

공장 자동화를 위한 소음 자동 검사 시스템의 개발에 관한 연구

이 만형*, 김 경천*, 김 정근**, 왕 영철**, 안 의태*
 부산대학교 정밀기계공학과*, 광동 메카트로닉스**

A study on development of automatic system of acoustic noise detection
 for realization of factory automation

Man Hyung Lee*, Kyung Chun Kim*, Jung Khun Kim**, Yung Chul Jung**, Hee Tae Ahn**
 Pusan National University*, Kwang-Dong Mechatronics Co.**

Abstract

This paper deals with automatic system of acoustic noise detection for realization of factory automation. The existing inspection process of failure products has mostly been executed in hand by rich-experienced workers. It is difficult to accomplish effectively or systematically the failure test of products owing to the diversality of ill-conditions. But the problem about it must be solved in viewpoint of cost down and factory automation in addition to the reliability of products.

The necessity of automatic inspection system to inspect automatically undesirable acoustic noise of products which is one of the kinds of failure is suggested, and the procedure to develop it and the function of each system components are explained briefly.

1. 서론

일반 공장들의 생산공정은 보통 연속적인 여러개의 생산 단계로 구성되어 있다. 각 단계에서의 생산 작업은 작업센터나 생산설비에서 연속적으로 수행되고 있다. 현재 대부분의 국내 가전제품의 생산 공정은 자동화 및 수동이 혼합된 흐름라인(flow line)으로 구성되어, 각 단계의 변환 과정을 통하여 완제품이 생산된다. 이 과정을 거쳐 완성된 완제품은 최종단계에서 제품의 성능평가를 한후 포장하여 출고하고 있다. 만약 제품의 불량률이 발견되면 최종단계에서 다시 불량부분에 관계되는 단계로 피드백 시켜서 이를 수리하고 주 흐름라인을 통해 출구쪽으로 이송시키면 각 단계의 재검사를 거쳐 출고되거나, 불량품만 별도로 모아서 정밀검사를 수행하고 있다. 불량률의 원인은 작업자의 오작업, 부품불량등 여러가지 경우를 생각할 수 있으나, 각 경우에 있어서 어느 부분이 불량인지를 완제품에서 판정하기

가 매우 어려운 실정이다. 현재 국내 가전제품공정의 각 단계에는 작업자가 단순 작업만 수행하고 있으므로 오작업에 대한 불량은 극히 미미하나, 부품불량에 따른 완제품의 불합격이 빈번히 발생하고 있는 실정이다. (1)

특히 각 단계에 공급된 전기, 전자 부품의 불량과 조립이 규정을 위반하였을시는 이상 소음이 발생하며, 발생소음은 제품 구입자에게 불안감을 야기 시키거나, 제품수명을 단축시키므로 현재 가전제품 생산업체들은 소비자가 제품 사용시 제품에서 나오는 소음이 45 db 이하 되도록 여러가지 측면에서 노력하고 있다. 실제 생산공정에서는 원시적인 방법으로 소음정도를 조사하지만 작업중 공장 내부의 소음은 90 db 이상이므로, 생산 흐름라인 상에서 이의판정이 내려졌다하더라도 어느 부품이 불량인지 그 발견은 현재 검사 시스템으로는 불가능하여, 수리자가 단순한 경험만을 쥔 각 부품을 점검하고 교체하여 나가므로 많은 시간과 경비가 소요되고 있다. (2)

외국으로 수출되고 있는 전자레인지, TV, 냉장고, VCR 등에 대해 그 검사 기준은 아주 까다롭고, 기업체의 제품 신뢰도에 관계되며 제품검사 단계 및 수리라인에 많은 작업자를 동원하여야 하므로 현장에서는 이상소음 자동 검사 장치의 개발이 시급히 요구되고 있다. 본 연구에서는 상원에 소개하고 있는 K사 전자레인지(Microwave oven)의 생산 라인을 대상으로하여 이상 소음 자동 검사 시스템을 개발하여, 자동과 수동이 혼합된 국내 가전 제품 흐름라인에 적합하고 경제적인 최적의 방법을 유출하고자 한다.

2. 이상 소음 자동 검사 시스템

본 연구는 전자 레인지(electronic range , E/R , 마이크로 오븐) 생산 라인에 만족될 수 있는 이상 소음 자동 검사 시스템의 개발을 위하여

공장 자동화를 위한 소음 자동검사 시스템의 개발에 관한 연구

여 다음과 같은 가정을 둔다. 검사 시간은 20 초 이내 (E/R 검사대이동+ 소음측정 판별법+ E/R 반송라인 또는 수리라인 이동) 진동 또는 소음 측정에 의한 규정 소음 초과 여부 판정, 진동 또는 소음 측정에 의한 고전압용 트랜스모터, 상자 조립상태 양 부, 마그네트론, 팬 (fan) 등 이상 부품 탐지, 다양한 모델 수용을 위한 유연 검사 시스템 (flexible testing system) 이 되도록 한다.

소음 자동 검사 시스템이 E/R 에 대한 진동 또는 소음 측정 자료를 근거로 하여 제품불량 여부를 판정하게 되므로 시스템 설치 주위환경으로 부터의 진동, 소음 전달은 시스템기능 확보와 판정 결과의 신뢰성에 큰 영향을 주게된다. 생산라인에서 주위작업 진동, 소음은 극히 낮은 수준 (S P L 85-90dB)으로 그 에너지 분포가 저주파로부터 고주파역에 고루 분포하는 것으로 나타났다. (3)

따라서 본 시스템은 이들 주위작업 진동, 소음 환경으로부터 절연 또는 차폐방안을 통해 보호되어야 할 것이다. (3)

2. 1 시스템의 개요

본 연구에서는 연구원들의 기초 연구 결과를 바탕으로 진동 측정에 비해 소음 측정이 유리한 것으로 판단하고 마이크로 오픈 설치환경을 감안 주요 소음을 차단하고 시료 소음에너지만을 이용할 수 있는 방안으로 소음 유도통을 비교 분석한 결과 소음유도통의 설치용이성, 공간활용성, 주위소음 차단효과, 시료소음에너지 집적효과 등이 양호한것으로 보아 소음유도통을 사용하는것으로 한다. 그림.1 은 연구 내용을 블록그림으로 간단히 보여준 것이다.

본 시스템에서 고려되어야 할 개발 내용은 다음과 같이 요약된다.

- 1) 검사 공정
- 2) E/R 의 위치 정하기 작업장치 ;대략정하기+ 미세정하기 (소음유도통 접속)
- 3) 검사 시스템 방진 장치
- 4) 소음유도통
- 5) 소음자료 획득및 판단 처리 시스템
- 6) 불량품 수리라인 이동 장치

2.2 시스템 개발 방법

E/R 의 이상소음 자동 검사 장치에 필요한 개발 내용은 다음과 같다.

(가) 검사 공정

- 1) 시험단계에서 바로 흡착컵이 하강하여 들어올릴 수 있는 위치에 위치정하기 안내구를

이용 작업자가 E/R 을 위치시킨다.

- 2) 팽월의 도착속시 작업자는 물리그를 정전압원에 끼우고 부하를 이동한다.

- 3) 정상품, 이상품을 구별 이상품을 수동 또는 이젝터 사용하여 수리선으로 반송한다.

(나) E/R 의 위치정하기 작업장치

E/R 이 준비단계에서 정렬되어 시험단계로 이동되므로 X 방향 새조정만을 수행하면 된다. 공기압 실린더를 이용한 미세조정장치로 E/R 의 정확한 위치를 정하도록 한다.

(다) 검사 시스템 방진 장치

시스템을 주위 작업진동으로 부터 절연시킴으로서 시스템 판정결과에 대한 신뢰성을 높일 수 있다.

(라) 소음 유도통

측정소음자료가 신뢰성을 가지려면 주위소음이 철저하게 배제되거나 암소음에 비해 10 dB 이상의 소음 수준이 되어야 한다. 이를 위해 방음실내에서 측정이 이루어져야하나 주위 작업소음이 저주파역에도 고루 분포하고 있어 방음벽으로 효과를 얻기 힘들다. 따라서 상대적으로 E/R 의 소음 수준을 높이기 위해서 근접 접촉 측정을 하자는것이 본 소음유도통의 기본개념이다. 본 연구서 사용할 소음유도통에서 소음수준은 95 dB 정도를 생각한다. 따라서 현장 암소음이 80-90 dB 인 점을 감안 적절하게 소음유도통벽을 방음 설계하므로써 암소음과 E/R 소음사이의 수준차를 15-20 dB 이상되도록 할 수 있을 것으로 본다.

(마) 소음자료 획득및 판단, 처리 시스템

본 시스템의 두뇌 역할을 하는 마이크로 컴퓨터는 팽월 도착신호를 받아 E/R 위치조정신호를 내고, E/R 과 소음유도통의 접신호를 마이크로 스위치로부터 받아 RMS 회로를 재제팅하여 정지한 후 (5 초)의 소음 RMS 값들을 읽은후 M/C 에 프로그램 판단논리에 따라 불량여부 판단, 이상부품, 식별방법을 수행하여 경고신호, 판정내용 프린트, 분리 반송라인 reject 신호를 주게된다. 한편 RMS 값을 읽는 즉시 E/R 미세조정 공기압 실린더 솔레노이드 밸브에 E/R 원 위치 신호를 보낸다. 시스템의 신뢰성을 높이기 위해 자체진단 기능을 부여한다. 그림.2는 이 시스템 개념도를 보여준 것이다. 이들 마이크로 컴퓨터의 기능은 그림.3과 같이 구분된다.

각 기능 모듈의 역할은 다음과 같다.

- 가. 재시작기능 ; RMS 회로와 컴퓨터 상태를 조 기상태로 만들어 준다.
- 나. 작업고시기능및 판단기준 입력기능 ; 소음측정 시간계획및 논리판단기준을 입력을 수행한다.

- 다. 슬레노이드 제어기능 : E/R의 위치정하기와 불량품 수리라인으로의 reject 기능을 수행한다.
- 라. 자료처리 판단기능 : 프로그램된 판단논리와 입력된 판단 기준값에 의해 소음불량과 이상부품을 식별 탐지한다.
- 마. 판정내용기록, 표시기능 : 주번프린트, CRT, 경보신호장치들에 판정내용을 기록, 표시한다.
- 바. 진단기능 : 자료처리, 판단회로와 제어회로, RMS 회로등에 대한 자기진단을 수행한다.

기타 이 시스템의 전자회로상의 구체적인 설계 고려사항을 M/W 누설 측정 장치 설계시방에 준한다.

(바) 불량품 수리라인 이송장치

이 작업은 작업자가 수행하거나(검사단계 위치에서 수리라인 통보의 접속)공기압 실린더를 이용 분리반송 단계에서 수리라인으로 보내는 방법중 하나를 채택한다.

3. 기타 고려 사항

제품 모델에 따라 진동, 소음특성이 다르기 때문에 이상여부 판단기준은 모델에 따라 변하게 된다. 이에 대한 시스템 기능의 유연성은 다음과 같이 완전유연 시스템, 반유연 시스템의 두가지로 접근할 수 있다.

(가) 반유연 시스템(semi-flexible system)

모든 모델(기준, 장래 개발 예정 포함)의 부품주파수 특성에 변하지 않는다는 가정하에 고정대역 analog필터를 채택하고 기계어로 고정된 판단논리를 이용 판단기준값만 컴퓨터 입력으로 변경 가능하도록 하는 방법이다.

(나) 완전유연시스템(full-flexible system)

변경 모델의 부품 주파수특성 변화에 적용할 수 있도록 가변 대역 필터를 사용하고 판단논리도 high level언어로 변경 입력 가능하도록한 시스템으로서 실시간 자료처리를 위해 고속처리능력의 컴퓨터가 필요하다.

4. 결론

최근 기업체들은 노사분규이후 국내 생산공정에 적합한 부분 자동화 시스템 개발에 많은 관심을 집중하고 있다. 해외에서 자동화 설비를 도입한다 하더라도 그 가격이 고가이며 기존 생산공정에 접합시키기에 많은 제약을 받고 있는 실정이다. 따라서 수입에 의존하고 있는 자동화 설비를 국내에서 구입하거나 기업체내의 연구소나

팀을 구성하여 개발하려하나 경험부족으로 이를 처리하는데 많은 어려움을 갖고 있다. 최근 정부의 관계 기관및 기업체 부설 연구소등에서 자동화 설비를 위한 기초연구및 그 개발에 많은 연구비를 지급하고 있으며, 피커치, 과학재단등에서도 이에 수반되는 기초연구를 위해 많은 연구비를 지급하고 있다.

시스템 자동화는 그 범위가 아주 넓다. 따라서 시스템 자동화는 대규모 시스템(large scale system)으로 구성되며, 대상 시스템에서 센서와 구동장치, 프로그램 제어장치, 루프제어 장치등이 연결되어 상호 정보를 교환하며 생산작업이 원활히 진행된다. 적절한 장소에 로봇트를 연결시켜 작업자의 작업 부담을 경감 시키거나 작업의 정밀도를 향상 시키도록 하고있다.

생산공정에서 가장 긴요한 문제점들을 제시하고 있는 소음에 대한것은 극히 미비한 실정이다 특히 이상 소음의 발생 부위를 정확히 파악하여 이 부품을 교환하고, 정상품으로 환원시키기 위해서는 많은 노력과 경비가 필요하다. 따라서 해외 수입자가 강력히 요구하고 있는 생산제품에 대한 각 제품의 잡음 명세서 작성이 중요하다. 그러나 전자레인지, 냉장고, 선풍기, 콤팩트카, VTR, TV 등의 생산 흐름라인에서의 소음 검사는 많은 작업자가 경험에 의존하여 판정하고 있을뿐이다. 따라서 미니 컴퓨터를 이용하여 이상 소음 자동 검사 시스템의 개발은 아주 중요한 문제이다. 금성사, 삼성, 대우등 가전제품 업체에서 생산하고 있는 전자레인지, TV, 냉장고, 선풍기, VTR, 등의 이상 소음 검사 문제는 각 기업체에서 해결을 시급히 요구하고 있는 실정이나, 이에 관련되는 연구나 자료가 국내최에 극히 미흡하여 많은 애로를 겪고 있다.

본 연구는 이상 소음 발생 부위를 발견하고 이상 부품을 빠르게 교환할 수 있는 시스템을 개발 할 수 있었다. 그 결과 QC문제 해결에도 많은 기여를 하게 될것이다. 또 수동으로 행하는 검사를 자동으로 수행하게 됨으로써 시간과 경비를 절감할 수 있으며, 제품의 질을 더욱 높일 수 있다.

국내 가전 제품 생산업체에서 생산되어 수출되고 있는 전자 레인지의 마이크로웨이브 누출을 자동으로 검사할 수 있는 자동화 시스템을 본 연구원들은 이미 개발하였다. 본 연구원들은 그 기술을 경남 창원에 있는 K 사 에서 1 억의 용역을 받아 제작하였는데, S 사의 E/R 공장에서는 본 연구원들이 개발한 장치보다 기능이 아주 낮은 설비를 일본으로부터 2 억여원을 들여 수입했다고 한다. 이와 같이 많은 외화를 소비하고도 초기의 목적을 얻을 수 없다면 이를 국내 기술진에 의하여 기초 연구와 그 제작이 되도록

발침 하여야 할 것이다.

5. 참고문헌

1. 이만형, 김경천, "전자레인지 마이크로 웨이브 누설 자동측정 장치의 설계", 부산대학교 기계기술연구소 연구보고서 1986
2. 이만형, 김경천, 양승순, 한성현, "생산공정의 모델링과 SIMAN 언어에 의한 모델 분석" 87한국 자동제어 학술회의 논문집 vol.1, pp 300-306, 1987
3. 이만형, 김경천, "E/R 이상 소음 검사 시스템의 소고", 부산대학교 기계기술연구소 연구보고서, 1987
4. 최종호외의 5인, "시스템 자동화를 위한 제어방

식에 관한 기초연구", 서울대학교 공과대학 제어계측공학지, 과학계단, 1986. 목적기초연구 제 1차 중간보고서.

5. 전기춘, 김현기, "분산 이산 시간 시스템의 공정 자동화를 위한 계층적 최적제어", 87한국 자동제어 학술회의 논문집. vol.1, pp.209-213
6. Hoffmann, T.R., Production-Management and Manufacturing Systems, Wadsworth Publishing Co., 1971.
7. Rapoport, A., The Uses of Mathematical Isomorphism in General System Theory, Wiley-Interscience, A Division of John Wiley, 1972.
8. Sharp, W.L., Jr., "Assembly Line Balancing Techniques" Paper MS 77-313, Society of Manufacturing, Dearborn, Mich., 1977.

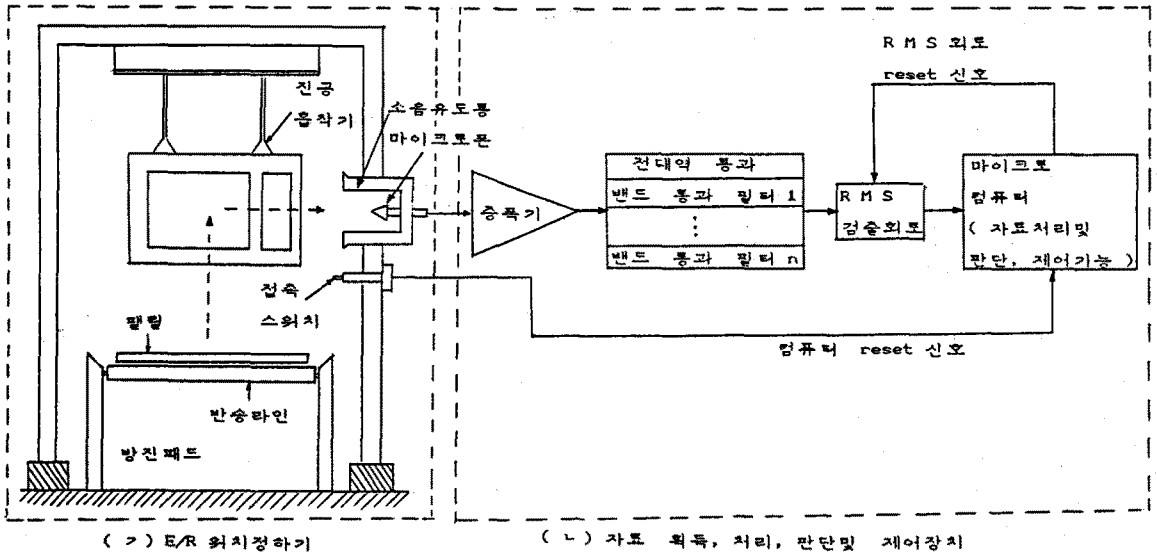


그림.1 개발시안 개략도

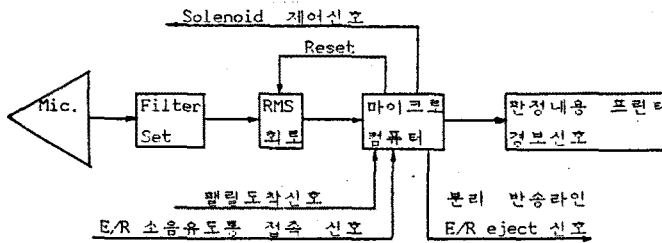


그림.3 마이크로 컴퓨터 기능 모듈

