

# 전자 기록 매체인 광디스크의 기록 상태 측정 연구

윤만영,<sup>†</sup> 양준석

<sup>†</sup> 중부대학교 정보통신학과, (주)듀플렉스 연구개발팀

(2012년 10월 19일 접수, 2012년 11월 9일 최종 수정본 접수, 2012년 11월 19일 게재 확정)

## Investigations on the Measurements of the Recording State of Optical Discs as a Electronic Recording Device

*Man-Young Yoon,<sup>†</sup> Jun-Seock Yang*

<sup>†</sup> Dept. of Information and Communication, Joongbu University, DUPLEX, R&D Team  
(Accepted on October 19, 2012, Requisitioned last revision on November 9, 2012,  
Publication decision on November 19, 2012)

### Abstract

In this report, we performed the measurements of physical properties of optical discs as a long term preservation electronic recording device and showed how to improve the preservation method of them.

We collect the 1,993 optical discs from the archives of the National Archives of Korea and tested various measurements. We used DVDT-SD4 equipment to measure the quality of data, deformation of disc, the various writing strategy and manufacturer derives, which can be happened in optical discs by physical factors. We found that th quality of data are closely related with write strategy between discs and drives. This relation gives us information about data quality in optical discs for long term preservation that can be obtained from the state between empty discs and optical drives before recording.

Thus, the initial selection of optimal discs and drives is critical for long term

recording data preservation and the data quality after long time preservation will not be much different from that of the initial ones.

Keyword: electronic recording device, optical discs, recording state, recording data preservation

## 1. 서 론

전자 정부에서 생산하는 전자 기록물은 기존의 종이 기록물과 마찬가지로 한 국가의 역사와 시대를 담고 있어 우리의 후손들에게 안전하게 전달되어야 하는 국가 기록 유산으로 영구 보존하여야 한다. 그러나 전자 기록물을 기록하는 정보는 소프트웨어 간 호환성 결여와 함께 보존 매체의 짧은 수명으로 인해 너무나 쉽게 사라져 버릴 수 있는 단점이 있다.<sup>1)</sup> 따라서 기술 습득을 통해 광디스크 매체의 기술 발전 정도를 예측하고, 전자 기록물 수록 및 수록된 상태를 보다 안전하게 검증할 수 있도록 하여야 한다.

전자 기록물의 보존에 필요한 전자 매체의 장기 보존 기술 관련 정보나 광디스크 매체의 상태 검증 및 최적 수록에 관한 선행 연구는 그리 많지 않다. Daniel P.Wells는 DVD-R 광디스크 매체를 이용해 8배속으로 수록한 광디스크 매체에 온도 환경 설정이 가능한 BHD-203 Test Chamber를 사용하여 노화 가속 실험을 진행 후 광디스크의 수명 주기에 대한 실험을 통해 PIEsum8, PIE, POF, Jitter 값의 변화를 통한 데이터 분석하였다.<sup>2)</sup>

김상국은 「전자 기록 보존 매체의 상태 측정·분석 및 이에 대한 고찰」에서 광디스크 매체가 시간이 지나더라도 수록된 전자 기록이 별다른 영향을 받지 않고, 종이 매체와 마찬가지로 온도, 습도, 물리적 손상 및 기타 여러 요인에 의해 광디스크는 물론 디스크에 수록된 전자 기록의 정보까지도 훼손을 받을 수 있다고 분석하였다.<sup>3)</sup> 그는 광디스크의 측정 항목별 판단 기준을 PIEsum8, PIE, PIF, POF, DC Jitter, TEa, FEa, TVa, FVa에 관해 측정 분석을 통해 보존용 매체인 광디스크의 데이터 품질에 미치는 영향을 알아보고자 하였으며 이에 디스크 모델에 따라 품질의 차이가 발생함으로 인해 쓰기 전략(write strategy)이 중요하고 스크래치가 데이터 품질에 미치는 영향이 생길 수 있고, 광디스크의 변형 현상이 데이터의 품질에 영향을 미침으로 인해 장기 보존 측면에서 디스크와 드라이브의 정합관계의 연구가 필요하다고 발표하고 있다.

국가기록원은 「디지털 기록 매체의 기대 수명 예측 방법 및 측정 도구 개발」에서 광 기록 매체의 인공 가속 노화 과정을 이용하여 광 기록 매체의 기대 수명을 예측하고 광 반사율과 PI 에러의 상관관계 분석을 통해 가속 노화 현상으로 인해 열화 현상이 일

어나 염료층에 직접적인 영향을 주어 트랙이 변형되는 현상이 일어나고 광 픽업울에 직접적인 영향을 미쳐 에러율이 증가한다. 이에 열화 현상이 디스크의 에러 증가 원인이라고 발표하고 있다.<sup>4)</sup>

Mike Martin은 「DRAFT PDS CD-DVD Media Test Summary」에서는 NASA 연구소에서 실험한 CD와 DVD의 배속에 의한 데이터 상태에 관해 분석한 것으로 각기 다른 광디스크 매체를 선정해 실험을 하였다. NASA 연구에 의하면 CD의 경우는 24배속과 40배속의 속도로, DVD는 4배속, 8배속, 16배속으로 읽었을 경우 발생하는 PI Error와 PIF에 미치는 영향과 각 디스크매체 제조사별로 같은 배속을 설정하고 에러율을 분석했을 때 제조사와 배속이 디스크 품질에 미치는 결과에 관해 발표하고 있다.

본 연구는 전자 기록물의 신뢰성 있는 보존과 활용을 위하여 국가기록원이 보유하고 있는 광디스크 매체에 대한 에러 수를 측정 분석함으로써 광디스크 매체에서 일어날 수 있는 물리적·환경적 특성을 분석하여 에러의 원인을 찾고 개선 방향을 제시하고 하였다.

## 2. 실험

국가기록원이 대전과 부산 서고에 보관중인 광디스크 매체의 데이터 상태를 확인하기 위해 사용 규격(표 1)에 맞는 1,993장의 광디스크 매체에 대한 데이터의 손상을 측정 장비(Expert Magnetics사 DVD-T-SD4, 일본)를 이용하여 PIEsum8 값을 측정하였다. PIEsum8은 DVD에 기록된 데이터의 상태를 나타내는 대표적인 값으로 이 값이 권고 기준치인 280보다 큰 경우, 원인에 관계없이 해당 DVD에 수록된 데이터의 안정성을 보장하기 어렵다.<sup>5)</sup> PIEsum8 값은 측정 대상 광디스크를 연도별, 광디스크 표면의 스크래치 유무별, 광디스크 제조사별로 분류하여 측정 분석하였다.

Table 1. The Standard of ISO/IEC 23912<sup>5)</sup>

Items	Standard
Diameter	120mm
Structure	Single-Sided Structure(Single-Sided Disc)
Capacity	4.70GB
Form	DVD-R(Recordable Disc)

또한 광디스크를 장기 보존하는데 크게 걸림돌이 되는 물리적 요인 중에 하나인 디스크의 휘어짐이나 뒤틀림, 그리고 제조 공정상에서 발생할 수 있는 디스크 변형 현상 등 디스크 상태를 측정 분석하였으며, 데이터 클럭-지터(DC jitter) 값을 측정 분석함으로써

최초 디스크 수록을 위한 환경이 최적이었는지 아니면 드라이브와 광디스크 간의 정합에 의한 문제가 있었는지를 판단하였다.

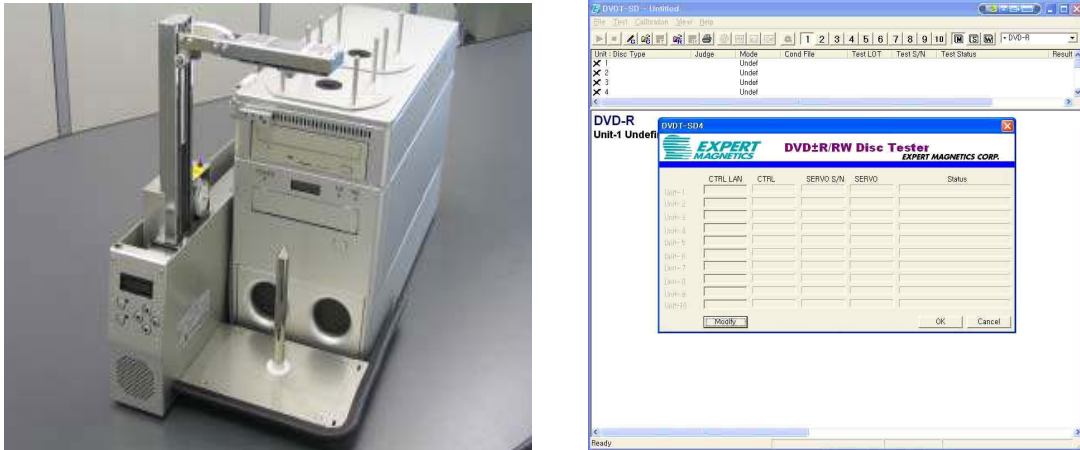


Figure 1. Optical disc measurement equipment(DVDT-SD4) and software

### 3. 결과 및 고찰

#### 3-1. 수록 연도별 상태 검사

시간이 지남에 따른 광디스크 기록의 데이터 품질을 알아보기 위해 2002년 이전부터 2007년까지 광디스크 1,993장의 에러 수인 PIEsum8을 연도별로 측정 분석한 결과를 Table 2에 나타내었다.

Table 2. The PIEsum8 Measurement Results of each Recoding Year

Included Year	Quantity(Sheet)	Distribution	PIEsum8 ≤ 280		PIEsum8 > 280	
Ago 2002 Years	28	1.40%	27	1.35%	1	0.05%
2003	114	5.72%	98	4.92%	16	0.80%
2004	963	48.32%	677	33.97%	286	14.35%
2005	238	11.94%	222	11.14%	16	0.80%
2006	376	18.87%	261	13.10%	115	5.77%
2007	274	13.75%	191	9.58%	83	4.17%
Total	1,993	100%	1,476	74.06%	517	25.94%

광디스크에 수록된 데이터의 상태가 매체의 물리적·화학적 특성과 상관관계가 있다고 한다면 최근에 수록된 데이터 일 수록 상태가 좋아야 하며, 오래된 데이터 일 수록 PIEsum8의 값이 커야 할 것이다. 그러나 Table 2을 보면 수록 년도에 관계없이 불규칙한 결과를 보여줌을 알 수 있다. 예를 들어 2005년에 수록된 광디스크의 경우 해당 연도에 수록된 238장 중 약 7%인 16장만이 기준 값(280)을 초과한 반면, 가장 최근인 2007년도에 수록된 경우 무려 30%인 83장이 기준 값을 초과하는 것을 알 수 있다. 광디스크의 연도별 PIEsum8 값 측정 결과가 제시하는 수록 년도 별 결과만을 볼 때, 수록 후 경과한 시간과 데이터의 보존 상태 간에 직접적인 상관관계가 있다고 단정하기는 어렵다.

그러나 제조업체에 따라 다르겠지만 광디스크의 수명이 최소 수십 년에서 최장 100년 임을 감안할 때, 측정 대상인 광디스크가 기록 수록 후 10년이 경과하지 않은 매체 중에서 약 26%에 해당하는 광디스크에 기록된 데이터의 상태가 안전하지 못하다는 것은 중요한 국가기록물을 보존하고 관리하는데 어렵다고 볼 수 있다. 또 현재 정상으로 나타난 74%의 광디스크도 수록 기간이 10년 이상, 20년, 30년이 지나면 측정 결과가 달라질 수 있다. 따라서 기록을 수록하고, 수록된 광디스크에 대한 PIEsum8 값을 측정함으로서 보존 상태를 점검하는 것이 전자 기록을 장기간 보존할 수 있는 방법이라 사료된다. 그러나 시간이 지남에 따라 정보 기술(IT)의 발달은 새로운 매체를 사용할 수 있는 환경을 제시할 것이며 따라서 현재의 보존 매체는 새로운 매체로의 이전이 불가피할 것으로 보인다.

### 3-2. 광 디스크 표면에 스크래치에 의한 상태

광 드라이브가 광디스크에 수록된 데이터를 읽는 원리는 특정 파장을 갖는 레이저빔을 고속으로 회전하는 광디스크를 향해 쏘는데, 이때 레이저빔은 기관(substrate)을 지나 반사층(Protective layer)에서 반사되어 나오게 된다. 반사되어 나오는 레이저빔은 디지털 정보가 수록된 기록층(Recording layer)을 통과하면서 파장이 변하게 되는데, 드라이브의 광 검출기(Photo detector)에서는 파장의 변화를 이용하게 된다. 이때 광디스크의 기관에 스크래치가 있으면 데이터 오류가 생기며, 드라이브가 광디스크를 인식할 수 없는 경우도 생긴다.

측정 대상인 1993개의 광디스크에 대해 스크래치가 있는 경우와 없는 경우 각 데이터에 대한 품질(PIEsum8)을 측정한 결과를 Table 3에 나타내었다. 예상대로라면 스크래치 유·무에 따라 PIEsum8 값에 확연한 차이가 있어야 하지만 실제로는 양쪽 모두 비슷한 분포를 보여주고 있다. 임의로 광디스크의 기관에 스크래치를 심하게 만들어 시험을 해 보면 데이터 오류가 생기는 것을 확인 할 수 있으며 심지어는 드라이브가 광디스크를 인식할 수 없는 경우도 발생하는 것을 관찰할 수 있다. 그러나 Table 3의 측정 결과만을 놓고 분석할 때, 데이터 품질이 나쁘다는 이유를 스크래치로 단정 지을 수는 없

다. 스크래치가 없음에도 PIEsum8의 값이 280을 초과하는 경우가 약 248장이 발생하였으며 이 수치는 스크래치가 있을 경우와 비슷한 분포를 보이고 있기 때문이다. 따라서 스크래치가 없을 때의 PIEsum8 발생에 대한 원인은 스크래치가 아닐 수 있다. 측정 결과는 스크래치의 유·무에 관계없이 PIEsum8이 기준 값을 초과한 경우가 약 26%인 517장을 보여주고 있는데, 그렇다면 517장에 수록된 데이터는 전혀 읽을 수가 없거나 또는 부분적으로 오류로 인식되어 데이터 손실이 발생한 것인가 하는 의문을 가질 수 있는데 그에 대한 답은 ‘그럴 수도 있고 아닐 수도 있다’라고 말할 수 있다.

그 이유는 광디스크에 기록된 데이터를 읽을 때 오류 정정 기법(error correction technique)이 적용되기 때문이다. 오류 정정이란 데이터를 읽는 과정에서 발생하는 오류를 수정하는 기능이다. DVD에서는 데이터에 오류가 발생하면 수정에 앞서 모든 오류 데이터의 개수를 PIEsum8이란 값으로 표시하며, 이후 PI를 이용하여 일차 오류 정정 기능을 하게 된다. 이때 수정 후에도 오류가 발생한 값을 PIF로 나타내며, 2차로 PO를 이용하여 오류 정정 기능을 수행하게 되는데 이 때 수정되지 않고 오류가 되는 부분을 POF값, 즉 데이터 손실로 표시한다.

결과적으로 데이터의 상태가 나쁜 원인 중의 하나가 스크래치일 가능성은 있으나, 스크래치가 있다고 데이터의 상태가 모두 나빠진다는 결론을 내리기에 다소 무리라는 것을 측정 결과를 통해 알 수 있다.

Table 3. PIEsum 8 depend on with/without Scratch

Included Year	Quantity(Sheet)	Distribution	PIEsum8 ≤ 280		PIEsum8 > 280	
Scratch(without)	1,043	52%	795	76%	248	24%
Scratch(with)	950	48%	681	72%	269	28%
Total	1,993	100%	1,476	74%	517	26%

### 3-3. 광디스크 제조사 모델에 따른 데이터 품질 비교

측정 대상인 1,993장의 광디스크는 4개 회사의 모델이 사용되었으며, 특정 연도에 특정 모델이 사용되었음을 알 수 있다. 이는 연도별 소요수량을 일괄 구매하는 과정에서 나타난 현상으로 보인다. 4개 회사별 광디스크의 PIEsum8 값 측정 결과를 Table 4 에 나타내었다.

Pioneer사의 DVS-R4700-T19와 Taiyo Yuden사의 1-4k speed 모델은 전반적으로 수록연도에 관계없이 수록된 데이터의 품질이 양호한 반면, Imation사의 Version 2.0 모델

및 2005년~2007년에 사용된 Taiyo Yuden사의 모델은 모두 30% 이상 데이터의 품질이 불량한 것으로 나타났다. 디스크의 모델에 따라 데이터의 품질이 달라 질수 있다는 것은 기록 후의 여러 가지 원인에 기인한 것보다는 기록 전 공디스크(empty disc)의 상태가 좋지 않았고, 그러한 상태는 기록 후 데이터 품질에 영향을 미쳤을 것으로 예상된다.

Table 4. The Measured Results about each Model of Manufactures

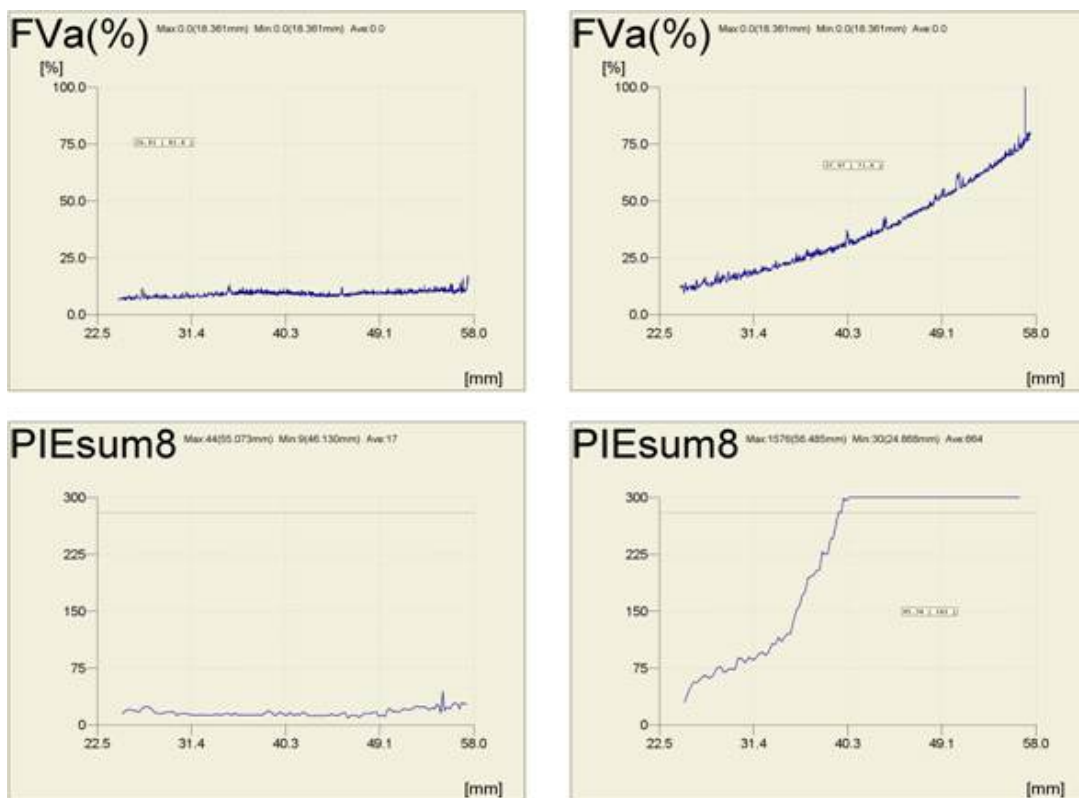
Manufactures (Model Names)	Included Year	Quantity (Sheet)	Distribution	PIEsum8≤280		PIEsum8>280	
Pioneer (DVS-R4700-T19)	'00~'03	116	6%	109	94%	7	6%
Imation (Version 2.0)	'02~'04	979	49%	684	70%	207	30%
Taiyo Yuden (1-4x speed)	'04~'05	211	11%	203	96%	8	4%
Taiyo Yuden (Thermal Transfer Printing )	'05~'07	687	34%	480	70%	207	30%
Total		1,993	100%	1,476	74%	517	26%

### 3-4. 디스크 변형이 데이터 품질에 미치는 영향

드라이브에서 레이저의 위치는 고정되어 있는 반면 디스크는 고속으로 회전하기 때문에 디스크의 안쪽보다는 가장자리로 갈수록 디스크가 약간은 휘어지는 현상이 발생하며 이때 휘어진 부분에서는 빔의 편향(deflection)현상이 발생하게 된다. 일반적으로는 규정된 편차를 허용하도록 드라이브 및 디스크 설계시 반영하고 있으나, 다른 이유로 인해 육안으로 관찰하기는 어려운 디스크의 변형(뒤틀림, 휘어짐)이 발생하는 경우가 있다. 디스크의 뒤틀림이나 휘어짐 현상은 제조공정상에서 발생하는 원인이 있는데 이것은 제조공정상에서 완벽하게 평탄하게 만들 수가 없기 때문에 발생된다. 그러나 대부분의 디스크가 뒤틀리거나 휘어지는 주요 원인은 온·습도의 급격한 변화로 인한 변형이나 디스크를 케이스로부터 분리하는 방법의 잘못으로 인한 변형이 가장 많다.

디스크의 반사층과 레이저빔 사이가 일정한 간격(d)이 되어 데이터의 쓰기 및 읽기 시 균일한 품질을 유지하여야 하나, 디스크가 변형되면 d의 값이 변하게 되며 따라서 인위적으로 d의 값을 일정하게 유지시켜 주어야 한다. 디스크와 레이저빔 사이의 일정한 간격을 유지 시켜 주기 위한 구동신호를 포커싱 전압(FV, Focusing voltage)이라고 하는데 FV를 측정해 보면 디스크의 변형 현상이 어느 정도 심한지를 알 수 있다. Figure 2는 디스크 변형과 데이터 품질간의 측정 결과를 비교한 그래프이다. Figure 2(a)는 변형

이 거의 없는 정상적인 디스크의 FVa 값과 PIEsum8 값을 측정 한 결과이고, Figure 2(b)는 변형이 심한 상태인 디스크의 FVa 값과 PIEsum8 값을 측정 한 결과이다. 전체 1,993장 중 782장에 대한 FVa를 측정 한 후 각각의 디스크에 대한 데이터 품질인 PIEsum8을 1:1로 비교한 결과, FVa 값이 커지면 PIEsum8 값도 커지며 변형상태에 따라 error수도 증가하여 디스크 변형이 심할수록 데이터 품질이 나빠지는 것을 알 수 있었다.



(a) Normal discs

(b) heavily deformed discs

Figure 2. Comparison between the deformed discs and quality of data (PIEsum8), (a) Normal discs, (b) heavily deformed discs.

Figure 2(a)에서 볼 수 있듯이 변형되지 않은 디스크의 22mm~58mm까지 FVa 값은 평탄하게 유지되었으며, 데이터 품질(PIEsum8)도 일정하게 유지 되는 것을 볼 수 있다. 그러나 비틀리거나 휨 등으로 인해 변형된 디스크(Figure 2(b))에서는 22mm~58mm까지 FVa 값이 증가하였고, 데이터의 품질을 나타내는 PIEsum8 값도 같이 증가하여 품질



이 저하되는 것을 볼 수 있다. 결과적으로 디스크의 변형이 데이터 품질에 물리적 요인으로 작용할 수 있다. 육안으로 식별이 가능한 디스크 변형이라면 당연히 데이터 품질에도 문제가 생기겠지만 육안으로는 식별이 불가능한 디스크 변형에도 데이터 품질에 문제가 생길 수 있다.

따라서 디스크를 보존 케이스로부터 꺼낼 때 케이스의 가운데 부분을 눌러 반사작용에 의해 디스크가 약간 튀어 오를 때 디스크의 양쪽 가장자리 부분을 가볍게 잡고 들어 올리는 것이 좋다. 사소한 일이지만 광디스크 사용 시 기록관리 업무자나 사용자가 기본적인 방법으로 디스크를 케이스에서 분리한다면 데이터 변형에 물리적 요인을 줄이고 매체에 수록된 데이터의 품질을 안정적으로 보존 및 유지할 수 있을 것으로 사료된다.

### 3-5. 최초 광디스크에 데이터 수록 시 문제로 인한 데이터 품질 저하

디스크에 수록된 데이터의 품질을 확인할 수 있는 방법 중의 하나는 지터(jitter)를 측정하는 것이다. 지터를 다르게 표현하면 「부정확(Imprecision)」이라고 할 수 있는데, 측정된 신호가 기대했던 신호(또는 기준이 되는 신호)와 어느 정도 차이가 나는지를 정량적으로 나타내는 항목이다. 지터를 나타내는 항목은 여러 가지가 있으나 이번 광디스크 측정 및 분석에서 고려한 것은 데이터-클럭 지터(data-to-clock Jitter)를 사용하였다.

데이터 수록 시 디스크는 약 5,000rpm의 속도로 고속으로 회전하기 때문에 레이저빔이 클럭 주기에 동기(synchronization)되어 정확한 위치에 피트를 형성하기가 쉽지 않다. 이번 측정에서는 데이터-클럭 지터의 값을 백분율(%)로 표현하였으며, 측정 값인 데이터-클럭 지터의 값이 크면 클수록 정상위치로부터의 이탈이 심하다는 것을 의미한다. 측정에 사용된 측정 장비의 규격은 DVD-R 계열인 경우 8%, DVD+R 계열인 경우 9%까지를 상한 임계치로 설정하고 있다.

데이터-클럭 지터 값이 증가하는 원인은 고속으로 회전하는 디스크에 데이터를 수록하는 정확한 위치에 피트가 형성되지 않았기 때문이며, 이는 반대로 데이터를 디스크로부터 읽기를 할 때 오류로 인식되어 데이터 품질이 악화되는 결과를 초래할 것이다. 정상적인 피트를 형성하기 위해서는 데이터를 수록하는 드라이브와 디스크간의 정합을 고려하여야 한다. 이를 쓰기 전략이라고 한다. 쓰기 전략의 핵심은 디스크 제조 시 제조사의 생산 라인에서 기록된 정보(이를 LPP Information이라 한다)를 인식할 수 있는 펌웨어를 가진 드라이브를 사용하여야 한다는 것이다. 즉, 새로운 디스크를 사용하고자 할 때에는 드라이브의 펌웨어가 해당 디스크를 인식할 수 있는 정보를 가지고 있는지를 확인하여 한다는 것이다.

만약 드라이브의 펌웨어가 디스크의 정보를 인식 할 수 없다고 판단되면 드라이브는 기준 값을 적용하여 디스크에 데이터를 수록하게 된다. 예를 들면 새로운 디스크의 제조사 ID가 NAK0001이고, 쓰기를 위한 레이저빔의 세기(Recording power)가 10.5mW라고 가정

할 때, 펌웨어에 들어있는 ID정보 중에서 NAK0001이 없다고 하면 펌웨어는 해당 디스크에 대한 정확한 빔의 세기를 알 수 없기 때문에 펌웨어가 갖고 있는 기준 값(예를 들어 9.5mW)을 가지고 데이터를 수록하도록 명령을 내린다. 이럴 경우 피트가 정상적인 깊이보다 약하게 형성되는 관계로 위에서 언급한 데이터-클럭 지터 편차로 인한 데이터 품질이 나빠지는 결과를 초래한다.

결론적으로 데이터-클럭 지터 값을 측정하여 분석하면 최초 디스크 수록을 위한 환경이 최적이었는지 아니면 드라이브와 광 디스크간의 정합에 문제가 있었는지를 판단할 수 있다.

데이터-클럭 지터 값과 데이터 품질과의 관계를 Figure 3과 Figure 4에 나타내었다.

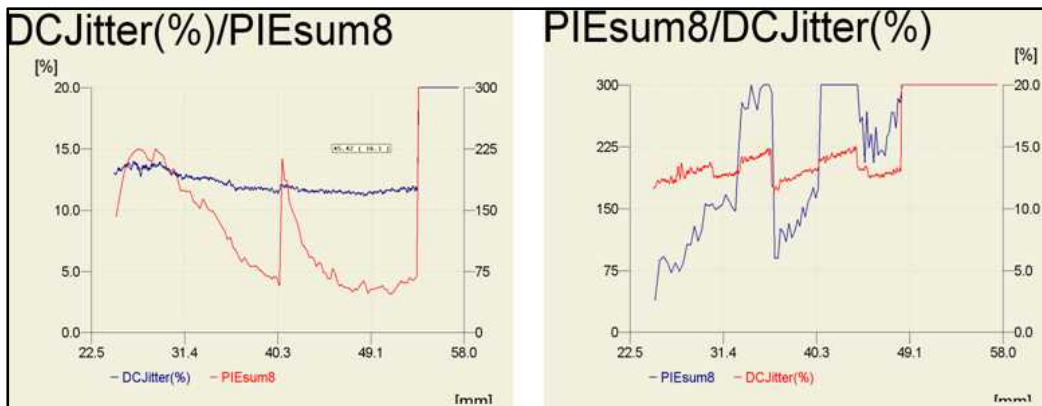


Figure 3. Data quality(PIEsum8) of the bad value of data-clock Jitter.

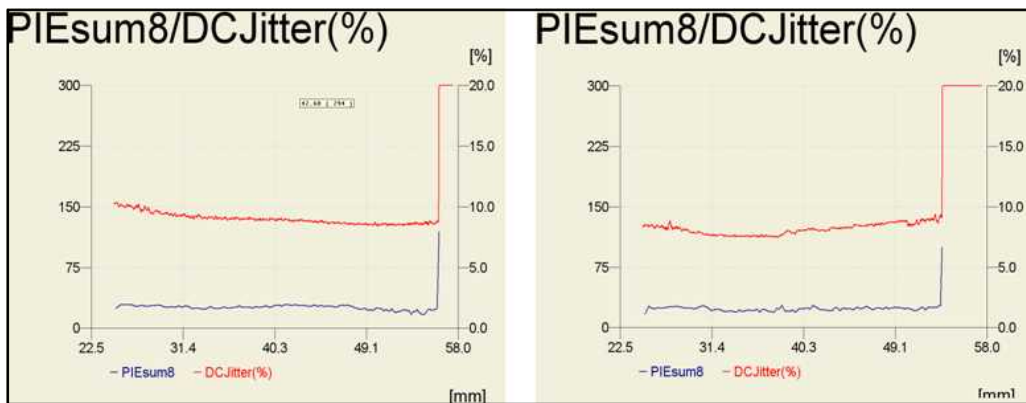


Figure 4. Data quality (PIEsum8) of the good value of data-clock Jitter.

Figure 3, 4는 데이터-클럭 지터 값이 좋을 때와 나쁠 때에 데이터 품질과의 상관관계를 나타내는데, 드라이브에서 기록층에 레이저빔을 쏘아 피트로부터 반사되어 나오는 레이저 파형을 일정한 레이저 세기로 보내는데 피트가 정상적인 위치에서 벗어날수록 지터 값의 크기는 점점 커지게 된다. 따라서 피트의 위치가 정상적일 때는 왼쪽의 그림과 같이 지터 값도 일정하게 되며 그에 따라 데이터 품질도 일정 하게 유지되는 것을 볼 수 있지만, 오른쪽 그림처럼 레이저가 쏘는 위치와 피트의 위치가 다를 경우 지터 값도 증가되며 데이터의 에러 수 및 품질에 나쁘게 작용하게 된다.

전체 측정 대상 중 지터 값의 한계치인 8%를 넘는 경우와 넘지 않는 경우의 비율 Figure 5에 나타내었다. 대상량 중 전체 94%는 지터 값이 한계치인 8%를 넘지 않은 반면, 8% 이상인 디스크도 6%를 차지하고 있다. 결론적으로 데이터-클럭 지터 값을 측정하여 분석하면 최초 디스크 수록을 위한 환경이 최적이었는지 아니면 드라이브와 광디스크간의 정합에 문제가 있었는지를 판단할 수 있다. 이는 드라이브와 디스크간의 쓰기 전략의 조합을 인지하지 못한 기록 연구자들이 아무런 디스크와 드라이브에 기록 수록을 했기 때문에 발생한 결과로서 장기 보존을 위해서도 향후 데이터 수록 시 쓰기 전략에 따른 시스템의 구축 및 디스크 선정을 위한 사전 품질 검사 등의 절차가 선행되어야 할 것으로 판단된다.

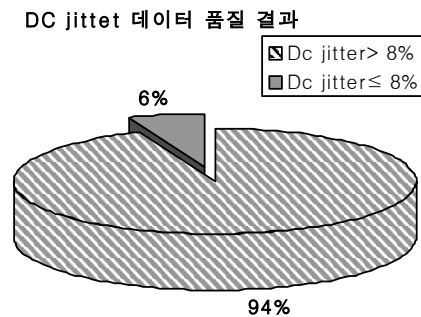


Figure 5. The measured result of DC Jitter.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 전자 기록물의 장기 보존 매체로 많이 사용되고 있는 광디스크의 물리적 특성을 측정·분석하고, 광디스크가 장기 보존 매체로 적합한지와 에러의 원인을 찾

기 위한 방법을 연구함으로써 보존 방법에 대한 개선 방향을 제시하고자 하였다. 본 연구의 측정 대상으로는 국가기록원에서 소장하고 있는 1,993장의 광디스크를 대상으로 측정하였다.

광디스크 매체의 물리적 특성 분석을 위해 DVDT-SD4 측정 장비를 이용해 데이터 품질, 디스크 변형, 제조사 드라이브와 디스크의 쓰기 전략을 통해 광디스크에서 일어날 수 있는 물리적 요인에 관해 측정을 실시하였다. 물리적 특성을 통해 데이터 품질에 차이가 발생하는 가장 큰 요인으로 디스크와 드라이브간의 조합과 매우 높은 상관관계를 나타내고 있음을 본 실험을 통해 알 수 있었다. 이러한 상관관계는 광디스크에 기록을 수록하기 전 공 디스크 상태와 드라이브 간에 상태에 따라 장기 보존으로 적합한 데이터 품질 상태를 유지하는지에 관해 알 수 있었는데, 쓰기 전략에 의한 디스크와 드라이브의 조합이 상당히 중요한 것으로 나오는데 최적의 광디스크와 드라이브를 선택해 기록 보존용으로 사용한다면 시간이 지난 후에도 데이터 품질에 차이가 크게 나지 않을 것으로 본다.

## 참고 문헌

- 1) 송병호, “전자기록물을 위한 보존매체의 관리”, *한국문헌정보학회지*, Vol. 39(2005).
- 2) Daniel P. Wells, “Predicting the longevity of DVD-R media by periodic analysis of parity, jitter, and ECC performance parameters”(2008).
- 3) 김상국, 「기록물 보존복원」 제2호, 국가기록원(2009).
- 4) 국가기록원, “디지털 기록매체의 기대수명 예측방법 및 측정도구 개발”(2008).
- 5) ISO/IEC 23912, Information technology-80mm(1.46Gbytes per side and 120mm(4.70Gbytes per side) DVD Recordable Disc(DVD-R).