

Efficient Process Monitoring and Causality Analysis Using Markov Random Fields and Graphical Lasso

김창수, 이호동, 이원보[†]
서울대학교
(wblee@snu.ac.kr[†])

기존의 데이터 기반 공정 모니터링 방법론들은 변수들의 차원 축소를 통해 모니터링을 수행하기 때문에, 변수 각각의 특성이 반영되기 힘들 뿐 아니라 발생한 이상의 전과 경로 확인 및 원인 분석을 수행하기에 어려움이 있다. 데이터의 양이 방대해지는 현재 실정에서, 효과적으로 모니터링을 수행하면서도 변수들의 특성을 반영해 낼 수 있는 공정 모니터링 방법론이 필수적인 상황이다. 이번 연구에서는 비방향성 그래프 모델인 Markov Random Fields와 Graphical Lasso를 조합하여 모니터링을 수행할 수 있는 방법론을 제시하고, 이 방법론을 공정 벤치마크 모델인 Tennessee Eastman Process (TEP)에 적용하여 이상 원인 및 이상 전과 경로 분석의 결과물을 제시한다. Markov Random Fields의 경우 Bayesian Network 등으로 표현이 어려운 순환 구조를 표현해 낼 수 있기 때문에 적용 범위가 더 넓다. 또한 Graphical Lasso를 함께 사용함으로써 Markov Random Fields의 단점으로 볼 수 있는 계산상의 높은 computational complexity가 해소될 뿐 아니라 이상 전과 경로 및 원인 분석이 용이해 지는 장점이 있다. 제시한 방법론을 사용한 결과 TEP에서 제시하는 모든 이상에 대하여 기존 방법론에 준하는 이상 탐지 비율을 보여주었으며, 탐지가 어려운 4번, 9번 이상 등에 대해서도 이상을 효과적으로 탐지해내고 전과 경로를 파악해 내는 결과를 확인할 수 있었다.