

교통노면표시를 위한 문자 도색작업용 모바일 로봇의 기구적 구조 제안

이지호¹, 한경석¹, 진용식², 서정욱¹
¹ 경북대학교, ² 한국전자통신연구원

tndkqk99@knu.ac.kr, kyoungsh@knu.ac.kr, yongsik@etri.re.kr, jwsuh@knu.ac.kr

Proposal of mechanical structure of mobile robot for character painting work for traffic road markings

Jiho Lee¹, Kyoung Seok Han¹, Yongsik Jin², and Jungwook Suh¹

¹Kyungpook National University (KNU),

²Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI)

요약

본 논문은 기존의 노면 도색작업 시스템의 한계를 극복하기 위해, 문자의 도색작업을 자동화할 수 있는 소형 모바일 로봇의 기구적인 구조를 제안한다. 제안된 모바일 로봇은 4륜조향 및 4륜구동의 구조적 특징 덕분에 노면의 요철을 극복과 함께 제자리 회전이 가능하다. 뿐만 아니라 로봇의 물리적인 폭을 조절 기능은 좁은 공간에서의 이동 및 도색작업을 가능하게 한다. 이 로봇은 정지된 상태에서도 구동 가능한 도로 분사 노즐의 횡방향 이동과 회전 운동 관절을 포함한다. 본 연구에서는 최소한의 구동기를 가지고 이러한 기능들을 구현하기 위해, 바퀴형 모바일 로봇의 새로운 기구적인 구조를 제안한다.

I. 서론

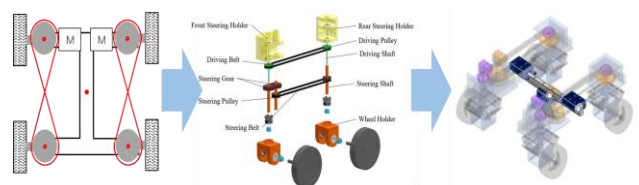
저출산 및 고령화로 인한 인력 부족 문제가 국내 뿐만 아니라 일본, 중국 등 세계 각지에서 심각한 문제로 대두되고 있다. 그러한 와중에 현재 수작업에 의존하고 있는 위험한 도로의 보수작업으로 인해 고속도로 작업 중 교통사고로 인한 인명피해가 빈번히 발생하여, 최근 5년간 170건의 사고 중 사망자가 50명에 이른다. 교통사고가 아니더라도 노면의 문자 도색 작업은 융착식 도로의 사용을 위한 LPG 가스탱크의 폭파 위험에 항상 노출될 수밖에 없다.

노면 도색작업에 로봇을 도입하게 되면, 무인자동화를 통해 인명피해를 완전히 예방할 수 있을 뿐만 아니라, 작업시간과 함께 인건비를 크게 감소시킬 수 있게 된다. 또한 로봇은 작업자에 따라 각기 달라지던 노면 표시 결과물의 균일화를 가능하게 한다. 최근 이러한 차선 도색 및 교통 노면 표시 자동화 기계 기술을 기반으로 도로 인프라 유지관리를 자동화하기 위해 고정형 노면표시 도장로봇이 도입되었다[1]. 로봇의 이동성 개선을 위해, 차동 구동 바퀴 2개와 캐스터 휠, 그리고 스프레이 건 밸브의 간단한 구조를 활용한 노면 도색작업용 로봇이 개발되었으며[2], 4륜 바퀴형 모바일 로봇에 부착된 광각 카메라를 이용하여 말단작동기의 궤적을 정확하게 추정하고 그 움직임을 보상하여 바닥에

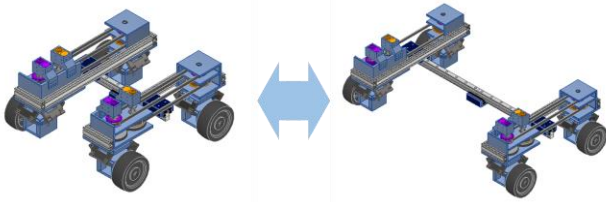
큰 그림을 정확하게 그리기 위한 연구가 수행되고 있다 [3,4]. 본 논문에서는 기존의 노면 도색작업용 로봇이 가지고 있는 이동성 및 작업성의 개선을 위한 새로운 모바일 로봇의 기구적인 구조를 제안하고자 한다.

II. 본론

본 연구에서 제안하는 로봇은 4개의 모터를 이용하여 4륜조향 및 4륜구동 기능을 구현한다. 4륜구동을 통해 불균일한 노면상에서의 안정적인 이동성을 확보하고, 4륜조향을 통해 방향 조절 및 좁은 공간에서의 회전 기능을 확보할 수 있다. 조향/구동용 구동기 수의 최소화를 위해 2중 타이밍벨트가 적용된다. 한편, 효율적인 횡방향 라인 도색을 위해, 차체가 정지한 상태에서 노즐의 횡방향 이동 기능과 함께, 라인/획 도색 방향에 맞춘 도로 분사를 위한 노즐의 능동 회전 운동 기능이 필수적이다.



[Fig. 1] 모바일 로봇의 조향/구동 기구 설계



[Fig. 2] 차체폭 조절 및 노즐 구동 기능

제안된 로봇의 가장 큰 기능적인 특징 중 하나는 차체폭의 가변적 조절 기능이다. 차체폭의 가변화를 통해 넓은 도로에서의 도장 영역 확보와 도색된 도장면의 손상 방지를 위한 차체 폭의 확대 기능과 함께, 좁은 골목길에 맞춘 도장 작업 및 화물차 적재를 위한 차체폭의 축소 기능을 동시에 만족시킬 수 있다. 이러한 차체폭의 가변화 기능은 전동화가 될 필요는 없으며, 소형화를 위해 분해/조립 기능으로 대체될 수 있다. 한편, 바퀴벌의 간격 변화에 대응하기 위해 좌우 조향/구동기의 기능은 분리되는 것이 바람직하다.

III. 결론 및 향후계획

본 논문에서는 적은 수의 구동기를 가지고 노면 도색작업이 가능한 바퀴형 모바일 로봇의 기구적인 구조를 제안하였다. 제안된 로봇의 각 바퀴에는 서스펜션이 적용되어 주행 안정성을 확보하고 준협지주행이 가능하다. 또한 4 개의 모터를 활용하여 좌우 조향/주행 모듈의 개별적인 구동을 구현함으로써, 차체폭 변화 요구조건에 대응이 가능하다. 뿐만 아니라, 도로 분사 노즐의 횡방향 이동과 회전 운동 관절과 함께 로봇의 물리적인 폭을 조절 기능은 좁은 공간에서의 이동 및 도색작업을 가능하게 한다.

향후 제안된 모바일 로봇의 기능 확인을 위한 스케일다운 시제품이 제작될 예정이다. 3D 프린팅 또는 CNC 기계가공 부품과 제어기 일체형 모터를 적용하여 스케일다운 워킹 시제품이 제작되면, 차량의 조향/주행 및 노즐의 이동/회전 관절의 개별 구동 시험을 거치게 된다. 차량의 주행 및 노즐 구동 경로 생성을 위한 로봇의 기구학이 분석되면, 모델기반 경로계획 및 최적제어 기술이 적용되어 실제 구동시험에 적용될 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by the Commercialization Promotion Agency for R&D Outcomes(COMPA) grant and the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) [No. RS-2023-00304695, No. NRF-2020-R1C1C1008707].

참고 문헌

- [1] <https://roboprint.co.kr/>
- [2] M. A. H. Ali, W. A. B. W. Yusoff, Z. B. Hamedon, Z. B. M. Yussof, and M. Mailah, "Mechatronic design and development of an autonomous mobile robotics system for road marks painting," IEEE Industrial Electronics and Applications Conference (IEACon), Nov. 2016.
- [3] H. Kim, D. Ko, B. Jung, M. Lee, and S. Lee, "Large Size Painting with Infraless Vision-aided Mobile Robot," in IEEE International Conference on Control, Automation and System (ICCAS), Oct. 2018.
- [4] S. Lee, H. Kim, D. Ko, M. Lee, B. Jung, and S. Seok, "Trajectory Tracking of End Effector on Mobile Robot with Multiple Onboard Cameras," in IEEE International Conference on Ubiquitous Robots (UR), Jun. 2019.