

Pro-Logic Audio의 소개

이상근, 조재문
삼성전자 멀티미디어연구소

요약

종래에는 2 개의 오디오 채널을 이용한 음향의 재생 방법이 널리 퍼져 있었으나 다채널 음향의 재생에 대한 관심이 많아 지면서 다중 채널의 오디오를 전송하고 재생하는 방법이 연구되었다. 이 중에서 2개 채널의 전송으로 4개 채널의 출력을 얻을 수 있는 돌비랩(Dolby Laboratories)의 프로로직(Prologic) 오디오가 많은 대중적인 관심을 끌었다. 이 기술은 전송측에서 2 개 채널에 해당하는 신호만을 전송하지만 수신측에 있는 디코더에서는 4 개 채널의 데이터를 재생할 수 있는 압축 기법으로서 대중적으로 많은 시장을 가지고 있다. 따라서 Prologic 오디오 기술을 이해하고 이를 제품에 연결하는 방법을 찾는 것은 앞으로 성장하게 될 다중 채널 재생 방법에 성공적으로 대처하기 위해서 필요한 일이다. 본 논문에서는 다중 채널 재생 기법의 하나인 Prologic 에 관한 기술과 이와는 별도의 압축기법인 AC-3 와의 비교를 통해서 Prologic 오디오 기술의 특징을 기술하기로 한다. 그리고 프로로직의 구현을 위한 하드웨어적인 관점에서 필요한 로직과 그 로직을 구현하기 위한 칩의 설계에 대해서도 간략히 기술하기로 한다.

1. 서론

오디오 신호의 재생은 모노 음의 재생에서 시작되었다. 이는 독립적인 음향을 가진 데이터가 1 개 채널로만 이루어져 있어서 음의 입체감이나 현장감을 느끼기에는 부족했다. 이를 보완하기 위해서 독립적인 음을 가진 2개 채널로 이루어진 오디오 데이터를 재생하면서 인간의 청각을 고려한 오디오의 재생에 대한 관심이 높아졌다[1]. 그리고 인간의 청각을 인지하는 귀가 2 개로 이루어져 있기 때문에 2 개 채널의 오디오의 재생이 인간에게 입체감을 주기에 충분한 것으로 인식되었다. 하지만 영화 음향에서 보다 효과적인 입체감을

위한 다중 채널의 요구가 발생되었고 이는 영화를 촬영할 때 영화 음향의 다중 채널 녹음 기술의 발전을 가져 왔다[2]. 그리고 이 다중 채널로 녹음된 음향 데이터는 audio mixing 작업을 통하여 N 개의 채널 오디오로 제작되었다. 이 과정에서 N 이 2 인 경우와 2 보다 큰 경우로 나누어지게 되었는데, 실제적으로 2 보다 큰 경우에는 그 기록에 필요한 미디어가 2 개의 채널을 기준으로 한 경우보다 상당히 많이 필요하게 되어 비용면에서 부담이 되었다. 따라서 기록 과정에서는 2 개 채널만을 기록하지만 실제로 재생하는 디코더 측에서는 이보다 많은 채널의 데이터를 재생할 수 있도록 하는 방법으로 미디어에 기록하는 양을 줄일 수 있다. 이 과정에서 생긴 것이 돌비랩에서 주장한 Prologic 방법이다. 이것은 인코더와 디코더로 이루어지는 압축 기법이며 인코더에서는 다중 채널로 이루어진 오디오 채널 데이터를 사용하여 2 개로 이루어진 채널 데이터로 만들어 준다. 그리고 디코더는 이와는 반대 개념으로 2 개로 입력되는 오디오 데이터를 사용하여 2 보다 큰 오디오 채널 데이터를 만들어 낸다.

다중 채널은 기본적으로 많이 일컬어 지는 Left, Right 채널과 함께 Center, Surround 채널을 총칭한다. 대개의 경우 Center 채널은 인간의 음성등이 재생되고 Left, Right 채널은 기본적인 오디오 음향을 포함하고 있으며 Surround 채널은 입체감을 위한 오디오 데이터를 포함하게 된다. 물론 이러한 구성은 청각과 더불어 시각과 밀접한 관련을 갖게 되어 화면에 펼쳐지는 영상 이미지와 연계하는 오디오 데이터로 구성된다. 다중 채널 오디오 데이터는 영화를 위해 존재한다고 말해도 될 정도로 비디오 신호와 밀접한 관련을 갖게 된다. 이를 위해서 비디오 이미지와 맞추어서 오디오 신호를 실감나게 재생하는 기술을 제공하는 오디오 시스템도 발생하게 되었다[3].

이제 다중 채널 오디오 신호의 재생이 갖는 의미는 단순히 영화를 보는 것만이 아닌 영화를 듣는다는 표현을 사용해도 될 정도까지 오디오 신호가 중요해졌으

므로 다중 채널의 대중적인 선호도는 높아져 갈 것이다. 그리고 다중 채널을 대형 극장과 같은 곳만이 아니라 일반 가정에서도 느끼고 즐길 수 있도록 하기 위해서 Prologic 오디오 기법[4]이 생겨났고 이 시스템이 현재 오디오 업계와 가정에 많이 보급되어 있는 것이다. 이 시스템을 사용할 때의 가장 큰 문제는 Prologic으로 encoding 된 데이터를 사용하여야 음질이 높은 오디오 데이터를 재생할 수 있다는 점이다. 왜냐하면 이 데이터는 전부 16 비트 PCM 오디오 데이터로 구성되어 있기 때문에 다른 압축 알고리즘과는 달리 아무런 부가 정보(Head information)가 없기 때문에 미리 Prologic encoded 되어 있는 데이터인지를 확인하는 것이 필요하다. 따라서 방송환경이나 미디어(Laser Disc, Video tape cassette) 등을 이용한 오디오 재생시에는 Prologic encoded 라는 프로로직으로 재생 가능한 데이터라고 하는 marking 되어 있어야 하고, 방송환경인 경우에는 TV 자막을 통하여 prologic 으로 coding 되었다는 것을 알려야 한다. 현재까지의 환경에서는 대부분 Prologic decoder 가 오디오 앰프내의 부가 기능으로 되어 있으므로 TV 의 오디오 단자와 오디오 앰프의 입력 핀과 연결하여 사용하면 Prologic 으로 decode 된 다중 채널 오디오 데이터를 즐길 수 있게 된다.

본고에서는 Prologic의 encode에 사용되는 기법과 이를 해석하여 입체감을 살릴수 있도록 decode 에 사용되는 방법에 대해서 설명하고, 오디오 채널을 줄여서 전송하는 Prologic 방법과는 달리 독립적인 다중 채널을 줄이지 않고 그대로 전송하는 Dolby Surround 오디오 재생 방식인 AC-3 와의 비교를 하고 실제로 칩과 같은 하드웨어로 Prologic 을 구현하는 방법에 관해 간단히 언급하기로 한다.

II. Prologic의 구성

Prologic 오디오에서 채널 배치의 한 예는 그림 1. 과 같다. 센터 스피커가 청취자의 정면에 위치하며 이 채널의 데이터는 일반적으로 인간의 음성으로 이루어지며 음의 세기가 다른 채널에 비해 큰 편에 속한다. 그리고 좌우 스피커는 청취자의 왼편과 오른 편에 위치하게 되는 데 가장 좋은 배치는 청취자를 중심으로 30%의 각도를 갖는 것이 입체감을 느끼기에 좋은 위치이다. 좌우 채널의 오디오 데이터는 일반적인 음향으로 배경 음악등이 이 채널들을 통하여 재생된다. 그리고 S 라고 표현된 채널은 서라운드 채널 데이터로서 이 채널의 음은 전체적인 구성상 특정한 방향성을 갖지 않

고 청취자의 주변에 음이 흩어진 상태로 존재하여 좌우와 센터 신호에서 발생하는 신호를 보완하는 주변 신호음을 재생한다. 일반적으로 서라운드 채널의 오디오 음량은 좌우 채널에 비해서 작은 편이다.

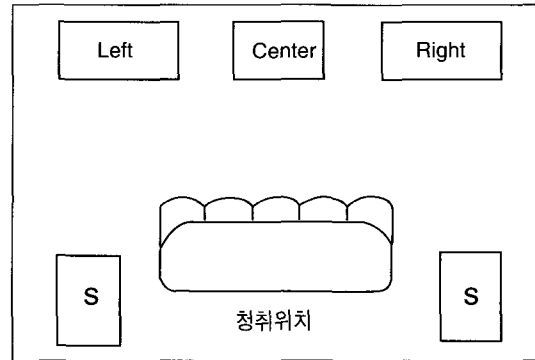


그림 1. 전형적인 스피커의 배치

이와 같은 채널 구성에서 가장 유의할 점은 시청자의 청취위치이다. 왜냐하면 청취자가 모든 채널의 데이터를 분명히 느낄만한 위치에 있지 않으면 개개의 채널에서 오는 음의 시간적인 도달 차이로 인해 왜곡된 음의 입체감을 느끼게 되기 때문이다[5]. 이러한 결과로 인해 다중 채널에서는 반향음이 대체로 적은 환경에서 청취를 하는 경우에 가장 뚜렷한 음의 입체감을 느낄 수 있다. 따라서 특정한 오디오 알고리즘에서는 청취 위치에 따라 음의 입체감을 느낄 수 있을 지 없을지를 결정하는 중요한 요소로 작용하기도 한다.

그림 2에는 프로로직 오디오를 구성하는 전반적인 블록도를 나타내었다. 이 블록도에서 입력데이터는 좌·우 채널 신호와 함께 센터 채널 신호, 서라운드 채널 신호로 이루어져 있으며, 전송시에는 이 신호를 특정한 방법을 이용하여 믹싱(mixing) 하고 이를 전송하거나 미디어에 기록한다. 재생시에는 이와는 반대 과정을 거치게 되는 데 2 개 채널(Lt, Rt) 로 이루어진 음의 방향성을 고려한 음의 분리 방법을 사용하여 좌우, 센터 채널과 서라운드 채널로 분리해 낸다. 이 과정에서 가장 중요한 점은 음의 분리도를 크게 하여 채널간의 독립성을 강하게 하므로써 청취자가 입체감을 느낄 수 있도록 하는 것이다. 4개 채널의 데이터에서 2개 채널로 음을 합하고 이를 다시 4개로 분리해 내는 과정에서 음의 손실과 leakage 가 발생하게 되는 데 이 과정에서 생기는 불확실음(Blurring) 을 없애는 것이 음을 보다 입체적이고 선명하게 재생하는 데 큰 도움을 준다.

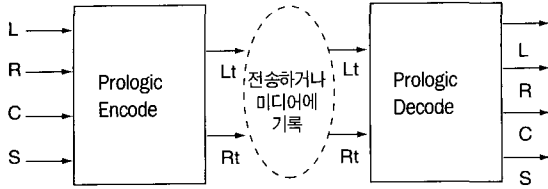


그림 2. 프로로직의 구성

아래 장에서 Prologic encode 와 decode 알고리즘에 관해 간단히 설명하기로 한다.

1. Prologic encode

기본적으로 Prologic encode 는 MP(Motion Picture) matrix 라고 부르는 Mixing 방법에 근거하고 있다. 그리고 이러한 Matrixing 방법은 Prologic decode 과정 없이 기본적인 재생 과정인 2 개 채널로 재생하는 경우에도 음질의 저하없이 재생할 수 있도록 하는 데 중요한 의미를 둔다. 즉 2 개 채널로 재생하는 것과 4 개 채널로 된 Prologic decoder 를 사용하여 재생하는 경우 모두 사용할 수 있도록 하는 호환성에 역점을 두고 만들어 진 것이다. 실제로 encode 의 동작은 그림 3 에 나타난 것과 같은 블록도를 사용한다.

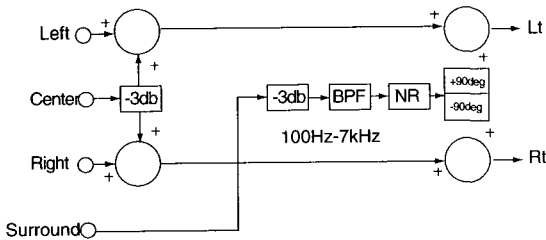


그림 3. Prologic encode 의 블록도

그림 3 에서 실제 전송하거나 미디어에 기록하게 되는 신호인 Lt(Left Total) 과 Rt(Right Total) 을 생성할 때 Lt 에는 Left 채널과 3 dB 낮춰진 Center 채널과 서라운드 채널의 90 도 위상차가 나는 신호를 합해서 만들어 지고, Rt 에는 Right 채널과 3 dB 낮춰진 Center 신호와 Lt 를 만들 때 사용한 서라운드 신호와는 180 도 위상차가 나는 신호를 사용하여 만들어 낸다. 대부분의 신호가 좌,우 채널과 센터 채널에 존재하고 서라운드 채널의 역할 이 높지 않기 때문에 보다 나은 음의 분리를 위해서 서라운드 채널에는 아래와 같은 별도의 로직을 통과시킨 신호를 Lt, Rt 를 만드는 데 사용한다.

- 100Hz 에서 7kHz 의 대역폭을 가진 대역통과필터
- 인간청각기능을 고려한 noise reduction
- +90, -90 도의 위상차를 발생

위와 같은 Prologic encode 회로를 사용하는 경우 decode 과정에서 전송되어 온 2 개의 오디오 채널인 Lt, Rt 에서 센터는 Lt 신호와 Rt 신호를 더하면 서라운드 신호가 서로의 위상 차이로 인해 제거될 수 있고, 서라운드 데이터는 Lt, Rt 신호의 차이를 구하면 센터 신호가 서로 상쇄되어 구할 수 있다. 이와 같은 간단한 구조에서 센터, 서라운드 오디오 채널 데이터를 구해 낼 수 있지만, 이 방법에서 주의해야 할 점이있다. 이것은 Lt, Rt 신호간의 페이즈와 크기 특성이 거의 흡사하여야 한다는 점이다. 예를 들면 Lt와 Rt 에서 각 채널에 포함된 센터채널의 데이터가 일치하지 않으면 센터 채널 데이터를 만들어 낼 때 서라운드 채널의 데이터가 완전히 없어 지지 않고 센터 채널 데이터에 섞여 들어가기 때문에 음의 분리도가 떨어 지게 되어 입체감에 나쁜 영향을 주게 된다. 이러한 어려움으로 말미암아 Prologic encode processor 에서는 Lt, Rt 신호를 생성할 때 데이터의 Phase 와 크기를 적정 수준으로 유지할 수 있도록 하여야 한다.

2. Prologic decode

기본적인 Prologic decoder 의 형태는 그림 4 와 같다. 여기에서 Lt, Rt 에서 센터와 서라운드 채널의 데이터를 구해내는 방법은 위에서 언급한 대로 Lt, Rt 를 더하거나 빼는 형태에서 센터와 서라운드 채널의 데이터를 각각 구해낼 수 있게 된다. 하지만 단순한 덧셈과 뺄셈을 통해서 구해내는 데이터에서 센터와 서라운드 채널 데이터 사이에는 데이터 분리가 이루어져 있지만 센터 신호는 기본적으로 Lt, Rt 채널 데이터를 만들 때 좌우 신호에 포함되어 있기 때문에 센터 음의 입체감을 느끼는 것은 청취위치에 많은 영향을 받게 된다. 이것은 Lt, Rt 채널 데이터에서 센터와 서라운드 채널은 2 개의 Lt, Rt 채널 신호의 가감에서 구해내어지고 L, R 은 Lt, Rt 를 그대로 재생하기 때문이다. 그리고 서라운드 채널 데이터는 좌우신호와 다른 정보를 전혀 갖고 있기 때문에 Lt, Rt 신호의 가감만을 통해서서는 완전한 음의 분리를 얻기가 어렵다. 따라서 이와 같은 단순한 differential operation 을 사용하여 좌·우, 센터 채널과 서라운드 채널을 얻는 것을 passive decoder 라고 부르고, 이를 통한 음의 분리는 앞에서 설명한 바와 같이 그 알고리즘상 제한을 갖고 있다.

Passive decoder 와는 달리 음의 방향성을 강조하는 알고리즘을 사용하는 것을 active decoder 라고 부르며, 여기에서 사용하는 알고리즘은 단순한 채널간의 가감

을 이용하는 것이 아니라, 각 채널 사이의 crosstalk 를 제거하는 방법을 사용한다. 그리고 이 알고리즘의 목표는 각 채널 데이터에 방향성을 강조하여 음의 이미지가 확실하게 느껴질 수 있도록 채널 데이터의 음량을 조절하는 것이다. 이런 방법을 사용하면 passive decoder 에서 입체감을 느낄 수 있는 청취자의 위치의 범위보다 더 넓은 범위에서도 음의 입체감을 느낄 수 있게 된다.

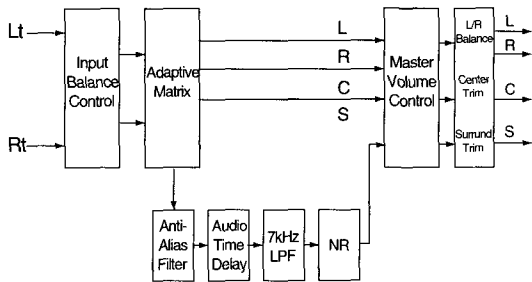


그림 4. Prologic decode의 블록도

그림 4에서 Adaptive matrix 를 사용하는 것이 active decoder 에서 이용하는 방법이며 passive decoder 에서는 이 matrix 를 사용하지 않고 단순한 덧셈과 뺄셈기를 사용한다. 이 Adaptive matrix 에서 수행하는 기능은 Lt, Rt 채널 데이터로부터 matrixing을 통하여 L, R, C, S 채널 데이터를 만들어 내는 것이다. 즉 아래 식 1 과 같은 Matrixing operation 을 사용하여 2 개 채널 데이터에서 4개 채널 데이터로 만들어 낸다. 이와 같은 Matrix operation 에 Adaptive 라는 말이 부가 된 것은 Matrix에 사용되는 coefficients 가 입력되는 2 개 채널 데이터의 특성에 따라 변화하기 때문이다.

$$O = M \cdot I$$

$$\begin{bmatrix} L \\ C \\ R \\ S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_{ll} & M_{lc} & M_{lr} & M_{ls} \\ M_{cl} & M_{cc} & M_{cr} & M_{cs} \\ M_{rl} & M_{rc} & M_{rr} & M_{rs} \\ M_{sl} & M_{sc} & M_{sr} & M_{ss} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Lt \\ Lt+Rt \\ Rt \\ Lt+Rt \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$M = f(Lt, Rt) \quad (2)$$

식 (1) 에서 본 바와 같이 M 값은 Lt, Rt 에서 구해지는 4 개의 채널 신호와 곱해져서 실제로 출력되는 신호인 L, C, R, S 신호를 만들어 낸다. 그리고 행렬 계수인 M 값은 입력되는 신호인 Lt, Rt 의 특성에 따라 변화한다. 이 데이터값이 변화하는 이유는 아래와 같

다. 오디오 신호의 입체감을 느끼게 하는 요소는 phase 특성과 주파수 특성, 그리고 크기 특성이 있다[6]. 이 중에서 크기 특성은 오디오 신호의 방향성을 결정하는데 중요한 역할을 한다. 즉 입력 신호의 특성을 결정하는 방법은 이 크기 정보를 읽어 와서 각각의 채널-여기서는 L, R, C, S 채널의 각 데이터의 크기 정보를 결정한다. 그리고 오디오 신호의 크기는 그림 5에 나타난 것처럼 음의 분리도에서 서로 대응적인 위치에 존재하는 채널인 Left 채널과 Right 채널간의 크기 차이를 결정하여 한개의 파라미터로 사용하고, Center 채널과 Surround 채널간의 크기 차이를 결정하여 또 하나의 파라미터로 결정한다. 이렇게 결정된 2 개의 파라미터를 사용하여 M 값을 변화 시킨다. 이 2 개의 파라미터가 결국은 채널간의 dominance 를 나타내는 척도가 된다.

Prologic 에서 채널간의 입체감을 높이기 위해서 사용하는 방법은 크기가 강한 신호는 대칭되는 신호(Left 채널인 경우에는 Right 채널, Center 채널인 경우에는 Surround 채널 신호) 보다 더욱 더 크게 만들어서 음의 방향성을 강조하는 것이다. 따라서 매 순간마다 2 개 방향의 오디오 데이터가 강조되게 된다. 좌우 채널 중의 한 곳의 오디오 데이터와 센터와 서라운드 채널중의 한개의 채널 데이터가 강조되어 청취자는 보다 나은 음의 분리도를 느끼게 되는 것이다. 이렇게 음의 크기를 비교하여 채널간의 신호의 영향을 측정하는 것을 "Soundtrack Dominance detection" 이라고 한다.

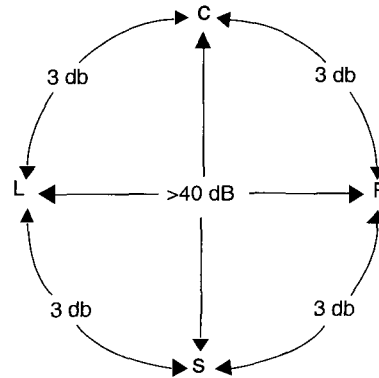


그림 5. 음의 분리도

그림 5 에서 채널간에 나타난 dB 는 각 해당 채널간의 음의 분리도를 나타낸다. Left 와 Right 채널간과 Center 와 Surround 채널간에는 40 dB 정도의 음의 분리도를 보이고, 인접 채널간에는 3 dB 정도의 음의 분리도를 보인다. 물론 위의 분리도는 4 개 채널을 모두 재생하는 경우에 나타나는 음의 분리도이며 만약 Center

채널을 재생하지 않고 Phantom Center라고 부르는 모드일 경우에는 Center와 좌우 채널간의 음의 분리도는 40 dB 정도로 높아진다. 여기서 Phantom mode 라는 것은 실제로 Center 채널을 독립적으로 재생하지 않고 좌우 채널에 센터 채널의 오디오 데이터를 부가하여 재생하는 것을 말한다.

서라운드 채널은 다른 채널과는 달리 음의 지연시간을 강제적으로 주어서 입체감을 살릴 수 있도록 하였다. 이는 서라운드음이 기본적으로 섞인 좌·우 채널과는 다른 음을 재생할 수 있도록 하는 것이며 강제 반향음을 만들어 냄으로써 음이 청취자의 주변을 맴도는 것 같은 효과를 만들어 낼 수가 있다[6]. 그리고 이 서라운드 지연 효과는 약 5 msec 정도의 시간적인 지연을 부가할 수 있으며 이 효과를 만들기 위해서 하드웨어로 구현할 시에는 별도의 메모리가 필요하게 된다.

III. Prologic과 AC-3 의 비교

기본적으로 Prologic 이 아날로그 오디오 데이터 처리에서 발생하여 사용되다가 디지털 데이터를 사용하는 쪽으로 전환되어 왔지만, AC-3 오디오는 디지털 오디오 데이터를 처리하는 데 기준한 알고리즘이다. AC-3 오디오도 발생 목적은 극장용 멀티 채널 음향을 위해서 만들어진 것이며 Prologic 오디오가 4채널에서 2채널을 생성하여 전송하는 시스템이라면 AC-3 오디오는 4 개 채널 모두를 전송하는 시스템이다. 하지만 오디오 데이터를 PCM 형태로 전송한다면 요구되는 Bandwidth가 넓어 지므로 이를 압축한 형태로 전송한다. 즉 Prologic 오디오가 PCM 영역에서 모든 작업이 이루어진다고 한다면 AC-3 오디오는 압축된 형태의 Bitstream 으로 전송되어 저서 주파수 영역 처리와 함께 압축-복호라는 processing 을 거친다. 따라서 AC-3 오디오는 오디오 압축알고리즘으로서 최대 5.1 채널의 오디오 데이터를 전송할 수 있게 되어 음의 입체감이나 현장감을 극장 못지 않게 즐길 수 있게 되었다. 그리고 HDTV 나 DVD 의 디지털 오디오 압축 알고리즘으로 결정되어 극장에서 뿐 아니라 방송 환경에서도 다중 채널 오디오를 느낄 수 있게 되었다[8]. 여기에서 0.1 채널은 Subwoofer 채널로서 순수 저역음만을 재생하는 데 사용된다.

디지털 TV 가 개발되면서 디지털 영상과 함께 디지털 오디오에 대한 관심이 높아졌다. 그리고 화면의 크기가 커지면서 단순히 2 개 채널로만 오디오를 감상하던 시점에서 벗어나 다중채널에 의한 오디오 재생을 하고 가정에서도 일반 극장 못지 않는 시스템을 꾸밀 수 있는 기술이 발전되었다. 따라서 다중 채널에 대한

오디오 기술이 현재까지는 Prologic 이 주축을 이루어왔지만 앞으로는 AC-3 와 같은 다중 채널 재생 기술이 많은 관심을 끌 것으로 생각된다. Prologic 은 앞에 언급한 대로 2 개 채널에서 4 개 채널로 만들어 내기 때문에 채널간의 Crosstalk이 발생하여 음의 분리도가 낮을 수 밖에 없다. 그러나 AC-3 와 같은 압축 알고리즘은 전송시부터 독립적인 채널을 사용하므로 채널간의 간섭이 낮기 때문에 채널간의 음의 분리도가 상당히 높다. 따라서 청취자는 Prologic 보다 훨씬 나은 음의 입체감을 느낄 수 있게 된다. 그리고 Prologic 의 채널 구성이 L, R, C, S 로 4 개 채널로 구성되어 있는데 반하여, AC-3 오디오는 L, R, C, LS, RS, LFE 와 같이 6 개 채널로 구성되어 있고 서라운드 채널은 Prologic 오디오가 1 개로 이루어져 있지만 AC-3 오디오는 좌우로 분리되어 있고 서브우퍼 채널이 기본적으로 구성되어 있다.

오디오 애플리케이션 경우에는 미디어와 방송 환경에서의 Prologic 디코딩 기능과 함께 디지털 TV 에서 나오는 AC-3 비트스트림을 디코딩할 수 있는 기능을 가지는 것이 필요하게 된다. 그리고 이러한 기능은 향후 디지털 TV 에서도 내장되어야 할 것으로 생각된다. 왜냐하면 디지털 TV 가 디지털 TV 신호를 받아서 디지털 영상과 음향을 재생하는 기능과 함께 일반적인 NTSC 신호를 받아서 재생할 수 있는 멀티 재생 기능을 갖추고 있어야 할 것으로 보이기 때문이다. 이 경우에는 디지털 TV 의 다중 채널 오디오에 대응하기 위해서 Prologic 오디오 신호를 전송받아서 이를 4개 채널로 재생할 수 있도록 하는 것이 디지털 TV 의 Dolby AC-3 와 같은 입체감과 대응되는 정도의 음질을 구현하여 청취자의 입체감을 제공하는 데 필요하다.

실제로 Prologic decode 가 Adaptive matrix에 의한 오디오 재생 알고리즘인데 반해 AC-3 는 TDAC(Time domain aliasing cancellation) 이라고 부르는 transform coding 을 사용하여 음향 심리에 의거한 비트 할당 방법을 이용한다. 그리고 채널당 독립적인 알고리즘을 사용하기 때문에 AC-3 알고리즘이 Prologic 알고리즘보다 채널간의 의존도가 낮게 된다.

IV. Prologic의 hardware 구성

Prologic 오디오를 실제로 하드웨어로 구성하는 방법은 아래와 같은 2 가지 방법으로 분류할 수 있다. 한가지는 디지털 오디오 데이터를 전송 받은 후 이를 처리하는 것이고, 다른 한 가지는 아날로그 데이터를 입력 받은 뒤 이 데이터를 ADC(Analog to Digital Converter)에 통과시킨 후 16 비트 PCM 데이터로 만들어 Prologic

decode processing 을 수행하는 것이다. 디지털 오디오 데이터를 전송받는 경우는 일반적으로 2 채널의 오디오 PCM 데이터 정보를 가지고 있는 SPDIF (Sony Philips Digital Interface) 형태로 된 데이터를 받아서 이를 처리하는 형태로 되어 있다. SPDIF 형태는 2 개의 채널 데이터를 16 비트 PCM 으로 전송하는 것이며 이를 2 개의 채널로 된 Prologic encoded 오디오 데이터를 얻을 수 있다. 물론 SPDIF 형태의 데이터는 PCM 데이터 이외에도 샘플링 주파수 등과 같은 부가 정보를 포함하고 있으므로 이를 해독하여 PCM 데이터만을 추출하고 이를 사용하여 Prologic decode 를 수행한다. 이 방법은 주로 미디어를 이용한 Prologic decode 수행시 이루어진다.

그리고 아날로그 데이터로 이루어진 오디오 데이터인 경우에는 실제로 아날로그 신호 영역에서 처리하는 Prologic processor 를 사용할 수 있으며 이 경우에는 2 개 채널로 이루어진 2 개의 아날로그 오디오를 Prologic decode 하여 4 개의 아날로그 오디오 채널로 만들어 낼 수 있다. 하지만 현재와 같이 신호처리 방식이 디지털 신호를 기반으로 하는 경우에 있어서는 아날로그 오디오 데이터를 처리하는 때와 디지털 오디오 데이터를 처리하는 때 모두 동일한 Prologic decode processor 를 사용하는 것이 편리하다. 이와 같이 사용하는 경우에는 아날로그 오디오 데이터를 디지털 오디오 데이터로 바꾸기 위해서 ADC 를 사용하게 되는 데, 이 경우에는 16 비트 PCM 을 사용하는 것이 보편적이다. 실제로 Prologic decode processor 를 사용하는 경우의 입력 포맷은 그림 6과 같은 형식을 많이 사용한다. 여기서 입력 라인으로 3 개의 신호선을 사용하게 되는 데 비트 클럭은 입력 데이터를 Prologic decode processor 가 Latch 하는 시점을 결정하기 위한 클럭이며, 워드 클럭은 입력 데이터의 L,R 채널을 결정하기 위한 클럭이다. 그리고 데이터는 일반적으로 16 비트 PCM 을 많이 사용한다.

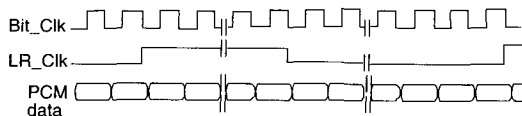


그림 6. Prologic encode 입력도

그림 6 에서 LR_Clk 는 오디오 데이터의 샘플링 주파수와 동일한 주파수를 가지는 클럭이다. 실제로 Prologic Processor 는 48, 44.1, 32 kHz 로 된 샘플링 주파수의 데이터를 처리할 수 있다. 그리고 이러한 주파수는 그 사용하는 분야에 따라서 미리 약속되어 있어야 한다. 앞에서 언급한 SPDIF 출력 형태인 경우에는 PCM

오디오 데이터외에도 부가 정보로 샘플링 주파수에 대한 정보를 얻을 수 있으므로 Prologic encode 시 사용된 주파수에 동기된 입력을 만들어 낼 수 있지만, ADC 를 사용하는 경우에는 샘플링 주파수를 미리 정해 두고 사용해야 하며, 이 경우에는 48 kHz 로 정하는 것이 음질면에서 가장 유리하다.

Prologic decode 된 데이터를 재생하기 위한 DAC와의 연결도는 그림 7 과 같다. 오디오 칩의 제작 기술이 발전함에 따라 DAC 를 Prologic decode 칩의 내부에 장착하는 경우가 늘어 가고 있지만 현재는 Prologic decode 칩의 내부에서 decode 된 4개 채널의 오디오 데이터를 만들어 내고 이를 외부의 DAC 를 사용하여 아날로그 신호로 재생하는 시스템을 사용하는 것이 많다.

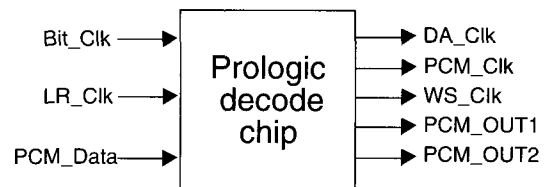


그림 7. Prologic decode 연결도

그림 7 에서 PCM_OUT1, 과 PCM_OUT2 는 L, C, R, S 채널의 출력 할당을 나타내는 것으로서, 예를 들면 PCM_OUT1 이 Left 채널과 Right 채널을 출력하고, PCM_OUT2 가 Center 채널과 Surround 채널을 출력하는 형식으로 만들 수 있다. 그리고 DA_Clk 는 DAC 의 동작 주파수를 나타내는 것으로서 샘플링 주파수의 256 배 주파수를 사용할 수도 있고 384 배 주파수를 사용할 수도 있다.

V. Prologic decode 칩 제작

Prologic decode 기능만을 가지고 있는 칩을 제작하는 경우에는 입력 데이터를 저장하는 입력부와 함께 Matrix 를 수행하는 ALU(Arithmetic logic unit) 부분과 실제 Matrix coefficients 를 입력 데이터의 방향성에 따라서 새로운 값으로 변화시키는 부분을 설계하여야 한다. 그리고 실제 DAC 로의 데이터 전송을 위한 인터페이스를 설계하는 것도 필요하다. 실제 하드웨어 칩을 제작하는 경우에는 2 가지의 설계 방식이 존재하는 데, 한 가지는 순수 Hardwired logic 형태로 구성하는 설계 방식이 있고 나머지 한 가지는 DSP 와 같은 Programmable logic 을 사용하여 구성하는 방법이 있다. 어떤 쪽이 하드 웨어를 구성하는 데 편리한지는 실제

응용 분야에 따라 틀려지지만 현재는 2 가지 방법 모두 혼합되어 사용되는 경우가 많다. 따라서 칩의 설계 구조상 DSP core 를 사용하여 Prologic decode 알고리즘을 구현하고 외부 로직과의 인터페이스에 필요한 I/O 로직이나 DSP 를 제어할 수 있는 CPU 와의 인터페이스 로직은 Hard-wired logic 으로 구성하는 경향이 있다. 이와 같은 방식은 DSP 에서 수행되는 알고리즘의 변경이나 부가 기능을 첨가 하는 것이 편리하기 때문에 선호되는 방식이다.

Prologic decode 기능 이외에 필요한 기능은 아래와 같다. 디지털 TV 가 보편화 되면 AC-3 decode 기능이 필수적이 되며, 이 경우에도 TV 세트 제작사에서는 일반적인 아날로그 방송 수신을 위한 로직이 필요하게 된다. 그리고 디지털 오디오 방송인 AC-3 와 대응하기 위해서 4 채널 오디오 출력 기능을 갖춘 Prologic encoded 오디오를 일반 방송에서 오디오 데이터로 전송하게 될 것으로 생각된다. 따라서 AC-3 decode, Prologic decode 와 같은 2 가지의 디코딩 기능을 갖춘 칩을 제작하고 이를 TV set 에 부착하는 것이 필요하게 될 것으로 생각된다. 따라서 오디오 칩을 제작할 때는 AC-3 decode, Prologic decode 기능이 한 칩에 포함되어야 할 것으로 보이며 이와는 별도로 Frequency Equalizer, Bass Redirection 과 같은 음장 분야의 응용 기능도 또한 포함하고 있어야 할 것으로 생각된다.

멀티 기능을 가진 칩을 제작하는 경우에는 앞에서 언급한 Hard-wired logic 을 사용하는 것보다는 DSP core 를 사용하여 기능을 구현하는 것이 훨씬 효율면에서 나을 것으로 생각된다. 이 경우에 필요한 것은 멀티 기능사이의 원만한 Job switching 을 이루어 내는 것이다. 현재의 trend 는 이 중에서 필요한 기능을 칩의 프로그램 메모리에 download 하여 사용하는 것이다. 이와 같은 구성으로 칩을 동작 시킬 경우에는 멀티 기능을 구현하기 위해 칩에서 필요한 프로그램 메모리의 크기를 줄여서 제작하여도 기능 구현에 별다른 무리가 없다는 장점을 가진다. 물론 칩의 프로그램 메모리를 RAM 형태가 아닌 ROM 형태로 만들어서 필요한 기능을 MASK RAM 으로 되어 있으면서 외부 CPU 와의 인터페이스를 사용하여 필요한 기능을 수행하도록 하는 것도 칩의 크기를 줄이는 데 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

VI. 결론

본 논고에서는 다중 채널 오디오의 재생을 위한

Prologic 오디오에 관해서 살펴보고 그에 따른 encode 방법과 decode 방법에 관해 간단히 기술하였다. 기존의 2 개 채널 오디오 재생 방법에서 벗어나 다중 채널 오디오인 left, right, center, surround 채널의 재생을 위한 알고리즘인 Dolby Prologic 오디오 알고리즘은 2 개 채널의 전송 대역으로 4 개 채널을 효과적으로 재생해 내는 방식이다. 이 방식은 기존의 2 개 채널만을 재생하는 방식과 호환성을 유지한다는 의미에서 2 개 채널의 전송폭을 사용하여 다중 채널을 재생할 수 있는 알고리즘을 사용하였다. 이 방식은 대중적으로도 많은 전파를 하여서 방송과 함께 미디어 에서도 사용되고 있다.

Prologic 오디오와는 별도로 다중 채널을 전송하고 이를 재생해 내는 방식인 AC-3 오디오 알고리즘에 대해서도 언급하였으며 이 방식은 미국의 HDTV 오디오 압축알고리즘으로 채택되었기 때문에 앞으로 디지털 TV 에서는 필수적인 기능으로 자리잡게 되었다. 이와 같이 Prologic 오디오 디코딩 기술뿐 아니라 AC-3 디코딩 기술을 갖춘 오디오 디코더 칩을 만들어 내는 것이 앞으로의 디지털 TV 시장에서 경쟁력을 갖추는 길이 될 것으로 생각한다. 그리고 이와는 별도로 Frequency Equalizer 와 Bass Redirection 과 같은 부가 기능을 동일한 칩에 부가하여 보다 부가가치 높은 칩을 만들어 내는 것이 앞으로의 연구과제가 될 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] Peter Noll, Digital audio coding for visual communications, Proceedings of the IEEE, Vol.83, No.6, June 1995
- [2] Digital recording in the professional industry, part 2: studio techniques, Electronics & communication engineering journal, Aug.1991
- [3] Tomlinson Homman, Home THX sound system, Cnsumer Electronics, International Conference, 1989
- [4] Roger Dressler, Dolby Prologic surround decoder principles of operation, Dolby Lab., 1996
- [5] I. J. Blauert, Spatial hearing, Orion press, Tokyo, 1986
- [6] Francis Rumsey, Tim McCormick, Sound and Recording : An Introduction, Focal press, 1992
- [7] Durad R. Begault, 3D sound for virtual reality and multimedia, Academic press, 1994
- [8] Digital Audio compression(AC-3) Standard, The United States Advanced Television Systems Committee Standard A-52, May, 1995

필자소개**조재문**

- 1984. 2. 서울대 전기공학과 졸업
- 1986. 2. 한국과학기술원 전자공학과 석사 졸업
- 1991. 8. 한국과학기술원 전자공학과 박사 졸업
- 현재. 삼성전자 멀티미디어연구소 수석연구원

이상근

- 1991. 부산대 전자공학과 졸업
- 1993. 부산대학원 전자공학과 석사 졸업
- 현재. 삼성전자 멀티미디어연구소 전임연구원