

고정 소수점 연산을 이용한 DVDR 서보의 강인 제어 알고리즘 해석

Analysis of Robust Control Algorithms for DVDR Servo using Fixed-Point Arithmetic

박창범*, 김홍록*, 서일홍*

* 한양대학교 전자공학과(Tel : +82-031-408-5802; Fax : +82-031-408-5803 ; E-mail:ihsuh@email.hanyang.ac.kr)

Abstract : In the recent, the size of hardware is smaller and the structure is simpler, without reducing the performance of the digital controller. Accordingly, the fixed-point arithmetic is very important in the digital controller. This paper presents simulation to apply the robust control algorithms to DVDR servo controller using the floating-point and fixed-point arithmetic from the matlab. Also, it analyses and compares the performance of control algorithms in the each of point calculation and presents a method for improvement of drop in the performance, quantization error and overflow/underflow from using the fixed-point arithmetic.

1. 서론

최근 정보 저장 장치 기술은 초 소형화, 기록 밀도 및 정보 전송속도의 고도화가 빠른 속도로 발전하고 있다. 이 분야는 현재 DVD, CD로 대표되는 Optical 방식과 HDD로 대표되는 자기 기억 저장기술로 양분되어 있다. 특히 정보 저장 장치의 단위 드라이브 당 저장 용량의 급격한 증가는 저장 장치의 고정밀 제어기술을 요구하게 되었고 사용 범위가 다양해짐에 따라 기인한 환경변화에서도 성능을 유지하는 강인성도 요구되어진다. 하지만 제품의 저가격과 시스템의 소형화, 단순화는 이러한 제어기술의 제한을 부여하게 되었다. 고정 소수점으로 디지털 제어를 설계함으로써 제어기의 고정밀, 강인성을 보장하기 힘들게 되었다.

본 논문에서는 Matlab을 이용하여 DVD 트랙킹 구동기에 대한 모델링을 바탕으로 설계한 디지털 광 픽업 서보 시스템에 대한 강인제어 알고리즘들을 고정 소수점으로 구현하여 각 알고리즘의 성능을 확인하고 부동 소수점으로 구현한 제어기와의 성능을 비교 분석 하였다.

2. DVD 드라이브 서보 시스템

2.1 DVD의 추종 구동기 모델링

광 픽업 서보 시스템은 포커싱 구동기에 대한 모델링을 바탕으로 포커싱 서보(focusing servo)와 트랙킹 서보(tracking servo)를 중심으로 구성되어 있는데 일반적으로 광학 디스크 드라이브의 트랙 추종 제어에서 사용하는 구동기의 형태는 축 접동 방식(Hinge Type)과 렌즈 병진 방식(Wire Type)이 있으나, 여기서는 렌즈 병진 방식의 구동기를 사용하였다[1]. 이를 스프링-질량-댐퍼 형태의 운동부와 전자계로 모델링 하여 식(1)과 같이 3차 시스템으로 나타낼 수 있으며, 매개변수는 ω_n 은 1111.12 rad/sec (176.84 Hz), ζ_m 은 0.04, $w_{r/L}$ 은 1.2이다. 이를 보 대선도로 나타내면 그림 1의 (1)과 같다.

$$G(s) = \left(\frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta_m \omega_n s + \omega_n^2} \right) \left(\frac{\omega_{r/L}}{s + \omega_{r/L}} \right) \quad (1)$$

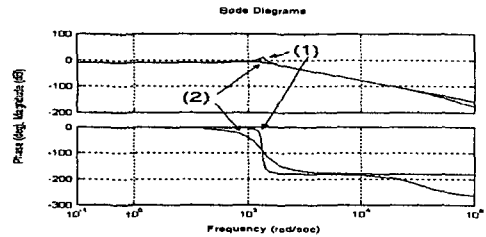


그림 1. 추종 구동기 모델의 보대 선도

2.2 서보계의 설계

레이저빔이 트랙 중심으로부터 벗어나면, 기록할 때에는 마크가 벗어나서 기록되고, 재생할 때에는 출력이 저하된다. 일반적으로 마크의 위치와 레이저빔 중심이 약 0.1 μ m 벗어나면, 재생 신호는 약 10% 떨어진다. 보통 이 벗어남을 0.10 - 0.12 μ m이내에 오도록 하고 있다. 추종 오차 검출 광학계의 오차와 추종이 불가능한 고주파 영역의 주기적 또는 비 주기적인 이탈이 있기 때문에 서보계에 허용되어지는 편차는 일반적으로 약 0.03 μ m 이하이다. 또한, 트랙킹 서보로 트랙 추종을 하지만, 픽업 구동기의 좌우 이동이 가동범위가 제한되어 있기 때문에 코어스 서보(Coarse Servo)를 이용하여 이동 범위가 큰 DC성분을 제어한다. 즉, 코어스 서보는 픽업 구동기 전체를 이동시키는 역할을 한다.

광 디스크 드라이브는 그림 2에서 보이는 바와 같이 크게 제어기와 플랜트, 그리고 외란으로 구분할 수 있다. 광 디스크 구동기의 제어기는 원하는 위치 입력에 대한 출력의 관계를 결정하며 이것을 방해하는 외란(disturbance : ω, d, n)에 대한 분석과 이들이 PES에 미치는 영향을 해석하는 것이 매우 중요하다.

그림 2에서 ω 는 토크 외란(torque disturbance)을 나타내며, 주로 외부 진동 및 충격에 기인하고, n 은 전력 증폭기 잡음, 아날로그/디지털 변환기(ADC)와 디지털/아날로그 변환기(DAC)의 제한된 해상도(resolution)에 의한 양자화 오차에 의해 나타난다. 스피들 모터와 디스크 회전은 따른 디스크