

LabVIEW를 이용한 SCM 지원 신발 공정관리 모니터링 시스템 개발

고석조[#], 이병우^{*}, 김창동^{**}, 이영진^{***}

Development of Shoes Process Management Monitoring System for Supporting SCM Using LabVIEW

Seok Jo Go[#], Byung Woo Lee^{*}, Chang Dong Kim^{**} and Young Jin Lee^{***}

ABSTRACT

The shoes process management monitoring system for supporting SCM is developed in this study. This system consists of a monitoring program, a conveyer system, a pneumatic unit, a controller, an USB camera, and a server and a client computer. To operate the developed system easily, the monitoring program using LabVIEW in the Windows environment is developed. This program consists of 5 modules: production management, inventory control, media management, defective management, and communication management. The developed system has several advantages: reduced time for managing process work, decreased labor costs, effective operation, and continuous work without an operator. Nowadays advanced manufacturing companies are trying to find a way to check the performance of their production equipments and plants from remote sites. Thus, to manage the developed system from remote sites, communication network is constructed. In order to evaluate the performance of the monitoring system, experiments were performed. The experimental results showed that the developed system provided a reliable performance and a stable communication.

Key Words : Shoes process management monitoring system(신발 공정관리 모니터링 시스템), SCM(공급사슬 경영), LabVIEW, Production management(생산관리), Inventory control(재고관리), Media management(출고관리), Defective management(불량관리)

1. 서론

기업의 활동 과정을 살펴보면 원재료 공급업체에서 최종 소비자에 이르는 공급사슬 위에 속하는 모든 기업은 기존의 판매정보를 기초로 하여 향후

판매를 예측하고 제조계획을 세우는 다단계 의사결정을 실행한다. 이러한 의사결정에서 불확실성이 높은 상위 공급사슬에 올라갈수록 예측에 지나친 애곡을 포함하게 되는 문제를 가지고 있다. 이러한

* 접수일: 2004년 9월 14일; 개재승인일: 2005년 4월 15일

교신지자: 동의과학대학 컴퓨터응용기계계열

E-mail sigo@dit.ac.kr Tel. (051) 860-3152

* 동의과학대학 자동차과

** 동의과학대학 컴퓨터응용기계계열

*** (주)오토파워

예측은 하위 공급사슬의 기업에게 채찍 효과라고 하는 현상을 발생시켜 과잉생산, 과잉재고 혹은 납기지연 등을 초래하며 추가비용을 발생하게 한다. 즉, 수요의 불확실성에 대비하기 위한 유통단계에서의 유통재고는 제조업체에게 왜곡된 시장수요 정보를 전달하게 된다. 제조업체는 시장수요 보다는 유통수요에 대응하게 되고 불확실한 유통수요를 감안한 생산을 계획하게 된다. 또한 제조업체 내부에서도 영업, 생산, 구매 부문별로 긴급오더, 품질사고, 원자재 공급차질 등 각자의 불확실성에 대한 대비를 하게 되며 이 결과는 부문별 재고확보로서 나타나게 된다. 결국 원재료 공급업체는 이 모든 왜곡된 정보 하에 극심한 공급계획의 변동을 겪게 되는 것이 일반적 현상이다.^{1,2}

이와 같은 문제점들에 대한 대응 방안으로 나온 것이 SCM(supply chain management, 공급사슬경영)이다.^{1,2,3} SCM은 공급자, 제조사, 배송 센터, 고객 등의 물리적인 관계와 서비스, 정보, 현금 등의 논리적인 관계를 통합한다. 즉, 정보 흐름에서 상품 흐름 그리고 현금 흐름의 과정을 거쳐 기능(설계, 제조, 물류 등)과 업체(공급자, 구매자, 고객 등) 간의 통신 및 의사소통, 조정 및 제어를 하며, 제품과 프로세스의 혁신 및 리엔지니어링을 통하여 물류 효율 증대, 재고 감축, 정시 배송, 고객 만족, 비용 감축, 생산성 증대 등을 달성하는 기법이다. 그러므로 SCM은 원재료 공급업체에서 최종 소비자에 이르는 모든 기업에 걸친 공급사슬 전체를 최적화하고자 하는 기업의 새로운 전략적 경영 방식이며, e-비즈니스 시대에서 반드시 필요한 기법으로 최근 국내외 많은 기업들이 관심을 가지고 추진하고 있다.³

현재 신발 제조 분야의 경우에도 생산 원가의 절감, 품질의 고급화, 단순 작업에 대한 기피 등으로 인하여 생산 환경의 많은 변화를 일으키고 있다. 특히 다품종 소량생산 체제에서는 주문자의 다양한 목적과 취향에 따라 여러 모델이 다루어지며, 동종업체간의 치열한 경쟁으로 인하여 갖은 설계 변경이 불가피하여 유연 생산 시스템에 대한 필요성이 절실히지고 있다. 또한 설계에서 제작, 납품까지 제조 공정 수행상의 변동요인으로 인하여 지속적인 생산관리가 이루어지지 않는다면 납품기일연장, 원가상승, 품질저하, 신뢰도 저하 등의 손실이 나타날 수 있다.

따라서 본 연구에서는 신발 제조 공정에서

SCM을 구축하기 위한 전 단계로서 제품 생산 시 생산량, 불량률, 재고량 등의 파악을 실시간으로 빠르게 처리 할 수 있고, 실시간 물량관리를 통해 필요로 하는 자재나 생산량을 효율적으로 관리 할 수 있는 신발 공정관리 모니터링 시스템을 개발하고자 한다. 개발된 모니터링 시스템은 작업자가 보다 쉽게 조작할 수 있도록 하기 위해 윈도우즈 2000 환경에서 LabVIEW^{4,5}를 이용하여 개발하였다. 그리고 개발된 공정관리 모니터링 시스템의 성능을 평가하기 위해 공정 시스템을 구축하였다. 공정 시스템의 구성은 컨베이어 시스템, 불량 제품의 추출을 위한 공압 장치부, 시스템 제어 및 통신을 위한 제어기 등으로 되어 있다. 또한 화상카메라를 이용함으로써 작업 환경에서 떨어진 원격지에서도 작업 상황을 감시할 수 있도록 함으로써 작업과정을 보다 쉽게 확인할 수 있도록 하였다.

2. 신발 공정관리 시스템

2.1 신발 공정관리 시스템

신발 제조 분야에서 SCM을 구축하기 위한 전 단계로서 본 연구에서는 신발 공정관리 시스템을 구축하고자 한다. 신발 공정관리 시스템을 구축하기 위해서는 먼저 예정공정계획표와 공정실행표의 차이를 최소화하기 위한 공정관리 모니터링과 분석·평가의 조정작업이 필요하다. Fig. 1은 공정관리 모니터링과 분석 및 평가 과정에 대한 흐름도를 나타낸다. 다음으로는 정해진 비용과 기간 내에서 소비자에게는 제품을 공급할 수 있도록 하고, 관리자에게는 제품의 생산량, 재고량, 불량률 등을 관리할 수 있도록 하기 위해서 Fig. 2, 3과 같은 관리 프로그램이 구축되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 Fig. 2, 3과 같은 생산량, 재고량, 불량률 등의 관리를 통한 신발 생산공정에서의 실시간 모니터링과 생산결과를 보다 쉽게 모니터링 하기 위해 다음과 같은 기능들을 구현하고자 하였다.

첫째, 제품생산과 동시에 투입수량, 생산수량, 불량수량 등의 생산 정보를 오차 없이 컴퓨터에 입력한다. 둘째, 입력된 생산 정보로부터 제품생산 목표달성을, 생산 불량률 등을 실시간으로 계산한다. 셋째, 제품의 품질 상태를 실시간으로 입력한다. 넷째, 사무실의 모니터를 통한 원격지 실시간 관리 시스템을 구축한다. 다섯째, 공정의 이상원인 발생 시 즉시 조치를 취할 수 있도록 구축한다.

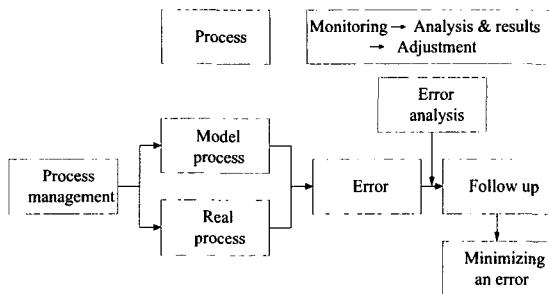


Fig. 1 Flow chart of process management monitoring

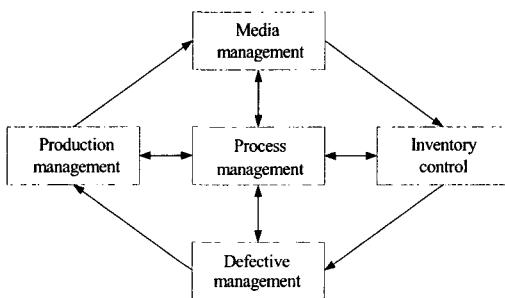


Fig. 2 Process management system

이와 같이 개발된 신발 공정관리 모니터링 시스템에 의해 기대되는 효과는 다음과 같다.

첫째, 생산의 합리화로 납품 기일 준수 및 단축을 도모한다. 둘째, 합리적 일정 계획으로 작업간의 유기적 연결이 가능하도록 한다. 셋째, 주기적 진도 관리로 자연 공정 조기 발견 및 대책을 수립한다. 넷째, 실효성 있는 전산화를 위해 정보를 표준적으로 관리한다. 다섯째, 자재량, 불량률과 생산량들의 효율적 관리로 원가를 절감한다.

2.2 신발 공정 시스템의 구성

본 연구에서는 신발 공정관리 모니터링 시스템을 개발하기 위해 전체 공정 시스템을 Fig. 4와 같이 구성하였다. 공정 시스템의 구성을 살펴보면 컨베이어 시스템, 불량 제품의 추출을 위한 공압 장치부, 시스템 제어 및 통신을 위한 제어기, 서버 컴퓨터, 화상 전송을 위한 카메라 그리고 원격 관리를 위한 클라이언트 컴퓨터 등으로 되어 있다.

Fig. 5는 본 연구에서 개발한 신발 공정 라인의 외형을 나타낸다. 신발 공정 라인은 모니터링 프로

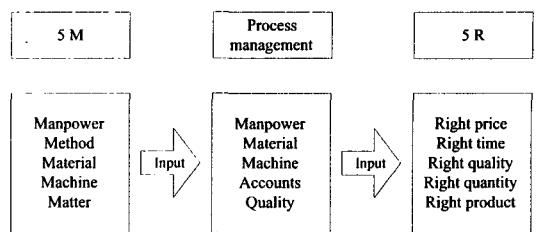


Fig. 3 Ability of process management system

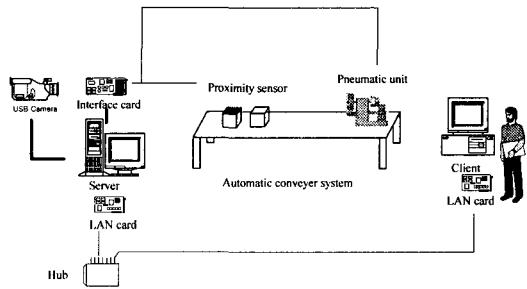


Fig. 4 Schematic diagram of the automatic shoes processing system

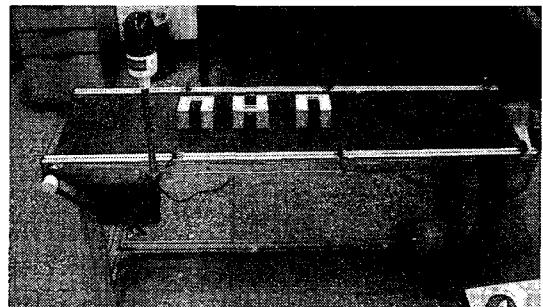


Fig. 5 Configuration of the developed system

그램의 소프트웨어적인 안전성과 외부 하드웨어와의 구동 정확성을 확인하기 위해 테스트용으로 제작된 단일 라인이다. 여기서 컨베이어 장치의 전체 외형 크기는 1450 mm × 420 mm × 475 mm이며, 컨베이어의 속도를 조절하기 위해서는 SPG사의 속도 제어기를 사용하여 90-1700 rpm으로 속도가 조절되도록 하였다. 제품을 인지하기 위해서는 3조의 포토 센서가 사용되었으며 불량 제품의 추출을 위해서는 공압 실린더를 설치하였다. 불량 제품의 추출

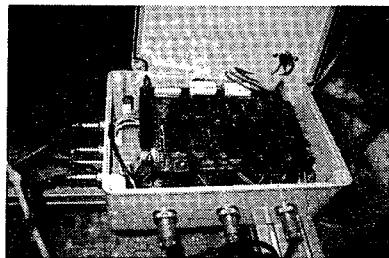


Fig. 6 Photo of the shoes processing system controller

과정을 살펴보면, 먼저 외부에서 푸쉬 버튼을 이용함으로써 불량 판정을 대신하였다. 버튼에 의해 제품 불량 신호가 발생하면 모니터링 프로그램에서는 이를 인식하여 불량수량이 카운팅되고, 공압 시스템을 작동시켜서 제품을 밀어내게 된다. 그리고 불량을 알리기 위해 Fig. 5의 경광등이 작동한다. 포토센서와 공압 실린더의 제어 및 서버 컴퓨터와의 데이터 통신을 위해서는 전용 제어기를 설계 제작하였다. Fig. 6은 개발된 제어기의 외형을 나타낸다. 여기서 서버 컴퓨터와의 데이터 전송은 RS232C를 통한 시리얼 통신으로 하였으며, 이를 위한 통신 프로그램을 개발하였다. 또한 원격지에서 작업 상황을 감시하기 위해 화상 전송을 위한 카메라를 장착하였다. 개발된 시스템의 주요 사양은 Table 1과 같다.

3. 신발 공정관리 모니터링 시스템

3.1 신발 공정관리 모니터링 시스템

개발된 신발 공정관리 시스템에 대한 네트워크 프로그램은 컨베이어 시스템의 구동과 클라이언트와의 통신을 위한 서버 프로그램, 원격지의 작업자가 시스템의 상태 모니터링을 위한 클라이언트 프로그램으로 구성되어 있으며 프로그램 구성은 동일하게 하였다.^{6,7,8} 그리고 개발된 공정관리 모니터링 시스템은 작업자가 보다 쉽게 조작할 수 있도록 하기 위해 윈도우즈 2000 환경에서 LabVIEW^{4,5}를 이용하여 개발하였다.

공정관리를 위한 모니터링 시스템의 초기 화면은 Fig. 7과 같다. 초기화면에서의 주요기능은 생산 관리, 재고관리, 출고관리, 불량관리, 작업이력관리, 화상전송 등으로 구성되어 있다. 각각의 관리부분에서는 일일관리와 일별관리, 주별관리, 월별관리

Table 1 Specifications of the automatic process management system

Element	Specification	Maker
Conveyer	1450(L)×420(W)×475(H) mm	AutoPower
Velocity controller	S9I40GB-12V, SUA40IB-V12	SPG
Photo sensor	BY500-TDT1,2	Autonics
Pneumatic cylinder	Series P1A	FESTO
USB camera	SMEO-4-K-LED-24-B	Parker

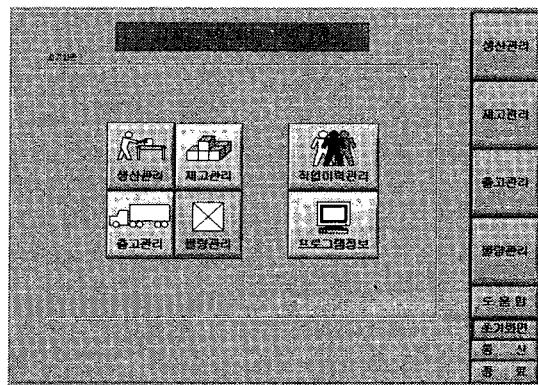


Fig. 7 Main screen configuration of the process management monitoring system

로 구성하였으며, 이들 관리 영역을 다시 세분화해서 제품별, 목표수량별, 생산수량별, 목표달성별, 불량률별로 모니터링하도록 구성하였다. Fig. 8은 모니터링 시스템의 주요 메뉴를 보여 주고 있다.

개발된 신발 공정관리 모니터링 시스템의 평가를 위해 Fig. 5와 같은 공정 라인에 대한 실험을 수행하였다. 실험과정을 살펴보면 먼저 Fig. 7에서 생산관리를 선택하면 Fig. 9의 일일생산관리 모니터링 화면이 나타난다. Fig. 9에서는 하루 동안에 생산된 제품에 대한 투입수량, 생산수량, 불량수량, 목표수량, 목표달성을 등의 정보를 실시간으로 표시해 줌으로써 일일생산현황을 바로 확인할 수 있다. 여기서 제품별 목표수량은 Fig. 9의 “목표수량 및 제품 종류 관리” 기능에서 관련 데이터를 조정

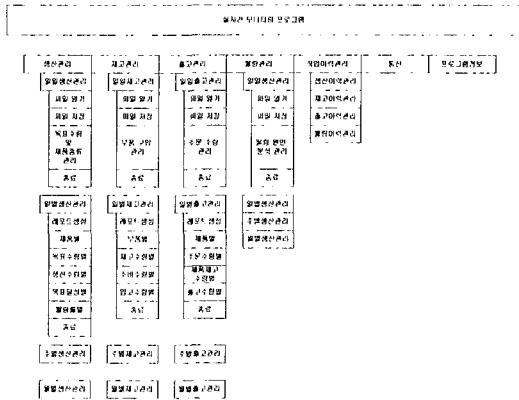


Fig. 8 Menu of the process management monitoring system

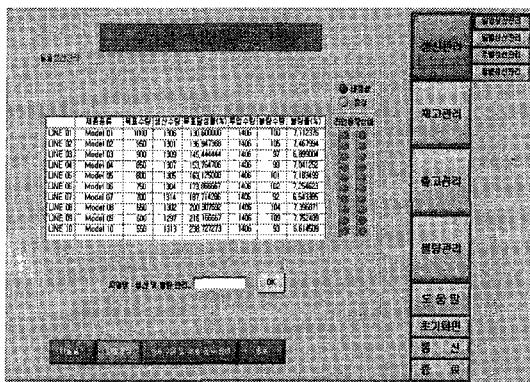


Fig. 9 Daily product management

할 수 있다. Fig. 10은 제품 종류와 각각의 일일 목표수량을 조정하는 것을 나타내는 화면이다.

이와 같은 과정으로 하루의 생산 정보가 저장되며, 매일 저장된 생산 정보는 Fig. 11과 같이 한달 기준에서 매일 매일의 생산 정보를 확인할 수 있도록 하였다. Fig. 11은 Fig. 9의 우측 상단의 메뉴인 일별생산관리 기능을 선택하면 나타난다. 여기서 Fig. 11 (a)는 Model 01번에 대해 1월 1일부터 1월 31일까지 생산되면서 매일 저장된 목표수량, 생산수량, 목표달성을, 불량률을 한달 기준에서 표시해 준 화면이다. 만약 1월 이외의 다른 달의 생산 정보를 알고 싶은 경우에는 Fig. 11 (a)의 좌측 화면에서 해당 월을 선택하면 된다. Fig. 11 (b)는 전체 생산

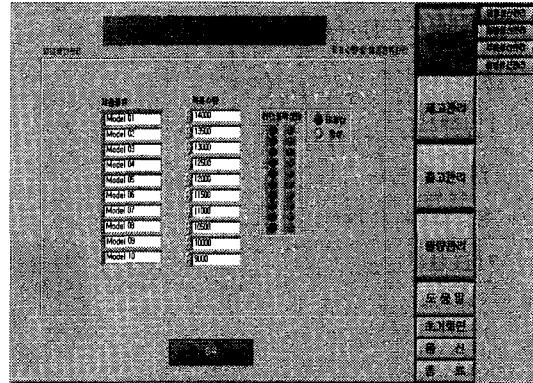
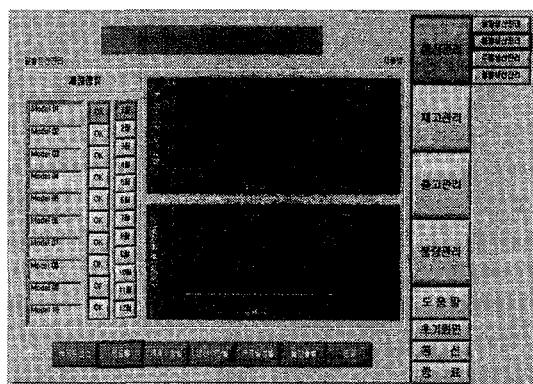
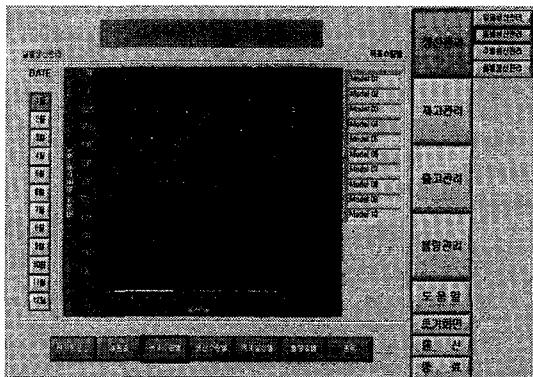


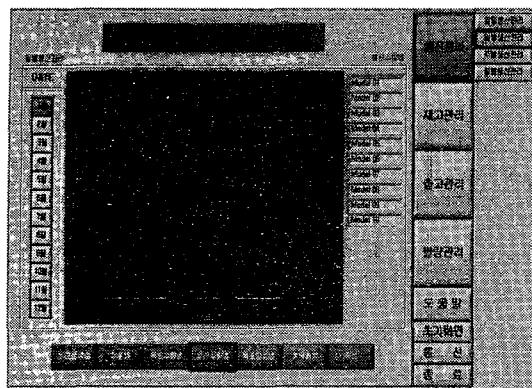
Fig. 10 Input of the goal product and the model



(a) Model



(b) Goal product



(c) Production volume

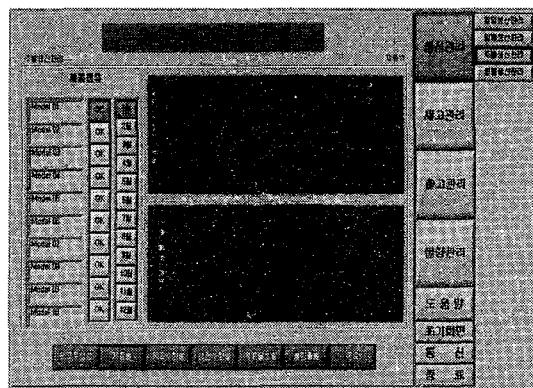
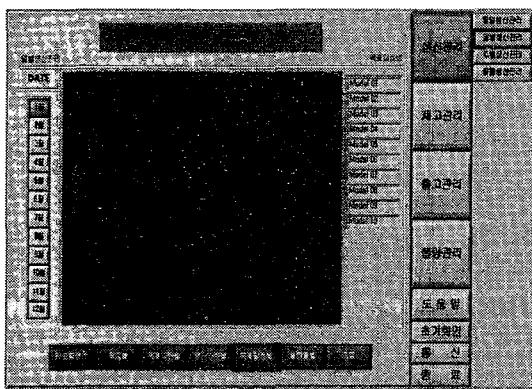


Fig. 12 Weekly product management



(d) Achievement rate

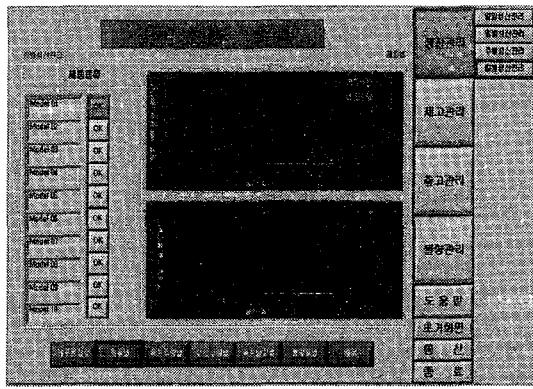
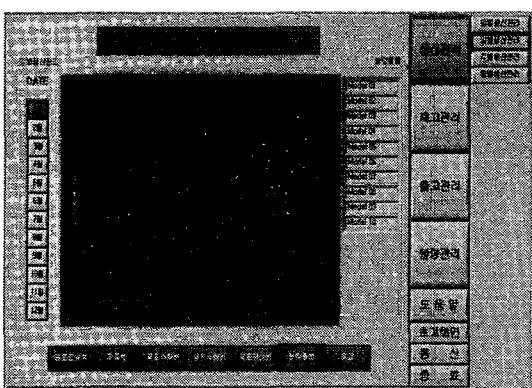


Fig. 13 Monthly product management



(e) Defective rate

Fig. 11 Daily product management

되는 모델에 대해서 1월 1일부터 1월 31일까지 생산되면서 매일 저장된 목표수량 정보를 나타낸다. 여기서도 다른 달에 대한 정보는 해당 월의 버튼을 선택하면 나타난다. Fig. 11 (c)~(e)는 Fig. 11 (b)와 동일한 형태로 화면을 구성하였으며 각각 생산수량, 목표달성을, 불량률을 전체 제품 모델에 대해서 나타낸 것이다.

그리고 일일생산현황 외에도 매일 매일의 생산정보를 주별과 월별로 관리할 수 있도록 하기 위해 주별생산관리와 월별생산관리 기능을 두었다. Fig. 12와 13은 각각 주별생산관리와 월별생산관리에서 제품별로 모니터링 결과를 나타낸다. 또한 Fig. 11, 12, 13의 생산관리에 대한 결과는 각각의 모니터링 화면의 메뉴에 있는 리포트생성 아이콘을 이용함으로써 보고서를 작성할 수 있다. Fig. 14는 일별생산관리 제품별에 대한 보고서 예를 나타낸다. 즉, 모

보고서				
일일생산관리 차트입니다.				
날짜(월,주,일)	목표수량	생산수량	목표달성을	불량률
1	14000	90	0.642857	10
2	14000	185	1.321429	7.5
3	14000	50	0.357143	28.571429
4	14000	129	0.921429	9.15493
5	14000	189	1.35	10.42654
6	14000	281	2.007143	13.271605
7	14000	78	0.557143	10.344828
8	14000	259	1.85	10.996564
9	14000	490	3.5	4.296875
10	14000	54	0.385714	5.263158
11	14000	190	1.414286	50.251256
12	14000	607	4.335714	0.816993
13	14000	100	0.714286	9.90091
14	14000	211	1.507143	4.954955
15	14000	800	5.714286	20
16	14000	206	1.471429	23.696648
17	14000	122	0.871429	64.534894
18	14000	67	0.478571	39.63964
19	14000	200	1.428571	60.93775
20	14000	490	3.5	4.296875
21	14000	184	1.314286	10.75269
22	14000	157	1.121429	15.691398
23	14000	403	2.878571	6.712963
24	14000	82	0.585714	26.126126
25	14000	482	3.442857	5.675147
26	14000	383	2.735714	7.038835
27	14000	53	0.378571	1.851852
28	14000	452	3.228571	0.220781
29	14000	421	3.007143	7.064018
30	14000	190	1.357143	14.414414
31	14000	79	0.564286	28.828829

Fig. 14 The daily product management report on a model

텔 01번에 대한 일일목표수량과 생산수량, 불량률 등의 작업이력을 보고서 형태로 만들 수 있도록 하였다.

재고관리, 출고관리, 불량관리에 대해서도 생산 관리와 같은 방법으로 확인할 수 있도록 구성하였다. 본 연구에서 개발된 모니터링 시스템은 NI사의 LabVIEW 6.1을 사용하여 개발하였으며, Fig. 15는 일일생산관리에 대한 LabVIEW의 블록 다이어그램을 나타낸다.

3.2 통신 프로그램

본 연구에서 개발한 공정관리 시스템에서 투입 수량과 불량 수량은 컨베이어 시스템으로부터 시리얼 통신을 통하여 입력되도록 하였다. 따라서 통신 프로토콜을 활성화하기 위해 Fig. 7의 초기화면에서 통신 아이콘을 활성화함으로써 투입 수량과 불량 수량을 입력받도록 하였다. 이와 같은 데이터 전송을 위해서는 호스트 컴퓨터에서 공정 시스템의 제어기에 각각 명령 및 데이터를 전달하여야 한다. 이를 위해서는 제어기와 통신을 수행할 수 있는 통신 프로그램이 필요하다.

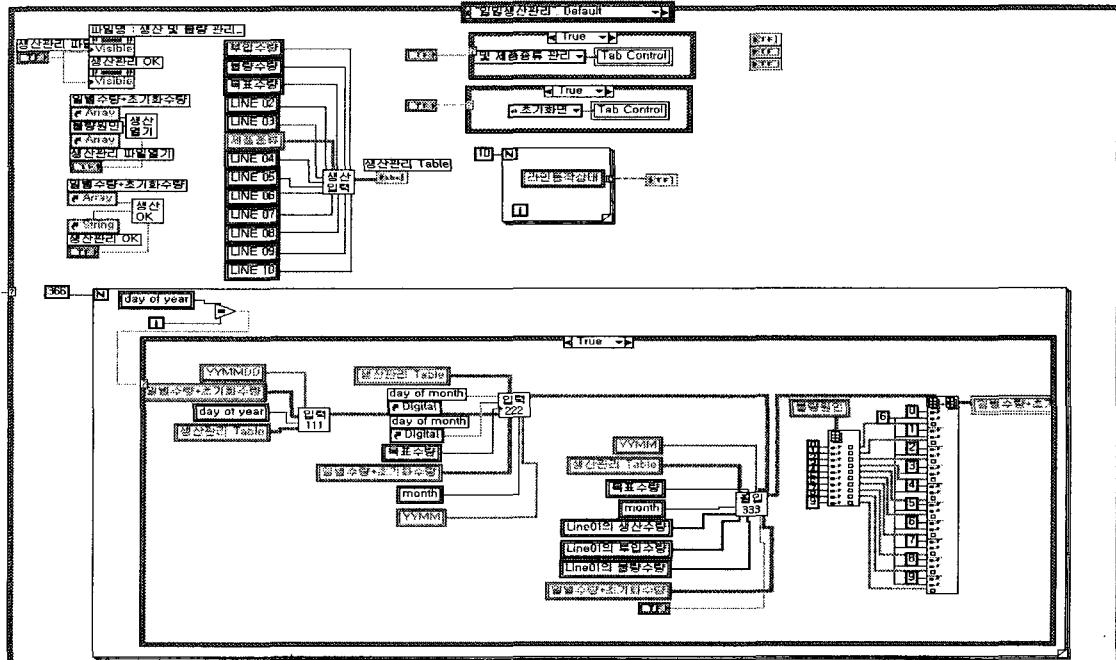


Fig. 15 LabVIEW Block diagram of the daily product management

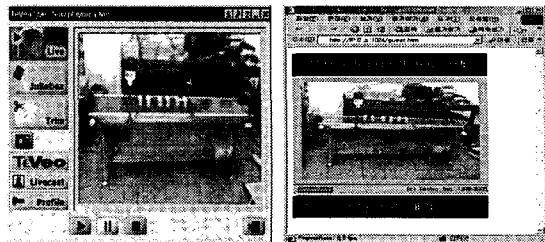
제어기와 호스트 컴퓨터의 통신 프로그램에는 각각 물리층, 데이터링크층, 그리고 어플리케이션 층의 3층으로 구성되어 있다.⁶ 물리층에서는 RS 232C를 통한 직렬통신을 수행하기 위한 함수들로 구성하였으며 윈도우즈 환경에서 통신을 쉽게 수행하기 위하여 LabVIEW에서 제공하는 함수들을 사용하였다. 데이터링크층에서는 7가지 전송제어문자를 이용하여 데이터 전송의 흐름을 제어할 수 있는 함수들로 구성하였다. 어플리케이션층에서는 명령어와 데이터를 전달한다.

본 연구에서는 화상카메라를 서버 컴퓨터에 장착해서 컨베이어 장치의 구동 상황을 클라이언트 컴퓨터로 전송되도록 하였다. 이것은 작업자가 모니터링 프로그램을 통해 작업 흐름을 알 수도 있지만, 작업 과정을 직접적으로 볼 수 있는 기능을 제공하기 위해서이다. 서버와 클라이언트 사이에서의 화상 전송을 위해서는 Parker 사에서 제공하는 전용 소프트웨어를 사용하였다. Fig. 16은 서버 컴퓨터에서 컨베이어 시스템을 감시하는 화면과 클라이언트로 전송된 화상 정보를 보여주고 있다.

본 연구에서 개발된 모니터링 시스템을 이용함으로써 얻을 수 있는 이점은 다음과 같다. 먼저, 제품생산과 동시에 컴퓨터에 실시간으로 제품생산정보가 입력되므로 생산량 및 불량수량으로부터 라인별 불량률이 자동으로 계산된다. 검사자의 품질 상태 정보를 관리 분석한다. 그리고 사무실의 모니터를 통해 원격지에서도 작업 상황을 감시할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 신발 제조 공정에서 SCM을 구축하기 위한 전 단계로서 제품 생산 시 생산량, 불량률, 재고량 등의 파악을 실시간으로 빠르게 처리할 수 있고, 실시간 물량관리를 통해 필요로 하는 자재나 생산량에 대한 정보를 효율적으로 관리할 수 있는 신발 공정관리 모니터링 시스템을 개발하였다. 개발된 모니터링 시스템은 작업자가 보다 쉽게 조작할 수 있도록 하기 위해 윈도우즈 2000 환경에서 LabVIEW를 이용하여 개발하였으며, 개발된 공정관리 모니터링 시스템의 성능을 평가하기 위해 공정 시스템을 구축하였다. 또한 화상카메라를 이용함으로써 원격지에서도 작업 상황을 감시할 수 있도록 하였다. 본 연구에서 개발된 신발 공정



(a) Server computer (b) Client computer

Fig. 16 Transmission of a picture

관리 모니터링 시스템을 이용함으로써 실시간 생산량에 대한 데이터 획득을 통하여 입출고 정확도가 개선되고 재고 현황을 즉시 파악할 수 있다. 그리고 라인별로 빠른 불량률을 파악하여 생산 공정 이상에 대한 대책을 마련할 수 있으며 사내의 인터넷망을 이용하여 사무실내에서 각 라인별 제품의 모니터링이 가능하다. 따라서 본 연구에서 개발된 신발 공정관리 모니터링 시스템에 생산 공정에 대한 분석 평가 기능과 원자재 공급업체, 중간 유통업체 그리고 최종 소비자에 대한 공급사를 관계를 추가함으로써 신발 제조 공정 전체에 대한 SCM 구축이 가능함을 알 수 있다.

후기

본 과제는 (재)부산테크노파크 신발산업 정보화 구축사업단의 지원에 의한 것입니다.

참고문헌

1. Poirier, C. C. and Bauer, M. J., "e-SCM=E supply chain management," SIGMA IN-SITE, 2002.
2. Jung, B. J., "SCM," Korea Institute for Electronic Commerce, 2002
3. Lee, S. K., "ERP/SCM : technology & market analysis," Electronics and Telecommunications Research Institute, 2001.
4. Gwak, D. Y., "LabVIEW : Control based on Computer and Measurement Solution," Ohm, 2002.
5. Nam, Y. S., Kim, H. G., Yoo, N. S. and Lee, J. W., "Development of a Wind Turbine Monitoring

- System using LabVIEW," J. of the KSPE, Vol. 20, No. 5, pp. 92-98, 2003.
6. Lee, M. C., Jung, J. Y., Go, S. J. and Huh, C. H., "Development of Automatic Polishing Robot System and Integrated Operating Program," J. of the KSPE, Vol. 20, No. 1, pp. 107-117, 2003.
7. Kim, B. S., Go, S. J. and Lee, M. C., "The Study on Remote Operation of Automatic Polishing Robot in Virtual Environment Based on Network," Proc. of the KSPE Spring Annual Meeting, pp. 299-302, 2000.
8. Go, S. J., Lee, M. C., Lee, M. H., Ahn, J. H., Jun, C. S. and Lee, D. J., "Development of An User-Friendly Integrated Program and Teaching System for Automatic Polishing Robot System," J. of Control, Automation and System Engineering, Vol. 7, No. 4, pp. 334-343, 2001.