

# 정지동영상 스트림을 이용한 디지털 TV 의 시스템 테스트 자동화 개선 및 시험결과 신뢰성 향상방안연구

이승곤\*, 심재환\*\*, 최진영\*\*

\*고려대학교 컴퓨터정보통신대학원 소프트웨어 공학과

\*\*고려대학교 컴퓨터학과

e-mail : [skonlee@korea.ac.kr](mailto:skonlee@korea.ac.kr), \*\*{jhsim,choi}@formal.korea.ac.kr

## A Study on Test Reliability Improvement of DTV System Test Automation through DTV Bit Stream with Still Image

Seung-Kon Lee\*, Jae-Hwan Sim\*\*, Jin-Young Choi\*\*

\*Dept. of Software Engineering, Korea University

\*\*Dept. of Computer science and engineering, Korea University

### 요 약

본 논문에서는 테스트 자동화 도구를 사용하여 디지털 TV 의 시스템 테스트 수행 시 테스트 결과의 신뢰성을 향상시키기 위한 방안을 제시하고자 한다. 시스템 테스트 자동화 도구는 디지털 TV 의 출력화면을 실시간으로 캡처 한 후, 정상 상태의 출력화면과 비교,분석을 통해 테스트 수행 결과의 성공/실패 판정을 자동으로 수행한다. 본 논문에서는 테스트 도구의 수행 및 수행결과에 대한 판정의 신뢰성을 높이기 위한 방법으로 DTV 화면 출력 시에 정지 화면으로 이루어진 동영상이 출력되도록 방송 신호인 비트 스트림을 제작하여, 디지털 TV 에 입력하여 테스트 하는 방안을 제시한다. 제시된 방안을 통해 기존 방식에서 검출해 내지 못하던 오류를 검출함으로써 테스트 자동화 도구의 수행 성능을 향상 시키고, 테스트 결과에 대한 신뢰성을 높이는 방법을 제안한다.

### 1. 서론

일반적인 소프트웨어 테스트는 대부분의 경우, 단위 테스트, 통합테스트, 시스템 테스트, 사용자 승인 테스트의 V-Model 에 따라 진행된다. 디지털 TV 의 테스트 단계도 역시, 일반적인 소프트웨어 테스트 단계와 같이 단위 테스트, 통합 테스트, 시스템 테스트의 단계가 적용이 되는 V-Model 을 따르며, 이 중에서 시스템 테스트 단계는 제품 출시 이전에 제품의 전체품질 수준을 확인하는 단계이다.[4][6]  
소프트웨어 제품개발을 잘 하는 것도 중요하지만, 완벽한 소프트웨어 제품을 만든다는 것 자체가 거의 불가능하기 때문에, 이를 보완하기 위해서 소프트웨어 테스트를 더욱 정확도를 높여 수행함으로써 제품의 최종 결함을 줄이려는 시도가 많이 이루어지고 있다. 소프트웨어 테스트는 효율적인 수행, 그 자체로도 투자 대비 좋은 효율을 얻을 수 있는 분야이다. 하지만, 아직까지 소프트웨어 테스트 분야의 발전 단계는 소프트웨어 개발의 발전 단계와 비교할 때 많이 미흡한 수준이다. 그러나, 최근에는 소프트웨어 테스트에 대한 관심의 증가로 다양한 시도와 노력들이 이루어지고 있으며, 그러한 노력과 시도들 중에서 시스템 테스트 수행은 가장 가시적으로 소프트웨어 제품의 최종 품질을 검증하고 확보해줄 수 있는 중요한 수단중의 하나이다.  
임베디드 소프트웨어에서의 테스트 영역은 기존의

PC 기반의 소프트웨어 영역에서의 테스트 수준에 비하여 발전된 정도가 낮고, 또한 테스트 수행도 상대적으로 어렵다. 디지털 TV 도 임베디드 소프트웨어의 대표적인 분야중의 하나이므로 테스트 수행의 어려움들을 함께 가지고 있다. 따라서, 디지털 TV 소프트웨어 테스트도 먼저 시스템 테스트를 효율적으로 수행함으로써 가시적인 품질 개선효과를 노리는 단계로부터 더 나아가 단위 테스트까지 더욱 더 개선된 방법으로 수행하려는 움직임들이 많이 있으며, 이와 동시에 시스템 테스트에 대한 결함 검출 능력 및 수행 능력의 향상에 대한 연구도 많이 이루어 지고 있다. 디지털 TV 의 시스템 테스트는 사람이 직접 수행하는 경우가 많으며, 임베디드 소프트웨어 이외의 다른 일반 소프트웨어 테스트 분야의 발전 방향과 같이, 테스트 자동화에 대한 연구도 많이 진행되고 있다.[9][6]  
본 논문의 2 장에서는 일반적으로 사람에 의해 직접 수행되는 경우가 많은 디지털 TV 시스템 테스트 수행을 도구를 이용한 테스트 자동화 방안 에 대한 내용을 기술할 것이며, 3 장에서는 테스트 자동화 도구를 사용하여 시스템 테스트를 자동 수행 할 때의 문제점들을 제시하고, 이를 개선하기 위한 방법으로써 정지동영상 스트림을 이용한 디지털 TV 시스템 테스트 자동화 방안을 제시하고, 4 장에서 사례 연구를 통해 개선되는 테스트 결과의 신뢰성 향상 및 테스트 수행

성능 향상에 대한 내용을 기술할 것이다.

## 2. 디지털 TV 시스템 테스트 자동화

디지털 TV 의 시스템 테스트를 수행하는 방법으로 가장 일반적으로 사용되고 있는 방법은 사람이 직접 눈으로 확인하고, 손으로 작동시켜보며 시스템 테스트를 수행하는 것이다.

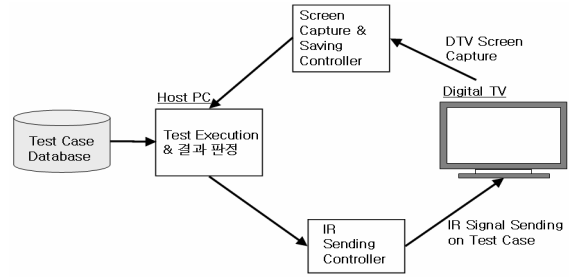
시스템 테스트를 수행할 때, 이미 작성된 테스트 케이스에 의해서 시스템 테스트를 수행하는 경우도 있지만, 오랜 기간의 경험이 밑바탕이 된 숙련 기술자에 의한 Ad-Hoc 기반의 시스템 테스트를 수행하는 경우가 많다. 사람이 직접 디지털 TV 시스템 테스트를 수행하는 것은 단순 반복적인 조작에 의한 기능확인이 많으며, 이를 사람이 직접 수행함에 따라 수행 성능의 일관성이 없어질 수 있고, 테스트 수행인원의 숙련도에 따라 결함을 찾아내는 능력의 차가 있어서 시험결과의 신뢰성 및 시험수행시간의 차이가 발생할 수 있다. 이러한 상황을 볼 때, 수행 효율성이라는 측면에서 테스트 수행방법 개선의 여지는 매우 많으며, 도구를 통한 시스템 테스트 자동화는 필수적인 요건이 되고 있다.[9][6]

디지털 TV 시스템 테스트 자동화를 수행하기 위한 도구의 기본적 요건은 다음과 같다.

- TV 리모트 컨트롤러에 대한 자동 제어 기능이 제공되어야 한다.
- 출력되는 TV 화면 및 음성에 대한 자동 판정을 할 수 있는 기능이 필수적이다.

전세계적으로 TestQuest Pro[1], MAT[2] 등 몇 개의 상용 도구가 상기 언급된 주요 수행 기능을 지원해주고 있다.

하지만, 이러한 도구들 자체가 디지털 TV 의 영역보다는 휴대단말기기의 시스템 테스트를 수행하는 분야에서 많이 사용이 되고 있고, 디지털 TV 분야에서는 사용 예가 많지 않아서, 아직까지는 디지털 TV 도메인의 특성을 만족시키며 시스템 테스트를 수행하기에는 근본적인 어려움을 가지고 있다. 휴대단말기기와 디지털 TV 의 기능을 테스트하는 관점에서 보면 임베디드 소프트웨어가 제품의 주요 핵심이라는 점에서는 유사점이 많이 존재하지만, 디지털 TV 는 방송신호를 통해 동영상 스트림을 지속적으로 입력 받아야 작동한다는 점과 디지털 TV 를 통해 출력되는 결과가 고해상도의 대용량 동영상 화면으로 이루어져 있다는 점에서 큰 차이가 있다. 동영상 스트림 입력을 받아 기능이 작동되는 디지털 TV 의 중요 특성상, 화면출력의 인식을 통해 시스템 테스트의 결과 판정을 확인하는 것은 매우 중요하며, 이러한 관점에서 시스템 테스트의 자동화 수행 환경은 그림 1 과 같이 구성한다.



(그림 1) 디지털 TV 시스템테스트 자동화 환경 구성도

Test Case DB	Host PC	Screen Capture & Saving Controller	IR Signal Sending Controller
<ul style="list-style-type: none"> <li>시스템 테스트 케이스 저장 &amp; 관리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>테스트 수행제어</li> <li>테스트 케이스의 IR Signal 변환</li> <li>테스트 결과의 판단</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DTV Screen Capture &amp; 저장</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>IR Signal의 송신제어</li> </ul>

<표 1> 디지털 TV 시스템테스트 자동화 모듈 별 역할

위의 시험환경 기반에서 디지털 TV 시스템 테스트 자동화 도구는 수행 결과에 대한 판단을 위해서 사전에 미리 수집된 정상적인 스크린 이미지 정보 및 이미지에 포함된 문자정보와 시스템 테스트 수행 시에 실시간으로 캡처되는 스크린 이미지 및 문자정보를 비교하여 두 정보의 동일 여부를 비교/판단 후, 이를 기반으로 테스트 수행 결과의 Pass/Fail 결과를 사용자에게 제공하는 기능을 가지고 있다.[1][2]

## 3. 도구를 사용한 디지털 TV 시스템 테스트 자동화 수행 시 문제점 및 개선방안 제안

다이나믹한 출력화면의 변화를 가지고 있는 동영상 스트림이 디지털 TV 로 입력될 때, 시스템 테스트 자동화 도구는 빠르게 변화하는 TV 화면의 출력결과를 적절한 타이밍에 정확하게 목적인 화면을 캡처 해내지 못할 경우가 있다. 이는 개발진행중인 단계의 디지털 TV 의 성능이 불완전하여 수행 시마다 성능 차가 발생할 수 있으며, 또한 자동화 테스트 도구가 이를 완벽히 분석하여 지원하지 못하는 것이 원인이다. 이로 인한 결과는 곧, 시스템 테스트 자동화 도구를 통한 테스트 자동 수행이 정확하게 수행되지 않는 상황이 발생한다는 것을 의미한다. 시스템 테스트의 자동화라는 관점에서 자동화 수행 도구의 수행 성능이 떨어진다면 시스템 테스트의 수행 결과에 대한 신뢰성 및 테스트 품질이 저하될 수 밖에 없다.

디지털 TV 의 시스템 테스트를 수행할 때 사용하는 기본적인 테스트 케이스의 종류 중의 하나를 예를 들어 위에 언급한 문제상황을 설명할 수 있다. TV 채널을 변경하였을 때 정상적으로 채널이 변경되었는지, 변경된 화면이 제대로 보여지는지를 검증하기 위한 테스트 케이스는 디지털 TV 의 가장 기본적인 기능을 테스트하는 테스트 케이스중의 하나이다. 일반적인 방송 스트림을 TV 에 입력하고 시스템 테스트 자동화 도구를 이용하여 테스트를 수행할 경우, 출력 화면의 움직임 및 변화가 심하면 테스트 도구의 화면 캡처 타이밍도 어긋날 가능성이 커지며, 잘못된 화면 캡처 정보와 정상 정보와의 비교/판단을 위한 분석 작업의

복잡성이 증가하여 판단의 오류가 발생할 가능성이 높다. 이로 인하여 테스트 자동화 도구를 사용하여 테스트 자동화 수행을 할 때, 화면에 보여지는 Video 영역 전체를 분석한다기 보다는 주로 전체 화면 중의 일부분 또는 일부 OSD(On Screen Display) 정보를 분석하는 방식을 사용한다. OSD 정보만을 가지고 성공 여부를 판정한다는 것은 OSD 정보 자체가 기능 불량일 경우도 많으므로 이에 의존하는 판정방식은 오류 가능성이 높다.

이는 사람이 직접 시스템 테스트를 수행하는 방식, 즉, 사람이 직접 리모컨을 눌러서 작동된 결과를 눈으로 확인하고 판정하는 테스트 방식을 그대로 자동화 도구에 적용하기 어려움을 의미하며, 따라서 테스트 자동화를 적용할 때 수행 방식 및 결과 판정 관련 문제점이 발생할 가능성이 커질 수 있다. 이러한 적용방식을 개선하면 도구를 이용한 시스템 테스트 수행성이 저하되는 문제점을 개선할 수 있다. 도구를 사용하여 디지털 TV 시스템 테스트를 자동으로 수행하는 현 방식에서 개선여지가 있는 문제점들을 아래와 같이 정리할 수 있다.

문제점 1) 고해상도이며 크기가 크고 움직임이 많은 화면을 실시간으로 캡처, 분석하며 테스트를 진행함에 따른 퍼포먼스의 저하와 이로 인해 화면캡처 타이밍상의 잦은 발생으로 인한 결과 판정 오류 발생

문제점 2) DTV 채널전환 및 기능 동작의 검증 시 변경된 동영상 Video 영역의 화면을 인식하여 검증 판단하기보다는 변경된 OSD (On Screen Display) 정보를 분석하여 수행 기능의 성공 여부 판정을 하며, 이로 인한 결과 판정 신뢰성의 저하

위 문제점들을 개선하기 위하여 본 논문에서는 시스템 테스트 자동화 도구를 사용한 자동 테스트를 수행할 때 정지화면 동영상 스트림을 사용하고, 이 동영상 스트림에 기반한 테스트 케이스를 설계하여 테스트 자동화 도구에 적용하여 테스트를 수행하는 방식을 제안한다. 이러한 방식을 제안하게 된 배경으로는 시스템 테스트 자동화 도구를 사용하여 디지털 TV 시스템 테스트를 수행할 때 수행 결과의 성공 판단기준으로 가장 중요한 것이 바로 눈으로 보여지는 TV 화면을 도구를 통하여 분석하여 테스트의 성공여부를 결정하는 구조의 시스템 테스트 자동화 도구의 원리 때문이다. 따라서, 정지동영상을 사용한 시스템 테스트 자동화가 테스트 자동화 성능 및 신뢰성을 개선할 수 있으며, 사용하게 될 정지동영상은 다음과 같은 두 가지 특징을 가지도록 제작한다.

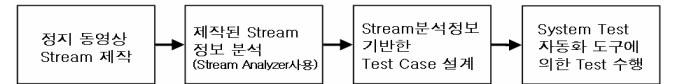
### # 정지 동영상 특징

- 1) 각 채널 별로 구분하기 쉬운 간단한 정지 화면 동영상으로 구성하여 시스템 테스트 자동화 도구가 화면을 캡처 한 후, 분석하기 쉽도록 한다.
- 2) ATSC PSIP 규격을 만족하면서 시스템 테스트 수행시 기능동작 별로 출력화면 상에서 명확히 구분되

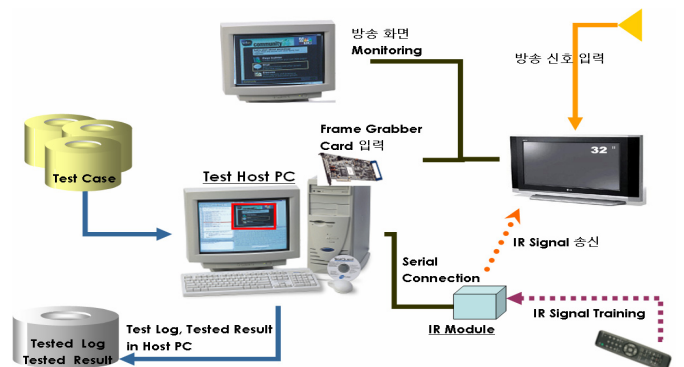
는 출력을 볼 수 있도록, PSIP 정보를 Insertion 하고 Multiplexing 하도록 한다.

### 4. 정지동영상 Stream 을 사용한 시스템테스트 자동화 수행결과

정지동영상을 제작하여 이를 가지고 시스템 테스트 자동화 도구를 적용하여 테스트를 진행하는 절차는 그림 2 와 같다.



(그림 2) 정지동영상 스트림을 사용한 시스템 테스트 자동화 수행절차



(그림 3) 정지동영상 스트림을 사용한 시스템 테스트 자동화 도구적용 시험환경

표 2 에서 본 논문에서 제안한 방안을 적용하여 디지털 TV 의 시스템 테스트 수행 시 가장 기본적으로 수행하는 테스트 케이스 중 하나를 가지고 수행한 실험 결과를 보였다. 이 실험에서 사용한 테스트 케이스는 채널 변경을 하였으나, 실제로 채널이 변경되지 않고, OSD 정보만 갱신되는 경우에 대한 오류검출 가능성을 볼 수 있는 테스트 케이스이다.

### # 실험 테스트 케이스

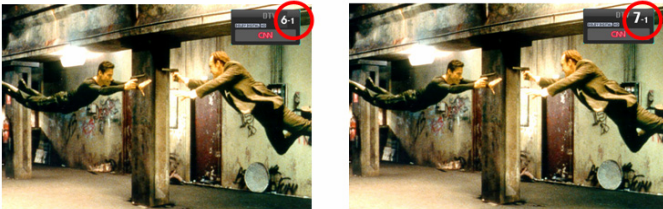
- 채널을 변경한 후, 변경된 채널에 맞는 화면이 보여지고 채널 정보 및 EPG 정보가 갱신되었음을 확인한다.

오류 검출기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OSD 정보의 문자 판독</li> <li>• 채널 변경된 화면의 인식/판독</li> </ul>	
사용 테스트 스트림 특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 출력되는 동영상 화면의 움직임이 없고 빠르다</li> <li>• 채널 변경 시 OSD정보는 변경되나, 실제 채널이 변경되지 않는다.</li> </ul>	
도구 수행 시나리오	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1초 간격으로 채널을 3회까지 변경하고, 각 채널 변경 후 DTV화면의 출력결과를 즉시 분석하고 성공여부를 판정한다.</li> <li>• 총 10회의 실험 수행</li> </ul>	
실험 결과	기존 수행방식	제안된 수행방식
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 변경된 OSD의 문자정보 인식 성공</li> <li>• 변경되지 않은 Video 정보 인식/검출 실패</li> <li>• 검출 성공률 70% (7회 성공, 3회 실패)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 변경된 OSD의 문자정보 인식 성공</li> <li>• 변경되지 않은 Video 정보인식/검출 성공 (OSD는 변경되나 실제 채널이 변경되지 않는 오류도 검출 가능성을 보여줌)</li> <li>• 검출 성공률 100%</li> </ul>
열인분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 입력된 동영상 스트림을 디코딩하여 동작하는 DTV 시스템 특성상, 시스템 수행 시간 및 파포먼스의 미묘한 차가 발생할 경우, 테스트 도구가 특정한 특정 화면 캡처가 되지 않음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1초 간격으로 변경된 화면을 캡처 할 경우에도 변경된 화면이 정지동영상이므로 타이밍 관계 의한 화면 차 발생이 없을 따라서, 비교대상인 정상 이미지와 정확한 비교가 가능함</li> </ul>

<표 2> 실험 테스트 케이스 수행에 따른 결과 비교

# 기존 수행방식을 적용하여 시험한 결과의 문제점

- 채널이 변경된 동작에 대해서 OSD 는 변경되거나 실제 방송 채널은 변경되지 않는 오류의 검출 성능이 불안정함
- 정상적인 동작을 하는 DTV 의 시험에서도 결과 동영상 화면의 캡처된 이미지가 정상 비교 이미지와 달라 시험 오류로 판정하는 경우가 있음



(그림 4) 채널변경 동작 시 실제 채널은 변경되지 않았으나, OSD 상의 채널정보는 변경된 화면

실험 경과에서 볼 수 있듯이 기존 방식을 사용할 경우 실제 채널이 변경되지 않고 OSD 만 변경되는 오류가 발생하더라도 오류를 검출할 수 없었던 테스트 케이스에 대하여, 제안된 방식은 오류를 검출해낼 수 있었다.

5. 결론 및 향후 과제

제안한 방식으로 디지털 TV 시스템 테스트 자동화를 수행한 결과, 기존 방식에서는 Video 영역을 분석하여 시험결과의 판정기준으로 사용하는 것이 결과판정 부정확성의 이유로 어려웠다. 그러나, 제안된 방식은 정지 동영상을 사용함으로써 Video 영역도 명확하게 판정가능해지므로 더욱 더 다양한 판정 조건에 기반하여, 도구를 사용한 시스템 테스트 자동화 결과의 신뢰성을 높일 수 있었다.

또한, 스트림이 정지 동영상으로 이루어져 있으므로 스트림에 기반한 시스템 테스트 케이스를 설계할 때, 더 명확하고 다양한 결과 판단 기준을 가진 테스트 케이스의 설계 및 이의 도구적용이 가능하다.

오류를 검출하기 위한 더 명확하고 다양한 판단기준을 가진 테스트 케이스의 설계 및 이의 자동화된 수행 도구로의 적용은 시스템 테스트 자동화 도구의 사용 효율을 한층 높일 수 있으며, 이는 테스트 결과의 품질 및 신뢰성이 향상된다는 점에서 제안한 방식의 가장 큰 이점이라 할 수 있다.

디지털 TV 의 시스템 테스트 자동화라는 분야에서 향후 관련 연구가 이루어져야 할 사항으로는 실제로 자동화 테스트 도구를 통하여 디지털 TV 시스템 테스트 수행 시 예외상황 발생으로 인한 자동 테스트의 중단 오류 문제를 개선하는 것이다. 사람이 근무하지 않는 시간 대에도 무인 테스트자동화 시스템을 통해 더욱 효율적인 테스트가 가능한 영역이 많아지게 되면, 개발 단계에서의 오류 검출 시점이 빨라지고 오류 검출력이 높아져서 디지털 TV 제품의 완성도 향상 및 품질관리비용 감소에 기여할 수 있을 것이다.

참고문헌

[1] <http://www.testquest.com/>  
 [2] <http://www.linkgenesis.co.kr/>  
 [3] Jerry C.Whiteker “DTV Handbook: The Revolution in Digital Video” McGraw-Hill Companies, 2001  
 [4] Rick D. Craig, Stefan P. Jaskiel, “Systematic Software Testing” Artech House, 2002  
 [5] <http://www.chipmunkav.com/>  
 [6] Bart Broekman, Edwin Notenboom “Testing Embedded Software” Addison-Wesley Professional, 2002  
 [7] <http://www.sqe.com/>  
 [8] <http://www.stickyminds.com/>  
 [9] Graham, Dorthy “Software Test Automation” Addison-Wesley, 1999