

현장적용을 위한 모델예측제어 소프트웨어 개발

윤진균, 이상주, 백기황, 신준호*, 박선원*, 최영재**, 차문환**, 한경택**, 김영순**
신경건설(주) 연구소, 한국과학기술원 화학공학과*, 한화그룹종합연구소**

Development of Model Predictive Control Software for Applying to the Real Plant

J.K. Yoon, S.J. Lee, K.H. Baek, J.H. Shin*, S.W. Park*,
M.H. Cha**, Y.J. Choi**, K.T. Han**, Y.S. Kim**
R&D Technology Center, SKEC, Dept. of Chem. Eng., KAIST*
Hanwha Group R & E Center**

서론

모델 예측 제어는 공정모델을 통해 얻어진 예측 구간내의 공정 출력 예측 값과 설정된 궤적과의 오차를 최소화 하도록 제어 구간내의 일련의 제어기 출력 값을 계산하는 것이다.

공정변수중에는 조작변수에 대한 응답이 매우 느리거나 큰 시간 지연 또는 시간 상수를 가지고 있어서 간단한 PID 제어기에 의하여 제어하기에 어려움이 있는 것이 있다. 이러한 공정변수의 제어에는 공정의 동적 모델을 직접 이용하는 모델예측제어기법이 좋은 성능을 줄 수 있다.

또한 모델 예측 제어의 개념은 단일 입출력의 공정들에만 국한되지 않는다. 예측 제어기는 다입력다출력의 공정에도 쉽게 유도되고 적용될 수 있다.(1) 모델 예측 제어는 제어기 설계시 체계적인 방법으로 공정의 제약을 다룰 수 있는 유일한 방법이다. 실제 공정에서 제약은 늘 존재하므로 이것은 중요한 이슈가 된다. 이러한 이유로 지난 10여년간 공정의 모델을 이용한 제어기법의 사용이 산업계에서 크게 증가되어 왔다.(2)

본 연구는 실시간 최적화 기술 개발과 병행하여 화학공정의 제약 조건을 고려할 수 있는 보편화된 다변수 제어 알고리즘 QDMC를 이용한 모델예측제어 소프트웨어를 개발하는 데 있다.

본론

1. 개발된 프로그램의 구조 및 특성

본 연구에서 개발한 소프트웨어는 MicroSoft Fortran 5.1에 의하여 알고리즘을 구현하였고 Visual Basic 3.0을 이용하여 Windows환경에서 사용자 인터페이스 환경을 구성하였다.

개발된 소프트웨어는 다음의 입력값들을 필요로 한다. 각 값은 모두 Windows하에서 사용자가 입력하도록 하였다.(Fig.1)

가. 플랜트

본 소프트웨어는 향후 DCS위에서 직접 제어기로서 장착될 예정이며 현재는 이를 위한 튜닝 작업을 할 수 있도록 되어 있다. 본 소프트웨어의 플랜트부분에는 현장 데이터로부터 얻은 일차시간지연모델을 이용하거나 직접 공정의 계단 응답 데이터를 이용할 수 있게 되어 있다. 사용자는 인터페이스를 통해 직접 계단 응답 데이터를 줄 수도 있고 화일에서 읽어 들일 수도 있다.

나. 공정의 모델

공정의 모델은 일차시간지연모델로 주계되며 시뮬레이션을 위해 플랜트와 다르게 값을 줄 수 있도록 되어 있다. 현재 5×5 입출력에 대해 적용될 수 있도록 하였다.(Fig.2)

다. 공정의 제약조건

고려할 수 있는 제약조건으로는 공정 출력 y , 공정 입력 u , 그리고 공정 입력의 변화 Δu 의 상한 값과 하한 값이 있다.

라. 제어기의 튜닝

QDMC의 튜닝파라미터로는 대각 가중치 행렬 W , λ , β 가 있고, 예측구간 PH, 제어구간 CH등이 있다. 실제 적용 시엔 사용자의 요구에 따라 실시간으로 튜닝이 가능할 수 있도록 할 예정이다.(Fig.3)

마. 시뮬레이션 경로 구성

QDMC와 PID를 비교하거나 시간에 따른 외란의 제거 및 설정치의 추종등을 알아볼 수 있도록 시뮬레이션 경로를 구성할 수 있게 하였다. 사용자는 시뮬레이션 시간 및 이벤트를 일으킬 시간, 그리고 그 때 사용할 제어기, 설정치, 외란의 크기등을 임의로 줄 수 있다.(Fig.4)

바. 출력

시뮬레이션 결과는 직접 그래프로 출력이 가능하며 데이터는 파일로 저장되게 된다.(Fig.5)

결과 및 토론

쉽게 현장에 적용하고 이용할 수 있는 모델예측제어 소프트웨어를 개발하였다. 이 소프트웨어는 QDMC알고리즘을 구현하였고 사용자가 쉽게 데이터를 입력하고 튜닝작업을 할 수 있도록 윈도우즈 사용자 인터페이스를 갖추었다. 이 소프트웨어는 하나의 고급공정제어의 모듈로서 실시간 최적화기(On-line Optimizer)와 함께 화학공정에 적용될 것이다. 본 연구에서 개발된 소프트웨어가 현장에 적용될 경우 생산품의 품질의 개선 및 안전 조업을 이룰 수 있으며 나아가 에너지 절감 및 생산량의 증대를 가져올 것으로 기대되며 해외의존성을 배제한 국내 기술로 공정 소프트웨어의 수입 대체 효과를 거둘 것으로 사료된다.

끝으로 본 연구는 신경건설(주) 연구소 플랜트팀이 주관하고 한국과학기술원 화학공학과가 위탁기관으로 한화종합연구소가 참여기관으로 수행하고 있는 통상산업부 시행 에너지 절약기술개발사업의 하나인 “에너지 절감을 위한 화학공정의 온라인 최적화 기술 개발” 사업 수행의 결과의 하나임을 밝히는 바이다.

참고문헌

- (1) Prett, D.M. and Garcia, C.E.: "Fundamental Process Control", Butterworth-Heinemann(1988).
- (2) Proceedings of International Workshop on Predictive and Receding Horizon Control, ERC-ACI(1995)

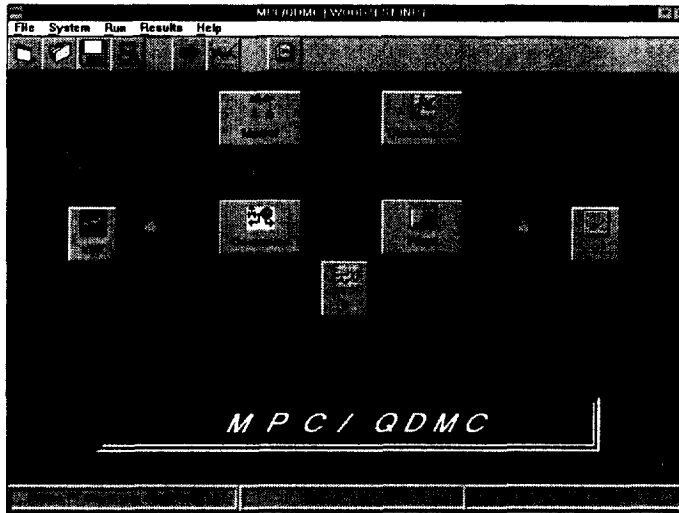


Fig. 1 초기 화면

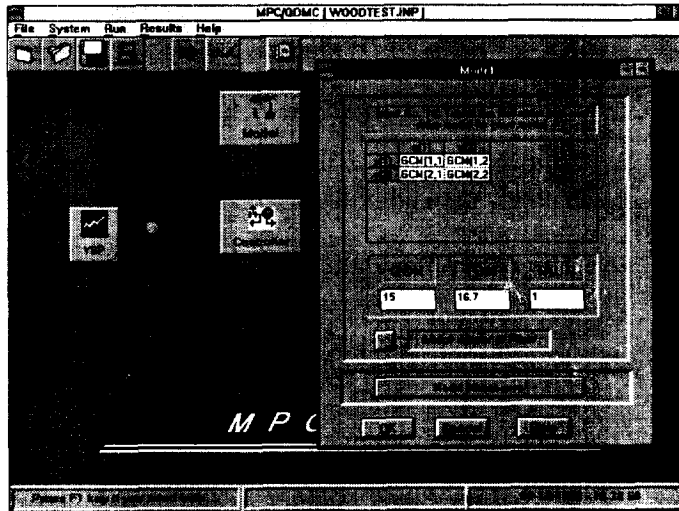


Fig. 2 모델 입력 화면

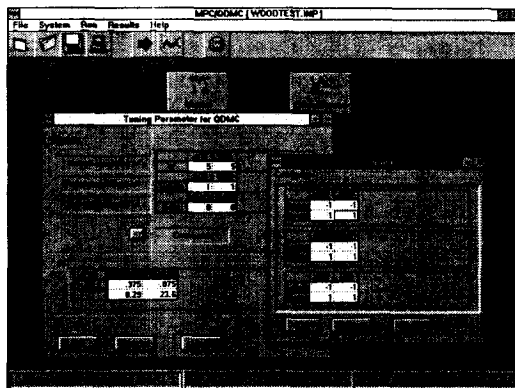


Fig. 3 튜닝 파라미터 설정 화면

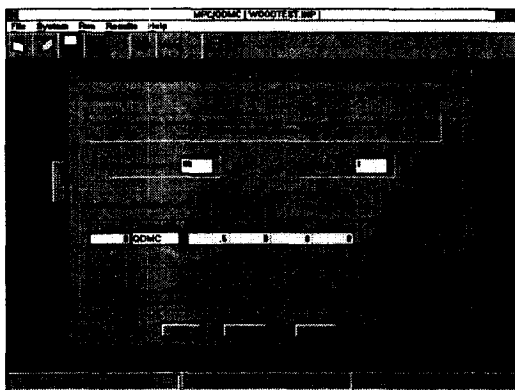


Fig. 4 시뮬레이션 경로 구성 화면

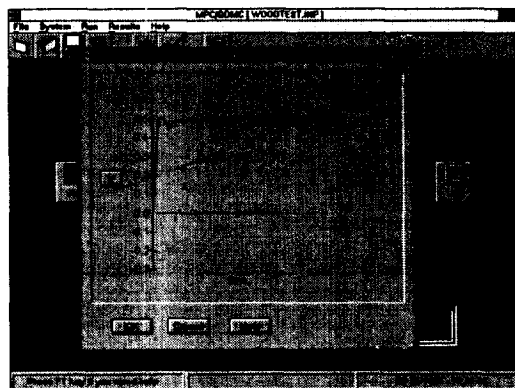


Fig. 5 시뮬레이션 결과 출력 화면