

---

# IP기반 차세대 통합네트워크를 위한 시험기 시스템 연구

이규호\* · 성길영\*\*

## A Study on a Tester System for the Next Generation Convergence Network

Kyou Ho Lee\* · Kil Young Sung\*\*

### 요 약

본 논문은 차세대네트워크로 진화과정에서 IP기반의 실시간 서비스를 통합하는 차세대통합네트워크를 위한 시험기시스템에 관한 연구내용과 결과를 제시한 것이다. 호 제어처리 및 데이터전달 체계의 연동을 위한 차세대통합네트워크의 각 구성요소들의 프로토콜 기능과 처리능력의 시험기시스템 설계를 위한 효과적인 방안과 그 타당성을 논의한다. 그리고 시스템에 요구되는 기능별 블록을 추출하고, 각 기능블록간 동작흐름을 포함하는 상위 수준의 시스템 구조를 제안하고, 이에 기반한 시스템과 세부기능들의 설계 및 구현 결과를 제시한다.

### ABSTRACT

This paper studies a system design of testifying next generation convergence network. Next generation convergence network includes such elements as not only various gateway systems interworking with conventional PSTN(Public Switched Telephone Network) but also various protocols communicating between gateway systems and softswitches or gateway controllers. Discussed are an effective system solution to verify functionalities and performance of protocols processing. From such discussion, the study identifies functional blocks and operational flows required for establishing a test system, and then with a basis of these proposes a system architecture. Finally this paper presents system design results and its implemented functional details.

### 키워드

Next Generation Convergence Network, Tester System, Architecture, Protocol, System-Under-Test

## I. 서 론

최근 IP네트워크의 확산에 따라 음성이나 영상과 같은 실시간 트래픽서비스를 IP기반으로 통합하고자 하는 차세대네트워크 (NGN: Next Generation Network) 또는 차세대통합네트워크(NGcN: Next Generation Convergence Network)로의 진화가 급속히 이루어지고 있다. 이러한 차세대네트워크는 궁극적으로는 All IP형태로 발전되

어갈 전망이지만 그 진화의 과정에서 PSTN과 같은 기존 서비스네트워크와의 연동을 통한 서비스 통합과정으로 추진되고 있다[1-3].

이러한 과정의 차세대통합네트워크는 소프트웨어를 중심으로 하는 호 제어처리 체계와 데이터전달 체계를 서로 분리 구성되고, 시그널링 및 여러가지 미디어 게이트웨이 시스템들을 포함하고 있으며, 이들 각 시스템들간에는 표준화된 다양한 프로토콜에 의해 서로 통신

---

\* 인제대학교 정보통신공학과

접수일자 2008. 08. 26

\*\* 경상대학교 정보통신공학과, 해양산업연구소, 교신저자

이 이루어진다[4].

차세대통합네트워크는 기존의 하드웨어 중심의 전달네트워크와는 달리 소프트웨어에 의한 전달제어비중이 높고 그 제어구조가 복잡하며, 또한 차세대 통합네트워크 인프라 구축이 통신 사업자별로 추진되고 있어, 고품질 서비스를 제공할 수 있는 네트워크의 성공적인 구축을 위해서는 이를 구성하는 각 장치들에 대한 시험검증이 필수적이다. 이를 위해서는 구성요소들에 포함된 각종 프로토콜 기능이나 상호운용, 그리고 실시간 서비스를 위한 해당 기능유니트의 초당 처리능력 즉, 성능에 대한 유용한 시험솔루션이 요구된다[5].

본 논문에서는 IP기반의 차세대통합네트워크를 위한 시험기시스템 기술에 관한 연구내용과 설계결과를 제시한다. 본 논문의 2장에서는 차세대통합네트워크의 구성과 기존 음성서비스망과의 연동구조에 대해 간단히 기술하고, 3장에서 시험기시스템 설계를 위하여 차세대통합네트워크 시험을 위하여 요구되는 기능별 블록을 추출하고, 각 기능블록간 동작흐름을 포함하는 상위 수준의 시스템 구조를 제안한다. 그리고 4장에서는 제안된 시스템 구조를 구성하는 각 기능블록의 세부기능 구조와 동작에 대해 기술하고, 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 차세대통합네트워크

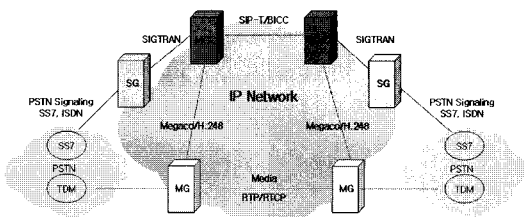


그림 1. 차세대통합네트워크 구성도  
Fig. 1. Next Generation Convergence Network Architecture

그림 1은 차세대통합네트워크 구성요소와 기존의 PSTN망과의 연동구조를 보인 것이다. 호제어처리와 데이터전달의 분리된 구조로 되어 있는 차세대통합네트워크는 미디어게이트웨이(MG: Media Gateway)를 통해 PSTN과의 미디어전달 연동이 이루어지며, 시스널링게

이트웨이(SG: Signaling Gateway)를 통해 호제어처리가 연동된다. 이러한 게이트웨이들은 각각 MEGACO (Media Gateway Control Protocol, H.248)나 SIGTRAN (Signaling Transport) 표준 프로토콜에 의해 호 제어처리의 중심이 되는 미디어게이트웨이 컨트롤러(MGC: MG Controller)와 제어접속 된다[1,4,6,7,8].

## III. 시험기시스템 설계

### 3.1 설계고려사항

차세대통합네트워크의 구성요소에 대한 시험 시스템은 다음과 같은 내용이 고려되어야 한다. 2장에서 언급한 바와 같이, 차세대통합네트워크를 구성하는 프로토콜은 필요기능에 따라 여러 가지 존재하며, 네트워크를 통한 정확한 미디어데이터 전달을 위하여 네트워크를 구성하는 요소장치(즉, 시험대상)가 갖는 각 통신 프로토콜에 대한 적합성 및 상호운용성 시험이 고려되어야 하며, 네트워크를 통한 성공적인 실시간 서비스를 위하여 해당 기능유니트의 초당 처리능력 즉, 성능에 대한 시험기능이 동시에 제공되어야 한다.

이러한 시험기시스템은 기능적으로 여러종류의 프로토콜에 대응하고 다양한 시험기능을 동시에 탑재하고 선택적으로 사용할 수 있는 구조가 되어야 한다. 이를 위하여 단일 플랫폼 모듈라 기능구조를 취해야 하며, 이는 기능의 선택적 탑재와 새로운 기능의 추가가 용이한 flexibility를 제공할 뿐 아니라 필요에 따른 시스템 단위를 조절할 수 있는 scalability를 제공할 수 있다.

시스템의 모듈라 기능구조 실현을 위해서는 시스템을 기능적으로 독립된 단위 유니트로 구분하고, 이들 유니트들간 인터페이스에 대한 정의가 정확히 이루어져야 한다. 이러한 시스템을 기능적으로 독립된 단위유니트로 구분하는 방법에는 각 프로토콜별로 완전히 독립된 시험기능을 갖는 수직적 구분 방법과, 각 프로토콜 시험기능의 공통된 부분을 하나의 유니트로 구성하는 수평적 구분방법이 있다.

### 3.2 시스템 설계

차세대통합네트워크를 구성하는 시스템의 시험을 위해서는, 여러종류의 프로토콜에 대응하고 다양한 시험기능을 동시에 탑재하고 양적으로 폭넓은 시험연결

수의 제공과 기능적으로 다양한 시험 구성이 가능해야 하기 때문에 시스템 하위에서는 단일 시스템 플랫폼에 기반한 수평적 구분방법을, 그리고 상위의 시험서비스 수준에서는 수직적 구분방법을 채택하였다.

그림 2는 본 논문에서 제안하는 시험기시스템의 기능적 구조를 나타낸 것이다. 시스템은 우선 시험기메인시스템과 사용자환경으로 나누고, 사용자 환경은 메인시스템과의 접속기능, GUI를 통한 다양한 시험구성 관리 기능, 그리고 시험결과를 알려주고 시험 진행과정을 그래프 형태로 볼 수 있도록 한 시험결과디스플레이 및 시각화 기능을 포함한다. 시험기메인시스템은 시스템 공통 플랫폼으로 하드웨어 및 실시간 운영체제 플랫폼 기능 유닛과, 시스템 관리 기능 유닛, 그리고 멀티프로토콜 시험 기능 유닛(MPT: Multi-Protocol Test unit)로 구성된다. 하드웨어 플랫폼 기능 유닛은 시험대상시스템 즉, SUT(System-Under- Test)와의 접속을 위한 기능과 고성능 시험프로그램 실행을 위한 시험엔진 기능을 포함한다. MPT는 시험총괄제어관리 기능과, 각 프로토콜별 프로토콜 스택기능, 기본 시험기능 및 성능시험 실행기능 등으로 구성된다.

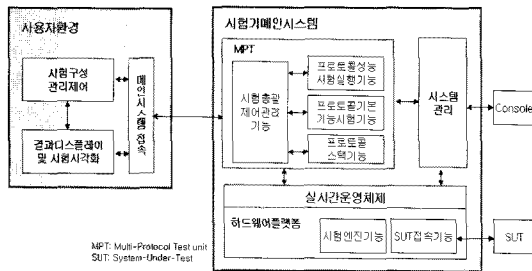


그림 2. 제안한 시험기시스템 기능구조  
Fig. 2. Functional Architecture of the Proposed Tester System

이러한 방법으로 구성한 시험시스템의 동작적 흐름을 설계하기 위하여 각 기능구성요소들을 상위수준의 기능블럭으로 정의하고 이들 블럭간 동작구조를 그림 3에 나타내었다.

그림 3에서 GUIB(Graphic User Interface Block)은 메인 시스템과의 상호동작을 위한 사용자 환경기능을, NTHB (NGN Test Hardware Block)은 하드웨어 및 실시간 운영체제 플랫폼 기능 유닛들, SMFB(System

Management Functional Block)은 시스템 관리 기능 유닛들, 그리고 MTCB (Multiprotocol Test Control Block)은 MPT의 시험총괄제어관리 기능을 나타낸다. 그리고 MPH (Multi Protocol Handling Block)는 각 프로토콜별 시험기능을 나타내며, 내부에 시험 시나리오 실행 유닛(TEU: Test Execution Unit)와 프로토콜 스택유닛(PSU: Protocol Stack Unit)로 구분된다.

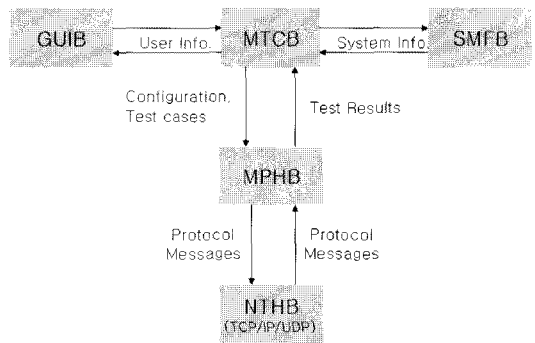


그림 3. 상위수준 기능블럭 및 동작구조  
Fig. 3. Operational Architecture of Functional Blocks

그 중 MTCB는 상위로는 GUIB와 하부로는 MPH와 상호작용한다. SMFB는 MTCB와 동일한 프로세스로 구성되며 프로세스 내에서 thread 형태로 구성된다. MPH 내부의 TEU와 PSU간의 상호작용은 PSU가 제공하는 API를 사용하여 수행된다. NTHB는 OS기능을 포함하도록 정의되어 TCP/UDP/IP 전달기능을 제공한다.

#### IV. 세부 기능요소

##### 4.1 NTHB(NGN Test Hardware Block)

NTHB는 고품질 시험 서비스의 효율성과 편의성을 제공하기 위하여 고성능 시험엔진 및 네트워크 접속기능을 제공하는 역할을 한다. 하드웨어 플랫폼 제공 기능에는 성능시험 시험엔진 기능, SUT접속기능, 네트워크 접속기능, 실시간 운영체제 기능 등의 세부기능이 포함된다.

그림 4는 NTHB의 구성을 나타내고, 그림 5는 하나의 PEU에서 실행되는 시험기능을 보인 것이다. NTHB의 실제구현에 있어서는 시스템의 메인프로세싱 기능을 담당하는 메인처리유닛(MPU: Main Processing Unit)

와 SUT접속기능을 제공하면서 고성능 시험처리 기능을 담당하는 시험엔진유닛(PEU: Protocol test Engine Unit)가 포함된다. PEU는 앞에서 언급한 시험과정에서 TEU와 프로토콜 스택기능을 포함하고 동시에 SUT 및 네트워크 접속을 위한 TCP/UDP/IP 프로토콜 스택이 실장된다. 따라서 PEU는 프로세서기반의 독자적인 처리기능을 포함해야 하고, 한 시험기시스템에 요구시험의 상황에 따라 복수개의 유닛으로 구성될 수 있어야 한다. 이렇게 구성되는 NTHB에서는 유닛들간 상호 데이터 교환을 위한 프로세서간 통신유닛(ICU: Inter-processor Communication Unit)가 또한 필요하다.

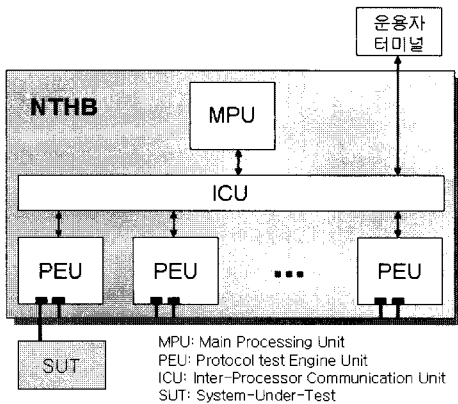


그림 4. NTHB의 구성  
Fig. 4. NGN Tester Hardware Block

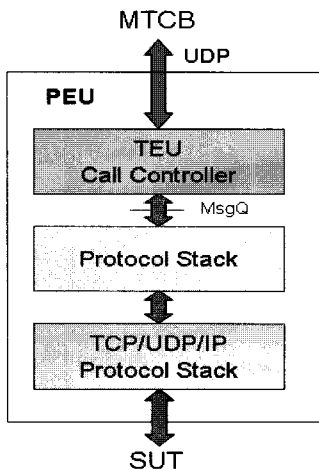


그림 5. PEU에서의 실행 시험 기능  
Fig. 5. Test Execution on PEU

#### 4.2 MTCB(Multiprotocol Test Control Block)

MTCB는 시험기시스템에서 시험기능을 총괄하는 블록으로 MPU에서 운용되는 소프트웨어 블록이다. MTCB는 시스템에서 사용되는 모든 구성(Configuration) 파일과 시험 스크립트 파일의 저장 및 관리하는 기능을 수행하며 이를 위해 MSCA에 장착되어 있는 하드디스크를 주 저장소로 사용한다. 또한, MPHIB에서 실제로 수행되는 시험을 관장하여 MPHIB로 시험을 요청하고 수행된 결과를 수신하여 GUIB에게 보고한다. 또한 MPHIB에서 수행되는 응용 소프트웨어 프로세스 관리기능을 수행한다.

그림 6는 MTCB 기능 구성도이며, 여기에 포함된 주요기능은 다음과 같다.

##### (1) 블록간 통신기능

MTCB는 GUIB, SMFB, MPHIB와 상호작용을 위해 통신한다. MTCB는 외부 PC 환경의 GUIB간에 TCP 소켓을 통한 메시지 송수신을 하며, MTCB가 서버가 되어 TCP로 특정소켓 포트를 default로 사용한다. MTCB와 MPHIB간에는 UDP소켓통신을 사용하며 송수신을 위한 특정소켓 포트를 default로 설정한다. MTCB와 SMFB간 통신은 동일 프로세서 보드에서 하나의 수행 프로세스로 실행되므로 SMFB가 프로세스내에서 하나의 thread로 동작한다. SMFB는 MTCB가 요구하는 기능을 API로 제공한다. SMFB는 서버-클라이언트로 구성되며 MPU에서는 서버로 PEU는client로 동작하며 이들간의 통신은 ICU를 통하여 이루어진다.

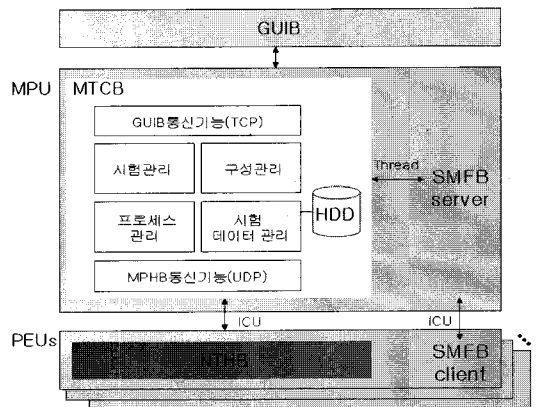


그림 6. MTCB 기능 구성도  
Fig. 6. Functional Architecture of MTCB

(2) 구성관리(Configuration Management)

시험기시스템에서는 시험에 필요한 시스템 초기화 구성과 프로토콜 성능 및 기능시험을 위한 시험구성을 스크립트(script) 파일 형태로 생성, 저장, 수행 및 관리되어 지는데, MTCB는 구성파일을 저장하고 GUIB요구에 의해 MPHFB나 SMFB로 구성을 설정하도록 하는 기능을 수행한다. 구성파일은 물리적으로는 MCU에 있는 하드 디스크에 저장되고 MTCB가 관리하게 된다. GUIB요구에 의해 MTCB는 저장된 구성 파일을 파싱하여 실제로 시험기능을 수행하는 MPHFB로 구성 데이터를 전달하고 MPHFB에서 해당 구성을 설정하도록 한다. 시험을 위한 시험항목(test case) 작성 기능을 GUIB에서 제공하고 있으며 작성된 시험항목은 MTCB가 최종적으로 저장 관리한다.

(3) 시험 데이터 관리

MTCB는 GUIB의 요구에 따라서 MPHFB의 설정 상태 및 시험상태를 관리한다. 시험결과 데이터로 시험을 하는 MPHFB의 Slot number, Interface number, Test type, Test case 의 저장 상태, Test case ID등을 관리하고, 이후 MPHFB의 TEU로부터 시험결과 값을 보고 받아 관리한다. 또한 하드웨어 관리를 위해 시험을 하는 MPHFB의 Slot number, Interface number, IP address, Board type, Board state, TEU ON/OFF, TEU Configuration 상태, TEU Test 상태 등을 관리한다.

(4) 응용 프로세스 관리

시험기시스템에서는 GUIB를 통해서 사용자가 요구 하는 시험을 자동적으로 수행될 수 있게 MPHFB에서 실행될 수 있는 응용 프로세스들을 선택하고 선택된 프로세스가 구성 파일에 의해서 선택된 PEU에서 수행될 수 있도록 MTCB에서는 프로세스 관리 기능을 수행한다.

4.3 MPHFB(MultiProtocol Handling Block)

MPHFB는 SUT의 프로토콜처리 기능 및 성능 시험에 필요한 프로토콜 기능을 수행한다. MPHFB는 NTHB 중에 PEU에서 실행되며, 내부적으로 MTCB 및 TCP/UDP/IP와 상호작용하고, 외부적으로는 SUT의 해당 프로토콜로 상호작용한다. 예를 들어 MG나 MGC의 MEGACO시험을 위해서는 MEGACO 프로토콜로 상호 작용한다.

MPHFB는 상위 MTCB로부터 시험에 필요한 프로토콜 수행 요청을 받아서 필요한 프로토콜 기능을 수행하고, 수행된 결과를 MTCB로 보고하는 기능을 수행하며, MTCB를 위한 API를 제공한다. MPHFB의 세부 기능은 시험하고자 하는 대상 프로토콜의 특성에 따라 다른 형태로 구성된다. MEGACO 프로토콜의 시험인 경우 API는 MEGACO 메시지와 유사한 형태로 제공되며, MEGACO 프로토콜 처리 유닛은 Message Transport, Parser, Encoder, Transaction API, Transaction Manager, Context Manager, Termination Manager, 그리고 Configuration을 포함하여 8 개의 기능으로 구성된다. MEGACO 프로토콜 시험의 주요 응용 서비스기능으로는 MEGACO 프로토콜 시험의 SUT가 되는 MG/MGC의 성능시험 및 프로토콜 적합성시험 기능을 포함한다. 그리고 시험을 위한 상대(counterpart) 역할을 위하여 MG 에뮬레이션 기능을 제공한다.

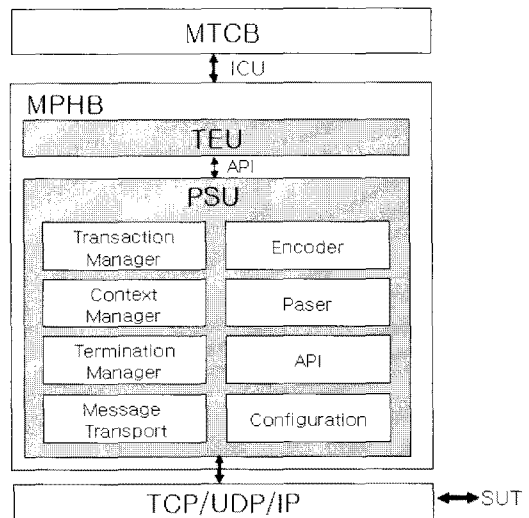


그림 7. MPHFB의 MEGACO 프로토콜 스택 구성  
Fig. 7. MEGACO Protocol Stack of MPHFB

MPHFB가 제공해야 할 시험기능 구성은 GUIB 설정으로부터 MTCB를 통해서 요청된다. MTCB로부터 시험 시나리오 정보를 받아서 실제 시험기능의 수행은 MPHFB에 속한 TEU에서 이루어진다. MEGACO 프로토콜 처리 유닛은 MEGACO 프로토콜 스택기능이외에 시험기능을 위해 부가기능을 제공해야 하는데, 주요 부가기능으로 프로토콜 적합성시험, 호성능시험, 프로토

콜 에뮬레이션, 아날로그 전화라인 가상 에뮬레이션 기능 등을 들 수 있다. 에뮬레이션기능은 시험을 위해 필요한 부분만 포함하는 제한된 기능을 제공하며 실제로 전화를 접속하는 부분은 제공하지 않고 MGC로 호 처리부하를 가하기 위한 용도로만 사용된다[9].

그림 7은 MEGACO 시험의 경우를 위한 MPH의 MEGACO 프로토콜 스택 구성을 보인 것이다.

### 4.3 SMFB(System Management Function- al Block)

SMFB는 MCU에 server 모듈로, 그리고 각 PEU에 agent 모듈로 존재하고 이들간 데이터 송수신은 ICU를 통하여 이루어진다. 기능적으로 볼 때 시스템 사시 내부에 내장된 각 PEU에 존재하는 agent 모듈에서, sensor 정보를 I2C 통신 방식을 이용하여 slot의 위치에 따른 정보를 수집함으로써 각 유닛의 전압, 온도, 탈장 신호등에 대해서 감지하고 각각의 하드웨어 보드를 제어하는 역할을 수행하는 블록이다.

SMFB는 기능적으로 시스템 시동 및 재시동, 하드웨어 구성요소의 장애를 검출하는 장애관리기능, 하드웨어의 형상을 관리하여 각 슬롯의 장착유무/종류/인터페이스 등의 정보를 관리하는 시스템 형상관리기능, timer 서비스와 같은 지원기능 등과 같은 제어기능을 수행한다. 또한 슬롯 위치에 따른 IPC용 IP address 정보, 각 슬롯에 장착된 PEU의 identification, PEU의 각 line interface 별 IP 주소를 포함한 인터페이스 구성정보 설정, 기타 시스템 관리제어와 관련된 주요데이터 등의 정보를 관리한다.

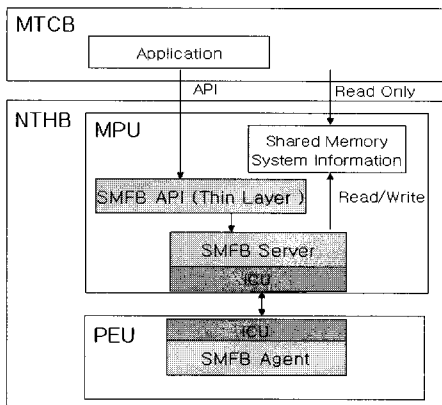


그림 8. SMFB와 MTCB의 기능적 관계구조  
Fig. 8. Functional Relation of SMFB and MTCB

그림 8은 MPU 및 PEU에서의 SMFB와 MTCB와의 기능적 연결구조를 나타낸 것이다. 각 PEU에는 SMFB agent가 내장되어 있으며, 이는 ICU를 통하여 SMFB server와 데이터 통신이 이루어지고, MTCB에 포함된 application은 SMFB에서 제공하는 API를 액세스하게 된다. SMFB client가 받은 시스템 정보는 공유메모리를 이용하여 관리되며, MTCB에서는 공유메모리의 포함된 시스템 정보를 읽어갈 수 있도록 되어 있다.

### 4.4 GUIB(Graphic User Interface Block)

GUIB는 시험기시스템의 운용자 정합을 수행하는 기능블럭으로 운용자가 시스템의 상태를 확인하고 적절한 명령을 내리며 명령의 결과를 볼 수 있는 환경을 제공하며, TCP통신을 통해 MTCB와 정보를 주고 받는다. 운용자에게 시스템의 상태를 알려주고 시험을 위한 명령을 받아 MTCB로 전송하며 MTCB로부터 시험 결과를 운용자에게 출력한다.

GUIB는 내부적으로 MTCB와 통신을 위한 TCP socket message handler와 운용중 필요한 화일들을 조작하기 위한 file handler, 그리고 기타 보조 module들로 구성된다. 또한 외부적으로는 운용자와 정합하기 위한 다수의 창(Windows)과 창 내부의 탭(Tabs), 그리고 입력부(Input area)와 출력부(Output area)들로 구성된다.

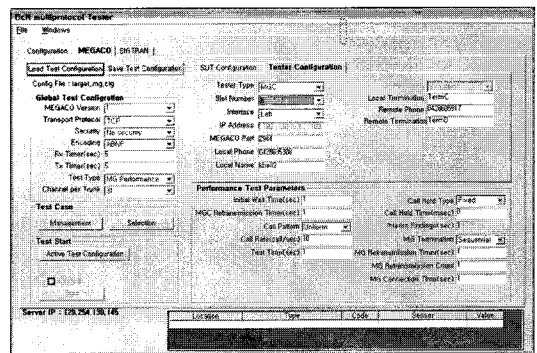


그림 9. 구현한 시험관리창  
Fig. 9. Implemented Test Management Window

GUIB가 제공하는 다수의 창에는 시작할 때 가장 먼저 생성되면서 시험관리창을 생성하여 연결 설정 정보와 프로토콜 정보를 전달하는 시작창, 시스템과 연결을 위한 정보와 사용할 프로토콜에 대한 정보를 받아 시스템과 TCP 연결 설정을 수행하고 필요한 프로토콜에 대

한 화면 설정을 수행하기 위한 시험관리창, GUI에서 수행하는 시험이력을 관리하는 이력관리창, 시험 관리창에서 시험을 시작할 때 시작되는 창으로 시험 결과를 출력하는 시험결과창, 시각적인 효과가 포함된 성능시험의 그래픽 출력을 위한 성능 시험결과창, 그리고 시험에 사용하는 시험 시나리오를 관리하기 위한 시험시나리오관리창 등을 포함한다.

그림 9는 구현된 GUI의 시험관리창 화면을 캡처한 것이다.

## V. 결 론

본 논문은 차세대네트워크로 진화과정에서 IP기반의 실시간 서비스를 통합하는 차세대통합네트워크를 위한 시험기시스템에 관한 연구내용과 결과를 제시한 것이다. 호 제어처리 및 데이터전달 체계의 연동을 위한 차세대통합네트워크의 각 구성요소들의 프로토콜 기능과 처리능력의 시험을 위하여 시스템에 고려되어야 할 사항을 제시하고, 시스템 하위에서는 단일 시스템 플랫폼에 기반한 수평적 구분방법을, 그리고 상위의 시험서비스 수준에서는 수직적 구분방법을 채택한 시험기시스템에 기능구조를 제안하였다.

이에 기반한 시스템과 세부기능들의 설계 및 구현 결과, 기존의 타 시스템과는 달리 단일 시스템 플랫폼에 기능적으로 모듈라 접근방식의 유연한 구조를 가짐으로써 사용자 필요기능의 선택적 탑재와 새로운 기능추가가 용이한 flexibility를 제공할 뿐 아니라 필요에 따른 시스템 단위를 조절할 수 있는 scalability를 제공함으로써 최적 가격의 솔루션구성이 가능하였다.

## 참고문헌

- [1] 양대수, 주대준, 광대역 통합네트워크 서비스 (Part 19), 전자신문사, 2006.
- [2] 한철민, 김변곤, “차세대네트워크컨버전스 기술,” 해양정보통신, 제8권 2호, 2007. 12.
- [3] 이호경, 이영무, 홍경표, “새로운 통신서비스 플랫폼을 위한 차세대 통신망,” 정보통신연구진흥, 제4권 제4호, 2002. 12.

- [4] BcN포럼, “BcN표준모델 v2.0,” 2006. 2.
- [5] 전경표, “미래 BcN기술전망,” 주간기술동향 제129호, 정보통신연구진흥원, 2006. 3.
- [6] <http://tools.ietf.org/html/rfc3525>
- [7] Tom Taylor, et. al., “ITU-T Rec. H.248.1 Version 2,” August 2005.
- [8] <http://tools.ietf.org/html/rfc2719>
- [9] 이규호, 성길영, “차세대 통합네트워크를 위한 MEGACO 프로토콜 호 처리 시험기 연구,” 한국해양정보통신학회논문지, 제11권 제12호, 2007. 12.

## 저자소개

이규호 (Kyou-Ho Lee)

2005~현재 인제대학교 정보통신공학과 부교수  
(제11권 제9호 참조)

성길영 (Kil-Young Sung)

1995년~현재 경상대학교 정보통신공학과 교수,  
해양산업연구소 연구원  
(제12권 제8호 참조)