

A Comparison of the Moving Time about Gantry

Kim Soon Ho[†] · Kim Chi Su^{**}

ABSTRACT

SMT is an equipment 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. In this paper, We compared to the method of the placing after inspect to the stoped component and the moving component in front of the camera. As a result, This paper shows that the time efficiency of the fly-motion was increased by 9 percent than the stop-motion.

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

겐트리에 대한 구동 시간의 비교

김 순 호[†] · 김 치 수^{**}

요 약

SMT장비는 전자 부품을 흡착하여 PCB상에 정확히 실장 하는 장비이다. 이를 위해서는 중간 위치에 설치된 카메라 앞에서 정지하여 비전 검사를 한 후 실장 위치로 이동한다. 본 논문에서는 카메라 앞에서 멈추어 비전 검사를 한 후 실장하는 방법(stop-motion)과 카메라 앞에서 움직이면서 비전 검사를 한 후 실장하는 방법(fly-motion)을 비교하였다. 그 결과 fly-motion의 시간 효율이 stop-motion보다 9% 증가한 것을 보여주었다.

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

1. 서 론

표면실장기술(SMT: Surface Mount Technology)은 부품의 리드(lead)를 회로기판(PCB)의 구멍에 삽입하지 않고, 기판 위에 솔더크림(solder cream)을 도포하고 그 위에 부품을 실장(place)한 후, 이를 오븐에 구워 납을 굳힘(reflow oven)으로써 표면실장부품(SMD: Surface Mount Device)을 부착시키는 실장 방법이다[1]. 즉 표면실장부품을 회로기판에 고정시키기 위하여 크림 상태의 납을 회로기판 패드에 도포시키고 그 위에 표면실장부품을 실장하게 된다. 그리고 회로기판에 표면실장부품이 실장 완료되면 오븐에 통과시켜 크림 상태의 납이 굳어 표면실장부품을 고정시키는 기술이다[1].

일반적인 삽입실장기술(IMT: Insert Mount Technology)은 IC의 리드 피치 축소가 제약적이며 박형, 경량화가 불가

능하고 납량이 많으므로 그 많은 필요 자재에 대한 소모가 많다[2]. 그러나 표면실장기술(SMT)에서는 박형, 경량화가 가능하고 회로기판에 구멍을 뚫지 않아도 되고, IC 등의 리드 피치를 축소할 수 있어 밀집도가 우수하다[3]. 이러한 부품에는 저항, 콘덴서, 트랜지스터, 코일과 같은 칩이나 BGA, QFP같은 패키지 IC 등의 반도체 소자와 표면실장 대응 스위치, 커넥터 등이 있다[4].

표면실장기술에 있어서 일반적인 라인 구성은 회로기판을 넣어주는 회로기판 로드(Loader), 회로기판 표면에 크림 솔더를 프린트하는 스크린 프린터, 저항이나 콘덴서 등의 칩류를 장착하는 칩마운터, IC와 커넥터 종류를 장착하는 이형 칩 마운터, 표면실장부품의 장착이 완료되면 크림솔더를 용융시켜 부품을 회로기판에 고정시키는 리플로우 오븐(reflower oven)이 있고, 이 모든 공정이 완료가 되면 회로기판을 적치하는 언로드(unloader)로 되어 있다[5].

모든 전자제품들은 회로기판에 전자부품을 실장하여 만들어 지는데, 핸드폰과 웨어러블 기기와 같은 개인용 전자제품이 등장하면서 전자장치의 생산량이 폭증하고 있다.

휴대폰 시장에는 IC 등이 소형, 박형화되면서 0402(0.4mm×

[†] 비 회 원 : 아직엑스텍(주) 이사
^{**} 종신회원 : 공주대학교 컴퓨터공학부 교수
Manuscript Received : September 21, 2016
Accepted : September 28, 2016
* Corresponding Author : Kim Chi Su(cskim@kongju.ac.kr)

0.2mm), 0603(0.6mm×0.3mm) 크기의 작은 부품을 실장하는 기술이 사용되고 있다[6].

전자 장치에 들어가는 소자들의 크기는 감소하는 반면에 수량은 갈수록 증가하는 추세가 가속화되고 있다. 따라서 이들을 빠르고 정확하게 실장 할 수 있는 표면실장 장비의 개발이 활발히 일어나고 있다. 표면실장 장비의 정확성과 속도는 구동부와 이를 제어하는 제어방식과 밀접한 관련성을 가지고 있다.

이러한 많은 전자장치의 생산을 위한 고성능 장비가 요구되며 고성능 장비를 위한 많은 노력들이 진행되고 있다. 고성능을 위하여 부품 흡착을 빨리하는 방법, 겐트리(gantry)를 가볍게 하여 빨리 움직이는 방법, 부품 실장 시 진공과 피를 빨리하는 방법, 장비 사용이 쉽도록 개선하는 방법 등 많은 부분이 개선되고 있다.

이에 본 논문에서는 장비의 성능 향상을 위한 방법 중에서 겐트리의 속도와 가속도가 결정되어 있는 구조에서 겐트리 구동시간의 가장 빠른 경로를 구하고자 한다.

2. 기반 연구

2.1 표면실장기의 구조

일반적인 표면실장장비는 Fig. 1과 같이 기판에 실장 될 전자부품들을 공급하는 부품공급부(feeders), 공급부로부터 전자부품을 픽업하여 기판에 실장 하는 헤드(head), 칩을 흡착하는 노즐(nozzle), 기판을 이송하는 컨베이어로 구성되어 있다.

공급부에는 실장 될 전자부품을 공급하기 위한 테이프 피더가 복수 개 설치된다. 헤드와 그 헤드에 부착되는 축별 노즐이 테이프 피더에 피딩되어 있는 전자부품을 진공압

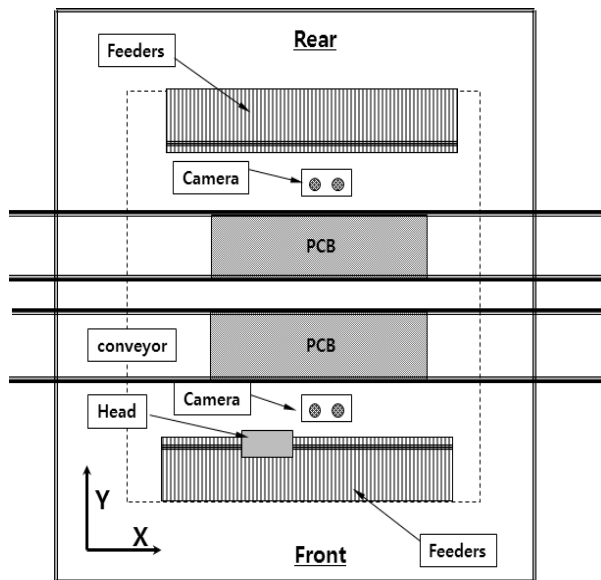


Fig. 1. The Structure of the SMD

(suction)으로 흡착(pick-up)하고 흡착위치 및 틀어짐 등을 검사하기 위해 카메라 위치에서 비전(vision)검사를 한 후 컨베이어에 대기하고 있는 기판 쪽으로 이동하여 흡착한 전자부품들을 기판에 실장 한다[7].

여기서 기판에 전자부품을 정확히 실장하기 위하여 장비의 겐트리에 부착된 헤드가 진공압으로 전자부품을 흡착한 후 진공압의 힘으로 부품을 잡고 기판의 실장 위치로 이동한다[8].

이때 흡착된 부품이 약간의 틀어짐이 있다면, 정확한 실장을 위해서 잡고 있는 상태를 확인하고, X, Y, R축으로 틀어짐 양을 보정하여 실장해야 한다.

이를 위해 부품의 상태를 카메라로 영상을 취득하고, 이 영상을 분석하여 X, Y, R축의 틀어짐 량을 찾아낸다. 그러나 일반적으로 영상 취득을 위해서는 카메라 앞에서 정지하여 영상을 취득한 후 분석하지만, 본 논문에서는 비전 검사의 시간을 단축하여 생산성을 높이기 위해 카메라 앞에서 정지하지 않고, 지나가는 순간에 영상을 취득하여 분석하는 방법을 사용함으로써 정지했을 때보다 움직이는 상태에서 영상을 취득했을 때의 시간적 효율을 분석하였다.

2.2 겐트리 구동 방식

표면실장기술에서 생산성은 CPH(Chips per hour)로 표현하며, 1시간 동안 기판 위에 얼마나 많은 전자부품 실장했는지의 수량으로 나타낸다.

일반적으로 표면실장장비의 부품실장 과정은 다음의 순서와 같다.

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

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

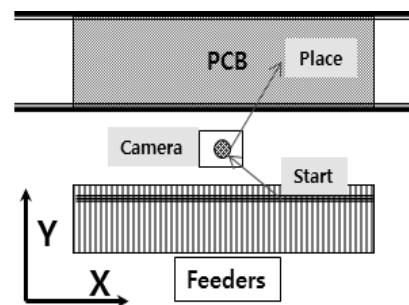


Fig. 2. The Structure of the Pickup-camera-place

여기서 start는 부품 흡착 위치(출발 위치), camera는 카메라 설치 위치, place는 실장 위치를 나타내고 있다.

3. 켄트리 구동 시간 계산 방법

본 논문에서는 정확한 실장을 위해 비전 검사 시, 기존 방식인 카메라 앞에서 정지하여 영상을 취득한 후 실장 위치로 움직이는 구동 방식(stop-motion)과 카메라 앞에서 정지하지 않고 지나가면서 비전검사를 하는 구동 방식(Fly-Motion)의 시간 효율성을 시뮬레이션을 통해 입증한다.

Table 1은 시뮬레이션을 위한 구동 조건을 나타낸다.

3.1 Stop-Motion 방식

본 논문에서는 카메라 앞에서 정지하여 비전 검사 후 다시 움직이는 방식을 stop-motion 방식이라 정한다.

이 방식은 X, Y가 (0, 0)좌표인 카메라 위치에서 비전 검사를 위해 정지하므로 Fig. 3과 같은 속도 곡선 궤적의 그래프를 나타낸다.

Table 1과 같은 구동 조건에서 흡착 위치부터 카메라까지 움직임을 보면 X축(50mm) 거리가 Y축(150mm)거리보다 더 짧기 때문에 Y축은 Fig. 4와 같은 가속도를 가지면서 움직인다.

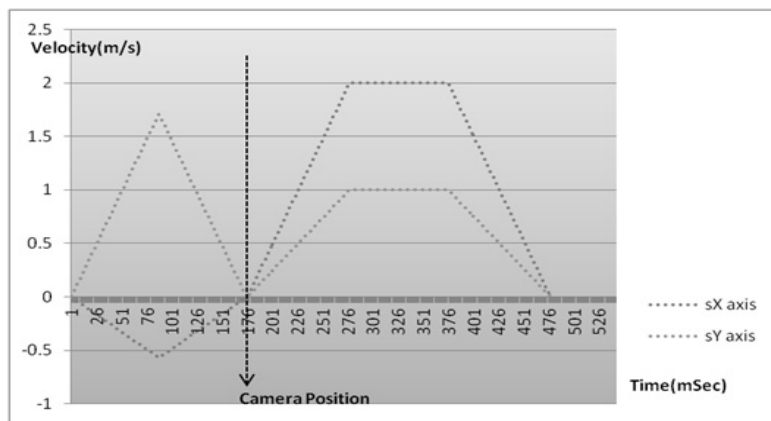


Fig. 3. The Velocity Graph of the Stop-Motion

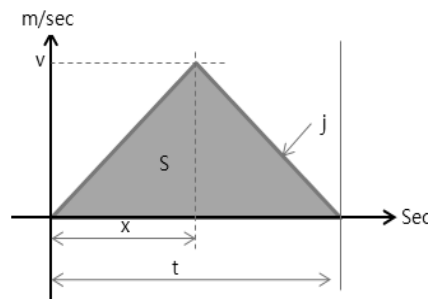


Fig. 4. The Velocity Graph of the Short Distance

Table 1. Input Condition

Item	X axis	Y axis	Unit
max velocity	2.0	2.0	m/sec
g acceleration	2.0	2.0	g
g [m/sec ²]	9.81	9.81	m/sec ²
max acceleration	19.6	19.6	m/sec ²
pick-up position	50	-150	mm
camera position	0	0	mm
place position	400	200	mm

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

- s(이동거리) = 0.3m
- j(가속도) = 19.6m/sec²

여기서 거리, 가속도가 주어질 때 긴 거리에 대한 속도와 구동 시간, 이동 거리 등을 구하면 다음과 같다.

$$v(\text{속도}) = x \cdot j$$

$$s(\text{이동거리}) = j \cdot x^2$$

$$\therefore x = \sqrt{s/j} = \text{sqr}(0.15/19.6) = 0.08748178$$

$$t(\text{구동시간}) = 0.174963553\text{sec}$$

$$v(\text{최고속도}) = x \cdot j = 1.71464282 \text{ m/sec}$$

X축은 Y축의 이동 시간 동안 거리 -0.05m를 움직이면 된다.

$$s(\text{거리}) = -0.05\text{m}$$

$$t(\text{구동시간}) = 0.174963553\text{sec}$$

$$x = t/2 = 0.08748178$$

$$v = 2 \cdot s/t = -0.5715476\text{m/sec}$$

반면 카메라에서 장착 위치까지는 X축이 더 길기에 X축이 가속도와 속도 입력조건에 맞게 움직인다.

$$\text{즉 } v^2/j = 4/19.6 = 0.2040816\text{m}$$

이 거리는 입력 조건에 대한 최고 속도의 등속 구간이 있는 속도 궤적을 나타내기 때문에 X축이 0.4m의 거리를 움직이므로 등속으로 거리 0.1959183m를 움직인다. 그러므로 X축의 0.4m 움직이는데 필요한 시간은 약 0.30194sec이다.

Y축은 0.2m을 0.30194sec 동안 움직이므로 하기 Fig. 3과 같은 속도 그래프를 가진다.

3.2 fly-motion 방식

카메라 앞을 지나가면서 비전 검사를 하는 방식을 fly-motion이라 정한다. stop-motion 방식과 동일한 입력 조건에서 fly-motion 방식의 속도 그래프는 Fig. 5와 같다.

이 그래프를 보면 X축은 방향이 바뀌는 것을 알 수 있다. 따라서 카메라 위치에서 속도는 0이 된다. 그리고 카메라에서 실장까지의 X축 거리가 Y축보다 길기 때문에 X축은 입력 조건에 맞는 가속도와 속도를 가지고 움직인다. 따라서 X축의 0.4m 움직이는데 필요한 시간은 0.30194sec가 된다. 이때 Y축은 같은 방향으로 움직이기 때문에 카메라 위치에서도 속도를 가지고 움직이게 된다.

거리와 구동시간, 가속도가 주어졌을 때 속도는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$t(\text{시간}) = 0.30194\text{sec}$$

$$s(\text{거리}) = 0.2\text{m 일 때,}$$

$$v(\text{속도}) = 2 \cdot s/t = 0.4/0.30194 = 1.324766\text{m/sec가 된다.}$$

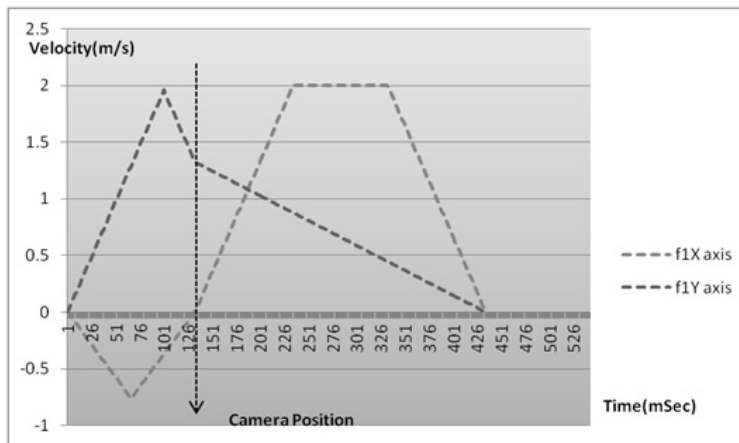


Fig. 5. The Velocity Graph of the Fly-motion

Table 2. The Comparison of the Stop-motion with the Fly-motion

Mode	Pick-C Time (μsec)	C-Place Time (μsec)	Total (μsec)	Difference	Ratio	Velocity of Camera position	
						X axis	Y axis
stop-motion	175	302	477			0.00	0.00
fly-motion	132	302	434	43	9%	0.00	1.325

즉 카메라 위치를 지나가는 Y축 속도가 1.324766m/sec이면 0.30194sec 동안 감속하여 0.2m을 움직인다.

따라서 부품을 흡착하여 카메라로 이동시 카메라 위치에서의 Y축 속도는 1.324766m/sec가 되게 하는 것이 필요하다.

또한 부품 흡착 위치에서 카메라 위치로 이동시 Y축의 거리가 X축보다 길기 때문에 최대한 빨리 움직이고 카메라 위치에서 1.324766m/sec 속도가 되도록 하는 구동은 Fig. 6과 같은 속도 곡선을 갖는다.

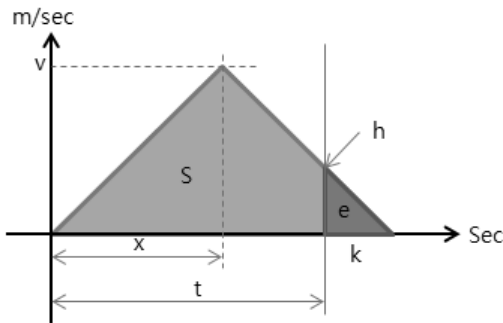


Fig. 6. The Moving Time Graph when the Distance and Velocity are given

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

- s(이동거리) = 0.15m
- h(마지막속도) = 1.324766m/sec
- j(가속도) = 19.6m/sec²

s: t 시간 동안 이동한 거리(전방향)

e: k시간 동안 이동한 거리라고 정의 할 때

$$t(\text{구동시간}) = 2 \cdot x - k \tag{1}$$

$$s(\text{구동 거리}) = (v \cdot x) - (h \cdot k/2) \tag{2}$$

$$j(\text{가속도}) = v/x = h/k \tag{3}$$

$$\therefore k = h/j \tag{4}$$

여기서 (2)는 $v \cdot x = s + hk/2$ 이다. (5)

또한 (3)은 $v = h \cdot x/k$ 이다. (6)

그리고 (6)를 (5)에 대입하여 x함수로 정리하면

$$x^2 = (sk + hk^2/2)/h, \quad x = \sqrt{(sk + hk^2/2)/h} \text{ 이다.}$$

짧은 거리인 경우

$$t = h/j$$

t(시간)동안 가속만 한 경우 d(거리) = $h \cdot t/2$

$s < d$ 이면

$$s = v \cdot t/2$$

$$j = v/t$$

$$\therefore t = v/j$$

$$v = \text{sqr}(2s \cdot j)$$

위의 수식으로 t(구동시간)을 구하면 $t = 0.1317253\text{sec}$ 이며, v(최고 속도) = 1.962m/sec가 된다.

Table 2는 stop-motion방식과 fly-motion방식의 구동 시간을 각각 계산하여 비교해 보여주고 있다.

켄트리 구동 방식 중 stop-motion 방식은 흡착에서 카메라까지 175μsec이고, fly-motion 방식은 카메라 위치에서 Y축이 1.325m/sec의 속도를 가지므로 이동 시간은 132μsec로 43μsec만큼의 빠르다는 것을 알 수 있다. 또한 카메라에서 장착 위치까지는 X축 때문에 302μsec로 시간이 같다는 것을 알 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 부품공급장치에서 부품을 흡착하여, 기관상의 실장 위치로 이동 할 때, 카메라 앞에서 정지하여 영상 취득 후 이동하는 방식(stop-motion)과 카메라 앞에 정지하지 않고 지나가는 방식(fly-motion)에 대한 최소 시간을 갖는 방식이 어떤 것인가 비교를 해보았다.

그 결과 X축과 Y축의 속도를 최대한 높게하여 구동시간이 최소가 되는 fly-motion방식이 stop-motion 방식보다는 더 짧은 시간에 부품을 실장할 수 있었다는 것을 확인하였다. 비록 약간의 차이이지만 시간당 부품을 실장하는 개수를 하루로 계산해보고, 1년으로 계산해보면 더욱 많은 부품을 실장할 수 있고, 이는 생산성 향상에 많은 기여를 할 수 있다고 판단된다. 그러나 시간을 단축하여 생산성을 높이는 것도 중요하지만 마운터 장비에서의 부품 실장 시 움직이는 부품의 비전 검사 인식율에 대한 신뢰도 문제는 본 논문의 연구 영역에서 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