

숨판생산공정 겹침기대차속도의 모호PID조종에 대한 연구

리성호, 이정혁

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《과학연구부문에서는 나라의 경제발전과 인민생활향상에서 전망적으로 풀어야 할 문제들과 현실에서 제기되는 과학기술적문제들을 풀고 첨단을 돌파하여 지식경제건설의 지름길을 열어놓아야 합니다.》

숨판생산공정은 크게 원료투입공정, 빗질공정, 겹침공정, 바늘다짐공정, 권취공정으로 이루어져있다.[1, 2] 여기서 겹침공정은 빗질공정으로부터 생성된 얇은 숨막들을 적당한 너비와 두께를 가지도록 겹쳐놓는 역할을 한다.

겹침공정에서 제기되는 문제는 빗질기의 숨막방출속도에 겹침기대차속도를 동기화시키는것이다.

실지 공정에서 전원전압과 주파수의 변동은 주전동기의 회전속도를 변화시키며 그것은 빗질기에서 숨막생성속도를 변화시킨다. 이때 겹침기대차가 그에 맞게 속도를 변화시키지 않으면 겹침과정에 숨막이 늘어나거나 밀집되면서 전체적인 숨판균일도에 큰 영향을 준다.

이로부터 논문에서는 겹침기체계의 모형불확정성과 오랜 기간 사용시의 마모, 제품종류에 따르는 대상특성변화에 주목하여 PID조종과 모호추론을 결합한 모호PID조종체계를 구성하고 모의실험을 통하여 그 효과성을 검증하였다.

1. 겹침기의 수학적모형

겹침기는 수평 좌, 우왕복운동으로 빗질기에서 나오는 얇은 숨막을 겹쌓아주어 요구하는 부직포의 두께를 보장하는 기능을 수행한다

겹침기의 등가모형화된 체계는 그림 1과 같다.

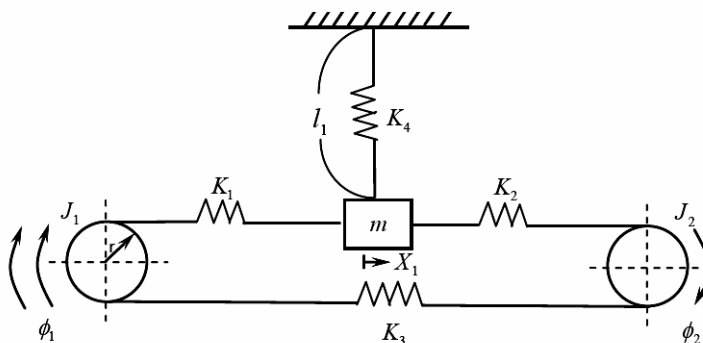


그림 1. 겹침기등가모형

이때 체계의 상태공간모형은 다음과 같이 주어진다.

$$\dot{X}(t) = AX(t) + Bu(t) \quad (1)$$

$$y(t) = CX(t) \quad (2)$$

여기서

$$A = \begin{bmatrix} 0 & -72.04 & -0.29 & 1.26 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 16782 & 0 & -1174.7 & -3 & 0 \\ 0 & -0.29 & -9.92 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$B = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 147.93 \ 0]^T \quad (4)$$

$$C = [1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0] \quad (5)$$

이다.

2. 겹침기속도조종을 위한 모호PID조종기설계

모호PID조종은 조종과정에 불확정적인 조건, 지연과 간섭 등에 대하여 측정 및 분석을 진행하고 모호추론을 리용하여 PID정수들의 자동조정을 진행함으로써 일반적인 PID조종에서와 마찬가지로 구조가 간단하고 사용이 편리하며 로바스트성이 비교적 강하고 아주 좋은 속응성과 적응성을 가진다.[3]

모호PID조종체계의 구조를 그림 2에 보여주었다.

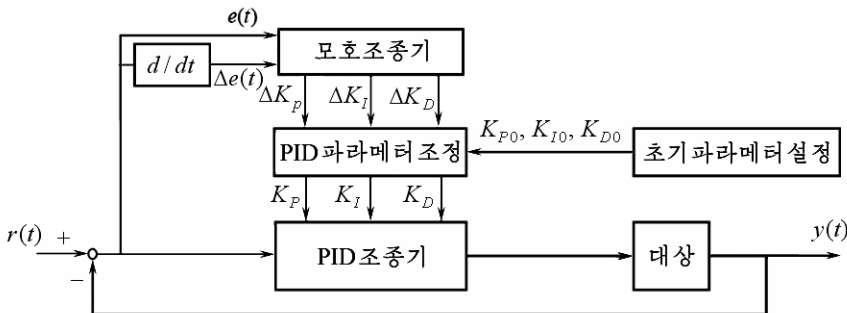


그림 2. 모호PID조종체계의 구조

체계는 대상의 오차 e 와 오차변화율 Δe 를 모호조종기의 입력값으로 하고 그에 대한 모호화, 모호추론, 비모호화를 거쳐서 PID정수들의 변화량 ΔK_p , ΔK_I , ΔK_D 를 구한 다음 다음의 공식에 따라 PID정수들에 대한 교정을 진행한다.

$$\begin{cases} K_p = K_{p0} + \Delta K_p \\ K_I = K_{I0} + \Delta K_I \\ K_D = K_{D0} + \Delta K_D \end{cases} \quad (6)$$

공정운영자료로부터 최대오차값이 1 200r/min이고 최대오차변화률값이 40r/min을 넘지 않았으므로 충분한 여유를 주어 $e(t) \in [-1\ 200, 1\ 200]$, $\Delta e(t) \in [-50, 50]$ 으로 정한다.

입력척도결수 $K_e = 0.005$, $K_{ee} = 0.12$ 로 주고 오차와 오차변화률의 모호정의구역을 $E(t) \in [-6, 6]$, $EC(t) \in [-6, 6]$ 으로 정하고 3각형성원함수를 리용하였다.

출력변수 ΔK_P , ΔK_I , ΔK_D 의 모호정의구역을 $[-0.6, 0.6]$ 으로 정하고 단점성원함수를 리용하였다.

모호규칙의 형식은 IF-THEN(조건-결론)에 기초한 규칙구조이다.

종래의 조종리론과 조작경험에 기초하여 세운 PID정수들의 조정규칙들(ΔK_P , ΔK_I , ΔK_D)은 표 1, 2, 3과 같다.

표 1. ΔK_P 의 조정규칙

		e						
		NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PB
Δe	NB	NB	NB	NM	NM	NS	NS	ZE
	NS	NM	NM	NS	NS	ZE	PS	PS
	ZE	NM	NS	NS	ZE	PS	PS	PM
	PS	NS	NS	ZE	PS	PS	PM	PM
	PB	ZE	PS	PS	PM	PM	PB	PB

표 2. ΔK_I 의 조정규칙

		e						
		NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PB
Δe	NB	ZE	ZE	NM	NM	NS	ZE	ZE
	NS	ZE	ZE	NS	NS	ZE	PS	PS
	ZE	ZE	NS	NS	ZE	PS	PM	PM
	PS	ZE	ZE	ZE	PS	PM	PS	PS
	PB	ZE	ZE	PS	PM	PS	ZE	ZE

표 3. ΔK_D 의 조정규칙

		e						
		NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PB
Δe	NB	NB	NB	PB	ZE	PS	NS	NS
	NS	NM	ZE	PM	ZE	PS	ZE	NS
	ZE	NM	ZE	ZE	ZE	ZE	ZE	NM
	PS	NS	ZE	PS	ZE	PM	ZE	NM
	PB	NS	NS	PS	ZE	PS	NM	NB

모호추론을 위하여 보상형모호추론방법을 리용하였으며 비모호화를 위하여 중심평균 비모호화방법을 리용하였다.

3. 실시간조종실험결과

론문에서 제안한 모호PID조종과 일반 PID조종을 비교하기 위하여 컴퓨터모의실험을 진행한 결과는 그림 3과 같다.

모의결과로부터 론문에서 제안한 모호PID조종기가 일반PID조종기보다 설정값에 더 잘 추정한다는것을 알수 있다.

맺 는 말

부직포생산공정의 겹침기대차속도조종을 위한 모호PID조종기를 구성하고 모의실험을 통하여 그 효과성을 검증하였다.

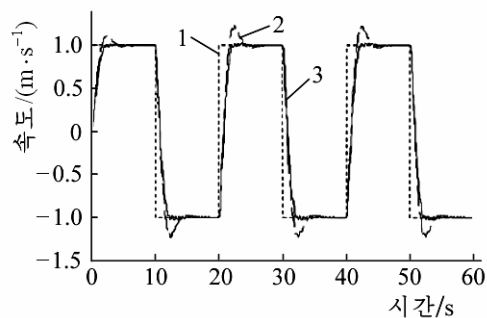


그림 3. 계단응답곡선

1-실지 추종곡선, 2-일반PID조종곡선, 3-모호PID조종곡선

참 고 문 헌

- [1] Cheng-Chih Tsai et al.; *Fibers and Polymers*, 9, 4, 495, 2008.
- [2] Chung Feng Jeffrey et al.; *Textile Research Journal*, 73, 1, 64, 2003.
- [3] B. V. Manilcandan; *Neurocomputing*, 157, 76, 2015

주체106(2017)년 11월 5일 원고접수

Research of Fuzzy PID Control of Cross-Lapper Speed in Carding Process

Ri Song Ho, Ri Jong Hyok

We composed the Fuzzy PID controller of the carriage speed in cross-lapper of the nonwoven production process and verified the effectiveness of this system by using simulation.

Key words: Fuzzy PID control, carriage speed of cross-lapper, Fuzzy control