

No. 7 공중신 신호 방식의 신호 링크 기능 테스트에 관한 연구

김 덕 진 박 식 진 조 현 준

고려대학교

A Study on the Testing Method of Signalling Link Function of the No.7 Common Channel Signalling System

Duck Jin Kim, Seok Cheon Park, Hyeon Jun Cho

Korea University

ABSTRACT

This paper describes the test techniques that are used for the implementation test of signalling link function in the signalling system No.7 recommended by Q703 in CCITT red book.

The test scenarios are produced by means of the state transition diagrams which are based on the specification of CCITT recommendation Q703.

This test scenarios consist of five independent tasks written in MCG8000 assembly language and are scheduled to be executed in multitasking kernel.

This test scenarios can also be used to test signalling link function implemented in the different environment.

1. 서 론

최근 축적 프로그램 제어 교환기(Stored program controlled exchange)의 도입으로 기존의 전화망에 가격 절감의 효과를 가져다 주었으나 과거의 신호망에 부과된 제한상으로 인하여 축적 프로그램 제어 교환기의 성능을 충분히 활용할 수 있었고 네트워크의 심비 및 상용 향상을 기대하기 어려웠다. 따라서 축적 프로그램 제어 교환기의 프로세서간에 신속하고 동종성있는 신호 처리 능력을 최대한 이용하고 음성 및 비 음성 통신을 효과적으로 수행하기 위해 공중신 신호 방식이 개발되었다. 5)

이러한 공중신 신호 방식중 CCITT No.7 신호 방식은 미래의 중한 정보통신망(ISDN)의 구성에 있어서 국제적으로 표준화된 범용의 공중신 신호 방식으로 제시되어 있으며 앞으로의 국내 및 국제 통신망에서 중요한 역할을 담당하게 될 것으로 기대된다.

본 논문에서는 이와같은 이유로 국내에서도 연구 개발해지고 있으며 앞으로 필연적으로 구현되어야 할 공중신 신호 방식 No.7 중 신호 링크 기능 구현에 있어서 마지막 단계인 신호 링크 기능 테스트에 관하여 기술한다.

이를 위하여 신호 링크 기능의 동작을 상태 전이도를 이용하여 표현하였고 이 상태 전이도로부터 테스트 절차를 구성하였다. 구성된 테스트 절차를 프로그램하여 MVM-110 모노보드 컴퓨터상에서 멀티 태스킹 기능을 이용하여 테스트하였다.

본 논문의 내용을 목차별로 보면 2장에서는 테스트의 대상이 되는 구현된 신호 링크 기능에 대하여 기술하고, 3장에서는 일반적인 테스트의 방법에 관하여, 4장에서는 제공되는 신호 링크 기능의 서비스와 이를 지원하는 테스트 절차 구성에 관하여, 5장에서는 실험 및 검토를 하였고, 끝으로 6장에서는 결론을 제시한다.

2. 구현된 신호 링크 기능의 개요

2.1 No.7 신호 방식

CCITT No.7 신호 방식은 근본적으로 전화 교환망 내에서의 프로세서 간에 신호 및 제어 정보를 신뢰성있게 전송하기 위한 데이터 통신 프로토콜이다.

이 신호 방식은 통화로와 신호로가 같이 사용되는 기존의 통화로 방식과는 달리 이들 통화로와 신호로를 분리시켜 다수의 음성 회로가 독립된 하나의 신호 채널을 통하여 신호 정보를 송, 수신하는 공중신 신호 방식으로서 전화 및 회선 교환식 데이터 전송 서비스에 적합하며, 국내 및 국제망에 적용되는 다목적 신호 방식이다. 1)

또한 모듈별로 계층적인 구조를 가지므로 기능의 첨가 및 수정이 용이하고 모듈별 기능을 다양하게 적용할 수 있는 장점이 있다.

계층 1에서 4까지 4개의 모듈로 구성되어 있는데 실제적인 메시지 전달은 계층 1에서 3까지의 메시지 전달부에서 행해지고, 계층 4인 사용자부는 메시지 전달부의 기능을 이용하여 전화 사용자부, 데이터 사용자부 및 미래의 또 다른 사용자부와 같은 다양한 기능을 제공하여 준다. 2) 그림 2-1은 No. 7 신호 방식의 개략도이다.

2.2 구현된 신호 링크 기능

본 연구에서 테스트하려는 시스템은 참고 문헌 6에서 연구 구현한 시스템이며, 본 연구에서 테스트하려는 부분은 레벨 3과의 경계와 ADLC(advanced data link controller)로 구성되어있는 LC(link controller)에서의 레벨 1과의 경계사이의 신호 링크 기능이다.

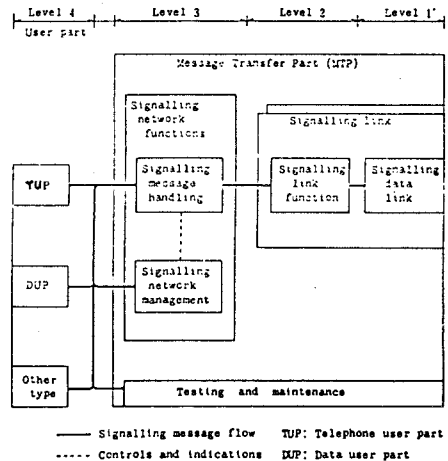


그림 2-1. CCITT No.7 신호방식의 일반적인 구조도
Fig. 2-1. Overall structure of CCITT No. 7 Signalling System

3. 논리적인 테스트 방법

테스트의 목적은 근본적으로 구현된 시스템이 프로토콜 규정에 맞게 동작하는가를 알기 위한 것이다. 그러나 시스템의 상태 전이여 인인이 되는 사건의 수와 시간 발생의 시기에 따른 검출의 수는 무한하기 때문에 모든 경우를 테스트할 수는 없으며, 경제적인 면도 고려하여야 한다. 1))

3.1 테스트 대상 Entity 관찰 방법 9)

3.1.1 White box method

Entity의 내부 구조를 알고 있는 상태에서 내부 각 모듈의 동작을 조정, 관찰하는 방법이다. 이 방법은 내부의 각 모듈을 액세스하여 하므로 구현과 동시에 테스트할 수 있는 방법이다.

3.1.2 Black box method

테스트 대상 Entity를 하나의 black box로 간주하고 외부와의 인터페이스만을 이용하여 조정, 관찰하는 방법이다. 이 방법은 원상된 대상이 규정에 맞게 구현되었는가를 테스트하는데 알맞다.

3.2 OSI 테스트 방법 10)

프로토콜 규정은 entity의 위와 아래 액세스 점에서의 PDU(protocol data unit)와 ASP(abstract service primitives)를 이용하여 프로토콜 엔티티의 동작을 정의할 수 있다. 이 두가지 상호작용은 직접, 간접적인 위치에서 관찰, 조정이 가능하다. 일반적으로 상호작용의 위치에 따라 논리적인 형태는 다음의 3가지로 나뉜다.

3.2.1 Local Test Method

LUT(Implementation under test)의 위와 아래의 액세스 점에서 직접 ASP들을 관찰, 조정한다. 이 방법은 가장 자세한 테스트를 할 수 있는 반면에 단일 계층 테스트만을 실행할 때만 행할 때만 가능하다. 또한 다른 방법과는 달리 아래 계층의 기능, (N-1)-service provider를 이용하지 않는다.

3.2.2 Distributed Test Method

IUT의 위 액세스 점에서의 N-ASP와 떨어져 있는 신호 점에서의 (N-1)-ASP들을 관찰, 조정한다. 이 방법은 떨어져 있는 신호점의 단일 계층 테스트를 행할 수 있다.

3.2.3 Remote Test Method

Entity의 위 액세스 점의 (N)-ASP는 이용하지 않고 단지 떨어져 있는 상대점에서의 (N-1)-ASP를 이용하여 entity의 동작을 조정, 관찰한다. 이 방법은 테스트 동기 절차(test coordination procedure)를 사용하지 않으며, entity를 직접 관찰할 수 없기 때문에 가장 약한 테스트 방법이다. 그러나 실제적인 면에서 보면 직접 IUT와 상호작용이 없으므로 가장 널리 적용 가능하다.

3.3 본 연구에서의 테스트 방법

Conformance Test에 적합한 black box method와 본 연구의 실험환경에 적합하며 테스트 기능이 가장 강한 Local Test Method를 이용하여 테스트하였다.

4. 테스트 절차 구성

시스템의 정상적인 동작을 테스트하기 위한 절차는 테스트하고자 하는 기능에 따라 다양할 수 있다. 본 연구에서의 테스트 절차는 신호 링크 기능이 상위 계층에게 제공하는 서비스를 기준으로 구성하였다.

4.1 신호 링크 기능이 제공하는 서비스

- 링크 연결(link active): 근거리에서 두 신호점간에 신호유니트의 송, 수신이 가능하도록 하는 기능이다.
- 메시지 송, 수신(message transmission, reception): 링크 연결 후 상위 계층으로부터 전달된 메시지를 순시바뀜, 누락, 중복없이 상대점으로 전송하는 기능이다.
- 프로세서 고장 제어(processor outage control): 상위 계층의 이상발생시 상태를 제어한다.
- 링크 해제(link inactive): 링크 연결과 반대되는 기능으로 링크가 동작을 중지하게 하는 기능을 의미한다.
- 버퍼 갱신(buffer update): 전환 제어시의 버퍼 관리를 의미한다.

신호 링크와의 인터페이스에서 사용되는 신호와 연관된 서비스는 그림 4-1과 같다.

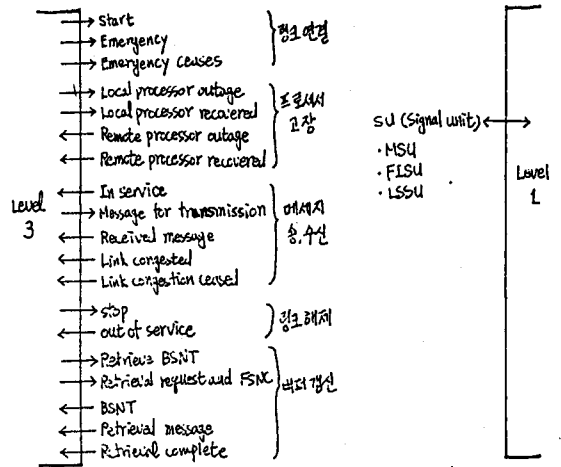


그림 4-1. 신호 링크 기능과 외부와의 인터페이스
Fig. 4-1. Interface for Signalling link function.

4.2 전체적인 테스트 절차 구성

CCITT 권고안 Q703에는 신호 링크 기능이 10개의 모듈로 나뉘어서 SDL(Specification and Discription Language)로 권고 되어있다. 이 모듈중에서 링크 상태에 따라 상위 계층과 인터페이스하며 다른 모듈들을 조정하는 것이 LSC(Link State Control) 모듈이다. 따라서 LSC모듈을 분석하여 링크 상태 전이에 따른 상태 전이 모듈을 구성하였고, 이 상태 전이 모듈로부터 전체적인 테스트 절차를 구성하였다. 이 테스트 절차로서 프로세서 고장과 링크 해제 서비스를 테스트한다.

4.2.1 링크 상태 전이도

상태 전이도 구성에 있어서 고려한 점은 발생될 사건 즉 상태 전이도상에서의 가지(branch)의 최소화이다. 이에 따라서 앞에서 기술한 서비스를 상위 계층에 제공하기 위하여 필요한 정상적인 상태 전이만을 가지고 구성하였다. 그림 4-2가 구성된 상태 전이도 이다.

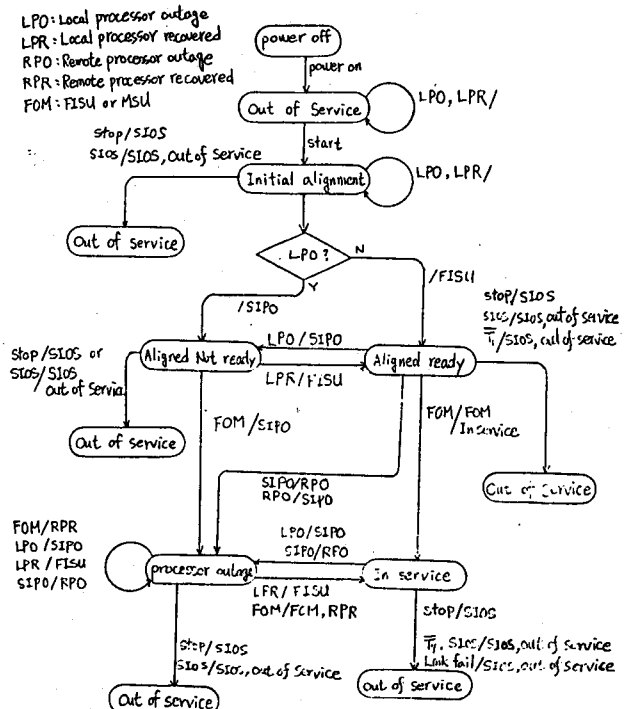
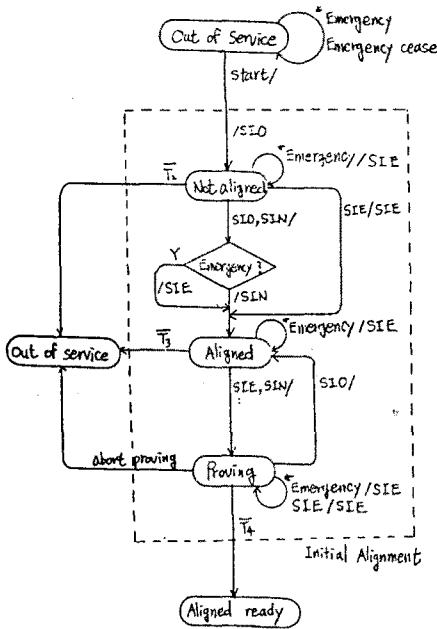


그림 4-2. 링크 상태 전이도
Fig. 4-2. Link state transition diagram.

4.2.2 링크 상태 전이여 따른 테스트 절차
 앞절에서 구성된 상태 전이도에서 발생될 수 있는 모든 절차를 구성하기 위하여 상태 전이도를 트리 구조로 변환하였다. 변환 방법은 초기 상태로부터 가능한 상태 전이를 추가해서 앞에서 한번 거친 상태에서 다시 전이를 하면 상태 전이를 멈추고 그때의 상태가 마지막 상태(terminal node)가 된다. 이상과 같은 방법으로 상태 전이도에서 발생할 수 있는 상태 전이의 모든 조합을 제시하였다. 이 테스트 절차로서 프로세서 고장과 링크 해제 서비스를 테스트한다.

4.3 링크 연결 테스트 절차
 링크 연결 서비스는 링크 상태 전이중에서 initial alignment 상태에서 발생하는 가능하다. 이 기능의 발생은 initial alignment 상태를 다시 3가지의 상태로 나뉘게 한다. 이때의 상태 전이를 링크 상태 전이도에서 고려하지 않은 이유는 이 기능은 IAC(initial alignment control) 모듈에 의하여 독립적으로 수행되기 때문이다. 링크 연결시의 상태 전이도는 그림 4-3과 같다.



1 그림 4-3. 링크 연결 상태 전이도
 Fig. 4-3. Link connection state transition diagram.

4.4 메시지 송, 수신 테스트
 이 테스트는 링크 상태 전이도중에서 in service 상태에서 발생하는 메시지의 올바른 송신과 수신을 위한 기능을 테스트하는 것이다. 본 연구에서는 기초 오차 수정 방법(basic error correction method)과 폭주 현상 제어(congestion control) 기능을 테스트한다.

4.4.1 기초 오차 수정 방법의 테스트
 메시지 송, 수신시에 발생할 수 있는 모든 정상적인 경우와 비 정상적인 경우를 발생시켜서 이에 따라 입력 신호와 출력 절차를 구성하였다. 이를 위해 고려한 요소는 FIB(forward indicator bit), FSN(forward sequence number)로 검정되는 전송 정보와 BIB(backward indicator bit), BSN(backward sequence number)에 의하여 검정되는 응답 정보이다. 전송 정보는 정상과 비 정상 경우로 나누고 응답 정보는 검정 응답과 부정 응답으로 분류하였다. 이 요소들을 고려하여 발생 가능한 경우는 총 12가지로 나타난다.

4.4.2 폭주 현상 제어 테스트
 폭주 현상이 발생한 것으로 가정하여 congestion accept 신호를 주고 SIB(status indication busy)가 송신되는 것을 테스트하며, 기초 오차 수정 방법의 테스트를 시도한다. 그리고 congestion discard 신호를 주어서 SIB 송신과 응답 보류

가 정상적인가를 테스트한다. 한편, 상대절에서 폭주 현상이 발생한 것으로 가정하여 SIB를 입력하여 타이머 7이 정상적으로 타이머 아웃을 일으킴을 테스트한다. 즉, 10000 이상 동안 SIB를 입력하여 out of service로 상태 전이가 발생하면 테스트한다.

4.5 버퍼 경신 테스트
 4.5.1 버퍼 경신(2) (3)

이 서비스는 상위 계층인 신호망 기능에서 전환제어(change over)시 신호 링크 기능에게 요청하는 기능이다. 전환제어의 목적은 비 가용 신호 링크로 전달되는 신호 트랙이 매 세치의 상실, 중복, 순서 바뀜 등이 없이 대체 링크로 전환되도록 하는 것이다. 이 절차중 신호 트랙이 대체 링크로 재개되기 이전에 버퍼 경신이 요청된다. 버퍼 경신은 비 가용 신호 링크의 재전송 버퍼 내에 있고 상대절에 의하여 수신되지 않은 모든 메시지를 전송 버퍼 내에 있는 메시지들을 신호망 기능에게 전달해 주는 것으로 이루어진다.

4.5.2 버퍼 경신 테스트 절차

In service 상태에서 레벨 3과의 인터페이스를 이용하여 N개의 메시지를 TB(transmission buffer)로 전달하고, 레벨 1과의 인터페이스를 이용하여 M(M < N)개의 메시지에 대한 응답만을 보내며 이와 동시에 K(K < M)개의 메시지만을 보내고 난 후

- 2초를 경과할 때까지 응답을 보내지 않으면 타이머 7의 타이머 아웃이 발생하게 되고 신호 링크는 out of service 상태로 전이하게 된다.
 - SIPO(status indication processor outage)를 입력시키면 processor outage 상태로 전이를 일으킨다.
- 위의 a와 b에 의하여 상태 전이를 한 후에 retrieve BSNT 신호의 retrieval request and FSNC 신호를 이용하여 버퍼 경신 서비스를 요청하고 그에 따른 응답을 관찰하여 테스트한다.

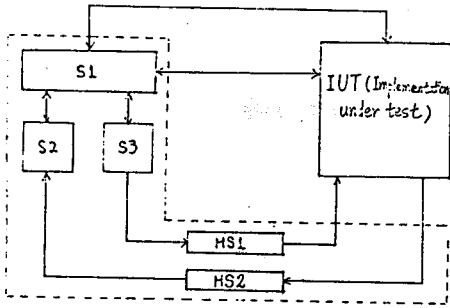
5. 실험 및 검토

5.1 시뮬레이션 테스트들의 구성

앞에서 구성된 테스트 절차에 따라 테스트 하는데 있어서 사람이 중간에 개입하기는 곤란하다. 그 이유는 실행되는 신호 링크 기능은 타이머를 이용하여 권고안에는 구성되어 있지 않으나 일정 속도 이상으로 신호 유닛의 송신과 수신을 감호하기 때문이다. 이는 신호 링크상의 고장을 빨리 알아내어 전체적인 신호 시스템의 효율을 높이기 위함이다. 본 연구에서는 사람의 중간 개입을 위하여 모든 절차를 프로그램으로 구성하여 테스트하였다. 전체적인 테스트 구성은 그림 5-1과 같다. 본 구성에서 HS1, HS2 테스트는 계층 1과의 인터페이스를 위하여 구성된 간단한 테스트로, 송, 수신되는 신호 유닛을 시뮬레이션 테스트들과 테스트 대상이 되는 신호 링크 기능을 전달시켜주는 역할을 한다. S2 테스트는 신호 링크 기능으로부터 수신되는 신호 유닛을 받아서 수신 유닛의 종류를 판별하여 그 결과를 S1 테스트에 알려주는 역할을 한다. S3 테스트는 S1 테스트에 의하여 만들어진 메시지 신호 유닛이나 FISQ, 또는 S1 테스트에 의하여 잡혀지는 LSS를 제거해서 구성하여 이를 신호 링크 기능에게 전송하는 역할을 한다. 이와 같이 신호 유닛의 송, 수신을 두개의 테스트로 분리시켜서 구성한 이유는 송, 수신을 독립적으로 수행하기 위함이다. 한편, 실제로 절차에 따라 테스트를 주도해 나가는 테스트는 S1 테스트로 이 테스트는 레벨 3 및 레벨 1 시뮬레이션 모두 하면서 한편으로는 신호 링크 기능으로부터 출력되는 신호 및 메시지를 전달한다. 이 면 양면으로 정상적인 출력으로 판단되면 테스트되는 신호 링크 기능은 정상으로 판단되고, 다음 절차로 진행된다. 시뮬레이션 프로그램은 프로그램 상의 여러의 발생을 줄이기 위하여 절차를 따라가며 단순히 신호와 메시지를 신호 링크 기능에 입력하고 이에 따른 출력을 판단하도록 구성하였다.

5.2 테스트 조정 8)

앞절에서 구성된 테스트간의 동기는 멀티 태스킹 운영 체제의 기능을 이용하였다. 이 운영 체제는 여러 테스트를 동시에 처리할 수 있는 기능을 제공한다. 각 테스트는 그림 5-2와 같이 특정한 순간에 dormant, ready, waiting, active의 상태중에서 한 상태를 유지한다.



S1: Simulation task
 S2: Recieve task
 S3: Send task
 HS1, HS2: Interface task

그림 5-1. 전체적인 테스트 구성도
 Fig. 5-1. Overall structure of tasks.



그림 5-2. 테스트 상태 전이도
 Fig. 5-2. task state transition diagram.

5.3 실험 환경

앞에서 구성된 테스트들은 VME-10 마이크로컴퓨터상에서 MC68000 어셈블리 언어를 이용하여 프로그램하였으며 멀티 태스킹 기능을 이용하여 링크시킨 다음 VMEbus를 통하여 MVME-110 모노보드 컴퓨터로 전송하여서 실행하였다. 이때 시뮬레이션 태스크들과 신호 링크 기능은 각각 다른 MVME-110 모노보드 컴퓨터로 전송되며 공통으로 사용되는 번수나 버퍼는 공통 메모리에 두어 실행하였고 상호간의 테스트 신호와 메시지의 송, 수신은 VMEbus를 통하여 이루어진다. 그림 5-3은 실험을 위한 시스템 구성도이다.

5.4 결과 및 검토

앞의 결과들과 결론에서 기술했던 방법들을 가지고 구현된 신호링크기능을 테스트하여 본 결과 대상 신호링크기능이 4장에서 규정한 서비스들을 정상적으로 수행함을 확인할 수 있었다. 한편, 테스트 대상 신호 링크는 정상적인 결

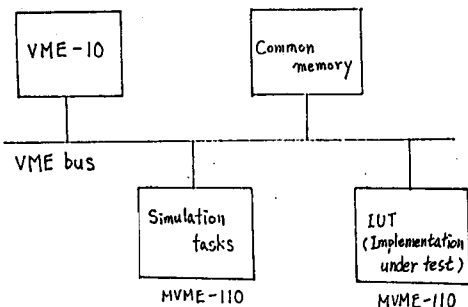


그림 5-3 실험을 위한 시스템 구성도
 Fig. 5-3 System structure for experiment.

우의 메시지 송, 수신기능이 이미 테스트되어진 시스템 이기 때문에 테스트 대상 신호링크기능과 정상적인 상황의 테스트를 여러없이 실행함을 확인함으로써, 시뮬레이션 태스크의 구성에 논리적인 잘못이 없이 의도했던 실행을 수행함을 확인하였다. 그리고 정상적인 상황뿐만아니고 비 정상적인 경우도, 즉 여러들과 타임아웃 사건의 발생에 대한 동작테스트도 가능함을 확인 하였다. 한편 본 연구에서 구성한 테스트 절차의 테스트 능력을 알아보기 위하여 테스트 대상 신호링크기능에 Q703의 SDL에 따라 각 가지(branch)에 인위적인 잡음을 가하여 실행중이다.

6. 결론

본 연구는 신호 링크 기능을 테스트하기 위하여 상태 전이도를 이용하여 신호 링크 기능의 동작을 규정하였고 이 상태 전이도를 기준으로 테스트 절차를 구성하였다. 상태 전이도에서 실제 발생할 수 있는 상황은 무한하므로 그러한 상태 전이는 신호 링크 기능이 상위 계층에 제공하는 서비스를 기준으로하여 정상적인 경우와 비 정상적인 경우에서의 어려움, 타임아웃, 재전송등을 고려 하여 구성하였다.

구성된 테스트 절차를 프로그램으로 작성하여 MVME-110 모노보드 컴퓨터 상에서 멀티 태스킹 방법을 이용하여 실행함으로써 실시간 테스트하였고, 그 결과 테스트 대상 신호링크기능이 정상적으로 동작함을 확인 하였다.

본 연구에서 구성된 테스트 절차는 다른 환경에서 구성한 No.7 신호 방식의 테스트 절차로서 활용 가능하며, 또한 이 테스트 절차를 통하여 테스트된 신호 링크 기능은 다른 신호 링크 기능 테스트를 위한 모토마타로서 활용 될 수 있다.

참고 문헌

1. CCITT red book, recommendation Q703.
2. VERSADOS Overview Manual, Motorola, May 1984.
3. VME-110 Monoboard Microcomputer User's Manual, Motorola.
4. M. Subocz, "CCITT No.7 Common channel Signalling System for Digital Network", Telecommunication Journal of Australia, Vol. 31, no. 3, 1981.
5. ERICSSON, "CCITT Signalling System No.7 in AXE10", Sweden.
6. 김덕진, 조현준, 김연옥, 김영진, 박식진, 김상경, 이상근, 기창근, 류상신, 김진태, "다중 프로세서에 의한 신호 처리에 관한 연구", 고려대학교 생산기술 연구소, 생산기술연구소 연구 계약 연구보고서, 1986. 10.
7. 이상근, "공통선 신호 방식의 신호 링크 기능 구현에 관한 연구", 석사학위 논문, 고려대학교, 1986. 12.
8. 김영진, "시분할 버스구조를 갖는 밀집한 다중 프로세서 시스템의 구현에 관한 연구", 박사학위 논문, 고려대학교, 1986. 12.
9. O. Rafiq, "A Good Approach for Testing Protocol Implementations", Groupe Bull Direction Technique Bull Transac BP 92, 91301 Massy, France.
10. ISO/SC 21/WG 16-1/N 41 Conformance Testing methodology and framework.
11. Dr. D. Rayner, "Towards standardized OSI Conformance Tests", Protocol Specification, testing, and verification, S. M. Diaz(editor), Elsevier Science Publishers B. V. IFIP, 1986.
12. 김연옥, "공통선 신호방식의 메시지 전달부 구현에 관한 연구", 박사학위 논문, 고려대학교, 1986. 12.
13. 김상경, "공통선 신호 방식의 신호망 기능 구현에 관한 연구", 석사학위 논문, 고려대학교, 1986. 12.

본 연구는 한국전자통신연구소의 위탁과제로 수행중에 있습니다.