

(sLb-Camera-pRc)타입의 겐트리 이동시간 단축 방법

김순호¹, 김치수^{2*}

¹(주)아진엑스텍 이사, ²공주대학교 컴퓨터공학부 교수

The method to reduce the travel time of the gentry in (sLb-Camera-pRc) type

Soon-Ho Kim¹, Chi-Su Kim^{2*}

¹Director, Ajinextek Co, Ltd, Korea

²Professor, Division of Computer Engineering, Kongju National University

요 약 SMT장비 인 겐트리는 전자 부품을 피더에서 흡착하여 기판위에 정확히 실장하는 장비이다. 이 때 부품이 정확히 흡착되었는지를 검사하기 위해 카메라 앞에서 겐트리는 잠시 멈춘다.

본 논문에서는 이동 시간을 단축하기 위해 카메라 앞에서 겐트리가 정지하지 않고 움직이면서 검사를 할 수 있는 방법을 제시한다. 이 방법은 여러 이동 경로 중 가장 빠른 시간에 이동할 수 있는 경로를 찾아 기존 방법보다 이동 시간이 단축됨을 보여준다. 제시된 방법(moving-motion)은 기존 방법(stop-motion)보다 겐트리의 이동 시간을 20%나 단축시킨다.

주제어 : 표면실장기술, 표면실장장비, 겐트리, 이동 시간, 불량 검사

Abstract Gentry, an SMT equipment, is a device that absorbs electronic components from the feeder and mounts them correctly on the PCB. At this time, the gantry stops in front of the camera to check whether the parts are correctly adsorbed. In this paper, we propose a method to shorten the moving time by moving the gantry without stopping in front of the camera. This method shows that the moving time is shorter than that of the conventional method by finding a path that can be moved in the fastest time among the various moving paths. The proposed method (moving-motion) reduces the gantry travel time by 20% compared to the conventional method (stop-motion).

Key Words : SMT, SMD, Gantry, Travel Time, Defect inspection

1. 서론

최근 전자기기에 들어 있는 칩의 크기는 0402(0.4mm×0.2mm) 또는 0603(0.6mm×0.3mm) 처럼 매우 작고, 두께도 매우 얇으며 무게 또한 가벼운 것들을 사용한다[1,2].

따라서 실장 기술 또한 발전하여 이런 미소칩(fine chip)들은 표면실장기술(SMT)을 사용한다[3,4]. 이 때

사용되는 장비가 겐트리(gantry)이며 이 장비는 부품을 피더(feeder)에서 흡착하여 기판(PCB)위로 옮겨주는 역할을 한다. 따라서 겐트리의 성능에 따라 부품을 이동하는 개수가 달라질 수 있고, 이는 생산량과 직접적으로 관련이 있다[5,6]. 그러므로 겐트리의 무게가 가벼워서 움직이는 속도가 조금이라도 빨라지면 그만큼 생산량이 증가하는 것이다. 그러나 겐트리의 무게를 줄이는 방법은 소재가 달라지기 전에 한계가 있다[7,8].

*Corresponding Author : Chi-Su Kim(cskim@kongju.ac.kr)

Received July 30, 2019

Accepted September 20, 2019

Revised August 29, 2019

Published September 28, 2019

따라서 본 논문에서는 부품의 이동 경로를 분석하여 가장 빠른 경로를 찾아 이동 시간을 줄이고자 한다. 그 방법이 (moving-motion)방법이다. 이 방법은 흡착한 부품의 불량 체크를 위해 이동 중 잠시 멈추는 (stop-motion)방법에서 시간 단축을 위해 멈추지 않고 불량 체크를 함으로써 이동 속도를 개선하고자 하는 것이다[9,10].

2. 겐트리 구동 방식

겐트리의 이동 경로를 보면 Fig. 1에서처럼 하나의 부품을 흡착하여 중간에 카메라 앞에서 불량 체크를 한 후 기관위에 실장한다[11-13]. 여기서 부품을 흡착하는 위치는 4군데로 나뉘어져 있고, 실장 위치도 4군데로 나뉘어져 있다.

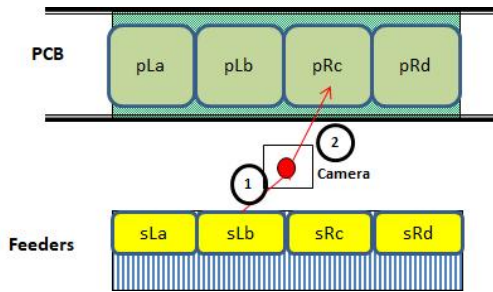


Fig. 1. (sLb-Camera-pRc) type

본 논문에서는 여러 경로 중에서 (sLb-Camera-pRc) 타입에 대한 이동 시간을 계산해보고 가장 빠른 시간에 도달할 수 있는 경로(moving-motion 방법)를 찾아 기존(stop-motion)방법 보다 이동 시간이 단축됨을 보임으로써 제시된 방법이 생산성을 향상시킬 수 있다는 것을 확인시켜준다.

3. (sLb-Camera-pRc)타입의 이동 시간 계산

겐트리에 대한 주어진 기계적 조건을 보면 Table 1과 같다[14]. 따라서 본 논문에서는 주어진 조건하에 겐트리의 이동 시간을 계산하고자 한다.

Table 1. Given Condition

Item	X axis	Y axis	Unit
max velocity	2.0	2.0	m/sec
g acceleration	3.0	3.0	g
max acceleration	29.43	29.43	m/sec ²
pick-up position	-20	-150	mm
camera position	0	0	mm
place position	20	250	mm

이동 시간 계산은 카메라 위치에서 멈춘 후 불량 테스트를 하고 실장하는 방법인 (stop-motion)방법과 카메라 위치에서 멈추지 않고 이동하면서 불량 검사를 한 후 실장하는 (moving-motion)방법에 대해 각각 이루어진다.

3.1 (stop-motion)방법

겐트리의 이동 시간 계산을 위해 먼저 궤적을 확인해 본다. 그 결과 겐트리는 X축과 Y축을 중심으로 움직이는 것을 알 수 있다. 그렇다면 이동 시간 계산 방법은 X축과 Y축 중에서 이동 거리가 긴축을 선택하여 우선 계산한다. 그리고 짧은 축의 움직이는 속도 그래프는 긴축의 속도 그래프에 맞게 움직이게 된다[15].

3.1.1 (흡착-카메라)구간의 이동 시간 계산

이동 거리가 긴축을 찾아보면 Y축의 거리(=0.15m)가 X축의 거리(=0.02m)보다 긴 것을 알 수 있다. 그러므로 Y축 먼저 이동 시간을 계산한다.

흡착 위치(-0.15m)에서 카메라 위치(0)까지는 직선으로 나타낸다. 따라서 속도는 최고점까지 상승하다 카메라 위치인 0으로 수렴한다. 따라서 속도 그래프는 Fig. 2처럼 나타낼 수 있다.

Fig. 2.를 사용한 시간 계산은 (식 2)를 사용한다.

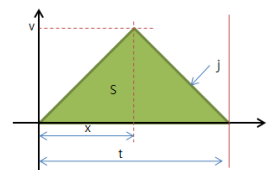


Fig. 2. Velocity Graph

여기서,

v:최고속도, s: Y축 이동거리(0.15m),

j:최대가속도 (29.43m/s²), t:(S-C)이동시간

$$\begin{aligned}
 s &= 0.15\text{m} \\
 j &= 29.43\text{m/sec}^2 \\
 s &= t*v/2, \quad t*v=0.3, \quad v=j*t \\
 \therefore t &= 0.10096\text{sec}, \\
 v &= 2.9715\text{m/sec}
 \end{aligned}$$

(식 1)

위 식을 통해 속도(v)를 계산해 보면 2.9715m/sec 가 된다. 그런데 겐트리의 최대 속도는 2이다. 따라서 Fig. 2를 사용하여 계산된 속도는 겐트리의 최대 속도를 넘기 때문에 이 그래프는 이동 시간을 계산하는데 사용할 수 없다. 이것을 통하여 알 수 있는 것은 일정 부분의 등속 구간이 존재하는 그래프를 사용해야함을 확인할 수 있다. 따라서 2번째로 고려한 그래프가 등속 구간이 존재하는 Fig. 3과 같다.

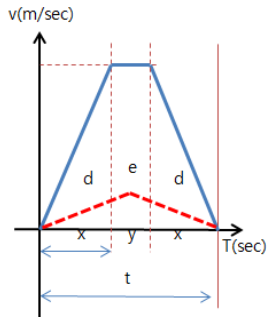


Fig. 3. Modified Velocity Graph

여기서, 실선 곡선: Y축 속도 그래프, 점선 곡선: Y축 속도 그래프에 따라 움직이는 X축 속도 그래프이다. Fig. 3의 그래프를 이용하여 Y축 이동 시간을 계산하는 식은 다음과 같다. 즉, (식 2)을 통하여 계산된 이동 시간($t_{y(s-c)}$)은 0.143sec 가 된다.

$$\begin{aligned}
 x: v &= j*x; \quad x=2/29.43=0.068\text{sec} \\
 y & & & : \\
 e &= s-2d=0.15-2*0.068=0.014\text{m}^2 \\
 y &= 0.007\text{sec} \\
 \therefore \\
 t &= 2x+y=0.136+0.007=0.143\text{sec}
 \end{aligned}$$

(식 2)

3.1.2 (카메라-실장)구간의 이동 시간 계산

이 구간은 카메라 위치에서 출발하여 실장할 때 까지를 말한다. 이 구간도 Y축의 거리(0.25m)가 X축의 거리(0.02m)보다 길기 때문에 Y축의 이동 시간을 먼저 구한

다. 이동 거리는 카메라 위치(0)에서 출발하여 실장 위치(0.25m)까지의 직선거리이다. 따라서 처음 속도 곡선은 stop-motion 방법의 Fig. 2의 그래프와 (식 1)을 사용한다. 이 그래프를 사용하여 최고속도를 계산해보면 $v=3.8361$ 로써, 역시 이 그래프 또한 사용할 수 없다. 따라서 stop-motion 방법의 Fig. 3 그래프와 (식 2)를 사용하여 Y축 이동 시간($t_{y(c-p)}$)을 계산해보면 0.193sec 가 된다. 결국 Y축 이동 시간($t_{y(s-p)}$)은 0.336sec 가 된다.

Fig. 4는 (stop-motion)방법의 속도 그래프를 나타낸다.

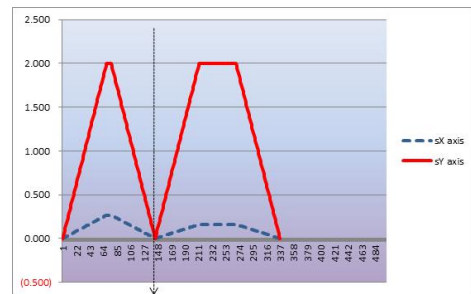


Fig. 4. Velocity of (stop-motion)

3.2 (moving-motion)방법

(moving-motion)방법은 카메라 위치에서 속도가 존재하기 때문에 속도가 0인 (stop-motion)방법보다 이동 시간이 짧을 것으로 생각하여 제시하였고 실제 계산을 통해 그 결과를 보여 준다. 이 방법이 (stop-motion)방법보다 이동 시간이 단축될 것이라는 근거는 겐트리의 기계적 최대 속도인 2구간이 길수록 총 시간은 줄어들기 때문이다[16].

3.2.1 (흡착-카메라)구간의 시간 계산

(흡착-카메라)구간의 이동 시간을 계산하기 위해서 본 논문에서는 Fig. 5과 같은 그래프를 사용한다. 여기서, 실선 곡선은 Y축 속도 그래프, 점선 곡선은 Y축 속도 그래프에 따라 움직이는 X축 속도 그래프이다.

이 방식은 카메라 위치에서 속도가 존재하고, 등속 구간이 존재함을 (stop-motion)방법을 통하여 알 수 있다. 그런데 속도를 계산했을 때 겐트리의 최대속도인 2가 나오면 더 이상 다른 방법을 찾을 필요가 없고, 계산된 속도가 ($0 < v < 2$)범위에 있다면 주어진 거리를 늘려서라도 최대 속도에 맞추어 계산식을 새롭게 만들어야 한다.

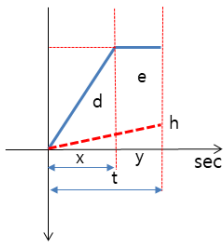


Fig. 5. Velocity Graph

$$\begin{aligned}
 t_x: v=jx; x=2/29.43=0.068\text{sec} \\
 t_y: e=s(0.15)-d(0.068)=0.082 \\
 t_y=0.041 \\
 \therefore t=0.109\text{s}
 \end{aligned}
 \tag{식3}$$

Fig. 5와 (식 3)을 이용하여 계산한 (흡착-카메라)구간의 이동 시간($t_{y(s-c)}$)은 0.109s이다.

3.2.2 (카메라-실장)구간의 시간 계산

우선 Y축 그래프는 (흡착-카메라)구간 그래프의 연장으로 볼 수 있다. 그 이유는 방향이 같기 때문에 (흡착-카메라)구간의 카메라 위치의 속도에서 시작을 한다. 그렇다면 카메라 위치의 속도는 2이기 때문에 Fig. 7과 같은 그래프를 생각해볼 수 있다. 또한 X축 그래프도 역시 같은 방향이기 때문에 Fig. 7의 X축 그래프처럼, 그대로 연장선상에서 그래프를 생각하면 된다.

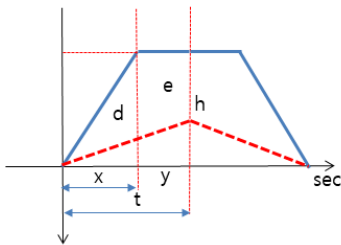


Fig. 6. Velocity Graph

Fig. 6의 (카메라-흡착)구간의 그래프는 (흡착-카메라)구간의 그래프와 모양이 대칭되는 형태로 같다. 따라서 계산 방식 (식 3)을 사용한다. 그 결과 계산된 이동 시간($t_{y(c-p)}$)은 0.159s가 된다.

결국 총 시간($t_{y(s-p)}$)은 0.268s가 된다.

그런데 과연 Fig. 6의 그래프가 맞는지 검증해볼 필요가 있다.

Fig. 6의 (흡착-카메라)구간에서 카메라 위치의 X축

속도를 계산해보면 주어진 조건이 X축 이동거리 (0.02m), Y축의 계산된 이동 시간($t_{y(s-p)}=0.109\text{s}$)이다, 따라서 카메라 위치의 X축 속도(h)는 0.36697s가 된다. 이제 이 값(h)이 (카메라-실장)구간에서 유효한 값인지 계산을 해본다. (카메라-실장)구간의 카메라 위치 속도(h)을 계산하기 위해 주어진 조건을 보면, Y축 이동 시간($t_{y(c-p)}=0.159\text{s}$)과 X축 이동 거리(0.02m)가 주어졌다. 따라서 카메라 위치 속도(h')값은 0.25157가 된다. 즉 처음 (흡착-카메라)구간에서 계산된 카메라 위치에서의 속도(h)는 사용할 수 없다. 따라서 카메라 위치 속도(h'=0.25157)값을 사용하기 위해 (흡착-카메라)구간의 X축 그래프에는 약간의 감속이 필요함을 알 수 있다. 따라서 최종 그래프는 Fig. 7과 같다.

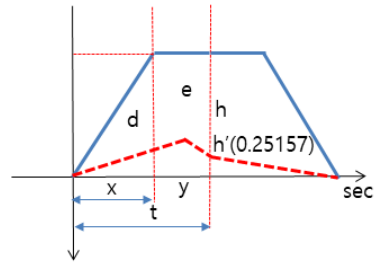


Fig. 7. final velocity graph

Fig. 8은 (moving-motion)방법의 속도 그래프를 나타낸다.

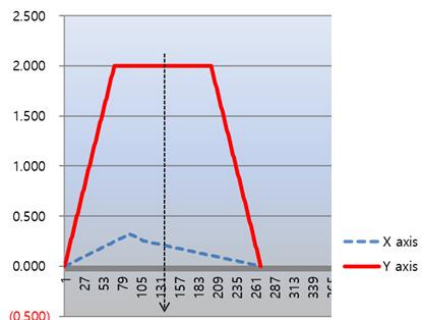


Fig. 8. Velocity of (moving-motion)

4. (stop-motion)과 (moving-motion) 방법의 이동 시간 분석

(stop-motion)방법은 카메라 위치에서 속도가 0이

다. 따라서 겐트리의 이동이 출발점에서 시작하여 가속을 한 후 카메라 위치에서 불량 검사를 위해 정지를 한다. 그리고 검사 후 다시 출발하여 실장하게 된다. 이때의 이동 시간 계산은 (흡착-카메라)구간, (카메라-실장)구간을 각각 나누어 계산하였다. 그 결과 총 이동 시간은 Table 2에서처럼 336 μ sec가 계산되었다. 그리고 카메라 위치에서의 속도는 X축, Y축 모두 0이다. 그러나 (moving-motion)방법은 불량 검사를 카메라 위치에서 움직이면서 실행하기 때문에 카메라 위치에서의 속도가 존재하고, 이동 시간도 단축된다. 즉 총 이동 시간은 Table 2에서처럼 268 μ sec가 되며, 카메라 위치에서의 속도가 X축은 0.252m/sec이고, Y축의 속도는 겐트리의 최대 속도인 2m/sec가 계산되었다.

Table 2. Comparison Table of stop-motion, moving-motion

mode	(S-C) (μ sec)	(C-P) (μ sec)	total (μ sec)	ratio	Velocity of C position	
					X axis	Y axis
stop	143	193	336	-	0.00	0.00
moving	109	159	268	20%	0.252	2.00

5. 결론

부품을 피더에서 기관까지 이동시켜주는 장치는 겐트리가 그 역할을 하고 있다. 따라서 겐트리의 속도는 총 생산량에 직접 영향을 준다.

본 논문에서는 겐트리의 속도 개선 방법을 제시하였다. 즉 부품의 이동 시 겐트리가 멈춘 상태로 불량 검사를 할 때와 움직이면서 할 때의 시간을 계산해보았다. 결과적으로 카메라 위치에서 움직이면서 불량검사를 하는 것이 시간을 단축할 수 있다는 것을 확인하고 이 경로를 따라 겐트리를 이동할 경우 20%의 겐트리 이동 시간을 줄일 수 있었다. 20%의 시간 단축은 부품의 하루 생산량을 생각해볼 때 많은 생산성 향상을 가져올 수 있는 방법이라 생각한다.

REFERENCES

- [1] J. S. Lee. (2016). *Defect Classification of Components for SMT Inspection Machines*. Masters thesis. Chungbuk National University, Chungbuk
- [2] C. H. Lee. (2015). *Integrated path planning algorithm for SMT inspection machines considering inspection delay time*. Masters thesis. Chungbuk National University, Chungbuk.
- [3] K. S. Han. (2014). *Enhanced uniformity of Chip Mounter by Force control*. Masters thesis. AJU University, Geonggi.
- [4] H. Y. Kim. (2008). *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) for Manhattan defect of Flexible Printed Circuit Board in Surface Mount Technology*. Masters thesis. Myungji University, Geonggi.
- [5] N. Y. Cho, C. R. Kim, M R Kim. (2017). *Factors Influencing the Efforts for Embedded Softer Maintenance: A Case from Semiconductor Wafer Processing Line*. *Journal of Digital Convergence*. 15(9), 211-221. DOI: 10.14400/JDC.2017.15.9.211
- [6] D. Beyer, M. Dangl. & P. Wendler. (2018). A Unifying View on SMT-Based Software Verification. *Journal of automated reasoning*, 60(3), 299-305.
- [7] T. Merkle & R. Gotzen. (2015). Millimeter-Wave Surface Mount Technology for 3-D Printed Polymer Multichip Modules. *IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology*, 5(2), 201-206.
- [8] F. Brandl, F. Brandt, C. Eberl & C. Geist, (2018). Proving the Incompatibility of Efficiency and Strategyproofness via SMT Solving *Journal of the Association for Computing Machinery*, 65(2), 188-195.
- [9] Y. S. Jeong, Y. T. Kim, G. C. Parkl. (2019). Designing an Automated Production Information Platform for Small and Medium-sized Businesses. *Journal of Convergence for Information Technology*, 9(1), 116-122. DOI: 10.22156/CS4SMB. 2019.9.1.116.
- [10] S. H. Kim & C. S. Kim. (2017). *The method of minimizing gantry driving time in surface mount*. Cheonan: Kongju National University.
- [11] S. H. Kim & C. S. Kim. (2018) The Method to reduce the driving time in (sLa-Camera-pRd)type, *Journal of The Korea Convergence Society*, 9(12), 1-7. DOI Number: 10.15207/JKCS.2018.9.12.001
- [12] S. H. Kim & C. S. Kim. (2018) Comparing the placement time of Stop-motion and moving-motion *Indian Journal of Public Health Research & Development*, 9(8), 633-637. DOI Number:10.5958/0976-5506.2018.00804.5
- [13] S. H. Kim & C. S. Kim. (2017) A Confirmation of the minimum moving time to the stop-motion in the (sLa-Camera-pLa)type. *KIPS Tr. Software and Data Eng*. 6(5), 223-228. DOI Number: 10.3745/KTSDE.2017.6.5.223
- [14] S. H. Kim & C. S. Kim. (2017) A Comparison of the moving time about gantry. *KIPS Tr. Software and Data*

Eng. 6(3), 135-140.

DOI Number: 10.3745/KTSDE.2017.6.3.135

- [15] S. H. Kim & C. S. Kim. (2015) The most Efficient Path Algorithm from Feeders to PCBs. *International Journal of Control and Automation*, 8(9), 11-20.
DOI : 10.14257/ijca.2015.8.9.02
- [16] S. H. Kim & C. S. Kim. (2019) The method to reduce the travel time of the gentry in (sLb-Camera-pLb) type, *Journal of the Korea Convergence Society*, 10(4), 39-43.
DOI Number:10.15207/JKCS.2019.10.4.039

김 순 호(Soon-Ho Kim)

【경력】



- 1995년 2월 : 동의대학교 전자공학과(공학사)
- 2015년 2월 : 공주대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 2016년 2월 ~ 현재 : 아진엑스텍(주) 이사
- 관심분야 : 표면실장기술, 소프트웨어

품질

· E-Mail : choi9588@gmail.com

김 치 수(Chi-Su Kim)

【경력】



- 1984년 2월 : 중앙대학교 전자계산학과 (이학사)
- 1986년 8월 : 중앙대학교 전자계산학과(공학석사)
- 1990년 8월 : 중앙대학교 전자계산학과(공학박사)
- 1990년 9월 ~ 현재 공주대학교 컴퓨터공학부 교수

품질

· 관심분야 : 표면실장기술, 소프트웨어

· E-Mail : cskim@kongju.ac.kr