

젯트리 구동시간의 최소화 방안

김순호¹, 김치수^{1*}
¹공주대학교 컴퓨터공학부

Method to Minimize the Moving Time of the Gantry

Soon-Ho Kim¹, Chi-Su Kim^{1*}

¹Division of Computer Engineering, Kongju University

요 약 SMT장비는 전자부품을 흡착하여 PCB위에 정확히 실장을 하는 장비이다. 이때 부품의 정확한 실장을 위해 비전 카메라로 부품을 인식하여 보정치를 찾고, 이 보정치를 참조하여 PCB 상의 원하는 정확한 위치에 실장 할 수 있다. 일반적으로 비전 카메라로 부품을 인식하기 위해서 카메라 앞에 정지하여 비전검사를 한 후 실장 위치로 이동한다. 그러나 카메라 앞에서 정지하지 않고 그대로 통과하면서 비전 검사를 한다면 정지하는 시간을 단축함으로써 생산성이 향상 될 것이다. 본 논문에서는 카메라 앞에서 정지하지 않고 지나가면서 비전 검사를 할 때 젯트리 구동의 여러 경로 중 가장 빠른 시간에 이동할 수 있는 방법을 제시한다. 카메라 위치를 지나가는 방식에서 거리만 고려하는 것이 아니라 카메라 위치를 지나가는 속도까지 고려한 젯트리 구동 궤적에 대하여 연구하였고, 본 논문에서 제시하는 방식으로 움직이면 시간 이득이 약 5%의 향상되는 것으로 확인되었다.

Abstract A SMT machine is used to place electronic components on a PCB precisely. To place it precisely, after a component inspection, it finds an offset value using a vision camera, and places the precise position on the PCB. In general, to inspect the components with a vision camera, the components stop in front of the camera for inspection, then move to the placement position. On the other hand, if they do not stop in front of a camera, the inspection time will be shortened and the productivity would be increased.

In this thesis, when inspecting without stopping in front of a camera, the fastest way among various routes is described. For the gantry passing over a vision camera, both the distance and speed of a gantry moving trajectory were studied, and there was approximately 5% speed increment when using the method suggested in this thesis.

Key Words : Gantry motion, Moving Time, SMT, Vision Camera

1. 서론

SMT(Surface Mount Technology)란 부품의 리드를 기판(PCB)의 구멍에 삽입하지 않고, 기판위에 솔더크립을 도포하고 그 위에 부품을 실장(Place)하고, 이를 오븐에 구워 납을 굳힘(Reflow Oven)으로써 표면실장부품(SMD: Surface Mount Device)을 부착시키는 실장방법이다[1].

일반적인 표면실장장비는 Fig. 1과 같이 기판에 실장될 전자부품들을 공급하는 부품공급부[Feeders], 공급부

로부터 전자부품을 픽업하여 기판에 실장 하는 헤드(head)와 칩을 흡착하는 노즐이 있고, 기판을 이송하는 컨베이어(conveyor)를 포함한다. 공급부에는 실장 될 전자부품을 공급하기 위한 테이프피더(tape Feeder)가 복수 개 설치된다. 헤드와 그 헤드에 부착되는 축별 노즐(Nozzle)이 테이프피더에 피딩되어 있는 전자부품을 진공흡(suction)으로 흡착(pickup)하고 흡착위치 및 틀어짐 등을 검사하기 위해 카메라 위치에서 비전(vision)검사를 한 후 컨베이어에 대기하고 있는 기판 쪽으로 이동한 후, 흡착한 전자부품들을 기판에 실장 한다[2].

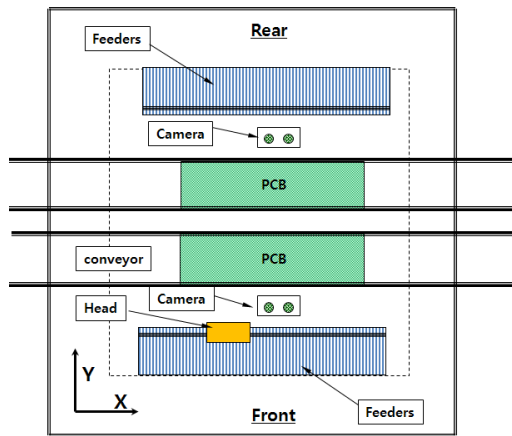
*Corresponding Author : Chi-Su Kim(Kongju Univ.)

Tel: +82-10-3096-0031 email: kimsh@mirae.com

Received July 21, 2014

Revised September 12, 2014

Accepted November 6, 2014



[Fig. 1] Typical surface-mount machine structure(Top view)

여기서 기판에 전자부품을 정확히 실장하기 위하여 장비의 겐트리(XY_Gantry)에 부착된 헤드가 진공압으로 전자부품을 흡착하고, 진공압의 힘으로 부품을 잡고 기판의 실장 위치로 이동한다.

이때 흡착된 부품은 약간의 틀어짐이 있으며, 정확한 실장을 위해서는 잡고 있는 상태를 확인하고, X, Y, R축으로 틀어짐 량을 보정하여 실장 해야 한다[3].

이를 위해 일반적으로 부품의 상태를 카메라로 영상을 취득하고, 이 영상을 분석하여 X, Y, R축의 틀어짐 량을 찾아낸다. 영상 취득을 위해 카메라 위에서 정지하는 것이 일반적이나 생산성을 높이기 위해서 카메라 위에 정지하지 않고, 지나가는 순간에 영상을 취득하여 분석하는 방법을 사용한다[4,9].

본 논문에서는 부품공급장치에서 부품을 흡착하여, 기판 상의 실장 위치로 이동 할 때, 카메라 앞에서 정지하지 않고 카메라 앞을 지나가는 방식 중 최소시간의 경로를 찾는 방안을 제시한다.

즉, 헤드부를 움직이는 겐트리의 구동에서 카메라 앞을 최소시간에 지나가는 경로를 찾는 방안을 제시한다.

2. 관련 연구

2.1 연구의 범위

표면실장기술에서 생산성은 CPH(Chips per hour)로 표현하며, 1시간동안 기판 위에 전자부품 실장 한 수량을 의미한다. 많은 연구자들은 표면실장장비마다 어떻게 하

면 흡착의 속도, 비전검사의 속도, 부품 실장의 속도를 높일 수 있을까하고 연구하고 있다[5].

일반적으로 표면실장장비의 부품실장 과정은 다음의 순서와 같다.

- ① 전자부품 흡착
- ② 카메라 위치로 이동
- ③ 카메라 비전 검사
- ④ 실장 할 기관 위로 이동
- ⑤ 비전 결과의 보정 이동
- ⑥ 부품 실장
- ⑦ 다음 흡착 위치로 이동

표면실장장비의 생산성(CPH) 향상을 위한 기존 방법은 ④, ⑤를 병행함으로써 시간을 단축하였다.

그러나 본 연구에서는 ②, ③, ④를 동시에 진행하여 시간을 단축함으로써 생산성(CPH)을 높이고자 하였다.

즉, 부품을 흡착하여 카메라 위치로 이동한 후 비전 검사를 위해 정지하는 것이 아니라, 본 논문에서 제시하는 방법은 카메라 앞에서 정지하지 않고 그대로 지나가면서 동시에 비전 검사를 하고 실장 할 위치로 이동한다. 그 결과 정지하는 시간을 단축할 수 있어 생산성을 높일 수 있다.

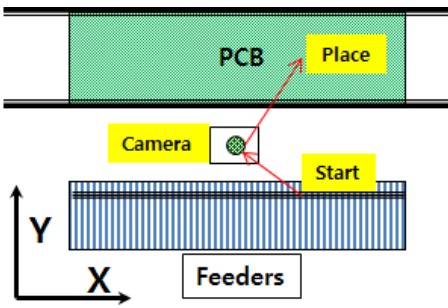
이처럼 ②, ③, ④를 동시에 수행하기 위해서는 다음과 같은 기술들이 필요하다[6,7].

- 가) 카메라 앞을 지나가는 구동 기술
- 나) 지나가는 부품을 순간적으로 촬영하는 카메라 기술
- 다) 카메라와 연동되는 조명 제어 기술
- 라) 정밀도 향상을 위한 보정기술

본 연구는 가)항목인 “카메라 앞을 지나가는 구동 기술”에서 관한 연구로써 비전 검사를 위해서 카메라 앞에 정지하지 않고 가장 짧은 시간에 실장 위치까지 도달할 수 있는 방법을 제시하였다.

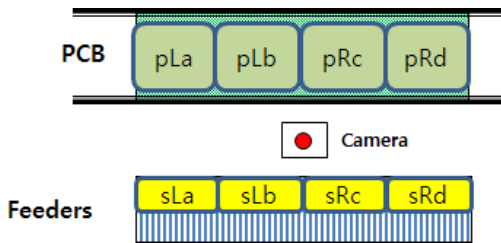
표면실장장비에서 Fig. 2와 같은 움직임을 위해서 겐트리(XY-Gantry)를 많이 사용하고 있으며, X축과 Y축의 운동 조합에 의하여 움직이는 경로(궤적)가 결정된다.

Fig. 2는 부품 흡착 위치(출발 위치), 카메라 위치, 실장 위치를 나타내고 있다. 이 때 정확한 실장을 위해서 비전 검사를 하는데, 기존에는 카메라 앞에서 정지하여 영상을 취득한 후 실장 위치로 움직이는 구동 방식(Stop_Motion)과 카메라 앞에서 정지하지 않고 지나가면서, 움직일 X축, Y축의 거리만을 고려한 구동 방식(Fly1_Motion)을 많이 사용 하였다.



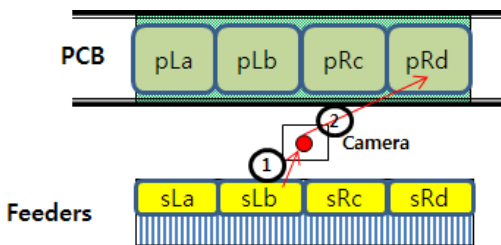
[Fig. 2] Pick-up-Camera-Place structure(Top view)

켄트리에서 X축과 Y축의 움직임 거리가 중요하므로 Fig. 3과 같이 흡착을 4구간, 실장을 4구간으로 구분하면, 움직이는 경로가 총 16가지가 있으며, 다음과 같은 특징이 있다.



[Fig. 3] Section of Location

- sLa : 흡착의 좌측 (거리 비교: $x > y$ 인 구간)
- sLb : 흡착의 좌측 (거리 비교: $x < y$ 인 구간)
- sLc : 흡착의 우측 (거리 비교: $x < y$ 인 구간)
- sLd : 흡착의 우측 (거리 비교: $x > y$ 인 구간)
- pLa : 실장의 좌측 (거리 비교: $x > y$ 인 구간)
- pLb : 실장의 좌측 (거리 비교: $x < y$ 인 구간)
- pLc : 실장의 우측 (거리 비교: $x < y$ 인 구간)
- pLd : 실장의 우측 (거리 비교: $x > y$ 인 구간)



[Fig. 4] Moving path

본 논문에서는 16가지 중에서 대표적인 Fig. 4의 구동에 대하여 기존방식의 문제점을 살펴보고 이를 해결하는 방식을 제시한다.

기존방식과 본 논문에서 제시한 방식에 대한 동일 조건의 분석을 위해서 켄트리의 최고 속도와 가속도, 흡착 위치, 카메라 위치, 실장 위치에 대한 조건은 Table 1과 같다.

[Table. 1] Input conditions

No	Item	X axis	Y axis	Unit
1	Max Velocity	2.0	2.0	m/sec
2	G Acceleration	2.0	2.0	g
3	G [M/Sec ²]	9.81	9.81	m/sec ²
4	Acceleration	19.6	19.6	m/sec ²
5	Pickup Position	-20	-150	mm
6	Camera Position	0	0	mm
7	Place Position	300	250	mm

2.2 카메라 위치에 정지하는 구동 방식 (Stop_Motion)

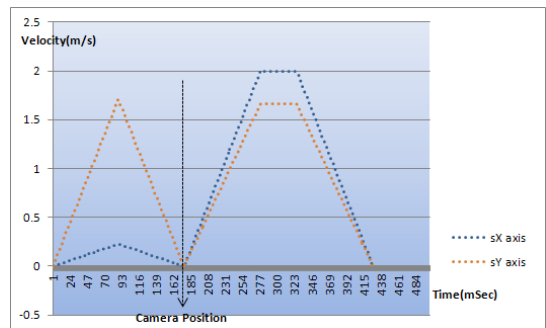
이 방법은 카메라 위치에서 정지하여 영상 취득 후 실장 위치로 이동하는 방식이다[8,9].

이 경우 정지하기 때문에 카메라 위치에서의 속도는 X축, Y축 모두 0 m/sec이다.

Table 1과 같은 속도와 가속도, 거리가 주어졌을 때, Fig. 5와 같은 속도 그래프를 형성하며 움직인다.

긴 축은 주어진 속도와 가속도에 의해 움직이고, 짧은 축은 긴 축과의 거리에 비례하여 속도와 가속도가 정해진다[8,10].

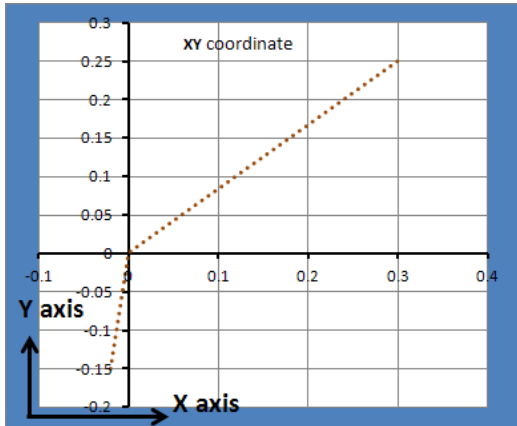
Fig. 5는 Stop_Motion 속도 그래프를 나타내고 Table 2는 Stop_Motion의 결과를 나타낸다.



[Fig. 5] Stop_Motion Velocity Graph

[Table 2] Result of Stop_Motion

No	Mode	Total time (mSec)	Velocity of Camera position	
			X	Y
1	Stop_Motion	427	0.0	0.0



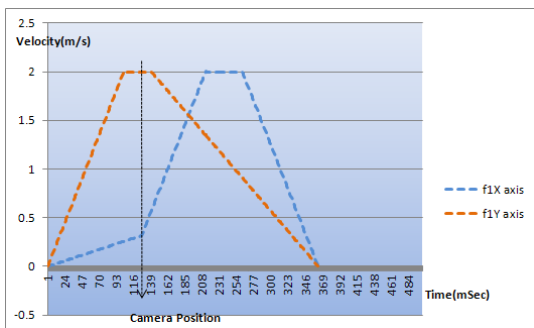
[Fig. 6] Stop_Motion Moving path

이 방식은 카메라 앞에 정지해야하기 때문에 감속을 해야 하고, 정지 후 다시 움직이기 위해서 가속을 해야 하는 문제가 있다. 이 가/감속 때문에 시간이 많이 걸리며, 시뮬레이션 결과 구동의 총시간은 427msec가 된다.

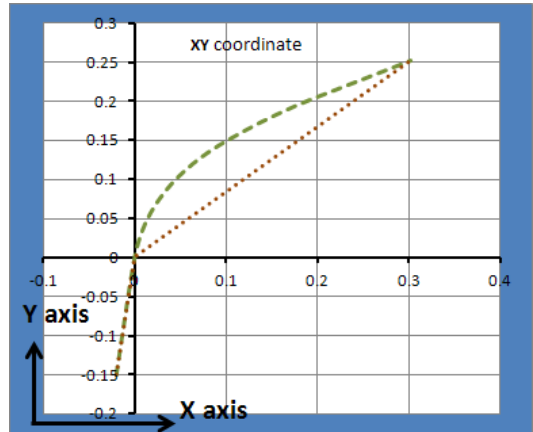
2.3 X, Y축의 거리만 고려한 구동 방식 (Fly1_Motion)

이 방식은 카메라 위치에서 정지를 하지 않는 것으로, X축 또는 Y축이 속도를 가지고 카메라 위치를 지나가는 구동을 한다.

Table 1과 같은 속도와 가속도, 거리가 주어졌을 때 Fig. 7과 같은 속도 그래프를 그리며 움직인다.



[Fig. 7] Fly1_Motion Velocity Graph



[Fig. 8] Fly1_Motion and Stop_Motion Moving path

이 방법은 X, Y축에서 거리가 긴 축은 Table 1에 주어진 속도와 가속도가 적용되어 최대한 빠른 속도로 카메라 위치를 지나가게 된다. 짧은 축은 긴축의 구동시간에 맞추어 낮은 속도로 카메라 위치를 지나가게 된다.

따라서 Table 1의 입력 조건에서는 Y축(2m/sec), X축(0.318m/sec)으로 카메라 위치를 지나가게 된다. 또 Fig. 7과 같이 카메라를 지난 후에는 X축의 거리가 멀기 때문에 X축이 Table 1의 속도와 가속도로 움직이게 되고, Y축은 X축의 움직이는 시간에 맞추어 감속하게 된다.

[Table 3] Result of Fly1_Motion

No	Mode	Total time (mSec)	Difference (mSec)	%	Velocity of Camera position	
					X	Y
1	Stop_Motion	427			0.0	0.0
2	Fly1_Motion	363	64	15%	0.3	2.0

이 방식은 부품을 흡착하여 카메라로 이동하는 시간에서 긴 Y축이 2m/sec의 속도로 카메라 위치를 지나가면서 감속이 없기에 시뮬레이션 결과 구동 총시간은 363m/sec로 Stop_Motion방식보다 64m/sec의 시간 단축이 되었다.

그러나 이 방식도 카메라 위치를 지나갈 때 X축의 속도가 낮기 때문에 실장 위치로 갈 경우 시간적으로 크게 단축은 되지 않는다.

본 논문에서는 거리가 짧은 X축의 경우에도 더 빠르게 카메라 위치를 지나가는 방법을 제시하고, 이를 시뮬레이션을 통하여 시간이 더 많이 단축되었음을 검증 한다.

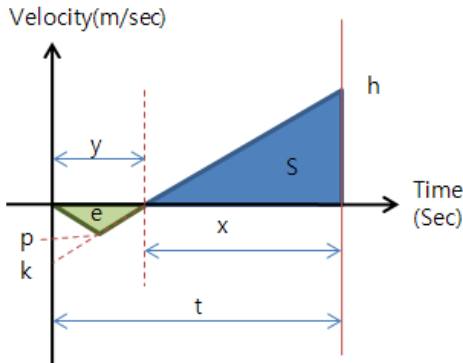
3. Fly2_Motion방식

본 논문에서 제시하는 Fly2_Motion 방식은 Table 1의 조건에서 부품 흡착하여 카메라로 이동하는 Y축의 거리는 150mm이고, X축의 거리는 20mm이기 때문에 Y축은 주어진 가속을 하여 최고 2m/sec의 속도로 카메라 위치를 지나간다. 카메라까지의 Y축의 이동 시간은 126m/sec이며, 짧은 X축은 126m/sec 동안 20mm를 이동해야 하기 때문에 카메라 위치를 지나갈 때 속도는 0.318m/sec이다. 카메라 위치를 지나간 후 X축의 이동 거리가 멀기 때문에 X축이 주어진 가속을 하여 237m/sec동안 움직인다.

본 논문에서는 더 빠른 시간에 움직이기 위해서 부품 흡착에서 카메라로 이동하는 구간에서 X축의 속도를 최대한으로 높이기 위한 방안을 제시한다.

즉, 카메라 위치를 지나갈 때 속도가 높으면, 실장 위치에 도달하는 시간이 단축되기 때문이다.

Fly1_Motion방식의 경우 X축의 20mm 이동거리 때문에 속도가 0.318m/sec이므로 X축을 반대로 움직여 이동 거리를 더 확보하고 다시 카메라 위치로 가속하면 더 빠른 속도를 만들 수 있다.



[Fig. 9] h Velocity Graph

Fig. 9에서 입력 조건:

- ㉠ 이동거리 = d
- ㉡ 이동시간 = t
- ㉢ 가속도 = j

s : x시간 동안 이동한 거리(+방향)

e : y시간 동안 이동한 거리(-방향)

h : 최종 속도

d = s - e : 총 이동거리 라고 정의 할 때

$$d = s - e \tag{1}$$

$$s = xh/2 \tag{2}$$

$$e = py/2 = hy^2/4x \tag{3}$$

(2), (3)을 (1)에 대입하면

$$d = xh/2 - hy^2/4x \tag{4}$$

$$h = jx \tag{5}$$

(5)를 (4)에 대입하여 x함수로 정리하면

$$jx^2 + 2jtx - jt^2 - 4d = 0 \tag{6}$$

(6)을 근의 공식으로 x를 구하면

$$x = (-jt \pm \sqrt{(2j)^2 t^2 + 4jd})/j \tag{7}$$

(단, $0 < x < t$)

(7)을 (5)에 대입하면

$$h = -jt \pm \sqrt{(2j)^2 t^2 + 4jd} \tag{8}$$

최고속도(h)를 구하면

$$h = -jt + \sqrt{(2j)^2 t^2 + 4jd} \text{이다.}$$

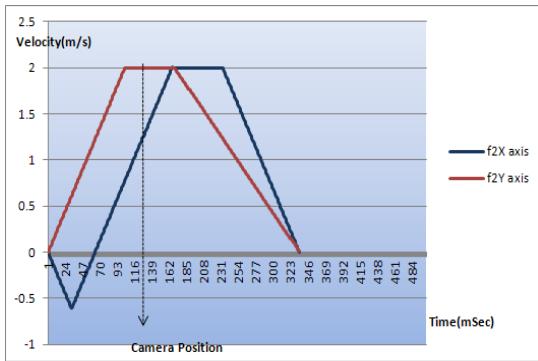
Table 1의 조건에서 Fig. 9와 같이 이동하면, y시간(62m/sec)동안 반대 방향으로 e거리(-20mm)만큼 이동하고 x시간(64msec)동안 s거리(+40mm)를 이동하여 카메라 위치를 지나갈 때, X축 속도(h) 1.241m/sec를 낼 수 있다.

4. 3가지 방식의 비교 검증

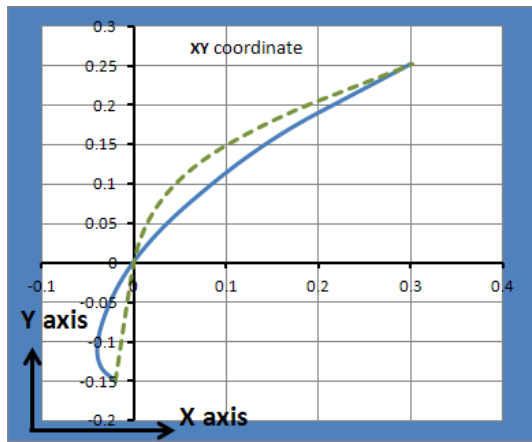
Fly1_Motion 방식의 경우는 카메라 위치를 지나가는 X축 속도가 0.318m/sec이므로 카메라에서 실장까지 이동시간이 237msec이며, 본 논문에서 제시하는 방식으로 움직이면 카메라 위치를 지나가는 X축 속도가 1.241m/sec이므로 카메라에서 실장까지 이동시간이 208msec이고, Fly1_Motion 방식보다 29msec 빨리 이동한다.

Fig. 10은 본 논문에서 제시하는 방식으로 움직이는 속도 그래프를 나타내었고, Fig. 11은 움직이는 궤적 그래프를 표시하였다.

그리고 Stop_Motion방식, Fly1_Motion방식, 본 논문에서 제시한 Fly2_Motion방식의 구동시간의 비교를 Table 4에 타내었다.



[Fig. 10] Fly2_Motion Velocity Graph



[Fig. 11] Fly2_Motion and Fly1_Motion Moving path

[Table 4] Fly2_Motion Result

No	Mode	Total time (mSec)	Difference (mSec)	%	Velocity of Camera position	
					X	Y
1	Stop_Motion	427			0.0	0.0
2	Fly1_Motion	363	64	15%	0.3	2.0
3	Fly2_Motion	334	93	22%	1.2	2.0

Table 5는 Stop_Motion방식, Fly1_Motion방식, 본 논문에서 제시한 Fly2_Motion방식에 대하여 흡착위치 4구역, 실장위치 4구역에 대한 16가지 좌표를 나타내었다. 또 Table 6은 Table 5를 시뮬레이션 하여 얻은 결과를 나타내었다.

[Table 5] Coordinates of pick and place positions

no	Pickup Pos.		Camera Pos.		Place Pos.	
	x	y	x	y	x	y
1	-250	-140	0	0	-300	250
2	-250	-140	0	0	-200	250
3	-250	-140	0	0	-100	250
4	-250	-140	0	0	-20	250
5	-250	-140	0	0	20	250
6	-250	-140	0	0	100	250
7	-250	-140	0	0	200	250
8	-250	-140	0	0	300	250
9	-10	-140	0	0	-400	250
10	-10	-140	0	0	-300	250
11	-10	-140	0	0	-200	250
12	-10	-140	0	0	-20	250
13	-10	-140	0	0	20	250
14	-10	-140	0	0	200	250
15	-10	-140	0	0	300	250
16	-10	-140	0	0	400	250

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 겐트리 구조에서 카메라 위치를 지나가는 3가지 방식에 대하여 확인을 하였으며, Stop_Motion방식인 카메라 위치에 정지를 하는 구동보다는 Fly1_Motion방식의 카메라 위치를 지나가는 것이 시간단축이 되며, Fly1_Motion방식은 14%, 본 논문에서 제시한 Fly2_Motion 방식은 19% 효과가 있음을 시뮬레이션을 통하여 알 수 있었다.

[Table 6] Running time of each motion

No	Stop Motion (mSec)	Fly1 Motion (mSec)	Fly2 Motion (mSec)	Stop-Fly1 (mSec)	Stop-Fly2 (mSec)
1	479	479	479	0	0
2	454	429	429	25	25
3	454	410	384	43	70
4	454	410	352	43	102
5	454	398	352	55	102
6	454	365	352	89	102
7	454	354	352	100	102
8	479	377	377	102	102
9	471	424	388	46	83
10	421	373	338	48	83
11	396	323	297	73	99
12	396	297	297	99	99
13	396	297	297	99	99
14	396	315	315	81	81
15	421	365	332	56	89
16	471	416	382	55	89
Total	7048	6033	5723	1016	1325
				14%	19%

향후 연구는 표면실장장비에 적용하여 생산성(CPH)를 높이는 것이며, 구동 시 발생하는 진동과 구동 모터의 발열 문제는 차후 확인 할 필요가 있다.

References

- [1] Young-Min Kim, Hyun-Jong Kim, Sun-Chon Um, "The surface mounting technology to prevent improper fine chip insertions by using fiber sensors." Graduate School of Kong Ju National University Kong Ju, Korea 2013
- [2] Keun-Ho Rew, Jeong-Tae Kwon, and Kyoungwoo Park, "Antisymmetric S-curve Profile for Faset and Vibrationless Motion." Hoseo University, Korea 2006
- [3] Jae-Hyung Son, Su-Jin Lee, Ji-Hyun Kim, "Surface Mount Technology(SMT)", Busan Metropolitan city office of education. 2010
- [4] Byung-Sung Han, Sung-Jin Park, Hyun-Su Lee, "Semiconductor Engineering," Dong il Publishers
- [5] Tae-Young Ju, Youn-Su Park, "The semiconductor industry's global strategy," Institute Industry. 1997
- [6] Young-Min Kim, Jong-Yun Lee, Young-Jin Park, "Transport equipment for electronics component, how to mount electronic components," Patent Number : 10-2011-0059459, Applicant: Mirae corporation
- [7] Seong-Sik Kim, "To prevent the fault feeder mounted control devices and sensing devices mounted chip mounter," Patent Number : 200377013 (2005.02.17), Applicant: Jeta Tech corporation
- [8] Kyung-Wan "How to recognize parts chip mounter adsorption." Patent Number: 1020060031551, No, Applicant: SamSung Techwin corporation
- [9] Dong-Man Kim, Tae-Hyung, Jae-Young Lee, "A Dynamic Programming Approach to Mount Sequence Optimization for Multihead-Gantry Chip Mounter," The Korean Institute of Electrical Engineers. 2002
- [10] Dong-Man Kim, Tae-Hyung Park "A Mount Sequence Optimization for Multihead Chip Mounter," Journal of Industrial Science and Technology Institute. 2002

김 순 호(Soon-Ho Kim)

[정회원]



- 1995년 2월 : 동의대학교 공과대학 전자공학과 (학사)
- 2012 3월 ~ 현재 : 공주대학교 컴퓨터공학과 (석사과정)
- 1994년 11월 ~ 현재 : 미래산업(주) 연구소 팀장(이사)

<관심분야>

정보경영, 정보통신, 제어, 소프트웨어 공학

김 치 수(Chi-Su Kim)

[정회원]



- 1984년 2월 : 중앙대학교 전자계산학과 (학사)
- 1986년 8월 : 중앙대학교 전자계산학과 (석사)
- 1990년 8월 : 중앙대학교 전자계산학과 (박사)
- 1990년 9월 ~ 1992년 8월 : 공주교육대학교 (전임강사)
- 1992년 9월 ~ 현재 : 공주대학교 컴퓨터공학부 (교수)

<관심분야>

소프트웨어공학, 소프트웨어 개발 방법론