

전방향 이동로봇을 위한 메카넘휠의 기하학적 설계에 관한 고찰 Discussion about Geometric Design of Mecanum Wheel for Omni-directional Mobile Robot

*이민제¹, #주백석¹

*M. -J. Lee¹, #B. Chu(bschu@kumoh.ac.kr)¹

¹금오공과대학교 지능기계공학과

Key words : Mecanum wheel, omni-directional mobile robot, geometric design

1. 서론

전방향 이동로봇의 전방향성을 구현하기 위해서는 특수한 형태의 바퀴가 사용된다. 이러한 목적을 위해 지금까지 개발된 다양한 종류의 바퀴 중에서 이 연구는 메카넘휠(Mecanum wheel)에 관하여 다룬다. Fig. 1에 이 연구를 수행하면서 개발하고 있는 메카넘휠의 3차원 형상을 나타내었다. 메카넘휠은 중앙에 존재하는 림휠(Rim wheel)에 자유로운 회전이 가능한 복수개의 롤러(Roller)를 비스듬하게 부착하여 설계된다. 그리고 통상적으로 4개의 메카넘휠을 차량의 네 모서리에 배치하고 각각의 회전을 독립적으로 제어하여 전방향 이동을 구현한다. 이 연구에서는 기존에 제안된 메카넘휠 설계 방법의 타당성을 고찰하여 더욱 원활한 이동이 가능하도록 개선점을 제시하고자 한다.

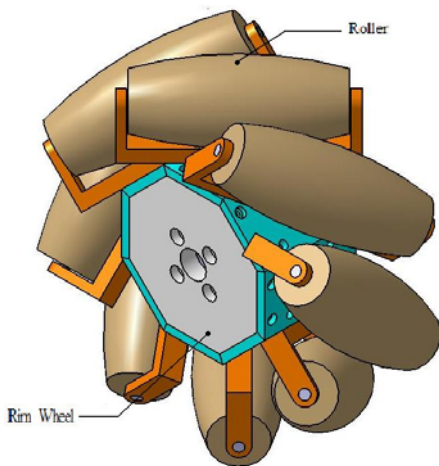


Fig. 1 3-dimensional design of Mecanum wheel.

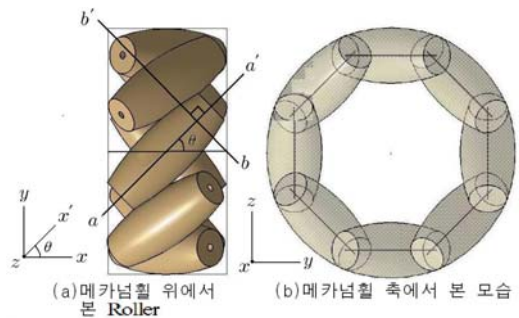


Fig. 2 2-dimensional view of rollers.

2. 일반적 메카넘휠 롤러 설계

여러 개의 롤러로 구성된 메카넘휠이 지면과 접촉하여 회전운동을 할 때 불연속적인 충격이 없이 자연스러운 회전을 하기 위해서는 Fig. 2 (b)와 같이 메카넘휠을 축방향에서 볼 때 둘레가 완전한 원을 이루도록 설계되어야 한다. 이 목적을 위하여 기존에 사용된 설계 방법이 Fig. 3에 나타나 있다.

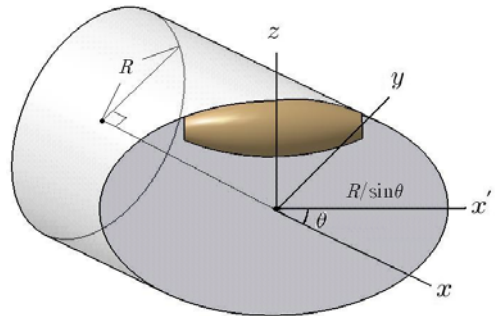


Fig. 3 3D cross-sectional view of a roller around Mecanum wheel according to $a - a'$.

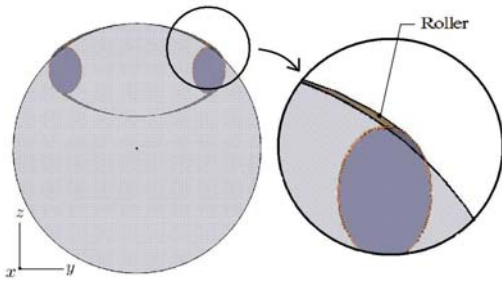


Fig. 4 3D x -directional view of Mecanum wheel and roller

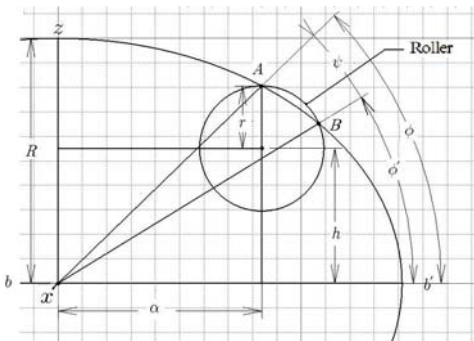


Fig. 5 2D cross-sectional view of a roller around Mecanum wheel according to $b - b'$.

메카넘휠의 회전축이 x 축이고 x 축과 θ 의 각도로 배치된 롤러의 회전축이 x' 축이다. 메카넘휠의 바깥 면이 완벽한 원을 이루기 위해서 롤러는 타원의 형태가 되어야 하며 식 (1)과 같이 계산될 수 있다. 그리고 이웃한 롤러들이 연속적으로 지면과 접촉하면서 자연스러운 회전을 만든다.

$$\frac{x^2}{(R/\sin\theta)^2} + \frac{z^2}{R^2} = 1 \quad (1)$$

이 때 R 은 메카넘휠의 바깥 면 반지름이다.

3. 메카넘휠 롤러 설계에 관한 고찰

2장에서 제안된 기존의 메카넘휠 설계 방법을 이용할 경우 바퀴 바깥 면을 완벽한 원으로 만드는 데 문제가 있다는 사실이 발견된다. Fig. 3의 타원을 바깥 면으로 하는 롤러를 3차원으로 설계하여 메카넘휠을 구성할 경우, 원을 이뤄야 하는 바깥 면을 롤러가 침범한다는 사실이 Fig. 4에 표현되어 있다. 이 현상을 설명하기 위해 Fig. 2 (a)의 $b - b'$ 단면을

Fig. 5에 표현하였다. x 축과 $\theta + 90^\circ$ 의 각도를 가지므로 바깥 타원 식은 식(1)과 동일하다. 그림에서 보는 바와 같이 Fig. 3의 타원을 바깥 면으로 하여 설계한 롤러가 완전한 원을 이뤄야 하는 메카넘휠의 바깥 면인 타원을 A 와 B 두 지점에서 침범하고 있다. 이 결과 기존의 설계방법으로 제작된 메카넘휠은 부드러운 구름운동이 불가능하다.

롤러의 돌출을 정량적으로 알아보기 위해 Fig. 5의 평면에서 롤러의 단면을 식(2)로 표현한다.

$$(x - \alpha)^2 + (z - h)^2 = r^2 \quad (2)$$

롤러의 반지름 r 과 중심점의 위치(α, h)는 설계자가 결정할 수 있는 변수이므로 식 (1)과 식 (2)를 연립하면 교점 A 와 B 의 위치를 구할 수 있다. 따라서 Fig. 5에서 롤러가 메카넘휠의 바깥 면으로부터 돌출하는 구간은 그림의 ϕ' 과 ϕ 사이의 각도 ψ 로 주어진다.

4. 결론

이 연구에서는 기존에 메카넘휠을 제작하기 위하여 제안된 설계방법의 문제점을 고찰하였다. 메카넘휠은 축방향에서 관찰하였을 때 이웃한 롤러들이 이루는 바깥 면이 완전한 원을 이루어야 부드러운 구름운동이 가능하다. 그러나 기존의 방법으로 설계를 할 경우 롤러의 바깥 면이 완전한 원을 이루지 못하게 된다. 따라서 이 점을 고려하여 롤러 바깥면의 형상 또는 배치를 조정하여야 부드러운 동작이 가능한 메카넘휠을 설계할 수 있다. 향후에는 이 논문에서 제안한 문제점을 고려한 개선된 메카넘휠의 설계방안이 연구될 필요가 있다.

후기

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 경북과학기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임. (GBSP-002-111228-002)

참고문헌

1. 신동헌, 이인태, "전방향 운동용 메카넘 바퀴의 기하학적 설계," 한국정밀공학회지, 15(3), 11-17, 1998.
2. Han, K.-L., Choi, O. K., Hwang, I. and Choi, S., "Design and Control of Omni-Directional Mobile Robot for Mobile Haptic Interface," ICCAS2008, 1290-1296, 2008.