韓國IT서비스學會誌
第7卷 第1號
2008年 3月

인터넷 상호접속 진화에 따른 대역폭 거래(Bandwidth Trading)의 필요성 및 거래시스템 아키텍처 설계

김 도 훈*

Evolution of Internet Interconnections and System Architecture Design for Telecom Bandwidth Trading

Dohoon Kim*

■ Abstract ■

Bandwidth Trading(BT) represents a potential market with over 1 trillion USD across the world and high growth potential. BT is also likely to accelerate globalization of the telecommunications industry and massive restructuring driven by unbundling rush. However, systematic researches on BT remain at an infant stage. This study starts with structure analysis of the Internet industry, and discusses significance of Internet interconnection with respect to BT issues. We also describe the bandwidth commoditization trends and review technical requirements for effective Internet interconnection with BT capability. Taking a step further, this study explores the possibility of improving efficiency of network providers and increasing user convenience by developing an architectural prototype of Hub-&-Spoke interconnection model required to facilitate BT. The BT market provides an innovative base to ease rigidity of two-party contract and increase service efficiency. However, as fair, efficient operation by third party is required, this research finally proposes an exchanging hub named NIBX(New Internet Business eXchange).

Keyword : Next generation Internet, NGN/BcN(Next Generation Network/Boradband Convergence Network), Internet interconnection, Bandwidth Trading and Trading system, End-to-end QoS(Quality of Service)

* 경희대학교 경영대학 조교수

1. 서 론

오늘날의 인터넷 서비스는 역설(paradox)로 가득하다는 주장이 있다[27]. 이러한 주장이 설득력을 얻는 이유는 현재의 인터넷 기술로도 대규모의 다자간 실시간 연결(large-scale real-time multi-party communications)이 가능함에도 불구하고 이러한 서비스를 현실에서는 찾아 볼 수 없기 때문이다. 이러한 현상은 기술적인 문제라기보다는 글로벌 인터넷 운영과 관련된 사업자의 전략 및 정책의 문제로부터 발생한다. 실제로 인터넷이 네트워크의 네트워크라는 점에 비추어 볼 때, 인터넷을 움직이는 다양한 사업자들은 서로 경쟁하면서도 동시에 협력해야 하는 독특한 상황에 놓여 있다. 이러한 맥락에서 인터넷산업에서의 상호접속 문제를 철저히 점검해야 할 필요가 있다[3, 5, 11, 22].

특히 향후 ITU(International Telecommunication Union)의 NGN(Next Generation Network)이나 우리나라의 BcN(Broadband convergence Network)과 같은 차세대 인터넷 기반 컨버전스는 단대단(end-to-end) QoS(Quality of Service)를 전제로 하고 있다. 그런데 단대단 QoS는 ISP(Internet Service Provider)를 포함한 다양한 사업자들의 협력 없이, 한 사업자의 네트워크 성능향상만으로는 실현될 수 없다. 결국 인터넷 상호접속의 문제를 해결하지 않고서는 인터넷산업의 지속적인 발전과 NGN/BcN 기반의 인터넷산업 활성화를 기대할 수는 없다.

사업자간 협력을 요구하는 방향과는 반대로, 경쟁을 강화하는 환경요인도 점차 강화되고 있다. 즉, 망사업자간 경쟁이 치열해지고 인터넷 트래픽의 상업적 가치가 증가하면서, ISP들은 대역폭(bandwidth) 등의 용량관리(capacity management)와 운영비용 절감 및 고수익성 신규 서비스 개발과 같은 핵심역량에 점차 깊은 관심을 보이고 있다. 망서비스 사업자에게 대역폭으로 대변되는 전송용량(transmission capacity)은 핵심적인 자산임과 동시에 가장 큰 원가요소(cost center)이기 때문이다. 이러한 상황에서 WDM(Wavelength Division Multiplexing)과 같은 전송기술의 발전은 대역폭의 상품화(commoditization)를 촉진시키면서 망사업자의 용량관리에 새로운 해결책을 제공한다.

이러한 환경 변화에 따라 차세대 인터넷이라는 새로운 기술 및 서비스 환경은 단대단 QoS의 성공적인 구현을 위해 사업자간 협력과 경쟁을 동시에 실현시키면서, 대역폭 상품화와 같은 원가절감의 기회를 십분 활용할 수 있는 새로운 상호접속모형을 요구하고 있다. 공급자 관점에서 볼 때, 차세대 상호접속모형은 ISP를 비롯한 망사업자들이 자발적으로 단대단 QoS를 구현하기 위해 협력할 만한 비즈니스 동기를 제공하여야 한다. 즉, 높은 수익성이 기대되면서 단대단 QoS가 절대적으로 요구되는 고부가가치 서비스(killer application)가 쉽게 개발되고 구현될 수 있는 장으로서의 상호접속 플랫폼이 요구된다. 다른 한편으로 사용자 관점에서 볼 때에도, 단대단 QoS는 어떤 ISP에 가입되어 있더라도 동일한 품질의 서비스를 보장받을 수 있도록 하기 때문에 매우 바람직하다. 인터넷전화(VoIP, Voice over IP)나 IP-TV와 같은 차세대 인터넷 서비스의 도입이 지지부진한 주요 원인 중의 하나도 사업자간 상호접속 문제가 해결되지 않고 있기 때문이다.

인터넷을 핵심 인프라로 하는 컨버전스(소위 말하는 All-IP 컨버전스) 시대에는 이러한 상호접속의 양태가 큰 파급효과를 미칠 것임에도 불구하고, 국내에서는 관심이 거의 전무한 상태이다. 반면에 외국의 경우에는 관련된 자료가 상대적으로 많이 존재한다. 예를 들어, 기술적, 제도적 전제조건을 해결하기 위한 기초 연구로서 오프라인(off-line) 방식의 대역폭 관리를 통한 상호접속에 관해서는 Anandalingam and Keon[10], d'Halluin et al.[20], Ogino[28] 등에서 연구된 바 있다. 이들 연구는 통신사업자간의 쌍방계약(bilateral agreement)시 QoS 보장 혹은 서비스수준협정(Service Level Agreement, SLA) 제약하에서의 대역폭 브로커(bandwidth broker)

모형을 제공한다. 또한 Ogino[28], Pongpaibool and Kim[30], Weiss and Shin[31] 등은 인터넷 트래픽 교환 허브(hub)인 IX(Internet eXchange) 운용 및 ISP간 트래픽 교환방식들의 장단점을 논하고 있는데, 이는 실시간 온라인(on-line) 대역폭 거래(Bandwidth Trading, BT)로도 확장될 수 있다. 실시간 온라인 BT에 대해서는 Bhoj et al.[12], Chieng et al.[16], Gros[19], Lee and Ben-Natan[24] 등에서 그 가능성과 현재 시행 중인 사례가 제공된다. 특히 Gros[19]와 Lee and Ben-Natan[24] 등은 미국 Enron사가 시도하였던 최초의 온라인 BTS(BT System)을 자세히 소개하고 있다.

변동성(volatility)이 큰 통신서비스의 수요 특성상, 전송용량의 평균 사용율(average utilization rate)이 일반적으로 25%~40%에 불과함에 따라[19], 상호접속과 관련하여 BT에 대한 논의가 2000년 이후 본격화되고 있다. 최근 미국과 EU 등을 중심으로 대역폭 관리와 운용에 대한 새로운 방식이 시도되고 있으며, 이러한 경향은 대역폭의 상품화로 수렴된다. 즉, 타사업자의 여유 용량(idle bandwidth)을 적절한 계약가격에 의해 특정 기간동안 임차하여 사용함으로써 투자를 지연시키고 원가를 절감하려는 경향이 점차 확대되고 있다. 이는 결국 대역폭 자체를 상품으로 취급하는 새로운 종류의 거래시장(trading marketplace)이 형성되는 양상으로 발전되고 있는데, 이미 2003년에 BT 시장은 전세계적으로 3,600억 달러 규모에 이르렀으며, 2006년부터 전력 및 가스의 전세계 거래시장 규모를 이미 추월하였을 것으로 전망된다[17].

그러나 상기한 문헌을 포함한 대부분의 연구가 현실과는 거리가 있는 단순한 가정과 거래 메커니즘을 전제하고 있기 때문에 현업에 적용하기에는 무리가 많다는 지적을 받고 있다. 또한 많은 선행연구들은 쌍방계약에 의한 상호접속과 BT만을 대상으로 하기 때문에, 다사업자간 거래시장을 지향하는 본격적인 BTS와는 차이가 있다. 아직까지 다사업자 환경에 적합한 상호접속 및 BTS 아키텍처 등에 대해서는 구체적 내용은 물론이고 체계적인 개념도 정립된 바가 없이, BT 기반 상호접속 서비스 사업자들(대표적으로 글로벌 기업인 Equinix 사 등)의 사례와 서비스 구성요소 등을 소개하는 수준에 머무르고 있다.

본 논문은 NGN/BcN 등 차세대 인터넷 환경에서 다사업자간 상호접속의 문제와 BTS(Bandwidth Trading System) 아키텍처를 위한 개념적 기초를 제공한다. 망사업자의 입장에서 볼 때, BTS 아키텍처 및 대역폭 거래시장에 대한 연구는 대역폭 거래엔진(Bandwidth Trading Engine, BTE)을 개발하기 위한 전제 조건이다. 이를 위하여 먼저 차세대 인터넷 인프라 환경과 관련하여 상호접속의 관점에서 인터넷산업의 가치사슬 변화를 살펴 본다. 3절에서는 차세대 인터넷에서의 상호접속의 의미와 중요성을 검토하고, NGN/BcN 등 차세대 인터넷의 핵심인 단대단 QoS를 위한 상호접속 및 BT 플랫폼에 대해 소개한다. 다음 장에서는 H&S(Hub-and-Spoke)형 상호접속에 기반한 BTS 아키텍처를 제안한다. 특히 허브(hub)의 역할을 하는 NIBX(New Internet Business eXchange) 아키텍처를 소개하고, 중/장기적 관점에서 대역폭 거래시장의 효율성을 제고하기 위한 NIBX 기반 H&S 상호접속의 기능과 역할을 고찰한다. 마지막으로, 차세대 인터넷에서의 상호접속과 BT, BTS의 시사점을 정리하고 향후 연구방향에 대해 논하면서 논문을 마무리한다.

2. 인터넷산업에서의 상호접속의 중요성과 역할

2.1 인터넷 상호접속 유형과 진화

일반적으로 상호접속은 서로 다른 통신망 가입자들 사이의 연결이 가능하도록, 게이트웨이(gateway), 접속회선 등의 설비를 이용하여 사업자들의 통신설비를 물리적으로 연결하는 것을 말한다. 상호접속을 통하여 접속이용 사업자는 접속제공 사업자의 가입자를 비롯하여 접속제공 사업자와 이미 상호접속을

수행하는 다른 사업자의 가입자에게까지 연결될 수 있어서 네트워크 외부성(network externality)을 극대화할 수 있다. 오늘날의 인터넷도 수많은 ISP들의 자발적이고 상업적인 협정을 통하여 서로 연결된 네트워크들의 집합이다. 이에 따라 사용자 입장에서는 전체가 하나의 네트워크인 것으로 인식되는, 끊김없는 서비스(seamless service)가 가능하다.

전통적인 ISP간 상호접속은 사업자간 계약방식에 따라서 peering과 transit으로 구분된다. peering은 일반적으로 규모가 비슷한 두 ISP 쌍방간에 체결되며 별다른 정산(settlement) 절차 없이 트래픽을 서로 교환하는 방식이다. 그러나 상대방 가입자 이외의 경로정보는 서로 교환하지 않기 때문에, 제3의 ISP 가입자와 peering만으로 연결될 수는 없다. 반면에 transit 방식에서는 한 ISP가 다른 ISP에게 비용(transit fee)을 지불하고 트래픽을 이전시킨다. 일반적으로 네트워크 규모, 가입자수, 지리적 커버리지 등의 차원에서 규모가 작은 ISP가 규모가 큰 ISP와 transit 방식에 의해 글로벌 인터넷에 연결된다.

또한 다양한 ISP들을 효율적으로 연동시키기 위하여 IX(Internet eXchange)라는 상호접속 플랫폼이 제공되었다. IX는 복수의 ISP가 서로 연결되는 장소로, 특정 ISP 소유의 라우터와 공동의 회선 및 2계위(ethernet, FDDI, ATM 등의 데이터링크 계위) 혹은 3계위(IP 라우팅 계위)의 고성능 회선 혹은 소규모 고속 네트워크로 구성된다. 인터넷 초기의 미국의 CIX(Commercial Internet eXchange), NAP(Network Access Point), MAE-E 등이 공공 IX의 예이다. 이후에는 비용공유(cost sharing) 차원에서 다수의 소규모 ISP들이나 공공 인터넷망들이 자발적으로 공공 및 사설 IX를 구축하여 상호연동하고 있다(미국의 학술연구망인 FIXen(Federal Internet eXchange)이나 우리나라의 학술연구망 통합운영 등이 그 예임). ISP들은 IX에서 타 ISP들과 peering 및 transit 방식으로 상호접속할 수 있다.

인터넷 초기에는 인터넷 이용의 활성화를 위해 모든 사업자들이 다른 네트워크와의 접속을 통한 수요확대를 추구하였으며, 트래픽 처리에서도 혼잡(congestion) 및 지연(delay) 등과 같은 문제가 발생하지 않았다. 또한 비영리적 목적에서 탄생하였다는 인터넷의 공공재적 특성과 더불어, 패킷교환망에서는 트래픽에 대한 과금(accounting and billing)이 어렵다는 기술적인 이유로, ISP간 트래픽에 대해서는 정산하지 않는 무정산방식(zero-payment settlement 또는 bill-and-keep이라고도 함)이 상호접속의 근간을 이루었다.

그런데 peering 중심의 무정산방식 상호접속은 다음의 조건이 충족될 경우에만 그 안정성이 유지된다. 첫째, 상호접속하려는 ISP간 트래픽의 흐름이 어느 정도 균형을 유지해야 한다. 둘째, 정산에 따른 편익이 트래픽의 측정(metering)과 과금에 드는 비용에 비해 크지 않아야 한다. 셋째, 이용자의 규모, 서비스와 콘텐츠 품질 및 다양성, 접속의 지리적 범위 등이 어느 정도는 유사해야 한다. 이러한 이유에서 상호접속의 비용과 편익이 균등하게 분배될 경우에만 peering 방식은 안정적으로 유지될 수 있다. 그러나 다수의 다양한 규모의 ISP들간의 트래픽 패턴이 점차 비대칭적으로 발전하면서 peering 방식만으로는 ISP간 수익구조가 실제 트래픽 패턴을 따르지 못하고 왜곡되기 시작하였다. 즉, 소규모 ISP들은 대규모 ISP에 접속하여 별다른 대가를 지불하지 않고서도 글로벌 인터넷에 무임승차(free ride)할 수 있게 되었다. 이는 대규모 기간 ISP(Internet Backbone Provider, IBP) 네트워크의 품질 향상과 지속적인 용량확대 등에 필요한 수익을 창출에 오히려 방해요소가 되었다.

무정산 상호접속모형이 관련 원가를 충분히 보상하지 못한다는 판단에 따라, IBP들은 주요 공공 IX에서peering을 중단하고 중소 ISP에게 차별적인 상호접속기준과 transit에 의한 정산방식(financial settlement)을 도입하였다. 특히 1997년에 대표 IBP였던 UUNET이 14개 지역 ISP들과의 peering 협정을 종료했을 때 이들 소규모 ISP들은 큰 위협을 받았다. 당시 미국의 4대 주요 ISP인 MCI, GTE, Sprint, UUNET 등은 모든 인터넷 트래픽의 85%

~95% 정도를 담당하고 있었기 때문에 소규모 ISP들은 이들 IBP에 접속하지 않고는 글로벌 인터넷에 연결될 수 없었다([1, 22] 등).

이러한 진화에 따라 인터넷 상호접속방식은 대규모 ISP들간의 peering과, 소규모 ISP들과 대규모 ISP간의 transit 방식으로 점차 계층화가 심화되고 있다. 문제를 더욱 심각하게 만드는 것은 transit 상호접속에서의 일방 정산(unilateral settlement)에 따른 지불방식(payment methods)의 경직성이다. 대부분의 transit에서 적용되는 일방 정산은 소규모 ISP의 무임승차를 억제할 수는 있으나, 정산의 주체와 방향이 고정됨에따라 ISP간의 새로운 불평등 문제를 야기한다. 즉, 인터넷의 특성상 대규모 ISP와 소규모 ISP간의 트래픽의 방향성은 고정되기 어려울 뿐만 아니라, VoIP와 같은 양방향 서비스는 양자의 네트워크를 동일하게 사용하므로, 어느 일방으로만 접속비용을 지불하는 것은 바람직하지 않다. 더욱이 수직적으로 결합된 대규모 ISP가 소규모 ISP와 서로 경쟁관계에 있는 경우, 소규모 ISP에게 접속료 부과를 통하여 경쟁사업자의 비용에 관여할 수 있다는 공정경쟁상의 문제점도 내포하고 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 양방 정산(bilateral settlement)을 고려할 수 있다. 양방 정산은 네트워크 자원의 효율적 사용을 장려하고 상대방의 무임승차를 방지할 수 있다는 장점을 가진다. 또한 접속료가 원가에 기초하는 경우 서비스 원가의 효율적인 배분을 가능하게 한다. 그러나 양방 정산은 트래픽 측정에 상당한 비용이 소요되므로, 현실에 적용되기 어렵다는 단점을 안고 있다(이러한 이유에서 아직까지도 국가간 인터넷 트래픽 정산에서도 일방 정산을 기초로 하고 있다

또 다른 해결책은 제 3의 중개인(intermediary)을 통한 다자간 정산(multilateral settlement)이다. 예를 들어, 여러 ISP가 동시에 상호접속할 경우, 모든 ISP가 서로 일대일로 접속하지 않고 IX를 통하여 상호접속하는 방법을 생각해 볼 수 있다. IX를 중개인으로 이용하는 ISP들은 IX 운영비용을 공동으로 부담하는 대신, IX가 정한 일반 원칙에 따라 참여 사업자들간 협상을 통하여 다자간 정산을 수용한다. ISP 입장에서 상호접속에 관련된 거래비용을 줄일 수 있다는 이점을 가진다. 제 3장과 제 4장에서 IX의 역할을 적극적으로 확대, 발전시킨 상호접속모형과 시스템 아키텍처를 자세히 살펴 볼 것이다.

2.2 상호접속과 인터넷산업에의 함의

초기 인터넷을 탄생시킨 원칙인 차별없는 연결(any-to-any connection)은 인터넷의 본질적인 가치로 인식되어 왔기 때문에, 지금까지 인터넷 상호접속은 최소한의 규제만을 받아 왔다. 그러나 인터넷이 급속히 성장하고 사회적 편익과 가치창출의 한 축을 담당하게 되면서부터 차별없는 연결의 이념도 도전에 직면하고 있다. 일례로, ISP간 규모와 협상력의 차이로 인하여 상호접속이 선별적으로 이루어지고 있으며, 대규모 ISP들의 시장지배력도 점차 확대되고 있다. 또한 VoIP 및 IP-TV와 같은 새로운 서비스의 등장으로 인터넷 트래픽이 상품성을 획득하면서, 인터넷 상호접속에서도 유/무선 전화에서와 같은 수준의 합리적이고 체계적인 상호접속제도를 도입해야 한다는 의견이 점차 주목을 받고 있다. 대표적인 사례로, 호주에서는 인터넷 상호접속에 대해서도 규제를 도입하려는 논의가 규제정책기관인 공정경쟁위원회(Australian Competition and Commission, ACCC)에 의하여 법제화하여, 인터넷 상호접속방식을 기존의 통신사업자에게 적용되는 규제의 틀에 포함시켰다[1]. EU도 이와 비슷한 정책을 추진하고 있어서, 인터넷 상호접속에 대한 관점의 변화는 향후 인터넷산업에도 시사하는 바가 크다.

인터넷산업이 본격적으로 발전하기 시작한 지 10년도 채 않되었지만 합병과 인수, 수직적 결합 등으로 산업구조의 집중화는 이미 많이 심화되었다. 미국의 기간 ISP들은 그들의 시장지배력을 바탕으로 음성/데이터 전송서비스, 접속서비스, 콘텐

츠 호스팅 등의 모든 사업분야로 사업영역을 확대하고 있다. 이러한 이유에서 기간 ISP들의 소규모 ISP들과의 peering 방식의 폐지로 인하여 기간 ISP의 시장지배력 강화를 우려하는 주장들이 제기되어 왔다. 첫째, 인터넷접속시장에서 일정 수준의 점유율을 가진 기간 ISP가 접속료를 인상하는 등의 시장지배력 남용이 우려된다. 둘째, 수직적으로 결합된 기간 ISP의 peering 거부가 소규모 경쟁사업자를 재정적으로 압박하는 수단으로 작용하여 공정경쟁을 저해할 수 있다. 셋째, 새로운 기간 ISP의 출현을 저지하기 위하여 기존의 기간 ISP들의 묵시적 담합(implicit collusion)이 우려된다. 넷째, 언제든지 상호접속을 거부할 수 있는 기간 ISP와 상호접속이 반드시 필요한 소규모 ISP간의 교섭력(negotiation power)의 불균형이 예상된다.

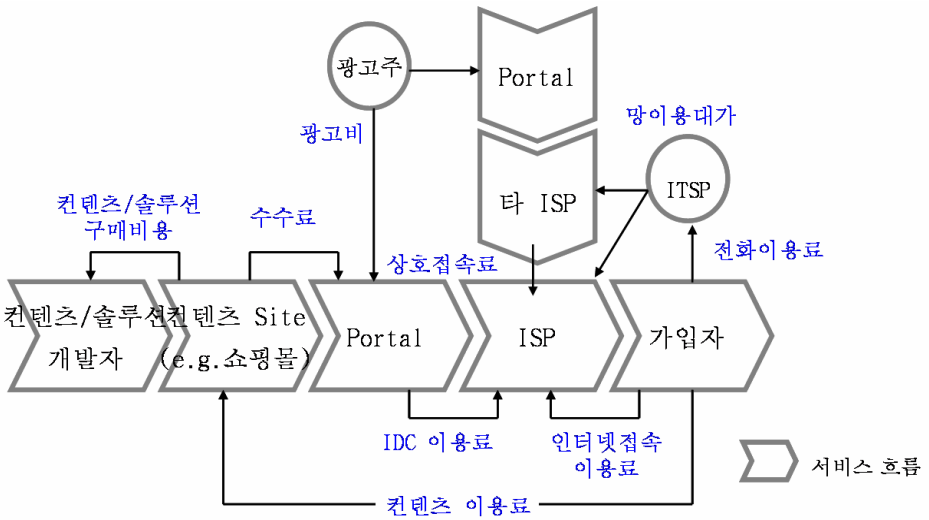
전통적으로 강한 규모의 경제성(economies of scale)를 보이는 정보통신산업에서는 경쟁 활성화를 통한 독점의 폐해를 막고자 노력해 왔다. 이에 따라 규제의 역할도 공공성 확보와 효율성 증대에 초점을 맞추고 있으며, 경쟁효과를 극대화하고자 상호접속과 관련된 규제가 시행되어 왔다. 또한 최근의 급속한 통신기술과 인터넷산업의 발전은 서비스간 융합(convergence)을 가속화시키면서 이종 통신망간 상호연동 및 접속의 문제를 제기하고 있으며, 고도화된 융합서비스에 적합한 새로운 상호접속방식에 대한 필요성도 점차 강조되고 있다. 사업자간 상호접속의 조건이 경쟁수단으로 남용되어 상업적으로 차별화되어 적용된다면, 상호접속이 거부된 특정 ISP 가입자는 다른 네트워크의 서비스를 이용할 수 없거나 낮은 품질의 인터넷 서비스를 받게 되므로, 인터넷의 가치는 저하될 것이다. 또한 사업자간 경쟁에서 비롯되는 가격인하나 품질 향상의 효과를 기대하기도 어려울 것이다. 따라서 향후 인터넷이 국민경제의 중추적 신경망이 되는, NGN이나 BcN과 같은 디지털 컨버번스 환경을 대비하여, ISP간 상호접속이 가지는 사회/경제적 함의를 체계적으로 고찰하고, 이에 걸맞는 상호접속모형을 정립할 시점에 있다.

3. 차세대 인터넷에서의 상호접속과 대역폭 상품화

3.1 차세대 인터넷에서의 e2e QoS 이슈와 인터넷 상호접속

NGN/BcN은 통신, 방송, 인터넷이 융합된 QoS (Quality of Service) 보장형 서비스를 언제 어디서나 끊김없이 안전하게 이용할 수 있는 차세대 인터넷을 말한다. 이는 또한 음성, 데이터, 유/무선, 통신/방송 융합형 멀티미디어 서비스를 언제 어디서나 편리하게 이용할 수 있는 서비스 통합 인프라이기도 하다. 즉, 콘텐츠, 네트워크, 단말장비를 가리지 않고 사용자가 원하는 것은 모두 지원하겠다는(any content, any network, any device) 것이 NGN/BcN을 통한 컨버전스의 비전이자 목표이다. 이를 위해 다양한 서비스를 용이하게 개발하여 제공할 수 있는 개방형 플랫폼(open API 등) 등의 인프라 혁신이 요구된다. 또한 보안, 품질보장(QoS/SLA), 유연한 주소체계(IPv6) 등이 지원되는 통신망이어야 한다. 그리고 네트워크, 단말, 위치 등에 구애받지 않고 다양한 서비스를 끊김없이 이용할 수 있는 유비쿼터스 서비스 환경도 포함해야 한다.

이는 단순히 기술적 통합만으로 달성 될 수 있는 목표는 아니다. 즉, 디지털 컨버전스는 인터넷 산업의 가치사슬에 직접 개입되는, ISP, 유/무선 통신회사, ASP(Application Service Provider), CP (Content Provider), IDC(Internet Data Center), 기타 PC방과 같은 소매유통업자(retail distribution), 최종사용자 등의 이해당사자들(stakeholders) 사이의 기술적, 제도적, 경영정책적 협력이 담보되어야만 제대로 실현될 수 있다. 특히 망사업자들간의 일반적인 상호접속뿐만 아니라 CP, 유/무선 통신회사 등과의 상호연동과 정산절차 등이 정립되어야 한다는 점이 기존의 인터넷산업 가치사슬과 차이점이다. [그림 1]은 디지털 컨버전스 환경에서의 인터넷산업 가치사슬을 보여준다.



[그림 1] 디지털 컨버전스(NGN/BcN) 환경에서의 인터넷산업 가치사슬

NGN/BcN의 궁극적 목표는 단대단 QoS가 가능한 인프라 플랫폼을 제공하여 고급의 인터넷 기반 융합서비스를 활성화시키는 것이다[9, 23, 24, 27]. 그런데 단대단 QoS가 가능하기 위해서는 현재 인터넷산업에서의 기본적인 상호접속방식만으로는 부족하며, 여러 부가적인 기능요소가 지원되어야 한다. 특히, 기술적 문제 외에도, 단대단 QoS를 구현하기 위해 ISP들이 자발적으로 협력할 수 있는 환경을 새로운 인터넷 상호접속 아키텍처를 통해 제공할 수 있어야 한다. 이러한 아키텍처를 통하여(단대단 QoS가 실현될 수 있는 틀이 마련된다면) 사용자는 안정된 수준의 서비스 품질을 보장받을 수 있으며, 공급자(ISP)의 입장에서도, 수익성 높은 고부가가치 서비스를 신속히 개발할 유인을 얻는다.

또한 ISP간 경쟁이 치열해지고 인터넷 트래픽의 상업적 가치가 증가함에 따라, ISP의 망관리 및 운용에 있어서 성능 및 역량관리(performance and capability management)가 중요한 경쟁요소로 부각되고 있다. 동시에 ISP는 운영비용 절감과 수익성 높은 서비스 개발을 통하여 수입관리(revenue management)에도 최선을 다하여야 한다. 이러한 맥락에서 대역폭 상품화(bandwidth commoditization) 경향에 따른 대역폭 거래(BT)의 증가는, ISP의 원가절감과 수입관리 관점에서 볼 때 매우 긍정적인 현상이다.

그런데, ISP 망은 글로벌 인터넷의 한 부분에 불과하므로 다른 ISP나 관련 사업자와의 협력 없는 서비스 개발과 네트워크 성능 향상은 무의미하며, 결과적으로 ISP 스스로의 혁신을 위한 동기는 약화된다. 이 역시 인터넷 상호접속체계의 개선을 통하여 사업자의 혁신이 직접적인 이익 증가로 이어질 수 있도록 하지 않고서는 인터넷산업의 지속적인 발전을 기대할 수는 없다. 이러한 이유에서 단대단 QoS 구현과 BT를 동시에 달성할 수 있는 새로운 상호접속모형을 개발할 필요성에 공감대가 형성되고 있다.

기존의 peering과 transit을 중심으로 하는 상호접속체계는 ISP간 연결관계를 지나치게 계층화시키고 복잡하게 만들어 NGN/BcN의 이상을 실현하기에 적합하지 않다. 또한 다층화된 ISP 산업구조에서 단대단 QoS를 강제하게 되면 네트워크 외부성에 의하여 ISP 산업구조를 대형 사업자의 시

장지배력을 높이는 요인이 될 가능성도 존재한다[2]. 이는 승자가 독식하는(winner-takes-all) 산업구조를 초래하여 애초에 NGN/BcN의 정책적 취지와는 정반대의 결과를 야기할 위험이 높다. 이러한 시나리오가 가능하다면 그 원인은 단순히 지나치게 많은 수의 ISP가 존재한다는 점에 있는 것이 아니라, 지나치게 세분화된 ISP 산업의 계층구조에 있다. 다층화된 연결관계는 트래픽 전송경로를 필요 이상으로 길고 복잡하게 하면서 상호접속 과정에서 서비스 품질을 저하시키는 근원이 된다. 전송경로가 길어지고 상대적으로 많은 ISP가 개입되어야 한다면 단대단 QoS를 구현하는 것이 쉽지 않으며, BT의 개연성도 약화되는 것은 자명하다.

기존의 다층화된 연결구조를 해체하여 단순화시킨다면 단대단 QoS와 BT는 보다 쉽게 구현될 수 있을 것이다. 그러나 현재의 정책 및 ISP 산업 환경에서 외부의 강제에 의한 해체를 시행할 수는 없다. 따라서 상기한 전제조건들을 지원할 수 있는 새로운 인터넷 상호접속모형을 개발하고, 이러한 플랫폼에 사업자들의 자발적인 참여를 유도함으로써, 현행 상호접속체계의 문제점을 점진적으로 해결하는 접근법이 바람직하다. 새로운 상호접속모형과 이를 통해 제공되는 BT 등의 부가적 기능을 위한 아키텍처는 제 4장에서 소개되며, 다음 절에서는 대역폭 상품화의 경향과 이로 인한 BT의 가능성을 먼저 살펴본다.

3.2 대역폭 상품화 현황 및 대역폭 거래를 위한 상호접속 아키텍처의 필요성

미국은 1984년 AT&T가 분할(divestiture)된 이후 지역 Bell 전화회사 사이에서 오프라인 방식으로 디지털 전화회선에 대한 BT가 조금씩 활성화되기 시작하였다. 이러한 경향은 인터넷의 등장 이후 정보통신산업에서 역무제한을 철폐한, 1996년 The Telecommunications Act가 다양한 통신사업자와 ISP 등의 신흥 망서비스 공급자를 과잉으로 양산하면서 더욱 촉진되었다. 이들 사업자들은 결국 2000년의 닷컴 붕괴를 거치면서 상당 부분 정리되었지만, 이후에도 경쟁은 점차 심화되고 있다. 그리고 타사업자와의 경쟁에서 원가절감과 수입증가를 위하여 망설비 용량을 대변하는 대역폭 자체도 시장을 통하여 거래되기 시작하였다. 미국의 경험에 비추어 볼 때, 인터넷산업에서의 대역폭은 다음과 같은 특성으로 인하여 그 자체가 상품화될 가능성이 높다.

- 특정 단위(예를 들어, 광전송 단위인 OC-시리즈 등)의 대역폭은 사업자가 책정한 가격 이외에는 물리적으로 동질적이므로 거래의 안정성이 높다.
- 소비가 시간에 의존적이며(perishable), 저장이 불가능하므로(non-storable) 실시간 거래를 통하여 공급자 및 수요자의 편익을 동시에 증가시킬 수 있다. 예를 들어, 항공산업에서의 좌석관리체계와 비교하면 대역폭의 실시간 거래를 통한 편익을 쉽게 비교할 수 있다.

관행적인 오프라인 거래방식에서는 BT에 짧게는 수 일에서 길게는 서너 달 이상이 소요된다. 이에 따라 네트워크 성능을 실시간으로 측정하기 어려우며, 측정된 성능을 사업자의 재무성과와 연결시키기 어렵고, 서비스제공 원가를 정확히 평가하는 것도 원천적으로 불가능하다. 오프라인 거래의 문제점을 해결하고자 미국과 영국의 통신사업자들은 실시간 온라인 거래시스템을 개발하고자 노력하였다. 이를 통해 BT에 소요되는 거래비용을 줄이고, 공급 및 수요의 편익을 동시에 증가시키는 것이 목적이다. 특히 미국의 경우, 1999년 12월에 세계 최초로 Enron사와 Global Crossing 사이에서 온라인 거래방식에 의한 실시간 BT에 대한 실험을 성공적으로 마쳤던 경험이 있다. 이에 자극받아 EU 등 다른 통신 선진국들도 BTS 개발을 적극적으로 시도하고 있으며, 미래지향적인 글로벌 통신사업자로 성장하여 해외시장에 진출하는 발판으로 삼고자 한다.

2000년대 들면서 인터넷망에 대한 대역폭도 온라인으로 매매되기 시작한 상품으로 부상하였다.

기업들의 인터넷 의존도가 높아지고 광전송망(optical fiber network)이 대규모로 구축되면서 전용선 및 일반 데이터통신뿐만 아니라 음성통신에서의 통화시간(minutes) 등도 인터넷망을 이용하게 되었기 때문이다. 이러한 경향은 모든 정보통신서비스의 인프라가 인터넷으로 통합되는 NGN/BcN 시대에는 더욱 강화될 것이 확실하다. 이에 따라 기간 통신사업자를 중심으로 한 BT 사업자들도 모든 종류의 거래가 가능하도록 다양한 거래 플랫폼을 구현하고 서로 경쟁하기 시작했다. 특히 ISP, ASP, CP 등은 BT 시장을 통하여 비용 감축을 원하고 있기 때문에, 기존 음성통신에서의 trading minutes에 더하여 IP transit, dark fiber, 광파장(wavelength) 등과 같은 상품들이 급속히 개발될 것으로 전망된다. 이미 BT 시장을 이용하는 ISP, ASP, CP 등은 기존의 상호연동에 의존할 때에 비하여 15%~20%의 비용 절감을 보고하고 있다. 이러한 학습이 지속됨에 따라 BT 시장은 앞으로 더욱 활성화될 전망이다.

하나의 사례로, 미국 뉴욕에 본부를 두고 현재 trading minutes에 집중하는 Arbinet-thexchange사는 회원들간의 거래와 이에 따른 트래픽 흐름까지 자동으로 매매하는 솔루션을 제공한다. Arbinet의 플랫폼은 가격과 품질에 따라 글로벌한 입지(presence)를 가지는 자사의 게이트웨이와 상호연동되는 관리시스템을 통하여 대역폭을 제공한다. 즉, Arbinet의 BT는 글로벌 망사업자들과의 제휴를 통하여 일종의 네트워크의 네트워크처럼 동작한다. 또 다른 BT 공급자인 RateXchange는 전기와 가스 시장에서 사용된 모델에 근거하여 RateXmatch라 불리는 플랫폼을 운영한다. 이 플랫폼에서는 거래를 위한 신용과 사용한도 등을 동적으로 통제함으로써 거래 당사자가 사전에 승인하고 상대방의 신용등급을 관리할 수 있도록 한다. RateXchange는 미국 전역에 걸친 6개의 허브를 통해 대역폭을 매매한다. 허브가 설치 되지 않은 지역에서는 PP(Pooling Point)나 IX 등과 같은 기존의 인터넷 상호접속을 활용하여 거래할 수도 있다.

BT 시장이 성장을 위한 기본 바탕을 마련함에 따라, 전통적인 통신사업자나 ISP들만이 BT 시장에 관심있는 유일한 그룹은 아니게 되었다. 일반 전력회사와 가스 및 광물의 현물 및 선물거래를 담당하는 기업들도 BT 시장을 매우 매력적인 투자대상으로 보고 있다. Reliant Energy와 El Paso Energy 등이 그 대표적인 예이다. 이들은 다른 4개의 가스, 전기, 광물거래회사 등과 같이 최근에 국제적인 컨소시엄을 형성했다. 또한 BT 시장의 성장과 더불어 대역폭이라는 상품의 유동성이 강화되면 일반 투자회사들도 주요 BT 사업자가 될 수 있다.

상기한 사례와는 달리, 국내의 경우 초고속인터넷 및 이동통신망과 같은 인프라 구축에서는 글로벌 입지를 굳히고 있으나, 대역폭 자체를 사업자간 거래하는 경우는 거의 전무하다. 다만 일부 국제전화회선(international minute trading)에 대해서 외국 사업자와 BT를 시행하고 있다. 거래방식도 전화나 팩스 등과 같은 오프라인 방식에만 의존하고 있는 등, 아직 국내 사업자들은 미국과 EU의 추세에 적절한 대응방안을 마련하고 있지 못하다. 이는 미국 및 EU와의 FTA 시행을 앞두고 정보통신 입국을 지향하는 우리나라의 국가전략에 비추어 볼 때 매우 실망스러운 사실이다.

3.2.1 유동성(Liquidity) 이슈와 BT를 위한 상호접속 아키텍처의 필요성

대역폭을 포함하여 모든 형태의 상품에 있어서 성공적인 거래를 위해 가장 중요한 요소는 유동성(liquidity)이다. BT 시장도 유동성을 가져오기에 충분한 구매자와 판매자 그리고 실제 거래 물량이 존재하여야만 그 활성화가 담보된다. 즉, BT 시장이 충분한 유인과 동기를 제공할 수 있는 지에 달려 있다. 먼저 공급 측면을 살펴보면, BT에 참여한 망서비스 공급자들은 망용량의 사용률(utilization rate)을 증가시키고 망운용상의 위험을 최소화함으로써, 망사업자들이 구축한 새로운 인프라에 들인 투자비용에 대한 높은 수익을 기대할 수 있다.

일반적으로 대형 통신사업자들의 네트워크 사용률은 30%~80%에 머물러 있으므로, BT를 위한 막대한 여유 용량을 이미 소유하고 있다는 것은 매우 긍정적인 환경을 제공한다. 이에 반하여 대역폭 구매자들은 그들에게 필요한 적절한 대역폭을 시장 메커니즘에 따라 가장 저렴한 가격에 신속하게 구매할 수 있다. 실제로 대역폭이라는 상품 거래에 많은 (잠재적) 구매자와 판매자가 존재한다는 사실은, 이제 유동성 이슈가 시장의 잠재력을 현실화시킬 수 있는 최적의 거래시장(trading marketplace)을 구현하는 문제로 귀착됨을 의미한다. 즉, 거래의 효율성을 극대화하는 대역폭 거래시스템(BTS)라는 플랫폼 혹은 솔루션 개발이 당면한 과제로 부상하는 것이다.

실제로 효율적 BT가 실현되기 위한 기술적, 제도적 장애가 존재하는데, 이의 상당 부분은 2절과 3.1절에서 살펴 본 기존 상호접속체계의 구조적 특이성에 기인한다. 현행 상호접속모형은 거래의 신속성이나, 구매자에게는 보다 낮은 가격을 그리고 공급자에게는 보다 나은 자원 사용률을 보장하기에는 크게 부족하다. 지금의 상호접속체계에서 BT가 시행되더라도, 장기 리스, Indefeasible Rights-to-Use(IRU : 계약기간상의 독점적 사용권), bulk BT 계약 등과 같은 쌍방계약으로만 가능하기 때문이다. 쌍방계약은 거래 당사자들간의 관계를 정립하는 데에 많은 노력과 시간, 시행착오 등의 위험이 수반되기 때문에, 다자간 계약에 비해 총비용이 상승할 뿐만 아니라 그 프로세스도 비효율적이다.

따라서 단대단 QoS의 구현과 BT 시장의 효율성을 제고하기 위해, 다자간 상호접속모형을 검토할 필요가 있다. 이를 위해 사업자간 이해관계를 보다 쉽게 해결할 수 있는 상호접속체계로, IX를 확대 발전시킨 플랫폼이 현실적 대안이 될 것이다. 이상적으로는, BT를 위한 IX의 시장 기능은 공신력과 신뢰성을 갖춘 중립적 제 3자를 통해 익명성이 보장되는 상태에서 구매, (재)판매, 스왑(swap), 선물(futures), 옵션(options) 등의 다양한 형태의 거래가 모두 가능한 아키텍처가 바람직할 것이다. 또한 기술적 아키텍처에 더하여, 규모성있는 상호연동 기반의 구축과 운용 및 대단위 고객기반을 확보하는 것 등이 BT 사업자들의 성공에 필요한 주요 요소가 될 것이다.

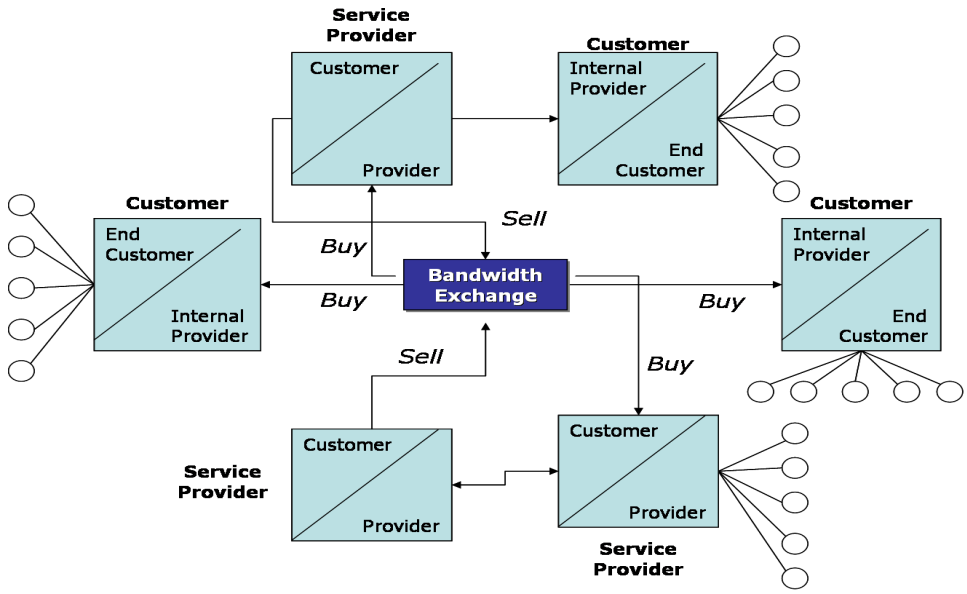
4. 대역폭 거래시스템(BTS) 아키텍처 설계

4.1 효율적 BT를 위한 거래시스템 아키텍

4.1.1 BT eMarketplace Model과 단대단 QoS를 지원하는 상호접속모형

[그림 2]는 BT에 관련되는 다양한 참가자들 사이의 관계를 묘사한다. 이 그림과 같은 환경에서는 대역폭의 가용성(availability)이 고객에게 중요한 이슈가 되고 SLA(Service Level Agreement) 등과 같이 고객에게 가용성을 보장할 수 있는 제도적 장치가 주어진다. 이 경우 단순한 전자게시판에서 벗어난 공공성을 지닌 거래 허브가 필요하다

아래 그림에서 보듯이, BT의 신뢰성을 높이고, 단대단 QoS에 기반한 고품질 정보통신서비스를 실현할 수 있는 거의 유일한 상호접속모형은 IX와 같은 허브에서의 다자간 정산 및 거래방식이다. 가치중립적 제 3자(third party)의 공정한 운영이 전제된다면, BT 시장은, 공급자의 관점에서 볼 때에는 쌍방계약에 의한 위험을 분산시키며, 수요자 입장에서는 서비스 제공의 효율성과 신뢰성을 제고하는 좋은 기회를 제공한다. 즉, ISP 유형에 관계없이 다수 ISP들의 트래픽 교환을 체계적으로 관리하는 트래픽 교환 시스템을 구축하고 중립적이고 공공성을 보장하는 제 3자가 이를 관리하는 것이다. IX가 확대 개편된 새로운 시스템은 그 운영방식 및 지배구조(governance structure)와 사업자간 상호접속방식에서 기존의 IX와는 다르기 때문에 NIBX(Neutral Internet Business Exchange)라고 명명하기로 한다.



[그림 2] BT eMarketplace의 개념과 구조[1)]

NIBX는 데이터전송상의 기술적인 측면에서는 IX 플랫폼이나 PPP(Public Pooling Point) 등과 크게 다르지 않으나, 신속하고 효율적으로 다양한 상호접속방식을 지원하는 교환기제(switching fabric)와 관리체계(management systems)를 운영한다는 점에서 기존의 IX 기능과는 크게 다르다(초기 NIBX의 벤치마크 대상은 캐나다의 차세대 인터넷 프로젝트인 CA * Net2에서의 Giga PoP(Point of Presence) 트래픽 교환허브이다). 먼저, NIBX에서는 peering과 transit으로 대별되는 현행 상호접속모형은 서로 통합되어, 보다 유연하고 느슨한(flexible and loosely coupled) 구조로 바뀐다. 예를 들어, NIBX에는 중소형 및 대형 ISP가 모두 자유롭게 참여할 수 있도록 진입 및 퇴출장벽이 없으며, 모든 참가자에게 (순수)peering, 정산 peering(paid peering), transit 등의 다양한 상호접속방식을 포함하여 실시간 BT 서비스도 제공한다. NIBX를 통한 BT는 (주로 대형) ISP들이 자신의 여유용량을 NIBX에 교환 상품으로 등록함으로써 시작된다. NIBX는 등록된 대역폭을 공시하고 이의 거래를 감시, 통제, 관리한다. 예를 들어, 등록된 대역폭이 약속된 QoS를 제공하고 있는지 등을 평가하고, 주어진 기준을 위반하는 경우 적절한 벌칙을 시행한다. NIBX에 등록된 대역폭을 이용하는 타ISP나 ASP, CP 등의 사업자의 입장에서 볼 때, 이러한 거래는 통상적인 상호접속을 논리적으로 우회(bypass)하여 직접 자신의 목적지와 연결되는 것이므로, 보다 효율적이라는 장점을 가진다.

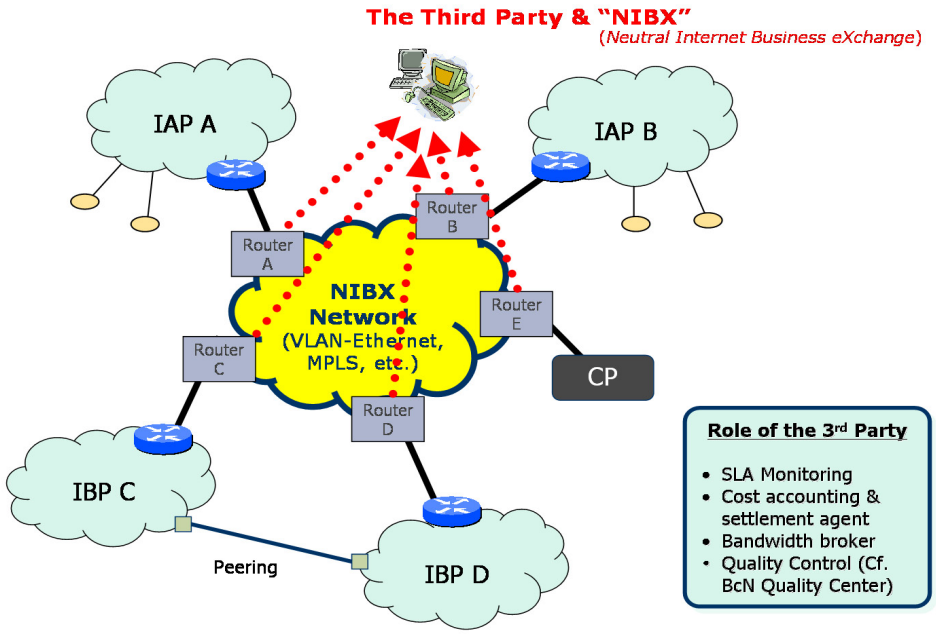
NIBX는 웹호스팅업체, ASP, CP, CDN(Content Delivery Network) 심지어 SOHO까지도 다수의 ISP와 연결될 수 있는 기회의 장을 마련하여, 보다 다양한 부가서비스(potpouri of value-added services)를 창출할 수 있다. 예를 들어, DNS(Domain Name Server)나 NTPS(Network Time Protocol Server) 등을 설치하여 ISP간 상호접속이 원활히 수행되도록 보조하거나 감시하는 서비스를 제공할 수 있다. 또한 제 3자의 역할에 맞도록, 인증 및 보안과 같은 서비스 플랫폼도 제공한다. 이는 Gaynor and Bradner[18]가 보인 바와 같이, 인터넷을 통한 가치창출의 본질인 수요자 중심의 killer applica-

1) Lee and Ben-Natan[24]이 제시한 개념도를 바탕으로, 저자가 본 논문의 주제에 맞추어 수정한 것.

tion 개발 가능성을 높이는 것이다(수요자 중심의 서비스 개발은 NGN/BcN의 핵심적인 존재 이유이기도 하다).

마지막으로, NIBX는 논리적 허브로, 물리적으로는 광범위한 지역적 커버리지(geographical coverage)를 제공할 수 있다. 이 경우, 물리적으로 NIBX는 하나의 최상위 슈퍼 네트워크가 되며, 교환기제와 관리체계를 통하여 NIBX 서비스망의 재구성(service network reconfiguration)을 용이하게 수행할 수 있다. 기능적 측면에서 NIBX는 다양한 ISP를 비롯한 많은 이해당사자들을 쉽게 포용하고 관리할 수 있도록 규모성(scalability)과 신뢰성(trust and reliability)을 제공하며, 이를 통해 네트워크 외부성을 극대화함으로써 인터넷 트래픽 교환의 e-marketplace로서 기능하는 것을 목표로 한다.

- 규모성은 NIBX에 참여하는 사업자 증가에 따른 운영의 복잡도 증가가 크지 않아야 한다는 것을 의미한다. NIBX에 참여하는 사업자가 많을수록 집적의 경제(economies of concentration)로부터 이득을 얻겠으나, NIBX 교환기제 운영의 비효율성도 증가하게 된다. 예를 들어, NIBX에 참여하는 사업자의 수가 N이라고 한다면 이들 간의 트래픽 교환을 모니터링하고 감독하는 절차는 O(N2) 이상의 복잡성을 가질 것이다. 교환기제는 이러한 복잡성 증가를 효과적으로 관리할 수 있어야 한다.
- 신뢰성은 NIBX 운영상의 공정성(fairness)과 안정성(stability)과 같은 정책적 고려 이외에도 기술적 요구사항으로 사업자 정보의 보안(information security)과 인증(authentication) 등을 포함하는 개념이다. NIBX가 활성화된다면 글로벌 인터넷 계층구조는 보다 단순해지고 수평화될 것이다. 이는 NIBX간 연결이 사실상의(de facto) 글로벌 인터넷의 중핵기간망(core backbone)을 형성할 것이라는 점을 의미한다. 그러나 역으로 생각하면 이러한 구조는 바이러



[그림 3] NIBX 아키텍처와 H&S 상호접속의 개요

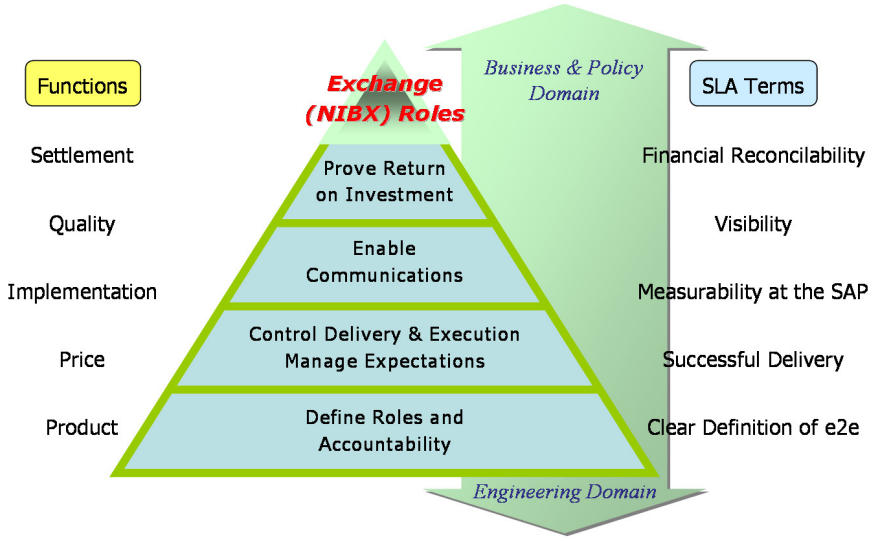
스나 DoS(Denial of Service) 공격 등이 보다 쉽게 글로벌 인터넷으로 전파될 수 있다는 취약점도 가지고 있다. 따라서 NIBX에 대한 악의적이고 적대적 행위를 사전에 차단하고 내부 참여자들을 보호할 수 있는 능력이 필요하다.

4.1.2 NIBX 아키텍처와 NIBX H&S(Hub-and-Spoke) 상호접속모형

NIBX와 이를 허브로 활용하는 H&S 상호접속 방식으로부터 다음과 같은 장점을 기대한다.

- 단대단 QoS의 보장 : 사용자 입장에서 NIBX의 효과는 무엇보다도 많은 수의 ISP들과 최단거리(hop count 기준)로 연결됨으로써, 전송지연이나 jitter 등의 측면에서 서비스 품질이 개선되고 서비스 실패에 따른 비용을 줄이게 된다는 점이다. Pongpaibool and Kim[30]에서는 단대단 연결과정에 개입되는 ISP의 수가 많아짐에 따라서 서비스 품질을 보장하는 것이 어렵게 된다는 점을 모형과 실험을 통해 보여 준다. 그 외에도 많은 문헌(예컨대, 박소영 외[4] 등)에서 IP의 특성상 거쳐야 하는 ISP의 수가 많아지면 단대단 QoS는 불가능할 것이라는 전망을 내놓고 있다. 반면에 NIBX H&S에서는 단대단 연결의 hop count를 3단계 이내로 줄임으로써 간단한 SLA하에서도 단대단 QoS가 보장될 수 있는 여건을 제공한다. 이는 IP-TV나 VoIP 등 실시간 서비스의 고품질화를 실현시키고, 신규 서비스 개발을 촉진하여 장기적으로 소비자 후생 증대에 기여할 것이다.
- 낮은 접속비용 : 호접속의 규모에 대비한 상대적 비용과 운영상의 복잡도를 크게 낮출 수 있기 때문에 접속료 인하가 가능하다. 또한 개별 ISP의 상황에 맞춘 상호접속모형을 빠르고 쉽게 선택할 수 있기 때문에 ISP의 성능대비 운영비용 절감에도 큰 기여를 할 것으로 예상된다. 소형 ISP의 관점에서 볼 때, 다수의 ISP와의 peering에 따른 회선 및 설비 비용과 transit을 위한 라우터 설정 등의 비용과 노력을, NIBX로의 하나의 대규모 회선과 라우터 설정으로 한번에 해결할 수 있다. IBP를 포함한 대형 ISP의 관점에서도 다수의 소형 ISP와의 transit 관계를 쉽게 맺을 수 있는 반면에 비용이 적게 소요되므로 이익을 증가시킬 수 있다. 또한 규모의 경제성으로 전체적인 상호접속 원가가 낮아지는 것도 접속료 하락에 일조한다.
- ISP간 상호접속의 유연성과 거래비용의 절감 : 현상황에서 다른 ISP와의 상호접속을 위한 행정적 절차는 수주에서 몇 달까지 소요된다. 이러한 지연으로 인하여 망사업자의 time-to-market 손실과 ROI 악화가 발생한다[13]. NIBX 모형에서는 2계위 교환기제 등을 통하여 신속한 네트워크 재구성이 가능하기 때문에 상호접속에 소요되는 시간을 수일 혹은 몇 시간 이내로 단축시킬 수 있다. 이렇게 ISP간 상호접속 설정과 해지가 신속해지고, 상호접속 및 BT 등의 대안이 확대됨으로써 사업자들간 거래비용(haggling costs 등을 포함한)이 감소한다. 거래비용의 감소는 서비스 제공에 소요되는 리드타임(lead time)을 줄임으로써 사업자들이 인프라 투자를 (QoS의 하락없이) 지연시킬 수 있도록 한다.

상기한 기대효과는 NIBX가 BcN 환경에서 단대단 QoS를 제공하는 이상적인 상호접속모형을 제공할 능력이 있음을 의미한다. 김도훈[2]에서는 실제로 네트워크 경제학적 모형을 이용한 시뮬레이션을 통하여 NIBX H&S 상호접속방식의 장점들을 보여주고 있다. 특히 단대단 QoS의 제공을 통한 소비자 후생은 기존의 상호접속방식에 비해 크게 나아지게 됨을 알 수 있다. 이는 현실에서도 증명되는데, 이미 NIBX와 비슷한 기능을 제공하는 사설 IPX들이 등장하여 수익을 창출하고 있다는 사실이 대표적인 예이다. 대표적인 예로, Equinix사(http://www.equinix.net) 등을 들 수 있다.



[그림 4] NIBX를 통한 상호접속 및 BT eMarketplace의 성공요인[2)]

4.2 성공적인 BTS로서의 NIBX 아키텍처의 조건과 전망

앞에서 소개한 상호접속과 관련하여, ISP 등 망 서비스 공급자들 사이에서 단대단 QoS 등을 둘러싼 복잡한 이슈들을 NIBX 형태의 BTS 공급자 역시 직면하고 있다. NIBX가 성공적인 BTS가 되기 위해서는 이 아키텍처가 가격, 구현, 품질, 정산 등의 측면에서의 요구사항을 동시에 만족시킬 수 있어야 한다. 이는 실제로 잠재적 고객이 BT 및 상호접속에서 이러한 요소들의 안정감을 인지할 수 있도록 전체 프로세스가 단순화(lean)되어야 함을 의미하기도 한다. 특히 BTS에는 쌍방계약의 근본적 전제인 장기적 관계를 요구하지 않기 때문에, NIBX를 통하여 이해당사자들이 충분한 안정감과 신뢰성을 얻을 수 있어야 한다. NIBX H&S 상호접속 및 BT 거래시장의 성공을, 일반적인 상품 거래에서 5가지 성공요인([그림 4] 참조)에 따라 조망한다.

2) Lee and Ben-Natan[24]에서 제시된 시각과 프레임워크를 참조하여, 저자가 본 논문의 내용을 이에 맞추어 제시한 것임.

4.2.1 Solutions

1) 상품(Product)

먼저, 상품은 고객에게 유용함을 확실히 인지시킬 수 있는 가치를 지녀야 한다. 대역폭이 유용한 상품이 되기 위해서는 많은 곳에서 다양한 방식으로 접근가능해야 하고 일관된 품질(consistent quality)을 유지할 수 있어야 한다. 이는 앞에서 소개한 유동성 이슈와도 밀접히 관련된다. 고객은 NIBX가 서비스에 대한 최종적인 보증을 담당해 줄 것으로 기대한다. 이를 위해서는 NIBX 내부적으로 SLA를 지원하는 기능이 탑재되어 있어서, 다양한 대역폭 상품 프로파일에 따라 체계적인 관리가 시행될 수 있어야 한다.

또한 대역폭 상품 프로파일을 잘 정의하는 능력은 중요하다. 유연하고 다양한 서비스를 제공하기 위해서는 상품에 대한 정의와 프로파일이 전송기능과는 독립적으로 유지·관리되어야 한다. 예를 들어, 상품 프로파일을 관리하는 기능모듈은 확장된 상품 개발이나 공급자의 OSS(Operating Support Systems)에 존재하는 계약관리시스템 등과 연결되어 보다 다양한 부가가치를 창출할 수 있다. 이를 더 확대 발전시킨다면, 상품 프로파일에 대한

커뮤니케이션과 호환성(compatibility)을 위하여 몇 가지 파라미터를 설정하고 참조 프로파일(template) 등을 사전에 구성하여 통합되고 표준화된 상품 카탈로그로 운영될 수 있을 것이다. 이러한 통합과 호환성은 SOA(Service Oriented Architecture)로 가는 개방형 인터페이스를 제공한다. 많은 공급자와 구매자들의 상이한 OSS 환경 내에서 다양한 상품 집합을 운용해야 하는 NIBX는 기본적으로 표준화된 상품 카탈로그를 빠른 시간에 해석하고 관리해야 하기 때문이다.

2) 가격(Price)

여기서의 가격은 실제 상품의 가격을 포함하여, 거래계약에 수반되는 여러 부대조건을 총괄적으로 지칭하는, 일종의 확장된 개념로서의 가격을 의미한다. 대부분의 상품거래에서는 구매자간 경쟁과 공급자와의 관계 등을 통하여 가격이 결정되며, 거래는 대게 익명으로 진행된다. BT의 경우에도 공정한 거래를 위하여 익명성 보장은 어느정도 필요하며, 가격 이외에도 다양한 옵션을 제공하여 구매자의 선택을 폭을 넓히는 것이 NIBX를 통한 BT의 가장 큰 장점이다.

상품가격의 변동성을 적절히 통제하여 NIBX는 유동성을 창출할 수 있다. 만약 가격이 안정적이고 전체적으로 유사하다면 굳이 NIBX를 이용할 이유가 없기 때문이다. 그러나 지나친 변동성 또한 거래의 불확실성을 증가시켜 시장 전체를 마비시킬 수도 있다. 따라서 일단 대역폭 상품의 프로파일이 잘 정의된다는 전제하에 가격이 공급자의 평가엔진(rating engine)이나 과금 시스템과 직접 연결되는 인터페이스를 통하여 실시간으로 조절될 수 있도록 하는 장치가 필요하다. 이러한 장치는 상품 가격을 보다 유동적으로 만들면서, 동시에 지나친 가격 변동을 억제하는 효과가 있다.

특히 실시간 조정을 위해서는 역경매(reverse auction)나 사람이 개입하는 방식보다는 비즈니스 지능화(business intelligence)에 의해 구성되는 KPI (Key Performance Index)에 근거하여 자동 통제가 되도록 하는 것이 유리하다. 대단위로 BT를 관리해야 하는 능력은 NIBX와 공급자 및 구매자 모두에게 큰 가치를 제공하며, (만약 NIBX가 서로 경쟁해야 하는 입장에 있다면) 전략적 우위를 점할 수 있는 핵심역량이 될 것이다. 예를 들면, 공급자들의 평가엔진이 최소가격(floor price)을 산출하도록 하고 이를 바탕으로 시스템이 자동적으로 입찰에 참여할 수 있도록 할 수도 있다. 뿐만 아니라 KPI 자동 통제와 같은 DWF(Dynamic Work Flow) 기능은 가격을 제외한 다른 기준들(지리적 커버리지, 기술적 호환성, SLA와의 부합성(compliance) 등)까지 고려하여 구매자와 소비자간를 연결시킬 수도 있다. 즉, DWF는 특정 대역폭 상품에 대한 입찰 프로세스에 구매자의 공급자 선택에 관한 다양한 조합들을 옵션 통합하여 제공할 수 있다. 예를 들어, 구매자가 단일 공급자에 대한 의존성을 줄이기 위하여 대체 경로를 확보하거나, 특정 프로토콜을 강제하는 공급자를 피하려는 구매계획을 제시할 때, 이러한 요구를 받아들이고 관리할 수 있는 능력이 NIBX에 의해 제공된다면 매우 매력적인 가치제안이 될 것이다.

3) 구현(Implementation)

구현은 상품의 가치를 빨리 그리고 쉽고 정확하게 깨닫도록 하는 것을 목표로 한다. 대역폭 시장에 있어서 구현의 효과성을 결정짓는 요소는 접속의 편재(ubiquity)의 정도와 속도이다. 교환허브의 존재이유는 합리적인 시간 내에 다양한 공급자를 통하여 단대단 연결을 제공하는 것이다. 공급자의 입장에서 볼 때, 효율적 구현은 공급자들이 제공할 수 있는 정확한 서비스를 교환허브라는 e-market-place를 통해 가시화할 수 있어야 한다. 즉, NIBX와 같은 교환허브를 통하여 접속의 편재성과 신속성을 높임으로써 BT 시장의 잠재력을 극대화한다.

이러한 관점에서 볼 때, NIBX는 DWF를 실행하는 여러 객체들 사이에서 중개인적 역할을 하며, 공급자에게는 내부고객(internal customer)과 같은 역할을 한다고도 볼 수 있다. 특히 주문 과정(order

placement)을 포함한 work flow를 자동화시킴으로써, NIBX는 정확하게 공급자의 서비스 주문 과정을 추적할 수 있다. 이러한 이상적인 시나리오에서는 공급자들이 DWF 등에 의해 가시성과 보고 능력을 확보하며, NIBX는 거래내역과 이력을 실시간으로 추적할 수 있다. 이는 항공산업이나 여타 물류업에서 KPI로써의 정시처리율(on-time percentage)과 같은 성과지표를 도입하여 서비스 프로세스를 관리하는 것과 유사하다.

4) 서비스 품질(QoS)

고객에게 인지된 품질과 실제 서비스전달과정 모두가 중요하기 때문에, QoS를 정확하게 측정한다는 것 자체는 불가능하다. 그럼에도 불구하고 고객이 최종적으로 좋은 품질을 지각하게 하는 것은 매우 중요하므로, 서비스전달과정에 대한 지속적 개선이 요구된다. 그러나 인터넷 기술의 태생적인 한계로 인하여 QoS를 만족시키기 위해서는 기술적, 비즈니스/제도적 측면에서 인터넷 이외의 장치가 요구된다. 비즈니스 수준에서 이러한 장치의 대표적인 예가 SLA이다.

NIBX는 공급자들과 구매자간의 SLA가 제대로 준수되고 있는지를 관리/감독하는 역할도 한다. 비슷한 프로파일의 SLA를 요구하는 서비스들을 그룹으로 묶어서 관리함으로써, 거래 파트너 사이에서 차별화된 관리가 가능하도록 한다. 동적 그룹을 통한 차별화된 관리는 NIBX가 공급자로부터 별다른 보고 없이도 단대단 QoS를 내부적으로 관리하는 것을 가능하게 한다. 예를 들어, NIBX는 특정 SLA에 관계되는 KPI를 바탕으로 해당 공급자의 서비스 역량을 평가할 수 있다(물론 이러한 정보에 대한 보안은 NIBX가 책임져야 한다). 공급자들의 역량에 더하여, 위험에 대한 안정성(tolerance for risk), work flow 감시, 위반에 대한 처리와 보고, 그리고 정산내역 등과 같은 다양한 이력과 지표를 공급자 평가에 반영하여 단대단 품질보장을 제공한다.

NIBX가 BT 시장에서 고객(구매자)에 대한 고객접점(customer encounter)이고 품질 보증의 책임을 지고 있음을 생각할 때, 거래 파트너간 정보 유통을 관리하고 필터링하는 능력이 매우 중요함을 알 수 있다. 그러한 역량 없이는 대역폭 공급과 상호접속 제공이라는 서비스를 실제로 뒷받침하는 다양한 익명의 공급자와 관련된 위험을 통제할 수 없다. 또한 파트너들의 고유 정보에 접근하고 때로는 이들 정보를 관리해야 한다는 점은 NIBX가 중립적이고 독립적이며 충분히 신뢰할 수 있는 제3자이어야 한다는 조건을 의미한다.

5) 정산(Settlement)

여기서 말하는 정산은 BT 및 상호접속의 완성을 위해 사전 및 사후에 벌어지는 재무적 활동(accounting 및 billing 등)을 총칭한다. 어떤 거래시장에서도 가장 큰 프로세스는 정산에 관련된 절차이며, 이는 통신 시장에서도 예외는 아니다. 특히 대역폭이 상품이 경우에는 정산에 수반되는 복잡성과 해당 트랜잭션 완성의 어려움은 거래계약에 함축된 실제 QoS의 기술적 난이도에 비례한다. 만약 해당 BT에서 요구되는 품질의 수준이 높지 않다면 정산은 비교적 수월할 것이다. 이러한 관점에서 볼 때, 다양한 BT 파트너와 정산을 관리하는 능력은 장기적인 관점에서 NIBX가 성공적인 차세대 인터넷 상호접속 플랫폼이 되기 위해 중요하다.

이러한 이유에서 NIBX는 거래 상품(대역폭)의 물리적 특성뿐만 아니라 거래의 재정적 측면 모두를 총괄하여 관리할 수 있는 통합자(aggregator)로서의 중개인이 되어야 한다. 고객은 그가 원하는 상품이 합리적인 방식으로 정확하게 자신에게 전달될 것이라는 믿음을 가질 수 없으면 (가격과 상관없이) 거래에 참여하지 않는다. 실제로 BTS의 실현가능성을 증명하기 위한 검증의 핵심도 정산에 관련된 절차에 집중된다. 이는 앞에서 QoS 관리 주체로서 NIBX의 보안에 대한 신뢰성(security capability)에 더하여, NIBX가 거대한 재정적 부담

과 위험에 대한 최종적인 책임을 감수할 역량이 있어야 함을 의미한다. 예컨대, 시스템 자체에 내재된 체계적인 보고 기능과 지능적인 KPI 엔진 등은 정산절차를 효율적으로 관리할 수 있도록 할 것이다. 또 다른 예로, work flow를 관리하는 엔진은 SLA 위반 사안을 조정(reconcile)하기 위하여 상위의 work flow를 제공하여야 한다. 사업자간 효과적인 SLA 프레임워크가 있다면 정산에 관련된 제반 문제들의 해결도 쉬워질 것이므로, NIBX가 적극적으로 SLA 프레임워크를 제공하는 것도 바람직한 방향이다.

5. 결 론

지금까지 인터넷 상호접속과 BT 이슈를 개관하고, 차세대 인터넷 컨버전스(NGN/BcN) 환경에서 등장하는 단대단 QoS와 같은 새로운 이슈를 소개하였다. 또한 컨버전스 인프라로서의 인터넷망에서의 상호접속 요구사항과 이의 해결책으로 NIBX H&S 상호접속 개념을 제시하고, 이를 구현하기 위한 제도적, 기술적 전제조건을 고찰하였다. 인터넷을 중심으로 하는 차세대 컨버전스에서 반드시 필요한 사업자간 상호접속 및 BT 시장에 대한 개념적 틀을 제공하는 것만으로도 본 연구는 의의를 가진다. 특히 BT를 위한 e-marketplace로서의 NIBX의 역할 및 실현가능성과 제반 조건 등도 자세히 살펴보았다.

미국과 영국 등 정보통신 경쟁국가는 차세대 상호접속과 관련된 연구를 활발히 추진하고 있음에도 불구하고, 국내에서는 특별한 관심이 없는 상태이므로, 본 연구를 통하여 이에 대한 본격적인 논의가 활성화되기를 기대한다. 실제로 한미 FTA 등에서 보는 바와 같이, 통신시장은 이미 상당 부분 글로벌화가 진행되고 있으며, BT 시장의 활성화는 망서비스 사업자의 인프라 투자에 대한 부담을 줄임으로써 글로벌 통신사업자의 해외 진출을 촉진한다. 따라서 차세대 상호접속모형과 BT 플랫폼에 대해 보다 적극적으로 대응함으로써, 해외 글로벌 통신사업자의 국내시장 진출을 견제하고 우리나라 통신사업자가 글로벌 사업자로 성장하는 새로운 가능성을 개척할 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

[1] 곽정호, “호주의 인터넷망 상호접속 관련 논의”, 「정보통신정책」, 제16권, 제3호(통권 341호), 2004, pp.63-68.

[2] 김도훈, “SLA 제약하에서 ISP간 상호접속모형에 대한 개관 및 기술/정책적 문제에 대한 고찰”, 「정보통신정책학회 2004학술대회 발표논문집」, 2004, pp.37-58.

[3] 김희수, “인터넷 상호접속 공정경쟁 이슈와 정책대안”, 「KISDI 이슈리포트」, 제3권, 제10호, 2003.

[4] 박소영, 이일진, 강신각, “VoIP Clearing House 서비스 및 시스템 사례 분석”, 「주간기술동향」, 제1218호, 2004.

[5] 이종화, “인터넷 상호접속에 관한 연구”, 「정보사회연구」, 제13권, 제1호(2001).

[6] 하원규, 박권철, 최준규, “BcN 분석과 과제”, 「Telecommunications Review」, 특집호, 2004.

[7] 한국인터넷진흥원, 「인터넷 백서」, 한국인터넷진흥원, 2005.

[8] 한국전산원 BcN 구축기획반, 「Broadband IT Korea 건설을 위한 광대역통합망 구축 기본계획」, 정보통신부, 2006.

[9] 한국통신학회, “광대역통합망(BcN) 특집호”, 「한국통신학회지」, 제21권, 제8호, 2005.

[10] Anandalingam, G. and Keon, N. J., “Auctioning Telecommunications Bandwidth with Guaranteed Quality of Service”, *Lecture Notes in Computer Science*, (2002), pp.117-133.

[11] Bailey, J. and McKnight, L., “Scalable Internet Interconnection Agreements and Integrated Services”, *in Coordinating the Internet* (Eds : Kahin, B. and Keller, J. H.), MIT

Press, (1997), pp.309-324.

[12] Bhoj, P., Singhal, S. and Chutani, S., "SLA Management in Federated Environments", *Computer Networks*, Vol.35(2002), pp.5-24.

[13] Biswas, S., Saha D. and Mandal, N., "Inter-carrier Bandwidth Exchange : an Engineering Framework", *IEEE Communications Magazine*, (2003), pp.130-138.

[14] Bouillet, E., Mitra, D. and Ramakrishnan, K. G., "The Structure and Management of Service Level Agreements in Networks", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol.20, No.4(2002), pp.691-699.

[15] Cerf, V. G., "On the Commercial Inter-connection of Internet Service Providers", *Technical Writing*, (2002), WorldCom(http://www.worldcom.com/).

[16] Chieng, D., Marshall, A., Ho, I. and Parr, G., "Agent-Enhanced Dynamic Service Level Agreement in Future Network Environments", *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 2216(2001), pp.299-312.

[17] Fuzesi, P. et al., "Provisioning of QoS Enabled Interdomain Services", *Computer Communication*, Vol.26(2003), pp.1070-1082.

[18] Gaynor, M. and Bradner, S., "A Real Options Framework to Value Network, Protocol, and Service Architecture", *ACM SIGCOMM Computer Communications Review*, Vol.34 (2004), pp.31-38.

[19] Gros, T., "The Development of a Global Bandwidth Commodity Market", *in The Telecoms Trading Revolution*, Risk Books, (2001), pp.1-10.

[20] d'Halluin, Y., Forsyth, P. A., and Vetzal, K. R., "Managing Capacity for Telecommunications Networks under Uncertainty", *IEEE/ACM Trans. Networking*, Vol.10, No.4(2002), pp.579-588.

[21] Heckmann, O., Schmitt, J. and Steinmetz, R., "Optimizing Interconnection Policies, Computer Networks", Vol.46(2004), pp.19-39.

[22] Huston, G., *ISP Survival Guide : Strategy for Running a Competitive ISP*, Wiley, 1999.

[23] ITU-T Rec. M. 3060, "Principles for the Management of the Next General Networks", ITU-T, 2006.

[24] Lee, J. and Ben-Natan, R., *Integrating Service Level Agreements : Optimizing Your OSS for SLA Delivery*, Wiley, 2002.

[25] Martin, J. and Nilsson, A., "On Service Level Agreements for IP Networks", *Proceedings of IEEE INFOCOM*, (2002), pp.855-863.

[26] Menasce, D. A., "Mapping Service-Level Agreements in Distributed Applications", *IEEE Internet Computing*, Sept./Oct. Issue (2004), pp.100-102.

[27] Metz, C., "Interconnecting ISP Networks", *IEEE Internet Computing*, March./April. Issue(2001), pp.74-80.

[28] Ogino, N., "Performance Analysis of Bidding Policy for Competitive Network Providers", *Telecommunication Systems*, Vol.21, No.1 (2002), pp.65-86.

[29] Olafsson, S., "Making Decisions under Uncertainty : Implications for High Technology Investment", *BT Technology Journal*, Vol. 21, No.2(2003), pp.170-183.

[30] Pongpaibool, P. and Kim, H. S., "Providing End-to-end Service Level Agreements across Multiple ISP Networks", *Computer Networks*, Vol.46(2004), pp.3-18.

[31] Weiss, M. B. and Shin, S. J., "Internet Interconnection Economic Model and Its Analysis : Peering and Settlement", *Netnomics*, Vol.6 (2004), pp.43-57.

◈ 저 자 소 개 ◈

김 도 훈 (dyohaan@khu.ac.kr)

서울대학교 국제경제학과(계산통계학 부전공)를 졸업하고, 한국과학기술원(KAIST) 테크노경영대학원에서 ISP Network Design and Optimization으로 박사학위를 취득하였으며, University of Pennsylvania에서 Fulbright Fellow로 OR의 정보통신산업 응용에 대해 연구하였다. 현재 경희대학교 경영대학에 재직하면서, ISP 상호접속과 요금체계, 네트워크사업자의 투자분석, 서비스 개발, Revenue Management 등에 관심을 가지고 연구하고 있다. 또한 TTA 서비스품질 PG(Project Group), 요금 및 상호접속 PG, ITU-T Study Group No. 3 연구반 등에서 활동하고 있다.