

WOLAP을 기반으로한 통계적 공정관리 시스템의 설계

○
김진호, 박영배
명지대학교 컴퓨터공학과

Statistical Process Control System based on WOLAP

○
Jin-Ho Kim, Young-Bae Park
Dept. of Computer Engineering, Myongji University

요약

통계적 공정관리(SPC)에 있어서 신속하고 정확한 공정분석은 품질과 생산성에 중대한 영향을 미치므로 정확한 공정 데이터의 수집, 빠른 데이터 응답, 각 업무에 적당한 사용자 분석도구를 제공하는 분석환경이 요구된다.

본 논문에서는 기존 SPC환경에 WOLAP과 자바 기술을 기반으로 하여 다차원 구조로 데이터를 저장하여 빠른 분석 데이터 응답을 제공하고, 자바 애플릿 사용자 분석도구를 구현하여 사용자 관리가 용이하도록 하여 신속하고 정확한 분석과 개선 조치가 가능한 시스템을 설계하였다.

1. 서론

통계적 공정관리(SPC: Statistical Process Control)란 만족스러운 품질의 제품을 생산성 높게 만들기 위하여 통계적 데이터를 기반으로 불량원인을 쉽게 발견하도록 도와주며, 공정의 상태가 어떤지를 탐지하여 개선을 위해서는 어떤 대책이 합리적인가를 결정하는데 도움을 주는 하나의 공정관리기법이다. 이러한 공정분석을 위해서는 공정의 많은 통계에 필요한 집계 데이터와 분석도구가 필요하게 된다.

그러나, 기존 SPC환경에서는 설비관련 부서의 통합시스템에서 이력 데이터만을 수집하여 공정관리 부서에서 별도로 관리했기 때문에 대량의 데이터 이동이나 중복이 발생하게 되고, 수집에도 많은 시간과 비용이 요구되었으며, 실행시 집계가 행해지게 되어 데이터의 부정확과 느린 응답으로 인해 정확하고 신속한 분석 및 개선조치가 용이하지 못했다. 또한 상용 통계학 프로그램을 분석도구로 사용함으로써 추가 비용뿐만 아니라 정형화된 분석만이 제공되었다.

본 논문은 기존 SPC환경의 문제점을 해결하기 위해서 WOLAP(Web On-Line Analytical Processing)과 자바 기술을 기반으로 분석을 위한 다차원 데이터 구조를 가지는 통합 공정 데이터베이스를 구축하고, 자바 애플릿 사용자 분석도구를 구현함으로써 사용자에게 신속하고, 정확하며, 유연한 SPC환경을 제공하는데 목적이 있다.

2. 관련 연구

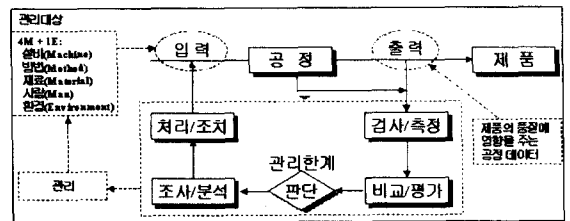
2.1 SPC(Statistical Process Control)

SPC는 <그림 1>에서 보는 것과 같은 공정의 사이클을 거쳐 계속적으로 공정의 산포를 줄여 공정능력을 향상함으로써 최종적으로는 6σ의 품질을 달성하는데 그 목적이 있다.

6σ품질이란 규격대비 ±6σ의 공정능력 수준(즉, 공정능력지수 2.0)을 말한다. 이 경우, 평균이 제품의 목표치와 일치

한다면 불량률은 0.002ppm이 된다. 그러나, 공정에는 항상 변동요인이 존재하기 때문에 실제로 평균은 최대 1.5σ까지 움직인다. 이런 경우의 공정능력지수는 1.5가 되고 품질수준은 99.99966%, 불량률은 3.4ppm이 된다.

이러한 공정능력 향상의 효과는 MOTOROLA의 경우에서 잘 나타난다. 87년 6σ경영기법을 도입한 Motorola는 지난 10년간 6σ품질을 제품의 우수성의 출발점으로 삼고 이를 달성하기 위한 방안을 전개해나감으로서 약 1백 10억 달러의 비용절감 효과가 있었다. 현재 국내의 많은 기업들도 6σ경영기법을 도입했거나 도입하고 있으며, 6σ품질 달성을 위해 많은 기업들에서 SPC를 활용하고 있다.



<그림 1> 공정관리 사이클

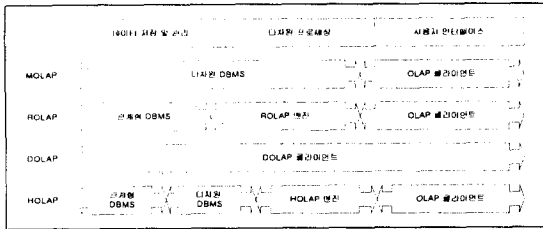
2.2 OLAP과 WOLAP

처음 Codd에 의해 OLAP란 용어가 사용된 이래 짧은 시간에도 불구하고 많은 문헌과 사람들에 의해 사용되어지고, 많은 연구가 진행되어 왔으며, 기술적으로 <그림 2>와 같이 MOLAP(Multidimensional OLAP), ROLAP(Relational OLAP), DOLAP(Desktop OLAP), HOLAP(Hybrid OLAP)로 구분되어진다.

최근 OLAP의 형태는 클라이언트-서버 형태에서 웹 기반으로 하는 WOLAP으로 급속히 변화하고 있다. WOLAP은 클라이언트-서버형 OLAP에 비해 클라이언트 부분의 소프트웨어 설치비가 안 들어가기 때문에 가격이 저렴하다. 또한 사용자는 웹브라우저를 통해 인트라넷(Intranet) 혹은

본 연구는 1999년 정보통신부의 정보통신우수시범학교 지원사업에 의하여 수행되었음

인터넷(Internet)상에서 일관된 UI로 다차원 질의를 수행할 수 있다. 메타데이터를 OLAP서버, DW서버, 웹 서버 등에서 생성할 수 있어 시스템 다운으로 인한 메타 데이터를 재 생성하는 시간을 줄일 수 있어 급속히 웹 기반으로 변화하고 있다.

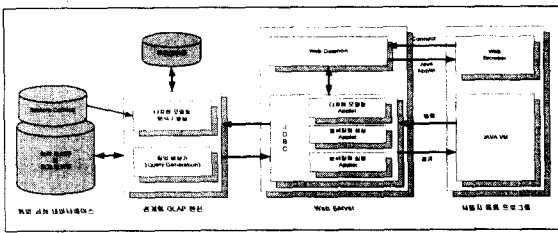


<그림 2> OLAP의 구분

3. WOLAP SPC 시스템의 설계 및 구현

3.1 시스템 구성

WOLAP SPC 시스템은 <그림 3>과 같이 통합 공정 데이터베이스, 관계형 ROLAP엔진, 웹 서버, 사용자 응용 프로그램으로 구성되어 있다.



<그림 3> WOLAP SPC 시스템의 구성도

3.1.1 통합 공정 데이터베이스

통합 공정 데이터베이스는 기존 이력 데이터의 구조를 변경하지 않고, 집계 데이터만을 분석질의에 빠른 응답을 할 수 있도록 다차원 구조로 저장한다. 또한 메타 데이터에 차원에 대한 정보를 저장 관리하여 집계에 필요한 연산을 정의하고, 메타 데이터에 정의된 연산을 DBMS의 사용자 정의 함수와 트리거 기능을 이용하여 구현해서 선행 집계할 수 있게 된다. 이러한 통합된 데이터베이스를 구현함으로써 통합된 데이터 관리, 데이터 이동의 최소화, 데이터의 중복을 최소화할 수 있을 뿐만 아니라, 기존 구축된 DBMS를 그대로 사용할 수 있어 보안이나 회복같은 DBMS의 기능을 충분히 활용하면서 중복 투자를 줄일 수 있는 효과가 있다.

3.1.2 관계형 OLAP 엔진

관계형 OLAP엔진은 관리자가 기존 공정 데이터베이스의 시스템 카탈로그를 기반으로 SPC에서 필요한 데이터를 다차원적으로 구성할 수 있게 하고, SPC의 분석 질의를 생성할 수 있는 환경을 제공한다. 생성된 다차원 데이터와 분석 질의는 OLAP 엔진에 의해 메타 데이터에 저장되고 집계 연산이나 최종 사용자 질의 시 사용된다.

3.1.3 웹 서버 및 사용자 응용 프로그램

사용자 응용 프로그램은 일반적인 웹 브라우저를 사용할 수 있도록 웹 서버에 자바 애플릿으로 사용자 인터페이스를 구현함으로써 각 클라이언트에 설치해야했던 사용자 응용 프로그램 대한 비용절감의 효과가 있으며, 응용 프로그램의 활용 및 관리도 용이해진다.

3.2 통합 공정 데이터베이스 모델링

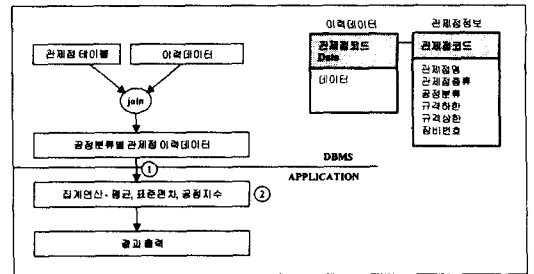
3.2.1 기존 데이터 구조와 다차원 구조의 차이점

반도체 공정에서의 자주 사용되는 <표 1>과 같은 출력을 원하는 "1999년 1월 1일 각 관제점의 데이터 평균, 표준편차, 공정지수를 공정분류별로 출력하라"는 예를 들어 보자

<표 1> 분석 질의의 예

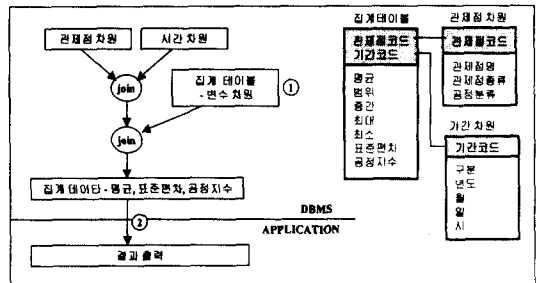
| 1999년 1월 1일 공정분류별 관제점 통계 데이터 | | | | | |
|------------------------------|------|-------|------|------|------|
| 공정분류 | 관제점명 | 관제점종류 | 평균 | 표준편차 | 공정지수 |
| DIFFUSION | T01 | 온도 | 23.7 | 2.0 | 1.27 |
| | H01 | 습도 | 75.2 | 4.0 | 1.24 |
| | P01 | 압력 | 67.2 | 0.5 | 1.25 |
| PHOTO MASK | T02 | 온도 | 24.0 | 2.5 | 1.32 |
| | H02 | 습도 | 77.2 | 4.2 | 1.23 |
| | T03 | 온도 | 23.4 | 2.0 | 1.21 |
| ETCH | H03 | 습도 | 75.2 | 4.0 | 1.32 |
| | P02 | 압력 | 67.2 | 0.4 | 1.27 |
| | A01 | 경기속도 | 2.0 | 1.0 | 1.33 |
| | PAD1 | 입자수 | 10.0 | 2.0 | 1.25 |

먼저 이력 데이터만을 가지고 질의에 대한 응답을 하는 경우는 <그림 4>와 같다. 이 경우 응답은 대량의 데이터 이동이 발생과 응용 프로그램의 실행시간 집계 연산으로 인하여 느려지게 된다.



<그림 4> 분석 질의 - 기존 데이터 구조

반면에, 다차원 구조로 집계되어진 경우는 <그림 5>와 같이 집계 연산의 선행처리와 대량 데이터 이동을 제거하게 되어 사용자에게 빠른 응답을 할 수 있다.



<그림 5> 분석 질의 - 다차원 구조

3.2.2 분석질의를 위한 다차원 구조 생성 및 변환

통합 데이터베이스에서의 이력 및 집계 데이터는 <그림 6>과 같이 구성되게 된다. 이력 데이터는 기존의 구조를 그대로 유지하게 되고, 집계 데이터는 이력 데이터에서 추출 변환되어 다차원 구조로 존재하게 된다. 집계 데이터의 다차원 구조는 메타 데이터에 저장되며 저장되는 정보는 <표 2>와 같다.

<표 2> 메타 데이터 차원 정보

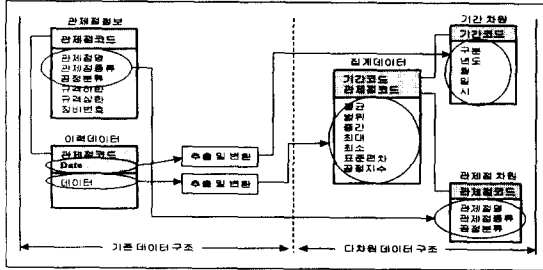
| 데이터명 | 항목명 | 내용 |
|----------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 차원정보 | 차원코드 | 차원 고유 코드 |
| | 차원명 | 차원의 이름 |
| | 차원코드 | 항목이 속한 차원의 코드 |
| | 항목코드 | 차원에서의 항목 고유 코드 |
| 차원항목정보 | 항목명 | 차원에서의 항목의 이름 |
| | 항목간의 일치 | 항목 간의 일치 - 현재 기존 데이터의 값으로 연산 - 참조 기존 데이터의 값을 변환하거나 직접 참조 - 사용자 정의 추가차원항목에 대한 정보도 필요 |
| | 입력형식 | |
| | 출력데이터 | 항목이 참조할 기존 데이터명과 형식 |
| 추가차원항목정보 | 변환식 | 항목데이터의 변환식 |
| | 차원코드 | 속한 차원의 코드 |
| | 항목코드 | 속한 차원항목의 코드 |
| | 추가항목코드 | 차원, 항목에서의 추가 항목코드 |
| | 항목간 | 항목에 입력될 값 |
| 계층의식 | 계층구조상 지위의 변조 | |
| 정의식 | 추가차원항목 간의 정의식 | |

조회어: 공정분류별 관제실시간통계 출력양식 보고서

입력 항목

| 출력항목 | 비교대상연 | 입력항목 | 표시항목 | 조건 | 비고 |
|------|-----------|-------|------|----|----|
| 년도 | 기간차원년 | 사용자입력 | 출보박스 | - | |
| 월 | 기간차원월 | 사용자입력 | 출보박스 | - | |
| 일 | 기간차원일 | 사용자입력 | 입력란 | - | |
| 구분 | 기간차원구분 | 고정 | 일칸 | - | |
| 공정분류 | 관제실시간공정분류 | 사용자입력 | 출보박스 | - | |

<그림 8> 질의 생성 화면



<그림 6> 이력 데이터와 집계 데이터

>> 공정분류별 관제실시간통계 <<

년도: [] 월: [] 일: [] 공정분류: []

| 항목명 | 비교대상연 | 입력항목 | 표시항목 | 조건 |
|------|-----------|-------|------|----|
| 년도 | 기간차원년 | 사용자입력 | 출보박스 | - |
| 월 | 기간차원월 | 사용자입력 | 출보박스 | - |
| 일 | 기간차원일 | 사용자입력 | 입력란 | - |
| 구분 | 기간차원구분 | 고정 | 일칸 | - |
| 공정분류 | 관제실시간공정분류 | 사용자입력 | 출보박스 | - |

<그림 9> 분석 질의 실행화면

3.3 WOLAP SPC 시스템의 구현

3.3.1 사용자 관리

사용자는 관리자라 일반 사용자라 나뉘어져 관리된다. 관리자를 제외한 모든 사용자는 자신이 속한 그룹에 의해 각자의 권한을 가지게 된다. 관리자는 SPC 분석에 필요한 새로운 다차원 구조를 생성하고 전체 사용자가 사용할 수 있는 공통 분석 질의를 생성하며, 각 사용자나 그룹에게 데이터에 대한 접근 권한을 부여할 수 있다.

3.3.2 관리자 인터페이스

관리자 인터페이스는 기존 데이터베이스의 시스템 카탈로그를 기반으로 새로운 다차원 구조를 생성하고, 전체 사용자가 빈번하게 사용하는 공통 분석 질의를 생성하여 정보를 메타 데이터에 저장한다.

| 비교대상연 | 출력양식 |
|-----------------|------|
| 공정분류별 관제실시간통계 | 보고서 |
| 관제실시간 평균-평균 관리도 | 그래프 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

질의 생성 질의 삭제 질의 수정 질의 삭제

<그림 7> 일반 사용자 인터페이스 초기 화면

3.3.3 일반 사용자 인터페이스

일반 사용자 인터페이스는 관리자 인터페이스에 의해 생성된 공통 분석 질의를 실행하거나, 관리자에 의해 생성된 다차원 데이터를 기반으로 사용자만의 특별한 분석 질의를 생성하거나 실행한다.

이 경우, 생성된 각 분석 질의에 대한 정보 또한 메타 데이터에 저장되어 <그림 9>와 같이 분석 질의 실행 시 사용자 인터페이스를 동적으로 생성하는데 사용된다.

4. 결론

본 논문에서는 기존 SPC환경에서의 데이터 관리와 분석도구에 대한 문제점을 지적하고, WOLAP과 자바 기술을 기반으로 다차원 구조의 통합된 공정 데이터베이스와 자바 애플릿 분석도구를 제안함으로써 사용자에게 신속하고, 정확하며, 유연성 있는 SPC 시스템을 설계하였다. 이는 적은 개발 및 관리비용으로 효율적인 공정관리를 행하는 데 도움을 줄 것이다.

추후에는 제안한 시스템을 실제 공정관리 환경에 구축 적용하여 기존 시스템과의 비교 및 분석을 통해 단점을 보완한 후, 데이터 마이닝이나 인공지능 기법들을 도입하여 공정분석뿐만 아니라 분석을 통한 개선조치도 행해질 수 있는 지능적인 시스템에 대한 연구도 진행하고자 한다.

참고 문헌

- [1] 조재희, 박성진, "데이터 웨어하우징과 OLAP," 대청미디어, 1998
- [2] 김은영, 용환승, "OLAP을 위한 객체-관계 DBMS에 기반한 다차원 데이터 모델 설계," 한국정보과학회 봄 학술 발표 논문집 제 25권 1호, 1998
- [3] Angela Sanchez, "Data Warehousing with Informix: Best Practices," Informix Press, 1998
- [4] Art Taylor, "JDBC Developer's Resource," Informix Press, Prentice Hall, 1997
- [5] Arie Shoshani, "OLAP and Statistical Databases: Similarities and Difference," PODS'97 Tuscon Arizona USA, 1997
- [6] Red Brick System Inc. "Star Schema Processing for Complex Queries," White Paper, 1997
- [7] MicroStrategy, Incorporated, "The Case for Relational OLAP," White Paper, 1995
- [8] W.H. Inmon, R, D Hackathorn, "Using the Data Warehouse," John Wiley & Sons Inc., 1994
- [9] 김성인, 신용석, "통계적 공정관리를 위한 전문가 시스템," 산업공학회지 제6권 제1호, 1993