

피드포워드 특성이 내재된 강건 반복제어의 설계 및 그의 적용

김병섭 (한국기계연구원)

주제어 : 반복제어, μ -합성법, 피드포워드, 비원형가공

참조값 또는 외란이 일정한 주기를 가지고 반복되며 그 주기가 알려진 경우에, 일반적으로 반복 제어(repetitive control)는 뛰어난 트래킹(tracking) 또는 외란제거 성능을 보인다. 하지만 주기성이 시간에 따라 변동하는 경우에 반복제어의 성능은 급격히 떨어진다. 이는 반복제어 방법이 참조값 또는 외란의 주기에 대한 내부적인 학습구조가 있기 때문이다.

이 논문은 주기성을 갖고 있는 신호가 시간에 따라 그 크기나 위상이 조금씩 변하는 경우에 이 신호의 트래킹 성능을 증대하기 위한 방법으로 피드포워드(feedforward)와 반복제어를 통합된 구조 속에서 동시에 설계하는 방법을 제안한다. 이 설계법은 μ -합성법(μ -synthesis)을 이용하여 설계자가 의도하는 제어 시스템의 특성 모델과 얻을 수 있는 트래킹 성능과의 거리를 구조화된 특이값(structured singular values)으로 나타내고 이를 최소화하여 제어를 설계한다. 트래킹 성능 뿐만 아니라 외란제거에 대한 요구 한도 까지도 제안된 제어기의 설계방법에 편리하게 포함된다.

참조값을 나타내는 신호는 근사적인 주기성을 가지고 있으며 미리 임혀질 수 있다고 가정하는데, 이 같은 참조값에 대한 구조적인 지식은 μ -합성법에서 피드포워드 블록과 주기적 신호 발생기에 반영된다. 주기적 신호 발생기는 제어 시스템이 참조값의 주기적인 성분을 트래킹 해줄 수 있게 해주며, 피드포워드 부분은 주기적인 신호의 크기나 위상이 천천히 변하는 부분을 제어 시스템이 앞서 볼 수 있도록 하여 보상한다.

크기와 위상이 천천히 변하는 근사적으로 주기적인 참조값을 제어 시스템이 쫓아가야 하는 예는 피스톤 가공과 같은 자동차 부품 생산현장에서 많이 찾을 수 있다. 제안된 방법을 실제 피스톤을 가공하는 전기기계형 액츄에이터(actuator)에 적용하여 제안된 방법의 우수성을 입증한다.