

# P2P 환경에서 융복합 콘텐츠 사용 빈도수에 따른 통신 오버헤드 관리 기법

한군희\*, 정윤수\*\*

백석대학교 정보통신학부\*, 목원대학교 정보통신융합공학부\*\*

## Communication overhead management techniques based on frequency of convergence contents using the P2P environment

Kun-Hee Han\*, Yoon-Su Jeong\*\*

Dept. of Information and Communication, Baekseok University\*

Dept. of Information Communication & Engineering, Mokwon University\*\*

**요약** 최근 유튜브와 페이스북 같은 서비스를 제공받기 위한 기술로 P2P 기술이 각광을 받고 있다. P2P 기술은 분산 환경을 통해 대량의 멀티미디어 콘텐츠를 쉽게 다운로드 받을 수 있다. 그러나, 사진, 음악, 동영상과 같은 대량의 멀티미디어 콘텐츠는 사용자 각자가 관리 운영하기 때문에 콘텐츠 관리가 원활하지 못하고, 송·수신할 때 발생하는 통신 오버헤드 처리가 문제점으로 남아있다. 본 논문에서는 분산된 환경에서 대량의 융복합 콘텐츠를 사용자에게 제공하려고 할 때 융복합 콘텐츠의 사용빈도수에 따른 낮은 통신 오버헤드를 제공하는 융복합 콘텐츠 관리 기법을 제안한다. 제안 기법은 융복합 콘텐츠의 사용빈도수를 통해 분산된 P2P 환경에서 공유된 멀티미디어 융복합 콘텐츠 중에서 사용 빈도수가 높은 적합한 융복합 콘텐츠를 선택하여 서비스를 제공한다. 실험 평가 결과 제안 기법은 기존 기법보다 융복합 콘텐츠 탐색 속도가 약 1.3% 향상되었고 통신 오버헤드는 약 9.5% 감소시켰다.

**주제어** : P2P, 콘텐츠, 사용 빈도수, 통신 오버헤드, 멀티미디어, 분산 환경, 융복합

**Abstract** The P2P technology is becoming a technology for receiving a service, such as the latest YouTube and Facebook. P2P technology can be easily downloaded to a large amount of multimedia content over a distributed environment. However, pictures, music, a large amount of multimedia content such as videos each user is unable to manage the content management operating smoothly because, Song- communication processing overhead caused when the reception is likely to remain the problem. In this paper, we propose a convergence content management technique that provides a low communication overhead of the frequency of use of the convergence content when trying to provide a large amount of convergence content to users in a distributed environment. Our method can be used to select the appropriate frequency is high among the shared content on the P2P multimedia environments that are distributed across a frequency of use of the convergence content and provides the service. Experimental evaluation proposed method, the convergence content browsing speed than conventional techniques improved communication about 13.3% and reduced overhead to about 9.5%.

**Key Words** : Pear to Pear, Contents, Usage Frequency, Communication Overhead, Multimedia, Distribution Environment, Convergence

Received 11 March 2015, Revised 23 April 2015

Accepted 20 May 2015

Corresponding Author: Yoon-Su Jeong(Mokwon University)

Email: bukmunro@mokwon.ac.kr

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ISSN: 1738-1916

## 1. 서론

최근 IT 기술의 급격한 발달로 인하여 스마트폰과 테블릿 PC와 같은 무선 기기 제조 기술을 이용한 다양한 서비스 기술들이 등장하고 있다[1,2,3,4,5,6]. 특히, 유튜브와 페이스북과 같은 서비스는 무선 이동 환경에서 분산 P2P 콘텐츠 서비스를 제공받는 사용자에게 큰 관심을 받고 있다. 분산 P2P 시스템은 유선 분산 P2P시스템에 비해 좁은 대역폭, 짧은 생명주기, 이동에 따른 위산 불일치 등과 같은 문제점을 가지고 있다[7,8]. 그러나, 현재 사용되고 있는 분산 P2P는 서버-클라이언트 기반의 모델을 사용하고 있으며, 주로 서버로부터 콘텐츠를 직접 다운로드 받아 휴대폰 및 테블릿 PC에 저장하여 사용하고 있다[9,10,11,12]. 분산 P2P 환경은 사용자들의 다양한 요구를 만족시키기 위해서 사용자의 취향 및 관심에 따라 적합한 콘텐츠를 추천해 주고, 추천된 콘텐츠를 활용할 수 있는 방법이 필요하다[6,8,10,12]. 그러나, 기존 분산 P2P는 동일한 콘텐츠를 중복하여 기기에 저장하여 콘텐츠 관리가 어려운 문제점이 있고, 다양한 콘텐츠 중 사용자의 취향과 관심에 맞는 콘텐츠를 선택하기 어려운 문제가 존재한다[13,14,15,16].

본 논문에서는 분산 P2P 환경에서 제공되고 있는 서비스를 사용자의 취향 및 관심에 따라 콘텐츠 서비스를 효율적으로 관리하기 위한 기법을 제안한다. 제안 기법은 대량의 멀티미디어 콘텐츠를 사용자가 아닌 중앙 서버에서 관리함으로써 사용자의 기기에는 해당 멀티미디어 서비스의 인덱스 값만을 저장하기 때문에 저장 효율성이 높다. 또한, 제안 기법은 분산된 환경에서 대량의 콘텐츠를 사용자에게 제공하려고 할 때 콘텐츠의 사용빈도수에 따라 낮은 통신 오버헤드를 제공한다. 특히, 제안 기법은 콘텐츠의 사용빈도수를 통해 분산된 P2P 환경에서 공유된 멀티미디어 콘텐츠 중에서 사용 빈도수가 높은 적합한 콘텐츠를 선택하여 서비스하기 때문에 통신 오버헤드를 낮출 수 있다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 P2P 서비스 개념에 대해서 알아본다. 3장에서는 사용빈도수에 따른 P2P 콘텐츠 서비스 관리 기법을 제안하고, 4장에서는 제안 기법을 평가 분석하고 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. 관련연구

### 2.1 P2P

P2P(peer-to-peer network) 시스템은 비교적 소수 서버에 집중하기보다는 망구성에 참여하는 기계들의 계산과 대역폭(bandwidth) 성능에 의존하여 구성되는 통신망을 의미한다. P2P 통신망은 일반적으로 노드들을 서로 연결하여 오디오나 비디오, 데이터 등 임의의 디지털 형식 파일을 공유하는 것이 매우 보편적이다. 그리고, P2P는 인터넷 전화(VoIP)같은 실시간 데이터 등도 P2P 기술을 통해 서로 전달할 수 있는 특징이 있다.

순수 P2P 파일 전송 네트워크는 클라이언트나 서버란 개념 없이, 오로지 동등한 계층 노드들(peer nodes)이 서로 클라이언트와 서버 역할을 동시에 네트워크 위에서 하게 된다. 이 네트워크 구성 모델은 보통 중앙 서버를 통하는 통신 형태의 클라이언트-서버 모델과는 구별된다.

P2P 네트워크 구조는 최근에 인터넷 상에서 멀티미디어 파일을 공유하는 용도로 많이 부각되고 있다. 최근 P2P 서비스는 순수 파일 전송 네트워크에서 발달하여 그리드 컴퓨팅(grid computing) 기술로 진화해 웹하드 형태로 서비스되고 있다. 외부적으로 웹하드 형식으로 보이지만 실제로는 각 유저들의 저장장치에 화일이 직접 전송되어 순수 초기 P2P 네트워크와 마찬가지로 유저들의 시스템에 부하를 유발하는 공통점이 있다. 이런 웹하드 형태의 그리드 컴퓨팅 P2P 서비스로는 피디박스, 화일아이, 아이팝 등이 있다.

### 2.2 기존연구

P2P는 구조에 따라 순수 P2P 구조[1]와 오버레이 네트워크 구조[2,3], 슈퍼 피어 구조[4,5,6] 등으로 구분된다. 순수 P2P 구조는 피어 간에 브로드캐스트를 통해 서비스를 제공하는 구조로써, 대표적인 기법으로는 Rank-based Broadcast 기법이 있다[1]. 이 기법은 CSMA환경에서 broadcast trigger와 트래픽 용량을 최적화하기 위해 가장 의미 있는 자원 정보, 즉 특정 영역에 가중치를 고려한 정보와 질의를 동시에 broadcast함으로써 이동객체 이동시(R/2) 새로운 영역에 최신의 정보를 제공한다.

오버레이 네트워크 구조는 물리 네트워크 위에 성립되는 가상의 컴퓨터 네트워크 구조이다. 이 오버레이 네

트위크 안의 노드는 가상, 논리 링크로 연결될 수 있으며, 각 링크는 네트워크 안에서 많은 물리적 링크를 통하지만 물리적 링크를 고려하지 않는다. 대표적인 기법으로는 LL-NET[2], Multi-level hashing[3] 등이 있다. LL-NET 구조는 콘텐츠 인덱스 정보를 오버레이 네트워크 계층에서 관리하지 않고 이동 피어에 대한 위치 정보만을 관리하여 1:N의 비효율적인 탐색 연산을 수행한다. Multi-level hashing 구조는 2레벨 분산 해시 기법을 이용하여, 첫 번째 레벨에서 콘텐츠 요청을 지역적으로 제시하여 라우팅 오버헤드를 감소시키고 두 번째 레벨에서는 요청하는 영역으로 질의를 전달하여 질의 영역을 확장한다.

슈퍼 피어 구조는 서비스의 주체가 슈퍼피어이며, 슈퍼 피어가 물리적인 지역 서비스를 제공하는 구조이다 [4,5,6]. 대표적인 기법으로는 LAWMM[4], Network-aware file sharing[5], Index-server 최적화[6] 기법 등이 있다. LAWMM 구조는 콘텐츠 탐색과 질의 영역 확장, 이동성 관리를 슈퍼 피어를 Chord ring으로 구성한다. 그러나 콘텐츠 탐색 시 필수적으로 고정된 슈퍼 피어에 탐색 질의를 전달해야 하는 단점이 있다. Network-aware file sharing 구조는 P2P 파일 공유 애플리케이션 관점의 자원 탐색을 위해 개발된 구조이며, 클러스터 헤더가 피어의 공유 파일 인덱스와 위치정보를 관리하는 것이 특징이다. Index-server 최적화 기법은 Flooding의 메시지 생성, 탐색 결과 불확실성, 탐색속도 저하와 같은 단점을 보완하기 위해 개발된 기법이다.

### 3. 콘텐츠 사용 빈도수에 따른 통신오버헤드 관리 기법

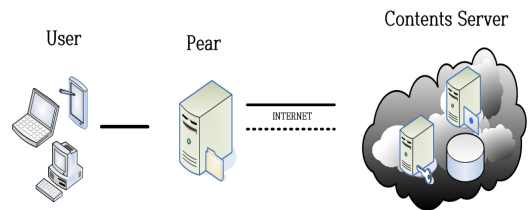
이 절에서는 P2P 환경에서 사용되는 콘텐츠 서비스의 사용 빈도수에 따른 통신오버헤드를 최소화하기 위한 콘텐츠 관리 기법을 제안한다.

#### 3.1 개요

제안기법의 P2P 환경에서 콘텐츠의 사용빈도수를 관리하기 위해서는 콘텐츠 서비스를 제공받는 사용자를 관리하기 위한 피어가 중간매체체로서 존재해야한다. 제안 기법에서 피어는 캐시역할을 수행함으로써 사용자의 요

청 콘텐츠의 정보를 인덱스로 저장관리하여 사용자가 동일 콘텐츠를 다시 요청할 경우 서버로 서비스 요청 신호를 보내지 않고 중간 피어에서 서버로 해당 정보의 인덱스 값을 전달하여 사용자에게 콘텐츠를 서비스하는 구조를 가진다.

제안 기법의 전체적인 구조는 [Fig. 1]과 같다. [Fig. 1]처럼 제안 기법은 서버, 피어, 사용자로 구성된 3-tier 구조를 가진다. [Fig. 1]의 제안기법에서 통신오버헤드를 줄이기위한 방법은 콘텐츠 사용빈도수를 관리하는 피어 서버에게 있으며, 캐시역할을 수행하는 피어서버를 통해 서버-사용자간 전체 통신구간에서의 통신 오버헤드는 낮아진다.



[Fig. 1] Structure of Proposed Scheme

[Fig. 1]에서 콘텐츠 서버는 대량의 콘텐츠를 보유하고 있으며 피어로부터 전달된 인덱스 정보를 통해 사용자 요청 콘텐츠를 송·수신하는 역할을 수행하며, 피어 서버는 사용자가 요청한 콘텐츠의 인덱스 정보를 공유 및 관리 역할을 수행한다. 사용자는 모바일 기기를 통하여 피어서버에게 선호하는 콘텐츠를 요청하며 피어서버의 일부 콘텐츠 관련 정보를 보유하고, 푸쉬된 콘텐츠를 플레이하여 서비스를 제공받는다.

#### 3.2 이중해쉬를 이용한 인덱스 값 생성

P2P 환경에서 사용자가 원하는 콘텐츠를 지연시간없이 빠르게 서비스하기 위해서는 [Fig. 1]의 구성요소 중 중간 피어 서버가 프록시 서버의 역할을 할 수 있도록 콘텐츠 인덱스 정보를 이중해쉬로 처리한 결과값과 함께 콘텐츠 서비스 송·수신 정보에 포함하도록 한다.

서버의 콘텐츠 그룹  $SG_i$ 은 사용자가 요청하는 콘텐츠의 인덱스 정보  $II_i$ 을 가진다. 인덱스 정보  $II_i$ 는 콘텐츠 풀 크기  $S$ 와 인덱스 정보의 수  $n$ 으로 구성한다. 피어 서버는 인덱스 정보가 저장되어 있으며, 사용자의 컨텐

즈 서비스 요청에 의해서 동작된다. 피어 서버의 인덱스 정보  $II_i$ 는 서버와 피어, 피어와 사용자간 서로 다른 인덱스 정보 체인  $L$ 로 구성한다.  $II_i = II = C_{j,i} \cup C'_{j,n-1+i}$  ( $i=n-1, n-2, \dots, 0, j=1, 2, \dots, n$ )과  $C_i \cap C_{i+1} = \phi (i \neq j)$ 로 구성된다. 각각의 인덱스 정보 체인  $L_i$ 는 유일하게 생성된 인덱스  $g_i$ 을 통해 생성하고 keyed 해쉬 알고리즘을 반복적으로 적용하여 시드(seed)을 식 (1) ~ 식 (2)처럼 구한다.

$$c_{j,i} = h(c_{j,i+1}, g_{j,i+1}), (i=n-1, n-2, \dots, 0) \quad (1)$$

$$c_{j,0} = h^n(c_{j,n}, g_{j,n}) \quad (2)$$

인덱스 정보 체인  $L$ 의  $i$  번째 정보는 식 (1)과 같이 랜덤 수  $c_{j,i}$ 을 이용하여 계산한다. 식 (2)의  $c_{j,0}$ 는 해쉬 함수가  $n$ 번  $c_{j,n}$ 에 적용할 때 생성된다. 식 (2)의  $h^n(c_{j,n}, g_{j,n})$ 에서  $g_{j,n}$ 는 P2P 통신에서 서로 다른 콘텐츠 인덱스 정보들과 엄격히 유지되는 비밀 정보값이다.

### 3.2.2 피어 서버에서 콘텐츠 인덱스 정보 처리

사용자가 서버에 콘텐츠를 요청할 경우, 피어 서버에서는 콘텐츠의 인덱스 정보를 서버에 전달하여 해당 콘텐츠를 검색하여 사용자에게 제공하기 위해서 다음과 같은 절차 과정을 수행한다.

- 단계 1 : 사용자는 콘텐츠를 피어 서버에 요청한다.
- 단계 2 : 피어 서버는 사용자가 요청한 콘텐츠의 인덱스 정보들을 식 (3) ~ 식 (4)처럼 각 블록  $b_i = (b_1, \dots, b_n)$ 으로 해쉬하여 계산한다.

$$b_i = h(b_1, \dots, b_n) \quad \text{식 (3)}$$

$$II_i = \prod_{j=1}^r g_j^{b_{ij}} \text{ mod } p, \text{ for } i=1, \dots, k. \quad \text{식 (4)}$$

- 단계 3 : 피어 서버는 사용자가 요청한 콘텐츠의 서명값을 식 (5)처럼 비밀값  $SK$ 을 이용하여 해쉬값을 서명함수에 적용하여 계산한다.

$$\theta = \text{sign}(SK, id_u, id_s, II_1, \dots, II_k) \quad \text{식 (5)}$$

- 단계 4 : 피어 서버는 콘텐츠의 그룹 서명값을 식 (6)처럼 생성하여 서버에 전달한다.

$$II = (II_1, \dots, II_k, \theta) \quad \text{식 (6)}$$

- 단계 5 : 서버는 피어서버로부터 전달받은 서명값의 정보를 공개값  $PK$ 를 이용하여 식 (7)처럼 검증한다.

$$\theta = \text{sign}(PK, id_u, id_s, II_1, \dots, II_k) \quad \text{식 (7)}$$

- 단계 6 : 서버는 식 (8) ~ 식 (9)를 계산하여 콘텐츠를 데이터베이스로부터 검색한다.

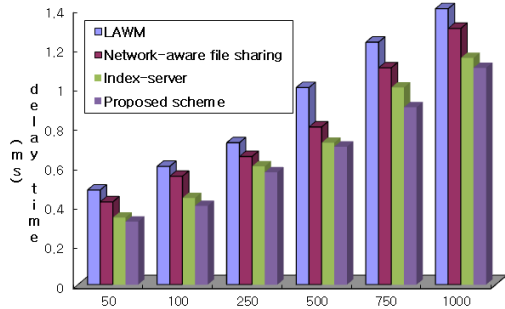
$$b_i = h(b_1, \dots, b_n) \quad \text{식 (8)}$$

$$II_i = \prod_{j=1}^r g_j^{b_{ij}} \text{ mod } p, \text{ for } i=1, \dots, k. \quad \text{식 (9)}$$

- 단계 7 : 서버는 피어 서버로부터 전달받은  $\sigma$ 와 서버에서 계산된  $\sigma'$ 를 비교한 후 일치하면 데이터베이스로부터 해당 콘텐츠를 검색하여 사용자에게 전달하고 그렇지 않으면 종료한다.

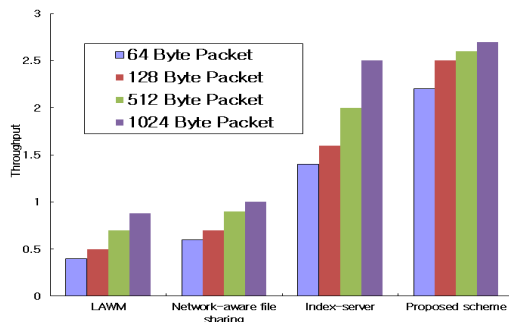
## 4. 평가

[Fig. 2]는 분산 P2P 환경에서 콘텐츠를 서버에서 송·수신할 경우 콘텐츠 수에 따라 발생하는 콘텐츠 서비스 지연시간에 대한 실험 결과이다. 실험 결과, NAWM 기법이 제안 기법보다 13.5%로 가장 높은 지연시간이 나타났고, Network-aware file sharing 기법보다는 10.1%로 나타났다. index-server 최적화 기법과 제안 기법은 1.2%으로 지연시간의 차이가 크지 않았다. 이 같은 결과는 index-server 최적화 기법과 제안기법이 index정보를 가지고 평가하였기 때문이다. 다만, 제안기법에서 피어계층이 프록시 서버역할을 수행하기 때문에 지연시간이 가장 늦었다



[Fig. 2] Delay Time

[Fig. 3]는 분산 P2P 환경에서 콘텐츠 서비스 송·수신 때 발생하는 서버의 처리량을 비교분석한 결과이다. 실험 결과, 송·수신되는 패킷의 크기가 클수록 처리량이 많았으며, 송·수신하는 콘텐츠의 크기가 64 바이트 패킷일 경우 처리량이 평균 0.28로 처리량의 크기가 작았지만 1024 바이트 패킷으로 콘텐츠를 처리할 경우 평균 0.4로 처리량이 크기가 컸다.



[Fig. 3] Throughput Environment

### 5. 결론

본 논문에서는 분산 P2P 환경에서 사용자가 PDA나 테블릿 PC와 같은 장비를 통해 사용자가 원하는 콘텐츠 서비스를 사용자의 취향 및 관심에 따라 콘텐츠 서비스의 지연시간 및 처리량을 효과적으로 관리하기 위한 기법을 제안하였다. 제안 기법은 중간 피어 서버에서 서비스의 인덱스 값을 이중해쉬를 사용함으로써 콘텐츠의 사용빈도에 따른 서비스의 지연시간과 처리량을 향상시켰

다. 특히, 제안 기법은 콘텐츠의 사용빈도수를 통해 분산된 P2P 환경에서 공유된 멀티미디어 콘텐츠 중에서 사용빈도수가 높은 적합한 콘텐츠를 선택하여 서비스하기 때문에 통신 오버헤드를 낮출 수 있다. 향후 연구에서는 사용자간 콘텐츠 공유의 지연시간과 처리량을 실제 환경에 적용하여 성능평가를 수행할 계획이다.

### REFERENCES

- [1] O. Wolfson, B. Xu, H. B. Yin, and H. Cao, "Search-and-Discover in Mobile P2P Network Databases," Proc. ICDCS, pp.4-7, 2006.
- [2] T. kawakami, S. Takeuchi, Y. Teranishi, K. Harumoto, and S. Shimajo, "A P2P-based Mechanism for Managing Location-dependent Contents in Ubiquitous Environments," SAINT Workshops, pp.54-54, 2007.
- [3] D. T. Ahmed and S. Shirmohammadi, "Multi-level Hashing for Peer-to-Peer System in Wireless Ad Hoc Environment," PerCom Workshops, pp.126-131, 2007.
- [4] H. K. Chiang, H. W. Chen, and F. L. Kuo, "Locality support for mobile P2P network," Proc. IWCMC, pp.517-522, 2007.
- [5] C. M. Huang, T. H. Hsu, and M. F. Hsu, "Network-Aware P2P File Sharing over the Wireless Mobile Network," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol.25, Issue 1, pp.204-210, 2007.
- [6] C. Ohta, Z. Ge, Y. Guo, and J. Kurose, "Index-Server Optimization for P2P File Sharing in Mobile Ad Hoc Networks", Proc. Globecom, pp.960-966, 2004.
- [7] M. Weiser, "Some computer science issues in ubiquitous computing", Comm. ACM, pp.75-84, July 1993.
- [8] T. Okubo and K. Ueda, "Peer-to-Peer contents delivery system considering network distance", in Network Operations and Management Symposium (APNOMS), 2011 13th Asia-Pacific, pp. 1-4, Sep. 2011.

- [9] M. Yoshida, T. Okuda, Y. Teranishi, K. Harumoto, and S. Shimojo, "PIAX : A P2P Platform for Integration of Multi-overlay and Distributed Agent Mechanisms", IPS.T .Tournai, vol. 49, no. I, pp. 402-413, Jan. 2008.
- [10] S. Ratnasamy, M. Handley, R. Karp, and S. Shenker, "Application-level Multicast using Content-Addressable Networks", NGC 2001, Nov. 2001.
- [11] Y. Gotou, S. Ata, and M. Murata, "Methods of Logical Construction in Peer-to-Peer Services based on Traffic Measurements", Tech report of IEICE, Feb. 2002.
- [12] M. Takemoto, T. T. Iwata, Y. Yamato, Y. Tanaka, S. and N. Shimamoto, "A Service Composition and Service-Emergence Framework for Ubiquitous Computing Environments", SAINT2004 WS, pp.313-318, Jan. 2004.
- [13] K. Ueda and T. Okubo, "Peer-to-Peer contents distribution system using multiple clusters", in Network Operations and Management Symposium (APNOMS), 2012 14th Asia-Pacific, pp. 1-6, Sep, 2012.
- [14] M. Costa, M. Castro, R. Rowstron, and P. Key, "PIC: practical internet coordinates for distance estimation", in Distributed Computing Systems, 2004. Proceedings. 24th International Conference on, pp.178-187. Mar 2004.
- [15] F. Dabek, R. Cox, F. Kaashoek, and R. Morris, "Vivaldi: a decentralized network coordinate system", in ACM SIGCOMM Computer Communication Review, vol. 34, no. 4, pp. 15-26, Aug. 2004,
- [16] H. Xie, Y. R. Yang, A. Krishnamurthy, Y. Liu, and A. Silberschatz, "P4P: Provider portal for applications," in ACM SIGCOMM Computer Communication Review, vol. 38, no. 4, pp. 351-362, Oct. 2008.

### 한 군 희(Han, Kun Hee)



- 2001년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 정보통신학부 교수
- 관심분야 : 멀티미디어, 유비쿼터스, DB보안, 암호 프로토콜/알고리즘
- E-Mail : hankh@bu.ac.kr

### 정 윤 수(Jeong, Yoon Su)



- 2000년 2월 : 충북대학교 전자계산학과 이학석사
- 2008년 2월 : 충북대학교 전자계산학과 이학박사
- 2009년 8월 ~ 2012년 2월 : 한남대학교 산업기술연구소 전임연구원
- 2012년 3월 ~ 현재 : 목원대학교 정보통신융합공학부 조교수
- 관심분야 : 센서 보안, 암호이론, 정보보호, Network Security, 이동통신보안
- E-Mail: bukmunro@mokwon.ac.kr