Walsh 함수에 의한 신호잡음을 갖는 MRAC 의 알고리즘

안 두 수 이 재 춘*
성균관 대학교 공 과 대 학 전 기 공 학 과

Algorithm of Model Reference Adaptive Control with error signal via Walsh Functions

Doo-Soo Ahn Jae-Choon Lee
Department of Electric., Sung Kyun Kwan University

I. 서 론

시스템을 입력과 출력값 만으로 제어하고자 할 경우에는, 플랜트의 파라메타를 추정하면서 제어해 나가야 할 것이다.

이러한 경우에는, 귀환제어나 최적제어 형태로는 여러가지 문제점이 발견되어서, 최근에 적응제어가 많이 연구되고 있다.

이에는 Gain-Scheduling 방법, Self-tuning regulator 방법 및 model reference adaptive control 방법이 있다.

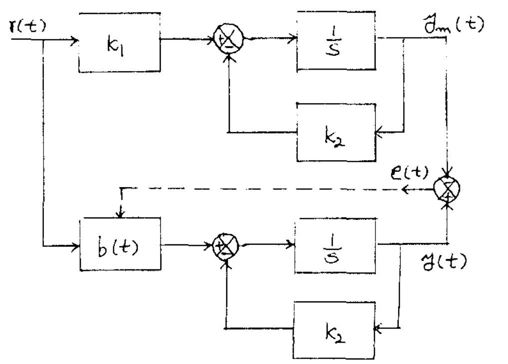
Gain-Scheduling 방법은 미지의 파라메타가 plant 에 있을지라도, 이를 즉시 예측할 수 있을 경우 보조변수 추정을 통하여 이득을 조절하여 시스템을 안정시키는 것이고, self tuning regulator 는 보조변수를 직접 조정하여 시스템을 제어한다.

또 model reference adaptive control 방법은 기준모델을 정하여, 이에 따라 관측기 등을 통하여, 플랜트의 파라메타를 추정 제어해 나가는 것이다. 이때 기준 모델의 출력과 플랜트 출력사이의 오차를 어떻게 할 것인가? 추정되는 파라메타와 오차와의 대수관계 및 차수 등, 그 한계 해석이 최근의 MRAC 설계 연구에 큰 과제가 되어 왔다.

이에 본 연구에서는 신호합성 및 해석에 뛰어난 기능이 있는 Walsh 함수를 이용하여, 간단한 Micro computer 의 도움으로, 오차 함수를 합성하고, 미지의 파라메타를 추정하여, 시스템의 adaptive filter 설계에의 가능성에 대하여 연구하고 한다. 또 이를 실제 예를 들어 고찰하였다.

II. 파라메타 적응 이론

그림 (2-1) 플랜트에서



(그림 2-1) Parameter adaptation basic diagram

$$\dot{y}(t) = -k_2 y(t) + b(t)r(t) \qquad (1)$$

여기서 b(t) 를 Walsh 급수 전개하면

$$b(t) = [b][w] \qquad (2)$$

여기서 [b] 는 Walsh 계수이고 [w]는 Walsh 함수이다. 그림 (2-1)의 모델에서

$$\dot{y}_m(t) = -k_2 y_m(t) + k_1 r(t) \qquad (3)$$

식(1)과 (3)에서의 오차함수는

$$e(t) = y(t) = y_m(t) \qquad (4)$$

$$\dot{e}(t) = -k_2 e(t) + \{b(t)-k_1\}r(t) \qquad (5)$$

또 $B(t) = r(t) + e(t)$ (6)

식(5)에서 $\dot{e}(t)$를 Walsh 전개하면

$$\dot{e}(t) = [E][w] \qquad (7)$$

$$e(t) = [e][w] \tag{8}$$

$$= [E][p][w] \tag{9}$$

여기서 [p]는 operational matrix 이다.
식(6)과 식(5)에서

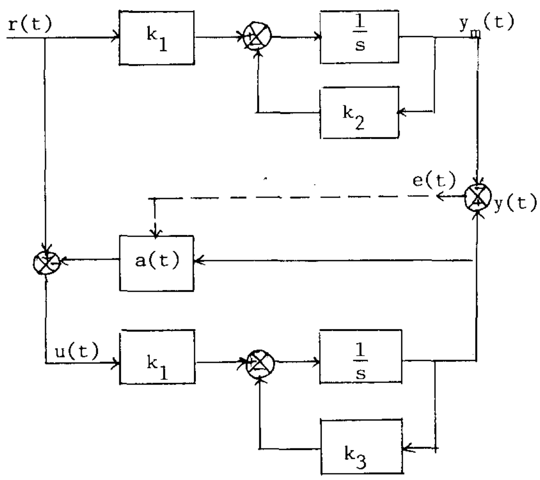
$$\dot{e}(t) = A(t)\cdot e(t) + B(t) \tag{10}$$

여기서 $A(t) = -k_2 - b(t) + k_1$

$B(t) = b(t)b(t) - k_1 b(t)$

그러므로 식(10)에서 [E] 와 [b] 의 선형 대수메트릭스 방정식이 유추된다. 따라서 b(t) 는 조절할 수 있는 파라메타이므로 [e] 와 [b] 를 결정하여 원하는 제어설계를 할 수 있게 된다.

Ⅲ. 신호합성 적응 이론



(그림 2-2) Signal Synthesis Adaptation basic diagram.

그림(2-2)의 플랜트에서

$$\dot{y}(t) = -k_3 y(t) + k_1 u(t) \tag{11}$$

여기서 k_1 은 known, k_3 는 unknown.

또, $\dot{y}_m(t) = -k_2 y_m(t) + k_1 r(t)$ (12)

식(8)에서와 같은 방법으로

$$\dot{e}(t) = -k_2 e(t) + (k_2 - k_3)y(t) + k_1 u(t) - k_1 r(t) \tag{13}$$

$$u(t) = r(t) + a(t)y(t) \tag{14}$$

$$a(t) = e(t) + y(t) \tag{15}$$

앞절에서와 같은 방법으로 e(t) 와 b(t) 의 관계에 의하여 [e] 와 [b] 의 파라메타를 결정할 수 있다.

Ⅳ. 결 론

e(t) 와 b(t) 로 설명한 오차함수와 조절할 수 있는 파라메타의 차수, 관계식, 크기가 주어진다면, 안정도를 고려하여 filter 를 구성할 수 있다. 그러므로 미지의 파라메타의 크기가 정해지면서, 시스템의 상태를 평가할 수 있으므로 원하는 제어설계가 이루어질 것이다.

또, 이는 처리에 용이한 Walsh 함수의 기능으로 간단한 Micro process 에 의한 simulation 이 될 것이다.

참 고 문 헌

1. K. G. Beauchamp, Walsh Functions and Their Applications, New York: Academic, 1975.
2. A. S. French & E. G. Butz, "The use of Walsh functions", IEEE Trans. comput., vol. c-23, pp. 225-232, Mar. 1974.
3. Y. D. Landan, Adaptive Control, the Model Reference Approach, New York, 1979, by Marcel dekker, Inc.
4. G. C. Goodwin & K. S. Sin, Adaptive filtering prediction and control, 1984, by Prentice-Hall, Inc., Englewood Clitts, New Jersey.
5. R. V. MONOPOIL, "Model Reference Adaptive Control with an Augmented Error Signal", IEEE Trans., A-C, Vol. 19, No. 5, pp. 474-484, Oct., 1974.