

지터계환을 이용한 DVD 플레이어의 래디얼 틸트 대응 재생성능 향상

진 주 화 · 정 수 열 · 서 중 언 · 신 동 호
 삼성전자 디지털미디어 네트워크 총괄 디지털미디어 연구소

An Improvement in Playability of a DVD Player using Jitter Feedback

Juwha Jin · Soo-Yul Jung · Joong-Eon Seo · Dong-Ho Shin
 Digital Media R&D Center Samsung Electronics Co.

Abstract - 상용 DVD 플레이어에서 불량디스크에 대한 재생성능을 향상시키는 기술은 제조업체에게는 다른 어떤 것보다 우선하는 중요한 성능상의 지표이다. 불량디스크를 유형별로 나누어 보면 스크래치 디스크, 지문 디스크, 틸트 불량디스크등으로 구분할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 불량디스크중 틸트 불량 디스크에 대한 플레이어의 재생성능을 향상시키는 기법을 제안한다. 즉 디스크의 재생도중 검출되는 지터데이터를 제한하여 별도로 구동되는 틸트모터를 제어함으로써 재생성능의 향상을 꾀한다. 또한 실험을 통하여 그 유효성을 검증한다.

Key Words : 래디얼 틸트, 지터, 재생성능, DVD 플레이어

1. 서 론

광 디스크의 기록 및 재생에 있어서, 광학 신호에 열화를 발생시키는 요소 중 하나가 디스크와 대물렌즈간에 발생하는 틸트(Tilt)이다. 틸트란 대물렌즈 광축에 대하여 디스크가 기울어져서 광이 디스크에 수직으로 입사하지 않는 경우를 말한다. 반경 방향으로 디스크가 기울어지면 반경 방향으로 신호간 간섭인 트랙 크로스토크(Track Crosstalk)의 증가로 인해 지터가 열화된다. 이러한 반경방향으로의 틸트를 래디얼(Radial) 틸트라고 하는데 DVD 플레이어에서 래디얼 틸트 불량인 심한 디스크를 재생하는 것은 매우 어려운 일이다.

틸트보정을 위하여 수년간 다양한 시도가 있어왔다[1], [2]. 본 논문에서는 그 중 하나로써 틸트를 측정하는 센서의 부가없이 재생된 광학신호로부터 추출된 지터를 제한하여 틸트보정을 수행하였다. 기존의 지터계환을 이용한 틸트 보정과 다른 점은 지터와 틸트 불량과의 상관관계를 높이기 위하여 지터를 선 처리한 후 이를 이용 틸트보정을 수행한다는 점과 보정 알고리즘을 세세히 튜닝하여 실제의 세트에 성공적인 적용을 하였다는 점에서 차별성을 지닌다 하겠다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 전체 블록도와 각 알고리즘에 대하여 기술하였고 3장에서 실험을 통하여 동작을 검증하였다. 4장에서 결론을 맺는다.

2. 틸트보정

틸트보정을 위한 시스템의 전체 블록도는 그림 1과 같다. 픽업에서 검출된 신호로부터 지터를 검출하여 마이콤으로 구현된 틸트 제어부로 넘기면 마이콤에서 틸트모터 구동신

호를 만들어 틸트보정을 행하는 구조로 이루어져 있다. 본 장에서는 구체적인 틸트보정 알고리즘에 대해 설명하였다.

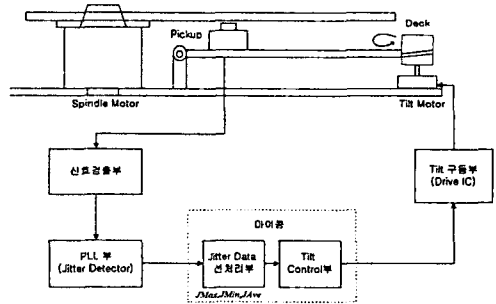


그림 1 틸트보정 시스템 블록도

2.1 지터데이터의 선처리

PLL 블록으로부터 짧은 시간간격으로 출력되는 지터값은 디스크의 1회전 주기별로 최대값과 최소값을 갖는다. 뿐만 아니라 1회전 하는 동안이라도 지터값이 완만히 변하기 보다는 불규칙적으로 의미 없다고 생각이 되는 큰 값을 갖기도 하는 등의 노이즈 성분도 포함하고 있다. 따라서 이에 대한 대책이 필요하게 된다.(그림 2)

외주에서 디스크가 1회전 하는데 걸리는 시간을 T , 1개의 지터값을 업데이트 하기위해 마이콤이 읽어드린 지터샘플 J_k 의 개수를 M , 마이콤이 매번 읽어드리는 시간 간격

을 Δt 정의할 때, 1회전 하는동안 업데이트 되는 지터값의 개수 N 은

$$N = \frac{T}{\Delta t} \frac{1}{M} \quad (1)$$

이 되고 업데이트되는 지터값을 \bar{J}_i 라고 정의할 때

$$\bar{J}_i = \sum_{k=0}^{N-1} J_i h(t - k\Delta t) \quad (2)$$

처럼 필터를 구성한다. 여기서 필터의 전달함수 $h(t)$ 는 무의미한 데이터를 걸러내고 검출되는 데이터가 일관된 의미를 가질 수 있도록 실험에 의해 최선의 계수를 찾아냄으로서 구현되어 진다. (1)식에 의해 외주에서 디스크 1 회전 하는 동안 필터링된 N 개의 지터값을 사용하여,

$$J_{\max} = \max_{i \in \{1, 2, \dots, N\}} (\bar{J}_i) \quad (3)$$

$$J_{\min} = \min_{i \in \{1, 2, \dots, N\}} (\bar{J}_i) \quad (4)$$

$$J_{\text{ave}} = \frac{\sum_{i=1, 2, \dots, N} \bar{J}_i}{N} \quad (5)$$

식(3), (4), (5)에 의한 최대값(J_{\max}), 최소값(J_{\min}), 평균값(J_{ave})를 구한후 최종적으로 이들중에서 선택하여 틸트서보에서 최소화 시켜야 하는 목적함수 J 로 사용한다.(그림 3)

2.2 틸트 제어

2.1절에서 구해진 목적함수 J (이하 목적함수를 단순히 지터라 칭함)를 최소화하는 틸트 보정 단계는 다음과 같다.

1 단계. 디스크가 로딩되면 우선 초기 리드인 영역에 픽업을 위치시키고 틸트 구동부를 구동범위의 중간에 위치시킨다.

다음으로, 포커스 트래킹을 최적으로 조정한 후 지터를 검출한다. 검출된 지터가 정해 놓은 값($J1$)이상이라면, 틸트 보정을 시작하여 지터가 최소가 되도록 한다(그림 4의 (a)). 지터가 $J1$ 보다 작다면 틸트 보정을 생략하고 사용자가 원하는 디스크 재생 등의 동작을 시작한다.

스펙을 만족하는 대다수의 디스크의 경우에는 이와 같은 최초 1회 틸트 보정만 해도 전 구간에서 지터가 재생하는데 문제없을 만큼 작게 나온다.

2 단계. 1 단계의 과정을 수행한 후 디스크의 트랙을 연속적으로 따라가며 재생하는 중에는, 일정 주기로 재생 데이

터의 지터를 모니터한다. 이 경우에는 지터가 연속적으로 변하게 된다. 모니터링 되는 지터가 증가하게 되어 미리 정해놓은 값($J2$) 이상, 미리 정해 놓은 횟수 이상 연속적으로 검출되었을 경우 디스크 재생 동작 상태에서 틸트 보정을 시작한다. (그림 4의 (b))

틸트 보정이 끝나면 일정시간이 지난 후 다시 일정 주기로 재생 데이터의 지터를 모니터 한다. 스펙을 만족하는 대다수의 디스크는 전 구간을 재생하는 동안 지터가 $J2$ 이상 증가하지 않기 때문에 재생 중 틸트 보정 동작이 발생하지 않는다.

2 단계의 경우에 틸트 보정 동작은 재생과 동시에 진행되기 때문에 틸트 보정 동작 과정에서 지터가 증가하게 되거나 포커싱, 트랙킹등의 서보 동작이 영향을 받아 사용자에게 잘못된 재생 동작을 보여 줄 가능성이 있다. 따라서 이 경우 틸트 보정은 매우 조심스럽게 행해져야 한다.

3 단계. 트랙을 연속적으로 따라가며 재생하는 도중 사용자의 명령에 의해 정해진 값 이상의 트랙을 뛰어넘는 경우 (seek / Chapter Search등)에는, 목표 트랙에 도달하여 다음 동작을 수행하기 전에 먼저 지터를 검출한다.

이 경우에는 지터가 불연속적으로 변할 수 있다. 검출된 지터가 미리 정해 놓은 값($J3$) 이상이면 틸트 보정을 먼저 수행한 후 다음 재생동작에 들어간다. (그림 4의 (c))

검출된 지터가 $J3$ 보다 크지 않다면 틸트 보정을 생략하고 다음 동작에 들어간다.

2 단계의 경우와 다른 점은 seek 동작 후 재생 동작에 들어가기 전에 틸트 보정이 되므로 사용자의 입장에서는 seek 동작으로 파악된다. 따라서 틸트 보정 과정에서의 지터 증가나 서보 불안은 사용자에게 직접 전달되지 않는다. 따라서 지터를 감소하는 방향으로 틸트 보정을 할때 2 단계와는 다른 알고리즘 사용이 가능하다. 즉 보다 과감한 틸트 보정을 수행할 수 있다.

4 실험결과

그림 5는 틸트 불량인 디스크를 재생하면서 지터가 특정 레벨을 넘어가게 되면 틸트보정 메카니즘이 구동되어 지터가 최소인 위치로 찾아가는 과정을 스코프로 출력한 것이다. 여기서 2번 채널은 틸트모터 이동구간이고, 3번 채널은 2.1절에서 기술한 바와 같이 지터를 선 처리하는 시간동안 신호레벨을 1로 출력하게되며, 4번 채널은 지터이다. 만약 틸트 보정을 하지 않고 계속 재생시키면 플레이어에서 재생되는 화면이 깨져 모자이크가 나타나며 결국에는 재생을 할 수 없는 지경에 이르게 된다. 많은 종류의 틸트 불량 디스크를 재생했을 때 나타나는 효과도 그림 5와 거의 유사하며 틸트보정을 하느냐 안하느냐에 따라 화면으로 보여지는 개선효과는 뚜렷했다.

5. 결 론

디스크의 제조 혹은 취급 불량으로 인한 래디얼 틸트 불량 디스크를 재생함에 있어서 지터를 제한하여 틸트모터를 구동시킴으로써 DVD 플레이어의 재생성능을 향상 시킬 수

있었다. 재생시 증가하는 지터량은 틸트 불량외에도 여러 다른 요인이 있을 수 있으므로 단순히 지터측정유닛에서 측정된 지터량을 사용한다는 종래의 방법으로는 기대하는 성능을 낼 수 없게된다. 따라서 지터를 사용하는 데 있어서 지터와 틸트와의 상관관계를 증가시키기 위하여 지터를 선처리 하는 과정을 거쳤으며 선처리된 지터데이터를 최소화 시킬 수 있도록 틸트모터를 구동함으로써 원하는 결과를 얻어낼 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] Hsia-Wen Lee, Li-ding Wei, and Jwo-Ming Jou, "Tilt Servo Using Modal Wavefront Actuator," Jpn. J. Appl. Phys. vol. 39, pp. 873-874, February 2000.
- [2] F.N. Najm, "Track Center Servo and Radial Tilt Servo System for a Digital Versatile Rewritable Disc(DVD-RAM)," Jpn. J. Appl. Phys. vol. 39, pp. 867-870, February 2000.

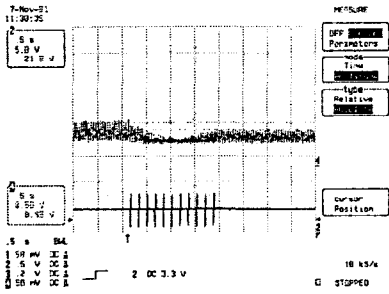


그림 2 틸트각과 지터량의 관계

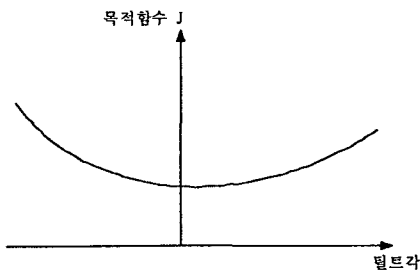


그림 3 틸트각과 목적함수 J의 관계

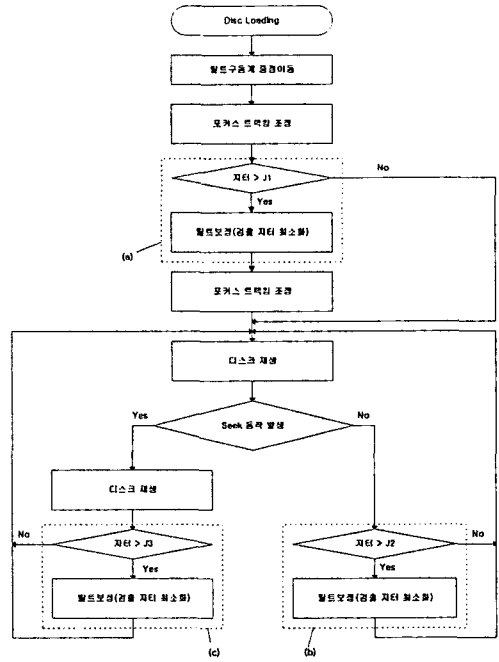


그림 4 틸트보정 흐름도

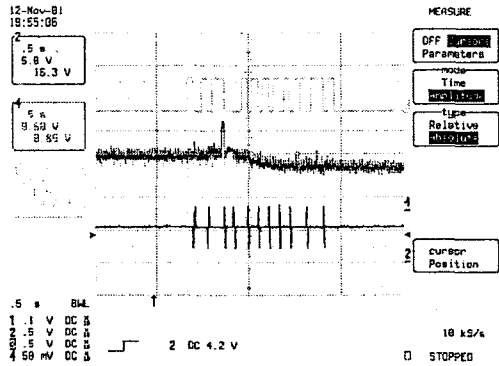


그림 5 틸트 보정 효과