

플렉시블 제조시스템의 반송 장치 자동화 개발에 관한 연구

김장형*, 곽호영*

A Study on Development of Transport Device Automation in Flexible Manufacturing System

*Jang-Hyung Kim**, *Ho-Young Kwak**

Summary

Flexible manufacturing system is a technology which aims at the total automation of manufacturing system.

In this study, the automation problems of transport system are analyzed and the solution method is suggested.

A set of software has been developed and the hardware has been constructed for the system.

The function of the software is communication between transport device and computer.

The function of the hardware is the distributor which distributed information.

The software group is developed for IBM PC with C language.

The performance of the transport device system is evaluated by using real problems. The test results indicate the proposed transport device system is a practical and efficient system

서 론

최근 기업에서의 생산방식은 소비자의 다양한 가치관 변화에 따른 제품의 다양화와 특수화에 목표를 두고 있다. 기존의 소품종 다량생산 형태로서는 수명 사이클이 짧아진 제품들 경제적 또는

효과적으로 생산해 내는 것이 어렵기 때문이다. 따라서 모든 기업들은 다품종 중소량 생산방식을 채택하고 있다. 다품종 중 소량 생산이란 규정의 생산 기간내에 대상이 되는 물품의 종류가 많고 각각의 생산 수량이 중소량 형태인 것을 나타낸다. 생산 형태는 주문 생산이며 소품종 다량 생산과 같은 예전 생산 형태가 아니고 개별 생산 또는 간헐 생산(로트 또는 배치)의 형태를 뜻한다. 즉

* 공과대학 정보공학과 (Dept. of Information Engineering, Cheju Univ., Cheju-do, 690-756, Korea)

이것은 제품의 다양화와 기종의 변형에 유연한 시스템으로 자동화 시스템이 되도록 하는 것이다.

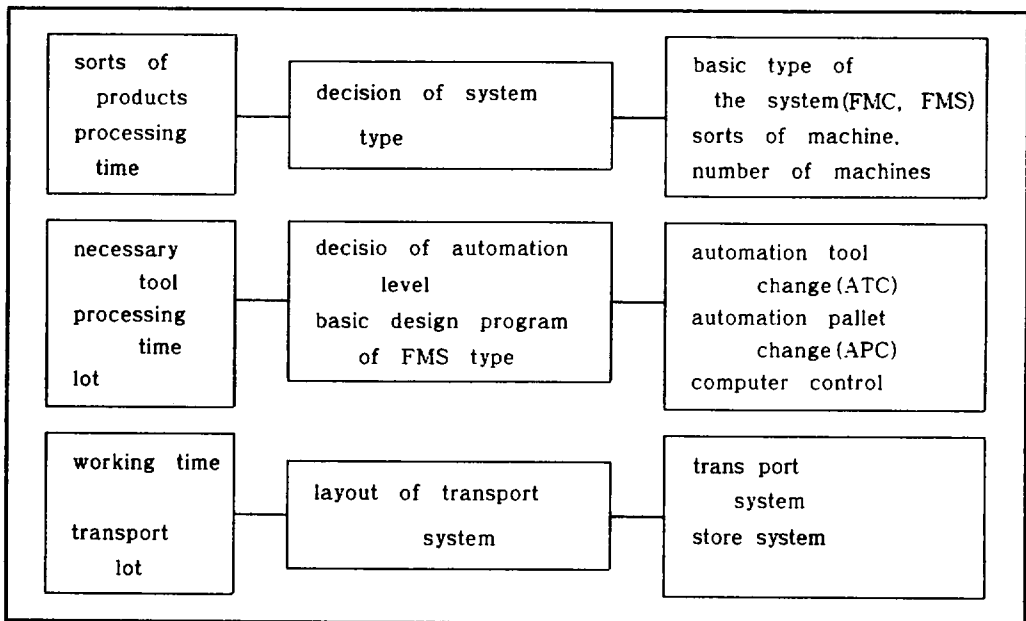
현재 다품종 중소량 생산에 대처한 플렉시블 제조 시스템(Flexible Manufacturing System:FMS)이 연구 개발 또는 보급되고 있다(大場 등, 1986). FMS는 여러 종류의 대상 부품을 유연하게 처리하고 높은 생산성을 유지 시키는 시스템을 뜻한다. FMS가 탄생한 것은 1960년대 후반이었으며 그 배경에는 여러 가지가 있겠으나 가장 큰 요인은 시장에서 수요의 다양화에 대한 대응 및 생산된 제품의 원가 절감과 납기 단축에의 요구 때문이었다. FMS에 대한 명확한 정의는 없으나 좁은 의미로서는 플렉시블 오토메이션(Flexible automation) 방식을 갖춘 시스템, 기계가공을 주 대상으로 한 경우의 넓은 의미로서는 수치제어 공작기계 혹은 수치 생산 셀이 자동 반송장치, 반송 로봇 또는 무인 자동화 등에 유기적으로 결합하여 소프트웨어 및 하드웨어 양면을 포함하고 전 시스템이 컴퓨터로 제어되어 다품종 중소량 생산 방식을 합리적으로 수행하는 시스템을 말한다. 따라서 사무 자동화(Office Automation:OA)와 대비하여 공장 자동화(Factory Automation:FA)라고 불리

기도 한다. 현재 FMS는 부품 가공용의 시스템 형태로 발전되고 있으며, 구성 형태는 경험과 육감에 의존하는 것이 대부분이다. FMS는 부품 가공용의 시스템 형태로 발전되고 있으며, 구성 형태는 경험과 육감에 의존하는 것이 대부분이다. FMS의 기본 설계단계에서 가장 중요한 것은 대상이 되는 부품의 패밀리와 그에 따른 가공 기계의 그룹화를 이루는 것이지만 소재, 공작물, 공구 등을 능률이 있게끔 운반, 이동, 위치 결정을 짓는 반송 시스템 및 반송장치는 반드시 필요하다(King 등, 1982).

Table 1에 FMS의 기본 설계에 대한 것을 나타낸다(人見 등, 1976).

현재 자동화 되지 않은 대개의 공장에서는 제품을 반송시키는 반송시스템에서 상품의 생산량 및 불량처리와 용급조치, 그리고 예외적 상황 발생시에 공정관리자나 기타 관리자의 지시와 수동적 의사소통으로 처리되는 것이 보통이다. 이에 따라 생산량감소, 불량률의 향상 및 인원의 증가는 당연하다. 최근 국내에서도 FMS에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 실제로 FMS의 지향하는 바는 무인 자동화를 이루는 것이므로 모든 장치는

Table 1. Basic design of FMS



컴퓨터화 되어야 하며 그에 따른 소프트웨어 연구는 필수적이다. 그러나 실제 공장에서는 FMS의 전체 도입은 기계 자체뿐만 아니라 소프트웨어 유지비가 엄청나게 들기 때문에 현재 갖춘 시스템의 간이 자동화와 간이 자동화에 따른 소프트웨어 연구에 많은 노력을 기울이고 있다(金 등, 1990). 간이자동화의 소프트웨어 개발에 따른 연구는 현행 국내에서는 많이 이루어지고 있는 실정은 아니다. 그 이유는 반송시스템을 사용하는데 있어 반송시스템과 연결되는 컴퓨터의 제어문제와 소프트웨어 개발문제이다(Rajan 등, 1984).

따라서 본 연구에서는 FMS의 효율적인 관리를 위해 반송시스템을 자동화하기 위하여 생산되는 제품의 조립 또는 그외의 작업이 반송시스템에서 이루어질때 각 공정마다 센서를 설치하여 여러가지 발생가능한 상황에 대해 감지하고 그러한 상황마다 정의된 신호를 감시용 퍼스널컴퓨터로 전달하여 반송라인과 떨어져 있는 관리자 사무실 등에서도 현재 기계의 가동과 생산현황, 예외적 상황 발생 등을 점검할 수 있도록 하는 반송시스템의 하드웨어와 소프트웨어를 개발하였다. 그리고 개발된 시스템을 실제로 적용시켜 기계 고장이나 자재 부족에 즉시로 반응시켜 부품의 처리속도를 향상 시키고 생산량 및 성력화에 기여하는 것이 연구의 목적이다. 그리고 실제로 이 시스템을 부산

의 B 미싱공장 조립공정에 적용시켜 그 유효성을 입증하였다.

반송시스템의 개발 (A Development Transport System)

1. 반송 시스템의 형태

FMS의 반송 시스템을 동작물의 흐름과 패턴에 주목하면 Fig. 1과 같이 나타낼 수 있다. 반송 시스템의 형태와 이 시스템에 사용되는 형태는 반송 장치에 관련이 있다. 한 방향 라인 형태에 있어서는 주로 컨베이어가 사용이 되며 쌍방향 라인 형태에서는 셔틀카(shuttle car), 왕복 이동 궤도차나 오토로더(auto loader) 등이 이용된다. 루프 형태는 라인형을 조합시켜서 구성하는 것으로 컨베이어(conveyor)를 이용하는 경우도 많으나 대차도 이용한다. 네트 형태는 경로를 적당히 선택하여 반송이 가능한 시스템을 말하며 비교적 규모가 큰 것을 말한다. Table. 2에 반송 장치의 종류에 대해 기술한다(人見 등, 1972).

반송장치에 대한 연구는 계속되고 있으며 실제 공장에 많이 적용되고 있다(金 등, 1989, 李 등, 1986).

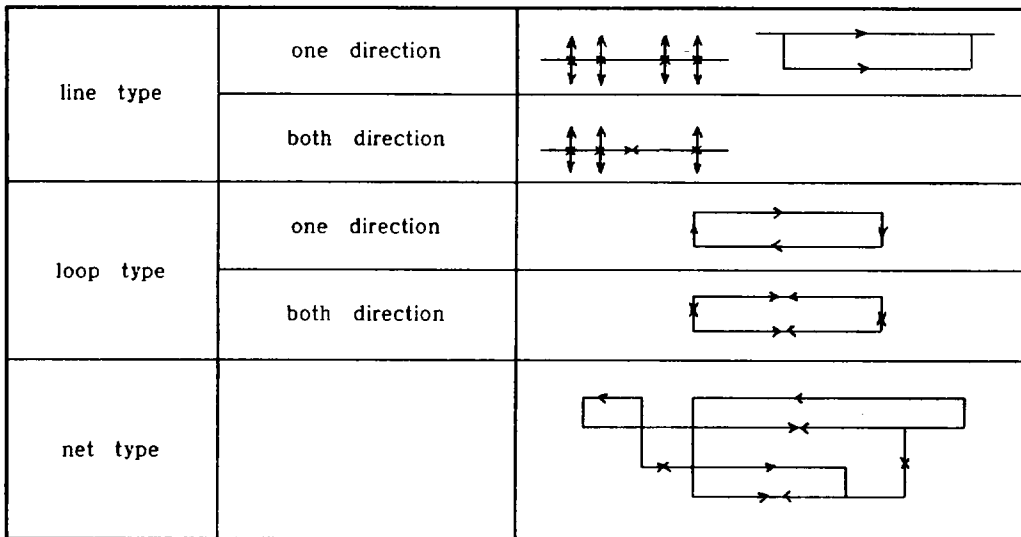


Fig. 1. A structure of transport system.

Table 2. Transport device

trans. car	object	variable weights	trans. speed	position precision	remarks
conveyor	parts of pallet	below 500kg	10 m/min	± 10 mm	Roler conveyor is frequently used, APC is needed to machine tool. Shortages are large occupation area and maintenance
shuttle car	parts or pallet	below 5 ton	about 100m/min	± 0.5 mm	Efficient to fast transport of small or middle sized pars
cart	parts or pallet	below 1 ton	about 40m/min	± 10 mm	Most flexible. Used for large FMS
stacker crane	parts	below 5 ton	-	-	Shuttle car with vertical movement function. Especially Robot is needed
robot	parts	below 300kg	about 30m/min	± 0.05 - 1 mm	Efficient to small sized parts and small occupation area. advantage of FMC

2. 반송시스템 운용에 관한 하드웨어 개발

반송시스템을 한방향 라인형태로 하여 Fig. 2와 같은 형식으로 반송시스템을 구성한다. 이 구성은 미싱공정의 조립라인의 반송시스템이다. 센서는 광센서를 사용하였으며 생산될 제품이 각각의 공정에서 공정완료되면 각각의 공정마다에서 감지하여 컴퓨터로 신호를 보내고 컴퓨터는 이 신호를 입력받아 데이터화 하여 데이터 베이스화일에 저장한다. 이렇게 저장된 자료들은 재고관리 및 기타 업무관리에 기본자료로 이용되며 수작업으로 검

사하는 번거로움을 회피하였다. 또한 시스템의 구성상 퍼스널컴퓨터와 센서들간의 통신방법은 생산라인과 사무실의 거리문제 또는 신호분배를 위하여 분배기(distributor)를 제작하였으며 동시에 다발적으로 발생하는 신호들의 충돌문제는 센서가 부착된 패널의 EPROM에 프로그램화하여 하드웨어를 제작하여 추가시킴으로써 해결하였다. 이 제작된 분배기는 간단한 RS 232 C가 아닌 RS 485 방법으로 접속시켰다. 그 이유는 RS232C를 사용하면 동시에 다발적으로 발생하는 신호제어가 어렵고 통신 선로의 거리가 짧기 때문에 RS485 방법을 이용하였다.

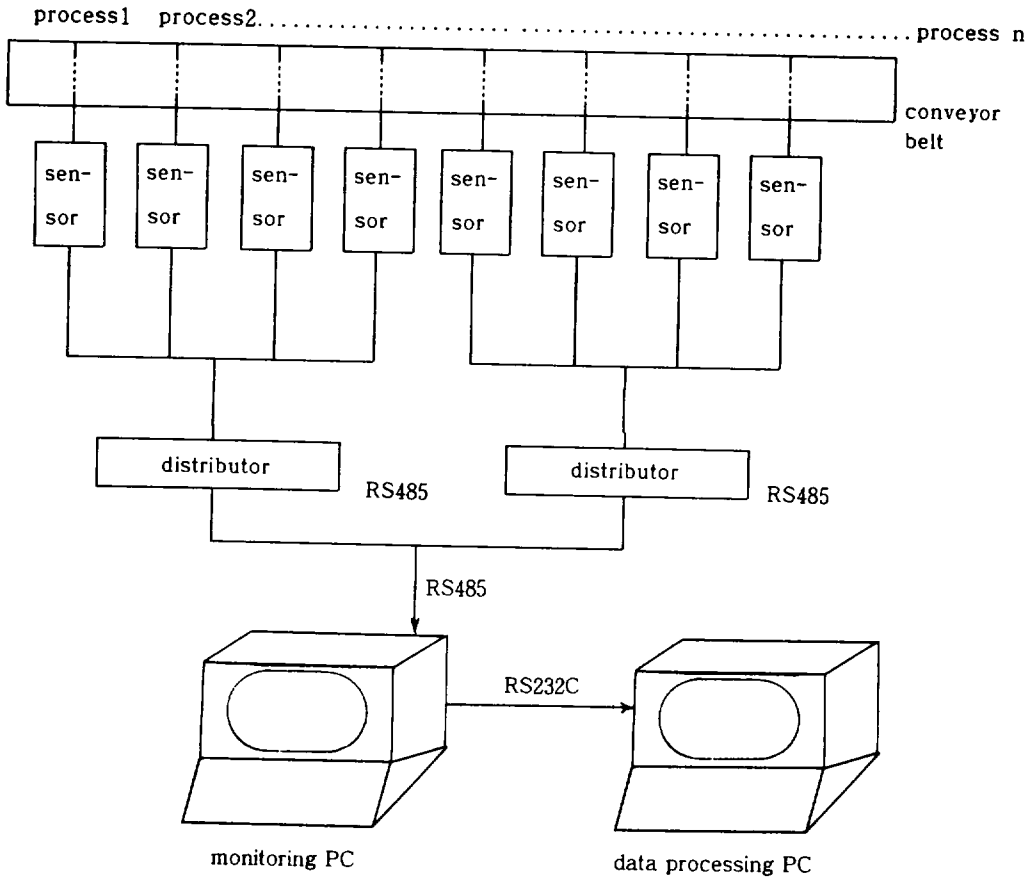


Fig. 2. Construction of production line.

3. 반송시스템 운용에 관한 소프트웨어 개발

감시퍼스널컴퓨터에서의 감시와 통신 서비스의 프로그램의 순서도를 Fig. 3에 나타내며 주프로그램은 부록에 수록된다.

여기서 신호 코드에 따라 서비스내용은 다음과 같다. 일자, 시간, 생산라인번호, 공정번호 등의 신호를 데이터베이스화 하여 생산량을 증가시키며, 이미 입력된 신호를 취소할때 데이터베이스화 일에 저장된 자료를 삭제시켜서 작업을 효율화시며 자재부족시 생산라인의 자재부족 신호를 해당

라인, 공정에 대한 정보를 모니터에 감시시켜 자재부족에 대한 처리를 하며 생산라인에서 발생한 기계고장의 위치를 식별하여 응급조치가 가능하도록 알람기능을 부여하여 작업의 효율화를 기하며 예외적인 사태의 경보를 울려서 긴급 대처 할 수 있도록 하는 내용의 소프트웨어를 개발하였다.

그리고 모니터상의 내용은 그래픽으로 표현하여 시각효과를 가지게 하였다. 또한 감시퍼스널컴퓨터에서 생성하여 통신으로 전달한 데이터베이스 자료들을 클리퍼프로그램을 통하여 일반적으로 수행할 수 있는 재고관리, 인사관리, 급여관리, 통계처리, 능률분석 등의 자료처리를 수행할 수 있게 하는 자료관리의 소프트웨어를 데이터처리 퍼스널컴퓨터에서 처리하게끔 개발하였다.

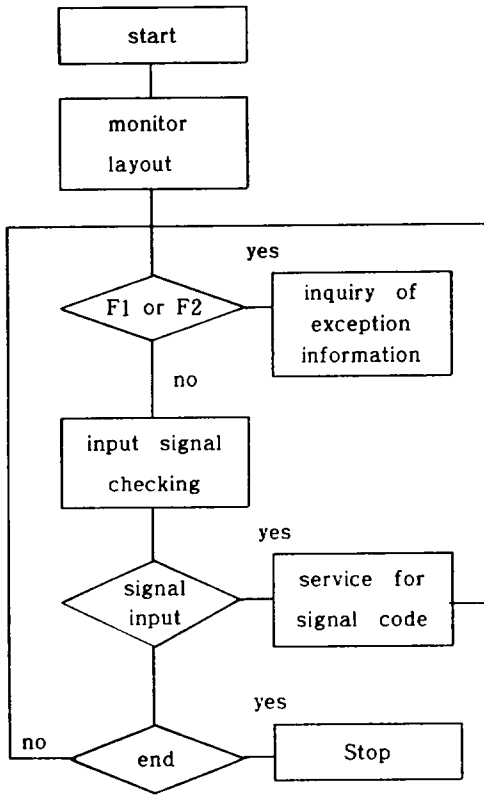


Fig. 3. Communication service program flowchart.

결과 및 고찰

본 연구에서는 공장자동화의 한 기능인 반송기능을 자동화하기 위하여 반송시스템의 공정라인에 센서와 중계기의 역할을 담당하는 하드웨어를 개발하고 이에 따른 소프트웨어를 개발하였다. 개발된 하드웨어와 소프트웨어는 부산의 B 미싱공장에 직접 연결하여 적용하여 보았으며 이에 대한

검증을 하였다. 또한 개발된 시스템은 어떠한 반송 라인에서도 사용할 수 있게끔 범용적인 소프트웨어로 개발되었고 하드웨어 제작에 따른 비용도 최소화 시켰다. 본 연구의 결과로서 지금까지 수작업으로 일일이 재고관리 및 생산능력을 평가하던 것을 컴퓨터에 의한 실시간 처리로 화면에서 즉시 처리할 수 있어 재고관리 및 자재부족에 신속하게 대처할 수가 있었다. 또한 공정순서에서 고장이나 긴급상황에서 일일이 사람의 작업에 의해 이루어지던 문제를 감시 컴퓨터에서 즉시로 발견할 수 있게끔 하여 긴급조치가 가능하였으며 인원의 감축 또한 가능하였다. 앞으로의 연구는 현재의 작업 인력을 로봇으로 대체하여 반송라인의 전 자동화를 이루어 나가는 문제이다.

적 요

반송시스템의 간이자동화를 위한 하드웨어와 소프트웨어의 개발로 미싱공장의 제품생산성을 효율적으로 관리할 수 있었으며 성력화에도 기여하였다. 그리고 공정라인에서 발생하는 실시간 데이터를 즉각 자료화하여 처리를 하므로 관리자 또는 사용자가 원하는 시점에 모든 정보를 제공할 수 있게 되어 해당공장이 생산능력을 평가하고 조절할 수 있었다. 또한 재고관리 및 자재 부족에 신속히 대처가 가능하도록 하였다. 따라서 앞으로의 개발은 FMS가 지향하는 무인 자동화에 맞추어 센서와 로봇과의 결합이 있게 되면 이 반송시스템의 무인화가 가능해 질 것이다. 그리고 개발된 소프트웨어는 C언어로 퍼스널 컴퓨터 상에서 처리하였으므로 일반회사에서 손쉽게 적용시킬 수 있다.

참 고 문 헌

人見勝人, 1972. 生産の意思決定, 中央經濟社.
 人見勝人, 中村衛人, 吉田照彦, 1976. グループテクノロジーによる 多段階 機械加工 시스템の最適スケジュールと最適切削速度の決定に 關する

研究, 精密 機械, 42(6), 418-423.
 King, J.P and V.Nakornchai, 1982. Machine Component Group formation in Group Technology, Review and Extension, *Int*

Journal of Production research, 20(2), 117-133.
 金壯亨, 金鍾億, 1989. FMS의 구성 설계를 위한 컴퓨터 시뮬레이션에 관한 연구, *韓國精密工學會誌*, 6(3), 72-84
 金壯亨, 金鍾億, 1990. 공장자동화의 최적구성 설계에 관한 연구, *韓國情報科學會*, 17(2), 123-134.
 李奉珍, 金壯亨, 1986. 반송 시스템을 고려한 FMC의 구성 설계에 관한 연구, *韓國精密工學會誌*, 3(2), 67-73.

大場史憲, 加藤 清, 津村俊弘, 安田一彦, 1986. Flexible 生産 system の 構造設計, *日本機械學會 論文集 C編*, 50(445), 1306-1312.
 Rajan, S. and R.H.Richard, 1984. Modelling Flexible Manufacturing systems Using Mean-value analysis, *Journal of manufacturing system*, 27-38.

부 록

```
void main()
{
char in-char, *c, *rec-ptr, sum, x, y, *d;
int i, j, fp, operation-no, station-no, idx,
tmp, col;
unsigned int sz;

clrscr();
pr-cnt = calloc(1050, sizeof(int));
sw-tbl = calloc(1050, sizeof(int));
id-no = calloc(1050, sizeof(int));
buf = calloc(7, sizeof(char));
send-buf = calloc(13, sizeof(char));
rec = calloc(11, sizeof(char));
app-rec = calloc(REC-LEN+1, sizeof(char));
DATE = calloc(14, sizeof(char));
TIME = calloc(9, sizeof(char));
c = calloc(6, sizeof(char));
d = calloc(6, sizeof(char));
Rate = calloc(5, sizeof(char));
part = calloc(5, sizeof(char)); strcpy(part,
"라인");
grpos = farmalloc(63000L);
err-pos = farcalloc(100, sizeof(int));
rack-pos = farcalloc(100, sizeof(int));
for(sz=0; sz<63000L; sz++) grpos[sz]=
0x00;

read-font();
```

```
read-font();
init-buffer();

init-port();

rec[0] = 'R';
rec[10] = CR;
for(i=0; i<1050; i++) {
goal[i][0] = '0'
goal[i][1] = '0';
}

fp = open("EMP-TOT.DBF", O-BINARY : O-
RDONLY);
lseek(fp, 135L, SEEK-SET);
read(fp, c, 2);
c[2] = '\0'
end-time = atoi(c);
close(fp);

fp = open("STN.DBF", O-BINARY : O-
RDONLY);
lseek(fp, 322L, SEEK-SET);
while(!eof(fp)) {
read(fp, c, w);
station-no = atoi(c);
read(fp, c, 2);
operation-no = atoi(c);
idx = station-no * INTERVAL + operation-
no;
```

```

lseek (fp, 19L, SEEK-CUR) ;
read (fp, c, 5) ;
i = atoi (c) ;
goal[idx][0] = i/256;
goal[idx][1] = i%256;
lseek (fp, 9L, SEEK-CUR) ;
}
close (fp) ;

app-rec[0] = 0x20;
app-rec[23] = 0x1A;
getdate (&Dnow) ;
itoa (Dnow.da-year, c, 10) ;
recptr = &app-rec[9];
strncpy (rec-ptr, c, 4) ;
strncpy (DATE, c, 4) ;
strcat (DATE, ".") ;
rec-ptr = &app-rec[13];
itoa (Dnow.da-mon, c, 10) ;
of (str:em (c) == 1) {
    app-rec[13] = '0';
    app-rec[14] = *c;
    strcat (DATE, " ");
}
else strncpy (rec-ptr, c, 2) ;
strcat (DATE, c) ;
strcat (DATE, ".") ;
rec-ptr = &app-rec[15];
itoa (Dnow.da-day, c, 10) ;
if (strlen (c) == 1) {
    app-rec[15] = '0'
    app-rec[16] = *c;
    strcat (DATE, " ");
}
else strncpy (rec-ptr, c, 2) ;
strcat (DATE, c) ;
strcat (DATE, ".") ;

initgraph (&GraphDriver, &GraphMode, "");
grmenu () ;
display-cable = 0;

setcolor (YELLOW) ;
houttextxy (23, 29, "00") ;
frequency () ;

while (1) {
    if (kbhit ()) {
        if ((x = getch ()) == NIL) {
            y = getch () ;
            switch (y) {
                case F1 : setcolor (LBLUE) ;
                    houttextxy (25, 26, "
                    setfillstyle (SOLID-FILL,
                    CYAN) ;
                    bar (150, 100, 490, 380) ;
                    setcolor (WHITE) ;
                    rectangle (152, 102, 488,
                    378) ;
                    rectangle (154, 104, 486,
                    376) ;
                    setcolor (YELLOW) ;
                    houttextxy (25, 7, "고장신
                    호가 입력된 라인-스테이
                    션") ;
                    setcolor (WHITE) ;
                    houttextxy (24, 9, "라인
                    스테이션 라인 스테이
                    션") ;
                    setcolor (BLACK) ;
                    j = 9;
                    col = 25;
                    for (i = 0; i < err-index; i +=
                    2) {
                        j++;
                        if (j == 22) {
                            col = 44;
                            j = 10;
                        }
                        if (strlen (itoa (err-pos
                        (i), c, 10)) == 1) {
                            strcpy (d, "0") ;
                            strcat (d, c) ;

```



```

    }
    else strcpy(d, c);
    houttextxy(col, j, d);
    if (strlen(itoa(err-pos
[i+1], c, 10)) == 1) {
        strcpy(d, "0");
        strcat(d, c);
    }
    else strcpy(d, c);
    houttextxy(col+8, j,
d);
}
setcolor(YELLOW);
houttextxy(26, 22, "가능
한한 속히 아무키나 누르
세요");
getch();
grmenu();
if (strlen(itoa(display-
cable, c, 10)) == 1) {
    strcpy(d, "0");
    strcat(d, c);
}
else strcpy(d, c);
setcolor(YELLOW);
houttextxy(23, 29, d);
frequency();
err-index=0;
break;
case F2 : setcolor(LBLUE);
houttextxy(20, 26, "
setfillstyle(SOLID-FILL,
CYAN);
bar(150, 100, 490, 380);
setcolor(WHITE);
rectangle(152, 102, 488,
378);
rectangle(154, 104, 486,
376);
setcolor(YELLOW);
houttextxy(25, 7, "자재부
족이 발생한 라인-스테이
션");
setcolor(WHITE);
houttextxy(24, 9, "라인
스테이션 라인 스테이
션");
setcolor(BLACK);
j=9
col=25;
for(i=0;i<rack-index:i+
=2) {
    j++;
    if(j==22) {
        col=44;
        j=10;
    }
    if(strlen(itoa(rack-
pos[i], c, 10)) == 1) {
        strcpy(d, "0");
        strcat(d, c);
    }
    else strcpy(d, c);
    houttextxy(col, j, d);
    if(strlen(itoa(rack-
pos[i+1], c, 10)) == 1) {
        strcpy(d, "0");
        strcat(d, c);
    }
    else strcpy(d, c);
    houttextxy(col+8, j,
d);
}
setcolor(YELLOW);
houttextxy(26, 22, "가능
한한 속히 아무키나 누르
세요");
getch();
grmenu();
if (strlen(itoa(display-
cable, c, 10)) == 1) {
    strcpy(d, "0");

```

```

        strcat(d, c);
    }
    else strcpy(d, c);
    setcolor(YELLOW);
    houttextxy(23, 29, d);
    frequency();
    rack-index=0;
    break;
case SF10: dbf=open
    ("REALTIME.
    DBF", O-BINARY :
    O-RDWR);
    lseek(dbf, OL, SEEK
    -SET);
    read(dbf, c, sizeof
    (char));
    do { } while(!
    (inportb(LSR1)&
    Ox20));
    outportb(DATA1,
    Ox03);
    ltoa(filelength(dbf),
    d, 10);
    c[0]=strlen(d);
    do { } while(!
    (inportb(LSR1)&
    Ox20));
    outportb(DATA1, c
    [0]);
    for(i=0;i<strlen(d);i
    ++){
        do { } while(!
        (inportb(LSR1)&
        Ox20));
        outportb
        (DATA1, d[i]);
    }
    d[1]=Ox00;
    while(! eof(dbf)) {
        read(dbf, c,
        sizeof(char));
        do { } while(!
        (inportb(LSR1)&
        Ox20));
        outportb
        (DATA1, c[0]);
        close(dbf);
        break;
    default: printf("\ 7");
    }
    else {
        if(isdigit(x) :: x==ESC) {
            closegraph();
            initgraph(&GraphDriver, &
            GraphMode, "");
            gremnu();
            get-line-no(x);
            frequency();
        }
        else printf("\ 7");
    }
    if (ibuffer[irear-1]== 'T') (beg=-1;
    rsout('*');)
    if (ibuffer[irear-1]==CR && beg) {
        while(1) { if(ibuffer[ifront]== 'T')
        break; else ifront++;)
        beg=0; i=0;
        while(1) {
            if(rsready()) {
                buf[i]=rsin();
                send-buf[i]=buf[i];
                i++;
            }
            else break;
        }
        irear++; ifront++;
        sum=0;
        for(i=1;i<=5;i++) {sum+=buf[i]; buf
        [i-1]=buf[i];}

```

```
if(sum) { error(4): rsout(':'): rsout
(0):)
else {
  buf(5)='\0';
  send-buf(5)='\0';
  sound(100):
  delay(150):
  nosound():
  Cable = buf(0)
  SW-no=Cable*INTERVAL+buf(1):
  search-pos=sw-tbl[SW-no]:
  rsout('&'):rsout(buf(1)):
  manipulation():
}
}
/* else error(2):*/
) /* end of while */
}
```