

# DAB 데이터 서비스의 트래픽 특성과 효율적인 관리

조삼모\*, 이수인\*, 이혁재\*\*  
\*한국전자통신연구원 방송시스템연구부  
\*\*한국정보통신대학원대학교

## The Characteristics and the Efficient Management of Data Traffic in DAB Data Service

Sammo Cho\*, Sooin Lee\* and Hyuckjae Lee\*\*  
\*Electronics and Telecommunications Research Institute  
\*\*Information and Communications University  
E-mail : semo@etri.re.kr, silee@etri.re.kr, hjlee@icu.ac.kr

### 요약

디지털 오디오 방송은 안정적이고 넓은 범위의 소스 코딩 및 채널코딩 기능을 수행하고, 다양한 압축 기능을 제공함으로써, 기존의 아날로그 방송에서는 불가능했던 많은 부가 데이터 서비스들의 출현을 가능하게 하였다. 본 논문에서는 Eureka-147 디지털 오디오 방송 시스템의 운용자, 특히, 다중화 사업자 또는 네트워크 제공자의 입장에서 다양한 전송용량을 요구하는 데이터 서비스들이 혼재하는 통계적 상황을 모델링하여 분석하여 보고, 앞으로 디지털 오디오 방송을 이용하는 데이터 응용 서비스가 활성화 될 경우, 이들의 효율적인 관리 방법을 검토하여 보았다.

### 1. 서론

CD(Compact Disk)수준의 오디오 음질 뿐만 아니라, 멀티미디어 및 다양한 사용자 데이터의 전송을 가능하게 한 디지털 오디오 방송(DAB : Digital Audio Broadcasting) 시스템은, 서비스되는 콘텐츠(contents)의 다양성 이외에도 서비스 제공자(service provider), 다중화 사업자(multiplexer), 네트워크 제공자(network provider) 등 DAB 네트워크 전반에 걸쳐서 가치사슬(value chain)의 구조적인 변화를 가져오게 될 것으로 예측된다<sup>[1]</sup>.

따라서, DAB 서비스의 각 단계들을 차지하게 되는 역할자(player)들은 각자의 영역에서 최대한의 가치를 가지도록 시스템을 설계하고 운용하고자 할 것이며, 향후, 양방향 서비스 기술이나 주파수 자원의 효율적인 사용에 관한 기술 등, 이러한 성능을 뒷받침 하기 위한 기술 개발의 요구가 한층 더 활발해 질 것으로 보인다<sup>[3-4]</sup>.

국내 DAB 시스템의 잠정 표준으로 채택된 Eureka-147 DAB 시스템은 주파수 선택성 페이딩의 발생이

두드러지는 이동 수신 환경에서도 강한 특징을 가지는 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplex) 변조기법을 사용하여 1.5 MHz의 주파수 대역을 통해서 최대 2.3 Mbps 정도의 데이터 전송속도를 가진다. 이 중에서 동기화(synchronization) 처리와 에러 극복(error protection) 및 다중화(multiplexing) 처리 등을 위한 부가적인 정보(overhead)들을 제외한다면, 실제 사용자 데이터의 전송용량은 최대 1.5 Mbps 정도가 된다<sup>[2]</sup>.

이러한 DAB 채널의 전송용량은 오디오 및 멀티미디어 데이터 전송의 관점에서 볼 때, 셀룰러 이동통신 시스템이나, IMT-2000 등 최근 많이 사용되고 있는 디지털 이동통신 시스템들이 제공 가능한 데이터 채널 용량 보다는 크다고 할 수 있으나, DAB 시스템을 이용한 비디오 서비스나 실시간 교통정보 및 영상, 그리고, GIS(Geographical Information System) 정보 등 앞으로 충분히 고려될 만한 수많은 부가 서비스들이 생겨날 경우, DAB 시스템의 제한된 서비스 능력 내에서 이들의 조건을 원활히 수용하기 위한 안정적이고 통합된 서비스 관리가 필요하다.

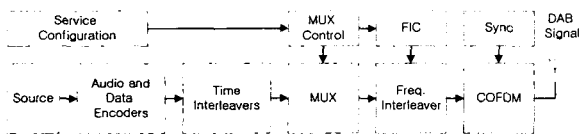
본 연구에서는 이러한 DAB 시스템이 국내에 상용 서비스되고, 이를 이용한 수많은 데이터 방송이 활성화 될 경우, 디지털 오디오 방송 시스템의 운용자 입장에서 각종 데이터 응용 서비스들이 DAB 시스템에 요청하는 데이터 채널의 요구 용량들을, 기존 유선 통신망의 트래픽 제어 기술에 응용되는 기본적인 방법들에 기초하여 그 특성을 분석하여 보고, 효율적인 관리 방법을 검토하여 보았다.

기존의 아날로그 방송에서와 같은 오디오 서비스나, 스트림을 이용한 영상 서비스일 경우에는 장기간의 프로그램 계획과 고정된 전송용량을 사용하게 되므로, 그다지 전송용량에 관한 관리가 필요하지 않을 것이나, 순시적으로 변하는 데이터 서비스나 특히, PSTN, 이동통신망 등 기타 기존의 여러 통신 네트워크를 통한 대화형(interactive) 방송 서비스가 실현될 경우에는 순시적으로 요구되는 전송용량의 변화가 많이 발생할 것이므로 효율적인 용량관리가 더욱 필요하게 될 것이다.

논문의 2장에서는 Eureka-147 송출 시스템의 구조 및 데이터 서비스 네트워크를 정리하였고, 3장에서는 데이터 서비스의 발생특성과 다중화 되는 앙상블의 데이터 용량을 효율적으로 관리하기 위한 방법을 고찰하여 보았다. 4장에서는 3장에서 고찰한 방법들을 마코프 프로세스로 모델링하여 실험하고, 그 결과를 분석하여 효율적인 데이터 서비스 관리 방법을 모색하여 보았다.

## 2. DAB 데이터 서비스 네트워크

(그림 1)은 Eureka-147 DAB 방식의 송출 시스템을 나타낸 것이다. 서비스 제공자로부터 제공된 각종 오디오 및 데이터들은 데이터 압축과 전송 채널상의 에러를 극복하기 위한 소스코딩 및 채널코딩, 그리고, 인터리빙(interleaving) 등의 과정을 거치고, 데이터 전송 효율을 증가시키기 위해 여러 소스의 데이터가 하나의 앙상블로 다중화되어진 다음, 앙상블 내부의 다중화 구조(multiplex configuration) 정보와 함께 OFDM 신호로 변환되어 송신 안테나를 거쳐 송출된다. DAB 수신기는 이 신호를 받아, 수신된 다중화 정보를 이용하여 앙상블 내부의 서비스를 선택, 해당 서비스를 제공받을 수 있다. 이 때, 다중화 정보는 DAB 전송 프레임의 MCI(Multiplex Configuration Information) 채널에 저장된다<sup>[2]</sup>.



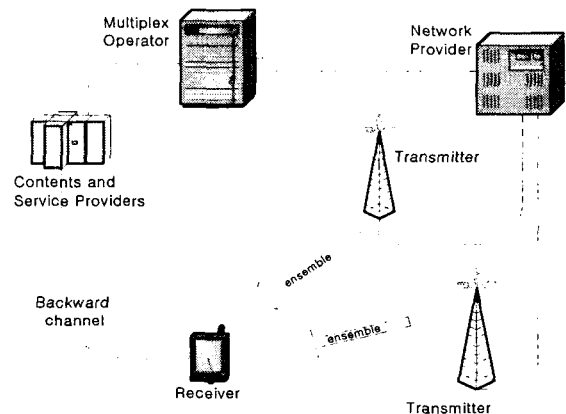
(그림 1) DAB 송출 시스템의 구조

(그림 1)과 같은 Eureka-147 DAB 시스템은 고성능 디지털 신호처리 기술에 힘입어, 오디오, 멀티미디어 및 다양한 사용자 데이터의 전송 및 수신을 가능하게 할 뿐만 아니라, 기존의 하나의 방송사가 서비스 제공을 위한 각 단계에 관련된 모든 작업을 수행하던 것에서 벗어나, 서비스 제공자, 다중화 사업자, 전송 사업자 등이 따로 분리되어 운용되도록 하여, 각자의 고유한 영역에서 최대한의 성능을 발휘할 수 있게 함으로써, 각종 기술개발 및 부가가치 창출에 노력할 수 있도록 하였다<sup>[1]</sup>.

(그림 2)는 (그림 1)과 같은 송출 시스템의 각 역할들을 각각의 역할에 해당되는 사업자별로 나누어 네트워크를 형성한 Eureka-147 DAB 시스템의 데이터 서비스 네트워크 구조를 나타낸다. 콘텐츠 또는 서비스 제공자는 자신이 제공하는 서비스 데이터를 다중화 사업자에게 DAB 채널로 서비스해 줄 것을 요청하고, 다중화 사업자는 이를 받아, 최대한 데이터의 효율성을 살릴 수 있도록 앙상블 속으로 다중화시켜 하나의 앙상블을 만들어 낸다. 송신 사업자는 고품질 증폭기, 송신기, 그리고, 송신타워 등 전국 네트워크 또는 지역 네트워크 등을 설치, 구성하고, 다중화 사업자로부터

받은 앙상블을 자신이 커버하는 서비스 지역 내에 수신 불량지역을 최소한으로 줄여 서비스 되도록 송신하는 역할을 담당한다.

이 때, 수신기로부터 서비스 제공자로 전달되는 양방향 또는 대화형 방송 시스템의 구조는 아직 널리 구축되어 있지는 않지만, 차후에 PSTN이나 이동통신 네트워크를 이용하여 이들 서비스들이 활성화 될 경우, 데이터 서비스의 종류 및 서비스 발생 빈도는 이로 인해 더욱더 가속화 될 것으로 예측된다.



(그림 2) DAB 네트워크의 구조

Eureka-147 DAB 다중화 사업자는 (그림 2)와 같은 데이터 서비스 네트워크에서 송신하고자 하는 신호를 만들어 낼 때, 기본적으로 오디오 및 각종 데이터 서비스를 하나의 앙상블에 다중화하는 작업을 수행하게 된다. 이 때, 이 작업을 수행하는 다중화 사업자의 목표는 최대한 많은 양의 데이터를 송신 앙상블에 실어 보내는 것이며, 이를 위해서는 기본적으로 하나의 앙상블 보다는 여러 개의 앙상블을 이용하여 데이터 다중화 작업을 수행하는 것이 더 효과적일 것이다. 이에 관한 실험 결과는 4장에서 분석하였다.

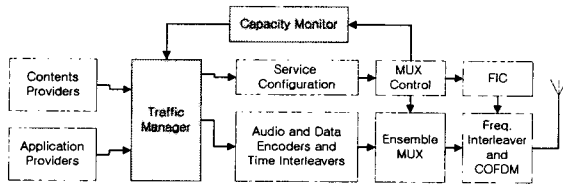
## 3. 효율적인 데이터 서비스의 관리

기존의 아날로그 방송에서와 같은 오디오 서비스나, 스트림을 이용한 영상서비스를 DAB 시스템으로 전송할 경우에는, 비교적 장기간의 프로그램 계획과 이 같은 종류의 서비스들이 거의 대부분 고정된 전송 용량을 사용하게 되므로, 그다지 용량관리가 필요하지 않아서 자동화 단계가 필요하지 않겠으나, 순시적으로 변화하는 데이터 서비스나 특히, 기존의 여러 통신 네트워크를 통한 대화형 방송 서비스가 실현될 경우에는 순시적으로 필요한 전송용량이 변화가 예상되므로, 시스템이 이와 같은 정보를 수집하고 판단하여 적절히 각 앙상블에 다중화 시키는 효율적인 용량관리가 필요하게 된다.

2장에서도 언급되었던 바와 같이, 가장 효율적인 데이터 서비스의 전송용량 관리는 다중화 사업자가 자신이 관리하는 앙상블의 숫자를 최대한 많이 가지고 운

용하는 것입은 자명한 일이다. 본 장에서는 Eureka-147 다중화 사업자가 랜덤하게 요구되는 데이터 서비스들을 적절히 수용하기 위한 몇가지 방법들을 기존 유선 통신망의 트래픽 제어 기술에 응용되는 기본적인 방법들에 기초하여 검토해 보았다.

(그림 3)은 사용하고 있는 각 앙상블의 순시적인 여유 용량을 모니터링 하고, 이 데이터를 새로운 서비스 요구가 도달할 때마다 적절히 다중화 작업에 반영하는 효율적인 데이터 서비스 시스템의 구조를 나타낸다. 여유 용량을 모니터링하는 장치(capacity monitor)는 현재 서비스에 사용되고 있는 앙상블의 여유 데이터 용량을 항상 모니터링 하고 이 정보를 트래픽 제어기(traffic manager)로 전달한다. 트래픽 제어기는 여유 용량 모니터링 장치로부터 전달되는 현재 앙상블의 사용상태에 관한 데이터를 각 앙상블 별로 관리하면서, 추후 새로운 서비스 요구가 도달할 때, 다중화 시스템의 다중화 작업의 방향을 결정하도록 한다.



(그림 3) 효율적인 데이터 서비스의 관리

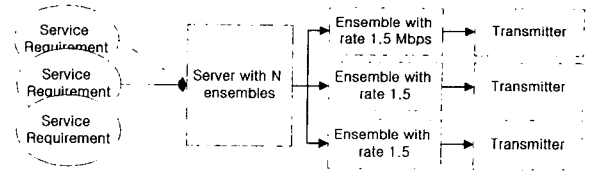
트래픽 제어기의 동작은 새로 들어 오는 서비스 요구를 거절(blocking 또는 블록킹)할 것인지, 앙상블의 여유 용량을 찾아 서비스를 다중화 시킬 것인지를 결정하는 일이다. 이를 위해서는 거절 또는 수락을 하기 위한 기준과 방법 등이 필요한데, 일반적인 방법으로는 블로킹시 곧바로 거절하는 방법(LCC : Lost Call Cleared)이 있고, 서비스 가능한 여유 용량이 생길 때까지 기다렸다가 서비스 하도록 하는 방법(LCH : Lost Call Held)이 있을 수 있다<sup>[6]</sup>. 4장에서 이러한 일반적인 방법들에 대한 모델링과 시뮬레이션을 수행하였다.

#### 4. 모델링 및 시뮬레이션

DAB 시스템의 데이터 서비스 시뮬레이션에서는 기본적으로 콘텐츠 제공자로부터 방송시스템에 들어오는 데이터 서비스가 요구하는 필요 용량이 순시적으로 랜덤하게 변화하고, 디지털 오디오 방송 시스템은 이들을 순차적인(FCFS : First Come First Served) 방식으로 서비스 한다고 가정하였다. 이러한 DAB 시스템의 기본적인 입력은 데이터 서비스에 대한 랜덤한 시작시간과, 각 서비스가 지속되는 시간, 그리고, 지속시간동안 사용하는 데이터 전송용량이다.

DAB 시스템으로 순시적으로 입력되는 데이터 서비스 요구가 포아송(poisson) 분포를 따르고, 데이터 서비스의 지속시간이 지수(exponential) 분포로 랜덤하게 사용된다고 가정하면, DAB 시스템은 다중화의 방법을 이용하여 하나의 앙상블을 통해 순시적으로 입력되는 데이터 서비스 요구를 실행하는 (그림 4)와 같은

M/M/n 프로세스와 유사한 형태로 모델링 될 수 있다.

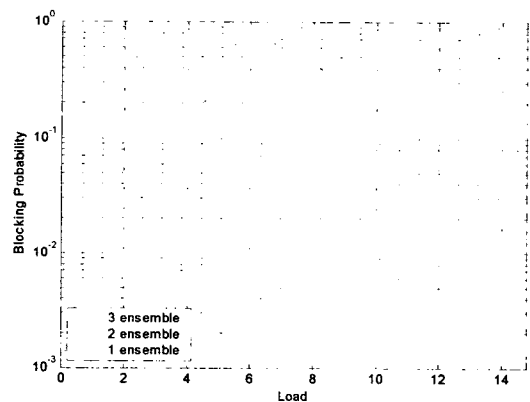


(그림 4) 데이터 서비스 모델

M/M/n 프로세스의 서버인 DAB 시스템이 현재 서비스하고 있는 앙상블의 유휴 데이터 용량이 현재 요구된 서비스의 실행에 필요한 데이터 용량보다 적을 경우, 3장에서 언급된 바와 같이 이를 블로킹 처리해야 한다. 일반적인 블로킹 처리 방식을 DAB 시스템에 적용할 경우, 현재 시스템의 앙상블에 남아 있는 여유 용량이 더 이상의 새로운 서비스 요구를 수용할 수 없을 때, 이를 블로킹 처리하는 LCC(Lost Call Hold) 방식을 사용하고, 실시간 서비스가 크게 요구되지 않는 서비스의 경우, 여유 용량이 생길 때까지 새로운 서비스 요구를 기다리게 하였다가 여유용량이 생기는 경우, 기다리던 순서대로 서비스를 하는 LCH(Lost Call Hold)방식을 사용하는 것이 효과적이라고 볼 수 있다.

#### 가. 앙상블 숫자에 따른 시뮬레이션

여러가지 데이터 부가 서비스 사업자로부터 데이터 서비스를 요구받아 DAB 앙상블에 다중화 시켜 송신사업자로 보내는 다중화 사업자는, 자신이 관리하고 있는 앙상블의 숫자에 따라 서비스 될 수 있는 대로 많이 가지고 있을수록, 더 효율적인 서비스 관리를 할 수 있다. (그림 5)는 다중화 사업자가 사용하고 관리하는 앙상블의 숫자에 따른 서비스의 블로킹(blocking) 확률의 변화를 DAB 시스템에 입력되는 서비스 요구의 발생량을 변화시켜 가면서 시뮬레이션하여 구한 내용을 들어 보인 것이다.



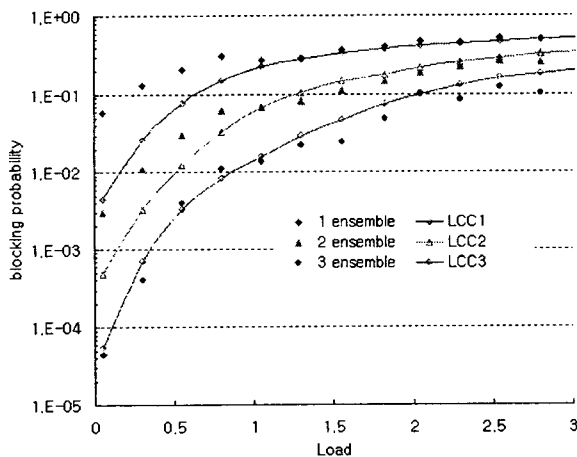
(그림 5) 앙상블 숫자에 따른 블로킹을 분석

(그림 5)의 시뮬레이션에는 각각의 앙상블의 서비스 가능한 총 데이터 용량은 1.5 Mbps 로 하였고, 1.5 Mbps 이하의 랜덤한 데이터율을 요구하는 각종 서비스들이 포아송 분포로 DAB 시스템에 입력되고, DAB

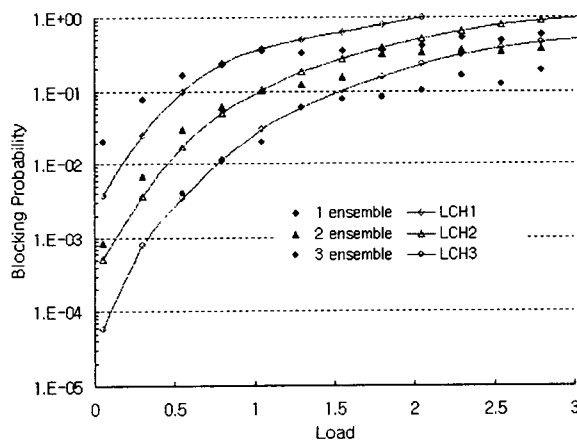
시스템의 평균 서비스 시간은 지수 분포를 사용하여 랜덤 시간을 발생시키고 이를 시뮬레이션에 이용하였다. 그림에서 나타난 바와 같이, 부가 서비스 사업자로부터 데이터 서비스를 요구받아 DAB 앙상블에 다중화 시키는 다중화 사업자는 될 수 있는 한 많은 앙상블을 가지고 이를 관리하는 것이 더 효율적임을 알 수 있다.

#### 나. 블로킹 처리 방식에 따른 시뮬레이션

다음의 (그림 6)은 LCC 및 LCH의 두 가지 방식으로 실험한 결과를 나타내고 있다.



(a) LCC 방식을 이용한 경우



(b) LCH 방식을 이용한 경우

(그림 6) 블로킹 처리 방식과 블로킹 확률의 변화

우선, (그림 6), (a)의 시뮬레이션의 앞에서 설명한 LCC 방식을 이용한 시뮬레이션 결과를 나타낸 것으로서, 포아송 분포로 입력되는 데이터 서비스 요구에 의해 앙상블의 현재 유휴 용량을 계속 모니터링 하면서, 아직 이전에 발생한 서비스 요구에 관한 수행이 끝나지 않았을 때, 새로운 서비스 요구가 들어 올 경우, 현재 앙상블의 여유 용량이 새로운 서비스를 수용하지 못할 때 바로 블로킹 카운터를 증가시키는 방식을 취

한 것이다. (b)의 결과는 LCH 방식을 이용하여 시뮬레이션한 것으로서, 현재 앙상블의 여유 용량이 새로운 서비스를 수용하지 못할 때 바로 블로킹 카운터를 증가시키지 않고, 앙상블에 여유 용량이 발생할 때 까지 기다린 다음 기다린 순서대로 서비스 하는 방식을 취하였다. 이 때, 새로운 서비스가 요구하는 서비스 시간동안 기다려도, 여유 용량이 발생하지 않을 경우 블로킹 카운터를 증가시켰다.

(그림 5)의 시뮬레이션과 마찬가지로, 각각의 앙상블의 서비스 가능한 총 데이터 용량은 1.5 Mbps 로 하였고, 1.5 Mbps 이하의 랜덤한 데이터율을 요구하는 각종 서비스들이 포아송 분포로 DAB 시스템에 입력되고, 데이터 서비스의 지속시간은 지수분포를 가정하였다.

## 5. 결론

본 논문에서는 Eureka-147 DAB 시스템의 다중화 사업자 또는 네트워크 제공자의 입장에서 다양한 전송용량을 요구하는 데이터 서비스들이 존재하는 통계적 상황을 모델링하여 시뮬레이션하여 보고, 향후, 디지털 오디오 방송을 이용하는 데이터 응용 서비스가 활성화 될 경우, 이들의 효율적인 관리 방법을 검토하여 보았다. 시뮬레이션 결과, 다중화 사업자의 입장에서 기본적으로 많은 앙상블을 관리하면서 데이터 서비스를 수행하는 것이 효율적임을 알 수 있었고, 데이터 서비스의 실시간 요구 정도에 따라 서비스 불가 판정(블로킹) 방식을 적절히 사용한다면 데이터 서비스의 좀더 효율적인 전송용량 관리가 이루어 질 것으로 사료된다.

## 참고 문헌

- [1] Gerard Faria, Simon Mason, "DAB: Commercial DAB networks and the use of data services," *IT IS Technical Papers*, ITIS, 1999.
- [2] ETSI EN 300 401 v1.3.3 "Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting(DAB) to mobile, portable and fixed receivers," Sep. 2001.
- [3] Manouselis, N.; Karampiperis, P., "Digital audio broadcasting: an interactive services architecture," *IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing*, vol.2, pp. 666~669, 2001.
- [4] M Tsavachidis, R Biehn and H keller, "DAB for a New Quality of Dynamic Traffic Information," *Proceedings of Road Transport Information and Control*, pp. 37~40. 2000.
- [5] Winston, W. L., *Operation Research, Applications and Algorithms*, Duxbury Press, 1994.
- [6] M. Schwartz, *Telecommunication Networks : Protocols, Modeling and Analysis*, Addison Wesley, MA. 1987.