

디지털 TV 소프트웨어를 위한 테스트 데이터 자동 생성기의 구현

(Implementation of an Automatic Test Data Generating Tool for Digital TV Software)

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

요 약 디지털 TV 소프트웨어는 디지털 방송을 위한 수신기 시스템으로 가변적이고 복잡한 구조의 방송용 데이터를 대량으로 처리한다. 따라서 처리하는 데이터 구조의 복잡성과 데이터량의 방대함 때문에 디지털 TV 소프트웨어의 테스트를 위한 테스트 데이터 생성 작업은 쉽지 않다. 많은 시간과 비용이 소요될 뿐 아니라 디지털 TV를 위한 동영상, 압축 및 다중화에 대한 표준인 MPEG-2(Moving Picture Experts Groups-2)에 대한 지식도 필요하다.

본 논문에서는 디지털 TV 소프트웨어를 위한 MPEG-2 TS 형태의 테스트 데이터를 자동으로 생성하는 도구를 개발하였다. 이를 통해, 디지털 TV 소프트웨어에 대한 전문 지식 없이도 적은 비용으로 필요한 테스트 데이터를 획득할 수 있고 수작업으로 인해 발생할 수 있는 실수를 줄여 테스트 데이터의 신뢰도를 향상시킬 수 있다. 또한 MPEG-2 표준에 대한 정보를 데이터 베이스로 구축하고 이를 기반으로 테스트 데이터를 생성하므로 구성 테이블의 구조와 개수가 가변적인 MPEG-2 표준의 특성을 쉽게 수용할 수 있다.

키워드 : 디지털 TV 소프트웨어 테스트, MPEG-2, 테스트 데이터 자동생성 도구

Abstract Digital TV software, receiver system for digital broadcasting, processes huge MPEG-2 TS formatted data that has variable hierarchy. Because of complexity and enormity of MPEG-2 TS, it is difficult for user to generate test data manually. Generating of test data is not only expensive and time consuming but also requires expert knowledge of MPEG-2 standard.

In this paper, we implemented the tool that generates the MPEG-2 TS formatted test data for Digital TV software. Using this tool, user can get reliable test data without extensive knowledge of MPEG-2 standard. Also, database mechanism that our tool based on supports variable hierarchy of MPEG-2 TS.

Key words : Digital TV Software, MPTE-2, Automatic test data generating tool

1. 서 론

디지털 TV(이하 D-TV) 소프트웨어를 위한 MPEG-2 TS(Moving Picture Experts Groups-2 Transport stream) 형태의 테스트 데이터 생성 작업은 쉽지 않다. 데이터 구조의 복잡성과 데이터량의 방대함 때문에 많은 시간과 비용이 소요될 뿐 아니라 디지털 TV를 위한

동영상, 압축 및 다중화에 대한 표준인 MPEG-2[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]에 대한 지식도 필요하다.

본 논문에서는 D-TV 소프트웨어를 위한 MPEG-2 TS 형태의 테스트 데이터 자동 생성 도구를 개발하였다. 이를 통해 테스트 데이터 생성에 드는 시간과 비용을 절감할 수 있으며 수작업으로 인해 발생할 수 있는 실수를 줄여 테스트 데이터의 신뢰도를 향상시킬 수 있다. 도구는 대상 시스템의 소스 코드 분석에 기반 하는 기존의 테스트 데이터 생성 방법과는 달리 입력 데이터 명세 정보 표준을 토대로 테스트 데이터를 생성한다. 이는 D-TV 소프트웨어가 처리하는 입력 데이터 형식인 MPEG-2 TS 표준을 데이터 베이스화하고 이를 이용하

* 본 연구는 삼성전자 위탁연구(2000-2001)로 수행되었음.

† 비 회 원 : 이화여자대학교 컴퓨터학과
lhgwak@ewha.ac.kr

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

논문접수 : 2002년 2월 14일
심사완료 : 2002년 6월 12일

여 테스트 데이터를 자동 생성하는 기법이다. 본 연구에서는 데이터 베이스의 운영기법을 활용하여 MPEG-2 표준으로부터 직접 MPEG-2 TS 형태의 데이터를 생성하는 기본 아이디어를 학술대회[11]에 발표한 바 있다. 그러나 이는 테스트 데이터 자동 생성 방안으로는 미흡하였으므로 본 논문에서는 [11]의 아이디어를 구체화하여 D-TV 소프트웨어 테스트에 적합한 테스트 데이터를 자동 생성하는 도구를 구현한 내용을 기술한다.

D-TV 소프트웨어는 대규모 시스템의 특성상 소스 코드를 일일이 분석하기 어려운 반면 MPEG-2 TS라는 처리 데이터의 명세 정보가 명확하므로 위에서 제시한 방법이 적합하다. 또한 표준은 불변하여 고정된 것이 아니므로 변경되거나 갱신될 소지가 있다. MPEG-2 표준을 지속적인 변화(continuous evolution)를 수용할 수 있는 데이터 베이스[12]로 구축할 경우 앞서 언급한 상황에 유연하게 대처할 수 있으며, 데이터 베이스는 실시간 접근성(real-time accessibility)과 동시 공유(concurrent sharing), 내용에 의한 참조(content reference) 등의 특성을 가지므로 하부 테이블의 개수와 구조가 가변적인 MPEG-2 표준의 특성을 적절하게 수용할 수 있다.

본 논문에서 개발한 테스트 데이터 자동 생성 도구인 ATEP(Auto-TEstdata Generator for Protocol Standard) 2.0은 그림 1에서 굵은 점선으로 표기된 부분의 역할을 수행한다.

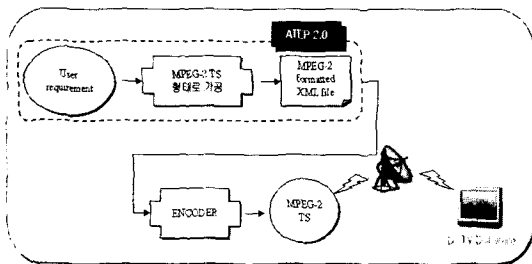


그림 1 데이터 방송 처리 과정과 ATEP 2.0의 역할

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구로서 테스트 자동화와 대용량 데이터 처리 시스템의 테스트 및 MPEG-2 TS 형태의 데이터 자동 생성 기법에 관한 기존 연구에 대해 살펴본다. 3장에서는 ATEP 2.0의 설계와 구현 및 실행사례를 기술하고 도구에서 생성되는 테스트 데이터를 분석한다. 4장에서는 비슷한 기능을 가진 기존의 다른 도구와의 비교를 통해서 ATEP 2.0의 특성을 분석하고 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구 과제를 기술한다.

2. 관련 연구

2.1 테스트 자동화와 테스트 자동화 도구

테스트 자동화란 더 많은 코드를 보다 짧은 시간에 테스트 하고자 수동식의 테스트 프로세스를 자동화한 것으로 수동으로 테스트하기 어렵거나 불가능한 경우에 바람직한 방법이다. 이러한 테스트 자동화를 위해서는 형식을 갖춘 테스트 프로세스와 기대되는 결과를 예측할 수 있는 세분화되고 반복적인 테스트 케이스 생성이 요구된다. 테스트 자동화를 이용할 경우 사람이 직접 테스트 케이스를 만들고 실행시킬 때보다 훨씬 많은 수의 테스트 케이스를 가지고 테스트를 수행하므로 테스트 커버리지를 높여 신뢰성을 향상시킬 수 있으며, 테스트 케이스를 생성하고 실행하기 위해 소요되는 많은 시간을 단축시킬 수 있다. 그러나 자동화된 테스트가 항상 더 많고 새로운 오류를 발견하는 것은 아니며 소프트웨어가 바뀌었을 경우 유지보수의 문제가 발생할 수 있다는 단점이 있다[13,14,15].

MPEG-2와 같은 복잡한 구조의 데이터를 대량으로 처리하는 D-TV 소프트웨어의 경우 테스트 자동화를 이용하면 테스트 케이스 및 테스트 데이터 생성에 드는 시간을 효과적으로 절약하고 신뢰성 있는 테스트 데이터를 얻을 수 있다. 본 논문에서 개발한 도구는 데이터 방송을 위한 PSIP 데이터를 생성한다는 점에서 PSIP 생성기와 관련이 된다. 이에 대한 자세한 내용과 비교 분석은 4장에 기술한다.

2.2 대용량 데이터 처리 시스템의 테스트

대용량의 데이터를 처리하는 시스템의 대표적인 예로는 데이터베이스 관리 시스템(Database Management System :DBMS)을 들 수 있다. 데이터베이스 관리 시스템은 데이터베이스를 생성하고 저장된 데이터로부터 사용자의 물음(query)에 대한 대답을 추출해내며 대량의 데이터가 중복되지 않고 일관성을 유지하도록 관리해 주는 시스템이다[12]. 이러한 데이터베이스 관리 시스템의 효율적인 테스트를 위해서는 대량의 테스트 데이터 집합이 필수적이며 표 1은 Oracle과 같은 데이터베이스 관리 시스템을 위한 테스트 데이터 생성도구들[16,17,18,19,20]을 기술한 것이다.

그러나 표 1에 기술된 도구들은 기존의 테스트 스크립트나 슈트(suit)에서 랜덤하게 혹은 순차적으로 테스트 데이터의 필드 값을 추출하여 테스트 데이터를 구성하거나 고정된 구조로 테스트 데이터를 생성한다. 따라서 테스트 데이터의 구조나 제약사항 등이 가변적인 MPEG-2 TS 형태의 테스트 데이터 생성을 위해서는 새로운 접근 방법과 이를 적용한 도구가 필요하다.

표 1 대용량 데이터 처리 시스템의 테스트 데이터 생성기

도구 명	특징
Datagen 2000	Oracle 데이터베이스를 위한 테스트 데이터 생성
Datalect	Oracle, Sybase, SQL Server, and Informix를 포함한 RDBMS 혹은 ASCII flat 파일 형태의 실제적인 테스트 데이터 생성
JustData Enterprise	데이터베이스 시스템이나 스프레드시트 응용 프로그램에 적용할 대용량의 구조적인 테스트 데이터를 생성
TDGEN	기존의 테스트 스크립트나 테스트 스위트(suit)에서 랜덤하게 혹은 순차적으로 테스트 데이터의 필드 값을 추출하여 새로운 테스트 데이터를 구성
TestBase	방대한 양의 데이터베이스로부터 Oracle이나 Sybase에 직접 접근 가능한 형태의 테스트 데이터를 추출하여 생성

2.3 MPEG-2 TS 형태의 데이터 자동 생성 기법

[11]에서 MPEG-2 TS 형태의 데이터 생성은 그림 2와 같이 크게 세 단계로 나누어져 진행된다. 첫 번째 단계는 MPEG-2 표준으로부터 데이터 생성에 필요한 정보를 추출하는 단계이고 두 번째는 데이터의 자동 생성을 위해 추출한 정보를 데이터 베이스로 구축하는 단계이며, 세 번째는 구축된 데이터 베이스를 참조하여 MPEG-2 TS 형태의 데이터를 생성하는 단계이다.

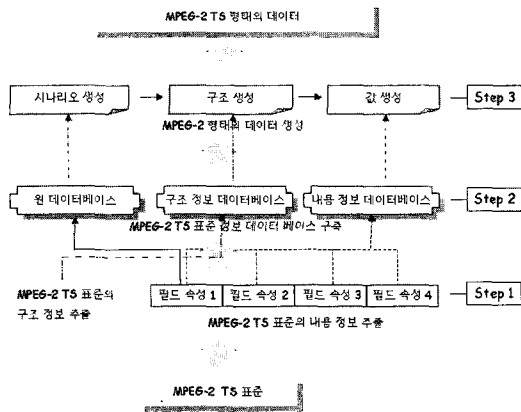


그림 2 MPEG-2 TS 형태의 데이터 생성 과정

MPEG-2 TS 형태의 데이터를 자동 생성하기 위해서 요구되는 정보는 크게 구조 정보와 내용 정보로 나뉜다. 구조 정보란 MPEG-2 TS 테이블 구조를 생성할 때 필요한 정보이며, 내용 정보란 MPEG-2 TS 테이블의 각 필드 값을 생성할 때 필요한 정보이다. 따라서

MPEG-2 TS 표준의 메타(Meta) 정보를 표현하기 위한 데이터 베이스로 구조 정보 데이터 베이스와 내용 정보 데이터 베이스를 구축한다. 이 밖에 실제 방송의 채널 정보와 서비스 콘텐츠 정보 등을 담고 있는 원 데이터 베이스의 구축이 필요하다. 데이터 베이스의 구축이 끝나면 이를 참조하여 구조를 먼저 결정하고 값을 정하는 방식으로 MPEG-2 TS 형태의 데이터 생성이 진행된다.

이러한 기법을 토대로 [11]에서 구현한 ATEP 1.0 [21]은 단순히 MPEG-2 TS 형태의 데이터 생성을 그 목적으로 하므로 D-TV 소프트웨어를 위한 테스트 데이터 생성 도구로는 부적합하였다. 테스트 기법이 적용되지 않았고 산출물을 일반화된 형식이 아닌 TXT 파일 형식으로 제공하므로 D-TV 소프트웨어에 직접 적용 가능한 형태가 아니라는 문제가 있었다. 또한 간단한 사용자 입력만을 받아 MPEG-2 TS 형태의 데이터 생성에 필요한 방송 시나리오를 랜덤한 방식으로 결정하여 사용자의 요구 사항을 충분히 만족시키는 데 어려움이 있었다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 보완하고 다음과 같은 다섯 가지 측면에서 기존 연구를 확장하고자 한다.

첫째, D-TV 소프트웨어의 모듈과 통합, 시스템의 세 가지 수준의 테스트를 지원하는 테스트 데이터를 생성한다.

둘째, 입력 데이터의 내용이 동적으로 변화하는 D-TV 소프트웨어의 특성을 수용하여 채널이나 전송 스트림의 정보가 바뀌는 상황을 지원할 수 있는 테스트 데이터를 생성한다.

셋째, 사용자의 요구 사항을 충분히 반영할 수 있도록 랜덤 방식의 테스트 데이터 생성을 지원하고 D-TV 소프트웨어나 MPEG-2 표준에 대한 전문적인 지식이 없는 사람도 쉽게 필요한 테스트 데이터를 생성할 수 있는 사용자 인터페이스를 제공한다.

넷째, D-TV 소프트웨어에 직접 적용이 가능하도록 스크립트를 전송 스트림으로 변환해 주는 인코더의 입력 형식을 지원하여 산출물을 XML 파일 형식으로 작성해서 제공할 수 있도록 한다.

다섯째, 테스트 데이터의 규격인 MPEG-2 TS 표준의 규격이나 제약 사항이 바뀌는 경우에 유연하게 대처할 수 있도록 유지 보수가 용이하도록 한다.

3. MPEG-2 TS 형태의 테스트 데이터 자동 생성 도구, ATEP 2.0

본 논문에서는 MPEG-2 TS 형태의 데이터 생성에 관한 기존 연구[11]를 확장하여 D-TV 소프트웨어를

위한 테스트 데이터 자동 생성 도구 ATEP(Auto-TEst data Generator for Protocol Standards) 2.0을 개발하였다. ATEP 2.0은 사용자로부터 테스트 대상 모듈과 테스트 데이터 생성 시나리오에 대한 요구 사항을 입력 받아 이를 토대로 D-TV 소프트웨어를 위한 MPEG-2 TS형식의 테스트 데이터를 자동 생성한다. 이때 ATEP 2.0의 산출물은 TXT 형식 혹은 인코더 입력 형식을 지원하기 위해 XML[22] 파일 형식으로 작성된다.

3.1 D-TV 소프트웨어를 위한 테스트 데이터 자동 생성 알고리즘

ATEP 2.0에서는 D-TV 소프트웨어에 적합한 테스트 데이터 생성을 위해 테스트 단계 및 테스트 대상 모듈과 함께 세 가지 타입의 테스트 시나리오를 입력받고 이러한 시나리오에 맞게 테스트 데이터를 자동 생성한다. 테스트 데이터를 자동으로 생성하는 알고리즘은 다음과 같다. 이는 D-TV 소프트웨어라는 도메인의 특성을 고려하여, 프로토콜 표준으로부터 프로토콜 형태의 데이터를 생성하는 [11]의 아이디어를 확장한 것이다.

MPEG-2 TS 형태의 테스트 데이터 자동 생성 알고리즘

Input : 테스트 단계, 테스트 대상 모듈, 테스트 데이터 생성 시나리오 요구 사항 (이벤트 시나리오, 방송 시나리오, 전송 시나리오)

Output : 사용자의 요구 사항이 반영된 MPEG-2 TS 형태의 테스트 데이터

- Step 1 테스트 단계 선택
- Step 2 모듈 선택
- Step 3 테스트 데이터 생성을 위한 시나리오 선택
 - step 3.1 이벤트 시나리오 결정
 - repeat(이벤트 시나리오에 따른 방송 시나리오 수) {
 - step 3.2 방송 시나리오 결정
 - }
 - step 3.3 전송 시나리오 결정
 - repeat(이벤트 시나리오에 따른 테스트 데이터 수) {
- Step 4. 테스트 데이터의 생성
 - Step 4.1 테스트 데이터의 테이블 구조 생성
 - step 4.1.1 테스트 데이터 생성 시나리오 내용에 따라 생성할 MPEG-2 TS 테이블 선정
 - step 4.1.2 구조 정보 데이터 베이스를 참조하여 선정된 MPEG-2 TS 테이블의 구조 생성
 - Step 4.2 테스트 데이터 구조를 따라가며 테스트 데이터의 내용 생성
 - step 4.2.1 내용 정보 데이터 베이스를 참조하여 필드 값 생성

3.2 ATEP 2.0의 설계와 구현

ATEP 2.0의 구현 환경은 OS는 Microsoft Windows 2000 Professional이고, CPU는 Intel Pentium 4 1.4 GHz, 메인 메모리는 RDRAM 256Mb인 시스템이며

JDK 1.3(Java Development Kit)과 Microsoft Access 2000을 사용하였다.

(1) ATEP 2.0의 전체 구조

ATEP 2.0의 전체 구조는 그림 3과 같으며 4가지의 데이터 베이스와 Interface, Variable, Generator, Writer, Analyzer, DBupdate의 6개 패키지로 구성된다. 각각의 구조도에 사용한 기호의 의미는 그림 4와 같다.

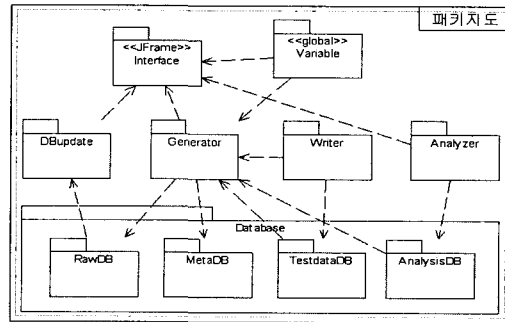


그림 3 ATEP 2.0의 전체 구조

기호	의미	기호	의미
	: 패키지		: 관리자격 모듈
	: 호출		: 일반 모듈
	: 변경		: 데이터 베이스
	: 연관		
	: 데이터 베이스 내의 테이블		

그림 4 표기법

[데이터 베이스]

- 원 데이터 베이스(RawDB)
 - : 방송 내용을 구성하는 데이터를 저장해 놓은 데이터 베이스로 방송 시나리오 생성을 위해 참조된다. 채널 정보와 프로그램 콘텐츠 정보가 이에 속한다. 사용자로부터 업데이트가 가능해야 한다. 원 데이터 베이스의 세부 모습은 그림 5와 같다.
- 메타 데이터 베이스(MetaDB)
 - : 테스트 데이터 생성시 필요한 MPEG-2 TS 표준 정보와 테스트 데이터 자동 생성 함수의 번호 등을 저장하기 위한 데이터 베이스이다. 테스트 데이터의 구조 생성을 위해 참조되는 구조 정보 데이터 베이스와 테스트 데이터의 필드 값 생성을 위해 참조되는 내용 정보

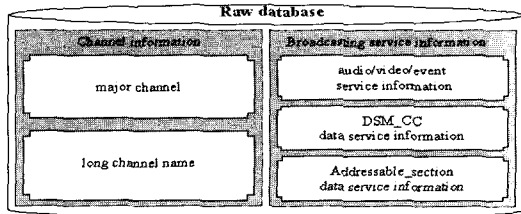


그림 5 원 데이터 베이스의 구조

데이터 베이스로 나누어져 구축된다. 구조 정보 데이터 베이스와 내용 정보 데이터 베이스는 같은 이름, 같은 수의 테이블과 레코드를 가지며 내용 정보 데이터 베이스의 세부 구성 요소 및 테이블 내의 필드가 의미하는 바는 그림 6과 같다.

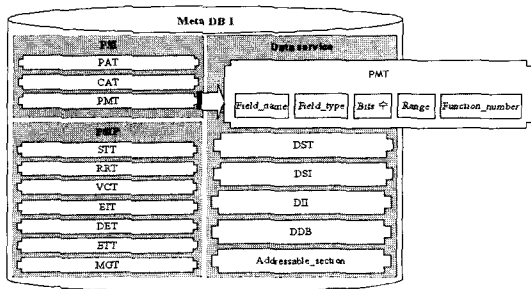


그림 6 내용 정보 데이터 베이스의 구조

Field_name : MPEG-2 TS 구성 테이블의 필드 명.
Field_type : record의 타입. 숫자인 경우 0, 문자인 경우 1.

Bits : 해당 MPEG-2 TS 구성 테이블의 필드에 대한 bit 수.

Range : 해당 필드가 가질 수 있는 의미 있는 유효 값의 범위.

Function_number : 해당 필드의 테스트 데이터 값을 생성하기 위해 호출되는 함수의 번호.

• 테스트 데이터 데이터 베이스(Testdata DB)

: 생성된 테스트 데이터를 텍스트나 XML 파일 형식으로 가공하기 전 임시로 저장해 놓는 데이터 베이스로 테스트 데이터의 규격을 저장해둔 MetaDB를 구성하는 테이블과 동일한 이름을 가진 테이블들로 이루어진다.

• 분석 결과 데이터 베이스(Analysis DB)

: 생성된 테스트 데이터의 커버리지 분석 결과를 저장해 놓는 데이터 베이스로 일정 기간 누적된 결과를 저장할 수 있어야 한다. 세부 모습은 그림 7과 같다.

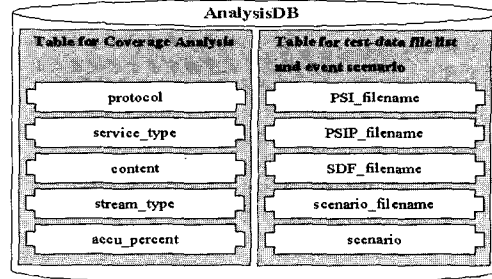


그림 7 분석 결과 데이터 베이스의 구조

[패키지]

• 인터페이스(Interface)

: 테스트 데이터의 생성, 분석, 확인 또는 데이터 베이스의 갱신과 관련된 인터페이스를 제어하는 메인 프레임과 테스트 데이터를 자동 생성하기 위해 방송 시나리오를 수립하고 내용을 계획할 때 기반이 되는 사용자의 입력 사항을 받아들이는 클래스 등이 이 패키지에 속한다. ATEP 2.0에서 제공하는 모든 인터페이스와 관련된 클래스들을 하나의 패키지로 묶어서 개발과정에서의 효율성을 높이기 위한 것이다. 세부 구조는 그림 8과 같다.

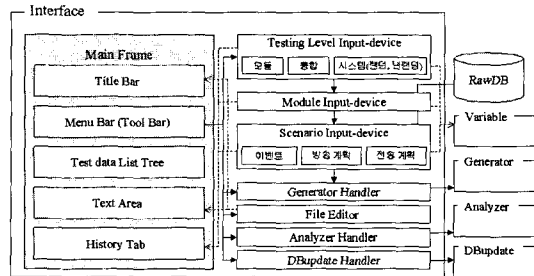


그림 8 인터페이스 패키지의 구조

• 전역변수(Variable)

: ATEP 2.0에서 사용하는 전역 변수를 정의한 클래스 및 TestdataDB를 초기화하는 클래스를 묶어서 만든 패키지로 구조는 그림 9과 같다.

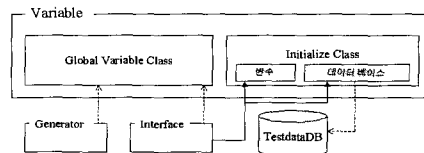


그림 9 전역 변수 패키지의 구조

• 테스트 데이터 생성기(Generator)

: 사용자의 입력 사항을 기반으로 데이터 베이스를 참조하여 테스트 데이터를 생성하는 부분과 관련된 클래스들이 속한 패키지로 ATEP 2.0의 핵심 기능을 수행한다. 테스트 데이터의 구조 생성과 관련된 클래스들을 모아둔 Structure 패키지와 테스트 데이터의 내용 생성과 관련된 클래스들을 모아둔 Content 패키지로 나누어지며 세부 구조는 그림 10과 같다.

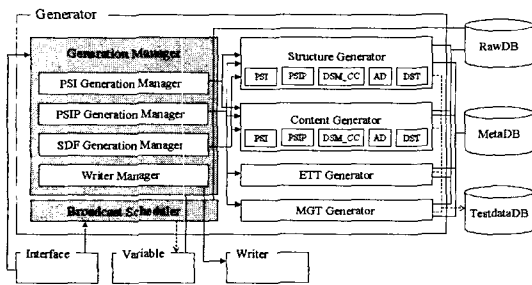


그림 10 테스트 데이터 생성기의 구조

• 테스트 데이터 분석기(Analyzer)

: 테스트 데이터 분석기는 테스트 데이터를 D-TV 모듈과 관련하여 API나 메시지 측면에서의 커버리지, MPEG-2 TS 측면에서의 내용과 구조의 다양성 등을 표와 그래프로 보여주는 기능을 한다. Analyzer는 이러한 기능을 위한 클래스들을 모아둔 패키지이다. 세부 구조는 그림 11과 같다.

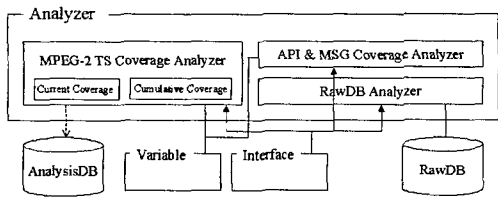


그림 11 테스트 데이터 분석기의 구조

• 테스트 데이터 및 시나리오 작성기(Writer)

: ATEP 2.0은 TXT나 XML 형식으로 가공된 테스트 데이터 파일과 함께 테스트 데이터를 생성하는 동안의 결정사항과 분석결과를 기록하여 사용자에게 시나리오 파일로 제공한다. Writer는 이러한 파일 생성과 관련된 클래스들을 모아둔 패키지로 다시 Scenario와 Testdata 패키지로 나누어지며 구조는 그림 12와 같다.

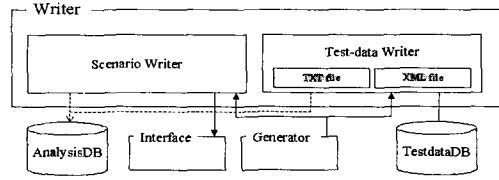


그림 12 테스트 데이터 및 시나리오 작성기의 구조

• 데이터 베이스 업데이트 패키지(DBupdate)

: ATEP 2.0에서는 원 데이터 베이스의 내용을 사용자가 추가, 삭제, 수정을 할 수 있도록 데이터 베이스 업데이트 기능을 제공한다. DBupdate는 이러한 기능과 관련된 클래스들이 속한 패키지이다. 세부 구조는 그림 13과 같다.

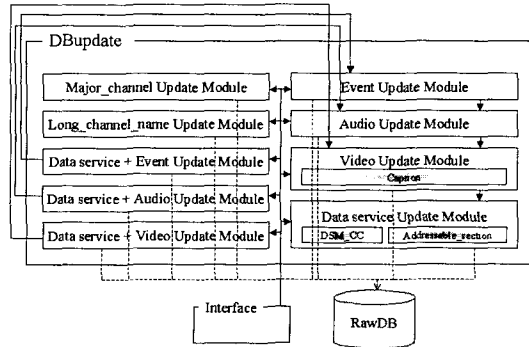


그림 13 데이터 베이스 업데이트 패키지의 구조

(2) 주요 기능

ATEP 2.0은 D-TV 소프트웨어를 위한 테스트 데이터를 자동으로 생성하는 기능을 중심으로 크게 16가지의 기능을 수행하며 기능 별 관련 패키지는 다음과 같다.

- ▶테스팅 레벨 선택 기능 - Interface, Variable
- ▶테스트 대상 모듈 선택 기능 - Interface, Variable
- ▶이벤트 시나리오 선택 기능 - Interface, Variable
- ▶방송 시나리오 선택 기능 - Interface, Variable
- ▶전송 시나리오 선택 기능 - Interface, Variable
- ▶테스트 데이터 형식 선택 기능 - Interface, Variable
- ▶TXT 혹은 XML 형식의 테스트 데이터 생성 기능 - Generator, Variable
- ▶시나리오 작성 및 디스플레이 기능 - Writer, Interface, Variable
- ▶시나리오 파일 열기 및 프린트 기능 - Interface

- ▶ 테스트 데이터 작성 및 디스플레이 기능 - Writer, Interface, Variable
- ▶ 테스트 데이터 편집 기능 - Interface
- ▶ 테스트 데이터 프린트 기능 - Interface
- ▶ MPEG-2 관련 커버리지 분석 및 디스플레이 기능 - Analyzer, Interface, Variable
- ▶ D-TV 모듈 관련 API와 메시지 커버리지 분석 및 디스플레이 기능 - Analyzer, Interface, Variable
- ▶ 원 데이터 베이스 상태 분석 및 디스플레이 기능 - Analyzer, Interface
- ▶ 원 데이터 베이스 업데이트 기능 - DBupdate

3.3 ATEP 2.0의 실행 사례

ATEP 2.0은 사용자의 몇 가지 시나리오 선택 작업만으로 손쉽게 MPEG-2 표준의 규칙들을 준수하면서 D-TV 소프트웨어의 모듈 및 통합 테스트에 효과적인 테스트 데이터를 자동으로 생성한다. 즉, 사용자는 ATEP 2.0의 메뉴와 창을 통하여 원하는 모듈이나 모듈 조합을 선택하고 원하는 시나리오를 결정하는 작업만으로 시간과 비용을 절감하면서 방대한 양의 테스트 데이터를 얻을 수 있다. 이는 인코더를 통해 실제 스트림으로 변환만하면 D-TV 소프트웨어에 직접 적용 가능한 형태이다. 본 절에서는 3.2에서 기술한 주요 기능을 중심으로 ATEP 2.0의 실행 사례를 기술한다.

(1) 테스트 데이터 생성 시나리오의 선정

초기화면의 project 메뉴에서 New Module Test Level이나 New Integration Test Level을 선택하면 그림 14의 ①과 같은 모듈이나 모듈 조합을 선택할 수 있는 창이 나타나고 모듈 선택이 끝나면 그림 14의 ②와 같은 이벤트 시나리오 리스트에서 하나의 이벤트 시나리오를 선택한다. 이는 동적인 요소 시나리오로써 이를 반영하기 위해서는 테스트 데이터가 동적으로 변화하도록 테스트 데이터를 하나가 아닌 셋(set)으로 생성한다. 이벤트 시나리오가 결정되면 그림 14의 ③을 통해서 데이터 방송 서비스를 위한 채널 및 방송 시간과 콘텐츠를 입력하여 방송 계획을 수립하고 그림 14의 ④에서 전송과 관련하여 선택이나 버퍼링 등의 결정 사항을 입력한다. ATEP 2.0에서는 입력이 다소 복잡하고 제약 조건이 있는 방송 계획 입력에 앞서 그림 14의 ⑤같이 입력 시 주의사항을 툴팁(tool tip)을 통해 알려주며, 잘못된 입력 사항에 대해서는 알람 창을 띄워서 입력을 제한한다.

(2) 테스트 데이터 생성

세 가지의 타입의 시나리오를 결정하고 나면 ATEP 2.0은 그림 15의 ①과 같이 사용자가 입력하고 결정한

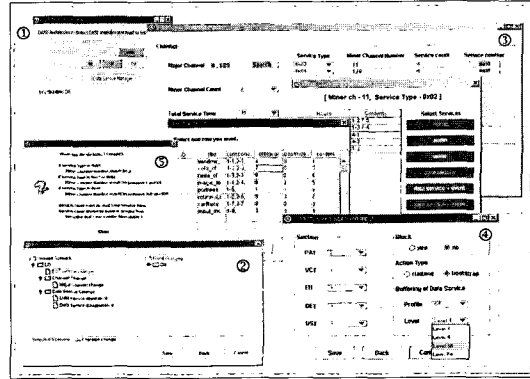


그림 14 테스트 데이터 생성 시나리오 입력 화면

사항에 대한 요약 정보를 보여준다. 이 정보를 보고 결정사항에 틀린 항목이 있으면 되돌아가기 버튼(Back)을 통해 다시 시나리오 입력 창으로 돌아갈 수 있다. 이는 시나리오 입력 시에도 마찬가지로 적용되어 이전 시나리오 입력 창으로 돌아갈 수 있는 기능을 제공한다. 결정 사항이 적절하다고 판단되어 실행 버튼(Execute)을 누르면 그림 15의 ②와 같이 프로그레스 다이얼로그가 나타나면서 테스트 데이터의 생성을 위해 현재 어떤 작업들이 진행되고 있는지를 보여준다. 사용자 입력 사항이나 테스트 데이터 생성 도중 결정 사항, 커버리지 분석 등에 대한 정보는 테스트 데이터 생성 진행 중에 ATEP 2.0의 메인 프레임 하단의 히스토리 탭(history tab)에 적히지며 이는 TXT 형식의 시나리오 파일로도 작성된다. 테스트 데이터의 생성이 끝나면 그림 15의 ③과 같이 ATEP 2.0의 메인 프레임 왼쪽 상단에 각 테스트 레벨 별로 테스트 데이터 파일에 대한 트리 구조로 트리에서 노드를 선택하면 오른쪽 텍스트 영역

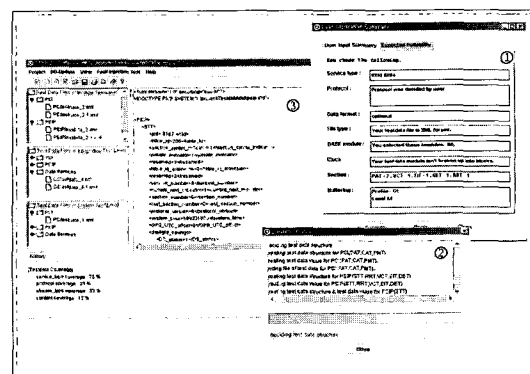


그림 15 테스트 데이터 생성 화면

에 사용자가 원하는 파일 형식으로 생성된 테스트 데이터가 보여진다.

(3) 테스트 커버리지의 분석 결과 확인

테스트 데이터의 생성이 완료되면 사용자는 여러 가지 표와 그래프 등을 통해 커버리지 정보를 확인할 수 있다. ATEP 2.0에서 제공하는 커버리지 분석 정보는 그림 16과 같다. 그림 16의 ①과 ②는 현재 생성된 테스트 데이터를 MPEG-2 TS 측면에서 분석한 것이고 그림 16의 ③과 ④는 D-TV 소프트웨어 구성 모듈과 연관 지어 API나 메시지에 대한 커버리지를 분석하고 관련 API나 메시지의 리스트를 보여주는 창이다. 그림 16의 ⑤와 ⑥은 지금까지 생성된 테스트 데이터의 누적 커버리지를 표와 꺾은 선 그래프를 통해 보여주는 창이고 그림 16의 ⑦은 방송 내용을 구성하는 데 필요한 데이터를 저장해둔 원 데이터 베이스의 데이터 저장 상태를 막대 그래프로 보여주는 창이다. 사용자는 이러한 커버리지 정보를 확인함으로써 테스트 데이터가 D-TV 소프트웨어에 적용되었을 경우 어느 모듈의 어떤 API와 관련이 있는지 어떤 메시지의 전달과 관련이 있는지 등을 쉽게 파악할 수 있고 다음 번 테스트 데이터의 시나리오 결정에도 참고할 수 있다.

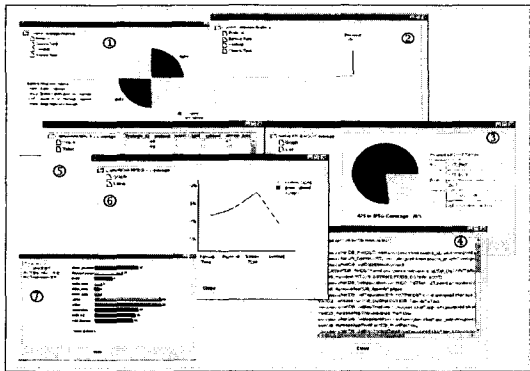


그림 16 커버리지 분석 화면

(4) 기타 기능

ATEP 2.0은 D-TV 소프트웨어를 위한 테스트 데이터 생성이라는 주요 기능 이외에도 그림 17의 ①, ②, ③과 같이 9개 항목의 원 데이터 베이스에 대해 업데이트할 수 있는 기능을 제공한다. 또한 테스트 데이터의 일정 부분을 수정하여 저장하는 기능(그림 17의 ④)과 다른 시나리오나 테스트 데이터 파일을 열어서 볼 수 있는 기능(그림 17의 ⑤), 그리고 ATEP 2.0의 텍스트 영역에 뿌려지는 테스트 데이터나 시나리오를 출력할 수

있는 기능(그림 17의 ⑥)까지 지원한다. 마지막으로 ATEP 2.0의 종료 시에는 그림 17의 ⑦, ⑧와 같이 지금까지 생성된 테스트 데이터에 대한 레코드를 다시 ATEP 2.0을 실행할 때까지 저장하도록 선택할 수 있는 기능도 제공한다. 그림 17의 ⑨는 ATEP 2.0에 대한 간략한 정보를 보여주는 다이얼로그이다.

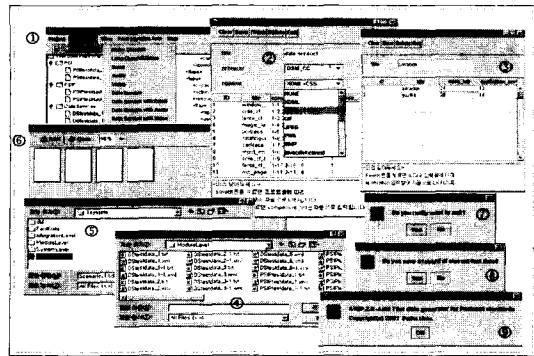


그림 17 기타 기능

3.4 테스트 데이터의 분석

본 절에서는 ATEP 2.0에서 생성된 테스트 데이터가 어떻게 사용자 요구 사항을 반영하고 있으며 향후 실제 대상 시스템에 어떤 식으로 적용이 될 수 있는지를 기술한다. 또한 소요 시간 대비 생성되는 테스트 데이터의 양을 분석하여 ATEP 2.0의 비용 효율성을 제시한다.

그림 18은 사용자가 입력한 시나리오(a)와 이를 반영하여 ATEP 2.0에서 생성한 테스트 데이터(b) 그리고 테스트 데이터가 대상 시스템에 적용된 모습(c)이다. (a)와 (b)를 통해 사용자가 선택한 채널과 이벤트가 반영되어 테스트 데이터가 생성됨을 확인할 수 있다. 또한 ATEP 2.0에서 생성된 테스트 데이터가 D-TV 소프트웨어에 적용되면 D-TV 소프트웨어의 전자 프로그램 가이드(Electronic Program Guide :EPG)에는 (c)와 같

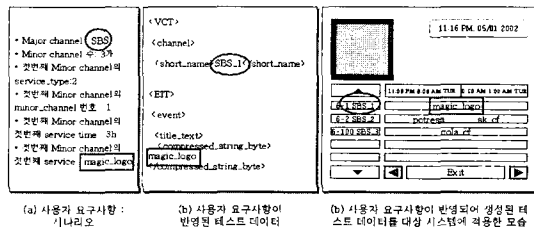


그림 18 사용자 요구사항이 반영된 테스트 데이터의 생성과 적용

은 방식으로 사용자가 입력한 채널과 이벤트에 대한 정보가 반영된 모습이 보여진다.

ATEP 2.0은 최소 A4 60장에서 최대 A4 200장 이상의 테스트 데이터를 최소 14초에서 최대 60초 정도의 시간 내에 자동으로 생성한다. 테스트 데이터를 구성하는 필드 사이의 연관관계를 고려하여 이를 수작업으로 작성 시 신뢰성이 보장되지 않으며 소요되는 시간도 정확히 예측하기 어렵다. 한편 m과 n을 각각 테스트 대상 모듈 수와 ATEP2.0에서 데이터베이스로 소유한 방송 정보 데이터 수라고 할 때, 현재 ATEP 2.0에서 생성 가능한 테스트 데이터 수는

$$2^5(\text{event 수}) * 10(\text{channel 수}) * 4(\text{servicetype}) * 1000(\text{channel 번호}) * 13(\text{service 수}) * m * n = 49,920,000 * m * n$$

이다. 따라서 ATEP 2.0을 사용하여 테스트 데이터를 자동 생성할 경우 시간과 비용을 효과적으로 절감시킬 수 있음을 알 수 있다.

4. 다른 도구와의 비교 분석

ATEP 2.0은 D-TV 소프트웨어라는 도메인에 맞춰진 테스트 방안을 구현한 테스트 도구인 동시에 인코더를 통해 스트림으로 변환만하면 실제 시스템에 직접 적용이 가능한 형태의 데이터를 산출물로 제공하므로 D-TV 소프트웨어를 위한 PSIP 생성기와의 비교 분석을 통해 ATEP 2.0을 평가하는 것은 의미가 있다. 본 장에서는 데이터 방송을 위한 PSIP 데이터의 생성이라는 같은 기능의 데이터를 산출물로 제공하는 PSIP 생성기와 ATEP 2.0을 비교한다.

PSIP는 모든 가상 채널들의 시스템 정보와 이벤트 수준에 대한 정보를 담고 있는 데이터로서 디지털 텔레비

전 방송을 위해서는 반드시 전송되어야 하는 부분이다. ATEP 2.0과 PSIP 생성기는 모두 이러한 PSIP 데이터를 생성한다는 점에서 동일한 기능을 한다. 그러나 산출물의 형식이나 지원하는 테이블 타입 등에서는 차이가 있다. 기존의 PSIP 생성기에는 Digital Vision사의 BitLink PSIP Generator[23], Harmonic사의 TablePro T100[24], Harris사의 PSIPplus[25], NDS사의 Stream Server[26], 그리고 Triveni사의 PSIP Builder[27] 등이 있다. 표 2는 ATEP 2.0과 기존의 PSIP 생성기들을 비교 분석한 것이다.

ATEP 2.0은 실제 소프트웨어에 적용이 가능한 형태의 데이터를 자동으로 생성해 준다는 점에서 기존의 PSIP 생성기와 비슷하다. 그러나 ATEP 2.0은 보다 다양한 테이블을 지원하며 적합한 형식의 테스트 데이터를 단순하게 생성하는 것이 아니고 테스트 기법을 적용하여 의미있고 효과적인 테스트 데이터를 생성해준다. 또한 테스트 데이터 생성 시나리오를 선택하고 관리할 수 있으며 관련 커버리지 분석 정보까지 제공한다는 점에서 주목할 만하다. 특히 전체 시스템을 위한 시스템 레벨 테스트 데이터 뿐 아니라 D-TV 소프트웨어를 구성하는 모듈 각각의 특징을 반영하는 다양한 테스트 데이터를 생성해 준다는 점은 ATEP 2.0의 가장 큰 장점이다.

한 편 ATEP 2.0은 테스트 데이터의 명세 정보를 데이터 베이스화 하여 입력, 삭제, 관리하며 이를 이용하여 테스트 데이터의 구조를 결정하고 값을 생성한다. 따라서 테스트 데이터의 구조나 규칙, 제약 사항 등이 바뀌었을 때 데이터 베이스의 값을 수정함으로써 이를 쉽게 수용할 수 있다. 또한 D-TV 소프트웨어의 입력 데이터 규격인 MPEG-2 TS 측면과 D-TV 소프트웨어

표 2 ATEP 2.0과 PSIP Generator와의 비교

Specification	ATEP 2.0	BitLink PSIP Generator	PSIPplus	PSIP Builder
Service type supported	Analogue, Digital radio, Digital TV, Data broadcast	Analogue, Digital radio, Digital TV, Data broadcast	Analogue, Digital radio, Digital TV	Analogue, Digital radio, Digital TV
Table type supported	PAT, CAT, PMT, STT, VCT, RRT, EIT, DET, ETT, MGT, DST, DSI, DIL, DDB, Addressable_section	PAT, PMT, STT, VCT, RRT, EIT, DET, ETT, MGT, DCCT	STT, VCT, RRT, EIT, ETT, MGT,	STT, VCT, RRT, EIT, DET, ETT, MGT,
Output format	Script(TXT or XML file)	Transport Stream	Transport Stream	Transport Stream
Available configurations	Encoder	-	PSIPplus Server, Client Editor, Spooler	GuideBuilder
Environment(OS/PL)	Windows 98/2000, Java	Windows 2000	Windows NT, Java	Windows NT 4.0
생성된 데이터와 시나리오 분석	O	X	X	X
여러 가지 테스트 레벨의 데이터 생성	O	X	X	X

구성 모듈의 특성을 고려한 시스템 측면의 두 가지 관점에서 테스트 데이터의 커버리지를 제공하므로 사용자가 생성된 테스트 데이터를 여러 각도에서 분석해 볼 수 있다는 이점이 있다.

5. ATEP 2.0의 효과 및 결론

본 논문에서는 D-TV 소프트웨어를 위한 MPEG-2 TS 형태의 테스트 데이터를 자동으로 생성하는 도구인 ATEP 2.0을 개발하였다. ATEP 2.0은 D-TV 소프트웨어를 구성하는 특정 모듈을 테스트하는 데 적합한 테스트 데이터를 사용자의 시나리오 요구 사항만을 입력받아 자동으로 생성해 주는 것을 그 목적으로 한다. 수작업으로 MPEG-2 TS 형식의 방대하고 복잡한 테스트 데이터를 생성할 경우, 테스트 데이터의 필드 값 결정이 일관적이지 못하고 실수의 우려가 있으며 막대한 비용과 시간이 든다. 또한 특정 모듈의 테스트에 적합한 효율적인 테스트 데이터를 생성하기 어렵다는 단점이 있다. ATEP 2.0을 이용하면 이러한 문제를 해결할 수 있다.

첫째, ATEP 2.0에서는 D-TV 소프트웨어의 특징으로부터 체계적으로 테스트 데이터 생성을 위한 시나리오를 추출하고 작성하므로 모듈, 통합, 시스템 세 가지 수준에서의 적합한 테스트 데이터를 생성할 수 있다.

둘째, 이벤트 시나리오 항목을 이용하여 시스템의 동작 중에 방송 내용이나 채널 정보 등이 바뀔 수 있는 도메인의 특성을 반영한 테스트 데이터를 생성할 수 있다.

셋째, 사용자 인터페이스의 사용성(usability)을 높여서 D-TV 소프트웨어의 구조나 구성 모듈에 대한 전문 지식 없이도 적합한 테스트 시나리오 및 테스트 데이터를 획득할 수 있으며 이는 MPEG-2 TS의 제약 조건 또한 정확하게 준수하는 테스트 데이터이다.

넷째, 테스트 데이터를 XML 파일 형식으로 산출하므로 인코더를 통해 스트림으로 변환만 시키면 실제 D-TV 소프트웨어에 직접 적용이 가능하다.

다섯째, ATEP 2.0에서는 MPEG-2 TS의 계층 구조 및 필드 사이의 연관 관계 분석 정보를 데이터베이스로 구축하고 이를 이용하여 테스트 데이터를 생성하므로 MPEG-2 표준의 정의가 변하거나 갱신되는 상황에 유연하게 대처할 수 있으며, 하부테이블의 개수와 구조가 가변적인 테스트 데이터의 특성을 적절하게 수용할 수 있다.

본 논문에서는 D-TV 소프트웨어를 위한 MPEG-2 TS 형태의 테스트 데이터 자동 생성기의 설계 및 구현 방안에 대해 기술하였고 비슷한 목적과 기능을 가진 다른 도구와의 비교를 통해 ATEP 2.0의 특성을 분석하였다. ATEP 2.0은 실제 소프트웨어에 적용이 가능한 형

태의 데이터를 자동으로 생성해 준다는 점에서 기존의 PSIP 생성기와 비슷하지만 모듈, 통합, 시스템 테스트 세 가지 수준에서의 효과적인 테스트 데이터를 생성해 주며 테스트 데이터 생성 시나리오를 선택하고 관리할 수 있는 기능까지 지원한다는 장점이 있다. 또한 고정된 구조로 프로그램 상에서 값을 결정하는 기존의 테스트 데이터 생성기와 달리 테스트 데이터 규격의 변경을 손쉽게 수용할 수 있고 다양한 측면에서 테스트 데이터의 커버리지를 제공하므로써 사용자가 생성된 테스트 데이터를 여러 각도에서 분석할 수 있도록 도와준다.

향후 본 논문에서 개발한 도구, ATEP 2.0의 산출물인 XML 형식의 테스트 데이터를 인코더를 통해 전송 스트림(transport stream)으로 변환하고 실제 대상 시스템에 적용하여 본 논문에서 제안한 테스트 방안의 타당성과 테스트 데이터의 효율성을 검증할 예정이다.

참고 문헌

- [1] ATSC Document A/52, Digital Audio Compression (AC-3) Standard, 20 Dec 95.
- [2] ATSC Document A/65A and Amendment No.1, Program and System Information Protocol for Terrestrial Broadcast and Cable, 31 May 00.
- [3] ATSC Document A/90, Data Broadcast Standard, 26 Jul 00.
- [4] ATSC Document A/91, Implementation Guidelines for Data Broadcast Standard, 10 June 01.
- [5] ISO/IEC 13818-1 | ITU-T Rec. H.222.0, Information Technology - Generic coding of moving pictures and associated audio - Part 1: Systems.
- [6] ATSC T3/S13, ATSC Data Broadcasting Implementation Guidelines Draft description, 1999 (Doc 011).
- [7] ISO/IEC 13818-6 - MPEG-2 Digital Storage Media command & Control, Chapter 2, 4, 6, 7, 9 and 11, 1998.
- [8] 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.
- [9] Program and System Information Protocol (PSIP) Tutorial, Available at URL: http://www.sarnoff.com/government_professional/psip_tutorial/index.asp
- [10] MPEG-2 Web Site, Available at URL: <http://www.mpeg.org/MPEG/index.html>
- [11] Byoungju Choi, Sunhwa Yeum, Taehee Gwak, Byoungkyu Min "An Auto-Generating Tool for

- the MPEG-2 formatted Test data : ATEP," the 12th ISSRE, Hong Kong, pp 192-199, Nov.2001.*
- [12] Abraham Silberschatz, Henry F.Korth, S. Sudarshan, *DATABASE SYSTEM CONCEPTS - Third Edition*, The McGraw-Hill Companies, Inc, 1997.
 - [13] Mark Fewster & Dorothy Graham, *Software Test automation*, Addison-Wesley, 1999.
 - [14] Elfriede Dustin, Jeff Rashka, and John Paul, *Automated Software Testing - Introduction, Management, and Performance*, Addison Wesley, 1999, Available at URL: http://www.autotestco.com/life_cycle_tools.htm
 - [15] Roy P. Pargas, Mary Jean Harrold, Robert R. Peck, "Test-Data Generation Using Genetic Algorithm, *Journal of Software Testing*," Verification and Reliability, 1999.
 - [16] Datatect, Available at URL: <http://www.datatect.com>
 - [17] TestBase, Available at URL: <http://www.tenerus.com>
 - [18] TDGEN, Available at URL: <http://www.soft.com/Products/index.html>
 - [19] Datagen2000, Available at URL: <http://www.superfinesoftware.com>
 - [20] JustData Enterprise, Available at URL: <http://www.justsoft.com.au>
 - [21] SEC TV T/S data 생성 자동화 도구 개발에 관한 중간 연구 보고서, 2000.5.27.
 - [22] 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/>
 - [23] BitLink PSIP generator, Available at URL: http://www.digitalvision.se/products_medianetworking.htm
 - [24] TablePro T100, Available at URL:<http://www.divi.com/solutions.cfm>
 - [25] PSIPplus, Available at URL: <http://www.broadcast.harris.com/studio-systems/psipplus.pdf>
 - [26] StreamServer, Available at URL: <http://www.nds.com/solutions/streamserver.html>
 - [27] PSIP Builder, Available at URL: http://www.3veni.com/products_content.htm



소프트웨어 감사

곽 태 희

1996년 ~ 2000년 이화여대 컴퓨터학과 학사. 2000년 ~ 2002년 이화여대 과학기술대학원 컴퓨터학과 석사. 현재 삼성 전자 CTO전략실 소프트웨어센터 연구원. 관심분야는 소프트웨어공학, 소프트웨어 테스트, 소프트웨어 개발 프로세스,

최 병 주

정보과학회논문지 : 컴퓨팅의 실제
제 8 권 제 3 호 참조