

특집논문-03-08-3-04

## 지상파 DMB를 위한 효율적인 비트오류율 측정시스템

김상훈\*, 임중곤\*, 김만식\*, 이종화\*

### Effective BER Measurement System for Terrestrial DMB

Sang-Hun Kim\*, Zung-Kon Yim\*, Man-Sik Kim\* and Jong-Hwa Lee\*

#### 요 약

최근 디지털 멀티미디어 방송 기술의 발전에 따라 기존 아날로그 방송의 디지털화가 추진되고 있다. 라디오 방송의 경우 국내에서는 Eureka-147 DAB(Digital Audio Broadcasting)시스템을 디지털 라디오 방송 방식으로 결정하였다. DAB는 CD 수준의 고품질 오디오는 물론 다양한 데이터 서비스, 우수한 이동수신 성능 등을 제공할 수 있으며, 국내에서는 DAB를 이용한 동영상 멀티미디어 서비스의 특성을 강조하기 위해 DMB(Digital Multimedia Broadcasting)로 개칭하였다. 디지털 방송의 경우 송신기 커버리지와 수신 품질을 조사하는데 있어서 비트오류율(BER : Bit Error Rate) 측정이 필수적이다. 본 논문에서는 지상파 DMB에서의 비트오류율 측정을 위한 효율적인 서브채널 데이터 구조와 알고리즘을 제안하고 실험을 통해 검증하였다. 제안된 방법은 비트오류율 측정을 위한 동기화가 용이한 장점이 있고, 특히 수신에 실패한 CIF(Common Interleaved Frame)의 수를 알아내어 포함된 비트들을 오류로 분류함으로써 정확한 측정 결과를 제공할 수 있다. 이러한 장점으로 인하여 제안된 측정 시스템은 이동 수신으로 인한 채널상황에 변화가 많은 DMB에 더욱 유용하게 적용될 수 있다.

#### Abstract

Recently, the transition from conventional analog broadcasting to digital broadcasting has been proceeding as a result of the advance in digital multimedia broadcasting technique. In radio broadcasting, Eureka-147 DAB(Digital Audio Broadcasting) was decided as the standard system of digital radio broadcasting in Korea. In addition to CD quality audio, a variety of data services and excellent performance in mobile reception can be served by DAB, and DAB was evolved into DMB(Digital Multimedia Broadcasting) in Korea for the purpose of emphasizing moving picture multimedia service by DAB. In case of digital broadcasting, it is absolutely essential to measure the BER(Bit Error Rate) in the received signal in order to evaluate the coverage obtained by a transmitter and the quality of the received signal. In this paper, we propose efficient subchannel data structure and BER measurement algorithm, and then verify it by laboratory experiments. With a proposed method, the synchronization for BER measurement is easily obtained and especially the exact results can be obtained by classifying the lost bits which are included in the reception-failed CIFs(Common Interleaved Frame) into errors. This makes the proposed BER measurement system especially appropriate to DMB in which the frequent changes in channel status caused by mobile reception environment exist.

#### I. 서론

\* 한국방송 기술연구소

\* Technical Research Institute, Korean Broadcasting System(KBS)

최근 전 세계적으로 방송, 통신 및 컴퓨터를 결합하는

디지털 멀티미디어 방송 기술의 발전에 따라 기존 아날로그 방송의 디지털화가 추진되고 있다. 텔레비전 방송은 디지털 고선명(High Definition) 텔레비전의 도입을 통하여 디지털화가 진행중이며, 라디오 방송의 경우 디지털 음성 방송의 도입을 통한 디지털화가 진행중이다. 디지털 라디오 방송의 경우 현재 미국, 일본, 유럽 등에서 이미 표준화 및 상용화를 위한 시도가 이루어지고 있으며, 국내에서도 유럽의 Eureka-147 프로젝트의 일환으로 개발된 DAB<sup>[1]</sup>를 디지털 라디오 방송 방식으로 결정하였다. 기존의 라디오 방송의 개념은 DAB의 도입으로 인하여 '듣는 방송'에서 '보고 듣는 방송'으로 확장되었으며, 음악방송 외에도 뉴스, 교통정보, 기상정보, 지리위치정보, 동영상 정보 등 다양한 멀티미디어 정보를 문자와 그래픽 형태로 전송할 수 있게 되었다<sup>[2]</sup>.

오디오 위주의 디지털 라디오 방송의 개념인 DAB가 동영상을 포함한 멀티미디어 정보전송이 가능하도록 기술발전이 이루어지면서 국내에서는 멀티미디어 방송의 특성을 살리고자 DMB로 개칭하여 사용하게 되었다. 정보통신부의 DMB 추진일정에 따르면 2003년 11월에는 오디오와 일부 데이터 서비스를 중심으로 수도권 지역에서 본 방송이 실시될 예정이며, 2004년 하반기에는 동영상을 포함한 멀티미디어 서비스가 실시될 예정이다.

현재 국내 DMB 방송 규격 표준화는 정보통신부에서 지원하는 민간 표준화 단체인 차세대 디지털방송 표준포럼의 DMB분과에서 표준안을 작성하고, TTA(Telecommunications Technology Association)에서 표준안을 승인하는 절차로 진행되고 있다. DMB분과의 Eureka-147 서비스 기술위원회에서 무선설비 기술기준, DMB 송수신 정합표준, DMB 데이터 송수신 정합표준에 관련된 표준안을, MPEG-4 멀티미디어 서비스 기술위원회에서 DMB 비디오 송수신 정합표준안을 완료하였거나 진행 중에 있다.

DMB 비디오 송수신 정합표준안에서는 국내 동영상 멀티미디어 서비스를 위한 비디오 압축방식으로 MPEG-4 Part10 / H.264 baseline profile level 1.3을, 오디오 압축방식으로 BSAC(Bit Sliced Arithmetic Coding)을, 시스템 기술규격으로 BiFS(Binary Format for Scenes) Core2D profile을 결정하였다. 시스템 레벨의 다중화는 MPEG-4 SL(Sync Layer)과 MPEG-2 TS(Transport Stream)를, 채널 부호화는 RS(204,188)(Reed-Solomon Coding)와 길쌈 인터리브(Convolutional Interleave)를 사용한다. 비디오의 전송은 DAB 스트림 모드를 이용하고, 동영상 서

비스를 위하여 요구되는 비트오류율 성능은  $10^{-8}$ 이하이다<sup>[3]</sup>.

아날로그 방송의 경우 송신기에 의한 커버리지를 조사하는데 있어서는 전계강도만을 측정하는 것으로도 충분하다고 인식되어왔다. 그러나 디지털 방송의 경우는 수신된 신호의 비트오류율을 측정하는 것이 필수적이다<sup>[4]</sup>.

비트오류율을 측정하기 위해서는 특정한 패턴을 갖는 테스트 신호를 전송하고, 수신측에서 특정한 패턴의 신호와 실제 수신된 신호를 비교하는 과정이 필요하다. 테스트 신호를 전송하지 않고 비트오류율을 측정하기 위하여 의사 채널 비트오류율(Pseudo channel BER)이 제안되었다. 비터비 복호화기(Viterbi decoder)의 입력을 버퍼에 저장하고, 비터비 복호화기의 출력을 다시 부호화하여 그 결과를 저장된 비터비 복호화기의 입력과 비교한다. 둘 사이의 차이는 전송 채널상의 오류를 의미하고 비트 오류로 분류된다<sup>[4]</sup>. 이 방법은 테스트 신호 전송으로 인한 대역폭 낭비가 없고 방송 중에도 측정할 수 있다는 장점이 있는 반면, 이동 속도와 주변 환경에 따라 예측치와 실제 비트오류율 사이의 차이가 증가하는 단점이 있다. 이는 전송채널 환경에 따라 비터비 복호화기에 의해 정정될 수 있는 비트 오류의 수가 한정되어 있고, 수신에 실패한 CIF를 비트오류율 측정에 반영할 수 없는 방법상의 한계 때문이다.

유럽의 DAB 초창기에는 DAB와 관련된 여러 회사에서 비트오류율 측정 시스템을 제공하였으나, 오디오 위주(비트오류율 성능  $10^{-4}$ )의 서비스에 대한 검증을 마치고 현재는 모두 단종된 상태이다. 그러므로 국내의 DMB를 이용한 동영상 서비스 도입에 앞서 비트오류율을 측정하기 위해서는 측정 시스템의 개발이 요구된다.

본 논문에서는 지상파 DMB를 위한 실시간 비트오류율 측정 시스템과 이를 PC기반에서 구현하기 위한 효율적인 데이터 구조와 알고리즘을 제안하고 검증하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서 효율적인 비트오류율 측정을 위하여 제안된 서브채널 데이터 구조와 측정 알고리즘에 대하여 기술한다. III장에서 실험에 사용된 시스템 구성을 설명하고, 제안된 방법을 이용한 실험결과를 보이며, 마지막으로 IV장에서 결론을 맺는다.

## II. 제안된 데이터 구조와 비트오류율 측정 알고리즘

### 1. 서브채널 데이터 구조

비트오류율 측정을 위하여 제안된 서브채널 데이터 구조는 그림 1과 같다.

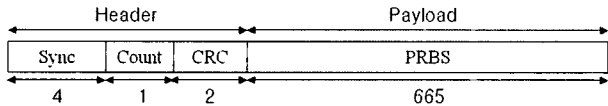


그림 1. 제안된 서브채널 데이터 구조  
Fig. 1. Proposed subchannel data structure

DAB에서는 8kbps의 정수배인 임의의 비트율로 서브채널 전송이 가능하지만 측정에는 224kbps를 사용하였다. 224kbps 비트율에서 CIF의 서브채널에 포함되는 데이터는 672바이트이다. 672바이트의 데이터를 7바이트의 헤더와 665바이트의 페이로드로 구분한다. 헤더는 4바이트의 동기 정보, 1바이트의 CIF 카운트정보, 2바이트의 CRC(Cyclic

Redundancy Check) 정보로 구성된다. 먼저 4바이트의 동기정보는 수신된 PRBS(Pseudo Random Binary Sequence) 데이터와 PC에서 로컬로 생성된 기준 PRBS 데이터 사이의 동기화를 위하여 사용된다. 1바이트의 CIF 카운트 정보는 수신되는 데이터들이 몇 번째 CIF에 속하는지를 나타낸다. 이 정보는 전송채널상의 문제로 수신되지 못한 CIF의 개수를 계산하는데 이용된다. 헤더의 마지막에 위치한 2바이트의 CRC 정보는 CIF 카운트 정보에 대한 것이며, 이를 이용하면 오류가 없는 CIF 카운트 정보만을 비트오류율 측정에 이용할 수 있다. 이와 같이 제안된 데이터 구조는 측정을 위한 동기화를 용이하게 하고, 채널상황 변화에도 강한 측정결과를 제공할 수 있게 한다.

### 2. 비트오류율 측정 알고리즘

제안된 비트오류율 측정 알고리즘의 전체적인 개요도는 그림 2와 같다.

제안된 알고리즘은 전처리부, 수신기 제어부, 데이터 수신부, 비트오류율 측정부의 4부분으로 구성된다.

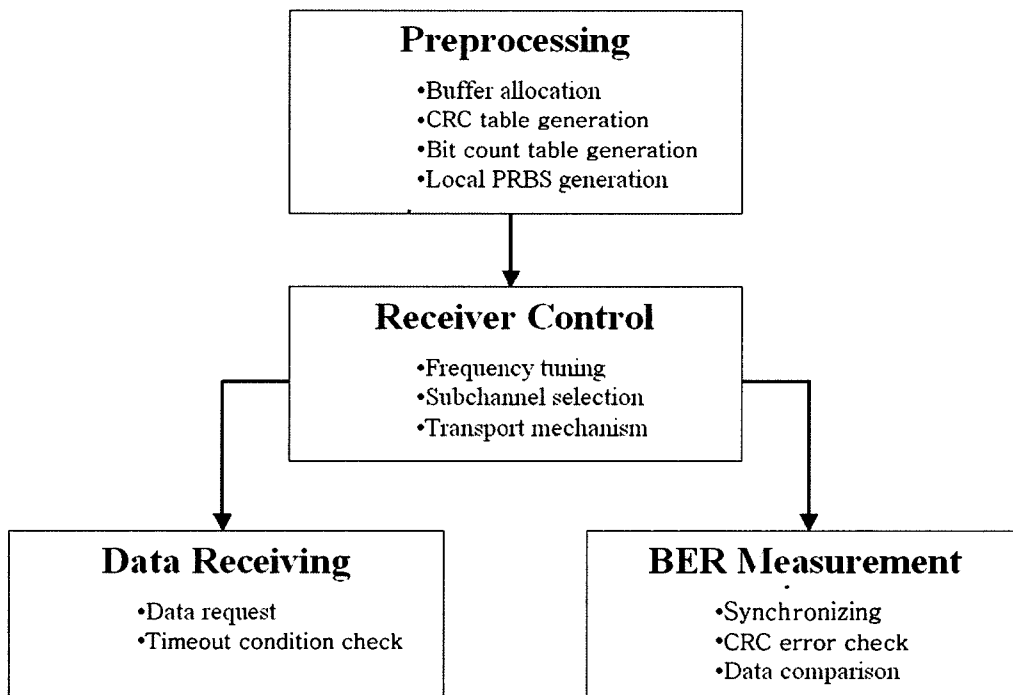


그림 2. 제안된 알고리즘의 개요도  
Fig. 2. Overview of proposed algorithm

전처리부는 PRBS 데이터를 포함하는 서브채널을 실시간으로 저장하기 위한 버퍼를 할당하는 버퍼 할당부, CRC 오류검사 속도를 빠르게 하기 위한 CRC 테이블 생성부, 수신된 PRBS 데이터와 로컬로 생성된 기준 PRBS 데이터의 비교 후 에러의 개수를 고속으로 카운트하기 위한 비트 카운트 테이블 생성부, 그리고 수신된 데이터와 비교하기 위한 기준 데이터를 생성하는 로컬 PRBS 데이터 생성부로 구성되어 있다. 버퍼 할당부에서는 PRBS 데이터를 저장하기 위한 서브채널 크기 정수배의 버퍼를 할당한다. 수신된 PRBS 데이터는 서브채널 단위로 버퍼에 저장되고, 비트오류율 측정도 서브채널 단위로 이루어진다. CRC 테이블 생성부에서는 CIF 카운트 정보로 가능한 값들에 대한 CRC 값을 미리 계산하여 테이블에 저장한다. 생성된 테이블은 CRC 검사 과정에서 CRC를 생성하는 시간을 단축하는데 사용된다. 비트오류율 측정을 위하여 버퍼에 저장된 수신 PRBS 데이터와 기준 PRBS 데이터를 바이트 단위의 XOR 연산을 이용하여 비교한다. 연산 결과에 포함된 1의 개수는 수신된 데이터에 포함되어 있는 오류 비트수를 의미한다. 이러한 과정은 매 바이트마다 행해져야 하므로 시간단축을 위한 고려가 필요하다. 이를 위하여 비트 카운트 테이블 생성부에서는 연산결과로 가능한 0부터 255까지의 데이터에 포함된 1의 개수를 미리 계산하여 테이블에 저장한다. 로컬 PRBS 데이터 생성부에서는 비트오류율 측정에서 기준 데이터로 사용될 PRBS 데이터를 서브채널 크기만큼 미리 생성하여 저장하고, 필요할 때 바이트 단위의 참조가 가능하도록 한다. 전처리부는 이러한 부가정보들을 생성하여 비트오류율 측정을 위한 연산 속도를 높여준다. 이는 수신속도와 연산속도의 차이로 인한 버퍼의 넘침(Overflow)을 방지한다.

전처리가 끝나면 원하는 PRBS 데이터를 포함하는 서브채널만을 가져올 수 있도록 수신기를 제어한다. 수신기 제어부는 주파수 튜닝부, 서브채널 선택부, 전송 매커니즘 선택부로 구성되어 있다. 수신기 제어명령은 유럽 표준 EN 50320에 정의된 DCSR(DAB Command Set for Receivers)<sup>[5]</sup>에 따르며, 제안된 비트오류율 측정 시스템에서는 DCSR을 이용할 수 있도록 제공되는 상용 API(Application Programming Interface)를 이용한다.

전처리와 수신기 제어가 끝나면 비트오류율 측정을 시작한다. 비트오류율의 측정은 데이터 수신부와 비트오류율 측정부에서 이루어진다. 데이터 수신부에서는 수신 데이터

를 버퍼에 저장하고, 비트오류율 측정부에서는 버퍼에 저장된 데이터를 이용하여 비트오류율을 측정한다. 이 두 가지 일은 동시에 수행되어야 하므로 스레드(Thread)를 이용한다.

데이터 수신부는 데이터 요청부와 타임아웃 검사부로 구성되어 있다. 데이터 요청부에서는 수신기에 PRBS 데이터가 포함된 서브채널 전송을 요청한다. 데이터를 요청하면 수신기는 매 24ms 마다 서브채널 크기만큼의 데이터를 PC로 전송하고, 이 데이터는 수신 버퍼에 저장된다. 데이터 요청 후 일정 시간 동안 수신기로부터 응답이 없다면 타임아웃 상태가 된다. 타임아웃 검사부에서는 측정 과정에서의 타임아웃 여부를 검사하며, 타임아웃이 발생하면 수신기 제어부로 제어권을 넘긴다.

비트오류율 측정부는 동기화부, CRC 오류 검사부, 데이터 비교부로 구성되어 있다. 동기화부에서는 비트오류율 측정에 앞서, 수신된 데이터와 기준 데이터 사이의 동기화를 위하여 수신된 데이터의 헤더에 삽입되어 있는 동기신호를 찾는다. 동기신호는 0xFF, 0xFE, 0xFD, 0xFC의 4바이트로 구성되어 있다. 정확한 측정 결과를 위하여 전송된 CIF들 중 수신에 실패한 CIF의 개수를 알아내어 여기에 포함된 비트들을 오류로 분류하는 과정이 필요하다. 특히 이는 DMB와 같이 이동수신으로 인한 채널 특성변화가 심한 경우에는 비트오류율 측정결과와 신뢰도와의 직결되는 문제여서 대단히 중요한 일이다. 이를 위하여 CIF 카운트 정보를 전송하게 되는데 부정확한 CIF 카운트 정보의 사용은 수신되지 못한 CIF 개수에 대한 부정확한 정보를 주고, 이는 부정확한 비트오류율 측정 결과로 이어진다. 이를 방지하기 위하여 CIF 카운트 정보에 대한 CRC를 같이 전송하여 CRC 오류 검사부에서 오류가 없다고 결정된 CIF 카운트 정보만을 비트오류율 측정에 이용한다. 두 개의 연속된 오류없는 CIF 카운트 정보의 차이는 두 CIF 사이에 수신되어야 했던 CIF 개수를 알려준다. 여기에는 실제로 수신에 실패한 CIF는 물론, 수신에 성공은 하였지만 CIF 카운트 정보에 오류가 존재하는 CIF도 포함되어 있다. 후자의 경우에는 일반적인 비트오류율 측정과정을 수행할 수 있으므로 수신에 실패한 CIF에서 제외되어야 한다. 그러므로 두 개의 CIF 카운트 정보의 차이 값에서 CIF 카운트 정보에 오류가 존재하는 CIF의 수를 빼면, 전송은 되었지만 수신에는 실패한 CIF의 수를 얻을 수 있다. 데이터 비교부에서는 서브채널 크기단위로 비트오류율 측정을 수행한다. 수행도중 동기가 유지되고 있는지를 주기적으로 검사하여 동기

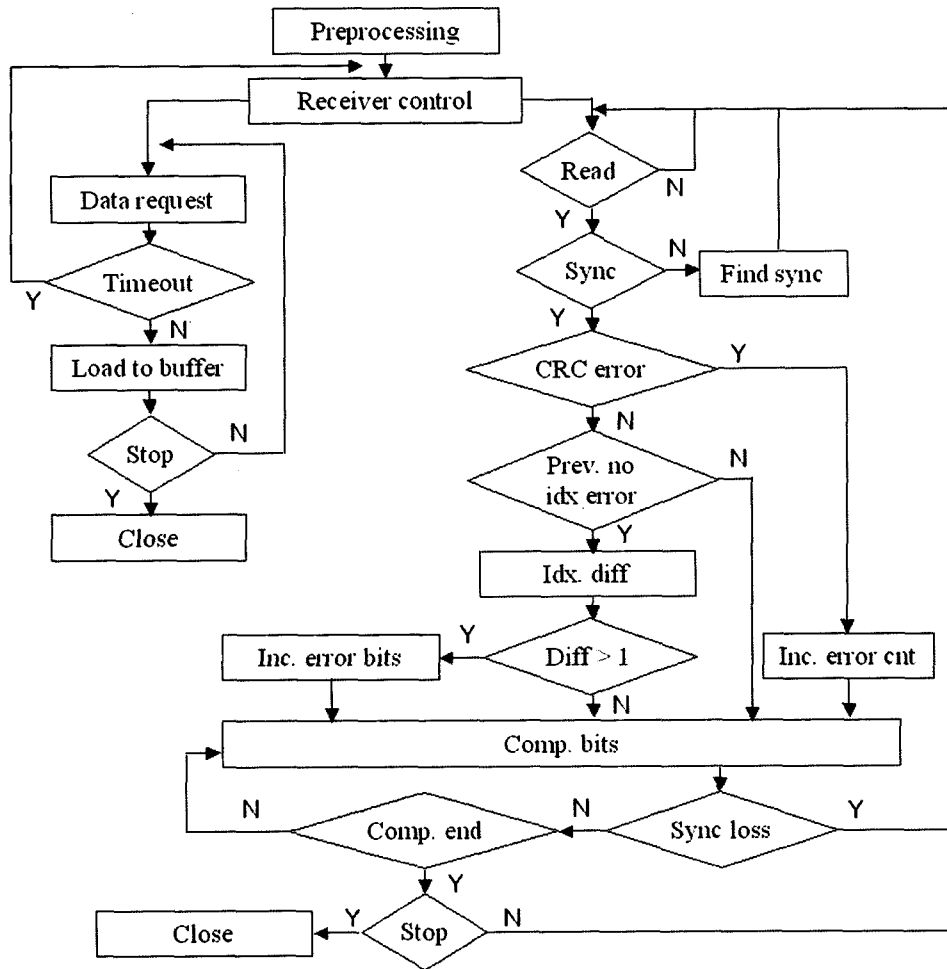


그림 3. 제안된 알고리즘의 흐름도  
Fig. 3. Flow chart of proposed algorithm

를 잃어버린 것으로 결정되면 다시 동기화가 이루어질 때까지 비트오류율 측정을 중단하고 동기화부에 제어권을 넘겨준다.

제안된 알고리즘의 흐름도는 그림 3과 같다. 그림 3의 좌측은 데이터 수신부의 흐름도이고, 우측은 비트오류율 측정부의 흐름도이다.

데이터 수신부에서는 우선 수신기에 데이터 전송을 요청한다. 데이터 요청 후 타임아웃 조건을 검사하여 타임아웃이 발생하면 수신기 제어부로 제어권을 넘긴다. 만일 이때 비트오류율 측정 도중이었다면 다시 수신기와 연결이 이루어질 때까지 측정은 중단된다. 타임아웃이 아닌 경우 수신기로부터 전달된 데이터는 버퍼에 저장된다. 데이터를 버퍼

에 저장한 후, 사용자 메시지를 검사하여 측정중단 메시지가 전달되었다면 종료 루틴을 실행한다. 데이터 수신부는 측정 종료 시까지 계속 반복하여 실행된다.

비트오류율 측정부는 버퍼를 읽는 부분으로 시작된다. 이 과정에서 버퍼에 새로운 데이터가 수신되었는지 확인하여 수신된 데이터가 아직 없거나, 버퍼에 존재하는 데이터들 모두 이미 비트오류율 측정에 사용되었다면 버퍼에 새로운 데이터가 저장될 때까지 기다린다. 수신된 데이터들 중 아직 비트오류율 측정에 사용되지 않은 데이터가 존재한다면 동기화 검사 루틴을 실행한다. 동기화 검사결과 동기화가 되지 않은 상태이면 동기신호를 찾는 루틴을 실행한다. 이 과정은 동기화가 이루어질 때까지 계속하여 반복

된다. 동기화가 이루어지면 CIF 카운트 정보에 대한 CRC 오류를 검사한다. CRC 오류가 존재한다면 이 CIF 카운트 정보를 비트오류율 측정에 이용할 수 없으므로 오류 카운트를 증가시키고, 비트오류율 측정을 시작한다. 만일 오류가 없다고 결정되면 이전에 수신되었던 오류없는 CIF 카운트 정보가 존재하는지를 검사한다. 이전의 오류없는 CIF 카운트 정보정보가 존재하지 않는다면 비트오류율 측정을 위한 데이터 비교를 시작한다. 반대의 경우에는 두 개의 오류없는 CIF 카운트 정보의 차이를 계산한다. 최종적으로, 수신에 실패한 CIF 수를 계산한 결과가 1이면 전송한 모든 CIF를 정상적으로 수신한 것이므로 즉시 비교과정을 수행한다. 만일 결과가 1보다 크다면 그만큼 수신하지 못한 CIF가 존재한 것이므로 여기에 포함된 PRBS 데이터를 모두 비트 오류로 분류한다. 이 과정에서 오류로 분류된 비트들의 수가 동기를 잃어버리는 조건에 해당되는 누적 오류 비트들의 수보다 크다면 해당 조건 전까지의 비트들의 수만큼만 오류로 분류되는데, ITU-T O.150에 의하면 1초 동안 누적된 비트오류율이 0.2보다 크거나 같으면 동기를 잃어버린 것으로 간주된다<sup>[6]</sup>. 수신된 PRBS 데이터와 기준 PRBS 데이터 사이의 비교과정에서 동기가 유지되고 있는지 주기적으로 검사하여 동기를 잃어버렸다면 다시 동기화가 이루어질 때까지 비트오류율 측정을 잠시 중단한다. 동기가 유지되고 있다면 비교루틴 수행 종료 조건을 검사하고, 검사결과에 따라 비교가 완료될 때까지 반복하여 비교루틴을 실행하거나 비교루틴의 수행을 종료한다. 하나의 CIF 내의 서브채널에 포함된 PRBS 데이터들에 대한 비교가 완료되었다면 비교루틴의 수행은 종료된다. 비교루틴의

수행이 종료되면 사용자로부터 비트오류율 측정중단 메시지가 전달되었는지를 검사한다. 측정중단 메시지가 전달된 경우 종료루틴을 수행하고, 그렇지 않은 경우는 비트오류율 측정부를 처음부터 반복하여 실행한다.

### Ⅲ. 실험결과

#### 1. 시스템 구성

비트오류율 측정실험을 위한 전체적인 시스템 구성은 그림 4와 같다.

ITU-T O.150의 기준에 의해 미리 생성된 PRBS 데이터<sup>[6]</sup>를 파일로 저장하여 서버형태의 앙상블 다중화기에 입력한다. 실험에는  $2^{11}-1$  비트의 길이를 갖는 PRBS 데이터를 사용하였다. PRBS 파일을 전송할 서브채널과 부호율(Code rate), 비트율을 설정하고, 전송모드는 국내 지상파 DMB에서 동영상 멀티미디어 데이터의 전송모드로 결정된 스트림 모드를 선택한다. PRBS 데이터의 스트림 모드 전송을 위하여 본 실험에서는 부호율 EEP 3A, 비트율 224kbps를 사용하였다.

앙상블 다중화기는 설정된 환경에서 PRBS 파일을 반복하여 전송한다. 다중화기의 출력인 ETI-NI(Ensemble Transport Interface-Network Independent)<sup>[7]</sup>신호는 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 변조기의 입력으로 들어가서 DAB 전송 시스템에 따라 변조된다. 변조된 신호는 감쇄기를 통과하여 적절한 크기의 신호로 변환

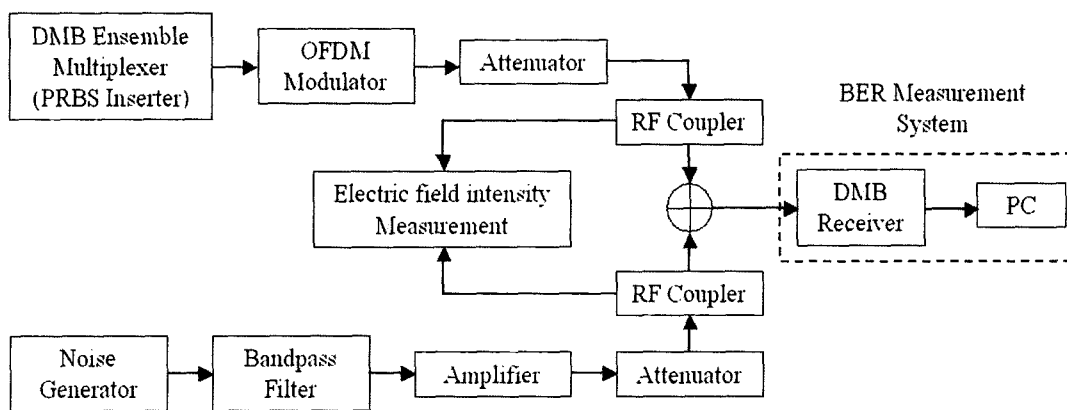


그림 4. 비트오류율 측정실험을 위한 시스템 구성도  
Fig. 4. System organization for the experiment on BER measurement

된다. 잡음발생기의 출력은 대역통과 여파기, 증폭기, 감쇄기를 통과하여 실험에 적합한 잡음으로 변환되고, 감쇄기를 통과한 신호와 합쳐져 비트 오류율 측정시스템으로 전달된다. 비트오류율 측정시스템은 DAB 수신기와 PC로 구성되어 있는데, 수신기에서는 OFDM 신호 복조를, PC에서는 수신기 제어와 비트오류율 측정을 담당한다.

2. 실험결과

데이터 송신부의 앙상블 다중화기는 VDL의 D-Vaudax, OFDM 변조기는 UBS의 DAB Modulator 3000, 잡음발생기는 Agilent의 E4432B, 전계강도 측정기는 RODHE & SCHWARZ의 ESVB를 사용하였다. 비트오류율 측정시스템의 DAB 수신기는 Terratec의 DR-BOX 1이며, PC는 PentiumIV 2GHz, OS로는 Window2000, 512MB RAM의 환경을 갖는다.

C/N값의 변화에 따른 비트오류율 측정결과는 표 1과 같다. 표 1의 BER은 제안된 알고리즘에 의한 비트오류율을, Ref. BER은 정보통신부 고시인 무선설비 기술기준<sup>[8]</sup>에서 송신장치의 기술적 조건에 제시된 이론상의 비트오류율을

의미한다. 그림 5는 표 1의 결과를 그래프로 나타낸 것이다. 무선설비 기술기준에 의하면 부호율이 0.5일 때 신호 대 잡음비는 제시된 값을 기준으로 편차가 1dB이내이어야 한다. 실험결과를 보면 동일한 비트오류율에서 신호 대 잡음비의 편차는 최소 0.1dB에서 최대 0.55dB 정도로 C/N값이 5.0dB일 때를 제외한 모든 비트오류율에서 무선설비 기술기준의 조건을 만족하였다. C/N값이 5.0dB일 때는 이론

표 1. C/N에 따른 기준 비트오류율과 제안된 알고리즘의 비트오류율  
Table 1. Reference BER and BER of proposed algorithm according to C/N

| C/N    | Ref. BER          | BER                   |
|--------|-------------------|-----------------------|
| 5.0 dB | $1 \cdot 10^{-2}$ | N/A                   |
| 5.4 dB | $3 \cdot 10^{-3}$ | $4.156 \cdot 10^{-3}$ |
| 5.8 dB | $1 \cdot 10^{-3}$ | $1.729 \cdot 10^{-3}$ |
| 6.2 dB | $3 \cdot 10^{-4}$ | $6.243 \cdot 10^{-4}$ |
| 6.6 dB | $1 \cdot 10^{-4}$ | $3.102 \cdot 10^{-4}$ |
| 6.9 dB | $3 \cdot 10^{-5}$ | $1.465 \cdot 10^{-4}$ |
| 7.2 dB | $1 \cdot 10^{-5}$ | $6.559 \cdot 10^{-5}$ |
| 7.5 dB | $3 \cdot 10^{-6}$ | $2.695 \cdot 10^{-5}$ |
| 7.8 dB | $1 \cdot 10^{-6}$ | $6.651 \cdot 10^{-6}$ |

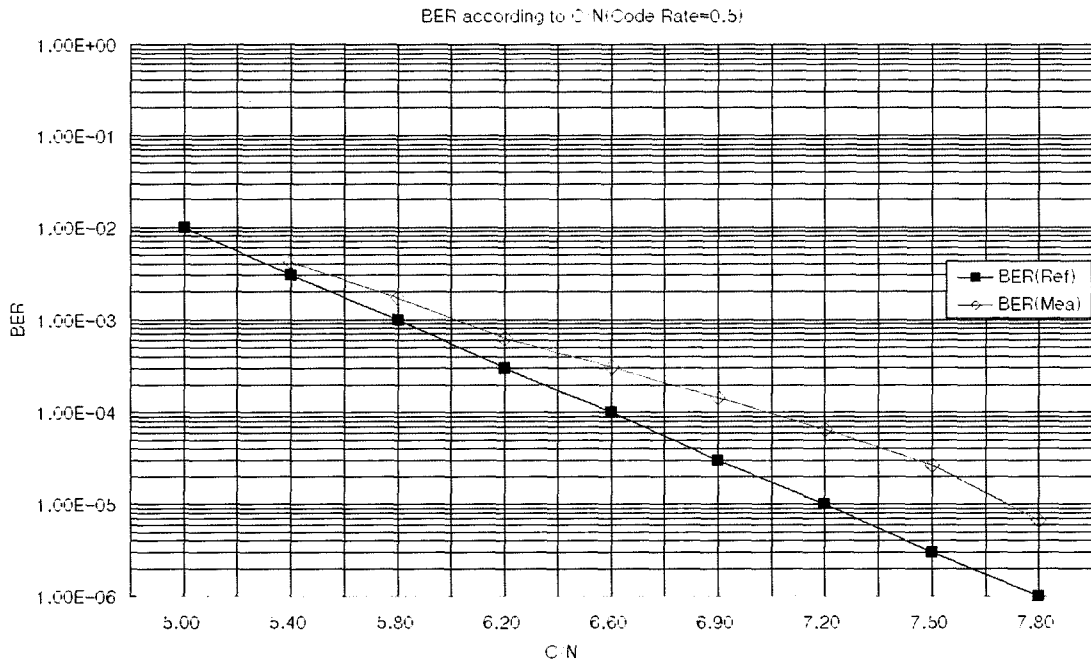


그림 5. C/N에 따른 기준 비트오류율과 제안된 알고리즘에 의한 비트오류율 비교  
Fig. 5. Comparison between reference BER and BER of proposed algorithm according to C/N

상으로는  $10^{-2}$ 의 비트오류율이 되어야 하지만, 실험에서는 수신기가 신호를 인식하여 못하여 측정이 불가능하였다. 오디오 서비스의 기준 비트 오류율인  $10^{-4}$ 에서는 약 0.42dB 정도의 편차를 보였다.

실험결과 제안된 비트오류율 측정 시스템이 무선설비 기술기준에 제시된 신호 대 잡음비에 따른 비트오류율에 관한 조건을 만족함으로써 지상파 DMB에서의 비트오류율 측정에 적합함을 확인할 수 있었다.

#### IV. 결 론

본 논문은 지상파 DMB를 위한 비트오류율 측정시스템에 관한 것이다. 효율적인 비트오류율 측정을 위하여 본 논문에서는 PRBS 데이터를 전송하는 스트림 모드 서브채널의 데이터 구조와 측정 알고리즘을 제안하였다. 제안된 데이터 구조의 헤더부에는 동기정보, CIF 카운트 정보, CRC 정보가 위치하고, 페이로드부에는 ITU-T O.150에 제시된 PRBS 패턴이 위치한다. 제안된 데이터 구조를 이용하면 수신 데이터와 기준 데이터 사이의 동기화가 용이하고, 전송 채널에 따라 수신에 실패한 CIF 개수를 파악하여 정확한 비트오류율 측정이 가능하다. 측정 알고리즘은 전처리부, 수신기 제어부, 데이터 수신부, 비트오류율 측정부로 이루어져 있다. 전처리부에서는 CRC 테이블과 비트 카운트 테이블을 미리 생성하여 바이트 단위의 연산과 함께 비트오류율 측정을 위한 고속의 연산을 가능하게 하고, 그 결과 버퍼의 넘침을 방지한다. 수신기 제어부에서는 PRBS 데이터를 수신할 수 있도록 주파수, 서브채널, 전송모드를 선택하며, 데이

터 수신부에서는 서브채널 단위로 수신되는 데이터를 버퍼에 저장한다. 비트오류율 측정부에서는 버퍼에 저장된 데이터를 이용하여 비트오류율을 측정하는데, 제안된 데이터 구조와 전처리부에서 생성한 정보를 이용하여 빠르고 정확한 측정을 수행한다. 실험을 통하여 제안된 비트 오류율 측정 시스템을 검증하였고, 그 결과는 무선설비 기술기준에 명시된 신호 대 잡음비에 따른 비트오류율을 만족하였다.

향후 제안된 비트오류율 측정시스템을 동영상 실험방송에 적용할 수 있도록 실제 방송환경에서 측정, 검증할 예정이다.

#### 참 고 문 헌

- [1] "Radio Broadcasting Systems: Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers," ETSI EN 300 401 V1.3.3, May 2001.
- [2] 임동규, "DMB 표준화", TTA 저널, 제86호, pp. 51-58, 2003.
- [3] "초단파 디지털라디오방송 비디오 송수신 정합 표준," 정보통신단체 표준초안, Jul. 2003.
- [4] R. Schamm, "Pseudo channel BER - an objective quantity for assessing DAB coverage," EBU Technical Review, pp. 23-30, Winter 1997.
- [5] "Digital audio broadcasting system - Specification of the DAB command set for receiver (DCSR)," EN 50320, Nov. 2000.
- [6] "General requirement for instrumentation for performance measurements on digital transmission equipment," ITU-T O.150 May 1996.
- [7] "Digital Audio Broadcasting (DAB): Distribution interfaces: Ensemble Transport Interface (ETI)," ETSI ETS 300 799, Sep. 1997.
- [8] "방송 표준방식 및 방송업무용 무선설비의 기술기준," 정보통신부 고시 제2003-33호, Jun. 2003.

#### 저 자 소 개



김 상 훈

- 1998년 8월 : 고려대학교 전자공학과(공학사)
- 2001년 8월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학석사)
- 2001년 12월~현재 : KBS 기술연구소 연구원
- 주관심분야 : DMB, 디지털 신호처리, 컴퓨터 그래픽스



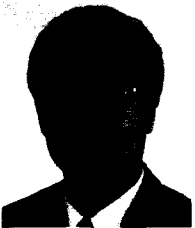
---

 저 자 소 개
 

---

**임 중 곤**

- 1994년 2월 : 인하대학교 전자공학과(공학사)
- 1996년 2월 : 인하대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 1996년~현재 : KBS 기술연구소 연구원
- 2000년 : NHK 방송기술연구소 초빙연구(ISDB-T 연구)
- 주관심분야 : 디지털 라디오 방송, COFDM, DMB 다중화

**김 만 식**

- 서울대학교 전자공학과(공학사)
- 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학석사)
- 현 KBS 기술연구소
- 주관심분야 : 디지털 방송(DTV, DMB), 방송제작7 기술

**이 중 화**

- 1980년 2월 : 서울대학교 전자공학과(공학사)
- 1982년 2월 : 서울대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 1995년 2월 : 서울대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
- 1982년 10월~1994년 10월 : KBS 기술연구소
- 1995년~1999년 : 한국정보통신기술협회(TTA) 전파방송분과위원장
- 1995년~1998년 : 한국방송공학회 편집위원
- 1999년 4월~2003년 4월 : KBS 기술본부 기술협력/기술기획 부장
- 2003년 5월~현재 : KBS 기술연구소 연구1부 부장
- 주관심분야 : HDTV, DMB, 데이터 방송