

# ATM 공중망 스위치에서 ABR 트래픽을 위한 ERICA스위치 메커니즘과의 연동 구조

정 일 영<sup>†</sup> · 강 성 열<sup>††</sup> · 정 택 원<sup>†††</sup>

## 요 약

ATM LAN등으로부터 입력되는 ABR 트래픽이 RM셀에 의해 제어되기 때문에 이들 트래픽을 공중망 ATM 스위치에서 수용하기 위하여 ABR 트래픽 제어 기능의 인터페이스가 요구된다. 본 논문은 ERICA 메커니즘에 의해 제어되는 ABR 트래픽에 대하여 적용되는 인터페이스 기능을 보편적인 연동 구조인 "Projected Node"[6] 접근 방식에 기반을 두고 연동 구조를 제안하고 있다. 이를 위해 도입된 AUPU(ABR Interface Proxy Unit)는 ATM LAN 스위치로부터 ATM 공중망 스위치로 입력되는 ERICA 메커니즘에 의한 ABR 트래픽의 인터페이스 구조로 설계되었다. AIPU에서 사용되는 ABR 트래픽 제어 메커니즘은 기존의 단거리 중심의 LAN 형태로부터 장거리 액세스가 가능한 수정된 메커니즘 특성을 지니고 있다. 다양한 RTT(Round Trip Time)에 따른 동적인 UCI(Update Count Interval)를 적용할 수 있는 동적 속도수정 간격제어 (Dynamic Update Count Interval: DUCI) 메커니즘이 AIPU에서 동작하는 구조가 본 논문에서 제안되었다. 그리고 본 논문은 DUCI 메커니즘의 성능 및 주요 특성이 기존의 ERICA 메커니즘의 문제점과 비교하여 시뮬레이션을 통하여 분석되었다.

## Interworking Architecture of ERICA Switch Mechanism for ABR Traffic Service in Public ATM Switch

Il-Young Chong<sup>†</sup> · Sung-Yeol Kang<sup>††</sup> · Taek-Won Jeong<sup>†††</sup>

## ABSTRACT

ABR traffic from ATM LAN is controlled through RM cell, and the interface function to public ATM network is necessary to provide ABR service efficiently. This paper presents new interface architecture, which is based on "Projected Node"[6], using AIPU(ABR Interface Proxy Unit) to support ABR traffic streams incoming from ATM LAN in the public ATM network. For the efficient interworking, the AIPU has designed for interworking functions with ERICA switch mechanism. Conventional ERICA switch mechanism specified in TM 4.0 is basically used for short distance comparative to public network, however AIPU adopts the novel control mechanism to cover long round trip time (RTT). To improve the problems and to provide a dynamic range of UCI (Update Count Interval), this paper proposes, a novel control scheme, DUCI (Dynamic Update Count Interval). And the paper shows inefficiencies of ERICA mechanism with fixed UCI through the simulation results, and represents the performance enhancement of DUCI mechanism developed to adjust the update count interval dynamically.

† 종신회원 : 한국외국어대학교 정보통신공학과 교수  
†† 정 회 원 : 한국전자통신연구원 책임연구원  
††† 정 회 원 : 국립익산대학 정보통신과 교수  
논문접수 : 1998년 2월 16일, 심사완료 : 1998년 10월 15일

## 1. 서 론

통신망의 고도화 및 멀티미디어화에 의하여 고속 연동 기능을 가진 ATM LAN의 ATM LAN 서비스가 급속히 확산되고 있다. 이와 더불어 초고속 통신망의 구축이라는 국가적인 사업 추진으로 공중망 ATM 서비스도 가까운 시일 안에 상용 서비스로 제공될 것이다. ATM LAN 환경에서 현재 이용되는 서비스 트래픽 중 많은 부분이 데이터 서비스인 점을 고려할 때 앞으로는 ABR(Available Bit Rate) 트래픽이 상당 부분을 차지하는 현상이 지속될 것이다. 비실시간 서비스, 데이터 서비스 및 초고속망 서비스 server등에 액세스 혹은 다른 이용자와의 통신 등에 의해서 발생하는 트래픽들이 공중 B-ISDN망을 통하여 ATM LAN 간 연결을 통해 서비스될 때, ABR 트래픽을 위한 두 네트워크간 연동이 요구된다.

공중망의 ATM 시스템은 기존의 CBR 및 VBR 트래픽이 사용하고 남은 가용 대역폭을 ABR 트래픽을 위하여 효과적으로 사용할 수 있도록 하기 위하여 RM 셀을 정보원, 수신자 및 ATM 교환 시스템과 주기적으로 관련 정보를 교환한다. 이 때 기존의 ITU-T에서 제안된 ABR 제어 메커니즘을 모든 교환시스템에 구현하여 사용한다면, 적절한 대역폭을 할당하기 위하여 RM 셀은 공중 ATM 망의 많은 스위치 노드를 거치게 되며, 이는 RM 셀의 긴 전달 지연현상 및 처리시간 등으로 인하여 ABR 트래픽간 공평한 ACR이 각 ABR 트래픽 이용자들에게 제공되는 데 상당한 시간이 소요될 것이다. 이에 관한 관련 연구결과[7], [8], [9] 및 [10]에 나타난 바와 같이 많은 지연 현상으로 인하여 ACR(Available Cell Rate)이 공평성을 유지하는 정상 상태로 진입하는 데 상당한 시간이 요구되며, 이로 인해 네트워크에서의 ABR 트래픽 서비스를 이용자들에게 이용에 따른 이용요금 및 대역 할당, 그리고 자원 관리에 부적절한 결과를 가지게 된다.

본 논문은 공중 B-ISDN스위치에서 ABR 트래픽의 많은 소스 역할을 하는 ATM LAN 스위치와의 연동에 관한 특성을 분석한다. 그러나 본 논문의 3장에서 분석된 바 있는 시뮬레이션 결과를 볼 때, 기존의 ERICA 메커니즘은 긴 RTT가 요구되는 장거리의 액세스에서 ER(Explicit Rate) 버퍼의 크기의 불규칙한 변동 및 ACR 에서 많은 문제가 있음을 발견하게 되었다. 따라서 ERICA(Explicit Rate Indication for Con-

gestion Avoidance) 스위치 메커니즘에서 효율적인 ABR 트래픽 제어 기능, 본 논문에서 새로이 개발된 ABR 트래픽 제어 메커니즘이 제안되었다. 즉, 제안된 연동 구조는 ATM 포럼에 의해 제안된 ERICA 메커니즘이 ATM LAN 스위치와 연동장치간의 연동에서 효율적인 ABR 트래픽의 제어 메커니즘이 요구됨을 나타내고 있다. 특히, ATM 네트워크 서비스의 이용 증대, 그리고 연동 기능 등을 고려하여 ATM LAN에서 발생된 ABR 트래픽을 공중 B-ISDN망에서 어떻게 효과적으로 수용할 수 있을 것인가에 초점을 맞추어 다음의 사항들을 기술하였다.

- 공중망 ATM 스위치와 ATM LAN과의 ABR 트래픽 인터페이스 구조 분석
- ABR 트래픽의 공중망과의 연동을 위한 인터페이스 기능 구조 및 ATM LAN 스위치에서 ERICA 메커니즘에 의한 ABR 트래픽 관리 메커니즘
- 기존의 ABR 트래픽 제어를 위한 ERICA 메커니즘에 대한 UCI(Update Count Interval) 파라미터 특성을 시뮬레이션을 통한 분석 및 문제점 도출
- ERICA 메커니즘의 UCI의 문제점을 개선한 DUCI(Dynamic Update Count Interval) 메커니즘의 특성 분석

## 2. ABR 트래픽 수용을 위한 공중 B-ISDN ATM 스위치와 ATM LAN간 연동구조

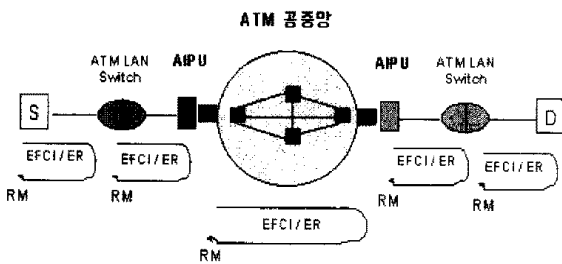
### 2.1 ABR 트래픽 수용을 위한 ATM LAN과의 연동 기능구조

ABR 트래픽을 공중망에서 수용하는 구조에는 ABR 트래픽 인터페이스 기능이 어디에 위치하느냐에 따라 달라지게 된다. ATM LAN, 기존의 LAN 및 공중망에 연결된 ABR 트래픽 정보원들에 의하여 입력되는 ABR 트래픽을 어느 위치에서 어떻게 수용하며, 이를 효과적으로 수용하기 위한 메커니즘을 제공하도록 하느냐에 따라 달라지게 된다. 앞의 내용에서 지적한 바와 같이 ABR 트래픽을 수용하기 위해서 공중망의 모든 스위치에 ABR 트래픽의 제어 기능을 제공하는 방식의 문제점을 보완하기 위하여 다음 그림1과 같이 ABR 인터페이스를 위한 장치, 즉 AIPU(ABR Interface Proxy Unit)를 도입하여 이용자가 액세스하는 입력단에서 ABR 트래픽 관리 기능이 수행 되도록 한다. 이 방법은 이용자가 발생시킨 ABR 트래픽이 다른

중개 ATM 스위치를 통하여 수신지 ATM 스위치에 갈 때, AIPU는 양단에서만 동작하게 한다.

반면에 중개 네트워크 기능을 수행하는 ATM 스위치는 연결되어 사용중인 ABR 트래픽 정보원들에 가상경로(VP: Virtual Path)에 의한 네트워크 자원을 효과적으로 제공할 수만 있으면 된다. 이들 VP에 제공할 수 있는 네트워크 자원을 동적으로 할당할 수 있는 방안을 개발한다면, 구태여 모든 ATM 스위치에 ABR 트래픽 제어 기능을 가지도록 하지 않아도 될 것이다. 따라서 본 논문에서 제시한 네트워크 구조도 동적인 자원 할당 제어 기능 및 ATM LAN 스위치와의 인터페이스도 AIPU에 의해서 이루어지도록 한다면 공중망의 ATM 스위치에 많은 추가 기능 없이도 구현이 가능할 것이다.

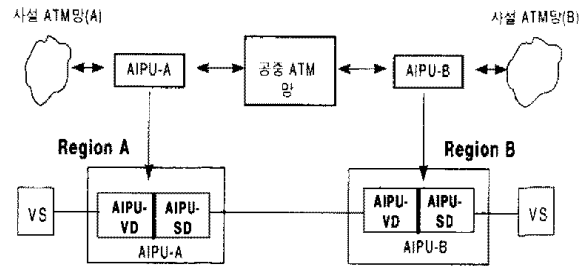
그림 1에서 보는 바와 같이 ABR 트래픽의 이용에서 AIPU는 ATM LAN 스위치에 대하여 ABR 트래픽의 가상 도착지(VD:Virtual Destination) 역할을 담당하며, 다른 쪽의 AIPU에 대해서는 가상 정보원(VS: Virtual Source) 역할을 하게 된다. 이 때 적용되는 스위치 메커니즘은 EFCI(Explicit Forward Congestion Indication) 혹은 ER 메커니즘을 사용하게 된다. 본 논문에서 적용되는 메커니즘 및 스위치에서 적용하는 즉, AIPU에서 적용하는 스위치 메커니즘에 대해서는 다음 절에서 구체적으로 기술될 것이다.



(그림 1) AIPU를 이용한 공중망 ATM 네트워크에서의 ABR 트래픽 수용  
(Fig. 1) ABR Traffic Msing AIPU in Public ATM Network

그리고 그림 2에서는 AIPU의 가상 정보원 및 가상 수신지 역할을 수행하는 기능을 나타내고 있다. ATM LAN과 공중 ATM망이 구간별로 분리되어 ABR 트래픽 관리를 분할 제어하고 있다. 이는 각기 지역(Region A/B)에서 독립적인 ABR 트래픽 관리 기능을 수행하게 함으로써 발생하는 오류 및 기타 관리 기능을 지역화(localization)할 수 있게 된다. 따라서 보통 위의 방법을 택하여 ABR 트래픽 제어를 수행하도록

하면, 3개의 지역으로 구분되어 관리가 이루어진다. 정보원 지역의 Region A, 공중 ATM망 그리고 Region B로 나누어지게 되며, Region A 및 Region B는 ATM LAN 또는 ABR 트래픽 이용자가 될 것이다.



(그림 2) 가상 정보원 및 가상 수신지 역할을 수행하는 AIPU 기능  
(Fig. 2) AIPU Function in Virtual Source and Destination

### 2.2 AIPU간 ABR 트래픽을 위한 자원 할당 구조

ABR 트래픽에서 사용되는 트래픽 파라미터 중 호 성립 과정에서 검토된 MCR에 따라 최저 보장 대역폭을 설정하게 된다. 이 때, 네트워크에서 가용될 수 있는 대역은 CBR 및 VBR 트래픽에 의해 사용되는 대역을 제외한 나머지 대역 한도 내에서 사용할 수 있게 된다. 이 때 네트워크는 다음의 조건을 만족하여야 한다.

$$M_i \geq R_i$$

$M_i$  =  $i$  번째 ABR 트래픽의 MCR, 이 값은 0 혹은 0 보다 큰 값을 가지게 되며, 호 성립 과정에 정보원으로부터 주어지는 값이다.

$R_k$  =  $k$  번째 ATM 스위치 및 전송 시스템의 가용 대역폭

$R$  =  $i$  번째 ABR 트래픽이 도착했을 때의 가용대역, 이는 ATM 스위칭 시스템 관리 기능에 의해 수집되어 정해진다.

$R_i$  는 RM 셀을 이용하여 가용 대역폭을 찾을 때 마다 달라질 수 있으며, 이를 검출하기 위한 새로운 ERICA 메커니즘이 요구된다.

공중 ATM망을 경유하여 이용자 정보가 통과할 때 하는 여러 개의 ATM 스위치 노드 및 전송 시스템을 통과하게 되는 데, 이 때 각 시스템에서 사용 가능한 네트워크 대역폭을 사전에 파악한다. 이를 위해 교환 시스템간 자원관리 절차에 의해 교환되는 정보에 의해 가용 자원 정보가 수집된다. 시스템간 자원 및 VPCI (Virtual Path Connection Identifier)를 정하기 위하여 시스템간의 관리 정보를 교환하는 구체적인 방법에 관

하여 ITU-T의 SG11에서는 현재 시스템 관리 정보 메시지의 구조에 관하여 검토되고 있다. 수집된 정보로부터 시스템의 허용 대역폭 값은 다음과 같이 선정한다.

$$R = \text{Min} \{ R_1, R_2, R_3, \dots, R_k \}$$

각 노드 시스템으로부터 추출하기 위하여 AIPU는 주기적인 정보의 획득을 위한 절차가 AIPU와 ATM 노드 시스템간에 별도의 채널을 통하여 정보를 교환하게 된다. AIPU는 공중 ATM망 각 스위치 시스템의 가용 자원 대역폭 등을 고려하여 다음의  $M$  값을 VPI의 초기 대역폭으로 설정하며, 이를 ATM 공중망에 요구한다. 경우에 따라서  $M$ 은 0의 값을 가지기도 한다.

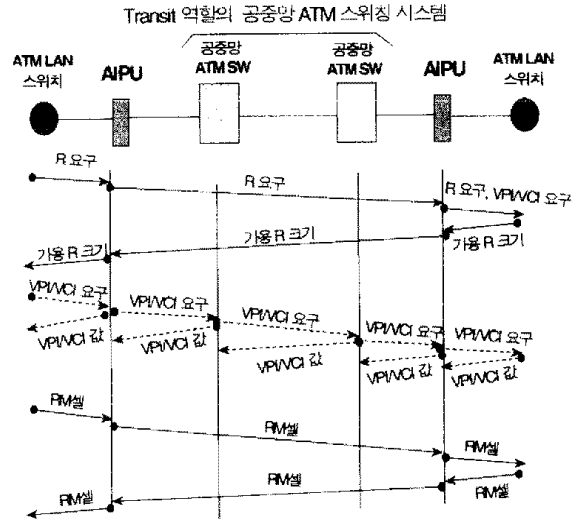
$$M = \sum_{i=1}^k M_i$$

만일 허용 가능한 대역폭이  $M$ 값보다 적을 경우는 가장 최근의 호 요청 VCI에 대하여 호 연결 거부 신호를 보낸다. AIPU는 망관리 시스템, VPI 대역 할당 기능 및 OAM 기능과의 연동으로 주기적으로 교환시스템 자원 상태 정보를 수집하여 위에서 설명된  $R$  및  $M$ 값을 정하게 된다.

전송 링크에 CBR 및 VBR 트래픽이 함께 사용될 때, 위에서 기술된 AIPU간 허용 가능한 대역폭이 CBR/VBR 트래픽의 사용량에 따라 변화되는 VPC 대역을 주기적 혹은 VC 접속이 있을 때마다 계산되는 대역을 이용하여 ABR 트래픽을 위하여 허용 가능한 대역폭이 동적으로 계산된다. 이는 본 논문의 주된 내용이 아니므로 [4]에 자세히 기술되어 있다. 이와 관련하여 [4]에서 제안된 AIPU간 ABR 트래픽을 위한 VP 대역의 크기를 동적으로 계산하는 알고리즘인 "DSVP (Dynamic Sized Virtual Path)"를 도입하면 효율적인 VP자원을 ABR 트래픽을 위하여 공급하게 된다.

AIPU를 도입함으로써 얻을 수 있는 효율성을 나타내는 경우를 호 설정 및 RM셀 교환 과정에서 살펴보면 다음과 같다. VPC를 처음 설정할 때, AIPU는 중간 교환 시스템들로부터  $R$  (허용 가능한 자원) 정보를 수집하여 최소치  $M$ 을 구하게 된다. 정보교환을 위하여 AIPU 및 ATM 스위치의 시스템 관리 기능사이에 정보 요구 및 응답 과정이 주기적으로 이루어진다. 또한, 그림 3에서 보는 바와 같이 RM셀이 일일이 공중망 ATM 교환 시스템을 방문하는 오버헤드를 최소화할 수 있게 되므로 RM셀의 전달 시간으로 인한 공정한 자원 분배의 문제점 및 ACR의 정상상태 도달 시간을

최소화할 수 있게 된다[7][8].



(그림 3) 공중망 Transit 교환기와 AIPU간의 시스템 관리 메시지 및 RM셀 교환 절차

(Fig. 3) Exchange Procedure of RM Cell and System Management Information between Public Transit Exchange and AIPU

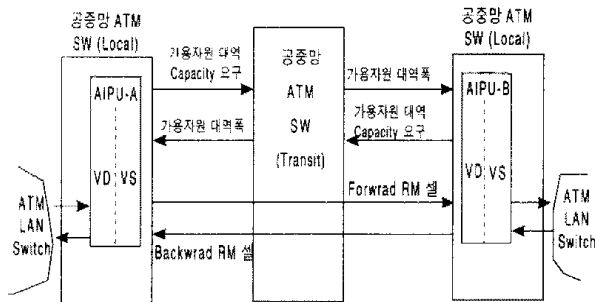
### 3. AIPU의 기능 구조

ABR 트래픽 제어를 위해 사용되는 VS/VD의 구조에서 AIPU는 VS/VD의 주요 동작 기능을 가지게 된다. AIPU를 통한 ABR 트래픽 호 설정에서 공중 ATM망 자원에서 ABR 트래픽을 위한 가용자원 대역폭에 관한 정보는 AIPU가 지니고 있기 때문에 공중 ATM망에서의 VP에 대한 대역폭 크기의 실질적인 결정은 AIPU에 의해서 이루어진다.

호 수락 기능에 의하여 접속이 허락된 ABR 트래픽 호는 TM 4.0 규격에 기술된 절차에 의해서 AIPU, ATM LAN 스위치 및 양단 단말장치가 ABR 트래픽 제어를 위한 제어 절차 및 기능을 수행하게 된다. ATM LAN 혹은 기존 LAN으로부터 입력되는 트래픽과 수신자 측, ATM LAN, 기존 LAN에 있는 가입자 수신자 또는 ATM 공중망에 접속되어 서비스를 제공하는 ABR 이용자들은 공중 ATM망의 AIPU에 의해 ABR 트래픽이 제어 받게 된다(그림 2 참조).

이 때 많은 ATM 스위치들이 ER방식을 택하는 것이 공평성 및 효과적인 네트워크 자원 관리를 위해서 유리하다는 점을 고려하여 AIPU는 ER 방식 기반의 ERICA 매커니즘을 적용한다. 사실 ATM 스위치와의

ABR 트래픽 제어를 위하여 제어 메커니즘의 단순성 및 효율성을 고려하여 ERICA 메커니즘이 사용되었으며, 이는 ATM 포럼에서 연구된 결과([7], [8] 및 [9])를 참고할 때 다른 메커니즘보다 ABR 트래픽을 ER 방식으로 제어하는 데 있어서 보다 단순함 및 효율성이 좋기 때문이다.



(그림 4) AIPU간 ABR 트래픽 제어를 위한 정보 교환 기능도  
(Fig. 4) Info Exchange Functional Diagram for ABR Traffic Management

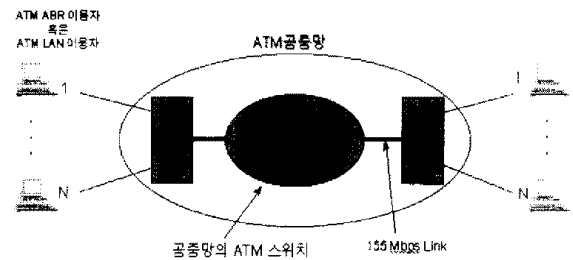
그리고 AIPU에서 ERICA 메커니즘을 사용하게 되면 ATM LAN 스위치에서와 마찬가지로 일정한 주기마다 ER을 수정하여 전단의 ATM LAN 스위치 혹은 AIPU에 전달하게 된다. 이 때 중요한 사항은 얼마만한 주기로 ER을 수정하도록 할 것인가이다. 이를 본 논문에서는 UCI (Update Count Interval) 파라미터를 적용하였으며, 이를 통한 효과적인 제어를 할 수 있도록 적절한 값이 설정되어야 하는데, 이를 효과적으로 수행하기 위한 새로운 알고리즘이 개발되었다. 이상의 AIPU 기능을 정리하면 다음과 같다.

- ERICA 메커니즘에 의한 부하제어 기능
- 공중 ATM 망에 대한 네트워크 자원 정보 관리
- 할당된 VP의 가용대역폭 관련 정보 수집
- 공중 ATM망의 상대측 AIPU와 주기적인 네트워크 자원 정보 교환
- ABR 트래픽의 CAC 관리 기능
- 공중망 ATM 네트워크 자원의 ER 계산 및 ABR 트래픽의 공정 할당대역(Fair Share) 도출
- ABR 트래픽의 UCI 관리
- 기타 공중망 ATM 가입자 모듈과의 망간 인터페이스

#### 4. AIPU에서의 기존 ERICA 메커니즘 적용특성 분석

공중 ATM 망에서 ABR 트래픽 수용을 위한 AIPU

적용 및 ERICA 메커니즘의 구조에서 나타나는 특성을 살펴보기 위하여 다음의 모델을 이용하였다. 그림 5의 모델에서 ABR 트래픽 제어 특성을 분석하는 모델에서 공중망에서 AIPU간 링크 속도를 150 Mbps 링크로 사용하였다. 이는 AIPU-A 혹은 AIPU-B에서 공중망의 가용 대역폭을 시스템 관리 정보에 의해서 최소 값의 가용대역이 선정되므로 AIPU간 링크 대역은 주기적으로 바뀌게 될 것이다. 따라서 본 모델에서는 분석에 용이한 155 Mbps를 AIPU간 가용대역으로 가정하였다. AIPU-A에 연결된 ABR 트래픽 정보원들의 공평성을 분석하기 위하여 UCI값에 따른 대역 할당 값을 분석하였다. 이를 위해 N개의 이용자가 연결되어 이용되는 상황을 모델링 하였고, 이를 통한 UCI값에 따른 큐 크기 및 ACR의 얼마나 빨리 포화되는가의 특성을 살펴보았다.



(그림 5) 공중 ATM망 및 AIPU를 통한 ABR 트래픽 수용 특성 분석 모델  
(Fig. 5) Analysis Model of ABR Traffic in Public ATM Network and AIPU

AIPU의 특성 및 기능에 관하여 이미 앞에서 설명된 바 있다. 본 절에서는 앞에서 설명된 AIPU 기능을 기반으로 ERICA 메커니즘을 적용할 때, 즉 공중 ATM망을 통하여 다른 사설 ATM망 또는 공중망 ATM ABR 트래픽 이용자와 통신을 하게 될 때의 특성을 살펴보고자 한다.

AIPU에서 ABR 트래픽 특성을 분석하기 위하여 고려되어야 할 주요 특성 변수들은 CI(Congestion Indication) 및 ACR이며, ACR은 정보원의 특성에 따라 다음의 값을 가진다.

$$ACR = ACR - ACR_{nm}/RDF.$$

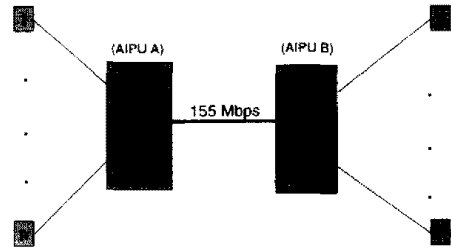
그리고 영향을 끼치는 큐 크기는 ATM 스위치 혹은 AIPU에서 주기적으로 ER의 크기를 수정하는 UCI의 크기에 따라 큐 크기의 변동에 영향을 준다.

AIPU가 사용되는 ABR 트래픽 연동모델(그림 5)에서 ABR 트래픽을 제어하기 위해 사용되는 파라미터들의 값들은 다음과 같다.

- $N_{rm} = 32 \text{ cells}$ ,  $M_{rm} = 2 \text{ cells}$ ,  
RDF(Rate Decrease Factor) Factor = 8
- $AIRF = 1/8$ ,  $TOF = 2$ ,  $XDF = 1/2$
- Link Speed = 149.76 Mbps,  
PCR = 353.2 cells/msec
- $MCR = PCR/1000$ ,  $ICR = PCR/20$ ,  $TOF = 2$
- $TCR = 10 \text{ cells/sec}$ , ERICA 스위치 매커니즘에서의 Load Target Ratio = 0.99
- 큐 크기 임계치 = 3100(high)/3000 (low)

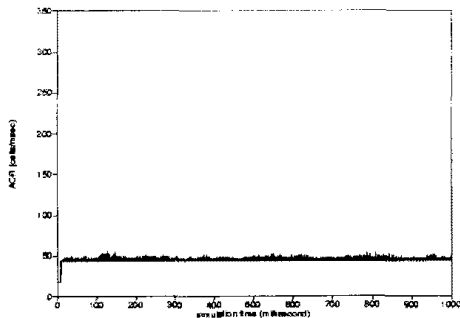
이상의 파라미터들을 이용하여 적용된 시뮬레이션 모델은 다음 그림 6의 "Peer-to-Peer" 모델이며, 이 모델을 이용하여 기존의 ERICA 매커니즘 기능을 가진 AIPU에서의 ABR 트래픽 특성을 분석하였다. ABR 트래픽의 공중망과 ATM LAN과의 연동은 장거리 네트워크 특성이 있으므로 시뮬레이션은 WAN환경이 적용되었다.

시뮬레이션 모델을 통한 결과에서 "지속적 LAN 트래픽 (Persistent LAN traffic)"이 적용되었을 때 ACR 및 큐 크기에 대한 ABR 트래픽 특성은 그림 7로부터 그림 14까지의 결과와 같이 나타났다. 본 모델에서 적용된 특성은 8개 및 16개의 ABR 트래픽 정보원이 사용될 때 나타나는 ACR 및 큐 크기에 관하여 분석하였다.

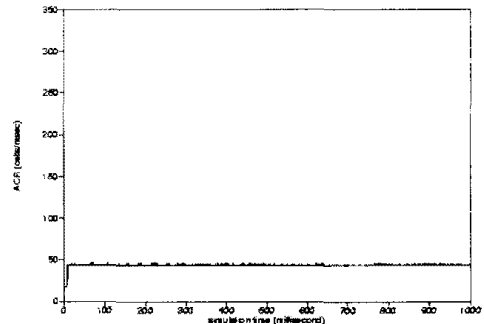


(그림 6) AIPU 이용 ABR 트래픽 연동을 위한 Peer-to-Peer 시뮬레이션 모델  
(Fig. 6) Peer-to-Peer Simulation Model

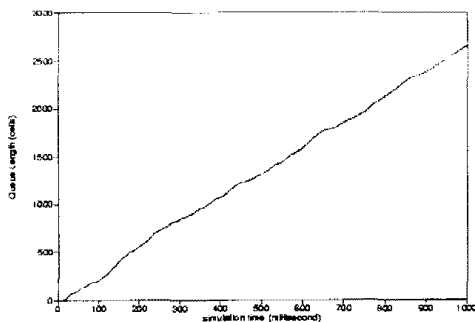
그림 9 및 그림 10, 그림 11 및 그림 12는 UCI값이 각각 30 및 100인 경우에 대하여 8개 및 16개의 VC



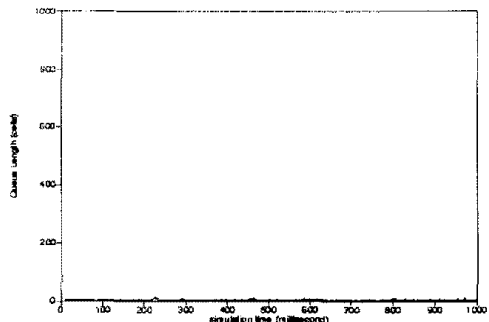
(그림 7) 8개 정보원, UCI=30에 대한 ACR 트래픽 특성  
(Fig. 7) ACR Traffic Characteristics(N=8, UCI=30)



(그림 8) 8개 정보원, UCI=100에 대한 ACR 트래픽 특성  
(Fig. 8) ACR Traffic Characteristics(N=8, UCI=100)



(그림 9) 8개 정보원, UCI=30에 대한 Queue Length 특성  
(Fig. 9) Queue Length Characteristics(N=8, UCI=30)



(그림 10) 8개 정보원, UCI=100에 대한 Queue Length 특성  
(Fig. 10) Queue Length Characteristics(N=8, UCI=100)

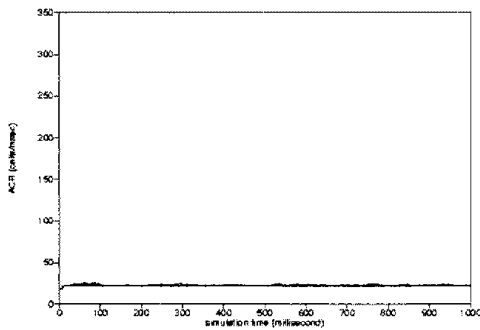
접속의 ACR 특성을 나타내고 있다. 이를로부터 UCI 값이 높수록 ACR이 짧은 시간 안에 안정상태에 도달하게 된다는 사실을 알 수 있다. 그러나 접속된 VC수에 비해 상대적으로 작은 UCI 값을 적용하게 되면 ACR이 불안정한 상태가 상당기간 지속되며, 더욱이 너무 작은 UCI값을 사용하게 되면 ACR은 오히려 내리막 상태를 계속적으로 나타내게 된다. 이는 AIPU간 교환되는 RM셀의 RTT에 비해 짧은 UCI 간격으로 인해 역방향 RM셀이 도착하기 전에 ER값이 증가되거나 줄어들어 ACR이 변화하게 된다. 결과적으로 ER 값이 RM 셀에 의해 변화되기 전에 가용 네트워크 자원이 다시 변화되어 불안정 상태가 계속되기 때문이다.

그리고 그림 9, 10 및 그림 13, 14에는 AIPU 및 시스템의 큐 변화를 UCI값 및 VC수에 따른 큐 상태를 나타내고 있다. 이들 그림으로부터도 UCI 값이 작은 경우에는 역방향 RM 셀이 도착하기 전에 ER값이 증가되어 ACR이 커지게 되며, 이로 인해 큐에 계속해서 셀들이 쌓이게 되어 시스템의 큐가 그림 9 및 그림 13에서 보는 바와 같이 지속적으로 증가하는 특성을 가지게 된다.

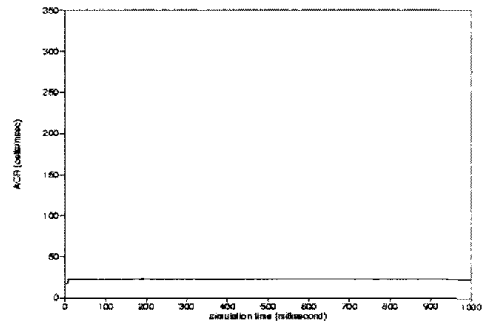
위의 시뮬레이션의 결과로부터 알 수 있는 중요한 문제는 ATM LAN으로부터 들어오는 VC수가 시간에 따라 변화한다는 점이며, 또 하나는 ABR 트래픽을 위하여 사용 가능한 가용 네트워크 자원이 CBR 및 VBR 트래픽이 사용하고 남은 내역이므로 어떤 값의 UCI를 적용하느냐 하는 점이다. 이에 대한 해결 방안 및 관련 분석이 계속되는 다음 절에서 기술된다.

### 5. AIPU에서 DUCI알고리즘 적용 특성

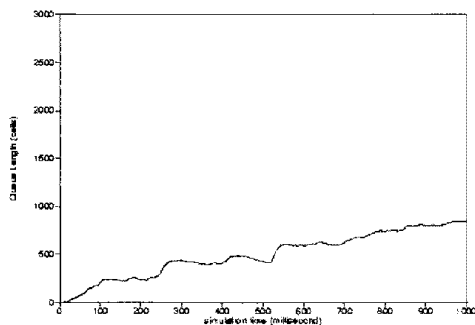
그림 7~그림 14에 나타난 바와 같이 UCI값에 따른 큐 크기의 불균형 문제는 ERICA 메커니즘을 적용하는 AIPU에서 해결되어야 할 중요한 사항이었다. 따라서 본 논문에서는 이를 해결하는 방법으로 AIPU에서의 UCI값을 동적으로 변화하도록 하는 메커니즘을 제안하였다. 이는 기존의 ERICA 메커니즘을 사용하는 사실 ATM 교환기에도 직접 적용될 수 있기 때문에 그 적용 범위가 AIPU에만 국한된 것은 아니며, 앞으로 그 활용이 기대된다. 새로이 제안된 DUCI 알고리즘은 다음 그림 15와 같다.



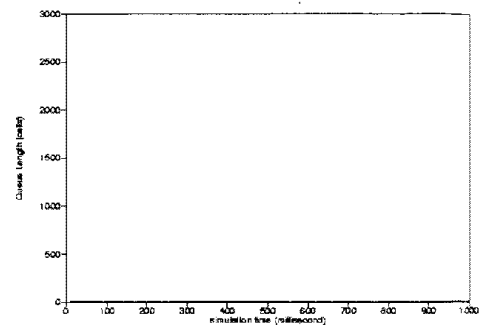
(그림 11) 16개 정보원, UCI=100에 대한 ACR 특성  
(Fig. 11) ACR Characteristics(N=16, UCI=100)



(그림 12) 16개 정보원, UCI=300에 대한 ACR 특성  
(Fig. 12) ACR Characteristics(N=16, UCI=300)



(그림 13) 16개 정보원, UCI=100에 대한 Queue Length 특성  
(Fig. 13) Queue Length Characteristics(N=16, UCI=100)

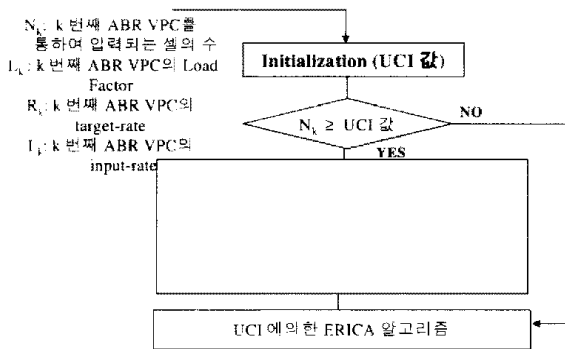


(그림 14) 16개 정보원, UCI=300에 대한 Queue Length 특성  
(Fig. 14) Queue Length Characteristics(N=16, UCI=300)

DUCI 알고리즘은 가용 내역속 내에서 주어진 ABR VPC 단위로 동작(active) ABR VC 수를 모니터링하여 동적으로 Load-Factor를 적용하며, 이에 따른 UCI 값을 동적으로 변화 시켜 나가는 메커니즘이다. 이 때, UCI 값은 직관적으로(intuitively) 다음의 수식으로부터 구해진다.

$$UCI = x * N_{active} * N_{rm}$$

여기서  $x$ 는 여러 경우의 검토 분석 결과  $x = 1.0$ 의 값을 가지게 되며 [10], 일반적으로  $x = 1.0$  인 경우가 대부분을 차지하게 된다. 이러한 결과는 직관적인 경험 및 반복적인 실험으로부터 얻을 수 있는 특성의 변수에 해당된다.



(그림 15) DUCI 알고리즘 Flow Diagram  
(Fig. 15) DUCI Algorithm Flow Diagram

DUCI 메커니즘은  $x = 1.0$ 로 고정하여 AIPU간의 ABR 트래픽 제어를 위한 ERICA 메커니즘에 동적인 UCI 값을 계산하는 메커니즘으로 사용하였다. DUCI 메커니즘의 자세한 성능 분석 결과가 그림 18로부터 25에 이르는 그래프에 나타나 있듯이 DUCI 메커니즘은 기존 ERICA 메커니즘의 문제를 해결할 수 있었다. 본 그래프에서 강조되는 주요 내용은 DUCI 메커니즘이 기존 메커니즘에 비하여 적용 타당성뿐만 아니라 그 효율성이 우수하다는 점이다.

AIPU를 이용한 ABR 트래픽 연동에서 UCI값에 따른 큐 특성을 살펴보기 위하여 표 1은 여러 UCI값의 대표치에 대한 결과를 설명하고 있다. 동작 VC의 수에 대한 UCI값에 따른 큐 상태는 작은 UCI 값 및 큰 UCI 값에서 평균 및 최대 큐 상태가 증가하는 특성을 알 수 있다. 이로부터 가장 적절한 값의 UCI값을 동적으로 찾아내는 알고리즘이 요구됨을 알 수 있고, 본

논문에서 AIPU간 ABR 트래픽 연동을 위해서 새로운 ERICA 메커니즘을 제안하는 중요성이 여기에 있다.

그리고 표 1에서 볼 수 있듯이 큐의 안정은 기존의 ERICA 방식에서 사용한 UCI 값에 따라 큰 차이를 나타냄을 알 수 있다. 표 1에서 16개의 ABR 정보원의 경우에 DUCI 적용 ERICA 메커니즘은 평균 큐 크기가 2.4, Peak 큐 크기가 6이었으며, UCI=300인 기존의 ERICA 메커니즘 적용시에 평균 큐 크기가 2.5, Peak Queue Size가 17이었다. DUCI 메커니즘이 기존의 ERICA 메커니즘에서 UCI=300일 때의 평균 큐 안정성 면에서 비슷한 성능을 가지며, Peak Queue Size 면에서 우수한 특성을 나타낸다. 이는 UCI 값이 300 근처의 값에서 최적치를 가짐을 나타낸다.

<표 1> Persistent ABR Traffic에 대한 UCI 및 DUCI 메커니즘의 적용 결과 비교

<Table 1> Comparisons of UCI and DUCI for Persistent ABR Traffic

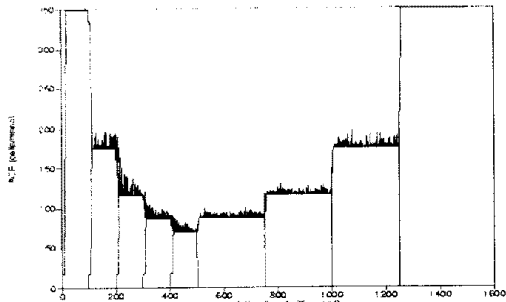
VC수	UCI 값	큐 길이		링크 점유율
		평균	최고치	
5 VCs	30	3.0	25	98.8
	100	0.9	5	98.0
	300	5.5	151	98.0
	500	16.3	316	98.0
	DUCI적용	0.5	2	98.1
8 VCs	30	1335	2658	99.1
	100	1.6	13	98.6
	300	1.1	5	98.2
	500	1.2	5	98.1
	DUCI적용	1.6	5	98.2
16 VCs	30	1841.8	3100	99.4
	100	539.5	703	99.4
	300	2.5	17	98.7
	500	3.9	98	98.6
	DUCI적용	2.4	6	98.5

AIPU가 적용된 DUCI 메커니즘의 성능 향상을 분석하기 위하여 시뮬레이션에서 "Staggered ABR 트래픽"을 적용하였다. "Staggered 트래픽"은 LAN에서 입력되는 TCP 트래픽을 보다 실제적인 특성으로 나타내기 위하여 종종 사용하는 트래픽 모형이다.

## 6. 결 론

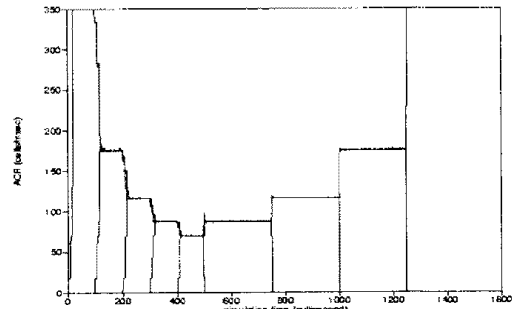
ABR 트래픽의 ACR 및 큐 크기 등에서 DUCI 메커





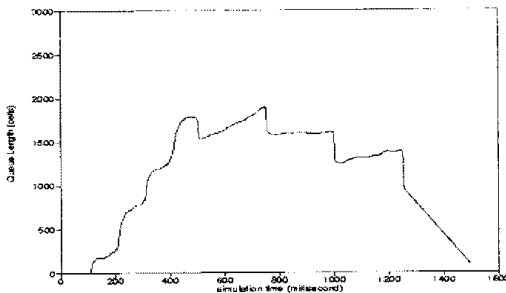
(그림 16) 5개 정보원, UCI=30에 대한 ACR 특성(staggered traffic)

(Fig. 16) ACR Characteristics(N=5, UCI=30)(staggered traffic)



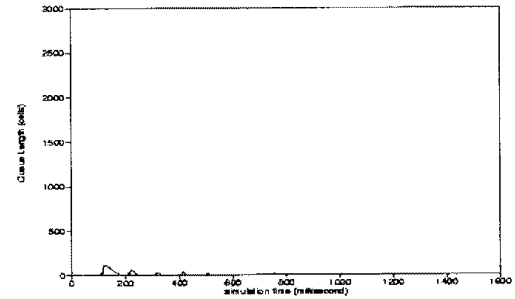
(그림 17) 5개 정보원, DUIC 메커니즘에 대한 ACR 특성(staggered traffic)

(Fig. 17) ACR Characteristics(N=5, DUIC)(staggered traffic)



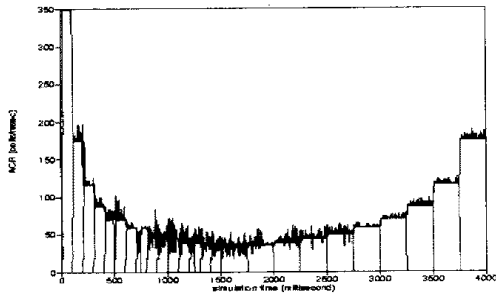
(그림 18) 5개 정보원, UCI=30에 대한 Queue Length 특성(staggered traffic)

(Fig. 18) Queue Length Characteristics(N=5, UCI=30)(staggered traffic)



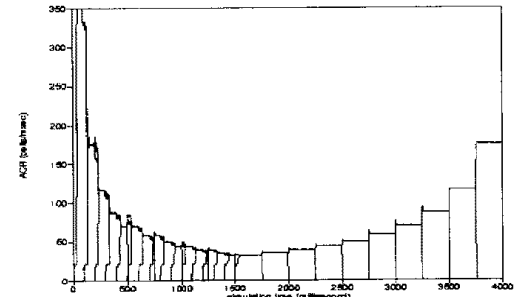
(그림 19) 5개 정보원, DUIC 메커니즘에 대한 Queue Length 특성(staggered traffic)

(Fig. 19) Queue Length Characteristics(N=5, DUIC)(staggered traffic)



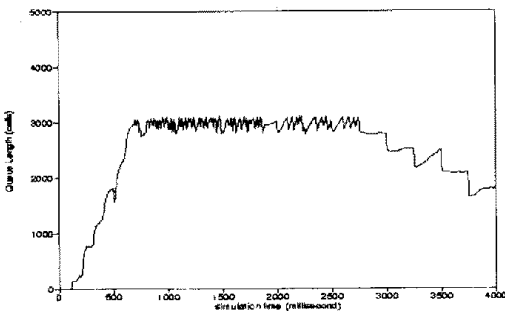
(그림 20) 16개 정보원, UCI=30에 대한 ACR 특성 (staggered traffic)

(Fig. 20) ACR Characteristics(N=16, UCI=30) (staggered traffic)



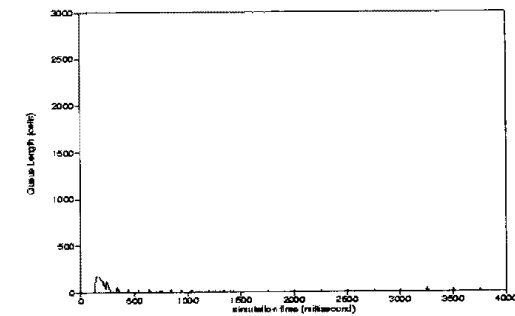
(그림 21) 16개 정보원, DUIC 메커니즘에 대한 ACR 특성(staggered traffic)

(Fig. 21) ACR Characteristics(N=16, DUIC) (staggered traffic)



(그림 22) 16개 정보원, UCI=30에 대한 Queue Length 특성(staggered traffic)

(Fig. 22) Queue Length Characteristics(N=16, UCI=30)(staggered traffic)



(그림 23) 16개 정보원, DUIC 메커니즘에 대한 Queue Length 특성(staggered traffic)

(Fig. 23) Queue Length Characteristics(N=16, DUIC)(staggered traffic)

니즘의 효과는 기존의 ERICA 메커니즘에 비하여 상당히 향상된 "안정성(stability)"을 나타내고 있다. 기존의 ERICA 메커니즘은 사전에 UCI값의 분석을 통하여 적절한 UCI값을 선정하여야 하는데, 이는 실험적인 방법으로 동작중인 VC 수 및 가용 대역폭 등을 함수로 반복적인 과정을 통하여 설정하게 된다. 실제 AIPU간의 ABR 트래픽 연동에서 실시간으로 제어되어야 하는 상황에서 고정 UCI를 이용한 ERICA 메커니즘의 적용은 사실상 부적절하다. 따라서 본 DUCI 메커니즘의 개발은 이러한 문제들을 효율적으로 해결함으로써 실제 환경의 기존 ATM 시스템에도 추가적인 변화 없이 적용이 가능하다는 점에서 본 논문 결과의 효용성이 강조될 수 있다고 판단된다. 특히, ATM LAN과 광중방 ATM 네트워크간의 ABR 트래픽 연동의 중간 발전 단계로써 또는 가입자 네트워크에서의 서비스의 확장을 위해서 DUCI 메커니즘은 ABR 트래픽 연동의 효율성을 증대시키는 효과를 가져오게 할 것이다.

본 논문에서 제안된 알고리즘의 객관성 및 타당성이 시뮬레이션을 통하여 분석된 결과로부터 입증되었으며, 이의 활용 효용성 역시 제시되었다고 볼 수 있다.

### 참 고 문 헌

[1] ATM Forum Traffic Management Sub-working Group, "Draft of TM Specification 4.0," April, 1996.  
 [2] Newman, P., "ATM Local Area Networks," IEEE Communications Magazine, pp.86-98, Mar. 1994.  
 [3] Jonathan Chao, H., Ghosal, D., Saha, D., and Tripathi, S., "IP on ATM Local Area Networks," IEEE Communications Magazine, pp.52-59, Aug. 1994.  
 [4] 정일영, 이상복, 박덕환, "광중 B-ISDN과 ATM LAB연동을 위한 VP 자원 관리알고리즘", 1998. 통신학회 논문지(to be appeared).  
 [5] ATM Forum Signaling Sub-Working Group, "UNI Signaling Specification 3.1," August, 1995.  
 [6] ATM Forum Signaling Sub-Working Group, "UNI Signaling Specification 4.0," April, 1995.  
 [7] Raj Jain, "A Fix for Source and System Rule

5," ATM Forum Technical Committee, Dec., 1995.  
 [8] Golmie and David Su, "Evaluation of Source Behavior #5 and its Current Considered Alternatives," ATM Forum Technical Committee, Dec., 1995.  
 [9] Ilyoung Chong, Bokyoung Kim and Byung G. Kim, "Fixed Point Algorithm for ABR Congestion Control," ATM Forum Technical Committee, Feb., 1996  
 [10] Ilyoung Chong, Bokyoung Kim and Byung G. Kim, "Dynamic Average Interval Algorithm for ERICA ABR Control Scheme," ATM Forum Technical Committee, Feb., 1996.



### 정 일 영

e-mail : jychong@san.hufs.ac.kr  
 1980년 8월 경북대학교 전자공학 학사  
 1990년 12월 Univ. of Massachusetts, 전산학 석사  
 1993년 10월 Univ. of Massachusetts, 전산학 박사

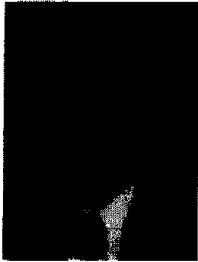
1977년~1979년 육군복무  
 1980년 8월~1986년 2월 한국전자통신연구소, 책임연구원 (고속통신망연구실 실장)  
 1996년~현재 한국외국어대학교 정보통신공학과 부교수  
 관심분야 : ATM 트래픽 제어, 고속멀티미디어 네트워킹, 고속 인터넷



### 강 성 열

e-mail : skang@nice.etri.re.kr  
 1981년 2월 서울대학교 산업공학 학사  
 1983년 2월 서울대학교 산업공학 석사(경영과학/OR)  
 1992년 3월 Georgia Tech 산업시스템공학 박사(정보통신망/컴퓨터 네트워크)

1983년 3월~현재 한국전자통신연구원 책임연구원  
 관심분야 : 정보통신망, 컴퓨터 네트워크



## 정택원

e-mail : twjeong@MAHAN.iri-c.ac.kr

1975년 3월~1979년 2월 서울대학

교 공과대학 전기공학과

(공학사)

1979년 3월~1980년 2월 서울대학

교 대학원 전기공학과(공

학석사)

1983년 9월~1998년 8월 한국전자통신연구원 교환전송  
연구소(책임연구원)

1986년 9월~1991년 7월 Dept. of EE, University of  
Florida(PhD)

1998년 9월~현재 국립 익산대학 정보통신과 교수

관심분야 : ATM 교환기, B-ISDN, 통신시스템