

DVD(Digital Versatile Disk) 기술현황 및 시장 전망

李 瑛 雨

現代電子 멀티미디어 研究所

Abstract

DVD(Digital Versatile Disk)는 CD(Compact Disk)에 비해 약 9배의 저장용량(4.7GByte)을 갖는 디스크로 멀티미디어 시대를 위한 최적의 기록 매체로 그 중요성이 부각되고 있다. Player의 용도 또한 가전 영역인 audio/video system과 computer 영역인 DVD-ROM 모두에 적용될뿐만 아니라 기존의 모든 CD도 호환되도록 하고 있어 DVD 판매 시장이 매우 크게 형성될 것으로 예측하고 있다. 여기에서는 DVD 요소 기술과 동향 및 전망, 규격 내용, 그리고 DVD의 시장 동향에 관하여 기술하고자 한다.

I. DVD 개요

DVD는 직경 12cm의 광디스크에 CD용량의 약 9배에 해당되는 data를 저장할 수 있는 기록 매체로써 앞으로 CD 및 CD-ROM을 대체할 새로운 제품으로 기대되고 있다. 특히 멀티미디어와 디지털 화상 재생장치 등은 화상과 음성등 대용량의 데이터 저장장치가 필수적인데 반해 CD-ROM은 640KB 정도의 용량밖에 지원할 수 없어서, 현재의 디지털 화상 재생장치인 Video-CD의 경우 MPEG-1의 화질(352×240×30fps)로 2매 이상을 사용해야만 일반 영화 한편을 저장할수 있다. 반면 DVD는 디스크 한면에 2시간 이상의 동영상을 영상 압축 및 재생을 위한 부호화 방법중의 하나인 MPEG-2를 사용하여 기존의 Video-CD 및 VCR보다도 고화질을 구현하고 5.1 channel의 돌비 AC3 audio를 채택함으로써 기존의 가정용 Vidio-CD 및 VCR 시장도 대체할 것으로 예상되고 있다. 그리고 현재 완성 단계에 있는 DVD의 규격에는 DVD-R과 DVD-RAM 즉 반복적으로 기록 재생이 가능한 DVD도 향후를 위해 포함하고 있어 그 시장은 매우 클 것으로 예상되고 있다.

II. DVD규격 및 CD와의 비교

CD와 DVD의 규격비교 및 DVD의 구격 내용이 <표 1>과 <표 2>에 나타나 있다.

<표 1> Video CD와 DVD Video의 규격비교

	Video CD	DVD-Video
Video data rate	1.44 Mbits/sec (audio)	1 to 10 Mbits/sec variable Average 4.69Mbps
Video compression	MPEG-1	MPEG-2
Sound tracks	2 channel MPEG	AC-3(5.1 ch) Optional : up to 8 streams of data available LPCM for NTSC and MPEG audio LPCM for PAL/SECAM
Subtitles	Open caption only	Up to 32 languages
Running time	50 minutes	133 minutes

III. DVD요소 기술

현재 DVD에 요구되고 있는 주요 요소기술 중 CD와 다른 것을 보면 다음과 같다.





1. 디스크

CD에서의 디스크는 1.2mm 두께의 단면 디스크인 반면 DVD에서의 디스크는 0.6mm 두께의 디스크를 반대 방향으로 접착한 양면 디스크이다.

<표 2> CD와 DVD의 규격비교

	CD	DVD
Disc diameter	120mm	120mm
Disc thickness	1.2mm	1.2mm
Disc structure	Single substrate	Two bonded 0.6mm substrates
Laser wavelength	780nm (infrared)	650/635nm (red)
Numerical aperture	0.45	0.6
Track pitch	1.6um	0.74um
Shortest pit/land length	0.83um	0.4um
Reference speed	1.2m/sec. CLV	4.0m/sec CLV
Data layers	1	1 or 2
Data capacity	640 Mbytes	Single layer: 4.7 gigabytes Dual layer: 8.5 gigabytes
Reference user data rate	Mode 1 : 153.5 kbytes/sec Mode 2 : 176.4 kbytes/sec	1.108 kbytes/sec, nominal
Signal modulation	EFM (8/15 code)	EFMplus (8/16 code)
Signal frequency	0.75MHz (1xspeed)	4.1MHz
Error Correction	CIRC	RS-PC
File management structure		Micro UDF and/or ISO-9660

dual layer인 경우에는 한쪽면에 0.6mm 안쪽으로 약 40um 간격으로 두 개의 기록층을 가지고 있어 기존의 CD 디스크를 제조하는 과정과 다르다. dual layer에서 디스크의 안쪽 기록면을 읽을 경우에는 레이저 빔이 바깥쪽 기록면을 통과하기 때문

재생전용				
신호면		DISC 구조	명칭	용량
양면	1층		DVD-5	4.7 GB
	2층		DVD-9	8.5 GB
단면	1층		DVD-10	9.4 GB
	2층		DVD-17	17 GB

〈그림 1〉 디스크의 구조 및 종류

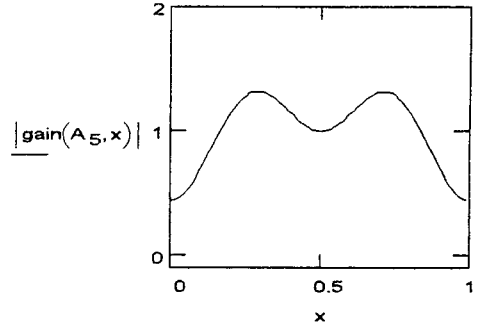
에 신호에 많은 영향을 미친다. 특히 CD보다 적은 트랙간 간격과 데이터의 기록 pit는 디스크의 재질, 마스터링 상태에 따라 DVD의 성능에도 큰 영향을 주게 된다. 〈그림 1〉에서와 같이 디스크의 용량을 보면 양면을 사용할 경우 양면 single layer시에 9.4GByte, 양면 double layer시에 17GByte가 된다. 이는 640MByte의 CD-ROM과 비교해볼 때 약 26배의 용량이된다.

2. Pick-up

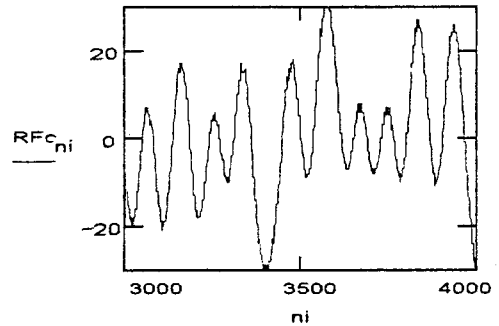
CD와 DVD의 사양비교에서 알수 있는 바와 같이 디스크에 쓰여지는 데이터의 크기와 트랙간의 간격이 CD에 비해 최소 데이터의 길이와 트랙간의 간격이 약 2분의 1로 되기 때문에 공학계의 성능을 크게 개선하고 신호처리 기술도 향상되지 않으면 안된다. 또한 기존의 CD도 호환하도록 되어 있어 두께가 서로 다른 CD와 DVD 디스크를 같은 픽업에서 읽도록 하기 위해서는 렌즈의 NA(Numerical Aperture)를 서로 다르게 해야한다. 이를 위해 기존에 개발되어 있는 방법들로는 NA가 다른 두 개의 렌즈를 한 픽업에 동시에 장착하는 방법, 홀로그램 렌즈를 이용하는 방법, 렌즈에 액정 셔터를 부착하여 레이저빔의 구경을 바꾸어 NA를 변화 시키는 방법등 여러 가지가 나와 있다.

3. 데이터 신호 처리

DVD에서의 신호는 픽업에 사용하는 레이저의



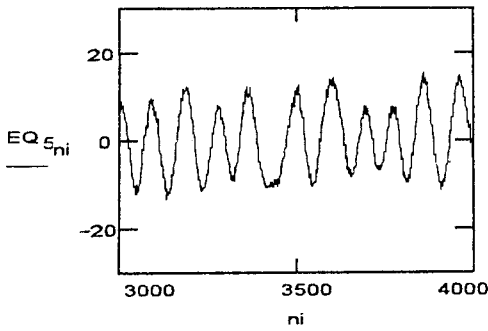
〈그림 2〉 5Tap Transversal Filter의 특성



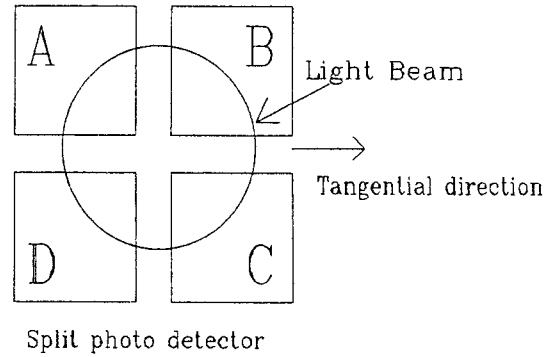
〈그림 3〉 5Tap Transversal Filter 입력

파장이 780nm에서 650nm로 작아져 레이저 빔의 크기가 작아졌으나 CD에 비해 최소 데이터 pit의 길이와 트랙간의 간격이 각각 2분의 1로 되기 때문에 실제 신호는 CD에 비해 주파수에 따른 신호의 크기도 작고 Jitter량도 많아지게 된다. 특히 레이저 빔의 크기가 상대적으로 디스크에 기록된 데이터의 크기보다 커서 인접된 데이터 신호간에 상호 간섭이 생겨 정확한 데이터 신호를 추출하기가 어려워진다. 이의 보상을 위해서 5 tap transversal filter를 사용하며 이의 특성은 〈그림 2〉와 같다.

〈그림 2〉에서 x축은 신호의 기준 주파수 즉 1T 신호를 1로 간주할 경우의 전체 주파수 대역에서 나타낸 것으로 실제로는 x가 0.15 정도에서 사용한다. 위의 그림에 의하면 주파수가 아주 높은 영역도 신호를 증폭하게 되어 이것이 노이즈로 작용할 수가 있으므로 여기에 6차 Bessel Filter같은 저역통과필터를 함께 사용한다. 〈그림 3〉과 〈그림



〈그림 4〉 5Tap Transversal Filter 출력



〈그림 5〉 4분할 photo detector

4)는 픽업으로부터 읽어들이는 신호와 5 Tap Transversal Filter를 통과한 후의 신호를 보인다. 이때 Y축의 0을 기준으로 하여 가장 작은 신호인 3T 신호는 크게하며 큰 신호인 7T 부터 11T 까지의 신호는 줄여 신호 전체에 AC 형태로 실리는 것을 보정해준다.

4. 서보 신호 처리

광디스크 드라이브는 회전하는 디스크에 레이저 빔을 쏘여 반사되는 레이저 광을 감지하여 신호를 검출하는 시스템으로 레이저 빔의 초점을 정확하게 디스크의 목적 위치에 주사시키는 것이 매우 중요하다. 이 중에서 트랙킹 서보는 디스크의 회전에 따라 트랙이 좌우로 흔들리는 경우에 빔을 계속적으로 트랙에 추종하도록 하는 것으로 렌즈 구동의 빠른 응답과 0.02um 이내의 정확한 위치제어를 필요로 한다. DVD는 CD 보다 트랙간 간격이 1/2 정도로 작고 규격상 디스크 트랙의 흔들림이 CD 보다 크기 때문에 CD 호환의 DVD 드라이브에서는 CD에서와 같은 방식인 3beam 방식으로는 정밀한 위치 제어가 어렵게 된다. 이를 극복하기 위해 DVD에서는 DPD(Differential Phase Detection)방식을 사용한다. DPD 방식은 〈그림 5〉과 같은 4 분할 photo detector에 주사되는 레이저 빔이 디스크에 기록된 데이터에 따라 변하는 위상차를 검출하는 방식이다. 이때 제어를 위한 서보 신호는 Phase(A+C)와 Phase(B+D)의 차 신호가 된다. DPD 방식의 장점은 디스크 트랙의 흔들

림에 강하고 특히 dual layer인 경우에 layer간 신호의 상호 간섭에 매우 강하다는 장점이 있는 반면 디스크 면과 렌즈의 tilt 및 레이저 빔의 defocus에 약해 픽업의 조립시에 정확한 조정을 필요로 한다.

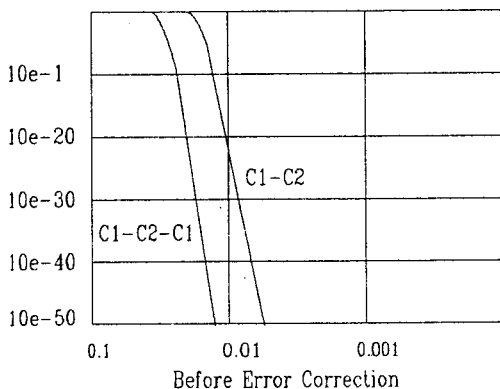
5. RS-PC Error 정정

컴퓨터의 디스크 데이터와 MPEG 압축 데이터가 기록되어 있는 DVD에는 데이터 전후의 상호 관계가 작기 때문에 정정불능 데이터의 경우에는 보간방법으로 수정하는 것이 불가능하다. 그러므로 DVD에서는 CD-ROM에서 사용한 CIRC 이상의 강력한 에러정정 능력이 요구된다. 또 정정가능한 연속된 에러의 길이도 디스크의 성취나 먼지에 의한 에러길이가 기록선밀도에 따라 대응할 필요가 있다. DVD 규격의 에러정정 방식은 요구되는 에러 정정 능력을 적은 패리티 워드의 추가로 실현하고 있다. 〈표 3〉에 나타나는 대로 종방향에 섹터 경계에 분산하는 16byte의 parity를 가진(208, 192, 17) 부호의 182열과, 기록 방향인 횡 방향에 10byte의 parity를 가진(182, 172, 11) 부호가 208행으로 적부호를 구성한다. 〈표 3〉에서 1섹터 당 실제 데이터의 정보부호화 효율은 2048/(13x182)=87.236%라는 높은 것이며 이는 CD-ROM의 65.3%에 비해 1.325배라는 고효율이다. 〈그림 6〉은 random에러 정정 능력으로 반복 수정을 행하면 수정전의 에러율 2x10⁻²을 1x10⁻²이하로 만드는 것이 가능하다. 또 〈표 3〉에 있어서 기록방향과 직렬하는 종방향 신호의 parity수가

〈표 3〉 DVD 규격의 섹터 구조

		172			10		
192	$B_{0,0}$	—	$B_{0,171}$	$B_{0,172}$	—	$B_{0,181}$	
	$B_{1,0}$	—	$B_{1,171}$	$B_{1,172}$	—	$B_{1,181}$	
	$B_{190,0}$	—	$B_{190,171}$	$B_{190,172}$	—	$B_{190,181}$	
	$B_{191,0}$	—	$B_{191,171}$	$B_{191,172}$	—	$B_{191,181}$	
16	$B_{192,0}$	—	$B_{192,171}$	$B_{192,172}$	—	$B_{192,181}$	
		—			—		
	$B_{207,0}$	—	$B_{207,171}$	$B_{207,172}$	—	$B_{207,181}$	

After Error Correction



(그림 6) DVD에서의 에러 정정 능력

16으로 15행분의 길이 연속된 에러의 정정이 가능하다. 이것은 모두 2792byte 길이에 해당하며 실제적인 디스크에서의 트랙 길이는 5.583mm에 달한다.

6. 영상 압축 및 재생

DVD player에서는 영상의 압축 및 재생하는 방법으로 MPEG-1을 사용하는 Video CD와 달리 MPEG-2방법을 사용한다. MPEG-2는 영상을 압축하고 재생하는 기법중의 한가지로 예측부호화(motion compensation)와 변환부호화(DCT: discrete cosine transform)을 혼합한 혼합부호화(hybrid coding) 기법을 적용한 영상 압축 알고리즘이다. MPEG-2의 기본 응용 목적은 4-9Mbit

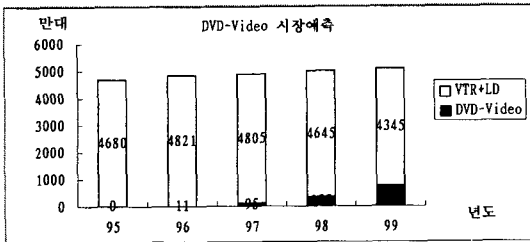
/sec의 bit rate를 가지는 방송급 TV화질의 영상 신호를 디지털 전송을 하거나 기록장치에 저장하는 것을 위한 효율적인 encoding방법이다. 비디오 급의 non-interlaced video신호를 CD에 저장하기 위한 효율적인 encoding을 목적으로 하는 MPEG-1에 비해 MPEG-2는 방송용 TV의 표준인 CCIR 601 영상(720x480x30fps)을 SIF나 CIF로 변형하지 않고 그대로 encoding하므로 화질이 MPEG-1에 비해 양호하다. 또 기존의 4:3 영상 뿐만 아니라 극장의 스크린과 같은 16:9의 화면 비를 가지는 영상에도 적용이 가능하다. Video encoding 방법을 보면 크게 Intra fram coding과 Inter fram coding으로 나뉘어 진다. Intra frame coding이란 영상의 프레임을 구성하고 있는 각 8x8 크기의 블록 단위로 DCT(discrete cosine transform)변환을 하여 변환된 블록에서 인간의 시각 특성에 민감한 저주파 부분만을 취해서 zig-zag모양으로 scan하여 Run Length Encoding한다. 그리고 다시 Huffman coding을 실시한다. Interfram coding에서는 이렇게 구성된 영상 프레임을 다시 압축하기 위해 앞의 프레임의 영상으로부터 특성이 고정된 예측기를 이용하여 현재 프레임의 영상을 추출해 낸다. 그리고 현재 프레임의 원영상과 비교를 하여 그 차이를 추추해낸다. 이 차이영상만을 앞의 Intra frame coding과 마찬가지로의 과장을 거쳐 encoding을 실시한다. 이렇게 만들어진 데이터를 프레임 순서에 입각하여 일렬로 나열하여 Video stream이 구성된다.

7. 가변 부호화 기술(VBR)

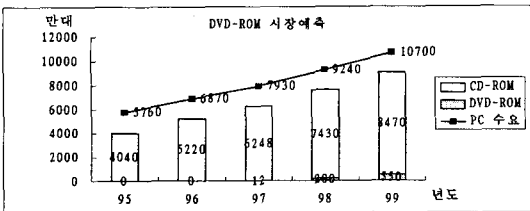
DVD는 디스크 한면에 135분의 영상과 소리를 고화질과 돌비 AC3라는 5channel의 음향으로 재생시킬수가 있다. 이는 단순히 데이터 저장 용량만으로 이루어 지는 것은 아니다. 여기에는 기록매체의 용량을 유효하게 활용하여 동영상과 음성 수 록시간을 연장하는 방법으로서 종래의「고정 전송 rate 부호화 방식(Constant Bit Rate Coding: CBR)」에 대신하여, 새롭게 영상을 가진 정보량의 변화에 의하여 부호량을 변화시키는「가변 전송 rate 부호화 방식(Variable Bit Rate Cod-

ing : VBR)」과 그것에 대응한 재생기술을 적용하는 것으로 가능하다. 종래의 CBR방식에는 encode로 단위시간 당 발생하는 data량이 항상 일정하게 되도록 강제적으로 압축하고 있다. 따라서, encoder출력의 단위시간 당 data량은 입력된 정보에 관계없이 일정하다. 반면 가변전송방식은 입력된 정보에 대응하여 encode하기 직전에 단위시간 당 데이터량을 제어하는 것으로, 단위시간 당 데이터량이 디스크 위에 빈틈없이 채워져 기록되므로 데이터량이 절약된 만큼 수록시간이 연장된 것이 된다.

IV. DVD 시장 전망



〈그림 7〉 DVD-Video 시장 예측



〈그림 8〉 DVD-ROM 시장 예측

DVD의 응용 분야는 가정용의 영화재생용의 DVD-Video에서 먼저 보급되어 시장이 점차 확대될 것으로 예상된다. DVD-Video는 96년 9월 이후에 재생 전용으로 발매가 시작되어 영화용 (Home Theater), 비디오 가라오케, 음악비디오 등으로 그 용도가 확대 될 것이며 이를 위한 소프트웨어의 보급은 저가격화와 저작권문제, 복제방지

문제 등이 해결되면 급속한 공급 및 수요가 기대된다. CD-Vision이 아직은 크게 활성화 되어 있지 않은 상황에서 DVD-Video의 등장은 기존의 CD-Vision 시장은 물론이고 VTR과 LD(Laser Disc)의 시장도 99년 부터는 점차 감소될 것으로 예상된다. 그러나 녹화 가능한 DVD-Video의 시장은 2000년 이후에나 확대될 것으로 생각된다. DVD-ROM이 컴퓨터에 사용되는 용도는 주로 최근에 급신장하고 있는 멀티미디어용 PC에서의 영상과 음향의 재생 매체가 넣 것이다. 최근 개발되고 있는 PC는 기본적으로 CD-ROM 드라이브가 장착되고 있으나 영상과 소리 정보를 이루어진 멀티미디어 파일의 용량은 기존의 CD크기에서의 640MBytes로는 벌써 부족함을 느끼고 있다. DVD-ROM은 '97년 봄이후에 CD-ROM의 상위 기종으로 일본에서 발매될 계획이며 주로 PC의 고급기종과 워크스테이션의 주변기기로 사용될 것이다. CD-ROM과의 가격 문제를 해결하고 나면 CD-ROM을 대체하는 매우 큰 시장이 형성될 것으로 판단되며차세대의 게임기로서의 다양한 응용도 이루어질 것으로 생각된다. 특히 대부분의 DVD-ROM DRIVE의 제조회사에서 기존의 CD-ROM 과도 호환할 수 있는 DVD-ROM DRIVE의 출시를 목표로 하고 있어 PC를 중심으로한 DVD-ROM의 시장은 매우 크다는 것이 확실하다. PC를 향한 DVD의 중요성에서는 대형 PC 메이커들도 DVD의 규격에 관심을 가지고 있으며 이들이 요구하고 있는 영상용 File과 Computer용 File의 호환성을 위한 File format, 장래 기록 가능한 Media와의 호환성 확보 및 통일된 규격, 저가격화, 데이터의 기록재생에 있어서의 고신뢰성에 관한 요구 등을 볼 때 '99년 이후에 컴퓨터 기록매체로서의 DVD-ROM 시장은 DVD-Video보다 클것으로 생각된다.

V. 결 론

이제까지 DVD에 대한 개요 및 주요 기술 요소

에 대하여 언급해 보았다. DVD는 단순히 가정용 영화를 재생시키는 목적에서 출발하여 VCR과 CD-Vision 및 CD-ROM의 대체와 함께 많은 데이터를 저장할 수 있는 장점으로 인해 차세대 게임기, 자동차 네비게이션 시스템 등 많은 응용이 기대되는 새로운 제품이다. 기존의 VCR보다 나은 화질과 음향은 새로운 가전 제품으로서 확고한 자리를 차지할 것으로 보이며, 특히 디스크의 한면에 기록할 수 있는 데이터의 용량이 CD-ROM의 9배에 달하는 것은 DVD-ROM으로서 컴퓨터 분야에 많은 응용이 예상된다. 계속되는 DVD의 새로운 응용으로서 DVD-R과 DVD-RAM도 또한 차세대 광기술 제품으로서 부각되고 있다. 멀티미디어 시대에 적합한 제품인 DVD에 관한 관심이 더욱 확대되기를 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] DVD SPECIFICATIONS for Read-Only Disc Version 0.9, April 1996
- [2] 연구개발보고서 Vol.1 No.1, 현대전자산업 주식회사, 1996.5
- [3] DVD Forum Conference, 제 2회, 1996.2.28
- [4] Pohlmann, The Compact Disc Handbook, 1992
- [5] Alan B. Marchant, Optical Recording, Addison-Wesley Publishing Company, 1990

저 자 소 개



李 瑛 雨

1962年 2月 28日生

1984年 2月 한양대학교 졸업

1983年 8月~1990年 10月 삼성항공

1990年 10月~현재 현대전자

주관심 분야 : 광디스크 드라이브