

POP(Point of Product)에 의한 실시간 생산정보시스템 구현 연구

- A Study Development of Production Information System for
Real-time of POP -

박주식*

Park Joo Sic

박진홍*

Park Jin Hong

강경식**

Kang Kyung Sic

Abstract

This study intend to make easy modification, even if there is a new job or structure change, by modularizing program and computerize and automation of production control management used in CIM. Under the condition where manager control production on the job-site, for increasing connection with other operation and management on the computer by monitoring center computer, Recognizing information by computer is needed, it is possible by converting transaction.

So production increase and quality improvement are possible by diminishing manager's and producer's work with the result of the study combining POP and CIM, after that, in e-business and m-business period that every enterprise must pass, customer satisfaction and sales promotion are possible with employee's computerizing minds. These study result also can knowledge process condition with theoretical class and have a power in finding a solution with foundation of theoretical knowledge.

본 연구는 2002년 정보화지원사업과제임

* 명지대학교 산업공학과 박사수료

** 명지대학교 산업공학과 교수

1. 서론

최근 기업경영과 생산관리운영의 프로세스는 정보화 기술의 발달로 과거의 관리방식에서 할 수 없었던 급속한 정보화 변화로 전환되고 있다. 그러나 원천적으로 정보분석에 있어서 중요한 정보입력 부분은 아직 사람에 의한 수동체계로 입력하는 것이 대부분이다. 그래서, 즉시에 필요한 정보가 미루어 입력되거나, 잘못 입력으로 인해 예기치 않은 사태가 발생하기도 한다.

그래서 대부분의 기업들이 ERP 등의 컨설팅과 프로세스를 구축하여도 시스템-마인드가 없고, 정보입력의 객관성결여 문제점으로 많은 비용과 시간을 투자하고도 실패한 경우가 많이 발생되고 있다. 과거의 ERP등의 경영기법이나 관리기술만 가지고는 경영 및 생산혁신에 문제가 발생하는 사례가 많이 나왔다. 기존에 현장정보의 Off-line관리를 On-Line으로 구축하여 CIM시스템 기술을 접목하기 위한 연구이다[4][5].

본 연구는 비철금속제품의 동을 생산하는 중소기업을 대상으로 2002년도 중소기업청 정보화지원사업을 실시한 결과로서, 제조설비의 센서 신호처리장치와 컴퓨터 정보를 연결하는 RPIS(Real-time Production Information System)를 구현하였다. 이것은 차세대 컴퓨팅 기술로 대두되기 시작한 앞으로의 초소형, 실시간 및 표준형 임베디드 시스템(Embedded System)을 운영하기 위한 도입단계라 할 수 있다.

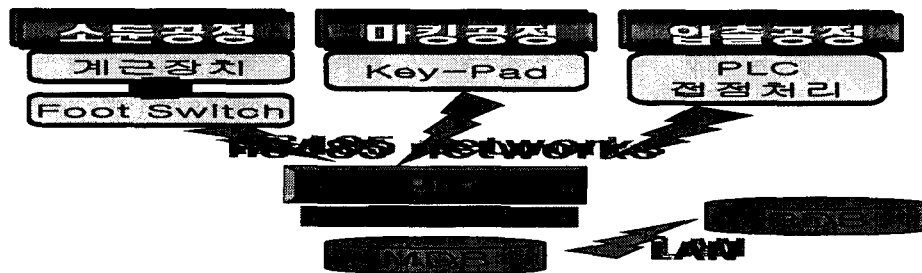
구현 시스템은 최근에 마이크로프로세서의 발달로 하나의 IC(Integrated Circuit)부품에 중앙처리장치, 메모리, 제어장치 등이 하나로 되어있어 비용과 유지관리에 상당히 편리한 PIC시리즈 부품을 채택하였다. LCD출력, 통신, 입,출력 제어 프로그램은 베이직 툴로 작성하였다. 컴퓨터 데이터관리는 마이크로소프트사의 액세스에 의한 MDB파일로 작성하였고, 프로그램은 Visual Basic V6.0이고 운영체제는 MS-Windows98 SE 버전으로 구현하였다. 모두 시중에서 쉽게 구입이 가능하고, 저렴한 비용으로 선택하였으나, RPIS를 구현하는데 있어 문제점은 없었다.

2. 연구내용 및 방법

데이터베이스를 이용하여 설비의 가동현황을 알 수 있는데 이 가동현황을 파악하는 방법은 생산수량과 1개당 가동시간을 산출하면 가능하다고 본다. 그리고 생산데이터베이스에서 로트별, 생산일자별 등의 정보를 분석하면 사출성형설비의 고장요인이나 불량요인을 찾아낼 수 있고 설비고장으로 인한 안전사고도 미연에 대처할 수 있다. 이러한 정보관리를 전산화 및 자동화를 유도하기 위해서는 먼저 전 사원이 다음과 같은 전산화에 대한 정보화 마인드가 있어야 하겠다[1][2].

첫째, 전산화는 정보화라고 할 때의 정보의 본질은 기록이다. 컴퓨터는 잘못된 정보

를 넣으면 틀린 결과를 내보낸다. 특히, 올바른 데이터를 생성하기 위해 직원들의 참여가 어떤 식으로든지 필요하다. 둘째, 정보의 목적은 목표에 대한 의사결정을 최대한 지원할 수 있어야 한다. 셋째, 업무효과를 극대화 할 수 있도록 항상 검사와 유지보수를 지속적으로 관리하여야 하겠다.



<그림 1> POP 시스템 구성도

구현된 제조업체는 <그림 1>에서와 같이 동 파이프를 생산하는 업체로서 많은 생산장비와 설비들로 구성되어 있어 정보수집 방법과 종류가 다양하다. 그래서 DAS(Data Acquisition System)을 통한 POP(Product of Point)를 구현하는 것이다. 모니터링 할 데이터들을 주기적, 수시적으로 수집하여 중앙의 ERP 서버에 LAN을 통해 관리용 컴퓨터에 전송하도록 하였다.

2.1. 생산제품내용

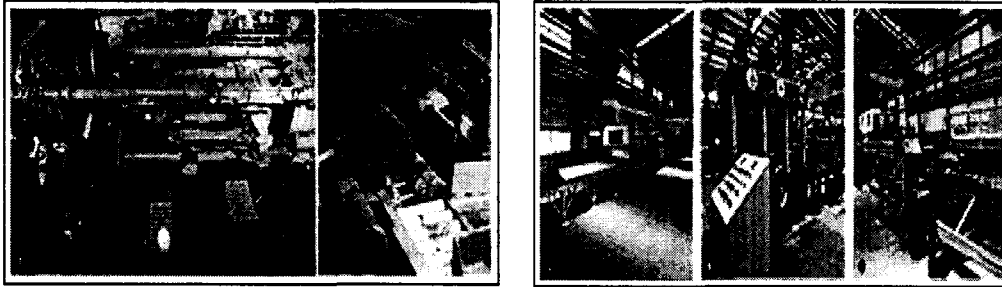
동 파이프는 급수, 급탕, 주택난방 및 가스, 상수도관등 각종 배관용 자재와 에어컨, 냉장고, 냉동기, 보일러 등 공업용으로 널리 사용되고 있고, 동 합금관은 건축장식용에 이용되는 황동관과 선박, 화학 PLANTS, 원자력 및 화력 발전소, 담수화 설비 등에 필수적인 복수기용관(Condenser Tube)등 열기기에 사용되는 중요한 고품질의 자재 중에 하나이다. 기타 용도로는 <표 1>에서와 같이 많은 용도로 사용되고 있다.[6]

<표 1> 생산 동 제품의 특징 및 용도

종류	특징	용도
단동 룯드 및 선	색상, 광택이 아름답고, 전연성, 내식성이 우수	장식품, 장신구, 화스너(FASTNER), 금망 등
황동봉, 룯드 및 선	전연성, 냉간 단조성, 전조성이 우수.	리벳트, 소형볼트(피스), 핀, 뉴시바늘, 스프링, 금망, 기계부품, 전기부품 등
양백선 및 봉	광택이 아름답고 내피로성, 내식성이 우수.	소형나사, 볼트, 너트, 전기기기부품, EDM선(방전기공용 전극선), 계전기, 계측기기, 의료기기, 장식품, 안경부품 등

2.2. 공정내용

생산정보화를 구축하기 위한 생산공정을 보면 용해로에서 원자재를 녹여서 <그림 2>의 오른편에서와 같이 빨간 빌레트형으로 가공한다. 그리고 왼편의 압출기에서 18,000톤의 유압으로 압력을 가하면 선재와 파이프 형태의 제품을 생산하는 과정이다. <그림 3>의 오른편은 각 공정에서 생산된 파이프를 각 규격별로 절단하고, 가운데 공정에서는 선재와 직관, 코일형으로 가공하여 마킹공정을 통해 양품과 불량품을 가려낸다. 마지막으로 왼편의 공정은 소둔공정으로 포



장공정으로 이어진다.

<그림 2> 압출공정

<그림 3> 소둔, 직관 및 마킹공정

포장공정에서는 제품 양끝에 튜브로 막아 비닐포장을 씌우고 포장기를 통해 상자에 담아 팔레트에 적치한다. 생산공정 중에서 <그림 2>의 설비가 가장 중요한 설비이기도 하지만 중요한 공정이기도 하다. 이러한 POP 시스템은 설비 가동현황을 통한 생산성, 가동율, 설비이력정보를 동시에 얻을 수 있다. 각 공정에서 얻어진 정보를 이용하여 관리하기 위한 시스템을 구성하였다. 정보수집을 위해 모듈과 컴퓨터사이는 유선상의 직렬신호처리로 하였는데, 이것은 현장의 고압전류를 사용하는 공정이 많아 정보 전송시에 발생하는 예러 발생을 줄이기 위하여 설계하였다.

2.3. 실시간 정보관리 시스템

실시간 시스템은 기존의 컴퓨터 시스템과 달리 시스템 동작의 정확성이 논리적 정확성뿐만 아니라 시간적 정확성에도 좌우되는 시스템을 말한다. 이러한 실시간 시스템의 전형적인 예로서 제어시스템을 들 수 있다. 제어시스템은 감지장치(sensor)로부터 입력을 받아들여 이를 정해진 시간에 처리하여 작동장치(actuator)로 출력하여 극히 작은 시간적 오차를 허용한다. 실시간 시스템의 응용 분야로는 발전소, 공장, 병원, 항공기, 우주선 등의 분야로 대단히 넓다. 실시간 시스템에 존재하는 시간 제약 조건은 종료(deadline)시한으로 주어진다[3].

실시간 시스템의 제약 조건은 시간적인 제약 조건외에도 자원, 우선순위 또는 선행관계, 태스

크간의 통신 및 동기화 제약조건이 있을 수 있다. 실시간 시스템을 구성하기 위해서 필요한 하드웨어와 소프트웨어는 다음과 특성을 갖는다. 우선 하드웨어는 고신뢰성을 제공하기 위해 결합 허용성을 지원해야 하고 확장성과 유연성, Code의 정형화, 그리고 기존의 일반 부품을 사용하여야 한다. 생산현황이 일어나는 현장에서 관리자가 생산량을 감시하는 체제에서 중앙의 컴퓨터를 통해 모니터링 하여 다른 업무의 연계성을 증가시키고, 정보를 실시간적으로 파악할 수 있도록 DB설계를 한다. 그러기 위해서 다음과 같은 연구를 병행하였다.

- 자동화 장비 제작업체와 설계 의뢰
- 유.공압 제어업체와의 생산설비 관리 및 보전연구
- PLC, 시퀀스제어 연구
- 기존 자동화 장비의 Upgrade 연구
- 센서의 특성파악
- 마이컴제어의 프로그램 및 데이터관리 연구
- 생산제품과 로트관리를 위한 데이터베이스 설계

3. 시스템 구현내용

최근의 프로세스 제어 시스템의 동향은 디지털화와 분산화라고 할 수 있다. 과거에는 거의 모든 고도의 기능들이 프로세스 제어 컴퓨터에 집중되었으나, 최근에는 각종 센서 및 단말기들이 디지털화되면서 많은 기능들이 분산화하고 있다. 현재 센서는 네트워킹 기능의 보유와 함께 인텔리전트화 하고 있으며, 이와 같은 방식의 주된 장점은 높은 신뢰성이다. 즉, 과거에 많은 기능들이 제어용 컴퓨터에 집중된 경우에는 제어용 컴퓨터의 고장은 전체 시스템의 고장으로 연결되었던 상황과 비교하여, 분산화된 시스템의 경우에는 단위 기기의 고장이 전체 시스템의 고장으로 발전되지 않으며, 또한 인텔리전트 기기들이 수시로 자신의 상태에 관한 정보를 네트워크를 통해서 전송이 가능하므로 고장 상태를 비교적 신속히 파악할 수 있다.

이와 같은 분산제어 방식의 점진적인 확대가 공정산업에서 실시간 최적화를 통한 생산 이윤의 극대화를 이룰 수가 있고, 실시간 공정의 최적화 시스템을 통한 공정이윤의 극대화를 위한 방안이 논의 되고있다. 본 연구에서도 시중에서 쉽게 구입함으로써 유지보수의 절감효과를 올릴 수 있는 부품, 모듈과 일반컴퓨터만으로 생산정보화 시스템을 구축할 수 있는 방안을 제시하는데 그 목적이며, 임베디드 시스템을 통한 경영정보시스템과의 적용이라 할 수 있다.

3.1. 생산정보관리 내용

컴퓨터상의 관리를 하기 위해서는 현장의 정보를 컴퓨터에 인식하는 작업을 하여야 하는데 이는 센서를 통하여 한다. 다음 <표 2>는 각 공정별 관리대상에 따른 내용이다

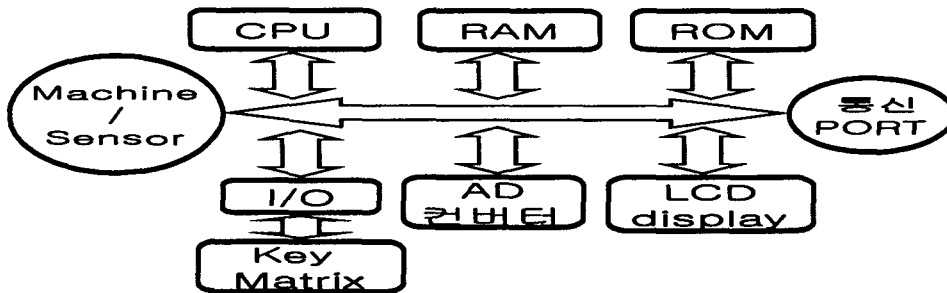
<표 2> 공정별 관리대상

압출	유압유관리	교체시기에 따른 보전	
	상태관리	가동	생산수량 누적
		비가동	작업중단
공회전	지그교체, 수리		
마킹	Pipe 절단	검사후 수량관리	
소둔	열처리	검사후 포장	
	계근관리	수량관리	

<표 2>에서 보듯이 관리대상에서 유압유 관리, 계근 및 열처리는 온도와 중량변화에 따른 연속적인 정보를 얻어야 하므로 AD(Analog-Digital) 컨버팅 작업을 하여야 한다. 또한, TTL(Transistor-Transistor Logic) 신호처리에서는 카운터센서와 PLC의 High, Low 신호를 가지고 수량 및 설비상태를 알 수 있다.

3.2. Hardware 시스템 내용

<그림 4>는 생산 및 설비상태의 정보를 생성하거나 전달하기 위한 하드웨어이다. PIC I/O 단자에 입력할 수 있는 key-pad, 온도센서 및 카운터센서를 연결하여 설비상태정보를 통신포트를 통해 컴퓨터로 전송한다.



<그림 4> 정보처리 HARDWARE 구성도

3.2.1 생산수량 및 설비관리 내용

카운터 신호 및 PLC 신호는 0V와 5V를 High, Low 신호로 읽어들이며 High에서 Low 또는 Low에서 High로 바뀌는 상태를 한 개의 정보로 표현하여 수량관리를 하는 것이다. PLC의 정보를 읽어내는 것으로 생산과 가동은 가동중에 압출 실린더의 진행상태에 따른 정보이다. 실린더가 진행할 때 '1'의 정보에서 리턴하면 '2'의 정보로 바뀐다 이때 생산 수량이 카운트되는 것이다. 또한 '3', '4'의 정보는 생산, 가동의 신호로 바뀔 때까지의 시간을 기록하여 설비가동률 정보를 전송하게된다. 가동시간과 생산량이 표시되므로 히터, 구동부품(실린더, 리미트)등의 수명을 알 수 있어 예방보전을 할 수 있고, 더 나가서는 안전사고 예방에도 큰 도움이 된다.

3.2.2 유압유관리 및 온도관리 시스템

온도 센서에서 출력되는 신호는 작은 전류 또는 전압형태로서 이것을 높은 전압의 형태로 전환시키는 신호증폭기를 거치고, 이때 미세하게 잡음신호를 걸러내는 Filtering 작업을 한다. 신호 증폭기를 통해 나온 신호를 모니터링이나 관리자에게 정보를 표현하기 위해 A/D Converting을 하여야 한다. 이것은 처리 비트(bit)에 따라 아주 세분화 된 정보까지 표현할 수가 있다. 예를 들어, 온도 감지능력이 0℃에서 100℃까지 할 수 있는 시스템에서 필터링과 신호증폭을 통해서 DC 0V에서 10V 까지 증폭을 하고, 0V는 0℃가 되고 10V는 100℃로 되는 것이다. 이때 모니터링으로 이러한 정보를 표현할 때 실제 온도 값을 표현하기 위해 A/D Converting한다. <그림 5>와 같이 컨버터의 비트수가 많을수록, 또는 분해능이 높을수록 온도의 값을 정확하게 표현할 수 있다. 그래서, 12비트를 처리할 수 있는 converter는 최대 4096단계의 분해능력이 있고, 이것을 신호증폭기와 같이 실제온도를 표현하기 위해 다음과 같은 식으로 구하면 <표 3>과 같이 된다.

실제온도 = (AD컨버팅값 ÷ MAX bit값) × MAX 온도값(식1)

<그림 6>은 <표 3>의 과정을 실시간 온도정보를 얻기 위해 Visual Basic으로 구현한 화면이다. 비문가도 현재 설비의 상태를 파악할 수 있다[1].

<표 3> 신호증폭값, A/D 분해값 실제온도 관계

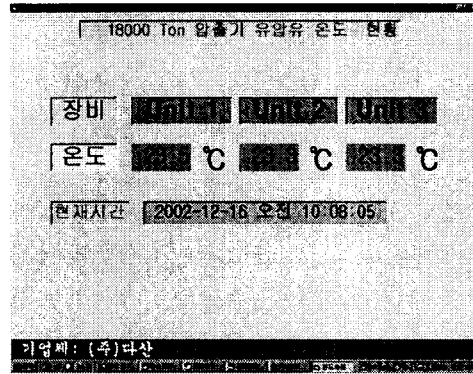
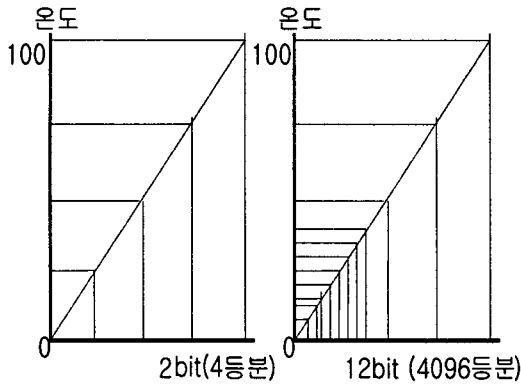
Table with 3 columns: 신호증폭기(V), AD converting 분해값, 실제온도(℃). Rows show values from 0 to 10V and 0 to 4096 bits, corresponding to temperatures from 0 to 100 degrees Celsius.

<그림 5> Bit수에 따른 온도 분해능력

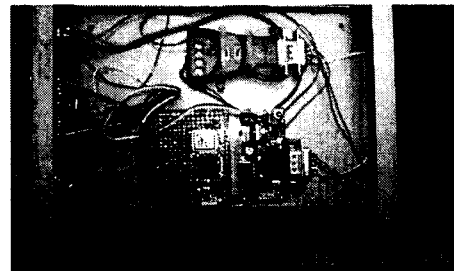
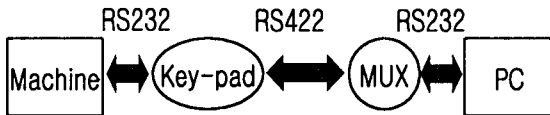
<그림 6> 유압유 온도측정 모니터링

이러한 계측 방법으로 계측 시스템은 코드 화일에 등록된 제품의 단위당 중량에서 계측대위에 제품이 적재되면 하중이 누적이 된다. 그리고 적재 상자당 제품수량이 일치하거나 오차범위가 1%안에 계측이 이루어지면, 작업자에게 적재완료 수량이 나타난다.

<그림 7>은 현장의 정보를 컴퓨터에 전송하는데 있어서 유선방법에 의한 것이다. 컴퓨터의 기본적인 포트는 RS232C 신호이다 이것은 전송거리가 15m 정도이므로 이것을 RS422 또는 485



신호로 변환하여 원거리전송을 한다. 통신 프로토콜은 9600bps속도와 N81(Parity bit: None, Data bit: 8, Stop bit:1)로 하였다. 전송정보가 끝나면 마지막에 “P”를 전송하여 정보완료를 알려준다. <그림 8>은 하드웨어 구성의 내부 그림이다.



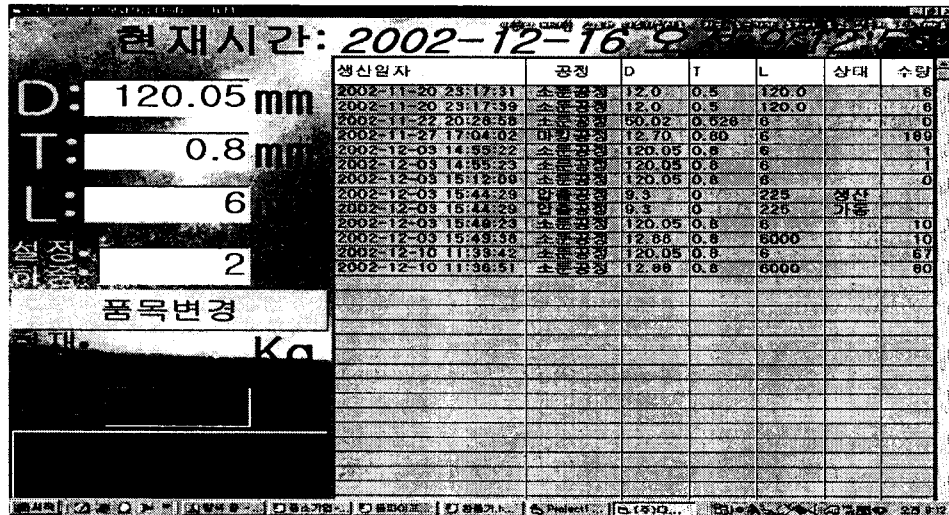
<그림 7> 통신구성도

<그림 8 > 하드웨어 내부 실제그림

<그림 8>의 상단에 있는 것이 RS232를 RS422신호 변환장치이고, 하단에 있는 것이 PIC 회로부분이다. <표 4>는 PIC를 구동하기 위한 프로그램과 컴퓨터 통신을 처리하는 PIC 프로그램이다. 이와 같이 필요한 모듈만 구해서 설치하면 모든 공정에 간단히 적용할 수 있다.

3.3. SOFTWARE 및 생산관리 시스템

될 수 있으면 현장에서 발생하는 정보를 작업자의 손을 거치지 않고서도 전달할 수 있는 하드웨어에서 효율적인 컴퓨터 데이터베이스의 설계를 구축한다. 즉, 현장의 정보를 실시간적으로 정확하고 빠르게 알기 위한다. 특히, 설비고장진단은 실제상태에 대한 정보를 근거로 고장보전이나 예방보전보다 논리적인 개념으로 보전비용감소, 기계가용도 증가, 생산성 향상, 기계수명연장, 전체이익 증가 등의 이익을 얻을 수 있다. <그림 9>는 비주얼베이직과 마이크로 액세스를 통한 데이터베이스를 통해 구현한 각 생산공정별 가동현황을 시간대별, 상태별로 MDB화일로 저장하여 ERP 데이터베이스인 RDB에 보내진다.



<그림 9> 실시간 각 공정별 정보현황 모니터링

<표 4> PIC 제어 및 통신제어프로그램

<pre>Dim old as byte, model as byte LCDINIT locate 0,0 print "D: T: " locate 0,1 print "L: P: " old=0 start: i=keydelay(padin(1),0,30,10) if keyin(7,30)=0 and keyin(6,30)=0 then model=1 elseif keyin(6,30)=0 then model=2</pre>	<pre>elseif keyin(5,30)=0 then model=3 elseif keyin(2,30)=0 then model=4 else model=0 end if if old<>model then serout 3,30,0,0,[dec(mode),dec(model),"P"] end if old=model goto start</pre>
---	--

<그림 9>에서 보듯이 압출 공정인 데이터베이스 레코드 각 시간의 차이를 두고 분석하면 각 공정간의 제품당 공정시간을 측정할 수 있어 공수계획과 현재 생산수량과약으로 납기계획을 정확히 세울 수 있다. 그리고 가동 시간을 이용한 설비 가동률을 구하면 설비 유지 보수에도 활용 할 수 있다. 품목변경 버튼으로 생산제품 품목을 설정하면 화면에 D·T·L(D:외경, T:두께, L: 길이)이 Flash Memory의 정보가 출력된다. 이것은 현장의 작업자가 직접적으로 데이터를 입력 하면 잘못 입력되는 것을 막기 위해 설계하였다.

<표 5>는 모니터링 프로그램으로서 비주얼베이직으로 구현한 객체프로그램으로서 각 공정에 서 들어오는 신호를 분류해서 공정별 생산정보 데이터베이스에 저장하고, MDB 화일에 특정필 드를 만들어 원격조회시스템에 조회여부를 처리한다.

〈표 5〉 각 공정의 정보처리 Visual BASIC프로그램

```

Private Sub ComeOne_OnComm(index As Integer)
  If Comeone(index).CommEvent <> comEvReceive Then Exit Sub
  Do
    DoEvents
    If Comeone(index).InBufferCount > 0 Then
      If index = 0 Then
        Text5.Text=Text5.Text+Comeone(index).Input
      End If
      If index = 1 Then
        Text7.Text=Text7.Text+Comeone(index).Input
      End If
      If index = 2 Then
        Text8.Text=Text8.Text+Comeone(index).Input
      End If
      If index = 3 Then
        Text9.Text=Text9.Text+Comeone(index).Input
      End If
    Else
      Exit Do
    End If
  Loop
  If Right(Text7.Text, 1) = "P" Then
    Call marking
  End If
  If Right(Text8.Text, 1) = "P" Then
    Call apchul
  End If
  If Right(Text9.Text, 1) = "P" Then
    Call sodun
  End If
End If
End Sub

```

이러한 운영 체제는 일반적인 컴퓨터 시스템을 이용한 단순히 제어를 위한 컴퓨터에 적용하기 위한 것이 아니라, 임베디드 시스템인 최근 많은 PC 제품들에 탑재된 마이크로 컴퓨터들이 네트워크와 같은 다양한 기능을 가지게 됨에 따라서 수요 증가라든지, 이로 인하여 제어용 시스템에의 적용도 더욱더 확대될 것으로 예측된다. 그리고 탁월한 컴퓨터 운영체제인 Window 시스템으로 구현할 때에 Man-Machine 시스템이 강화되어 생산성을 높일 수 있다.

4. 생산성향상 및 예상 기대효과

앞에서 제시한 RPIS는 단순하지만 중소 제조업체에서는 다음과 같은 기대효과를 올릴 수 있다. 첫째, 효율적인 설비관리이다. 이것은 실시간 가동현황 및 가동 이력관리를 통해 제품 생산량관리와 가동률 분석으로 가동률 극대화과 실시간 유회유온도 관리에 의한 비전문가인 일반 관리자의 설비 보수와 설비 고장으로 발생할 수 있는 안전관리를 세울 수 있다.

둘째, 작업자의 근무현황관리이다. 현장의 key-pad를 통해 생산품목코드와 수량을 전송하면

그때의 시간과 동시에 데이터베이스에 저장되므로 작업시간별 생산량을 동시에 분석할 수 있어 작업관리 및 업무배치에 효과적이다.

셋째, 기록서류의 단순화이다. 현장의 작업반장이 정기 및 수시로 기록하던 것을 즉시에 센서를 통한 정보전달로 데이터베이스에 기록되므로 작업자의 부재중이라도 관리 공백의 시간과 업무가 줄어든다.

그 외에 RPIS는 물류, 구매, 출하관리와 화학 플랜트, 조립생산업체 등 타 업종에도 적용이 가능하다. 이러한 RPIS를 통해 얻은 정보를 분석하여 시스템상태를 진단하고, 설비관리자에게 언제 어떻게 결합감지 및 생산관리분석기법등 생산성 향상을 위한 의사결정 추천방식을 통해 정보를 제공해 주는 시스템이라고 볼 수 있다.

그리고, 앞으로 연구되어야 할 과제를 보면 신호전달 중에 발생하는 잡음(Noise)이 포함된 정보를 시스템상태에 관한 순수한 정보만을 담고 있는 데이터로의 변환문제, 분석상 오차를 줄이기 위한 Converter의 데이터 분해능력 증가, 연속적으로 얻게 되는 수많은 데이터를 어떻게 평활화 하여 대표값으로 설정할 것인가에 관한 연구, 정확하고 신뢰성 있는 분석기법 제시가 필요하고 이를 한마디로 요약하면 On-line 측정시스템의 센서선정분야와 회로설계 및 진단시스템 개발분야, 그리고 전산시스템 및 네트워크 구축분야 등으로 볼 수 있다.

지능형 생산정보관리 기술은 에너지의 효율적 이용으로 에너지절약을 촉진할 뿐만 아니라, 설비유지관리비용의 절감과 최소인력으로 생산관리의 업무수행을 가능하게 한다. 본 연구도 정부기관이 자금지원에 의해 수행되어 가동하고 있다. 국내의 연구개발에 대한 투자가 보다 체계적이고 지속적으로 지원되어야 할 것이다. 실시간 공정 최적화는 공정산업에서 생산이윤의 향상에 적합한 방법으로 고려 될 수 있다.

5. 참 고 문 헌

- [1] 박주식, "실시간적인 CBMS(Condition Based Management System) 연구", 한국생산성학회, 2000년 하계학술대회
- [2] 송원섭, "생산효율화를 위한 설비보전관리 지원시스템에 관한 연구", 전북대학교 대학원, 박사학위논문, 1997.
- [3] 이성열 외, "산업설비 안전관리를 위한 지능형 원격감시 제어 통합시스템 연구", 한국지능정보시스템학회, 제6권 제1호, 2000. 6., pp51-64
- [4] Sang In Han, "Development of Internet Based Monitoring and Control System for Manufacturing Facilities", Journal of the Korean Institute of Plant Engineering, Vol.6, No.3, SEP 2001, pp73-83.
- [5] Smit. K., "Interactive Computer Systems for Maintenance Management", Maintenance Management International, 7, 1983, pp. 7-15.
- [6] <http://www.dasanpipe.co.kr/>

저 자 소 개

박 주 식 : 인천대학교 산업공학과와 동 대학원을 졸업하고, 명지대학교 대학원 산업공학과 박사과정이다. 관심분야 설비관리 및 보전, CIM, 자동화, Fuzzy응용, computer interface분야 등.

박 진 홍 : 명지대학교 산업공학과 박사과정, 현 (주)삼광하이텍 이사 이며, 오산대학 산업시스템경영과 겸임교수이다.

강 경 식 : 현 명지대학교 산업시스템 공학부 정교수,
명지대학교 산업안전시스템 소장 및 안전경영과학회 회장.
관심분야 생산운영시스템, 시스템 안전