

〈主 題〉

초고속통신망 시험 기술

정윤희 · 홍범기 · 이준원

(한국전자통신연구원)

□ 차 례 □

- | | |
|----------------------------|----------------------|
| I. 개 요 | IV. 초고속선도시험망에서의 시험절차 |
| II. 초고속정보통신망의 기능 모델 | V. 종합시험환경구축을 위한 요구사항 |
| III. 초고속선도시험망에서 수행되어야 할 시험 | |

I. 개 요

세계 각국에서는 21세기 고도 정보화 사회의 주도권을 확보하기 위해 초고속 정보 통신 기반 구축을 위한 기술 개발에 박차를 가하고 있으며, 국내에서도 선진국과 어깨를 나란히 하기 위하여 초고속 정보 통신 기반 구축 종합 계획을 수립하여 추진 중에 있다.

국내의 초고속정보통신망은 광케이블을 주축으로 한 광대역 통신망과 고성능 컴퓨터의 결합을 통해 음성, 문자, 영상 등 모든 형태의 정보를 통합적으로 자유로이 주고 받을 수 있는 고도의 정보 통신망으로서, 초고속국가정보통신망과 초고속공중정보통신망으로 구분하여 구축하고 있다.

초고속국가정보통신망은 정부 기관, 연구소, 대학 등 국가 경쟁력 강화와 직결되는 공공기관이 저렴한 요금으로 이용할 수 있도록 정부가 공공 재원을 투자하여 구축하는 망이며, 초고속공중정보통신망은 일반 국민에게 영상 전화를 비롯하여 영화, 쇼핑, 게임, VOD 서비스 등의 각종 멀티미디어 정보통신서비스를 제공할 수 있도록 통신 사업자가 투자하여 구축하는 망이다. 이러한 새로운 통신망을 구축, 운용하고 이를 통한 서비스 제공을 본격적으로 추진하기 위해서는 이에 앞선 사전 검증이 필수적이라 할 수 있다. 따라서 국내에서는 그 일환으로, 초고속 정보 통신 관련 기술 및 서비스 개발을 위한 종합적인 시험, 평가 환경을 확보하고자 초고속선도시험망을 단계별로

구축, 운용 중에 있다.

현재 초고속선도시험망은 B-ISDN을 기반으로 서울, 대전 간에 구축되어 있으며, 한국 통신 등 약 40개 기관에 접속되어 초고속 관련 기술을 개발하고 있다. 따라서 ATM 교환기 등 초고속선도시험망을 구성하는 각 장치들은 서로 다른 조직에서 개발되어 상호 호환성이나 연동성 측면에서 검증이 필요하며, 원하는 서비스를 제공하는데 요구되는 성능 기준을 만족하는지의 여부를 측정할 필요가 있다.

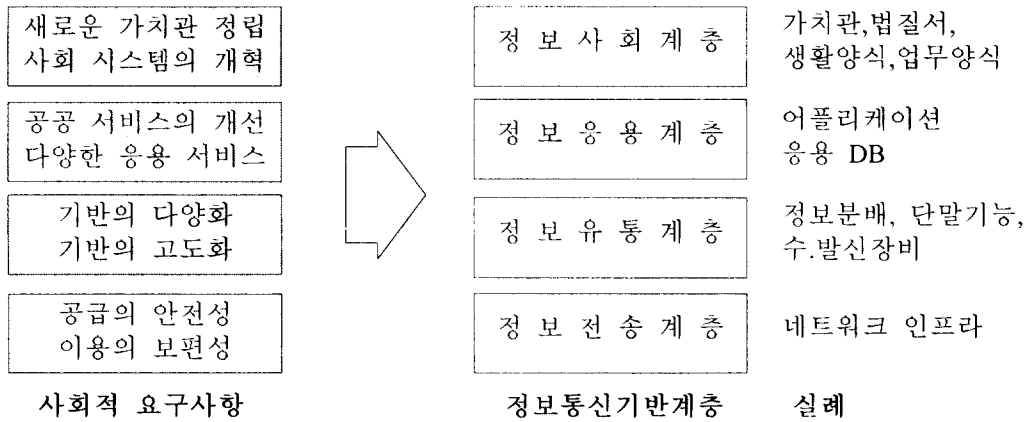
본 고에서는 초고속정보통신망 구성 장치들 간의 호환성 및 연동성을 확보하는데 필수적으로 수행되어야 할 시험을 분류하고, 시험 절차 및 시험 환경 구축을 위한 요구사항들에 대하여 기술하고자 한다.

II. 초고속정보통신망의 기능 모델

미래의 정보사회는 정보의 수동적, 효율적 전달 기능 위주에서 능동적, 효과적 이용 및 응용 중심으로 전환되는 이용자 요구 사항이 변화될 것으로 예상되고, 이러한 이용자 요구사항의 변화는 결국 사회 구성원들의 가치관과 생활 양식이 변화해 감에 기인한 것이며, 이는 법질서나 업무 양식과 같은 사회 생활의 양식들이 바뀌어 감을 의미한다. 정보 통신의 입장에서 본다면, 이러한 사회 시스템의 변화는 정보통신기술의 발달에 발맞추어 다양한 응용 서비스를 필요로 하게 되며, 이를 통해 공공 서비스의 개선, 개인

적인 안전과 편의의 향상, 정보 활용 능력의 향상 등을 피하게 된다. 이러한 응용들을 하나의 계층으로 설정하면, 이를 지원하는 정보 통신의 기반이 필요하게 되며, 이것은 정보의 유통과정을 구성하는 정보의 서버, 단말, 망관리등 다양하고 고도화된 정보 통신 기능들, 즉 정보 유통을 의미한다. 또한 그 아래에는 실질적인 정보 통신의 물리적인 매체들이 존재하는데, 이는 기간망, 통신 접속, 지역통신등을 포함하는 네트워크 인프라를 의미하는 정보전송계층으로 정의된다. (그림 2.1)은 정보 통신의 4계층 모델 구성을 보여 주고 있다.

과거에는 방송, 통신, 정보 등 분야별로 정보의 유통 체계가 구별되었으나, 점차 이들은 융합되어가는 추세에 있으며, 고속 광대역 복합화된 이동형 단말 등의 다양한 성격의 기술적 요소를 내재한다. 더우기 정보사회에 이르러서는 종래의 방식처럼 미래의 기술과 상품에 대한 특성을 시간에 기준하여 분석 예측하기 보다는 응용 발전의 추세 등을 전반적인 개념 모델링 프로세스를 거쳐 단순 모델화하게 된다. 따라서 정보의 응용 분야별로 요구되는 다양한 제품과 기술들은 정보 제작 및 가공, 정보 처리 및 제공, 정보 전달, 통신 접속, 사용자 인터페이스와 응용, 그리고 정



(그림 2.1) 초고속정보통신망 계층 모델



(그림 2.2) 초고속정보통신망 기능 모델

보 단말의 단계로 모델링할 수 있다. (그림 2.2)는 초고속정보통신망 기술 기반의 기능 모델을 보여주고 있다.

정보의 제작 분야를 포함하는 정보 응용 분야는 공공 및 단위 조직별로 구성되는 다수의 응용들과 CALS/EDI등과 같은 산업 공통 응용들이 출현할 것으로 보인다. 정보 유통 과정은 전반적인 가공 단계의 단계로서, 정보의 제공 형태와 수용 형태, 정보의 종류가 선별되는 과정들이다. 각 개인에게 있어서는 단말과 검색이 응용 계층에 해당하고, 이를 통해 기반에 접속하게 되는데, 사용자들의 통신 접속 형태에 따라 지역 통신 및 기간 통신망을 미디어로 하여 각종 정보를 정보 전송 계층을 통해 전달받게 된다. 따라서 정보전송계층과 정보유통계층은 가능한 한 높은 상호접속성 및 상호 운용성을 보장하도록 각종 장치들이 구성되어야 하며, 이를 위해 각종 장치간의 망접속 시험과 상호연동성 검증 및 품질을 보장하기 위한 시험의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않다.

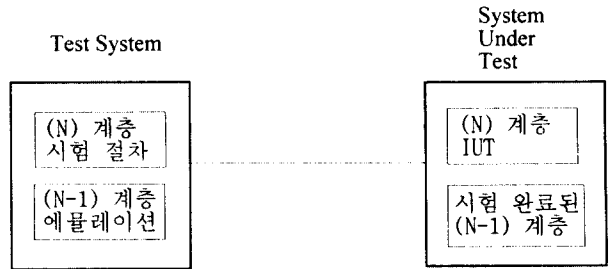
III. 초고속선도시험망에서 수행되어야 할 시험

국내에서도 선진국 수준의 과학기술력을 확보하기 위한 국제 과제 중의 하나로서 초고속정보통신기반을 구축하는데 필요한 기술개발이 진행되고 있다. 특히, 다수의 연구 기관 및 업체가 각종 장치들을 개발하고 있는 경우에는 이와 병행하여 각종 장치간의 망접속 시험과 상호 호환성 검증 및 품질을 보장하기 위한 작업이 수행되어야 한다. 통신망을 구성하는 통신시스템들간의 연동성 및 호환성을 보장하기 위한 시험의 종류로는 프로토콜 적합성 시험(conformance testing), 상호 연동성 시험(interoperability testing) 및 성능 시험(performance testing)을 들 수 있다. 프로토콜 적합성 시험은 프로토콜 구현물과 표준 규격간 일치 여부를 검증하는 것이고, 상호 연동성 시험은 두 개 이상의 서로 다른 통신 시스템들간의 호환성 정도를 확인하는 시험이라 할 수 있으며, 성능 시험에서는 주로 트래픽 관련 QOS 파라메타들을 측정하는 것으로 구성된다.

3.1 프로토콜 적합성 시험

초고속정보통신망은 이미 존재하는 인터넷, 컴퓨터 망, 케이블 망 뿐 아니라 방송 TV도 포함하며, 사용

자로 하여금 새로운 통신 능력을 주기 위해 새로운 시설, 새로운 연결 장비, 신규 서비스 및 응용을 고려한다. 현재 통신 하부구조의 진화를 ATM 기술 및 다른 기술을 동시에 고려하고 있는 상황에서 기존 망을 구성하는 장치도 마찬가지로이지만 특히, 새로운 기술을 구현한 각종 장치들에 대해 관련된 프로토콜 규격과 일치하는지를 검증하는 프로토콜 적합성 시험은 중요한 의미를 갖는다. (그림 3.1)은 일반적인 프로토콜 적합성 시험 환경으로서, 시험 환경은 시험 대상 시스템과 시험기가 직접 연결된 형태이고 시험 대상 프로토콜은 시험대상 시스템에 있는 (N)계층이다. 여기서 시험기와 시험대상시스템(System Under Test(SUT))간의 연결을 위해, (N-1) 이하의 계층은 정상적인 프로토콜 기능을 모두 수행하는 에뮬레이션 모드로 설정되며, 프로토콜 시험기의 (N) 계층에는 시험 규격에 따라 시험 이벤트를 발생시키고 응답을 점검하는 기능을 두어 SUT의 (N) 계층이 제대로 동작되는지를 시험한다.



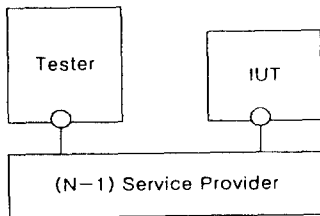
(그림 3.1) 프로토콜 적합성 시험을 위한 일반 시험 환경

프로토콜 규격으로부터 프로토콜 적합성 시험 규격을 생성하는데 있어서 가장 어려운 점은 적합성 시험의 크기가 너무 크다는데 있다. 이것을 적절한 크기로 줄이기 위해 시험 목적을 이용한다. 즉, 모든 경우에 완벽한 시험 항목을 구한다는 것은 현실적으로 불가능하기 때문에, 시험하고자 하는 목적을 나름대로 분류하고, 그것들의 각각에 대한 시험 항목을 구한다. 시험 목적은 프로토콜의 시험을 간단하게 하거나, 많은 여러가지 프로토콜 기능들 중에서 시험자가 관심을 가지는 시험을 정리한 것으로서, 시험 목적을 명확히 기술하는 것은 수행하는 시험의 범위와 과정을 정확히 정의하기 위한 중요한 과정이다. 그러나 아직까지 시험 목적에 대한 기본적인 정의나 추출에 대해 개념이 정립되지 않은 상태이므로, 현재는 시험의 전

문가가 프로토콜 규격으로부터 적절한 시험 목적을 비형식(informal)적으로 구한다. 이러한 시험 목적을 자연어보다는 ISO/IEC 9646에서 권고하고 있는 Tree and Tabular Combined Notation(TTCN)등 형식(formal)적인 언어를 사용하는 것이 바람직하며, 프로토콜 적합성 시험 규격은 시험 대상 시스템의 종류에 따라 사용자 단말기와 같은 종단 시스템과 스위치와 같은 중간 시스템으로 나누어 기술될 수 있다.

3.1.1. 종단 시스템

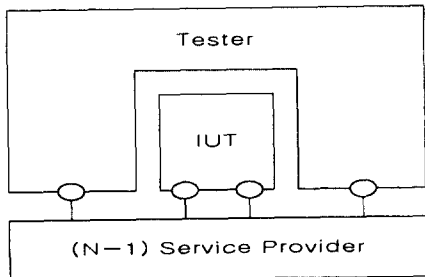
종단 시스템을 시험하기 위해, 프로토콜 적합성 시험기는 망측의 프로토콜 기능을 가지며, 시험기에서 시험 대상 시스템으로 시험 이벤트를 발생시켜 응답을 검사함으로써 시험을 수행한다. 종단 시스템을 시험하기 위한 시험 환경은 (그림3.2)와 같다.



(그림3.2) 종단 시스템 프로토콜 적합성 시험 환경

3.1.2. 중간 시스템

중간 시스템을 시험하기 위해, 프로토콜 적합성 시험기는 단말측의 프로토콜 기능만으로 구성하거나, 또는 한쪽은 단말측의 프로토콜 기능, 다른 한쪽은 망측의 프로토콜 기능을 갖도록 구성할 수 있다. 이 구성은 B-NT 등과 같이 사용자-망 접속 프로토콜의 사용자측 기능과 망측 기능을 모두 지원하는 장치의 시험을 위한 것으로서, (그림 3.3)에서 보는 바와 같이 양쪽에서 서로 상대측을 향해 시험 이벤트를 발생시키고 양쪽에서 응답을 검사함으로써 시험을 수행한다.



(그림 3.3) 중간 시스템의 프로토콜 적합성 시험 환경

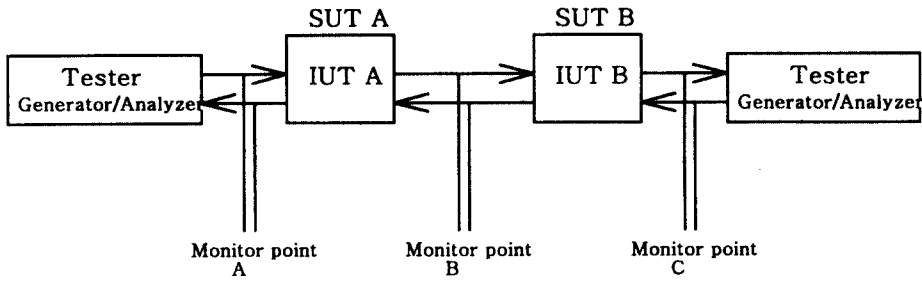
3.2 상호 연동성 시험

앞에서도 언급했듯이, 사용자들의 정보 통신 서비스 요구가 더욱 다양해짐에 따라 네트워크, 통신 프로토콜 및 통신 장비들의 복잡한 구성이 불가피하게 되었다. 이와 같은 현상으로 정보 통신 분야에 대해 광범위한 제품들 간의 상호 연동성을 보증해 줄 필요성이 강하게 대두되고 있다. 또한 프로토콜 적합성 시험은 구현 프로토콜과 표준 프로토콜간의 관계에 대한 것으로서, 두 시스템간의 상호 운용성을 보장하는 것은 아니다. 실제로 시스템이 서로 접속되어 운용되려면 각각의 시스템에 독자적으로 추가된 기능 및 선택 항목에 대한 운용 방식 등도 같아야 하기 때문이다. 따라서 서로 다른 시스템들 간에 상호 운용성을 확인하기 위해서는 표준 프로토콜에 대한 상호 운용성(필수 사양) 뿐 아니라 비표준 프로토콜에 대한 상호 운용성(선택 사양)을 확인하여야 하여야 한다. 즉, 상호 운용성 시험은 표준 프로토콜이 아닌 부분에 대해서도 시험하므로 적합성 시험과는 다른 측면이 있고, 상호 운용성 시험을 적합성 시험으로 대치할 수는 없다.

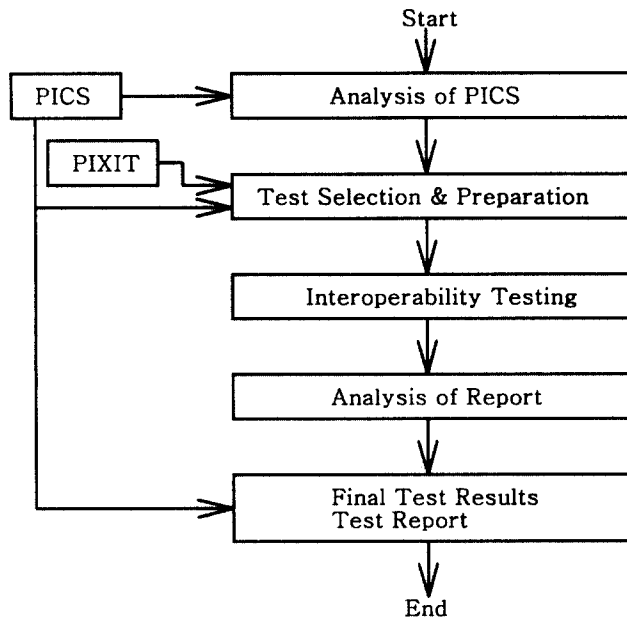
상호 연동성에 대한 시험규격은 프로토콜 적합성 시험규격과 같이 TTCN과 같은 특정의 표기 언어를 사용하지 않고 자연어로서 기술하는데, 이는 장치간의 보다 유연한 상호 연동성 시험을 하기 위한 것이다. 상호 연동성 시험을 위한 일반적 구성은 (그림 3.4)와 같다.

(그림 3.5)는 상호연동성 시험 절차를 보여 주고 있다. 먼저 시험 대상 구현물에 대한 규약구현적합성 명세서(Protocol Implementation Conformance Statement(PICS))와 규약구현시험추가명세서(Protocol Implementation eXtra Information for Testing(PIXIT))을 받아서 PICS를 분석하고 관련 프로토콜 규격에 맞추어 공통적으로 구현된 항목을 조사하여 상호 연동성 시험을 위한 시험 항목을 선정한다. 선정된 시험 항목에 대한 상호연동성시험을 수행하고 그 결과를 작성하는 것이 일반적인 절차이다.

상호 연동성 시험을 위한 방법론이나 구조는 프로토콜 적합성 시험과는 달리, 기본적인 개념이 정립되지 않은 상태이므로 이를 위한 연구가 시급한 실정이다.



(그림 3.4) 상호 연동성 시험을 위한 일반 시험환경



(그림 3.5) 상호연동성시험 절차

3.3 성능 시험

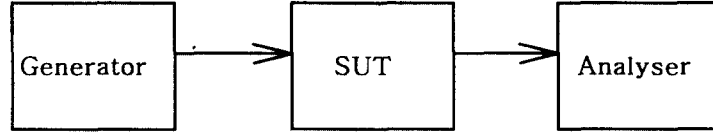
성능시험은 트래픽 발생기(traffic generator)와 트래픽 분석기(traffic analyser) 등 2종류의 시험장치를 필요로 하며, 트래픽 발생기는 다양한 종류의 트래픽 패턴을 만들어 이를 SUT로 전송하며, 트래픽 분석기는 셀에러율(cell error ratio), 셀전송 지연(cell transfer delay), 셀지연변동(cell delay variation) 등 각종 성능 파라미터를 측정한다. 일반적인 시험 구성은 (그림 3.6)와 같다.

망 성능 시험에 대한 파라미터는 여러가지가 있을 수 있지만, 주요 파라미터는 <표3.1>과 같이 나타낼 수 있다.

망 차원의 성능 시험은 여러 개의 망 장치를 통한 전달 서비스의 성능을 시험하는 것으로서, 서비스 품질 측면에서의 정상 상태에서의 서비스 품질 유지 여부, 과부하 상태 또는 서비스 품질 위반 상태에서의 SUT의 동작을 시험하고 관찰하는 시험이 포함된다.

3.4 서비스 연동 시험

초고속정보통신망에서는 통신, 정보 기술 및 오락 산업 등의 서로 다른 산업으로부터 서비스 기술 개발이 나타날 것으로 기대된다. 즉, 다른 산업 영역의 기술이 새로운 서비스를 위해 기술의 공급자로 나타나는 흥미로운 현상이 일어날 것으로 예측된다. 이에 따라 세계의 주요한 표준화 기구인 ITU, ISO, IEC에



(그림3.6) 성능시험을 위한 구성

<표 3.1> 주요 성능 파라미터

	속도	정확도	신뢰도
연결설정	연결설정지연	연결설정오류	연결실패
이용자정보이용	셀전송지연, 셀전송지연변이	셀손실, 셀 에러	불완전전송
연결해제	연결해제지연	연결해제오류	불완전해제

서도 서비스의 표준화를 진행하기 위하여 서비스 모델의 수립 뿐 아니라 서비스 개발 방법론 및 시나리오를 개발하고 있으며 이는 서비스 연동 시험의 중요성을 일깨워 주는 것이다. 서비스 연동 시험은 사용자에게 제공하여야 할 서비스에 대하여 망을 통한 서비스 중단 이용자간에 서비스 프로토콜의 상호 운용성 및 서비스 품질을 시험하는 것으로서, 서비스 제공에 있어서 필요하다고 판단되는 경우에 수행하게 된다. 본 시험은 OSI 7 계층 모델에서 볼 때 세션 계층 이상의 프로토콜을 대상으로 하며 구체적으로 적용 가능한 서비스 시험의 예는 다음과 같다.

- o 서비스 상호 운용성 시험
 - 서비스 단말과 서비스 단말(서비스 센터)간 세션 제어 프로토콜 시험
 - 예) 세션 계층 DSM-CC
 - 서비스 단말과 서비스 단말(서비스 센터)간 통신 정보 형식 시험
 - 예) 표현 계층 MPEG-2 정보 부호화 형식

- o 서비스 품질 시험
 - 음성 품질 시험
 - 영상 품질 시험
 - 데이터 품질 시험
- o 서비스 운전자 기능 시험
 - 서비스 운전자 입장에서 사용자 매뉴얼에 따른 운용 기능을 시험
 - . 시스템의 설치 및 제거
 - . 시스템의 운용 모드 변경
 - . 시스템의 운용 상태 표시

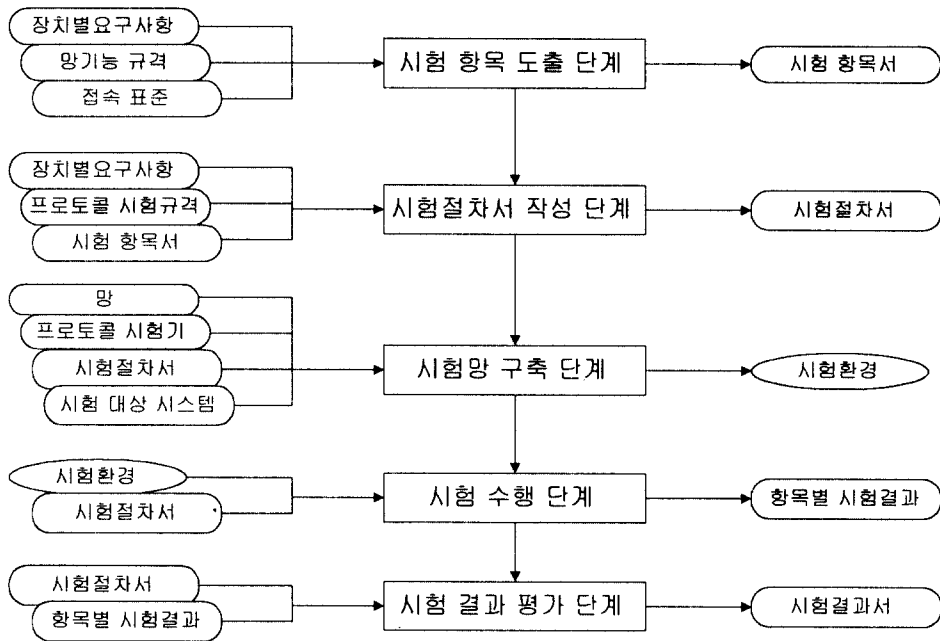
IV. 초고속선도시험망에서의 시험절차

앞 장에서는 통신 시스템들간의 상호 연동성을 보장하기 위해 수행하여야 하는 시험 기술과 서비스 제공에 필요하다고 판단되는 경우 수행하는 서비스 연동 시험에 대하여 언급하였다. 본 장에서는 이들 각 시험을 수행하기 위한 시험 절차를 기술한다. 시험

절차는 (그림 4.1)과 같이 5 단계로 수행된다. 먼저 제 1 단계는 시험 목적에 따른 시험 항목의 선택, 시험 대상 시스템의 시험 파라미터 분석 및 시험 일정을 수립하는 시험항목 도출 단계이며, 제 2 단계는 시험 항목에 대한 세부 시험 절차를 정의하는 시험 절차서 작성 단계이며, 제 3 단계는 망에 시험 대상 시스템을 접속하고 시험기를 준비하는 시험망 구축 단계이며, 제 4 단계는 시험을 수행하는 시험 수행 단계이고 마지막으로 제 5 단계는 시험 수행 결과를 정리하여 시험 결과서를 작성하는 시험 평가 단계이다.

동작 단계 및 판정 기준을 기술한다.

- 시험망 구축 단계
시험절차서를 바탕으로 시험망을 구축하는 단계로서 NTB 시험 목적에 따라 시험 대상 시스템의 설치, 연동 시스템 접속 및 시험기 설치를 정의하는 단계로서 시험 구성에 따라 망을 재구성하고 시험 대상 시스템에 시험 치구 및 도구를 설치하며 시험기를 설치한다.
- 시험 수행 단계
NTB 시험 환경에서 시험 절차서에 따라 시험을



(그림 4.1) 시험 절차

- 시험 항목 도출 단계
시험을 위한 시험 항목을 도출하는 단계로서 먼저 시험 목적에 따라 시험 종류를 결정하고, 시험 종류에 대한 세부 시험 항목을 도출하여 시험 항목별로 시험의 목적을 기술한다.
- 시험 절차서 작성 단계
시험항목을 바탕으로 시험 절차를 정의하는 단계로서 시험 항목 각각에 대한 시험 데이터, 시험

- 수행하고 시험 과정 중 발생하는 상황을 기록한 시험일지를 항목별 시험결과의 형태로 작성한다.
- 시험 결과 평가 단계
항목별 시험 결과를 바탕으로 시험 결과를 분석하고 최종 시험보고서를 만들어 내는 평가단계이다.

V. 종합시험환경구축을 위한 요구사항

본 장에서는 지금까지 언급한 프로토콜 적합성 시험, 상호 연동성 시험 및 성능 시험을 종합하여 종합 시험환경에 대하여 기술하고자 한다. 종합시험환경은 단말기로부터 교환기에 이르기까지 다양한 제품들로 구성되며, 이들 간의 상호연동성 시험 및 서비스 프로토콜 시험을 위해 시험 기준 시스템, 시험기 및 시험 대상 시스템 등 세 종류의 시스템으로 구성된다. 먼저 시험 기준 시스템은 시험 대상 시스템과 직접 연결되는 것으로서, 모든 면에서 완벽하게 동작될 필요는 없지만 시험 대상 프로토콜 관점에서는 정확하고 안정되게 동작되는 시스템이어야 한다. 만약 이를 따로 확보하는 것이 불가능한 경우에는 시험 대상 시스템 중 하나가 이 기능을 대신하게 할 수 있다. 두 번째로 시험기는 시험 대상 시스템과 시험 기준 시스템 사이에 병렬로 접속되어 기존 시스템에 영향을 주지 않고, 주고 받는 프로토콜을 검사할 수 있는 모니터, 시험 규격에 따라 시험 이벤트를 발생시키고 응답을 점검하는 상호연동성/적합성 시험기, 그리고 성능 측정을 위한 호 시뮬레이터 및 트래픽 시험기가 있어야 한다. 시험 대상 시스템은 앞에서도 언급했듯이 크게 단말 시스템과 중간 시스템으로 대별될 수 있다.

시험 대상 시스템의 프로토콜 적합성 시험은 프로토콜 적합성 시험기를 통해 시험대상 시스템들 간의 프로토콜 적합성 시험을 수행하며, 호 시뮬레이터 및 트래픽 시험기를 이용하여 성능 시험을 수행한다. 상호 연동성 시험은 프로토콜 상호 연동성 시험기와 모니터를 적절히 사용하여 수행한다.

VI. 결 론

초고속정보통신이 활성화되는 미래사회는 언제 어디서나 원하는 정보를 제공하고 받을 수 있으며, 주문형 비디오, 대화형 TV, 인터넷, 원격공동작업 등의 새로운 정보 이용 방식을 통해 인텔리전트홈, 손목형 영상 전화, 문자/음성 인식 통역 서비스 등 멀티미디어의 대화형/주문형 서비스가 제공될 것으로 예상된다. 이에 따라 단말 기술은 휴대형의 개인화/멀티미디어화되고, 통신망기술은 수백 Gbps급 B-ISDN 망, 네트워크 통합화, 무선 통신 기술 등으로 발전되며, 교환기술은 수십 Gbps급 ATM 교환 기술이 개발이 상용화 될 것으로 전망된다.

국내에서도 조기에 선진국 수준의 과학기술력을 확보하기 위하여 국책과제 중의 하나로서 초고속정보통신기반을 구축하고자 필요한 기술개발이 진행되고 있으며, 이와 병행하여 각종 장치간의 망접속시험과 상호연동성 검증 및 품질을 보장하기 위한 작업을 수행하고 있다. 본 고에서는 초고속정보통신망 구성 장치들 간의 호환성 및 연동성을 확보하는데 필수적인 시험 기술 및 이에 따른 시험 절차와 종합시험환경에 대해 기술하였다. 기술한 시험환경을 바탕으로 종합적인 시험을 수행하고, 이 결과를 반영하여, 보다 신뢰성 있고 연동성이 보장된 시스템 개발 및 고품질의 기술 확보가 이루어지길 기대한다. 또한 시험을 위한 기술 확보 및 환경 구축이 시스템의 개발 종료 시점에 착수되기 보다는 시스템의 설계 단계 또는 개발 단계에서 이루어진다면, 보다 신뢰성 있고 완벽한 시스템을 개발하는 결과를 낼 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] 정보통신부, 초고속정보통신 기반 구축 종합 추진계획, 1995.
- [2] 한국정보통신진흥협회, 초고속정보통신기반구축 종합추진계획해설서,1995.3.
- [3] 김성규, 초고속기반의 기술모델, 제2회초고속정보통신기술기반워크샵,1996.5.
- [4] 최진영, 홍범기, 프로토콜 시험 기술 및 B-ISDN 시험을 위한 고려 사항, 주간기술 동향 94-6, 1994, 한국전자통신연구소
- [5] ISO/IEC 9646-1 Information technology - Open System Interconnection - Conformance testing methodology and frame work - Part 1-5: General Concepts, 1994. 3.14.
- [6] 홍범기, 이유경, 최문기 광대역 통신망에서 프로토콜 적합성 시험 기술 개발, 한국 전자공학회지, Vol.21, 1994.11.
- [7] 홍범기, B-ISDN 시험 기술 표준화 동향, 대한전자공학회 텔레콤지, Vol.11, 1995.11.
- [8] 정윤희, 홍범기, 김원순, 이준원, 초고속선도시험망의 구성방안, 한국통신학회, 종합학술발표회, 1996.7.

정 윤 희

이 준 원

-
- -
 -

-
- -
 -

홍 범 기

-
- -
 -