

## Robust optimization of fluidized bed reactor operating conditions under uncertainty using data driven based polynomial chaos expansion

김민수, 조성현<sup>1</sup>, 문일<sup>†</sup>, 나종걸<sup>2</sup>연세대학교; <sup>1</sup>연세대학교 화공생명공학과; <sup>2</sup>이화여자대학교(minsu77@yonsei.ac.kr<sup>†</sup>)

최근 공학에서 신경망(Neural network) 등을 이용하여 원래 모델을 근사시키는 메타모델링(metamodeling) 연구들이 진행되어 왔다. 하지만 대부분 방법들은 불확실성을 고려하지 못한다. 불확실성을 고려하지 않은 디자인 최적화 문제는 데이터의 변화에 대하여 민감하여 제품의 질이나 공정의 비용에 악영향을 미친다. PCE(Polynomial chaos expansion)는 불확실성의 정량화 연구(uncertainty quantification) 방법으로 몬테카를로 방법(Monte Carlo method)과 비교하여 적은 데이터로 유의미한 성능을 얻을 수 있다. TNT를 포함하는 폭발성 폐기물은 유동층 반응기를 이용하여 소각 처리하며 부산물로 질소산화물(NO<sub>x</sub>)가 다량 발생하게 된다. 따라서 질소산화물의 배출량을 최소화 할 수 있는 공정의 운전조건을 규명해야 한다. 본 연구에서는 DD-PCE(Data-driven based PCE)를 이용하여 유동층 반응기의 운전조건을 강건 최적화(robust optimization)를 진행한다. 강건 최적화(robust optimization)는 불확실성을 고려할 수 있는 방법으로, 최근 실제 최적화 분야에서 각광받고 있다. 결과적으로 불확실성을 고려하지 않은 최적점에 비하여 높은 질소산화물 배출량을 보이지만 불확실성 변수의 변화에 따른 공정의 변동폭이 작기 때문에 강건한 최적 운전조건을 찾을 수 있다.