

고추 수확용 엔드이펙터 개발

Development of the End-effector of a Pepper

김동우*	민병로*	김 옹*	정문영**	이대원*
정회원	정회원	정회원		정회원
D. W. Kim	B. R. Min	W. Kim	M. Y. Jung	D. W. Lee

1. 서론

우리나라의 농업은 고령화에 따른 탈농 및 전출 등으로 인한 농업 노동력의 감소, 생산성 저하, 생산비 상승, 그리고 WTO체제에 따른 수입 개방으로 큰 어려움을 겪고 있다. 따라서 노동력과 기술 그리고 자원이 집약된 생물생산 체계 및 작업 공정에 대한 자동화 시스템의 개발을 요구하고 있다.

우리나라 농가의 주된 영농형태는 논벼(51.5%), 채소(21.1%), 과수(11.0%) 순으로 나타났고, 작물별 수확농가는 논벼, 고추, 김장배추 순으로 채소류에서는 고추의 수확농가가 가장 많았다(국립농산물품질관리원, 2004). 고추는 수송성이 좋고 수확 후 품질이 빨리 변하지 않으므로 도시에서 떨어진 지역에서도 재배가 가능하다. 고추는 과채류 중에서도 고온성 채소이므로 겨울 하우스재배에서는 남부의 따뜻한 지역에서 재배하는 것이 유리하며, 중일성 작물로서 일장을 고려 할 필요가 없으므로 주로 온도 등의 환경조건만 맞추어 주면 연중재배가 가능하다. 고추의 작업단계별 노동시간은 수확, 이식, 병충방제 순으로 수확작업에서 가장 많이 소요된다. 현재 농가에서 고추의 수확작업은 5~7회 정도로 이루어지고 있으며, 생산비와 노동투하시간에서 높은 비중을 차지하는 고추의 수확작업을 자동화하여 힘든 작업 및 부족한 노동력을 대체하고 생산성을 향상시키기 위한 현장 적용성을 고려한 자동화 기계를 요구하고 있다.

본 연구는 고추의 수확작업을 자동화하기 위해 재배 현장에 적용 가능한 소형·경량인 고추 수확용 엔드이펙터를 개발하는데 있다.

2. 재료 및 방법

가. 실험재료

본 실험에 사용된 고추는 시중에서 판매되고 있는 풋고추, 홍고추, 청양고추를 사용하였다. 엔드이펙터의 개발을 위해 고추의 무게와 수확작업에 이용되는 꼭지부분의 직경을 줄기 부분과 열매부분에 대해 측정하였다. 고추의 무게는 풋고추 13g, 홍고추 20g, 청양고추 8g이

* 성균관대학교 생명공학부 바이오메카트로닉스학과

** (주)신진테크

있고, 꼭지직경은 풋고추는 줄기부분이 3.5mm이고 열매부분이 6mm, 홍고추는 줄기부분이 3mm이고 열매부분이 6mm, 청양고추는 줄기부분이 3mm이고 열매부분이 5mm 이었다.



(a) Green pepper

(b) Red pepper

(c) Chung-Yang pepper

Fig. 1 Peppers for experiment

나. 엔드이펙터

설계기준은 협소한 작업환경 등의 어려운 수확작업에서 원활한 작동을 위한 엔드이펙터의 소형화와 경량화 및 고추의 손상을 고려하였다. 이를 위해 고추의 꼭지부분을 파지 및 절단하고 구동부를 외부로 분리시킨 엔드이펙터를 개발하였다. 설계는 3차원설계 프로그램(3D Studio Max)을 이용하였으며 CNC를 이용하여 제작하였다.

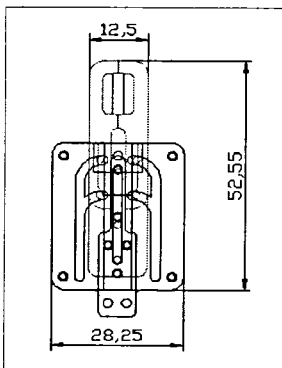


Fig. 2 Design drawing of end-effector

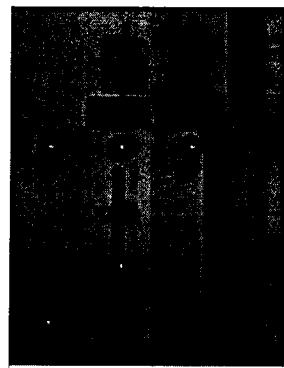


Fig. 3 Picture of end-effector

다. 실험방법

개발된 엔드이펙터의 수확작업에 이용되는 꼭지의 지름은 2.5~7mm 정도로 꼭지부를 이용한 수확성능과 수확에 용이한 위치를 결정하기 위하여 꼭지의 줄기부분(A), 줄기부분과 열매부분의 중간(B), 열매부분(C)의 3수준으로 풋고추 20개, 홍고추 20개, 청양고추 20개씩

총 60개의 고추에 대해서 파지 및 절단 실험을 하였다.

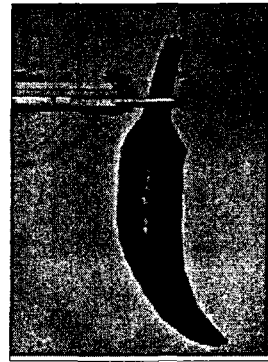
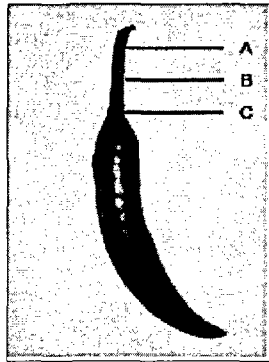


Fig. 4 Points of pepper for efficiency test of end-effector Fig. 5 Harvesting of pepper

3. 결과 및 고찰

본 실험에서 개발된 엔드이펙터의 수확성능과 수확작업에 적합한 꼭지부분의 위치를 찾기 위해 고추의 꼭지부분을 3수준(A, B, C)으로 풋고추, 홍고추, 청양고추를 20개씩 60개에 대해서 파지 및 절단 실험하였다.

실험을 위해 꼭지의 지름을 버니어캘리퍼스로 측정 후 줄기부분(A), 줄기부분과 열매부분의 중간(B), 열매부분(C) 순으로 3종류의 고추에 대해서 파지 및 절단의 수확성능을 실험하였다.

Table. 1 Success ratio of grip and cutting of end-effector

Parameter	Grip Success ratio (%)			Cutting Success ratio (%)		
	A	B	C	A	B	C
Pepper						
Green pepper	80	100	100	75	100	100
Red pepper	95	100	100	95	100	100
Chung-Yang pepper	70	100	100	60	100	100

3종류의 고추에 대한 결과는 모두 실험부위 중 줄기부분과 열매부분의 중간(B), 열매부분(C)에서 파지 및 절단에 대해 100%의 성공률을 보였다. 그러나 줄기부분(A)에서는 청양고추, 풋고추, 홍고추 순으로 파지는 70~95%, 절단은 60~95%로 파지나 절단을 하지 못하는 경우가 있었다. 이는 줄기부분의 심한 휨으로 인한 결과로 나타났다.

본 연구에서 3종류의 고추 모두에서 파지 및 절단에서 우수한 성공률을 보인 부위 중 줄기부분과 열매부분의 중간(B)을 엔드이펙터의 수확작업에 이용하기 위한 적합부위로 사료된다.

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 협소한 작업환경 등의 어려운 수확작업에서 원활한 작동을 위해 파지 및 절단작업 및 구동부를 외부로 분리시켜 소형·경량인 엔드이펙터를 개발하였다.

개발된 엔드이펙터의 수확성능과 수확 적합부위를 결정하기 위해 꼭지의 줄기부분(A), 줄기부분과 열매부분의 중간(B), 열매부분(C)의 3수준으로 시중에서 판매되고 있는 풋고추, 홍고추, 청양고추를 20개씩 60개에 대해 파지 및 절단 실험을 하였다.

엔드이펙터의 수확성능 및 수확 적합부위에 대한 실험결과는 다음과 같다.

1. 파지 및 절단 실험 결과 줄기부분과 열매부분의 중간(B), 열매부분(C)의 부위에서 모든 고추를 100%의 성공률로 나타냈다.
2. 줄기부분(A)에서는 청양고추, 풋고추, 홍고추 순으로 파지는 70~95%, 절단은 60~95%로 파지나 절단을 하지 못하는 경우가 있었으며, 줄기부분의 심한 힘으로 인한 결과로 나타났다.
3. 3종류의 고추 모두에서 파지 및 절단에서 우수한 성공률을 보인 부위 중 줄기부분과 열매부분의 중간(B)을 엔드이펙터의 수확작업에 이용하기 위한 적합부위로 사료된다.

5. 참고문헌

1. 민병로, 이대원. 2004. 오이 로봇 수확기의 엔드이펙터. 한국농업기계학회지. 29(3): 281-287
2. 이종호, 박승제, 김철수, 이중용, 김용현. 1993. 고추수확기 개발을 위한 기초연구. 한국농업기계학회지. 18(2):110-122
3. 이종호, 박승제, 이중용. 1997. 고추수확기의 탈실장치 개발 (I) - 탈실장치의 소형화와 회수율의 제고. 한국농업기계학회지. 22(2):177-188
4. Han, K. S., C. H. Kang, J. H. Yun and Y. K. Lee. 2001. Development of grafting system for tomato. Proceeding of the KSAM 2001 Summer Conference 6(2):153-158.(In Korea)
5. Hoy and R. Michael. 1986. A unique hollow finger gripper designed for agricultural robots, M.S. Thesis, Department of Biological and Agricultural Engineering, North Calolina State University, Raleigh, NC. 12-40