

통합 액세스 노드에서의 인터넷 액세스 라우터 설계

홍록기, 이현태

목원대학교 정보통신공학과

Design of an Access Router for Internet Access Services in the Integrate Access Node

Lok-ki Hong, Hyeun-tae Lee

Dept. of Information Communication Engineering, Mokwon University

E-mail@lkhong.mokwon.ac.kr

요 약

가정에서나 이동 단말을 이용하여 원격으로 인터넷을 이용하는 이용자가 증가하고 있다. 본 논문에서는 다양한 형태의 액세스 기술을 통하여 접속하는 인터넷 트래픽을 효과적으로 기업망이나 인터넷 액세스 서비스 제공자 장치까지 전달하기 위한 인터넷 액세스 서비스 제공 방안을 제시하고 이를 실현하기 위한 통합액세스노드 시스템에서의 인터넷 액세스 라우터 기능을 설계한다. 제안하는 인터넷 액세스 라우터는 인터넷 이용자가 불특정 인터넷 액세스 서비스 제공자를 실시간으로 선택할 수 있도록 하고 이용자가 기존의 PPP 세션을 이용하여 해당 NSP까지 안전하게 접속할 수 있는 VPN 기능을 제공한다.

ABSTRACT

More and more residential and mobile users are requiring access to the Internet. This paper presents an architecture of the network solution for cost-effective Internet/intranet access between users and Network Service Providers(NSPs). It also presents a functional architecture of Internet access router in the integrated access node system. The proposed Internet access router provides the functionality that users select any of a number of NSPs and mutple user PPP calls are multiplexed over each secure tunnel between the Internet access router and NSP.

1. 서 론

최근 노트북이나 Palmtop과 같은 이동 단말을 이용하여 가정이나 원격지에서 기업망에 접속하거나 인터넷을 이용하는 이용자의 수가 증가함에 따라 원격 인터넷 액세스 서비스와 장치의 중요성이 증대되었다. 그리고, 고속 DSL(Digital Subscriber Line) 기술을 이용한 광대역 인터넷 액세스 사업은 매우 유망한 분야로 부상하고 있다. 기존의 전화교환망 등을 이용하는 원격 인터넷 접속서비스는 접속 속도나 경제적인 측면에서 한계를 갖고 있다. 따라서, 액세스 기술과 전달망 능력을 효과적으로 이용하여 이용자와 인터넷 액세스 서비스를 제공하는 NSP간에 경제적인 인터넷 액세스 서비스 제공 방안과 장치가 필요하다. 국내외에서는 이를 위한 기술 개발은 물론 선진 외국 업체의 기술을 우선 도입하는 등 기술 확보에 노력하고 있다.

액세스노드 시스템은 다수의 정보통신 사업자 환경에서 현재의 현대역 서비스(음성전화, ISDN 등)에서부터 미래의 광대역 서비스(ADSL, SDSL, VDSL 등)에 이르기까지 다양한 서비스를 경제적으로 도입할 수 있는 플랫폼 기능을 제공하는 시스템이다[1].

이러한 액세스노드의 이용자는 다양한 액세스 기술을 통하여 통신망에 접근하게 되고, 데이터 트래픽의 많은 부분이 인터넷 액세스 트래픽일 것으로 예상된다. 액세스노드에서 인터넷 트래픽을 처리하기 위해서는 사용자 단말과 NSP간에 회선의 설립이 필요하다. 액세스노드는 다양한 액세스 기술을 통한 가입자 선을 종단하고 이중에 인터넷 트래픽을 해당 NSP까지 안전하게 전달해야 한다. 이와 같이 인터넷을 사용하는 사용자 단말을 NSP로 접속하기 위한 인터넷 액세스 네트워크를 설계하기 위하여 다음과 같은 요구사항을 고려하였다.

첫째, 인터넷 액세스 트래픽은 액세스 기술이나 백본망의 기술 발전에 관계없이 동일한 방법으로 인터넷 액세스를 지원할 수 있도록 설계한다. 이용자의 액세스 기술은 기존의 전화망이나 ISDN에서부터 SDSL, ADSL, VDSL, 무선 등 다양한 기술을 이용하여 접속된다. 또한 NSP까지 접속하기 위한 백본망은 Frame Relay나 ATM망 등과 같은 다양한 망을 통하여 전달될 수 있다. 이 경우 액세스 기술과 백본망간에 각각 다른 액세스 시나리오와 기술을 사용하는 것은 바람직하지 않다. 특히, ATM 기반의 백본망의 경우 아직 SVC를 제공되지 않는 환경에서도 효과적

으로 인터넷 액세스 서비스가 제공되어야 한다.

둘째, 복수 서비스제공자 환경에서 이용자가 NSP를 선택할 수 있어야 한다. 통신시장이 복수통신사업자의 자율 경쟁 체제로 변화되고 있다. 이용자는 특정 NAP가 아닌 불특정의 NAP를 실시간으로 비용 부담없이 선택할 수 있어야 한다. 특히, 특정 NSP에 속해 있지 않은 액세스 노드에서는 이용자의 선택에 따라 이용자 단말과 NSP간을 실시간으로 연결할 수 있어야 한다.

셋째, 무엇보다도 요구되는 서비스를 만족하면서 비용이 싼 경제적인 망 구조를 가져야 한다. 액세스 노드에서의 인터넷 액세스 제공 기능은 NSP 입장에서는 액세스 기능을 기간통신사업자(여기서는 NAP: Network Access Provider)의 액세스 능력을 이용하는 측면에서 경제적인 방안이어야 하고 기간통신사업자 측면에서는 백본망의 부하를 줄일 수 있는 측면, 결과적으로는 이용자 측면에서 저가에 인터넷 액세스 서비스를 받을 수 있도록 설계되어야 한다.

본 논문에서는 다양한 형태의 액세스 기술을 통하여 접속하는 인터넷 트래픽을 효과적으로 기업망이나 인터넷 액세스 서비스 제공자 장치까지 전달하기 위한 인터넷 액세스 서비스 제공 방안을 제시하고 이를 실현하기 위한 통합액세스노드 시스템에서의 인터넷 액세스 라우터 시스템을 설계하고자 한다. 제II장에서는 인터넷 액세스를 위한 네트워크 구조를 검토하여 제III장에서는 액세스 서버에서의 인터넷 서비스 제공 시나리오를 제시한다음, 제IV장에서 액세스 라우터 시스템의 설계에 대하여 기술한다.

II. 인터넷 액세스 네트워크 구조

기존의 전화망을 통한 인터넷 액세스 망 구조는 그림 1과 같다. 이용자는 전화망 모뎀이나 ISDN-TA를 이용하여 특정 NSP를 전화번호 선택을 통하여 접속한다. 이용자는 PC가 직접 접속되거나 SOHO와 같은 경우에는 Ethernet과 같은 LAN에 복수 개의 단말이 접속되고 소형 라우터를 통하여 전화망을 통하여 인터넷에 접속된다. 그러나, 이러한 구성은 기간통신사업자 입장에서는 기존 전화를 위해 설계된 교환망의 전화접속네트워킹 트래픽으로 인한 부담이 크고, NSP 입장에서는 접속망에 따라 액세스 서버를 설치해야 하고 지역적으로 분산된 이용자를 수용하기 위해서는 설비의 투자 비용이 매우 커지게 된다. 결국, 이용자 입장에서는 이것이 접속료의 부담으로 나타나게 된다. 따라서 인터넷 액세스 서비스 제공을 위해 보다 경쟁력있는 인터넷 액세스망 구성

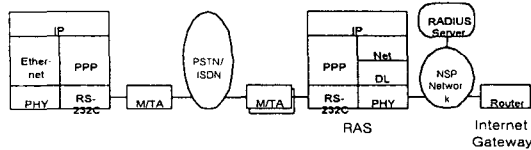


그림 1 기존의 Dial-up 모뎀을 통한 인터넷 액세스 망 구조

이 필요하게 되었다. 최근 이러한 문제점을 개선하기 위한 다양한 인터넷 액세스망 구조가 연구되었고 [1][2][3] 본격적인 시범 서비스가 진행되고 있다 [4][7][10]. 특히, ADSL과 같은 새로운 DSL 기술을 통한 인터넷 액세스 서비스는 새로운 액세스망 구성이 적용되는 대표적인 예이다.

이러한 요구사항을 반영한 보다 경쟁력 있는 인터넷 액세스 망의 구성형태는 그림 2와 같다. 새로운 인터넷 액세스 망 구성 방식은 인터넷 액세스를 위한 역할 분담을 통하여 망을 구성하는 방식이다[7]. 액세스 서버(AS: Access Server)는 PSTN, ISDN, SDSL, ADSL, VDSL 등과 같은 다양한 액세스 기술로 접속되는 다수의 가입자선을 종단하고 이들 인터넷 트래픽을 집중하여 전달망을 통하여 원하는 NSP로 트래픽을 전달하는 역할을 수행한다. AS는 기능적으로 보면 트래픽을 집중하는 Access Concentrator 기능과 이용자와 NSP간의 라우팅을 수행하는 Access Router로 구성된다. 이러한 AS는 어떠한 특정 NSP에 속하지 않고 이용자로 하여금 불특정 NSP를 선택할 수 있고 트래픽을 집중하여 다양한 전달망을 통하여 경제적으로 인터넷을 접속할 수 있도록 한다. AS와 NSP간의 인터넷 서비스 제공 방법에 대해서는 III장에서 기술한다. 그리고, 이러한 원격 인터넷 접속에서 반드시 해결해야 할 문제가 보안 문제이다. 사용자 인증, 접근제어, 과금 등의 문제를 AS를 통한 액세스에서 제공되어야 한다[7].

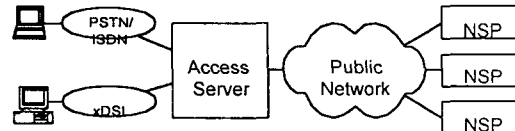


그림 2 액세스 서버를 통한 인터넷 액세스 망 구성

III. 액세스 서버를 통한 인터넷 액세스 서비스 시나리오

본 논문에서 인터넷 액세스 서비스 시나리오는 액세스 기술로 ADSL을 사용하고 전달망으로 ATM망을 사용하는 경우를 예로 들어 기술한다. ADSL은 기존의 가입자 선로를 이용할 수 있는 기술로 고속 인터넷 서비스를 제공할 수 있는 대표적인 기술이고 제시되는 시나리오가 액세스 기술이나 전달망과 무관한 인터넷 액세스 시나리오를 제시하고자 하므로 다른 액세스 기술과 전달망에서도 적용할 수 있다.

ADSL 기반의 액세스망에서의 주요 장치는 ADSL access multiplexer(DSLAM)이다. DSLAM은 다수의 ATU-R을 접속하여 트래픽을 집중하는 역할을 수행한다. ATU-R이 ATM 프로토콜을 사용하는 경우는 Cell multiplexer 기능을 수행한다[8]. 이 DSLAM은 앞에서 설명한 Access Concentrator(AC) 역할이다.

다수의 이용자 ATU-R과 다수의 NSP간을 연결하고자 하는 경우에, 만약 ATU-R과 NSP간이 ATM을 통하여 연결되고 SVC 신호기능을 갖춘 ATM 백본망을

통하여 서비스되는 경우에는 ATU-R과 NSP 간에 사용자의 선택에 따른 유연한 연결이 가능하다. 그러나, 기존의 ATM 백본망은 아직 일반적으로 신호기능을 갖추고 있지 않다. 이 경우 PVC를 사용하여 ATU-R과 NSP를 연결하면 N개의 ATU-R과 M개의 NSP간에 $O(N*M)$ 만큼의 PVC를 가져야 한다. 그림 3은 ATM PVC를 통한 인터넷 액세스 구성을 나타낸다.

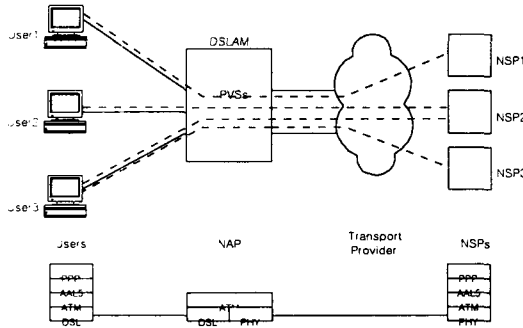


그림 3 PVC 연결을 통한 인터넷 액세스 구성

그러나 ATM 백본망의 장비는 수용할 수 있는 PVC의 수가 일반적으로 제한되어 있으므로 네트워크의 규모가 커지는 경우 수용하기가 어렵다. 즉, 확장성 측면에서 문제점을 갖는다. 이러한 문제점을 해결하는 방법이 Access Router(AR)를 사용하는 방법이다. 즉, AR은 각 ATU-R과 하나의 PVC로 접속하고 AR과 각 NSP간에 각각 하나의 PVC를 설정하고 AR은 이들 PVC간에 동적인 연결 기능을 수행한다. 이를 통하여 PVC 수는 $O(N+M)$ 규모 만큼으로 줄일 수 있다.

AR에서 IP 트래픽을 처리하는 방안을 고려한다면 다음 3가지 정도로 구분할 수 있다.

1) Bridged Encapsulated and Routed (BER) 구조

이 구조는 ATU-R에서 IP 트래픽이 RFC1483 (multi-protocol encapsulation over ATM)을 사용하여 캡슐화되고 DSLAM을 거쳐 AR에서 중단된다. AR에서는 프레임으로부터 IP 패킷을 추출하고 해당 NSP로 PVC를 통하여 라우팅된다. 그림 4는 BER 구조의 프로토콜 모델을 나타낸다.

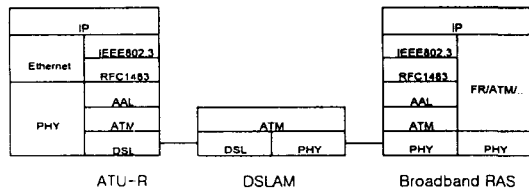


그림 4 Bridged Encapsulated and Routed 구조

2) PPP Terminated Aggregation (PTM) 구조

이 구조는 사용자가 ATU-R에서 PPP 세션을 시작하고 이 프레임이 DSLAM을 거쳐 AR에서 중단된다. 그림 5는 PPP가 ATM/ADSL을 통하여 전달되어 중단되는 경우이고 각 PPP 세션은 하나의 고유한

ATM PVC로 매핑된다. AR에서는 PPP 패킷으로부터 IP 패킷을 추출하고 AR과 NSP 간의 PVC를 통하여 해당 NSP로 라우팅된다. 여기서 AR은 결과적으로 다수의 ATU-R과 AR간의 다수의 PVC를 AR과 NSP 간의 소수 PVC로 모으는(aggregation) 역할을 수행한다. 이때 DSLAM의 수와 규모에 따라 하나의 AR에서 수용해야 하는 PPP 세션 즉, PVC의 개수가 결정된다[4][5].

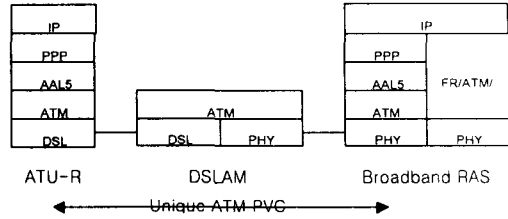


그림 5 PPP Terminated Aggregation 구조

그런데 위의 두 가지 시나리오는 모두 크게 보면 캡슐화/라우팅 구조이다. 즉, IP 패킷이 BER에서는 Ethernet 프레임으로 캡슐화되고 PTA에서는 PPP 프레임으로 캡슐화된다. 캡슐화된 패킷은 AR에서 중단되고 추출된 IP 패킷은 IP망을 통하여 전달된다. 이 구조는 NAP과 NSP가 같이 구현되거나 같은 사업자가 구성할 경우에 가능한 구조이다. 제1장 서론에서 새로운 인터넷 액세스 망의 요구사항에서 언급한 복수사업자 환경에서 사용자가 실시간으로 NSP를 선택하고 사용자 단말과 NSP간에 IP주소할당, 과금 정보의 추출, 보안 문제, 확장성을 가질 수 있는 구조가 아니다.

3) PPP Tunneled Aggregation (PTN) 구조

앞에서 언급한 두 가지 구조가 갖는 단점을 보완할 수 있는 인터넷 액세스 망 구조이다. 이 구조는 PPP 세션이 ATU-R에서 시작되어 AR을 거쳐 해당 NSP에서 중단된다. 그림 6은 PTN 구조의 프로토콜 모델을 나타낸다. 이것은 AR과 NSP간에 L2TP(Layer 2 Tunneling Protocol)에 의해 하나의 PVC상에 여러 개의 PPP 세션을 전달할 수 있는 터널링 방식을 사용한다[9]. 여기에서 PPP를 ATU-R에서부터 해당 NSP까지 전달하여 중단 시키는 것은 PPP가 가장 보편적이고 잘 정의된 데이터링크 프로토콜로서 사용자인증, 접근제어, 과금, 데이터 압축, 암호화, 대역폭 할당, 망관리 등의 방식이 다른 프로토콜과 연계하여 잘 정의되어 있고 상호호환성도 뛰어나며 복수 프로토콜을 지원하도록 설계되어 있다. 또한 현재의 NSP도 PPP를 사용하는 것이 보편화되어 있으므로 현재 구성에서 가장 전환하기 쉬운 시나리오라고 할 수 있다.

Tunneling에서는 AR과 NSP간에 단일 ATM PVC 상에 L2TP Tunnel을 구성하고 이를 통하여 복수개의 PPP session을 전달할 수 있다. 혹은 ATM 망이 아닌 경우에도 IP망을 통하여 AR과 NSP간에 터널을 구성하여 복수개의 PPP 세션을 전달한다. 이 때 L2TP 패킷은 UDP 패킷으로 해당 NSP로 전달된다.

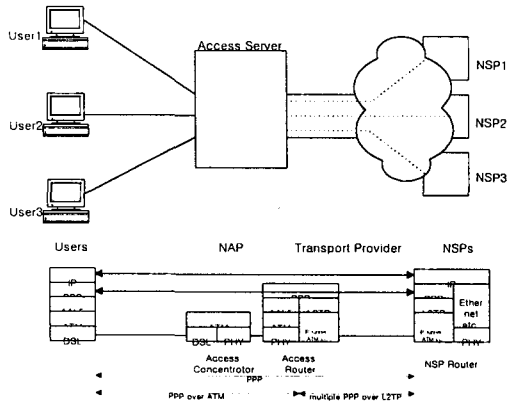


그림 6 PPP Tunneled Aggregation 구조

이용자가 NSP를 선택하는 과정은 ATM 환경에서는 ATM 신호기능(Q.2931)을 사용할 수 있지만 PVC를 사용하는 과정에서는 PPP 연결 과정에서 전달될 수 있다. 이용자가 PPP 세션을 시작하면 LCP(Link Control Protocol) 협상 과정이 수행된다. 이 과정은 LAC(L2TP Access Concentrator, AR에 있는 기능)과 이용자 단말 간에 수행된다. 즉, PPP의 종단이 비록 LNS(L2TP Network Server, NSP에 있는 기능)와 이용자 단말 간이지만 이 과정에서 PPP가 LAC에서 일시적으로 종단된다. 이용자는 인증 정보에 이용자 정보와 NSP 선택 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어 user@ISP1은 이용자가 user이고 선택할 NSP가 ISP1인 것을 나타낸다.

IV. 통합 액세스 노드에서의 인터넷 액세스 라우터 시스템 설계

앞장에서 살펴본 바와 같이 인터넷 액세스 기능 구성 방안을 크게 보면 PPP Tunneled Aggregation 방안과 Router 형태(BER과 PTM)로 나누어 볼 수 있었다. PTA 방안이 NSP에게 공정한 접속을 가능하게 하는 구조이고 Router 형태 구조는 NAP와 NSP가 동일한 시스템에서 구현되는 경우에 가능한 구조이다. 결국, 이용자의 PPP session을 NSP 까지 안전하게 전달하기 위해서는 PTA 방식을 사용하는 것이 바람직하다. 그리고 AR과 NSP간의 접속이 ATM이 아닌 경우를 고려하면 IP Network을 통하여 전달하는 것이 일반적인 경우라고 볼 수 있다. 즉, 모든 NSP가 ATM 인터페이스를 통하여 접속한다고 가정할 수 없다. Router 형태의 구성은 NAP와 NSP가 같은 시스템인 경우에 가능한 구성이지만 통합 액세스 노드 시스템이 적용에 따라서는 라우터 형태의 인터넷 액세스 서비스를 적용할 수 있다. 따라서, 통합 액세스 노드 시스템에서의 인터넷 액세스 기능 제공은 통합 액세스 노드를 구매하여 사용하는 사업자의 목적에 맞도록 다양한 방식을 지원할 수 있도록 설계되어야 한다.

통합 액세스 노드에서 인터넷 액세스 라우터 기능의 구현 방안을 살펴보면 AC에 인터넷 액세스를 위한 하드웨어를 추가하여 설계하는 방안이 있을 수 있고 AC와 개방 인터페이스를 갖는 별도의 액세스 라우터 시스템을 설계하는 방안을 고려할 수 있다. 앞장에서도 설명한 바와 같이 액세스 라우터는 다수의 AC와 연결하여 PVC aggregation 역할을 수행하므로 개방 인터페이스로 구현되는 것이 바람직하다. 또한 기존의 AC의 경우 새로운 하드웨어 추가 설계가 어렵고 AC가 라우터 기능을 위한 가속 기능 등의 설계가 되어 있지 않고 다수의 PPP 세션(PVC)을 종단하는 능력에 제약이 있다.

앞에서 기술한 인터넷 액세스 서비스를 제공하는 인터넷 액세스 라우터는 다음과 같은 설계 요구사항을 고려하여야 한다.

- 다양한 액세스 기술에 관계없이 인터넷 액세스 서비스를 제공할 수 있도록 액세스 네트워크 종속적인 기능은 Driver 형태로 구현하고 API를 설계한다.
- 시스템의 용도에 따라 다양한 인터넷 액세스 시나리오를 지원할 수 있도록 기능을 모듈러 형태로 설계한다.
- IP 라우터 기능이 필요한 구성에서 IP Forwarding 기능의 성능을 고려하여 시스템을 설계하여야 한다.
- 복수개의 Access Concentrator와 개방 인터페이스를 통하여 접속하도록 설계하여야 한다.

그림 7은 액세스 라우터의 소프트웨어 기능 구성을 나타낸다. 각 요소 기능의 역할은 다음과 같다.

- L2TP는 액세스 라우터와 ISP 라우터 간에 단일 PVC상에서 복수의 PPP 세션을 지원하거나 IP 라우팅 네트워크를 통한 PPP 세션 전달을 목적으로 하는 Tunneling 기능을 수행한다.
- PPP는 액세스 물리 계층 상의 IP 패킷의 캡슐화 기능을 수행하는 프로토콜 기능이다.
- IP/ARP/ICMP는 IP 계층 기능으로 IP Forwarding 기능과 IP End system 지원 기능 등을 수행한다.

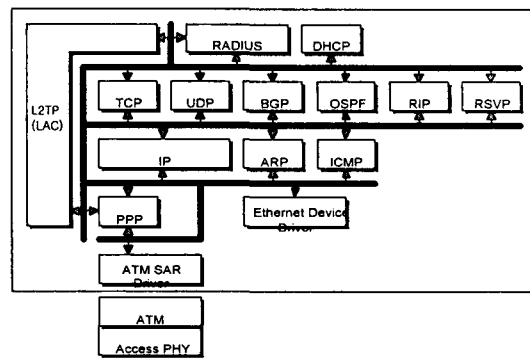


그림 7 통합 액세스 노드의 소프트웨어 구성

- RIP는 라우터 간에 Vector Distance Routing 방식의 Routing Information Protocol 기능을 수행한다. IP 상의 UDP 프로토콜 위에서 수행된다.
- OSPF는 Link-state routing 방식의 Routing Information Protocol 기능을 수행하고 복수 경로상의 라우팅을 지원한다. BGP는 Autonomous System 간에 Class-less inter-domain routing 기능을 수행한다.
- TCP/UDP는 SNMP와 같은 다양한 응용 계층 프로토콜을 지원하기 위해 사용된다.
- RADIUS는 원격 사용자 인증, 권한, 과금 기능을 수행한다. 액세스 라우터는 RADIUS 클라이언트 자격으로 RADIUS 서버와 상호 동작한다.
- RSVP는 인터넷의 응용서비스의 요구사항을 보장하기 위한 대역 확보 절차를 규정한 프로토콜 기능이다.

- Strategy: Creating the Service-Ready Internet," Alcatel Communication Review 2nd Quarter, 1999.
- [6] R. Missault, et. al., "IP at the Edge," Alcatel Communication Review 2nd Quarter, 1999.
- [7] Patrick Blankers, "Network Solutions for Internet Access Services," Ericsson Review, 1998. pp.4-13.
- [8] ADSL Forum, "Network Migration," Technical Report TR-004, 1997. 12.
- [9] ADSL Forum, "An End-to-end Packet Mode Architecture with Tunneling and Service Selection," Technical Report TR-011, 1998. 6.
- [10] Cisco 6400 Universal Access Concentrator, Cisco white paper, 1998.

VI. 결 론.

본 논문에서는 다양한 형태의 액세스 기술을 통하여 접속하는 인터넷 트래픽을 효과적으로 NSP까지 전달하기 위한 인터넷 액세스 서비스 제공 방안을 제시하였다. 제시된 방안은 PPP 세션을 이용자 단말에서 NSP까지 안전하게 전달하는 방안으로 AR와 NSP간에 다수의 PPP 세션을 전달하기 위하여 터널링 방식을 사용하는 방식이다. 제안된 방식은 PPP 세션 과정을 통하여 이용자의 인증과 연결할 NSP를 선택할 수 있다.

또한, 본 논문에서는 통합 액세스 노드에서 인터넷 액세스 라우터 시스템을 설계하였다. 액세스 라우터 시스템은 다수의 Access Concentrator와 개방 인터페이스를 통하여 접속하여 제안된 인터넷 액세스 서비스 시나리오를 지원할 수 있을 뿐 아니라 시스템의 용도에 따라 다양한 인터넷 액세스 시나리오를 지원할 수 있도록 설계하였다.

참 고 문 헌.

- [1] Reuven Cohen, "Service Provisioning in an ATM-over-ADSL Access Network," IEEE Network Magazines, Oct. 1999.
- [2] Timothy C. Kwok (Microsoft), "Residential Broadband Architecture Over ADSL and G.Lite (G.992.2): PPP Over ATM," IEEE Communication Magazine, May 1999.
- [3] Arturo Azcorra, David Larrabeiti, Enrique J. Hernandez-Valencia, and Julio Berrocal, "IP/ATM Integrated Services over Broadband Access Copper Technologies," IEEE Communication Magazine, May 1999. Communication Magazine, Nov. 1998.
- [4] Building a Profitable Broadband Internet Access Infrastructure, Alcatel white paper, 1999.
- [5] M.De Prycker and J. Piro, "Alcatel IP Network