

A Confirmation of the Minimum Moving Time to the Stop-Motion in the (sLa-Camera-pLa)Type

Kim Soon Ho[†] · Kim Chi Su^{††}

ABSTRACT

SMT is an device that picks up electronic components and does precise placing onto PCBs. In order to do this, it stops in front of a camera installed in the middle to go over vision inspection. And after that it is move for placing. There are 16 different types of routes in this process. This paper compared to the moving time of three methods in the (sLa-Camera-pLa)type. The first method is stopping in front of the camera for vision inspection and placing components onto PCBs(stop-motion). The second method is moving in front of the camera for vision inspection without stopping(fly1-motion). The third method is inspecting the components when the speed of the X axis, the Y axis is the best and is placing components onto PCBs(fly2-motion). This paper shows the moving time of three methods is same. Therefore we proved that the stop-motion method can be placing in the fastest time without changing structure of the device in the (sLa-Camera-pLa)type.

Keywords : SMT, Gantry, SMD, Vision Inspection, Moving Time

(sLa-Camera-pLa)타입에서 Stop-Motion 방식의 최소 구동 시간 입증

김 순 호[†] · 김 치 수^{††}

요 약

SMT는 전자 부품을 흡착하여 PCB상에 정확히 실장 하는 장비이다. 이를 위해서는 중간 위치에 설치된 카메라 앞에서 정지하여 비전 검사를 한 후 실장 위치로 이동한다. 그 이동 경로의 타입은 16가지가 되며, 본 논문에서는 (sLa-Camera-pLa)타입에 대한 3가지 경로의 구동 시간을 비교하였다. 첫 번째는 비전 검사를 위해 카메라 앞에서 정지한 후 실장 하는 방법(stop-motion), 두 번째는 카메라 앞에서 정지하지 않고 움직이면서 비전 검사를 한 후 실장하는 방법(fly1-motion), 세 번째는 X축과 Y축이 최고의 높은 속도를 갖도록 한 후 비전 검사를 하고 실장 하는 방법(fly2-motion)이다. 3가지 방법에 대한 구동 시간을 계산하여 비교한 결과 모두 동일한 시간이 걸리는 것을 알 수 있었다. 따라서 (sLa-Camera-pLa)타입은 장비 구조의 변경 없이 stop-motion방법으로도 가장 빠른 시간에 실장할 수 있음을 확인하였다.

키워드 : 표면실장기술, 겐트리, 표면실장부품, 비전 검사, 구동 시간

1. 서 론

표면 실장 기술(SMT: Surface Mount Technology)은 부품의 리드를 인쇄회로기판(PCB)의 구멍에 삽입하지 않고, 기판 위에 솔더크림을 도포하여 그 위에 부품을 실장(Place)하고, 이를 오븐에 구워 납을 굳힘(reflow oven)으로써 저항, 콘덴서, 트랜지스터, 코일과 같은 칩이나 BGA, QFP같은

Package IC 등의 반도체 소자와 표면실장 대응 스위치, 커넥터 등의 표면실장부품(SMD: Surface Mount Device)을 전자 회로에 부착시키는 방법이다[1-3]. 전자부품을 기판에 정확히 실장하기 위해서는 장비의 겐트리(XY-Gantry)에 부착된 헤드가 진공압으로 전자부품을 흡착하고, 진공압의 힘으로 부품을 잡고 기판의 실장 위치로 이동한다[4-6]. 이때 흡착된 부품은 약간의 틀어짐이 있으며, 정확한 실장을 위해서는 잡고 있는 상태를 확인하고, X, Y, R축으로 틀어짐량을 보정하여 실장해야 한다[7, 8]. 이를 위해 일반적으로 부품의 상태를 카메라로 영상을 취득하고, 이 영상을 분석하여 X, Y, R축의 틀어짐량을 찾아낸다. 영상 취득을 위해

[†] 비 회 원 : 아진엑스텍(주) 이사
^{††} 종신회원 : 공주대학교 컴퓨터공학부 교수
Manuscript Received : October 27, 2016
Accepted : November 9, 2016
* Corresponding Author : Kim Chi Su(cskim@kongju.ac.kr)

카메라 앞에서 정지하는 것이 일반적이나 생산성을 높이기 위해서 카메라 앞에 정지하지 않고, 지나가는 순간에 영상을 취득하여 분석하는 방법도 사용한다.

본 논문에서는 장비의 성능 향상을 위한 방법 중에서 겐트리의 속도와 가속도가 결정되어 있는 구조에서 부품 공급 장치에서 부품을 흡착하여 기관상의 실장 위치로 이동할 때 이동 경로가 (sLa-Camera-pLa)타입 인 경우 겐트리 구동 시간의 가장 빠른 경로를 구하고자, 카메라 앞에서 정지하여 비전 검사하는 stop-motion 방식, 카메라 앞에서 정지하지 않고 카메라 앞을 지나가는 fly1-motion 방식, 그리고 카메라 앞을 지나가는 속도가 가장 높을 때 시간이 더 단축될 수 있다는 기본 원리에 착안한 fly2-motion 방식 등의 3가지 방법에 대한 구동 시간을 구하여 그들 중 어떤 방식이 최소 시간 경로가 되는지를 비교하였다. 그 결과 3가지 방법 모두가 동일한 시간이 산출되었음을 확인하였고, 따라서 기본 구조를 변경하지 않는 장점을 가지고 있는 stop-motion 방식을 그대로 사용할 수 있음을 확인하였다.

2. 기반 연구

2.1 겐트리의 구동 방식

일반적인 표면실장기술에서 생산성은 CPH(Chips Per Hour)로 표현하며, 1시간 동안 기관 위에 얼마나 많은 전자 부품을 실장했는지의 수량으로 나타낸다.

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

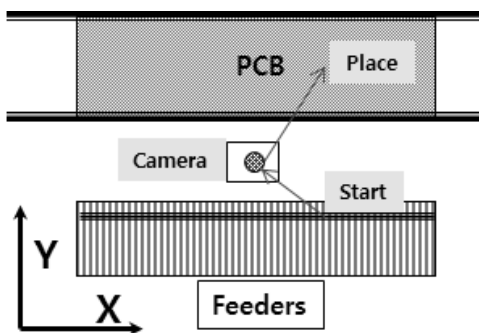


Fig. 1. The Structure of the Pickup-Camera-Place

표면실장장비에서 Fig. 1과 같은 움직임을 위해서 겐트리를 많이 사용하고 있으며, X축과 Y축의 운동 조합에 의하여 움직이는 경로(궤적)가 결정된다. 여기서 start는 부품 흡착 위치(출발 위치), camera는 카메라 설치 위치, place는 실장 위치를 나타내고 있다.

2.2 겐트리 구동의 특성 분류

겐트리는 X축, Y축의 이동 거리가 중요하므로 X축과 Y축의 거리 비교를 위해 (Fig. 2)와 같이 흡착을 4구간, 실장을 4구간으로 구분했을 때 다음처럼 이동 경로의 가지 수는 16가지가 된다.

흡착에서 카메라까지의 거리 비교를 통한 흡착 구간은 4가지로 나눌 수 있다.

- sLa: 흡착의 좌측 (거리 비교: $x > y$ 인 구간)
- sLb: 흡착의 좌측 (거리 비교: $x < y$ 인 구간)
- sRc: 흡착의 우측 (거리 비교: $x < y$ 인 구간)
- sRd: 흡착의 우측 (거리 비교: $x > y$ 인 구간)

또한 카메라에서 실장까지의 거리 비교를 통한 실장 구간도 4가지로 나눌 수 있다.

- pLa: 실장의 좌측 (거리 비교: $x > y$ 인 구간)
- pLb: 실장의 좌측 (거리 비교: $x < y$ 인 구간)
- pRc: 실장의 우측 (거리 비교: $x < y$ 인 구간)
- pRd: 실장의 우측 (거리 비교: $x > y$ 인 구간)

이렇게 8구간으로 나누어진 이유는 총 16가지의 경우에서 (sLa-Camera-pLa)타입의 움직이는 궤적과 (sRd-Camera-pRd)의 움직이는 궤적은 X축 방향만 반대이고, 나머지는 같기 때문에 구동 시간이 같다고 볼 수 있다. 또한 (sLb-Camera-pLa) 타입의 움직이는 궤적과 (sRc-Camera-pRd)의 움직이는 궤적도 X축 방향만 반대이고 나머지는 같기 때문에 구동 시간이 같다. 이와 같이 구동 시간이 같은 좌우 대칭구조를 갖는 8가지를 생략하면 16가지 중에서 8가지만 남게 된다.

3. (sLa-Camera-pLa)타입의 총 이동 시간 분석

(sLa-Camera-pLa)타입의 움직이는 경로의 형태와 특징은 Fig. 2와 같다.

- ① X축의 움직이는 방향이 바뀐다.
- ② 흡착에서 카메라까지의 이동은 X축의 거리가 Y축의 거리보다 더 길다(거리 비교: $x > y$).
- ③ 카메라에서 실장까지의 이동은 X축의 거리가 Y축의 거리보다 더 멀다(거리 비교: $x > y$).

Table 1. Input Condition

Item	X axis	Y axis	Unit
max velocity	2.0	2.0	m/sec
g acceleration	3.0	3.0	g
g [m/sec ²]	9.81	9.81	m/sec ²
max acceleration	29.43	29.43	m/sec ²
pick-up position	-300	-150	mm
camera position	0	0	mm
place position	-300	200	mm

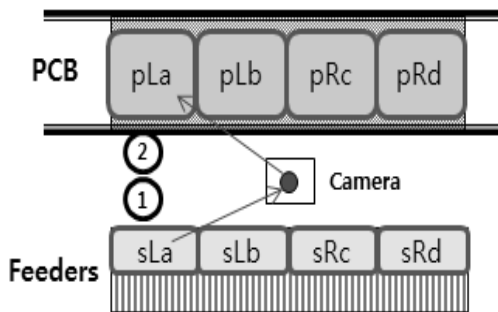


Fig. 2. The Moving Path of the (sLa-Camera-pLa)Type

또한 비전 검사를 위해 카메라 앞에서 정지하는 경우와 움직이는 경우의 시간 비교를 위해 센터리 장치의 기계적 특성에서 주어진 구동 조건은 Table 1과 같다.

3.1 stop-motion 방식

카메라 앞에서 정지하여 비전 검사하는 stop-motion 방식인 경우는 Fig. 3과 같은 속도 곡선을 나타내며 이 그래프는 Y축의 길이보다 X축의 길이가 더 길다. 따라서 움직이는 시간은 X축에 의해서 결정되며, Y축은 X축 시간 동안 움직이

기 때문에 속도와 가속도가 작아진다.

본 논문에서 stop-motion 방식의 시간 계산을 위해 주어진 조건을 보면 다음과 같다.

- s(이동거리) = 0.3m
- v(속도) = 2 m/sec
- j(가속도) = 29.43m/sec²

Fig. 4는 거리, 속도, 가속도가 주어질 때 속도 그래프를 나타낸다. 여기서 가속 시간, 이동 거리 등을 구하면 다음과 같다.

- x(가속시간)=속도/가속도=2/29.43= 0.06796sec
- d(가속시간 동안의 이동거리)=v·x/2=2 × 0.06796/2= 0.06796m
- e(등속구간 이동거리)=이동거리-(가속시간 동안 이동거리) × 2=0.3-(0.06796 × 2)=0.164m
- y(등속구간의 시간)=e/v=0.164/2=0.082sec
- t(0.3m의 이동시간)=2·x+y=(2 × 0.06796)+0.082=0.218sec

따라서 흡착에서 카메라까지의 0.3m(X축 거리)에 대한 이동 시간은 0.218sec가 된다. 또한 카메라에서 실장까지의

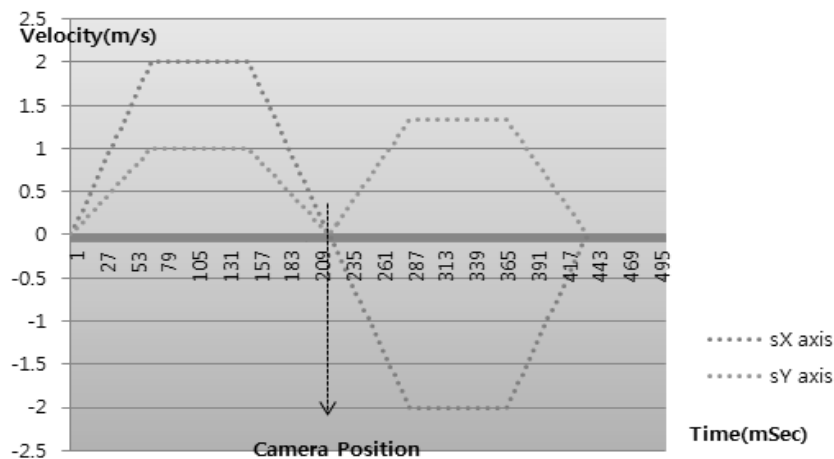


Fig. 3. The Velocity Graph of the stop-motion

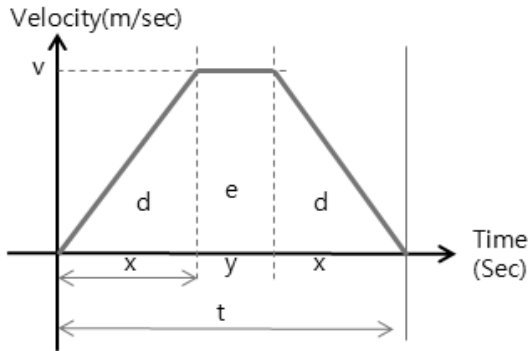


Fig. 4. The Velocity Graph for the Distance, Velocity and Acceleration

0.3m(X축 거리)에 대한 이동 시간도 0.218sec가 된다. 그러므로 총 이동시간은 0.436sec이다.

3.2 fly1-motion 방식

fly1-motion 방식의 이동 시간 계산은 stop-motion 방식의 총 이동 시간 계산 때와 같은 조건하에서 이루어진다. Fig. 5 처럼 카메라 앞에서 정지하지 않기 때문에 타원형의 궤도를 나타내고 있다. 이 그래프의 특성은 X축은 방향이 바뀌므로 속도가 0이지만, Y축은 같은 방향이므로 속도가 있다는 것을 알 수 있다. X, Y 구동축의 움직임에서 속도와 가속도의 제약 조건들이 있어, X축 구동의 최소 시간이 Y축 구동 최소 시간보다 길기 때문에 X축은 최대한 빨리 움직이고, Y축은 X축의 시간에 맞게 가속도를 낮추어 움직이게 된다.

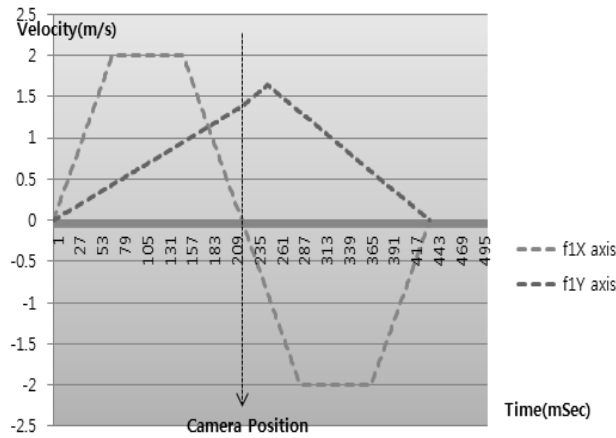


Fig. 5. The Velocity Graph of the fly1-motion

본 논문에서 fly1-motion 방식의 시간 계산을 위해 주어진 조건을 보면 다음과 같다.

- s(이동거리)=0.15m
- t(시간)=0.218sec

위와 같은 주어진 조건하에 Y축 카메라 앞을 지나가는 속도를 계산하면 다음과 같다. Fig. 6은 직각 삼각형의 구조를 가지므로 $s=ht/2$ 이다. 여기서 $h(\text{속도})=2 \cdot s/t=2 \times 0.15/0.218=1.376147\text{m/sec}$ 가 된다.

fly1-motion 방식으로 이동 시간을 계산했을 때도 stop-motion과 동일한 0.436sec의 이동시간을 나타내고 있다. 다만 fly1-motion은 Y축의 가·감속이 적게 발생하므로 진동이 적게 발생하며, 전기에너지도 적게 사용된다는 장점은 가지고 있지만, 전체 움직이는 시간은 X축의 구동 시간과 같아지고, 이것은 stop-motion의 시간과 동일한 시간임을 확인할 수 있다. 결과적으로 흡착하여 카메라까지의 구동시간은 0.218sec, 카메라에서 실장위치까지의 구동시간은 0.218sec이며, 총 이동시간 0.436sec로 계산되었다.

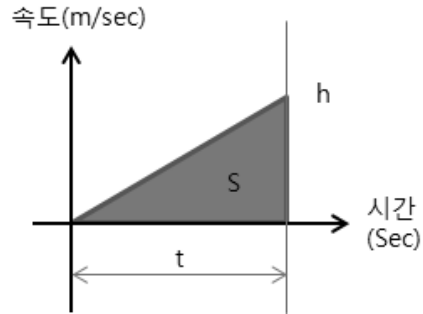


Fig. 6. The Graph of the Maximum Speed when the Distance and Time are Given

3.3 fly2-motion 방식

본 논문에서 fly2-motion 방식의 이동 시간 산출 방법은 카메라 앞을 지나가는 속도가 높을 때 시간이 더 단축될 수 있다는 기본적인 원리에 착안하여 시간을 산출하는 방식이다. 이를 위해서는 거리와 시간의 확보가 필요한데, 시간은 다른 축에 의해 결정되므로 거리를 변화시키는 방법을 선택하여 시간을 줄이는 방법을 사용하였다. 이 방법에서는 카메라 위치에서 X축과 Y축이 최대한 높은 속도를 가지게 하는 것인데, 이 경우에서 X축은 방향이 바뀌는 지점이 카메라 위치이므로 속도는 '0'이 된다, 또한 Y축의 경우는 X축의 시간 동안 Y축의 이동 거리에서 최대의 속도를 찾는 것인데, fly1-motion 방식에서 이미 Y축이 벌써 최대 속도를 내고 있기에 같은 값을 가진다.

즉 X축에서는 시간이, Y축에서는 움직일 거리가 결정되어 있기 때문에 직각삼각형의 높이로 되는 것이 Y축의 속도가 최대가 된다. 따라서 fly2-motion 방식의 이동 시 궤적과 속도 곡선이 fly1-motion 방식의 Fig. 6과 같은 형태를 나타낸다. 결국 fly2-motion 방식의 이동 시간 산출 방법으로 계산

Table 2. The Comparison of the stop-motion, fly1-motion and fly2-motion

Mode	Pick-Camera Time(μ sec)	Camera-Place Time(μ sec)	Total (μ sec)	Difference	Ratio	Velocity of Camera position	
						X axis	Y axis
Stop-Motion	218	218	436			0.00	0.00
Fly1-Motion	218	218	436	0	0%	0.00	1.38
Fly2-Motion	218	218	436	0	0%	0.00	1.38

했을 때도 흡착하여 카메라까지의 구동 시간은 0.218sec, 카메라에서 실장 위치까지의 구동시간은 0.218sec이며 총 구동 시간 0.436sec로 stop-motion 방식으로 계산한 결과와 fly1-motion 방식으로 계산한 결과 같은 값을 알 수 있다. 이것은 stop-motion 방식이 부품 이동 시 최소의 경로임을 입증하는 것이며, 굳이 설비의 변화 없이 최소 시간의 경로로 사용할 수 있음을 확인시켜준다.

3.4 3가지 방식의 결과 비교

Table 2의 조건에서 X축이 Y축보다 길고, 구동 방향이 반대이므로 흡착하여 카메라로 이동 시 X축 300mm 때문에 0.218sec로 모두 같은 시간을 나타내며, 카메라에서 실장까지도 X축이 300mm이기 때문에 0.218sec로 모두 같은 시간을 나타낸다. 따라서 (sLa-Camera-pLa)타입은 stop-motion, fly1-motion, fly2-motion이 같은 속도곡선과 궤적을 나타내며, 구동시간도 같음을 알 수 있다. 즉 현재 사용하고 있는 stop-motion 방식이 3가지 방식으로 계산했을 때의 값과 비교했을 때 구동 시간은 같지만, 카메라 앞에서 정지하는 것과 같이 기본 구조를 변형시키지 않고 그대로 사용하면서도 구동 시간이 동일하다는 장점이 있음을 확인할 수 있다.

4. 결 론

논문에서는 장비의 성능 향상을 위한 방법 중에서 겐트리의 속도와 가속도가 결정되어 있는 구조에서 부품 공급 장치에서 부품을 흡착하여 기관상의 실장 위치로 이동할 때 이동 경로가 (sLa-Camera-pLa)타입인 경우 겐트리 구동 시간의 가장 빠른 경로를 3가지 방식을 통하여 구하고, 어떤 방식이 가장 빠른 구동 시간의 경로인지를 비교하였다. 여기서 사용한 3가지 방법으로는 카메라 앞에서 정지하여 비전 검사하는 stop-motion 방식과 카메라 앞에서 정지하지 않고 카메라 앞을 지나가는 fly1-motion 방식, 그리고 카메라 앞에서 가장 높은 속도를 갖는 fly2-motion 방식이다. 그 결과 3가지 방법 모두가 동일한 시간이 산출되어 기본 구조를 변경하지 않는 장점을 가지고 있는 stop-motion 방식을

그대로 사용할 수 있음을 입증하였다.

앞으로의 연구는 다른 타입에서의 가장 빠른 구동 시간을 갖는 경로를 구하는 것이다. 또한 시간을 단축하여 생산성을 높이는 것도 중요하지만 마운터 장비에서의 부품 실장 시 움직이는 부품의 비전 검사 인식율에 대한 신뢰도 문제 또한 중요하다. 그러나 금번 본 논문의 연구 영역에서는 고려하지 않았다. 따라서 생산성 향상을 위한 연구가 마무리되면 정확도와 신뢰도에 대한 연구가 이어질 것이고, 신뢰도를 높일 수 있는 방법에 대해 지속적으로 연구할 계획이다.

References

- [1] Young-Min Kim, Hyun-Jong Kim, Sun-Chon Um, and Chi-Su Kim, "The Surface Mounting Technology to Prevent Improper Fine Chip Insertions by Using Fiber Sensors," *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol.12, No.9, pp.4138-4146, 2011.
- [2] Keun-Ho Rew, Jeong-Tae Kwon, and Kyoung-Woo Kim, "Antisymmetric S-curve Profile for Faset and Vibrationless Motion," Hoseo University, Korea (2006).
- [3] Jae-Hyung Son, Su-Jin Lee, and Ji-Hyun Kim, "Surface Mount Technology(SMT)," Busan Metropolitan city office of education(2010).
- [4] Byung-Sung Han, Sung-Jin Park, and Hyun-Su Lee, "Semiconductor Engineering," Dong il Publishers, Korea(2011).
- [5] Tae-Young Ju and Youn-Su Park, "The semiconductor industry's global strategy," Institute Industry(1997).
- [6] Young-Min Kim, Jong-Yun Lee, and Young-Jin Park, Transport equipment for electronics component, how to mount electronic components. Korea. Patent10-2011-0059459, Oct. 15(2011).
- [7] Seong-Sik Kim, To prevent the fault feeder mounted control devices and sensing devices mounted chip mounter. Korea. Patent 200377013, Feb. 17(2005).
- [8] Kyung-Wan Lee, How to recognize parts chip mounter adsorption. Korea. Patent 1020060031551, Sep. 10 (2010).



김 순 호

e-mail : choi9588@gmail.com
1995년 동의대학교 전자공학과(학사)
2015년 공주대학교 컴퓨터공학과(석사)
2016년~현 재 아진엑스터(주) 이사
관심분야: 표면실장기술, 모터 제어,
소프트웨어 품질



김 치 수

e-mail : cskim@kongju.ac.kr
1984년 중앙대학교 전자계산학과(학사)
1986년 중앙대학교 전자계산학과(석사)
1990년 중앙대학교 전자계산학과(박사)
1992년~현 재 공주대학교 컴퓨터공학부
교수
관심분야: 소프트웨어 품질, 표면실장기술, 소프트웨어 공학