

디지털미디어 제품에 활용되는 광학 및 메카기술

고 병 진(삼성전자 중앙연구소)

1. 들어가기

지난 10여년간 지칠 줄 모르고 성장하는 미국의 '신경제'를 '디지털 경제'라고 부르고, 이 신경제의 동인은 '정보기술의 혁명' 혹은 '디지털 혁명'에 따른 생산성 향상이라고 진단하고 있다. 이미 디지털에 의한 신경제는 전지구적 현상으로 보이며, 우리 나라도 디지털 산업이나 디지털 제품의 비중이 산업 전반에 걸쳐서 매우 높아져 가고 있다. 정보기술을 디지털이라고 부르는 이유는 정보를 생성하고 처리하는 수단으로 디지털 방식이 사용되기 때문이다.

사실 디지털은 정보를 부호화하는 수단이라고 할 수 있다. 일반적으로 자연적인 정보는 아날로그 형태로 존재한다. 이러한 아날로그 정보를 디지털을 사용하여 양자화된 값(quantized value)으로 표현하면 디지털 정보로 바꾸어 진다. 가장 간단한 디지털 정보 표시 방법은 '이다/아니다 혹은 0/1'과 같은 2개의 디지털만을 이용하는 것이다. 디지털 방식은 정보의 부호화가 필요하기 때문에 아날로그 방식에 비해 비록 속도가 늦어지지만, 일단 부호화가 되면 노이즈에 둔감하기 때문에 정보를 정확하게 처리할 수 있고 많은 양의 정보를 한꺼번에 다루는 것도 가능하다. 오늘날 디지털 정보 기술이 크게 확산되게 된 동기는 컴퓨터 기술의 발달로 인하여 디지털 정보 처리 속도도 매우 빨라졌기 때문이다. 반도체의 처리 속도는 이미 18개월 미만으로 2배이상 증가하고 있고, 광통신 기술을 이용한 전달되는 정보량과 인터넷 기술을 이용한 정보 활용자도 매우 늘어나고 있다.

2. 디지털 제품의 경향과 구조

정보의 흐름은 대체로 다음과 같은 순서로 이루어진다: 데이터 혹은 정보(내용물) → 디지털 처리 → 저장 → 표시. 그리고 각 단계의 디지털 데이터는 프로토콜과 인터페이스를 통해서 다음 단계로 전달된다. 이에 따라 정보를 다루는 디지털 제품은 정보처리기기 (컴퓨터, SOC), 정보저장기기 (자기기록기기, 광기록기기, 반도체 메모리 기기), 정보표시기기 (모니터, 프린터)로 분류되는데, 이러한 정보기기들의 소프트웨어 (방법)과 하드웨어 (수단)는 데이터의 양과 처리 속도에 따라 달라진다. 문자나 수자를 이용한 데이터는 수 bit, 음성 데이터는 수 Kbit, 화상(정지화상과 동화상) 데이터는 수 Mbit로, 각 데이터의 종류에 따라 그 크기가 서로 다르기 때문에 디지털 기기의 하드웨어나 소프트웨어도 데이터의 종류에 따라 다르다.

일반적으로 디지털 제품의 경향은 하드웨어적으로는 경/박/단/소, 소프트웨어적으로는 서비스의 질과 편리성이라고 할 수 있다. 최근에는 기기의 휴대성이 높아지면서 소비전력, 보안성, 진동/소음/충격/환경에 대한 신뢰성이 중요시되고 있다. 또한 신재료, 정밀 광자기학, 마이크로 가공, 정밀 측정 및 제어 등을 이용한 하드웨어 기술, System on Chip (SOC)기술과 소프트웨어 기술 등의 발달로 인해 각 기기의 기능이 통합되는 디지털 융합 제품이 출현하고 있다.

디지털 제품은 여러 단계의 계층 구조(layered structure)로 이루어져 있는데, 그 계층 구조는 소비자의 편리성, 서비스의 품질 등을 좌우하는 소프트웨어로 구성된 응용 계층 (software application layer : 상부 계층), 기기의 기능과 외부 프로토콜을 설정하는 ASIC으로 이루어진 중간 계층(middle ware layer : 중간 계층), 그리고 기기의 핵심 부품과 이를 제어하는 물리 계층 (physical layer : 하부 계층) 등 삼단계로 분류된다. 광기록 기기의 경우, 편집 메뉴 구성과 GUI 등은 응용 계층에, 신호의 디지털 부호화(coding) 및 복호화(decoding) 그리고 신호 전달 프로토콜 등은 중간 계층에, 반도체 레이저와 집광 광학계로 이루어진 픽업이나 이를 구동하는 서보 제어 기술 등은 물리 계층에, 각각 속한다. 물리, 화학, 광학, 재료 등 기초 과학과 기구학, 기계 역학, 제어 등 기본 공학은 물리 계층 기술의 토대로서, 이러한

학문과 기술들의 진보는 아날로그 제품과 마찬가지로 디지털 제품의 혁신을 이룩하는 데 매우 중요한 역할을 한다.

3. 광기록기기의 광학 및 메카 기술

광기록기기는 빛을 사용하여 디스크에 피트를 만들어 신호를 기록하거나 재생한다. 그러나 광기록기에 사용되는 빛은 다음과 같은 조건을 만족해야만 한다.

- (1) 피트와 같은 크기의 스폿(spot)로 빛을 집광할 수 있어야 한다.
- (2) 간섭성(coherence)이 양호해야 한다.
- (3) 픽업 안에 넣을 수 있을 만큼 발광체가 작아야 한다.
- (4) 신호를 읽거나 쓸 수 있을 만큼 충분한 크기의 광량을 가져야 한다.

화합물 반도체로 만들어진 레이저(Laser)는 0.5mm이하로 매우 작고, 높은 전압을 필요로 하지 않기 때문에 픽업의 소형화에 매우 적합하다.

신호를 쓰거나 읽는 용량은 신호대 잡음비 (S/N ratio)의 요구에 따라 결정된다. 광 디스크의 노이즈는 광원의 노이즈, 디스크 노이즈, 광/전 변환시의 노이즈로 구성되는데, 광량은 이러한 노이즈의 한계를 극복하고 신호를 안정되게 기록하거나 재생할 수 있는 정도가 요구된다. 특히, 디스크 노이즈는 신호면이나 디스크 표면이 균일하지 않아서 생기는 것인데, 디스크 내의 피트가 $0.4\mu\text{m}$ (DVD) - $0.83\mu\text{m}$ (CD)이고, 또한 트랙 피치는 $0.74\mu\text{m}$ - $1.6\mu\text{m}$ 정도이기 때문에, 매우 정밀하고 안정된 양산 기술이 필요하다.

DVD는 개발 초기부터 이미 존재하는 CD 데이터도 재생할 수 있도록 백워드 적합성 (backward compatibility)를 고려하지 않으면 안되었다. 따라서 DVD의 광 픽업 장치는 하나의 픽업 장치를 이용하여 DVD 또는 CD에 수록된 정보를 모두 재생할 수 있도록 개발되었는데, '2렌즈 방식', '액정셔터 방식', '홀로그램 방식', '환형차폐 방식' 등 여러 가지 집광 광학계가 있다.

한편, 최근에 등장하는 50배속 이상의 CD-ROM이나 12배속 이상의 DVD는 대략 10,000rpm 이상의 회전 속도를 갖는다. 디스크 센터의 편심이나 스피들 모터에 장착할 때 일어나는 사소한 오차를 줄이고, 항상 디스크 반사면에 있는 트랙과 피트에 초점을 맞출 수 있도록 대물 렌즈의 위치를 조정하는 트랙킹 서보와 포커스 서보, 레이저의 출력과 반사 광량의 크기를 일정하게 유지하는 APC, 그리고 픽업을 일정한 장소로 옮기는 광학계 송출 서보 등 여러 가지 서보 회로가 필요하다.

4. 맺음말

지금까지 디지털 제품의 경향과 정보저장기기의 기술을 살펴 보았다. 디지털 제품에 많은 부가가치를 부여하는 기술은 소프트웨어 기술과 전자 회로 기술이다. 이것은 디지털 제품의 기능이 소비자의 기호에 따라 수시로 달라지고, 따라서 제품의 개발 사이클이 짧아지기 때문이다. 그러나 디지털 제품의 혁신은 여전히 기초 과학과 공학, 그리고 생산 기술에 달려 있다.

여기서 기존의 공학과 생산 기술의 나아갈 방향을 생각해 보고 싶다. 자동차 산업시대에 대부분의 재료가 금속이었다면, 정보통신 산업의 재료는 실리콘과 세라믹이다. 자동차 산업 시대의 공학이 기계 공학에 기초를 두고 있다면, 정보통신 시대에는 전자공학에 기초를 두고 있다. 자동차 산업은 대형화를 추구할 때, 정보통신은 경박단소로 표현할 수 있다. 이에 따라 생산기술도 정밀 가공에서 초정밀 가공으로, 가공의 방법도 기계적 방법에서 플라즈마 가공으로 달라지고 있다. 양자 역학이 반도체 공학으로 발전하고, 다시 생산 기술로 변신하여, 디지털 제품의 출현에 크게 기여하였다. 새로운 기초 과학을 적극적으로 수용하여, 이를 공학으로 발전시키고, 이에 알맞은 생산 기술을 만들어 내는 것이 다음 과제라고 생각한다.