

섬유산업에서의 컴퓨터 응용

1. 서 언

그동안 수년간에 걸쳐 섬유업계에 대형컴퓨터들이 사용되어와 자료처리면에 대단히 유익하게 이용되어 왔다. 이들 대형 컴퓨터에 의해 얻어지는 빠른 자료처리속도, 정확도 및 모순 없는 일관성으로 인해 이들 대형 컴퓨터들은 하나의 독립적인 경영도구로 여겨져 왔다. 그러나 오늘날에 와서는 컴퓨터 기술분야에 대단한 발전이 이루어져서 섬유 제조부문에서도 다른 산업분야에서와 마찬가지로 마이크로 컴퓨터가 사용되게 되었다. 이들 마이크로 컴퓨터는 크기가 작고 콤팩트하지만, 용량이 매우 큰 것으로서 그 동안 생산라인의 모니터와 관리, 에너지관리 및 경영관리, 기술자료분석 및 품질보전분야에서 응용되고 있다.

많은 경우에 공정제어(process control)와 공정모니터링(process monitoring)이란 용어가 자주 혼동되고 있으며, 호환적으로 사용되어지고 있다. 그러나 이들 두 용어는 서로 뜻이 다르며 별도로 사용되는 용어들이다.

2. 공정 모니터링(process monitoring)

공정 모니터링이란 용어는 제조공정 중에 발생하는 데이터들을 기록, 분석하고 제시하는 뜻으로 사용되는 용어이다. 생산공정에서 이와 같은 정보들은 매우 효과적이며 관리자에 의해 예외적인 자료는 즉각적으로 체크되어 진다. 이들 정보들은 작업자별, 기계별 또는 이들 둘을 조합한 형태로 분류될 수 있다. 그 동안 혼타면, 소면, 연조, 조방, 정방(OE정방 및 링정방), 권사 및 제직공정에 우수한 성능의 모니터링 시스템이 성공적으로 사용되어 왔으며, 제직공정에서의 사용이 가장 성공적이었다. 이들 시스템은 경영, 관리면에서

효과적인 결정을 내릴 수 있도록 값으로 평가할 수 없는 매우 귀중한 최신의 자료들을 제공해 준다. 모니터링 시스템에 의해 얻을 수 있는 장점으로는 생산성을 증가시키고 작업자와 설비에 대해 보다 정확한 평가와 효과적인 배치계획을 수립할 수 있으며 공정데이터를 보다 정밀하게 수집할 수 있다는 점이다. 공정 모니터링 시스템을 통해 특별히 개선된 한 예를 정방공정에서 들 수 있다. 오늘날 링정방기의 높은 생산성 및 정방기대당 방적추수의 증가와 작동 및 보수유지의 복잡성 등으로 인하여 작업자에 대한 요구사항이 매우 많아졌다. 따라서 작업자에게는 그들에게 할당된 정방기를 효과적으로 순회하며 작업하기가 점점 더 어려워지고 있다. 그러나 모니터링 시스템을 사용함으로써 순회작업을 크게 개선시킬 수 있게 되었다. 지시등(indicator light), 비디오 디스플레이(video display) 및 프린터(printer)를 사용함으로써 작업자들은 사절로 인해 작업자의 꾸준한 관심이 요구되는 일부 정방기에만 더욱 관심을 쏟을 수 있다. 작업자들이 문제가 발생하지 않거나 어쩌다 한번씩 발생하는 정방기를 순회함으로써 생기게 되는 시간과 경비의 낭비를 초래하지 않게 된다. 한 발표된 자료에 의하면 시간당 사절이음율을 60%에서 100%로 높일 수 있었음은 물론 작업자의 정방기 순회시간을 40~50% 줄일 수 있었다고 한다.

적절히 잘 설치된 모니터링 시스템의 또 다른 중요한 장점은 정방기의 보수유지이다. 많은 생산변수들이 조사되기 때문에 정방기의 고장을 예고해 주는 가동상태가 나빠지는 경향을 쉽게 파악할 수 있게 된다. 관리자는 이러한 경향을 모니터링 시스템을 사용하지 않고 인력에 의해 데이터를 모을 때보다 일찍 알아낼 수 있다. 그러므로해서 품질상에 중대한 문제가 발생되기 전에 정방기를 수리하거나 분해조사 할 수 있는 결정을 내릴 수 있다.

효율적인 모니터링 시스템의 경제성은 응용면에 따라 다르다. 첫번째 목표

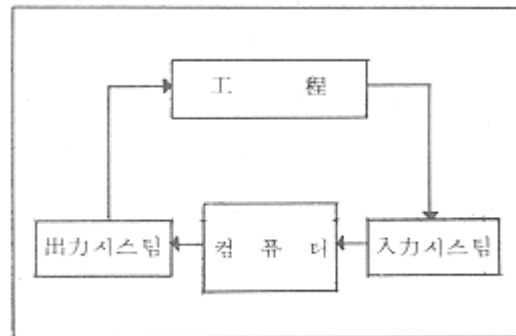
는 투자비용면에 따라 다르다. 첫번째 목표는 투자비 회수기간을 가능한한 짧게 만드는 것이다. 한 보고에 따르면 투자비 회수기간이 2~6개월의 짧은 기간으로 나타나 있다. 그리고 또 일부 시스템에 있어서는 손익분파점이 2년 정도나 길게 잡혀 보고된 것도 있기는 하지만 대부분 시스템들의 투자비 회수기간은 평균적으로 약 1년이다. 투자비 회수기간산정에 있어 고려해야 할 변수에는 설비투자에 대한 센서(sensor)에 드는 비용의 비율(스핀들, 델리버리 헤드 등의)과 인건비, 생산효율 및 원료절감 요소 등이 모두 포함된다.

3. 공정제어(process control)

공정제어는 첫째로 제조공정을 정확하게 유지하기 위한 실제적인 제조변수들의 조작과 관계가 있다. 공정제어장치는 필요한 모든 데이터를 모으고 제어에 필요한 계산을 하고 공급속도, 온도 또는 공정속도를 조절하기 위하여 공정 모니터링을 이용한다. 앞에서 언급한 바 있는 공정 모니터링과 비교해 볼 때 여기에서 사용되는 공정 모니터링의 다른 점은 여기에서는 단지 생산관리면에서 아주 중요한 변수들만이 측정된다는 점이다. 전체 공정의 모니터링 시스템에서는 보다 많은 변수들이 측정되고 분석되며 보고되어 진다. 전형적인 제어 루프(control loop)에서는 기계류에 부착되어 있는 센서에서부터 입력 시스템(input system)을 거쳐 들어온 자료가 마이크로 컴퓨터에 의해 판독되어 진다. 컴퓨터는 자료들을 분석하고 어떤 조치가 필요한 지를 결정해 준다. 공정상에 어떤 조치가 요구되면 컴퓨터는 출력 시스템을 통하여 기계에 부착되어 있는 제어장치에 조절명령을 보내는 데 이 제어장치는 차례대로 필요한 조절을 해준다.

전통적으로 섬유제조공정들, 그 중에서도 특히 건식공정은 실제적인 피드백(feedback) 제어시스템의 설치가 적합하지 않는 것으로 여겨져 왔다. 이전

에는 낮은 생산성과 변환기(transducer), 센서 및 제어장치의 고가와 개개 생산공정들의 단편적인 특성들로 말미암아 제어 시스템들이 비경제적인 것으로 평가되어 왔었다.



<그림 1> 섬유제조공정에서 사용되는 간단한 제어루프

그러나 최근의 생산기계류의 발전은 보다 높은 생산성의 증가를 가져왔으며, 특히 습식공정에서 현저한 생산성의 증가를 가져왔다. 또한 새롭고 저렴한 센서를 마이크로 컴퓨터와 결합시킴으로써 매우 경제성 있는 제어시스템을 설치할 수 있게 되었다. 앞에서 언급한 바와 같이 건식공정은 특히 공정 제어에 적합하지 않다. 그러나 이 분야에 마이크로 컴퓨터와 마이크로 컴퓨터 제어시스템을 설치함으로써 이러한 “성공적인 사례”들은 있다. 현대적인 소면기에는 레벨링 시스템(leveling system)이 부착되어 있는데, 이것은 생산되는 슬라이버의 변수변동 뿐만 아니라, 공급되는 랩의 공급속도까지 체크해 준다. 만약 슬라이버의 변수가 관리한계를 벗어나면 그 이유가 어디에 있는가에 따라 마이크로 컴퓨터는 도퍼속도나 랩의 공급속도를 조절할 수 있다. 많은 경우에 있어서 제어시스템은 랩의 공급속도를 조절함으로써 저질의 슬라이버 양산을 피할 수 있다. 제어시스템에 의한 조절은 섬유중량에 따라 그 섬유가 실제적으로 소면기를 떠나기 전에 처리되도록 이루어진다. 따라서 이

시스템은 나쁜 품질에 대한 처방으로 조절한다기 보다는 잠재적인 문제점에 대한 대비책으로 조절을 한다고 볼 수 있다.

다른 공정제어의 응용 예는 섬유의 개면 및 혼면공정이다. 공급되는 섬유의 중량은 웨이 팬(weigh pan)에 로드 셀(load cell)을 사용함으로써 정확하게 관리할 수 있다. 또한 개면(opening)과 정면(cleaning) 단계 사이의 섬유공급률은 웨이 팬에 로드 셀을 사용함으로써 정확하게 관리할 수 있다. 개면과 정면단계 사이에서의 섬유공급률은 높은 품질수준을 유지하기 위하여 정확하게 측정 및 제어될 수 있다. 만약 개면기의 생산량이 너무 많아지거나 또는 너무 적어질 때는 설비와 원료의 손상을 피하기 위하여 제어시스템은 기계를 정대시킬 수도 있다. 제직분야에서도 많은 성공사례가 있다. 새로운 직기의 빠른 생산속도로 인해 틀보기가 직기에 대한 많은 문제점을 그때 그때 적절히 찾아내어 수정한다는 것은 거의 불가능하게 되었다. 마이크로 컴퓨터 시스템을 이용하면 운전상의 많은 변수들을 계속적으로 체크 할 수 있으며 필요에 따라 조절할 수 있고, 심각한 문제가 발생할 때에는 직기를 멈추게 할 수도 있다. 실의 장력, 공기류체(air flow)의 속도, 석션 속도, 어큐물레이터(accumulator)의 속도 등이 적절한 직물제직을 위해 연속적으로 제어해야 할 중요요소의 일부이다.

4. 스프레드시트(spreadsheet)와 개성프로그램(canned program)

퍼스널컴퓨터에 전자식 스프레드시트와 다양한 개성프로그램을 사용함으로써 일상적인 데이터분석 분야에서는 대단히 많은 개선이 이루어져 왔다. 오늘날 관리자들은 매우 효율적이고 정확한 방법으로 생산데이터, 재고량, 인건비 및 기타 다른 중요한 정보들을 평가할 수 있게 되었다.

스프레드시트의 가장 중요한 장점은 “변수를 ○○으로 변화시키면 어떻

게 될까?”라는 질문을 할 수 있게 되었다는 점이다. 스프레드시트사의 값을 변경시킴으로써 얻을 수 있는 효과를 바로 바로 알아낼 수 있다. 손으로 일일이 변수의 값을 변경, 대입시켜 필요한 계산을 할 경우에는 시간이 많이 걸리게 된다.

널리 사용되고 있는 한 스프레드시트 프로그램은 데이터베이스(data base)의 관리 및 그래픽스(graphics)는 물론 일반적인 데이터 계산을 위한 기능도 포함하고 있다. 예를 들면 전체 매상고를 나타내는 스프레드시트는 각 분기별로의 합계를 나타내 줄 뿐만 아니라 1년간의 전체 합계를 나타내 준다 (표 1 참조). 이 데이터는 매우 유용하다. 그러나 스프레드시트 프로그램에 의해 같은 데이터를 사용하여 막대그래프로 나타내므로써 더욱 유용하게 표시할 수도 있다. 만약 세로로 나타내진 데이터들이 변하게 되면 이 막대그래프는 새로운 데이터를 나타내도록 쉽게 다시 그려진다.

<표 1> 전체 매상고 계산을 위한 스프레드시트

분 기	1983회계연도의 전체매상고	분 기	1984회계연도의 전체매상고
1/4 분기	\$200,000	1/4 분기	\$210,000
2/4 분기	\$153,000	2/4 분기	\$159,000
3/4 분기	\$275,000	3/4 분기	\$205,000
4/4 분기	\$345,000	4/4 분기	\$300,000
합계	\$973,000	합계	\$874,000

그러나 많은 사람들에게 모두 필수적으로 그러한 기능이나 스프레드시트의 융통성을 필요로 하지는 않는다. 그대신 특수한 문제에 따라 그 해결을 위해 특별히 만들어진 개성프로그램이 더욱 많이 사용된다. 미국 North

Carolina주립대학교(NCSU)의 섬유대학(school of textiles)에서는 방적 및 제직공정에서 많은 문제들을 해결할 수 있는 일련의 프로그램을 개발해 왔다. 이 시스템은 IBMPC에 적합하게 베이식(BASIC)으로 쓰여졌다.

이 시스템은 디스켓(diskette)을 넣고 컴퓨터의 스위치를 올리기만 하면 되는 터언키(turnkey)시스템이다. 여기에서 사용자는 이용할 수 있는 프로그램의 목적을 보고 선별적으로 사용할 수 있다. 링정방기의 생산량 계산내용이 디스플레이된 한 전형적인 프로그램 스크린은 사용자가 입력한 모든 자료가 계산결과와 함께 스크린상에 남아 있게 된다(표 2 참조). 사용자는 다양한 여러 조합의 효과를 알아보기 위하여 필요한대로 여러 번 프로그램의 변화들을 재입력시켜 알아 볼 수 있다. 이 기능으로 스프레드시트 프로그램의 “변수를 ○○으로 변화시키면 어떻게 될까?”라는 질문을 모의실험(simulate)할 수 있다.

<표 2> 링정방기 생산량 계산을 위한 프로그램 디스플레이

```

프런트 로울러의 rpm 에 의한 링精紡機 生産量
生産量 (lb/sp/hr) = 프런트로울러 rpm × 프런트로
울러 직경 × 60 min/yd / 36 in/yd
    効率% × (1 - 수축율%/100)
    × 840 야드/헝크 ×糸번수 × 100
rpm of Front Roll (프런트 로울러 rpm) = ? 145
Diameter of Front Roll (프런트로울러
직경) = ? 1
Yarn Number Produced (생산되는 실의
번수) = ? 25
Percent Efficiency (효율) = ? 80
Percent Contraction (수축율) = ? 2
Production (생산량) (lb/sp/hr) = 2.832978 E-02
More Data (그 이상의 데이터) (Y/N)?
    
```

또한 같은 섬유대학에서 개발한 다른 일련의 한 컴퓨터 프로그램은 공장의 에너지관리와 절약면에 이용할 수 있다. 공장전력의 최대 부하(peak load).

개개 설비의 평균에너지 소비량 그리고 몇몇 혼식공정에서의 스팀 및 가스 소비량을 예측할 수 있는 프로그램이 현재 이용가능하다. 이들 프로그램들은 베이식으로 쓰여져 있으며, Apple II/+나 Apple II/e, IBM PC와 TRS-80모델12 퍼스널 컴퓨터에 사용할 수 있다.

<표 3> 조방공정의 에너지소비

1. Roving Wgt.(조사중량)(hr) : 6 2. Flyer Speed(플라이 회전속도)(rpm) : 1,200 . Front Roll Dia.(프린트롤러 직경)(in) : 1 4. Front Roll Speed(프린트롤러 속도)(rpm) : 100 5. No. Spindles(스핀들 수) 88 Watt-hr/lb = 127.558(kW = 6.993) Kilowatt-Hours =127.558 Cost(비용) = \$6.38(1,000lbs) Command(명령)(S, E, T, P, D, A, H)?
--

<표 4> 링정방공정의 에너지소비

1. Yarn Count(사변수) (ne) : 27 2. Twist Multiple(연계수) : 3.51 3. Spindles(스핀들 수) : 252 4. Sp. Speed(스핀들 속도)(rpm) : 15.000 5. Efficiency(효율) (%) : 100 6. Ring Dia(링직경) (inches) : 1,875 7. Motor Efficiency(모우터 효율) (%) : 80 Watt-hr/lb=903.42(kW=13.732) Kilowatt-Hours=9.034.92 Cost(비용)=\$361.4(10,000 lbs) Command(명령) (S, E, T, P, D, A, H) ?

이들 프로그램은 사용자가 매우 편리하게 사용할 수 있도록 만들어져 있

다. 공장에서 손쉽게 그리고 다양하게 사용할 수 있도록 많은 노력을 기울였다. 그리고 컴퓨터에 대한 특별한 지식이 없이도 사용할 수 있게 만들어져 있다. 개개 프로그램마다 사용자들을 돕기 위한 헬프 리스트(help list)가 마련되어 있다.

5. 칼러매칭(color matching)

그동안 컴퓨터는 섬유산업분야의 습식가공 공정에 많이 사용되어 왔으며, 그 중에서도 특히 칼러매칭에 많이 이용되어 왔다. 처음에는 컴퓨터가 색의 농도나 염료의 농도를 측정하기 위하여 사용되었으나, 나중에는 농도를 맞추기 위하여 어떤 염료가 필요한지를 계산하는 데 사용되게 되었다. 또한 염색 공정은 염색되는 색의 농도에 따라서도 체크될 수 있다. 만약 표준색상에 비해 담색일 경우에는 컴퓨터는 어떤 것을 더 넣어야 할 것인지를 결정해 준다.

고속의 온라인 색상조절용의 마이크로프로세서와 마이크로 컴퓨터가 아주 유효 적절하게 사용되어 오고 있다. 직물은 연속염색기나 가공기내를 빠른 속도로 지나가기 때문에 컴퓨터는 정확하고 일관된 색상을 체크하여 전자주사기(electronic scanner)를 제어한다. 이 정보는 요구되는 셰이드 매칭을 위하여 적절히 처리된다.

그동안 컴퓨터는 염색공정의 모니터를 위하여 오랫동안 사용되어 왔다. 온도, 염욕의 양, 직물의 속도, 패딩압력, 화학약품의 농도 및 염색시간과 같은 변수들을 표준색상과의 일치를 위하여 몇 개의 버튼을 누름으로써 체크할 수 있다. 그러나 오늘날과 같이 작업속도가 빠른 설비에서는 수동적인 방법에 의해서는 이들 변수를 효율적으로 제어할 수가 없다. 따라서 마이크로 프로세서는 적절한 작동조건 유지를 위하여 나누어진 부차적인 결정을 만드는

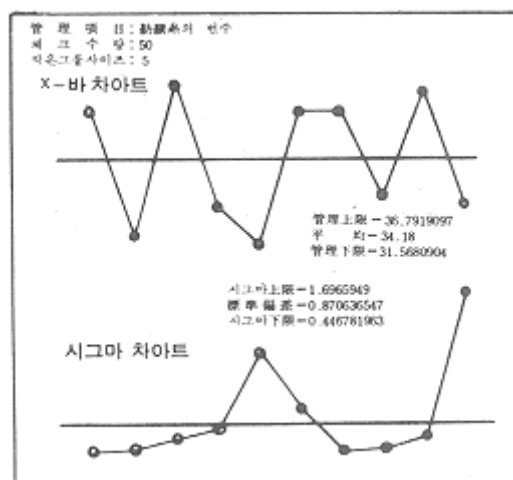
데 사용된다. 이들과 다른 변수들이 1분간에 수 백회씩 체크되고 조절될 수 있다.

컴퓨터는 또한 자동염료조제, 염료 및 화학제품의 색조(shade) 분류면에 사용되어 왔다. 컴퓨터에 의해 색조를 분류하여 선적하므로써 동일 로트내의 색상차이를 줄여왔음은 물론 서로 다른 로트간의 일관성 있는 색상을 유지하는 데도 아주 많은 기여를 해왔다.

6. 품질보증(quality assurance)

건식 및 습식공정의 섬유기기류의 생산속도 증가로 인하여 품질보증에 관심이 더욱 많이 요구되게 되었다. 현대적인 AQ프로그램(품질보증 관계)에 포함되어 있는 프로그램들은 능률적인 요원일지라도 아주 효율적으로 사용할 수 있다. 컴퓨터로 시의 적절하게 그리고 정확하게 정보를 관리할 수 있다.

품질관리차트는 제품을 생산하는 데 있어서 일관성 있는 품질유지를 위하여 널리 사용되고 있는 것 중의 하나이다. 그래픽(graphic) 출력능력을 갖춘 컴퓨터는 이들 차트를 그리고 유지하는 데 아주 용이하다.



<그림 2> 방적사의 변수관리 차트

미국 North Carolina 주립대학의 섬유대학에서는 평균 및 표준편차, 결함있는 제품수, 결점수 및 부분적인 결점 등을 나타내는 관리차트를 만들고 유지할 수 있는 일련의 프로그램을 개발했다. 이들 프로그램은 베이식으로 만들어져 있으며, Apple II/ + 나 Apple II/e형의 퍼스널 컴퓨터에 사용할 수 있다.

앞에서 언급한 바 있는 개성 프로그램과 같이 이들 프로그램도 사용자가 편리하게 사용할 수 있도록 만들어진 것이 특징이다. 사용자들은 하나의 키(key)로 명령을 내리므로써 작동되게 할 수 있다. 이 프로그램은 필요한 어떤 정보에 대해서도 자체설명적인 방법으로 사용자의 요구에 재빨리 응답한다.

앞으로 이들 AQ프로그램은 공장내 대부분의 건식 및 습식공정에서 흔하게 볼 수 있는 온라인 품질모니터링 시스템으로 활용되어져 갈 것이다. 생산속도가 증가됨에 따라 마이크로프로세서에 의한 제어가 필요하게 되었고, 앞으로는 실시간(realtime)방법에 의한 품질수준의 모니터가 필요하게 될 것이다. 시료를 채취하고 시험을 하여 다시 그 결과에 따른 수정을 가하는 데에는 보통 몇 시간이 걸리게 될 것이다. 온라인 품질모니터링 시스템은 공정상의 문제점들을 곧바로 관리자에게 알릴 수 있음은 물론 공정제어시스템에 곧바로 수정지시까지 내릴 수 있다.

7. 결 론

오늘날 컴퓨터는 모든 섬유제조공정에 파들어가고 있다. 컴퓨터를 사용하므로써 공정모니터링과 제어, 에너지관리, 데이터관리 및 분석, 품질보증 및 관리의사결정 등 모든면에서 보다 효율적이고 정확을 기할 수 있게 되었다. 오늘날 섬유산업이 경쟁력 면에서 다소 어려운 입장에 처해있기는 하지만, 컴퓨터는 이와는 별개의 독립적인 도구로 대부분의 제조업자에게 사용되어져 갈 것이다. 시대에 뒤쳐지지 않기 위해 관리자가 소화해야 할 데이터와

정보의 양은 넘쳐 흐르고 있다. 컴퓨터는 이들을 처리하는 데 있어서 개별적으로 최소의 비용으로 최대의 이익을 가져오는 방향으로 도와 줄 것이다.