

고속설계시스템에 의한 AC 서보시스템의 속도관측기 및 속도제어기 설계

지준근^{1*} · 이동민²

Design of Speed Observer and Controller for AC Servo System by Rapid Design System

Jun-Keun Ji^{1*} and Dong-Min Lee²

요약 본 논문에서는 리얼타임사의 DSP를 사용하는 고속설계시스템에 의한 AC 서보 시스템의 속도관측기 및 속도제어기의 설계에 대하여 소개한다. CEMTool/SIMTool 소프트웨어 프로그램과 RG-DSPIO 제어보드, AC 서보 드라이버와 AUTOTool 프로그램으로 구성되어 있는 "AC Servo-Designer" 시스템이 본 연구에서 사용되었다. "AC Servo-Designer" 시스템은 SIMTool 블록들을 사용함으로써 짧은 시간동안에 다양한 형태의 제어기를 설계 및 구현할 수 있도록 해 주는 장점이 있기 때문에 AC 서보 시스템의 속도관측기 및 속도제어기를 제어 목적에 따라서 쉽게 설계하고 구현할 수 있다.

Abstract In this paper, design of speed observer and controller for AC servo system by rapid design system(RG-01D) using DSP of Realgain company is introduced. "AC Servo-Designer" system, including CEMTool/SIMTool S/W, RG-DSPIO board, AC servo driver and AUTOTool program, is used in this research. Because "AC Servo-Designer" system can use SIMTool blocks to design and implement various controller in short time, speed observer and controller for AC servo system is easily designed and implemented according to control objectives.

Key Words : 고속설계시스템(rapid design system(RG-01D)), 속도관측기 및 속도제어기(speed observer and controller)

1. 서론

제어기술은 전기, 전자, 통신 등 여러 분야에서 기반 기술로서 큰 역할을 맡고 있다. 그러나 이처럼 중요한 제어기술은 복잡한 수식의 표현 등으로 인하여 어렵다는 말을 자주 듣게 되며, 또한 제어 이론 교육을 받았던 학생들도 실제 제어기 설계 능력을 갖추지 못한 경우가 대부분이다. 이는 제어기 설계 기술은 이론뿐만 아니고 설계 후 적용이라는 실험 과정을 수반하여야 제어기 설계에 대한 완전한 이해 및 설계 능력을 갖추게 되는데 그런

실험 과정이 거의 수반되지 않고 있기 때문이다.

리얼타임사에서 출시한 'AC 서보 고속설계실험장치'란 제품은 AC 서보 시스템을 복잡하고 어려운 과정 없이 실험으로 진행할 수 있도록 구성되어진 제품이다.[1-2] 또한 실제실험에서 사용될 시스템의 모델링 방법을 포함하고 있으므로 좀 더 쉽게 AC 서보 시스템의 접근이 가능하다. 본 논문에서는 리얼타임사의 'AC 서보 고속설계 실험장치'를 소개하고, 속도관측기를 사용한 AC 서보 시스템의 속도제어기 설계를 통해 응용방법을 제시하고자 한다.

이 논문은 한국과학재단 지정 순천향대학교 차세대BIT 무선부품연구센터(20040179)의 연구비 지원으로 연구되었음.

¹순천향대학교 정보기술공학부

²순천향대학교 대학원 정보제어공학과

*교신저자 : 지준근(jkji@sch.ac.kr)

2. AC 서보 고속설계시스템의 구성

2.1 CEMTool, SIMTool의 구성

CEMTool(Computer-aided Engineering & Mathematics

Tool)은 수학과 공학 계산을 수행하는 과학기술 범용 패키지이고, SIMTool(Simulation Tool)은 블록 다이어그램 프로그램 방식의 블록 구조 설계 패키지이다. CEMTool의 경우 CEMTool 상의 문법뿐만 아니라 제어용 소프트웨어로 가장 많이 사용되고 있는 MATLAB의 문법도 지원하므로 기존에 작성해 놓은 M-file을 사용할 수 있다.[3] SIMTool에서는 시스템을 형성하는 각종 요소들을 기본적으로 제공되는 100개 이상의 블록들의 조합으로 나타내어 그 특성을 표현함으로써, 복잡한 시스템을 손쉽게 모델링하여 시뮬레이션 할 수 있게 한다. 그리고 선형 요소 뿐만 아니라 기존의 프로그래밍 형태의 시뮬레이션 패키지에서는 나타내기 힘들었던 각종 비선형 요소들도 간단히 모델링 할 수 있다. SIMTool을 이용하면 연속 시간 시스템과 이산 시간 시스템 각각의 시뮬레이션은 물론이고, 두 요소가 섞여있는 하이브리드 시스템의 시뮬레이션 또한 가능하다. 고급기능으로 매우 복잡한 시스템을 간편하고 체계적으로 모델링하기 위한 슈퍼블록(Super block)과 매크로블록(Macro block) 기능이 있다.[4]

2.2 고속설계제어기의 구성

그림 1은 고속설계제어기인 RG-DSPIO 보드의 모습이다. 고속제어설계기란 기존에는 제어 시스템 개발을 각각의 하드웨어에 맞추어 C언어를 이용하여 큰 프로그램을 장기간에 걸쳐 개발을 진행하여 왔지만, 이러한 프로그램을 간단히 블록다이어그램이나 명령어 방식으로 제어기 등을 설계하여 바로 실시간으로 외부 입출력 장치와 연결하여 실제 실험을 할 수 있는 장치를 말한다.

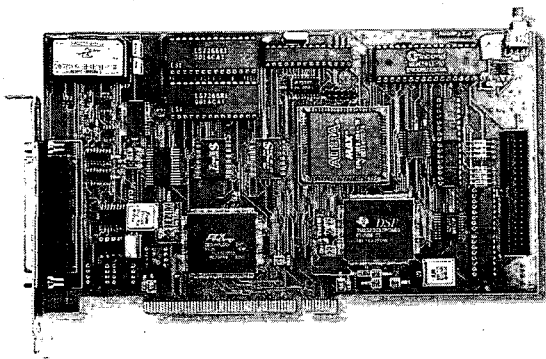


그림 1. RG-DSPIO 보드

표 1은 RG-DSPIO에 내장하고 있는 입출력 사양이다.

표 1. RG-DSPIO 보드의 I/O 사양

구 분	RG-DSPIO
Analogue Input	8 ch (16 bit)
Analogue Output	4 ch (16 bit)
Digital Input	8 ch
Digital Output	8 ch
Interface	PCI BUS
입, 출력 전압	-10 ~ 10V내에 조절가능
Encoder Pulse Counter	4 ch
PWM	2 ch

고속설계제어기는 CEMTool과 SIMTool을 이용하여 블록으로 알고리즘을 구성하면 그 블록을 자동으로 C 코드로 생성하여 주는 C 코드 생성기인 AUTOTool을 포함한 소프트웨어와 고속 연산 수행을 할 수 있는 DSP chipset을 사용하고, 외부 입출력을 할 수 있는 I/O 기능이 있는 RG-DSPIO 보드로 구성되어 있어 빠른 실시간 제어시스템 구성이 가능하다.

2.3 AC 서보 시스템의 구성

그림 2의 AC 서보 시스템은 직선운동과 회전운동을 하도록 구성된 기계, AC 서보 모터부로 구성된 기계부와 AC 서보모터를 구동하고, 모터를 구동하는 서보 드라이버 및 각종 신호 커넥터가 있는 전기부로 구성되어 있다. AC 서보 시스템을 구동하기위한 신호는 표 2와 같다.[5-6]

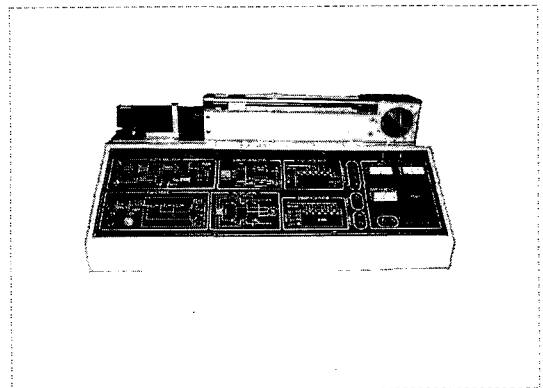


그림 2. AC 서보 시스템의 장치 구성

표 2. AC 서보 시스템 구동용 신호

신호종류	신호에 대한 설명
모터입력신호 (+)	모터의 속도 지령
모터입력신호(GND)	모터의 속도 지령 기준점
엔코더 A	모터의 엔코더 출력 A상
엔코더 \bar{A}	모터의 엔코더 출력 \bar{A} 상
엔코더 B	모터의 엔코더 출력 B상
엔코더 \bar{B}	모터의 엔코더 출력 \bar{B} 상

3. 속도 관측기를 사용한 속도제어기 실험

AC 서보 시스템의 속도제어기를 구성할 때 필요한 상태변수를 궤환하여 사용하는 것이 일반적이나, 많은 경우에 모든 상태변수를 전부 측정할 수 있는 것은 아니다. 실제로 상태변수를 측정하는 센서가 고가이어서 실용적으로 사용하기가 곤란하거나, 물리적으로 필요한 상태변수를 측정할 수 없기 때문이다. 여기서는 AC 서보 시스템의 위치 및 속도 측정용 센서로 광학식 엔코더를 사용하는 경우, 엔코더 신호의 노이즈 및 속도 측정 방식의 문제점을 개선하는 속도관측기를 사용한 속도제어기의 설계에 대해 설명하고자 한다.[7-9]

그림 3은 엔코더 펄스를 이용한 평균 속도 측정방식에 의한 속도제어기의 응답과 엔코더 펄스에 의한 위치 신호를 출력으로 하고 전동기 토크 지령 신호를 입력으로 하는 전차원 속도관측기의 성능을 살펴보기 위해서 구성한 SIMTool 상의 제어블록도이다. 그림 4는 엔코더 펄스를 이용한 평균 속도 측정방식에 의한 속도제어기의 응답과 속도제어시 관측기의 위치 및 속도 추정 응답을 보여주고 있는데, 첫 번째와 세 번째 그림의 실제 위치 및 속도 신호는 두 번째와 네 번째의 관측기로 추정한 위치 및 속도 신호와 거의 일치하는 것을 보여 준다. 그림4에서 x축 단위는 시간[sec]이고 y축 단위는 위치[rad]과 속도[rpm]입니다.

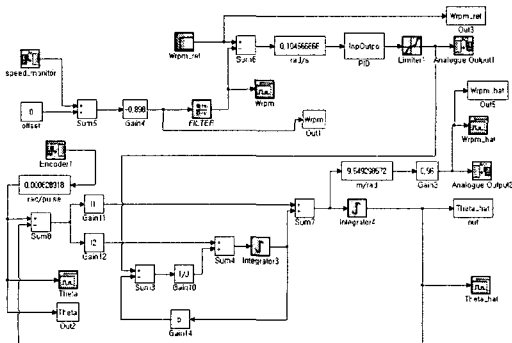


그림 3. 엔코더 속도제어기에 의한 속도관측기 설계

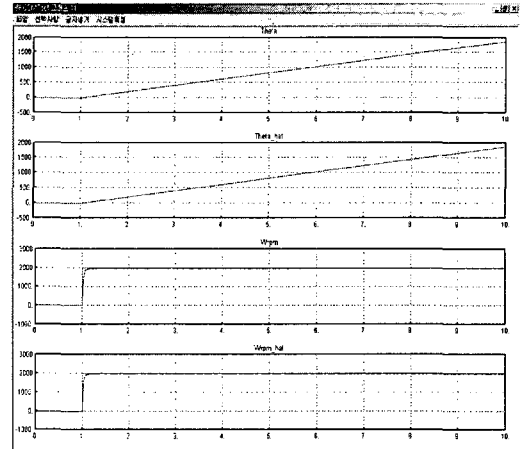


그림 4. 엔코더 속도제어기에 의한 속도관측기 응답

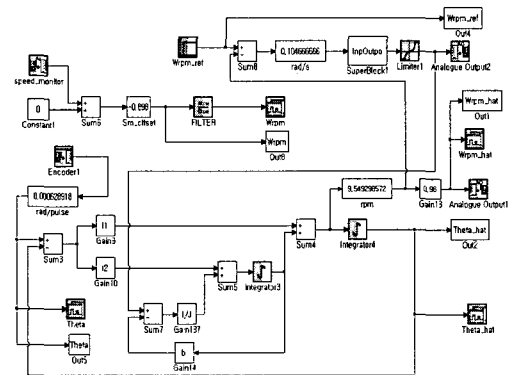


그림 5. 속도관측기를 사용한 속도제어기 설계

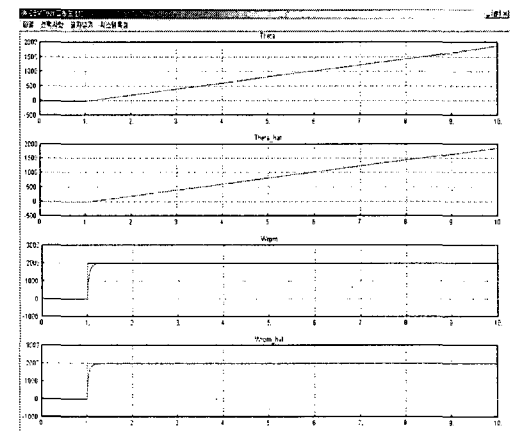


그림 6. 속도관측기를 사용한 속도제어기 응답

반면에 그림 5는 엔코더 펄스를 이용한 평균 속도 측정방식에 의한 속도제어기 설계에 대한 대안으로서, 속도 관측기를 사용한 속도제어기의 설계 및 응답을 살펴보기

위해서 구성한 SIMTool 상의 제어블록도이다. 그림 6은 속도관측기를 사용한 속도제어기의 응답과 속도제어시 관측기의 위치 및 속도 추정 응답을 보여주고 있는데, 첫 번째와 세 번째 그림의 실제 위치 및 속도 신호는 두 번째와 네 번째의 관측기로 추정된 위치 및 속도 신호와 역시 거의 일치하는 것을 보여 준다. 그림 4와 그림 6을 비교하여 보면, 전차원 속도관측기의 위치 및 속도 추정 응답은 두 경우 모두 매우 양호한 것을 알 수 있고, 속도제어기의 응답도 역시 그림 4에서 나타났던 정상상태에서의 속도 궤환 신호의 맥동이 그림 6에서 속도 관측기를 사용하여 제어를 설계한 결과 많이 개선된 것을 볼 수 있었다. 무엇보다도 이러한 실험 모두를 DSP를 사용하는 고속설계제어기를 사용하여 짧은 시간 안에 매우 편리하게 구현할 수 있었다.

4. 결론

지금까지 리얼계인사의 AC 고속설계 시스템의 구성과 속도제어기 설계에 대한 활용 예를 살펴보았다.

기존에는 제어 시스템 개발을 위하여 시스템 모델을 바탕으로 모의실험을 행하고 시스템을 확인한 후 각각의 하드웨어에 맞추어 C언어를 이용하여 큰 프로그램을 장기간에 걸쳐 개발을 진행하여 왔지만 AC 고속설계 시스템을 이용한 경우 제어 시스템의 개발 속도가 상당히 향상되었다. 또한 제어 기술을 처음 습득하는 학생들에게 좋은 교육 자료가 될 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 리얼계인(사), “자동제어 실험 실습 - AC 서보 고속설계시스템 활용”
- [2] 리얼계인(사), “고속설계제어기(RG-01D) 활용”
- [3] 리얼계인(사), “CEMTool 5.0 사용자 안내서”
- [4] 리얼계인(사), “SIMTool 4.0 사용자 안내서”
- [5] 삼성, “CSDJ PLUS SERIES Servo Drive 사용자 매뉴얼”
- [6] 삼성, “SmartJog 사용자 매뉴얼”
- [7] 설승기, “전기기계제어론”, pp. 46-127, 2002년
- [8] Gene F.Franklin, “동적시스템제어”, 2002년
- [9] B.C.Kuo, “자동제어”, 1998년

지 준 근(Jun-Keun Ji)

[정회원]



- 1986년 2월 : 서울대학교 전기공학과 (공학사)
- 1988년 2월 : 서울대학교 대학원 전기공학과 (공학석사)
- 1994년 2월 : 서울대학교 대학원 전기공학과 (공학박사)
- 1994년 9월 ~ 현재 : 순천향대학교 정보기술공학부 교수

<관심분야>

전력전자, 전기기계, 전력변환, 전동기 제어, 전원장치, 전력품질제어, 모션제어, 제어응용

이 동 민(Dong-Min Lee)

[준회원]



- 2005년 2월 : 순천향대학교 정보기술공학부 (공학사)
- 2005년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 대학원 정보제어공학과 석사과정 재학중

<관심분야>

전력전자, 전기기계, 전력변환, 전동기 제어