

마이크로 프로세서에 의한 DC Servo 전동기 속도제어 특성

박해암*, 김동휘, 김대곤, 김평호, 백영래**

* 광주보건전문대 ** 조선대학교

DC Servo Motor Speed Control Characteristics
with Microprocessor

Hae-Am Park*, Dong-hui Kim, Dae-Gon Kim, Pyoung-Ho Kim, Hyung-Lae Baek**
* KWANG-JU HEALTH JUNIOR COLLEGE ** CHO-SUN UNIVERSITY

ABSTRACT

A discrete PI controller is implemented easily using a micro-processor, and it can be confirmed to a adaption of a system and real time processing.

In this paper, a speed controller by discrete PI control using a IBM PC/AT(12MHz) as a micro-processor is implemented and applied to a DC servo motor.

In designing the discrete PI controller, a sampling time and a speed is accepted from key-board, and is processed the control coefficient automatically, and than calculate the gain. Therefore the speed of a DC servo motor is obtained and controlled regularly.

The designed and manufactured discrete PI control system is experimented. The result shows the good response at the 60 RPM to 250 RPM on the load using the load-spring.

The speed error is under 1 % on the steady load, but nearly 2 - 3 % on the transient load.

1. 서 론

DC 전동기는 단위체적당 매우 높은 토크를 얻을 수 있게 되었고 발달된 제조기술로 무척심 회전자와 매우 낮은 관성력을 갖는 회전자를 채용한 DC 전동기가 생산되어 매우 높은 관성 대 토크비를 이룩하게 되어 낮은 시정수로 인해 산업용 로봇, 공작기계, MT구동장치, 프린터, CD구동장치 등 컴퓨터 주변장치에 이르기까지 그 용도가 다양하게 되었다.

일반적으로 산업용 로봇이나 정밀 공작기계 등에는 전동기가 사용되며 여기에는 고성능 제어가 필요하게 된다. 1970년대 이후 하드웨어의 급속한 발달로 인하여 마이크로 프로세서의 가격이 저렴하게 되고 신뢰도가 향상됨에 따라 실시간 연산이 가능하게 되어 속도 제어도 아날로그 제어를 사용하기 보다는 시스템의 설계, 확장, 수정 등에 있어서 많은 융통성과 부가기능을 부여할 수 있는 디지털 제어를 사용해 가는 추세이다. 특히 로버트 제어기나 수직 제어기와 같은 multi-axis의 연동운동을 위한 위치제어 시스템에서 디지털제어 시스템의 일부로서 속도 제어기는 아날로그 제어시스템 보다는 디지털제어 시스템을 이용하는 것이 유리하다. 많은 종류의 제어기 가운데 PI 제어기는 그 구조가 간단하고 건설하며 그 특성이 좋기 때문에 산업계에 널리 이용되고 있다.

이산 PI형 제어 알고리즘은 마이크로 프로세서에 의해 쉽

게 실현시킬 수 있으며 계산시간이 짧게 소요되는 잇점이 있으며 제어계수와 샘플링 시간에 의해 시스템의 안정도와 응답특성이 좌우된다.

본 논문에서는 샘플링 시간과 최종 도달속도를 입력하여 마이크로 프로세서에 의해 제어계수를 계산하여 이득을 제어함으로써 빠른 시간에 최종도달 속도에 이르게 하고 이때에 무부하, 부하를 가한 상태와 외란을 가한 상태에 대한 각각의 안정도를 비교하여 속도제어 특성을 연구하려고 한다.

2. 실험

2.1 시스템 구성

DC Servo 전동기에 대한 PI 제어기의 구성은 그림 1과 같이 하였다. Computer System은 IBM PC/AT(12MHz)와 제어언어는 Turbo Pascal version 5.0을 사용하였으며 Computer System과 제어기와의 Interface는 PIO의 일종인 8255로써 Port A와 Port B는 data 입출력, Port C는 제어용으로 사용하였다.

본 논문에서 제어 프로그램의 flow-chart는 그림 2와 같으며 제어 프로그램이 작동 개시되면 DC 전동기 driver unit의 전원을 투입하여 driver unit의 상태가 안정되면 PIO의 각 Port와 CTC를 초기화 한다.

본 논문의 실험에 사용된 PG는 1 회전당 5000개의 pulse가 발생되며 이 pulse들은 전동기가 결정된 방향으로 회전할 때에 각 펄스의 고점을 검출하여 CW(count up)와 CCW(count down)로 분류하여 회전방향과 같은 신호선으로 1 회전당 10000개의 pulse로 재구성하여 count하도록 하였다.

2.2 실험결과 및 검토

실험에 사용한 DC Servo 전동기는 SANYO 회사의 CN-800으로 사양은 표 1에 정리 하였다. 전동기 구동장치는 PWM Switching에 의한 full bridge 방식으로 switching 주파수는 2KHz로서 200A, 1200V power transistor를 사용하여 제작하였다.

용수철의 인장력을 이용하여 전동기에 가하는 부하장치를 그림 3과 같이 구성하여 DC Servo 전동기에 제동력이 가해지도록 하였고 Key를 삽입하면 전동기에 부하가 급격하게 가하여 외란이 발생하도록 하였다.

DC Servo 전동기의 회전속도 상태를 측정하기 위해 F/V converter의 출력전압을 recorder에 기록하였다.

그림 4부터 그림 11까지는 DC Servo 전동기의 회전상태를 기록한 것으로 graph의 1눈금은 10mV로서 약 1 RPM의 편차를 나타낸다.

그림 4는 무부하로, 그림 5는 그림 3과 같이 30kg·m/sec의 부하 용수철을 걸어 250 RPM으로 회전시켰을 때의 상태로서 균일하게 회전하고 있음을 알 수 있다.

그림 6과 그림 7은 key를 끼워놓고 60 RPM으로 회전시켰을 때 30kg·m/sec의 인장력을 갖는 부하용수철을 걸었을 때의 상태로 CW와 CCW의 경우로서 CW인 경우는 5 RPM의 회전감소가 있음을 알 수 있고, CCW인 경우는 CW의 경우와는 반대로 5 RPM의 회전증가가 있음을 알 수 있다.

그림 8과 그림 9는 120 RPM으로 회전시켰을 때의 CW와 CCW의 경우로서 각각 4 RPM의 회전감소와 증가가 있음을 알 수 있으며, 그림 10과 그림 11은 250 RPM으로 회전시켰을 때의 상태로 각각 2 RPM의 회전감소와 증가가 있음을 알 수 있었다.

본 실험장치에서 샘플링 시간을 2 msec, 1 msec, 0.5 msec로 주어 회전시킨 결과의 상태는 거의 동일하였고 또한 안정적이었다. 그러나 샘플링 시간이 짧거나 길었을 때에는 over shutting을 하거나 Under driving을 하여 의미가 없었다. 전반적으로 회전속도의 오차는 250 RPM 이상에서는 1% 이내였으나 120 RPM 이하에서는 2%에서 3%의 오차로 균일도가 떨어졌으나 편차는 적었다.

위와같은 실험결과로 범용 PC System을 이용하여 DC Servo 전동기에 대한 제어가 가능하였고 위치제어에 관한 연구를 추가하면 산업현장에서 충분한 실용성과 경제성이 있을 것으로 사료된다.

3. 결 론

PI 제어에 의한 DC Servo 전동기의 속도제어기를 IBM PC/AT(12MHz)에 의해 제어 프로그램을 작성하여 제어하였고 제어회로를 설계, 제작하여 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Computer System은 IBM PC/AT(12MHz)와 제어용 언어로는 Turbo Pascal Version 5.0을 사용하여 PI 제어에 의한 DC Servo 전동기 속도제어기에 대한 프로그램의 작성 및 회로를 설계, 제작하였으며 동작상태를 확인하였다.
2. 샘플링 시간은 0.5 msec, 1 msec, 2 msec와 0.5 msec 미만과 3 msec 이상으로 구분하여 60 RPM, 120 RPM, 250 RPM으로 회전시켜 그 상태를 graph에 그렸다.
3. 회전속도 60 RPM에서 회전속도의 오차는 컸으나 편차는 적었고, 250 RPM에서는 오차는 적었으나 편차는 약간 증가하였다.
4. 위치제어가 부가되면 산업현장에서 Robot나 CNC의 동력원으로 응용이 가능하다.

참 고 문 헌

1. Benjamin C. KUO, "Automatic control System," 청문각, 153-160(1986)
2. C. D. dicenzo, B. Szabados, and N. K. Sinha, "Digital Measurement of Angular Velocity for Instrumentation and Control," IEEE Trans. Ind. electr. and Contr., Instrum., Vol. IECI-23, No. 1, (1976)
3. G. A. Dardikaris, "Computer Control of a DC Motor," IEEE IAS Annual Meeting, 2, 502-507(1980)
4. J. H. Aylor, et al, "Design and Application of a Micro Processor PID Predictor Controller," IEEE Trans. IECI, Vol. IECI-27, No. 3, (1980)
5. J. H. Aylor, et al, "Stability and Performance Considerations in the selection of digital PID Controller parameter," IEEE. IECI Proceedings "Application of Mini and Micro Computer", (1980)
6. Hisano-Chuan Wang, "Sampling Period and Stability Analysis for the Micro Computer-Based Motor Control System," IEEE Trans. IECI, Vol. IECI-28, No. 2, (1981)

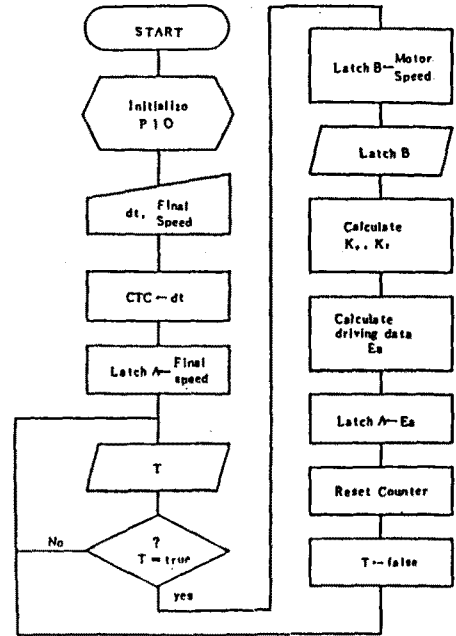


그림 2. control flow-chart

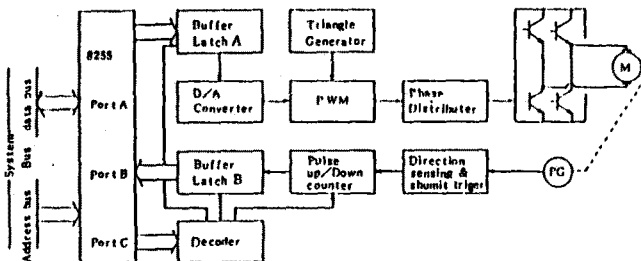


그림 1. 시스템 구성

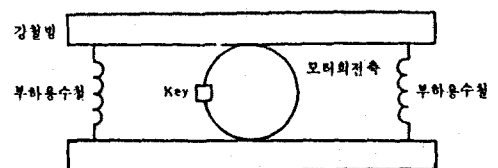


그림 3. 부하실험의 개요

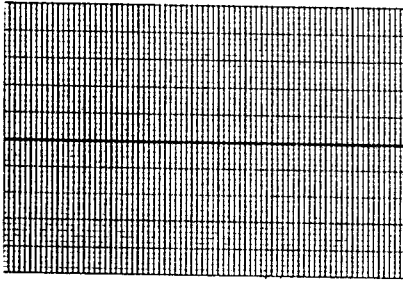


그림 4. 무부하로 250 RPM 회전상태

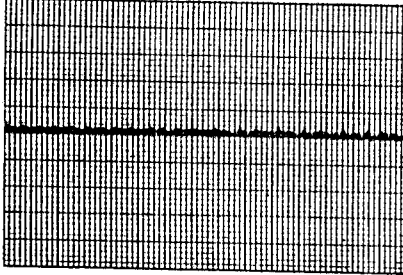


그림 5. 30kg·m/sec 부하용수철로 250 RPM의 상태

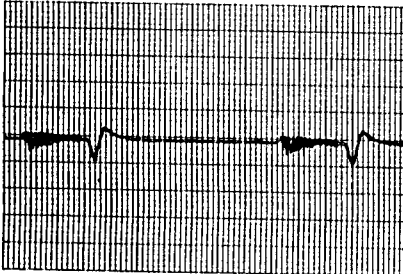


그림 6. 30kg·m/sec 부하용수철로 60 RPM에서 key를 넣은 상태 (CW인 경우)



그림 7. 30kg·m/sec 부하용수철로 60 RPM에서 key를 넣은 상태 (CCW인 경우)

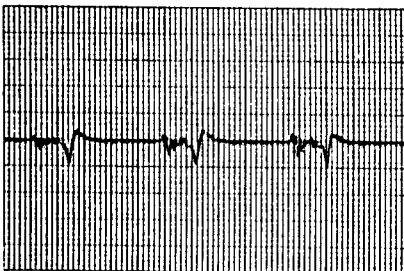


그림 8. 30kg·m/sec 부하용수철로 120 RPM에서 key를 넣은 상태 (CW인 경우)

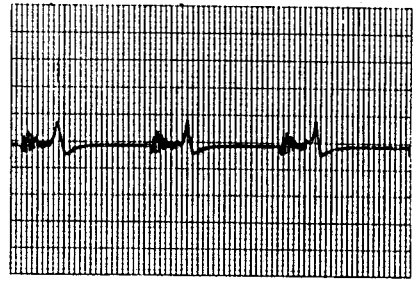


그림 9. 30kg·m/sec 부하용수철로 120 RPM에서 key를 넣은 상태 (CCW인 경우)

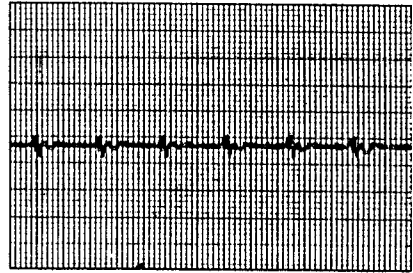


그림 10. 30kg·m/sec 부하용수철로 250 RPM에서 key를 넣은 상태 (CW인 경우)

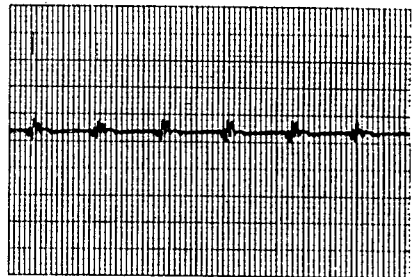


그림 11. 30kg·m/sec 부하용수철로 250 RPM에서 key를 넣은 상태 (CCW인 경우)

표1. DC Servo 전동기의 사양

정격출력	850W	순시최대전류	100/170 A
정격토크	105kg·cm	전기저항	0.78/0.28Ω
정격회전수	1000RPM	유기전압상수	95/56.5 Ω
정격전압	100/60 V	토크상수	9.2/5.5kg·cm/A
정격전류	11/18 A	기계적시간상수	10 m·s
순시최대토크	800kg·cm	전기적시간상수	4.7 m·s