

## 양방향 데이터 방송 미들웨어를 위한 검증 및 정합 애플리케이션 개발

이 원 주\*, 이 주 용\*\*

# Development of Verification and Interface Application for Interactive Data Broadcasting Middleware

Won Joo Lee \*, Ju Yong Lee \*\*

### 요 약

본 논문에서는 양방향 데이터 방송 미들웨어를 위한 검증 및 정합 애플리케이션을 설계하고 구현한다. 이 애플리케이션은 양방향 데이터 방송의 표준인 ACAP과 OCAP 검증 항목을 format, protocol, resource, presentation으로 분류하여 구현한다. 따라서 이 애플리케이션을 사용하면 지상파 TV와 케이블 TV에 공용으로 사용되는 디지털 셋탑박스(settop-box)가 ACAP과 OCAP 미들웨어 표준에 따라 개발 되었는지 여부를 검증할 수 있다. 본 논문에서는 양방향 TV 애플리케이션을 실제 방송 환경과 동일한 환경에서 검증할 수 있는 에어코드(Aircode)사의 TVPLUSi™ Verifier를 사용하여 개발한 검증 및 정합 애플리케이션의 성능을 평가하였다. 그 결과 DTB-H650F 셋탑박스의 경우 OCAP, ACAP 양방향 데이터방송 미들웨어 표준에 대하여 각각 80%, 95%를 지원하고 있음을 검증할 수 있었다.

### Abstract

In this paper, we design and implement verification and interface application for interactive data broadcasting middleware. This application implements ACAP and OCAP verification item according to their types (format, protocol, resource, presentation). Therefore, using this application, we can verify whether digital settop-boxes used in digital terrestrial television and digital cable television conforms to the ACAP and OCAP standards. In this paper, we evaluate our proposed application using TVPLUSi™ verifier which can verify interactive TV application in real

• 제1저자 : 이원주    교신저자 : 이주용

• 투고일 : 2009. 03. 18, 심사일 : 2009. 04. 01, 게재확정일 : 2009. 05. 12.

\* 인하공업전문대학 컴퓨터정보과 부교수 \*\* LG전자 Media 연구소 연구원

※이 논문은 2008학년도 인하공업전문대학 교내연구비지원에 의하여 연구되었음.

broadcasting environment. Through performance evaluation, we show that the DTB-H650F set-top-box supports OCAP and ACAP standard 80% and 95%, respectively.

▶ Keyword : OCAP(Open Cable Application Platform), ACAP(Advanced Common Application Platform), 셋탑박스(settop-box), TVPLUSiM Verifier.

## 1. 서론

디지털 방송 기술이 발전함에 따라 위성, 지상과 TV, 케이블 TV, IPTV 등의 다양한 매체를 통한 양방향 데이터 방송 서비스에 대한 관심이 높아지고 있다. 데이터방송은 영상과 음성을 전송하는 방송 서비스에 부가 데이터를 연동하거나 독립적으로 제공하여 사용자들이 선택적으로 볼 수 있는 방송 서비스이다. 이 데이터 방송은 서비스 유형과 애플리케이션 특성에 따라 분류할 수 있다[1][2].

데이터 방송은 서비스 유형에 따라 상품 판매형, 용역 제공형, 콘텐츠 제공형으로 분류한다. 상품 판매형은 다품종 복합 상품을 소개하거나 판매할 목적으로 방송하는 T-Commerce 서비스 유형이고, 용역 제공형은 사용자 편의를 위해 사회적으로 서비스가 보편화 되어 있는 무형의 용역을 소개하거나 판매할 목적으로 방송하는 T-Commerce 서비스이다. 콘텐츠 제공형은 DTV(Digital TV)를 통하여 디지털 콘텐츠를 제공하는 서비스 유형이다.

또한 데이터 방송은 애플리케이션 특성에 따라 독립형과 연동형으로 분류한다. 독립형 애플리케이션은 날씨, 뉴스, 게임 등과 같이 특정 방송 서비스와 무관하게 독자적으로 방송하는 애플리케이션이다. 연동형 애플리케이션은 특정 방송 서비스와 연계하여 사용자에게 제공되는 데이터 방송 애플리케이션으로 생방송 퀴즈쇼에 사용자가 직접 참여할 수 있고, 프로그램 출연자의 의상, 악세사리 등을 구매할 수 있도록 하는 애플리케이션이다.

이러한 데이터 방송은 송출 스트림을 전송받아 데이터와 방송 신호를 분리하여 화면에 표현하는 기능을 제공하는 미들웨어가 필요하다. 미국의 ATSC(Advanced Television Systems Committee)에서는 지상과 TV와 디지털 케이블 TV의 데이터 방송에 적용할 수 있는 공용 표준으로 ACAP(Advanced Common Application Platform)을 채택하였다[3]. 국내에서는 플랫폼별로 다른 표준을 채택하고 있다. 위성 TV는 유럽식인 DVB-MHP(Digital Video Broadcasting Multimedia Home Platform)[4]를 채택하였고, 케이블 TV는 미국식인 OCAP(Open Cable Application Platform)[5]을 채택하였다. 또한, 지상과 TV

는 미국식인 ACAP을 채택하였고, IPTV는 지상과 방송 프로그램을 재전송하기 위해 ACAP을 채택하였다. 현재 상용화된 지상과 방송용 셋탑박스의 미들웨어 표준은 서로 다르기 때문에, 지상과 케이블의 데이터 방송 콘텐츠 호환이 큰 이슈가 되고 있다. 특히, 일반 시청자들이 지상과 TV 데이터 방송 서비스를 폭넓게 누리기 위해서는 지상과 TV와 케이블 TV의 재송신이 원활하게 이뤄져야 한다. 하지만 지상과 TV와 케이블 TV는 각각 ACAP과 OCAP 미들웨어 표준을 따르고 있기 때문에 미들웨어 표준의 차이에 따른 혼란이 많이 발생하고 있다.

특히, 데이터 방송 콘텐츠 개발자들은 동일한 콘텐츠를 미들웨어 표준별로 다르게 개발해야 하기 때문에 많은 시간과 비용을 들이고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 국내 관련 업체에서는 지상과 TV와 케이블 TV 플랫폼에서 공용으로 사용할 수 있는 디지털 셋탑박스를 개발하고 있다. 하지만 이 셋탑박스에서 데이터 방송 콘텐츠가 정확하게 동작하는지를 검증할 수 없다. 따라서 셋탑박스가 ACAP과 OCAP의 표준에 적합하도록 개발되었는지 여부를 검증할 수 있는 검증 애플리케이션이 필요하다. 기존의 검증 애플리케이션은 단일 표준에 대한 검증만을 할 수 있기 때문에 공용 셋탑박스의 검증에는 적합하지 않다. 따라서 본 논문에서는 양방향 지상과 TV와 케이블 TV에 공용으로 사용되는 셋탑박스를 대상으로 ACAP과 OCAP 표준에 따라 개발되었는지 여부를 검증할 수 있는 검증 및 정합 애플리케이션을 설계하고 구현한다. 이 애플리케이션은 ACAP과 OCAP 표준에 명시된 자바 API를 셋탑박스에서 제공하는지 여부와 올바른 필수 기능의 구현 여부를 검증한다.

본 논문의 2장에서는 양방향 데이터방송 서비스와 디지털 방송 미들웨어 표준과 관련 API, 기존 검증 애플리케이션의 문제점을 기술한다. 그리고 3 장에서는 본 논문에서 설계하고 구현한 ACAP과 OCAP의 검증 및 정합 애플리케이션에 대하여 살펴본다. 4장에서는 검증 및 정합 애플리케이션의 성능을 분석하고, 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 관련 연구

### 2.1 양방향 데이터 방송 서비스

양방향 데이터 방송은 디지털 TV에서 상향 채널(Return Channel)을 이용하여 양방향 서비스(Interactive Service)를 제공한다. 상향 채널은 디지털 셋탑박스와 방송국을 연결하는 채널로 양방향 서비스를 제공하기 위한 필수 요소이다. 상향 채널의 통신을 위해서는 Java Socket, URL 등의 API들을 사용한다. 초기의 상향채널은 PSTN(Public Switched Telephone Network)으로 구성하였지만, 최근에는 ISDN, ADSL, Cable modem, DVB-RCS (Return Channel via Satellite) 등을 이용한다. OCAP은 OOB(Out Of Band)나 DOCIS를 상향 채널 규격으로 사용한다. 양방향 데이터 방송 서비스의 개요는 그림 1과 같다.

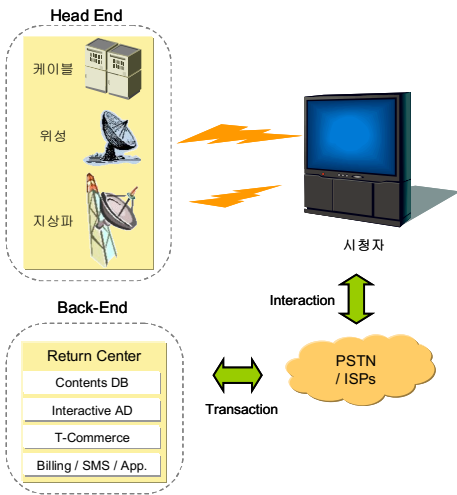


그림 1. 양방향 데이터 방송 서비스  
Fig. 1. Interactive Data Broadcasting Service

그림 1의 양방향 데이터 방송 서비스를 이용하여 시청자들은 TV 방송 프로그램의 시청 외에도 방송 프로그램에 참여할 수 있다. 또한 T-Commerce, Interactive Sports, Interactive Advertising, 주문형 비디오(VOD: Video On Demand) 등의 다양한 서비스를 이용할 수 있다.

### 2.2 디지털 방송 미들웨어 표준

데이터 방송을 위해서는 비디오, 오디오 및 데이터를 수신하는 셋탑박스가 필요하다. 셋탑박스는 비디오, 오디오를 디코딩 하는 모듈 외에도 데이터 처리 기능을 하는 모듈이 필요하다. 이러한 모듈을 미들웨어(middleware)라고 한다. 미들웨어는 하드웨어 계층 위에서 애플리케이션의 실행 환경을 제공하는 기능을 한다. 이러한 디지털 방송용 미들웨어의 표준은 MHP(Multimedia Home Platform)(6), GEM(Globally Executable MHP)(7), OCAP, ACAP, DASE 등이 있다. 이러한 표준들의 상관 관계는 그림 2와 같다.

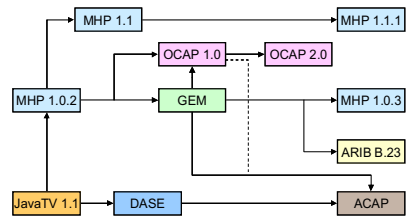


그림 2. 데이터방송 표준의 상관관계  
Fig. 2. Relationship of Data Broadcasting Standard

그림 2에서 MHP는 Java 기반의 데이터방송 미들웨어로 국내 위성 방송의 표준이다. MHP는 JVM(Java Virtual Machine) 플랫폼을 사용하기 때문에 애플리케이션 개발에 있어 하드웨어나 운영체제의 제한 없이 동일한 표준 라이브러리를 이용할 수 있다. GEM은 MHP 중에 유럽 방송 환경에서 사용하는 모듈을 제거하여 MHP를 모든 방식에서 사용할 수 있도록 상호 연동성에 초점을 맞춰 개발한 것이다. OCAP은 국내 케이블 방송의 표준으로 GEM 표준에 케이블 환경 요소를 추가한 것이다. ACAP은 국내 지상파 표준으로 GEM에 지상파 방송 환경 요소를 추가한 것이다. 이러한 표준들은 일부 포함 관계를 갖거나 다른 표준을 기반으로 하기 때문에 서로 밀접한 관계를 갖는다.

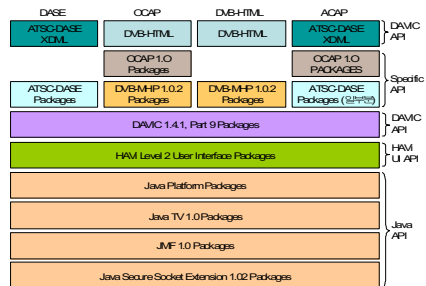


그림 3. 각 미들웨어 표준의 API  
Fig. 3. API of Middleware standard.

또한 각 표준은 용도가 다르기 때문에 사용하는 API도 서로 다르다. MHP, DASE, OCAP, ACAP 표준에서 사용하는 API는 그림 3과 같다. OCAP과 ACAP 표준에서 공통적으로 사용하는 API는 DAVIC 1.4.1 part 9, HAVi, Java TV, JMF 1.0, OCAP 1.0 패키지가 있다. 그러나 OCAP에서는 MHP용 패키지를 사용하는 반면에 ACAP에서는 DASE용 패키지를 사용한다.

### 2.3 OCAP 시스템 구조

OCAP 시스템은 기본적으로 MHP의 시스템 구조를 따르고 있다. OCAP 시스템 구조는 애플리케이션 개발자에게 다양한 양방향 데이터 방송 서비스를 개발할 수 있는 플랫폼을 제공한다. OCAP 시스템은 Host Device 하드웨어, 운영체제 미들웨어, OCAP 서버 시스템, 실행 엔진 모듈로 구성된다. Host Device 하드웨어 모듈은 CNI(Cable Network Interface), CA(Conditional Access), 비디오/그래픽 프로세싱, 오디오 프로세싱, CPU, RAM, 입/출력 등의 서버 시스템을 가진다. 운영체제 미들웨어 모듈은 셋탑박스 하드웨어와 기본적인 서비스를 제공하는 소프트웨어이다. OCAP 1.0 서버 시스템 모듈은 케이블 네트워크, 실행 엔진, OCAP 1.0 API, Monitor 어플리케이션 등을 제공한다. 애플리케이션 구성요소는 EPG, VOD 등의 어플리케이션이다. 실행 엔진은 OCAP 1.0 Java 플랫폼(Fundamental Java APIs, HAVi API, DAVIC API, Java TV API, DVB-MHP API)을 포함한다. OCAP Context는 셋탑박스를 통해 전송 받은 데이터로 오디오, 비디오 자막(Subtitle), Application 등을 포함한다. OCAP Context는 DVB-GEM 1.0.2과 일치하며, DVB-MHP 1.0.3을 확장한 것이다. OCAP 서비스 구조는 그림 4와 같다.

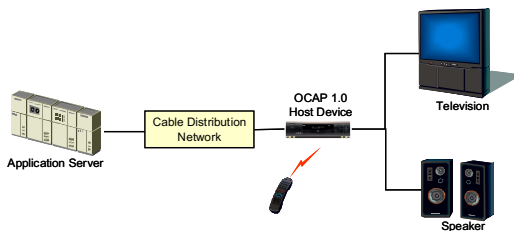


그림 4. OCAP 서비스 구조  
Fig. 4. OCAP Service Architecture.

그림 4에서 OCAP 1.0 Host Device는 오디오, 비디오, 데이터 등의 스트림을 처리한다. OCAP 애플리케이션은 스트림을 처리하여 뷰어로 내용을 나타낸다. 뷰어는 TV,

Speaker 등의 입출력 장치나 Host Device를 통해 애플리케이션과 상호작용 할 수 있다. OCAP 플랫폼은 리모트 컨트롤이나 키보드 같은 입력장치를 이용하여 뷰어로부터 입력을 받아, TV에 출력한다.

### 2.4 ACAP 시스템 구조

ACAP은 기존 지상파 방송용 DASE(DTV Application Software Environment) 표준과 케이블 방송용 OCAP 표준 간의 콘텐츠 상호 호환성을 위한 통합 표준이다. ACAP 표준은 GEM을 기반으로 하여 구현하였고, OCAP과 95%이상 동일하지만 DASE의 XHTML 콘텐츠 처리 기능을 선택 사항으로 추가하였다. ACAP 표준은 ACAP-J, ACAP-C, ACAP-X로 이루어져 있으며, ACAP 애플리케이션 구조는 그림 5와 같다.

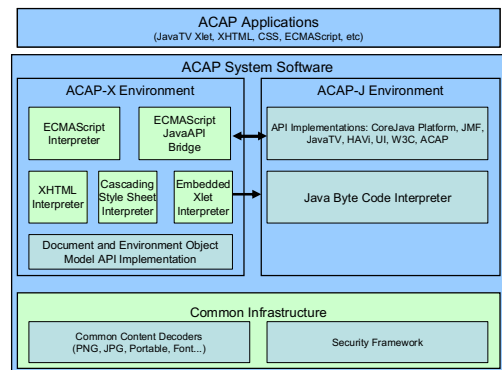


그림 5. ACAP 애플리케이션 구조  
Fig. 5. ACAP Application Architecture.

그림 5에서 ACAP-X(ACAP-X Environment)는 ACAP-XHTML 환경을 지원한다. ACAP-J(ACAP-JAVA Environment)는 Java 기반 응용프로그램 환경을 지원한다. ACAP-C(Common Infrastructure)는 공통적인 환경을 지원한다.

### 2.5 기존 검증 애플리케이션의 문제점

기존 검증 애플리케이션은 MHP 미들웨어를 검증하는 애플리케이션이다. 이 애플리케이션은 단일 표준에 대해서만 검증을 할 수 있기 때문에 OCAP, ACAP 공통 셋탑 박스의 검증용으로는 적합하지 않다. 또한, 미들웨어 인증을 위한 ATE(OCAP, ACAP)가 개발되었으나, 관련 기관과 협약 체결 지연으로 인해 시험 인증서비스가 지연되고 있다.

### III. 검증 애플리케이션 설계 및 구현

본 논문에서는 양방향 지상파 TV와 케이블 TV에서 공용으로 사용되는 디지털 셋탑박스가 ACAP과 OCAP 표준에 따라 개발되었는지 여부를 검증할 수 있는 애플리케이션을 설계하고 구현한다. 이 검증 애플리케이션은 각 표준에서 필수적으로 지원해야 하는 항목을 최대한 포함하도록 설계하고, Xlet(6)을 이용하여 구현한다. OCAP과 ACAP 표준에서 사용되는 API는 그림 6과 같고, 이러한 API를 이용하여 검증 애플리케이션을 설계한다.

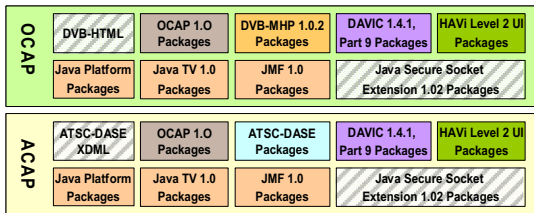


그림 6. OCAP과 ACAP 표준의 API  
Fig. 6. API of OCAP and ACAP standard.

#### 3.1 OCAP 표준 검증 항목 설계

검증 애플리케이션에서 지원하는 OCAP 표준은 표 1과 같이 Format, Protocol, Resource, Presentation인 4개의 대분류로 분류하고, 각 대분류를 다시 중분류로 분류한다. 그리고 중분류에서 필수 지정 항목은 다시 소분류로 분류한다. 이러한 소분류 항목들을 검증할 수 있는 애플리케이션을 설계하고 구현한다.

표 1에서 Format은 화면에 출력되는 이미지에 대한 알파 블렌딩(alpha blending)을 정확하게 처리하는지, 그리고 이미지 파일, 비디오 클립, 자막, 오디오, 폰트 등을 화면에 정확하게 출력하는지를 검증하는 항목이다. Protocol은 셋탑박스과 방송 송출 시스템간의 통신을 검증하는 항목이다. 특히 셋탑박스의 파일시스템인 Object Carousel의 전송을 검증하는 항목이다. Resource는 리모컨 입력이나 MPEG-2 섹션 필터링을 검증하는 항목이다. Presentation 항목에서 OCAP-J API는 셋탑박스에서 공통적으로 사용되는 API의 지원 여부를 검증하는 항목이다. 그리고 HAVI를 이용하여 GUI를 정확하게 구성할 수 있는지 검증한다.

표 1. OCAP 검증 항목 분류  
Table 1. OCAP Verification Item Classification.

대분류	중분류	소분류
Format	Graphics	Device capabilities, Video presentation, Image processing, Alpha/Color capabilities
	Static	PNG, JPEG, MPEG-2 I-Frames, MPEG-2 video drips, Monomedia for text, Monomedia for audio clips
	Broadcast streaming	Audio, Video, Subtitles
	Fonts	Resident/Built-in font, Downloadable fonts
Protocol	Broadcast	DSM-CC UU OC
	Interaction channel	IP multicast stack on UDP, UDP/IP, HTTP
Resource	Resources	AIT section filtering, Application accessible timer, MPEG-2 Section filtering, OCAP-J threads
	Input event	Minimum input event
Presentation		OCAP-J APIs fundamental core
		GUI APIs/AWT, HAVI

#### 3.2 ACAP 표준 검증 항목 설계

검증 애플리케이션에서 지원하는 ACAP 표준은 표 2와 같이 Format, Protocol, Resource, Presentation인 4개의 대분류로 분류하고, 각 대분류를 다시 중분류로 분류한다. 그리고 중분류에서 필수 지정 항목은 다시 소분류로 분류한다. 이러한 소분류 항목들을 검증할 수 있는 애플리케이션을 설계하고 구현한다. ACAP 검증 항목은 OCAP 검증 항목과 일치하는 항목이 많다.

표 2에서 Static Format은 이미지 파일, 오디오 클립, 비디오 클립, 텍스트 등을 화면에 정확하게 표현하는지 검증하는 항목이다. Broadcasting Stream Format은 전송중인 스트림에서 audio, video를 출력할 수 있는지를 검증하는 항목이다. Font는 미들웨어에 내장된 폰트를 정확하게 표현할 있는지를 검증하는 항목이다. Protocol은 서버와 셋탑박스에 DSM-CC, TCP/IP, UDP 등의 통신을 검증하는 항목이다. Resource는 MPEG-2 섹션 필터링과 리모컨 입력을 검증하는 항목이다. Presentation의 ACAP-J API list는 ACAP 전용의 API를 지원하는지를 검증하는 항목이다.

표 2. ACAP 검증 항목 분류  
Table 2. ACAP Verification Item Classification.

대분류	중분류	소분류
Format	Graphics	Device capabilities, Image processing, Alpha capabilities
	Static	PNG, JPEG, MPEG-2, I-Frames, MPEG-2 video drips, Monomedia for text Monomedia for audio clips
	Broadcast streaming	Audio, Video, Closed Captioning(m)
	Fonts	STB supported character set
Protocol	Broadcast	DSM-CC UU CC
	Interaction channel	UDP, HTTP, TCP/IP(m)
Resource	Resources	Memory(n), Application accessible timer, MPEG-2 Section filtering, ACAP-J threads(m), Multi application(n), Service selection(n)
	Input event	Minimum input event
Presentation		Fundamental ACAP-J API list

3.3 검증 애플리케이션 구현

검증 애플리케이션은 표 1의 OCAP 표준 항목과 표 2의 ACAP 표준 항목을 모두 지원하도록 구현해야 한다. 본 연구에서는 표 1, 표 2의 표준 항목을 모두 구현한다. 하지만 본 논문의 지면 제한으로 인해 모두 기술할 수 없기 때문에 본 논문에서는 OCAP 표준의 Format-Graphics의 Device capability 검증 항목을 예로 들어 검증 애플리케이션 구현 방법을 설명한다. 또한 양방향 채널 검증을 위해 IP multicast stack on UDP, UDP/IP, HTTP, TCP/IP 검증 애플리케이션 구현 방법을 설명한다.

디지털 TV의 디스플레이 모델은 그림 7과 같이 3 개의 계층 (Background, Video, Graphics)으로 구성된다.

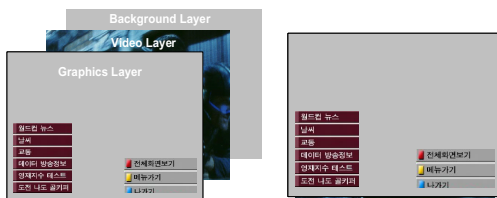


그림 7. OCAP의 디스플레이 모델  
Fig. 7. Display Model of OCAP.

그림 7에서 Background 계층은 배경으로 단일 색 또는 단일 이미지 만 표현이 가능하다. Video 계층은 비디오 영상을 표현하며, 풀 스크린 또는 1/4 크기의 스크린으로 해상도를 조절한다. Graphic 계층은 그래픽 컴포넌트를 표현한다. OCAP은 각 계층을 제어하기 위해 org.havi.ui. HBackgroundDevice, org.havi.ui.HVideoDevice, org.havi.ui.HGraphicsDevice 클래스를 정의한다. 이러한 클래스를 사용하여 검증 애플리케이션은 각 계층에 해당하는 영역을 화면에 출력하고, 원하는 영상이 출력되는지 검증한다. Device Capabilities 검증 애플리케이션의 상태도는 그림 8과 같다.

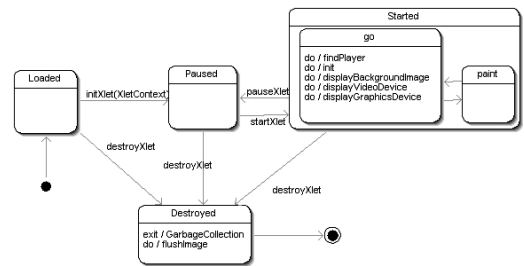


그림 8. OCAP Device Capabilities의 상태도  
Fig. 8. State Diagram of OCAP Device Capabilities.

그림 8에서 Xlet 라이프 사이클 모델과 같은 Loaded, Paused, Started, Destroyed 상태를 볼 수 있다. Started 상태에서는 배경, 비디오, 그래픽 객체를 화면에 출력하기 위해 다음과 같은 메서드를 사용한다.

- displayBackgroundImage() : HBackgroundDevice 클래스를 이용하여 배경을 표현한다.
- displayVideoDevice() : HVideoDevice 클래스를 이용하여 비디오 영상을 표현한다.
- displayGraphicsDevice() : HGraphicsDevice 클래스를 이용하여 그래픽 객체를 표현한다.

3.4 양방향 채널 검증

1) IP multicast stack on UDP 검증

양방향 데이터방송을 위해 OCAP 표준을 지원하는 셋탑박스는 Multicast IP connection을 통해 애플리케이션을 다운로드 받는 기능을 제공한다. Multicast IP를 통해 다운로드 받은 애플리케이션은 DSM-CC multi-protocol encapsulation stream으로 전송한다. Multi-protocol encapsulation은 방송 서버에서 MPEG-2 section의 IP 데이터를 인터넷을 통해 효과적으로 전송할 수 있는 기능을 제공한다. 애플리케이션 로딩을 위해 어떤 프로토콜이 사용되는지 파악하기 위해서는 AIT(Application

Information Table)의 transport protocol descriptor가 필요하다. transport protocol descriptor의 구조는 그림 9와 같다.

	No. of Bits	Identifier	Value
transport_protocol_descriptor() {			
descriptor_tag	8	uimsbf	
descriptor_length	8	uimsbf	
protocol_id	16	uimsbf	
transport_protocol_label	8	uimsbf	
for (i = 0; i < N; i++) {			
selector_byte	8	uimsbf	N1
}			
}			

그림 9. AIT의 transport protocol descriptor 구조  
Fig. 9. Transport protocol descriptor architecture of AIT.

그림 9에서 protocol\_id 는 다운로드 받은 애플리케이션에 속한 파일이 어떠한 프로토콜을 사용하는지 나타낸다. 예를 들어 0x0001은 object carousel, 0x0002는 multicast IP, 0x0003은 return channel을 사용한다. selector\_byte 는 전송 받은 파일의 저장 위치에 대한 정보를 포함한다.

이 검증 어플리케이션은 방송 서버 측에서 IP multicast stack on UDP protocol을 통해 전송한 패킷의 내용을 수신하여 화면에 표현함으로써, 셋탑박스가 DSM-CC multi-protocol encapsulation을 통한 IP multicast를 제대로 지원하는지 검증하는 기능을 제공한다.

2) UDP/IP 검증

OCAP 표준을 지원하는 셋탑박스는 IP multicast이외에도 상향 채널을 이용한 전송을 지원해야 한다. IP multicast와 마찬가지로 AIT의 transport protocol descriptor로서 selector를 판별한다.

본 검증 어플리케이션은 IP multicast stack on UDP 검증 어플리케이션과 마찬가지로 상향 채널을 통한 통신을 검증한다. 셋탑박스 측에서 IP address와 UDP/IP port를 통해 Return Server UDP/IP service에 접속한 후 메시지를 전송하고 응답한 메시지를 화면에 표현함으로써, 셋탑박스가 Return Server UDP/IP service 연결을 제대로 지원할 수 있는지 여부를 검증한다.

3) HTTP 검증

OCAP과 ACAP 표준을 지원하는 셋탑박스는 HTTP 프로토콜을 이용한 상향 채널을 통해서 데이터 파일과 클래스의 로딩을 지원해야 한다. 상향 채널을 이용하면 빠른 동작시간과 네트워크 대역폭을 절약할 수 있는 장점이 있다.

본 검증 어플리케이션은 HTTP를 통한 return channel을 통한 통신을 검증한다. 셋탑박스 측에서 Return Server의 IP address를 입력하여 Return Server HTTP service에 접속을 시도하여, Return Server의 HTTP service 연결을 제대로 지원할 수 있는지 여부를 검증한다.

4) TCP/IP 검증

본 검증 어플리케이션은 OCAP 표준의 UDP/IP 검증 어플리케이션과 동일한 기능을 수행하며 상향 채널을 통한 통신을 검증한다. 셋탑박스 측에서 IP address와 UDP/IP port를 통해 Return Server UDP/IP service에 접속한 후 메시지를 전송하고 응답한 메시지를 화면에 표현함으로써, 셋탑박스가 Return Server UDP/IP service 연결을 제대로 지원할 수 있는지 여부를 검증한다.

IV. 성능 평가

본 논문에서는 OCAP 및 ACAP 표준을 검증할 수 있는 검증 어플리케이션을 개발하고 그 성능을 평가한다. 이때 사용하는 성능 평가 요소는 검증율(Verification rate)이다. 검증율은 검증 어플리케이션을 사용하여 셋탑박스를 검증한 결과와 실제 셋탑박스의 구현 범위를 비교하여 일치하는 비율을 구한 값이다. 검증율이 100%이면 셋탑박스의 모든 구현 범위를 검증 어플리케이션으로 정확하게 검증할 수 있다는 의미이다.

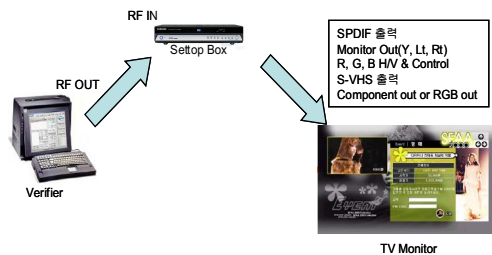


그림 10. 성능 평가 환경  
Fig. 10. Environment of Performance Evaluation

4.1 성능 평가 환경

검증 어플리케이션의 성능 평가는 에어코드(Aircode)사의 TVPLUSi™ Verifier ACMEII 852와 삼성전자의 DTB- H650F 셋탑박스를 사용한다[7][8][9]. 성능 평가 환경은 그림 10과 같다.

그림 10에서 TVPLUSi™ Verifier는 데이터방송 송

출 시스템의 핵심 기능을 소프트웨어로 지원하는 통합시 스템으로 양방향 TV 애플리케이션을 실제 방송 환경과 동일한 환경에서 검증할 수 있는 기능을 제공한다. 따라서 Verifier에서 애플리케이션을 실행하면 셋탑박스에 연결된 TV 화면에 실행 결과를 출력한다. Verifier의 실행 화면은 그림 11과 같다.

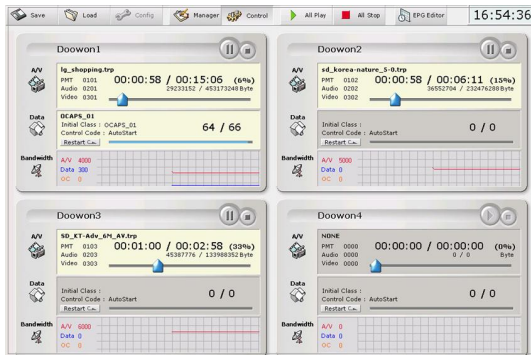


그림 11. Verifier 실행 화면  
Fig. 11. Verifier execution screen

그림 11은 방송 송출을 관리하고 제어하는 애플리케이션의 실행 화면으로 4개의 채널에 방송 스트림과 애플리케이션을 전송한다. 즉, A/V 방송 영상에 데이터 방송용 애플리케이션을 추가하여 방송을 송출하고, 출력 결과는 그림 10의 셋탑박스에 연결된 TV 화면에서 확인한다. 이때 방송스트림에 하나의 애플리케이션을 추가하여 애플리케이션 별로 총 49회 반복 송출한다.

4.2 성능 평가 및 결과 분석

본 논문에서는 성능 평가를 위해 셋탑박스(DTB- H650F)를 대상으로 25개의 OCAP 검증 애플리케이션과 23개의 ACAP 검증 애플리케이션을 실행한다. 다양한 데이터 방송 콘텐츠를 사용하여 TVPLUS<sup>TM</sup> 서버(7)에서 실행한 검증 애플리케이션의 결과를 셋탑박스로 송출하여 정확한 검증 결과를 얻는다. 그 실행 결과는 표 3, 표 4와 같다.

표 3. OCAP 검증 애플리케이션의 실행 결과  
Table 3. Execution Result of OCAP Verification Application

번호	테스트 프로그램명	실행 결과
1	Device capabilities	○
2	Video presentation	○
3	Image processing	○
4	Alpha capabilities	X
5	Color capabilities	○
6	PNG, GIF, MPEG-2 I-Frames	○
7	MPEG-2 video drips	○
8	Monomedia for text	○
9	Monomedia for audio clips	○
10	Audio	○
11	Video	○
12	Subtitles	X
13	Resident/Built-in font	○
14	Downloadable fonts	○
15	DSM-CC UU OC	○
16	IP multicast stack on UDP	X
17	UDP/IP	○
18	HTTP	○
19	AIT section filtering	X
20	Application accessible timer	○
21	MPEG-2 section filtering	X
22	OCAP-J threads	○
23	Minimum input event	○
24	OCAP-J APIs fundamental core	○
25	GUI APIs/AWT	○

표 3의 OCAP 검증 어플리케이션 검증 결과를 살펴보면 셋탑박스(DTB-H650F)는 4개 항목인 Alpha capabilities, Subtitles, IP multicast stack on UDP, AIT section filtering, MPEG-2 Section filtering 을 지원하지 않는다는 것을 알 수 있다.

표 4의 ACAP 검증 어플리케이션 검증 결과를 살펴보면 셋탑박스(DTB- H650F)는 1개 항목인 MPEG-2 Section filtering 을 지원하지 않는다는 것을 알 수 있다.



표 4. ACAP 검증 애플리케이션의 실행 결과  
Table 4. Execution Result of ACAP Verification Application

번호	테스트 프로그램명	실행 결과
1	Device capabilities	○
2	Image processing	○
3	Alpha capabilities	○
4	PNG, GIF, MPEG-2 I-Frames	○
5	MPEG-2 video drips	○
6	Monomedia format for text	○
7	Monomedia for audio clips	○
8	Audio	○
9	Video	○
10	Closed captioning	○
11	STB supported chracter set	○
12	DSM-CC UU OC	○
13	UDP	○
14	HTTP	○
15	TCP/IP	○
16	Memory	○
17	Application accessible timer	○
18	MPEG-2 section filtering	X
19	ACAP-J threads	○
20	Multi application	○
21	Service selection	○
22	Minimum input event	○
23	ACAP-J APllist	○

본 논문에서 구현한 검증 애플리케이션을 사용하여 셋탑박스(DTB-H650F)를 대상으로 OCAP, ACAP 표준 항목 지원 여부를 검증한 결과는 그림 12와 같다.

그림 12를 살펴보면 DTB-H650F 셋탑박스는 OCAP 표준의 경우 80%, ACAP 표준의 경우 95%를 지원함을 알 수 있다. 따라서 DTB-H650F 셋탑박스의 경우, OCAP 표준은 20%, ACAP 표준은 5%를 구현하지 않았다.

국내외에서 생산되는 양방향 디지털 방송용 셋탑박스에 대하여 OCAP 및 ACAP 표준 지원 여부를 검증하고자 할 때 본 논문에서 구현한 OCAP, ACAP 검증 애플

리케이션을 사용한다면 편리하고 효율적으로 검증할 수 있다.

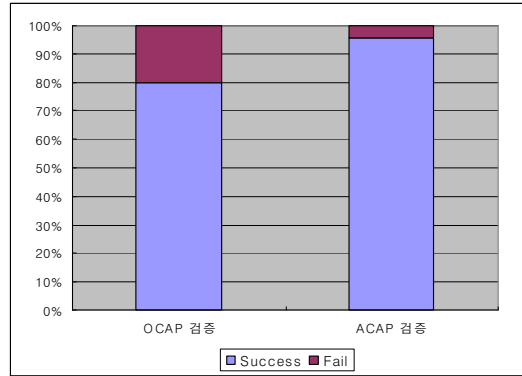


그림 12. DTB-H650F 셋탑박스 검증률  
Fig. 12. Verification rate of DTB-H650F Settop-box

## V. 결과

기존의 MHP 검증 애플리케이션은 데이터 케이블 방송과 지상파 방송의 미들웨어 표준인 OCAP과 ACAP 표준에 대하여 검증하는데 부족한 점이 있다. 따라서 본 논문에서는 양방향 디지털 방송용 셋탑박스가 OCAP과 ACAP 표준을 정확하게 구현하고 있는지를 검증할 수 있는 검증 애플리케이션을 개발하였다.

본 논문에서는 OCAP 및 ACAP 표준 항목에서 필수 항목을 선정하여 각각의 필수 항목별로 검증 애플리케이션을 설계하고 구현하였다. 그리고 DTB-H650F 셋탑박스를 대상으로 검증 애플리케이션의 성능을 평가하였다. 그 결과 DTB-H650F 셋탑박스의 경우 OCAP 표준 80%, ACAP 표준 95%를 지원하고 있음을 알 수 있었다.

본 논문에서 개발한 검증 애플리케이션은 케이블 방송 및 지상파의 데이터 방송 표준인 OCAP과 ACAP 표준에 대한 규격 준수 및 구현 정도를 검증할 수 있고, 규격 지원 범위의 검증이 가능하다. 또한 검증 절차가 단순하기 때문에 양방향 디지털 방송용 셋탑박스 개발 및 디지털 방송용 콘텐츠 개발 시에 OCAP 및 ACAP 표준의 지원 여부를 검증할 수 있어 셋탑박스의 개발 기간을 단축할 수 있다.

## 참고문헌

- [1] 김대수, "국내 데이터방송 서비스 시장 동향," <http://www.software.or.kr/ICSFiles/afieldfile/060901/04.pdf>
- [2] 구건서, "IPTV에서 컷 검색을 위한 색 분포정보를 이용한 FE-CBIRS," 한국컴퓨터정보학회 논문지, 제14권, 제1호, 91-97쪽, 2009년 1월.
- [3] ATSC Proposed Standard (PS101) "Advanced Common Application Platform(ACAP)," <http://www.atsc.org>
- [4] J. Jones, "DVB-MHP/JAVA TVTM Data Transport Mechanisms," ACM International Conference Proceeding Series: Vol. 21 Proceedings of the Fortieth International Conference on Tools Pacific: Objects for Internet, Mobile and Embedded Applications, Vol. 10, pp. 115-121, Feb. 2002.
- [5] OpenCable™ Application Platform Specification, OCAP 1.0 Profile (OC-SP- OCAP1.0-I1-050803), <http://www.opencable.com>
- [6] MHP1.0.3 ETSI TS 101 812 V1.3.1, <http://www.mhp.org>
- [7] GEM 1.0.2 draft TS 102 819 V1.3.1 (DVB Document A089), <http://www.aircode.com>
- [8] 이주용, 이원주, 전창호, "디지털 셋탑박스 미들웨어를 위한 검증 어플리케이션 설계 및 구현," 한국정보과학회 2006 한국컴퓨터종합학술대회 논문집(A), 제33권 제 1호, 256-258쪽, 2006년 6월.
- [9] 박종현, 강지훈, "디지털 방송을 위한 Set-Top Box기반 TV-Anytime 메타데이터 관리 시스템," 한국컴퓨터정보학회 논문지, 제13권, 제4호, 71-78쪽, 2008년 7월.

## 저자 소개



### 이 원 주

1989: 한양대학교  
전자계산학과 공학사.  
1991: 한양대학교  
컴퓨터공학과 공학석사.  
2004: 한양대학교  
컴퓨터공학과 공학박사  
현 재: 인하공업전문대학  
컴퓨터정보과 부교수  
관심분야: 성능분석, 센서네트워크,  
병렬처리시스템, 모바일 컴  
퓨팅, 그리드 컴퓨팅,  
클라우드컴퓨팅



### 이 주 용

2005: 서울산업대학교  
컴퓨터공학과 공학사  
2007: 한양대학교  
컴퓨터공학과 공학석사  
현 재: LG전자 Media 연구소  
연구원  
관심분야: 성능분석, 디지털 방송,  
그리드컴퓨팅, 임베디드시스템,  
병렬처리시스템,