

전기밥솥 FCT 검사 자동화 System의 검사 신뢰성 평가에 관한 연구

정해진*, 이종찬*,#

*금오공과대학교 기계공학과

A Study on Inspection Reliability Evaluation of Electric Rice Cooker FCT Inspection Automation System

Hae-Jin Jeong*, Jong-Chan Lee*#

*Kumoh National Institute of Technology

(Received 17 April 2022; received in revised form 21 April 2022; accepted 3 May 2022)

ABSTRACT

This study has focused on the reliability evaluation of FCT inspection automation equipment for electric rice. To evaluate the reliability of FCT inspection automation equipment, voice analysis, Gray/R/G/B channel experiment, FND segment experiment, and robot position repeatability were performed. In the voice analysis experiment, the comparison value between the recorded and digital output waves was over 99%, indicating a very high result. It was confirmed that both the gray/R/G/B experiment using vision and the FND segment could confirm the output value of the product through vision. The position repeatability of the robot is also excellent, so it is concluded that the inspection effect through the FCT automation system will be excellent.

Keywords : Electric Rice Cooker(전기밥솥), FCT(기능회로테스트), Voice Analysis(음성분석), Grey/R/G/B Channel Analysis(4채널 분석), FND Segment Analysis(비전검사)

1. 서 론

최근의 전기전자 제품은 IT와 통신, 인버터 드라이브와 같은 디지털 소자와 회로기술의 발전으로 인해 예전보다 훨씬 복잡하면서도 집적화된 PCB(Printed Circuit Board)를 요구하고 있다.

이러한 기술적 요구에 의하여 최근의 PCB는 더 많은 Logic을 더 작은 면적에 복잡하게 집적할 수 있는 시스템 설계 통과 제조장비, 그리고 검사장비에 대한 요구가 높아지고 있다.^[1]

FCT(Functional Circuit Test) 자동화 검사장비는 PCB에 실제 사용되는 전압을 인가하여 완전 조립된 제품을 소비자가 직접 사용하는 것과 동일한 상태가 되도록 Simulation하여 불량을 검출하는 장비로 기존 작업자에 의해 검사하던 방법에서 로봇과 비전 카메라를 이용하여 자동으로 PCB를 검사하는 장비이다.^[2]

FCT 검사 자동화 장비에서는 터치센서를 통하여 PCB를 작동시키고 PCB의 기능이 제대로 작동하는지를 확인하며, 비전 Unit을 통한 화면 송출과 마이크를 통한 음성인식을 대상으로 한다.^[3-4]

따라서 본 연구에서는 전기밥솥 FCT 검사 자동화 장비를 이용하여 전기밥솥의 기능이 제대로 작동하

Corresponding Author : jclee@kumoh.ac.kr

Tel: +82-54-478-7376, Fax: +82-54-478-7382

는지에 대한 FCT 검사 자동화 장비의 신뢰성에 대한 연구를 진행하고자 한다.

2. 본 론

2.1 음성분석 실험 방법

본 연구에서는 FCT 검사 자동화 System에 대한 신뢰성 평가를 위하여 음성인식 분석에 대한 실험을 진행하였다. 음성인식 분석은 전기밥솥에서 송출되는 음성의 Wave를 분석하여 시작지점과 끝지점을 파악 후 분석하여 디지털 Wave의 총량을 비교하는 방법으로 진행하였다. 실험 방법의 개념도를 Fig. 1에 나타내었다.

2.2 Grey/R/G/B 채널 실험 방법

Grey/R/G/B 채널 실험은 미리 입력 되어 있는 Color 이미지를 Grey/R/G/B의 네 개의 채널로 분리하여 각각의 영역에 있는 Histogram을 측정하여 촬영한 이미지와 비교하는 실험이다. Grey/R/G/B에 대한 실험 방법을 Fig. 2에 나타내었다.

2.3 FND Segment 검사 실험 방법

FND Segment 검사 실험은 전기밥솥 디스플레이 표면에 표시되는 점등의 작동유무를 확인하며 디스플레이가 제대로 나타났는지를 확인하는 실험이다. FND Segment의 실험방법은 전기밥솥에 입력되어진 Segment Map을 기준으로 비전으로 확인된 디스플레이의 정보를 비교하여 디스플레이로 송출된 화면이 제대로 작동하는지를 확인하는 실험이다. Segment Map은 A-G까지의 위치정보로 이루어져 있으며 실험방법에 대한 내용을 Fig. 3에 나타내었다.

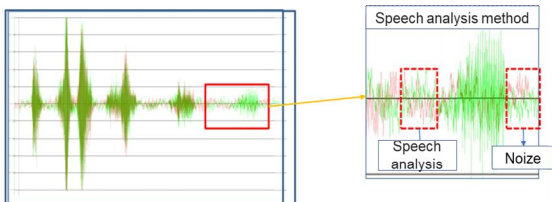


Fig. 1 Speech analysis experimental method conceptual diagram

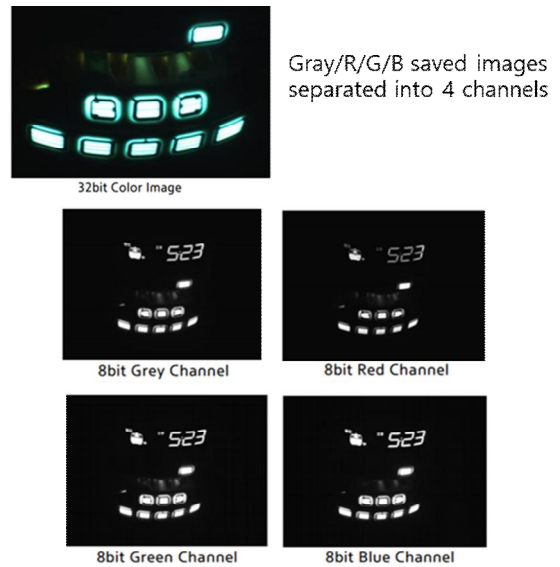


Fig. 2 Grey/R/G/B experimental method conceptual diagram

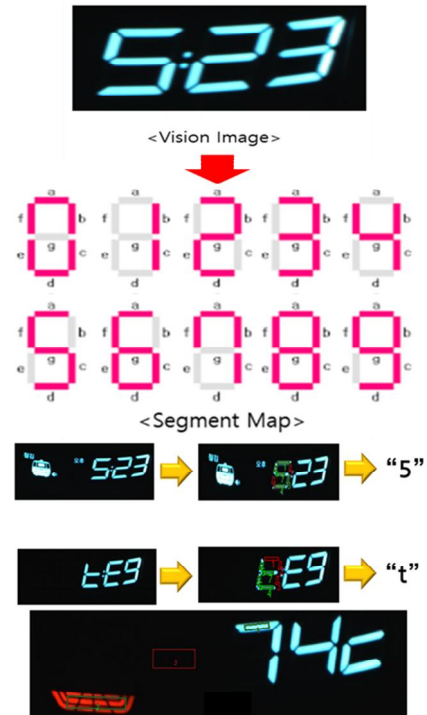


Fig. 3 Segment experimental method conceptual diagram

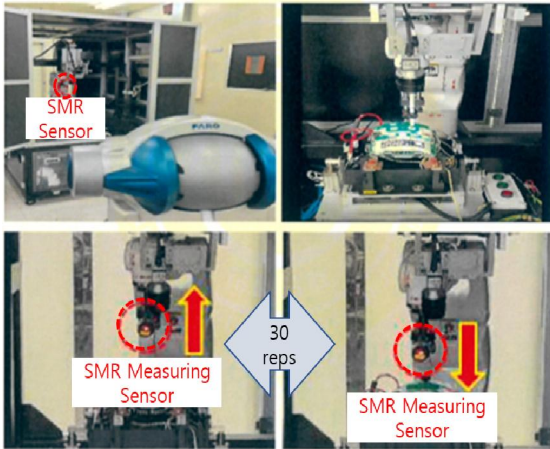


Fig. 4 Robot position repeatability measurement experiment method

2.4 로봇 위치 반복정밀도 측정

로봇 위치 반복정밀도 측정실험은 FCT 검사 자동화를 진행하는데 있어 로봇이 반복적으로 움직이는 동안 장비의 정밀도를 확인하는 실험이며, 실험장비는 FARO社의 레이저 트래커를 이용하여 실험을 진행하였다.

실험방법은 FCT 검사 자동화 장비에 이동을 감지하는 SMR Sensor를 부착하고 레이저 트래커장비에 측정센서를 통하여 로봇 위치 반복정밀도를 측정하였으며 30회 반복측정을 통하여 장비의 신뢰성을 측정하였다. 실험 방법을 Fig. 4에 나타내었다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 음성분석 실험 결과

음성인식 분석의 성능 평가 목표는 녹음된 Wave와 출력된 Digital Wave의 총량을 비교하여 99%이상의 정확도를 목표로 검사 자동화 장비를 제작하였으며, 제작된 자동화 장비를 이용하여 실험을 실시하였다. 실험결과는 1차에서 정확도 99.236%, 2차에서 99.929%, 3차에서 99.297%, 4차에서 99.747%, 5차에서 99.308%로 나타났으며, 목표하고자 하는 결과값을 모두 만족하는 것으로 나타났다. 실험의 결과는 Fig. 5에 나타내었다.

3.2 Grey/R/G/B 채널 실험 결과

Grey/R/G/B 채널 실험은 입력된 이미지와 촬영된 이미지를 비교하였으며, 4개로 이루어진 채널에서 모두 OK 판정값이 검출되는 것을 확인할 수 있었다. 실험의 결과는 Fig. 6에 나타내었다.

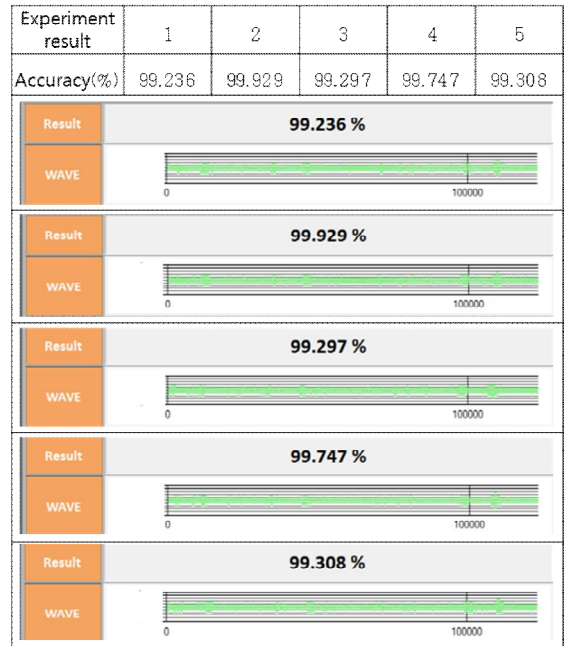


Fig. 5 Speech analysis experimental result

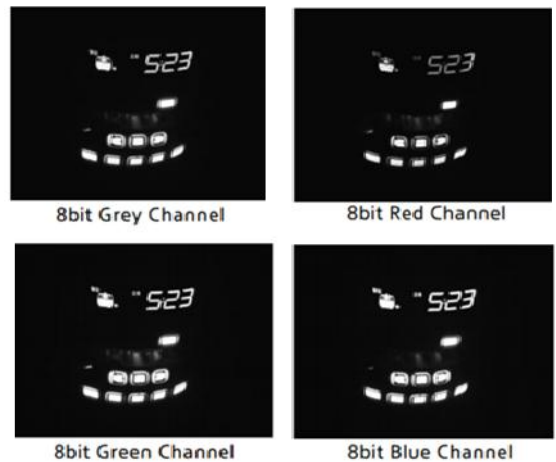


Fig. 6 Grey/R/G/B experimental result

3.3 FND Segment 검사 실험 결과

FND Segment 검사 실험은 저장된 Segment 이미지와 촬영된 이미지를 비교하는 방법으로 실험을 진행하였으며, A~G까지의 Segment Map과 비교하기 위하여 다양한 디스플레이 출력값을 확인하였다. 본 실험 결과에서는 모든 실험데이터에 대하여 OK 판정을 받았으며, Segment Map과 비전 촬영을 통한 이미지 검출이 잘 이루어지고 있는지를 확인할 수 있었다. 실험의 결과는 Fig. 7, 8에 나타내었다.

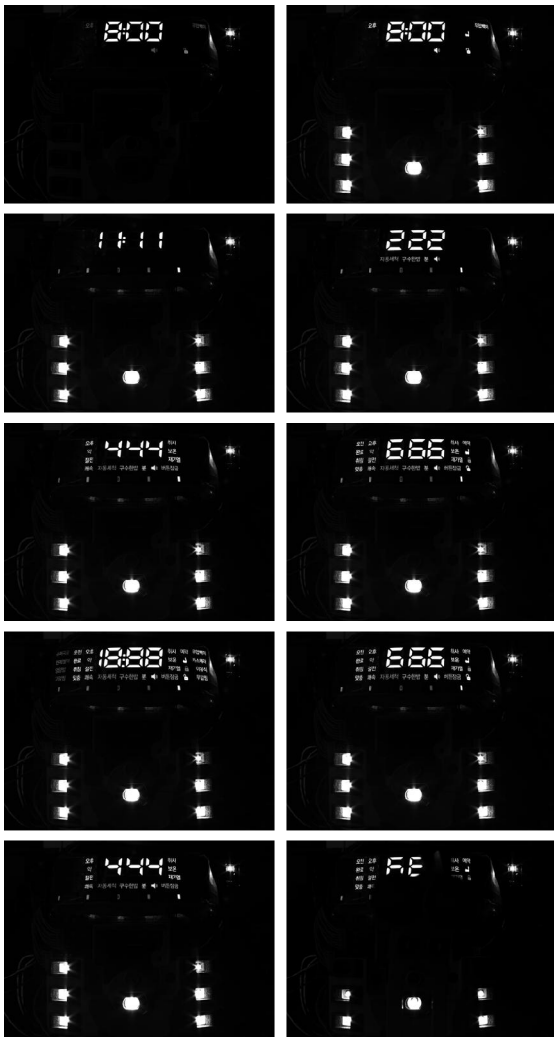


Fig. 7 FND segment experimental result-1

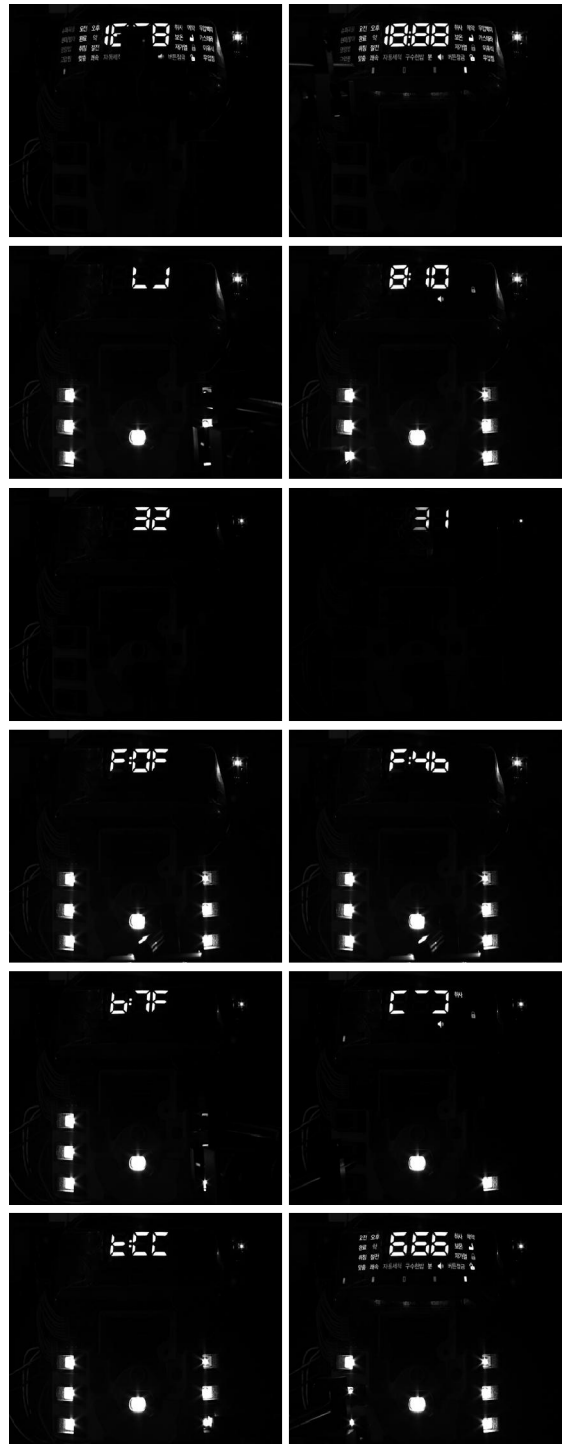


Fig. 8 FND segment experimental result-2

3.4 로봇 위치 반복정밀도 측정 결과

FCT 검사 자동화 장비에서 로봇 위치 반복정밀도의 목표는 0.03mm 이하를 목표로 하고 있으며, 레이저 트래커장비를 이용하여 FCT 검사 자동화 장비의 반복정밀도를 측정된 결과 로봇 위치의 반복 정밀도는 0.027mm로 나타났다. 로봇 위치의 반복정밀도는 X, Y, Z 각축의 이동 위치를 측정하여 평균값으로 나타내었고 실험 측정값의 결과는 Table 1에 나타내었다.

Table 1 Robot position repeatability X-axis experiment result

Cycle	X-axis result (mm)	Y-axis result (mm)	Z-axis result (mm)
1	2826.332	-573.327	-109.031
2	2826.327	-573.318	-109.036
3	2826.335	-573.315	-109.031
4	2826.327	-573.304	-109.030
5	2826.340	-573.321	-109.024
6	2826.332	-573.331	-109.030
7	2826.335	-573.301	-109.027
8	2826.333	-573.303	-109.031
9	2826.331	-573.303	-109.035
10	2826.337	-573.303	-109.043
11	2826.330	-573.299	-109.042
12	2826.337	-573.302	-109.029
13	2826.329	-573.310	-109.037
14	2826.336	-573.299	-109.041
15	2826.338	-573.304	-109.037
16	2826.335	-573.316	-109.038
17	2826.330	-573.326	-109.032
18	2826.329	-573.316	-109.047
19	2826.329	-573.319	-109.052
20	2826.329	-573.322	-109.052
21	2826.329	-573.319	-109.054
22	2826.331	-573.319	-109.051
23	2826.341	-573.319	-109.053
24	2826.332	-573.327	-109.031
25	2826.327	-573.318	-109.036
26	2826.335	-573.315	-109.031
27	2826.331	-573.304	-109.030
28	2826.336	-573.331	-109.024
29	2826.327	-573.309	-109.030
30	2826.333	-573.301	-109.027
Avg	0.027mm		

4. 결 론

본 연구는 전기밥솥 FCT 자동화 검사 장비의 검사 신뢰성을 연구하기 위하여 실험을 진행하였으며, 음성분석 실험, Grey/R/G/B/ 채널 실험, FND Segment 검사 실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 음성분석 실험에서 전기밥솥에 입력된 음성으로부터 출력된 Wave의 총량을 비교하여 실험한 결과, 정확도 99%이상의 결과값을 나타내어 음성분석 실험의 결과는 신뢰할 수 있는 수준으로 판단된다.
- Grey/R/G/B 채널 실험 결과에서는 입력된 이미지와 출력된 이미지를 Visio으로 확인하여 진행하였으며, 4개로 이루어진 채널에서 모두 OK 판정값이 검출되어 Grey/R/G/B의 실험 결과도 신뢰할 수 있는 것으로 판단된다.
- FND Segment 검사에서는 PCB에서 출력되는 다양한 이미지들을 비전으로 확인하여 검사를 진행하였으며, 모든 결과에서 A~G까지의 Segment가 정상적으로 작동하는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 비전을 이용한 FND Segment는 높은 신뢰성을 가지는 것으로 판단된다.
- 로봇 위치 반복정밀도 측정실험을 통하여 FCT 검사 자동화 장비의 위치 반복정밀도에 대한 신뢰성을 측정하였으며 X, Y, Z 축의 이동시작점과 끝점을 측정하여 평균값을 구한 결과 0.027mm로 로봇 위치 반복정밀도에 대한 신뢰성은 만족하는 수준으로 나타남.

후 기

“이 논문은 2019년도 중소벤처기업부 창업성장기술포발사업 연구비 지원에 의하여 연구되었음.”

REFERENCES

- Bae, H. M., Kim, H. J., Paeng, J. I., Sim, H. S., Moon, J. C., “A Study on Shape Recognition Technology of Die Casting and Forging Parts

- Based on Robot Vision for Inspection Process Automation in Limit Environment”, Journal of The Korean Society of Industry Convergence, Vol. 21 No. 6, PP. 369-378, 2018.
2. Back, S. H., Hwang, W. J., Sin, H. B., Choi, Y. S., Park, D. Y., “A Study on Development and Application of Real Time Vision Algorithm for Inspection Process Automation”, Journal of The Korean Society of Industry Convergence, Vol. 19 No. 1, PP. 42-49, 2016.
 3. Kim, K. R., Choi, S. J., Kang, T. W., Jung, J. W., “Vision-Based Simultaneous Recognition System for Multiple Banknotes for The Visually Impaired”, Journal of Korean Institute of Intelligent Systems, Vol. 31, No. 3, pp. 222-229, 2021.
 4. No, Y. C., Kim, Y. W., Kim, D. G., Han, H. G., Song, Y. K., Kim, D. S., “Deep-Learning Pipeline for Object Pose Estimation from an RGB-D Image”, Journal of Institute of Control, Robotics and Systems, Vol. 27 No. 6, pp. 593-601, 2021.