

논 제초 로봇의 바퀴 설계

Wheel Design for Paddy Weeder Robot

*윤병호, 김영국, 안정도, 박종원, 이진이, #김수현

*Byungho Yoon, , Young Kook Kim, Jeongdo Ahn, Jongwon Park,

Jinyi Lee, #Soohyun Kim(peaceall@kaist.ac.kr)

KAIST 기계공학과

Key words : Paddy, Weeder, Robot, Wheel Design, Weed control

1. 서론

농업은 인류가 살아가는데 있어서 가장 기본적으로 만족되어야 할 식량을 안정적으로 공급하는데 있어서 중요하다. 하지만 농업이 사양 산업으로 전락하고 농업인구의 고령화라는 내부의 요인에서부터 자유무역협정(FTA)로 인하여 우리나라 식량의 대외 의존도를 심화 시키는 외부 요인까지 우리나라의 농업에 대한 전망이 좋지 않기 때문에 문제 해결방법을 모색하는 것이 시급하다. 농기구의 현대화 및 자동화로 이러한 문제점들을 해결해 나가고 있지만 제초에 있어서는 제초제와 같은 약물에 의존하는 것이 전부이다. 제초제는 인력으로 하는 것보다는 빠르고 손쉽다는 장점이 있으나 뒤따르는 환경오염 및 인체에 해를 가한다는 점에서 지양해야 하는 방법이다. 친환경 제초 방법으로 오리 농법과 우렁이 농법들이[3] 개발되어 시행 되었으나, 생산성이 저하되고, 오히려 환경 생태계를 악화시켜 대체방법으로 사용되지는 못하였다. 제초의 자동화를 위하여 일본의 기후현 연구소에서는 아이가모라는 로봇을 개발하였고,[1] 우리나라에서도 ㈜나인티 시스템에서 제초용 로봇을 개발하였다.[2]



Fig. 1 Aigamo(Japan, left), Ninety system(Korea, right)

아이가모는 제초율 80%이지만 주간 잡초 제거를 하지 못하는 단점이 있고, 나인티 시스템에서 제작한 로봇은 30kg의 중량으로, 작동하는데 있어서 불편한 점이 있다. 본 논문에서는 이러한 제초 로봇을 개발하면서 잡초제거를 효과적으로 수행할 수 있는 바퀴에 대해 연구한 것을 서술하고자 한다.

2. 잡초 제거 로봇 바퀴 설계

벼 같은 경우 생장이 빠르기 때문에 제초로봇은 모가 심어지고 15일 이후부터 약 한달 사이의 기간에 모와 모 사이에 자라는 잡초를 제거하기 위하여 사용된다. 본 연구에서 개발하고 있는 잡초 제거 로봇은 주간과 조간 사이에 자라고 있는 잡초들을 흙을 뒤집는 형태로 잡초자체를 제거하는 방법과 흙탕물을 일으켜 광합성 작용을 하지 못하게 하여 상대적으로 키가 작은 잡초들이 성장을 하지 못하도록 하는데 초점을 맞추고 있다. 이중 땅을 갈아엎는 역할을 하는 바퀴는 핵심부품중의 하나로, 로봇의 전체 퍼포먼스에 가장 큰 역할을 한다. 일본의 아이가모와 우리나라의 ㈜나인티 시스템에서 개발된 제초 로봇들은 모두 트랙형태의 바퀴를 가지고 있다. 트랙형태는 여러 지형을 갈 수 있다는 장점을 가지지만 시스템이 복잡해지고 무거워지는 단점을 가지고 있다. 사용되는 환경이 진흙이라는 점에서 복잡하고 무거워지는 시스템은 적절하지 않기 때문에 일반 바퀴의 형태를 진흙에서 잡초를 제거하기에 최적화된 형태로 설계 하였고, 아래 그림과 같다.

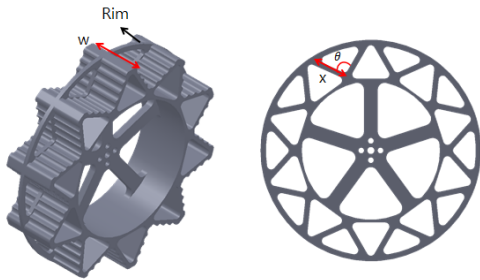


Fig. 2 Proposed Design of Wheel for Paddy Weeder

설계된 바퀴는 림(rim) 부분이 있어서 평지에서도 pitch 방향으로 균형을 잡을 수 있도록 설계 되었다. 제안된 바퀴는 작동 시, 땅을 갈을 수 있도록 삼각형 모양의 톱니바퀴를 가지는 형태이다. 잡초가 모내기 후 15 일이 되었을 경우 평균 20mm 정도의 깊이로 뿌리를 내리므로 삼각형의 한변 x 를 파라미터화하였으며, 그 사잇각은 땅을 파는 이등변 삼각형의 개수와 진흙으로 인한 증가된 무게와 관련이 있으므로 θ 로 정의하였다. 바퀴의 너비 w 는 조간사이(30cm)보다 작으며 로봇의 크기에 비례하도록 40mm 로 정하였다. 진흙으로 증가된 무게는 사용하고 있는 모터에 부하를 증가시키므로, 이를 이용하여 바퀴의 파라미터를 최적화 하였다.

$$f(x, \theta) = \frac{1}{2}V = \frac{1}{2}x^2 \sin \theta w \quad (\text{where, } 10 \leq x \leq 30\text{mm})$$

여기서 삼각형의 부피의 절반 크기만큼의 흙의 질량이 증가된다고 가정하였고, 증가된 흙의 질량은 아래 식과 같다.

$$m_{\text{increase}} = \frac{1}{2}V\rho \quad (\text{where, } \rho \text{ is density of soil})$$

3. 무논환경 테스트

보통의 로봇 연구에서는 설계 이후 시뮬레이션을 통한 검증을 하는 것이 보통이나 진흙을 모델링을 하는 방법이 정의하기 어려우며, 개발된 시뮬레이션 툴도 없기 때문에 본 연구에서는 무논환경을 구성하였고, 제안된 바퀴를 테스트 해 보았다.

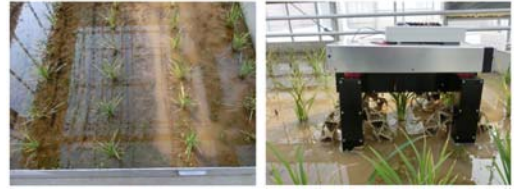


Fig 3 Rice Field(left), Developed Robot(right)

4. 결론

제안된 바퀴는 초기의 설계 목표인 흙탕물 발생과 잡초제거에는 탁월한 효과를 보였으나, 회전을 하는데 있어서 삼각형의 홀 부분으로 진흙의 유입이 생겨 원활한 작동을 하지 못하는 것을 알 수 있었다. 따라서 추후 연구에서는 회전을 고려한 바퀴의 설계와 테스트를 할 예정이다.

후기

본 연구는 농림수산식품기획평가원을 통한 생체모방형 농작업관리 무인화 시스템 개발 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Mitui T, Konayashi T, Kaigiya T, Inaba A., Ooba S. "Verification of a Weeding Robot, AIGAMO-ROBOT for Paddy Fields", Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.20, No.2, pp228-233
2. <http://www.ninety.co.kr/>
3. 강창용, 박현대, "친환경 생산의 효율성 분석", 농촌경제 제 28 권 제 4 호 pp19-31, 2005