

글로벌연구망을 위한 효율적인 커뮤니티 라우팅 정책의 분석 및 설계

An Analysis and Design of Efficient Community Routing Policy for Global Research Network

장 현 희* 박 재 복** 고 광 신*** 김 승 해**** 조 기 환*****
Hyun-hee Jang Jae-bok Park Kwang-shin Koh Seung-hae Kim Gi-hwan Cho

요 약

BGP 커뮤니티 기반의 라우팅 정책은 특정 네트워크에 대한 경로를 사용자 정의 라우팅 정책에 따라 선택할 수 있는 특성을 갖는다. 다양한 속성의 단위 네트워크가 상호 연결된 글로벌연구망 환경의 전체적인 성능향상을 위해 최근 커뮤니티 기반의 라우팅 정책에 대한 관심이 증대하고 있다. 본 논문은 기존 글로벌연구망에서 적용되고 있는 커뮤니티 라우팅을 전체 네트워크 성능향상의 관점에서 분석하고, 새로운 글로벌연구망에서 라우팅 성능에 관련된 문제점을 도출한다. 이를 바탕으로 새로운 글로벌연구망의 라우팅 경로상의 잘못된 경우 트래픽 개선, 비대칭 라우팅 등을 해결하는 네트워크 상호연동 구조와 최적의 커뮤니티 라우팅 정책 모델을 제시한다. 제시된 결과는 향후 개발될 국가연구망과 상업망의 성능향상에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

ABSTRACT

A routing policy based on BGP community routing permits to select a specific route for particular network by making use of user-defined routing policies. Especially, community based routing policy is recently getting a great concern to enhance overall performance in the global research networks which are generally inter-connected large number of different characterized networks.

In this paper, we analyze the community routing which has been applied in existing global research networks in the network performance point of view, and catch hold of problems caused by the routing performance in a new global research network. Then, we suggest an effective community routing policy model along with an interconnection architecture of research networks, in order to make correct some wrong routings and resolve an asymmetric routing problem, for a new global research network. Our work is expected to be utilized as an enabling base technology to improve the network performance of future global research networks as well as commercial networks.

☞ KeyWords : Border Gateway Protocol, Community routing, Global research network

1. 서 론

최근 글로벌연구망은 날로 핵융합, 고에너지물리, 천문우주, 그리드, e-Science 등 첨단과학융합의 가상협업 연구환경 대한 요구가 커져가고 있다. 이에 따라 고대역의 성능과 고품질의 연구망 환경을 제공하는 하이브리드 네트워크 및 차세대 네트워크 기술을 활용하여 수십에서 수백 Gbps가

-
- * 정 회 원 : 한국폴리텍V대학 김제캠퍼스 정보통신 시스템과 교수 parami24@hanmail.net
 - ** 정 회 원 : 전북대학교 전자정보공학부 박사과정 jppark@dcs.chonbuk.ac.kr
 - *** 정 회 원 : 성화대학 인터넷정보계열 교수 kskoh@sunghwa.ac.kr
 - **** 정 회 원 : 한국과학기술정보연구원 선임연구원 shkim@kisti.re.kr
 - ***** 정 회 원 : 전북대학교 컴퓨터공학부 (영상정보신기술연구센터) 교수 ghcho@chonbuk.ac.kr(교신저자)

[2008/11/28 투고 - 2008/12/07 심사 - 2009/03/09 심사완료]

지, 심지어 거의 무한대에 이르는 고성능의 과학 정보 하이웨이를 구축해 왔다.

국제적으로 글로벌연구망 기반의 첨단 응용 연구와 협업이 매우 활발히 진행되고 있으며 각국의 정부차원의 지원 역시 적극적으로 이루어져 연구망기술과 함께 첨단 네트워크를 이용하는 대규모의 과학기술 연구과제가 수행중이다. 국가연구망은 이러한 대규모 국내외 협력 과제를 위한 기본 인프라로서 그 중요성이 날로 증대되고 있다. 또한 국가연구망 인프라는 초기 인터넷의 구축과 기술 적용으로 시작되었으나 상용 인터넷이 발전함에 따라, 최근에는 광(optical) 인프라를 중심으로 상용 인터넷의 서비스와 구별되는 첨단 인터넷 기술과 하이브리드 네트워킹 기술기반 체제를 구축하여 서비스하고 있다.

그러나 현재 글로벌연구망은 전 세계적으로 무수히 많은 상호 연동으로 인하여 BGP(Border Gateway Protocol)을 활용한 라우팅이 원활하게 진행되지 못하고 있다. 이 BGP는 인터넷에서 필수적인 라우팅 정보를 제공하는 사실상의 가장 중요한 인터넷 라우팅 프로토콜이다. 더욱이 글로벌연구망의 라우팅문제는 연구망자체의 정책이 보통 all permit 정책을 취하고 있어 네트워크의 자원을 효율적으로 활용하지 못하고 있다. 또한 다양한 글로벌연구망 환경에서 고품질의 서비스를 위한 연구망들의 통합은 커뮤니티 라우팅의 필요성을 증가시켰다. 따라서 커뮤니티 기반의 라우팅정책에 대한 연구가 요구된다.

본 논문에서는 기존 글로벌연구망에 적용되고 있는 커뮤니티 라우팅을 성능향상의 관점에서 분석하고, 새로운 글로벌연구망에 라우팅 성능에 관련된 문제점을 도출한다. 이로써 효율적인 글로벌연구망의 커뮤니티 정책 및 기법을 제시한다. 이를 통해 새로운 글로벌연구망의 라우팅 경로상의 잘못된 경유, 트래픽 개선문제, 비대칭라우팅 등을 해결한 네트워크 상호연동구조와 최적의 커뮤니티라우팅 정책모델과 방안들을 제시한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 글로벌

연구망의 분석을 위해 BGP커뮤니티의 개요 및 현황과 문제점을 기술한다. 3장에서는 글로벌연구망의 성능향상을 위한 BGP 커뮤니티 정책 및 기법들을 종합적으로 분석한다. 4장에서는 분석자료를 바탕으로 한국과학기술연구망인 KREONET (Korea Research Environment Open NETWORK)에 적용하여 효율적인 BGP라우팅 정책들을 설계한다. 마지막으로 5장에서 결론을 기술한다.

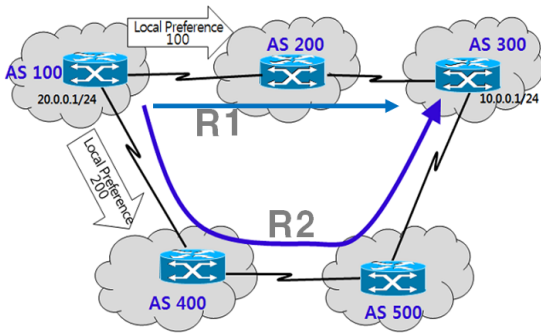
2. 관련 연구

2.1 BGP 커뮤니티 라우팅

BGP 프로토콜은 라우팅정책 및 경로의 조정을 해당 AS(Autonomous System) 관리자가 설정할 수 있게 한다. 그러나 네트워크의 규모가 커지고 상호망간 관계가 복잡해질수록 각각의 AS마다 라우팅을 설정해야만 한다. 따라서 이러한 문제를 해결하는 방법으로 BGP 커뮤니티 기법 등을 사용한다[1].

이 BGP 커뮤니티는 일종의 태그 정보라고 할 수 있다. 예를 들면 특정한 네트워크에 대해 1000이라는 커뮤니티를 부여하고, 그 커뮤니티에 원하는 BGP정책을 적용하는 것이다. 커뮤니티를 사용하면 BGP 정책을 확장성 있게 적용할 수 있는 장점이 있다. 관리자가 커뮤니티 1000에 BGP의 라우팅 경로선호도인 Local preference속성을 200으로 적용한다면, 그 커뮤니티에 속한 모든 네트워크의 Local preference는 200이 된다.

특히 이 Local preference속성은 그림 1과 같은 네트워크 구성에서 AS100에서 목적지 10.0.0.1 /24에 도달할 수 있는 경로는 AS100->AS200->AS300을 통해서 목적지에 도달하거나 AS100->AS400->AS500->AS300을 경유하는 방법이 있다 [2].



(그림 1) BGP Local preference의 정의

즉 AS100에서 10.0.0.1/24 네트워크에 도달할 수 있는 경로가 2가지 존재하는 것이다. 이때 Local preference는 나가는 트래픽에 대해 경로를 조절해 준다. AS100의 R1경로에는 Local preference 100을 설정하고 R2경로에는 Local preference 200을 설정하였다면 최적의 경로는 R2인 AS400->AS500->AS300이 된다. 왜냐하면 Local preference는 경로선정 시 높은 속성 값이 우선되기 때문이다.

2.2 글로벌연구망의 현황 및 문제점

국제적으로 미국과 캐나다, 네덜란드 등 북미와 유럽의 주요 연구망은 1990년대 초부터 정부 주도의 차세대 인터넷을 구축하기 위한 투자를 시작했다. 2000년대에 접어들어 람다 네트워킹 기술의 발전과 선진 국가 연구망의 초고속화를 기반으로, 국제연구망이 10Gbps이상의 속도(대역폭)로 연동되었으며, 특히 대륙 간 연동은 수십 Gbps 급 이상으로 발전하고 있다. 이러한 고성능 광 네트워크 인프라의 발전 배경에는 연구망을 위한 과학기술 핵심 응용의 등장이 있었다. 핵융합, 고에너지물리, 천문우주, 그리드, e-Science 등의 첨단 과학 응용은 공동 협업 환경을 위해서 수십 Gbps에서 수십 Tbps에 이르는 광대한 고품질의 데이터 전송률을 요구하고 있다[3].

그러나 많은 R&E(Research and Education) 네트워크 연동에 따른 라우팅 설정과 제어가 복잡하

게 되었고, 결과적으로 사용자의 기대에 부응하지 못하고 있음은 물론, 네트워크 운영자 역시 관리상의 어려움을 호소하고 있다.

한 네트워크의 경로정보가 최종목적 네트워크가 있는 AS라우터에게 다른 경로를 거쳐 두 개의 BGP 패킷으로 전달되면, 이들을 수신한 AS의 BGP 라우터는 홉 수가 아닌 미리 설정된 정책에 따라 경로를 선택한다. 각 AS의 정책에 의해 BGP는 자신의 경로정보를 다른 라우터에게 알려거나 수집된 정보들을 버리거나 무시할 수 있다. 또한, AS의 BGP 정책이 영향을 미치는 범위는 바로 이웃한 AS이다. 이러한 제한들을 위해 RFC4360[4]는 community 값을 활용하여 path를 end-to-end로 제어한다. 그러나 이 방법 역시 AS 대 AS의 전체 트래픽은 제어하지만, AS에서 발생하는 모든 트래픽이 하나의 경로만을 사용함으로써 전체적인 망 링크를 활용하지 못하는 제약이 있다[5].

현재 글로벌연구망들은 상호연동을 위해 BGP 라우팅 프로토콜 활용하고 있으나 트래픽 관리와 상호 유연성 있는 연동의 어려움으로 라우팅이 원활하게 진행되지 못하고 있다. 또한 글로벌연구망의 네트워크 상태나 라우팅 정책, 네트워크 토폴로지 같은 정보를 얻는 어려움도 상호연동 진행에 큰 어려움을 주고 있다[6][7]. 예를 들어 글로벌연구망에서 라우팅 문제 중에 연구망 자체의 정책을 보완하거나 수정하지 않아 라우팅 경로상의 문제가 발생할 수 있다. 이러한 경우 트래픽 흐름이 특정 경로로 편중되거나 심지어 네트워크와는 관계없이 연결이 끊어지는 등 신뢰성과 안정성을 보장하지 못한다. 또한 비대칭 라우팅의 발생으로 글로벌연구망 자원을 효율적으로 활용하지 못 할 수 있다.

연구망 운영기술에서 하나의 AS도메인은 수백의 라우팅 노드로 구성되어 있어 대규모 라우팅 도메인을 관리함에 있어 네트워크 관리자에게 다양한 라우팅 관리의 문제점에 직면하게 한다. 특히 도메인간 라우팅은 여러 ISP(Internet Service Provider)들 사이에서 이루어지므로 라우팅 장애

가 발생할 경우에 신속한 파악과 복구가 어렵다. 또한 경계 라우터를 사이에는 라우팅 정보와 전송을 위해 서로가 full-mesh로 BGP 세션을 연결하므로 라우팅 정보처리를 위한 부하가 상당히 심하게 되어 많은 피어(peer)의 증가로 관리 및 운영상의 어려움에 처하는 문제들이 발생할 수 있다.

3. 글로벌연구망의 BGP 커뮤니티 분석

3.1 BGP 커뮤니티 정책

현재의 글로벌연구망들은 라우팅 성능향상을 위해 다양한 BGP 커뮤니티기반의 정책들을 활용하여 네트워크를 관리하고 있다.

먼저 글로벌연구망의 대표적인 Internet2[8]는 13,000마일의 광선로 상에 지역망들이 연결된 가파른 중심의 백본 네트워크를 구축하여 고에너지 물리학, 의학, 교육, 예술 및 인문학 등에 걸쳐 협업을 가능하게 하는 차세대 연구망 서비스를 제공하고 있다. 또한 국제연구망들과 연동을 지원하여 약 60여개 국가와 국제연구망 인프라를 구축하고 있다. 표 1은 Internet2의 세부적인 BGP 커뮤니티 정책을 보인다. 기본적으로 11537:40/160과 같은 Local preference를 사용하고 있으며, IPv6과 같은 사용목적에 따라 커뮤니티를 분류하여 사용한다. 또한 federal peer와 같이 peer의 관계에 따라 커뮤니티를 3~4가지로 분류하여 사용하며, 국제간 전송관리를 위해 ITN에 전송여부의 커뮤니티들을 분류하여 사용하고 있다.

다음으로 CA*net4[9]는 CANARIE를 전담 기관으로 사용자 중심의 광 네트워크를 구축하기 위하여 캐나다 정부가 지원하는 차세대 연구망 인프라이며, Optical 네트워킹을 세계 국가 연구망 중 최초로 시작한 연구망이다. CA*net4의 커뮤니티정책은 기본적으로 연구망들을 지역적으로 분류한 지역별 커뮤니티 방식을 채택하고 있다. CA*net4의 BGP 커뮤니티 특징은 Vancouver, Winnipeg, Toronto, Montreal, Halifax등의 각 도시별로 커뮤니티를 구성하고 있다. 또한 커뮤니티

6509:65510에서 510을 사용하여 Local preference를 간단히 설정하고 있다. 이와 같은 방법은 커뮤니티기반의 정책을 구현할 때에 많이 사용되는 방법으로, 특히 한 나라의 연구망을 지역별로 구별함으로써 보다 편리한 관리기법을 제공한다.

(표 1) Internet2 BGP 커뮤니티

커뮤니티 값	커뮤니티 이름	설 명
11537:40/160	FED/ITN pref	FED/ITN 위한 Influence local-pref기반의 커뮤니티
11537:140/260	Connector-pref	Connector을 위한Influence local-pref기반의 커뮤니티
11537:600	IPv6 special	IPv6을 위한 커뮤니티
11537:902	SPONSORED	멤버에 의해 연결된 non-UC AID R&E를 위한 커뮤니티
11537:910	Abilene SEGP	교육적인 단체를 지원하기 위한 커뮤니티
11537:911	Blackhole	Blackhole를 위한 커뮤니티
11537:950	Abilene_DC	참여자에 연결된 Abilene를 위한 커뮤니티
11537:2000	COMMERCIAL	상업적 연구소를 위한 커뮤니티
11537:2001	COMMERCIAL-PEER	Peer network가 상업적인 경우에 사용되는 커뮤니티
11537:2002	BLOCK-TO-COMMERCIAL	Commercial peer에 커뮤니티를 전송하지 않기 위한 커뮤니티
11537:2500	nonTRANSIT	non-ITN peer network를 위한 커뮤니티
11537:2501	TRANSIT	ITN peer network를 위한 커뮤니티
11537:3000	FEDNET	US 연방 peer network를 위한 커뮤니티
11537:3500	CONNECTOR-ONLY	피어가 아닌 연결자들에서 프리픽스를 표시하는 커뮤니티

NLR[10]은 광섬유를 이용해 미국 전역의 대학을 초고속 광통신망으로 연결하고 있으며, 연구망 백본 역할을 수행하고 있는 Internet2와 NLR의 인

프라를 하나로 통합하는 작업을 추진하고 있다. NLR의 커뮤니티 정책은 기본적으로 Local preference을 이용하고 있으며 Blackhole과 같은 사용 목적을 위해 커뮤니티 분류하고 있다. 또한 멤버, R&E, 연방정부, 상업용과 같은 관계에 따라 커뮤니티를 분류하여 사용하고 있다.

호주의 연구망인 AARNet[11]는 현재 10Gbps의 백본망을 통해 액세스그리드, 멀티미디어 스트리밍, IPv6등 분야에 대한 연구가 진행되고 있으며 각 분야별 워킹그룹을 통해 연구자간 교류 및 연구협력을 강화하고 있다. BGP 커뮤니티는 도시별, 나라별, 위치별로 커뮤니티를 세부적으로 구성하여 분류하여 사용하고 있다. 또한 Local preference를 간단히 적용하는 커뮤니티 기법과 특정 목적을 위해 커뮤니티를 구성하고 특정 피어링 라우터의 관계에 따라 커뮤니티를 분류하는 정책 등을 사용하고 있다.

GEANT[12]는 단일의 글로벌 연구교육망을 구축하기 위해 전 세계의 연구교육망과 연결 추진하고 있다. GEANT의 커뮤니티 정책은 기본적으로 각 AS마다 Interconnection으로 커뮤니티를 분류하고 있으며, 멤버들은 GEANT의 피어링에 알리고 추가되는 것에 따라 제어할 수 있는 커뮤니티 정책을 제공하고 있다.

SURNet[13]은 러시아의 네트워크로 표 2와 같이 다양한 커뮤니티 분류정책을 구현하고 있다. 기본적으로 3239:2NN과 같이 특정 AS별로 커뮤니티를 분류하여 Peer관계에 따라 커뮤니티 분류정책들을 사용하고 있다. 또한 간단히 Local preference를 사용하고 있다. 특히 3239:1NNx의 커뮤니티와 같이 알림제어 및 Prepend의 제어를 활용하여 커뮤니티 체계를 제어하고 있었다. 참고로 이 Prepend은 임의의 경로를 다른 것보다 우선적으로 이용하도록 하는 기능이다.

TEIN2[14]는 협업 글로벌연구망을 위해 프랑스, 영국, 네덜란드, 스위스 등 유럽 34개국과 한국, 일본, 중국, 말레이시아, 필리핀, 베트남, 인도네시아, 태국, 싱가포르 등 아시아 9개국 및 오세

아니아의 호주가 참여하고 있다. 참여 국가는 향후 TEIN3가 개통되고 영향력이 확대되면서 TEIN3 프로젝트에 참여를 원하는 국가들이 증가할 것으로 기대된다.

TEIN2의 BGP 커뮤니티는 기본적으로 다른 연구망과 피어에 따라 커뮤니티를 분류하고 있다. TEIN2의 커뮤니티 정책은 각 AS마다 Interconnection으로 분류하여 커뮤니티를 제공하고 있다. 특히 TEIN2는 비영리 단체를 위한 tein2-nrm(24489:65155)의 커뮤니티와 영리단체를 위한 tein2-nrm-benef(24489:65156)의 커뮤니티와 같이 다양한 방식으로 커뮤니티를 분류하여 정책들을 구현하고 있다.

(표 2) SURNet BGP 커뮤니티

커뮤니티 값	설 명
3239:NN	NN에 60,70,90를 대입하여 local preference를 세팅할 수 있는 커뮤니티
3239:1000	Upstream 혹은 피어에 라우트를 알리지 않은 커뮤니티
3239:1NNx	Upstream NN에 알림을 제어하며, x는 prepend를 의미하는 커뮤니티
3239:2NN	Upstream 혹은 피어링 포인트 NN으로부터 얻는 경로를 위한 커뮤니티이며, NN는 아래와 같은 피어를 의미하는 커뮤니티 01 RTcomm (AS8342) 03 Relcom (AS2118) 05 URC FreeNET (AS8324) 06 UUNET/MCI (AS702) 08 Comline (AS29648) 09 USI (AS35400)

3.2 BGP 커뮤니티 정책의 종합적 분석

글로벌연구망들은 3.1절과 같이 다양한 커뮤니티 체계 및 정책들을 이용하여 연구망의 성능향상에 기여하고 있다. 본 논문은 한국과학기술연구망의 성능향상을 위한 방법론을 제안하는데 그 목적을 가진다. 따라서 본 절에서는 시뮬레이션 결과를 대신 커뮤니티의 분류체계를 나누고 분류된 체계를 기반으로 기존 글로벌연구망들을 종합적

으로 분석한다.

먼저 분류체계1은 지역적 분류방식으로 가장 널리 사용되는 기법이며 대규모 연구망을 효율적으로 관리할 수 있는 기법이다. 표 3의 기법1은 도시별 혹은 나라별로 분류하는 방법이며, 표 3의 기법2는 지역코드를 이용한 분류체계이며 다르게는 기타 지역 혹은 특정 코드를 활용하여 분류하는 방법이고 표 3의 기법3는 코드를 이용한 분류 기법으로 크게 3가지로 나눌 수 있다.

(표 3) 지역별 커뮤니티 분류체계

체계	커뮤니티값	설명
기법1	13129:3010	Frankfurt에 위치한 연구망과 피어하기 위한 커뮤니티
	13129:3020	Munich에 위치한 연구망과 피어하기 위한 커뮤니티
	13129:3030	Hamburg에 위치한 연구망과 피어하기 위한 커뮤니티
	13129:3040	Berlin에 위치한 연구망과 피어하기 위한 커뮤니티
기법2	286:1000 + countrycode	Public 피어관계에서 지역코드를 이용한 커뮤니티
	286:2000 + countrycode	Private 피어관계에서 지역코드를 이용한 커뮤니티
	286:3000 + countrycode	Customer 피어관계에서 지역코드를 이용한 커뮤니티
	countrycode: E.164 국제전화 프리픽스	
기법3	3561:SRCCC	S: peer혹은 customer관계를 표시, R: 지역코드 CCC: ISO 3166 지역코드
	489:CCLO	CC: 나라코드 LO: 지역코드

분류체계2는 AS의 Interconnection을 이용한 분류방법으로, 각국의 연구망들과 협력함으로써 향상된 네트워크를 제공하는 방법이다. 특히 AS간 특성들을 고려하여 효율적인 커뮤니티 정책들을 제공할 수 있다. 표 4는 AS의 Interconnection을 이용한 2가지 분류기법의 예를 보인다.

(표 4) 특정 AS Peer을 위한 커뮤니티 분류체계

체계	커뮤니티값	설명
기법1	20965:6509	Canarie(AS6509)과 피어링을 위한 커뮤니티
	20965:293	Esnet(AS293)과 피어링을 위한 커뮤니티
	20965:11537	Abilene(AS11537)과 피어링을 위한 커뮤니티
기법2	8938:2100	Genuity US(AS1)과 피어링을 위한 커뮤니티
	8938:2200	Level3 US(AS3356)과 피어링을 위한 커뮤니티
	8938:2300	Ebone(AS1755)과 피어링을 위한 커뮤니티

분류체계3은 Local preference 속성을 이용한 기법으로, 연구망들 간 라우팅경로를 제어하는 기법을 제공하며 특히 AS간 특성들을 고려하여 효율적인 커뮤니티 정책을 구현할 수 있게 한다. 분류체계3의 예는 702:80의 커뮤니티 값에서 80을 활용하여 Local preference값을 80으로 적용하는 기법과 702:300, 702:400과 같이 일정 커뮤니티에 특성에 따라 임의적인 값을 적용하는 기법으로 나눌 수 있다.

분류체계4는 사용목적에 따른 커뮤니티를 분류하는 기법으로, 예를 들어 IPv6, Black Hole, 상업과 같이 목적에 따라 분류함으로써, 커뮤니티의 요구를 극대화할 수 있는 체계를 제시한다.

분류체계5는 Peer의 형태에 따른 분류체계로, 정부간, 고객간, 제공자간과 같이 peer의 관계에 따라 커뮤니티를 분류하여 사용한다. 이 같은 분류체계는 연구망의 기관별로 분류함으로써, 효율적인 커뮤니티 체계를 제시한다.

분류체계6는 내부 및 외부 경계에 따라 분류하는 체계로, 많은 연구망들을 Inbound/outbound로 BGP 커뮤니티를 분류하여 개발하고 있다. 특히 이 같은 분류체계는 표 5와 같이 가입자 혹은 국내망들을 Inbound로 설정하고 비가입자 혹은 외부망들을 Outbound로 설정하여 커뮤니티를 세부

적으로 분류함으로써 그룹에 알맞은 효율적인 정책들을 구현하고 있다.

(표 5) In/Outbound기반의 커뮤니티 분류체계

체계	커뮤니티값	설명
In Bound	26677:80	Private/Public 피어링을 위한 커뮤니티
	26677:20	내부의 aggregate blocks 라우터를 위한 커뮤니티
	26677:10	내부 멤버라우터를 위한 커뮤니티
Out Bound	8938:2100	Genuity US(AS1)과 피어링을 위한 커뮤니티
	8938:2200	Level3 US(AS3356)과 피어링을 위한 커뮤니티
	8938:2300	Ebone(AS1755)과 피어링을 위한 커뮤니티

마지막 분류체계7은 ITN(International Transit Network)에 의한 분류기법으로, ITN에 연결하여 라우팅을 관리할 수 있는 커뮤니티이다. 예를 들어 연구망을 Abilence, CA*net4, STARTAP에 연결함으로써 국제적 중계관리를 위한 커뮤니티정책을 구성할 수 있다.

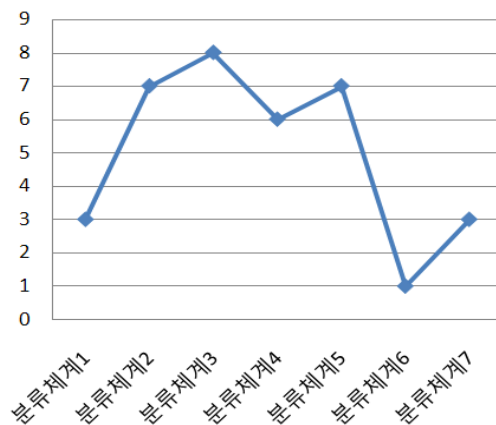
다음은 커뮤니티 분류체계와 3.1절의 연구망들을 이용하여 BGP 커뮤니티정책을 종합적으로 비교분석한다. 표 6은 커뮤니티의 분류체계를 기반으로 기존 연구망의 BGP 커뮤니티의 특성을 분석한 표이다. 참고로 표에서 O와 X는 분류체계의 사용여부를 나타낸다.

(표 6) 글로벌연구망의 커뮤니티 정책 비교분석

연구망	분류체계번호						
	1	2	3	4	5	6	7
Internet2[8]	X	X	O	O	O	X	O
CA*net4[9]	O	X	O	X	X	X	O
NLR[10]	X	X	O	O	O	X	X
CERN[15]	X	O	X	X	X	X	X
CENIC[16]	X	X	X	O	X	X	X

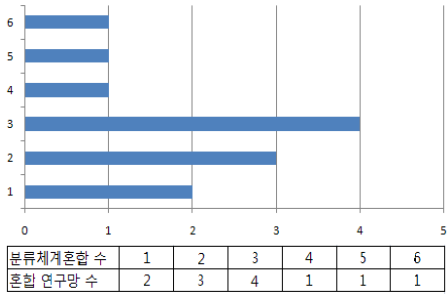
연구망	분류체계번호						
	1	2	3	4	5	6	7
AARNET[11]	O	O	O	O	O	X	X
PNWGP[17]	X	X	O	X	O	O	X
MERN[18]	X	O	X	O	X	X	X
EasyNet[19]	O	O	O	O	O	X	O
GEANT[12]	X	O	X	X	O	X	X
SURNet[13]	X	O	O	X	O	X	X
TEIN2[14]	X	O	O	X	X	X	X

그림 2는 분석된 표 6을 이용하여 연구망들의 분류체계별 할당분포를 나타낸다. 그림 2와 같이 Local preference를 이용한 분류체계3은 정책에 따라 라우팅을 선호도를 조절하는 방법으로 커뮤니티 연구망 구성에서 가장 많이 사용되는 기법이다. 다음으로 AS의 Interconnection을 이용한 커뮤니티 분류가 많이 이용되고 있다. 특히 이 기법은 다른 연구망들과 협력적으로 네트워크를 구성함으로써, AS간 효율적인 라우팅을 제공할 수 있다. 또한 Peer의 형태에 따라 분류하는 커뮤니티 역시 많이 사용되고 있다. 그 다음으로는 IPv6, Black Hole과 같은 특정 목적에 따라 커뮤니티를 분류하는 기법이 많이 이용되고 있다. 지역별 분류는 국가연구망과 같은 대규모 연구망에서 효율적으로 라우팅을 관리할 수 있는 기법으로 대규모 연구망에서 많이 사용되고 있다.



(그림 2) 연구망들의 분류체계별 할당분포

그림 3은 기존 연구망들이 몇 개의 분류기준들을 이용하여 커뮤니티를 개발하고 있는가를 나타낸다. 그림 3과 같이 각 연구망들은 라우팅 성능향상을 위해 다양한 커뮤니티 기법을 적용하여 정책기반의 커뮤니티 라우팅을 구현하고 있었다.



(그림 3) 연구망들의 분류체계 혼합분포

4. 한국과학기술연구망의 향상된 라우팅 정책 설계

4.1 한국과학기술연구망의 현황

4장에서 커뮤니티기반의 효율적인 라우팅정책을 설계하기 위해 국내연구망인 한국과학기술연구망을 적용하여 최적의 커뮤니티정책들을 제시한다. 이를 위해 먼저 한국과학기술연구망의 현황을 분석한다. 한국과학기술연구망은 국내 백본망과 국제 백본망으로 구성되어 있다. 국내 백본망은 서울-대전을 중심으로 15개 지역 망 센터로 구성된 국가 연구망 인프라이다. 특히 서울-대전 간 최대 30Gbps급, 대전-대구, 부산, 광주 간 최대 10Gbps급의 네트워크 인프라가 구축되어 있다. 국제 백본망은 세계 11개국이 참여하는 글로벌 환형 네트워크인 GLORIAD 프로젝트와 국제 인터넷으로 구성되는 국가연구망 인프라이다. 특히 한국과학기술연구망은 글로리아드에 4번째 핵심 멤버로 가입하면서 대전과 홍콩 그리고 대전과 시애틀을 10Gbps로 연결하여 대용량의 과학기술협업연구망을 제공하고 있다. 그러나 한국과학기술연구망의 현 라우팅 정책은 보통 all permit

정책을 취하고 있어 라우팅 경로상의 문제, 비대칭라우팅 등의 발생으로 적절한 글로벌 연구망 자원을 효율적으로 활용하지 못하고 있는 상태이다. 또한 연구망 운영기술에서 하나의 AS도메인은 수백의 라우팅 노드로 구성되어 있다. 이는 서비스제공자나 대규모 라우팅 도메인을 관리함에 있어서 네트워크 관리자에게 다양한 라우팅 관리의 문제점을 부여한다. 관리의 부담을 가중시키고 라우팅의 효율성을 제고할 필요성이 제기되고 있다. 따라서 한국과학기술연구망을 위한 효율적인 라우팅정책이 요구되고 있다.

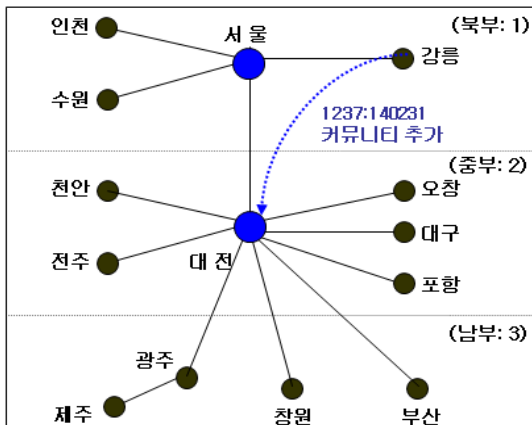
4.2 효율적인 라우팅 정책방안

본 절에서는 분석 자료를 토대로 한국과학기술연구망의 성능향상을 위한 커뮤니티기반의 적용방안들을 제시한다. 특히 한국과학기술연구망의 현황을 고려하여 분류체계 7가지를 효율적으로 혼합하여 표 7과 같은 3가지 정책방안들을 제안한다.

(표 7) 제안된 커뮤니티기반의 정책방안

정책	설 명
방안1	1237:<AS번호><지역LP 코드><기관LP 코드> 지역기반 Local_Pref code: 1. 북부지역(=100) 2. 중부지역(=80) 3. 남부지역(=50) 기관별 Local_Pref code: 1(=200): 연구, 대학 2(=150): 정부기관, ISP 3(=120): 재단법인, 기업
	예> 강릉대학교 1237:140211 Local_Pref = 300
	1237:1<분야><응용 LP코드><참여수 LP코드> 응용별 Local_Pref code: 1(=150): 천체우주(02), 기상기후(03), 바이오(07), 원격의료(08), HD(09), 기초과학협업(13) 2(=120): 고에너지물리(01), 첨단장비원격응용(04) 그리드컴퓨팅(05), 슈퍼컴퓨팅공동활용(06) OPTIPUTER(10), 문화교육(11), 건설건축(12) 참여 수 Local_Pref code: 1(=50): 7개 이상 2(=40) : 4~6개 3(=30) : 1~3개
예> 고에너지물리 1237:10111 Local_Pref = 200	
방안3	17579:<지역LP 코드><AS번호><이용률LP 코드> 지역별 Local_Pref code: 홍콩1(=90), 미국2(=100) 이용률별 Local_Pref code: 1(=100): 61~100% 2(=90) : 31~60% 3(=80) : 1~30%
	예> Internet2 17579:2115371 Local_Pref = 200

먼저 지역성을 고려한 정책방안1은 대규모의 글로벌연구망을 효율적으로 분류하여 관리할 수 있게 한다. 특히 한국과학기술연구망은 59개의 국내망으로 업종별과 지역별로 나눌 수 있다. 따라서 지역별 분할코드와 업종별 분할코드를 적용하여 표 7의 방안1과 같이 커뮤니티기반의 정책방안을 제시한다. 이를 통해 네트워크의 지역적 성능과 기관별 요구를 모두 충족시킬 수 있는 커뮤니티기반의 정책을 제공한다. 정책방안1의 실제 적용사례로 그림 4는 AS1237(KREONET) 내에 가입기관의 트래픽 유입에 따른 커뮤니티 추가 방안에 대한 예시를 보여준다. 특히 이 방안은 개별 가입기관의 연동정보에 따른 연동을 위해 필요한 커뮤니티 생성정책에 유용한 방안이다.



(그림 4) 제안된 정책방안1의 적용사례

정책방안2는 한국과학기술연구망의 GLORIAD 응용분야[20]를 고려하여 커뮤니티기반의 라우팅 정책을 제시한다. 제안된 방식은 표 7의 방안2와 같은 기준에 의해 Local preference 값을 할당한다. 표 8은 정책방안2에 의해 구성된 예를 보인다. 한국과학기술연구망에 연결된 멤버들을 응용분야와 참여 수에 따라 Local preference를 할당함으로써 응용분야의 요구에 따라 연구망의 라우팅을 최적화할 수 있는 정책방안을 제시한다.

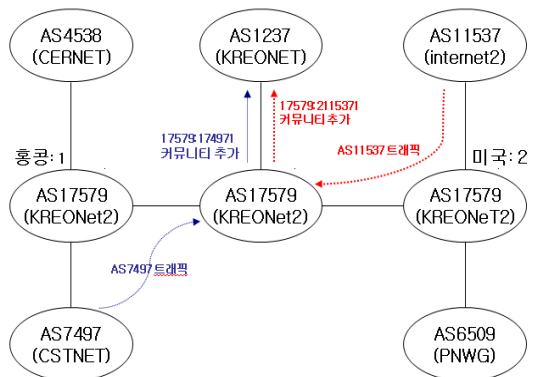
정책방안3은 AS기반의 커뮤니티 분류기법으로

국제연구망 상호연동구조에서 효율적으로 관리할 수 있는 방안을 제시한다. 제안된 정책방안은 KREONET과 홍콩 또는 시애틀의 연결성능과 연구망별 이용률[21]을 이용하여 표 7의 방안3과 같이 Local preference를 설정한다. 이 같은 정책방안은 성능요구에 최적화할 수 있는 상호 국제망기반의 커뮤니티정책을 제공할 수 있다.

정책방안3의 실제 적용사례로 그림 5은 트래픽의 유입에 따른 커뮤니티 추가 방안에 대한 적용 예시를 보여준다. 특히 이 방안은 국제 망과의 연동을 위해 필요한 커뮤니티 생성정책에 유용한 예제이다.

(표 8) 정책방안2의 커뮤니티 정책

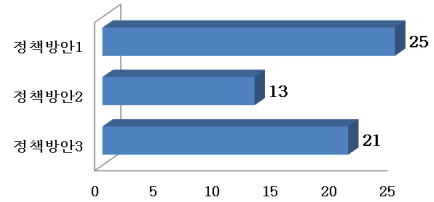
커뮤니티값	분야	참여수	Local_pref
1237:10121	고에너지물리	7	170
1237:10213	천체우주	3	180
1237:10312	기상기후	4	190
1237:10421	첨단장비 원격운용	9	170
1237:10522	그리드컴퓨팅	5	160
1237:10622	슈퍼컴퓨팅 공동활동	4	160
1237:10712	바이오	6	190
1237:10812	원격의료	5	190
1237:109113	HD	2	180
1237:11023	OPTIPUTER	2	150
1237:11123	문화교육	1	150
1237:11222	건설건축	4	160



(그림 5) 제안된 정책방안3의 적용사례

특히 정책방안3은 그림 6과 같이 국제연구망간의 BGP 트래픽 관리를 위해 예시시스템으로 설계가 가능하며 KREONET2가 가지고 있는 정책 라우팅의 Path에 대한 내용을 분석하기 위한 시스템이다. 그림상에서 아시아, 미국, 유럽, 오세아니아 등의 네트워크를 형성화하여 분석하고 있다. 본 시스템은 R&E Routing Compath 프로젝트의 현황과일이며 더 자세한 네트워크 분석시스템은 [22]에서 시스템 아이디어를 얻을 수 있습니다.

제안된 3가지 정책방안들은 한국과학기술연구망의 실제 연결환경을 최대한 고려함으로써 연구망 성능향상에 기여하고 있으며, 이로써 기존 all permit정책에서 발생하는 비효율성 문제를 해결하도록 한다.



(그림 7) 제안된 정책의 커뮤니티 개수분포

제안된 정책방안들의 장단점을 비교분석해 보면, 정책방안1은 지역성과 기관별을 고려하여 라우팅정책을 제시한 것으로 국내 연결된 모든 멤버들을 세부적으로 고려하여 커뮤니티 정책을 구현함으로써 효율적인 정책기반의 커뮤니티기법을 제시한다. 정책방안1의 장점은 지역적 성능과 기관별 요구를 세부적으로 분류하여 정책을 구성함으로써 라우팅의 효율성을 극대화할 수 있다. 그러나 많은 분할로 커뮤니티 정책관리에 문제점을 가질 수 있으며, 지역적 요구와 기관별 요구 모두를 반영하기가 어렵다는 단점이 있다. 개선방안으로는 세부적인 정책에 종합적인 연결환경을 고려할 수 있도록 정책을 레벨화하는 정의단계를 추가함으로써 향상된 라우팅정책이 구현될 수 있다.

정책방안2는 한국과학기술연구망의 GLORIAD 응용분야와 국내의 응용분야별 참여기관 수에 따라 커뮤니티 정책을 구성하는 정책기반의 커뮤니티 기법을 제시한다. 정책방안2의 장점은 응용분야의 성능요구와 참여 수의 요구사항을 모두 만족시킬 수 있다. 그러나 응용분야별과 참여기관 수에 따라 커뮤니티의 Local preference값을 계산하여 지역의 연결성을 충분히 고려하지 못하는 단점이 있다. 개선방안으로는 응용분야와 참여기관 수를 고려할 뿐만 아니라, 추가적으로 지역적 연결성을 고려하여 커뮤니티 정책을 구성함으로써 보다 향상된 커뮤니티 정책을 구현할 수 있다.

정책방안3은 AS기반의 국제연구망을 고려한 정책으로 한국과학기술연구망에 연결된 홍콩과 미국의 국제 연구망을 위한 효율적인 커뮤니티 정책을 제공하고 있다. 정책방안3의 장점은 각 연구망의 특성과 지역성을 고려하여 커뮤니티정책을 구현할 수 있도록 설계되었으며, AS기반의 쉬

The Result of Checked Path in KREONET2's Network

is Asian R&E Network is U.S's R&E Network
is European R&E Network is Oceanian R&E Network

KREONET2 ----> Any Networks

Prefix	Current AS PATH
119.18.128.0/20	17579 11537 22388 7660 24287 24490 24175 i
119.40.112.0/21	17579 11537 22388 7660 24287 24490 24514 38868 i
119.40.120.0/22	17579 11537 22388 7660 24287 24490 24514 38868 i
119.40.124.0/22	17579 11537 22388 7660 24287 24490 24514 38868 i
119.78.0.0/15	17579 11537 22388 7660 24287 24490 4538 9406 7497 i
120.118.0.0/18	17579 11537 24167 7539 1659 e
121.248.0.0/20	17579 11537 22388 7660 4538 4538 4538 i
121.248.112.0/21	17579 11537 22388 7660 4538 4538 4538 i
121.248.120.0/21	17579 11537 22388 7660 4538 4538 4538 i
121.248.128.0/19	17579 11537 22388 7660 4538 4538 4538 i
121.248.16.0/20	17579 11537 22388 7660 4538 4538 4538 i
121.248.160.0/21	17579 11537 22388 7660 4538 4538 4538 i
121.248.32.0/21	17579 11537 22388 7660 4538 4538 4538 i
121.248.44.0/22	17579 11537 22388 7660 4538 4538 4538 i
121.248.48.0/20	17579 11537 22388 7660 4538 4538 4538 i
121.248.64.0/21	17579 11537 22388 7660 4538 4538 4538 i
121.248.72.0/21	17579 11537 22388 7660 4538 4538 4538 i
121.248.80.0/20	17579 11537 22388 7660 4538 4538 4538 i
121.248.96.0/20	17579 11537 22388 7660 4538 4538 4538 i
121.248.144.0/20	17579 11537 22388 7660 4538 4538 4538 i
121.248.160.0/21	17579 11537 22388 7660 4538 4538 4538 i
121.248.224.0/23	17579 11537 22388 7660 4538 4538 4538 i

(그림 6) 관리시스템에 정책방안3의 적용사례

4.3 적용된 커뮤니티의 비교분석

다음은 제안된 정책방안들의 성능을 비교분석한다. 먼저 제안된 정책방안 3개의 커뮤니티 개수 분포는 그림 7과 같다. 이는 제안된 정책방안들이 다양한 커뮤니티를 활용함으로써 분할정도를 분석할 수 있다.

운 식별과 함께 간단한 정책할당 기법을 적용함으로써 구현에 용이하다. 그러나 AS의 번호의 길이문제로 커뮤니티 Digit의 확장이 요구되는 단점을 가지고 있다. 개선방안으로는 커뮤니티 값의 길이문제를 코드화기법을 이용하여 해결함으로써 국제연구망을 위한 효율적인 커뮤니티 정책을 실현할 수 있다.

5. 결 론

본 논문은 현재 글로벌연구망이 처해 있는 문제들을 파악하고 글로벌연구망의 다양한 기술들의 추세를 반영하여 연구망 사용자들이 특정 연구 영역범위에서 형성한 커뮤니티 간에 최적의 환경을 제공할 수 있는 BGP 커뮤니티기반의 정책방안들을 제시했다.

이를 위해 기존 글로벌연구망의 커뮤니티 분류 기법 및 정책들을 분석하고, 성능향상을 위한 기법들을 분석했다. 또한 분석된 자료를 국내 글로벌연구망인 한국과학기술연구망에 적용하여 효율적인 커뮤니티기반의 정책방안들을 제시하고 성능향상을 위한 글로벌연구망의 정책기반 모델을 제시했다. 이로써 한국과학기술연구망의 고도화를 지속적으로 추진할 수 있으며 연구망 연동 및 협업수준의 국제적인 환경을 제공할 수 있게 한다.

특히 현 라우팅 정책들은 여러 가지 목적에 따라 커뮤니티 정책들을 적용하여 성능향상에 기여하고 있다. 그러나 현 한국과학기술연구망은 보통 all permit 정책으로 여러 가지 문제점들을 가지고 있다. 이를 해결하기 위해 한국과학기술연구망에 적합한 커뮤니티 라우팅 정책들이 요구된다.

따라서 본 논문을 통해 국내외 연구망의 상호연동 기술에 경쟁력을 확보하고 과학기술연구망의 국가 경쟁력을 향상시킬 수 있다. 또한 커뮤니티기반의 효율적인 라우팅 관리 방안을 제시함으로써, 향후 개발될 국제 연구망 및 상업망을 위한 최적의 성능향상 기술은 물론 라우팅 관련기술에 크게 기여할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] RFC1997, "BGP Communities Attribute," R. Chandra, P. Traina, T. Li. Aug. 1996
- [2] 김종호, 이승재, "IP라우팅 프로토콜," 사이버출판사, 2003
- [3] KISTI 연구보고서, "글로벌 연구망환경에서의 커뮤니티 라우팅 성능향상을 위한 연구(전북대학교)," Oct. 2008
- [4] RFC4360, "BGP Extended Communities Attribute," S. Sangli, D. Tappan and Y. Rekhter, Aug. 1996
- [5] 공현민, 권영미, "BGP에서 End-to-End 트래픽 엔지니어링 방안," 전자공학회 논문지, 제45권, TC편, 3호, pp. 46-52 Mar. 2008
- [6] B. Fortz, J. Rexford, and M. Thorup, "Traffic Engineering with Traditional IP Routing Protocols," IEEE Communications Magazine, Vol. 40, Iss. 10, pp. 118-124, Oct. 2002
- [7] N. Feamster, J. Borkenhagen, and J. Rexford, "Controlling the Impact of BGP Policy Changes on IP Traffic," Technical report, AT&T Technical memorandum, Nov. 2001
- [8] Internet2 Homepage, <http://www.abilene.iu.edu/i2network/bgpcommunities.html>
- [9] Canarie Homepage, <http://www.canarie.ca/canet4>
- [10] NLR Homepage, http://noc.nlr.net/nlr/maps_documentation/nlrpacketnet-documentation.html
- [11] AARNET Homepage, <http://www.aarnet.com>
- [12] GEANT Homepage, <http://www.geant.net>
- [13] SURNet Homepage, <http://www.surnet.ru>
- [14] TEIN2 Homepage, <http://www.tein2.net>
- [15] CERN Homepage, <http://public.web.cern.ch>
- [16] CENIC Homepage, <http://noc.cenic.org/faq/bgp/blackhole.html>
- [17] PNWGP Homepage, <http://www.pnw-gigapop.net/tech/routepnwgp.html>
- [18] MREN Homepage, <http://www.mren.org>

[19] EesyNet Homepage, <http://www.noc.easynet.net/network/public/policy.txt>

[21] International Interconnection Interoperability Rate of KREONET, <http://www.robtext.com/as/as17579.html>

[22] KERONET Homepage, <http://www.kreonet.re.kr>

[22] R&E Routing Compath Project Homepage, <http://compath.jp.apan.net>

● 저 자 소개 ●



장 현 희(Hyun-hee Jang)

1987년 원광대학교 전자계산공학과 학사 졸업
2001년 숭실대학교 정보과학대학원 컴퓨터네트워크전공 석사 졸업
2006년 전북대학교 컴퓨터정보과 박사수료
1991년 현재 한국폴리텍V 대학 김제캠퍼스 정보통신시스템과 교수
관심분야 : 교통안전통신, 이동컴퓨팅, 컴퓨터통신, 네트워크보안
E-mail : parami24@hanmail.net



박 재 복(Jae-bok Park)

2005년 호원대학교 컴퓨터학부 학사 졸업
2007년 충남대학교 컴퓨터공학과 석사 졸업
2000년~2003년 (주)서울전원시스템 부설연구소 연구원
2007년 ~ 현재 전북대학교 전자정보공학부 박사과정
관심분야 : 센서네트워크, 임베디드시스템, 이동컴퓨팅, 위치추적시스템
E-mail : jbpark@dcs.chonbuk.ac.kr



고 광 신(Kwang-shin Koh)

1993년 목포대학교 전산통계학과 학사 졸업
1995년 목포대학교 전산통계학과 석사 졸업
2005년 전북대학교 전산통계학과 박사 졸업
1995년~1997년 광은경영경제연구소 연구원
1998년~현재 성화대학 공학계열 교수
관심분야 : 이동컴퓨팅, 무선 네트워크, 컴퓨터통신
E-mail : kskoh@sunghwa.ac.kr



김 승 해(Seung-hae Kim)

1996년 한남대학교 정보통신공학과 학사 졸업
2003년 전북대학교 대학원 정보과학과 석사 졸업
2008년 전북대학교 대학원 정보보호공학과 박사 졸업
1996~현재 한국과학기술정보연구원 선임연구원
관심분야 : Mobile security, IPv6, Future network, Network Operation
E-mail : shkim@kisti.re.kr



조 기 환(Gi-hwan Cho)

1985년 전남대학교 계산통계학과 학사 졸업
1987년 서울대학교 계산통계학과 석사 졸업
1996년 영국 Newcastle 대학교 전산학과 박사 졸업
1987년 ~ 1997년 한국전자통신연구원 선임연구원
1997년 ~ 1999년 목포대학교 컴퓨터공학과 전임강사
1999년 ~ 현재 전북대학교 컴퓨터공학부 교수
관심분야 : 이동컴퓨팅, 컴퓨터통신, 분산처리 시스템, 무선네트워크보안, 무선네트워크
E-mail : ghcho@chonbuk.ac.kr