

전방향 이동로봇의 에너지효율 개선을 위한 제어방법

김정근*(고려대학교), 송재복(고려대학교)

주제어 : 전방향 이동로봇, 무단변속, 에너지 효율

이동로봇의 독립성과 움직임에 자유도를 높이기 위해서 축전지를 이동로봇에 탑재하고, 이를 이용하여 동력을 공급하는 경우가 대부분이다. 이러한 경우에 에너지 효율은 제한된 동력을 가지는 시스템의 가동 가능시간을 결정하는 중요한 성능지수가 된다. 또한, 이동로봇의 최대속도나 최대가속도, 등관각도 등의 설계 사양을 소형의 모터를 사용하여 만족시키는 것은 이동로봇의 소형화, 경량화 및 시스템의 가격을 낮추기 위해 필수적이다. 그러나 이동로봇의 새로운 구동방식에 대한 연구나 이동로봇의 최대의 문제점 중의 하나인 소비전력의 감소에 대한 문제는 활발히 연구되고 있지 않다.

에너지 효율을 향상시키기 위해서 모터 및 이를 구동하는 전자식 드라이브의 개선이 중요한데, 이에 대한 연구는 지난 수십 년간 지속되어 왔으므로 더 이상의 개선은 한계가 있다. 모터를 효율적으로 구동하고, 소형 모터를 사용하여 원하는 성능을 만족시키기 위해서 이동로봇에 변속기능을 부여하는 연구가 수행되었다. 지난 30여 년간 이동로봇의 운동능력을 향상시켜 2차원 평면에서 3자유도의 운동이 가능한 많은 종류의 전방향 이동로봇이 연구 개발되었으며, 이러한 전방향 이동로봇에 변속기를 적용하는 연구도 이루어졌다. 여러 형태의 전방향 이동로봇 중에서 수동롤러를 갖거나 볼로 구성된 전방향 바퀴를 사용하는 holonomic 전방향 이동로봇에서는 3개 이상의 바퀴를 사용하여 전방향 구동을 수행한다. 주행의 안정성이 필요한 경우에는 사륜로봇을 사용하게 되는데, 4개의 바퀴가 독립적으로 구동된다. 이런 경우 사용되지 않는 하나의 여유자유도를 이용하여 바퀴의 배치 형상을 조절하여 변속기의 기능을 수행할 수 있다. 실제로 기어를 사용하지 않고 바퀴의 배치만을 조절하여 로봇의 속도를 연속적으로 변화시킬 수 있으므로, 무단변속기(continuously-variable transmission, CVT)로서의 기능을 수행할 수 있다.

전방향 이동로봇의 변속기를 최대효율을 가지는 조건에 맞추어 운전할 경우, 로봇의 변속 패턴에 불연속점이 생겨 무단변속이 불가능하다. 또한, Fig. 2에서와 같이 holonomic 전방향 이동로봇은 운전방향(γ , Force direction)에 의해 에너지 효율이 달라진다. 위의 두 가지 문제의 해결을 통해 전방향 이동로봇의 에너지 효율을 개선할 수 있다. 따라서 전방향 이동로봇의 변속기가 무단의 연속적 특성을 유지하며 최대효율을 발휘하는 알고리즘과 로봇의 주행 중 에너지 효율을 고려한 연속적인 자세제어를 위한 알고리즘이 필요하다. 본 논문에서는 위에 기술한 전방향 이동로봇의 에너지 효율 개선을 위한 무단변속기의 최적제어 알고리즘과 주행 방법을 제시한다.

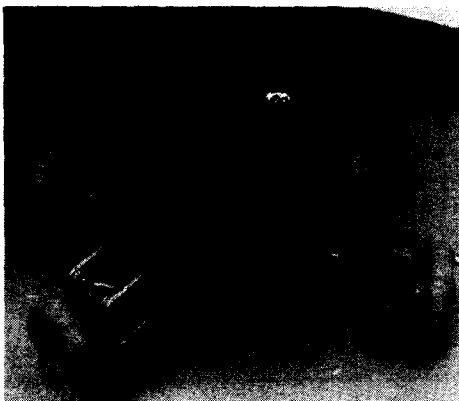


Fig. 1 Continuous alternate wheel

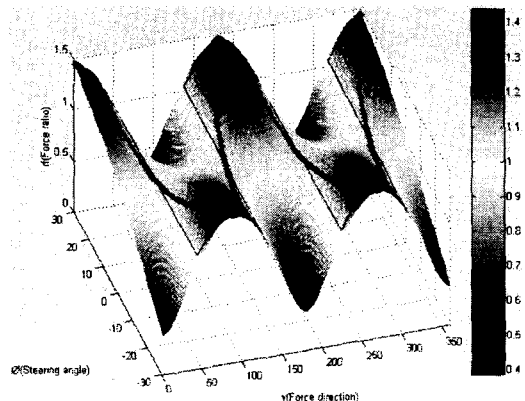


Fig. 2 Force ratios as a function of steering angle and driving direction