

LCD 산업에서의 공정관리를 위한 시스템의 설계 A Design of System for Process Control in LCD Industry

최 병욱¹⁾, 이 현우²⁾, 남 호수³⁾

¹⁾(주)스태소프트 코리아, 서울시 송파구 오금동 33-10 마스텔빌딩

²⁾(주)한국신뢰성기술서비스, 서울시 송파구 오금동 33-10 마스텔빌딩

³⁾동서대학교 시스템경영공학과, 부산광역시 사상구 주례2동 산 69-1

Abstract

LCD 패널제조 사업장에서 발생하는 공정데이터는 매일 1~2Gb에 달한다. 또한 관리대상 공정 및 품질 특성은 수백개에 이른다. 적절한 SPC Plan에 따른 주요관리대상 공정특성의 선정과 이에 기초한 데이터베이스의 설계 및 Legacy system과의 인터페이스, 그리고 메시지와 데이터송수신 시스템의 주요방법론을 논하고자 한다.

주요 내용으로는 LCD 산업에서의 SPC 시스템을 시스템의 관점에서, 그리고 시스템 Performance의 향상을 위한 방법론 등을 들 수 있다.

1. 서론

국내 유수의 기업에서 6시그마 시스템 및 다양한 품질개선/향상운동으로서 작업자 중심의 관점에서 본다면 분임조활동 및 개선제안활동 등을 들 수 있다. 반면, 설비관리 및 공정관리의 관점에서 본다면 DAS(Data Acquisition System)와 CAI(Computer Aided Inspection)에 기반한 자동화 시스템이 그 중심을 이룬다고 볼 수 있다.

작게는 소규모의 Batch 작업성의 공정관리에서부터 크게는 대규모 자동화 공정에서의 공정관리 기법이 정리 되고 있지만, 본 논문에서는 대규모의 공정에 설비 관리 체계를 통한 SPC를 하는데 효율적인 관리 기법을 소개 하고자 한다.

SPC 시스템은 무엇보다도 생산라인에서 실시간으로 문제점을 발견해 내는 것이 가장 큰 이슈이다. 또한 LCD 산업에서는 Split-Merge가 다량 발생하여, 어떠한 기준에서 실시간으로 공정의 문제를 예방하기 위한 방안을 시스템적으로 최적화 하여 엔지니어가 공정상의 문제 발생시 최단시간내(실시간으로)문제의 원인을 파악하여 조치를 취할 수 있도록 하는 것이 큰 이슈이다.

본 논문에서는 SPC의 일반적인 기능에 해당하는 Data Entry 및 결과 관리도 조회 등의 기능 소개 보다는 LCD 산업에 적용된 SPC시스템 설계 관점의 최적화 결과 사례를 토대로 중·소규모의

SPC적용과 대규모의 SPC 적용에 공정상의 문제를 가장 최단시간에 도출 할 수 있는 이해를 돕고자 한다.

2. 공정관리 시스템 현황

현재 SPC시스템은 여러 업체에서 기 구축된 다양한 형태의 최신 기술을 응용, 최단 시간에 다양한 관점으로 공정상의 문제점을 발견/예방하는 관점으로 개선하고 있다. 또한 업체의 규모나 산업군, 관리 대상, 생산물에 따라서 구현하는 기법과 규모가 상이하다. 과거 및 현재 개발/구현되고 있는 SPC System의 몇 가지 사례를 통한 기능을 본다.

2.1. 전통적인 SPC System

90년대 말 SPC는 대부분 Client / Server 기반의 시스템으로 공장의 생산과정에서 발생하는 기계·설비·작업자·방법 등의 4M 기준의 Data를 실시간으로 처리하여 각각의 처리된 결과를 현장 및 현장 관리자에 통보 하는 기능 중심으로 되어있으며, 세부 기능은 불량 관리를 위한 모듈, PPM Chart를 위한 모듈, 계측 결과자료 Chart를 위한 모듈, 생산 제품의 품질변동의 척도를 나타내는 공정 능력(Cp, Cpk) 관리 모듈로 구성되어있다.

사용자 기능으로는 작업자가 현장에서 자료 입

력 및 측정 시 자동으로 체크 관리 할 수 있도록 하는 인터페이스가 구성 되어있으며, 관리자는 생산실적관리, 생산현황관리, 계측정보관리, 설비관리 등의 기준으로 환경 설정 및 관리 결과 조회를 할 수 있다.

위에서 언급한 시스템의 예로는 실시간으로 공정에 피드백 할 수 있는 수단을 최적화 한 POP (Point of Production) 시스템 기반의 모듈로써 구현한 SPC 시스템이 있다.

2.2. Web 기반의 SPC 시스템

공장이 대형화 되고 첨단 고부가가치의 산업이 세계 1,2위를 점유하는 시대의 품질 향상 욕구와 반자동적으로 운영되어지는 점과 다른 Application과의 연동 등이 SPC를 운영하는 문제점으로 대두되는 시점에 시간/공간에 상관없이 발생 가능한 공정상의 문제를 해결하기 위한 실시간 공정자동화 기술이 요구 된다.

기존 대부분의 시스템은 통계와 관리 기능의 중심으로 구성 되어있고 기존방식의 약점을 보완, 통계처리의 명확성 및 확장성을 갖게 하며 공정 문제 해결의 편리성을 제공하는 개방형 기반의 시스템이 등장 하였다.

다양한 사이트에서 다양한 방법으로 구현 되었지만, 대표적인 예로는 XML 프로토콜을 지원하는 웹기반 SPC 시스템을 들 수 있다.

여기서 SPC 시스템은 XML Protocol 지원 기반의 기술을 이용하여 통계분석을 위한 차트를 웹에서 볼 수 있도록 하고, 관리자의 제어 명령도 웹에서 가능한 SPC 시스템을 구현 하였으며, 이에 적용된 Monitoring 기술은 COM/DCOM 방식을 이용하여 다양한 공정상의 Data를 관리하는 데 응용 되었다.

또한 공정상에서 발생하는 Raw Data 입/출력은 XML 포맷구조로 다른 Application이나 환경 사이에서 데이터 교환에 공통적으로 사용하기 용이하게 설계/구현 되어있다.

사용자 인터페이스도 Web 기반으로 되어 있어서 관리자가 원격지에서도 즉각적인 분석과 대책을 시스템에 적용 가능하도록 구현 되어있다.

2.3. MSPC 시스템

반도체, 화학 공정 등은 다양한 프로세스를 거쳐 최종 산출물을 생산하게 된다. 조업의 정상 유무를 판단할 수 있는 변수들은 수십개에서 수백개에 이르게 된다. 이 경우 SPC는 개별 변수 단위로 모니터링 하기 때문에 관리하는데 한계가 있다. SPC 모니터링의 대안으로 MSPC (Multivariate Statistical Process Control) 기법이 적용 되고 있다. MSPC 는 SPC 모니터링에서 다변량 분석의 기법(PCA, PLS 등)을 적용한 방법론으로 상관관계가 높은 공정변수들이 다량 발생하는 공정에서 사용한다.

예를 들어 여러 지점의 온도를 모니터링 하는 경우 한 지점의 온도가 상승하면 다른 지점의 온도가 상승하는 것이 일반적이어서 문제가 되는 상황이 되어도, 각각 SPC 차트로 모니터링 할 경우 정상적으로 판단될 수 있다.

MSPC 기법은 상기 SPC 기법이 가지는 한계점을 보완할 수 있는 방법을 제공하여 개별 변수의 문제점이 아닌 공정 관리 상태에서의 미세한 관리도 가능하게 해 준다.

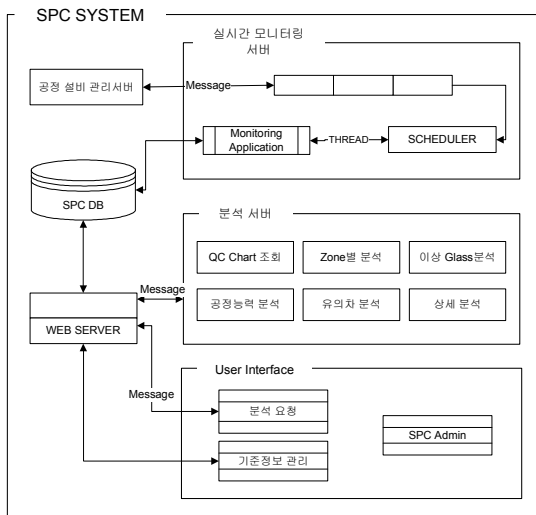
현재는 전사적으로 모든 생산라인에 Data가 수집되는 부분에서 전통적인 기법과 Web 기반의 기법에 다양한 모니터링 Rule이 적용되고 있으며, 향후 대규모 사업장에서는 세부 관리 기준으로 MSPC가 적용될 것이 예상된다.

3. SPC 시스템 구축

위에서 정리한 몇 가지 기법을 통합하여 2~3년에 걸쳐 구현, 현재 SPC시스템이 구축되었다. 공정상의 관리 대상과 라인 상황에 따라서 기본 관리와 미세 관리 기준 방법론과 User Interface도 점증적으로 개선되었다.

3.1. 시스템 개요

본 SPC System은 그 기능별로 별도의 Application으로 구분 되어있으며 각각의 기능은 분산 환경으로 몇 대의 서버에서 병렬처리 프로세스가 가능하게 설계되어있다. 또한 Web 서버와 SPC DB 와 SPC 서버를 각각 독립적으로 구성하여 프로세스의 효율을 높이고, User Interface를 JSP(Java Server Page)를 이용하여 속도 향상 및 사내 관리 Portal과의 통합을 실현 하였다.



<그림 3-1 SPC System 구성>

1) Message for SPC

모든 Message는 EAI(Enterprise Application Integration) 솔루션을 이용한 랑데부(rendezvous)의 동기 및 통신 방식을 적용하였으며 이 메시지는 프로세스의 속성에 따라 동시처리 혹은 Load Balancing 처리 하도록 구현되어 있으며 실시간 모니터링과 Chart조회 및 상세 분석 시에 사용되고 있다.

SPC를 위해 전달되는 모든 Message는 EAI 솔루션을 통해서 각각의 Subject 단위로 해당 고유의 Subject가 설정되어있는 Application에서 처리 되도록 구현 되어있고, Raw Data 형식, 분석 요청 Message 형식, Application 관리 형식 등의 XML로 정의 되어 전체적인 시스템 관리 방식에 표준이 되어 있다.

2) DB 및 User Interface

SPC DB의 구성은 SPC의 모든 기능을 설정하고 Data Type과 Spec등을 설정하는 기준정보, Data Type과 관리 단위별SPC 모니터링 결과 정보로 구성되어있으며, 기준정보는 별도의 Web UI로 관리 기준과 Spec을 입력하고, 모니터링 결과는 Web 사용자 UI를 통해 다양한 Chart로 조회 할 수 있으며 상세분석에도 활용된다.

3.2. 실시간 모니터링서버

실시간 모니터링을 위한 모든 Data는 공정설비로부터 모니터링 프로세스를 담당하는 Subject를 가지고 있는 실시간 모니터링 Application에 milli-second 단위로 Data를 송신 처리하여 실시간으로 전달되는 대용량의 공정 Raw Data를 최단 시간 내에 처리하고 있다. 여기서 전달되는 Message는 Message Parsing 프로세스를 통해 각각의 속성과 사전 정의된 모니터링 방법론에 의해 프로세싱 방법을 결정하며 그 결과는 문제점 발생 시 공정 Data Type, Monitoring Rule등의 기준으로 Legacy에 단계별 Warning, Inter-Lock 등을 실시간으로 전달 해준다. 또한, 모니터링 프로세스에서 처리된 통계량은 SPC DB에 결과로 저장된다.

실시간 모니터링에서의 관리기준과 중간 계산 정보는 내부에 Shared Structure로 Memory에 Loading 되어 처리되고 있으며 모든 처리 프로세스는 각각의 Rule에 따라 Thread 단위로 처리되도록 구현하여 Performance를 최적화 시켰다.

3.3 분석서버

실시간 모니터링 프로세스에 의해 저장된 결과는 사용자의 UI를 통해서 Web으로 조회 할 수 있으며 Data Type 별로 여러 형태의 관리도가 기본적으로 제공된다. 또한 공정의 문제점 파악을 위해 제공되는 다양한 기법이 있으며 사용자는 Web을 통해서 작업을 요청하면 분석서버에서 사전 정의된 Job 별로 분석을 수행한다. 분석서버는 분석 속성의 Subject를 가지고 있는 Application에 Balancing 기능을 적용하여 분석 요청 시 한 대 혹은 여러 대의 서버(Machine)에서도 동일한 기능을 수행하는 다수의 Application에 각각의 Balancing된 분석을 요청하여 다수의 사용자가 UI를 통해서 다양한 정보를 최단시간에 조회 할 수 있도록 구현되어있다.

3.4 User Interface

1) 분석 요청

사용자가 관리도, Chart 조회, 유의차분석 공정 능력분석 등의 분석 요청 시 기간설정(년/월/일/시간/분), 조회조건(프로세스, 공정구분, 설비정보, Chamber, 분석 대상 Item)을 설정하여 결과를 조

회 할 수 있다.

2) 기준정보 관리

SPC Monitoring Rule, Data Type, Warning / Inter-Lock Rule, Chart Type, 공정/프로세스/설비 기준정보를 입력하여 SPC의 모니터링 기준과 결과 통보기능, Chart 조회 기준 등을 설정한다.

3) SPC Admin

실시간 모니터링 서버, 분석 서버 등의 프로세스를 관리한다. 현재 운영되고 있는 모든 프로세스 상황을 관리하여 서버별 프로세스 실행/종료 및 문제 발생 시 대처 할 수 있는 기능이 제공된다.

4. 결론

현재 LCD공정의 SPC System은 SPC DB/실시간 모니터링서버/분석 서버/Web Server-User Interface의 구조로 구성되어있다. 본 시스템에서의 개발 Focus는 공정에서 발생하는 Data를 실시간으로 모니터링 처리 및 결과 조회 관점의 최적화이다.

모니터링은 평균 200개 측정 Item 기준 1초당 10건의 분석 Performance, Web에서의 분석/Chart 결과 조회는 평균 5초당 1건의 분석 Performance를 나타내고 있다.

향후 개선 과제로 MSPC기법과 품질마이닝 기법을 적용하여 전 Step/공정에 걸쳐 Data의 추적성을 강화하고 문제 원인 제공기능의 강화가 필요하다. 또한 본 시스템을 사용하는 엔지니어에게 좀더 직관적인 결과를 도출해 줄 수 있는 방법론의 연구가 필요하다.

참고문헌

- Barry M. Wise, N. Lawrence Ricker and David J. Veltkamp (1989), UPSET AND SENSOR FAILURE DETECTION IN MULTIVARIATE PROCESSES
- Jin-choon Lee, Jeong-Man Kim, Oh-Whan Kim(1999), Developing SPC System of an Automobile Part Manufacturing Firm under

POP System Environment

- Kyoung-Je Oh, Sang-Yong Han (2003), Web Based rSPC System Supporting XML Protocol,
- STATISTICA System Reference. StatSoft Inc.(2004)