

디지털 TV 소프트웨어를 위한 테스트 스트림 자동 생성 방법

(A Test Stream Generating Method for the Digital TV Software)

곽 태 희 * 최 병 주 **
(Taehee Gwak) (Byoungju Choi)

요 약 디지털 TV 소프트웨어의 입력은 MPEG-2(Moving Picture Experts Groups-2) 동영상 압축 기술을 이용한 전송 스트림(Transport Stream)이다. MPEG-2 TS는 복잡한 계층 구조와 내부 연관관계를 가지고 있으며, 스트림의 필드 값 결정 시 디지털 TV 소프트웨어의 시스템 규격과 관련된 다양한 제약 사항이 존재한다. 그러나, 일반적인 MPEG-2 스트림 생성 도구들은 MPEG-2 TS 자체의 명세만을 가지고 스트림을 생성하므로 디지털 TV 소프트웨어를 구성하는 모듈의 기능이나 모듈 사이의 상호 작용은 고려하지 않는다.

본 논문에서는 디지털 TV 소프트웨어의 테스트를 위해 체계적으로 테스트 스트림을 생성하는 방법을 제안한다. 또한 제안한 방법을 적용하여 생성한 테스트 스트림을 실제 디지털 TV 수신기 시스템에 적용한 실험 결과를 제시한다. 본 방법을 이용하면 기존의 스트림 생성기와 달리 디지털 TV 소프트웨어의 시스템 테스트 뿐 아니라, 모듈 및 통합 테스트를 위한 테스트 스트림의 생성이 가능하며 발견된 오류의 원인 분석이 가능하다.

키워드 : 테스트 스트림, 디지털 TV 소프트웨어 테스트, MPEG-2 TS

Abstract The input of digital TV software is the Transport Stream, which utilizes the moving picture compression technique, MPEG-2 (Moving Picture Experts Groups-2). MPEG-2 TS consists of the complicated table hierarchy and internal relationships, as well as the various restrictions with regards to system standard of digital TV software in determining the field values of transport stream. However, the general MPEG-2 TS generation tool produces transport streams solely based on the MPEG-2 TS specification itself, and does not consider the interaction between module features or modules themselves, which construct digital TV software.

In this paper, we propose a method to systematically generate MPEG-2 TS test data, namely 'Test Stream', for digital TV software. We present the experiment result where the test stream derived from our developed tool according to the proposed method was applied to the actual digital TV software settop-box, and then analyze the result. Apart from other existing MPEG-2 TS generation tools, the advantage of our method is that not only is it capable of generating various levels of test streams including digital TV software module, integration, and system testing, but also detecting errors and analyzing their causes.

Key words : Test Stream, Digital TV Software Testing, MPEG-2 TS

1. 서론

디지털 TV 방송은 방송 프로그램 안내를 비롯하여

· 본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(과제번호:2000-0-303-02-3)의 부분지원으로 수행되었음

· 본 연구는 대학 IT연구센터 육성 지원사업의 부분지원으로 수행되었음

* 비 회 원 : 삼성전자 CTO전략실 소프트웨어센터 연구원
th.gwak@samsung.com

** 중 신 회 원 : 이화여자대학교 컴퓨터학과 교수
bjchoi@ewha.ac.kr

논문접수 : 2003년 1월 16일

심사완료 : 2003년 6월 13일

여러 가지 부가 정보와 다양한 형태의 데이터 서비스 및 양방향 채널을 이용한 대화형 서비스를 지원한다. T3/S17[1] DASE(Digital TV Application Software Environment)는 ATSC(Advanced Television Standard Committee)[2] 산하의 데이터 방송 관련 표준화 그룹으로 데이터 방송과 대화형 서비스를 위한 데이터 서비스를 처리하기 위해 수신기의 구조가 어떻게 되어야 하며, 수신된 콘텐츠가 어떻게 보여져야 하는지에 대해 정의하고 있다. 지상파 방송을 위한 디지털 TV 소프트

웨어는 DASE 규격에 맞추어 구현된 시스템으로 다양한 응용 프로그램이나 멀티미디어 콘텐츠 등 복잡한 구조의 데이터를 대량으로 처리한다. 디지털 TV 소프트웨어는 사용자 층이 넓고 보급이 빠른 TV의 특성상 상용화되기 전 철저한 테스트가 필요하다. 그러나 상용 시스템이고 또한 대규모이므로 소스코드가 공개되지 않는다. 따라서 소스코드 기반의 테스트 방법을 적용할 수 없다.

블랙박스 테스트[3]는 시스템을 블랙박스로 취급하여 내부 구조를 참조하지 않고 주어진 입력에 요구되는 결과가 나오는가를 시험한다. 즉, 시스템의 기능에 대해 초점을 맞추어, 주어진 입력 값들의 조합에 의해 기대되는 결과가 나오는가를 점검하는 것이다. 따라서 이 테스트는 시스템이 무슨 일을 수행하는가를 나타내는 설계 명세서 또는 요구사항 명세서를 참조하여 이루어질 수 있다.

본 논문에서는 블랙박스 테스트의 개념을 기반으로 디지털 TV 소프트웨어의 테스트를 위해 체계적으로 테스트 스트림을 생성하는 방법을 제안한다. 기존의 TS 생성 도구들은 MPEG-2 TS 자체의 명세 정보만을 가지고 스트림을 생성하여 TV 소프트웨어의 구성 모듈이나 모듈 사이의 상호작용 등은 고려하지 않으므로 적합하지 않다. 이를 위해 본 논문에서 제안한 기법에서는 먼저 디지털 TV 소프트웨어 아키텍처와 구성 모듈의 기능을 분석한다. 또한 MPEG-2(Moving Picture Experts Groups-2)[4] 표준과의 관련성을 조사하고 이를 이용한다. 즉, UML의 순차도(sequence diagram)[5]를 이용하여 각 모듈의 동작을 명세한 후 각 모듈의 동작 특성 별로 테스트 항목을 식별한다. 식별된 테스트 항목과 MPEG-2 표준의 분석 결과를 토대로 테스트 데이터 생성 시나리오를 선정하고 생성된 테스트 데이터를 실제 TS로 작성하면, 디지털 TV 소프트웨어의 특성이 반영된 효율적인 테스트 스트림을 생성할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 디지털 TV 소프트웨어를 위한 테스트 스트림 자동 생성 방안에 대해 상세히 기술한다. 3장에서는 본 논문에서 제안한 기법을 적용하여 테스트 데이터를 생성하고 실제 디지털 TV 소프트웨어의 셋탑박스(settop-box)에 적용한 결과를 제시하고 기법을 분석한다. 마지막으로 4장에서는 결론 및 향후 연구 과제를 기술한다.

2. 테스트 스트림 자동 생성 기법

디지털 TV 소프트웨어는 구성 모듈이 서브시스템 수준이 되는 대규모 시스템이다. 또한 일부 모듈은 전체 시스템에 대한 테스트 스트림을 직접 이용하고 다른 모듈은 간접적인 방법으로 이에 접근하는 동작 특성을 가

진다. 그리고 특정 매개변수(parameter)나 함수 값이 아닌 메시지를 기반으로 한 모듈 사이의 상호 작용(interaction)이 발생한다. 따라서 이를 고려한 테스트 스트림을 효과적으로 생성하기 위한 방법이 필요하다.

본 논문에서 제안하는 디지털 TV 소프트웨어의 테스트 스트림 자동생성 기법은 크게 네 단계로 나누어진다. 첫 번째는 테스트 하고자 하는 모듈을 분석하는 단계로서 테스트 대상이 되는 모듈을 선정하고 각 모듈의 특성 및 구조를 파악하여 테스트 계획을 수립하는 단계이다. 이 단계에서는 각 모듈의 동작을 UML 다이어그램으로 표현한 후 디지털 TV 소프트웨어의 테스트를 위한 테스트 항목을 식별한다. 두 번째 단계에서는 디지털 TV 소프트웨어의 입력 데이터 규격인 MPEG-2 TS 표준으로부터 테스트 데이터 생성에 필요한 정보를 추출한다. 이 단계에서는 MPEG-2 TS의 계층구조와 MPEG-2 TS를 구성하고 있는 테이블이나 필드 사이의 구문적, 의미적 연관관계를 분석한다. 세 번째 단계에서는 테스트 시나리오를 추출하는 데, 이는 첫 번째 단계에서 식별한 테스트 항목을 테스트 시나리오 요소로 세분화하여 표현한 것이다. 마지막으로 네 번째는 추출한 테스트 시나리오를 MPEG-2 TS의 연관관계에 적용하여 테스트 스트림을 생성하는 단계로서 실제적인 적용을 위해서는 테스트 데이터를 스트림으로 인코딩하는 작업이 필요하다. 그림 1은 단계별 세부적인 절차를 표현한 것이다.

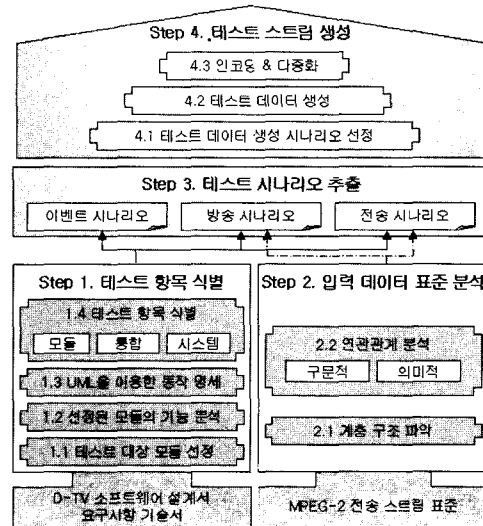


그림 1 디지털 TV를 위한 테스트 스트림 자동생성 절차

2.1 테스트 항목 추출

DASE는 데이터 서비스를 지원하기 위한 디지털 TV

수신기의 소프트웨어 구조에 관련된 규격을 정의하고 있는 국제 표준이다. DASE 규격에 맞추어 구현된 디지털 TV 소프트웨어[6]는 SI(Service Information Manager)[7], CM(Channel Manager)[8], DB(Data Broadcast Manager)[9], AM(Application & Resource Manager)[10], DAE(Declarative Application Environment)[6], CD(Content Decoder)[6] 등의 구성 모듈들로 이루어져 있다.

2.1.1 테스트 대상 모듈 선정

디지털 TV 소프트웨어의 구성 모듈 중에서 SI, CM, DB, AM을 제외한 나머지 모듈들은 그 기능이 단순하고 보조적으로 다른 모듈을 지원하는 역할을 수행한다. 혹은 MPEG-2 TS 형태의 테스트 데이터가 아닌 어플리케이션 수준의 데이터를 처리한다. 따라서 본 논문에서는 MPEG-2 TS 형태의 테스트 데이터를 직접 다루는 주요 모듈 SI, CM, DB, AM만을 테스트 대상으로 선정하고 각각의 기능과 특징을 분석한다.

2.1.2 모듈의 기능 분석

SI: MPEG-2 TS에서 전자 프로그램 가이드(Electronic Program Guide) 기능을 제공하는 데 필요한 스트림을 파싱하고 관리한다. 채널과 버전의 변경에 따라 모니터링(monitoring)을 수행하며 이를 통해 얻어낸 정보를 다른 모듈에 전송한다.

CM: 채널 변경에 관련된 동작을 수행하고 채널 변경에 따른 다른 모듈의 요구 사항 등을 처리한다.

DB: 데이터 서비스(Data service)와 관련된 스트림을 파싱하여 다른 모듈들이 접근할 수 있는 형태로 가공하여 제공한다.

AM: 디지털 TV 소프트웨어에서 실제로 동작하는 어플리케이션의 기동과 제어를 담당한다. MPEG-2 TS

를 구성하는 일부 스트림으로부터 데이터 서비스의 수행에 필요한 정보를 얻고, 어플리케이션이 요구하는 자원과 시스템 서비스를 해당 수신기에서 제공할 수 있는가를 결정한다.

이와 같이 디지털 TV 소프트웨어를 구성하고 있는 모듈들은 다음과 같은 네 가지 주요한 특징을 가지고 있다.

디지털 TV 소프트웨어 모듈의 특징

- (a) 각각의 모듈은 MPEG-2 TS를 구성하는 스트림 중 각기 다른 일부만을 선별적으로 사용한다.
- (b) 네트워크가 허용하는 전송률과 크기를 준수하기 위해 여러 개 테이블로 분할되거나 혹은 동기화 작업을 위해 버퍼링(buffering) 되었다가 전송되는 MPEG-2 TS를 처리할 수 있어야 한다.
- (c) 모듈이 동작하는 도중 채널이 바뀌거나 방송 내용이 바뀌는 등의 이벤트가 발생한다.
- (d) 각 모듈은 전송 스트림을 파싱하여 다른 모듈이 이용할 수 있는 형태로 가공해서 제공하거나 메시지를 통해 다른 모듈에게 정보를 전달한다.

디지털 TV 소프트웨어의 효과적인 테스트를 위해서는 위의 특징을 고려하여 테스트 스트림을 생성해야 한다. 추출한 모듈의 특징 각각은 테스트 항목으로서 식별될 수 있으며 모듈 사이의 상호 작용과 관련된 네 번째 특징(d)은 통합 테스트와 관련된 사항이다.

2.1.3 UML의 순차도(sequence diagram)를 이용하여 각 모듈의 동작 명세

본 기법에서는 디지털 TV 소프트웨어를 구성하는 모듈들의 분석과 명세를 위해서 그림 2와 같이 요구사항 기술서[1]와 구조설계서[6,7,8,9,10]를 토대로 각 모듈의 기능과 동작을 파악한다. 그리고 UML의 클래스도(class

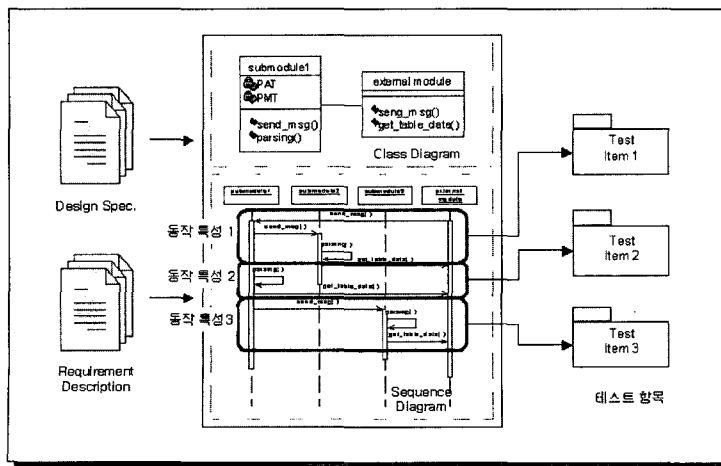


그림 2 테스트 항목 식별 과정

diagram)와 순차도(sequence diagram)를 이용하여 각 모듈의 기능에 따른 동작을 명세한다. 이로부터 모듈의 동작 특성 별로 테스트 항목을 식별할 수 있다. 이 때 모듈의 독립적인 동작과 관련된 특성은 모듈 테스트를 위한 항목으로 고려하며, 상호작용과 관련된 동작 특성은 통합 테스트를 위한 테스트 항목으로 고려한다.

2.1.4 테스트 항목 식별

• 모듈 테스트

모듈 테스트는 소프트웨어를 구성하는 기본 단위인 모듈에 대한 시험을 수행하는 것으로 본 절에서는 DB 모듈을 예로 들어 모듈의 설계 지침으로부터 파악한 동작 특성이 어떻게 테스트 항목으로 식별될 수 있는지 기술한다.

DB 모듈은 SI, AM 모듈과 메시지를 주고받으면서 데이터 서비스와 관련된 스트림을 모니터링하거나 파싱하여 다른 모듈에게 제공한다. DB 모듈을 테스트하기 위해서는 데이터 서비스 관련 스트림을 반드시 포함하도록 테스트 데이터를 생성함을 의미한다. 데이터 서비스는 채널이나 방송 내용과 밀접한 연관이 있다. 즉, 해당 채널과 방송 서비스 내용이 데이터 서비스를 지원해야 한다. 한 편 동기화 작업을 위해 혹은 네트워크가 허용하는 크기로 스트림을 전송하기 위해 하나의 테이블이 여러 개로 분할되어 전송될 경우 이를 처리할 수 있어야 한다. 이는 버퍼링의 수준이나 블록(block)의 크기와 같은 전송과 관련된 사항이다. 또한 모듈이 동작 중에 채널이 바뀌거나 데이터 서비스 유무의 변화와 같은 상황이 일어날 수 있으므로 이에 대한 테스트도 반드시 수행되어야 한다. 따라서 모듈 테스트를 위한 테스트 항목으로는 방송 계획과 전송 계획, 채널 변화와 같은 이벤트의 세 가지 요소가 식별될 수 있다.

• 통합 테스트

디지털 TV 소프트웨어와 같은 대규모 상용 시스템의 경우 구성 모듈들을 통합하는 과정에서 발생할 수 있는 상황에 대한 테스트가 필수적이다. 본 논문에서는 모듈 사이의 상호작용(interaction)이 존재하는 조합을 대상으로 통합 테스트를 위한 테스트 항목을 식별한다. 모듈의 명세로부터 파악한 디지털 TV 소프트웨어를 구성하는 SI, CM, DB, AM의 4가지 모듈 사이에 존재하는 상호작용은 그림 3과 같다.

굵은 타원으로 표기(start event)는 이벤트 메시지의 발생이 시작될 수 있는 모듈임을 나타낸다. 즉, 채널 변화(channel change)와 같은 이벤트에 대한 메시지 전달은 DB와 AM 모듈 사이에서 발생할 수 있지만 이는 반드시 SI 모듈에서 이벤트 메시지 전달이 시작되어야 한다. 따라서 채널 변화 이벤트는 DB와 AM의 두 가지 모듈 사이의 상호 작용으로 고려하지 않는다. 이와 같은

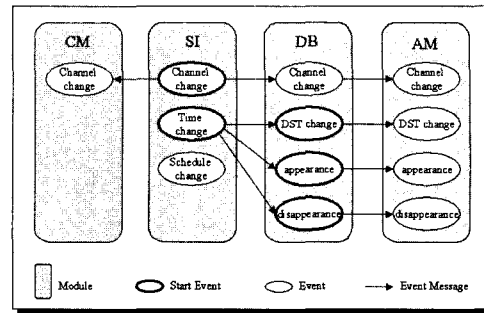


그림 3 모듈 사이의 상호 작용

표 1 통합 테스트 모듈을 위한 테스트 항목

모듈 조합	테스트 항목
SI +CM	Channel change message
SI +DB	DST change message, Data service change message (appearance, disappearance)
SI +AM	DST change message, Data service change message (appearance, disappearance)
DB +AM	DST change message, Data service change message (appearance, disappearance)
SI +DB +AM	DST change message, Data service change message (appearance, disappearance)
SI +CM +DB +AM	Channel change message

방식으로 식별된 통합 테스트를 위한 테스트 항목은 표 1과 같다.

• 시스템 테스트

시스템 테스트는 시스템의 구성 요소가 알맞게 통합되어지고, 할당된 기능을 제대로 수행하는지 검증하는 것이다. 이 경우 불규칙적인 양, 빈도 수 또는 용량의 자원들을 요구하는 방법으로 수행하는 스트레스 시험 (Stress Testing)이나 소프트웨어의 실행 시간 성능을 측정하는 성능 시험(Performance Testing) 등의 방법이 이용될 수 있다. 따라서 시스템 테스트를 위한 테스트 항목으로는 디지털 TV 소프트웨어의 채널 변경 시 혹은 데이터 서비스 처리 등에 대한 반응 시간을 식별할 수 있다. 또한 전송을 위해 하나의 스트림이 여러 개의 섹션(section)으로 분할되어 수신되는 경우의 처리 등이 테스트 항목이 될 수 있다.

2.2 MPEG-2 TS 분석

데이터 방송 콘텐츠의 전송은 기본적으로 MPEG-2 TS를 이용한다. 이 방식은 여러 개의 프로그램을 하나의 스트림 데이터로 구성할 수 있고 프로그램의 편성에 있어서 스크램블(scramble) 기능을 이용하여 데이터를

특정 시청자에게만 시청하도록 할 수 있어 텔레비전 방송과 같은 응용 분야에 적합하다. 본 절에서는 디지털 TV 소프트웨어의 입력 데이터 규격인 MPEG-2 TS를 분석한다.

2.2.1 계층 구조 파악

데이터 방송을 위해 저작된 방송 서비스 컨텐츠는 여러 가지 프로토콜을 이용하여 전송된다. 주기적으로 같은 형식의 최신 데이터를 전송하는 데이터 다운로드(Data Download), 혹은 데이터그램(Datagram)을 비동기적인 방법으로 전송하기 위해 사용하는 어드레스블 섹션(Addressable Section) 등이 그것이다. 일단 데이터 방송 프로토콜로 인캡슐레이션(Encapsulation)[11,12,13]되고 나면, 다시 MPEG-2 TS로 패킷(packet)화 된 후 오디오, 비디오와 함께 다중화(multiplexing)된다. PSI(Program Specific Information)[14,15], PSIP(Program System Information Protocol)[16,17,18]와 같은 프로그램 정보 역시 MPEG-2 섹션 및 TS 패킷화를 거쳐 다중화되고 방송파를 통해 수신기에 전달된다. 즉, MPEG-2 TS에는 이러한 프로그램 정보 및 컨텐츠가 모두 포함되어 있어야 한다. 따라서 디지털 TV 소프트웨어의 테스트 데이터는 크게 PSI, PSIP, SDF의 세 부

분으로 나누어진다. PSI, PSIP, SDF는 유기적으로 협력하는 여러 개의 테이블들로 구성되며 그림 4와 같은 계층 구조를 가진다. 그림 4는 주요 하위 테이블까지만 표기한 것이다.

2.2.2 연관 관계 분석

MPEG-2 TS를 구성하는 테이블들의 필드와 필드 사이 혹은 필드와 테이블 사이에는 여러 종류의 연관 관계가 존재한다. 연관 관계는 크게 구문적인 연관 관계(syntactic relation)와 의미적인 연관 관계(semantic relation)의 두 가지로 나누어진다. 구문적인 연관 관계는 구조적인 측면과 관련하여 파악한 것이고, 의미적인 연관 관계는 내용적인 측면과 관련하여 분석한 것이다. 구문적인 연관 관계는 MPEG-2 TS를 구성하는 테이블과 필드 사이에 존재하는 것인지, 혹은 테이블과 테이블 사이에 존재하는 것인지에 따라 표 2에 제시한 것처럼 3가지 타입으로 분류할 수 있다. 이는 디지털 TV 소프트웨어를 위한 테스트 데이터의 테이블 구조를 결정하는 데 영향을 준다. 의미적인 연관 관계는 필드와 필드 사이 혹은 필드와 테이블 사이에 존재할 수 있으며 5가지 타입으로 나누어진다. 의미적인 연관 관계는 디지털 TV 소프트웨어를 위한 테스트 데이터의 필드 값을 정할 때 사용된다. 표 2는 MPEG-2 TS 내의 연관 관계를 타입별로 분류하여 정의한 것이다.

표 2에 정의된 8가지 연관 관계는 MPEG-2 TS 형태를 취하는 테스트 데이터의 구조와 값을 결정하는 기준이 된다. 예를 들어, 구문적인 연관 관계 타입 syn 1의 경우 Addressable_Section의 LLCSNAP_flag의 값에 따라 LLCSNAP과 datagram_data_byte 테이블의 생성 여부가 결정된다. syn 2 타입의 경우 DST의

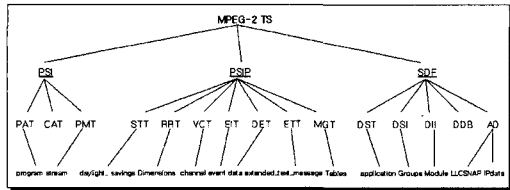


그림 4 MPEG-2 TS의 계층 구조

표 2 MPEG-2 TS사이의 연관 관계

구분	대상	타입	설명
구문적인 연관관계 (syntactic relation)	filed와 table	syn 1	T를 구성하는 필드인 a의 값에 따라 t의 생성 여부가 결정되는 경우 (필드 a와 테이블 T, T의 하위 테이블 t가 있을 때)
		syn 2	T를 구성하는 필드인 a의 값에 따라 t의 생성 개수가 결정되는 경우 (필드 a와 테이블 T, T의 하위 테이블 t가 있을 때)
	table과 table	syn 3	T1의 개수만큼 T2가 생성되는 경우 (테이블 T1과 테이블 T2가 있을 때)
의미적인 연관관계 (semantic relation)	field와 field	sem 1	b가 a와 동일한 값을 가지는 경우 (필드 a와 b가 있을 때)
		sem 2	a의 값을 토대로 계산을 거쳐 b의 값이 정해지는 경우 (필드 a와 b가 있을 때)
		sem 3	a의 값에 따라 b의 값이 달라지는 경우 (필드 a와 b가 있을 때)
		sem 4	a와 b 값의 중복이 불가능한 경우 (필드 a와 b가 있을 때)
	field와 table	sem 5	a가 특정 값을 취할 경우 T의 생성이 반드시 필요한 경우 (필드 a와 T가 있을 때)

application_count_in_section의 값에 따라 application 테이블의 개수가 결정되며, syn 3 타입의 경우에는 PAT의 하위 테이블인 program 테이블의 생성 개수와 PMT 테이블의 생성 개수가 동일해야 한다. 의미적인 연관 관계에서 sem 1 타입의 경우 VCT 테이블 transport_stream_id는 PAT의 transport_stream_id와 동일한 값을 가져야 하며 sem 2 타입의 경우 ETT의 ETM_id는 EIT의 source_id를 이용하여 계산된다. sem 3 타입의 경우 EIT나 ETT의 version_number가 1씩 증가 함에 따라 MGT의 version_number도 연쇄적으로 1씩 증가해야 하고 sem 4 타입의 경우는 PMT 테이블이 여러 개 생성될 경우에 각 테이블 내의 program_number는 중복될 수 없다. sem 5 타입의 예로는 PMT의 하위 테이블인 stream 테이블의 stream_type이 149 일 경우에는 DST 테이블이 반드시 생성되어야 한다. 그림 5, 그림 6은 위에서 설명한 예를 그림으로 나타낸 것이다.

블이 여러 개 생성될 경우에 각 테이블 내의 program_number는 중복될 수 없다. sem 5 타입의 예로는 PMT의 하위 테이블인 stream 테이블의 stream_type이 149 일 경우에는 DST 테이블이 반드시 생성되어야 한다. 그림 5, 그림 6은 위에서 설명한 예를 그림으로 나타낸 것이다.

2.3 테스트 시나리오 추출

디지털 TV 소프트웨어를 위한 테스트 데이터 생성에 앞서 2.1절과 2.2절에서 분석한 정보를 테스트 데이터 생성에 직접 적용이 가능한 형태의 테스트 시나리오로 추출하는 작업이 필요하다. 본 절에서는 본 논문에서 제안한 기법에 사용되는 테스트 시나리오를 정의하고, 분류 기술한다.

본 논문에서 제안한 기법에 사용되는 테스트 시나리오의 테스트 하고자 하는 모듈의 특성을 고려한 테스트 항목을 실제 테스트 데이터 생성에 직접 적용이 가능한 형태로 추출한 것이다. 즉, 테스트 데이터 생성에 필요한 방송 계획, 전송 고려 사항, 이벤트 등의 결정 사항을 총칭하는 것으로 크게 정적(static) 시나리오와 동적(dynamic) 시나리오로 나누어진다.

정적 시나리오는 하나의 고정된 테스트 데이터에 반영될 수 있는 요소들을 가리키는 것으로 다시 방송 시나리오와 전송 시나리오로 나누어진다. 방송 시나리오는 2.1절에서 분석한 디지털 TV 소프트웨어의 특징 (a)와 관련하여 정의된 것으로 방송 계획과 관련된 요소이다. 전송 시나리오는 디지털 TV 소프트웨어의 특징 (b)와 관련하여 정의된 것이다.

동적 시나리오는 디지털 TV 소프트웨어의 특징 (c)과 관련하여 정의된 이벤트 시나리오를 구성요소로 하며 이를 반영하기 위해서는 두 개 이상의 테스트 데이터가 필요하다. 동적 시나리오는 채널이나 서비스 내용과 같은 방송 시나리오의 결정에 반영되기도 한다.

[용어 정의]

- ▶ 정적 시나리오: 하나의 테스트 데이터에 반영될 수 있는 요소
 - 방송 시나리오: 데이터 방송 서비스를 위한 계획과 내용으로 정적 시나리오에 속한다. S1이라 표기한다.
 - 전송 시나리오: 전송과 관련하여 사용자가 결정할 수 있는 요소이다. 방송 시나리오와 마찬가지로 정적 시나리오에 속하며 S2라 표기한다.
 - ▶ 동적 시나리오: 시나리오 반영을 위해 두 개 이상의 테스트 데이터가 필요한 요소
 - 이벤트 시나리오: 방송 도중 발생할 수 있는 변화 요소를 가리킨다. 동적 시나리오에 해당되며 S3라 표기한다.
- 위에서 정의한 시나리오 요소를 테스트 데이터의 생

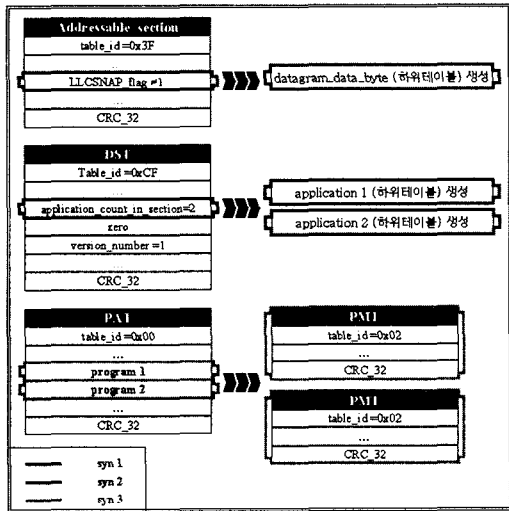


그림 5 구문적인 연관 관계

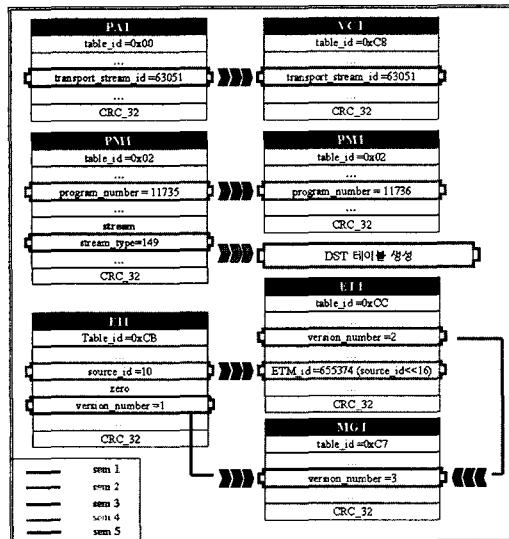


그림 6 의미적인 연관 관계

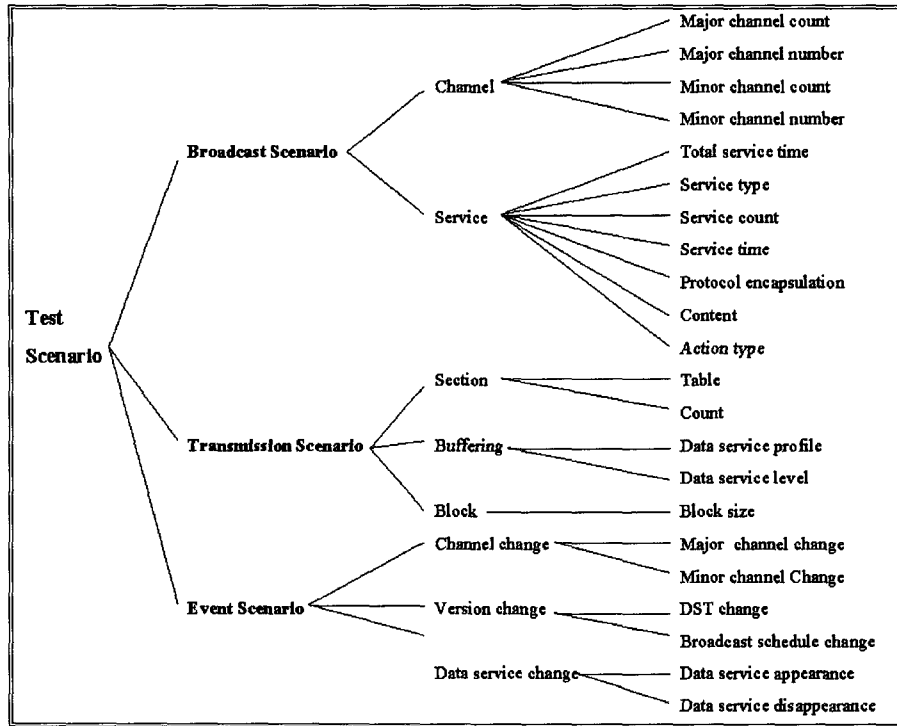


그림 7 테스트 시나리오 세부 요소

성에 적용하기 위해서는 그림 7과 같이 각각의 시나리오를 테스트 데이터 생성에 직접 이용할 수 있는 형태로 세분화할 필요가 있다. 방송 시나리오와 전송 시나리오, 이벤트 시나리오는 MPEG-2 표준에 정의된 제약 조건에 따라 여러 개의 하위 항목을 가질 수 있다. 세 가지 시나리오는 이벤트, 방송, 전송 시나리오의 순으로 단계적으로 결정되어 테스트 데이터 생성에 이용된다. 이벤트 시나리오의 결정이 우선적으로 이루어지는 것은 이벤트 시나리오에 따라 필요한 방송 시나리오의 수가 결정되고 방송 계획 및 제약 조건 등이 달라질 수 있기 때문이다.

2.4 테스트 스트림 생성

본 절에서는 앞 절에서 추출된 테스트 시나리오가 테스트 데이터 생성 시 어떻게 적용될 수 있는지에 대해 기술한다.

2.4.1 테스트 데이터 생성 시나리오의 선정

테스트 시나리오의 각 항목에 구체적인 값이 대응된 것을 테스트 데이터 생성 시나리오라 한다. 다음은 테스트 데이터 생성 시나리오 선정을 위한 기준으로 x, y, z 는 각각 방송, 전송, 이벤트 시나리오의 구성 요소이며 TS는 선정된 시나리오의 집합이다.

$$TS = \{(x, y, z) \mid (x, y, z) \in S1 \times S2 \times S3\}$$

$$|TS| = a*b*c \text{ where, } |S1|=a, |S2|=b, |S3|=c$$

* X: Cartesian Product

디지털 TV 소프트웨어의 모듈 및 통합 테스트를 위한 테스트 데이터 생성 시나리오는 세 가지 테스트 시나리오가 하나의 세트(set)로 작동한다. 그러므로 테스트 데이터 생성에 한 번 사용되었던 세 가지 테스트 시나리오와 현재 생성하고자 하는 테스트 시나리오의 세부적인 요소가 모두 같은 경우에는 테스트 데이터의 효과가 이전에 생성되었던 것과 다르지 않게 되므로 의미가 없다. 따라서 두 가지 이하 테스트 시나리오의 내용이 같도록 조합을 만들 수는 있어도 세 가지 테스트 시나리오가 모두 같은 경우는 피하여 테스트 데이터 생성 시나리오를 선정하여야 한다.

2.4.2 테스트 데이터의 생성

테스트 데이터 생성 시나리오를 MPEG-2 TS의 계층 구조 정보와 연관 관계에 적용하여 테스트 데이터를 생성한다. 즉, MPEG-2 TS에 대한 계층 구조 정보와 구문적인 연관 관계에 대한 정보를 기반으로 테스트 데이터 생성 시나리오를 적용하여 테스트 데이터의 구조를 결정한다. 그리고 의미적인 연관 관계 정보를 토대로 테스트 데이터 구조의 필드 값을 결정하면 테스트 데이터가 완성된다.

표 3 연관 관계 타입 별 관련 시나리오

연관 관계 타입	시나리오 적용 여부		
	방송 시나리오	전송 시나리오	이벤트 시나리오
syn 1	○		
syn 2	○	○	
syn 3	○		
sem 1	○		○
sem 2	○	○	○
sem 3	○	○	○
sem 4	○		○
sem 5	○		○

본 논문에서 분류한 세 가지 테스트 시나리오는 MPEG-2 TS내의 모든 연관 관계 타입에 적용될 수 있는 것은 아니며 각 시나리오 별 적용 가능 연관 관계 타입은 표 3과 같다.

테스트 시나리오를 연관 관계 타입에 적용한다는 것은 예를 들어, 채널 정보와 관련해서 '9'라는 메이저 채널 하나에 '0'과 '1'이라는 두 개의 마이너 채널이 연결되어 있을 때, 방송 시나리오를 구조적인 연관 관계 타입 syn 2에 적용하여 VCT 테이블의 num_channel_in_section 필드의 값을 2로 하고 하위 테이블인 channel 테이블을 2개 생성한다는 의미이다. 이 경우 의미적인 연관 관계 타입 sem 3을 적용하면 channel 테이블의 minor_channel_number의 필드 값이 '0'이 되므로 channel_TSID와 program_number 필드의 값은 '0xFFFF'로 결정한다. 다른 연관 관계 타입에 대해서도 마찬가지로 방법으로 적용이 된다. 전송 시나리오의 경우에는 전송 정보와 관련된 부분에만 영향을 미치므로 적용 가능한 연관 관계 타입에 한계가 있다. 또한 이벤트 시나리오의 경우 해당 이벤트에 맞게 테스트 데이터에 동적으로 변화를 줄 수 있도록 값을 결정해야 하므로 여러 개의 테스트 데이터가 연속적으로 생성된다. 따라서 구조적인 연관 관계에는 적용되지 않고 의미적인 연관 관계만이 관련된다.

2.4.3 인코딩과 다중화

앞 절에서 기술한 테스트 데이터는 XML 파일과 같은 사람의 관독이 용이한 형태이다. 그러나 디지털 TV 소프트웨어의 실제 입력은 16진수 형태의 스트림이다. 따라서 XML 파일 형식의 테스트 데이터를 파싱하여 16진수 스트림으로 변환하는 작업이 필요하다. 또한 테스트 데이터는 방송 서비스에 대한 정보만을 포함하므로 TV 화면에 보여질 오디오와 비디오 스트림(AV stream) 등과 다중화되어야 한다.

3. 적용 사례

본 절에서는 실제 적용 사례를 통해 본 논문에서 제안한 기법을 구체적으로 이해할 수 있도록 하며, 자동성을 보인다.

3.1 테스트 스트림 생성 및 적용

SI 모듈을 예로 들어 위한 테스트 스트림의 생성 단계와 셋탑박스에의 적용 화면까지 모든 절차를 예를 들어 기술한다.

그림 8은 SI 모듈을 테스트 대상으로 선정하여 테스트 항목을 추출하는 단계를 표현한 것이다. SI 모듈에 EIT 파싱 기능이 있음을 분석하고, 기능 수행 과정을 명세하여 '버전 변화'와 'EIT 스트림 파싱'을 테스트 항목으로 식별하였다. 그림 9는 MPEG-2 TS 표준에서 SI 모듈과 관련된 스트림의 계층 구조와 연관 관계 파악 단계를 보여준다. 테스트 항목 식별과 입력 데이터 분석이 완료되면, 그림 10과 같이 실제 테스트 스트림 생성에 이용할 테스트 시나리오를 추출한다. 본 예에서 '버전 변화'의 테스트 항목은 이벤트 시나리오로서 'EIT 스트림 파싱' 테스트 항목과 EIT의 계층 구조 및 필드 사이의 연관 관계는 방송 시나리오로서 추출되었음을 알 수 있다. 그림 11은 테스트 스트림을 생성하는 단계이다. 첫 번째로 추출된 여러가지 시나리오 요소 중에서 EIT의 버전이 변화하여 방송 서비스 내용이 'worldCup_special'이 되는 테스트 시나리오를 선정한다. 두 번째로 MPEG-2 TS의 규격에 맞추어 XML 파일 형식의 테스트 데이터로 작성한다. 세 번째로 인코딩을 거쳐 스트림으로 변환하고 AV 스트림과 다중화시키면 SI 모듈을 위한 테스트 스트림이 완성된다.

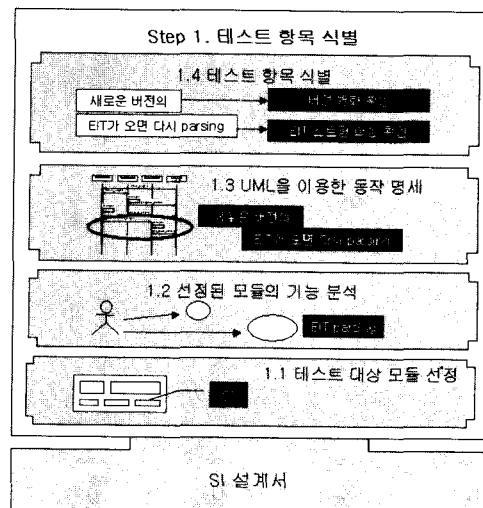


그림 8 SI 모듈 테스트 항목 추출

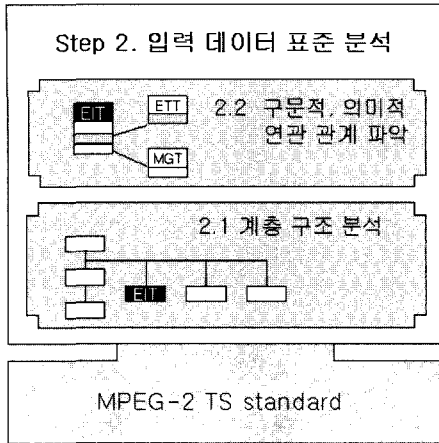


그림 9 PSI/PSIP 분석

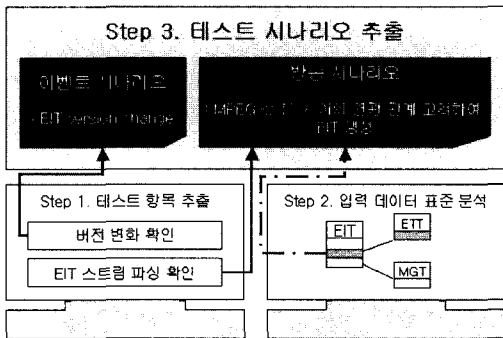


그림 10 SI 모듈 테스트 시나리오 추출

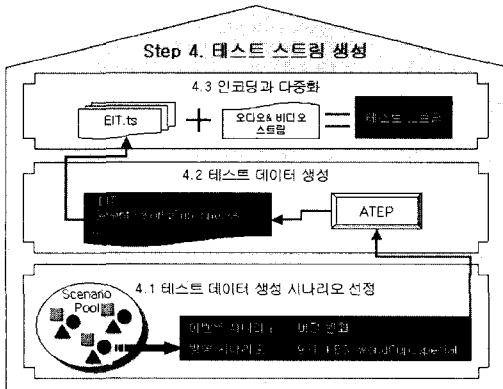


그림 11 SI 모듈 테스트 스트림 생성

그림 12는 TXT 파일 형식으로 된 테스트 시나리오의 모습이고, 그림 13은 XML 파일 형식의 테스트 데이터이다. 선정된 테스트 시나리오대로 방송 서비스 내용이 'worldCup_Special'인 것을 확인할 수 있다. 그림 14는 테스트 데이터를 16진수 스트림으로 변환한 모습이다.

```

-----
Test data ID : 1
Date : 4:20 11/13/2002
Test Level : Module Test
-----
[Event Scenario]
Version Change Event

[Transmission Scenario]
* Section :
  PAT - 1 , UCT - 1 , EIT - 1 , DET - 1 , DST - 1
* Block Size:
  Block size is 4,000 Bytes.
* Buffering for Data Service :
  Profile - 61
  Level - 1

[Broadcast Scenario]
* Service Type :
  0X02
* Protocol :
  Protocol was decided by user.
* Data Syntax :
  optional
* Data Type :
  Your test data is XML file format.
* Data Test :
  SI

[Channel & Service Decision]
* Major Channel: channel 9 - KBS1
* Minor channel의 개수 : 1개
* Minor channel의 service_type과 번호
  service_type:2  minor_channel 번호 : 1

* Channel의 전체 방송 시간
  전체 방송 시간: 15hours
* 방송 시간과 내용
  -- 1 번째 minor channel --
  service number  service time  service content
  0 번째 service  2           :1-3:7-5
  1 번째 service  1           :1-5:7-4
    
```

그림 12 테스트 데이터 생성 시나리오

```

<?xml version="1.0" encoding="euc-kr" ?>
<!DOCTYPE PSIP (New Source for full doctype...)>
-<PSIP>
+ <STT>
+ <RRT>
+ <VCT>
-<EIT>
  <pid>0144</pid>
  <table_id>203</table_id>
  <section_syntax_indicators>1</section_syntax_indicators>
  <private_indicators>1</private_indicators>
  <reserved>3</reserved>
  <source_id>10</source_id>
  <zero>0</zero>
  <version_number>1</version_number>
  <current_next_indicators>1</current_next_indicators>
  <section_number>0</section_number>
  <last_section_number>0</last_section_number>
  <protocol_version>0</protocol_version>
  <num_events_in_sections>2</num_events_in_sections>
  -<event>
    <reserved>3</reserved>
    <event_id>2</event_id>
    <start_time>599320800</start_time>
    <reserved>3</reserved>
    <ETM_location>1</ETM_location>
    <length_in_seconds>7200</length_in_seconds>
    -<title_text>
      <number_strings>1</number_strings>
    -<string>
      <ISO_639_language_code>ENG</ISO_639_language_code>
      <number_segments>1</number_segments>
    -<segment>
      <compression_type>0</compression_type>
      <mode>0</mode>
      <compressed_string_byte>worldCup_special</compressed_string_byte>
    </segment>
  </event>
    
```

그림 13 XML 파일 형식의 테스트 데이터

```

00000000:  7F 00 10 00 C8 F0 A5 00 0A 01 00 00 00 02 CD ; 7.???.?.....?
00000100:  02 23 B8 E8 E0 D0 1C 20 18 01 45 4E 47 01 00 00 ; #23B8E8E0D01C201801454E47010000...ENG...
00000200:  10 77 6F 72 9C 64 43 75 70 5F 73 70 68 63 69 61 ; 10776F729C644375705F737068636961...worldCup_spe...
00000300:  6C F0 2B 61 19 08 38 1B 00 1F 1B 71 75 69 7A 5F ; 6CF02B611908381B001F1B7175697A5F...177A...?41...
00000400:  6C 6F 67 6F 73 6F 6E 67 61 75 64 69 6F 6E 07 E1 ; 6C6F676F736F6E67617564696F6E07E1...logosongaudio?
00000500:  4B 4F 52 7F 7F 6F 87 06 C1 01 01 01 F1 00 CD 03 ; 4B4F527F7F6F8706C1010101F100CD03...KORDD??..??
00000600:  23 B9 05 00 D0 0E 10 12 01 45 4E 47 01 00 00 0A ; 23B90500D00E101201454E470100000A...#7?...ENG...
00000700:  6D 61 67 69 83 5F 6C 6F 67 6F F0 2D B1 1A 09 38 ; 6D616769835F6C6F676FF02DB11A0938...magic_logo??..8
00000800:  11 00 1F 1F 5E 6F 64 61 5A 69 5F 6C 6F 67 6F 73 ; 11001F1F5E6F64615A695F6C6F676F73...nodesj1_logos...
00000900:  6F 6E 67 61 75 64 69 6F 6E 07 E1 4B 4F 52 7F 7F ; 6F6E67617564696F6E07E14B4F527F7F...ongaudio??ORDD
00000A00:  FF 87 06 C1 01 01 01 F7 0D E5 D8 DD 2A FF FF FF ; FF8706C1010101F70DE5D8DD2AFFFFFF...??..?圖?
00000B00:  FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF ; FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF...
    
```

그림 14 테스트 스트림

통합 테스트 스트림과 시스템 테스트 스트림 생성의 경우에도 테스트 항목 추출 부분을 제외하면 기본적인 테스트 스트림 생성 절차 및 적용 방법이 모듈 테스트 스트림 생성시와 다르지 않으므로 본 절에서 자세하게 기술하지 않는다.

3.2 실행 사례 결과

생성한 테스트 데이터의 적용 결과 분석을 위해서는 각 모듈의 기능적 특징에 따라 다른 측면에서 살펴보는 것이 필요하다. CM이나 SI 모듈은 채널 맵 구성이 정상적으로 이루어지고, 전자 프로그램 가이드 화면에 정보가 제대로 보여지는지에 초점을 맞추어 살펴본다. 그러나 DB나 AM 모듈의 경우에는 데이터 서비스 수신 이 제대로 이루어지며 그 동작이 정상적인지에 초점을 맞추어 분석한다.

셋탑박스는 스트림이 수신되면, 전송을 위해 사용되었던 필드들을 필터링(filtering)한다. 예를 들어, CRC_32 필드는 스트림이 오류없이 제대로 수신되었는지 확인하기 위한 것으로 필터링 단계에서 걸러진다. 즉, MPEG-2 TS의 모든 필드가 TV 화면에 반영되는 것은 아니다. 따라서 실험은 MPEG-2 TS를 구성하는 필드 중에서 TV 화면에 가시화될 수 있는 사항에 대해서만 분석을 진행한다. 전자 프로그램 가이드 화면에 잔상이 남는 현상(refresh 오류)이나 리모콘 오동작 오류 등에 대해서는 기술하지 않는다. 또한 실험에 사용되는 테스트 스

트림은 상용 TS 분석기를 통해 오류가 없음이 확인된 스트림이므로 테스트 스트림에 오류가 있을 가능성은 배제한다.

표 4와 표 5는 본 논문에서 제안한 기법으로 생성한 스트림을 적용하여 얻어낸 실험 데이터이다. SI 모듈 테스트 스트림 적용 실험 결과, MPEG-2 TS 중 ETT에 해당하는 스트림의 정보가 전자 프로그램 가이드 화면에서 정상적으로 보여지지 않는 오류와 채널 정보 갱신 오류가 발생하는 것을 확인하였다. 또한 SI와 CM 모듈의 통합 테스트 데이터 적용 실험에서 채널(Channel)이 바뀌는 경우 시스템의 채널 맵(Channel Map)의 구성이 갱신되지(Update) 않는 오류가 있음을 발견하였다. 이는 실험의 대상 시스템이 TV이므로 TV 화면에 보여지는 정보를 통해 오류를 확인한 것이다.

3.3 기법 분석

본 절에서는 PSIP 데이터의 생성이라는 같은 기능의 데이터를 산출물로 제공하는 PSIP 생성기의 테스트 데이터 생성 방법과 본 논문의 기법을 비교한다. 기존의 PSIP 생성기에는 Digital Vision사의 BitLink PSIP Generator[20], Harmonic사의 TablePro T100[21], Harris사의 PSIPplus[22], NDS사의 StreamServer[23], 그리고 Triveni사의 PSIP Builder[24] 등이 있다.

본 논문에서 제안한 기법을 이용하면 실제 소프트웨어에 적용이 가능한 형태의 테스트 데이터 스트림을 생

표 4 SI 모듈 테스트 스트림 적용 실험 결과 분석

실험 분석 대상(화면)		정상 동작 스트림 수	사용된 총 스트림 수	오류율(%)	오류 타입		
채널 정보	screen	채널 번호	18	20	10.0	채널 정보 갱신 오류	
	display	채널 번호	20	20	0.0		
	EPG	채널 명	20	20	0.0		
		채널 번호	20	20	0.0		
		채널 명	20	20	0.0		
시간 정보	display	현재 서비스 시간	20	20	0.0		
	EPG	시스템 시간	20	20	0.0		
서비스 정보	display	서비스 명	15	20	25.0	채널 정보 갱신 오류	
	EPG	현재 서비스 명	20	20	0.0	ETT 처리 오류	
		현재 서비스 시간	20	20	0.0		
		현재 서비스 상세 정보	18	20	10.0		
		이전 서비스 명	20	20	0.0		
		이전 서비스 시간	20	20	0.0		
		이전 서비스 상세 정보	18	20	10.0		EIT 처리 오류
		다음 서비스 명	20	20	0.0		
다음 서비스 시간	20	20	0.0				
다음 서비스 상세 정보	15	20	25.0	ETT 처리 오류			

(※ screen : 셋탑의 첫 화면, 수신된 채널정보가 자동으로 보여진다.
 display : display 버튼을 눌렀을 때 화면, 현재 채널, 서비스 명 및 시간 정보가 보여진다.
 EPG : 전자 프로그램 가이드 화면, 수신된 모든 채널과 서비스에 대한 정보가 보여진다.)

표 5 SI와 CM 두 모듈의 통합 테스트 스트림 적용 실험 결과 분석

실험(분석) 대상	관련 이벤트		정상 동작 스트림 수	사용된 총 스트림 수	오류율	오류 타입
display	Major channel change	same PID	15	20	25.0	채널 맵 구성 오류
		diff PID	2	20	90.0	채널 맵 구성 오류
	Minor channel change	diff PID	20	20	0.0	
screen	Major channel change	same PID	20	20	0.0	
		diff PID	2	20	90.0	채널 맵 구성 오류
	Minor channel change	diff PID	20	20	0.0	
EPG	Major channel change	same PID	20	20	0.0	
		diff PID	16	20	20.0	채널 맵 구성 오류
	Minor channel change	diff PID	20	20	0.0	

(※ same PID : 이전 채널과 현재 채널의 AV 스트림의 패킷 ID(PID)가 같은 경우
diff PID : 이전 채널과 현재 채널의 AV 스트림의 패킷 ID(PID)가 다른 경우)

성할 수 있다는 점에서 기존의 PSIP 생성기와 비슷하다. 그러나 본 기법은 형식만 맞는 테스트 데이터를 단순히 생성하는 것이 아니고 테스트 기법을 적용하여 의미있고 일관성 있으며 효과적인 테스트 데이터를 생성해준다. 또한 테스트 데이터 생성 시나리오를 선택하고 관리할 수 있다는 점에서 주목할 만하다. 특히 전체 시스템을 위한 시스템 레벨 테스트 데이터 뿐 아니라 디지털 TV 소프트웨어를 구성하는 모듈 각각의 특징을 반영하는 다양한 테스트 데이터를 생성해 준다는 점은 본 기법의 가장 큰 장점이다. 한 편 본 기법에서는 테스트 데이터의 명세 정보를 데이터 베이스화하여 관리하는 메커니즘을 통하여 테스트 데이터의 구조나 규칙, 제약 사항 등이 바뀌었을 때 데이터 베이스의 값을 수정함으로써 이를 쉽게 수용할 수 있다.

이와 같은 본 논문의 기법의 특징은 기존의 스트림 생성기를 이용할 경우에 알아내기 어려운 오류의 원인 분석을 가능하게 한다. 예를 들어, 디지털 TV 소프트웨어에 대한 오류가 있었을 경우 기존의 스트림 생성기를 이용하여 생성된 테스트 스트림으로는 오류를 발견할 수는 없지만, 시스템의 어느 부분의 오류인지 혹은 그 원인에 대해 알기 어렵다. 그러나 본 논문의 기법을 이용하였을 경우, SI 모듈을 위한 테스트 스트림과 CM 모듈을 위한 테스트 스트림이 모두 채널 정보 오류를 발견하였다면 채널 정보 관련 스트림의 파싱이 이루어지는 SI 모듈의 채널 정보 처리 부분에서 오류가 발생하였음을 알 수 있다. 또한 SI 모듈을 위한 테스트 스트림은 오류를 발견하지 못하였으나, CM 모듈을 위한 테스트 스트림이 채널 정보 오류를 발견하였다면 CM 모듈의 채널 맵 구성 부분에 오류가 있음을 알 수 있다. 본 논문에서 제안한 기법의 우수성은 여러 가지 다른 수준에서의 테스트 스트림 생성이 가능할 뿐 아니라 오류 발견 및 그 원인 분석까지 가능하게 한다는 점에 있다.

3.4 테스트 스트림 분석

SI 모듈에 대한 전체 테스트 스트림의 수는 이벤트 수 * 채널 수 * 서비스 타입 수 * 서비스 수 * 서비스 내용 수(*l*) * 프로토콜 수(*m*) * 테스트 레벨에 따른 고려 조건 수(*n*) = 3 * 100 * 3 * 128 * *l* * *m* * *n* = 115,200*lmn*개이다. 그러나 본 논문에서 제안한 기법을 적용하면 3 * 10 * 3 * 18 * 1 * *m* * *n* = 1,620*lmn*개의 테스트 스트림이 생성된다. 이 중에서 실험을 위하여 TV 화면상에 가시화되는 테스트 스트림을 선정하면, 전체 적용 스트림 수는 화면 영역 * 서비스 타입 * 채널 수 = 17 * 2 * 100 = 3,400개이고, 본 논문의 기법 이용 시에는 17 * 2 * 10 = 340개이다. 표 6은 적용 모듈 별로 전체 가능한 스트림 수와 논문의 기법을 이용할 경우의 스트림 수를 비교하고 오류 발견 스트림 수와 효율을 분석한 것이다.

그림 12는 모듈 별 가능한 적용 스트림 수와 본 논문의 기법을 이용하여 생성되는 스트림 수를 막대그래프를 통해 나타낸 것이다. 본 논문의 기법을 이용하면, 더 적은 수의 스트림을 적용하고도 같은 수의 오류를 발견

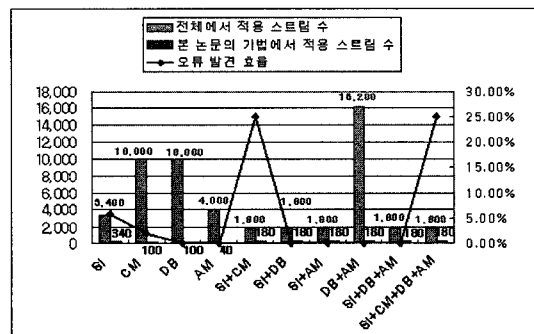


그림 15 전체 스트림과 논문의 기법 적용한 스트림 수 비교

표 6 테스트 스트림의 효율 분석

적용 모듈	테스트 스트림 수		적용 스트림 수		오류 발견 스트림 수	오류 발견 효율(%)
	전체	논문의 기법	전체	논문의 기법		
SI	115,200lmn	1,620lmn	3,400	340	20	5.88%
CM	1,024,000lmn	1,440lmn	10,000	100	2	2%
DB	2,304,000lmn	3,240lmn	10,000	100	0	0%
AM	2,304,000lmn	3,240lmn	4,000	40	0	0%
SI+CM	76,800lmn	1,080lmn	1,800	180	45	25%
SI+DB	38,400lmn	540lmn	1,800	180	0	0%
SI+AM	38,400lmn	540lmn	1,800	180	0	0%
SI+CM+DB	345,600lmn	540lmn	16,200	180	0	0%
SI+CM+AM	38,400lmn	540lmn	1,800	180	0	0%
SI+CM+DB+AM	25,600lmn	360lmn	1,800	180	45	25%

할 수 있음을 확인하였다. 따라서 본 논문의 기법으로 생성한 테스트 스트림이 효율적임을 알 수 있다.

4. 결론

본 논문의 핵심은 서버 시스템 수준의 디지털 TV 소프트웨어 각 모듈의 특성을 체계적으로 고려한 테스트 스트림 자동 생성 기법을 제안한 데 있다. 이를 위해 디지털 TV 소프트웨어 구성 모듈의 특징 및 기능을 파악하였다. UML의 순차도(sequence diagram)을 이용하여 각 모듈의 동작을 명세한 후, 이로부터 테스트 항목을 식별하였다. 또한 디지털 TV 소프트웨어 입력 데이터의 규격이 되는 MPEG-2 TS 표준의 계층 구조 및 연관 관계 정보를 분석하였다. 그리고 MPEG-2 TS 형태의 테스트 데이터 구조와 값을 정하는 기준으로 삼았다. 식별된 테스트 항목은 다시 테스트 시나리오로 표현되어 테스트 데이터 생성에 적용된다. 테스트 시나리오는 이벤트, 방송, 전송 시나리오의 세 가지로 분류되는데, 이는 MPEG-2 TS의 계층 구조 정보 및 구조적인 연관 관계, 의미적인 연관 관계에 적용되어 의미있는 테스트 데이터를 생성하는 지침이 된다. 마지막으로 실제 시스템에의 적용을 위하여 적절한 형태로의 변환작업을 수행하였다.

본 논문에서 제안한 기법은 다음과 같은 특징을 가진다. 첫째, 입력 데이터의 표준을 분석하고 분석한 정보를 바탕으로 테스트 데이터를 생성한다. 따라서 입력 데이터 표준에 대한 정보를 토대로, 개발이 완료되지 않은 상용 시스템에 대한 테스트 데이터의 생성이 가능하다. 둘째, 본 논문에서 제안한 기법은 지상파 방송용 디지털 TV 소프트웨어에 적용하여 기술되었으나, 시스템의 종류나 규모에 상관없이 입력 데이터의 표준이 명확한 어느 시스템이라도 적용이 가능하다. 특히 케이블을 이용한 디지털 TV 소프트웨어[25]의 경우에는 지상파 방송용과 기본 구조가 비슷하므로 본 논문에서 제안한 기법

의 확장 적용이 매우 용이하다. 셋째, 본 논문의 기법은 시스템을 구성하는 각 모듈의 동작 특성으로부터 여러 가지 테스트 레벨의 테스트 항목을 식별하고 이를 테스트 시나리오로 표현하여 테스트 데이터 생성에 이용한다. 이렇게 함으로써 사용자가 테스트 레벨과 테스트 시나리오를 선택할 수 있고 결과에 대한 예측이 가능하다. 또한 사용자가 원하는 테스트 데이터를 획득할 수 있다.

본 논문에서는 디지털 TV 소프트웨어의 테스트를 위한 테스트 항목 및 테스트 시나리오의 추출 과정과 MPEG-2 TS 형태의 테스트 데이터 생성 방법에 대해 기술하였다. 또한 실제 적용 실험을 통해 기법의 효율성을 보이고 그 특징을 분석하였다. 본 논문에서 제안한 기법은 입력 데이터의 표준이 명확하고 소스코드가 공개되지 않는 대규모 상용시스템에 적합한 기법이다.

향후 본 논문에서 제안한 기법을 확장하여 오류가 삽입된 테스트 데이터를 생성하도록 할 계획이다.

참고 문헌

- [1] ATSC T3/S17, Application Programming Interface Specifications, Working Draft, 1999.
- [2] ATSC, Available at URL: <http://www.atsc.org/>
- [3] Paul C. Jorgensen, *Software Testing A Craftsman's Approach*, CRC press, 1995.
- [4] MPEG-2 Web Site, Available at URL: <http://www.mpeg.org/MPEG/index.html>
- [5] Martin fowler, Kendall Scott, *UML Distilled - Second Edition*, Addison-Wesley, 2000.
- [6] DASE S/W 시스템 상위 설계서, SEC-DTV-DASE-003, 2001.09.22.
- [7] SI Manager 상세 설계서, SEC-DTV-DASE-022, 2001.09.22.
- [8] Channel Manager 상세 설계서, SEC-DTV-DASE-024, 2001.09.22.
- [9] Data Broadcast Manager 상세 설계서, SEC-DTV-DASE-025, 2001.09.22.
- [10] Application Manager 상세 설계서, SEC-DTV-

DASE-051, 2001.09.22.

- [11] ATSC Document A/90, Data Broadcast Standard, 26 Jul 00.
- [12] ATSC Document A/91, Implementation Guidelines for Data Broadcast Standard, 10 June 01
- [13] ISO/IEC 13818-6 - MPEG-2 Digital Storage Media command & Control, Chapter 2, 4, 6, 7, 9 and 11, 1998.
- [14] ISO/IEC 13818-1 | ITU-T Rec. H.222.0, Information Technology-*Generic coding of moving pictures and associated audio - Part 1: Systems.*
- [15] ATSC Document A/52, Digital Audio Compression (AC-3) Standard, 20 Dec 95.
- [16] ATSC Document A/65A and Amendment No.1, Program and System Information Protocol for Terrestrial Broadcast and Cable, 31 May 00.
- [17] Draft EIA-766, U.S. Rating Region Table (RRT) and Content Advisory Descriptor for Transport of Content Advisory Information Using ATSC A/65 Program and System Information Protocol (PSIP), 28 July 98.
- [18] Program and System Information Protocol (PSIP) Tutorial, Available at URL: http://www.sarnoff.com/government_professional/psip_tutorial/index.asp
- [19] Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Second Edition), W3C Working Draft 14, August 2000, Available at URL: <http://www.w3.org/TR/2000/WD-xml-2e-20000814/>
- [20] BitLink PSIP generator, Available at URL: http://www.digitalvision.se/products_medianetworking.htm
- [21] TablePro T100, Available at URL: <http://www.divi.com/solutions.cfm>
- [22] PSIPplus, Available at URL: <http://www.broadcast.harris.com/studio-systems/psipplus.pdf>
- [23] StreamServer, Available at URL: <http://www.nds.com/solutions/streamserver.html>
- [24] PSIP Builder, Available at URL: http://www.3veni.com/products_content.htm
- [25] OpenCableTM Application Platform1.0, 24 July 2002.



곽 태 희

1996년~2000년 이화여대 컴퓨터학과 학사. 2000년~2002년 이화여대 과학기술대학원 컴퓨터학과 석사. 현재 삼성전자 CTO전략실 소프트웨어센터 연구원. 관심분야는 소프트웨어공학, 소프트웨어 테스트, 소프트웨어 개발 프로세스, 소프트웨어 품질 보증과 관리



최 병 주

1979년~1983년 이화여대 수학과 학사. 1984년~1985년 Purdue Univ. Computer Science 학사수료. 1986년~1987년 Purdue Univ. Computer Science 석사. 1987년~1990년 Purdue Univ. Computer Science 박사. 1991년~1992년 삼성종합기술원. 1992년~1995년 용인대 전산통계학과 조교수. 1995년~현재 이화여대 컴퓨터학과 부교수. 관심분야는 소프트웨어공학, 소프트웨어 테스트, 소프트웨어 및 데이터 품질 측정