

# 다목적 파종조절장치 개발

이용국, 이대원, 오영진  
성균관대학교 생명자원과학대학 농업기계공학과

## Development of Multi-purpose Seed Metering Device

Yong-kook Lee, Dae-won Lee, Young-zin Oh  
Department of Agricultural Machinery Eng.  
Sung Kyun Kwan University

### 1. 연구목적

우리 나라의 전작 및 시설농업 중 노동력이 많이 투입되는 작업은 파종, 이식 및 수확작업이다. 그중 파종작업은 다른 작업에 비해 인력에 대한 의존도가 매우 높으며 기계화의 필요성이 절실한 분야라 하겠다. 이와 같은 견지에서 본 연구는 컴퓨터에 의해 파종량 및 파종간격이 제어되고 따로 추출장치를 교환하지 않고 여러 종자를 파종할 수 있으며 실제 파종기에 이용될 수 있는 파종조절장치를 개발하는 데 있다. 본 연구의 구체적인 목적은 다음과 같다. 첫째, 종자의 보관과 이송이 용이한 종자통, 종자를 추출하는 추출장치, 추출된 종자를 임시보관하는 임시보관장치를 설계한다. 둘째, 추출된 종자의 개수를 오차 없이 인식하는 센서부를 설계한다. 셋째, 컴퓨터를 이용하여 작업을 제어하는 알고리즘을 개발한다. 넷째, 개발된 파종조절장치 전체 시스템의 작동 상태를 검증한다.

### 2. 재료 및 방법

개발된 파종조절장치의 전체적인 구성을 살펴보면 우선 종자를 추출장치로 용이하게 이송하도록 종자통을 설계 제작하였다. 또한 흡이 설치되어 종자를 종자통에서 임시보관장치로 이송할 수 있도록 만들어진 이송벨트를 제작하였다. 이송벨트는 스테핑 모터에 의해 회전하게 되어있다. 추출된 종자가 임시보관장치로 이송되는 동안 그 개수를 측정할 수 있도록 센서부를 설치하였다. 아울러 추출된 종자를 임시로 보관하였다가 파종 순간에 배출하는 임시보관장치를 제작하였다. 임시보관장치는 DC-솔레노이드에 의해 개폐가 이루어지도록 하였다. 그림 1은 종자통, 추출장치, 임시보관장치를 결합한 파종조절장치의 모습이다. 스테핑 모터, 센서부의 개수 신호 감지, DC-솔레노이드의 작동 등을 컴퓨터로 제어하도록 설계

하였다. 모터의 속도 조절을 위해 스텝과 스텝 사이의 지연시간을 설정하고, 센서의 신호를 입력받아 종자의 개수를 계산하고, 임시보관장치에 설치된 DC-솔레노이드의 작동 시간을 계산하는 과정 또한 컴퓨터로 수행하였다. 컴퓨터는 IBM-AT 호환 기종을 사용하였다. 컴퓨터에는 스텝핑 모터, 광전센서, DC-솔레노이드 등과 신호 교환을 위하여 AX5412 데이터 수집 보드(data acquisition board)를 설치하였다. 이 보드는 컴퓨터의 신호를 받아 이송벨트의 구동에 필요한 스텝핑 모터의 스텝을 4개의 출력 릴레이를 이용하여 발생시키고, 센서부의 ON/OFF 신호를 감지하여 컴퓨터로 전달하여 종자의 개수를 측정하도록 하며, 컴퓨터의 신호에 따라 임시보관장치의 개폐를 위해 설치된 DC-솔레노이드의 작동 등을 출력 릴레이 기능을 이용하여 제어하도록 되어있다.

실험장치의 전체 작동과정은 우선 종자가 이송벨트에 의해 종자통 밖으로 추출되고 이렇게 추출된 종자는 센서부에 의해 개수가 측정되어 진다. 여기서 종자는 닫혀진 상태의 임시보관장치에 담겨진다. 컴퓨터는 담겨진 종자의 개수가 파종될 종자의 개수와 같은가 비교한다. 측정된 종자의 개수가 설정된 종자의 개수와 같거나 클 경우 스텝핑 모터의 회전은 정지된다. 이 때 컴퓨터는 설정된 파종간격이 되었는가를 판단하게 되며 설정된 파종간격에 도달하지 않은 경우 스텝핑 모터는 정지된 상태로 시간을 보낸다. 그러나 설정된 파종간격에 도달한 경우 임시보관장치의 칸막이를 개방하여 담겨진 종자를 배출하고 칸막이를 닫은 후 스텝핑 모터는 다시 회전을 시작한다. 이렇게 하여 파종작업의 원활한 조절이 가능하도록 되어 있다.

실험을 수행함에 있어서 각 종자는 한번에 3개씩 파종하는 것으로 가정하였으며, 파종간격은 각 종자별로 프로그램에서 임의로 설정한 지연시간으로써 나타내었다. 통계처리 및 성능분석을 용이하게 하기 위하여 모든 종자를 3개씩 파종하는 것으로 가정하였다. 실험의 순서는 우선 각 종자별로 미리 구한 스텝핑 모터 스텝지연시간의 최적값 및 이송벨트 설치 각도의 최적값을 프로그램 작동시 설정하여 준다. 그리고 각 종자별로 종자 3개씩 20회의 파종이 실시되도록 프로그램을 작성하여 전체 시간을 측정하고 각 횟수별 파종량을 측정한다. 이 모든 실험의 과정을 5회 반복하여 수행하도록 하였다.

### 3. 결과 및 고찰

실험은 1회 파종시 3개의 종자가 파종된다고 가정하고 각 종자별로 20회의 파종을 하도록 하였으며, 실제 통과된 종자의 개수와 컴퓨터가 인식한 개수를 같이 측정하여 그 총계와 평균 및 분산값을 계산하였다. 표 1은 그 결과값을 나타낸 것이다. 실험 결과를 토대로 성능을 분석한 결과는 표 2에 나타내었다. 실제 파종된 종자의 개수와 컴퓨터가 인식한 개수와의 비율, 실제 파종된 종자와 20회 파종동안 이상적으로 파종되어야 하는 개수와의 비율 등을 계산하여 나타내었다.

실험 결과 옥수수과 같이 큰 종자의 경우 설정된 개수의 종자추출 및 측정작업이 정확하게 이루어 졌으나 설정된 시간동안 설정된 개수의 종자를 추출시키지 못하는 경우가 발생하였다. 이 문제점은 파종사이의 시간 간격을 늘려 잡아 해결할 수 있었다. 또한 녹두와 같이 크기가 작은 종자의 경우 추출장치가 멈추더라도 이송벨트에 남아있던 잔여 종자가 추출되는 현상이 나타났다. 이것은 이송벨트의 최상부와 센서부와의 거리가 멀기 때문에 발생하는 현상으로 생각된다. 표 1에서 보듯이 종자의 크기가 가장 작은 녹두의 경우 5회 실험한 전체의 평균값이 70.8개로 20회의 파종에서 10개 이상의 종자가 초과 파종되었다. 또 1회 파종당 평균 3.5개의 종자가 파종되는 것으로 계산되었고 실제 추출된 종자의 개수와 이상적으로 추출되어야 하는 종자의 개수에 대한 비율이 118%로 나타나 일정 정도 문제점이 있는 것으로 나타났다. 그러나 종자 개수 측정 부분은 실제 추출된 종자의 개수와 컴퓨터가 인식한 종자의 개수에 대한 비율이 녹두에 있어서 최고 103.5%로 나타나 센서부의 성능은 양호한 것으로 나타났다. 또한 평균값에 대한 분산이 0.25로 나타나 각각의 파종에 대해 균일한 파종량을 유지하는 것으로 나타났다.

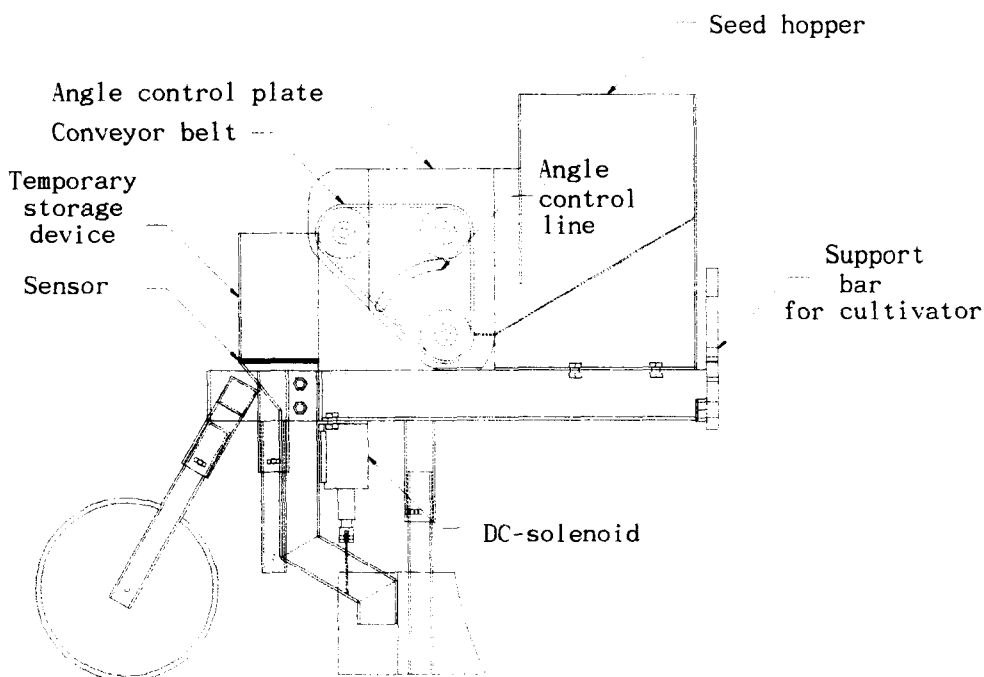


Fig. 1. Seed metering device

Table 1. Result of system performance

		Mung beans		Red beans		White beans		Black Beans		Corn	
		Act.	Comp.	Act.	Comp.	Act.	Comp.	Act.	Comp.	Act.	Comp.
1	Sum	73	71	65	64	59	59	61	61	60	60
	Average	3.65	3.55	3.25	3.20	2.95	2.95	3.05	3.05	3.00	3.00
	Variance	0.24	0.26	0.20	0.17	0.26	0.26	0.05	0.05	0	0
2	Sum	69	67	66	65	62	62	60	60	60	60
	Average	3.45	3.35	3.30	3.25	3.10	3.10	3.00	3.00	3.00	3.00
	Variance	0.26	0.24	0.22	0.20	0.10	0.10	0	0	0	0
3	Sum	70	68	65	64	63	63	62	62	60	60
	Average	3.50	3.40	3.25	3.20	3.15	3.15	3.10	3.10	3.00	3.00
	Variance	0.26	0.25	0.20	0.17	0.13	0.13	0.10	0.10	0	0
4	Sum	72	70	66	65	64	64	61	61	60	60
	Average	3.60	3.50	3.30	3.25	3.20	3.20	3.05	3.05	3.00	3.00
	Variance	0.25	0.26	0.22	0.20	0.17	0.17	0.05	0.05	0	0
5	Sum	70	66	65	64	64	64	63	63	60	60
	Average	3.50	3.30	3.25	3.20	3.20	3.20	3.15	3.15	3.00	3.00
	Variance	0.26	0.22	0.20	0.17	0.17	0.17	0.13	0.13	0	0
Avg.	Sum	70.8	68.4	65.4	64.4	62.4	62.4	61.4	61.4	60.0	60.0
	Average	3.54	3.42	3.27	3.22	3.12	3.12	3.07	3.07	3.00	3.00
	Variance	0.25	0.25	0.21	0.18	0.17	0.17	0.07	0.07	0	0

Act. : Actual number of passed seeds.

Comp. : Computed number of passed seeds by microcomputer.

Table 2. Performance of seed metering device

		Mung	Red	White	Black	Corn
		beans	beans	beans	Beans	
1	Actual/Computed	102.8	101.6	100.0	100.0	100.0
	Actual/Ideal	121.7	108.3	98.3	101.7	100.0
2	Actual/Computed	103.0	101.5	100.0	100.0	100.0
	Actual/Ideal	115.0	110.0	103.3	100.0	100.0
3	Actual/Computed	102.9	101.6	100.0	100.0	100.0
	Actual/Ideal	116.7	108.3	105.0	103.3	100.0
4	Actual/Computed	102.9	101.5	100.0	100.0	100.0
	Actual/Ideal	120.0	110.0	106.7	101.7	100.0
5	Actual/Computed	106.1	101.6	100.0	100.0	100.0
	Actual/Ideal	116.7	108.3	106.7	105.0	100.0
Avg.	Actual/Computed	103.5	101.6	100.0	100.0	100.0
	Actual/Ideal	118.0	109.3	104.0	102.3	100.0