

# 재구성이 가능한 범용 DSM-CC 아키텍처와 사용자 선호도 기반의 캐시 관리 전략

장진호<sup>†</sup> · 고상원<sup>\*\*</sup> · 김정선<sup>\*\*\*</sup>

## 요약

GEM(Globally Executable MHP) 기반의 MHP(Multimedia Home Platform), OCAP(OpenCable Application Platform), ACAP(Advanced Common Application Platform) 등은 현재 디지털 방송의 대표적인 미들웨어이다. 이러한 미들웨어에 사용된 MPEG-2와 DSM-CC(Digital Storage Media-Command and Control) 프로토콜 표준은 많은 부분이 유사하다는 특징을 가지고 있지만 각 DTV 미들웨어가 필요로 하는 정보와 데이터 구조가 조금씩 차이가 있다. 이는 결과적으로 미들웨어간의 비호환성을 야기한다.

본 논문에서는 다양한 미들웨어 표준을 모두 지원할 수 있는 통합 DTV 미들웨어를 개발하기 위한 노력의 일환으로써, 재구성이 가능한 범용 DSM-CC 아키텍처를 제안한다. 첫째, 모든 GEM 기반의 미들웨어가 공통적으로 필요로 하는 DSM-CC 컴포넌트를 정의하였다. 둘째, 각 미들웨어가 필요로 하는 정보와 데이터 구조를 XML 형태로 정의하여 별도의 수정 없이 정적, 혹은 동적으로 특정 미들웨어에 맞추어 적용할 수 있도록 하였다. 또한, 셋탑박스의 전체적인 성능과 연관성이 높은 어플리케이션 응답시간과 DSM-CC 모듈의 사용빈도를 향상시키기 위해 사용자의 선호도를 고려한 캐시 관리 전략을 제안하고, 제안된 캐시 관리 전략이 응답시간을 줄이는데 효과적임을 실험을 통해서 확인하였다.

키워드 : DSM-CC 아키텍처, DSM-CC 캐시 전략, DTV, EPG

## A Reconfigurable, General-purpose DSM-CC Architecture and User Preference-based Cache Management Strategy

JinHo Jang<sup>†</sup> · SangWon Ko<sup>\*\*</sup> · JungSun Kim<sup>\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

In current digital broadcasting systems, GEM(Globally Executable MHP)-based middlewares such as MHP(Multimedia Home Platform), OCAP(OpenCable Application Platform), ACAP(Advanced Common Application Platform) are the norm. Despite much of the common characteristics shared, such as MPEG-2 and DSM-CC(Digital Storage Media-Command and Control) protocols, the information and data structures they need are slightly different, which results in incompatibility issues.

In this paper, in line with an effort to develop an integrated DTV middleware, we propose a general-purpose, reconfigurable DSM-CC architecture for supporting various standard GEM-based middlewares without code modifications. First, we identify DSM-CC components that are common and thus can be shared by all GEM-based middlewares. Next, the system is provided with middleware-specific information and data structures in the form of XML. Since the XML information can be parsed dynamically at run time, it can be interchanged either statically or dynamically for a specific target middleware.

As for the performance issues, the response time and usage frequency of DSM-CC module highly contribute to the performance of STB(Set-Top-Box). In this paper, we also propose an efficient application cache management strategy and evaluate its performance. The performance result has shown that the cache strategy reflecting user preferences greatly helps to reduce response time for executing application.

Keywords : DSM-CC Architecture, DSM-CC Cache Management, DTV, EPG

## 1. 서론

디지털 방송은 아날로그 방송보다 대역폭을 효율적으로 사용하며, 데이터 전송 능력이 아날로그 방송보다 뛰어나다. 뛰어난 전송 능력은 보다 좋은 음향과 화질, 그리고 더 많은 채널을 사용자에게 제공 할 수 있다[1]. 그리고 아날로그

※ 이 논문은 2008년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. R01-2008-000-11234-0(2008))

† 준회원: 한양대학교 컴퓨터공학과 석사

\*\* 정회원: 한양대학교 컴퓨터공학과 석사

\*\*\* 정회원: 한양대학교 컴퓨터공학과 교수

논문접수: 2009년 7월 31일  
수정일: 1차 2009년 11월 24일  
심사완료: 2009년 11월 25일

방송에서 제공하지 못했던 EPG(Electronic Program Guide)와 날씨, 게임, 교육 등에 관련된 응용 어플리케이션, VOD (Video-On-Demand) 서비스, 쇼핑 등 다양한 종류의 양방향 서비스를 제공 할 수 있다. 최근 세계 각국의 방송업체들은 기존 아날로그 기반의 방송 시설을 디지털 방송 시설로 교체하여 디지털 방송의 장점인 뛰어난 화질과 다양한 서비스를 제공하고 있다. 새롭게 서비스되는 디지털 방송 서비스를 시청자는 STB(Set-top Box)를 통해 이용할 수 있다.

그런데, 디지털 방송이 단순히 비디오/오디오만 제공하는 것을 벗어나 새로운 디지털 서비스를 제공하기 위해서는 미들웨어의 표준이 필요하다. 표준 디지털 방송 미들웨어는 제조업체마다 서로 이질적인 STB의 하드웨어 구성과 상관없이 동일한 서비스를 제공할 수 있게 한다.

대표적인 디지털 방송 미들웨어 표준으로는 DVB(Digital Video Broadcasting) 표준을 기반으로 유럽 상황에 맞게 만들어진 MHP(Multimedia Home Platform), MHP에서 필수적인 사항만을 모아 만든 GEM(Globally Executable MHP), 그리고 GEM을 기반으로 하여 미국에 적합하게 만든 OCAP(OpenCable Application Platform), ACAP (Advanced Common Application Platform)등이 있다.

MHP, OCAP, ACAP은 공통된 요소인 GEM을 공유하는 형태를 취하고 있다. 이러한 디지털 방송 미들웨어는 데이터를 전송하기 위해서 MPEG-2 TS(Transport Stream)[2]와 어플리케이션을 전송하기 위한 DSM-CC(Digital Storage Media-Command and Control)[3, 4] 표준을 기반으로 하고 있다.

DSM-CC는 DAVIC(Digital Audio Video Council)표준에서 서버와 STB 사이의 통신 프로토콜로서 핵심적인 역할을 담당한다. CORBA(Common Object Request Broker Architecture)의 개념을 가져온 DSM-CC는 리모트 서버의 오브젝트에 접근하기 위한 목적으로 사용된다. 일반적으로 인터넷상에서 클라이언트는 파일과 디렉토리 같은 오브젝트를 조작 및 접근하기 위해 RPC(Remote Procedure Call)를 사용할 수 있다. 하지만, 단방향 브로드캐스트인 디지털 방송 네트워크에선 RPC를 사용하지 않고, 전달된 모든 오브젝트를 로컬에서 조작하기 위해 오브젝트 캐러셀을 사용한다. 디렉토리 구조를 담은 오브젝트 캐러셀은 하위의 데이터 캐러셀의 모듈과 섹션을 통해서 클라이언트에게 전달된다. 단방향 브로드캐스트 방식의 특성상 송수신기간의 전송과정에서 오류가 발생하는 것을 고려하여 반복적으로 데이터를 전송한다.

유럽에서 사용하는 MHP와 미국에서 사용하는 OCAP, ACAP 등 지역에 따라 사용하는 미들웨어 표준은 다르다. 그러나 MHP, OCAP, ACAP 미들웨어는 GEM이라는 공통된 표준을 사용하고 있어서 근본적인 요소들은 비슷하다. 때문에 범용성 있는 미들웨어를 개발하고자 한다면 각각의 미들웨어를 따로 개발하는 것보다, GEM에서 확장된 부분을 파악하고, 상이한 미들웨어 표준에 따른 새로운 제약사항에 대해 분석하는 것을 우선적으로 하는 것이 좋다. GEM을 기반으로 한 미들웨어 간의 차이점을 분석하고 이를 통합할

수 있는 범용 미들웨어를 제공하게 된다면, STB 제조업체와 사용자는 하나의 플랫폼에서 미들웨어에 상관없이 서비스를 모두 이용할 수 있게 된다.

한편, 범용 미들웨어를 개발하기 위해서는 미들웨어 간의 호환성을 이루기 위해 고려해야 할 다양한 이슈가 있으며, 미들웨어의 하위 계층에서 데이터를 처리하는 DSM-CC가 그 대표적인 예이다. 파일 전송을 위한 프로토콜인 DSM-CC는 디지털 방송에서 다양한 서비스를 제공하는 어플리케이션을 전송하기 위해 쓰이는데, 이들 DSM-CC는 표준별로 필요로 하는 정보가 다를 수 있고, 그 표현 또한 상이한 데이터 구조로 정의하고 있기 때문에 이를 처리하기 위해서는 각기 다른 DSM-CC 파서가 필요하다.

어플리케이션과 관련된 데이터는 DSM-CC를 통해 전송되기 때문에 이를 효과적으로 통합 처리하는 것은 범용 미들웨어를 구축하는데 있어 상당히 중요한 문제이다. 본 논문에서는 이를 위해 유연하고 손쉽게 확장 및 재구성이 가능한 범용 DSM-CC 아키텍처를 제안한다.

MHP, OCAP, ACAP은 GEM 기반의 표준 미들웨어이기 때문에 DSM-CC 구조의 유사성을 가지고 있다. 하지만 각각 다른 제약 사항과 기능으로 인해 데이터 구조의 차이가 발생한다. 본 논문에서 제안된 시스템은 우선, 각 미들웨어에 종속되지 않고 DSM-CC를 통해 서비스를 제공하기 위해서, 각 미들웨어의 공통 모듈을 파악한 후 분리하여 컴포넌트화 하였다. 한편, 미들웨어에 따라 변경이 필요한 부분에 대해서는 XML을 기반으로 하여 확장 또는 재구성할 수 있도록 설계하였다.

한편, STB는 사용자가 어플리케이션 실행을 요청한 경우, 응답시간(response time)을 줄이기 위해서 캐시를 사용한다. 만약, 캐시에 사용자가 요청한 파일이 없을 경우 DSM-CC 모듈을 통해 새로이 다운로드 받아야 한다. 그러므로 사용자의 요청에 따른 캐시의 적중률(hit rate)에 따라서 DSM-CC 모듈의 사용 빈도수가 달라진다[5]. 즉, 응답속도와 적중률, 그리고 DSM-CC 모듈의 사용 빈도수는 밀접한 연관이 있음을 알 수 있다. DSM-CC 모듈의 사용 빈도수는 결국 시스템 전체 성능과 직결되므로 캐시의 보다 효율적인 사용을 위한 캐시 관리 전략이 필요하다. 본 논문에서는 시스템 성능 향상을 위해 사용자 선호도를 고려한 어플리케이션 캐시 관리 전략을 제안한다. 또한, 제안된 캐시 관리 전략이 사용자가 원하는 어플리케이션을 실행시키기 위한 응답시간을 줄이는데 효과적임을 실험을 통해서 확인하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 각 미들웨어와 DSM-CC 프로토콜의 특징들에 대해 살펴보고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 GEM 기반의 모든 미들웨어(MHP, OCAP, ACAP) 표준에서 사용 가능한 범용성 있는 DSM-CC 아키텍처를 설명한다. 4장에서는 시스템 성능 향상을 위한 사용자 선호도 기반의 효율적인 캐시 관리 전략을 제안하고 성능평가 결과를 분석한다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. 관련 연구

1990년대 이후 데이터 방송 시스템을 지원하기 위한 미들웨어 표준에 관한 논의가 활발해 지면서, 자연스럽게 이들 규격을 지원하기 위한 미들웨어에 관한 연구가 시작되었다. 그러나 각 표준은 지역별 특색, 방송 사업자간의 이해관계 등이 얽혀 여러 면에서 서로 다른 특징을 지니고 있다. 현재까지 나온 각 표준별 진행 상황, 그리고 이들 간의 상호 통합을 위해 이루어진 연구 현황에 대해 알아본다.

### 2.1 데이터 방송 환경 표준

현재 제안된 대부분의 데이터 방송 환경에서는 데이터 스트림 전송을 위한 표준으로 MPEG-2를 채택하고 있다. MPEG-2 시스템 표준은 비디오, 오디오뿐 만 아니라 데이터 전송을 위한 기본적인 전송 프로토콜을 제공한다. 또한 MPEG-2 DSM-CC 표준은 파일 전송을 위한 프레임워크를 제공한다[2]. 이러한 MPEG-2 표준을 바탕으로 여러 표준화 단체에서는 각각의 데이터 방송 환경에 맞는 표준(DVB-GEM, DVB-MHP, Cablelabs-OCAP, ATSC-ACAP)을 제안하였다.

DVB에서 제안한 GEM은 데이터 방송 미들웨어가 갖춰야 할 최소한의 요구 사항을 정의하고 있는 규격(specification)이다. 여러 단체는 GEM을 바탕으로 표준을 정의할 수 있고, 실제로 MHP, OCAP, ACAP 등은 모두 GEM을 기반으로 하고 있다. GEM은 인터랙티브(interactive)한 콘텐츠와 어플리케이션을 위한 표준화된 자바 기반의 프레임워크로서, 네트워크 독립적인(network independent) 고차원 추상화를 제공하고, 이를 통해 다가올 IPTV 환경에도 쉽게 적용할 수 있게 고안되었다[6]. 이러한 각 규격들의 관계를 개략적으로 도식화 하면 다음과 같다.

MHP는 1996년 EBU의 UNITEL 프로젝트에서 제안되었으며, 1997년 DVB CM(Commercial Module)내에 DVB-MHP 특별위원회가 결성되면서 본격적으로 활동을 시작하였다. DVB-MHP는 상업적인 사항에 관심을 갖고 사용자와 시장 요구사항을 고려하여, 가정용 단말기인 셋탑박스, TV, PC와 그 주변장치, 그리고 가정용 디지털 네트워크를 모두

수용하는 수신기에서 향상된 방송(enhanced broadcasting), 양방향 서비스(interactive service), 그리고 인터넷 접근(internet access) 등의 서비스가 가능하도록 하는 것을 목표로 하고 있다 [1].

OCAP은 미국 내 케이블 방송 시스템을 위한 미들웨어 계층(layer)에 관한 규격을 정의한 것으로서, 현재는 국내 케이블 방송 미들웨어 표준으로도 채택이 되어있다. OCAP은 인터랙티브한 서비스 및 어플리케이션을 개발하는 개발자로 하여금 공통의 제품을 설계할 수 있도록 도와준다. MHP 와 OCAP의 근본적인 차이점은 네트워크 시그널링 방식의 차이에 기인한다 [7]. CableLabs는 2001년 OCAP 1.0의 첫 번째 버전을 발표한 뒤, 2002년에 OCAP 2.0 profile을 내놓았다.

ACAP은 케이블 데이터 방송 규격인 OCAP과의 호환성을 고려해 ATSC(Advanced Television Systems Committee)가 새롭게 정의한 표준이고 [8], 국내 지상파 방송과 DMB 역시 ACAP을 표준 규격으로 채택하고 있다. 기존 DASE(Digital TV Application Software Environment)는 OCAP과 호환이 되지 않는 결함을 갖고 있었기 때문에, ATSC는 이 같은 결점을 극복하기 위해 ACAP을 정의하였고 근래 IPTV 표준화 논의에서도 이 규격을 반영키로 결정하였다.

### 2.2 통합 데이터 방송 환경을 위한 연구 현황

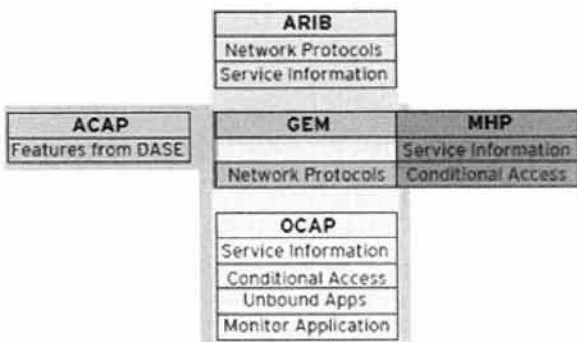
이처럼 다양한 데이터 방송 표준이 계속해서 등장하면서, 이들 간 상호 운용성 문제가 중요한 이슈로 대두되었다. 하나의 표준에서만 동작하는 어플리케이션과 서비스 인포메이션은 방송 사업자와 셋탑박스 제조사 모두에게 불필요한 비용 소모를 야기한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해, 여러 데이터 방송 미들웨어 표준을 모두 지원할 수 있는 통합 미들웨어에 관한 연구가 진행 되었다.

Lee, et al. [9]은 인터랙티브 데이터 서비스를 위한 DTV 리시버의 미들웨어 아키텍처를 제안하였다. 이 연구에서는 ATSC DASE를 지원하는 미들웨어 컴포넌트를 설계하고, 이를 MHP와 OCAP으로 확장할 수 있는 가능성을 제시하였다.

Song, et al [10]은 디지털 데이터 방송을 위한 컴포넌트 기반의 통합 미들웨어 아키텍처(integrated middleware architecture)를 제안하였다. 이 논문에서는 다양한 규격의 profile을 다루기 위해 각각의 profile 컴포넌트를 공통 모듈 상단에 배치하고, 스트림의 시그널 정보(signal information)를 분석하여 동적으로 적절한 profile 컴포넌트를 로딩 하는 방식을 취하고 있다. 하지만 표준에 의존하는 모듈을 동적으로 선택하는 방식으로 인해 성능상의 손해를 감수해야 했다.

한편, 홈 네트워크 서비스 실현을 위해 데이터 방송 수신 단말기의 미들웨어뿐 아니라 가정 내 다양한 가전 기기의 미들웨어를 모두 연결하기 위한 연구가 함께 진행 되었다.

Cho [11]는 미들웨어 브로커와 상주 게이트웨이를 이용하여 다양한 가정 기기 미들웨어간의 상호 운용성을 지원하는 프레임워크를 제안하였다. 이는 가정 내에서 서로 다른 미



(그림 1) 데이터 방송 미들웨어 표준과의 관계

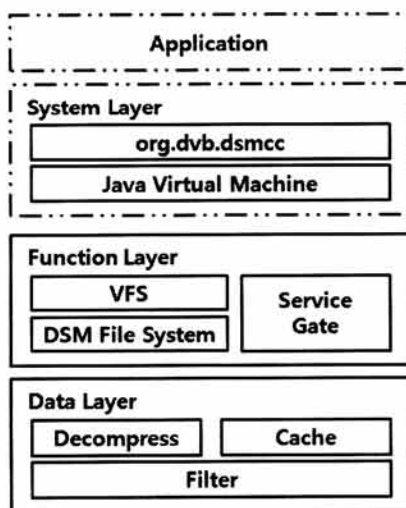
들웨어를 이용하는 기기들 간의 커뮤니케이션을 가능하게 해준다는 점에서 의미가 있었다. 그러나 모든 작업이 반드시 상주 게이트웨이를 한 번 더 거쳐 가야 하기 때문에 이를 로드하는데 소요되는 비용이 문제가 되었다.

Park, et al. [12]은 다양한 가정 기기 미들웨어 시스템을 위해 동적 재구성(dynamic reconfiguration)과 실시간 서비스를 지원하는 미들웨어 아키텍처를 제시하였다. 이 시스템은 소프트웨어 구조의 변화 없이 동적으로 여러 기기들을 등록, 제거, 그리고 제어 할 수 있는 방안을 제시 했다는 점에서 의의가 있다

### 2.3 DSM-CC Protocol

대부분의 DSM-CC 기반 디지털 방송 파일시스템은 (그림 2)[13]와 같은 구조를 가지며, 어플리케이션 계층을 제외한 3개의 계층으로 구성되어 있다. 최상위층은 어플리케이션을 사용할 수 있도록 DSM-CC 관련 미들웨어 API와 JVM을 제공해 주고 있다. 중간층은 하위 계층에서 전달된 데이터를 관리 및 처리하는 역할을 하고 있다. 최하위층은 하드웨어 계층으로 캐시나 필터 등이 포함되어 있다.

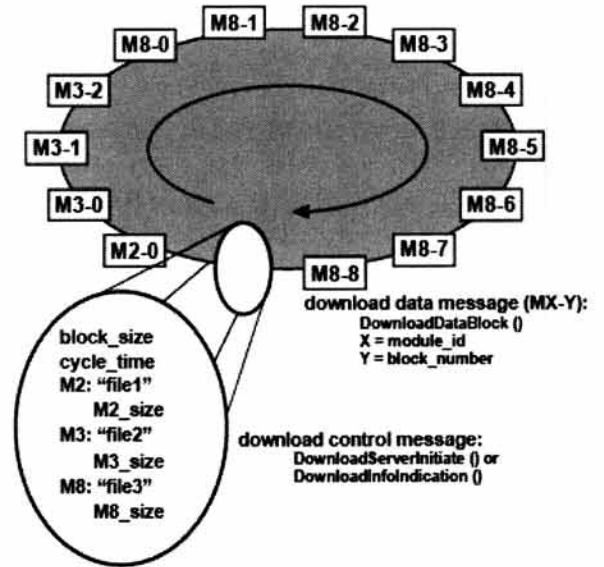
DSM-CC는 MPEG-1 및 MPEG-2 비트 스트림을 통해 전송된 데이터에 대한 제어방법을 정의[5]하고 있는 프로토콜이다. DSM-CC는 클라이언트-네트워크-서버 기반으로 커뮤니티를 위해 2가지 프로토콜을 정의하고 있다. U-N(User-Network) 프로토콜은 네트워크를 통해서 DSM-CC 클라이언트의 초기설정과 연결 설정(자원관리, 세션 설정 등)을 하기 위해 사용되며, U-U(User-User)프로토콜은 클라이언트와 서버에서 오브젝트나 미디어 콘텐츠를 조작하기 위해 쓰인다.



(그림 2) 방송파일 시스템의 시스템 구조

#### 2.3.1 DSM-CC 데이터 캐러셀

데이터 캐러셀은 DCM(Download Control Messages)과 DDM(Download Data Messages)으로 나누어지며, (그림 3)의 데이터 캐러셀 개념도와 같이 각각의 데이터 캐러셀은

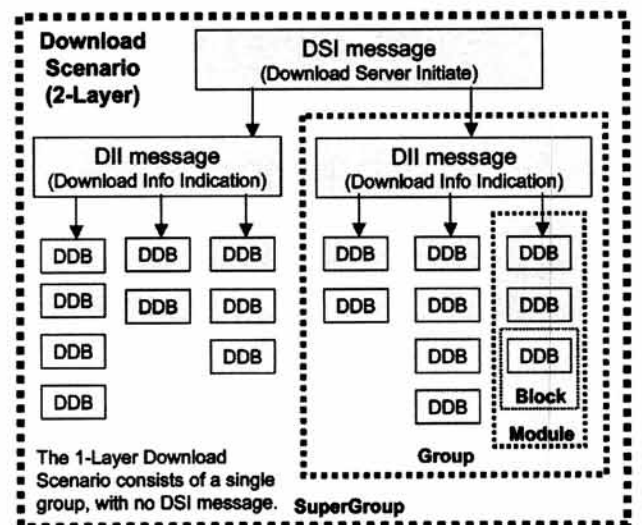


(그림 3) 데이터 캐러셀 개념도

동일한 데이터를 클라이언트에게 반복해서 주기적으로 전송한다. DCM은 모듈안의 데이터 메시지가 어떻게 이루어져 있는지 나타내며 DSI와 DDB에 대한 정보를 가지고 있는 DII로 이루어진다. DDM은 ID, Version, Block Number, Data를 가지고 있으며 DDB 로 이루어져 있다.

#### 가) DSI(Download Server Initiate) 메시지

DSM-CC는 최대 사이즈가 4Kbyte이고 DSI 메시지는 객체 캐러셀에 수록된 객체들의 root정보를 담고 있는 ServiceGateway 정보를 가지고 있다. 최대 사이즈가 4Kbyte로 제한되어 있어서 DII 메시지만으로 큰 캐러셀을 나타낼 수 없다. 또한 보통 DII는 하나 이상의 DII 그룹핑 정보를 나타낼 수 없기 때문에 (그림 4)처럼 DSI를 정의하여 슈퍼 그룹에 포함된 모든 DII, DDB 메시지의 최상의 root에 대한 정보를 나타낸다.



(그림 4) Data Download Encapsulation

나) DII(Download Info Indication) 메시지

DII 메시지는 객체 캐러셀에 포함되어 있는 모듈의 개수와 모듈의 ID, Length와 관련된 DDB 메시지에 대한 정보를 가지고 있다. 수신기는 버전 넘버로 모듈의 내용이 변경된 걸 알 수 있고 캐시의 내용도 대체 할 수 있다. 또한, 모듈을 구성하는 DDB의 개수도 알 수 있다.

다) DDB(Download Data Block) 메시지

DDB 메시지는 모듈을 만들기 위한 실제 데이터를 가진 메시지로 ID, 버전 넘버, 블록 넘버 그리고 데이터를 포함하고 있다. 마지막 DDB를 제외하고 크기가 4Kbyte로 고정되어 있다.

2.3.2 DSM-CC 오브젝트 캐러셀

오브젝트 캐러셀은 CORBA에서 정의한 ORB (Object Request Broker)를 기반으로 하고 있다. 방송 환경에서는 해당 파일들을 파일 시스템 구조로 방송 스트림 안에 보내기 위해서 BIOP(Broadcast Inter-ORB Protocol) 객체 메시지 형태로 전송한다. BIOP 메시지는 파일 시스템의 루트에 해당하는 BIOP::ServiceGateWay 메시지, 디렉토리인 BIOP::Directory 메시지, 해당 파일을 담아서 보내게 되는 BIOP::File 메시지 등으로 구성되어 있다.

BIOP 메시지 객체는 고유한 ModuleID를 가지는 모듈에 (그림 5)와 같이 다수의 BIOP 메시지를 담아서 캐러셀 구조로 방송 스트림 파일을 통해 전송된다. STB에서는 전송된 모듈의 BIOP 메시지를 syntax에 따라 분석하고, 디렉토리나 파일을 생성하여 원하는 프로그램을 실행할 수 있게 된다. 이러한 BIOP 메시지를 얻기 위해서 STB는 DSI, DII, DDB를 통해 생성된 모듈을 파싱한다.

또한, 오브젝트 캐러셀에서 루트 디렉토리 정보를 나타내기 위해 ServiceGateWayInfo()와 모듈 정보를 나타내는 BIOP::ModuleInfo메시지는 데이터 캐러셀의 DSI, DII 메시지를 통해서 STB에 추가적으로 전송된다.

모듈을 파싱해서 얻는 BIOP메시지는 <표 1>과 같다. BIOP 메시지 중에서 디렉토리와 파일은 File System에 생성된다.

<표 1> BIOP Message Types

Directory Message	디렉토리에 포함된 파일, 스트림과 하위 디렉토리에 대한 정보
File Message	클라이언트 측에서 실제 서비스 어플리케이션을 실행 시킬 때 사용되는 데이터
Stream Message	방송 네트워크를 통해 전송되는 스트림들을 구분하고 참조
StreamEvent Message	특정 서비스 어플리케이션의 특정 시점에서 발생되어야하는 이벤트

3. DSM-CC 아키텍처

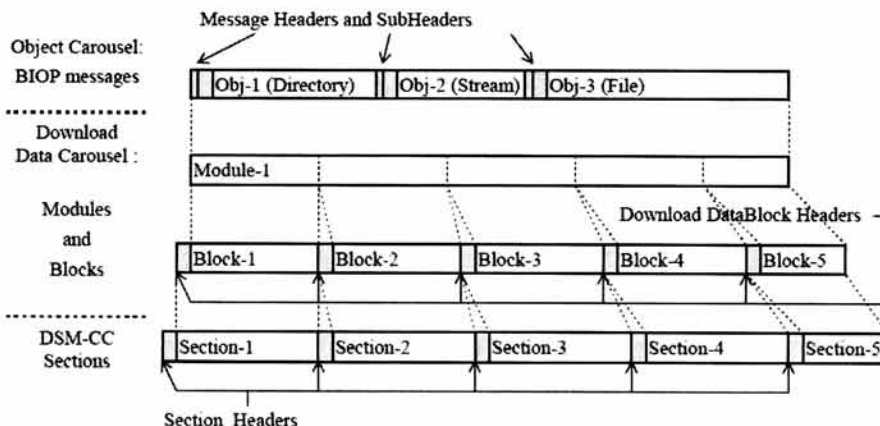
본 논문에서는 (그림 6)과 같이 GEM 기반의 모든 미들웨어(MHP, OCAP, ACAP)표준에서 사용 가능한 범용 DSM-CC 아키텍처를 제안한다.

3.1 구성요소

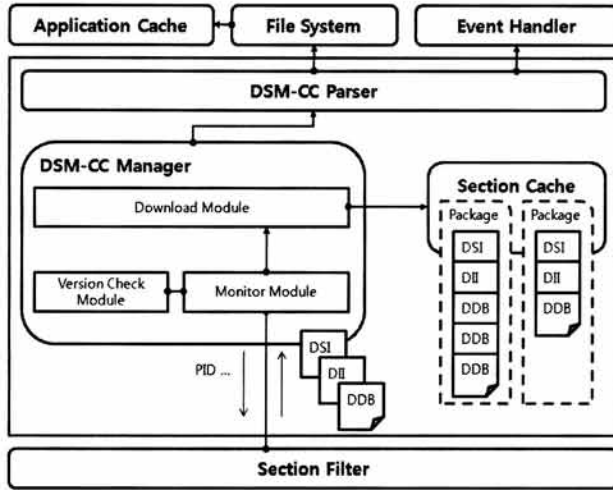
가) DSM-CC Manager : 새로운 섹션을 Section Cache에 저장하고 모인 섹션을 DSM-CC Parser에게 전달하는 등 DSM-CC 아키텍처의 전체적인 흐름을 관리하는 역할을 한다.

- Monitor Module : Section Filter를 통해 얻은 섹션에 대해 Version Check Module을 통해 TransactionId 등을 확인하고 Section Cache에 저장할지 결정한다.
- Download Module : 새로운 섹션을 Section Cache에 저장하는 역할을 한다. 스레드 모델을 사용하여 섹션을 처리하는 동안 다른 작업에 주는 영향을 최소화한다.
- Version Check Module : 방송 환경의 특성상 주기적으로 반복되어 들어오는 섹션을 방지하고 새로운 Section에 대해 업데이트를 할 수 있도록 섹션의 버전을 관리한다. 불필요한 작업을 줄일 수 있다.

나) Section Cache : DSM-CC Parser에서 모듈을 만들기 위한 DSI, DII, DDB Section을 임시적으로 보관한다. 주기적으로 반복되어 전송되는 특성을 고려하여, 상



(그림 5) BIOP 메시지의 캡슐화와 단편화

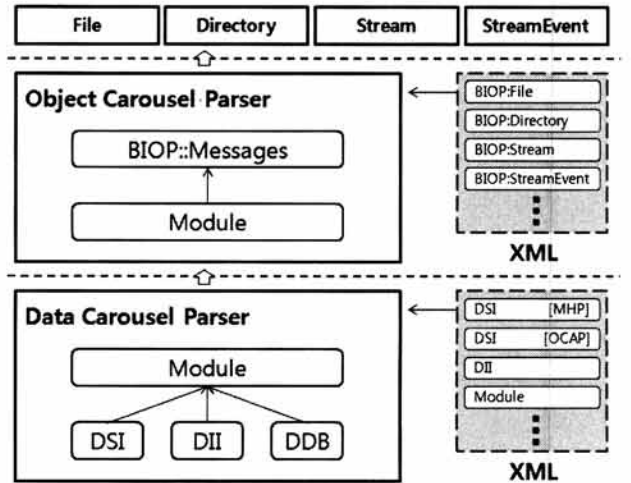


(그림 6) DSM-CC 아키텍처

위 계층의 대기시간(latency time)을 최소화할 수 있도록 한다.

다) DSM-CC Parser : 섹션을 모아 데이터 캐러셀에 대한 처리를 하고, 오브젝트 캐러셀의 BIOP 메시지에 대한 처리를 한다. 이때 미들웨어마다 필요로 하는 데이터가 부분적으로 다르므로 그에 맞게 처리 할 필요가 있다. GEM은 다른 미들웨어 표준들이 필요로 하는 필수적이고 공통적인 요소들로 이루어져있다. 하지만 MHP, OCAP, ACAP은 DSM-CC를 각각의 표준에 맞추어 제약사항을 추가하거나 확장하였다. GEM의 경우 MHP에서 필수적인 부분들만 나타냈기 때문에, 많은 부분이 MHP와 다르지 않다. 하지만, GEM에서 오브젝트 캐러셀을 사용하는 것은 강제사항이 아니다. 즉, 오브젝트 캐러셀과 기능적으로 동등한(functional equivalents) 기술을 요구하고 있을 뿐이다.

MHP는 기존의 DSM-CC 표준에 더하여 몇 가지 제약사항을 추가하였다. OCAP은 MHP에서 사용하는 DSM-CC와 대부분 일치하나 OCAP NSAP 주소와 연관된 DSI, ServiceGatewayInfo, Object Carousel NSAP에 대한 사항들이 변경되었으며, CORBA String에 다양한 언어를 사용하기 위한 필드 값들이 변경되었다. 또한 OCAP은 미국 STB에 CableCard 시스템이 추가되면서 그에 따른 확장으로 OOB (Out-of-band) 오브젝트 캐러셀을 추가하였다. OCAP과 마찬가지로 ACAP도 DSM-CC 표준에 추가적인 제약 및 확장을 하였다. 이러한 차이점으로 인하여 특정 표준에만 맞추어 구현한다면 해당 표준에만 반영된 제약/확장사항들을 처리할 수 있게 된다. GEM 표준은 오브젝트 캐러셀을 사용하는 것이 강제 사항이 아니기 때문에, 오브젝트 캐러셀을 사용하지 않는 경우 또한 고려해야 한다. 때문에 여러 가지 표준을 수용할 수 있도록 구현하려면 먼저 DSM-CC Parser 구조를 오브젝트 캐러셀과 데이터 캐러셀의 의존관계를 없



(그림 7) XML을 이용한 DSM-CC Parser

는 것이 바람직하다.

미들웨어 표준은 지역 또는 시스템 환경으로 인해 같은 DSM-CC라도 데이터의 Syntax 차이가 존재한다. Parser가 각 표준들마다 차이는 부분에 상관없이 처리를 하기위해, 데이터 구조를 (그림 7)과 같이 XML로 추가/삭제가 가능하도록 한다. DSM-CC Parser는 GEM에 명시된 내용대로 Object Carousel Parser가 다른 모듈로 치환될 수 있도록 하였다. 또한 파서가 처리할 섹션 또는 메시지에 대한 XML을 미들웨어에 따라 정의한다. 구조가 동일한 경우엔 별도로 생성하지 않도록 한다. DSM-CC Parser는 상위 미들웨어에 따라 필요한 XML 정의를 불러와 초기화 과정을 거친 후, 정의된 구조에 따라 처리하도록 한다.

라) File System : 디렉토리와 파일 등을 생성한다. 시스템에 따라서 VFS(Virtual File System)등으로 구성되기도 한다.

마) Application Cache : Parser를 통해 생성된 어플리케이션의 디렉토리와 파일을 저장한다. 이러한 어플리케이션 캐시 전략들은 각 도메인의 상황에 따라 변경될 수 있기 때문에 인터페이스를 통한 확장이 가능하도록 구현하였다.

바) Event Handler : DSM-CC Parser를 통해 생성된 StreamEvent과 같은 이벤트를 처리한다.

### 3.2 처리과정

상위 계층에서 사용자가 필요로 하는 데이터에 대한 PID 등을 DSM-CC Manger가 Section Filter에게 요청한다. Section Filter가 해당 섹션을 DSM-CC Manager에게 넘겨주면 우선적으로 Monitor Module이 섹션에 대한 유효성을 검사하게 된다. 캐시에 해당 섹션이 저장되어있는지 여부와 버전이 변경되었는지에 대한 여부를 검사하여 만약 섹션이 Section Cache에 존재하지 않거나 버전이 변경되었으면

<표 2> 섹션을 처리하는 Pseudo-Code 예

```

Process DSI/DII/DDB Section
IF(Section received) THEN
    IF(Package related with PID of Section not exist) THEN
        create Pakage
    ENDIF
    Section -> Related Package in Section Cache
    IF(DSI exist) THEN
        IF(DSI has All of DIIs ref.) THEN
            Check Cached DII in DII Cache of Package
            IF(All of DIIs have DDBs ref.) THEN
                Pakage -> DSMCC Parser
            ENDIF
        ENDIF
    ENDIF
ENDIF

```

Download Module을 통해 전송된 섹션을 Section Cache에 저장하게 된다. Section Cache에 저장된 섹션들은 <표 2>와 같이 PID 등을 기준으로 패키지로 묶어서 분류하여 불필요한 탐색시간을 줄이도록 하였다. 패키지가 없다면 DSI, DII, DDB간의 연관 관계로 인하여 모듈을 생성하기 이전에 필요한 DSI, DII, DDB를 찾기 위해 Section Cache를 탐색해야 된다.

Section Cache에 DSI/DII의 정보를 이용하여 DDB까지 모두 모았다면, DSM-CC Parser를 통해서 모듈로 변환한 뒤, BIOP 메시지를 추출한다. 추출된 BIOP 메시지에서 파일/디렉토리는 File System에 생성된다.

#### 4. 어플리케이션 캐시 관리 전략

디지털 방송은 어플리케이션을 이용하여 교육, 게임, 쇼핑 등 다양한 서비스를 사용자에게 제공한다. 어플리케이션은 DSM-CC DSI/DII/DDB 섹션을 이용하여 수신기까지 전달되어 실행 가능한 상태로 캐시에 저장된다. 캐시는 사용자 요청에 대한 응답시간을 최소화하는 목적으로 사용된다. 어플리케이션 캐시는 DSM-CC 모듈을 통해 생성된 어플리케이션 파일을 임시적으로 저장하는 역할을 한다.

디지털 방송 수신기는 가격의 문제로 캐시의 크기가 제한적이다. 따라서 모든 어플리케이션을 캐시에 보관할 수 없다. 어플리케이션 캐시는 사용자의 채널 변경에 따라 어플리케이션이 삭제되고 새로운 어플리케이션을 저장해야 되는 상황에 효율적으로 대처할 필요성이 있다. 이러한 상황이 발생할 때마다 MPEG-2 TS에서 DSM-CC 파싱과정을 통해 어플리케이션 파일을 생성하기까지 추가적인 처리와 시간을 소요하기 때문이다. 따라서 불필요하게 어플리케이션을 재전송 받지 않고 효율적으로 디지털 방송 수신기가 동

작하기 위해서는 사용자가 요청할 가능성이 높은 어플리케이션을 캐시에 상주할 수 있도록 하여 적중률(hit rate)을 향상시킬 필요가 있다.

##### 4.1 기존의 캐시 관리 전략

기존의 방송 환경을 고려한 캐시 관리 전략으로는 LRU (Least Recently Used)[14], CF(Closest-First)[15], GRAY [15], PIX[16] 및 LIX[16] 정책 등이 있다. 전통적인 기법인 LRU는 매우 자주 사용되고 있으며, 가장 최근에 사용된 데이터가 캐시의 맨 앞에 존재하게 되며 가장 오랫동안 접근하지 않은 데이터를 희생자로 선정하여 캐시에서 삭제하게 된다. 하지만 자주 사용되는 데이터가 아니라 단 한번만 접근하는 데이터도 희생자(victim)로 선정되기 전까지 캐시에 오래 남아있게 되는 상황이 발생할 수도 있다.

CF 정책은 LRU와 같이 캐시를 구성하지만 최근에 방송될 데이터를 자주 보내는 방송의 특성을 반영하여 캐시 데이터 중에서 가장 먼저 방송에 나타나는 데이터를 희생자로 선정하는 정책이다. 하지만 이 정책은 단순 방송 순서만을 고려하여 희생자를 선정하기 때문에 캐시 적중률이 낮은 상황이 발생할 수도 있다.

GRAY 정책은 데이터의 상태를 흰색, 회색, 검은색으로 구분하여 정보를 유지 관리하는 정책이다. 검정색은 버퍼에 캐싱되어 있는 데이터를 의미하며, 흰색은 캐싱되지 않은 데이터를 의미한다. 회색은 프리패치 대상이 되는 데이터를 의미하며 버퍼에 캐싱되어 있을 수도 있다. 이 정책은 희생자가 필요할 경우, 캐시에 있는 회색 데이터 중에서 가장 먼저 방송될 데이터를 희생자로 선정하는 정책이다. GRAY 기법에서 어떤 데이터가 액세스되면 그 데이터는 현 상태에 관계없이 무조건 검은색 상태가 되며 버퍼에 캐싱된다. 언젠가는 버퍼에 캐싱된 데이터가 모두 검은색이 되어, 더 이상 캐싱된 회색 데이터가 존재하지 않아 희생자 선정이 불가능해지면 한 주기가 끝나게 된다. 주기의 끝에서 모든 검은색 데이터는 회색 데이터로 변경되며, 회색 데이터는 흰색으로 변경되고 새로운 주기가 시작된다. 회색 데이터는 이전 주기에서 액세스된 데이터이므로 현 주기에서도 액세스될 확률이 높다고 간주된다. 그러므로 방송 채널에 회색 데이터가 나타나고, 마침 그 데이터가 캐시에 존재하지 않으면 프리패치하여 버퍼에 캐싱한다. 이 기법에서 일단 흑색 데이터는 현 주기가 끝날 때까지는 희생자로 선정되지 않는다. 따라서 자주 액세스하지 않는 데이터들도 한번 액세스되면 현 주기의 끝까지 버퍼에 캐싱되어 있으며, 다음 주기에서는 프리패치 대상이 되어 캐시 공간을 낭비할 수도 있다.

다중 방송 디스크 모델에서 캐시 미스의 처리 비용에 근거한 PIX 정책은 각 데이터의 액세스 확률( $pi$ )과 방송빈도( $xi$ )를 파악해서  $pi/xi$ 의 값이 가장 작은 데이터를 희생자로 선정하는 방식이다. 하지만 모든 데이터의 액세스 확률을 파악하고 있어야 하고, 희생자 선정시 모든 데이터의  $pi/xi$ 의 값을 비교해야 한다는 부담이 있다. 이 단점을 해결하기

위해 제시된 기법이 다중 방송 디스크 모델에서 캐시 미스의 처리 비용에 근거한 LIX 정책인데 클라이언트가 데이터를 액세스할 때마다 추정 액세스 확률(*epi*)을 계산하는 방법이다. 그리고 캐싱되어 있는 데이터를 방송 디스크별로 구분하여 별도의 LRU체인으로 구성하여 관리한다. 하지만 이 정책은 방송 디스크의 수가 많을수록, PIX 정책과 유사해지고, 방송 디스크의 수가 적어질수록 LRU 정책과 거의 유사해진다.

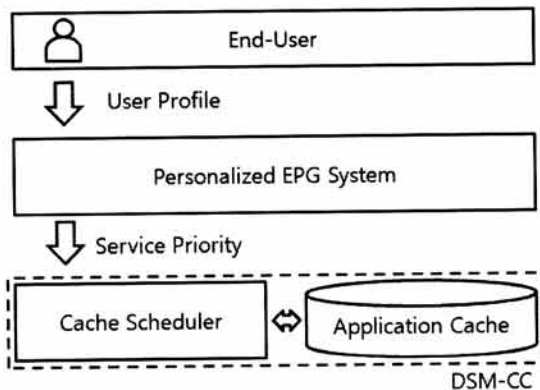
그 외에도 CF 기법을 응용한 2Q-CF[17], LRU-k[18] 등이 있다.

CF, GRAY, PIX 캐시 관리 전략은 특정 채널만 선택하는 디지털 TV 사용자의 성향을 반영하여 성능평가에서 불균등(non-uniform)한 분포를 이용한 캐시 관리 전략들이다. 하지만 이러한 캐시 전략들은 기존의 사용자의 접근 정보를 바탕으로 예측을 하는 전략을 사용하고 있는데, 현실적으로 사용자의 선택을 시간적/공간적 분포에 따라서 사용자의 액세스 확률을 예측하기란 어려움이 있다.

4.2 사용자 선호도 기반의 캐시 관리 전략

사용자의 불균등한 서비스 선택 패턴은 EPG 시스템에서도 하나의 이슈가 되고 있다. 캐시 관리 전략과 유사하게 EPG 시스템에서도 사용자의 취향을 반영하여 개인 맞춤형 EPG 시스템[19]을 제안하고 있다. 데이터 방송 서비스가 제공되면서 너무나 많은 채널과 어플리케이션들을 사용자에게 제공함으로써 실제로 사용자가 원하는 서비스를 이용하는데 어려움이 있다. 개인 맞춤형 EPG 시스템은 이러한 문제를 해결하기 위해 사용자가 자기가 선호하는 채널이나 어플리케이션을 직접 입력하여 이러한 정보를 EPG 시스템에 적용하는 것이다. 즉, 사용자의 선호도를 반영하여 선택할 가능성이 높은 채널이나 서비스를 우선적으로 보여주는 형태를 취하고 있다. 개인 맞춤형 EPG에 대한 사용자 설문조사 결과 97%라는 높은 만족도를 보이는 연구 결과[20]가 있다. 이와 같은 연구 결과는 대부분의 사용자가 개인 맞춤형 EPG 시스템에서 제공하는 서비스 리스트에서 원하는 서비스를 선택할 확률이 높음을 나타낸다.

이러한 사용자의 성향은 캐시 전략에도 똑같은 영향을 미



(그림 8) EPG 시스템과 캐시 관리

치기 때문에 사용자의 선호도를 고려한 어플리케이션 캐시 전략이 필요하다.

본 논문에서 제안하는 사용자 선호도 기반 캐시 관리 전략은 (그림 8)과 같이 사용자의 취향을 반영한 서비스 리스트를 기반으로 하는 EPG 시스템과 같이 사용자에게 대한 프로파일의 설정 결과를 캐시 관리에도 적용한다는 것이다.

사용자가 직접 입력한 선호 정보를 유지하여 그 정보를 바탕으로 선호 데이터를 LRU 캐시 기법과 같이 캐시를 구성한다.

4.3 실험 및 성능 평가

EPG 기반의 캐시 관리 전략은 개인 맞춤형 EPG 시스템에 따라서 성능차이가 다르게 나타나기 때문에, 기존의 캐시 전략과 비교는 EPG시스템에 따라서 그 결과가 다르게 나타날 수 있다. 따라서 본 논문에서는 성능 평가를 위해 EPG에 대해 97%의 사용자 만족도를 보인 연구결과를 바탕으로 사용자의 선택과 서비스의 우선순위가 대부분 일치하여 만족도가 높은 상황을 가정하였다. 그리고 이 가정을 실험하기 위하여 사용자가 서비스를 선택할 확률로 기존의 성능평가[16]에 자주 사용되는 zipf 분포를 반영하였다. 사용자들이 모든 비디오에 골고루 접근하는 것이 아니라 인기 있는 비디오에 편중하여 접근하는 경향을 나타내는데, zipf 분포가 이러한 접근 패턴을 적절히 반영하고 있기 때문에 멀티미디어 응용에 관한 연구에서 미디어 데이터에 대한 사용자의 접근 패턴 모형으로서 널리 사용되고 있다. 이 분포는 아래와 같이 표현된다.

$$p_i = \frac{(1/i)^\theta}{\sum_{i=1}^M (1/i)^\theta}$$

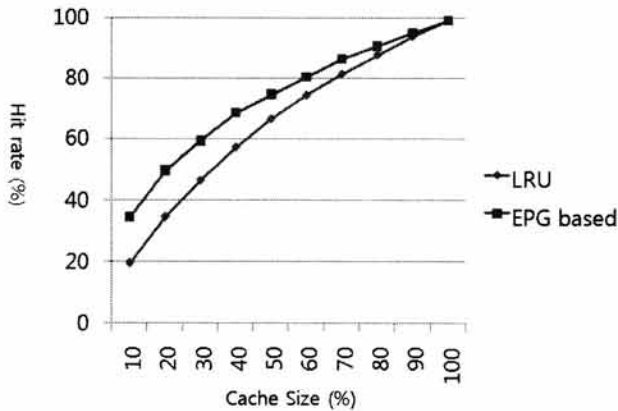
$P_i$ 는 캐시내의  $i$ 번째 데이터가 선택될 확률을 나타내며  $M$ 은 데이터 개수를 나타낸다.  $\theta$ 는 대칭 확률을 나타내며,  $\theta$ 가 증가할수록 요청될 확률이 비대칭으로 변한다. 성능 비교 대상으로 디지털 방송에서 캐시 관리 전략으로 많이 쓰이는 LRU 정책만을 기준으로 하였다(CF, GRAY 등과 LRU의 비교는 [17] 참고 바람).

본 성능 평가에서는 다른 연구[17]와 마찬가지로 입력변수를 구성하였으며 <표 3>과 같다.

<표 3> 성능 평가 입력 변수

입력변수	의미	설정
TotalSize	전체 메모리 크기	5000 pages
CacheSize	클라이언트 크기	0~500 pages
ThinkTime	클라이언트가 페이지를 액세스한 후에 다음 액세스 요청까지의 시간 간격	2 ticks
NoiseProb	zipf 분포를 벗어날 확률	0 %
$\theta$	zipf 분포의 $\theta$ 값	0.95





(그림 9) 캐시 크기변화에 따른 적중률

본 성능 평가에서 사용하는 시간 단위는 tick이라는 논리적 시간 단위를 사용한다. tick은 하나의 데이터 페이지를 방송하는데 걸리는 시간을 의미한다. TotalSize는 클라이언트가 액세스할 수 있는 범위를 나타내며, CacheSize는 클라이언트가 캐싱할 수 있는 크기를 의미한다. 이 실험에서 클라이언트의 액세스가 zipf 분포를 따르지 않을 확률은 본 실험의 목적에 벗어나기 때문에 Noise를 0으로 설정하였다. 또한, 각 캐시 기법의 액세스 확률의 차이를 뚜렷하게 구분하기 위해 다른 연구에서 사용한 것처럼  $\theta$  값을 0.95로 설정하였다.

(그림 9)의 Y축은 적중률(hit rate)을 나타내며, X축은 캐시의 크기를 나타낸다. 캐시 크기의 경우, STB를 만드는 비용과 연관성이 높다. 그러므로 전체 서비스의 개수에 대해 퍼센트(%)로 최적의 크기로 최고의 효율을 낼 수 있는 캐시 크기를 추정할 수 있도록 하였다.

성능측정 결과, (그림 9)와 같이 캐시의 크기가 작을수록 EPG 기반의 캐시 관리 전략이 더 나은 효율성을 보여주고 있다. 즉, 사용자의 의도가 잘 반영된 개인 맞춤형 EPG를 기반으로 한 경우, 캐시 사이즈가 작을수록 사용자 선택이 특정 서비스에 몰리는 경향에서 효율적으로 나타났다.

## 5. 결론 및 향후 과제

디지털 방송 환경의 등장은 방송 서비스를 질적으로 크게 향상시키고 있다. 또한, 기존의 단방향 서비스를 벗어나 사용자와 상호작용을 하기 위한 많은 노력이 시도되고 있다. 새로운 서비스를 제공하기 위해서는 데이터 전송을 위한 DSM-CC 프로토콜의 역할이 매우 크다. 하지만, DSM-CC 프로토콜은 디지털 방송 표준마다 지역적, 환경적 특성에 맞추어 변경되어 적용되고 있다. 본 논문에서는 상위 계층인 데이터 방송 미들웨어에 상관없이 적용 가능한 DSM-CC 아키텍처를 제안하였다. 각각의 미들웨어에서 제안하는 DSM-CC 모델을 분석하여 공통된 모듈을 추출하였다. 또한, 데이터 방송 표준에 따라서 처리하는 데이터가 변하는 DSM-CC Parser는 XML을 이용하여 손쉽게 설정을 변경할

수 있도록 하였다.

DSM-CC 아키텍처에 존재하는 캐시는 방송 환경에서 사용자의 요청에 대한 응답 속도를 줄이기 위해 존재한다. 만약 요청에 대한 응답을 하지 못하는 경우 DSM-CC 모듈을 다시 이용하게 되어, 제한적인 자원을 가진 STB의 시스템 성능에 영향을 주게 된다. 그러므로 캐시의 효율적인 사용은 사용자 요청에 대한 응답 속도와 시스템 성능과 연관이 있음을 알 수 있다.

기존의 캐시 관리 전략들은 사용자의 요청에 대한 예측 또는 시간/공간 지역성에 대한 분포를 파악하여 효율적인 방법을 제시하였다. 하지만 사용자는 EPG가 보여주는 서비스 리스트에서 원하는 서비스를 선택하게 되는 방송 환경의 특성을 고려할 필요가 있었다. 개인 맞춤형 EPG의 목적은 사용자가 원하는 채널을 보여주는 것이다. 때문에 캐시 관리 전략을 개인 맞춤형 EPG를 기반으로 하게 된다면, 사용자가 자주 이용하는 채널뿐만 아니라 잠재적인 선호 채널 또한 반영할 수 있을 것이다.

본 논문에서는 사용자의 채널 선택 패턴에 따른 성능 평가를 위해 EPG의 사용자 선호도 분석에 따라 정한 우선순위가 성능에 어떤 영향을 주는지 평가했다. 하지만 사용자 선호도가 사용자의 주관을 얼마나 잘 반영하느냐가 관건이라고 할 수 있다. 그러므로 사용자 선호도 분석 결과에 따라 캐시의 성능도 좌우된다는 문제점을 알 수 있었다. 즉, 개인 맞춤형 EPG를 이용하여 우선순위를 정하는 경우, 개인 맞춤형 EPG 시스템의 우선순위 전략에 따라서 성능 차이가 난다고 할 수 있다. 그러므로 EPG 시스템마다 다르게 도출된 사용자의 선호도가 캐시 관리 전략에서 어떠한 성능 차이를 보이는지 실험할 필요성이 있다.

디지털 방송은 현재 사용자와 상호작용하기 위한 서비스를 다양하게 준비 중이다. 사용자 입장에서 시스템의 성능은 상호작용을 원활히 하는데 필수적인 요소라고 할 수 있다. 사용자에게 빠르게 서비스를 제공하기 위해서 캐시 관리 전략은 많은 연구가 되고 있다. 마찬가지로 EPG 또한 사용자와 상호작용하기 위해 개인 맞춤형 EPG, 새로운 UI 등이 연구되고 있다. 성능에 목적을 둔 캐시 관리 전략과 효과적인 상호작용을 위한 EPG 등과 같은 서비스는 무관한 것 같지만, 사용자의 의도를 파악해야 한다는 점에서 동일하다. 그러므로 앞으로 EPG에서 얻은 사용자의 성향이 캐시 관리에 미치는 영향에 관한 보다 심도 있는 연구가 필요하다.

## 참고 문헌

- [1] Steven Morris, Anthony Smith-Chaigneau, "Interactive TV Standards," 2005.
- [2] ISO/IEC International Standard 13818-1, "Generic Coding Of Moving Pictures And Associated Audio Information: Systems," Second Edition, 2000.
- [3] ETSI EN 301 192 V.1.4.1 "Digital Video Broadcasting(DVB):

DVB specification for Data Broadcasting," 2004.

[4] ETSI TR 101 202 V.1.2.1, "Digital Video Broadcasting(DVB): Implementation guidelines for Data Broadcasting," 2003.

[5] Dong-Hwan Park, Tai-Yeon Ku and Kyeong-Deok Moon, "Real-Time Carousel Caching And Monitoring in Data Broadcasting," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol.52, No.1, pp.144-149, February 2006.

[6] Digital Video Broadcasting(DVB), "GEM-IPTV white paper," pp.2, 2007.

[7] Jon Piesing, "Introduction to MHP 1.1.3, MHP 1.2 and MHP/GEM for IPTV," DVB project, 2007.

[8] ATSC Standard, "Advanced Common Application Platform (ACAP) Doc. CS/101A," 2005.

[9] KwangKee Lee, et al., "A Middleware Architecture for ITV Receivers," ICCE 2002 Digest of Technical Papers, pp.88-89, 2002.

[10] H. Y. Song and J. Park, "Design of an Interoperable Middleware Architecture for Digital Data Broadcasting," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol.52, No.4, pp.1433-1441, Nov., 2006.

[11] Song Yean Cho, "Framework for the composition and interoperation of the home appliances based on heterogeneous middleware in residential networks," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol.48, No.3, pp.484-489, Aug., 2002.

[12] Jun-ho Park, Soon-ju Kang and Kyeong-deok Moon, "Middleware architecture supporting both dynamic reconfiguration and real-time services," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol.46, No.3, pp.795-801, Aug., 2000.

[13] Hongguang Zhang, Tianpu Jiang, Zhiqi Gu, and Shibao Zheng, "Design and Implementation of Broadcast File System Based on DSM-CC Data Carousel Protocol," IEEE Transactions on Consumer Electronics. Vol.50, Issue 3, pp.929-933, 2004.

[14] E. J. O'Neil, P. E. O'Neil, and G. Weikum, "The LRU-K Page Replacement Algorithm For Database Disk Buffering," Proceeding of the 1993 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, pp.297-306, May, 1993.

[15] V. Liberatore, "Caching and Scheduling for Broadcast Disk Systems," In the Second Workshop on Algorithm Engineering and Experiments ALENEX 00, San Francisco, CA, Jan., 2000.

[16] S. Acharya, "Broadcast Disks: Dissemination-based Data Management for Asymmetric Communication Environments," Ph.D. thesis, Brown University, 1998.

[17] 권혁민, 데이터 방송 환경을 위한 클라이언트 캐쉬 관리 기법의 성능 평가, 정보학연구 제5권 제4호, 2002.

[18] E. J. O'Neil, P. E. O'Neil, and G. Weikum, "The LRU-K Page Replacement Algorithm For Database Disk Buffering," Proceeding of the 1993 ACM SIGMOD International

Conference on Management of Data, pp.297-306, May, 1993.

[19] Sang Min Ko, Yeon Jung Lee, Myo Ha Kim, Yong Gu Ji, and Soo Won Lee, A Study on User Satisfaction Evaluation About the Recommendation Techniques of a Personalized EPG System on Digital TV, Human-Computer Interaction, Part III, HCII 2007, LNCS 4552, pp.909-917, 2007.

[20] Barry Smyth and Paul Cotter, "A Personalized TELEVISION LISTINGS SERVICE," Communication of the ACM, 2000.



**장 진 호**

e-mail : undersense3538@gmail.com  
 2004년 호남대학교 컴퓨터공학과(학사)  
 2009년 한양대학교 컴퓨터공학과 석사  
 관심분야: 객체지향, 아키텍처 패턴



**고 상 원**

e-mail : funkcode@gmail.com  
 2007년 경주대학교 컴퓨터공학과(학사)  
 2009년 한양대학교 컴퓨터공학과 석사  
 관심분야: 미들웨어, 분산 객체



**김 정 선**

e-mail : kimjs@hanyang.ac.kr  
 1986년 서울대학교 컴퓨터공학과(학사)  
 1988년 Iowa State University 전기및 컴  
 퓨터공학과(석사)  
 1994년 Iowa State University 전기및 컴  
 퓨터공학과(박사)

1994년~1996년 한국전자통신연구원(ETRI) 선임연구원  
 1996년~현 재 한양대학교 컴퓨터공학과 교수  
 관심분야: Parallel/Distributed Processing, Distributed Object  
 Computing, Component Based Development