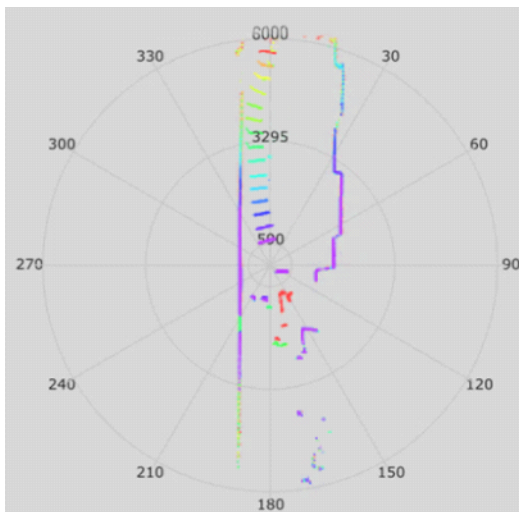


그림 4 일반적인 속도제어 실험결과

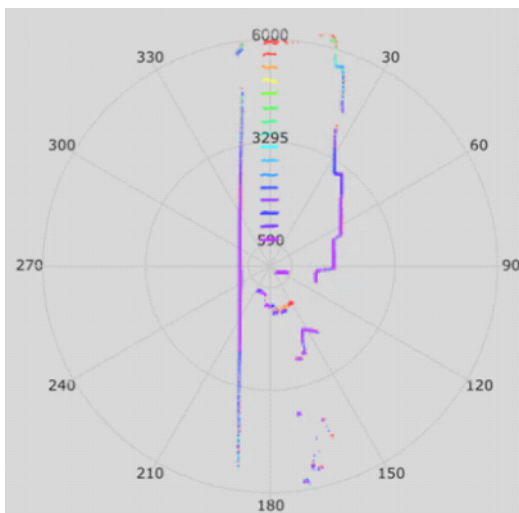


그림 5 제안된 주행경로 각도보상 제어 실험결과

그림 4와 5는 라이다센서를 사용하여 차량의 진행 경로를 검출한 결과를 나타낸다. 그림 4의 경우 모터의 속도와 위치제어만 동작하며 각도보상은 이루어지지 않아 진행경로가 직선상에서 이탈하는 것을 볼 수 있다. 반면 그림 5의 경우 직선 경로를 따라 이동하는 것을 볼 수 있다.

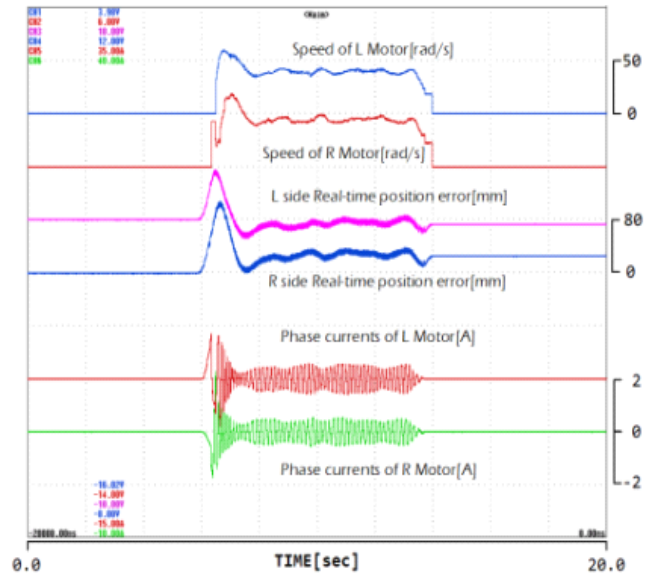


그림 6 일반적인 속도제어 실험 결과

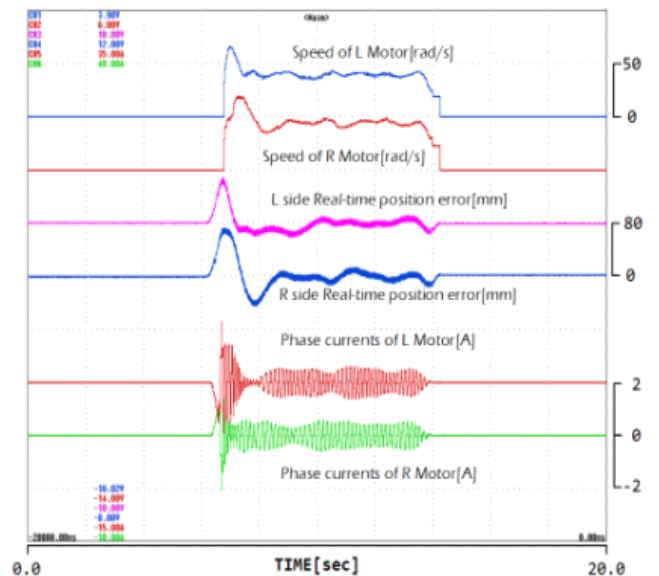


그림 7 제안된 위치추종 제어 실험결과

그림 6과 7은 위치제어에 대한 실험 결과를 나타낸다. 그림6에서는 실시간 위치 추종이 되지 않기 때문에 목표지점에서 위치 오차가 발생한 상태가 유지되는 것을 볼 수 있다. 반면 그림7의 경우 실시간 위치를 추종하여 제어하기 때문에 목표지점에서 오차가 거의 발생하지 않는 것을 볼 수 있다.

본 논문에서는 2륜 차량의 주행 중 발생하는 각도 및 위치 오차에 대한 보상 알고리즘을 제안한다. 좌표계 상의 목표지점이 정해진 경우 주행 경로를 따라 실시간으로 차량의 위치를 추종하여 제어하고 발생하는 오차를 보상해줌으로써 목표지점

까지 주행하는 동안 발생하는 위치 오차를 줄이는 제어방법을 제안하였다. 제안된 방법은 실험을 통해 성능을 검증하였다.

본 연구는 한국전력공사의 2019년 선정 기초연구개발 과제 연구비에 의해 지원되었음(과제번호:R19X001-06)  
이 논문은 2019년도 BB21+ 사업에 의하여 지원 되었음

### 참 고 문 헌

- [1] I.H. Kartowisastro, "Local Positioning System of a Mobile Robot : A Practical Perspective", IEEE Iconf ICARCV, 2006, Dec.