

BLDC모터 기반 인휠 모터 메커니즘 개발 In-wheel Motor Mechanism based on BLDC motor

*임승환¹, #김봉석², 박창우², 김태근², 김동엽², 홍대희¹, 김균태³

*S. H. Im¹, #B. S. Kim(seize05@kети.re.kr)², C. W. Park², T. K. Kim², D. Y. Kim²,
D. H. Hong¹, K. T. Kim³

¹고려대학교 기계공학과, ²전자부품연구원 지능로보틱스 연구센터, ³한국건설기술연구원

Key words : In-wheel motor, BLDC motor

1. 서론

최근, 친환경 기술에 대한 관심과 더불어 인휠 모터(In-wheel motor)에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.⁽¹⁻⁵⁾ 인휠 모터란 휠 내부에 구동용 모터가 장착되어 바퀴를 구동하는 방식으로, 응답성이 빠르고 발생하는 토크의 값을 정확하게 파악할 수 있기 때문에 모터 제어가 용이하다.⁽³⁾ 또한 모터를 구동축에 직접 장착하므로 에너지의 손실을 줄일 수 있다. 그러나 기존의 인휠 모터는 구동을 위한 제어기가 모터 내부에 장착되어 있지 않아서 배선과 유지보수가 어려웠으며, 홀센서만 장착되어 있어서 정밀한 속도제어를 할 수 없었다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 다양한 센서가 장착된 인휠 모터를 개발하였다. 정밀한 속도제어를 위하여 홀 센서와 엔코더를 장착하였으며, 인휠 모터용 토크센서를 개발하여 바퀴에 가해지는 토크를 측정하여 힘 제어를 할 수 있도록 하였다. 그리고 이러한 센서와 제어기를 모두 모터내부에 장착하여 배선 및 유지보수가 용이한 인휠 모터를 개발하였다.

2. 인휠 모터 메커니즘

본 연구에서 개발한 인휠 모터의 크기는 Fig. 1(a)와 같이 직경 210mm, 폭 130mm이다. 인휠 모터의 구성은 Fig. 1(b)와 같이 바퀴를 구동시키기 위한 BLDC모터와 감속기, 모터의 위치측정을 위한 엔코더, 외부의 하중지지를 위한 베어링, 그리고 바퀴에 가해지는 토크를 측정하기 위한 토크센서로 구성되어 있다. 상용 유성기어 감속기를 사용하여 인휠 모터의 동력 전

달부를 구성하게 될 경우, 모터와 유성기어 감속기가 직렬로 연결되어 인휠 모터의 폭이 커지게 된다. 본 연구에서는 효율적인 공간 활용을 위하여 Fig. 2와 같이 유성기어 감속기를 개발하여 모터를 감싸는 형태로 동력 전달부를 구성하였다. 개발된 유성기어 감속기의 감속비는 31.25:1이며, PEEK 재질로 제작하여 무게와 소음을 감소시켰다.

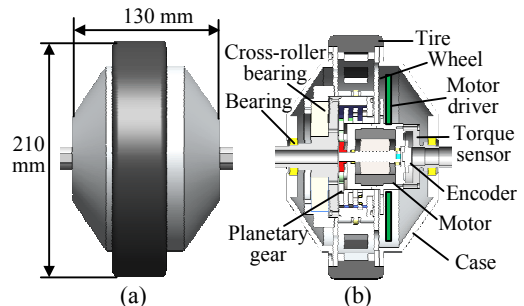


Fig. 1 In-wheel motor: (a) size, and (b) structure.

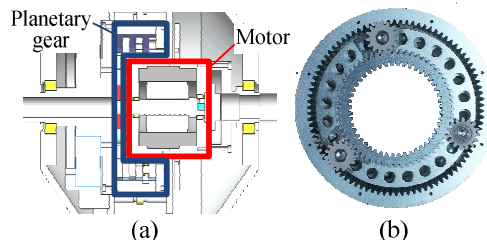


Fig. 2 (a) Power transmission of in-wheel motor, and (b) developed planetary gear.

인휠 모터에 가해지는 토크를 측정하고, 이를 활용하여 능동적인 제어를 할 수 있도록 Fig. 3(a)와 같이 토크센서를 개발하였다. 토크센서는 허브-스포크 타입으로 설계하였으며,

Fig. 3(b)와 같이 FEM해석을 통하여 바퀴에 가해지는 토크에 반응하여 적절한 변형을 일으키면서, 높은 강성을 가질 수 있도록 설계하였다. 토크센서의 재질은 가벼우면서도 강도가 높은 알루미늄 합금 AL7075계열을 사용하였다.

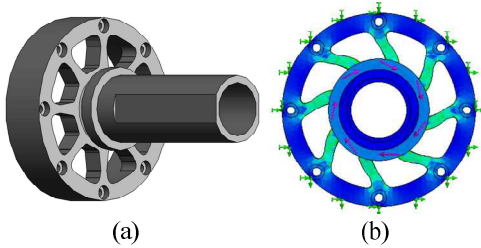


Fig. 3 (a) Torque sensor for in-wheel motor, and (b) FEM analysis of torque sensor.

3. 인휠 모터 시제품

Figure. 4와 같이 인휠 모터의 시제품을 제작하였다. 인휠 모터의 프레임은 알루미늄 합금 AL6061로 제작하였으며, 케이스와 타이어를 포함한 전체 무게는 3.5kg이다. 모터제어를 위한 제어보드를 개발하여 인휠 모터 내부에 장착하였으며, 시리얼 통신을 통하여 사용자가 원하는 속도로 모터를 구동할 수 있도록 하였다.

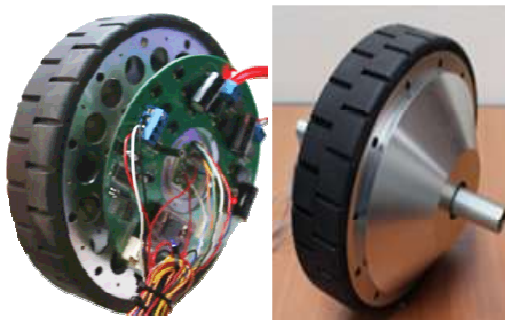


Fig. 4 Prototype of in-wheel motor.

4. 결론

본 연구를 통하여 다양한 정밀 제어가 가능하며, 모터제어를 위한 제어보드가 통합된 BLDC 모터 기반의 인휠 모터를 개발하였다. 인휠 모터에 장착된 홀 센서와 엔코더를 이용

하여 정밀한 속도제어가 가능하도록 하였으며, 토크센서를 장착하여 바퀴에 가해지는 힘을 측정하여 힘 제어, 강성 제어 등 다양한 능동제어가 가능한 인휠 모터를 개발하였다.

현재, 다양한 실험을 통하여 인휠 모터의 성능을 검증 중이며, 토크센서를 이용한 인휠 모터의 제어 알고리즘을 연구하고 있다.

후기

본 연구는 지식경제부 산업원천기술개발사”노약자/장애인을 위한 근력보조 시스템 개발”(10035201)의 연구결과로 수행되었음.

참고문헌

1. 김재구, 김일용, 이충성, 박승영, 박기태, 조인해, 박규식, 문형태, “전기자동차용 인휠 구동 시스템 개발”, 한국자동차공학회, pp. 2259-2263, 2011.
2. 홍응표, 박세훈, 오홍석, 류제청, 문무성, “수전동 휠체어용 모터 개발”, 한국정밀공학회지, 제 28권, 8호, pp. 992-999, 2011.
3. 이륙, 김정민, 김동현, 김현수, “인휠 모터 독립구동 전기 자동차의 제어 알고리즘 개발”, 한국자동차공학회지, pp. 1772-1777, 2006.
4. 정성필, 정원선, 박태원, “인휠 시스템용 유성 기어 감속기의 응력 해석 및 개선 설계”, 한국정밀공학회지, 제 28권, 6호, pp. 732-737, 2011.
5. 공정식, 백승엽, “인휠형 스마트 휠체어를 위한 힘 보조 제어기 설계”, 한국지능시스템학회지, 제 21권, 1호, pp. 80-85, 2011.