

DSP를 이용한 제어기 실험용 모니터링 시스템

Monitoring System for Digital Controllers Using DSP

김성종*, 신명준**, 손영익***, 김갑일****

(Sung-Jong Kim, Myong-Jun Shin, Young-Ik Son, Kab-Il Kim)

Abstract - Since most real experimental situations are different from those of the simulations, it is required to modify control rules through experiments owing to uncertainties and unmodeled dynamics of the plant. This paper presents a convenient monitoring system which can display system responses exactly and test the performances of the control system. We design a PID controller using DSP board and propose a monitoring system based on PC and C++ Builder program. With the proposed monitoring system we can easily control the velocity of a DC motor system.

Key Words : 모니터링 시스템, DSP, DC모터, 제어기튜닝, 엔코더

1. 서 론

시스템 제어기 설계 시 컴퓨터를 이용한 모의실험과 함께 실험을 통한 제어기의 튜닝이 필수적이다. 뛰어난 성능과 설계가 용이하기 때문에 널리 응용되고 있는 PID제어기의 경우에도 수학적인 모델이 실제 시스템과 차이가 있다면 이론적으로 결정된 이득 값으로는 제어기의 성능이 만족스럽지 못하다. 이 경우에는 실험을 통해 이득 값을 조정하여 제어하는 과정이 필요하다.

본 논문에서는 TMS320F2812(이하 DSP)로 제작된 보드를 이용하여 디지털 제어기를 설계하고 제어 시스템의 상태를 확인 할 수 있는 PC 기반 모니터링 시스템을 제안한다.[1][2] 모니터링 시스템을 이용한 실험에서는 DC모터를 사용하였다. DC모터의 속도 제어를 위해 엔코더로부터 출력 신호를 입력 받았으며, 시리얼통신을 통해 DSP와 PC의 데이터를 송·수신한다. 본 시스템을 이용하면 모니터링 시스템에 디스플레이 되는 출력 데이터를 통해 시스템의 상태분석이 가능하며 사용자는 보다 신속하고 편리하게 제어기 튜닝을 수행할 수 있다.

2. 본 론

2.1 시스템의 구조

실험에 사용된 시스템의 구조는 그림 1과 같이 구성되어 있다. 마이크로프로세서(DSP)로부터 나오는 PWM파형을 이용하여 DC모터를 구동시키고 DC모터에 설치된 엔코더로부

터 받아온 펄스 값을 시리얼 통신을 이용하여 PC에 전송한다. PC는 수신된 데이터를 처리하여 모니터에 디스플레이하고, PC측에서 사용자는 제어기의 이득 값이나 기준 입력 값을 시리얼 통신을 이용해 DSP에 전송한다. DSP에서는 새롭게 수신된 데이터와 1.024ms 제어 주기를 가지는 제어 알고리즘을 이용하여 PWM 신호를 발생시키고, 이 신호를 DC모터에 인가하게 된다.

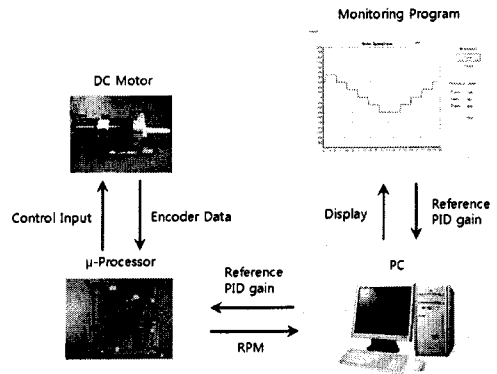


그림 1 시스템 구조

2.2 모터제어 시스템

본 실험에서는 모터제어를 하기위해 DSP를 장착한 보드를 이용하였으며 보드는 그림 2와 같이 구성되어 있다. 모터가 회전하면 엔코더에서는 위상이 다른 두 개의 펄스가 나온다. 이 두 펄스를 DSP의 QEP회로를 통과시키면 QEP회로 내부에서 그림 3과 같이 두 펄스를 XOR(exclusive or)연산을 하여 새로운 펄스를 만든다. 이 때 만들어지는 펄스는 엔코더의 펄스보다 펄스 수가 4배로 증폭되어지며 DSP에서는 4배

저자 소개

- * 金晟鍾 : 明知大學校 電氣工學科 碩士課程
- ** 辛明俊 : 明知大學校 電氣工學科 碩士課程
- *** 孫瑛翼 : 明知大學校 電氣工學科 助教授 · 工博
- **** 金甲一 : 明知大學校 電氣工學科 教授 · 工博

로 증폭된 펄스를 클럭으로 사용하게 된다. 실험에 사용된 모터에 장착되어있는 엔코더는 한 바퀴에 500pulse가 발생하므로 QEP회로를 거치면 4배로 증폭된 2000pulse가 발생하게 된다.

DSP의 타이머/카운터 인터럽트를 이용하여 1.024ms마다 모터의 속도를 계산하고, 기준입력 값과의 오차와 오차의 미분, 오차의 적분을 계산하고 적절한 PID 제어기의 이득 값을 설정한 다음 이에 해당하는 PWM출력을 발생시켜 모터를 제어한다.[3][4]

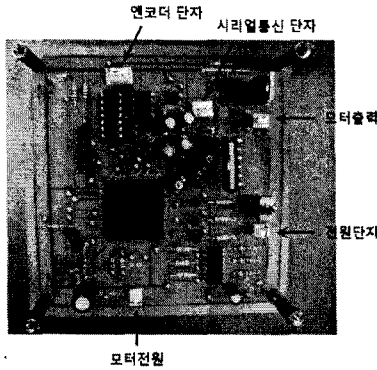


그림 2 모터제어보드

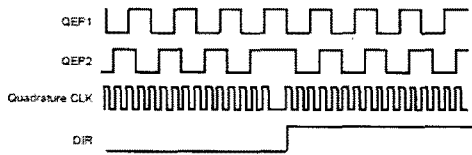


그림 3 Quadrature timer clock & Direction

PC와 DSP간의 데이터를 송·수신하기 위해 시리얼 포트를 이용하여 서로 연결한다. DSP에서는 타이머/카운터 인터럽트를 이용하여 계산된 rpm값의 각 자릿수에 해당하는 숫자를 문자형의 배열형태로 저장한 후 송신 인터럽트를 이용하여 PC측으로 전송한다.[2]

2.3 모니터링 시스템

모니터링 시스템은 Borland 사의 C++ Builder 6.0을 이용하여 그림 4와 같이 제작하였다. 시리얼 통신 컴포넌트를 이용하여 DSP와 데이터를 송·수신 할 수 있도록 제작하였다. 타이머를 이용하여 0.1초마다 DSP로부터 모터의 속도물 전송받는다. 전송된 문자 값을 이용하여 계산된 속도를 그래프 상단에 표시한다. 또한 정해진 샘플링 시간(0.1초)에 대한 실시간 그래프도 확인이 가능하다.

시리얼 통신은 115200bps의 보우레이트로 8비트의 데이터를 송·수신한다. 시리얼 통신은 비동기 통신이기 때문에 데이터를 전송할 때 수신부 측의 데이터 수신가능의 여부와는 상관없이 데이터를 전송한다. 따라서 그림 5와 같이 전송된 데이터의 비트가 어긋나서 잘못된 데이터가 전송될 가능성이

있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 모니터링 프로그램이 처음 실행될 때 DSP의 송신가능 레지스터를 클리어 해준다. 또한 PC에서 DSP로 데이터를 송신할 때 그림 6과 같이 송신의 시작과 끝을 나타내는 문자를 사용함으로써 이러한 문제를 해결 할 수 있다.[5]

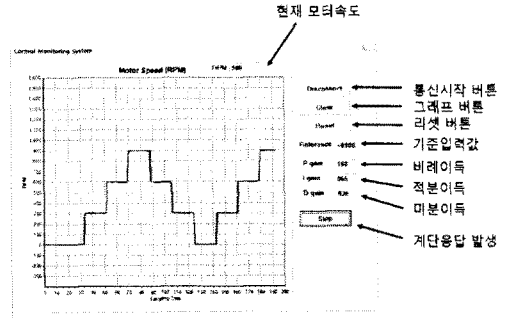


그림 4 모니터링 화면

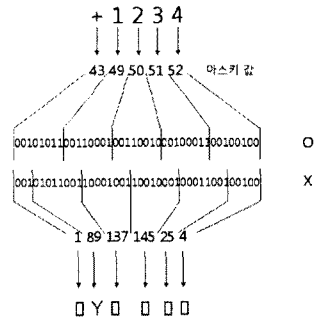


그림 5 잘못된 동기 예

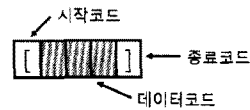


그림 6 데이터통신 포맷

2.4 속도제어 실험

그림 4의 모니터링 프로그램에서 통신시작 버튼을 누르면 DSP의 송신가능 레지스터를 동작시키게 되고, 기준입력 값을 입력하면 입력된 값이 DSP로 전송되어 모터의 기준입력으로 설정된다. PID 이득 값을 바꾸면 새로운 이득 값이 DSP로 전송되고 제어기의 특성이 바뀌게 된다. 그래프 버튼을 누름으로써 모터의 속도를 실시간으로 확인할 수 있다.

계단응답 발생 버튼을 누르면 그림 4와 같이 2초마다 기준 입력 값을 변화시키면서 이에 따른 모터의 출력을 볼 수 있다. 이번 실험에서는 이득 값의 변화에 따른 기준입력 값에 대한 모터의 속도 출력에 대한 실험을 하였다.

첫 번째 실험은 비례이득만 설정하였다. 이 경우 그림 7과 같이 모터의 출력이 기준입력 값에 도달하지 못하는 것을 볼

수 있다. 두 번째 실험은 출력이 기준입력 값에 도달하도록 그림 8과 같이 비례이득 값을 증가시켰다. 이 경우 출력이 기준 입력 값에 근접하지만 모터의 진동이 증가함을 관찰하였다. 세 번째 실험은 비례이득 값을 40, 적분이득 값을 65, 미분이득 값을 30으로 설정하였다. 이번에는 적분이득으로 인해 모터의 출력이 기준입력 값에 도달하지만 계속 진동하는 것을 볼 수 있다(그림 9). 이득을 재조정하여 그림 10에서와 같이 만족할만한 결과를 얻을 수 있었다.

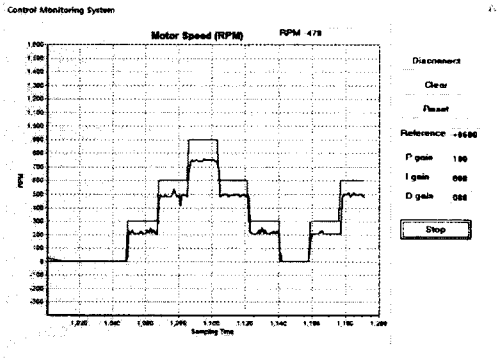


그림 7 P gain = 100

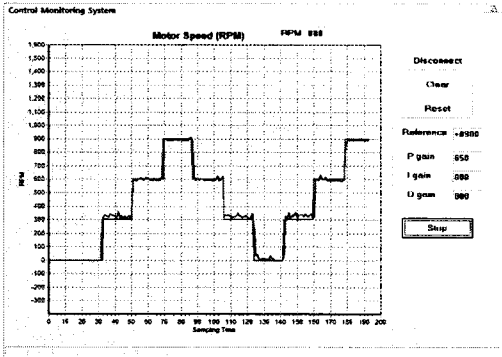


그림 8 P gain = 650

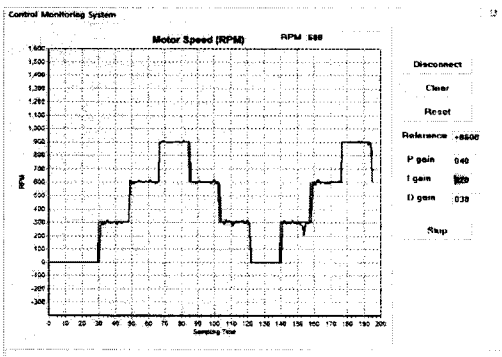


그림 9 P gain = 40, I gain = 20, D gain = 30

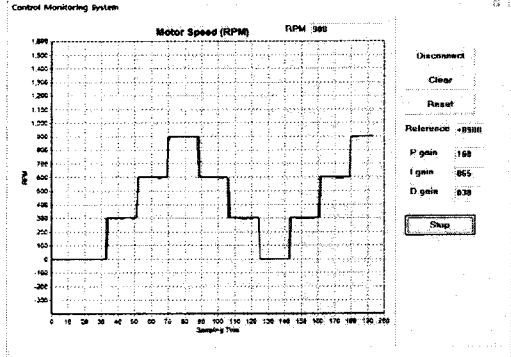


그림 10 P gain = 160, I gain = 65, D gain = 30

3. 결론

본 논문에서는 DSP(TMS320F2812)로 제작된 디지털 제어 보드를 이용하여 PID 제어를 설계하고 제어시스템의 상태를 보여주는 PC기반 모니터링 시스템을 제안하였다. C++ Builder로 작성한 인터페이스의 출력화면을 통해 시스템의 응답 확인을 손쉽게 할 수 있었다. 모니터링 시스템을 이용하여 상태를 분석함으로써 보다 편리하게 제어기 튜닝을 수행할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 / 한국과학재단
우수연구센터육성사업의 지원으로 수행되었음
(차세대전력기술연구센터)

참고 문헌

- [1] 백종질, *TMS320F28X CPU* 핸드북, 싱크웍스, 2005
- [2] 신명준, 손영익, 김갑일 "서비스 로봇의 거리측정에 적용하기 위한 단일 카메라 시스템의 개발", *정보 및 제어 학술대회 논문집*, pp355~357, 2005
- [3] Richard C. Dorf, Robert H. Bishop, *Modern Control Systems 10th Edition*, Pearson Education, 2004
- [4] 임동진, *제어시스템공학*, 생능출판사, 2005
- [5] 정태영, *볼랜드 C++ Builder 컴포넌트 프로그래밍 110제*, 가남사, 1997