

논문 2010-2-8

디지털방송 콘텐츠 재사용을 위한 효율적인 시간정보 보정 방법

Efficient Time Information Correction for Reusing Digital Broadcasting Contents

배병준*, 김윤세**

Byungjun Bae and Yun-sei Kim

요 약 DTV, IPTV, DMB 등 다양한 디지털방송 매체가 등장함에 따라서 디지털 콘텐츠에 대한 요구도 많아지고 있다. 디지털 콘텐츠의 제작 비용 및 초기 디지털방송 시장을 고려해 볼 때, 제작된 콘텐츠를 저장하여 재사용하는 경우가 빈번할 것이다. 이러한 경우, 재사용되는 디지털 콘텐츠는 각각의 디지털방송 시스템을 통해 전송하기 위해서 지정된 전송율을 맞추어야 하며, 이 과정에서 콘텐츠 내의 시간정보가 틀어진다. 본 논문에서는 틀어진 시간정보를 보정하는 효율적인 방법을 제안한다. 이 방법은 기존의 방법에 비해 연산량을 줄여서 구현이 용이하며, 그로 인한 송신시스템에서의 콘텐츠의 전송 지연 시간을 줄여 주는 효과가 있다.

Abstract According to appearance of digital broadcasting media such as DTV, IPTV, DMB, and so on, the needs about digital contents have been increased. The cases reusing the produced contents happen frequently, in consideration of the production cost of digital contents and the early digital broadcasting market. In this case, the reused contents must adjust the transfer rate of the digital broadcasting system. The time information included in the contents is shifted in the adjusting process. This paper proposes the efficient method correcting the shifted time information.

Key Words : 디지털 콘텐츠, 시간정보, MPEG-2 TS

I. 서 론

최근 들어 아날로그 방송의 디지털화가 가속됨에 따라 다양한 매체에 기반을 둔 디지털 방송 서비스가 등장하였다. 전통적인 지상파, 위성, 케이블 매체 기반의 디지털 방송뿐만 아니라, 인터넷 망을 기반으로 방송통신융합 서비스 제공이 가능한 IPTV 서비스, 이동성을 강조한 DMB 서비스까지 상용 방송 서비스로써 제공되고 있다^[1-3]. 이와 같이 디지털 방송 서비스가 활성화되면 그에 따라서 디지털 방송 콘텐츠에 대한 요구도 많아지게 된

다. 디지털 콘텐츠의 경우, 아날로그 콘텐츠와 비해서 제작 비용이 많이 소요될 뿐만 아니라 현재와 같이 디지털 방송의 초기에서는 다양한 디지털 콘텐츠가 존재하지 않는 것이 현실이다. 이와 같은 이유로 초기의 디지털 방송 들은 한번 제작된 디지털 콘텐츠를 저장하여 재사용하는 경우가 빈번할 것이다.

디지털 콘텐츠는 아날로그 콘텐츠와는 달리 방송 매체를 통해 전송할 때 미리 정해놓은 전송율을 맞추어 전송해야하는 특성을 가진다. 또한, 디지털 콘텐츠는 매체와 관계없이 모두 MPEG-2 시스템 규격을 기반으로 하는 MPEG-2 전송스트림 (transport stream, TS)를 사용하고 있다. 즉, 부호화된 비디오, 오디오 및 데이터 콘텐

*정회원, 한국전자통신연구원 방송시스템연구부

**정회원, 탐라대학교 학술정보원

접수일자 2010.3.3, 수정일자 2010.4.12

츠는 MPEG-2 TS의 형태로 다중화되어 전송된다^[4-5]. 또한, 디지털 방송은 아날로그 방송과는 달리 방송 콘텐츠를 전송하기 위해서 전송율을 결정하여 사용하고 있다. 그래서 디지털 콘텐츠를 전송하기 위해서는 방송 시스템에서 결정한 전송율을 맞추어야 하며, 이는 MPEG-2 시스템에서 버퍼 모델을 위해 삽입되어 있는 널(null) 패킷의 삽입 및 제거에 의해서 해결한다^[6]. 이와 같이 널 패킷의 삽입 및 제거를 통해서 목표 전송율을 맞추는 과정에서는 수신측에서 콘텐츠의 복호화 시에 기준 시간이 되는 PCR (progrm clock reference) 값이 틀어지는 현상(jitter)이 일반적으로 발생한다^[7]. 수신 단말에서 정상적인 콘텐츠의 복호화 및 재생을 수행하기 위해서, 발생한 PCR 지터는 송신측에서 항상 미리 보정해 주어야 한다. 본 논문에서는 목표 전송율을 맞추기 위해서 널 패킷의 삽입 및 제거의 과정에서 발생하는 PCR 값의 틀어짐 현상을 보정하는 새로운 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 디지털방송 시스템에서 MPEG-2 스트림을 설명하고 기존의 PCR 보정방법을 기술한다. 3장에서는 효율적인 PCR 보정 방법을 신호 흐름도를 기반으로 제안한다. 4장에서는 제안한 방법의 모의실험 및 결과를 보여 준다. 5장에서는 결론을 맺는다.

II. 디지털 방송에서의 PCR 보정

1. MPEG-2 전송스트림의 구성

모든 디지털 방송 시스템은 전송 매체에 상관없이 MPEG-2 시스템 규격을 기반으로 하고 있으며, 사용된 MPEG-2 TS의 구성은 그림 1과 같다. 그림 1 (a)에서 보듯이, MPEG-2 TS는 기본적으로 4 바이트의 패킷 헤더와 184 바이트의 페이로드 (payload)를 같은 고정길이의 패킷으로 구성된다. 또한, 매 패킷은 0x47 값을 가지는 동기 바이트로 시작한다. 동기 바이트 다음에 이어지는 두 바이트는 그림 1 (b)에서와 같이 몇 개의 제어 플래그와 13 비트 PID (packet identifier)로 구성되며, 각각의 오디오, 비디오, 및 데이터에는 유일한 PID가 할당된다. 디지털방송 수신기에서는 이러한 PID 값을 통해서 전송된 스트림을 역다중화하여 각각의 오디오, 비디오, 및 데이터 스트림으로 분리한다. 즉, PID는 각각의 스트림들을 구별하는 지시값이라 할 수 있다. 기준 시간이 되는 PCR

값은 패킷의 적응필드(adaptation field)에 포함되어 있는데, 이러한 적응필드는 패킷의 헤더 중 적응 필드 제어(adaptation field control) 값이 '01'이거나 '11'일 경우에만 존재한다. 적응필드 구간에 존재하는 PCR 필드 값은 그림 1 (e)와 같이 상세히 표현할 수 있다. 그림 1 (e)에서 보듯이, PCR 값은 전체 42 비트로 되어 있으며, 33 비트의 90 kHz의 값과 9 비트의 27 MHz의 값으로 되어 있다. 이를 PCR 기본 (base)와 PCR 확장 (extension)이라고 각각 일컫는다. 그림 1에서 보듯이, MPEG-2 TS에서 PCR 값을 구하기 위해서는 단계적으로 스트림을 분석하는 것이 필요하다.

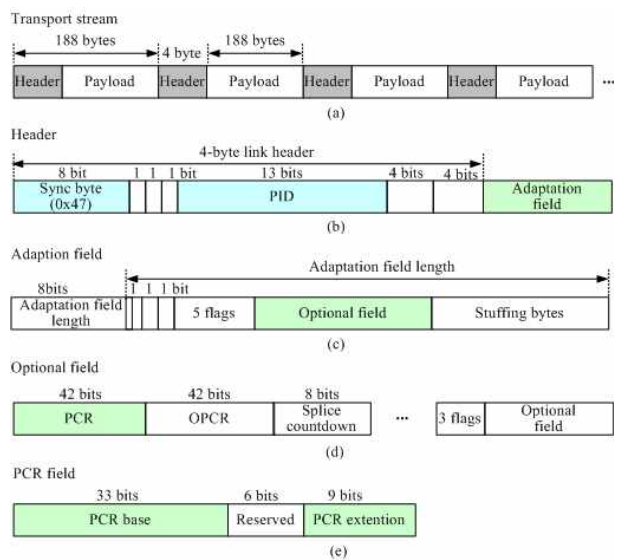


그림 1. MPEG-2 전송스트림의 구성
Fig. 1. Structure of MPEG-2 transport stream

2. MPEG-2 시스템의 동기화 모델

디지털방송 콘텐츠의 경우에 있어서, 비디오 신호와 오디오 신호의 동기화 문제는 아날로그 방송의 경우와 다르다. 아날로그 방송의 경우에는 동기정보가 각 영상마다 전송되므로 영상 동기 신호로부터 동기정보를 직접 유도될 수 있다. 반면에 디지털 방송에 있어서는 각 영상마다 부호화 후에 생성되는 데이터의 양은 가변적이어서 동기정보가 영상데이터의 시작으로부터 직접 유도될 수 없다. 이러한 동기문제를 해결하기 위해서 MPEG-2 시스템 규격에서는 타임 스탬프 (time stamp)를 이용한 타이밍 모델을 제시하고 있다.

MPEG-2에서의 동기 문제에 대한 해결책은 부호화 과정에서 동기정보를 선택된 패킷들의 적응헤더에 넣어

전송한다. 즉, 부호화기의 시스템 타임 클럭 (system time clock, STC)정보를 PCR 필드 구간에 실어 전송함으로써 복호화기의 시스템 타임 클럭을 부호화기의 시스템 타임 클럭과 동기 시킨다. PCR 값은 부호화기의 시스템 타임 클럭을 사용하여 생성되며 복호화기의 시스템 타임 클럭을 복구하는 기준으로 사용됨으로써, 전체 시스템의 공통된 기준 클럭을 제공한다.

PCR은 부호화기의 최종 출력단에서 전송 스트림이 전송채널로 들어가는 순간 STC의 값을 표본화하여 생성되는데, 그림 1 (e)에서와 같이 패킷헤더의 선택필드에 42비트로 부호화되어 전송된다. 42 비트의 PCR은 각각 33 비트의 계수값과 9 비트 계수값을 표본화한 것으로써, PCR 기본 (base) 필드와 PCR 확장 (extension) 필드로 구성된다. PCR 값의 마지막 비트가 수신기에 입력되는 시간이 $t(i)$ 이라고 할 때, 그때의 PCR 값 $PCR(i)$ 는

$$PCR(i) = PCR_{bs}(i) \times 300 + PCR_{ext}(i) \quad (1)$$

이다. 여기서

$$PCR_{bs}(i) = ((f_{sys} \times t(i)) \text{DIV} 300) \% 2^{33}$$

$$PCR_{ext}(i) = ((f_{sys} \times t(i)) \text{DIV} 1) \% 300$$

이며, f_{sys} 는 시스템 클럭 주파수 (system clock frequency)를 의미한다.

부호화기에서의 타임 클럭은 27 MHz 클럭으로 두 단계 계수기를 구동 하는데, 9 비트의 계수기는 27 MHz 클럭으로 구동되고 33 비트의 계수기는 시스템 타임 클럭과 동기된 90 kHz 클럭으로 구동된다. 즉, 9 비트 확장 필드는 27 MHz로 0에서 299사이의 값을 가지며 반복된다. 한번 반복될 때마다 33 비트 계수기의 값은 1씩 증가한다. 이것은 MPEG-2 시스템 설계에 있어서 역호환성은 중요하기 때문에 MPEG-1에서 90 kHz를 사용 하여 33 비트를 표시하는 것과 호환성을 유지하기 위한 것이다.

3. PCR 지터 및 기존의 보정 방법

디지털방송 시스템에서는 하나의 전송 채널을 통해서 여러 개의 프로그램을 다중화하여 전송할 수 있다. 또한, 하나의 프로그램의 경우에도 스트림을 제어하여 전송을 맞추기 위해서 널 패킷을 삽입 또는 제거하는 것이 가능하다. 이러한 과정에서 스트림의 지연이 발생하게 되

며, 이로 인하여 스트림이 가지는 PCR 값이 틀어지는 현상이 발생한다. 이를 PCR 지터라고 부르며, 수신 단말에서 정상적인 복호화와 재생을 위해서는 반드시 틀어진 PCR 값을 보정해 주어야 한다.

그림 2는 하나의 스트림 내에서 널 패킷을 추가하여 다중화하는 과정에서 발생하는 PCR 지터 현상을 설명하고 있다. 그림 2 (a)는 다중화하기 전의 방송 스트림과 추가되는 널 패킷을 시간 축으로 나타 내고 있다. $TSPCR(i+1)$ 과 $TNULL(j+1)$ 이 동일 시간에 중복되어 있음을 알 수 있다. 그림 2 (a)의 두 스트림을 다중화하면, 그림 2 (b)와 같이 $TSPCR(i+1)$ 가 일정 시간 뒤로 밀리게 된다. 이러한 경우, 밀린 스트림의 PCR 값은 원래의 가지고 있던 값보다 밀린 시간만큼 보정되어야 한다. 그렇지 않으면 수신기가 제 시간에 스트림을 복호화 및 재생하지 못하여 정상적인 영상을 얻지 못한다.

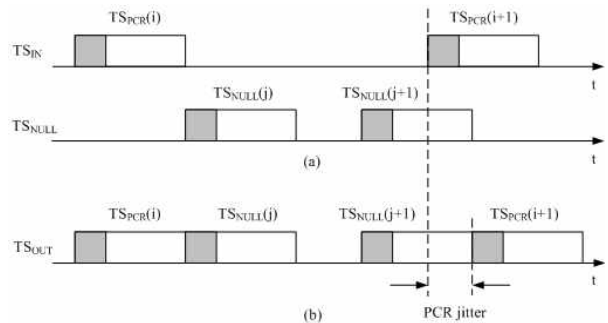


그림 2. (a) 다중화 전, (b) 다중화 후의 스트림 구성
Fig. 2. Stream organization (a)before, and (b)after multiplexing

PCR 밀림 현상으로 인한 발생한 PCR 지터를 보정하는 기존의 일반적인 방법은 다음과 같다. PCR 값을 가진 TS로부터 추출한 PCR 값을 각각 $PCR(i)$ 와 $PCR(i+1)$ 으로 표현 한다면, 두 PCR 값을 가진 TS 사이의 시간은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\Delta t_{PCR} = (PCR(i+1) - PCR(i)) / \text{system_clock_reference} \quad (2)$$

여기서 system_clock_reference의 값은 시스템 시간 클럭 (system time clock, STC)를 뜻하며, 주로 27 MHz의 클럭을 의미한다.

그런 다음, 실제 두 PCR 값을 가진 TS 사이의 시간을

다음과 같이 구한다.

$$\Delta t = \Delta t(i+1) - \Delta t(i) \quad (3)$$

PCR 값의 틀어짐이 없는 정상적인 스트림이 되기 위해서는 식 (2)의 Δt_{PCR} 과 식 (3)의 Δt 가

$$\Delta t_{PCR} = \Delta t \quad (4)$$

로 되어야 한다. 그러나 스트림의 다중화 과정에서 PCR 값의 틀어짐이 발생하는 경우에 다음과 같이 틀어진 PCR 값을 구할 수 있다.

$$\Delta t_{PCR} - \Delta t \quad (5)$$

MPEG-2 시스템 규격에서는 이러한 틀어진 PCR 값이 ± 500 ns 이내일 경우는 정상적인 PCR 값으로 인정하고 있다. 만약 틀어진 PCR 값이 ± 500 ns를 넘게 되면 지연 시간에 해당하는 만큼의 PCR 값을 보정해 주어야 하며, 일반적인 방법은 다음과 같이 나타낸다.

$$PCR_{corr} = PCR_{org} + \Delta PCR \quad (6)$$

여기서 PCR_{org} 는 스트림이 원래 가지고 있는 PCR 값을 나타내며, PCR_{corr} 는 지연된 PCR 값을 보상하여 수정된 PCR 값을 나타낸다.

DTV 시스템에서는 보통 27 MHz의 시스템 클럭을 사용하므로, 지연 시간 ΔPCR 은 27 MHz의 시스템 클럭의 값으로 계산된다. 그러므로, 식 (6)을 수행하기 위해서는 먼저 PCR_{org} 의 값을 다음과 같이 27 MHz의 값으로 다음과 같이 환산하여 한다.

$$PCR_{org_27MHz} = PCR_{org_bs} \times 300 + PCR_{org_ext} \quad (7)$$

식 (7)에서 27 MHz의 클럭 값으로 환산된 PCR 값에 지연으로 발생한 PCR 값을 식 (6)를 이용하여 보정해 주며, 다음과 같이 나타낸다.

$$PCR_{corr_27MHz} = PCR_{org_27MHz} + \Delta PCR_{27MHz} \quad (8)$$

여기서 구한 PCR_{corr_27MHz} 도 역시 27 MHz의 클럭 값이므로, 실제 스트림에 삽입하여 보정하기 위해서는 다음과 같은 연산이 필요하다. 즉, 보정된 PCR 값에 300으로 나누어서 90 kHz의 클럭 값인 PCR_{corr_bs} 와 27 MHz의 클럭 값인 PCR_{corr_ext} 으로 각각 구해서 시스템 다중화된 스트림에 삽입하여 보정한다.

$$PCR_{corr_bs} = (PCR_{corr_27MHz} \text{ DIV } 300) \% 2^{33}$$

$$PCR_{corr_ext} = (PCR_{corr_27MHz} \text{ DIV } 1) \% 300 \quad (12)$$

이와 같은 방법에 의해서 프로그램들은 다중화할 경우에 발생하는 틀어진 PCR 값을 보정할 수 있다. 그러나, 이러한 방법이 PCR 보정을 정확히 수행하는 방법이지만, PCR 보정 과정에서 곱셈 및 나눗셈과 같은 연산을 필요로하여 구현의 복잡성을 초래할 뿐 아니라, 그로 인하여 전송 시스템에서의 더 많은 시간 지연을 유발시킨다.

III. 제안된 효율적인 PCR 보정 방법

본 논문에서는 상기와 같이 PCR 지터를 보정하는 효율적인 새로운 방법을 제안한다. 이 방법은 기존의 방법에 비해서 연산량을 줄여서 구현이 용이하며, 그로 인한 송신시스템에서의 스트림의 전송 지연 시간을 줄여 준다. 그림 3은 새롭게 제안된 PCR 보정 방법의 기능구성도를 보여 준다.

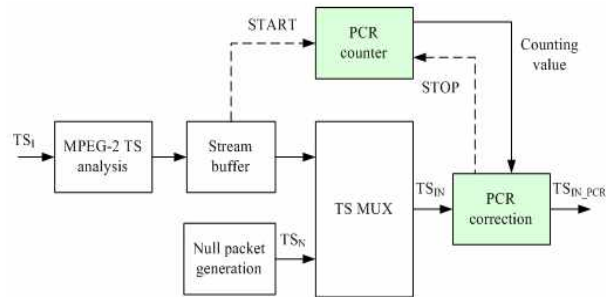


그림 3. 제안한 PCR 보정을 위한 기능구성도
Fig. 3. Proposed PCR correction structure

먼저 입력되는 MPEG-2 TS의 내부에 존재하는 PSI, 즉, PAT, PMT를 분석하여 PCR 값을 가지고 있는 패킷을 찾아 낸다. 이는 각 패킷의 헤더가 가지고 있는 PID의 검사에 의해서 알 수 있다. 입력된 TS는 분석 후, 널 패킷과의 다중화를 위해서 잠시 스트림 버퍼에 잠시 저장된다. 그러한 과정에서 PCR 값이 존재하는 스트림이 입력되면, 스트림 버퍼에 저장됨과 동시에 PCR 카운터의 시작을 알리는 START 신호를 생성한다. 이 START 신호는 PCR 카운터 보내어 지며 PCR 카운터에서 이 신호가 감지되면, 90 kHz 및 27 MHz에 각각 동기된 카운터를 동작시킨다.

TS 다중화기에서는 스트림 버퍼에 입력된 스트림이 있으면 입력된 스트림을 읽어가고, 없으면 목표 전송율 제어에 따라서 널 패킷을 삽입한다. 이와 같이 다중화된 스트림은 PCR 보정 과정을 수행하는데, PCR이 존재하는 스트림이 보정부로 입력되면 PCR 카운터를 중지하고 현재까지 카운트된 값을 읽는다. 이 때, PCR 카운터를 중지시키기 위해서 STOP 신호를 보낸다. 카운트된 값은 90 kHz 및 27 MHz의 클럭에 각각 동기화된 값으로써, 스트림 버퍼에 PCR 값을 가진 스트림이 완전히 저장된 후부터 동작하여 다중화된 시점까지의 값이 된다. 만약, TS 다중화기에서 지연이 없으면 PCR 값을 가진 스트림이 저장되고 바로 출력되어서 다중화되기 때문에, 카운트된 값은 스트림이 진행되는 과정에서 발생하는 절대 시간에 상응하는 값이 된다. 최종적으로 PCR 보정 알고리즘에서 절대 시간에 상응하는 값은 전체 보정 값에서 제외하기 때문에 이러한 경우에 지연된 값은 존재하지 않게 된다. 그러나, 목표 전송율을 맞추기 위해서 널 패킷이 추가 되는 경우에는 널 패킷이 TS 다중화기에 입력되는 동안에 저장이 완료된 스트림은 스트림 버퍼에서 시간 지연이 발생한다.

스트림 버퍼에서 다중화로 인해서 시간 지연이 발생하면, PCR 카운터에서 절대 소요 시간을 제외 하더라도 지연으로 인한 카운트된 값은 존재하게 된다. 카운트된 값은 90 kHz 및 27 MHz 의 클럭에 동기된 두 종류의 값이다. 이는 앞 절에서 설명하였듯이, MPEG-2 스트림에서 PCR 값이 90 kHz 에 관련된 PCR 기본과 27 MHz와 관련이 있는 PCR 확장을 각각 가지고 있으므로, 이에 각각 상응하는 값으로 PCR 값을 보정해 주기 위해서이다. 그래서, PCR 보정부에서 감지된 PCR 값을 가진 스트림에서 각각의 PCR 기본 와 PCR 확장에 해당되는 값을 추

출하여 지연 시간에 해당하는 PCR 카운트 값을 더해 주며, 관련된 수식은 다음과 같다.

$$PCR_{corr_bs} = PCR_{org_bs} + C_{90kHz} + Carry \tag{13}$$

$$PCR_{corr_ext} = PCR_{org_ext} + C_{27MHz} \tag{14}$$

여기서 PCR_{org_bs} 와 PCR_{org_ext} 는 PCR 보정 과정에서 PCR 값이 존재하는 스트림에서 추출한 원래의 PCR 값이며, PCR_{corr_bs} 와 PCR_{corr_ext} 는 보정된 PCR 값이다. 또한, C_{90kHz} 와 C_{27MHz} 는 PCR 값을 가진 스트림이 감지된 순간의 카운터에서 읽은 값이다.

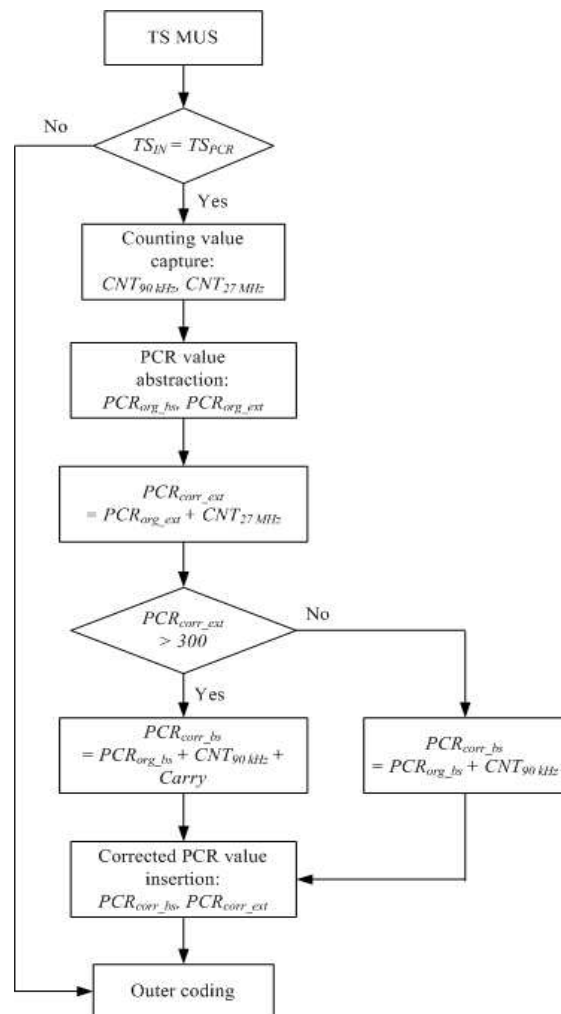


그림 4. 제안한 PCR 보정을 위한 신호 흐름도
Fig. 4. Proposed PCR correction flow chart

수식 (14)에서 보듯이, PCR_{corr_ext} 값이 계산에서 오버플로우가 발생하면 해당되는 오버플로우 된 Carry 값 (Carry: 1)을 PCR_{corr_bs} 에 더해 주어야 한다. Carry값은 PCR_{corr_ext} 의 값이 300을 넘는 순간 발생하게 된다. 계산이 모두 끝나면 다중화 버퍼에서의 절대 지연 시간과 스트림의 헤더에서 각각의 스트림을 구별하기 위해 사용되는 PID를 읽는데 필요한 절대 지연 시간을 빼준다. 이와 같은 절대 시간은 시스템 설계자의 설계 의도에 따라 다르게 되며, 본 논문에서는 고려하지 않는다. 이와 같이 제안된 PCR 보정 방법은 PCR 기본과 PCR 확장으로 나누어서 각각 보정해 줌으로써, 곱셈, 나눗셈과 같은 복잡한 연산을 할 필요가 없게 된다. 그림 4에서 제안된 PCR 보정 방법에 대한 일련의 과정을 설명하고 있다.

또한, 본 논문에서 제안하고 있는 PCR 지터를 보정하기 위해 필요하여 설계된 PCR 카운터의 기능 블록도는 그림 5와 같다.

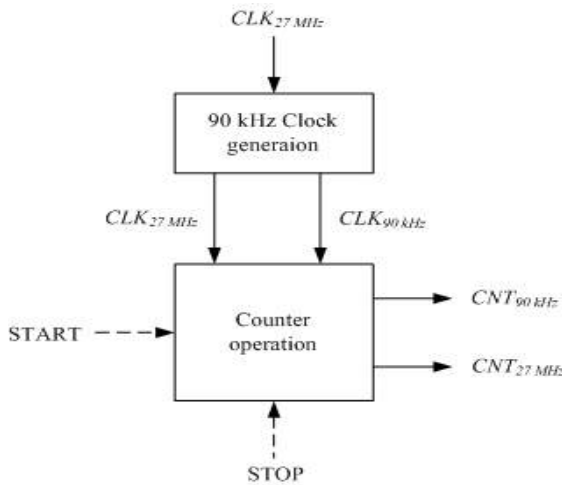


그림 5. 제안한 클럭 분주 구성도
Fig. 5. Structure of proposed clock divider

먼저 주 시스템 클럭인 27 MHz의 클럭 (CLK_{27MHz})을 받아서 27 MHz 클럭에 동기된 90 kHz의 클럭 (CLK_{90kHz})을 발생시킨다. 카운터 동작부에서는 PCR 값을 가진 스트림이 버퍼에 저장되어 발생하는 START 신호가 입력되면 27 MHz와 90 kHz의 클럭에 동기되어 카운트한 값 (CNT_{27MHz} , CNT_{90kHz})을 각각 발생시킨다. 두 클럭이 서로 동기되어 카운트를 시작하고 중지하는 방법은 그림 6에 나타나 있다. 90 kHz

의 카운트가 증가할 때마다 27 MHz의 카운트는 초기화하여 처음부터 카운트가 시작하게 한다. 이러한 방법은 시계의 시간과 분의 특성을 이용한 것으로써, 지연이 발생하는 특정의 시점에 대한 시간 정보를 정확하게 알아 낼 수 있다. 그림 7은 PCR 카운터가 동작되는 신호의 흐름을 설명하고 있다.

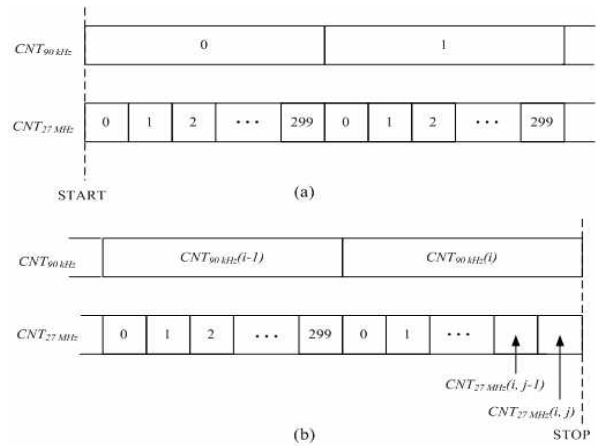


그림 6. 카운터의 동작 상태;(a) 시작상태, (b)정지상태
Fig. 6. Counter operation status; (a)start, (b) stop

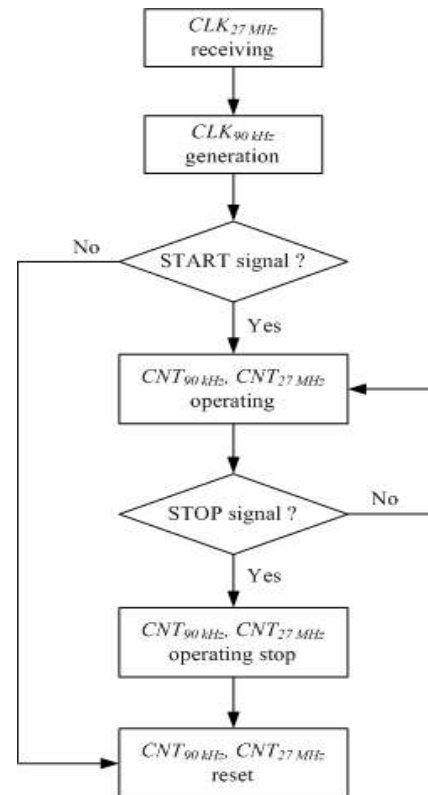


그림 7. 제안한 카운터의 동작 흐름도
Fig. 7. Proposed counter flow chart

표 1. FPGA 상에서의 구현을 통한 기존 방법과 제안된 방법 비교

Table 1. Comparison of the conventional method and the proposed method by implementing on FPGA

	기존 방법	제안된 방법
관련 수식	$PCR_{org_27MHz} =$ $PCR_{org_bs} \times 300 + PCR_{org_ext}$ $PCR_{corr_27MHz} =$ $PCR_{org_27MHz} + \Delta PCR_{27MHz}$ $PCR_{corr_bs} =$ $(PCR_{corr_27MHz} \text{ DIV } 300) \% 2^{33}$ $PCR_{corr_ext} =$ $(PCR_{corr_27MHz} \text{ DIV } 1) \% 300$	$PCR_{corr_bs} =$ $PCR_{org_bs} + C_{90kHz} + Carry$ $PCR_{corr_ext} =$ $PCR_{org_ext} + C_{27MHz}$
사용된 연산	$\times, \div, +$	$+$
사용된 로직의 수	2,254	204

IV. 실험 및 결과

본 논문에서는 모의실험을 통하여 제안된 PCR 보정 방법을 사용했을 경우의 PCR 값의 변화된 상태를 살펴 보았다. 모의실험에서는 제안된 보정 방법을 검증하기 위해서 임의로 MPEG-2 스트림 내의 PCR 값을 틀어 놓은 데이터를 사용하였다. 실험을 위한 데이터는 그림 8에서 점선으로 표시하였다. 또한 제안된 보정 방법에 의해서 보정된 PCR 값은 그림 8에서 실선으로 표시하였다. 즉, 그림 8은 전송을 제어 과정에서 발생한 PCR 값의 지터에 의한 PCR 오차값과 제안된 PCR 보정 방법에 의한 PCR 오차값을 동시에 보여 준다.

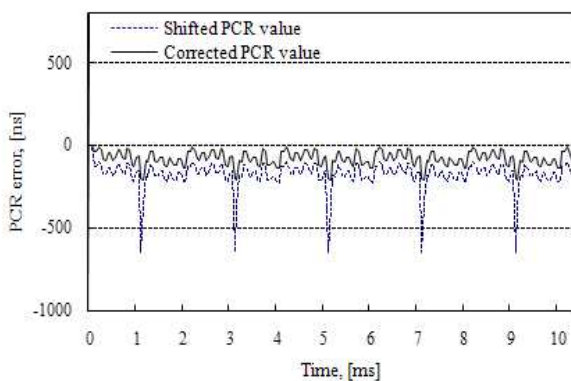


그림 8. 제안한 방법에 의한 PCR 보정
Fig. 8. PCR correction by the proposed method

MPEG-2 시스템 규격에서는 PCR 값의 부정확성과 불연속으로 인한 PCR의 허용오차를 ± 500 ns 이내로 권고하고 있으므로, 그림 8에서 보듯이, 제안된 방법에 의한 PCR 값이 정상적으로 보정됨을 알 수 있다. 또한, FPGA 상에서의 구현을 통해서 기존의 일반적인 PCR 보정 방법과 제안된 방법을 비교하여 그 결과를 표 I에 나타내었다. 표 I를 통해서 제안된 방법이 기존의 방법에 비해 연산량이 줄어 들어서 로직 엘리먼트의 소모량이 적음을 알 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 디지털방송 시스템에서 디지털 콘텐츠의 재사용의 경우, 목표 전송율을 맞추는 과정에서 발생한 PCR 값의 틀어짐 현상을 보정하는 새로운 방법을 제안하였다. 이 방법은 다중화 지연으로 발생한 PCR 보상 값을 PCR 기본 값과 PCR 확장 값으로 각각 구해서 보상해 줌으로써, 곱셈, 나눗셈과 같은 복잡한 연산이 필요없어 구현이 간단하며, 전송 시스템에서의 시간 지연을 줄일 수 있는 장점이 있다. 그로 인해 이러한 방법은 기존의 PCR 보정 방법에 비해서 구현시에 자원의 소모를 최소화하는 것이 가능하다. 또한, 모의실험을 통해서 제안된 방법을 검증하였다.

본 논문에서 제안한 PCR 보정 방법은 DTV뿐만 아니라

라 IPTV, DMB 등 디지털방송 서비스가 활성화되어 사용자에게 다양한 방송 콘텐츠를 제공하기 위해서 미리 제작된 콘텐츠를 다시 사용하고자 할 때 유용하게 활용될 수 있을 것이라 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] Y. Wu, E. Pliszka, B. Caron, P. Bouchard, and G. Chouinard, "Comparison of Terrestrial DTV Transmission Systems: The ATSC 8-VSB, the DVB-T COFDM, and the ISDB-T BST-OFDM," *IEEE Transactions on Broadcasting*, vol. 46, no. 2, pp. 101-113, June 2000.
- [2] B. Bae, J. Yun, Y. Hahm, S. Lee, B. Ahn, and K. Sohng, "Real-Time Re-transmission from ATSC to OpenCable," *IEICE Trans. Fundamentals*, vol. E87-A, no.6, pp.1524-1526, June 2004.
- [3] S. Cho, G. Lee, B. Bae, et al., "System and Services of Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting (T-DMB)," *IEEE Trans. Broadcasting*, vol.53, no.1, pp.171-177, March 2007.
- [4] ISO/IEC JTC1, Information Technology - Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information, Part1: System International Standard (IS), ISO/IEC13818-1, November 1994.
- [5] S. I. Lee, S. B. Cho, J. H. Kim, H. H. Jeon and D. G. Oh, "Implementation of MPEG-2 TS Remultiplexer and Data Transport Unit for HDTV Satellite Broadcasting," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol.43, no.3, pp.324-329, August 1997.
- [6] L. Longfei, Y. Songyu and W. Xingdong, "Implementation of a New MPEG-2 Transport Stream Processor for Digital Television Broadcasting," *IEEE Transactions on Broadcasting*, vol.48, no.4, pp.348-352, December 2002.
- [7] 김재곤, 김진웅, 이영선, "MPEG-2 운송비트열 재다중화기의 PCR 수정기 설계," *신호처리합동학술대회 논문지*, 제 9권 1호, pp.1091-1094, 1996년 9월.

저자 소개

배 병 준(정회원)



- 1995년 : 경북대학교 전자공학과 학사
- 1997년 : 경북대학교 전자공학과 석사
- 2006년 : 경북대학교 전자공학과 박사
- 1997년 ~ 2000년 : LG전자 DTV 연구소 주임연구원
- 2000년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 선임연구원

<주관심분야 : 디지털신호처리, 디지털방송시스템, 모바일방송시스템>

김 윤 세(정회원)



- 1997년 : 대구대학교 전자계산학과 석사
- 1995년 ~ 1996년 : 한솔전자 고객지원센터장
- 1996년 ~ 1997년 : 한국디지텍 기술과장
- 1998년 ~ 2002년 : (주)한국데이터통신 대표이사

• 2002년 ~ 현재 : 탐라대학교 학술정보원 총괄책임

<주관심분야 : 컴퓨터 프로그래밍, 데이터 베이스, RFID, Zigbee>