

경제체계의 모호조종과 모호모형화문제

김 용 윤

경애하는 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《경제사업에 대한 지도와 관리를 결정적으로 개선하여야 합니다.》(《신년사》 2014년 1월 1일 단행본 10~11페이지)

현시대는 과학과 기술의 시대, 지식경제의 시대이다. 과학과 기술이 급속히 발전하고 인민경제의 정보화, 과학화가 힘있게 추진되고있는 현실은 그에 맞게 인민경제 모든 부문의 생산기술공정과 생산방법을 보다 새로운 과학적토대위에 올려세우고 경제지도와 관리를 개선할것을 요구한다.

21세기의 조종과학을 대표하는 지능조종학의 한 분야인 모호조종과 모호모형화는 지식경제시대의 요구에 맞게 생산공정과 생산방법, 경제관리를 보다 현대화하는데서 중요한 자리를 차지한다.

무엇보다먼저 모호조종은 경제조종에서 제기되는 문제들을 보다 원만히 해결할수 있게 한다.

모호조종은 모호리론의 중요한 응용분야의 하나로서 모호성을 포함하는 조종알고리즘을 if-then 형식의 모호규칙으로 표현하고 그것을 모호추론에 의거하여 컴퓨터에서 실행시키는 조종이다.

일반적으로 모호조종은 크게 조종대상에 대한 모형에 기초하고있는 모호조종과 그러한 모형이 없는 모호조종으로 갈라볼수 있다. 초기에는 조종대상의 모형이 없는 모호조종으로부터 시작되였다.

모호조종알고리즘은 이른바 보통알고리즘을 모호화한것으로서 《상품에 대한 수요가 높다면 그 공급량을 어느 정도 늘이라, 상품에 대한 수요가 낮다면 공급량을 어느 정도 줄이고 그렇지 않으면 공급량을 그대로 두라》와 같은 모호한 지시

포함하고있다.

모호조종에서는 조종대상인 경제체계의 기능수행과정을 나타내는 방정식이 없이도 모호조종알고리즘을 리용하여 조종을 실현한다. 중요한것은 모호조종알고리즘의 실행을 위하여 알고리즘의 지시에 대한 정확한 의미를 알아야 할 필요는 없다는 것이다.

확실하지 못한 정보나 지식밖에 리용할수 없는 경우에는 제기되는 문제를 불확정성에 어울리는 모호한 형태로 표현하고 그것을 풀기 위한 알고리즘도 모호한 형태로 찾아내는것이 좋다.

경제체계와 같은 복잡한 동적체계를 연구하는데서 전통적인 정량적수법들은 많은 제한성을 가진다. 전통적인 정량적수법들은 기계체계와 같은 기술공학체계를 다루는데서는 크게 은을 내고있지만 경제체계를 연구하는데서는 그렇지 못하다. 그것은 경제체계의 복잡성이 일정한 한계를 넘으면 그 동태를 보다 정확하고 의의가 있게 묘사하는것이 불가능해지는것과 관련된다. 경제체계의 묘사에서 정확성을 높이려고 하는 경우에 모형에서 리용하게 될 변수들과 파라미터들의 수가 지나치게 커져 체계의 전체적인 모습을 알수 없게 되고 쓸모없는 모형으로 되어버린다.

경제체계에 대한 정확하고 의의가 있는 정량적묘사가 불가능한 경우에는 량적관계가 없는 정성적묘사가 보다 쓸모가 있는 모형으로 된다.

전통적인 정량적수법들과는 달리 모호조종에서는 수값이 아니라 언어적으로 표현되는 모호한 변수들을 리용하여 경제체계를 묘사하며 조건부명제를 가지고 모호한 변수들사이의 관계를 표현한다. 그리고 경제체계의 동태묘사는 모호알고리즘을

리용하여 진행한다. 물론 경제체계의 입력, 출력사이의 관계들도 모호알고리들을 써서 묘사할수 있겠지만 모호알고리들은 주로 조종알고리들만으로 리용된다.

례를 들어 가격조종문제와 관련하여 상품수요규모를 D , 그 공급규모를 C , 가격을 P , 수요와 공급규모, 가격의 변화량을 각각 ΔD , ΔC , ΔP 로 표시하자. 여기서 수요와 공급규모, 가격의 변화량이란 한 표본주기사이의 변화량을 의미한다.

수요와 공급의 균형관계는 변수 $\pi = \frac{C}{D}$ 에 의하여 표시할수 있다. 수요와 공급사이의 불균형의 크기 $\Delta\pi = 1 - \pi$ 가 정이면 공급부족을 의미하며 부이면 공급초과를 의미한다.

만일 현재 상품에 대한 수요가 매우 높고 그 공급량도 충분히 많은데 앞으로 수요는 일정하게 떨어지고 ($\Delta D < 0$) 공급량은 더 높아질수 있는 경우($\Delta C > 0$)에 가격은 변동시키지 말아야 한다. ($\Delta P = 0$) 이것을 반영하여 만든 모호조종규칙은 다음과 같다.

if $D = PB$ and $C = PB$ and $\pi = PO$ then

if $[\Delta D = \text{not}(NB \text{ or } NM)]$ and

$[\Delta C = PS]$ then $\Delta P = ZO$

여기서 N = Negative, PB = Positive Big, PM = Positive Medium, PO = Positive Zero, PS = Positive Small, ZO = Zero이다.

모호조종방법은 입력이 커지면 출력도 커진다는 정도의 지식과 같은 조종대상에 대한 대체적인 지식에 기초하여 조종알고리들을 유도해내고 모호추론법으로 알고리들을 실행시키는 방법이다. 모호조종알고리들은 하나의 식으로 표현되어있지 않다. 모호조종알고리들은 조종에서 리용하게 될 정보들을 몇가지 경우로 나눈데 기초하여 if-then 형식의 논리적조종지령들로 표현된다.

모호조종의 특징은 병렬분산형조종, 논

리형조종, 언어적조종이라는데 있다.

다음으로 모호모형화방법은 경제지도와 관리를 개선하는데서 나서는 문제들을 성과적으로 해결할수 있게 하는 중요한 수단이다.

모호모형화방법은 연구대상인 경제체계를 if-then 형식으로 모형화하는 방법이다.

경제체계가 여러개의 입력과 하나의 출력을 가지는 경우 모호모형의 일반적형태는 다음과 같다.

$$L^i: \text{if } x_1 \text{ is } A_1^i, \dots, x_m \text{ is } A_m^i \text{ then } y^i = a_0^i + a_1^i x_1 + \dots + a_m^i x_m \quad (i = \overline{1, n}) \quad (1)$$

여기서 L^i ($i = \overline{1, n}$)는 경제체계의 i 째 기능수행방식, x_j ($j = \overline{1, m}$)는 입력, y^i 는 경제체계의 출력이다.

입력 x_j^0 ($j = \overline{1, m}$)에 대응하는 n 개의 기능수행방식에 의한 경제체계의 출력 y^0 은 다음과 같이 표시된다.

$$y^0 = \frac{\sum_{i=1}^n \rho^i y^i}{\sum_{i=1}^n \rho^i} \quad (2)$$

여기서

$$\rho^i = \prod_{j=1}^m \mu_j^i(x_j^0), \quad (3)$$

$$y^i = a_0^i + a_1^i x_1^0 + \dots + a_m^i x_m^0, \quad (4)$$

이고 $\mu_j^i(x_j^0)$ 은 모호모임 A_j^i 의 원소 x_j^0 에서의 성원함수값이며 ρ^i 는 이러한 성원함수값 $\mu_1^i(x_1^0), \mu_2^i(x_2^0), \dots, \mu_m^i(x_m^0)$ 들의 적으로 계산하는데 식 (2)에서 y^i 의 평균값을 구할 때에 무게결수로 쓰인다.

경제체계의 모호모형화란 식 (1)과 같은 형식으로 경제체계를 묘사하는것을 말한다. 즉 경제체계의 입력, 출력들에 대한 관찰자료들에 기초하여 식 (1)의 변수들을 동정하는것을 말한다.

경제체계의 모의모형작성에서 중요한것은 모호모형의 전반부와 후반부의 동정문

제를 바로 해결하는것이다.

모호모형의 후반부의 동정은 보통의 선형체계의 동정문제와 본질상 같다. 단지 모형이 가지고있는 파라메터들의 수가 상당히 많다는것이 보통의 동정문제와 다른 점이다. 여기서는 후반부에 들어가야 할 변수들을 결정하고 모형의 결수들을 추정하여야 한다.

모호모형의 후반부동정에서는 n 개의 선형모형을 동시에 작성하여야 한다.

경제체계의 모호모형작성에서 제일 어려운 문제는 전반부의 동정이다.

모호모형의 전반부동정에서는 먼저 전반부에 들어가는 변수들의 묶음과 그 묶음에 대응하는 모호분할의 구조를 알아내야 한다.

식 (1)을 보면 모든 입력 x_1, x_2, \dots, x_m 들이 모호모형의 전반부와 후반부에 다 들어있어야 하는것으로 되어있는데 그렇지 않을수 있다. 지어 어떤 입력은 경제체계의 기능수행방식의 어느 하나에도 들어있지 않을수도 있다. 어떤 입력이 어느 기능수행방식에 관계되는가 하는것은 관찰된 입출력자료들을 리용하여 알아내야 한다.

모호모형에서 전반부를 보면 두가지 의미를 가지는데 그 하나는 경제체계의 입력변수들이 매 기능수행방식들에서 어떤 묶음을 이루고있는가 하는것이고 다른 하나는 전반부에 들어있는 모호변수들이 어떤 구조의 모호분할을 이루고있는가 하는것이다. 모호분할의 구조는 연구대상인 경제체계의 특성으로부터 결정되므로 가능한 모호분할들가운데서 적합한 구조형태를 선택하도록 하여야 한다. 모호모형화에서 특징적인것은 모호분할인데 전반부동정에서는 변수들의 묶음과 그에 대응하는 모호분할의 형태를 바로 결정하도록 하여야 한다.

변수들의 묶음과 그에 대응하는 모호분할이 결정된 다음에는 모호변수의 파라메

터들을 결정하여야 한다. 이것은 Small, Big 등의 형태로 주어지는 모호모임 A_j^i 의 파라메터들을 추정한다는것이다.

경제체계의 기능수행방식이 하나인 경우에 모호모형의 전반부의 조건은 의미를 가지지 않기때문에 후반부만으로도 경제체계의 입출력특성을 반영할수 있다. 이때 식 (1)로 표현되는 모호모형은 다름아닌 선형모형이다.

모호모형이 여러개의 기능수행방식들로 이루어지면 그것은 경제체계에 대한 비선형모형이라고 할수 있다. 실제적으로 모호모형은 경제체계가 가지고있는 비선형적인 특성을 여러개의 선형모형(선형체계)들의 결합으로 근사적으로 반영한 모형이다.

모호모형이 경제체계의 비선형적특성을 선형모형들로 어떻게 근사적으로 반영하는가를 예를 들어 보기로 하자. 모호모형이 다음과 같이 주어졌다고 하자.

$$L^1: \text{if } x \text{ is Small then } y = 0.7x + 2$$

$$L^2: \text{if } x \text{ is Big then } y = 0.3x + 6$$

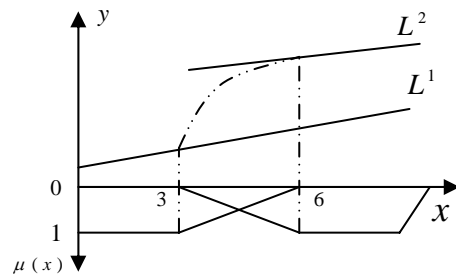


그림 1

이 모호모형의 입출력특성을 그림 1에 주었다. 그림에서 L^1, L^2 로 쓴 직선들은 각각 모호모형의 후반부에 있는 선형식들에 대응되는 그래프이고 x 축의 아래에는 전반부에 있는 Small, Big 의 성원함수를 표시하였다. 그림 1에서 알수 있는바와 같이 주어진 모호모형은 입력공간에서 《 x is Small》과 《 x is Big》가 차지하는 구역 $3 \leq x \leq 6$ 에서의 출력을 두개의 기능수행방식들로부터 모호추론에 의하여 결정한다.

이러한 비선형 함수를 굴절선으로 선형화한다면 그림 2와 같다. 즉 세개의 선형 함수를 결합하여 대상의 비선형적특성을 근사적으로 반영하고있다.

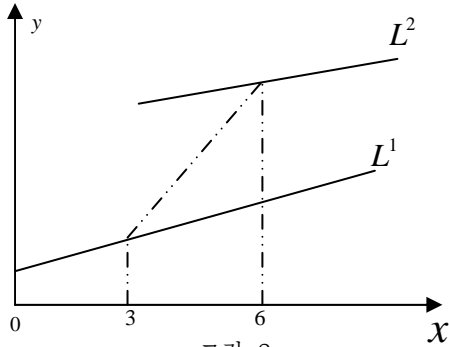


그림 2

그림 1의 방법은 선형식은 아니지만 그림 2의 방법에 비하여 대상의 경계를 보다 원활하게 연결시킨다고 말할수 있다.

식 (1)과 (2)로 표시된 모호모형의 동정은 모형의 출력에 대한 추론공정을 만들어 놓고 먼저 전반부에 관계되는 량들에 대하여 어떤 가정을 하고 그에 기초하여 후반부를 동정한 다음 전반부를 수정하고 위의 과정을 반복하는 방법으로 진행한다.

우리는 인민경제 모든 부문의 생산기술 공정과 생산방법을 보다 새로운 과학적토대우에 올려세움으로써 지식경제시대의 요구에 맞게 경제지도와 관리를 끊임없이 개선해나가야 할것이다.