

DVD/HD-DVD 비디오의 결함 복구 알고리즘

강세희⁰

이인환

한양대학교 전자통신컴퓨터공학과

shkang@csl.hanyang.ac.kr⁰

ihlee@hanyang.ac.kr

Recovering from Disc Defects in DVD/HD-DVD Video

Se Hee Kang⁰

Inhwan Lee

Dept. of Electronics and Computer Engineering, Hanyang University

요 약

DVD 비디오와 차세대 DVD의 한 진영인 HD-DVD 비디오 디스크는 다른 광 디스크와 마찬가지로 스크래치와 같은 결함이 발생할 수 있다. 결함은 물리적/논리적 원인에 따라 분류 가능하다. 결함은 디스크의 내부구조(네비게이션 데이터와 프리젠테이션 데이터)의 위치에 따라 각각 다른 이상 동작 현상을 발생 시킨다. 본 논문에서는 결함으로 인한 이상 동작 현상을 분류하고, 복구 또는 회피 할 수 있는 알고리즘을 제안하여 DVD/HD-DVD 비디오 디스크를 사용하는데 있어 결함으로 인한 불편함을 최소화하는데 목적이 있다.

1. 서 론

DVD 비디오는 2시간 이상의 고품질 디지털 영상과 다양한 디지털 오디오 트랙, Subpicture, 앵글, 그리고, 인터랙티브 기능들(메뉴, 게임 등)을 제공하는 등의 장점을 기반으로 큰 성공을 거두었다. 차세대 DVD의 탄생으로 많은 SD(Standard Definition)급 DVD 비디오 소비자들의 눈은 HD(High Definition)급의 세계로 이동할 것으로 예상된다. 현재 차세대 DVD는 DVD 포럼의 HD-DVD(High Definition DVD-Toshiba진영)와 BD(Blue-ray Disc-Sony, Matsushita진영)로 나뉘어져 있다. 아직 두 진영 중 어디가 승리할 지는 불분명한 상태이다. 최근 워너사는 두 진영 모두 참여하고 있고, 2006년 9월 26일 DVD, HD-DVD, BD 세 종류의 타이틀을 동시 발매할 예정이다. 따라서 일부 전문가들은 차세대 DVD는 HD-DVD와 BD가 같이 공존하리라 예측하고 있다. 차세대 DVD의 등장으로 DVD 비디오는 없어질 것인가? 대답은 그렇지 않다. 왜냐하면 SD에서 HD 세상으로의 이동은 많은 시간이 걸릴 것이기 때문이다. VHS 테이프가 여전히 존재하는 것을 보면 그 이유를 알 수 있을 것이다. Baskerville의 통계에 따르면 세계적으로 2010년 까지 6억 2천 500만대(TV 시청 가정의 약 55%)의 DVD 비디오 재생기가 보유될 것이라 추측하고 있다. 따라서 여전히 DVD 비디오의 시장은 성장할 것임을 알 수 있다.

DVD 비디오와 HD-DVD 비디오는 다른 광디스크와 마찬가지로 스크래치와 같은 결함이 발생할 수 있다. 결함은 화면이 잠시 멈추었다가 진행되는 등의 작은 문제에서부터 처음부터 재생을 하지 못하거나, 영화와 같은 메인 콘텐츠를 감상하지 못하게 하는 등의 매우 심각한

문제를 야기 시킬 수도 있다.

본 논문에서는 DVD/HD-DVD 비디오 디스크에 발생할 수 있는 결함을 논리적/물리적 원인에 따라 분류하고, 결함의 발생 위치에 따른 이상 동작 현상을 복구 또는 극복 할 수 있는 알고리즘을 제안하여 사용자로 하여금 DVD 비디오나 HD-DVD 비디오를 감상할 때 불편함을 최소화하고자 한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 DVD 비디오의 내부 구조 즉 네비게이션 데이터와 프리젠테이션 데이터를 물리적/논리적 구조에 따라 분류 설명한다. 3장은 DVD 비디오 디스크의 결함과 현상을 분류함으로써 결함이 DVD 비디오의 내부 구조에 영향을 미쳐 발생할 수 있는 이상 동작을 설명한다. 4장은 결함 복구를 위한 알고리즘으로 이상 동작을 극복하기 위한 알고리즘을 제안한다. 5장은 검증으로 검증 방법과 결과에 대하여 논한다. 마지막으로 6장은 결론으로 본 연구의 핵심과 의의를 요약 설명 한다.

2. DVD 비디오의 내부 구조

DVD/HD-DVD 비디오의 내부 구조는 거의 동일하므로 DVD 비디오로 통합 설명한다. 내부 구조에 대한 설명은 다음과 같은 순서로 이루어진다. 첫째, DVD 비디오 디스크 내부에 있는 파일의 구조와 특징을 살펴본다. 둘째, 파일 구조에 따른 물리적 데이터의 계층구조를 설명한다. 셋째, 물리적 구조와 논리적 구조와의 상관관계에 대하여 설명한다. 넷째, 네비게이션 데이터에 대하여 설명하고, 마지막으로 데이터 구조의 추상적인 그룹화인 도메인과 스페이스를 설명한다.

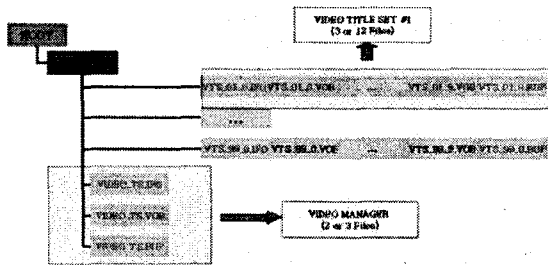


그림 1 DVD 비디오 파일 구조

2.1 파일 구조

DVD 비디오 디스크를 읽어보면 그림 1과 같은 파일 구조를 갖고 있다. 하나의 디렉토리(VIDEO_TS)에 모든 재생 관련 정보와 데이터 스트림을 포함하고 있다. 파일 처음에 위치한 비디오 매니저(Video Manager) 부분을 살펴보면, 디스크 전체에 걸친 일반적인 정보 (VMGI-Video Manager title set Information)를 갖고 있는 VIDEO_TS.IFO 파일과 디스크의 메인 메뉴(또는 타이틀 메뉴) 데이터 스트림인 VIDEO_TS.VOB 파일 그리고, VMGI의 복사본인 VIDEO_TS.BUP 파일로 구성되어 있다. 비디오 매니저를 제외한 부분인 비디오 타이틀 셋은 VTSN(Video Title Set Number)에 따라 각각 서로 다른 정보와 데이터 스트림을 갖고 있다. 그림 1에서 VTS_01을 갖고 있는 모든 파일은 VTSN이 1인 비디오 타이틀셋이다. 비디오 타이틀셋의 구성을 VTSN이 1인 경우의 예를 들어 설명하면, 비디오 타이틀 셋 내의 정보를 담고 있는 VTSI(Video Title Set Information)를 갖고 있는 VTS_01_0.IFO 파일과 데이터 스트림(루트 메뉴 또는 영화와 같은 메인 콘텐츠)인 VTS_01_*.VOB파일들 그리고 VTSI의 복사본인 VTS_01_0.BUP로 구성되어 있다.

2.2 DVD 비디오 물리적 데이터 구조

DVD 비디오는 그림 2와 같은 물리적 데이터 계층구조를 갖는다. 계층구조에 따라 설명하면, VMG(Video Manager)는 디스크 전체에 대한 정보(VMGI)와 선택적으로 존재 가능한 데이터 스트림인 타이틀 메뉴 (VOBS-Video Object Set), 그리고 VMGI의 복사본으로 구성되어 있다. VTS(Video Title Set)는 비디오 타이틀셋 내의 정보를 갖고 있는 VTSI, 그리고 데이터 스트림인 VOBS 그리고, VTSI의 복사본으로 구성되어 있다. VOBS는 하나 또는 그 이상의 VOB들로 구성된다. 하나의 VOB는 MPEG-2 프로그램 스트림의 일부 또는 전체를 의미한다. VOB는 하나 또는 그 이상의 셀(Cell)들로 구성된다. 하나의 셀은 하나의 GOP(Group of Pictures)이거나 하나의 오디오 블록이며 주소를 부여할 수 있는 가장 작은 단위이다. 셀은 1초만큼 작을 수도 있고, 또 영화 한 편이 될 수 있다. 즉 편집하기에 따라 그 크기는 정해진다. 셀은 또 VOBU(Video Object Unit)로 나누어진다. VOBU는 재생에 필요한 가장 작은 유닛이다. 이름이 VOBU 이지

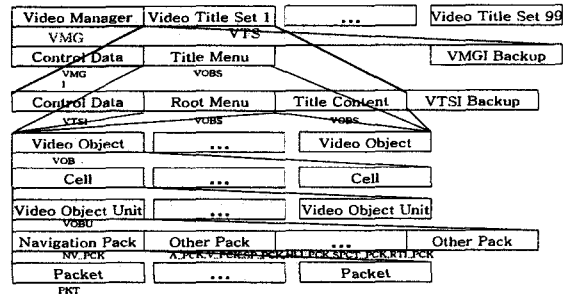


그림 2 DVD 비디오 물리적 데이터 구조

만 항상 비디오 데이터를 포함하고 있는 것은 아니다. 즉 VOBU는 없거나 하나 이상의 GOP를 갖는다. 일반적으로는 하나의 GOP를 갖는다. 마지막으로 VOBU는 패킷들의 묶음으로 이루어진다. 패킷들은 타이밍과 동기화를 맞추기 위한 SCR(System Clock Reference) 정보, 자기가 어디에 속해있는지, 또 어떤 데이터를 갖고 있는지를 판별해주는 정보, Navigation, 오디오, 비디오, Subpicture와 같은 정보를 갖는다. 즉 DVD 비디오의 물리적 계층 구조를 포함 관계로 표현하면 VMG, VTS > VOBS > VOB > Cell > VOBU > Packet으로 요약할 수 있다.

2.3. DVD 비디오 논리적(프리젠테이션) 데이터 구조

DVD 비디오의 논리적 데이터 구조는 비디오의 재생 순서를 결정한다. 논리적 구조는 그림 3과 같다. 최상위의 계층은 타이틀이다. 각각의 타이틀은 최대 999개의 PGC(Program Chain)로 구성되어 있다. 타이틀의 맨 처음 PGC는 엔트리 PGC라고 불리며, 앞에서 설명한 타이틀 메뉴와 VTS내의 메뉴인 루트메뉴가 바로 엔트리 PGC다. PGC는 PGC(Program Chain Information)와 VOBS로 구성 되어 있다. PGC는 PCB(Presentation Control Block)와 Pre/Post 커맨드로 구성되어 있다. PCB는 PG(PG는 물리적 데이터인 VOB와 사상되는 논리적 데이터 구조)와 셀의 재생 순서를 결정하기 위한 셀의 주소들을 갖고 있다. Pre/Post 커맨드는 CPU의 인스트럭션과 같은 명령어를 갖고 있고, PGC의 재생을 시작할 때는 Pre 커맨드, 종료할 때 Post 커맨드를 수행한다. 그림 3의 화살표는 논리적 데이터와 물리적 데이터가 사상되는 모습의 예를 보여준다.

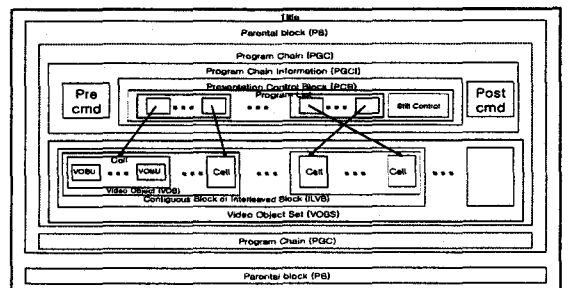


그림 3 프리젠테이션 데이터와 물리적 데이터의 사상

2.4 네비게이션 데이터

네비게이션 데이터는 물리적 데이터를 어떻게 처리할 것인지를 결정 시켜주는 정보의 모임이다. 네비게이션 데이터는 5레벨의 계층 구조를 갖고 있다. 첫째, VMGI는 각각의 VTS와 타이틀메뉴를 컨트롤할 수 있는 정보이다. 둘째, VTSI는 VTS내의 타이틀과 메뉴를 컨트롤할 수 있는 정보이다. 셋째, PGCI는 오디오, Subpicture 와 같은 PGC의 구성 요소들을 컨트롤할 수 있는 정보이다. 넷째, PCI(Presentation Cotrol Information)-패킷 내에 존재하는 정보로써 메뉴와 PG를 재생하여 보여주는 정보이다. 마지막으로 DSI(Data Search Information)는 PCI와 마찬가지로 패킷 내에 존재하는 정보로써 빠른 재생모드와 Seamless 재생 정보를 갖고 있다.

2.5 도메인(Domain)과 스페이스(Space)

도메인과 스페이스는 디스크에 정의된 물리적 데이터도 논리적 데이터도 아니다. 데이터 구조를 추상적으로 그룹화 한 것이다. 도메인은 유사한 성격을 갖는 PGC를 그룹화 한 것이다. 도메인은 FP DOM, VMGM DOM, VTSM DOM, TT DOM으로 나누어 진다. FP DOM(First Play Domain)은 초기 재생을 준비 하는 도메인이다. VMGM DOM(VMG Menu Domain)은 타이틀 메뉴를 구성하는 도메인으로 전체 볼륨을 컨트롤하는 메뉴를 구성한다. VTSM DOM(Video Title Set Menu Domain)은 루트 메뉴 또는 부메뉴(챗터 설정, 언어, 오디오, 앵글 설정)를 구성하는 도메인으로 VTS를 컨트롤하는 메뉴이다. TT DOM(Title Domain)은 메뉴가 아닌 모든 도메인을 일컬으며, 메인 컨텐트의 내용을 담고 있다. 스페이스는 기능적으로 유사한 도메인을 그룹화 한 것이다. 시스템 스페이스는 FP_DOM, VMGM_DOMs, VTSM_DOMs 을 그룹화 한 것이다. 메뉴 스페이스는 VMGM_DOMs, VTSM_DOMs, VMG 스페이스는 FP_DOM, VMGM_DOMs, VTS 스페이스는 VTSM_DOMs, TT_DOMs를 각각 그룹화 한 것이다.

3. DVD 비디오 디스크의 결함과 현상의 분류

DVD/HD-DVD 비디오 디스크는 다른 광디스크와 마찬가지로 스크래치와 같은 결함이 자주 발생할 수 있다. 이 장에서는 결함을 물리적/논리적인 원인에 따라 분류하고 결함이 네비게이션 데이터와 프리젠테이션 데이터에 미치는 영향을 살펴보고, 그에 따른 이상 동작 현상을 분류한다.

3.1 DVD/HD-DVD 비디오 디스크의 결함의 분류

결함은 물리적/논리적인 원인에 의해 발생할 수 있다. 또 이와 같은 결함은 디스크에 있어서 네비게이션 데이터와 프리젠테이션 데이터에 영향을 미친다. 물리적 결함은 DVD/HD-DVD 비디오 디스크에 외부 요인(스크래치, 지문, 오물 등)에 의해 발생할 수 있는 결함을 의미한다. 논리적 결함은 사용자가 잘못된 편집 작업으로 레코딩하여 디스크를 제작하는 하는 경우 발생할 수 있는 결함을 의미한다.

3.2 물리적 결함에 따른 현상의 분류

표 1 물리적 결함에 따른 현상 분류

발생 위치		이상 동작 현상	발생 빈도	고장 복구 알고리즘
네비게이션 데이터	VMGI	-재생을 시작할 수 없다. -재생할 타이틀을 지정할 수 없다. -VMGM 을 재생할 수 없다.	매우 낮다	-
	VTSI	-챗터, PGC, 지정된 시간으로 분기 할 수 없다. -VTSM 을 재생할 수 없다.	매우 낮다	-
	PGCI	-PGC 간의 링크 과정이 이루어질 수 없다. -프로그램과 셀로 분기 할 수 없다.	매우 낮다	-
	PCI	-분기할 nonseamless 앵글의 포인터를 정할 수 없다. -Subpicture 를 보여주지 못한다. -시간을 보여줄 수 없다.	높다	4.2, 4.3절
	DSI	-다음 Interleaved 유닛으로 링크가 불가능하다. -분기할 seamless 앵글의 포인터를 정할 수 없다. -시간을 보여줄 수 없다. -스캔 모드를 정상적으로 수행하지 못한다. -비디오와 Subpicute, 오디오 간의 동기를 맞출 수 없다.	높다	4.2, 4.3절
프리젠테이션 데이터	비디오	-화면이 멈추는 현상이 발생한다. -모자이크가 발생한다. -화면이 멈칫거리면서 진행된다.	높다	4.2, 4.3절
	오디오	-오디오가 끊어지는 현상이 발생한다. -오디오가 나오지 않는다.	높다	4.2, 4.3절
	Subpicture	-Subpicture를 보여주지 못한다.(예:자막,버튼,하이 라이트 등)	높다	4.2, 4.3절

결함이 발생한 위치에 따라 이상 동작 현상은 다르게 발생한다. 발생한 위치는 표 1과 같이 네비게이션 데이터와 프리젠테이션 데이터에 따라 분류할 수 있고, 각각의 위치에 따라 다른 현상이 발생한다. 네비게이션 데이터 중에서 VMGI, VTSI, PGCI의 경우는 *.IFO 파일에 존재(2장을 참조)한다. IFO 파일에 결함이 발생한 경우, 복사본 파일인 *.BUP 파일이 존재하므로 BUP 파일을 통해 결함 복구가 가능하다. IFO, BUP 파일 모두 결함이 있을 확률은 매우 낮다. 따라서 본 논문에서는 네비

표 2 논리적 결함에 따른 현상 분류

발생 위치	이상 동작 현상	발생 빈도	고장복구 알고리즘
파일 시스템이 가리키는 VMGI 시작 주소가 잘못 기록된 경우	-초기 재생 시작이 불가능하다.	낮다	4.4절
VMGI 정보 내의 VTSI 시작 주소가 잘못 기록된 경우	-초기 재생은 가능할 수 있으나 VTS로 분기 시 재생이 멈추어, 재생이 불가능하다.	낮다	4.5절

게이션데이터 중에서 PCI, DSI 의 경우에만 복구 알고리즘을 제안. 검증하도록 한다.

3.3 논리적 결함에 따른 현상의 분류

DVD 비디오의 경우 파일시스템은 UDF Bridge(ISO9660 파일 시스템 + 마이크로 UDF 파일 시스템)를 필수적으로 지원해야 한다. 영화사와 같은 메이저 업체에서의 디스크 제작은 두 파일 시스템 모두를 올바르게 지원토록 편집, 레코딩하고 있다. 하지만, 일반 사용자가 편집툴을 잘못 사용하여 DVD 비디오를 제작할 경우, 파일 시스템의 정보가 잘못 기록되어 있는 경우와 같은 논리적 결함이 발생 한다. 결함의 종류와 이상 동작 현상은 표 2와 같다.

4. 결함 복구를 위한 알고리즘

결함 복구를 제안하기 위해 우선 결함의 발생을 어떻게 알아낼 것인가에 대하여 논한다. 물리적 결함인 경우는 발생 위치를 도메인과 스페이스에 따라 분류하여 각각 알고리즘을 제안 한다. 논리적 결함인 경우는 네비게이션 데이터와 파일시스템을 효율적으로 사용하여 복구 알고리즘을 제안 한다.

4.1 DVD/HD-DVD 비디오의 결함 발생 여부 결정

결함의 발생 여부는 디스크의 초기 재생이 성공하였는지 확인해야 한다. 만약 초기 재생이 성공하지 못하였다면 논리적 결함에 해당하고 복구 루틴(4.4.4.5)으로 분기하여 처리한다. 초기 화면 재생이 성공하였다면 위치독 타이머가 매초마다(하나의 VOB가 0.4~ 1.2초 이므로 충분하다.) 재생기의 디코더가 패킷을 성공적으로 디코딩 하였는지를 검사한다. 3초간(사용자가 불편을 느끼기 어려운 시간) 연속적으로 디코딩이 실패하면 비디오, 오디오, Subpicture는 정상적으로 재생되지 못하고, 결함 구간으로 정의, 복구 루틴(4.2.4.3)으로 분기하여 처리한다.

4.2 TT_DOM 에 결함이 발생할 경우

재생 중 결함이 발생하면 비디오, 오디오, Subpicture 재생이 정상적으로 이루어지지 않아 화면이 멈춰버리고, 오디오가 끊어지거나 나오지 않고, Subpicture가 재생

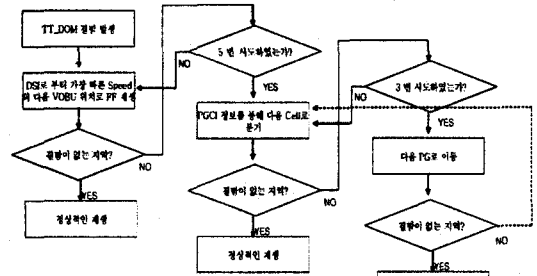


그림 4 TT_DOM의 결함 복구 알고리즘

되지 않는 등의 현상이 발생한다. 이 경우는 결함이 없는 지역을 찾아 재생을 할 수 있도록 하여야 한다. 복구 알고리즘은 그림 4와 같다. TT_DOM에서 결함이 발생 되면 DSI 정보 중에서 가장 빠른 속도의 스캔 정보를 통하여 VOB를 탐색 재생한다. 5번 모두 실패한다면 PGCI정보를 통하여 VOB보다 큰 단위인 다음 셀로 탐색 재생한다. 이 경우 역시 3번 모두 실패한다면 셀보다 큰 단위의 다음 PG로 탐색 재생한다. 최종 루틴인 다음 PG로 이동 후에도 결함 없는 지역을 찾을 수 없다면 그림 4의 점선 구간과 같이 다시 Cell을 통하여 검색을 시작한다. 왜냐하면 PG는 일반적으로 5분~10여분의 매우 큰 크기를 갖고 있어 결함이 없는 구간을 찾기 위해 다음 PG로 검색을 계속할 경우 사용자에게 너무 많은 데이터를 보여주지 못하는 일이 발생하기 때문이다.

4.3 시스템 스페이스에 결함이 발생할 경우

시스템 스페이스는 메뉴 스페이스와 FP_DOM으로 구성되어 있다. DVD 비디오의 경우에는 FP_DOM은 Dummy PGC(VOBS를 갖지 않고 네비게이션 커맨드만으로 구성된 PGC)로 구성되어 있다. 하지만 HD-DVD 비디오의 경우는 FP_DOM 역시 언어 설정메뉴로 구성되어 있다. 시스템 스페이스의 주된 기능은 메뉴를 통하여 사용자의 입력을 받아 원하는 곳으로 분기하는 것이다. 하지만 시스템 스페이스에서 결함이 발생하면, 하이 라이트 정보를 잃어버리게 되어 사용자의 입력을 받을 수 없는 현상이 발생할 수 있다. 이 경우 메인 콘텐츠(TT_DOM-영화)를 감상하지 못하게 된다. 메인 콘텐츠

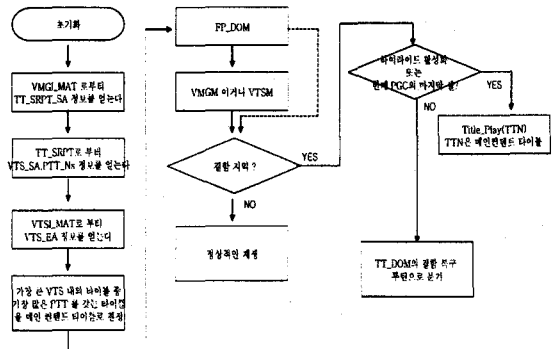


그림 5 시스템 스페이스의 결함 복구 알고리즘

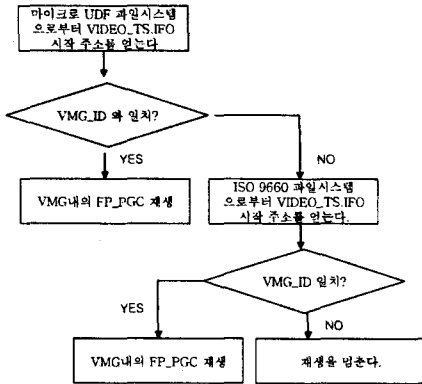


그림 6 VMGI 시작 주소 복구 알고리즘

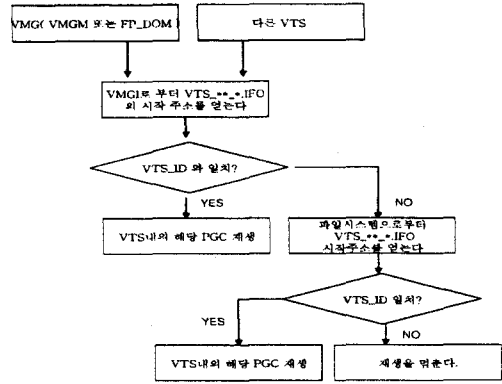


그림 7 VTSI 시작 주소 복구 알고리즘

를 포함하는 TT_DOM을 찾아 분기 시켜 줄 수만 있다면 문제를 해결할 수 있다. 복구 알고리즘은 그림 5와 같다. VMG영역에 진입하여 VMGI와 VTSI로부터 가장 큰 VTS를 찾아 낸다. 가장 큰 VTS내의 타이틀 중에서 가장 많은 챕터(PTTNs-Part of Title Numbers)를 갖고 있는 타이틀이 바로 메인 콘텐츠이다. 시스템 스페이스에 진입하여 결함 지역을 만나게 되면 하이라이트가 활성화 되었거나 메뉴 PGC의 마지막 셀을 재생하고 있는 경우, 메인 콘텐츠인 타이틀로 분기하여 재생한다. 이 때 PGC의 Pre 커맨드를 수행하면 다른 곳으로 링크 되어 분기할 수 있으므로 무시하여야 한다. 그렇지 않은 경우는 4.2의 TT_DOM에서의 복구 알고리즘과 같은 방식으로 결함이 없는 지역을 탐색 재생한다.

4.4 VMGI 시작 주소가 잘못 기록되어 있는 경우

마이크로 UDF 파일 시스템과 ISO9660 파일 시스템 모두 잘못된 VMGI 시작 주소를 갖고 있다면 재생을 할 수 있는 방법은 없다. 하지만 둘 중 하나가 올바른 정보를 갖고 있다면 재생은 가능하다. DVD 스펙에서는 두 파일 시스템 모두 필수 조건으로 하고 있지만, 권장하는 파일 시스템은 마이크로 UDF 파일 시스템이다. 따라서 그림 6에서와 같이 처음 시도는 마이크로 UDF 로 VMGI 시작 주소 검색을 실시하고, 실패할 경우 ISO9660 파일 시스템으로 시도해야 한다. VMGI의 시작 주소는 VMG_ID의 위치와 동일하므로 VMG_ID 내의 문자열을 검사해 보아야 한다.

4.5 VTSI 시작 주소가 잘못 기록되어 있는 경우

초기 재생이 성공하면 파일 시스템의 도움 없이 VMGI 정보로부터 재생이 가능하다. 하지만 VMGI 정보로부터 얻은 VTSI 시작 주소가 잘못 기록되어 있다면 재생이 불가능하다. 이 경우 그림 7에서와 같이 파일 시스템으로부터 올바른 VTSI 시작 주소를 얻어야 한다. 최악의 경우 재생기는 Stop 상태로 빠져 재생을 할 수 없는 상황이 발생한다. 이 경우 해당 VTS내의 VOB 파일은 파일 시스템 정보를 통해 재생이 가능하나 DVD 비디오의 기본적인 성질을 잃어버리게 되므로 DVD 비디오 재생기의 올바른 방법은 아니다.

5. 검증

실험 환경은 Zoran Decoder - Vaddis 7(32bit RISC CPU 내장)를 사용한 DVD 비디오 재생기와 크로스 컴파일러 Paradigm, 프로그래밍 언어 C를 사용하였다. 5.1 TT_DOM 에서의 결함 복구 검증(4.2 참조)

검증 디스크들은 복구 알고리즘의 효과적인 검증을 위해 결함의 크기가 달라야 한다. 결함의 크기가 작은 경우는 DSI를 통한 VOBU 탐색으로 무결함 지역을 탐색 재생하는 지를 검증한다. 결함의 크기가 보다 조금 큰 경우는 DSI 탐색이 모두 실패하고 다음 셀로 탐색을 통해 무결함 지역을 탐색 재생하는 지를 검증 한다. 아주 큰 경우 다음 PG로 탐색하여 무결함 지역을 재생하는 지를 검증 한다. 검증 디스크는 드라이브 개발팀의 도움으로 얻을 수 있었고, 그 덕분에 결함이 재생 중에 발생하는 위치를 알고 있어 검증 시간을 단축 할 수 있었다. 검증 결과는 아주 작은 결함이 있을 경우 꽤 많은 데이터를 잃어 버리지만(가장 빠른 속도의 DSI 정보를 참조하므로) 비교적 무결함 지역을 잘 찾아내었다. 큰 결함의 경우 무결함 지역을 찾아내는 데 많은 시간이 소요되었다. 최악의 경우는 PG의 마지막 부분에서 큰 크기의 결함을 만나면, VOBU 탐색과 셀 탐색 그리고 PG 탐색을 통해서도 분기의 크기가 클 수 없으므로 너무 많은 시간이 소요 되었다.

5.2 시스템 스페이스에서의 결함 복구 검증(4.3 참조)

시스템 스페이스에서 결함이 발생하였다고 가정하여 검증 하였다. 왜냐하면 복구 알고리즘의 가장 중요한 부분이 시스템 스페이스에서 메인 콘텐츠로 분기가 올바르게 이루어지는 가에 있기 때문이다. 검증을 쉽게 하기 위하여 VMG영역에 진입하여 FP_DOM으로 분기하지 않고, 바로 메인 콘텐츠로 분기하도록 설계(그림 5를 변경) 검증하였다. 검증 디스크는 임의의 영화 디스크 200장으로 하였다. 변경된 설계에 따라 디스크는 메뉴를 통하지 않고 바로 영화로 분기 할 수 있는 지를 검증 하였다. 결함 복구 알고리즘은 검증 과정을 통해 수정, 발전 되었다. 초기 생각은 가장 많은 PTTNs를 갖고 있는 타이틀을 메인 콘텐츠로 결정하도록 적용 검증 하였다. 그 결과 몇 디스크들은 부가영상(예:콘터, 사진 등)이 보다 많은 PTTNs를 갖고 있어 메인 콘텐츠가 아닌

부가 영상으로 분기 재생 하였다. 가장 큰 VTS의 검색 루틴을 추가 실험하여 문제를 해결 할 수 있었다. 하지만 문제는 여전히 존재하였다. 메인 콘텐츠 재생을 시작할 때 PGC의 Pre 커맨드를 수행함으로 인하여 다른 PGC로 링크되어 재생되는 문제가 발생하였다. 따라서 메인 콘텐츠 분기 시에는 Pre 커맨드를 무시해주는 루틴을 추가 설계하였다. 그 결과 모든 검증 디스크에서 성공할 수 있었다.

5.3 논리적 결함 복구 검증(4.4, 4.5 참조)

검증을 쉽게 하기 위해 결함 발생을 가정하여 이루어 졌다. 즉 VMGI, VTSI 의 시작 주소가 파일 시스템이나 네비게이션 데이터에 잘못 기록되어 있다고 가정하여 검증 하였다. 파일 시스템의 경우는 마이크로 UDF에 기록된 VMGI 시작 주소가 잘못된 경우와 ISO 9660에 기록된 VMGI 시작 주소가 잘못된 경우로 나누어 검증 하였다. 네비게이션 데이터의 경우는 VMGI에 기록된 VTSI 시작 주소가 잘못되어 있는 경우 마이크로 UDF와 ISO 9660을 통하여 검색이 가능한 지를 검증 하였다.

6. 결론

DVD/HD-DVD 비디오는 다른 광디스크와 마찬가지로 결함으로 인해 많은 이상 동작이 발생한다. 본 논문에서는 결함이 발생하는 위치(프리젠테이션 데이터와 네비게이션 데이터)에 따라 이상 동작 현상을 분류하여, 도메인과 스페이스에 따라 복구 알고리즘을 제시, 검증 하였다. TT_DOM에서 결함이 발생한 경우는 결함이 없는 지역을 탐색 재생하기 위하여, VOB, 셀, PG 순서로 검색하였다. 시스템 스페이스에 결함이 발생한 경우는 하이라이트 정보를 잃어버리게 되면 자동으로 메인 콘텐츠(영화)로 분기 하고, 그렇지 않으면 TT_DOM에서의 복구 알고리즘으로 분기 수행토록 설계하였다. 논리적인 결함이 발생하면, UDF Bridge와 네비게이션 데이터를 효율적으로 검증 사용함으로써 결함으로부터 복구 가능토록 하였다. 제시한 복구 알고리즘은 DVD와 HD DVD 비디오를 감상하는 데 있어 결함이 발생하면, 결함이 없는 지역을 탐색하여 재생하거나, 메인 콘텐츠를 재생하지 못하게 되는 경우를 극복할 수 있게 해결 수 있을 것이다. 사용자의 잘못된 편집 레코딩 작업으로 인한 논리적인 결함의 경우에도 초기 재생이 이루어 질 수 있을 것이다.

앞으로 해야 할 일은 경계 구역에 대한 처리, 즉 셀과 셀 사이의 경계, 또는 PGC와 PGC 사이의 경계 지역에 발생할 수 있는 스틸의 처리, 5.1에서 설명한 바와 같이 PG의 끝부분에서 크기가 큰 결함을 만나는 경우 너무 오랜 시간 무결함 지역을 탐색하게 되는 문제 등의 해결을 해야 할 것이다. 검증에 있어서는 수치화된 접근이 필요하다고 생각한다.

6. 참고 문헌

- [1] DVD Specifications for DVD VIDEO
- [2] DVD Specifications for High Definition VIDEO (HD DVD-Video)
- [3] Jim Taylor, Mark R. Johnson "DVD Demystified" (3d ed). McGraw-Hill 2005
- [4] Alain Bismuth, Gordon NG "Designing DVD player trick plays" Electronics Engineer Jan 1999
- [5] Haskell, Barry G., Atul Puri, and arun N. Netravali. "Digital Video: An Introduction to MPEG-2" Chapman & Hall,1996
- [6] Jack, Keith. Video Demystified(4th ed.) Hightext Publications, 2004
- [7] <http://dvdforum.org>
- [8] http://dvdprime.dreamwiz.com/dvdfaq_kor.html