

트랙 타입 관내 주행 로봇과 병렬형 로봇의 유사성 Analogues between a Crawler type In-pipe Robot and a Parallel Manipulator

*박정완¹, #양현석¹, 강윤구¹

*Jungwan Park¹, #Hyun Seok Yang(hsyang@yonsei.ac.kr)¹, Yoon-Koo Kang¹

¹연세대학교 기계공학과

Key words : analogues, in-pipe robot, parallel manipulator, kinematic analysis

1. 서론

관로는 사회 유지를 위한 기반 시설으로써, 그 검사 및 유지, 보수가 매우 중요하다. 그러나 대부분의 관로가 지하에 매설되어 있으며 사람이 직접 접근하기 어려운 매우 협소한 내부 공간을 가지고 있기 때문에, 로봇을 이용하여 관 내부를 검사하려는 연구가 진행되어 왔으며 다양한 형태의 관내 주행 로봇과 검사 기술이 개발되었다.[1]-[3] 그러나 현재까지 복잡한 관 내부를 주행 할 수 있는 플랫폼 개발에만 집중한 나머지 관 내부 공간에 대한 이해와 관내 로봇에 대한 해석이 부족했던 것이 사실이다. 관내 주행 로봇을 해석하기 어려운 이유는 로봇의 위치나 방위가 관로에 따라 바뀌며 위치나 방위에 따라 관로를 인식하는 모양이 바뀌기 때문이다. 본 논문에서는 관 내부 공간에서 트랙 타입 관내 주행 로봇과 병렬형 로봇팔의 유사성을 보이고 이를 통하여 관 내부에서의 관내 주행 로봇의 움직임을 해석할 수 있는 모델을 제시한다.

2. 병렬형 로봇과의 유사성

만약 미끄럼짐, 장애물 또는 곡관이 없을 때 관내 주행 로봇의 모든 구동부가 같은 속도로 주행을 한다면 관내 주행로봇의 자세는 그림 1(a)와 같을 것이고 점선으로 표시한 각 접촉점을 연결한 평면은 파이프에 대해 수직할 것이다. 그러나 실제 로봇의 자세는 그림 1(b)와 같이 될 것이며 각 구동부의 이동 거리가 다르기 때문에 각 접촉점을 연결한 평면은 관에 대하여 기울어진 상태로 존재할 것이다. 이와 같이 기울어진 자세를 가지고 있는 이상적

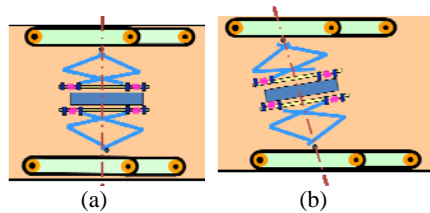


Fig. 1 (a) The posture of an in-pipe robot in an ideal case, and (b) a practical case

인 상태의 자세로 회복을 하여야 관 내부를 성공적으로 주행할 수 있다.

두 평면의 상대적인 위치나 방위를 제어하는 방법은 병렬형 로봇 팔 분야에서 오랫동안 연구되어 왔으며, 많은 결과물들이 도출되었다. 이상적인 평면은 관에 따라 결정되므로 fixed platform 으로 가정하고 현재 로봇의 자세에 따른 평면을 moving platform 으로 가정한다면 그림 2 와 같이 관내 주행 로봇과 병렬형 로봇 사이의 유사성을 발견할 수 있다. 각 평면은 병렬형 로봇의 각 platform 으로 가정할 수 있

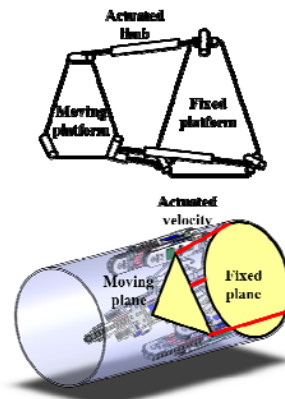


Fig. 2 analogues between a parallel manipulator and an in-pipe robot

으며 트랙 모듈은 병렬형 로봇의 구동부로 가정할 수 있다.

3. 상사성을 이용한 해석 모델 제시

본 논문에서 제시하는 해석 모델은 PAROYS-II (Pipe Adaptive Robot of Yonsei University)로 명명된 관내 주행 로봇이다. 병렬형 로봇과의 상사성을 이용하여 PAROYS-II의 해석적 모델을 제시하는 방법은 다른 트랙을 이용하여 주행하는 다양한 관내 주행 로봇에서도 적용이 가능하다. 그림 3은 PAROYS-II의 외관과 해석적 모델을 보여주고 있다. 로봇의 트랙 모듈은 앞장에서 설명하였듯이 병렬형 로봇의 구동부로 대체되었다. PAROYS-II는 환경 변화부에 펜토그래프 기구를 적용하여 트랙이 로봇의 중심을 기준으로 직선 운동을 하며 환경의 변화에 적응하게 되므로 prismatic joint로 대체할 수 있으며, 환경 변화부와 트랙은 revolute joint로 연결되어 있다. 보통의 병렬형 로봇과 해석적 모델의 가장 큰 차이점은 fixed platform과 구동부의 연결 상태이다. 일반적인 병렬형 로봇의 경우, 구동부의 위치는 fixed platform 상에 고정되어 있고 방향이 변화하는 형태이나, 관내 주행 로봇의 경우 로봇의 방위에 따라 트랙과 이상적인 면이 만나는 위치와 방향이 변화하게 된다. 그러므로 항상 일정한 위치에 고정되어 있다고 가정할 수 없기 때문에, 해석적 모델의 fixed platform과 구동부는 서로 점접촉을 하면서 미끄러지는 형태가 되어야 한다. 관내 주행 로봇이 이동하기 위해서는 반드시 트랙 모듈이 관내벽과 밀착해야 하므로 해석 모델의 구동부는 fixed platform의 중심에서 일정한 거리상에 있어야 한다. 이러한 가정을 거쳐서 관내부에서 트랙 타입의 관내 주행 로봇의 움직임을 해석할 수 있는 해석적 모델을 얻을 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 관내 주행 로봇이 유지하여야 할 자세와 현재 자세로부터 두개의 평면을 정의하였으며 병렬형 로봇과의

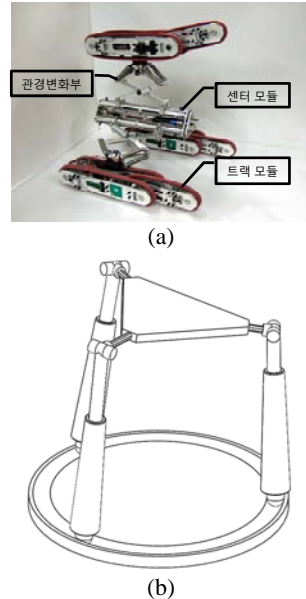


Fig. 3 (a) Overview and (b) transformed schematic of PAROYS

상사성을 이용하여 해석적 모델을 제시하였다. 제시된 모델과 병렬형 로봇의 기구학 및 동역학 해석 방법을 적용하게 되면 관내 주행 로봇의 연구에 다양한 방법과 진전이 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

1. Yunwei Zhang, and Guozheng Yan, "In-pipe inspection robot with active pipe-diameter adaptability and automatic tractive force adjusting", Mechanism and Machine Theory, vol. 42, pp. 1618-16931, Dec. 2007
2. Yuichi Nakazato, Yukihiro Sonobe, and Shigeki Toyama, "Development of an In-pipe micro mobile robot using peristalsis motion", J. Mechanical Science and Technology, vol.14, pp. 51-54, Jan. 2010
3. M.Mutamatsu, N.Namiki, R.Koyama, and Y.Suga, "Autonomous mobile robot in pipe for piping operations", IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robot and Systems, vol. 3, pp 2166-2171, 2000