

국내 상호접속제도 연구: 핵심이슈와 대안 발굴

김 일 중*, 신 민 수^o

A Study on Interconnection Regime: Core Issues and Alternatives

Il-jung Kim*, Minsoo Shin^o

요 약

최근 정보통신 생태계는 스마트 기기의 대중화와 대용량 데이터 스트리밍을 필요로 하는 다양한 인터넷 서비스들의 출현과 함께 인터넷 및 모바일 데이터 트래픽이 급속도로 증가하게 되었다. 이에 따라 원활한 인터넷 접속 문제, 네트워크의 혼잡 및 정체, 그리고 통신사업자들의 지속적인 네트워크 투자 비용증대 등 다양한 문제들이 초래되었다. 이렇게 데이터 중심의 패러다임으로 변화된 통신 생태계 속에서 초기 상호접속체제들은 사업자들 간 균형 있는 혜택과 공정한 분배 그리고 차세대 네트워크 구축을 위한 경제적 유인을 형성할 수 없다는 측면에서 논란이 가중되고 있다. 따라서 더욱 복잡해진 All-IP 네트워크 환경에 부합할 수 있는 진화된 인터넷 상호접속체제의 도입이 필요한 상황이다. 이에 본 연구에서는 국내 인터넷 상호접속제도의 핵심이슈를 발굴하고 인터넷 초기에서 현재까지의 인터넷 상호접속체제를 전반적으로 분석한 후, 실증연구를 통하여 트래픽 최적화, 비용 최적화, 네트워크 투자 최적화의 세 가지 측면에 부합될 수 있는 인터넷 상호접속체제를 제시하고자 한다.

Key Words : Internet Interconnection Regime, Traffic Optimization, Cost Optimization, Network Investment Optimization

ABSTRACT

Internet and mobile traffic continues to surge exponentially in recent years due to popularization of smart devices, the appearance of various internet services carrying large amount of traffic from richer content and applications. This phenomenon led to various network problems such as the congestion-delay, the non-balanced traffic ratio between ISPs, the continuous network investment cost and the Internet access problems. In light of changed data-driven communication ecosystem, There are growing concerns by both academia and industry that settlement-free peering and full transit regime have the limitations such as not only difficulties in maintaining mutual benefits but also difficulties in securing investment incentives for upgrading network performance and quality. Thus, it becomes more necessary for introducing the evolved internet interconnection regime which can fulfill the All-IP network environment. This study derives core issues regarding internet interconnection regime in Korea and suggest new evolved alternatives based on three point of view(traffic optimization, cost optimization, network investment optimization) through the empirical analysis.

* First Author : Hanyang University Management Information Systems (MIS), Graduate School, dreamup82@hanyang.ac.kr, 학생회원
^o Corresponding Author : Hanyang University School of Business, minsooshin@hanyang.ac.kr, 정회원
 논문번호 : KICS2015-02-003, Received February 2, 2015; Revised March 18, 2015; Accepted March 18, 2015

I. 서론

최근 인터넷 접속기능이 탑재된 스마트 기기의 대중화로 인하여 언제 어디서나 다양한 인터넷 서비스를 사용할 수 있게 되었다. 이러한 휴대 기기, 인터넷 서비스의 발전과 함께 인터넷 및 모바일 트래픽이 급증하는 현상이 초래되었다. 미래창조과학부가 발표한 통계자료에 따르면 국내 이용자가 개별적으로 와이파이(Wi-Fi)를 설치하여 발생하는 트래픽을 제외한 통신사업자의 망을 통해 발생한 트래픽량은 2012년 1월 약 2만 9천TB(Terabyte)에서 2013년 1월 약 5만 8천TB 그리고 2014년 1월에는 약 8만 4천TB로, 2014년 현재 국내 트래픽량은 2012년에 비해 약 3배 이상 증가하였다. 이러한 트래픽 폭증 현상은 상호접속협정(agreement)이 체결된 두 ISP들 사이에 트래픽 비율(traffic ratio) 불균형 현상뿐만 아니라^{17,26,50} 충분한 대역폭(bandwidth) 및 용량(capacity)이 존재하지 않는 네트워크의 경우 병목현상을 초래하여 네트워크 간 접점에서 혼잡과 정체의 문제를 일으킨다^{24,41}. 따라서 ISP 들은 급증하는 트래픽 처리를 위해서 차세대 네트워크 인프라 구축에 대한 지속적인 네트워크 투자가 요구되며 네트워크 투자 유인 역시 필요하다^{39,48,49}. 이와 같은 현상들로 말미암아 더욱 복잡해진 인터넷 생태계에서 ISP 상호 간 트래픽 균형과 중계비용 지급에 대한 유연성이 부족한 기존의 상호접속 체제는 ISP 들의 상호 간 혜택(mutual benefit)을 충족시키기 어려움으로 인터넷 생태계 초기에 주로 활용되었던 Settlement-free Peering과 Full Transit 체제는 트래픽 비용, 중계비용적인 측면에서 한계점이 나타나게 되었다^{6,45,52,56}. 따라서 All-IP 네트워크 패러다임으로 가속화되는 시대적 상황을 고려해 보았을 때 인터넷 생태계 참여자(player)들 간 다양한 이권을 조율해 줄 수 있는 보다 진화된 인터넷 상호접속체제의 대안 모색 및 제안이 그 어느 때 보다 필요한 시점이다. 본 연구에서는 첫째, 국내 인터넷 상호접속 핵심이슈를 도출하고 둘째, 항목 간의 정량적인 우선순위를 도출하여 항목간 중요도를 판단할 때 사용되는 ANP (Analytic Network Process) 모델을^{10,53} 활용하여 인터넷 상호접속체제 선정 시 주목 있게 보아야 할 세 가지 고려사항들과 고려사항 별 세부 항목에 대해서 정량적인 우선순위를 도출한다. 셋째, 실증연구를 통해 도출된 결과값을 분석함으로써 기존 및 변형된 형태의 인터넷 상호접속체제 중 All-IP 기반 통신 생태계에 가장 적합한 대안을 제시하고 이를 통한 시사점을 도출하고자 한다. 본 연구는 향후 정부의 인터넷

상호접속 정책에 대한 방향성을 제시 할 수 있을 뿐만 아니라 통신사업자들의 인터넷 상호접속체제와 관련된 전략수립과 대응방안 모색에도 효과적인 지침을 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

II. 이론적 배경

2.1 인터넷 상호접속 개관

상호접속(interconnection)은 서로 다른 사업자의 네트워크 간에 전기통신 설비를 물리적·기능적·전기적 연결하는 것으로 우리나라의 경우 미래창조과학부 전기통신사업법 상호접속 기준에 의해 제도화되어 있다. 인터넷 상호접속은 All-IP 네트워크 환경으로의 이전이 가속화됨에 따라 더욱 중요해 지고 있으며, 상호 독립된 네트워크를 연결하여 전체 망에서 IP(Internet Protocol)가 연동되어 인터넷 서비스의 보편적 연결성을 제공하는 것을 의미한다⁴³. 본 연구에서는 문헌분석을 통하여 표 1과 같이 인터넷 초기 생태계에서 주로 활용된 인터넷 상호접속체제부터 새롭게 등장한 인터넷 상호접속체제에 이르기까지 전반적인 인터넷 상호접속 체제를 분석하였다. Settlement-free Peering 체제는 네트워크 상호 간 무정산으로 트래픽을 교환하며, 제 3의 ISP에는 트래픽 전달의무가 없는 상호접속체제를 의미한다^{5,21}. Settlement-free Peering 체제는 ISP 상호 간 네트워크 용량(capacity), 트래픽량(traffic volume), 트래픽비율(traffic ratio), 경제적 안정성(financial stability) 등을 사전에 고려하여 ISP 간 협정을 체결하며 그 후 무정산으로 트래픽이 교환가능하기 때문에 망자원을 패킷(packet) 전달에 전적으로 사용 가능한 특징이 있다. Secondary Peering 체제는 규모가 큰 ISP와 혹은 Backbone을 가지고 있는 IBP(Internet Backbone Provider)와 Transit 관계가 형성되어 있는 하위 ISP 간에 직접적인 Peering 협정을 체결하는 상호접속 체제이다^{17,36}. Crémer et al.(2000)¹²은 Secondary Peering 체제는 홉(hop) 수를 줄여 대기시간(latency time)을 단축해 줄 수 있을 뿐 아니라 Full Transit 체제에 대한 협정을 체결하였을 때보다 중계비용을 절감할 수 있다고 하였다. Paid Peering 체제는 Peering policy에 규정된 트래픽비율(traffic ratio)을 초과한 ISP에게 초과한 트래픽만큼의 과금을 요구하는 상호접속체제를 의미하며^{46,51} Paid Peering 체제는 트래픽비율 불균형에 대한 금전적 보상을 가능하게 하여 상대방이 일방적으로 Settlement-free Peering 협정을 파기하는 De-peering 사례를 예방할 수 있다. 따라서 Full Transit 체제 시 지

표 1. 인터넷 상호접속 체제 별 정의와 특징
Table 1. the definitions and the features of Internet Interconnection regimes

Internet interconnection regime	Definition	Characteristic	Source
Settlement-free Peering	Interconnection regime that neither party pays the other in association with the exchange of traffic, and doesn't have obligation of traffic transmission to the 3 rd ISP	<ul style="list-style-type: none"> • Network resource can be used completely for inter-transmission of packet • Free traffic exchange 	[5] [21]
Secondary Peering	Interconnection regime that makes peering agreement among ISP which has relation of transit with sizable ISP or IBP which has Backbone.	<ul style="list-style-type: none"> • Reduction of time delay through shortening of hop count • Dependence reduction of IBP(Internet Backbone Provider) 	[12] [17] [36]
Paid Peering	Interconnection regime that charges fee about exceeded traffic to ISP which traffic ratio exceeds regulation.	<ul style="list-style-type: none"> • Monetary reward about imbalance of traffic ratio • Full Transit cost reduction 	[12] [46] [51]
Regional Settlement-free Peering	Interconnection regime that large ISP divides set of advertised route informed at IXP according to area, and only intra are traffic is regulated as peering object.	<ul style="list-style-type: none"> • Resolving imbalance of transmission cost between small ISP and large ISP • Accurate observation of traffic generation amount of regional ISP is available 	[17] [47] [51]
Full Transit	Interconnection regime that large ISP provides relatively small ISP with complete full connectivity to all destinations in the routing table.	<ul style="list-style-type: none"> • Providing all connectivity(Including the 3rd ISP) • Providing complete SLA(Service Level Agreement) 	[4] [44] [46]
Partial Transit	Interconnection regime that small ISP connects transits from large ISP about selective destination not the all connectivity.	<ul style="list-style-type: none"> • Transition connection to selective destination • Strategic usage of surplus network(upstream, downstream) • Cost reduction of full Transit 	[4] [46] [39]
Sending Party Network Pay(SPMP)	Interconnection regime that sender has option of QoS(Quality of Service) or best effort network and pays fare according to selection for proper division of a charge for using of network based on QoS.	<ul style="list-style-type: none"> • Based on QoS • Clarification of the place of call dispatch of • Overall profit increasing of internet ecosystem(Attracting internet infra investment) 	[20] [40]

급하여야 하는 중계 비용을 절감할 수 있다^[12]. Regional Settlement-free Peering 체제는 대형 ISP가 IXP(Internet Exchange Point)에 공지된 노선(advertised route)의 집합을 지역별로 분할하고 해당 지역 내 트래픽만 peering 대상으로 규정하는 상호접속체제이다^[17,47]. Regional Settlement-free Peering 체제는 작은 규모의 ISP와 대규모 ISP 간 전송비용 불균형 현상을 해소할 수 있고 또한, 상대적으로 큰 규모의 ISP가 지역 ISP에서 발생한 트래픽 량을 면밀히 관찰할 수 있는 특징이 있다^[51]. Full Transit 체제는 모든 인터넷 상호접속체제 중 가장 중계비용이 높은

상호접속체제로 중계서비스를 제공하는 ISP는 자신의 라우팅 테이블 안의 모든 목적지로 완전한 연결성(full access)을 제공한다. Full Transit 체제는 Settlement-free Peering 체제와는 달리 제 3의 ISP에도 호(call)의 전달의무가 있으며 중계 서비스를 받는 ISP에게 완전한 SLA(Service Level Agreement)를 제공한다^[43]. Partial Transit 체제는 ISP 간 자신의 목적지에 맞게 모든 연결성이 아닌 선택적인 목적지에 중계 연결을 하는 상호접속체제이다^[4,46]. Partial Transit은 선택적 중계접속이 가능하여 Full Transit 체제보다 중계비용을 절감할 수 있고, 잉여 망(upstream, downstream)에

대한 전략적인 사용이 가능한 특징이 존재한다³⁹⁾. Sending Party Network Pay(SPNP) 체제는 2012년 9월 WCIT(World Conference on International Telecommunications)에서 ETNO(European Telecommunication Regulations)가 처음 주장한 인터넷 상호접속 체제로 QoS(Quality of Service)를 근간으로 QoS 망과 최선형(best-effort)망 사이에 발신자의 선택에 의해 접속비용을 지급하는 체제이다²⁰⁾. Roettgermann et al.(2011)⁴⁰⁾에 따르면, SPNP 체제는 호(call)의 발신지를 명확하게 알 수 있을 뿐만 아니라 보장된 전송품질의 선택에 대한 추가 요금 획득을 가능하게 해 줌으로써 ISP에게 망고도화 투자유인을 형성해 주는 체제라고 언급하였다.

2.2 국내 인터넷 상호접속 이슈

국내 인터넷 상호접속생태계는 ISP 사업자의 가입자 수, 통신망의 규모, 중계접속(Full Transit)제공 여부 및 트래픽 교환 비율에 따라 3개의 계위(tier)가 존재한다. 미래창조과학부의 전기통신설비의 상속접속 기준에 의하면 계위란 인터넷접속조건에 따라 등급별로 분류된 사업자 군으로 정의되며 1 계위에 속하는 이동통신 사업자로는 KT, SK 텔레콤, LG유플러스 2 계위에 존재하는 대표적 이동통신회사는 세종텔레콤, 드림라인, 온세텔레콤 그리고 3 계위에는 지역 케이블 방송사업자(SO, System Operator)가 존재한다. 국내 인터넷 상호접속의 대표 이슈를 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 1 계위 사업자와 3 계위 사업자의 직접계약으로 2 계위 사업자의 불만이 증대 되었다. 국내 상호접속 생태계의 중계비용 지급구조를 살펴보면, 3 계위 사업자 들은 2 계위 사업자들에게 중계비를 지급하고 2 계위 사업자들은 1 계위 사업자들에게 중계비를 지급하는 형태가 일반적인 중계수익흐름이었다. 하지만 최근 1 계위에 속하는 사업자들이 3 계위 사업자들에게 직접 Full Transit 체제를 형성하고 중계비를 받는 기존과 다른 사례가 발생함으로써 2 계위 사업자들의 시장경쟁력을 상실케 하는 이슈가 발생하였다. 둘째, 1 계위 사업자 간의 Settlement-free Peering 체제 거부 현상이다. 1 계위 사업자들 간에도 네트워크 인프라에 투자비용, 네트워크의 접속규모, 가입자 규모 등에서 차이가 존재함으로써 현재 1 계위 사업자의 현재 분류는 타당하지 않다는 주장이 1 계위 사업자들 간에도 제기되고 있다. 셋째, 네트워크 인프라 고도화를 위한 비용분담분쟁이 발생하였다. 앞서 언급한 것과 같이 최근 정보통신 생태계는 스마트 기기의 대중화, 다양한 인터넷 서비스의 출현 그리고 대용량 데이터

스트리밍 서비스 등의 증가로 인하여 인터넷 및 모바일 데이터 트래픽이 급속도로 증가하게 되었다. 이에 따라 통신사들은 자사의 소비자들에게 QoS(Quality of Service) 보장을 위하여 지속적인 통신 인프라 시설 고도화를 위한 투자 및 유지비용을 부담하고 있다. 따라서 통신사들의 지속적인 망 고도화를 위한 투자유인 형성과 지속적인 투자를 통한 네트워크 경쟁력 향상 그리고 이를 통한 IT 생태계의 활성화 및 이용자 혜택이 증가할 수 있도록 정보통신 생태계의 모든 참여자가 투자비용을 분담해야 한다는 주장이 제기되고 있다. 따라서 All-IP 네트워크 시대에 부합하고 다양한 인터넷 참여자들의 이점들을 수용할 수 있는 인터넷 상호접속 체제에 대한 대안 발굴이 필요한 시점이다.

2.3 인터넷 상호접속 대안 수립을 위한 세 가지 주요 고려사항

본 연구에서는 All-IP 시대에 부합할 수 있는 인터넷 상호접속 체제의 대안에 일차적 기준이 될 수 있는 주요 고려사항을 도출하기 위하여 인터넷 상호접속 목적과 관련한 기존 문헌을 분석하였다(표 2 참조). 인터넷 상호접속 목적에 대한 연구를 고찰해보면, 인터넷 상호접속의 목적으로 ISP간 통신 설비 연결, ISP간 호환, 패킷 전달 및 네트워크 자원의 교환 그리고 가입 사업자와 무관한 다른 사업자와 물리적, 기능적 연결이 제시되었다^{16,19,31,42,45)}. 또한, Crémer et al.(2000)¹²⁾는 인터넷상호접속의 목적을 네트워크 혼잡방지를 위한 최적화된 라우팅(routing)을 형성하는 것이라 제시하였으며, Huston(1999)²³⁾과 Kende(2011)³⁹⁾는 안정적인 트래픽 흐름을 형성하는 것을 인터넷 상호접속의 목적으로 제시하였다. Jahn and Prüfer(2008)¹⁸⁾와 McKnight and Leida (1998)³⁸⁾는 ISP들이 자신의 새로운 수익체제를 구축(profit-seeking)하는 것을 인터넷 상호접속의 목적이라 제시하였으며, 최은정, 차동완(2005)¹⁵⁾은 합리적인 중계비용을 위하여 ISP 간 협력하여 중계비용을 완화 할 수 있다고 하였다. Melody(2003)¹⁴⁾는 ISP들이 새로운 투자 유인을 형성하여 자신들이 현재 직면해 있는 수익 정체를 해소하는 것¹⁾을 상호접속의 목적으로 제시하였다. 또한, 통신 산업의 전반적인 수익성 향상⁴⁵⁾과 증가된 트래픽에 대한 인터넷 망 증설비용확보¹⁷⁾ 그리고 참여자간 수익공유³⁾가 기존 문헌에서 상호접속의 목적으로 제시되었다.

기존문헌에서 나타난 상호접속의 목적을 종합적으로 분석한 결과, 최적화된 라우팅, 안정적인 트래픽 흐름, 자원·트래픽교환, 패킷전달은 안정적인 트래픽

표 2. 상호접속 목적
Table 2. The purpose of the interconnection

The purpose of the interconnection	Source
Communication equipment connection among ISPs(Connectivity/Access)	[16]
Compatibility among ISPs	[42]
End-to-End Packet delivery)	[45]
Resource and traffic exchange	[31]
Functional, physical connection with other user regardless of internet service provider	[19]
Routing optimized depending on loci of congestion in the network	[12]
Stable traffic flow)	[23][39]
Establishing network profit system (profit-seeking)	[18][38]
Reduction of cost for inter transmission	[15]
Attracting new investment opportunities	[54]
Resolution of ISP revenues stagnation	[1]
Increasing profitability of the industry	[45]
Securing cost for internet network extension	[17]
Revenue sharing among participants	[3]

관점으로 판단된다. 네트워크 수익체계 구축, 상호 중계비용완화, ISP 수익정체 해소는 상호접속 비용과 연관된 관점으로 판단된다. 그리고 새로운 투자 유인, 산업의 수익성 향상, 참여자간 수익공유, 인터넷 망 증설비용 확보는 네트워크 투자와 관련된 목적으로 판단된다. 그 외 ISP간 통신설비 연결, ISP들간 호환, 가입 사업자와 무관하게 다른 이용자와 물리적 기능적 연결은 앞서 분류한 모든 분류에 속할 수 있는 일반적인 상호접속의 목적을 의미한다. 따라서 본 연구에서는 새로운 인터넷 상호접속에 대한 고려사항을 트래픽 최적화(traffic optimization), 비용 최적화(cost

표 3. 주요 고려사항에 관한 정의
Table 3. The definitions of major considerations

Main consideration	Definition
Traffic optimization	Providing smooth and fair traffic flow to every users by managing data efficiently within limited bandwidth
Cost optimization	Finding effective solution and designing with the optimized cost to achieve the best performance within limited communication resource.
Network investment optimization	Creating optimized environment for acquiring network investment of communication ecosystem

optimization), 네트워크 투자 최적화(network investment optimization)로 분류하여 제시하였다. 각 주요 고려사항에 대한 정의는 다음과 같다. 첫째, 트래픽 최적화의 정의는 제한된 대역폭에서 데이터를 효율적으로 관리하여 모든 사용자에게 공평하고 원활한 트래픽 흐름을 제공하는 것이다. 따라서 트래픽 최적화의 목적은 네트워크의 병목현상을 방지하여 정체 및 지연을 예방하는 것이다. 둘째, 비용 최적화의 정의는 제한된 자원 안에서 가장 높은 성과를 달성하기 위해서 비용 면에서 효율적으로 진화된 대안을 찾고 설계하는 것이다. 따라서 비용 최적화는 호(call)의 발신자에서 수신자에 이르기까지의 모든 통신사업자들의 전체 비용을 절감(minimum cost)하는 것을 목적으로 한다. 셋째, 네트워크 투자 최적화의 정의는 통신생태계의 네트워크 고도화를 위한 투자를 발생시킬 수 있는 최선의 환경을 조성하는 것이다. 따라서 All-IP 시대에 부합하는 네트워크 인프라 시설의 고도화를 목적으로 한다.

III. 실험

3.1 연구 모델

본 연구에서는 인터넷 상호접속의 개념 및 체제 그리고 국내 통신시장의 인터넷 상호접속 관련 이슈들을 살펴보고, 종합적인 통신환경과 여러 사업자의 주장을 객관적으로 고려하여 All-IP 통신환경에 부합할 수 있는 새로운 인터넷 상호접속 체제를 모색하고 제안하고자 한다. 이러한 연구목적을 달성하기 위해서 본 연구에서는 주요 고려사항 별 중요도 분석과 주요 고려사항의 세부요인 간의 정량적인 우선순위 분석을 실시하였다. 자료수집을 위해서 본 연구는 통신전문가들을 대상으로 직접 설문 기술하도록 설문지를 배포하고 회수하는 방법을 사용하였다. 설문조사를 통해 총 40부의 설문지를 회수하였으며, 불성실한 답변에 인하여 5부를 제외한 총 35부의 전문가 샘플을 SUPER DECISIONS 2.2.6 프로그램을 활용하여 분석을 진행하였다. 설문 응답자의 직급은 대부분은 과장급 이상이고 경력은 5년~9년 그리고 10년 이상이 많은 것으로 나타나 통신전문가들을 대상으로 적절하게 설문이 진행되었다고 판단된다. 도출한 정량적 결과를 통하여 변화된 인터넷 생태계에 부합하는 인터넷 상호접속 체제에 대한 대안 탐색과 그에 따른 시사점을 제시하고자 한다.

3.2 연구의 방법

본 연구에서는 All-IP 네트워크 시대에 부합하는 새로운 인터넷 상호접속 체제에 대한 대안 탐색과 제시를 목적으로 세 가지 주요 고려사항(트래픽 최적화, 비용 최적화, 네트워크 투자 최적화)와 주요 고려사항

별 세부 요인들 간에 우선순위를 비교 분석한다. 따라서 본 연구에서는 다중기준분석(MCA: Multi Criteria Analysis)을 목적으로 전략 및 정책적 과제 선정에 있어 정량적인 방법으로 우선순위를 도출하고 그 결과를 분석에 활용할 수 있는 ANP(Analytic Network

표 4. 주요 고려사항 및 세부 요소
Table 4. The subtleties of major considerations

Main consideration	Subtleties		Definition	Source	
A	Traffic optimization	1A	Traffic exchange ratio	Purpose for maintain traffic ratio of upstream and downstream to adjust cost balance between two network	[45]
		2A	Disclosure of traffic pattern	Disclosure of transmission and reception traffic arising from internet citizen	[55] [25]
		3A	Routing policy	Policy that makes it efficient to control mutual traffic by applying stable routing policy that is agreed with ISPs to interconnection section	[25]
		4A	Network capacity	Referring to not bandwidth of equivalent connection point that traffic is gathered except network of each ISP but bandwidth that inner traffic flows	[13] [49]
		5A	Network congestion-stagnation	Problem that happens at ISP that can't prepare enough network capacity or bandwidth in response to increasing traffic amount among ISPs which are interconnecting	[11]
		6A	Demand of data traffic	Increasing speed of mobile data traffic in comparison with voice traffic	[39]
		7A	Usefulness of internet service provider	Subjective satisfaction level of each ISP business about current traffic flow in comparison with invested network	[18] [34]
B	Cost optimization	1B	Cost system corresponding to IP network era	Considering of data centered interconnection cost system that existing voice centered interconnection fee system can't accept	[52]
		2B	Regulation against unfair profits	Regulation against excessive profits from other ISP such as phantom traffic and excessive traffic pumping	[27] [52]
		3B	Realization of new interconnection system	Structure change of free connection system between both sides of ISP except hierarchy interconnection system	[17]
		4B	Calculating system of internet interconnection	Necessity of realization of proper calculating system for distribution of network maintenance cost and network resource that is invested continuously to handle increasing traffic in IP network era	[22]
		5B	Level of interconnection cost	Level of cost charged from communication agency that person who make call is member to communication agency that person who receives call as a cost for using network	[52]
		6B	Market scope of interconnection	Current interconnection market means wholesale market(IBP, ISP), but there is movement to expand scope of charging to retail market(CP, End User)	[27]
C	Network investment optimization	1C	Guarantying of profitability of investment	Guarantying connectivity of profit regarding investment for communication network upgradability	[10] [31] [40]
		2C	Fair compensation	Profit distribution for each player (IX, ISP, IAP, CP, End-User) within interconnection ecosystem should be fair	[26]
		3C	Transparent disclosure of RoI	Transparent disclosure of investment recovery for each business should be possible for fair compensation about investment	[27]
		4C	Setting conditions of justice business	Setting condition to prevent injustice business(Rejection of equivalent connection, delay of connection capacity expansion, bundle cost charging) to acquire investment for communication network upgradability	[50]
		5C	Degree of governmental regulation	Law system maintenance for creating healthy internet interconnection environment	[27]

Process)모델을 사용하였다^{19,35)}. ANP 모델은 Thomas. L. Satty에 의해 고안된 의사결정 방법론으로 AHP(Analytic Hierarchy Process)모델에서 상호간의 네트워크 구조 측면을 확장한 모델이다²⁹⁾. 따라서 ANP 모델은 AHP 모델에서 표현할 수 없는 네트워크 구조가 표현 가능한 장점이 존재한다³³⁾. 평가요소 간에 내부 종속성, 외부 종속성 그리고 피드백까지 포함하는 값을 도출하기 위하여 우선, 대행렬(Super-matrix)을 활용하여 극한 특성(Limiting properties)을 구하고 최종적으로 극한 특성을 활용하여 가중치를 도출하게 된다²⁸⁾. 본 연구의 진행절차는 다음과 같다. 첫째, 의사결정을 위한 변수를 차원(dimension)별로 도출한다. 둘째, 주요 고려사항과 세부요소 간의 상호 종속성과 피드백에 대해서 전문가 설문을 바탕으로 상관관계를 도출한다. 셋째, 분석된 상관관계를 바탕으로 네트워크 모형을 구축한다. 넷째, 네트워크 모형을 바탕으로 각 세부요소의 중요도를 정량화하기 위해 전문가 설문(쌍대비교)을 수행한다. 다섯째, 쌍대비교를 통해 도출된 중요도를 활용하여 극한값을 도출한다. 여섯째, 주요 고려사항과 세부요소들의 중요도에 따라 각각의 주요 고려사항 별로 대안을 매칭(matching)한다. 마지막으로 주요 고려사항 별로 매칭(matching)된 대안 간의 교집합을 제시하고 향후 상호접속 구조의 주요방향에 대해 논의한다.

IV. 분석결과

4.1 의사결정을 위한 세부 변수 도출

본 연구에서는 All-IP 네트워크 시대에 부합하고 다양한 인터넷 생태계 참여자(player)들의 서로 다른 의견들을 수용할 수 있는 인터넷 상호접속체제에 대한 대안을 제시하기 위하여 이론적 배경을 토대로 세 가지 주요 고려사항에 대한 세부 이슈들을 도출하였다. 트래픽 최적화의 세부 변수로는 트래픽교환비용, 트래픽패턴공개, 라우팅 정책, 네트워크 용량, 네트워크 혼잡-정책, 데이터 트래픽 수요, 인터넷 사업자의 효용이 존재한다. 비용 최적화의 세부 변수로는 IP 네트워크시대에 맞는 요금, 부당이익에 대한 규제, 새로운 상호접속체제 구현, 인터넷 상호접속 정산방식, 상호접속료 수준, 상호접속 시장 범위가 존재한다. 네트워크 투자 최적화에 포함되는 세부변수로는 투자의 수익성 보장, 공정한 보상, 투명한 투자비용회수 공개, 공정거래 여건 마련, 정부의 규제 정도가 존재한다. 도출된 주요 고려사항의 세부변수 정의는 다음 표 4와 같다.

표 5. 세부항목 간 상관관계
Table 5. The correlation among subtleties

	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	1B	2B	3B	4B	5B	6B	1C	2C	3C	4C	5C	
1A				V		V		V				V							
2A	V							V		V	V				V	V		V	
3A	V	V			V	V	V				V								V
4A	V	V	V		V	V	V			V	V	V					V		
5A	V	V	V	V		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
6A	V	V	V	V	V			V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
7A	V		V	V	V			V	V				V	V	V	V	V	V	V
1B					V	V	V				V	V	V	V	V	V	V	V	V
2B				V				V						V	V	V	V	V	V
3B	V	V	V	V	V	V						V	V		V	V		V	
4B	V	V	V	V	V	V	V	V					V	V	V			V	
5B	V	V		V	V			V	V	V				V	V			V	
6B						V	V		V	V				V	V	V		V	
1C	V	V		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V		V	V	V		
2C	V			V	V	V	V	V		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
3C				V										V	V	V	V	V	V
4C	V		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
5C					V	V	V	V		V	V			V	V	V	V	V	

본 연구에서는 각각의 세부 변수들의 중요도를 평가하기 위하여 SUPER DECISIONS 2.2.6 프로그램을 활용하여 분석을 진행하였다. 도출된 세부 변수들의 극한 행렬에서 도출된 우선순위를 분석한 후 결과값에 대하여 구체적으로 논의하고자 한다.

4.2 통제 계층도 구성

본 연구에서는 All-IP 네트워크 시대에 부합하는 새로운 인터넷 상호접속 체제에 대한 대안 탐색과 제시를 목적으로 세 가지 주요 고려사항(트래픽 최적화, 비용 최적화, 네트워크 투자 최적화)와 주요 고려사항 별 세부 요인들 간에 ANP 방법론은 항목간의 상위개념(cluster)과 하위 세부 변수 사이의 연관성을 도출한다. 본 연구에서는 상호종속성과 피드백을 고려한 상관관계의 유·무를 알아보기 위하여 통신전문가들을 대상으로 설문을 실시하였다. 설문 분석결과, 트래픽 최적화와 비용 최적화 그리고 네트워크 투자 최적화의 세 가지 주요 고려사항 들은 상호 간에 다양한 연관이 있으며, 세부 변수 간에도 다양한 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 본 연구의 세부 변수 간 상관관계는 다음 표 5와 같으며 표 5를 바탕으로 나타난 본 연구의 피드백 네트워크 구조는 아래 그림 1과 같다.

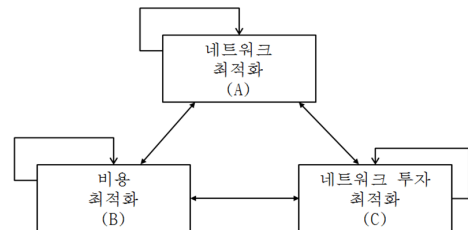


그림 1. 네트워크 구조
Fig. 1. Network Structure

4.3 일관성 및 표본의 일반적 특징

통신전문가들을 대상으로 1차로 도출한 네트워크 구조와 각 세부 변수의 전체적인 연관성을 함께 고려하여 2차 설문지를 제작하였다. 설문 문항은 21개 항목으로 구성되며 이에 따른 총 항목 수는 279개이다. Saaty(1990)^[53]에 따르면 일관성(inconsistency) 지수가 0.1 미만일 때 아주 적합한 검정으로 판단하며 0.1~0.2 사이는 수용할만한 지수, 그리고 0.2를 초과하는 일관성 값은 수용할 수 없는 값이라고 판단한다. 일관성 기준을 적용하여 전체 설문을 분석한 결과, 회수한 전체 40부의 설문지 중 불성실한 답변으로 인하여 5부를 제외한 총 35부의 전문가 샘플 모두 일관성 있게 설문한 것으로 나타났다. 추가로 표본의 일반적 특성을 살펴보면 설문에 참여한 통신정책 전문가의 성별은 남자가 75%, 여자가 25%로 남자의 비율이 높았고 산업별로는 무선 네트워크 분야가 46%, 유선 네트워크 분야가 37%, 그리고 플랫폼 및 방송 분야가 17% 순으로 나타났다. 응답자의 직종은 대기업이 77%, 연구소가 23%를 차지하였다. 직급 비율은 과장급이 45%, 부·차장급이 29%, 대리급이 19% 그리고 임원급이 6%의 순으로 나타났다.

4.4 ANP를 통한 분석결과

본 연구에서는 All-IP 네트워크 환경을 고려한 새로운 인터넷 상호접속 체제에 대한 대안을 제시하고 그에 따른 시사점을 도출하고자 한다. 이러한 목적을 달성하기 위한 첫 번째 단계로 트래픽 최적화, 비용 최적화, 네트워크 투자 최적화의 세 가지 주요 고려사

항을 기반으로 클러스터(cluster)를 구성하고, 기준 클러스터 간의 가중치를 ANP 방법론을 통해 분석하였다. 분석결과, 클러스터 간에는 비용 최적화(0.525796), 네트워크 투자 최적화(0.504657), 트래픽 최적화(0.494464) 순으로 가중치의 중요도 값이 나타났다. 또한, 본 연구의 목적을 달성하기 위한 두 번째 단계로 주요 고려사항별 세부변수들에 대하여 극한 행렬에서 도출된 우선순위를 도출한다. 세부 변수 간 영향관계를 수치화하여 초기 대행렬(Unweighted Super Matrix)을 구하고, 클러스터 간 가중치와 초기 대행렬을 곱하게 되면 가중 대행렬(Weighted Super Matrix)과 극한 대행렬(Limit Matrix)을 구할 수 있다. 가중 대행렬을 통하여 행에 위치한 변수와 열에 위치한 변수 간에 가중치가 포함된 영향관계를 알 수 있다. 도출된 가중 대행렬을 무한대로 곱하는 과정을 거치면 가중 대행렬이 일정한 값에 수렴하게 되고, 이렇게 수렴된 행렬을 통하여 각 세부변수 간의 중요도를 알 수 있다. 이렇게 가중 대행렬을 무한대로 곱하여 얻어진 행렬이 극한 대행렬이다. 본 연구에서는 이렇게 ANP 방법론에서 수행되는 과정을 통해 All-IP 시대에 적합한 인터넷 상호접속 대안으로 부합될 수 있는 주요 고려사항별 세부변수들에 대한 우선순위를 도출하였다. 그 결과 첫째, 트래픽 최적화에 속하는 세부변수 중 가장 중요도가 높은 변수로는 하기 표 6과 같이 네트워크 혼잡·정체(0.083193), 데이터트래픽 수요(0.068786), 인터넷사업자의 효율(0.048930) 순으로 나타났다.

표 6. 트래픽 최적화 세부 변수의 우선순위 도출 결과
Table 6. The priority result of subtleties regarding traffic optimization

Consideration	Subtleties		Priority derived from limit matrix	
A. Traffic optimization	1a	Traffic exchange ratio	0.015258	7
	2a	Disclosure of traffic pattern	0.021348	6
	3a	Routing policy	0.028552	5
	4a	Network capacity	0.043712	4
	5a	Network congestion stagnation	0.083193	1
	6a	Demand of data traffic	0.068786	2
	7a	Usefulness of internet service provider	0.048930	3

표 7. 비용 최적화 세부 변수의 우선순위 도출 결과
Table 7. The priority result of subtleties regarding cost optimization

Consideration	Subtleties		Priority derived from limit matrix	
	1b	Cost system corresponding to IP network era	0.015258	1
B. Cost optimization	2b	Regulation against unfair profits	0.021348	6
	3b	Realization of new interconnection system	0.028552	4
	4b	Calculating system of internet interconnection	0.043712	2
	5b	Level of interconnection cost	0.083193	3
	6b	Market scope of interconnection	0.068786	5

둘째, 비용 최적화에 속하는 세부변수 중 가장 중요도가 높은 변수로는 하기 표 7과 같이 IP네트워크시대에 맞는 요금정책(0.072813), 인터넷 상호접속정산방식(0.065087), 상호접속료 수준(0.062395) 순으로 도출되었다.

셋째, 네트워크 투자 최적화에 속하는 세부변수 중 가장 중요도가 높은 변수로는 하기 표 8과 같이 투자의 수익성 보장(0.096445), 공정한 보상(0.091921), 공정거래 여건 마련(0.083077), 투명한 투자비용회수 공개(0.045865), 정부의 규제 정도(0.045469) 순으로 분석되었다.

표 8. 네트워크 투자 최적화 세부 변수의 우선순위 도출 결과
Table 8. The priority result of subtleties regarding network investment optimization

Consideration	Subtleties		Priority derived from limit matrix	
Network investment optimization	1c	Guarantying of profitability of investment	0.096445	1
	2c	Fair compensation	0.091921	2
	3c	Transparent disclosure of RoI	0.045865	4
	4c	Setting conditions of justice business	0.083077	3
	5c	Degree of governmental regulation	0.045469	5

V. 논 의

본 연구는 기존 문헌연구와 실증분석을 통하여 국내 인터넷 상호접속 생태계에서 발생하는 핵심이슈들을 발굴하고 All-IP 네트워크 시대에 부합하는 인터넷 상호접속 대안을 도출하고자 트래픽 최적화, 비용 최적화, 네트워크 투자 최적화의 세 가지 주요 고려사항을 바탕으로 주요 고려사항과 세부 변수에 대한 우선순위를 분석하였다. 클러스터 간 비교를 살펴보면 비용 최적화(0.525796), 네트워크 투자 최적화(0.504657), 트래픽 최적화(0.494464) 순으로 중요도가 나타났다. 이는 All-IP 네트워크 시대에 부합하는 인터넷 상호접속 체제에 대한 대안을 모색할 때, 한정된 통신자원 안에서 비용적으로 가장 효과적인 체제를 구축하는 것이 대안 모색 과정에서 고려해야 할 우선적인 주안점을 시사한다. 또한, 인터넷 접속기능이 탑재된 스마트 기기의 대중화와 이에 따른 트래픽 폭증 현상으로부터 유발되는 네트워크 혼잡 정체가

리고 통신사 간 트래픽 비용 불균형 등을 해소하기 위하여 통신사업자들에게 지속해서 요구되는 네트워크 인프라 구축에 대한 투자비용 부담을 해결할 수 있도록 ‘네트워크 투자 최적화’ 고려사항에서의 인터넷 상호접속 체제의 대안이 비용 최적화 고려사항과 더불어 두 번째로 고려돼야 하는 점을 시사한다. 트래픽 최적화 고려사항은 세 번째로 중요한 우선순위로 분석되었다. 이는 네트워크상의 모든 사용자가 병목현상 없이 원활하고 공평한 흐름을 보장받을 수 있는 효율적인 인터넷 상호접속 체제가 기본적으로 고려되어야 함을 의미한다. 세 가지 주요 고려사항 모두를 종합적으로 고려해 보았을 때, 세 가지 주요 고려사항 모두 중요도 값에서 큰 차이가 나지 않는 것으로 분석되었다. 이는 ANP 분석결과와 주요 고려사항별로 우선순위가 나뉘는 것은 사실이지만, All-IP 네트워크 시대에 부합하는 인터넷 상호접속 대안은 본 논문에서 제시한 세 가지 대안 모두가 균형 있게 선순환(virtuous circle) 구조를 형성하여야 한다는 것을 의미한다. 각각의 클러스터에 포함된 세부 변수 사이의 중요도 비교는 다음과 같다. 첫째, 가장 중요도가 높게 나타난 비용 최적화 고려사항에서는 IP 네트워크 시대에 맞는 요금정책, 인터넷 상호접속 정산방식, 상호접속료 수준 순으로 상위 3개 변수의 중요도가 도출되었다. 따라서 인터넷 상호접속 생태계에서 비용최적화가 이루어지려면 기존의 음성 중심 상호접속 요금정책이 포용할 수 없는 데이터 중심 상호접속 요금정책이 고려 돼야 한다. 그뿐만 아니라 증가하는 트래픽을 처리하기 위하여 지속해서 투자되어야 하는 네트워크 고도화 비용 및 유지비용의 배분문제를 해결할 수 있는 인터넷 상호접속 체제가 구현되어야 하며, 마지막으로 상호접속료 수준에 따라 사업자들의 득과 실이 발생하기 때문에 상호접속요금 역시 주요한 주요 고려사항임이 분석결과 나타났다. 비용 최적화 고려사항을 종합적으로 고려해 보았을 때, 비용 최적화 고려사항에 부합되는 인터넷 상호접속 체제로는 Paid Peering, Partial Transit, Regional Settlement-free Peering 체제를 제시할 수 있다. Partial Transit 체제는 Settlement-free Peering 협정서(agreement)에 제시된 트래픽 비율을 초과한 트래픽에 대해서 추가 비용을 지급함으로써 규모가 큰 통신사업자와의 동등접속 파괴(de-Peering)를 방지할 수 있으며 통신 사업자 상호간에 필요사항에 따라 선택적으로 중계계약을 체결할 수 있으므로 상대적으로 규모가 작은 통신 사업자의 경우 가장 가격부담이 높은 Full Transit 체제의 비용을 절감할 수 있다. 또한 Regional Settlement-free

Peering 체제는 대형 통신사업자가 상호접속점(PoI: Point of Interface)의 경로를 지역적으로 분리하여 상대적으로 지역적 포괄 규모가 작은 통신 사업자와의 교환거리를 비슷하게 만들 수 있다. 이는 대형 통신사업자와 소형 통신사업자 간의 거리에 따른 전송비용 불균형 현상을 제거할 수 있으므로 Settlement-free Peering 체제계약을 통한 비용 최적화를 이끌어 낼 수 있다. 둘째, 두 번째로 중요도가 높게 나타난 네트워크 투자 최적화 고려사항에서는 투자의 수익성 보장, 공정한 보상, 공정거래 여건 마련 수준 순으로 상위 3개 세부 변수 중요도가 도출되었다. 이는 네트워크를 제공하는 통신 사업자들이 통신 인프라 고도화에 대한 투자와 수익의 연결성이 보장되어야 한다는 것을 시사할 뿐만 아니라 상호접속생태계 내의 각 참여자(player)별 수익의 분배가 공정해야 함을 의미한다. 이를 달성하기 위해서 상위 계위 통신 사업자들의 네트워크 용량 증설지원, 번들(bundle) 요금 부과 등의 불공정 행위를 방지하기 위한 제도적 여건이 뒷받침되어야 한다. 이를 종합적으로 고려해 보았을 때 네트워크 투자 최적화 고려사항에서는 Paid Peering, Partial Transit, SPNP(Sending Party Network Pays), Regional Settlement-free Peering 체제를 제시할 수 있다. Paid Peering 체제는 앞서 언급한 것과 같이 상대 측 통신사업자가 빈번하게 트래픽 폭증을 유발하여 상호 간 혜택(mutual benefit)이 더는 형성되지 않을 때, 비대칭 트래픽에 대하여 금전적인 보상을 받을 수 있다. 따라서 이러한 경제적 보상은 네트워크 투자를 위한 유인이 될 수 있다. Partial Transit 체제는 트래픽 비용을 고려하여 잉여 네트워크 자원을 판매할 수 있으므로 투자한 네트워크에 대한 자원 이용률을 높임으로써 네트워크 투자에 대한 유인을 형성할 수 있다. SPNP 체제 역시 QoS(Quality of Service)와 최선형(best-effort) 네트워크 사이에 사용자(end-user)에게 선택권을 부여하고 사용자가 QoS 네트워크를 선택 시 네트워크 품질의 보장에 대한 조건으로 추가적인 이윤을 취할 수 있다. Regional Settlement-free Peering 체제는 대규모 통신 사업자들이 지역적으로 발생하는 트래픽을 세부적으로 관리할 수 있게 됨으로써 기존의 무임승차(free-riding)문제를 해결할 수 있게 됨으로써 지속적인 망 투자가 발생하기 위한 인터넷 상호접속 체제라 할 수 있다. 셋째, 세 번째로 중요도가 높게 나타난 트래픽 최적화 고려사항에서는 네트워크 혼잡·정체, 데이터 트래픽 수요, 인터넷 사업자의 효용 순으로 상위 3개 변수의 중요도가 도출되었다. 이는 트래픽 폭증에 대비할 수 있는 충분한

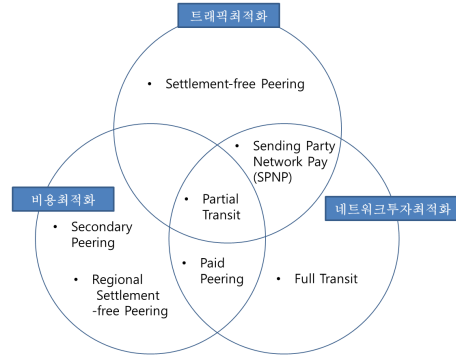


그림 2. 주요 고려사항 및 세부변수를 고려한 인터넷 상호접속 대안

Fig. 2. Alternatives for internet interconnection regarding both main considerations and subtleties

네트워크 자원을 갖추지 못하는 통신 사업자 간에 발생하는 데이터 병목 현상문제에 대한 해소가 매우 중요함을 의미한다. 또한, 통신 사업자들이 투자한 네트워크에 대비하여 현재 트래픽 흐름에 대한 주관적 만족 정도 역시 고려되어야 한다는 점을 시사한다. 이를 종합적으로 고려해 보았을 때 Settlement-free Peering, Partial Transit, SPNP 체제를 트래픽 최적화 고려사항에서 인터넷 상호접속 체제의 대안으로 제시할 수 있다. Settlement-free Peering 체제는 네트워크 자원을 트래픽 전달에 전적으로 사용 가능한 특징이 존재하므로 트래픽 최적화에 부합한다. Partial Transit 체제는 up-stream과 down-stream 중 자사의 네트워크 트래픽 패턴(traffic pattern)에 따라 선택적으로 트래픽을 관리할 수 있으므로 한정된 자원 안에서 트래픽의 혼잡·정체를 예방할 수 있다. SPNP 체제는 OTT 사업자와 같은 대용량 트래픽을 발생하여 QoS네트워크를 선택 시 일반적인 망을 사용하는 대부분의 사용자들의 혼잡과 정체를 예방할 수 있기 때문에 트래픽 최적화를 달성할 수 있다. 따라서 앞서 언급한 세 가지 주요 고려사항과 세부변수들을 고려한 인터넷 상호접속체제의 대안은 다음 그림 2와 같다. 세 가지 관점 모두에 부합하는 인터넷 상호접속 체제로는 Partial Transit 체제가 적합한 것으로 나타났다. 따라서 앞으로의 인터넷 상호접속 체제의 주요 방향은 Partial Transit 체제와 같은 하이브리드(hybrid) 구조로 발전할 것으로 판단된다.

Partial Transit 체제가 All-IP 인터넷 상황에 가장 부합하는 모델로 도출되었지만 본 체제가 모든 인터넷 상호접속 문제를 해결할 수는 없다. Partial Transit 체제가 형성되어있는 양 사업자의 고객들이 교환하는 트래픽량이 급속히 증가하게 되면 이 두 사업자는 트

래픽 교환에 대하여 무정산으로의 전환 즉, Secondary Peering 체제의 고려가 필요하게 되기 때문이다. 이와 반대로 특정 사업자간 Secondary Peering 체제를 형성한 경우, 사업자들 간 제3의 네트워크(third-party network)로 호(call)의 전달의무가 없으므로 이 두 사업자는 특정 호의 목적지로 호의 전달을 위해 Partial Transit 체제가 필요하게 된다. 종합해 보면 두 경우 모두 Partial Transit 체제와 Secondary Peering 체제를 복수로 운영하는 것이 필요하다. 이는 더욱 세분화되고 복잡해진 인터넷 생태계 내에서 어떠한 고착된 형태의 메커니즘으로는 한계가 존재한다는 것을 의미한다. 그러므로 All-IP 시대의 상호접속 방안으로 통신 사업자들은 각각이 처해있는 상황, 규모, 커버리지를 종합적으로 고려하여 자사의 수익을 극대화할 수 있는 하나 혹은 복수의 인터넷 상호접속체제를 선택하고 이를 유연성 있게 운영하는 것이 필요하다.

VI. 결 론

최근 인터넷 생태계는 스마트 기기의 대중화와 대용량 데이터 스트리밍을 요구하는 다양한 인터넷 서비스들의 출현으로 인터넷 및 모바일 데이터가 지속적으로 증가하게 되었다. 이와 같은 데이터 폭증현상은 비대칭적 트래픽 비율, 네트워크 혼잡·지체, 네트워크 투자에 대한 공정한 분담 등에 대한 다양한 문제들을 초래하였다. 하지만 기존의 인터넷 상호접속 체제들은 이러한 문제들을 해결하기에 구조적인 한계점이 존재한다. 따라서 본 연구는 All-IP 네트워크 시대에 부합할 수 있는 새로운 인터넷 상호접속 체제의 대안을 모색하고 제안하였다. 첫 번째 단계인 국내 상호접속 이슈로는 1 계위 사업자와 3 계위 사업자의 직접 계약, 1계위 사업자의 Settlement-free Peering 체제 거부현상, 상호접속료 개편에 따른 득실 차, 네트워크 고도화를 위한 비용분담분쟁, CP의 통신사 이탈방지 이슈가 존재 하는 것으로 나타났다. 두 번째 단계의 실증분석 결과, 세 가지 관점 별 중요도는 비용최적화(0.525796), 네트워크 투자 최적화(0.504657), 트래픽 최적화(0.494464) 순으로 도출되었다. 도출된 세 가지 관점이 전반적으로 큰 차이가 나지 않는다는 점을 고려해 볼 때 이는 세 가지 관점 모두가 균형 있게 선순환 되어야 한다는 의미로 해석할 수 있다. 세 가지 관점 별로 중요도가 높은 상위 3개의 변수를 살펴보면, 비용 최적화 관점에서는 IP 네트워크 시대에 맞는 요금정책, 인터넷 상호접속 정산방식, 상호접속료 수준 순으로 상위 3개 변수의 중요도가 도출되었다. 네트워

크 투자 최적화 관점에서는 투자의 수익성 보장, 공정한 보상, 공정거래 여건마련 수준 순으로 상위 3개 변수의 중요도가 도출되었다. 그리고 트래픽 최적화 관점에서는 네트워크 혼잡·정체, 데이터 트래픽 수요, 인터넷 사업자의 효용 순으로 상위 3개 변수의 중요도가 도출되었다. 이러한 분석결과를 종합하여 세 가지 관점 모두에 만족하는 인터넷 상호접속 체제로는 Partial Transit 체제가 존재한다. 따라서 향후 인터넷 상호접속 체제의 주요 방향은 단순한 계층적인 구조에서 벗어나 경쟁을 기반으로 한 통신 사업자간 자율적인 양자협정 체제가 All-IP 네트워크 시대에 효율성(efficiency)을 증대 시킬 수 있다는 것을 의미한다. 2003년 BEREC이 주장한 바와 같이, 통신생태계는 선발 사업자가 시장점유율을 바탕으로 시장지배력을 고착화하기가 용이한 특성이 있다. 국내의 경우에도 2013 KISID의 경쟁상황평가 보고서에 따르면 국내 이동통신시장은 2004년~2014년 약 10년간 시장점유율이 50%:30%:20%로 주요통신 3사의 점유율이 고착화 된 것으로 나타난다. 이러한 양자 간 이해관계를 반영할 수 있는 하이브리드(hybrid)적인 상호접속체제를 국내 통신시장에 합리적 방향으로 이행하기 위해서는 ISP 간 계약의 협상력(bargaining power)이 서로 다를 수 있다는 점을 고려하여 상대적으로 열세에 있는 ISP가 요구하는 것을 우세에 있는 ISP가 수용해 줄 수 있는 통신생태계 기반이 조성되어야 할 것으로 판단된다.

References

- [1] A. Sackl, P. Zwickl, and P. Reichl, "From quality of experience to willingness to pay for interconnection service quality," *Networking 2012 Workshops*, 2012.
- [2] ARCEP, *Report to Paliament and the Government on Net Neutrality*, 2012.
- [3] B. Briscoe and S. Rudkin, "Commercial models for IP quality of service interconnect," *BTTJ*, vol. 23, no. 2, 2005.
- [4] B. Norton, *Internet service providers and peering*, quinix White Paper, 2001.
- [5] BEREC, *An assessment of IP-interconnection in the context of Net Neutrality*, 2012.
- [6] C. Courcoubetis, M. Dramitinos, and G. D. Stamoulis, "Connectivity in the commercial internet," *FUNEMS(Berlin)*, 2012.

- [7] C. G. Park, Y. S. Lee, and Y. D. Joo, "An implementation of smart network for high-quality media contents delivery," *J. The Korea Inst. Electronic Commun. Sci.*, vol. 8, no. 1, pp. 85-91, 2013.
- [8] C. S. Park, "The performance evaluation of bank branches using ANP and DEA hybrid model," *J. Korea Safety Management & Sci.*, vol. 5, no. 4, pp. 267-278, 2003.
- [9] C. Y. Jung, "A study on settlements in internet interconnection under internet congestion," *The Korea Database Soc.*, vol. 14, no. 2, pp. 97-115, 2007.
- [10] C. Shin and J. Cho, "An ANP-based resource management scheme in heterogeneous wireless networks considering multiple criteria," *J. KICS*, vol. 36, no. 8, pp. 910-920, 2011.
- [11] CISCO, *Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2010~2015*, 2011.
- [12] D. Crémer, P. Rey, and J. Tirole, "Connectivity in the commercial internet," *J. Ind. Econ.*, vol. 48, no. 4, pp. 433-472, 2000.
- [13] D. Kim, "Evolution of internet interconnections and system architecture design for telecom bandwidth trading," *Korean Soc. IT Services*, vol. 7, no. 1, pp. 131-149, 2008.
- [14] D. Weller, "The internet market for quality," *Commun. & Strategies*, vol. 84, no. 4, pp. 35-53, 2011.
- [15] E. Choi and D. Tcha, "An interconnection model of ISP networks," *J. Korean Operations Research and Management Sci.*, vol. 30, no. 4, pp. 151-161, 2005.
- [16] E. Giovannetti, "Interconnection, differentiation and bottlenecks in the internet," *Inf. Econ. Policy*, vol. 14, pp. 385-404, 2002.
- [17] E. J. Cho and J. H. Byeon, "Analysis of internet ecosystem and evolutionary direction regarding interconnection system," *ETRI*, 2011.
- [18] E. Jahn and J. Prüfer, "Interconnection and competition among asymmetric networks in the internet backbone market," *Inf. Econ. Policy*, vol. 20, pp. 243-256, 2008.
- [19] EC, *EC on access to, and interconnection of electronic communications networks and associated facilities: the Access Directive*, 2002.
- [20] ETNO, *ITRs Proposal to Address New Internet Ecosystem*, 2012.
- [21] G. H. Lee, "A study on internet interconnection," *The Korean J. Inf. Soc.*, vol. 01, no. 1, 2001.
- [22] G. H. Yun, "Bargaining Power in Internet Interconnection," *The Korea Academic Soc. Ind. Org.*, vol. 11, no. 1, 2003.
- [23] G. Huston, "Interconnection, peering and settlements—Part II," *Internet Protocol J.*, 1999.
- [24] G. S. Kim, "A study on internet interconnection: Peering and the investment of network capacity," *J. Econ. Theory and Econometrics*, vol. 15, no. 4, pp. 55-89, 2004.
- [25] H. C. Shin and H. S. Jang, "Connection/Bearer-Path Routing Technology," *Convergence security J.*, vol. 2, no. 2, pp. 89-97, 2002.
- [26] H. Jeong, *IP Interconnection and Access Charge System*, KISDI, 2013.
- [27] H. S. Kim, *Fair competition issues and policy options*, KISDI Issue Report, vol. 3, no. 10, 2003.
- [28] J. H. Kwak, J. Y. Cho, Y. Lee, and B. G. Lee, "Remaking mobile ecosystem policies for new mobile market," *Korean Soc. Internet Inf.*, vol. 12, no. 4, pp. 93-106, 2011.
- [29] J. S. Moon and S. H. Kim, "A study on policy priorities for the promotion of information & communication construction work," *J. KNIT*, vol. 11, no. 6, pp. 97-109, 2013.
- [30] J. Huigen and M. Cave, "Regulation and the promotion of investment in next generation networks - A European dilemma," *Telecommun. Policy*, vol. 32, pp. 713-721, 2008.
- [31] J. Hwang, B. H. E. Martin, and S. J. Shin, *Dynamic bandwidth provisioning economy of a market-based IP QoS interconnection intServ-diffServ*, White paper, School of Information Studies, Syracuse University, 2010.
- [32] J. J. Laffont, M. Scott, R. Patrick, and T. Jean, "Interconnection and access in telecom and the internet," *The Am. Econ. Rev.*, vol. 91, no. 2, pp. 287-291, 2001.

- [33] J. Kil, M. Shin, and S. Kim, "A collaboration model of players in the ICT ecosystem," *Telecommun. Rev.*, vol. 22, no. 6, pp. 922-941, 2012.
- [34] J. Klein, F. Jonathan, R. Morland, and S. Revell, "Traffic management and quality of experience," in *Proc. 15th Int. Conf. Intell. Next Generation Netw.*, 2011.
- [35] J. Ko and S. Park, "An ANP-based performance model for ERP system's implementation," *J. Korean Data & Inf. Sci. Soc.*, vol. 8, no. 1, pp. 103-111, 2008.
- [36] J. S. Marcus, *Global traffic exchange among internet service providers (ISPs)*, OECD, 2001.
- [37] Korea Internet & Security Agency, *The issues for Internet and Security*, 2012.
- [38] L. W. McKnight and B. Leida, "Internet telephony costs, pricing, and policy," *Telecommun. Policy*, vol. 22, no. 7, pp. 555-569, 2008.
- [39] M. Kende, *Overview of recent changes in the IP interconnection ecosystem*, Analysys Mason, 2011.
- [40] M. Roettgermann, I. Korthals F. T. Johansen, and H. Lonsethagen, "The sending party network pays': A first step towards end-to-end quality of service," *Technologia*, vol. 1, 2012.
- [41] N. Semret, A. Liao, A. Campbell, and A. A. Lazar, "Peering and provisioning of differentiated internet services," *IEEE Infocom 2000*, Tel Aviv, Israel, 2000.
- [42] Ø. Faros and B. Hansen, "Competition and compatibility among Internet service providers," *Inf. Econ. Policy*, vol. 13, pp. 411-425, Dec. 2001.
- [43] Ovum, *IP Interconnect: Commercial, Technical and Regulatory Dynamics*, 2002.
- [44] P. Ferreira, *A model for interconnection of IP networks*, Qualifier Paper, Carnegie Mellon University, 2003.
- [45] P. Faratin, D. Clark, P. Gilmore, S. Bauer, A. Berger, and W. Lehr, "Complexity of internet interconnections: Technology, incentives and implications for policy," in *Proc. The 35th Res. Conf. Commun., Inf. Internet Policy (TPRC)*, Aug. 2007.
- [46] P. Faratin, D. Clark, P. Gilmore, S. Bauer, A. Berger, and W. Lehr, "The growing complexity of internet interconnections," *Commun. & Strategies*, vol. 32, pp. 33-49, 2008.
- [47] Packet Clearing House, *How Big Network Can Peer Regionally*, 2007.
- [48] R. M. Dewan, M. L. Freimer, and P. Gundepudi, "Interconnection agreements between competing internet service providers," in *Proc. Hawaii Int. Conf. Syst. Sci.*, 2000.
- [49] S. Besen, P. Milgrom, B. Mitchell, and P. Srinagesh, "Advances in routing technologies and internet peering agreements," *Am. Econ. Rev.*, vol. 91, no. 2, pp. 292-296, 2001.
- [50] S. H. Na, J. W. Gwak, Y. R. Kang, I. K. Kang, and S. Y. Lee, *A study on net neutrality and internet traffic management for the sustainable growth of the ICT ecosystem*, KISDI, 2012.
- [51] S. Lippert and G. Spagnolo, "Internet peering as a network of relations," *Telecommun. Policy*, vol. 32, no. 1, pp. 33-49, 2009.
- [52] S. W. Na, *Restructuring and implications of interconnection regime regarding Bill & Keep running in the united states*, KISDI, 2012.
- [53] T. L. Saaty, "How to make a decision: The analytic hierarchy process," *Eur. J. Operation Res.*, vol. 48, pp. 9-26, 1990.
- [54] W. Melody, "Regulation and network investment: A framework for analysis," *The World Dialogue on Regulation for Network Econ.(WDR)*, 2003.
- [55] Y. R. Gang, *Case review regarding IP Interconnection dispute between France Telecom and Cogent*, KISDI, 2013.
- [56] Y. R. Gang, *Internet Traffic Management Trends and Implications: focused on wire high-speed internet*, KISDI, 2012.

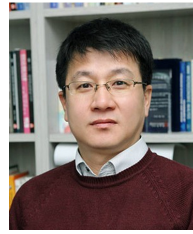
김 일 중 (Il-jung Kim)



2001년 2월 : 동서대학교 컴퓨터인터넷공학 졸업
2013년 2월 : 한양대학교 경영전문대학원 경영정보트랙 석사
2013년 3월~현재 : 한양대학교 경영정보시스템 박사과정

<관심분야> Telecommunication industry analysis, human-centered innovation through human-computer interaction, e-business, digital convergence strategies, and Intelligent service.

신 민 수 (Min-soo Shin)



1986년 1월 : 고려대학교 경제학 졸업
1988년 2월 : 한국과학기술원 공학 석사
1996년 3월 : 캠브리지대학교 경영학 박사

<관심분야> Broadcasting and telecommunication industry analysis and strategies, contents industry analysis and strategy, knowledge management, e-business model and strategies, and digital convergence strategies.