

A Study on Research Scheme for Peer-to-Peer Network Using Smart Network

Mi-Young Kang[†] · Ji-Seung Nam^{**}

ABSTRACT

In order to provide real-time multimedia streaming service, a lot of system resources and network bandwidth required. Thus each computer is any computer other equivalent has the ability to act as a client and a server Peer-to-Peer(P2P) architecture with much interest. In this paper, techniques of P2P content that requires a user to efficiently retrieve the desired time in the streaming service have placed the focus of the research techniques. In a number present in the P2P contents, the user requests to find out the desired amount of time the content streaming services in order to provide seamless lookup latency contents search algorithm to minimize the study. P2P based smart network system and the structure of the super-node and the peer node is composed of super-gateway. Smart network system architecture proposed by performing a content search algorithm. The user requests a desired content, the service can be retrieved within the provided the flexibility.

Keywords : Content Search Algorithm, Peer-to-Peer, Smart Network

스마트 네트워크 구조를 활용한 Peer-to-Peer 기반 콘텐츠 검색 기법 연구

강 미 영[†] · 남 지 승^{**}

요 약

실시간 멀티미디어 스트리밍 서비스를 제공하기 위해서는 많은 시스템 자원과 네트워크 대역폭을 필요로 한다. 이로 인해 각 컴퓨터가 동등한 능력을 가지고 어떤 컴퓨터에서라도 서로 클라이언트와 서버 역할을 수행하는 Peer-to-Peer(이후 P2P로 칭함) 구조가 많은 관심을 받고 있다. P2P 기법 중 본 논문에서는 사용자가 요구하는 콘텐츠를 효율적으로 검색하여 원하는 시간 안에 스트리밍 서비스 하는 기법에 연구의 주안점을 두었다. P2P상에 흩어져 존재하는 수많은 콘텐츠들 중 사용자가 요구하는 콘텐츠를 찾아내어 원하는 시간 내에 원활한 스트리밍 서비스를 제공하기 위해 lookup latency를 최소화 하는 콘텐츠 검색 알고리즘을 연구하였다. P2P기반 스마트 네트워크 시스템 구조는 슈퍼노드와 피어노드 그리고 슈퍼 게이트웨이로 구성된다. 스마트 네트워크 시스템 구조에서 제한한 콘텐츠 검색 알고리즘을 수행함으로써 사용자가 요구하는 콘텐츠를 원하는 시간 내에 검색하여 서비스할 수 있는 유연성을 제공하였다.

키워드 : 콘텐츠 검색 알고리즘, 피어-투-피어, 스마트 네트워크

1. 서 론

실시간 멀티미디어 스트리밍 서비스를 제공하기 위해서는 효율적이고 확장 가능한 멀티캐스트 메커니즘이 필요하다. 수년 전 까지 IP 멀티캐스트가 이를 위한 적절한 메커니즘으

로 여겨져 왔다. 그러나 IP 멀티캐스트는 라우터의 구현, 혼잡 제어와 신뢰성 있는 전송에서 여러 가지 문제점에 맞닥뜨리게 되었으며, 그에 대한 대안으로 Peer-to-Peer(이후 P2P로 칭함) 방식을 활용하는 시도들이 늘어나고 있다.

Peer는 대등한 관계를 의미하며, P2P 시스템은 각각의 구성하는 컴퓨터들이 동등한 능력을 가지고 업무를 처리하는 방식이다. 인터넷 기반 어플리케이션에는 확장성, 보안 및 신뢰성, 새로운 서비스에 대한 유연성 및 고품질 서비스 등의 요구사항이 제기된다.

※ 본 논문은 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학IT연구센터육성 지원사업의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2013-H0301-13-1006).

† 준 회 원 : 전남대학교 전자컴퓨터공학과 연구원

** 종 신 회 원 : 전남대학교 전자컴퓨터공학과 정교수

논문접수 : 2013년 10월 4일

수정일 : 1차 2013년 12월 27일, 2차 2014년 2월 3일

심사완료 : 2014년 2월 12일

* Corresponding Author : Mi-Young Kang(soda017@jnu.ac.kr)

기존의 클라이언트-서버 시스템과 같은 고정적인 주종 관계는 시스템의 유연성을 저해하지만 모든 형태의 분산 자원 접근이 가능한 P2P 통신 방식에서는 보다 간단한 해결방안을 제시함으로써 인터넷 기반 어플리케이션에 새로운 가능성을 제시하고 있다.

2. 본 론

2.1 Peer-to-Peer 구조

멀티미디어 콘텐츠 서비스는 파일 공유 서비스와는 달리 대역폭, 지연 그리고 지터 등의 측면에서 매우 엄격한 고품질 서비스 QoS(Quality of Service) 조건을 요구한다. 따라서 P2P 네트워크 환경에서 안정적인 동영상 스트리밍을 제공하기 위해서 다양한 방안들이 제시되고 있다.

기존 클라이언트-서버 기반 응용에서는 대규모 사용자로부터 대역폭, 저장 및 프로세싱 능력 등 자원 요구에 대한 유연한 확장성과 집중화 구조 기반 시스템에 보안 및 신뢰성 그리고 새로운 서비스에 대한 신속하고 용이한 대응 능력에 대해 충분히 만족시킬 수 없음이 밝혀지고 있다.

반면 P2P 네트워킹 및 컴퓨팅에서는 분산 및 자율 구성 구조라는 근본적인 패러다임 변화를 통하여 위의 요구 사항에 대한 해결 방안을 제시하고 있다[1].

P2P 시스템은 네트워크 환경에서 집중화된 서비스 개념 없이 분산 자원의 공유를 목적으로 동등한 자격을 가진 자율적 피어 노드들로 이루어진 자율 구성 시스템이다.

집중화 구조 없이 분산시스템의 자율 구성을 목표로 하는 P2P 시스템에서는 통신망 트래픽 감소를 기반으로 원하는 데이터를 쉽게 검색하여 찾고 관리하는 것이 가장 큰 문제점이다.

대규모 사용자의 콘텐츠 요구 시, 2.2절에서 제안한 스마트 네트워크 구조는 P2P 환경에서 원하는 콘텐츠를 좀 더 쉽고 빠르게 검색하여 사용자가 원하는 시간 내에 스트리밍 서비스를 제공 하는데 중점을 두고 있다.

1) 중앙형 P2P 네트워크

중앙형 P2P 네트워크 시스템은[2] P2P 네트워크의 초기 모델이며 중앙 서버가 콘텐츠를 공유하는 피어 노드의 위치를 제공하여 준다. 즉, 중앙 탐색 서버에 의존하며 스타 형태를 갖는다.

2) 분산형 P2P 네트워크

분산형 P2P 네트워크 시스템은[3] 중앙에 인덱스 서버가 없으며, 요구 메시지의 풀러딩에 의존하여 원하는 콘텐츠의 위치를 탐색하는 기법이다. 즉 공유자원의 탐색을 위하여

P2P 네트워크로 쿼리 메시지를 브로드캐스팅 하고, 각 피어 노드는 입력되는 쿼리 메시지에 대하여 이웃하는 피어 노드에 전달하는 메커니즘이다.

3) 하이브리드 P2P 네트워크

하이브리드 P2P 네트워크 시스템은[4] 콘텐츠에 대한 쿼리의 라우팅을 돕기 위하여 슈퍼 노드를 이용하는 메커니즘을 기반으로 한다. 즉 슈퍼 노드는 공유자원의 위치를 즉각적으로 제공하도록 하는 구조를 갖는 메커니즘이다.

4) DHT(Distributed Hash Table) 기반 네트워크

Structured 구조의 P2P 네트워크는 DHT 기법을 이용하여 쿼리에 대한 라우팅 구조체를 갖는 메커니즘이다.

DHT 방식으로 여러 가지가 제안된 상태이고 상용화 수준에서 사용되는 프로토콜로는 Kad, BitTorrent가 대표적이다.

Structured 방식에서는 예측한 시간 내에 응답이 없을 경우 네트워크 내에 찾고자 하는 소스 자원이 없음을 확인할 수 있는 기능을 제공한다.

DHT를 이용한 검색 기법이나 DHT 관리 기법에 따라 여러 가지 Pastry[5], Tapestry[6], Chord[7], Gia[8] 기법 등이 있다.

본 연구에서는 Structured 구조를 갖는 P2P 네트워크 환경에 스마트 네트워크 구조를 적용함으로써 대규모 사용자 콘텐츠 요청 시 발생하는 lookup latency를 최소화 시키는 메커니즘을 제안하였다. 이는 사용자의 콘텐츠 요구 시 원하는 콘텐츠를 효율적으로 검색하여 사용자가 원하는 시간 내에 원활하게 스트리밍 서비스를 제공 받을 수 있도록 한다.

2.2 P2P 기반 스마트 네트워크 구조

스마트 네트워크 시스템의 기본 구조 중에서 슈퍼 노드들은 서비스 제공자에 의해 제공되는 고정된 라우팅 기능을 가진 서버로서 다수의 슈퍼 노드가 존재 할 수 있다.

슈퍼 노드는 대규모 콘텐츠인 공유자원의 위치를 즉각적으로 제공하도록 하는 구조를 가지며, 슈퍼 노드들끼리 국지적으로 콘텐츠 자원에 대한 정보에 관해 라우팅 정보를 서로 주고받는다.

슈퍼 게이트웨이는 라우팅 알고리즘을 통해 각 슈퍼 노드들에게 Minimum Spanning Tree(MST) 테이블 정보를 전송하는 역할을 하며 또한 Shortest Routing Path(SRP) 테이블 정보를 전송하는 주요한 역할을 담당한다.

사용자가 요구하는 콘텐츠를 검색할 때 슈퍼 노드들 간에 자원을 찾는 쿼리 메시지를 풀러딩 하기 위해서는 최소 신장 트리(Minimum Spanning Tree) 테이블 정보가 사용된다.

이때, 콘텐츠 자원을 보유하고 있는 슈퍼 노드가 콘텐츠를 사용자에게 전송할 때는 최소 신장 트리에서 얻어낸 경

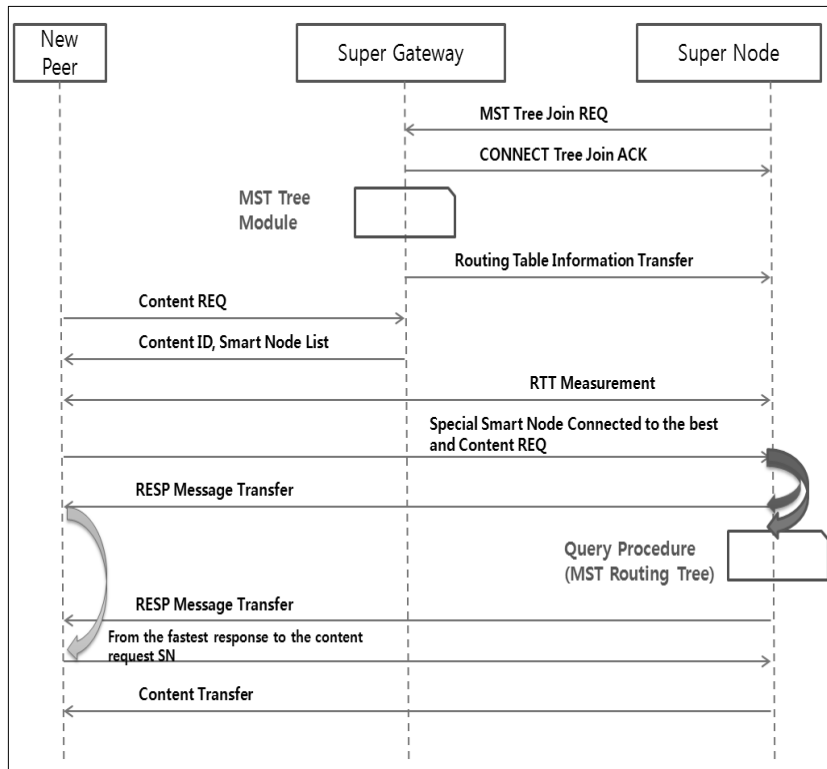


Fig. 1. Contents Search Query Flow Chart

로 정보를 이용하여 역으로 산출된 최단 경로(Shortest Routing Path) 테이블 정보를 기반으로 사용자에게 콘텐츠를 전송함으로써 대규모 사용자 콘텐츠 요청 시 발생하는 지연시간과 대역폭의 효율성을 높일 수 있었다. 제안한 메커니즘을 통해 슈퍼 노드들 사이에 형성된 테이블을 기반으로 콘텐츠를 요청한 사용자인 피어 노드는 콘텐츠 검색 루트를 통한 최단 경로를 이용하여 콘텐츠를 보유하고 있는 슈퍼 노드로부터 콘텐츠 데이터를 전송 받게 되는 모습을 위의 그림 Fig. 1을 통해 볼 수 있다.

본 논문에서는 고정된 라우팅 기능을 가진 서버인 슈퍼 노드와 슈퍼 게이트웨이를 사용하는 네트워크 구조를 P2P 기반 스마트 네트워크로 정의한다.

사용자가 요구하는 콘텐츠를 서비스하기 위해 여러 네트워크 경로를 통해 패킷들이 최종 요구자인 사용자를 찾아 도착하게 된다. 이때, 최종 사용자에게 도착하는 경로가 길어지게 되면 패킷 손실률이 높아지게 되며 지연시간이 길어지게 된다.

사용자가 고품질의 스트리밍 서비스를 원하는 시간 내에 서비스 받을 수 있도록 하기 위해 네트워크에서 발생 하는 트래픽 패킷을 줄일 수 있는 방안을 모색함으로써 최종 콘텐츠 요구 사용자가 대규모 콘텐츠를 질 높게 서비스 받을 수 있도록 하였다.

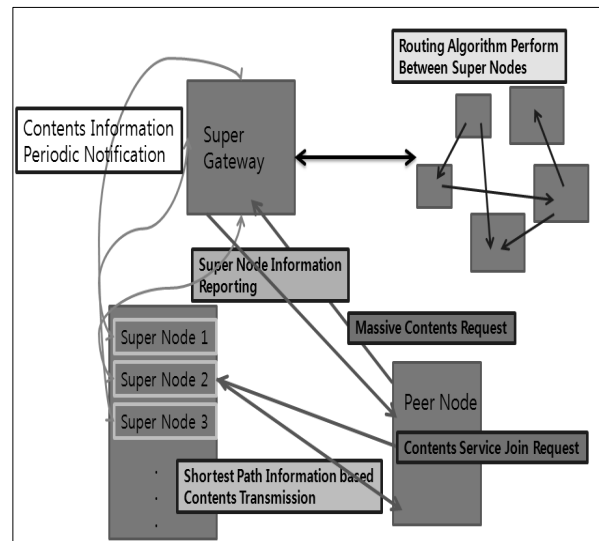


Fig. 2. Super Node & Peer Node Structure

위의 그림 Fig. 2는 대규모 콘텐츠 전송 시 슈퍼 노드와 피어 노드들 사이의 밸런스 한 관계를 보여주고 있으며 슈퍼 노드와 피어 노드 사이의 역할 관계를 나타낸다.

제안한 P2P 환경 기반 스마트 네트워크에서는 Structured 방식으로 콘텐츠 자원에 대한 정보를 각 슈퍼 노드들끼리 콘텐츠 검색 시 이용한 라우팅 정보를 서로 공유하여 실질적으로 검색하고자 하는 콘텐츠를 보유한 슈퍼노드가 즉각적으로

반응하여 최종 사용자에게 콘텐츠를 전송함으로써 네트워크에서 발생하는 트래픽을 효율적으로 줄일 수 있었다.

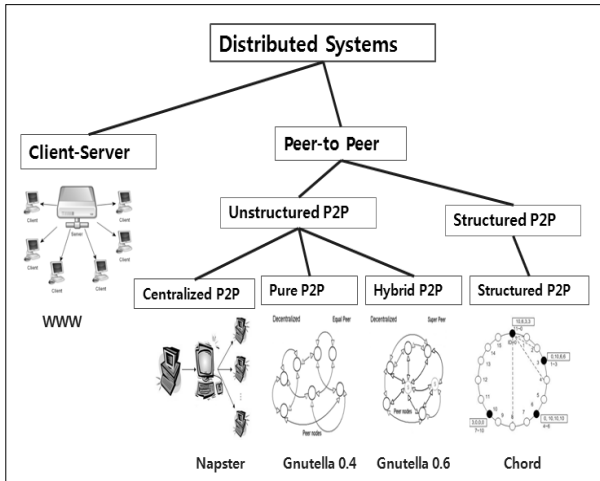
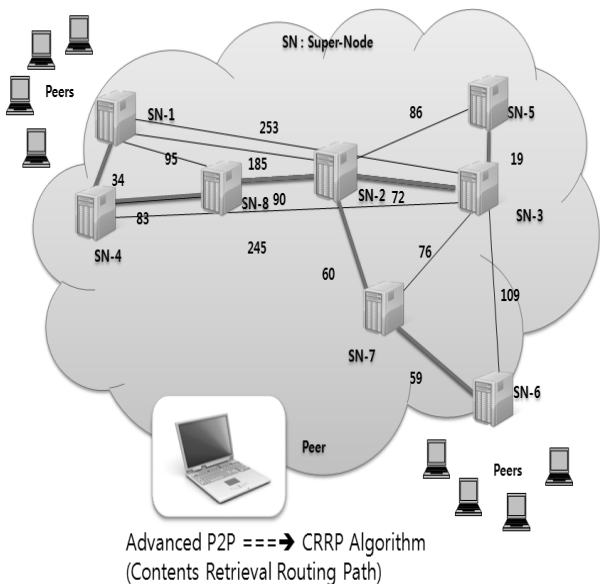


Fig. 3. Client-Server vs. P2P

2.3 성능평가 및 결과분석

1) 시뮬레이션 환경

본 논문에서는 제안된 모델의 성능을 평가하기 위해 OMNeT++에 기반을 둔 P2P 시뮬레이터인 Oversim을 이용하여 토폴로지를 생성하였다. 각 노드들의 최대 대역폭은 약 100Mbps로 설정 하였으며, 노드들 간의 링크 확률은 10~60%로 변화시켜 보았다. 링크 대역폭은 10~20Mbps로 주었으며, 이는 각 노드의 Out-degree에 할당된 대역폭의 합이 최대 대역폭인 100Mbps를 넘지 않도록 고려한 것이다.



Advanced P2P ==> CRRP Algorithm (Contents Retrieval Routing Path)

Fig. 4. Proposed Algorithm Model

구성된 네트워크 토폴로지를 기초로 하여 피어 노드의 수를 증가시켜 가면서 전송 지연 등을 측정하였다.

또한 제안한 알고리즘과의 성능비교를 위해 관련 연구에서 살펴보았던 Structured 기반 분산형 P2P 네트워크 모델인 CHORD[7], GIA[8] 기법의 알고리즘을 동일 환경 하에서 테스트 하였다.

2) 시뮬레이션 결과분석

시뮬레이션 시나리오 환경 중 새로운 피어 노드가 콘텐츠를 요청했을 때 전송하게 되는 콘텐츠 검색 쿼리 메시지를 통해 CHORD 방식과 GIA 방식 그리고 제안한 슈퍼 노드 방식으로 콘텐츠 전송을 진행한 결과이다. 피어 노드의 콘텐츠 전송 요청이 발생할 때마다 콘텐츠 검색이 진행되며 이때의 피어 노드 수의 변화에 따른 지연 시간 측정으로 성능 평가를 진행하였다.

위의 시뮬레이션은 P2P 환경 기반 스마트 네트워크 구조로 네트워크를 구성한 후, 콘텐츠 요청 피어 노드의 수를 변화시켜 가면서 기존 P2P 네트워크 방식과 실험 비교를 통해 지연 시간을 측정하였다.

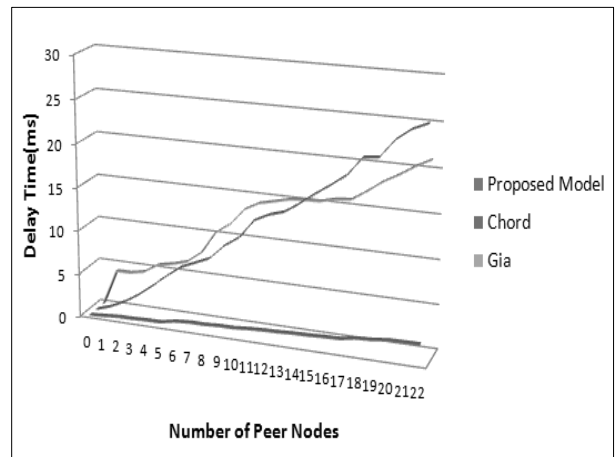


Fig. 5. Delay Time vs. Number of Super Node(1)

Fig. 5의 시뮬레이션 결과를 보면 총 딜레이 합이 제안한 모델의 딜레이 성능보다 월등히 높은 것을 확인할 수 있다. 하지만 세 가지 모델에 Queuing Delay를 고려하지 않은 상태이므로 실제 P2P 환경에서는 시뮬레이션 결과보다 훨씬 성능이 낮게 나타날 것이다.

그럼 Fig. 6의 모의실험 결과는 P2P 환경 기반 스마트 네트워크 구조에서 콘텐츠 검색 쿼리 메시지를 보냈을 때 슈퍼 노드 구성 수를 변화시켜가면서 지연시간을 측정하였다.

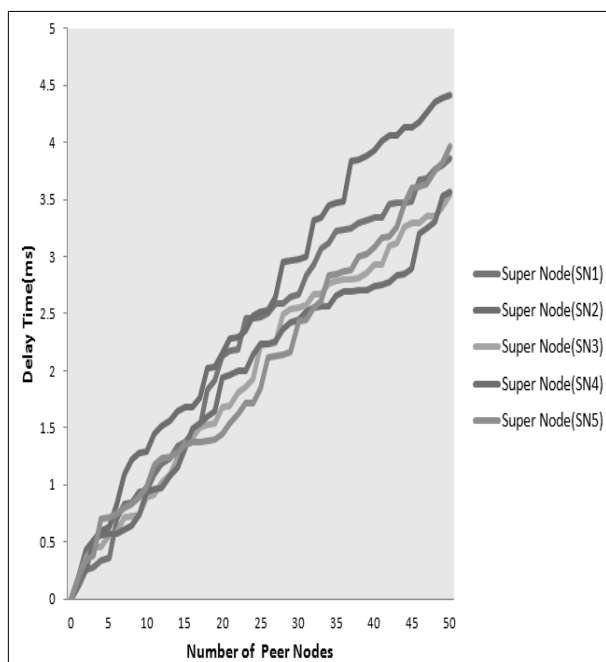


Fig. 6. Delay Time vs. Number of Super Nodes

트래픽 부하를 적절히 수용할 수 있는 최적의 슈퍼 노드 구성 수를 찾고자 모니터링 하였던 시뮬레이션 결과를 분석하였다. 이때, 슈퍼 노드의 구성 수를 2대로 배치했을 때와 슈퍼 노드의 구성 수를 4대로 배치하였을 경우 피어 노드의 수가 증가 할수록 가장 큰 성능차이를 보이는 것을 확인 할 수 있다.

슈퍼 노드의 구성 수를 무조건 많이 배치하여 콘텐츠를 질 높게 서비스 받을 수 있는 것은 아니며 최적의 슈퍼 노드의 구성 수를 찾아내어 배치함으로써 증가하는 lookup latency 트래픽을 효과적으로 수용하여 유연성 있는 스트리밍 서비스를 제공할 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 클라우드 네트워킹 및 콘텐츠 중심 네트워킹을 위한 슈퍼 노드 기술을 미래 네트워크에 적용하기 위한 응용 기술 개발로써 P2P 네트워크 환경에 스마트 네트워크 구조를 적용함으로써 사용자의 콘텐츠 요구 시 콘텐츠를 효율적으로 검색하여 원하는 시간 내에 서비스 할 수 있는 부분에 주안점을 두고 연구하였다.

사용자가 요구하는 콘텐츠를 사용자가 원하는 시간 내에 고품질로 서비스하기 위해서 대규모 사용자 콘텐츠 요청 시 발생하는 지연시간과 lookup latency 측면을 고려하였다.

제안한 P2P 환경 기반 스마트 네트워크에서는 Structured 방식으로 콘텐츠 자원에 대한 정보를 각 슈퍼 노드들끼리

콘텐츠 검색 라우팅 정보를 서로 공유하여 실질적으로 콘텐츠를 보유한 슈퍼노드가 즉각적으로 반응하여 최종 사용자에게 콘텐츠를 전송함으로써 콘텐츠 검색 메커니즘의 효율성을 높였다.

참 고 문 헌

- [1] S. Banerjee, B. Bhattacharjee, and C. Kommareddy, "Scalable Application Layer Multicast" ACM SIGCOMM '02, Aug., 2002.
- [2] Napster, "Napster Messages," <http://opennap.sourceforge.net/napster.txt>, 2000.
- [3] M. Ripeanu, I. Foster, and A. Iamnitchi, "Mapping the Gnutella Network: Properties of Large-Scale Peer-to-Peer Systems and Implications for System Design," IEEE Internet Computing Journal, Vol.6, No.1, 2002.
- [4] <http://www.jxta.org>
- [5] A. Rowstron and P. druschel, "Pastry: Scalable, Distributed Object Location and Routing for Large Scale Peer-to-Peer Systems," In IFIP/ACM Int'1 Conf. on Distributed Systems Platforms(Middleware), Heidelberg, Germany, Springer, Nov., 2001, pp.329-350.
- [6] B.Y. Zhao, L. Huang, J.Stribling, S.C. Rhea, A.D. Joseph, and J. Kubiatowicz, "tapestry: A Resilient Global-scale Overlay for Service Deployment," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol.22, No.1, 2004, pp.41-53.
- [7] Chord, <http://www.pdos.lcs.mit.edu/chord/>, Project Homepage.
- [8] Y. Chawathe, S. Ratnasamy, L. Breneier, N. Lanham, and S. Shenker, "Making gnutella-like p2p systems scalable. In Proc. ACM SIGCOMM, Aug., 2003.



강 미 영

e-mail : soda017@jnu.ac.kr

2008년 전남대학교 전자컴퓨터공학과(박사)

2008년~2010년 전남대학교 BK연구원

2010년~현재 전남대학교 전자컴퓨터공학과 연구원

관심분야: 인터넷 방송, 통신 프로토콜, 컴퓨터 네트워크



남 지 승

e-mail : jsnam@jnu.ac.kr

1992년 Univ. of Arizona, 전자공학과(박사)

1999년~2001년 전남대학교 정보통신특성화
센터장

2001년~현 재 전남대학교 전자컴퓨터공
학과 정교수

관심분야: 통신 프로토콜, 인터넷 실시간 서비스, 라우팅