

스마트팜 플랫폼 조향장치 기구 동역학 해석

류경태*, 김병수*, 김영삼**

*대구기계부품연구원

** (주)코윈

e-mail:rkt3414@dmi.re.kr

Smart Farm Platform Steering Mechanism Dynamic Analysis

Gyeong-Tae Ryu*, Byeong-Soo Kim*, Young-Sam Kim**

*Daegu Mechatronics & Materials Institute

**Cowin Inc.

요약

본 논문에서는 스마트팜 플랫폼을 구성하는 장치에서 구동과 관련된 핵심 장치인 조향장치에 대한 기구학 분석과 설계 검증을 위해서 동역학 해석을 수행했다. 메인 조향 장치의 회전 각도와 링크암 구조로 연결된 장치에서 실제로 바퀴의 최대 회전 각도에 대한 기구학적으로 분석하고 조향 속도에 따른 필요한 회전동력을 동역학 해석을 통해 도출했다.

1. 서론

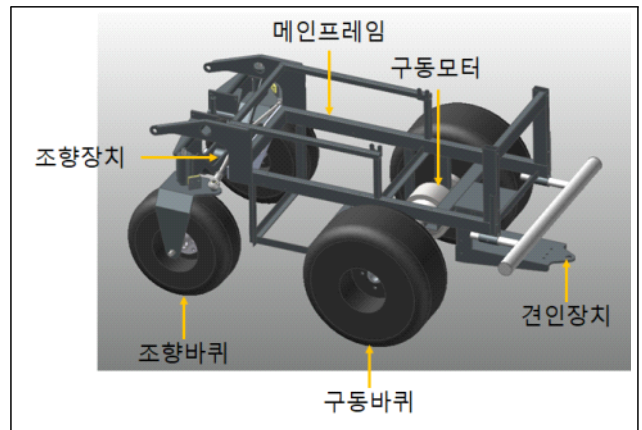
스마트팜 및 지능형 농작업기 분야는 전 세계적으로 관심 및 투자가 높은 분야이며, 국내 매년 15% 이상의 높은 성장률을 갖는 분야이다. 세계시장의 선점을 위하여 농작업의 기계화에서 반자율형 농업용 기계와 완전자율형 농업용 기계로 이어지는 단계적이고 시장 지향적인 기술개발 필요하다. 농기계 관련 기술은 원천핵심 기술 및 부품소재 기술이 선진국 대비 70% 이하의 낮은 수준으로 안전성, 편리성, 친환경화, 고효율화, 자동 무인화의 형태로 발전되는 추세를 보인다. 친환경 구동 시스템, 고효율 자동화 기술개발에 대응하는 전기 모터를 이용한 주행 구동장치 및 작업기 구동장치 개발 그리고 자율주행, 원격조종 제어 등의 핵심 개발 기술은 단위 기술로 시스템 개발의 원천 기술로 사용될 수 있으며, 또한 포도밭 농약살포 및 견인이 가능한 자율주행 스마트팜 플랫폼 개발을 통해 타 농축산 자동화기계 개발에 용이하게 적용 가능할 것으로 예상된다.

본 연구에서는 스마트팜 플랫폼을 구성하는 장치 중 구동과 관련된 핵심 장치인 조향장치에 대한 기구학 분석과 설계 검증을 위해서 동역학 해석을 수행하고자 한다.

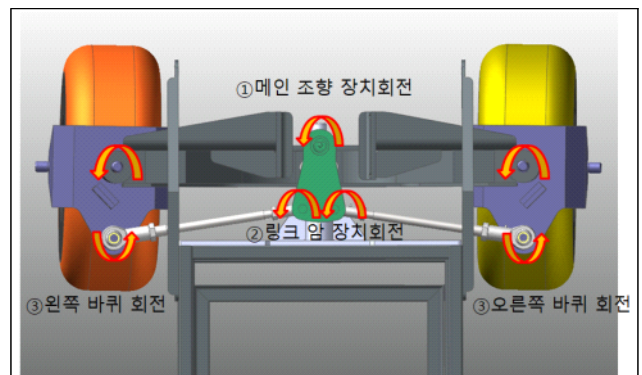
2. 해석 모델 정의

스마트팜 플랫폼 조향장치의 구성은 핸들과 연결되어 전체적인 메인 조향을 담당하는 조향장치, 앞 바퀴와 연결되어 조

향동력을 전달하는 링크 암, 링크암과 연결되어 동력을 전달하는 바퀴 지지대, 구동바퀴로 [그림 1]과 같이 구성된다.

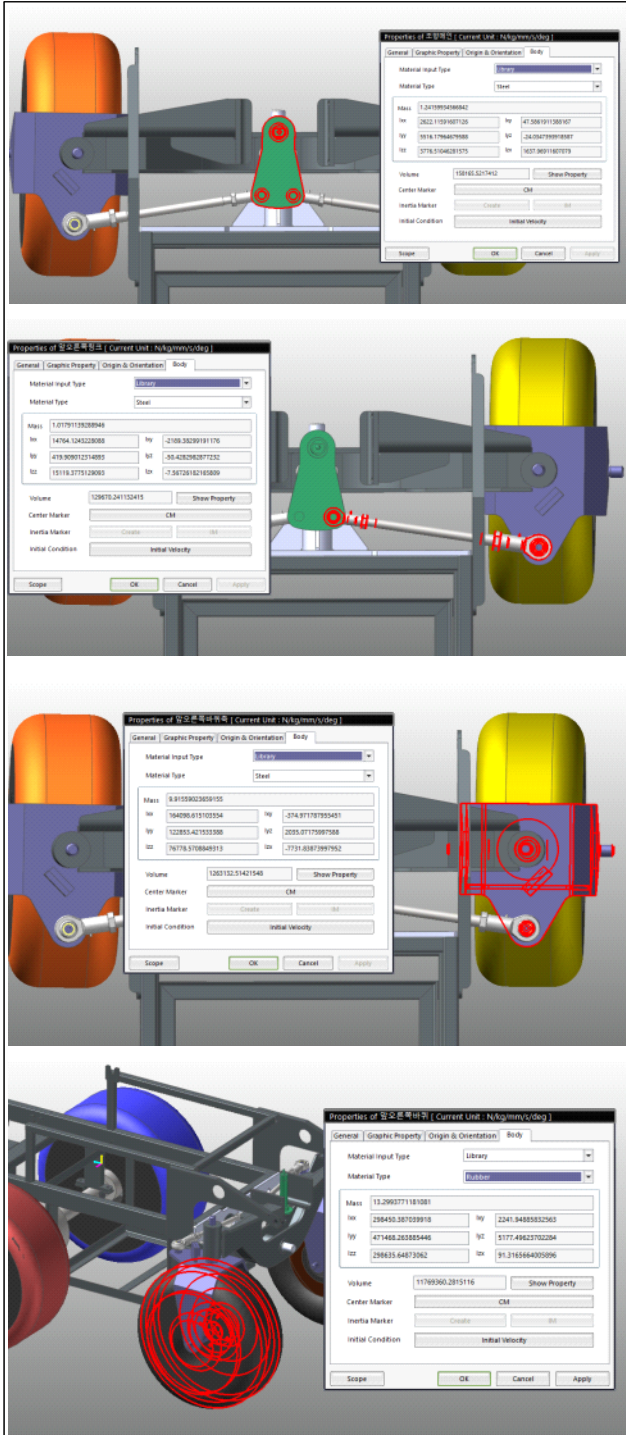


[그림 1] 스마트팜 플랫폼 해석 모델



[그림 2] 스마트팜 플랫폼 조향장치 해석 모델 정의

메인 조향 장치의 회전 각도와 링크암 구조로 연결된 장치에서 실제로 바퀴의 회전 각도에 대한 기구학적으로 분석하고 조향 속도에 따른 필요한 회전동력 분석을 위한 동역학 해석을 모델을 [그림 2]와 같이 정의한다.

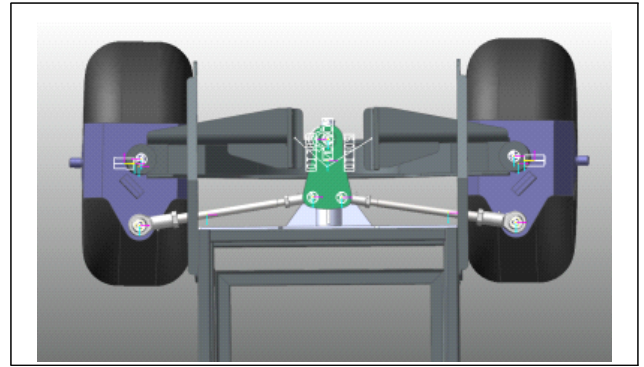


[그림 3] 스마트팜 플랫폼 조향 파트, 링크암 파트, 조향 바퀴 지지대 파트, 바퀴 재료 물성 정의

[그림 3]에서 스마트팜 플랫폼 조향 파트, 링크암 파트, 조향 바퀴 지지대 파트 재료 물성을 steel로 정의하면 하중은 각각 1.24kg, 1.01kg, 9.9kg로 정의된다. 스마트팜 플랫폼 구동 바퀴는 고무 소재로 물성을 부여하면 자체 하중이 13.3kg으로 결정된다.

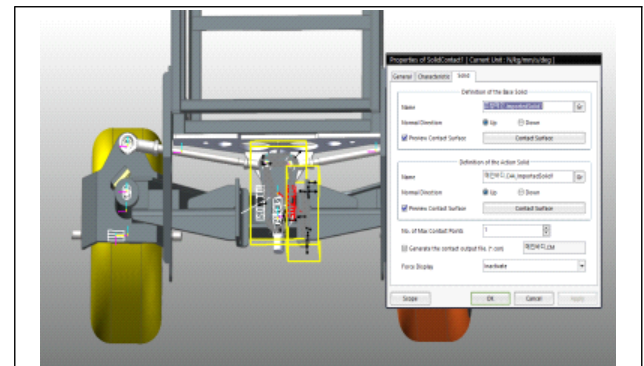
3. 해석 구속 조건

[그림 4]에서 스마트팜 플랫폼 조향모듈 구동원리는 스티어링 파트의 핸들이 회전하면서 링크암과 조향 회전을 연결 파트가 회전하면서 링크암을 통해 동력을 전달하고 링크암과 연결된 바퀴 지지대가 회전하면서 조향이 되는 구조이다.



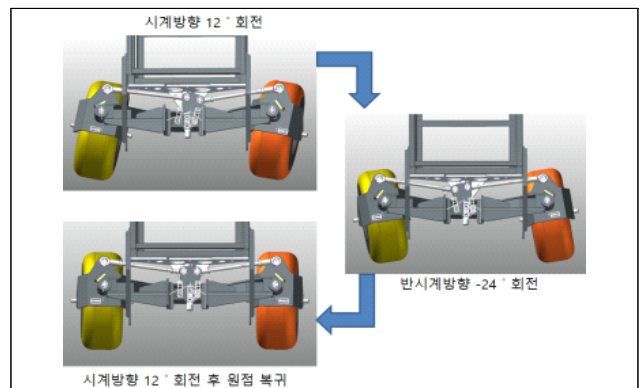
[그림 4] 스마트팜 플랫폼 조향모듈 조인트 구속조건 정의

회전으로 동력전달 되는 파트에 대해서는 회전 조인트 구속조건을 부여하고 메인 회전축에 대해서는 Input motion으로 회전각도 범위를 함수로 조건을 [그림 5]와 같이 지정한다.



[그림 5] 스마트팜 플랫폼 조향모듈 컨택 조건 정의

조향 모듈이 좌우로 회전할 때 최대 회전 가능한 각도 범위를 분석하기 위해서 조향 모듈 파트와 플랫폼 바디와 solid to solid 컨택 조건을 정의한다.



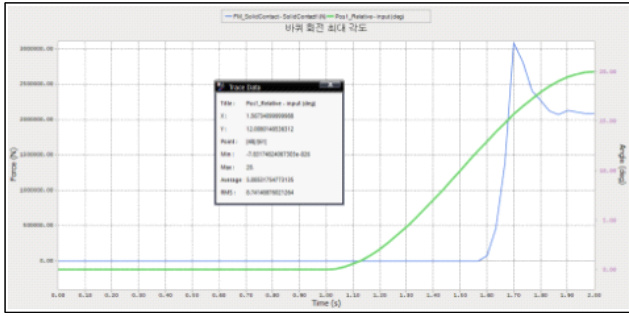
[그림 6] 스마트팜 플랫폼 조향모듈 회전 범위

조향모듈이 좌우 회전 시 간섭 없이 최대 회전 가능한 각도

범위는 $\pm 12^\circ$ 이고 초기 위치에서 아래 그림과 같이 스티어링 모듈이 회전하면서 동시에 바퀴가 회전가능 하도록 [그림 6]처럼 모션을 구성한다.

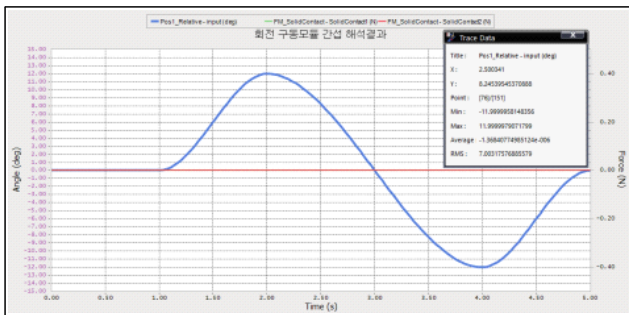
4. 해석 결과

스마트팜 플랫폼의 스티어링 모듈에 대해서 최대 회전가능한 각도범위를 도출하기 위해서 컨택 조건에 대한 해석 결과는 [그림 7]의 녹색 그래프가 스티어링 회전각도이고 파란색이 컨택 시 발생하는 반발 충격을 나타낸다.

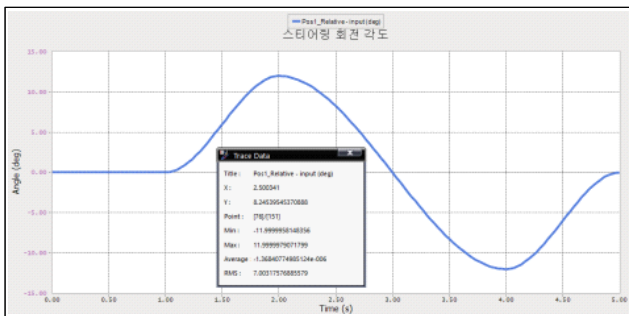


[그림 7] 스마트팜 플랫폼 스티어링 회전 시 컨택

스티어링이 회전하고 1.55초 구간에서 컨택이 발생하였으며, 최대로 회전 가능한 각도인 $\pm 12^\circ$ 는 [그림 8]의 해석 결과에서 도출했다.

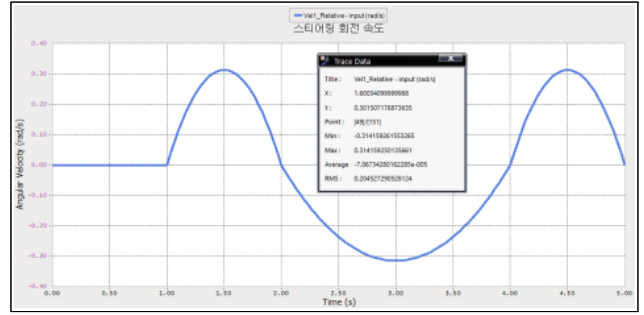


[그림 8] 회전 구동모듈 간섭 해석 결과

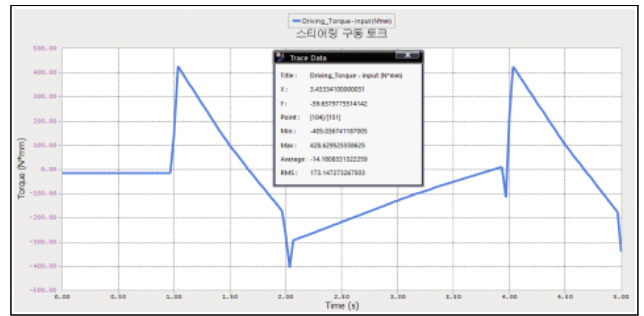


[그림 9] 스마트팜 플랫폼 스티어링 최대 회전각도

스마트팜 플랫폼 스티어링이 좌우로 최대 $\pm 12^\circ$ 회전한다고 입력했을 때 발생하는 회전 각속도는 $\pm 0.31\text{rad/sec}$ 로 단위를 환산하면 $\pm 17.8^\circ/\text{sec}$ 이다.



[그림 10] 스마트팜 플랫폼 스티어링 회전속도



[그림 11] 스마트팜 플랫폼 스티어링 구동 토크

스마트팜 플랫폼 스티어링을 좌우로 $\pm 0.31\text{rad/sec}$ 속도로 회전하기 위해서 요구되는 최대 구동 토크는 428Nmm 로 [그림 10], [그림 11] 해석 결과에서 도출된다.

스마트팜 플랫폼 해석 모델을 해석한 결과 스티어링이 간섭 없이 최대로 회전할 수 있는 각도는 $\pm 12^\circ$ 이며 이때 발생하는 회전 각속도는 $\pm 17.8^\circ/\text{sec}$ 이다. 스티어링을 좌우로 $\pm 17.8^\circ/\text{sec}$ 속도로 회전하기 위해서 최대 구동 토크는 약 428Nmm 가 요구된다.

5. 결론

스마트팜 플랫폼 조향장치의 최대조향 각도 및 회전 시 요구되는 구동토크를 동역학 해석을 통해 결과를 도출하였고, 스티어링 구동에 적용되는 모터는 정밀 회전각도 제어가 가능한 AC servo motor 200w 급으로 적용하면 구동에는 문제가 없을 것으로 예상된다.

후기

본 연구는 중소벤처기업부 구매조건부 사업인 "포도밭 농약살포 및 견인이 가능한 자율주행 스마트팜 플랫폼 개발(S3174725)" 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

[1] Kim, S. O., Yoo, W. S. and Kim, J. B., "Design and Analysis of Intermediate Shaft of the Steering System using Vehicle Dynamics Program CADyna," Transactions of Korea society of automotive engineers, Vol. 10, No. 3, pp. 185-191, 2002.