

☒ 응용논문

작업지시 및 작업실적 보고의 효율적 운영을 위한 모델 개발 -Development of the Model for Effective Operation of Work Order and Report of Work Performance-

공명달*

Kong, Myung Dal

김정자**

Kim, Jung Ja

ABSTRACT

Work order and report of work performance are essential activities of work management in the shop floor. This study suggests the model for the communication methods and Information exchange systems which can enhance faultless accuracy about these informations in the client/server architecture.

1 서론

요즘과 같은 정보화 시대에서는 정보가 곧 경쟁력이 될 수 있다. 생산현장에서 그때그때 발생하는 정보를 필요시에 즉각적으로 입수하고 활용하여 적절히 대응해야 한다. 현장에서 생산관리를 한다는 것은 주로 공정계획의 수립과 변경, 작업지시, 생산진도상황의 파악 및 생산능력의 조정 등을 행하는 것을 말한다. 그런데 이러한 생산관리를 행하는 데는 여러 가지 문제점들이 산재해 있다. 예를 들면 어떤 재공품이 어디에서 얼마만큼 지체되고 있는지, 재고가 어느 공정에서 얼마나 발생하고 있는지 파악하기가 어렵고 현장의 손실을 정확히 알지 못한다. 또한 상황에 따른 임기응변적 대응이 불가능하다. 시간상 지체되거나 데이터의 신뢰성에 문제가 있을 뿐만 아니라, 실제현상을 파악할 수 있는 데이터를 얻기가 쉽지 않다는 것이다. 주로 전표나 일보에만 의존하여 집계 분석하거나 또는 관리자가 현장을 순회하면서 경험이나 짐작으로 현상을 파악하는 관리방법이 행해졌다 [1]. 이와 같은 관리방식으로는 정확한 정보를 적시에 입수하여 신속한 판단을 내리기 어렵다. 따라서 이를 해결하기 위한 방편의 하나로서 작업지시에 대한 작업실적보고를 효율적으로 행할 수 있는 시스템 구축이 필요하다.

즉 작업실적을 공정의 작업완료시점에 즉시 입력함으로써 현장의 작업진행과 상황이 실시간으로 파악될 수 있게 하고 작업실적을 반영한 소일정계획 수립이 가능하다. 현장의 작업실적을 입력받아 현장관리자 및 중간관리자가 작업진도를 수시로 모니터링하여 작업독촉 뿐만 아니라 작업이 원활히 진행될 수 있도록 조치를 취할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 이러한 현장의 진도관리를 위한 효율적인 방안으로서 현장용 POP(Point of Production)단말기를 이용한 작업지시/작업실적 보고 시스템의 운영을 위한 주요정보와 이들을 전달하는 통신모델을 제시하는데 그 목적이 있다. 본 연구에서는 건설장비 및 각종 기계

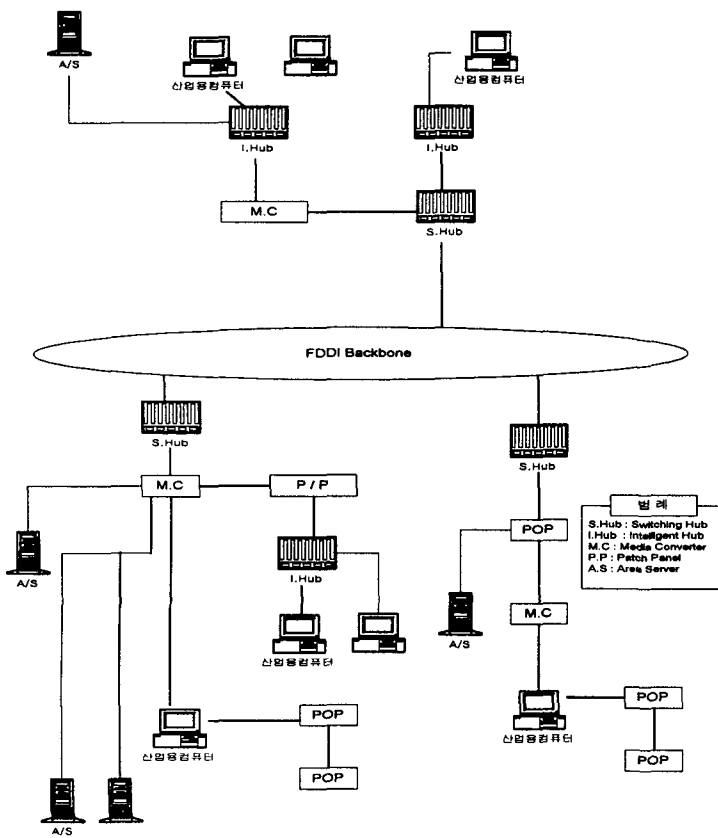
*동아대 산업공학과 박사과정수료

** 동아대 산업공학과 교수

장비를 생산하는 대형 제조업체를 대상으로 구축한 시스템에 대하여 주로 작업지시/작업실적 보고가 원활히 이루어지도록 하는 통신절차 및 방법과 이들 송수신자료를 중심으로 분석, 고찰하고자 한다.

2. 전체 시스템의 구조

2.1 H/W 및 N/W 구성



<그림 1> 시스템 구성도

전체 시스템은 오픈 시스템과 클라이언트/서버 구조의 분산시스템 및 다운사이징을 기본개념으로 H/W(Hardware), N/W(Network) 및 S/W(Software) 환경이 구축되어 있다. 서버(Server)는 DB서버 1 대 및 각 부서별 Area 서버 13대로 구성되어 있으며, OS(Operating System)는 UNIX, DBMS는 Informix RDBMS, 클라이언트(PC)에서는 4세대 언어인 SQLwindows를 사용하여 프로그램을 개발하였다.

N/W는 FDDI Dual Homming방식으로서 광케이블을 Star방식으로 포설하여 N/W의 관리, 확장이 용이하며 장애가 최소화 되도록 구성하고 Switching-Hub를 사용, 전체를 6개의 N/W으로 분리하는 효과를 얻게 함으로써 N/W의 처리속도 문제를 해결하였다.

각 시스템의 공통데이터와 외부시스템과의 송수신 데이터는 DB서버에 저장, 관리하며 각 관리부서 및 생산부서에서 발생하는 데이터는 Area서버에, 응용프로그램의 저장 및 관리는 File서버에서 수행한다. 각 생산현장에는 각 직장별 1대씩 57대의 POP단말기를 설치하여 데이터를

처리하며, 16대의 산업용 컴퓨터(IC)를 통하여 Network에 접속, DB서버 또는 Area서버의 데이터를 교환한다. 이들 구성도를 개략적으로 나타내면 <그림 1>과 같다

2.2 작업실적보고 자료

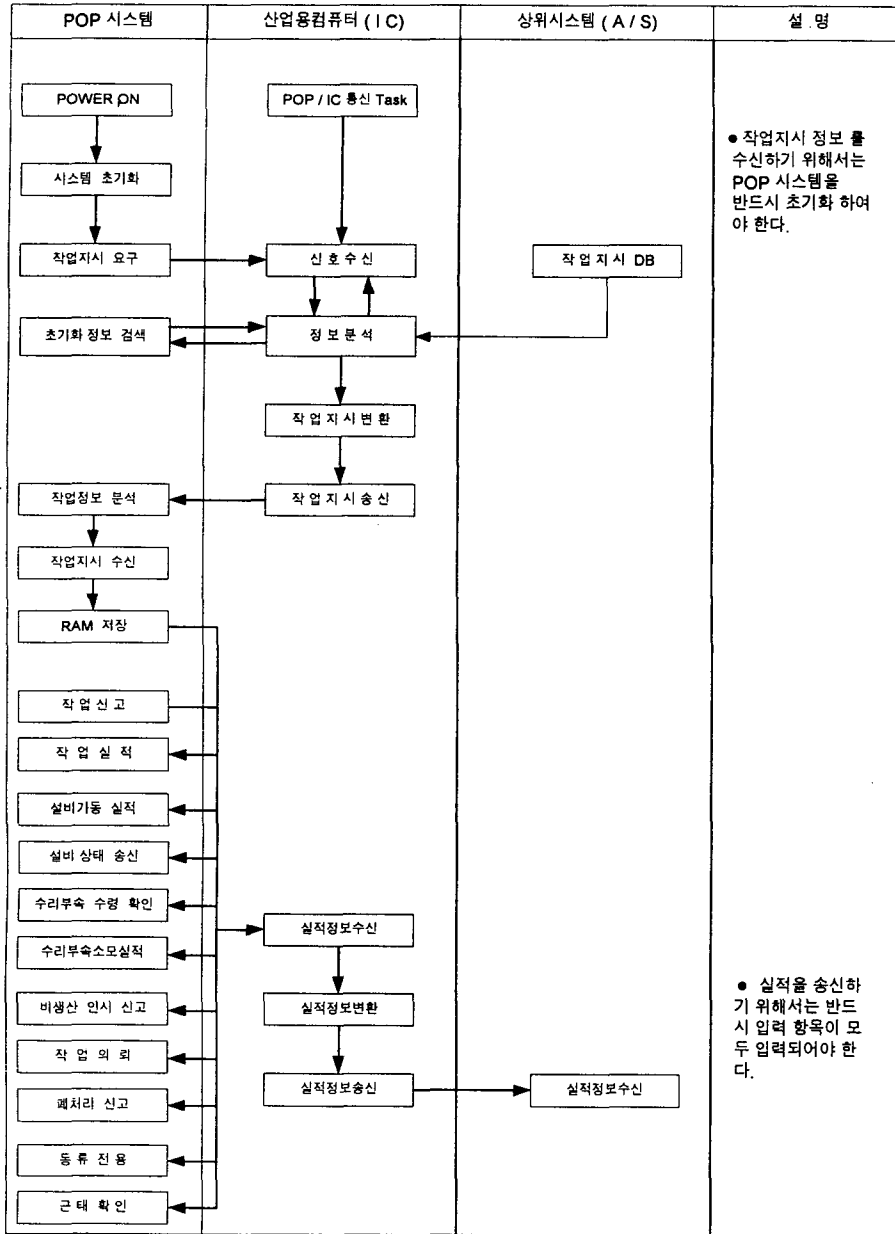
본 시스템은 작업실적보고등 총 13개의 보고 화면에 의하여 <표 1>과 같은 작업실적 자료를 입력 및 보고한다.

실적보고자료	실적보고 내용
작업신고	작업시작전 공정별로 하달된 작업지시내용에 대한 신고 및 수 신확인
작업자별 작업실적	작업자별로 작업실적 입력
공정별 작업실적	공정별 작업실적 및 진도율 입력
공정별 비작업실적	공정별로 비작업인시 및 항목 입력
부속(자재) 인수확인	직장으로 조달된 부속(자재)의 인수확인 보고
설비가동실적	설비별로 가동시간, 정지시간, 준비시간, 정지횟수 입력
설비상태송신	설비별로 이상상태 발생시 사유 및 복구시간 입력
비생산인시 신고	작업자(조)별 비생산인시 입력
작업의뢰	타부서에 작업의뢰서 의뢰내용 입력
동류전용	동류전용 장비에 대한 내용 입력
폐처리신고	폐처리 내역 입력
근태확인	작업자(조)별로 당일 근태현황 입력
부속소모실적	소모된 부속에 대하여 소모실적을 입력

<표1> 실적보고 자료

3. 업무처리 흐름도

작업지시는 일일 단위로 공장본부에서 각 직장에 내린다. 각 직장에서 작업실적을 POP단말기로 입력하여 보고하기 위해서는 작업지시 정보를 먼저 받아야 하며, 작업실적 보고의 업무처리 절차는 <그림 2>와 같다.

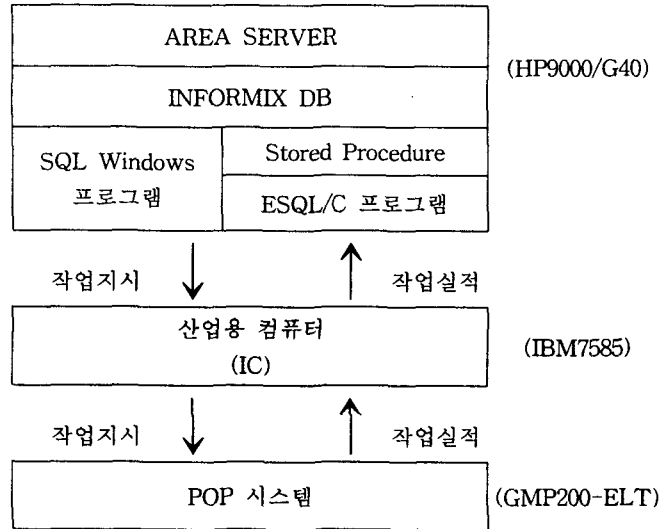


<그림 2> 업무처리 흐름도

4. 정보전달체계

현장작업지시와 작업실적보고의 상호연관 관계를 보면, 공장관리 시스템의 하위기능인 현장작업보고(POP)관리시스템은 작업실적을 POP(Point of Production)단말기를 통하여 입력함으로써 입력된 정보는 일정계획과 자재계획 수립시 필요한 정보로 제공된다.

작업지시와 작업실적보고처리 연관도는 <그림 3>과 같다.



<그림3>작업지시/작업실적보고처리 연관도

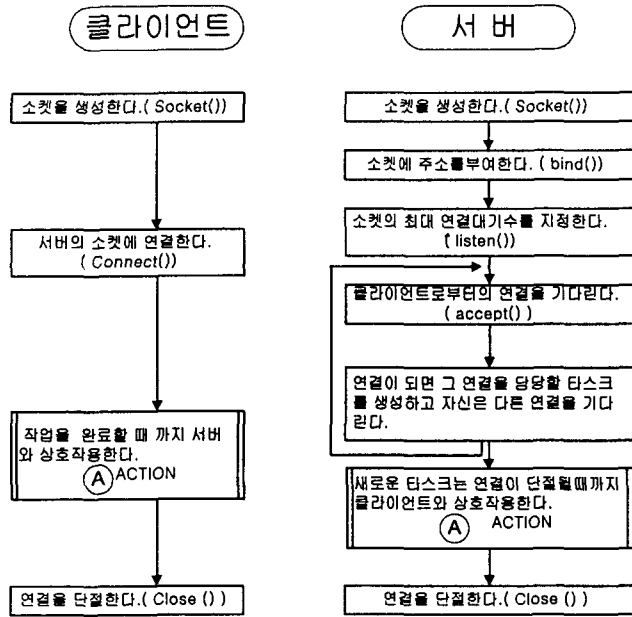
<그림3>의 Area Server에서 산업용 컴퓨터(IC)로의 작업지시는 Area Server에 탑재된 ESQL/C 응용프로그램이 실행되면서 Informix DB의 작업지시 테이블을 직접읽어 이들 데이터를 전송함으로써 산업용 컴퓨터에 작업지시를 내린다. 산업용 컴퓨터는 Area Server로부터 수신한 데이터를 POP단말기로 매일 다운로드(Down Load)시킴으로써 각 직장 및 작업자들은 POP단말기 화면을 통하여 작업지시를 받게되며, 작업지시에 의해 현장작업이 수행된다. 작업 실시후 작업자별로 작업실적이 입력되면 산업용 컴퓨터에서는 실적 데이터를 수신 받아 Area Server에 전송한다. Area Server에서는 작업실적 데이터를 수신한다. 이때 Area Server에 탑재된 ESQL/C 응용프로그램은 Informix Stored Procedure를 CALL해주며 Stored Procedure는 Informix DB의 작업실적 테이블에 update작업을 수행한다. 여기서 Stored Procedure, ESQL/C로 프로그램을 분리한 것은 유지보수의 편의성을 고려한 것이다.

5. 클라이언트-서버간 통신방법

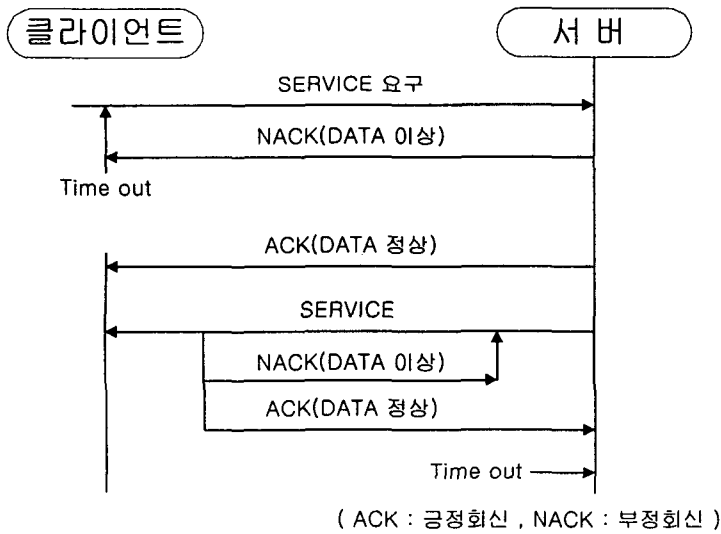
클라이언트와 서버간의 인터페이스는 물리적으로 10 MBPS의 Ethernet으로 접속하며 통신방식은 TCP/IP소켓 통신으로 이루어진다. 인터페이스는 시스템간 데이터의 원활한 흐름과 일치성 확보에 역점을 둔다. 통신 프로그램은 Visual C++로 구현하였다.

5.1 통신순서

클라이언트와 서버간 통신 알고리즘을 나타내면 <그림 4>와 같다.



※ (A) Action



<그림 4> 통신 알고리즘

- 1) 클라이언트는 서버에게 서비스요구 메시지(예 : 작업지시 데이터 요구 또는 작업실적)를 보낸다.
- 2) 서버는 수신메시지가 비정상이면, NACK으로써 응답한다.
 클라이언트는 NACK수신시 또는 서버로부터 Timeout 시간동안 응답이 없는 경우에 3회 반복(RETRY)하여 정상 통신이 이루어지지 않을 경우 화면상에 에러 메시지를 출력한다.

3) 수신 메시지가 정상인 경우 서버는 요구된 서비스를 행한다. 테이블 갱신이 필요한 경우(예 : 작업실적) 테이블을 갱신하고 ACK를 보낸다. 이때 클라이언트는 ACK를 대기하고 있어야 하며 ACK를 수신할 때까지 해당 데이터를 보관하고 있어야 한다. 만약 일정한 시간 동안 ACK를 받지 못하면, 클라이언트는 에러복구후 서비스 요구를 다시 발행해야 한다. 테이블 갱신이 필요치 않은 경우에는 즉시 ACK를 보낸다. 클라이언트가 데이터를 요구한 경우(예 : 작업 지시) 해당 데이터를 보낸다. 클라이언트는 수신 데이터가 비정상이면 NACK를 보낸다. 서버는 NACK수신시 해당 데이터를 재전송한다. 클라이언트는 수신데이터가 정상이면 ACK를 보낸다. 일정시간동안 서버로부터 메시지가 들어오지 않으면 클라이언트는 에러로 처리한다. (필요에 따라 화면에 에러 메시지 출력, 서비스 요구 재전송등)

서버는 Timeout시 소켓자체의 에러만 처리하고 그 이외의 것은 처리하지 않는다. (즉, 해당 트랜잭션이 끝난 것으로 간주하고 다음 메시지를 대기한다.)

5.2 통신 프레임

헤더	본문			
(본문은 프레임의 길이에 따라 변형되는 구조를 가진다)				
DEL	SIZE	NODE	SEQ	CODE
2 BYTE	1 SHORT	1 SHORT	1 SHORT	1 SHORT

(SHORT : Short Integer, 2 bytes)

1) 헤더 : 프레임 성격을 규정

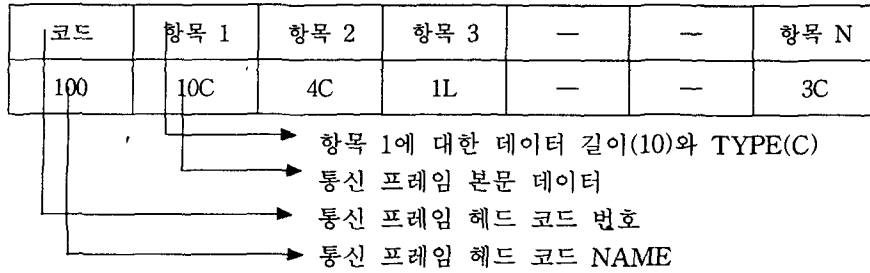
- DEL : 프레임 구분자(Delimiter). HEXA값 AA55
- SIZE : 메시지의 전체길이 (헤더 포함)
- NODE : 송신측의 노드 식별자 (노드 ID)
- SEQ : 송신 메시지의 일련번호, 수신회신 (ACK 또는 NACK)을 보내는 측 은 단순히 이 데이터를 복사해서 보낸다. 따라서 이 항목의 사용방법은 전적으로 송신측에 의존한다.
- CODE : 메시지 번호(TRANSACTION CODE)

2) 본문 : 전송할 데이터

5.3 통신 정보

1) 항목 설명

전송할 데이터의 본문 통신 프레임 및 데이터 TYPE은 <그림 5>와 같다.



● 데이터 TYPE

C	S	L	D	T	F
CHAR	SHORT INT	LONG INT	DATE (yyyy,mm,dd)	TIME (hh,mm,ss)	FLOAT
1 Byte	2 Byte	4 Byte	10 Byte	8 Byte	4 Byte

<그림 5> 본문 통신 프레임 및 데이터 TYPE

2) 정보내용

① 긍정회신(ACK)

DEL	DEL	SIZE	NODE	SEQ	CODE
AA	55	10	송신노드 ID	송신 SEQ	4001

② 부정회신(NACK)

DEL	DEL	SIZE	NODE	SEQ	CODE	ERROR TEXT
AA	55	70	송신노드 ID	송신 SEQ	4001	60

③ EOT (송신 종료)

코드	송신 CODE
4003	1 S

<그림 6> 정보 내용 통신 프레임

④ 작업지시 요구

코드
5001

<그림 7> 작업지시 요구 정보

⑤ 작업지시

코드	작업지시번호	작명번호	직장코드	공정코드	설비재고번호	설비일련번호
5002	10C	13C	5C	4C	15C	13C

부품재고번호	작업량	시작일자	완료일자	시작시각	완료시각	작업요인
15C	1S	1D	1D	1T	1T	1S

소요인시	공정명	부품명
1S	30C	40C

<그림 8> 작업지시 정보

⑥ 공정별 작업실적

코드	작업지시번호	직장코드	공정코드	작업일자	공정완료여부	지연사유
5003	10C	5C	4C	1D	1C	2C

진도율	시작시각	완료시각	작업량
1S	1T	1T	1S

<그림 9> 공정별 작업실적 정보

⑦ 작업자별 작업실적

코드	작업지시번호	직장코드	공정코드	작업자(조)	작업일자	시작시각
5004	10C	5C	4C	11C	1D	1T

완료시각	작업실적량	지원구분	지원작업장
1T	1S	1C	5C

<그림 10> 작업자별 작업실적 정보

<그림 8>, <그림 9>, <그림 10>은 서버와 클라이언트간에 통신하는 정보의 내용이며, 매일 일과 개시전 서버에서 소일정계획에 의하여 생성된 작업지시 내용 (<그림 8>)이 산업용컴퓨터(IC)를 통하여 클라이언트인 POP단말기에 다운로드(Down Load)되어 작업지시가 내려진다. 현장에서는 이 작업지시를 근거로 작업을 수행하여 매일 일과중 공정별 작업완료시점에 POP단말기에 의하여 공정 및 작업자별 작업실적을 입력하게 된다. 입력된 자료들은 산업용 컴퓨터를 통하여 Area서버로 전송되어 작업실적 테이블에 저장된다. 이 작업실적은 매일 일과시간후 각 생산부 운영과에서 수립하는 소일정계획에 반영된다. 실적이 반영된 소일정계획이 매일 일과시간 이후 시점에 다시 수립되어 익일 일과개시전 각 직장에 POP단말기를 통하여 작업지시가 발행된다. 이러한 절차가 계속 순환되어 작업지시-작업실적 보고 체계가 이루어 진다. 코드 정보는 매일 일과 시작전에 한번 수신받으며 코드 정보수신이 끝나면 송신측이 EOT 메시지를 전송한다.

6. 실험절차 및 결과

실제 Network을 통하여 구성된 Area Server-산업용컴퓨터-POP단말기상에서 통신 프로그램의 송수신 기능 및 작업지시, 작업실적 데이터의 유실여부, 다운로드(down load), 업로드(up load) 기능들을 중심으로 테스트하였다. 테스트 환경으로서는 Area Server의 경우 64MHz PA-Risc CPU, UNIX(HP-UX9.0), 32MB의 Main Memory, 2GB의 HDD, 산업용 컴퓨터의 경우 486DX/2 66MHz, 8MB의 Main Memory, 230MB의 HDD, POP단말기의 경우 486DX/2 50MHz, 1MB의 Main Memory, ROM DOS를 사용하였다. 테스트 절차는 업무처리 순서에 따라, Area Server-산업용 컴퓨터간의 자료 송수신 테스트를 먼저 완료한 다음, 산업용 컴퓨터-POP단말기 간의 자료송수신 테스트를 실시하였고, 그리고 나서 서버와 클라이언트간의 전체적인 통신테스트를 실시하였다. 여기서 산업용 컴퓨터는 Area Server와 POP단말기간의 통신 프로토콜(TCP/IP, POP단말기 제조업체용 통신프로토콜)이 상이함에 따른 변환 및 중계역할과 POP단말기와의 연결을 위한 물리적인 PORT역할을 담당한다.

전체적인 테스트 순서는 <그림2>에 나타나 있다. Area Server에서 POP단말기로 내려보내는 작업지시 데이터 전송 테스트는 작업지시 발행 프로그램을 실행시켜 Area Server에 있는 공장 관리 DB의 작업지시 테이블에 작업지시 데이터를 생성함으로써 시작된다. 생성된 작업지시 데이터(<그림8>의 작업지시정보)는 ESQ/C프로그램이 기동되면서 산업용 컴퓨터로 전송되고, 산업용 컴퓨터는 POP단말기의 작업지시요구에 의하여 프로토콜 변환 및 작업지시자료를 전송한다.

작업실적보고 테스트는 POP단말기(Touch Screen방식)에서 작업지시 데이터를 조회한 후, 작업실적을 입력하면 작업실적이 산업용 컴퓨터로 전송되고 산업용 컴퓨터에서는 프로토콜을 변환(TCP/IP)하여 이를 Area Server로 전송한다. Area Server에서는 작업실적 데이터를 INFORMIX DB의 테이블에 Update하게 되는데, 이때 성공, 실패여부가 POP단말기에 즉시 나타나게 된다. 클라이언트와 서버간 통신시 timeout시간은 1분을 부여하였다. 이들 실험은 응답성에 대해 수십회 반복적으로 이루어졌다. 작업지시 및 작업실적보고 데이터 송수신시 이들 데이터의 SIZE가 200byte이내이며, DB테이블 갱신시간을 제외한 순수한 송신, 수신시간(response time)은 대체로 1초 이내였다. 그리고 송수신 데이터의 유실이 없고 정상적인 기능이 수행됨을 알 수 있었다.

7. 구현결과 및 분석

작업지시와 작업실적 정보를 서버와 클라이언트간에 원활하게 송수신을 하기 위해 다음과 같은 몇가지 기준에 따라 구현하였다.

- 1) 각 노드에는 소켓통신의 전형인 서버와 클라이언트 타스크를 둔다.서버는 타 노드로부터의 요구나 데이터에 반응하는 역할(수동적 역할)을 담당하고, 클라이언트는 자기 노드의 요구를 수행하는 역할(능동적 역할, 요구나 데이터를 서버에 전달하고 서버로부터 응답을 받는 역할)을 담당한다.
- 2) 통신의 신뢰성을 위하여 스트림(stream) TYPE의 소켓을 사용한다.
- 3) 서버는 클라이언트와 연결되면 해당 연결을 담당할 별개의 타스크를 생성함으로써 다수의 클라이언트가 대기시간 없이 서버와 연결될 수 있도록 한다.

- 4) 데이터의 바이트 순서는 기종마다 다를 수 있으므로, 송신측에서는 반드시 데이터를 네트워크 바이트 순서로 변환한 후에 전송해야 하며 수신측에서는 수신 데이터를 자신의 바이트 순서로 변환한 후에 처리해야 한다.
- 5) 장애로 인한 데이터 손실을 방지하기 위하여 수신측은 수신처리후에 수신확인 메시지를 송신측에 보내고, 송신측은 수신확인 메시지를 받은 후에 송신완료 처리 한다.
만약 수신확인 메시지를 받지 못하면 다음과 같이 처리한다.
 - ① 송신측이 클라이언트이면 송신측은 해당 데이터를 재전송할 책임을 가진다.
 - ② 송신측이 서버이면 송신측은 해당 트랜잭션이 끝난 것으로 간주한다. 데이터의 재전송은 클라이언트의 요구에 의해 이루어진다.
- 6) 복구가 불가능한 에러가 발생하면 에러를 인지한 측에서 소켓을 닫음으로써 커넥션(Connection)을 종료하도록 한다. 이 경우 화면에 에러 메시지를 나타내 사용자의 에러 복구에 도움을 주도록 한다. 에러 복구후 클라이언트가 서버와 다시 연결함으로써 통신이 속개된다.
- 7) 프레임의 길이는 가능한한 짧게 구성하여 수신측이 손쉽게 처리할 수 있도록 한다. 동일 형태의 데이터가 너무 많이 반복되는 경우에는 이를 몇 개의 토막으로 잘라서 보낸다.
- 8) 일단 연결이 형성되면 그 연결의 종료는 정상적인 경우 클라이언트가 담당한다. 서버는 클라이언트가 소켓을 닫은후에 자신의 소켓을 닫는다. 연결은 필요한 만큼 지속할 수 있으나 불필요하게 지속해서는 안된다.
이들 원칙에 따라 통신이 이루어지면 통신의 신뢰성 향상과 송수신 데이터의 정확성 확보에 도움이 될 것이며, 작업지시 데이터의 수신에 의한 직장별 작업실시와 작업실시 후 공정별 작업 실적보고의 원활한 운영에 기여할 것이다

8. 결론

본 연구에서는 클라이언트와 서버간에 작업지시 및 작업실적 정보를 Network을 매개로 Area Server - Industrial Computer - POP 단말기를 통하여 교환하는 통신 시스템을 구현하였다. 이 통신시스템은 현재 실제로 운용중에 있으며, 주로 대단위 사업장을 가진 제조업체의 공장자동화 및 CIM(Computer Integrated Manufacturing) 구축시 활용이 가능하다. POP단말기는 분진, 소음, 진동, 온습도등 현장의 열악한 환경에서도 이용이 가능하도록 제작된, 견고하면서 내구성이 강한 단말기이다. 이러한 POP단말기를 이용한 작업지시 및 작업실적보고를 온라인 실시간 처리함으로써 신속한 작업지시에 의한 작업진행 여부의 파악이 용이하고, 작업현장에서 발생하는 작업실적을 신속, 정확하게 수집하여 정확한 현장분석을 통한 공정관리의 원활화에 기여하게 된다. 아울러 POP단말기를 통하여 작업자로부터 직접현장에서 발생하는 정보를 수집함으로써 작업계획의 정확성이 높아지고 문제발생시 즉각적으로 대처가 가능하다. 또한 작업자별 작업실적정보 수집으로 작업자 근태현황 및 작업시간 파악이 용이하다. 이들 효과를 뒷받침 해주기 위해서는 클라이언트와 서버간 통신시 자료유실이 없는 데이터의 정확성 확보이다. 송수신시의 자료의 유실 방지 및 정확한 데이터의 교환 은 작업지시를 내리고 작업 실적을 보고 하는데 있어 무엇보다 중요하며, 또한 많은 양의 데이터가 통신라인을 통하여 전달될 때 통신속도가 시스템의 효율에 영향을 미치게 된다. 이러한 경우 통신부하를 고려하거나 시스템의 성능을 고려한 통신 프로그램의 작성이 요구된다.

이들 통신프로그램의 무결성이 확보됨으로써 통신 데이터, 즉 작업지시 데이터의 정확성이 보장될 뿐만 아니라 작업지시 데이터와 작업실적 보고 데이터와의 일치성으로 인하여 소일정계획의 정확성이 향상되며 이는 현장에서의 작업실시에 직접적인 영향을 미치게 된다.

참고문헌

- [1] 백병태, CIM시대의 POP시스템, 새길, 1995
- [2] 송준엽, 김동훈, 차석근, 생산현장의 실시간 통제 및 정보관리 시스템 개발, IE Interface, Vol. 7(3), pp 70-76, 1994
- [3] 이철수, 배상윤, 이강주, 실시간 제어가 가능한 일정계획 시스템 개발, 경영과학, Vol. 10(2), pp 61-78, 1993
- [4] 차석근, 송준엽, 공장관리자를 위한 생산시점정보관리 공장관리, Vol. 10, pp 32-39, 1994
- [5] Chu, C.H & S.Nilakanta, On the Design of Micro-Based MRP System : A Relational Database Approach, Computer & Ind. ENg, Vol 15, pp 153-161, 1988
- [6] 일본 POP 연구회, CIM을 겨냥한 실전 POP 시스템 구축 매뉴얼, 한국능률협회, 1990