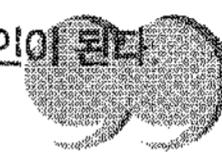


BLU backlight용

EEFL 불량검사를 위한 네트워크기반 멀티비전 통합시스템 구현

기존의 EEFL을 생산하는 업체의 검사방법이 현미경을 통한 이물을 검출하는 육안검사 방식이며
이 경우 작업자의 숙련도와 컨디션등에 따라 불량검출이 달라져 객관적인 검사가 불가능하며
결국 EEFL을 광원으로 이용하는 완성된 디스플레이 제품의 품질 불량을 발생케 하는 원인이 된다.



■ 최승태*, 혀 윤*, 이준형**, 최태호*, 강진규***, 최유화***

(*경북대학교 대학원 전자공학과, **(주)유비전, ***대구경북과학기술연구원)

1. 서 론

현재 가장 많이 이용되고 있는 BLU 광원인 CCFL을 대체하는 차세대 광원으로 각광받고 있는 EEFL(External Electrode Fluorescent Lamp)은 현재 채용률이 대폭 확대되어가고 있으며 EEFL의 편 흘 문제나 인버터 문제가 어느 정도 해결됨에 따라 다른 업체에서도 빠르게 EEFL 채용을 검토하고 있는 것으로 조사되었다.

EEFL은 지름이 3~4mm의 작은 관 형태로 이루어 져 있으며 전극역할을 하는 EEFL 양 끝단 부분에 작업공정중의 미세한 이물이 들어가거나 기포가 발생해 불량이 발생한다. 기존의 EEFL을 생산하는 업체의 검사방법이 현미경을 통한 이물을 검출하는 육안검사 방식이며 이 경우 작업자의 숙련도와 컨디션등에 따라 불량검출이 달라져 객관적인 검사가 불가능하며 결국 EEFL을 광원으로 이용하는 완성된 디스플레이 제품의 품질 불량을 발생케 하는 원인이 된다. 또한 장시간 현미경을 이용한 육안검사 방법은 검사자의 시력저하를 초래할 수 있으며, 이는

새로운 산업재해 문제로 인식되고 있다. 따라서 검사과정의 표준화와 효율적인 검사를 위해 EEFL 자동 검사장비의 개발의 필요성이 대두되어 왔다.

본 논문에서는 LCD backlight용으로 사용되고 있는 EEFL의 불량검사를 위한 네트워크기반 멀티 비전시스템에 대해 기술하였다.

일반적으로 제어시스템을 분산시스템으로 설계하기 위해서는 각 제어시스템을 연결하는 네트워크의 구성이 중요하다. 하지만 네트워크가 가진 대표적인 문제점인 데이터 손실과 네트워크 지연은 전체 제어시스템 자체를 불안정하게 만드는 요소이다. 이러한 문제를 보완하기 위해 전송지연에 대한 확정성을 보장하고 록 설계된 CAN 등의 Field Bus를 이용한 방법과 직접 네트워크충에 대한 수정 또는 보완을 통한 네트워크충의 확장 등 여러 가지 방법이 연구 또는 개발되었으나 새로운 하드웨어의 설계에 따른 고비용과 기존 시스템과의 호환성 문제를 가지고 있어서 널리 사용하는데 많은 어려움이 따른다. 반면 Ethernet기반의 TCP/IP 네트워크는 비 실시간 광 대역 네트워크

환경에 적합하도록 설계되었지만 90년대 이후, 인터넷의 폭발적인 인기로 인해 네트워크 장비의 고속화 저 가격화가 실현되었고 장비에 대한 신뢰도와 안정도가 비약적으로 발전하게 되었다[1].

본 논문에서 기술하는 검사시스템은 고속의 생산라인에 대응하기 위해 복수개의 EEFL을 동시에 검사할 수 있어야 하고, 사용자가 각 검사장치를 효과적으로 모니터링 또는 조작이 가능해야 하며, 검사과정을 영상으로 확인할 수 있어야 한다는 까다로운 조건을 만족해야 한다. 이를 요구조건을 충족하기 위해 본 검사시스템은 여러 대의 비전시스템이 결합된 멀티비전 시스템으로 구성되었고, 검사이미지와 같은 대용량의 정보와 시스템 제어신호를 실시간으로 전달할 수 있는 저가이고 장비의 신뢰도가 확보된 Ethernet을 기반으로 하는 TCP/IP 채택하였다.

본 논문에서는 채택된 TCP/IP 네트워크 환경에서 멀티비전 시스템간의 안정적인 통신 및 시스템 운용에 대해 기술한다.

2. 검사 시스템 구성 및 요구사항

본 검사시스템은 EEFL 양쪽 끝단의 불량을 검사하기 위해서 각각 120도의 간격으로 획득한 3장의 이미지를 촬영하여 검사한다. 따라서 하나의 EEFL 검사를 위해서는 총 6장의 이미지가 필요하게 된다. 만약, 현재 개발된 검사알고리즘을 적용하여 한 대의 컴퓨터에서 처리할 경우 EEFL의 양쪽 끝단을 모두 검사하기 위해서는 약 4초의 검사시간이 필요하게 된다. 따라서 기계 동작시간까지 고려하면 하나의 시료를 검사하는데 걸리는 시간은 약 6초가 소비된다. 따라서 본 검사시스템은, 해당 제조시간이 2초인 고속생산 라인에서의 *tack time*을 만족시키기 위해 4대의 클라이언트 컴퓨터와 제어, 데이터 수집 및 사용자 인터페이스를 위한 1대의 서버 컴퓨터를 이용하는 멀티 비전 검사 시스템을 구성하였다.

2.1 시스템 구조

그림 1은 투입된 EEFL의 양끝단의 불량 검사를 위해 4대의 카메라가 동시에 불량을 검사하는 검사장비의 시스템 기본 구조를 나타낸다. 앞 공정에서 생산된 EEFL은 2개 단위로 검사장비에 투입되며, 투입된 EEFL은 컨베이어에 의해 4대의 카메라가 설치된 위치로 이송되어 불량 검사가 수행된다.

그림 2는 멀티형 LCD EEFL 검사장비의 전체 시스템 구조를 나타낸다. 서버 컴퓨터는 4대의 불량검사를 위한 컴퓨터를 제어하기 위하여 Ethernet을 통해 제어 데이터를 송/수신한다. 또

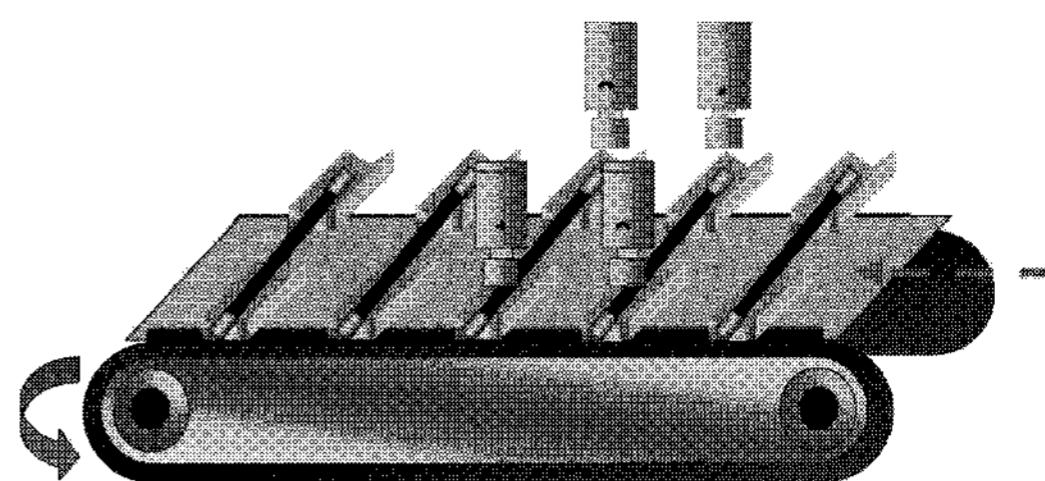


그림 1. 멀티비전 시스템의 기본 구조

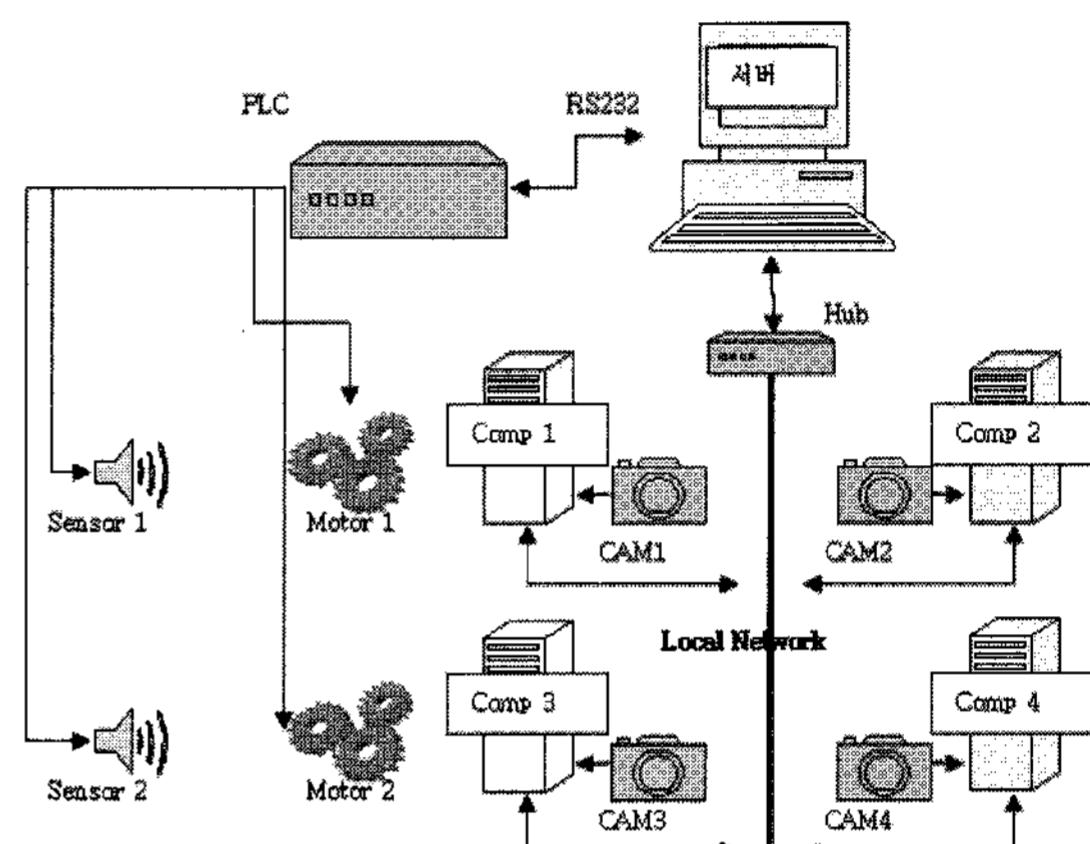


그림 2. 멀티형 LCD EEFL 검사장치의 시스템 구조

한 EEFL 검사장비의 구동부를 제어하는 PLC와는 RS-232C 통신으로 EEFL의 투입, 검사를 위한 회전 및 양/불 판정에 의한 EEFL의 처리 등을 제어한다.

2.2 클라이언트 동작 구조

클라이언트 컴퓨터에서는 총 3장의 이미지(1280*1024)를 처리해야 하므로, 만일 클라이언트에서 순차적으로 각각의 검사 이미지를 처리 할 경우 서버에서는 한 장의 검사이미지가 클라이언트에서 처리된 후에만 다음 단계를 진행하므로 많은 대기 시간을 필요로 한다. 따라서 본 시스템에서는 검사 속도를 향상시키기 위하여 3개의 독립적인 메모리를 가지는 검사 프로세스(Thread 생성)를 생성하였다. 각각의 프로세스는 EEFL의 0도, 120도, 240도의 이미지를 독립적으로 처리하므로 각 프로세스 간의 대기시간을 줄일 수 있을 뿐 아니라 시스템 리소스를 효과적으로 사용하게 되므로 처리속도 향상을 기대할 수 있다.

그림 3은 클라이언트 동작 구조도를 나타낸다. 처음 서버로부터 start 신호를 받게 되면, 클라이언트는 검사이미지를 촬영하고 Capture_Done 신호로서 서버에 한 장의 캡쳐가 끝남을 알린다. 그림 3의 분배기에서는 촬영된 검사이미지를 미리 정해진 프로세

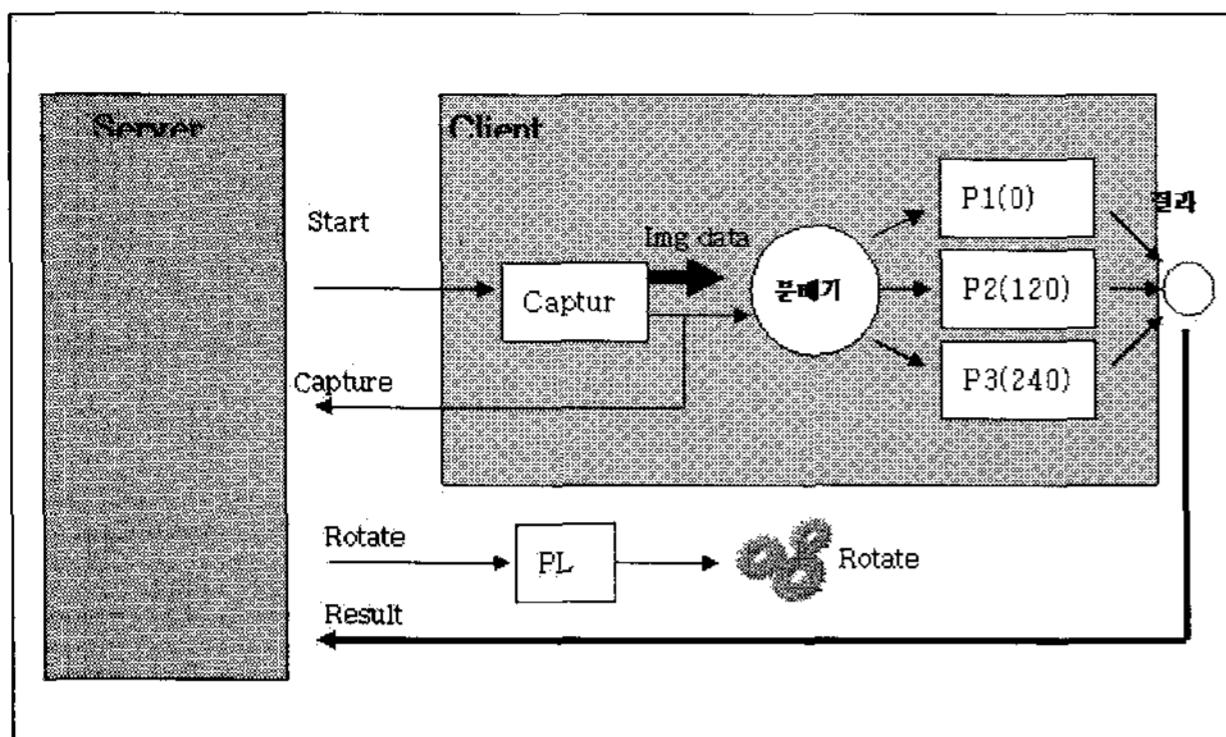


그림 3. 클라이언트 동작구조

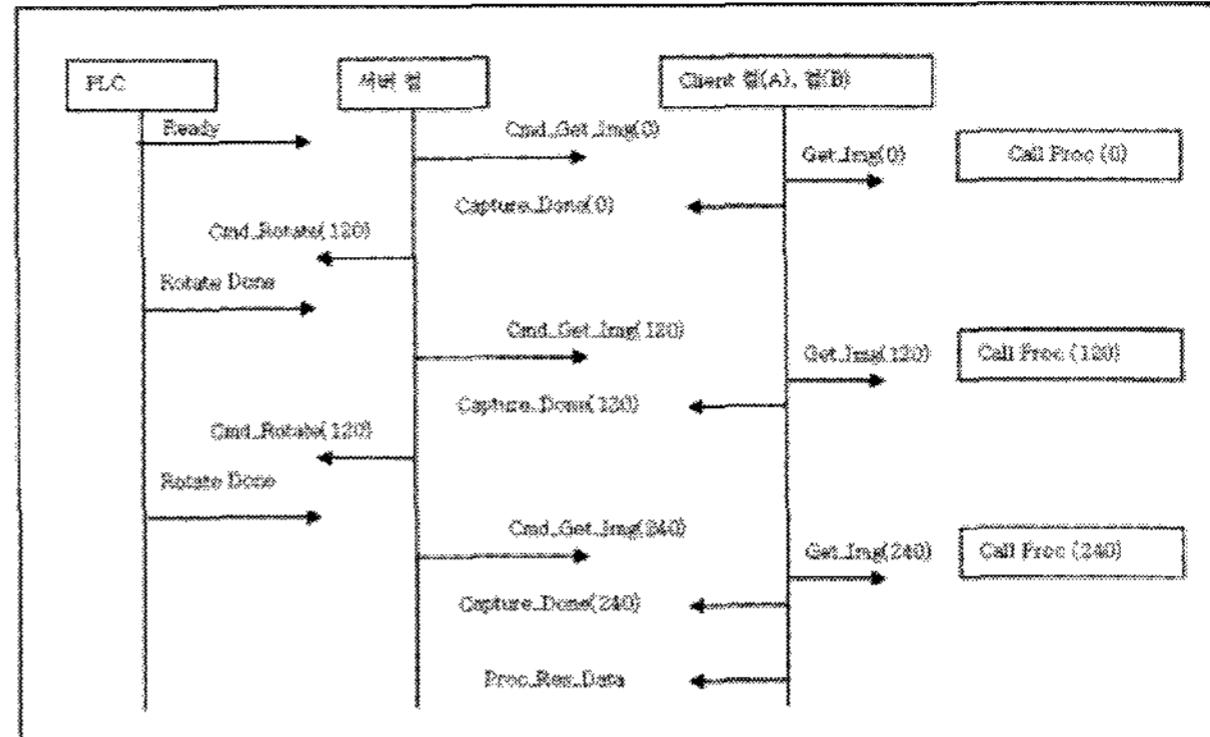


그림 5. 서버, 클라이언트 및 PLC간의 제어 데이터 흐름도

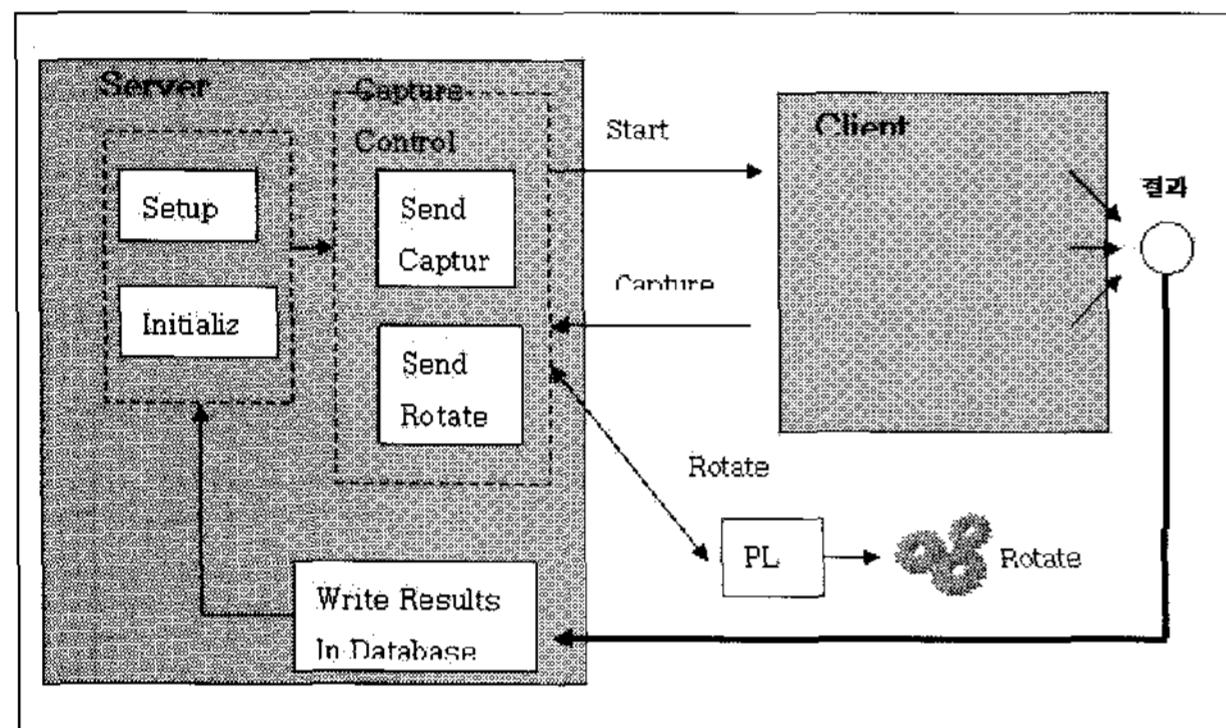


그림 4. 서버 동작 구조 및 블록도

스에서 독립적으로 처리할 수 있도록 작업을 할당한다. 그리고 각각의 프로세스에서는 처리 결과를 Ethernet으로 연결된 로컬 네트워크 망을 이용하여 실시간으로 결과를 서버로 전송한다. 이러한 과정은 3장의 영상이 처리될 때까지 연속되며, 3장이 모두 처리되면 처음으로 돌아가서 서버에서 다시 start 신호가 올 때 까지 기다리고 신호가 들어오면 위의 과정을 반복한다.

2.3 서버 동작 구조

검사장비에서 서버의 기능은 PLC 제어, 4대의 클라이언트 제어 및 결과 값 조합을 통한 양/불 판정, 검사 결과의 데이터 베이스 저장 및 검색, 작업자를 위한 GUI 환경 제공과 같이 크게 4가지의 역할을 수행한다.

그림 4는 검사장비에서의 서버의 동작 구조를 나타낸다. 검사가 시작되면 설정 및 초기화 단계에서 설정된 검사한도를 현 시스템에 적용하며, 각각의 4대의 클라이언트를 시작과 동시에 초기화 시킨다. 서버 컴퓨터는 검사 시작을 위하여, PLC로 부터 검사준비 상태 신호가 전송될 때 까지 기다린다. 검사 준비 신호

를 받은 서버는 4대의 클라이언트와 PLC를 제어하여 검사를 수행한다. 클라이언트는 서버의 제어신호에 따라 검사영상(각각 3장의 영상: 0, 120, 240도)을 촬영하게 되며, 처리 후 그 결과 값을 서버에 전송하게 된다. 서버에서는 결과 값을 조합하여 투입된 EEFL의 양/불을 판단하며, 그 결과 값을 데이터 베이스에 저장한다. 이러한 과정의 반복으로 검사장비는 연속적인 불량 검사를 수행하게 된다.

3. 네트워크 시스템 구조

3.1 서버, 클라이언트 및 PLC간의 제어 데이터의 송/수신

EEFL 검사를 위한 4대의 컴퓨터가 병렬적으로 불량을 검사하기 위해서는 서버에 의한 클라이언트의 효율적인 시스템 운영이 필요하다. 그림 5는 PLC, 서버, 클라이언트 간의 제어 데이터 흐름을 나타낸다.

EEFL이 검사장비로 투입되면, 구동부는 PLC에 의해 제어되어 검사위치로 EEFL을 위치시킨다. 검사를 위한 준비가 되면 PLC에서는 이를 감지하여 검사 준비 신호를 RS-232C 통신을 통해 서버 컴퓨터 전송한다. 검사 준비 신호를 받은 서버 컴퓨터는 검사를 위한 초기화 과정을 거치고 각각의 컴퓨터에 영상 촬영 신호(CMD_GET_IMG)를 Ethernet을 통해 전송한다. 영상 촬영 신호를 받은 각각의 클라이언트는 영상을 촬영하고 촬영 완료 신호(Capture_Done)를 서버에 전송한다. 서버에서는 검사를 위한 4대의 컴퓨터에서 각각의 촬영완료 신호를 받은 후 EEFL을 120도 회전하기 위해 PLC로 제어 신호를 전송한다. 이러한 과정들을 거쳐 각각의 컴퓨터에서 3장의 영상이 모두 촬영되고 처리되면, 마지막 단계로 검사 결과를 서버에 전송한다.

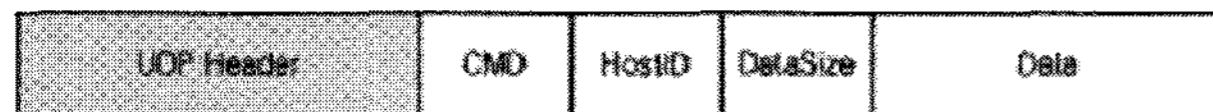


그림 6. Data Packet 구조

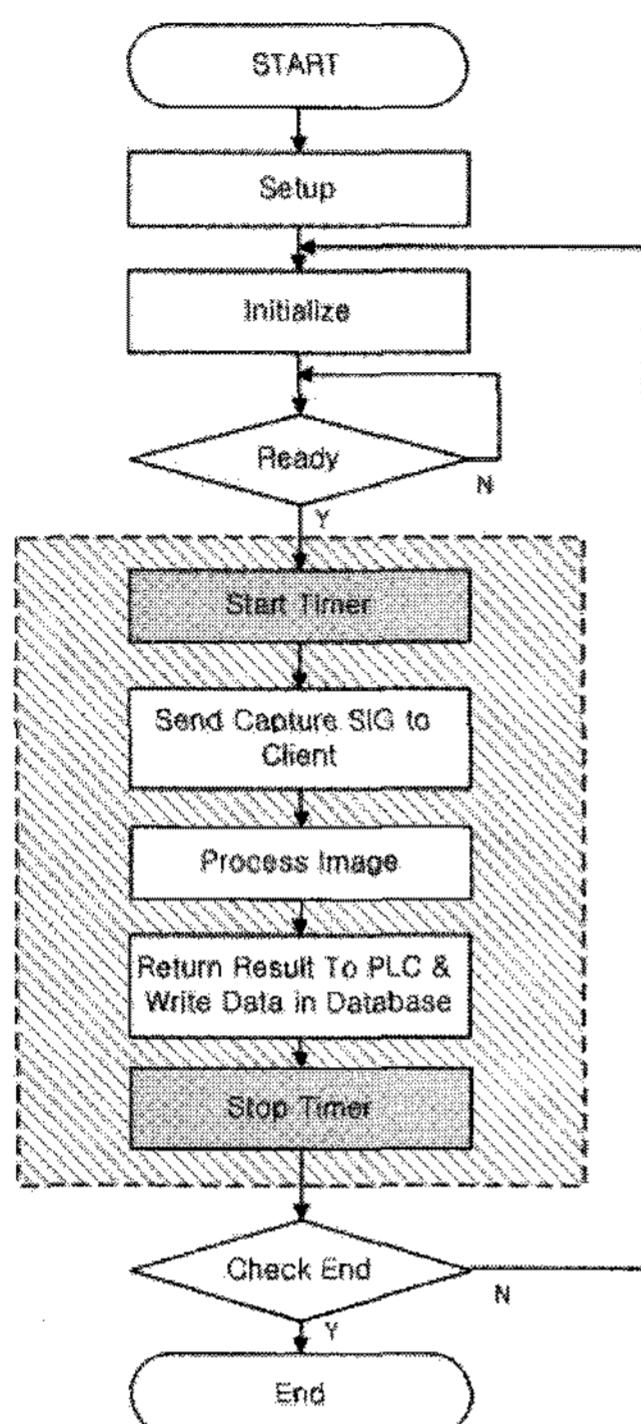


그림 7. Tack-Time Timer 동작

서버에서 전송된 결과를 조합하여 EEFL의 양/불을 판단하면, 최종적으로 PCL에 결과를 전송하여 기계 말단에 장착된 불량 처리용 로봇 팔을 동작시켜서 불량을 걸러내게 한다.

3.2 Network Control Packet

검사장비에서 1대의 서버와 4대의 클라이언트 간의 통신을 위해서 UDP 프로토콜을 사용하였다. TCP/IP 전송 계층의 UDP 프로토콜은 비 연결 및 비 신뢰성 프로토콜이지만 TCP와 비교 했을 때 최소한의 오버헤드만으로 작은 메시지를 신속히 보낼 수 있다는 장점이 있다. 또한 본 검사장비와 같이 작은 크기의 제한된 내부 네트워크에서의 packet 손실 및 오류는 극히 드물 것이라 판단된다.

검사장비에서는 제어 및 데이터 통신을 위한 소켓과 검사촬영 이미지의 실시간 감시를 위한 소켓으로 분리하였다. 제어 및 데이터 통신을 위한 소켓은 서버 및 클라이언트 간의 작은 메시지 교환을 통한 클라이언트의 신속한 제어를 담당한다. 이미지 소켓은 각각의 4대의 클라이언트에서 촬영한 실시간 이미지를

서버에 전송한다.

그림 6은 서버 및 클라이언트 간의 통신을 위한 data Packet 구조를 나타낸다. 명령의 구분을 위한 CMD 1byte, HostID 1byte, Data Size 4byte, data로 구성된다.

3.3 오류감지 타이머

TCP/IP 전송 계층의 UDP 프로토콜은 최소한의 오류제어 기능만 제공한다. 만약 UDP가 수신된 패킷에서 오류를 감지하면 재전송 요청 없이 단순 폐기하게 된다.

개발된 검사장비는 EEFL 생산 공정의 일부로써 제어 패킷 손실 등으로 인한 오동작시 전체 생산 공정에서의 병목현상을 발생시키므로 검사장비는 제한된 tack-time 안에 모든 검사를 수행하여야 한다. 이를 위해서, 검사장비는 검사시작과 동시에 내부 tack-time timer를 작동시킨다. 그리고 tack-time 안에 투입된 EEFL 검사가 끝나지 않을 경우 시스템 오류 불량으로 판정하여 모든 시스템을 초기화시키고 다시 투입되는 EEFL 검사를 위한 준비과정을 수행하게 된다. 위와 같은 tack-time timer의 동작과정은 그림 7에서 간략히 나타낸다.

검사가 시작되면 서버는 PLC로부터 검사준비 확인 후 tack-time timer를 작동시키며, 4대의 클라이언트에 검사 수행을 명령 한다. 클라이언트에서 검사 수행 후 결과 값을 Server에 전송한 후 모든 처리가 끝나면 Timer는 중지 된다. 또한 내부 타이머의 시작과 종료 사이에서 Server 와 클라이언트 사이에서는 명령 및 확인 응답을 위한 제어 패킷들이 전송되는데, 이 과정에서 손실되는 패킷들에 의한 검사 장비의 비정상적인 동작을 내부 타이머를 통해 확인 및 처리 될 수 있다.

4. 실험환경 및 검사장치

개발된 EEFL 검사장치에서 서버는 Pentium-4 3.4Ghz, Ram 1Gbyte 산업용 Touch PC, 클라이언트는 Pentium-4 3.4Ghz, Ram 2Gbyte 산업용 PC가 사용되었다. 내부 네트워크는 3Com사의 12포트 허브를 사용하여 구성하였으며, 검사결과의 저장 및 검색을 위해 공개용 관계형 데이터 베이스인 MYSQL을 사용하여 시간, 일, 월, Lot 단위로 검색 가능하도록 설계되었다. 그림 8은 개발된 검사장비가 생산공정에 설치되어 작동중인 모습을 나타낸다.

검사수행 결과 개발된 검사장비는 생산공정의 Tack-Time을 만족하였으며, 약 2달간의 중량 테스트 결과 단 한번의 제어데이터 손실을 발생 시키지 않았다.

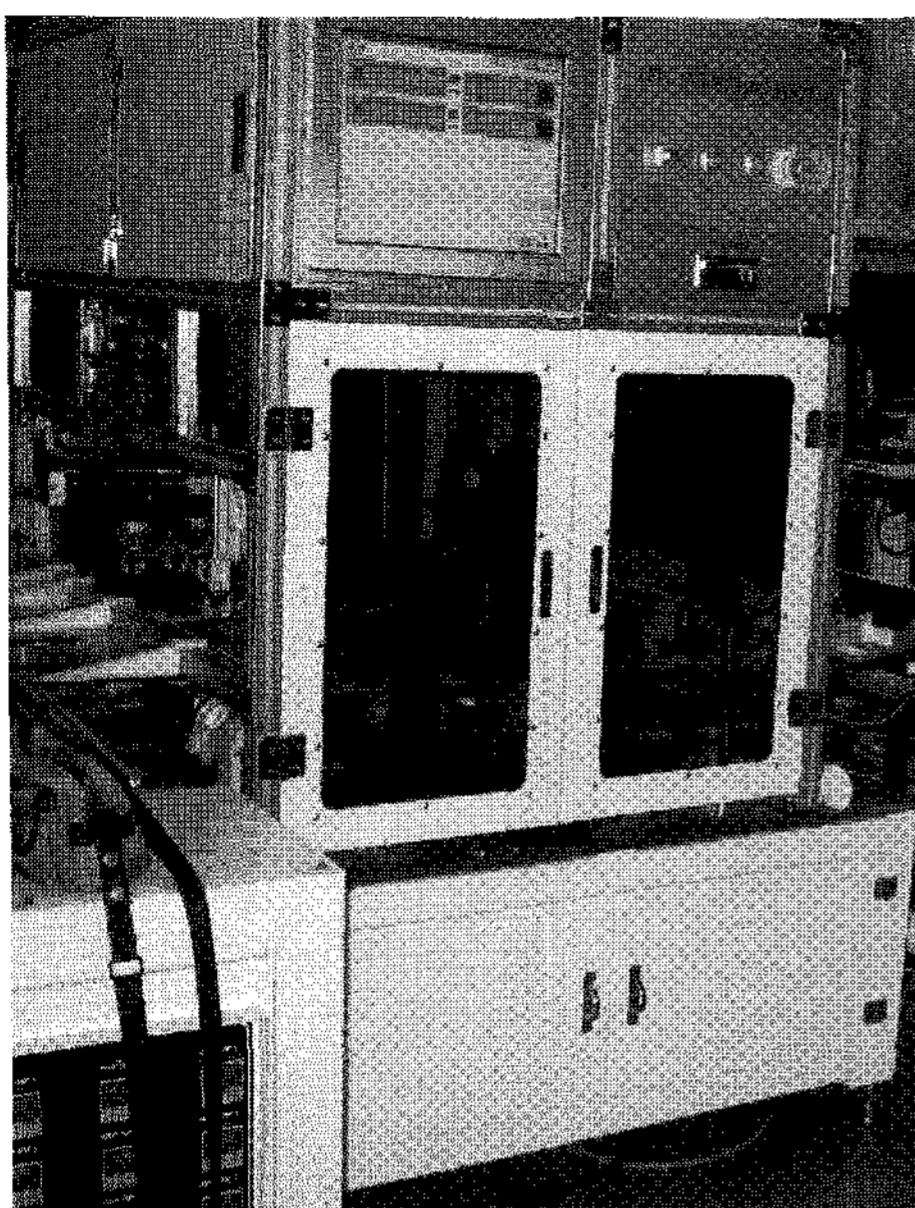


그림 8. EEFL 검사장비

5. 결론 및 향후 연구 방향

개발된 검사장비는 Server에서 4대의 클라이언트를 제어하기 위해 UDP 프로토콜을 사용하였으며, 제한된 내부 네트워크상에서 손실 지연 없이 작동하였다. 현재 널리 사용되고 있는 Ethernet 기반의 TCP/IP 프로토콜을 분사제어에 적용 하였을 때, 고도의 정밀성을 요구하는 hard real-time에서 사용하기는 어려우나 일반적인 soft real-time에서는 큰 무리 없이 사용될 수 있음을 확인하였다.

현 시스템은 검사 장비의 제한된 네트워크상의 Ethernet기반의 TCP/IP 프로토콜을 적용하였으나, 향후 다수의 장비를 외부에서 직접 제어 및 실시간 감시를 위한 네트워크 구축에서 적용 할 계획이다.

참고문헌

- [1] 박재호, “분산제어 시스템을 위한 실시간 Ethernet 통신 응용”, 제어 · 자동화 · 시스템공학회지, 제7권, 제1호, pp. 36-41, 2001.
- [2] 이현석 외, “인터넷과 CAN을 이용한 원격 분산 Embedded System 설계”, 제어 · 자동화 · 시스템공학 논문지, 제8권, 제5호, pp. 434-437, 2002.
- [3] 김주민 외, “Linux와 TCP/IP를 이용한 분산 실시간 이동로봇 시스템 구현에 관한 연구”, 제어 · 자동화 · 시스템공학 논

문지, 제9권, 제10호, pp. 789-797, 2003.

- [4] J. Park and J. Yoon, “An extended TCP/IP protocol for real-time local area networks,” IFAC Control Engineering Practice, vol.6, no.1, pp. 111-118, jan. 1998.

● 저자 약력



최승태

- 1975년 10월 5일생
- 2000년 계명대 산업공학과 공학사
- 2004년 경북대 대학원 정보보호학과 공학석사
- 2004년~현재 경북대 대학원 전자공학과박사과정 재학중.



이준형

- 1965년 12월 1일생
- 1988년 충남대학교 자연과학대학 물리학과 학사
- 1993년 충남대학교 대학원 물리학과 석사
- 2006년~현재 (주)유비전 개발부 책임연구원.



강진규

- 1966년 8월 25일생
- 1991년 서울대학교 공업화학과 공학사
- 1993년 포항공과대학교 화학공학과 공학석사
- 2000년 포항공과대학교 화학공학과 공학박사
- 2005년~현재 대구경북과학기술연구원 책임연구원.



허윤

- 1976년 2월 22일생
- 2001년 경일대학교 제어계측 공학과 공학사
- 2003년 경북대학교 대학원 전자공학과 공학석사
- 2005년~현재 경북대학교 대학원 전자공학과 박사과정 재학중.



최태호

- 1955년 2월 22일생
- 1977년 서울대학교 전자공학과 공학사
- 1979년 한국과학기술원 전기및전자공학 공학석사
- 1997년 New Jersey Institute of Technology 공학박사
- 현재 경북대학교 전기전자컴퓨터공학부 교수.



최유화

- 1955년 2월 1일생
- 1977년 서울대학교 전자공학과 공학사
- 1989년 미국 뉴욕주립대 Stony Brook 대학원 (SUNY) 졸업
- 2004년~현재 대구경북과학기술연구원 연구기획실장/책임연구원