

# HLRP: 고 신뢰도를 갖는 경량 실시간 프로토콜

김형환<sup>†</sup>·문성<sup>††</sup>·은성배<sup>†††</sup>·임동선<sup>††††</sup>

## 요 약

본 논문에서는 HLRP(High-reliable Light-weight Real-time Protocol)라는 실시간 통신 프로토콜에 대하여 기술한다. HLRP는 SSCS(Service Specific Convergence Sublayer) 계층의 프로토콜로서 ATM 교환 시스템 내에서 동등계층간(peer-to-peer)의 흐름제어, 전송 오류 복구 및 IPC를 위한 통신 링크 관리 등의 기능을 수행한다. 일반적으로 SSCS 프로토콜은 통신 링크를 설정하고 해제하는 과정을 필요로 하나 HLRP에서는 그 과정을 필요로 하지 않는다. HLRP는 ATM 교환 시스템과 같은 전용시스템에서 처리기나 제어기와 같은 통신 객체들에 관한 정보를 시스템 구성 시에 알 수 있다는 점을 이용하여 항구가상연결 개념을 적용한 경량의 실시간 프로토콜이다. 또한 오류 복구 절차를 간소화하고 프로토콜의 상태 수를 줄임으로써 성능을 높였다. 실험을 통하여 HLRP가 경량임에도 불구하고 ATM 교환 시스템에서 요구하는 고 신뢰도를 만족함을 보였다.

## HLRP: A High-reliable Light-weight Real-time Protocol

Hyung-Hwan Kim<sup>†</sup> · Seong Moon<sup>††</sup> · Seong-Bae Eun<sup>†††</sup> · Dong-Sun Lim<sup>††††</sup>

## ABSTRACT

This paper describes the design and implementation of high-reliable light-weight real-time protocol(HLRP). The HLRP is one of the SSCS(Service Specific Convergence Sublayer) protocols. It supports peer-to-peer flow control, transmission error recovery, and the management of communication link for IPC(Inter Process Communication) in ATM Switching Systems. In general, SSCS protocols include the setup and release steps of communication link. However, SSCS protocol for IPC does not necessarily require those steps at the control plane of ATM protocol reference model. The information about the communicating objects such as processors and controllers are known at the time of system configuration stage. Therefore, we adopt permanent virtual connection concept on the connections for IPC. There is no need for setup and release steps of communication link in IPC connection, and the link setup is simplified by the setup primitive for message delivery. We design a simplified protocol for implementing light-weight protocol by minimizing protocol states and by simplifying error recovery procedures. Due to HLRP, we could guarantee an assured data transfer service in ATM switching systems.

### 1. 서 론

광 케이블과 같은 고속 전송 매체의 개발과 이의 운용을 위한 하드웨어 기술의 발전에 따라 종합 정보 통신망은 광대역 화하게 되었다. 광대역 서비스는 CCITT가 권고한 I.211에 따르면 대화형(interactive) 서비스와 분배형(distribution) 서비스로 분류되는데[1, 2] 이러한

서비스의 완벽한 지원을 위한 전송 방식으로 비동기 전송 모드(ATM: Asynchronous Transfer Mode)가 권고된다[3, 4].

상기한 ATM 방식을 적용하여 구현된 ATM 교환 시스템은 각종 자원을 관리하는 하드웨어 장치들의 제어를 위해 분산 구조 형태의 제어계를 갖는다. 제어계의 기능은 CHILL언어[12]로 작성된 교환기 응용 소프트웨어 모듈로 수행된다. CCITT Z.200으로 권고된 CHILL은 모듈 프로그래밍, 구조적 프로그래밍, 병렬처리, 분리 컴파일, 데이터 추상화 등등의 기능들을 갖는다. 이

† 정 회 원 : 한국전자통신연구원, 실시간 OS팀 선임연구원  
†† 정 회 원 : 한국전자통신연구원, 실시간 OS팀 연구원  
††† 정 회 원 : 한남대학교, 정보통신공학과 교수  
†††† 정 회 원 : 한국전자통신연구원, 실시간 OS팀 팀장  
논문접수: 2000년 6월 28일, 심사완료: 2000년 7월 26일

기능들 중에서 병행 처리를 위한 프로세스들의 연동은 프로세스들간 동기 및 통신을 통해 이루어지는데 동기 및 통신은 공유하는 메모리의 유무에 따라 이벤트, 버퍼 및 시그널로 구현된다. 시그널을 통한 프로세스간 동기 및 통신을 IPC(Inter-Process Communication)라 하는데 프로세서의 위치에 대한 투명성(transparency)을 제공한다.

ATM 교환 시스템에서 제어계는 프로세서간 통신을 위해 별도의 IPC 망은 두지 않고 ATM 스위치를 이용하기 때문에 셀 단위로 전송이 이루어지는 ATM 스위치와 메세지 단위로 통신을 수행하는 프로세서간의 정합을 위하여 셀과 메세지 상호간의 셀 분해 조립 기능이 요구된다. 또한, 교환기의 응용 소프트웨어들에서 메세지 유실 등 통신오류가 발생한다면 ATM 교환기의 관리 및 제어에 결함(fault)을 유발하게 되며 극단적인 경우는 ATM 교환기의 정상적인 운용에 장애(failure)를 일으킬 수 있다. 따라서, ATM 교환기에는 높은 신뢰도를 가지는 IPC 프로토콜이 요구된다[3, 5].

ATM 통신망에서 IPC 프로토콜의 개발에 기존의 연구들은 크게 둘로 나뉜다. 그 중 하나는 ATM셀 방식의 낮은 신뢰도를 좀 더 높이려는 방향이고 다른 하나는 ATM 통신 프로토콜의 빠른 속도를 유지할 수 있도록 프로토콜의 속도를 개선하는 방향이다. 먼저 Hwang[15]은 TCP/IP를 무선 통신용 ATM 상에서 구현할 때 신뢰도를 높일 수 있는 방법으로 SSCF-TADA5라는 프로토콜을 개발하였다. Chen[16]은 반이중 통신선로에서 신뢰도를 높일 수 있는 방식으로 선택적 ARQ 기법을 제안하고 성능을 평가하였다. 또한, Kanai[17]는 SSCS에서 신뢰도를 높일 수 있는 방식으로 FEC(Forward Error Correction)에 기반한 프로토콜을 제안하였다. 프로토콜의 속도를 개선하려는 노력으로는 먼저 SHIPP[20] 구조를 들 수 있는데 SHIPP은 프로토콜을 전문으로 처리하는 범용의 하드웨어 구조를 말하며 시험구현을 통하여 소프트웨어보다 28배 이상의 속도 향상을 보였다. Lizzi[18]는 Chorus 분산환경에서 IPC의 실시간성을 높이려는 연구를 수행하였고 [19]의 경우엔 IPC를 위한 특수한 통신제어기의 구조에 대하여 기술하였다.

본 논문에서는 교환기 응용 소프트웨어들의 가용성(availability)을 높이고 고 신뢰도를 보장하기 위해서 동등 계층간 흐름제어, 전송 오류 제어, 전송 에러 복구, 프로토콜 에러 검출 등의 기능을 갖는 고 신뢰도

실시간 프로토콜을 설계하고 이를 구현한다. 이 프로토콜은 HLRP라고 불리며 SSCS(Service Specific Convergence Sublayer) 계층의 기능을 수행한다. HLRP는 동적으로 통신 링크를 설정하고 제어할 필요가 없는 항구가상연결 개념을 도입하여 프로토콜을 간략화 한다. 또한 오류 복구 절차를 간소화하고 프로토콜의 상태 수를 줄임으로써 경량 프로토콜(HLRP)을 제시하였다. ATM 교환시스템에서 이를 적용, 구현하고 성능을 조사한다.

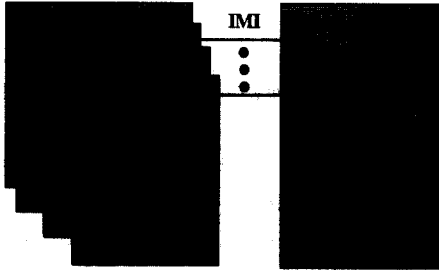
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 ATM 교환기에서의 분산 통신 모델을 정의하고 ATM 교환기의 구조를 설명하며 이 구조에서 고성능 실시간 프로토콜의 스택의 정의와 그 특성을 설명한다. 3장에서는 본 논문에서 제안한 고성능 실시간 프로토콜의 설계 및 구현을 기술한다. 4장에서는 제안된 시스템의 성능 평가를 기술한다. 끝으로 5장에서 결론과 향후 연구 방향을 기술한다.

## 2. ATM 교환기에서의 분산 통신 모델

### 2.1 ATM 교환기 구조

ATM 교환기는 두 종류의 서브 시스템으로 구성된다. 그 중 하나는 ACS(Access Central Subsystem)로서 시스템 전체를 제어하고 관리하며 운용자 정합 기능을 제공함으로써 운용자가 시스템을 관리 운용할 수 있도록 해 준다. ACS는 운용 관리 프로세서(OMP : Operation and Maintenance Processor)와 운용자 정합 장치, 데이터 저장 장치 및 집중 스위치(CSW : Central Switch)로 구성된다. 다른 하나는 ALS(Access Local Subsystem)로서 가입자 정합 장치 및 단위 스위치(ASW : Access Switch)를 제어하고 관리한다. ALS는 각종 연결의 상태를 관리하고 하드웨어 장치의 상태를 관리하는 가입자 호처리 프로세서(SCP : Subscriber Call Processor)와 가입자 정합 장치 및 단위 스위치로 구성된다.

OMP는 CSW의 한 포트, SCP는 ASW의 한 포트에 IMI(Inter-module Interface) 링크를 통해 연결되어 IPC를 송수신한다. SCP와 SCP간의 IPC 경로는 ASW와 CSW 그리고 다시 ASW를 통하는 3-stage 구조로 되어 있고, OMP와 SCP간의 통신은 CSW와 ASW를 거치는 2 stage 구조로 되어 있다.

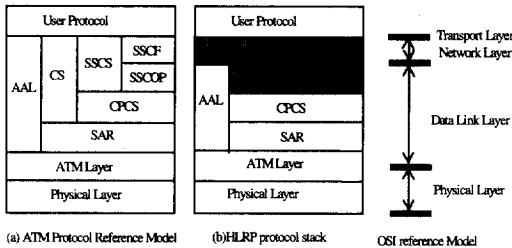


(그림 1) ATM 교환기 구조

2.2 ATM 교환기에서의 프로토콜 모델

ATM 교환기의 제어계에서는 프로세서간 통신을 위해 별도의 IPC망을 두지 않고 ATM 스위치를 이용한다. 이에 따라 셀단위로 전송이 이루어지는 ATM 스위치와 메시지 단위로 통신을 수행하는 프로세서간의 정합을 위하여 셀과 메시지 상호간의 분해 및 조립 기능이 요구되며 이는 AAL-5의 SAR(Segmentation And Reassembly) 부계층 기능으로 실현된다[4, 6-8].

ATM 교환기의 IPC는 사용자의 데이터와 동일한 통신 경로를 사용한다. 사용자 데이터는 (그림 2(a))와 같은 프로토콜 스택을 갖는다. 따라서, AAL-5의 SAR 부계층에서 검출된 통신상의 오류를 SSCS 부계층에서 복구한다. 그러나, IPC의 프로토콜 스택은 SAR 및 CPCS(Common Part Convergence Sublayer)로만 구성되기 때문에 발생된 통신 오류에 대한 복구 기능이 필요하게 되었고 이 기능을 IPC에 수용하는 방안이 검토되었다.



(그림 2) ATM 프로토콜 참조 모델

일반적으로 프로토콜은 적용될 하드웨어의 통신 특성을 반영하여 설계된다. OSI 참조 모델을 기준으로 데이터 링크 계층을 구현한 프로토콜들로는 HDLC, LAPB, LAPD 및 LLC등이 있다. 이들은 전송 오류의 제어를 위해 Go-back-N 및 선택적 재전송 방식을 사

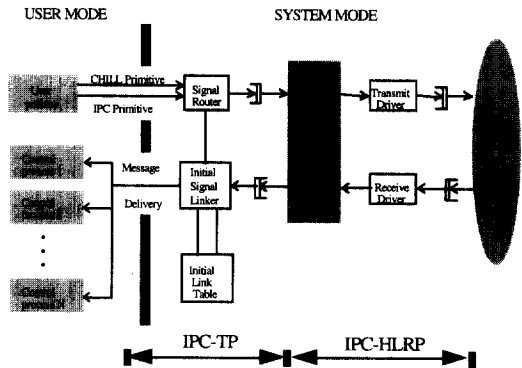
용한다. ATM 망은 채널 속도가 빠르고 전송되는 셀 수가 많기 때문에 간단한 구조를 가지며, 따라서 광대역 통신 시스템의 데이터 링크 계층에는 프로토콜 처리를 위한 오버헤드를 최소화한 프로토콜의 적용이 요구된다. 또한, 본 논문의 타겟인 ATM 교환기는 높은 신뢰성을 요구하며 향후 프로토콜의 확장이 용이해야 하는 구조적 특징을 갖는다. 따라서, 이를 만족시키기 위해 확장성을 갖는 stop-and-wait ARQ(Automatic Repeat reQuest)방식을 기본으로 하는 고성능 실시간 프로토콜이 요구되며 이 프로토콜은 (그림 2(b))에서 IPC-HLRP를 구성한다.

3. 고성능 실시간 프로토콜의 설계

본 장에서는 설계된 프로토콜의 구조 및 동작 원리, 자료 구조 및 알고리즘을 설명한다.

3.1 구조 및 동작 원리

분산 구조하에서의 고신뢰도 분산 실시간 처리를 충족시키기 위해 반드시 필요한 IPC 기능은 각기 다른 프로세서에 위치하는 프로세스들간의 메시지 교환이나 프로세스간 동기의 수단이 되는데[9-11] 이는 (그림 3)에 나타난 것과 같이 사용자 인터페이스, 메시지 전송 및 큐 관리 등을 담당하는 상위레벨 IPC(IPC-TP)와 실제 통신 선로를 통한 수신, 메시지 전송 및 수신 과정중의 오류 검출 및 복구, 그리고 IPC 하드웨어와의 인터페이스를 담당하는 하위레벨 IPC(IPC-HLRP)로 구성된다.



(그림 3) IPC 메시지 전달 과정

IPC-TP는 사용자 인터페이스를 위하여 CHILL 구

문[12]을 지원하는 비동기(Asynchronous) send기능과 receive기능, CHILL 구문을 확장하여 초기 통신 프로세스 지정을 위한 link기능을 제공한다. 메시지 루팅은 메시지를 수신하는 프로세서측에서 일어나며 송신측에서는 상대 프로세서의 주소만을 이용하여 보내고 수신측에서는 시그널 식별자와 시그널 링크 테이블을 이용하여 해당하는 프로세스를 찾아 링크를 형성해 준다.

IPC-HLRP는 송수신 send/receive 과정에서 발생하는 흐름제어 문제를 해결하고 IAAH(IPC AAL Handler Block)와의 인터페이스 기능을 제공한다. 전자의 경우는 대개 전송 순서 보존, 에러 검출 및 복구 기능을 말하는데 이를 위해 PHB(Protocol Handling Block) 및 CSB(Control Signal Buffer)를 둔다.

PHB의 역할은 외부로 나가는 메시지 및 들어오는 메시지에 대한 프로토콜 처리를 위한 자료 구조이다. PHB는 통신하는 상대 프로세서에 대하여 각각 하나씩 존재하며 모든 통신은 해당하는 PHB를 통해 이루어진다.

CSB의 역할은 통신 오버헤드를 최소화하기 위해 프로토콜 제어 메시지를 IPC 메시지와 분리하여 관리하며 추후 프로토콜의 확장이 용이한 자료구조를 갖추고 있다.

### 3.2 설계시 고려 사항

ATM 프로토콜 참조 모델의 제어평면에서 AAL 을 위한 SSCS 프로토콜들은 SSCOP(Service Specific Connection Oriented Protocol), HDLC(High Level Data Link Control), 또는 그외의 다른 데이터 링크 계층 프로토콜들이다[13]. 일반적으로 이들 프로토콜들은 통신 링크를 설정하고 해제하는 과정들을 포함하고 있다. 그러나 IPC를 위한 SSCS 프로토콜들은 이들 과정을 꼭 필요로 하는 것은 아니다. 교환시스템과 같은 전용 시스템에서는 프로세서와 제어기와 같은 통신 객체들에 관한 정보를 시스템 구성 단계에서 미리 알 수 있다. 즉, 미리 알려진 통신 객체들 사이에 항구 가상 채널을 설정하면 통신 링크의 설정 및 해제 과정을 간략화할 수 있다.

우리는 프로토콜 상태 수를 줄임으로써 프로토콜의 복잡성을 최소화하는 기법을 제시한다[5]. SSCOP와 HDLC가 대략 10개의 상태[14]를 갖는데 반하여 제안된 HLRP는 단지 4개의 상태만을 갖는다. <표 1>은 세계의 프로토콜의 형상을 비교한 것이다.

<표 1> 프로토콜 비교표

number \ protocols	HLRP	SSCOP	HDLC
commands/responses	4	15	31
PDU formats	2	14	3
Protocol States	4	10	about 10

### 3.3. HRLP 기능들

HRLP 기능들은 다음과 같이 분류된다.

#### 3.3.1. Send 기능

send 기능은 사용자가 원하는 데이터를 목적지에 전송하기 위한 것이다. Send PDU는 다음과 같이 정의된다.

```
Send PDU ::=
{
  unsigned char   PhysicalAddress(3),
                  unsigned short Control,
  ADDRESS        DestinationAddress,
  ADDRESS        SourceAddress,
  unsigned short  SignalIdentification,
  unsigned short  Priority,
  unsigned short  MessageSize,
  unsigned char   Message(456)
}
```

Send PDU 의 파라미터들은 다음과 같은 의미를 갖는다.

- PhysicalAddress : ATM 스위치에서 경로 설정을 위하여 사용되는 주소로서 프로토콜 핸들러에 의하여 지정된다. 파라미터의 크기는 3 바이트이다.
- Control : 순서 번호와 PDU 형태로서 프로토콜 핸들러에 의하여 기술된다. 프로토콜 명령을 제어할 때 사용된다.
- DestinationAddress : 사용자의 데이터가 전송될 목적지의 주소를 지정한다.
- SourceAddress : 프로토콜 핸들러가 기술하며 전송자의 주소이다. 이때 모든 프로세서와 제어기들은 모두 미리 지정된 독자적인 주소를 갖는다.
- SignalIdentification : 메시지의 식별자이다.
- Priority : 긴급한 메시지와 실시간 메시지(out of band message)를 제어하기 위하여 사용된다.
- MessageSize : 전송되는 메시지의 크기를 나타낸다.
- Message : 실제 사용자가 전송하려는 메시지를 나타낸다.

3.3.2 receive 기능

receive 기능은 사용자가 자신에게 전송된 메시지를 수신할 때 사용된다. PDU는 send와 동일하다.

3.3.3 Ack 기능

Ack 기능은 송신측에 있는 HRLP 프로토콜 핸들러가 다음 명령어를 전송할 수 있게 해준다. Ack 기능의 PDU는 다음과 같은 구조를 갖는다.

```
Acknowledgment PDU : :=
{
    unsigned char PhysicalAddress(3),
    unsigned short Control,
    ADDRESS DestinationAddress,
    ADDRESS SourceAddress,
}
```

Ack PDU의 파라미터의 의미는 다음과 같다.

- PhysicalAddress : 다른 PDU와 동일하다.
- Control : 순서 번호와 PDU형태로서 프로토콜 핸들러에 의하여 기술된다. 프로토콜 명령어를 제어할 때 사용된다. 이 파라미터의 순서 번호는 수신된 메시지의 전송 순서 번호를 따른다.
- DestinationAddress : 메시지를 전송한 상대방의 주소로서 프로토콜 핸들러가 지정해 준다.
- SourceAddress : 메시지를 수신한 쪽의 주소로서 프로토콜 핸들러가 지정해 준다.

3.3.4. T1 기능

HLRP는 두개의 전송 타이머를 갖는다. T1은 그 중의 하나인데 시간종료주기가 500밀리초이다. T1 기능은 다음과 같이 구현된다. 송신측이 수신측으로부터 T1 종료시간까지 Ack 메시지를 받지 못하면 송신측은 이전 메시지를 재전송한다. 이 값은 HLRP의 성능에 큰 영향을 미친다. 만약 T1 종료시간이 너무 짧으면 재전송이 자주 일어나서 메시지가 중복될 가능성이 많아진다. 반대로 너무 길다면 오류가 발생했을 때 오류 복구의 지연시간이 커진다. 따라서 T1 종료시간을 결정하는 것은 프로토콜의 성능에 매우 중요하다. ATM 교환 시스템의 전송지연시간은 50 마이크로초 정도이고 T1의 종료시간은 500 밀리초이므로 중복된 메시지를 만들어낼 가능성은 거의 없다고 할 수 있다.

3.3.5 T2 기능

T2는 다른 하나의 전송 타이머로서 종료시간이 3

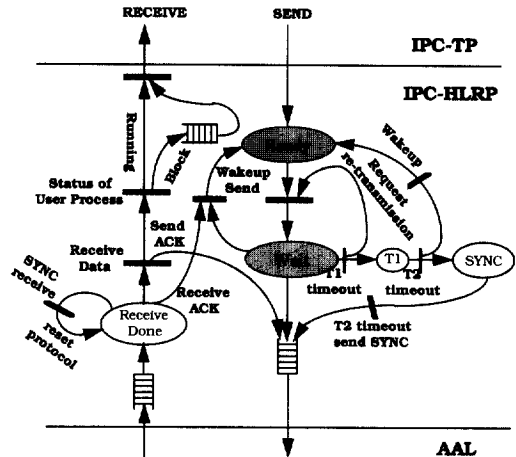
초이다. T2타이머가 종료된다면 프로토콜 처리기는 프로토콜을 초기화하는데 오류에 의하여 블록된 사용자들이 깨어나게 된다. 그 이후, 동기를 위한 PDU를 반응을 하지 않는 통신 객체에 전송하여 통신을 재개한다.

3.4 처리 규칙

처리 규칙은 프로토콜 요소중의 하나이다[5]. 일반적으로 이 처리규칙으로 프로토콜을 기술한다. HLRP에 대한 처리 규칙은 다음과 같다.

- 1) 메시지를 한 개 전송한 이후, 송신측은 수신측의 acknowledgement를 기다린다. 만약 T1 종료시간 내에 승인 메시지를 받지 못하면 그 전 메시지를 재전송한다. 그렇지 않으면 전송할 새 메시지를 가져온다.
- 2) 여러 번 재전송 후에도(T2 종료시간 동안) 수신 승인 메시지를 받지 못하면 송신측은 프로토콜을 초기화한다. 즉, 모든 전송 큐를 삭제하고 모든 블록된 프로세스들이 오류 상태에서 깨어나게 하며 동기를 위한 PDU를 전송한다.
- 3) 만약 수신측에서 오류 없는 메시지를 받았다면 수신측이 보내는 메시지상에 승인 메시지를 실어서 보낼 것이다. 수신에 오류가 있었다면 승인 메시지는 삭제된다.
- 4) 수신측에서 동기를 위한 PDU를 받는다면 전송과 수신을 위한 순서 번호를 초기화한다.

상기한 처리 규칙에 따른 상태 천이도는 (그림 4)와 같다.



(그림 4) HRLP 상태 천이도

#### 4. 실험

ATM 교환 시스템에서 발생할 수 가장 중요한 오류들은 다음과 같다.

- 셀/메시지를 망에 삽입시의 오류
- 유료부하 셀/메시지의 삭제
- 유료부하 셀/메시지의 중복
- 셀/메시지 순서 오류
- 셀/메시지 파괴

데이터가 삽입/삭제 오류등은 송신측과 수신측이 일시적으로 동기를 맞추지 못할 때 발생할 수 있다. 순서 오류는 데이터가 ATM 스위치를 포함하는 경로를 통해서 라우팅될 때 발생할 수 있다[5].

우리는 (그림 1)에서 볼 수 있는 것과 같은 ATM 교환 시스템에서 HLRP 프로토콜을 실험하였다. 우리는 사용자 프로세스 역할을 할 테스트 프로그램을 작성하였으며 다음과 같은 절차를 따른다.

- 1) ALS 들간의 두 사이트를 통신 객체로 선정한다. 또한, ACS에서 한 사이트를 선정한다.
- 2) ACS의 사이트에서 시작하여 ALS의 두 사이트를 경유하고 다시 ACS로 돌아오는 IPC를 생성한다.
- 3) HLRP없이 실험을 수행한다.
- 4) HLRP상에서 실험을 수행한다.

HLRP 없이 수행한 경우의 결과를 <표 2>에서 보 이고 있다. 표에서 보듯이 사이트 A의 오류율은  $5.97 * 10^{-3}$ 이고 사이트 B의 결과는  $2.02 * 10^{-3}$ 에 이른다(DUP 은 중복 오류를 나타내며 CHKE는 checksum 오류를 나타낸다).

<표 2> 실험 결과

SITES \ COUNTS	TX	RX	LOSS	DUP	CHKE
site A	20466940	20465718	2363	1141	0
site B	20466940	20462813	5111	984	0

HLRP상에서 수행한 경우, 즉 4) 번 절차의 경우엔, ATM 교환시스템상에서 발생할 수 있는 오류들, 즉, CRC 오류, 메시지 삭제 오류, 중복 오류 등의 모든 오류를 복구할 수 있었다.

#### 5. 결 론

ATM 교환 시스템과 같은 전용시스템을 위한 경량의 고신뢰도를 갖는 통신 프로토콜인 HLRP를 개발하였다. HLRP는 SSCS계층의 기능을 수행하는 프로토콜로서 기존의 SSCS 프로토콜들이 예외처리를 위한 경우, 연결 설정 및 해제 의 경우 등과 같은 많은 프로토콜 상태를 갖는데 반하여 HLRP는 연결 설정과 해제를 시스템 구성 시에 수행함으로써 연결 설정과 해제 등을 위한 프로토콜 상태 수를 줄일 수 있었다.

HLRP에서 우리는 연결 설정 및 해제를 위한 상태 뿐만 아니라 오류 처리 절차를 간소화시키는 경량의 프로토콜을 개발하였다. 실험을 통하여 HLRP 프로토콜이 오류 처리 절차가 간소함에도 불구하고 ATM 교환시스템에서 발생할 수 있는 대부분의 오류를 처리함으로써 신뢰할 수 있는 데이터 전송 서비스를 보장한다는 것을 보였다.

HLRP는 정지/대기 방식의 ARQ에 기반을 두기 때문에 필연적 IPC의 성능이 저하된다는 약점을 갖고 있다. 그러나 ATM교환시스템에서 전송지연 시간은 50 밀리초 정도이므로 ARQ에 의한 부담은 크지 않다고 할 수 있다.

향후 연구 계획은 창의 크기와 ARQ 모드를 수정함으로써 성능 향상을 도모하는 것이다.

#### 참 고 문 헌

- [1] CCITT : Recommendation I.211. "BISDN Service Aspects," Rev.1, Geneva, 1993.
- [2] Cheol Kie Kim, Chong Sang Kim, "Packet transmission of broadcasting TV signal in ATM networks," Proceedings of International Conference on Signal Processing(ICSP) '90, pp.14-25, October 1990.
- [3] William Stallings, "ISDN and Broadband ISDN," Macmillan Publishing Company, pp.495-507, 1992.
- [4] Byung-Ki Lee, Min-Ho Kang, Jong-Hee Lee, "Broad Band Communication," Geohaksa, pp.314-331, 374-386, 1994.

[5] Gerard J. Holzmann, "Design and Validation of Computer Protocols," Prentice-Hall International, 1991.

[6] ITUT-T : Recommendation I.321, "B-ISDN Protocol Reference Model and it's Application," Geneva, 1991.

[7] ITU-T : Recommendation I.362, "B-ISDN ATM Adaptation Layer(AAL) Functional Description," Rev.1, Geneva, 1993.

[8] ITU-T : Recommendation I.363, "B-ISDN ATM Adaptation Layer Specification," Rev.1, Geneva, 1993.

[9] Sape J. Mullender, "Distributed Systems," Addison-Wesley Publishing Company, pp.217-248, 315-326, 447-486, 1993.

[10] Andrew S. Tanenbaum, "Distributed Operating Systems," pp.35-65, 223-230, Prentice Hall, 1995.

[11] Lubomir Bic, Alan C. Shaw, "The Logical Design of Operating Systems," Prentice Hall International, pp.36-78, 1988.

[12] CCITT : Recommendation Z.200. "Introduction to CHILL," Geneva, 1983.

[13] Rainer Handel, Manfred N. Huber, Stefan Schroder, "ATM Networks : Concepts, Protocols, Applications," Addison-Wesley Publishing Company, pp. 215-218, 251-256, 1994.

[14] Jin-Wook Jung, Ok-Hwan Byun, "Data Communication and Computer Networks," Ohm, pp.267-270, 302-345, 1983.

[15] Young-ki Hwang, Stuart Card, Keith Keshler, David Schroeder, and Fred Tims, "Service Specific Coordination Function for Transparent Assured Delivery," Proceedings of MILCOM99, Vol.2, pp. 878-882, 1999.

[16] Chunxiang Chen, Masaharu Komatsu, and Kozo Kinoshita, "Performance Evaluation of ARQ Schemes in Dialogue Communication over Half-Duplex Line," Technical Report of IEICE, SSE92-98, pp.1-6, 1992.

[17] Kumito Kanai, Reto Grueter, Keiji Tsunoda, Takeshi Saito, and Hiroshi Esaki, "Forward Error Correction

Control on AAL5 : FEC-SSCS," Proceedings of ICC96, Vol.1, pp.384-391, 1996.

[18] Christophe Lizzi and Eric Gressier-Soudan, "A Real-Time IPC Service over ATM networks for the Chorus Distributed System," Proceedings of 24-th Euromicro Conference, Vol.2, pp.1013-1020, 1998.

[19] Hea-Sook Park, Sung-Jin Moon, Man-Sik Park, Boseob Kwon, and Kwang-suk Song, "Design of Inter Processor Communication Controller using ATM Switch and Analysis of its Optimal Message Length Considering Retransmission," Proceedings of 4-th International Workshop on Real-Time Computing Systems and Applications, pp.18-25, 1997.

[20] Takao Matsuda and Kazuhiro Matsuda, "A new protocol processing architecture for high-speed networks," Proceedings of GLOBECOM96, Vol.2, pp.798-803, 1996.



### 김형환

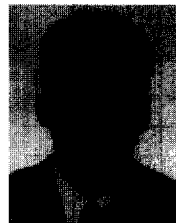
e-mail : hhkim@etri.re.kr

1991년 한양대학교 전자공학과  
(공학사)

2000년 충남대학교 컴퓨터공학과  
(이학석사)

1991년~현재 한국전자통신연구원  
교환전송기술연구소 선임  
연구원

관심분야 : 분산실시간처리, 개방형 네트워크



### 문성

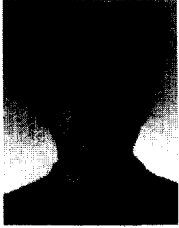
e-mail : seong@etri.re.kr

1996년 한남대학교 컴퓨터공학과  
(공학사)

1999년 충남대학교 컴퓨터공학과  
(공학석사)

2000년~현재 한국전자통신연구원  
교환전송기술연구소 연구원

관심분야 : RTOS, DBMS



### 은 성 배

e-mail : sbeun@camars.kaist.ac.kr

1985년 서울대학교 컴퓨터공학과  
(공학사)

1987년 한국과학기술원 전산학과  
(공학석사)

1987년~1990년 한국전자통신연구소  
TDX개발단 연구원

1990년~1995년 한국과학기술원 전산학과(공학박사)

1995년~현재 한남대학교 정보통신공학과 교수

관심분야 : 분산실시간시스템, 멀티미디어 처리



### 임 동 선

e-mail : dslim@etri.re.kr

1986년 숭실대학교 전자계산학과  
(공학사)

1996년 KAIST 정보 및 통신  
공학과(공학석사)

1986년~현재 한국전자통신연구원 교환전송기술연구소  
선임연구원, 실시간OS팀장

관심분야 : 분산실시간처리, 멀티미디어처리