

## 데이터 방송의 효율적인 DSM-CC 캐러셀 처리와 캐시 관리 전략

장진호\*, 이혁준\*, 김정선\*

\*한양대학교 컴퓨터공학과

e-mail : undersense3538@gmail.com

### Efficient DSM-CC Carousel Parsing and Cache Management Strategy in D-TV

Jin-Ho Jang\*, Hyuk-joon Lee\*, Jungsun Kim\*

\*Dept of Computer Engineering, Hanyang University

#### 요 약

최근 혁신적으로 발전하고 있는 데이터 방송은 사용자를 만족시키기 위해 더 높은 품질의 영상과 음성은 물론 다양한 어플리케이션을 제공하고 있다. 이러한 어플리케이션은 DSM-CC 프로토콜에 의해 STB(Set-top Box)에 전송되는데 각각의 DTV 미들웨어에 따라 DSM-CC 프로토콜의 데이터 구조가 다르다. 그리고 방송 환경의 특성상 데이터를 놓치게 되면 한 Cycle을 기다려야 하는 문제가 발생한다. 또한 캐시 관리 전략에 따라 사용자가 원하는 어플리케이션의 응답 속도가 다르기 때문에 효율적인 캐시 관리 전략이 필요하다. 본 논문에서는 각 미들웨어에서 사용하는 DSM-CC 프로토콜의 차이점을 파악하여 변경이 필요한 부분은 모듈화해서 쉽게 확장 할 수 DSM-CC 처리 시스템을 제안했다. 또한, 어플리케이션을 실행시키기 위한 응답 시간을 줄이기 위해 사용자의 선호도와 사용 빈도수를 고려한 캐시 전략을 제안한다.

#### 1. 서론

최근의 방송은 혁신적인 발전을 거듭하고 있다. 특히 데이터 방송이라 불리는 새로운 형태의 방송 서비스는 기존의 방송보다 더 좋은 음향과 영상 그리고 EPG(Electronic Program Guide)와 게임, 교육 등과 관련된 응용 어플리케이션과 같은 다양한 종류의 서비스를 제공할 뿐만 아니라 유용한 정보를 손쉽게 이용할 수 있게 한다. 세계 각국의 방송업체들은 다양한 서비스를 사용자에게 제공하기 위해 업체 특성에 맞는 방송 미들웨어 표준을 적용한다.

대표적인 방송 미들웨어 표준으로는 유럽에서 사용하는 MHP (Multimedia Home Platform), MHP에서 필수 사항만을 모아 만든 GEM (Globally Executable MHP), 그리고 GEM을 기반으로 하여 미국에서 사용하는 OCAP (OpenCable Application Platform), ACAP (Advanced Common Application Platform)등이 있다.

파일 전송을 위한 DSM-CC는 DAVIC (Digital Audio Video Council) 표준에서 서버와 STB(Set-top Box) 사이의 통신 프로토콜로서 핵심적인 역할을 담당한다. DSM-CC는 리모트 서버의 오브젝트에 접근하기 위해 CORBA (Common Object Request Broker Architecture)의 개념을 가져왔다. 클라이언트는 파일과 디렉토리 같은

오브젝트를 조작하고 접근하기 위해 RPC(Remote Procedure Call)을 사용할 수 있지만, 단방향 브로드캐스트에선 RPC를 사용하지 않고, 로컬에 전달된 오브젝트를 조작하기 위해 오브젝트 캐러셀을 사용한다. 파일과 디렉토리 등과 같은 오브젝트를 담은 오브젝트 캐러셀은 데이터 캐러셀의 모듈과 섹션을 통해 클라이언트에게 전달된다[1]. 단방향 브로드캐스트 방식의 특성상 수신기의 저장매체와 송신과정에서의 오류를 고려하여, 캐러셀이라는 구조로 반복해서 방송스트림에 데이터 패킷을 전송하는데 만약 캐러셀을 놓치게 되면 원하는 객체를 얻기 위해 스트림 파일의 캐러셀 주기만큼 기다려야 하기 때문에 그만큼의 시스템 Delay가 생기게 된다[2].

방송 미들웨어 표준들마다 파일 전송을 위한 DSM-CC 프로토콜의 데이터 구조가 조금씩 다르다. 그러므로 통합 미들웨어를 제시하기 위해서는 미들웨어에 상관없이 DSM-CC를 처리하는 방법이 우선적으로 제시되어야 한다. 본 논문에서는 원하는 객체를 놓치게 됐을 때 생기는 시스템 Delay를 줄이고 미들웨어에 상관없이 DSM-CC를 처리하기 위한 DSM-CC 캐시 전략과 처리 과정을 제안한다.

한편, STB에서 사용자가 요청한 어플리케이션의 응답 시간을 줄이기 위해서 캐시를 사용한다. 캐시의 적중률(hit rate)에 따라 어플리케이션의 응답 시간과 시스템 전체 성능에 영향을 미친다. 본 논문에서는 사용자가 원하는 어플리케이션의 응답 시간과 시스템 성능 향상을 위해 사용자 선호도와 사용 빈도수를 고려한 캐시 전략을 제안한다.

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

본 논문의 구성은 다음과 같이 구성된다. 2장에서 DSM-CC 캐리셀에 대해 살펴보고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 DSM-CC 아키텍처를 설명한다. 4장에서는 사용자 선호도와 사용빈도를 고려한 캐시 관리 전략을 제안하고 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 DSM-CC

DSM-CC는 클라이언트-네트워크-서버 기반의 커뮤니티를 위해 U-N (User-Network)와 U-U (User-User) 2가지 프로토콜을 정의한다. U-N은 네트워크를 통해 DSM-CC 클라이언트의 초기 설정과 연결 설정을 하고 U-U는 클라이언트와 서버에서 오브젝트나 미디어 콘텐츠를 조작하기 위해 쓰인다. 대부분의 DSM-CC 기반의 방송 파일 시스템은 그림 1[3]과 같은 구조를 가진다. 즉 어플리케이션을 제외한 3가지 층으로 구성하여 동작하게 된다.

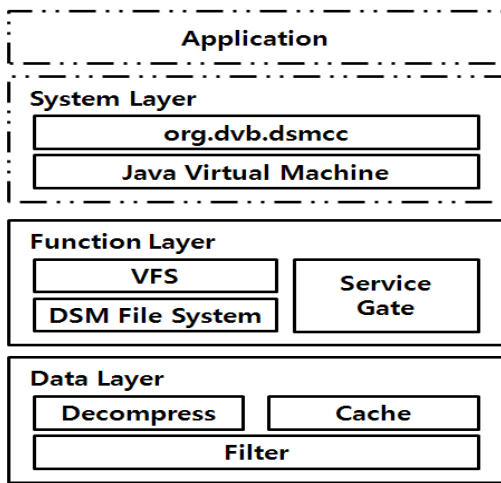


그림 1. 방송파일 시스템의 시스템 구조

2.1.1 DSM-CC 데이터 캐리셀

데이터 캐리셀은 모듈안의 데이터 메시지의 정보, DSI와 DDB에 대한 정보를 가진 DII로 이루어진 DCM (Download Control Messages)과 ID, Version, Block Number, Data를 가지고 있는 DDB로 이루어진 DDM (Download Data Messages)으로 나누어지며, 각각의 데이터 캐리셀은 동일한 데이터를 클라이언트에게 반복해서 주기적으로 전송한다.

2.1.2 DSM-CC 오브젝트 캐리셀

방송 환경에서 해당 파일들을 파일 시스템 구조로 방송 스트림 안에 보내기 위해서 BIOP 객체 메시지 형태로 담아서 보내주게 된다. 모듈을 파싱하여 얻게 되는 BIOP 메시지는 표1과 같다. BIOP 메시지는 파일시스템의 루트에 해당하는 BIOP:ServiceGateWay 메시지, 디렉토리인 BIOP:Directory 메시지, 해당 파일을 담아서 보내게 되는 BIOP:File 메시지 등으로 구성된다[4].

표 1. BIOP Message Type

Directory Message	디렉토리에 포함된 파일, 스트림과 하위 디렉토리에 대한 정보
File Message	클라이언트 측에서 실제 서비스 어플리케이션을 실행 시 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 2와 같이 방송환경의 특성상 데이터를 놓치면 그 주기만큼 기다려야 하는 문제점을 보완하고 미들웨어에 상관없이 DSM-CC를 파싱하기 위한 아키텍처를 제안한다. 방송의 특성상 캐리셀은 한번이상 반복적으로 수신기에 전달되는데 섹션 필터를 거쳐 필요로 하는 섹션이 전달되면 DII, DDB 보다 DSI를 먼저 찾아서 Service Gateway 오브젝트 정보를 확인하여 그와 관련된 DII를 받고 DII를 확인해서 그와 관련된 DDB를 받는다 [5][6]. 즉 DSI가 도착하기 전까지 DII나 DDB 메시지를 흘려보낸다. 이러한 방식 때문에 사용자들이 기다려야 하는 시간이 늘어나게 되는데 본 논문에서는 DSI 메시지뿐만 아니라 사용하게 될 DII와 DDB 메시지도 미리 섹션 캐시에 저장해서 지연시간을 줄이는 방법을 적용했다.

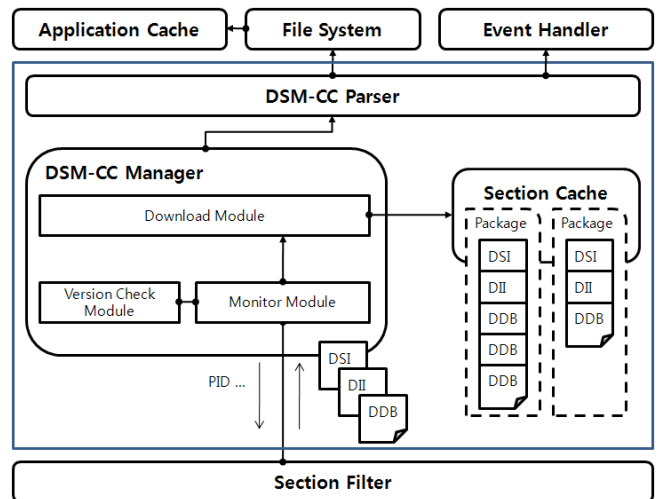


그림 2. DSM-CC Architecture

3.1 구성 요소

상위 계층에서 필요로 하는 섹션을 섹션 필터가 DSM-CC Manager에게 보내게 되면 Monitor Module은 Validity Manager에게 들어온 섹션에 대한 버전을 확인해서 유효성을 감사하게 된다. 섹션 캐시에 저장되어 있지 않은 섹션은 Download Module에 의해서 섹션 캐시에 저

장된다. Validity Manager는 섹션의 ID와 버전에 대한 값을 유지하고 Download Module에 의해 모듈 별로 섹션들을 저장해서 모듈을 구성 하는 데이터가 전부 모이게 되면 DSM-Parser로 보내 모듈을 만들고 모듈을 파싱해서 파일이나 디렉토리 등과 같은 오브젝트를 만든다. 이때 플랫폼에 종속적이지 않게 하기 위해 File System Wrapper를 이용한다.

3.2 처리 과정

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 Download Module을 통해 전송된 섹션을 Section Cache에 저장하게 된다. Section Cache에 저장된 섹션들은 표 2와 같이 PID 등을 기준으로 패키지로 묶어서 분류하여 패키지가 없을 때 DSI, DII, DDB간의 연관관계로 인하여 모듈을 생성하기 이전에 필요한 DSI, DII, DDB를 찾기 위해 Section Cache를 탐색해야 하는 불필요한 탐색시간을 줄였다.

표 2. 섹션 처리 Pseudo-Code

```

Process DSI/DII/DDB Section
IF(Section received) THEN
    IF(Package related with PID of Section not exist) THEN
        create Package
    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
                Package -> DSMCC Parser
            ENDIF
        ENDIF
    ENDIF
ENDIF
    
```

또한, 각 미들웨어 표준마다 데이터의 구조가 부분적으로 다르기 때문에 그에 맞는 데이터 구조들을 모듈화 할 필

요가 있다. 즉, DSM-CC라도 데이터의 Syntax 차이가 존재하기 때문에 Parser가 각 표준들마다 차이나는 부분에 상관없이 처리를 하기위해 구조가 다른 데이터 캐리셀과 오브젝트 캐리셀 부분을 각각 미들웨어에 따라 다른 부분을 모듈화하고 구조가 동일한 부분에 대해서는 동일한 모듈로 처리한다.

Section Cache에 DSI/DII의 정보를 이용하여 DDB 까지 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

다양한 채널과 어플리케이션이 사용자에게 제공되지만 사용자들은 자기 취향에 맞는 특정한 서비스 선택 패턴을 보인다. 이러한 성향은 어플리케이션 캐시 전략에도 영향을 미치기 때문에 사용자의 선호도를 고려한 어플리케이션 캐시 전략이 필요하다. 본 논문에서는 이러한 사용자의 선호도를 반영하기 위해 개인 맞춤형 EPG 시스템[8]에서 사용하는 전략을 사용하였다. 개인 맞춤형 EPG 시스템은 사용자의 선호도를 입력받아 선호 채널을 추론하여 EPG 리스트에 반영하는 방법이다. 그림 3에서 보는 것과 같이 사용자에게 대한 프로파일의 설정 결과를 캐시 관리에 적용한다는 것이다. 하지만 이 캐시 방법만으론 캐시 히트율을 높이는데 부족함이 있다. 사용자는 항상 일정 패턴으로 움직이는게 아니기 때문에 프로파일에 설정되지 않은 채널이나 어플리케이션을 사용하는 경우가 발생하기 때문이다. 그렇기 때문에 프로파일에서 설정하지 않은 채널과 어플리케이션에 대해서도 고려를 해야 한다. 본 논문에서는 캐시 히트율을 높이기 위해 QE(사용자의 프로파일을 적용한 큐)와 QL(프로파일에 존재하지 않지만 최근 사용 빈도가 높은 어플리케이션을 저장하는 큐)로 이루어진 Double Queue를 제안한다.

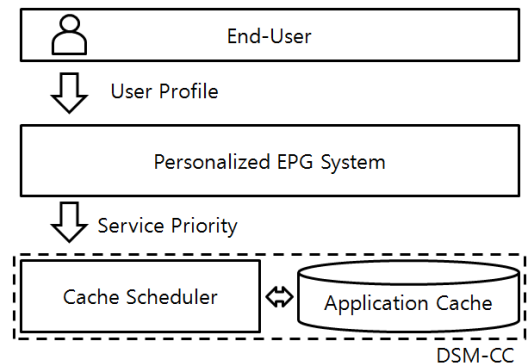


그림 3. EPG 시스템과 캐시 관리

QE의 리스트는 사용자의 입력이 없는 이상 항상 고정되어있다. QL의 리스트는 동적으로 변한다. QE와 QL의 리스트들은 사용 빈도를 적용하여 각 큐에 할당된 캐시의 일정 %만큼 차지하게 된다. 각각의 큐는 리스트들에 대해

아래와 같은 정보를 큐에 유지한다.

<Pid, R>

Pid는 리스트의 식별자이고 R은 요청된 횟수를 나타낸다.

About the Recommendation Techniques of a Personalized EPG System on Digital TV, Human-Computer Interaction, Part III, HCI 2007, LNCS 4552, pp. 909 - 917, 2007.

## 5. 결론

D-TV상에서 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.

본 논문에서는 수신기에 전달된 섹션들을 캐시에 저장해야 할지 여부를 판별하기 위해 Monitor Module과 Version Check Module을 사용하여 이미 수신기에 전달된 섹션들이 다시 캐시에 저장되는 것을 방지하고 새로운 섹션들은 캐시에 저장하게 구현하였고 모듈단위로 캐시에 저장하여 파싱과 관리를 용이하게 하였다. 또한, 사용자 선호도 기반의 어플리케이션 캐시 전략을 도입함으로써 캐시의 히트율을 증가시켰다.

향후 본 논문에서 제안한 Monitor Module과 Download Module을 위한 Thread Pool의 최적화를 테스트하고 어플리케이션 캐시 관리 전략에 대한 실제 성능과 효율을 정확한 수치를 테스트하여 연구할 예정이다.

## 참고문헌

- [1] ISO/IEC International Standard 1318-1, "Generic Coding Of Moving Pictures And Associated Audio Information: Systems:", Second Edition, 2000.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] Steven Morris, Anthony Smith-Chaigneau, "Interactive TV Standards", 2005.
- [5] A.Tanenbaum, Modern Operating System, Prentice Hall, inc., 1992.
- [6] 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.
- [7] S. Acharya, "Broadcast Disks: Dissemination-based Data Management for Asymmetric Communication Environments," Ph.D. thesis, Brown University, 1998.
- [8] Sang Min Ko, Yeon Jung Lee, Myo Ha Kiml, Yong Gu Ji, and Soo Won Lee, A Study on User Satisfaction Evaluation