

POP시스템 환경하의 자동차부품 제조업체의 SPC시스템 개발

(Developing SPC System of an Automobile Parts Manufacturing Firm under POP System Environment)

이진춘* 김정만** 김오환***
(Jin-choon Lee) (Jeong-Man Kim) (Oh-Whan Kim)

요약 통계적 공정관리(SPC)는 공정에서 수집된 데이터를 통계적으로 분석함으로써 모든 변환공정의 품질을 관리할 수 있는 객관적 수단을 제공하는데, 실시간으로 공정검사의 결과를 피드백하는 수단이라는 점을 고려하면, 통계적 공정관리를 실시간 생산정보관리(POP)의 1개 모듈로 구축하는 것이 실질적이다. 이러한 맥락에서 본 연구는 자동차 부품업체의 통계적 공정관리시스템을 실시간 생산정보관리(POP)환경에서 구축하여 제시한다.

Abstracts SPC(Statistical Process Control) provides objective means of controlling quality in any transformation processes by analyzing statistically data gathered in the process. Considering the fact that a measure to feedback results of the process investigation in the real time is required, it is very practical to construct the SPC system as a module of the POP(Point of Production) system. Because this approach can make the investment cost reduced and achieve goals of production/process control and SPC simultaneously. This paper designed and developed the SPC system of firm S that manufactures automobile parts

1. 서론

SPC(Statistical Process Control)는 공정으로부터 데이터를 취하여 통계적으로 분석함으로써 주어진 품질규격과 공정능력 상태를 파악하여 원하는 품질의 제품이 생산될 수 있도록 관리해 나가는 방법이다[5][10].

SPC에 관한 많은 연구에서는 통계적 생각없이 품질은 개선할 수 없다는 인식 하에[9] 품질정보로부터 공정능력과 관리상태를 측정할 수 있는 지표들을 개발해 왔다. 그러나, 이러한 지표들은 업체에 적용하기에는 너무 이론적이며 복

잡한 알고리즘을 가지고 있어서 실제로 도입된 사례는 거의 보고되지 않고 있는 실정이다. 따라서, 학계의 이러한 이론적 연구와는 달리 업체에서는 SPC를 실용적으로 구현할 수 있는 방안을 모색하고 있다. 즉, 품질검사를 실시한 결과를 실시간(real-time)으로 공정에 피드백할 수 있는 수단이 시급히 요구되고 있는 현실을 감안할 때, POP (Point of Production)시스템을 설계하고 그 중 한 모듈로서 SPC시스템을 구현하는 접근방법이 보다 현실적이라 할 것이다. 왜냐하면 이러한 방법은 업체로 하여금 투자비용을 최소로 하면서 생산 및 공정관리 그리고 SPC를 동시에 구현할 수 있는 다목적용으로 적합하기 때문이다.

따라서 연구에서는 자동차부품 제조업체인 S사에서 POP 환경하의 SPC시스템을 개발하고 이를 바탕으로 시스템개발

*: 경일대학교 산업시스템공학과 부교수

** : 경일대학교 산업시스템공학과 교수

***: 삼원산업주식회사 전산부장

과정을 제시하여 타기업의 개발에 이바지하는 것을 목적으로 한다.

2. POP시스템과 SPC

2.1. POP시스템에 관한 일반적 고찰

2.1.1. POP시스템의 의의

POP(Point of Production)은 공장의 생산과정에서 시시각각 발생하는 생산정보를 기계·설비·작업자·작업 등의 4가지 발생원에서 직접 얻어 실시간으로 정보를 처리해서 현장관리자에게 제공하고, 현장관리자는 이를 이용해서 현장관리를 하는 시스템이다[2]. 이 시스템은 현장에서 정보를 직접 수집하여 현장관리자에게 필요한 정보를 제공하는 시스템이므로, 기업전체의 정보이용자에게 제공할 수 있도록 CIM시스템으로 전송할 수 있다. 따라서 POP은 CIM의 기반시스템으로서 CIM을 구축에는 우선적으로 필요한 시스템이다[6].

2.1.2. POP시스템 개발 전략

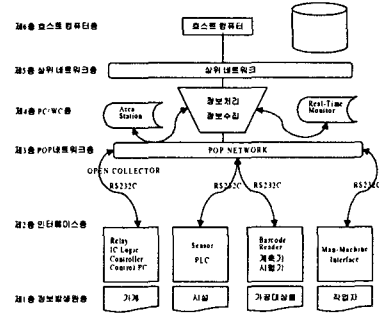
POP시스템은 생산현장 정보관리시스템이지만, 최근 기존 시스템(가령, MRP, CAD/CAM 등)과 호환성을 유지하면서, 독립성을 유지할 수 있는 개방환경하의 시스템으로 구축되도록 권장되고 있다[3]. 따라서 CIM의 구현 차원에서 POP을 우선 구축한 다음, 확장해 나가는 전략을 쓰는 것이 바람직하다.

국내에서는 1980년 후반부터 POP시스템에 대한 중요성이 인식되어, 전문SI 혹은 엔지니어링사인 약 20여 회사에 40여 시스템이 도입되어 운용되고 있으며, 경쟁력 강화와 ISO-9000 등의 인증규격에 대응하기 위해 다수의 기업들이 이의 도입을 준비하고 있다[1].

일반적으로 중소기업체가 POP시스템의 도입을 독자적으로 추진하는 경우, 시설투자비가 가장 큰 문제점으로 등장한다. 그러므로 중소기업체의 경우에는 대규모 공장에 적합한 CIM을 전면적으로 지원하는 시스템보다는 소규모 network를 사용하여 필요한 부문만을 관리하는 Client/Server기반의 개방형 구조를 도입하는 것이 바람직할 것이다. 이는 초기 개발의 성과가 가시적으로 나타나면 다른 부문으로 확대할 수 있는 기반기술을 축적함과 동시에 시스템의 확장 시에는 추가비용이 대폭적으로 감소할 것이므로 경제적인 면에서도 유리하기 때문이다[6].

2.1.3. POP시스템의 구성

POP시스템을 설계에 필요한 시스템의 일반적인 구성을 살펴본다. POP시스템은 <그림2-1>과 같이 정보발생원층, 인터페이스층, POP네트워크 층, PC/워크스테이션층의 6개 층으로 구성되는데, 각 부문마다 그리고 각 작업장마다 설치될 수 있다. 이런 POP시스템들은 상위 네트워크층에서 수평적으로는 방향으로 다른 POP시스템과 결합하는 동시에, 수직적으로는 호스트 컴퓨터층에 연결된다[4][11].



<그림2-1> POP시스템의 계층구조

2.1.4. Client/Server환경의 POP시스템

POP시스템을 구축하여 관련된 관리자 및 경영자들이 용이하게 정보를 공유하여 이용할 수 있도록 하기 위해서는 Client/Server환경으로 구축하는 것이 바람직하다. 또한 POP시스템을 생산계획과 품질관리의 제한적인 용도로 사용하면, 현장 작업자의 요구사항과 기능확장의 요구를 항상 수용할 수 있는 POP터미널을 Client로 도입할 수 있다. 또한 컴퓨터 성능의 대폭적인 향상에 따라 PC로써도 다운사이징된 Client/Server 환경하의 POP시스템을 구성할 수 있다.

2.2. SPC에 관한 일반적 고찰

2.2.1. SPC의 의의

SPC는 통계적 공정관리로서, 공정에서 요구되는 품질 및 생산목표를 달성하기 위하여 PDCA(Plan-Do-Control-Action)사이클을 운용하면서 통계적 방법으로 공정을 효율적으로 통제해 가는 관리방법을 의미한다[2].

여기서는 본연구가 대상으로 하는 SPC의 설계를 위해서 SPC운영과정에 초점을 두고 살펴본다.

SPC는 SPC공정도를 근거로 중점관리 항목을 중심으로 관리한다. 즉, SPC공정도를 근거로 생산관리자는 SPC를 운영하는 과정에서 공정이 관리상태에 있다고 판단되면, 공정능력을 산출하여 공정능력이 충분한가를 판정할 필요가 있다. 만약 공정능력이 충분하면 계속적인 SPC유지활동이 이

투어지고, 공정능력이 충분하지 못하면 공정능력에 대한 개선활동을 전개하여야 한다. 마지막으로, 개선결과가 좋으면 이를 표준화한 후, 이에 대해 SPC 유지활동을 이루어 가나, 개선 결과가 미흡하면 이를 중요 품질문제로 등록한 후에 소집단 활동을 통하여 근본적인 개선활동을 전개해 나가야 한다.

2.2.2. SPC의 지표 : 공정능력 지수

공정능력을 정보로서 활용하기 위해서는 정량화하여 지표로 제공하면 편리하다[7]. 공정능력(process capability)은 공정이 관리상태 하에 있을 때, 그 공정에서 생산되는 제품의 품질변동의 정도를 나타내는 척도인데, 많이 사용되는 것은 공정능력지수(process capability index)이며 C_p , 또는 C_{pk} 로 나타낸다.

우선 C_p 는 공정 내 우연(random) 변동의 폭과 허용범위 간의 관계를 정식화 할 때, 공정변동의 표준편차 σ 를 이용한다. 공정변동이 정규분포를 따른다면 우연변동 혹은 내재적 공정변동(inherent process variability)의 범위를 6σ 로 표시할 때, 이 범위 내에서 제품을 생산하기 위해서는 제품의 규격폭(specification width)이 상한(upper specification limit ; USL)과 하한(lower specification limit ; LSL)을 벗어나서는 안된다[8].

둘째로 C_{pk} 는 모든 품질특성치의 분포가 정규분포의 양쪽 규격의 중앙에 위치하지 않고 한쪽으로 치우쳐 있는 경우에는, 중심화와 우연변동의 정도를 동시에 고려한 공정능력지수가 필요한데 C_{pk} 가 산업계에서 공정능력을 설명하는 중요한 척도로 사용되고 있다[8]. 따라서 본 연구에서도 이 지수를 사용하여 시스템을 설계한다.

2.2.3. SPC의 전산화

SPC시스템의 전산화는 업종별 규모별로 그 내용이 다를 수 있으나 일반적으로 시스템은 아래와 같이 구성된다.

- (1) 품질설계 시스템
 - 제품의 제조사양과 품질보증조건을 설계
- (2) 공정운전 모니터링 시스템
 - 품질설계에서 지정한 제조사양이 공정에서 준수되는 지를 확인
- (3) 품질추적관리 시스템
 - 공정별 제조실적 데이터를 분석하여 품질이상 여부를 판정
 - 품질이상 발생 시 既設계된 품질사양의 변경
 - 품질이상 정보의 피드백을 통한 생산지시 수정
- (4) 품질해석 시스템
 - 제조공정별 데이터를 데이터베이스에 저장

-담당 부서의 요구 시 실적정보 및 품질해석용 자료를 제공

(5) 품질관정시스템

-제품 출하 직전, 제품의 품질보증조건의 준수여부 확인

2.3. POP시스템과 SPC

POP시스템은 현장에서 실시간으로 정보를 처리하여 현장과 직결된 관리가 신속히 이루어지도록 한다. 이러한 관리는 크게 4가지 분야로 나눌 수 있다. 즉, 생산관리, 원가관리, 품질관리 그리고 설비관리 분야이다[4]. 그 중 품질관리 분야에서, POP시스템을 이용하여 재공품을 집계, 불량분석 등을 실시해서 실시간으로 라인에 피드백시킬 수 있다. 또한 불량 및 비가동 원인을 분석해서 불량률의 원인이 되는 공정이나 기계를 찾아 낼 수 있다. 따라서 POP과 SPC는 불가결의 관계를 가지고 있다. SPC를 POP환경에서 구축하는 것이 필요하다.

또한 SPC시스템은 공정관리 시스템(process control system)내에서 통계정보의 피드백시스템으로 나눌 수 있으므로, 앞에서 설명한 SPC전산화의 모든 내용은 POP시스템에서 구현할 수 있다. 즉, POP시스템의 하부시스템으로 SPC를 구현하면 생산관리와 품질관리를 동시에 행할 수 있는 시스템을 구축할 수 있는 것이다.

3. 자동차 부품산업의 SPC시스템 개발

3.1. 개발배경

S산업은 자동차 부품을 생산하여 완성차업체에 납품하는 회사로서, SPC시스템을 전체공정으로 확대하기 위한 시험적 단계로서 다수의 공정 중 X3-Rear Spindle Line의 한 공정에 POP시스템을 구축하고 그 한 모듈로서 SPC시스템을 구축하는데, 이 회사에서는 그 효과를 파악하여 전체 공정으로 이 시스템을 확대할 예정이다. 이 회사에서 POP시스템을 구축해야 할 필요성은 아래와 같이 요약할 수 있다.

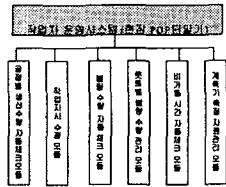
- (1) 원청업체의 PPM관리 강조
 - 원청업체에서 제품의 품질에 대한 PPM수준의 관리와 납품한 모든 제품에 대한 품질자료를 요구하므로 이에 대비할 필요성 대두
- (2) 공정관리 강화의 필요성 증대
 - 제품의 단가가 높은 X3-Rear Spindle라인에서 부품을 개별적으로 관리할 필요성 증대
- (3) 통합생산관리의 필요성 대두
 - 생산 품목수가 증가함에 따라 생산관리자 및 경영진이 생산현황을 수시로 파악하여 관리할 필요성 대두
- (4) 업무전산화 및 자동화로 인력절감 노력

3.4. POP운영시스템

S산업에서 구축하는 POP시스템은 작업자의 POP단말기와 관리자의 POP단말기로 구성되는데, 작업자의 입력단말기와 관리자의 모니터단말기는 별도의 시스템으로 구성된다.

3.4.1. 작업자 운영시스템

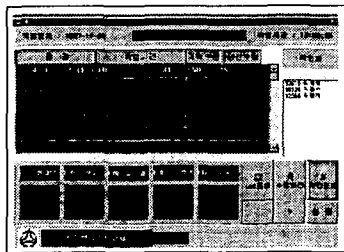
작업자 운영시스템은 <그림3-2>와 같이, 공정별 생산수량 자동체크, 작업지시수정, 불량수량 자동체크, lot별 불량수량관리, 비가동시간 자동체크 및 계측기 측정자료관리의 모듈로 구성된다.



<그림3-2> 작업자 운영시스템의 구성

작업지시수정과 비가동원인, 불량원인 이외에는 모두 자동 카운터를 사용하여 입력이 되므로 작업자의 추가적인 입력과정은 불필요하다.

<그림3-3>에는 작업현장에서 사용하는 주제어(main control)화면을 제시하였다.



<그림3-3> 작업장 관리의 主制御 화면

3.4.2. 관리자 운영 시스템

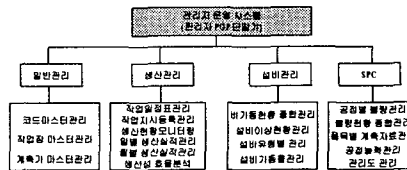
관리자 운영시스템은 그 업무를 크게 나누면(중분류), <그림3-4>와 같이 일반관리, 생산관리, 설비관리 및 SPC로 구분된다.

일반관리는 코드 마스터관리, 작업장 마스터관리, 계측기 마스터관리로 구성되며, 관리 시스템의 내용은 주기적으로 update된다.

생산관리는 작업지시 등록관리, 생산현황 모니터링, 일별

생산실적관리, 월별 생산실적관리, 생산성 효율분석 등으로 구성되는데, 작업지시 등록관리 이외에는 관리자의 별도의 입력이 필요 없는 내부계산 및 처리모듈들이다.

설비관리는 비가동현황 종합관리, 설비이상현황 등록관리, 설비유형별 종합관리, 설비가동을 관리로 구되는데, 비가동현황의 관리는 작업현장의 입력을 바탕으로 처리되는 모듈이며, 설비이상현황은 현장의 입력과 설비보존담당자의 입력으로 설비현황이 update된다. 이들을 바탕으로 설비유형별 종합관리와 설비가동을 관리모듈이 운영된다.



<그림3-4> 관리자 운영시스템의 구성

본 연구에서 대상으로 하는 SPC는 생산실적관리, 생산현황관리와 계측정보관리 모듈에 통합되어 있다. 즉, 공정별 불량현황관리, 불량현황 종합관리, 품목별 계측자료관리, 공정능력관리 및 관리도관리가 여러 모듈로 나누어져 있다.

3.5. SPC시스템 설계

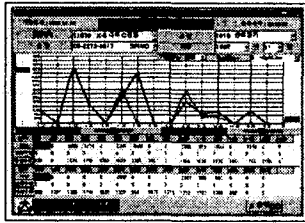
S산업의 POP시스템에서 구축된 SPC모듈은 <그림3-5>와 같다. 즉, 기본적으로 품질검사를 실시한 후에 얻은 불량정보와 계측정보를 바탕으로 불량관리모듈을 운용하며, 이 불량율은 관리도를 사용하여 공정의 통제상태를 검토하면서, 동시에 공정능력을 공정능력지수를 이용하여 추적한다.



<그림3-5> SPC시스템의 하부모듈

3.5.1. 불량관리와 관리도

공정별 불량 현황관리는, <그림3-6>에서 보는 바와 같이, 작업장, 품번, 공정, 기간을 선택할 수 있다. 이들 항목은 화면의 상단에 항목이 있으며, 항목의 우측에 각 항목의 선택사양을 지정하는 스크롤바가 있다. 위에서 지정된 항목별로 불량률의 PPM도를 보여 준다.



<그림3-6> 공정별 불량관리 모듈 화면

여기서 품번을 삭제하면 작업장에 대한 PPM도를 보여주며, 공정을 삭제하면 작업장별 품번에 대한 PPM도를 보여준다. 단 기간을 삭제할 수 없다. 각 선택이 끝날 때마다, 그래프의 내용은 선택에 따라 변화한다.

관리도 모듈은 관리도를 작성할 대상을 선정하는 항목을 두고 있다. 관리도 화면의 상단에 나타나 있는 바와 같이, 작업장, 품번, 작업일자, 측정부위, 시료수를 선택할 수 있다. 이들 항목을 선정하면 자동으로 화면의 하단에는 관련 수치데이터를, 중앙에는 관리도를 제시한다.

여기서 사용된 시료수에 대한 통계적 상수는 아래와 같다.

N	A ₂	d ₄	d ₃
3	1.02	2.57	-
4	0.73	2.28	-
5	0.58	2.11	-

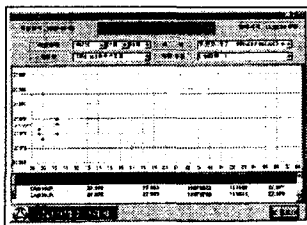
관리한계선을 결정할 때 사용된 식은 다음과 같다.

$$UCL = \mu + 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \bar{x} + A_2S$$

$$LCL = \mu - 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \bar{x} - A_2S$$

3.5.2. 계속자료 관리

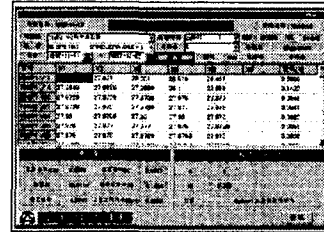
<그림3-7>과 같이, 품목별 계속정보 모듈은 현재 시간에 측정하고 있는 측정치와 그 측정치의 분산을 보여준다. 여기서 선택가능한 옵션은 화면의 상단에 나타난 항목과 같이, 작업일자, 작업장, 품목, 측정부위를 선택할 수 있다. 화면 하단에는 계속장비, 측정한도의 상한치와 하한치, 측정일자, 시각, 측정치를 보여주도록 설계되었다. 측정치들은 1분이 경과하면 변경된 측정치로 update하여 디스플레이한다.



<그림3-7> 품목별 계속자료관리 모듈 화면

3.5.3. 공정능력관리

공정능력 관리 모듈에서는 <그림3-8>의 화면 상단에 나타난 바와 같이, 작업장, 품번, 기간, 측정부위, 시료수, SU, SL, 측정기, 조사자 항목을 선택할 수 있다.



<그림3-8> 공정능력관리 모듈 화면

화면의 하단에는 C_p(공정능력), C_{pk}(공정능력지수), 평균값, 평균범위, k(치우침계수)와 n(시료의 수), d2와 판정결과를 나타내고 있다. 여기서 C_p = T/6 × s (s = σ/d₂), k = 2 × (M - x) / T, M = (SU + SL) / 2, C_{pk} = (1 - k) × T / (1.33 × S)이다.

그리고 공정능력의 판정은 다음과 같은 기준을 이용하였다.

구분	판정기준	판정결과
A	C _{pk} ≥ 1.33	공정능력 있음
B	1.00 ≤ C _{pk} < 1	공정능력 있으나 관리필요
C	C _{pk} < 1.0	공정능력 부족

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 자동차 부품제조업체인 S사의 SPC시스템을 POP환경하에서 설계하고 구축하였다.

본 연구에서 개발된 시스템의 특징은 다음과 같다.

첫째, 품질관리를 위한 시스템도 생산시스템의 하위체계로서 운영되어야 하므로 POP환경하에서 데이터베이스를 공유할 수 있도록 Client/Server환경으로 시스템을 개발하였다.

둘째, 시스템은 개방형 환경하에서 Window NT를 Server로 하고 Oracle을 이용하여 시스템을 구축하였으며, 작업현장의 단말기로 현장의 정보를 실시간으로 수집하여 서버로 전달되도록 하였다.

셋째, 시스템은 현장 작업자가 사용하기 편리하도록 Windows환경 하에서 터치스크린과 간단한 조작으로 입력만을 행하게 하여 사용상의 과오를 최소화할 수 있도록 설계하였으므로 작업자들이 쉽고 빠르게 이용할 수 있도록 하였다.

었다.

넷째, 본 연구에서 획득된 시스템설계 기술은 타 공정으로 쉽게 확장할 수 있으므로 해당기업으로 하여금 투자비용을 최소화할 수 있도록 고려하였다.

또한, 본 연구에서 대상으로 한 S산업에서 SPC시스템을 구축한 결과 다음과 같은 효과를 얻을 수 있었다.

첫째, 품질검사 과정을 효율적으로 개선하였는데, 전체 품질검사시간을 75%나 감축하였으며, 검사결과의 판독시간을 1일 4시간에서 1시간으로 단축하였다.

둘째, 측정주기 및 계산, plotting의 신뢰성향상을 통해 전반적인 공정관리의 신뢰성을 높일 수 있으며, 공정관리과정을 실시간으로 확인할 수 있다.

셋째, 기존시스템의 경우 작업자가 공정에서 이탈하는 때, 이를 확인할 수 없으므로 조치가 불가능하였으나, 이 시스템에서는 POP단말기에서 비가동원인이 즉시 분석되어 즉각적인 작업자 호출이 가능해지며 고장대처 시간을 단축하였다.

넷째, 기존시스템에서는 문제 발생 시 공정별로 방문 확인하였으나, 이 시스템에서는 관리자용 단말기에 공정현황이 display되므로 즉각적인 확인이 가능하며, 생산현황의 파악이 용이하다.

다섯째, 생산계획에서 출고까지의 통합관리가 가능하므로 공정의 흐름과 정보의 흐름의 동시화(synchronization)를 달성하는 동시에 적정재고를 항상 유지할 수 있는 기반을 제공한다.

참 고 문 헌

[1] 문혁동의, "Client/Server기반하에서 POP시스템의 구축과 적용에 관한 연구", **공업경영학회지**, 20권, 1997, PP.181-192.

[2] 박성현 외, 「통계적공정관리」, 민영사, 1997, 608쪽.

[3] 송준엽, 차석근, "CIM구축을 위한 POP시스템 개발", **IE Magazine**, 대한산업공학회, 5권, 1995, pp.38-46.

[4] 야마구치 도시유키, **CIM시대의 POP시스템**, 새길, 1995.

[5] 한경수, 안정용, "MS-EXCEL과 Visual Basic으로 개발한 통계적 공정관리 소프트웨어", **품질경영학회지**, 제 24권 2호, 1996, pp.172-178.

[6] 한국능률협회 POP연구회, 「CIM을 거당한 실천 POP시스템 구축매뉴얼」, 한국능률협회, 1989.

[7] 황의철, **품질경영**, 박영사, 1993.

[8] Berger, Roger W., and Thomas Hart, **Statistical Process Control**, ASQC Quality Press, 1986.

[9] Marker, D.A. and D.R. Morganstein, "Statistical Process Control: Why we need it", **Statistical Process Control: An IFS Executive Briefing**, ed. by J. Mortimer, IFS Publications, Ltd., 1988, pp.23-28.

[10] Oakland, John S. and Roy F. Followell, **Statistical Process Control**, 2nd ed. Heinemann Professional Publishing Ltd., 1990.

[11] 이진춘, "자동차부품업체의 POP시스템설계", **경일대학교 논문집**, 16집, 37호, 1999, 8. 게재예정.



이진춘

경북대학교 경영학과 졸업
경북대학교 대학원 경영학과에서 경영학 석사 및 경영학 박사 취득
1988년~현재 경일대학교 산업시스템공학과

1993년에 日本大阪府立大學 經營工學科에서 퍼지이론의 응용에 관한 공동연구를 수행
관심분야 : 퍼지이론의 응용, 정보시스템의 구축, 공정관리 등



김정만

동아대학교 산업공학과 졸업
동아대학교 대학원 공학석사 및 공학박사를 취득
1979년~현재 경일대학교 산업시스템공학과

1995년 日本大阪府立大學 經營工學科에서 퍼지이론에 관한 공동연구 수행
관심분야 : 인간공학, 감성공학, 퍼지이론의 감성공학 응용 등

김오환

경북대학교 수학과 졸업
경북대학교 경영대학원 MIS전공 수료

현재 삼립산업 주식회사 전산부장으로 회사의 전산화 및 정보화의 실무 담당