

DAVIC 표준의 프로토콜 시험 방안 연구

오 행 석[†] · 박 기 식[†] · 이 상 호^{††}

요 약

최근 정보통신 제품 및 서비스 산업의 발달로 VoD, Teleshopping 등의 멀티미디어 서비스를 위한 사용자 시스템의 개발이 한창이다. 그러나 구현된 제품이 국제 표준과 일치하지 않으면 제품은 시장 경쟁력을 상실하게 된다. 따라서 관련 프로토콜의 특성을 고려한 적합성 시험은 제품 및 서비스의 상호운용성의 확보를 위해 필수적이라 할 수 있다. 본 논문은 디지털 음향영상 통신 프로토콜로 자리 잡고 있는 DAVIC(Digital Audio Visual Council) 표준의 주요 프로토콜에 대한 구현 제품의 체계적이고 효율적인 적합성 시험 방법으로서 프로토콜 스택내의 단일계층 시험 및 스택간의 관계 시험 방법 및 구조를 제안하고자 한다.

Protocol Testing Methodology of DAVIC Standard

Heang-Suk Oh[†] · Ki-Shik Park[†] · Sang-Ho Lee^{††}

ABSTRACT

Recently with the rapid development of data communication products and service industry, the systems on behalf of users for multimedia services such as VoD(Video on Demand), Teleshopping are at the height of development. However, if the new style products and services do not conform to the international standard, the products will come to lose the competitive power in the market. Therefore, it is essential to have conformance testing considered the properties of related protocol for the interoperability of the products and services. As a systematic and efficient conformance testing method of new products in respect of the main protocol of DAVIC(Digital Audio Visual Council) standard, this paper presents the protocol test methodology and architecture; a single protocol stack and the related protocol stacks testing.

1. 서 론

정보처리 기술 및 통신망 기술의 발전에 따라 기존의 케이블 위주의 통신서비스에서 무선통신 서비스에 대한 관심이 확산되고 있으며 지금까지의 일방적인 정보 전달 방식에서 탈피하여 사용자의 요구에 상호 작용하는 음향과 영상 등 멀티미디어 서비스를 제공하고 자 하는 노력이 이루어지고 있다. 사용자의 요구에 상호작용하는 대표적인 서비스로는 VoD(Video on De-

mand) 서비스를 들 수 있다. 여기에서 비디오라 함은 흔히 인식되고 있는 영화라는 의미와는 달리, 총체적인 Audio/Visual 데이터를 의미한다.

1994년 음향 및 영상 통신을 위한 표준화를 위하여 세계 각지의 전문가들이 모여 만든 국제 표준화 기구가 DAVIC(Digital Audio-Visual Council)이다. DAVIC의 목표는 Information super-highway 혹은 Satellite digital broadcast와 같은 다양한 통신 매체들을 사용하는 광대역 디지털 서비스를 위해 전세계적으로 시스템 및 구성요소간의 적합성 및 상호운용성을 보장하는 국제 표준안을 작성하는 것이다. 이러한 표준안은 장차

[†] 정 회 원 : 한국전자통신연구원 표준기반연구팀

^{††} 종신회원 : 충북대학교 컴퓨터학과 교수

논문접수 : 1998년 8월 12일, 심사완료 : 1998년 11월 10일

통신사업자, 방송 사업자, 통신 및 가전기기 제조업체, 정보 제공업체, 서비스 제공업체, 그리고 그 사용자들 모두에게 도움을 주게 될 것이다. 그리고 수많은 업체에서는 멀티미디어 통신 서비스 표준안으로 자리잡게 될 DAVIC 규격을 따르는 제품을 생산할 것으로 기대된다. 따라서 DAVIC 시스템 컨포넌트에 대한 적합성 시험 기술 등은 국내 멀티미디어 관련 제품의 국제화에 필수적인 요소이다.

본 논문은 멀티미디어 통신의 표준안인 DAVIC 제품에 대한 적합성 시험 방법에 대한 내용으로 DAVIC 적합성 시험을 위한 프로토콜 스택내의 단일 계층 시험 뿐 아니라 DAVIC이라고 하는 서비스 규격에 대한 시험에 적절한 프로토콜 스택간 관계 시험구조를 제안한다. 이를 위해 2장에서는 기존의 적합성 시험 방법을 설명하고, 3장에서는 DAVIC 표준을 분석하며, 4장은 DAVIC 표준의 시험대상 프로토콜을 5장에서는 DAVIC 표준을 위한 시험 범위 및 시험 구조, 6장은 결론 및 향후 연구 방향 및 범위에 대하여 기술하고 있다.

2. 적합성 시험

정보 통신 기술의 진보 및 서비스의 복잡 다양화 추세에 따라 프로토콜 구현 제품의 기본 표준(base standard) 및 기능 표준(functional standard)에 대한 올바른 준수 여부 및 이기종간의 상호운용성을 보장하기 위하여 프로토콜 시험에 대한 필요성 또한 증가하고 있다. 현재 ISO/IEC JTCl/SC21에서 장기간 토의되어 국제 표준으로 만들어진 적합성 시험 방법론 및 프레임 워크(ISO/IEC 9646)는 특정 표준을 따르는 구현 제품이 표준에서 요구하는 사항을 올바르게 구현하였는지를 검증하는 시험 방법 및 체계를 제시한다.

2.1 적합성 시험 개요

적합성 시험은 제품을 검증하는 첫번째 단계이다. 이는 구현 제품이 특정 규격과 일치하다는 것을 검증한다. ISO/IEC 9646 conformance testing methodology and framework[2]는 ISO에서 제정한 적합성 시험 방법론에 관한 국제 표준이며 한국 통신 기술 협회(TTA : Telecommunications Technology Association)에 의해 단체 표준으로 제정되었다. 이 표준에 의하면 시험 대상(SUT : System Under Test) 또는 구현 제품

(IUT : Implementation Under Test)은 블랙박스로 취급되어, 시스템 내부의 행위를 직접 검사하지 않고 단지 시스템 외부의 관측 가능한 지점에서 제어 입력에 대해 발생하는 출력에 의해서만 시험된다. 이와 같은 시험은 시험기에 직접 접속되거나 또는 통신망을 통해 연결될 수 있다. 시스템과 접속된 상태에서 PCO(Point of Control and Observation)를 통하여 시스템을 시험하기 위한 시험 순서와 방법 등을 규정한 시험 스위트에 따라 구현된 능력 및 행위에 대한 시험이 이루어진다. 그리고 시험 결과에 대한 보고서를 작성한다.

적합성 시험에 있어 능률성과 유효성은 상호간에 상충 관계를 지닌다. 따라서 이를 최적화하기 위하여 규격화된 기법이 필요하며 적합성의 정도에 따라서 다음의 4가지 시험 유형으로 구분하여 수행한다.

(1) 기본 상호 접속 시험

전체 시험 스위트의 일부분을 이용하여 IUT의 상호 접속 가능 여부를 시험하는 제한된 형태의 시험이다. 이 유형은 적합성 시험이 곤란한 경우, 또는 시간과 비용이 많이 드는 자세한 시험을 수행하기 위한 사전 검사 과정으로 시험 준비 단계에서 사용된다. 따라서 임의의 환경에서 적합성 시험을 거친 IUT가 새로운 환경에서도 동작하는 것을 신속하게 검사하거나, 사용중이거나 이미 시험된 제품과 기본적인 통신을 할 수 있는가를 시험하기 위하여 활용된다.

(2) 능력 시험

능력 시험은 표준에 명시된 정적 적합성 요구사항에 대한 충족 여부 및 PICS에 기술된 기능에 대한 제한된 영역의 시험이다. 따라서 선택사항, 타이머 및 매개변수 중 제한된 범위 값에 대한 시험을 대상으로 하며 PICS와 IUT 간의 일치성을 검사하기 위하여, 자세한 시험을 하기 전의 사전 검사과정으로 사용된다. 또한 특정 IUT에 대한 행위시험을 선택하는 방법이나 IUT가 특정 사용자의 요구에 맞는가를 검사하는 방법으로 행위시험과 함께 적합성 시험의 일부분을 이룬다.

(3) 행위 시험

행위 시험은 IUT가 표준에 명시된 적합성 요구사항을 충족하였는지 여부에 대한 IUT 전반에 대한 시험이다. 시험되는 항목은 valid, inopportune, invalid

PDU, 타이머, 오류 조건 등 전반에 걸쳐 이루어지며 일반적으로 언급되는 시험 방법 등은 행위시험을 전제로 설명되어진다.

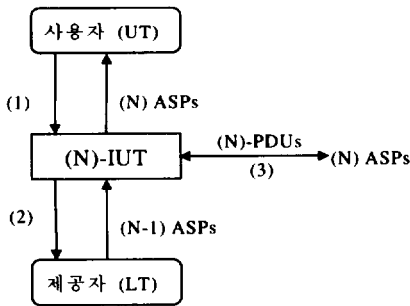
(4) 적합성 시험

능력 시험, 행위 시험 등에서 명시한 제반 시험 사항 중 특정 항목의 기술 및 동작 여부에 대하여 "yes/no" 형태의 진단과 시험을 하는데 사용된다.

2.2 적합성 시험 구조

대부분의 구현 제품을 (그림 1)과 같이 사용자와 IUT, IUT와 제공자, 그리고 IUT와 동등 개체(peer entity)간의 상호 동작으로 이루어진다.

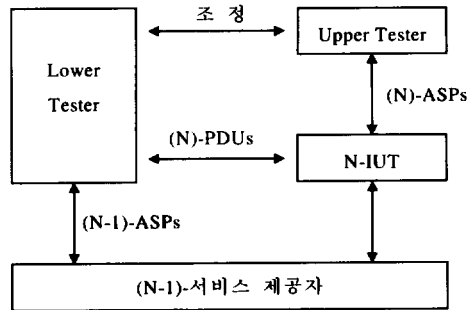
따라서 특정 구현제품 (N)-IUT의 시험은 해당 IUT에 대해 (1), (2), (3)의 상호 동작을 제어하고 관찰함으로써 이루어질 수 있다. 이러한 상호 동작을 어떻게 제어하고 관찰할 것인가는 앞서 설명한 시험스위트에서 기술된다. (그림 1)에서 (N)-ASP를 제어하고 관찰하는 모듈을 UT(Upper Tester), (N)-PDU 및 (N-1)-ASP를 제어하고 관찰하는 모듈을 LT(Lower Tester)라 한다. 따라서 시험 모델을 모형화하면 (그림 2)와 같다.



(그림 1) IUT 상호동작 모형
(Fig. 1) Conceptual Interaction Architecture

IS 9646[2]에 정의된 시험 구조는 Local Test method와 External Test method로 분류될 수 있다. Local Test method는 UT와 LT가 IUT와 함께 같은 시스템에 존재한다. 이 방법은 IUT의 상하위 인터페이스 직접 액세스 가능하여 시스템 개발이 완료되기 전에 시험 가능한 방법이다. 그러나 시험기가 SUT내에 구현되어야 하고 경우에 따라서는 인터페이스에 액세스

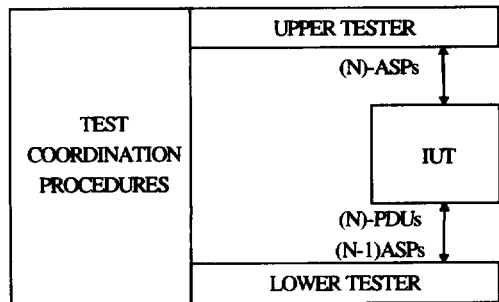
스가 불가능할 수도 있다는 단점이 있다. 반면에 External Test Method에서는 Upper tester는 SUT에 존재하지만 Lower tester는 통신매체를 통해 원격리에 구현될 수 있다. 그러나 (N-1)Service Provider의 프로토콜을 위반하는 test case를 시험할 수 없다는 단점이 있다 external test method는 분배적, 조정적, 원격적 방법의 3가지의 유형으로 분류한다[5][6][7].



(그림 2) IUT의 시험 모형
(Fig. 2) Conceptual Testing Architecture

(1) 지역적 방법

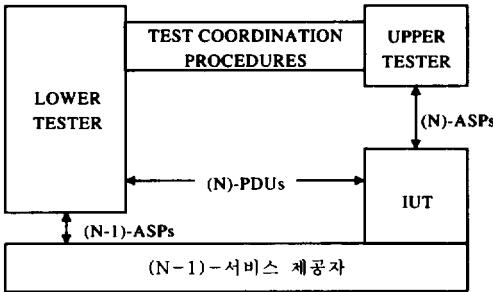
지역적 방법은 (그림 3)과 같이 IUT의 위, 아래에 노출된 인터페이스가 존재하는 경우의 시험 기법이다. 이들 인터페이스는 PCO(Point of Control and Observation)가 되며 이 인터페이스들을 통하여 IUT로 보내는 입력을 제어하거나 IUT에서 나오는 출력을 참조함으로써 IUT의 행위를 관찰하고 적합구현 여부를 판정할 수 있게 된다. 따라서 지역적 방법에서는 시험 조정 과정이 UT 및 LT의 행위를 제어하는 ASP들에 의해 추상적으로 표현된다.



(그림 3) 지역적 방법
(Fig. 3) Local Test Method

(2) 분배적 방법

일반적인 시험 환경을 고려할 때 IUT 하위 인터페이스와의 직접적인 접속은 대개가 곤란하다. 이와 같이 IUT의 하위 PCO를 통하여 (N-1)-ASP와 (N)-PDU의 제어가 불가능한 경우에 응용되는 시험 기법 중의 하나가 분배적 방법이다. 분배적 방법은 (그림 4)과 같이 LT와 IUT가 서로 다른 시스템에 존재한다.



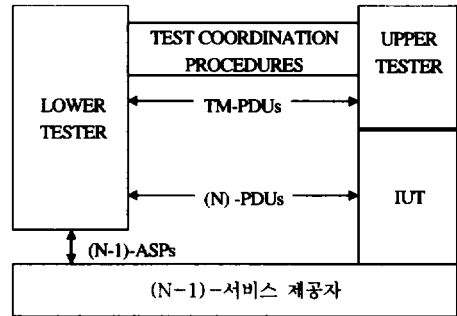
(그림 4) 분배적 방법
(Fig. 4) Distributed Test Method

LT와 IUT는 (N-1)-서비스 하위 프로토콜을 제공하는 물리적인 매체에 의해 접속되어 상호 동등 개체로 동작한다. 또한 UT는 PCO가 노출되는 IUT의 상위 인터페이스 위에서 LT와 조정에 의해 시험을 수행한다. 그러나 이 방법은 LT와 IUT가 물리적으로 분리되어 있기 때문에 같은 시험사건을 상이한 시간대에서 관측함으로써, 그리고 어떤 하위 계층 서비스의 품질 때문에 데이터의 유실, 순서가 바뀐 전달 또는 데이터의 손실 등이 일어날 수 있는 문제가 있다. 따라서 LT와 UT 사이에는 동기 및 제어를 위하여 긴밀한 조정과 협조(TCP: Test Coordination Procedure)가 필요하다.

(3) 조정적 방법

조정적 방법은 분배적 방법과 비교하여 IUT의 하위 PCO 뿐만 아니라 상위 PCO도 이용하지 않는 시험 방법으로 (N)-ASP가 UT가 아닌 TCP(Test Coordination Procedure)에 의해 관측 및 제어된다. LT는 마스터로서 UT를 제어하며 이를 위하여 TMP(Test Management Protocol)이라는 특정 프로토콜을 사용한다. 또한 이 시험 기법은 LT와 UT간 조정을 위하여 정의된 (그림 5)와 같이 TM-PDU(Test Management PDU)를 이용한다. 따라서 이 방법은 IUT의 상위 서비스 명

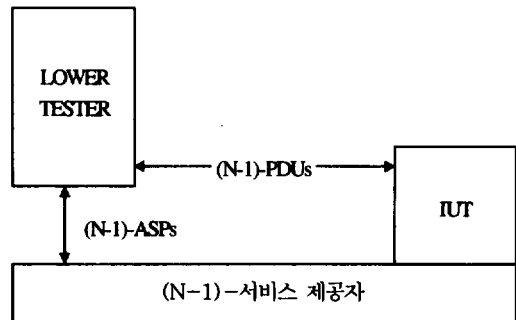
역의 인터페이스의 노출을 요구하지 않으므로 분배적 방법 보다 개선된 시험 기법이라고 할 수 있다. 그러나 조정적 방법은 시험 수행 결과가 실패일 경우 LT와 UT의 재동기화가 어려운 점 등의 장단점이 있으나, 조정적 방법과 함께 단 대 단(end-to-end) 프로토콜, 즉 망 계층 그 이상 계층의 프로토콜 시험에 매우 적합한 방법이다.



(그림 5) 조정적 방법
(Fig. 5) Coordinated Test Method

(4) 원격적 방법

원격적 방법은 (그림 6)과 같이 IUT의 상위 인터페이스가 노출되지 않는 경우의 시험 방법이다. 이 방법은 IUT와 LT간에 동기가 오직 시험 프로토콜에 의존하며, (N)-PDU와 (N-1)-ASP에 의한 정보만으로 LT에 의해 IUT의 상태를 관찰할 수 있다. 시험의 판정은 LT가 인가한 자극과 LT에 의해 관찰된 IUT의 반응에 의존하게 된다. 원격적 방법은 구현 측면에서 비교적 수월하고 X.25와 같은 인터페이스 프로토콜의 시험에 매우 적합하다.



(그림 6) 원격적 방법
(Fig. 6) Remote Test Method

2.3 적합성 시험 절차

적합성 시험을 수행할 때 무엇을 어떻게 검사할 것인지 기술한 내용을 적합성 시험 스위트라 한다. 어떤 reference interface에서 특정 응용/서비스를 위한 몇 개의 독립적인 프로토콜 규격에 compliant하게 구현된 시스템을 평가하기 위해서는, 구현된 capabilities 및 option에 대한 진술을 가지고 있을 필요가 있다. 그와 같은 진술을 Implementation Conformance Statement (ICS)라고 부르고 단일 프로토콜에 대한 ICS를 Protocol Implementation Conformance Statement(PICS)라고 한다. 시험을 위해서 Test Laboratory (TL)는 ICS가 제공하는 것 외에 시스템과 시험 환경에 관련된 추가정보를 필요로 한다. 이 정보를 Implementation eXtra Information for Testing(IXIT)이라고 하고, 이는 시험할 구현물을 제시한 고객이 TL이 공급한 IXIT proforma를 가지고 서로 회의한 결과 얻어진다. IXIT는 연관된 ICS와 모순이 없어야 한다. 특정 프로토콜에 관련된 IXIT를 Protocol Implementation eXtra Information for Testing(PIXIT)이라 한다. 적합성 시험을 받고자 하는 제품 구현자는 해당 프로토콜을 구현한 내용을 기술한 PICS와 PIXIT를 Proforma 형태로 작성하여 시험자에게 제공한다. 시험절차는 다음과 같다.

1) 적합성 시험을 받고자 하는 구현자가 작성한 PICS 내용이 해당 표준 프로토콜을 만족하는가를 분석한다.

2) 시험 스위트로부터 실제 시험에 사용될 시험케이스를 선택한다. 이 때 PICS 및 PIXIT에 기술된 정보를 이용하여 선택된 케이스들을 시험 환경에 적용할 수 있는 타입으로 변환한다.

3) 값을 부여하여 매개변수화 시킨 시험 스위트들 시험 환경에 적용하여 적합성 시험을 실행한다.

4) 실행이 종료되면 각 시험 케이스에 대한 시험결과를 분석하여 문서를 출력한다. 시험에 대한 진술은 PCO 측면에서 관찰된 결과와 예상 결과가 비교되어 판정 결과가 SCTR(System Conformance Test Report) 또는 PCTR(Protocol Conformance Test Report)의 타입으로 기술된다.

3. DAVIC 표준 분석

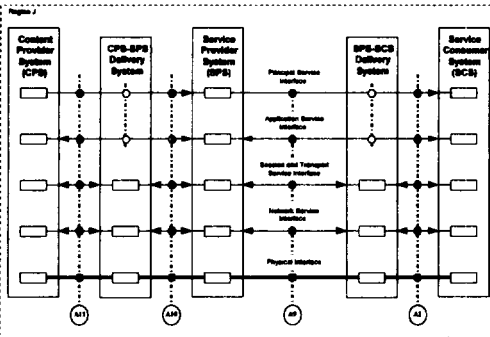
Digital Audio-Visual Council(DAVIC)은 제네바에

본부를 두고 있는 비영리 그룹으로, 디지털 AV 응용 및 서비스를 위한 표준화를 수행하고 있다. DAVIC의 설립 목표는 초고속 통신망 혹은 디지털 위성 방송 등과 같은 다양한 통신 매체들을 사용하는 광대역 Audio/Visual 디지털 서비스를 위해 전세계적으로 시스템 및 구성 요소간의 상호 운용성을 보장하는 국제 표준을 만들어 내는 것이다. 즉, DAVIC은 MPEG 등의 AV 정보의 압축 부호화 기술과 ATM 등의 고속 전송 용량의 통신망 기술을 표준화하여 멀티미디어 서비스의 조기 실현을 목적으로 한다. 이를 위해 DAVIC은 중복 표준화를 방지하기 위하여 기존의 표준화 활동 결과를 우선적으로 채택하고 있으며 새로이 필요한 부분만을 표준으로 제정하고 있다. 현재 DAVIC과 긴밀한 협조 체제를 구축하고 있는 표준화 기관들은 ITU-T, ATM Forum, JTC1/SC29/WG11-12, OMG(Object Management Group)[4][5] 등이다. DAVIC [1][3]은 디지털 기술을 사용하는 Broadcast, Video-on-Demand, Tele-Shopping, 그리고 기타 대화형 서비스들과 같은 넓은 영역의 응용 서비스들을 지원하는 기술 규격을 작성하기 위한 작업을 해 왔다. DAVIC 규격은 방송, 주문형 비디오 및 사용자와의 대화 기능이 크게 요구되는 홈쇼핑과 같은 광범위한 서비스를 제공할 수 있도록 하기 위하여 모호성이 없고 완전한 End-to-end system을 정의한다. 그리고 이 규격은 구체적인 응용 서비스, 시스템의 구성과 기능, 통신 프로토콜, 시스템 구성요소들(Set-top unit, delivery systems, server) 사이에 요구되는 물리적인 레벨에서부터 응용 레벨까지의 인터페이스에 대한 규격을 정의한다.

(그림 7)은 DAVIC 규격에서 정의한 시스템 전반에 대한 참조 모델이다. 이 모델은 시스템 엔티티, 정보흐름, 참조점, 인터페이스 정의 등 4개의 DAVIC 컴포넌트로 구성되어 있다. 참조 모델에서는 엔티티 및 엔티티간의 이 정보흐름을 정의하고 여러 참조점에서의 물리적 인터페이스 요구사항을 식별한다.

시스템 엔티티는 콘텐츠를 보유하고 서비스를 제공하는 Service Provider System(SPS), AV서비스를 최종적으로 이용하는 Service Consumer System(SCS), SPS나 SCS로부터 정보를 받아들이고 적절한 목적지에 배달하는 Delivery System (DS)이다.

참조점은 시스템 외부와의 인터페이스를 나타내는 참조점(A1,A2...A11)과 SUS내에만 존재하는 내부의 참조점(A0, RP2, RP3, RP4, RP7)으로 나누어 정의한다.



(그림 7) DAVIC 시스템 참조 모델
(Fig. 7) DAVIC System Reference Model

DAVIC 시스템에서는 서비스 제공을 위해 시스템간 에 필요한 S1, S2, S3, S4, S5 정보흐름을 (그림 8)과 같이 정의한다. 근원지 객체로부터 목적지 객체로의 정보흐름에는 정보흐름의 특성에 따라 콘텐츠 정보 및 제어 정보 또는 이 두 가지의 정보가 포함된다.

S1 정보흐름은 주로 사용자 평면의 서버에서 STU 까지의 MPEG-2 TS로 정의된 콘텐츠 정보 흐름이다. S2 정보흐름은 사용자 평면의 응용 서비스 계층의 근원지에서 목적지까지 제어 정보의 흐름이다. 메뉴 선택 및 VCR 명령 등의 사용자 제어 정보가 S2흐름을 통해 전달된다. S3 정보흐름은 제어평면의 세션/트랜스포트 서비스 계층의 근원지에서 목적지까지 제어 정보의 흐름이다. 세션 확립, 자원 요구 협상 등의 메시지가 S3 흐름을 통해 전달된다.

S4 정보흐름은 제어평면의 네트워크 서비스 계층의 근원지에서 목적지까지 제어 정보의 흐름이다. 접속 설정 및 해제, 포트 정보 등의 메시지가 S4 흐름을 통해 전달된다. S5 정보흐름은 근원지에서 목적지까지 관리정보의 흐름이다.

		S2				S3		S4		S5	
		DSM-CC LU				SNMP				ASN1	
		OMG-CDR									
Other Data		MPEG VES	MPEG AES	DSM-CC DC	OMG-UNO	DSM-CC UN	Q231	X225			
MPEG-2 PS		MPEG-2 PE		MPEG-2 PS		TCP		TCP/UDP		Q2130	
		MPEG-ST5				IP		Q2110		CLNP	
				AAL5							
				ATM							
				SDH/SONET/PDH							

(그림 8) 정보흐름 및 프로토콜 스택
(Fig. 8) Information Flows and Protocol Stacks

(그림 9)는 S1, S2, S3, S4에 대응하는 기능 엔티티와 이들간의 관계를 나타낸다.

PRS는 서비스를 제공하고 사용자가 서비스를 받도록 하는 기능 엔티티로서 S1 정보흐름을 담당한다.

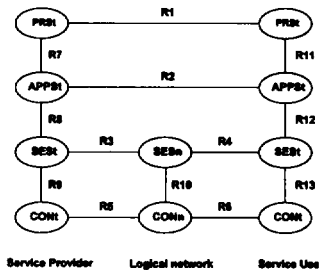
APPS는 응용 서비스 제어를 위한 기능 엔티티로서 S2 정보흐름을 담당한다.

SES는 세션 요구, 설정, 해제를 위한 기능 엔티티로서 S3 정보흐름을 담당한다.

CON는 접속 설정 및 해제를 위한 기능 엔티티로서 S4 정보흐름을 담당한다.

관계 Ri는 각 기능 엔티티간의 관계를 나타낸다.

(그림 8)은 시스템의 정보흐름은 근원지에서 목적지로의 제어 정보와 콘텐츠 정보에 대해 정의되어 있다. MPEG-2 Transport Stream으로 규정한 Audio-visual 비트 스트림이 전달되는 S1, 이를 제어하거나 응용프로그램을 다운로드 받을 수 있는 S2, S1과 S2에 대한 세션을 설정/해제하기 위한 S3, 이들의 접속(Connection)을 제공하는 프로토콜(예, B-ISDN 프로토콜인 Q.2931) 및 관리평면 S5로 정의한다.



(그림 9) 기능 엔티티 및 이들간의 관계
(Fig. 9) Functional Entities

4. DAVIC 표준의 시험 대상 프로토콜

4.1 MHEG-5

DAVIC은 S1 흐름을 위해 MPEG, MHEG-5 등을 사용한다. MHEG-5 표준은 서로 다른 제작자들의 서로 다른 형태의 제품으로 구성된 클라이언트/서버 환경에서 상호작용하는 멀티미디어 어플리케이션의 분산을 지원하기 위해 개발되었으며 어플리케이션의 교환에 대한 final form 표현을 정의한다. 어플리케이션은 많은 선언적 코드로 구성되며 호출 절차상의 코드도 만들어져 있다. MHEG-5 어플리케이션은 한번 만들어

지면 MHEG-5 compliant한 플랫폼 어디에서나 실행할 수 있다. MHEG-5의 표현 범위는 멀티미디어 어플리케이션의 상호운용성이 보장되도록 객체 집합의 구문과 의미를 정의하는 것이다. 개발된 응용은 서버에 저장되어 있다가 필요하면 클라이언트로 다운로드 된다.

이러한 MHEG-5의 주요한 목적은 다음과 같다.

- 메모리가 제약된 클라이언트에서 실행될 클라이언트/서버 멀티미디어 어플리케이션의 개발을 위한 표준 프레임워크를 제공한다.
- 플랫폼이나 제조업체를 떠나 final-form을 정의한다.
- 클라이언트의 런타임 엔진을 작고 쉽게 구현할 수 있도록 한다.
- 클라이언트의 구조에 대한 제약을 받지 않게 한다.
- 광범위한 어플리케이션을 생성할 수 있도록 외부 라이브러리 등을 제공하며 외부 라이브러리를 사용하는 응용은 부분적으로 포터블하다.
- 안전한 응용 코드를 허용한다. 안전하다는 것은 클라이언트를 비정상적 상태에 빠뜨리지 않고 클라이언트의 다른 코드에 영향을 주지 않는다는 의미이다.
- bug-free 어플리케이션을 보장하고, robust한 어플리케이션을 얻기 위해 디버깅하는 시간을 최소화해 주기 위해서 어플리케이션 코드의 자동 정적 분석을 허용하며 이러한 분석은 제작환경과는 독립적으로 구현 가능하다.

4.2 DSM-CC

DSM-CC는 MPEG-1(ISO/IEC 11172)과 MPEG-2(ISO/IEC 13818) 비트 스트림을 관리하기 위한 제어할 수 및 오퍼레이션을 제공하는 프로토콜로서 ISO/IEC 13818-6에 정의되어 있다.

DSM-CC 모델에서 스트림은 서버에서 클라이언트로 전달되며, 서버와 클라이언트는 DSM-CC의 사용자가 된다. DSM-CC의 기본 원칙은 서비스를 제공하는데 필요한 리소스 공급이 한정되어 있으므로 리소스를 관리해야한다는 것이다. DSM-CC는 서비스를 전달하기 위해 요구되는 리소스의 도입과 관련하여 세션을 관리해야 한다. 그리고 SRM(Session Resource Manager)이라는 논리적인 항목을 정의하는데 이것은 DSM-CC Session과 자원에 대한 중앙집중식 관리를 제공한다. DSM-CC에서 클라이언트와 SRM사이의 시그널링을 DSM-CC U-N 시그널링이라 하고, 클라이언트와 서버사이의 DSM-CC 시그널링을 U-U 시그널링이라 한다.

DAVIC은 S3 흐름을 위한 프로토콜로 DSM-CC U-N을 사용한다. DSM-CC U-N은 사용자 사이의 세션정보 교환을 위한 프로토콜이다.

U-N Configuration Protocol은 초기화 시점에서 DSM-CC 네트워크으로 연결된 사용자 장치를 자동으로 망에 등록하여 망 주소 및 사용자 장치를 지원하는 망 장비의 주소, 그리고 망에서 사용자 장치가 동작하는데 필요한 configuration 정보를 얻도록 해준다.

S2 흐름을 위한 프로토콜로 DSM-CC U-U를 사용한다. DSM-CC U-U는 사용자의 어플리케이션 제어정보 교환을 위한 프로토콜이다.

DSM-CC U-U 프리미티브는 클라이언트와 서비스사이의 interoperability 및 클라이언트 어플리케이션의 portability를 위한 key interface를 정의한 것으로 정보 제공자가 content를 서비스에 적재하고 클라이언트의 응용프로그램이 content를 검색할 수 있게 해준다. 이러한 U-U 프리미티브의 집합은 이종환경에서 MPEG delivery system을 사용하여 멀티미디어 어플리케이션들을 실행 가능할 수 있게 한다. U-U 프리미티브는 서비스 게이트웨이 및 서비스에서 client가 브로커처럼 동작하도록 정의하며 어떤 개체를 액세스할때는 stub의 이름으로 요청한다. 그러면 서버쪽의 브로커가 대응되는 데이터나 객체 참조에 대해 응답한다. 이와 같이 망에 투명한 U-U 프리미티브에 대해 언어 독립성과 프로토콜 독립성을 제공하기 위해 권고하는 RPC는 UNO(Universal Networked Objects)이고 데이터 표현은 CDR(Common Data Representation)을 권장한다. 객체참조 포맷은 IOR(Interoperable Object Reference)을 권장한다.

4.3 Q.2931

DAVIC은 S4 흐름을 위한 프로토콜로 Q.2931을 사용한다. Q.2931은 single point-to-point connection에 대한 터미널과 망 사이의 호 설정 및 해제를 다루는 프로토콜이다. 다중접속은 DSM-CC U-N과 같은 session control protocol에 의해 수행된다.

Q.2931의 주요 기능은 다음과 같다.

- point-to-point 접속 설정 및 해제
- VPI/VCI 선택 및 할당
- QoS class and request
- Identification of calling party
- Basic error handling
- Communication of specific information in setup

request

- Specific of PCR traffic parameter
- Transit network selection

4.4 SNMP

DAVIC은 S5 흐름을 위한 프로토콜로 SNMP(Simple Network Management Protocol)라고 하는 망관리 프로토콜을 사용한다. 망관리 시스템의 구성요소로는 적어도 한 개 이상의 관리 스테이션과 관리용 장치를 액세스하는 Agent, 그리고 대리인과 관리 스테이션 간의 관리 정보를 전달해 주는 관리 규약 등이 포함된다.

- Management Station : 망 관리 스테이션은 호스트(host), 라우터(router), 단말기 서버 등과 같은 망 관리 구성 요소를 감시 및 제어하는 관리 응용을 수행한다. 망관리 스테이션은 각각의 관리 정보를 액세스함으로써 감시 및 제어를 수행하기 위해 Agent에 여러 request를 요청하는 소프트웨어 엔티티이다.
- Agent : host, router, file server, hub 등과 같이 관리되어지는 노드에 있는 소프트웨어 엔티티로서 MIB에 정의된 관리 데이터를 저장하고 검색한다.
- Management Protocol : 관리대상 엔티티간에 정보를 주고 받을 수 있게 하는 프로토콜로서 데이터 전달, 보안, 예러 notification, sequencing 등을 제공한다.
- Management Information Base : 관리 정보는 MIB(Management Information Base)라고 하는 가상 정보 저장장치에 들어 있는 관리 대상 객체의 모임에 해당한다. 관련 객체의 모임은 MIB 모듈에서 정의되는데 이러한 모듈들은 OSI의 추상구문표기법(ASN.1 : Abstract Syntax Notation One)을 이용하여 기술된다. MIB는 RFC 1156에 MIB II는 RFC 1213에 정의되어 있다.

5. DAVIC 표준의 시험 방법

5.1 시험 범위

DAVIC의 System Integration TC에서는 적합성 시험 및 상호운용성 시험에 대한 방법론 및 프레임워크를 담당하고 있다. 96년 서울 미팅에서까지도 TC는 DAVIC 규격에 규격에 적합성 시험 부분을 포함하지 않기로 했지만, 96년 6월 뉴욕미팅에서 적합성 시험

및 상호운용성 시험을 Part 13에 첨가하기로 결정하였다. 현재로서는 참조점 A1, A9, A10, A11을 중심으로 정보흐름 Si가 시험의 목표이다. 또한 DAVIC 시스템의 시험은 STU, 서버, 전달시스템 각각의 특성을 고려한 방법으로 수행한다.

적합성 시험의 범위는 DAVIC 규격 Part 12에 정의한 물리적인 시나리오의 기능을 수행하는 정보흐름 Si에 대한 참조점 A1, A9, A10, A11이다. 참조점 A10, A11의 경우 아직 명확한 정의가 이루어지지 않았으므로, 본 논문에서는 참조점 A1, A9에 대해서만 시험을 고려한다. 그러나 아직 정의되어 있지 않지만 시험을 목적으로 한 참조점 A10, A11은 참조점 A1, A9에서의 시험방법과 크게 다르지 않을 것으로 본다.

적합성 시험의 목적을 위해 아래 사항을 고려한다.

첫째, 각각의 DAVIC 시스템 엔티티를 구성하는 프로토콜 계층에 대해 단일 프로토콜에 대한 적합성 시험을 수행한다. DAVIC 시스템 엔티티가 적합성을 위해 구현해야 하는 프로토콜은 MHEG-5, DSM-CC U-U, DSM-CC U-N, Q.2931, SNMP, OMG IOP, TCP, UDP, IP, ATM, MPEG-2 TS 등이 있다. 구현 제품의 DAVIC 적합성 시험을 위해서는 제품에 대해 상기 프로토콜 각각에 대한 적합성 시험 결과를 조합하는 작업이 필요할 것으로 본다. 이들 프로토콜의 특성이 다른 만큼 각기 그 특성에 맞는 시험 방법이 연구되어야 한다. 이 경우에 상당 부분 기존의 시험 방법의 적용이 가능하다. 그러나 정보흐름 S1의 경우, 킨트 정보에 대한 시험이 이루어져야 하므로 이는 기계적인 시험이 어렵다는 특성을 갖는다.

둘째, 프로토콜 스택간 관계에 대한 적합성 시험을 수행한다. DAVIC 시스템 엔티티의 프로토콜 스택은 S1부터 S5까지의 정보흐름을 포함한다. 그러나 이와 같은 프로토콜 스택은 논리적인 개념을 표현하는 것일 뿐, 이들이 직접적인 상하위 계층 관계를 갖는 것은 아니다. (그림 2)에 나타난 바와 같이 각 정보흐름 Si는 서로 다른 프로토콜 스택을 갖는다. 그러므로 각 정보흐름의 특성에 따라 이들간의 연관이 잘 이루어져야 한다. 본 논문에서는 각 정보흐름간의 관계 시험을 적합성 시험에 포함시킨다.

5.2 프로토콜 스택내의 단일 계층 시험

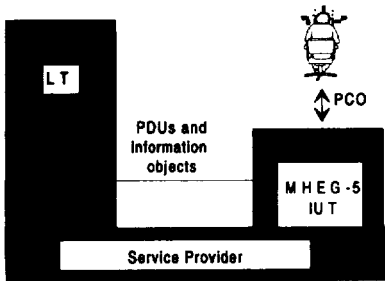
단일 계층의 시험은 S1 정보흐름에서 S5 정보흐름의 기능을 제공하는 (그림 8)의 각 프로토콜에 적용

가능하다. 또한 STU, 서버 및 전달시스템에서 사용하는 프로토콜에 대하여 각 정보 흐름에 따라 시험을 고려하여야 한다. 서버, 전달시스템의 프로토콜 스택내의 시험방법은 STU와 같은 방법이 적용되므로 본 논문에서는 STU에 대한 시험 방법만 기술한다.

(1) S1 흐름에 대한 적합성 시험

S1 흐름은 MPEG-2, MHEG-5 등의 콘텐츠 정보흐름이다. MHEG-5 구현물의 상위 인터페이스는 사용자이다. MHEG-5 구현 제품은 첫째, MHEG-5 객체에 대한 구문 처리, 둘째, MHEG-5 actions의 결과 및 MHEG-5 클래스의 내부 행위(데이터 스트림 및 구문 테스트)를 시험한다. MHEG-5 시험을 위해서는 ISO/IEC 9646에 정의된 Distributed test method를 적용한다. 이 시험 방법은 시험 결과에 대한 검증이 자동화될 수 없고 일반적인 프로토콜 시험과 같이 정확하지 않으나, 구현물이 규격과 일치하는지 여부를 검증하는 유일한 방법이다.

데이터 스트림에 대한 적합성은 데이터 스트림 구문이 ASN.1(ISO 8824 : Abstract Syntax Notation One) 규칙에 적합한가, 그리고 데이터 스트림이 BER (ISO 8825 : Basic Encoding Rules) 규칙에 따라 인코딩 되었는가를 검증함으로써 판정한다.



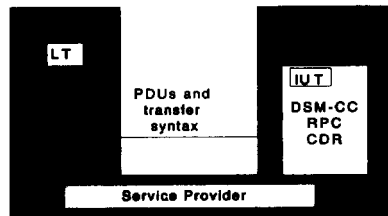
(그림 10) MHEG-5 시험 구조
(Fig. 10) MHEG-5 Test Architecture

(2) S2 흐름에 대한 적합성 시험

S2 흐름은 DSM-CC U-U 어플리케이션이다. STU의 DSM-CC U-U Interaction 시험에서는 그저 STU가 구문적으로 올바른 request를 만드는가 그리고 응답을 올바르게 수신하는가를 시험할 수 있을 뿐이다. 예를 들면 client는 응답을 수신한 후에 그 다음 request를 보낼 수 있다. 그러나 경우에 따라 응답은 간접적으로만 관측, 제어되기 때문에, STU에서 응답이 올

바로 처리되는가를 검증하는 것은 매우 어려운 일이다. 응답의 결과는 어플리케이션 (MHEG-5의 경우)에 의해서만 관측될 수 있다. 그러나 해당 결과로의 매핑을 정확히 기술하는 것은 아주 어렵거나 심지어 불가능하기까지 하다.

그리하여 현재로서는 DSM-CC requests의 올바른 생성을 시험하고 응답을 수신할 때 IUT가 제동이 걸리지 않는가만을 검사할 것을 권고한다. 이러한 이유 때문에 DSM-CC U-U를 시험하기 위해서는 Remote test method를 적용하는 것이 좋다. 이는 (그림 11)과 같다.



(그림 11) DSM-CC U-U 시험 구조
(Fig. 11) DSM-CC U-U Test Architecture

DSM-CC 다운로드의 경우에는 DSM-CC 레벨에서 어느 정도 시험 가능하다. 다운로드를 위한 시험 케이스는 다음과 같이 정의될 수 있다.

가. Test Purpose:

- 이 시험은 IUT가 DownloadInfoRequest를 보내 다운로드를 요구하여 서버로부터 다운로드 받을 수 있음을 검증한다.

나. Test Sequence:

- IUT가 DownloadInfoRequest 메시지를 보내 다운로드 절차를 요구한다.
- LT는 DownloadInfoResponse 메시지를 이용하여 클라이언트가 다운로드에 필요한 파라미터를 전달하고 DownloadStartRequest 메시지가 오기를 기다린다.
- LT는 데이터의 일부를 DownloadDataBlock의 순서를 이용하여 보내고 DownloadDataResponse 메시지가 오기를 기다린다.

다. Pre Conditions

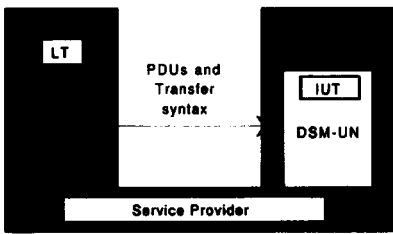
- 다운로드 경로가 이미 설정되어 있다.

라. Post Conditions

- 정보가 다운로드 되었다.

(3) S3 흐름에 대한 적합성 시험

S3 흐름은 DSM-CC U-N로서 DSM-CC U-N은 사용자 서비스를 수행하기 위한 세션 접속 프로토콜이다. DSM-CC U-N 커맨드의 시험 방법은 주로 PDU 포맷이나 상태 전이 등과 같은 동적 적합성 요구사항을 중심으로 이루어져야 한다. DSM-CC U-N 커맨드 시험 방법은 DSM-CC U-U의 경우와 마찬가지로 (그림 12)와 같은 Remote test method가 적절하다.

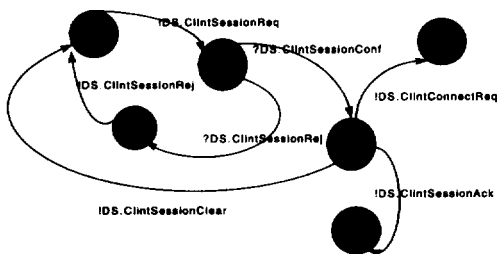


(그림 12) DSM-CC U-N 시험 구조
(Fig. 12) DSM-CC U-N Test Architecture

(그림 12)는 세션 설정을 위한 시나리오를 나타낸다. DSM-CC U-N은 이와 같은 시나리오를 위한 주요 프로토콜이다. 상태전이 모델을 기반으로 STU의 DSM-CC U-N 시험 스위트 생성이 가능하다. (그림 13)은 STU가 initiated된 세션 설정에 대한 STU의 상태전이 모델을 나타낸다.

(그림 13)과 같은 상태전이 모델[8][9][10]에 의거한다면 DSM-CC U-U 커맨드에 대한 시험은 FSM 기반의 시험방식을 사용하여 적합성 시험 수행이 가능하다.

DSM-CC U-U 커맨드에 대한 시험 케이스 및 파라미터는 다음과 같다.



(그림 13) DSM-CC U-N의 상태전이도
(Fig. 13) DSM-CC U-N state-Transition Diagram

DSM-CC U-N 커맨드에 대한 시험 케이스 및 파라

미터는 다음과 같다.

1. DSM-CC U-N Session Set Up

가. Test Purpose:

- 이 시험은 IUT가 세션 설정을 요구하고 server initiated된 Resource Add request를 받아들이는가를 검증한다.

나. Test sequence:

- IUT는 ClientSessionSetUpRequest 메시지를 보내 세션 설정을 요구한다.
- LT는 PDU의 모든 필드의 정당성을 검사하고 불일치가 발견되지 않으면, ClientSession SetUpConfirm 메시지를 보낸다.
- LT는 ClientAddResourceIndication 메시지를 보내고 IUT에서 ClientAddResourceResponse 메시지가 오기를 기다린다
- LT는 PDU의 모든 필드의 정당성을 검사한다.

다. Precondition:

- IUT가 Idle 상태이다.

라. Postcondition:

- 세션이 설정되어 DSM-CC command를 보낼 수 있다.

2. DSM-CC U-N Tear Down

가. Test Purpose:

- IUT가 server initiated된 Resource Delete request를 받아들이고 나서 Session Release를 요청할 수 있는가를 검증한다.

나. Test sequence:

- LT는 ClientDeleteResourceIndication 메시지를 보낸다.
- LT는 ClientDeleteResourceResponse가 오기를 기다려서 PDU의 모든 필드의 정당성을 검사한다.
- IUT는 ClientReleaseRequest 메시지를 보내어 세션 해제를 요구한다.
- LT는 PDU의 모든 필드의 정당성을 검사하고 불일치가 발견되지 않으면 ClientRelease Confirm 메시지를 보낸다.

다. Precondition:

- A session has already been established.

라. Postcondition:

- IUT is in Idle state

(4) S4 흐름에 대한 적합성 시험

S4 흐름은 Q.2931과 같은 시그널링 프로토콜이다.

이에 대한 시험 방법은 이미 ATM-forum에서 체계화 되어 있으며 DAVIC에도 적용 가능하다.

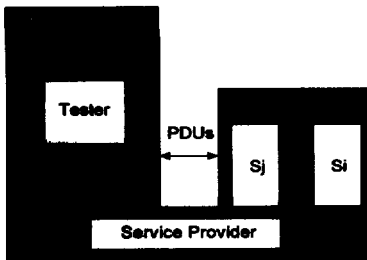
(5) S5 흐름에 대한 적합성 시험

SNMP 시험을 위해서는 터미널에 정의된 MIB는 표준 NMS 제품에 포함된다. Terminal MIB는 SNMP browser platform 등을 사용하여 시험한다.

5.3 프로토콜 스택간 관계 시험 방법

DAVIC 규격은 5.2절의 프로토콜 스택내 단일 계층의 시험으로는 시험 불가능한 경우가 있다. 단일 시험으로 어려움이 발생하는 이유는 첫째, DAVIC 시스템이 기존의 시험 대상이던 프로토콜과 같이 대칭적인 절차를 수행하지 않기 때문이고 둘째, DAVIC 시스템이 하나의 프로토콜 스택으로 구성되어 있지 않고 다중 프로토콜 스택을 사용하기 때문이다. 따라서 DAVIC 시스템과 같은 서비스 규격의 특성을 고려한 새로운 시험 방법이 요구된다[11][12].

본 논문에서는 DSM-CC U-U의 경우와 같이 동등 프로토콜 사이의 PDU가 입출력 관계를 갖지 않아서 일반적인 시험 케이스 형식을 따를 수 없는 프로토콜에 대한 시험방법을 제시한다. 이와 같은 시험 방법은 프로토콜 스택간 관계 시험이라 정의한다.



(그림 14) 프로토콜 스택간 관계 시험 구조
(Fig. 14) Related Test Architecture between Protocol Stacks

프로토콜 스택간 관계 시험은 (그림 14)에 도시한 바와 같은 시험 구조를 따른다. 이 시험 구조는 Remote Test Method와 유사하지만 시험 시스템 내에는 인접한 두 프로토콜 스택의 IUT가 존재한다. 시험기는 예를 들면 Sj 프로토콜 스택에 입력을 주고 Sj 프로토콜 스택 또는 다른 Si 프로토콜 스택으로 부터 출력을 검사하는 방법으로 시험 케이스를 구성함으로써 단일

프로토콜 시험의 한계를 극복할 수 있다. 따라서 DAVIC 규격에서 프로토콜 스택간의 시험은 인근 두 정보흐름(Si, Sj)의 프로토콜 스택간의 경우에 적용하게 되며, 이는 프로토콜 스택내의 단일 계층 시험을 행한 후에 시험을 수행하여야 한다.

(1) S3:S4 mapping

서비스 세션을 ATM SVC connection에 매핑하는 방법은 다음과 같이 구분할 수 있다.

1. Session Method
2. 서버와 SRM 사이에 AddResource 메시지가 있는 Network Method
3. 서버와 SRM 사이에 AddResource 메시지가 없는 Network Method
4. Integrated Method

Session Method는 ATM SVC connectivity를 필요로 하는 서버가 SRM에게 알려야 한다. 그리고 나서 SRM은 클라이언트와 서버 사이의 ATM SVC connection을 위해 시그널링 프로토콜을 시작한다. SRM에서 시작되어 ATM 망으로 전달되는 시그널링 메시지는 ATM connection에 DSM-CC 리소스를 연관시키기 위해 resource_id(session_id + resourceNum)를 포함한다.

AddResource 메시지가 있는 Network Method는 서버에 resource를 할당하기 전에 먼저 AddResource 메시지를 보내야 한다. 그리하여 AddResource는 SRM에게 xx가 커넥션 해제 요청의 기회를 가진다는 것을 알리는데 사용된다. 서버에 의해 initiate된 Q.2931 관련 시그널링은 resource_id를 포함한다.

AddResource 메시지가 없는 Network Method는 ATM SVC connectivity를 필요로 하는 어떤 서버든지 Q.2931 signaling을 수행하도록 한다. 이때 서버가 ATM UNI에 전달하는 Q.2931 SETUP message는 resource_id와 resourceGroupTag를 포함해야 한다.

Integrated Method에서는 DSM-CC 메시지가 Q.2931 시그널링 메시지로 매핑된다. SRM은 Q.2931 시그널링을 통해 ATM connection resource를 보고 세션과 resource를 관리한다.

(그림 15)는 Session Method를 이용한 세션 설정 절차를 나타낸다. 이때의 테스트 케이스는 다음과 같이 기술될 수 있다.

가. Test Purpose:

- IUT가 세션 설정 요구를 받아들이고 부가적인 자원을 요구하여 시그널링 프로토콜을 수행시킬 수 있는가를 검증한다.

나. Test Sequence:

- 테스트는 IUT에 ServerSessionSetUpIndication 메시지를 보내고 ServerAddResourcesRequest가 오기를 기다린다.
- 테스트는 PDU의 모든 필드의 정당성을 검사하고 불일치가 발견되지 않는다면 Setup메시지를 보내고 Connect 메시지가 오기를 기다린다. ServerAddResourceConfirm 메시지를 보낸다.
- 테스트는 ConnectAck 메시지를 보낸 후 ServerAddResourceConfirm 메시지를 보낸다.
- IUT는 ServerSessionSetUpResponse 메시지를 보낸다.
- 테스트는 PDU의 모든 필드의 정당성을 검사한다.

다. Precondition:

- IUT는 Idle state이다.

라. Postcondition:

- 세션이 설정되고 DSM-CC 커멘드를 보낼 수 있다.

(2) S2:S3 mapping

사용자의 요구가 새로운 세션을 요구하는 경우의 S2-S3 매핑이 필요한 경우를 (그림 16)에 도시하였다.

이 경우에 S2 레벨에서의 프리미티브는 resolve에 의한 요청 뿐이고 그 요청에 대한 응답은 새로운 세션에 의해 설정된 S1 흐름을 통하게 된다. 이와 같은 경우에 S2:S3 mapping 시험이 필요하게 된다. 시험 케이스를 기술하면 다음과 같다.

가. Test Purpose:

- IUT가 request를 받아들이고 부가적인 자원을 요구할 수 있는가를 검증한다.

나. Test Sequence:

- 테스트는 IUT에 어플리케이션을 요청하고 ServerAssResourceRequst 메시지가 오기를 기다린다.

다. Precondition:

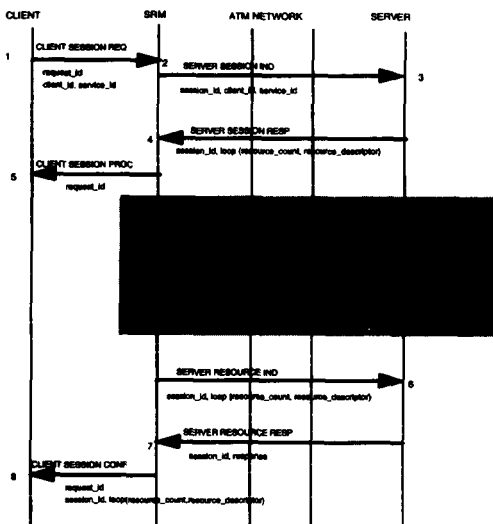
- IUT는 DSM-CC 커멘드를 수신할 수 있다.

라. Postcondition:

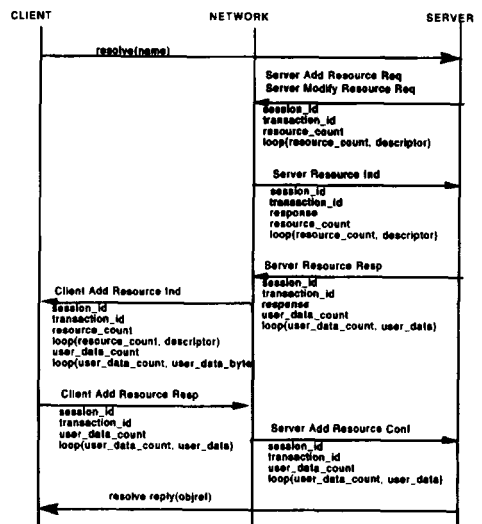
- 새로운 세션이 설정되고 이 세션을 통해 해당 어플리케이션을 송신한다.

6. 결 론

본 논문에서는 DAVIC 시스템을 위한 적합성 시험 방법 및 구조를 제안하였다. 이를 위해 DAVIC 표준을 분석하고 기존의 프로토콜 적합성 시험방법을 DAVIC 표준에 적용할 방법을 연구하였다. DAVIC 표준을 위



(그림 15) 클라이언트 세션 설정 (Fig. 15) Client Session Setup



(그림 16) user request에 의한 세션 추가 (Fig. 16) Session Addition by User Request

해 프로토콜 스택내의 단일 계층 시험 및 프로토콜 스택간 관계 시험으로 구분하여 시험을 수행 할 것을 제안한다. 본 연구결과가 DAVIC과 같은 여러 개의 프로토콜 스택을 포함하는 서비스 시험 규격에 이론편적인 기반이 되리라 기대하며, 향후 DAVIC 시스템을 위한 시험 스위트를 생성하는데 활용 가능하리라 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] DAVIC, DAVIC Specification 1.0, 1996.
- [2] ISO, Information Processing System-OSI Conformance Testing Methodology and Framework, ISO/IEC 9646, 1991.
- [3] ISO/IEC 13818-6, Information technology-Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information, Part 6 : Digital Storage Media-Command and Control(DSM-CC), 1995.
- [4] OMG, Common Object Oriented Broker : Architecture and Specification 2.0-OMG CORBA IDL, 1996.
- [5] T.W. Kim, et. Al., Field trial and quality test of ATM switching system in Korea, in B. Baumgarten, et. Al., editors, 9th IFIP IWTCS, 1996.
- [6] Jun Bi, Jianping Wu, Towards abstract test methods for relay system testing, 10th IWTCS, 1997.
- [7] D. Rayner, OSI conformance testing, Computer network and ISDN systems, Vol.14, 1987.
- [8] D.P.Sidhu, A.Chung, C.S.Chang, Probabilistic Testing of OSI Protocols, IEEE Tran. on Comm, Vol.42, No.7, pp.2432-2440, 1994.
- [9] B.Sarikaya, G.V.Bochmann, E. Cerny, "A Test Design Methodology for Protocol Testing, IEEE Tran. on SE, Vol.SE-13, No.5, pp.518-531, 1987
- [10] W.Y.L.Chan, S.T.Vuong, M.R.Ito, On Test Sequence Generation for Protocol, Symposium on Protocol Specification, Testing and Verification, pp.119-130, 1990.
- [11] 오행석, 손홍세, IP 라우터의 적합성 시험 방법, JCCI98, 1998. 4.
- [12] 오행석, DAVIC 표준의 적합성 시험 방법 연구, JCCI97, 97.4.



오 행 석

e-mail : hsohs@pec.etri.re.kr

1981년 2월 한양대학교 공과대학 전자재료과 졸업(공학사)

1983년 2월 한양대학교 대학원 전자재료과 졸업(공학석사)

1997년 2월 충북대학교 대학원 전자계산학과 졸업(이학박사)

1983년~현재 한국전자통신연구원 표준연구센터
관심분야 : 프로토콜공학, 컴퓨터네트워크, 데이터통신



박 기 식

e-mail : kipark@pec.etri.re.kr

1981년 서울대학교 영어과 졸업(학사)

1985년 서울대학교 행정대학원 행정학과 졸업(정책학석사)

1995년 충남대학교 대학원 행정학과 졸업(정책학박사)

1990년 1월~1992년 12월 JTC1/SC21-Korea 전문위원
1993년~현재 TTA 표준화운영위원회 위원장 TTA 기획전략특별위원회 의장
1996년 10월~2000년 ITU TSAG Vice-Chairman ITU /TSAG/WP3 Chairman
1984년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원, 표준기반연구팀 팀장
관심분야 : 정보통신 표준화 기술 및 정책, 정보통신 정책 및 제도 등



이 상 호

e-mail : lobin@cmlab.chungbuk.ac.kr

1976년 2월 숭실대학교 공과대학 전자계산학과 졸업(공학사)

1981년 2월 숭실대학교 대학원 전자계산학과 졸업(공학석사)

1989년 2월 숭실대학교 대학원 전자계산학과 졸업(공학박사)

1992년 9월~1993년 8월 캐나다 UBC Post Doc.
1981년~현재 충북대학교 컴퓨터과학과 교수
관심분야 : 프로토콜공학, 시뮬레이션, 소프트웨어공학 등