

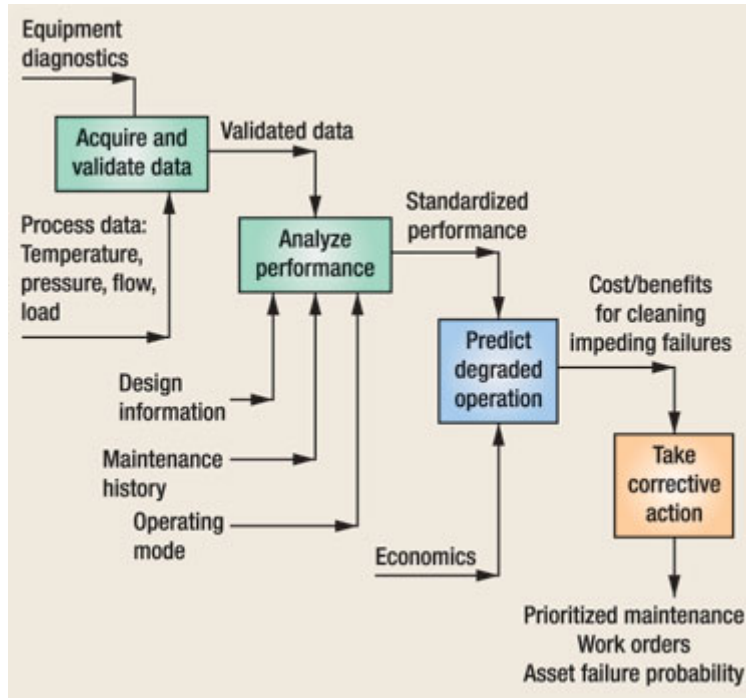
RPM: Real-Time Performance Monitoring

포항공대 화학공학과 김정환
서울대학교 응용화학부 한종훈

본 회에서는 실시간 운전효율 모니터링 (Real-Time Performance Monitoring) 기술의 개념 및 시스템 구성에 관하여 살펴보도록 하겠다. 화학공장은 많은 장치로 구성되어 있으며, 각 장치들의 정상적인 작동은 전체 공장의 안정적인 운전을 위해서 매우 중요하다. 따라서, 각 장치들이 정상적으로 Performance 를 내고 있는지 실시간으로 확인함으로써 전체 공장의 조업 연속성과 효율을 높이는 것은 매우 중요하다. 주요 장치들에 대한 performance monitoring 은 주요 장치의 갑작스러운 정지를 미리 예측하여 방지함으로써 공장운전의 연속성 확보와 이익 극대화에 기여할 수 있다. 일반적인 프로세스의 경우, Maintenance 에 소요되는 비용은 원료비와 유틸리티 비용 다음으로 가장 많은 비용을 차지하고 있다.

<그림 1>은 RPM(Real-time performance monitoring)의 개념을 나타내고 있다. 먼저, 공장의 각 센서로부터 온도, 유량, 압력 등 데이터를 받아들이고 각 데이터에 존재하는 오차를 데이터 보정을 통하여 제거한 후, Performance model 을 통하여 performance 를 산출하게 된다. 이 때 공장의 상황이 계속해서 바뀌기 때문에 입력된 정보를 기준상태의 performance 로 환산하게 되며, 여기에 경제성 산출을 위한 단가 등의 비용정보를 고려하여 운전효율에 대한 정보와 주요장치의 성능을 모니터링 하게 된다.

모니터링을 통하여 생성하는 주요 KPI 는 공장 주요장치의 Performance 를 나타내는 지표들이 많이 사용된다. 각 장치의 주요 설치목적대비 운전비용으로서 예를 들면, Distillation Column 의 경우, 탑상과 탑하의 분리스펙을 맞추면서 소요되는 비용관련 항목들 (예를 들면, 스팀사용량, 냉각비용 등)이 사용되며, 품질관리와 관련된 관리항목들도 주요 관리 KPI 가 된다.

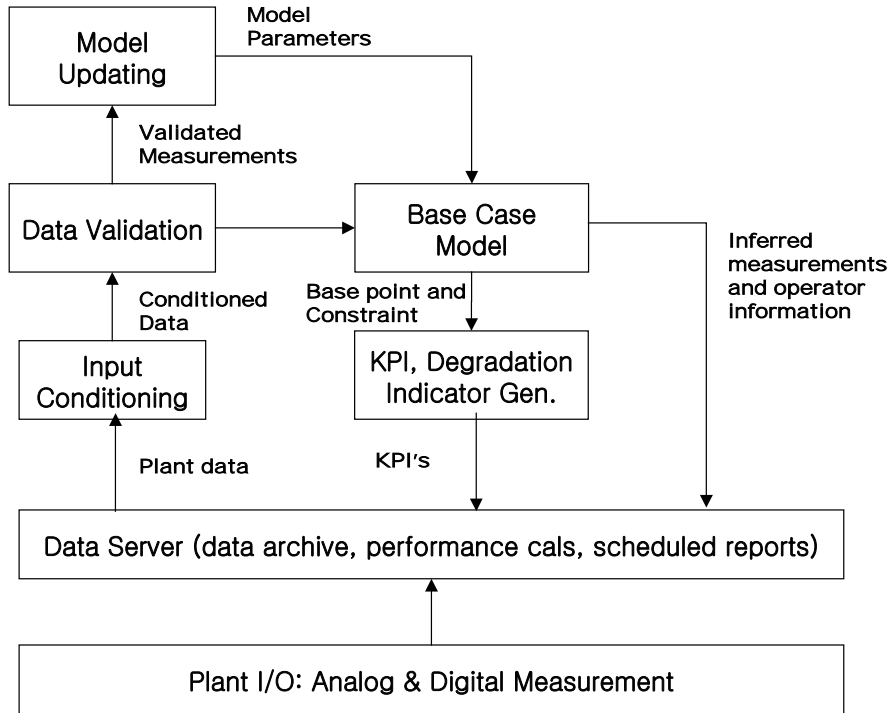


<그림 1> 실시간 운전효율 모니터링 개념

<그림 2>는 Real-time Performance 시스템 구조를 보여준다. 공장의 각 센서를 통하여 수집된 정보는 데이터보정을 통하여 신뢰성을 확보한 후, 공정의 변화가 있을 경우 모델파라미터의 업데이트를 통한 모델업데이트를 수행하여 KPI 를 예측하기 위한 기본 모델을 최신화하는 과정을 거친 후 KPI 또는 Degradation Indicator 를 산출하여 활용하게 된다.

Degradation Indicator 란 공장의 주요장치의 성능이 시간이 지남에 따라 떨어지는 것을 모니터링하여 적절한 시기에 Maintenance 작업을 하기 위한 측정지표가 된다. 이렇게 주요 장치가 고장을 일으키지 않고 정상적으로 운전될 수 있는 기간을 예상하여 주요 장치에 대한 수리일정을 세우고 수리를 함으로써, 예상치 못한 장치의 고장을 막는 방법을 Preventive maintenance 라고 한다. Preventive maintenance 를 하기 위해서는 각 장치의 잔존수명을 비교적 정확하게 산출해야만 한다. 이를 통하여 불필요한 수리로 인한 비용감축 및 예상치 못한 장치의 고장을 막음으로써 효과극대화를 이룰 수 있는데, 이렇게 장치의 잔여수명예측에 대한 정확성을 높이기 위해서는 주요 장치의 성능을 꾸준히

모니터링하는 것이 필요하다. 효과적인 모니터링을 위해서는 주요장치의 운전정보를 실시간으로 지속적으로 모니터링하기 위한 센서의 설치가 필수적이며 <그림 3>은 모터에 설치된 모니터링 장치를 나타내고 있다.



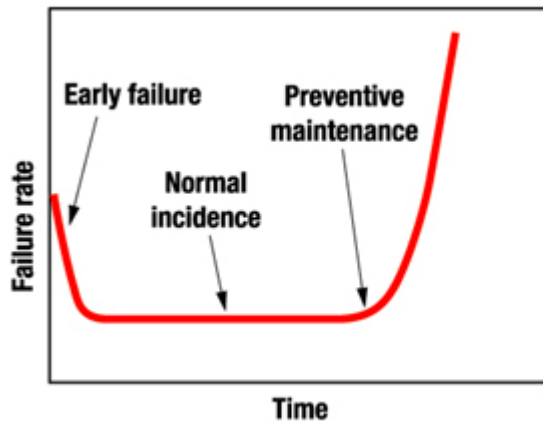
<그림 2> 실시간 운전효율 모니터링 시스템 구조



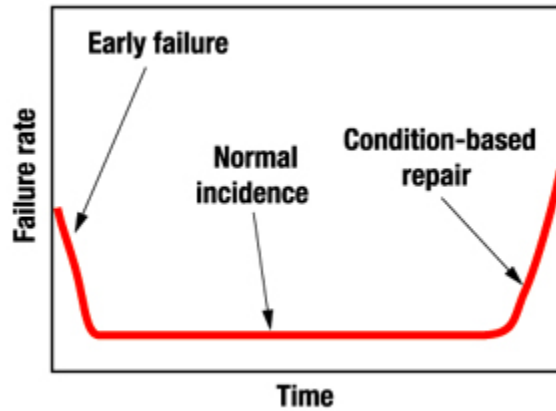
<그림 3> 실시간 모니터링을 위한 센서의 설치

일반적인 장치의 고장곡선은 <그림 4>와 같은 욕조모양 (bath tub)을 나타낸다. 장치의 설치 직후, 장치조립시의 문제점이나 교체품의 문제 등으로 인해서 설치 직후 일정기간 동안 고장발생확률이 높으며, 일정 기간동안 잘 운전이 되고 나면 그 이후 장치의 노후화 등으로 인해서 고장확률이 증가하기 전까지는 일정한 고장확률을 나타내는 것이 일반적이다. 문제는 효과적인 장치의 운전성능에 대한 모니터링을 하지 않고서는 운전효율감소 및 사고의 발생시점을 정확히 예측하기가 불가능하다는 점이다. 그러므로, 실시간으로 장치의 운전효율에 대한 관리가 필요하며 이는 효과적인 측정장치의 설치와 이를 해석할 수 있는 기본모델의 구성 및 데이터 해석, 그리고 이를 실제 정수계획에 반영하는 것이 필요하다.

<그림 4>에서 보여지듯이, 고장확률이 다시 증가하기 직전에 미리 장치에 대한 정비를 통하여 안정적인 운전을 이끌어내는 것이 필요하다. 일반적으로 Preventive maintenance 를 통하여 <그림 4>의 곡선을 <그림 5>의 곡선과 같이 초기고장확률을 낮추고 장치고장이 일어나기 시작하기 전까지의 시간을 늘릴 수 있으며, 장치 설치 직후의 고장확률 증가 역시 지속적인 실시간 모니터링을 통하여 고장확률을 낮추는 것이 가능하다.



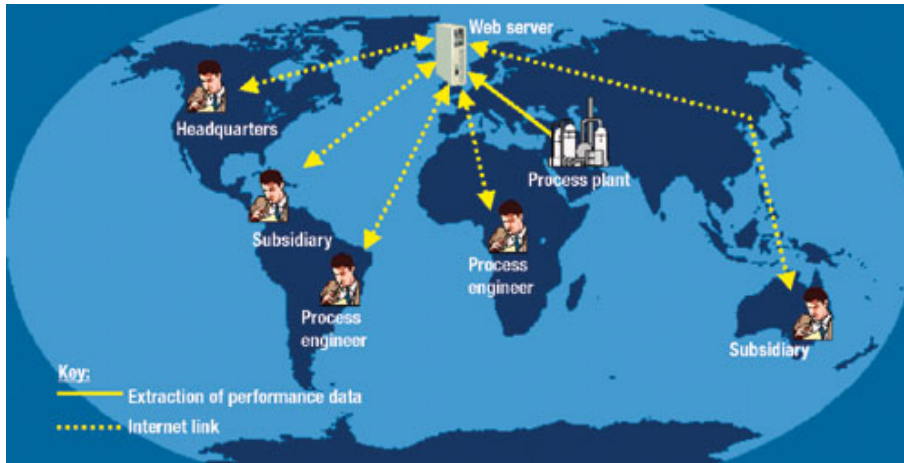
<그림 4> 일반적인 설비들의 bathtub curve



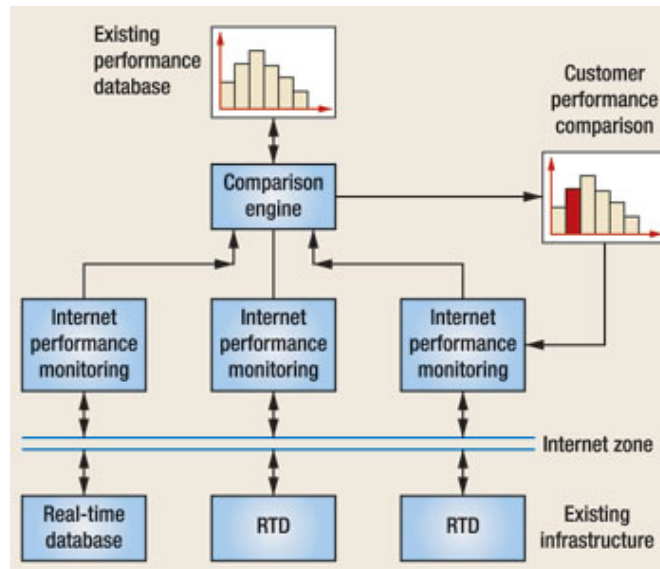
<그림 5> Preventive maintenance 적용시 bathtub curve 변화

실시간 운전효율 모니터링 (RPM)은 기존에 생산현장에서 많이 사용되어 왔던 원가개념에서 더 나아가 단위장치, 단위공정, 더 나아가 공장전체의 운전효율을 한 눈에 파악할 수 있는 지표를 만들기 때문에 생산현장의 근무자는 물론 공장전체에 대한 관리를 필요로 하는 관리자에게 중요한 지표가 된다. 실시간 운전효율 모니터링 기술을 활용하여 일반적으로 생산성을 약 1-3% 가량, 그리고 계획되어 있지 않은 정수(maintenance)를 줄임으로써 약 10-30%의 비용절감을 이루는 것이 가능한 것으로 보고되고 있다.

실시간 운전효율 모니터링에 있어서 최신의 흐름은 인터넷 기반의 RPM 구축이라고 할 수 있다. 여러 지역에 다수의 공장을 가진 기업의 경우, 각 공장들의 개별적인 운전효율에 대한 분석 뿐만 아니라, 전체 공장을 통합한 측면에서의 효율에 대한 모니터링이 매우 중요하기 때문에, <그림 6>과 같이 인터넷 기반의 모니터링 시스템을 구축하게 된다. 인터넷 기반의 모니터링 시스템의 구축시 <그림 7>과 같이 각 공장의 performance를 실시간으로 비교하고 종합할 수 있다는 장점이 있으며, 반면에 중요정보의 유출을 막을 수 있는 보안장치의 강화가 필요하다. 다음 회에서는 실시간 운전효율 모니터링 시스템의 산업체 적용사례를 소개하도록 하겠다.



<그림 6>인터넷을 이용한 RPM



<그림 7>Web-based Performance system 구축을 통한 performance 비교

References

- 1) M. House et al., “Consider online predictive technology to reduce electric motor maintenance costs”, Hydrocarbon Processing, July 2002.
- 2) G.B.Patrik, “Reliable machines require competent maintenance skills”, Hydrocarbon Processing, Jan 2002.
- 3) D. C. White, “Increase plant productivity through online performance monitoring”, Hydrocarbon Processing, June 2002.