

## 생화 장식 꽃받침 자동 생산 시스템 개발

송명석<sup>1</sup>, 김만중<sup>1</sup>, 김선봉<sup>1</sup>, 기봉<sup>1</sup>, 유범상<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>전북대학교 기계시스템공학과, <sup>2</sup>전북대학교 기계시스템공학부&자동차 신기술 센터

### Development of a flower support for real flower decoration Automatic Production System

Myung-Seok Song<sup>1</sup>, Man-Joong Kim<sup>1</sup>, Seon-Bong Kim<sup>1</sup>, Ji Peng<sup>1</sup>, Beom-Sahng Ryuh<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Mechanical System Engineering of Information Communication, Chon-buk National University

<sup>2</sup>Department of Mechanical System Engineering, Chon-buk National University & Autonomous New Technology Research Center

**요약** 본 논문에서는 생화 장식용 꽃 받침대를 자동으로 제작하기 위하여 고주파 용착기를 사용하여 생화 장식용 꽃 받침대 자동 제작 시스템을 개발하였다. 수동으로 제작되어지는 생화 꽃 받침은 소비자의 수요를 충족시키지 못하여 자동 제작시스템을 통해 생산성을 높이기 위하여 개발을 진행하였다. 생화 장식용 꽃 받침대는 플라스틱으로 이루어진 꽃 받침대인 캡과 캡을 지지하는 부직포로 이루어진 밑판으로 구성된다. 캡을 고주파 용착기로 이송하기 위해 가이드를 설계하였으며 가이드의 재질 및 형상에 따른 실험을 통해 최적의 가이드를 개발하였다. 전체 시스템을 제작하기 위하여 가이드와 악세서리의 무게를 정하고 그에 적합한 모터와 풀리를 계산을 통하여 도출해 냈다. 자동 제작 시스템의 제어는 PCB 기판을 기반으로 하여 안정성 및 보안성을 높였으며 리모컨을 사용하여 수동모드와 자동모드를 사용할 수 있도록 하였다. 제작 후 시스템의 이송정밀도와 반복 정밀도를 실험해본 결과 이송정밀도는 X축 2.7mm Y축 1mm로 측정 되었고 반복 정밀도는 0mm로 측정되어 생화 장식 꽃 받침대를 제작하는데 문제가 없다는 것을 확인하였다. 생산성을 확인해본 결과 1일 8시간 기준 수동 제작 시 35개를 생산하고 자동 생산 시 70개를 생산하여 200%의 생산성을 높인 것을 확인하였다.

**Abstract** A flower support was developed for real flower decoration automation production system using an ultrasonic wave sealer to automatically produce a system. Because a flower support for real flower decoration that was produced manually could not meet the needs of the consumers, this study developed an automated manufacturing system to increase productivity. A flower support for real flower decoration was constructed using a cap consisting of plastic and plate made from non-woven fabric. The guide was designed to transport the cap to the ultrasonic wave sealer and optimal guide was developed from the test according to the material and shape. To produce the entire system, the guides and accessories were weighed and appropriate motors and pulleys were calculated. Control of the automation production system was based on a PCB board, which increased the reliability and security, and a remote controller with manual and automatic modes was prepared. After development, tests of the transfer precision and repetition accuracy revealed an X-axis of 2.7mm, a Y-axis of 1 mm, and a repetition of 0 mm. The productivity was also checked. The automated machine worked 8 hours/day to make 35 supports and 70 Therefore, the automatic system produces 200% more output than manual work

**Keywords :** Automation production system, control, PCB board, PLC, Ultra sonic waves sealer

본 논문은 2015년 정부의 재원으로 중소기업청의 지원을 받아 수행된 연구임(중소기업청-2015년도-C03498850100443).

\*Corresponding Author : Beom-Sahng Ryuh(Chon-buk National Univ. & Autonomous New Technology Research Center.)

Tel: +82-63-270-2480 email: ryuhbs@jbnu.ac.kr

Received April 19, 2018

Revised May 14, 2018

Accepted July 6, 2018

Published July 31, 2018

## 1. 서론

예로부터 장례는 인간의 죽음에 대하여 사회문화적 의미를 부여하는 행위로 가정의례중에서도 매우 중요한 의례로 여겨져 왔다[1]. 고인의 명복을 비는 의미 있는 도구로 사용되어지는 선두차량 장식 인쇄물이나 관보 등을 고비용문제로 사용이 제한되었던 생화로 만들 수 있는 생화장식용 꽃 받침대를 개발하여 이를 활용한 대량 생산할 수 있는 기계장치를 개발하여 누구나 쉽게 사용할 수 있는 제품개발이 필요하다. 현재 제작되어지고 있는 생화 선두차량 장식은 수동으로 제작되어 8시간 기준 70개를 생산하여 소비자의 수요인 200~300개의 제품을 충족시키지 못한다. 따라서 본 연구자는 생화 받침 장식 대량생산이 가능한 자동접착 시스템 연구를 통하여 자동 생산 시스템을 개발하려 한다.



Fig. 1. Ultra sonics wave sealer

현재 수동으로 생산되어지는 생화 받침 장식은 생화를 부착할 수 있는 캡과 부직포인 밑판으로 구성되어 있다. 플라스틱인 캡과 부직포로 구성된 밑판은 서로 다른 물질로 구성되어 초음파 용착기를 사용하여 플라스틱을 용융하고 플라스틱이 다시 고화되면서 플라스틱과 부직포가 부착된다. 초음파 용착기는 진공관 소자를 사용하여 10MHz 대역이상의 스위칭 주파수를 사용한다 [2]. Fig.1은 현재 수동으로 생화 장식 꽃받침을 제작하는데 사용되는 초음파 용착기이다. 이 초음파 용착기는 AC110~220V(60Hz)의 전원을 받진기를 통해 전기적인 에너지를 진동자의 압전소자에 가하여 기계적인 에너지

로 변환시켜 메인혼과 공구혼을 통해 순간적인 강한 마찰열을 발생시켜 플라스틱의 접합면이 용해 접착되어 분자 결합을 이룰 수 있도록 한다.

## 2. 본론

### 2.1 NC형태의 자동 이송 시스템 컨셉 설계

설계를 통하여 전체적인 형상을 보고 기구의 고정방식 및 작동방식을 알아보기 위하여 컨셉 설계를 진행하였다.

전체 시스템은 고주파 용착기 및 이송부를 고정시키는 고정부와 X-Y축으로 움직이며 캡을 초음파 용착기의 중간지점으로 이송시키는 구동부로 이루어져 있다. 고정부는 전체 시스템을 고정시키는 전체 고정부와 캡을 고정시키는 가이드로 구성되고 구동부는 가이드를 X-Y축으로 이송시키기 위한 모터, 타이밍벨트, 타이밍 풀리, LM가이드 및 에어실린더로 구성되어 있다. Fig. 2는 전체 시스템의 컨셉 설계의 단면을 나타내며 Fig. 3은 전체 시스템의 형상을 나타낸다.

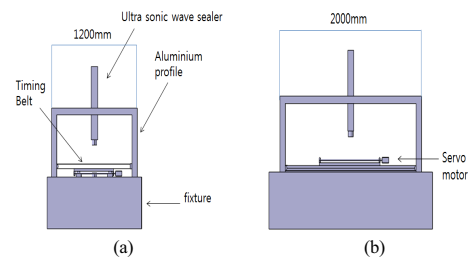


Fig. 2. Concept design

(a) Concept design front (b)Concept design side

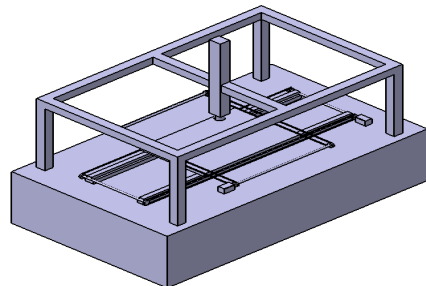


Fig. 3. Concept design whole shape

## 2.2 캡 이송 가이드 설계 및 실험

캡 이송 가이드를 설계하기 위하여 기존에 사용하고 있는 캡을 역설계 하여 사이즈를 알고 그에 따라 여러 가지 가이드 컨셉 설계를 통해 가공을 한 후 에어실린더를 사용하여 각 X, Y, Z축에 대한 실험을 진행하였다.

### 2.2.1 캡 이송 가이드 컨셉 설계

현재 사용하는 캡의 지름은 74mm 이고 높이는 28.713mm 이므로[3] CATIA 설계 프로그램을 통해 캡의 형상을 역설계 한 후 캡을 고정할 수 있는 컨셉 설계를 진행하였다. Fig. 4는 캡 이송 가이드의 컨셉 설계를 나타낸다. Fig. 4의 (a)는 캡을 받치는 알루미늄 Jig 보다 지름이 크면서 캡의 지름인 74mm보다 작은 지름의 Hole을 사용하여 설계한 것이다. Fig. 4의 (b)는 이송 가이드 하단부에 스프링을 이용한 보조 기구를 장착하여 캡을 지지할 수 있도록 지지부를 부착하는 방식을 나타낸다. Fig. 4의 (c)는 물리적 형상으로 탄성력을 사용하여 캡을 고정시킬 수 있도록 설계를 진행하였다.

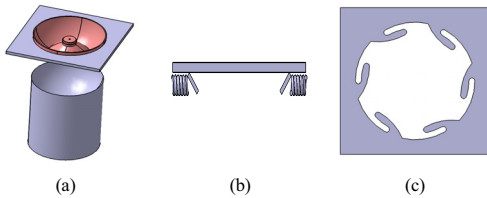


Fig. 4. Guide concept design  
(a) Hole type concept design (b) Concept design with spring (c) Concept design using elasticity

### 2.2.2 캡 이송 가이드 가공

컨셉 설계를 통해 최적의 캡 이송 가이드를 선정하고 재질에 따른 가공을 통해 비교하여 가이드의 재질을 결정하기 위하여 가공을 진행하였다. 가이드의 가공은 CATIA 프로그램의 CAM 기능을 사용하여 NC 코드를 생성한 후 CNC 밀링 가공기를 통해 가공을 하였다. 가이드의 재질은 폴리카보네이트와 sts6061 재질을 사용하였다. Fig. 5는 가이드 가공을 위한 조건 선정 및 시뮬레이션 과정을 나타낸다.

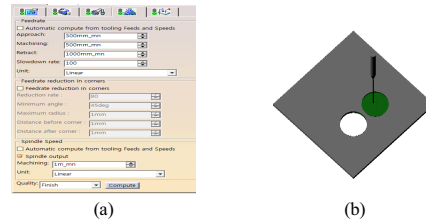


Fig. 5. Cap guide manufacture  
(a) Manufacturing condition (b) Manufacturing simulation

### 2.2.3 캡 이송 가이드 실험

3개의 형상, 재질, 두께에 따른 가이드 위에서의 캡의 위치변화를 관찰하고 실험결과를 비교하여 3가지의 컨셉 형상 중 하나의 형상을 결정하고 재질 및 이송속도를 결정하기 위하여 실험을 진행하였다. 폴리카보네이트와 STS6061 재질의 판재를 사용하여 각각 3가지의 컨셉 형상을 가공한 후 판재를 에어실린더와 결합 하여 에어실린더의 스트로크 왕복 시간을 고려하여 분당 10, 15, 20, 25, 30회 반복속도로 측정을 실시하였다.

자동 왕복 프로그램을 구성하기 위하여 PLC, 리미트 스위치 및 카운터를 사용하여 회로를 구성하고 LS산전사에서 제공하는 GMWIN 소프트웨어 프로그램을 사용하여 왕복 시스템을 구성하였다. Fig. 6은 실험을 위한 회로 구성 및 프로그램을 보여준다.

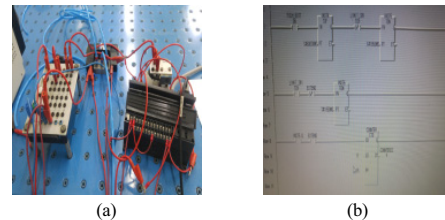


Fig. 6. Automatic reciprocating system  
(a) System circuit (b) Program configuration

실험결과는 PASS/FAIL로 정하였으며 캡의 밑면이 판재의 윗면보다 밑으로 위치할 경우와 캡이 가이드에서 이탈 시 FAIL로 판단하였다. 실험을 통하여 실험결과를 도출하고 각 반복횟수 모두 PASS를 기록한 형상을 선정하고 분당 반복횟수를 선정하였다. 실험 결과 Fig. 4의 (c)형상이 모든 반복횟수에 PASS를 기록하였고 속도는 10번 반복하였을 때 PASS를 많이 기록하였다. Fig. 7은 실험과정 Fig. 8은 실험 결과를 보여준다.

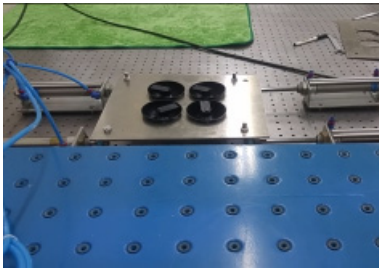


Fig. 7. Guide test

In PC -x axis more than 3PASS			
Shape 1	Shape 2	Shape 3	
10	10		
	15		
Velocity			

In PC -y axis more than 3PASS			
Shape 1	Shape 2	Shape 3	
	10		
	15		
Velocity	20	20	
		25	

In PC -z axis more than 3PASS			
Shape 1	Shape 2	Shape 3	
		10	
		15	
Velocity			

In Aluminium -x axis more than 3PASS			
Shape 1	Shape 2	Shape 3	
10	10	10	
Velocity		20	
	30	30	

In Aluminium -y axis more than 3PASS			
Shape 1	Shape 2	Shape 3	
10	10	10	
Velocity			
	30	30	

In Aluminium -z axis more than 3PASS			
Shape 1	Shape 2	Shape 3	
Velocity	20		

Number of PASS			
Shape 1	Shape 2	Shape 3	
PC	2	5	3
Aluminium	7	3	5

Number of PASS					
Velocity	10	15	20	25	30
PC	10	4	5	2	4

Fig. 8. Test result

### 2.3 NC형태의 자동 이송 시스템 설계 및 제작

컨셉 설계를 바탕으로 각 부를 이송부와 고정부로 나누어 설계를 진행하였다.

이송부는 캡 이송 가이드를 이송시키는 부분으로 모터, LM가이드, 풀리 및 타이밍 벨트로 구성되며 모터 2개를 사용하여 각 모터가 회전할 때 X,Y축으로 이송한다. Z축은 에어실린더를 사용하여 이송되며 가이드의 지정 위치가 용착기의 하단 위치로 이송하였을 때 용착을 위하여 이송을 한다. Fig. 9는 이송부를 나타낸다.

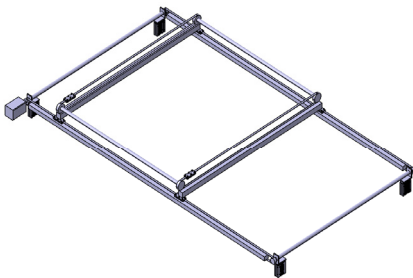


Fig. 9. Conveying unit

고정부는 이송부와 고주파 용착기를 고정시키기 위하여 80각의 알루미늄 프로파일을 사용하여 설계하였다. 고정부의 크기는 이송부의 X,Y 축 스트로크를 통하여 설계 되었다. Fig. 10은 고정부의 형상을 나타낸다.

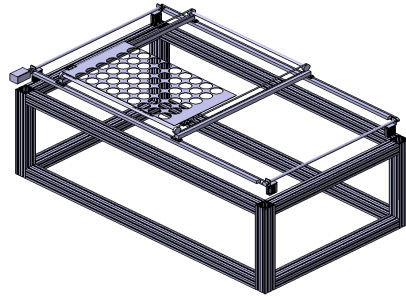


Fig. 10. Fixture unit

#### 2.3.1 모터 선정

X,Y 축을 이송하기 위해서 정회전과 역회전의 특징이 있으며 가이드 및 가이드 악세서리를 이송할 수 있는 토크를 가진 모터를 선정하기 위하여 선정된 가이드 형상을 통해 가이드와 가이드를 지지하는 악세서리의 무게를 구하였다. 가이드는 STS6061 재질을 사용하였다. STS6061의 밀도는  $7.9g/cm^3$  이고 밀도=질량/부피 이므로 가이드의 질량을 구할 수 있다. Fig. 11은 가이드의 형상을 나타낸다. 가이드의 부피는  $1020.8cm^3$  이므로 식 (1)에 따라 가이드의 무게는 8.06kg이다.

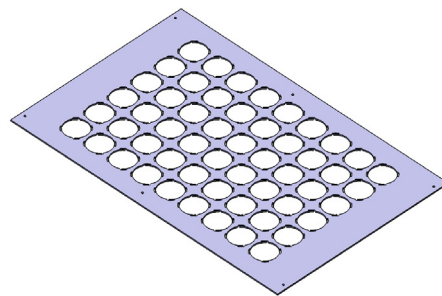


Fig. 11. Guide whole design

$$\begin{aligned}
 \text{가이드의 부피} &= 1020.8cm^3 \\
 \text{가이드의 무게} &= 1020.8cm^3 \times 7.9g/cm^3 \quad (1) \\
 &= 8064.32g = 8.06kg
 \end{aligned}$$

가이드의 무게를 선정 한 후 가이드를 지지하는 고정

부와 약세서리의 무게를 포함하여 가이드의 무게를 최대 100kg으로 선정한 후 모터의 용량을 식(2)를 통하여 구하였다. 벨트에서 100kg의 무게를 움직이기 위한 모터의 용량을 구해볼 때 모터의 회전속도 3000rpm, 마찰력 0.1, 폴리리프 200mm, 안전율 80%, 외력을 무시한다고 가정하면

$$T = 1 (kg \cdot m), w = 100\pi, \eta = 0.8 \text{ 이므로}$$

$$P = 392 (W) \quad (2)$$

식(2)의 결과를 통하여 400W의 스텝모터를 선정하여 이송부를 구성하였다.

### 2.3.2 풀리 선정

이송시스템을 구성하는 요소 중 타이밍 벨트는 가이드를 직접 이송시켜 지정 위치에 놓이게 하는 요소로써 중요한 역할을 하고 있다. 타이밍 벨트는 이송하고자 하는 물체의 무게 및 모터의 용량을 고려하여 선정한다. 타이밍 벨트를 선정하기 위하여 한국 미스미 홈페이지에서 제공하는 프로그램을 사용하였다. Fig. 12는 풀리를 선정하는 프로그램을 보여준다. 모터의 동력을 400W로 설정하고, 모터의 정격 회전속도를 3000rpm 축간 계수를 2000mm로 설정한 결과이다.

사용자 입력			선정결과			
항목	입력수치	단위	항목	자동	선택	단위
전동용량(P)	400	W	타입	S2M	<input type="button" value="선택"/>	
*축간거리(모터) / 동원용량 축간거리			축간거리	720 / 43.84	<input type="button" value="선택"/>	mm
회전수 구동속	3000	rpm	속(ω) / 계산치	10 / 13.07		/0.00 mm
회전수 동원속	3000	rpm	별도원주길이(Lp) / 계산치	1274 / 4143.84		/0.00 mm
축간거리(공정C)	2000	mm	축간거리(C)	563.63 -10	+5	0.00 -0 mm
교부회계수(α)	1.5		별도 소기장력(T)	광장 16.7 (1.7)	광장 0	20Kg
결과 우선 순위	<input type="button" value="선택"/>		회전 22.4 (2.3)	회전 0	회전 0	20Kg
			회전 1.89 (0.87)	광장 0.00 (0.00)	광장 0.00 (0.00)	20Kg
			회전 2.17 (0.90)	회전 0.00 (0.00)	회전 0.00 (0.00)	20Kg
			장력속허용(α)	33.40	0.00	%
			별도 속도	7.20	0.00	(m/sec)
			회전력	1.00	0.00	
			장계 용량(P)	600		W
			기준 전동허용량(P)	183.60	0.00	W
			무하 보정계수(α)			
			회전력 보정계수(α)			
			[0]의 용량 보정계수(α)			
			일정할 보정계수(α)	1		
			목 보정계수(α)	2.84		

Fig. 12. Pulley select program

### 2.3.3 자동 이송 시스템 제작

시스템 설계를 통하여 자동 이송 시스템 제작을 하였다. 시스템의 X축 거리는 1000mm이고 Y축 거리는 1800mm이다. 용착기의 스트로크가 90mm이므로 이것을 고려하여 Z축에는 에어실린더를 사용하여 가이드를

이송할 수 있게 하였다. Fig. 13은 제작된 자동 이송 시스템을 보여준다.

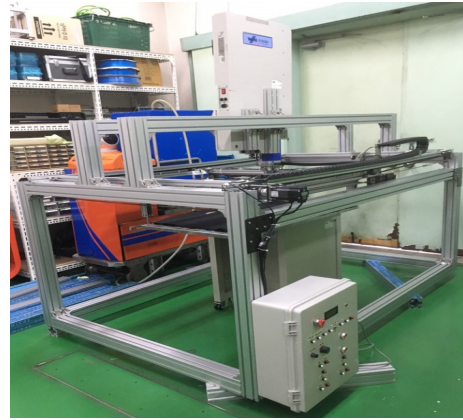


Fig. 13. whole system

### 2.4 시스템 제어 및 이송 실험

근접센서, 에어실린더, 위치 이송을 위한 모터를 제어하기 위하여 제어기판을 만들어 제어를 하였다. 제어기판은 모터 제어부, X축 리미트 센서, Y축 리미트 센서, 포토센서, 에어실린더 솔레노이드, 용착기 실린더 제어 및 디스플레이와 리모컨 컨트롤러로 구성되어있다. 제어기판은 PCB기판으로 설계하여 안전성을 높였으며 보안성 또한 높였다. Fig. 14는 완성된 제어기판을 보여준다.

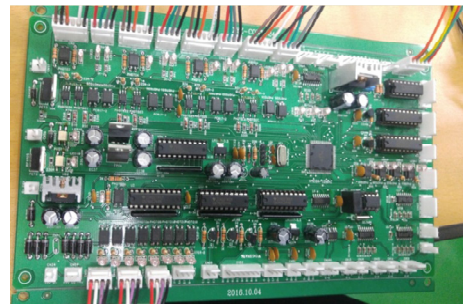


Fig. 14. Control board

제어 프로그램은 C언어를 기반으로 한 Code Vision AVR을 사용하여 구성하였다. 제어 프로그램을 구성하기 위해 시스템의 Flow chart를 작성하여 이송부의 움직임에 대하여 제어 프로그램을 구성하였다. Fig. 15는 제어를 위한 Flow chart를 보여주며 Fig. 16은 제어에 필요한 위치를 나타내어 준다.



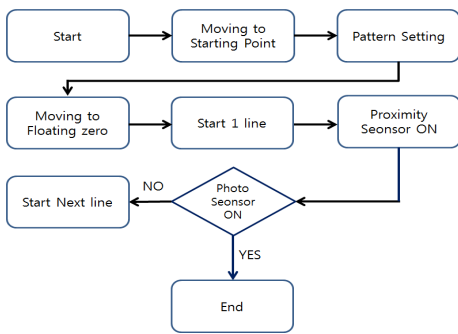


Fig. 15. Control Flow chart

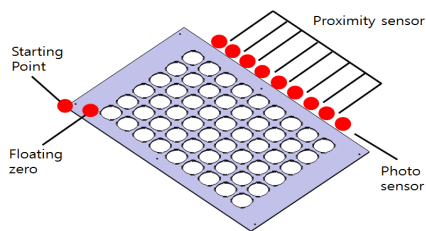


Fig. 16. Sensor position

제어는 자동모드와 수동모드로 나누어 지며 제어 회로도에 맞는 제어프로그램을 구성하였다. Fig. 17에서와 같이 자동 수동 스위치로 모드를 선택할 수 있으며, 각 포인트마다 이송을 시킬 수 있게 하였고, 근접 센서가 감지되면 다음 line의 첫 번째 포지션으로 이동을 한다. 또한 포토센서가 감지되면 원점으로 이송할 수 있도록 프로그램을 하였다. 자동모드시 패턴을 선택할 수 있도록 하여 Fig. 18에서 보이는 바와 같이 총 3개의 패턴을 사용할 수 있도록 구성하였다. Fig 19는 제어 회로도를 나타낸다.

```

if(in_mode==2)
{
  if(!tg_x_m>x_m)
  {
    //x_dir;
    x_clk; delay(100); x_clk; delay(set_speed);
    x_clk++;
  }
  else
  if(!tg_x_m<x_m)
  {
    //x_dir;
    x_clk; delay(100); x_clk; delay(set_speed);
    x_clk--;
  }
  if(!tg_y_m>y_m)
  {
    //y_dir;
    y_clk; delay(100); y_clk; delay(set_speed);
    y_clk++;
  }
  else
  if(!tg_y_m<y_m)
  {
    //y_dir;
    y_clk; delay(100); y_clk; delay(set_speed);
    y_clk--;
  }
}

if((limit_sw & 0xc0)==0xc0)
{
  x_clk=1000000; y_clk=1000000;
  home_ok=1;
  in_mode=0;
  mode=0;
}

if((limit_sw&0x05)==0x05)
{
  x_dir=1;
  y_dir=0;
  in_mode=3;
}

if(ex_sensor & 0x08)
{
  run_mode=auto;
  btn_auto_proc();
}
else
{
  run_mode=user;
  run_sta=0;
  //r_clk;
  btn_user_proc();
}
  
```

Fig. 17. Control program

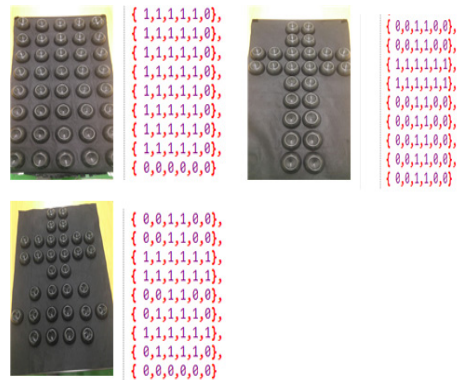


Fig. 18. Pattern program

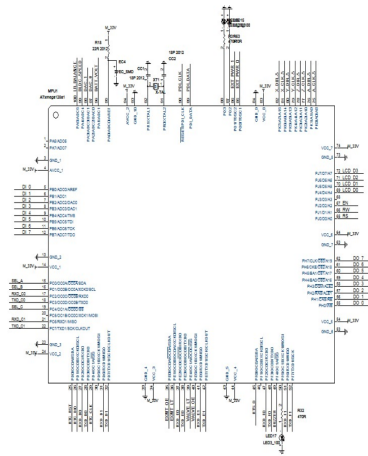
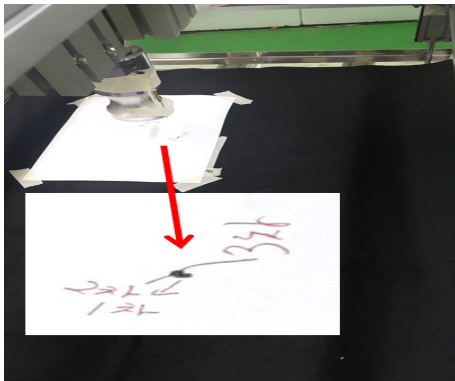


Fig. 19. Control circuit diagram

위치 이송 정밀도를 시험하기 위하여 위치결정 X-Y 테이블의 정밀도 시험방법(KS B 7068)[4]기준과 KS B ISO 230-2를 기초로 한 수치제어 선반 및 터닝센터의 길이 2000mm 이하인 직선 운동축과 회전 운동축에 대한 위치결정 정밀도 검사[5]를 응용하여 측정하였다. 이송위치 정밀도는 기준위치와 최종위치를 정한 후 기준위치부터 최종위치까지 이송을 3회 실시 한 후 각 위치에서 위치 오차를 측정한 후 그 위치의 평균값을 측정하였다. Table 1은 위치 정밀도 실험 결과를 나타내며 Fig. 20은 실험 결과를 나타낸다.

**Table 1.** Positioning accuracy test result (mm)

Times	1	2	3
X axis last position	150	150	150
Y axis last position	150	150	150
X axis real position	148	147	147
Y axis real position	151	149	149
X axis error	2	3	3
Y axis error	1	1	1



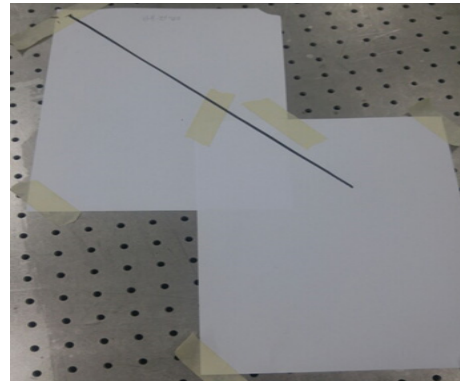
**Fig. 20.** Positioning accuracy Test result

실험 결과 X축의 평균오차는 2.7mm이고 Y축의 평균 오차는 1mm로 나타났다. 3mm 이하의 오차가 발생하였을 때 캡을 용착 하는데 이상이 없기 때문에 X축과 Y축의 이송정밀도에 문제가 없다는 것을 알 수 있다.

이송 반복 정밀도는 기준점과 최종위치를 정한 후 기준점에서부터 최종위치까지 7회 반복이송 시킨 후 최종적으로 기준점으로 돌아왔을 때 위치오차를 측정하였다. Table 2는 이송 반복 정밀도의 결과를 나타내며 Fig. 21은 실험 결과를 나타낸다.

**Table 2.** Repetition accuracy test result (mm)

Times	1	2	3	4	5	6	7
X axis error	0	0	0	0	0	0	0
Y axis error	0	0	0	0	0	0	0



**Fig. 21.** Repetition accuracy Test result

실험결과 X축과 Y축 모두 평균 오차는 0mm로 나타났다. 따라서 이송 시스템이 반복 작동 하였을 때 위치의 변화가 없다는 것을 알 수 있다.

## 2.5 생산성 분석

시스템 제작 후 수동 제작에 비해 자동제작 시스템으로 생산을 진행하였을 때 생산성이 얼마나 증대되었는지 알기 위하여 생산성 분석을 진행하였다.

생화용 꽃 장식대를 수동으로 제작하는 과정은 패턴에 맞게 미리 만들어 놓은 아크릴 판을 부직포 위에 올리고 캡을 부착할 부분을 표시한다. 그 후 가 접착을 위해 접착제를 캡에 도포한 후 밀판과 가 접착을 하고 용착기를 이용하여 각각의 캡을 한 개씩 접착을 진행한다. 이러한 과정을 통해 생화용 꽃 장식대를 만들 때 Table 3과 같이 계산된다.

**Table 3.** Manual production time

process	time(s)
moving acrylic panel and check pattern	180
first gluing	300
cap sealing	2
the time to move between cap	5
The time of make 1 line	37
The time of make 1 support	813

자동 제작 과정은 캡을 이송가이드에 놓은 후 부직포를 이송가이드에 부착시키고 리모컨을 이용하여 패턴을 설정하고 시작을 하면 제작이 된다. 자동제작 시스템의 제작 시간은 Table 4와 같이 나타난다.

**Table 4.** Automatic production time

process	time(s)
put a cap on the guide	120
cap sealing	3
the time to move between cap	2
The time of make 1 line	28
The time of make 1 support	412

하루 8시간 기준 쉬는시간 없이 계산해본 결과 수동 제작 시 35개를 제작하며 자동 제작 시 70개를 생산하여 200%의 생산량을 늘렸다.

### 3. 결론

본 연구에서는 수동으로 제작하고 있는 생화 장식용 꽃 받침대를 NC 기반 시스템을 사용하여 자동 제작을 할 수 있는 시스템을 개발하였다. 본 연구에서 연구한 내용은 다음과 같다

1. 캡을 이송하기 위하여 Guide를 설계하고 설계형상 및 재질에 따라 실험을 통하여 캡을 온전하게 이송할 수 있는 Guide를 최종설계하였다.
2. Guide의 무게를 계산하여 X-Y축으로 이송 시킬 수 있는 모터, 타이밍 벨트 및 풀리를 선정하여 최종 설계를 진행하였다.
3. 센서 및 제어 프로그램을 연구하여 사용자가 원하는 패턴을 통해 생화 장식용 꽃 받침을 제작할 수 있으며 리모컨 제어를 통해 자동 및 수동 제어를 할 수 있어서 사용자의 안전성을 높인 제어 시스템을 제작하였다.
4. 시스템의 위치이송 정밀도와 반복이송 정밀도 실험을 통해 이송 정밀도는 X축 평균 2.7mm Y축 평균 1mm로 측정이 되어 캡과 밑판을 용착하기에 문제점이 없다는 것을 확인 하였고 반복 정밀도는 0mm의 결과를 확인하여 반복 작업 시에도 위치의 변화 없이 생화 장식용 꽃 받침대를 제작할 수 있다는 것을 알 수 있었다.
5. 생산성 분석을 통해 수동으로 제작할 시 1일 35개에서 자동 시스템을 통해 제작할 시 1일 70개 이상으로 작업량이 늘어난 것을 알 수 있었다.

추후 타이밍 벨트의 장력 과 이송부의 설계변경을 통해 자동 제작 시스템을 경량화 시킬 수 있을 것이며 본 시스템을 응용하여 X-Y축으로 이송하는 시스템에 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

### References

- [1] P. D. Lee, "A Study on the Present Situation and Development Strategies of the Funeral Service Industry : Centrally A Funeral Hall Service", *The Journal of Funeral Culture Studies*, vol. 1, no. 1, 1988.
- [2] Yeon-Gyu Choo, Kwang-Seok Lee, Hyun-Duck Kim, Yeoun-Sik Park, Woo-Heung Jang, "Design of High-Frequency Induction Heating Welder for Synthetic Resin Sheet", *The journal of the Korea Institute of Maritime Information & Communication Sciences*, vol. 7, no. 7, p.1533-1538, 2003.
- [3] Myung-Suk Song, Abhishesh Pal, Hyeok-Joo Moon, Kyoung-Chul Kim, Beom-Sahng Ryuh, "A study of Cap Transfer Guide Shape for Automatic Manufacturing Development of Real Flower Supporter for Funeral", *Korea Academia-Industrial cooperation Society*, pp. 432, 2016.
- [4] Korea Industrial Standards Commission KS B 7068, Test code for accuracy of X-Y table for control position, 2002.
- [5] Korea Industrial Standards Commission KS B ISO 230-2, Test code for machine tools - Part 2: Determination of accuracy and repeatability of positioning numerically controlled axes, 2002.

송 명 석(Myung-Seok Song)

[준회원]



- 2017년 2월 : 전북대학교 기계시스템공학부(공학사)
- 2017년 3월 ~ 현재 : 전북대학교 대학원 기계시스템공학과 석사과정 재학 중

<관심분야>

로보틱스, 자동화 시스템, 농업용 로봇



김 만 중(Man-Joong Kim)

[준회원]



- 2017년 2월 : 전북대학교 기계시스템공학부(공학사)
- 2017년 3월 ~ 현재 : 전북대학교 대학원 기계시스템공학과 석사과정 재학 중

<관심분야>

로보틱스, 자동화 시스템, 농업용 로봇

유 범 상(Beom-Sahng Ryuh)

[정회원]



- 1981년 2월 : 서울대학교 기계설계학과 (공학석사)
- 1989년 5월 : Univ. of Purdue 기계공학 (공학박사)
- 1993년 9월 ~ 현재 : 전북대학교 기계시스템공학부 교수

<관심분야>

로보틱스, 농업용로봇, 자동차생산자동화, 공장자동화

김 선 봉(Seon-Bong Kim)

[준회원]



- 2017년 2월 : 전북대학교 기계시스템공학부(공학사)
- 2017년 3월 ~ 현재 : 전북대학교 대학원 기계시스템공학과 석사과정 재학 중

<관심분야>

로보틱스, 자동화 시스템, 농업용 로봇

기 봉(Ji Peng)

[준회원]



- 2016년 8월 : 전주대학교 기계자동차공학과(공학사)
- 2016년 9월 ~ 현재 : 전북대학교 대학원 기계시스템공학과 석사과정 재학 중

<관심분야>

로보틱스, 자동화 시스템, 농업용 로봇