

## 콘텐츠 기반 통신 및 스위칭 기술

이왕봉 · 정부금 · 주성순(한국전자통신연구원)

### I. 서론

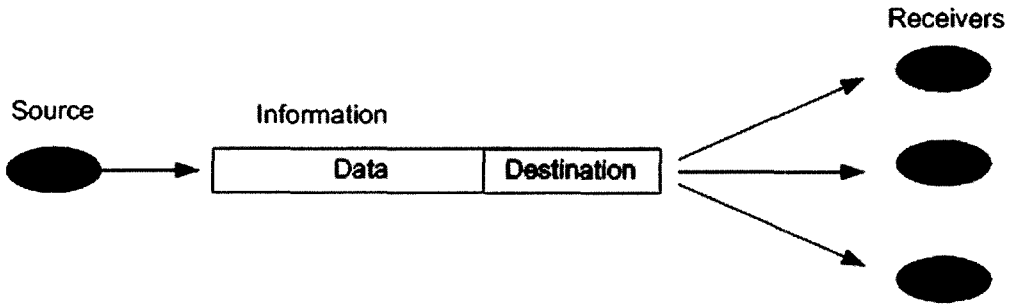
인터넷 기술과 웹의 발전은 우리 생활의 여러 분야에서 누구나, 보다 쉽게, 유용한 정보에 접근하는 방법을 제공하여 정보화 사회를 이루는데 커다란 역할을 하였다. 현재, 인터넷 기술은 기반이 되는 TCP/IP망이 무선망과 연동하는 등 여러 방면으로 발전되고 있으며, 앞으로 지속적인 발전과 변화가 있을 것으로 예상된다.

또한 웹 애플리케이션은 수 많은 사용자가 정보를 공유하고 개방할 수 있도록 하는 사용자 중심의 웹으로 변화를 도모하고 있으며, 유무선 통합환경에서의 Instant Messaging 서비스, 위치 기반 서비스 등의 다양한 정보 기반의 어플리케이션들이 개발되고 있다. 본 고에서는, 이러한 정보 기반의 어플리케이션들에 적합한 새로운 개념의 콘텐츠 기반 통신의 요소 기술 및 스위칭 기술 현황에 대해 살펴보고자 한다.

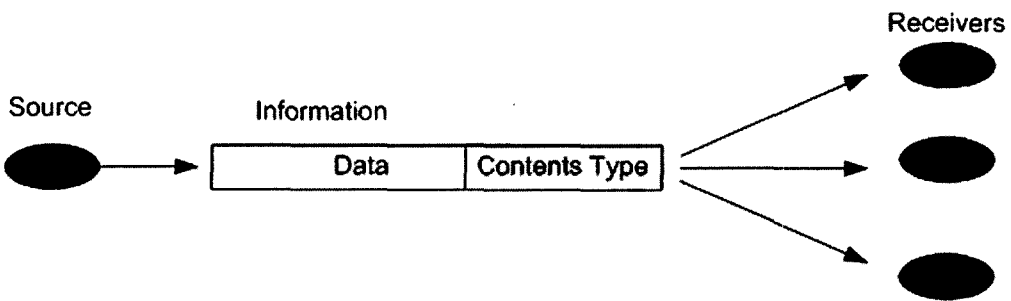
### II. 개요

#### 1. 콘텐츠 기반 통신

이-베이(E-Bay)와 같은 분산 경매 시스템, 그리고 냅스터(Napster)와 같은 정보 공유 시스템 등 P2P 위주의 다양한 서비스가 출현하였고, 유무선 통합 환경에서의 Instant Messaging 서비스, 증권 정보 서비스와 같은 Personalized News Distribution 서비스 등은 많은 사용자를 확보하였다. 이-베이는 전형적인 경매 시스템으로, 판매자가 팔 물건을 광고를 하고 구매자는 구매할 물건을 경매를 하는 것이다. 냅스터는 파일의 이름과 콘텐츠의 종류에 따라 분류된 파일을 공유하는 시스템이며, Instant Messaging 서비스는 실시간으로 사용자의 메시지를 일대일 혹은 다대다 형식으로 전달하는 서비스이다. 이러한 어플리케이션은 정보 송신자와 수신자간의 명확한 목적지 정보에 의한 정보의 전달이 아닌, 정보 수신자의 특정적인 관심에 의해 결정된 정보의 흐름이라는 공통점을 발견하게 된다. 콘텐츠 기반 통신은 이러한 사용자



〈그림 1〉 목적지 기반 정보 전송



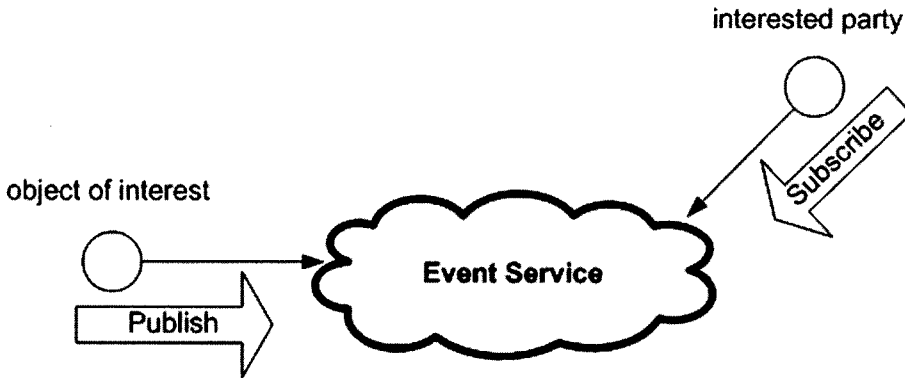
〈그림 2〉 콘텐츠 기반 정보 전송

중심이 아닌, 정보의 내용에 기반을 둔 정보 기반의 어플리케이션(Information-Centric Internet Application)을 위해 고안된 통신 방법이다<sup>1),2)</sup>.

현재의 인터넷 통신은 그림1과 같이 데이터의 설정된 목적지 정보에 따라 수신자에게 전달되는 전통적인 통신방법을 따른다. 이 정보는 해당 목적지 정보와 함께 네트워크에 전송되고, 목적지 정보에 따라 라우팅되어 해당 목적지에 도달하게 된다. 콘텐츠 기반 통신의 경우는 정보의 전달을 수행하는데 특정목적지 정보를 사용하는 것이 아니라 그림2와 같이 수신자가 원하는 콘텐츠의 종류에 따라 전달된다. 따라서 전송되는 네트워크는 기존 네트워크와는 달리, 정보의 콘텐츠를 해석하여 라우팅을 실현한다.

## 2. Publish / Subscribe Networking

기존의 인터넷 어플리케이션은 Request/Response 기반의 통신 메커니즘을 사용한다. 예를 들면, 웹 페이지에서 원하는 종류의 정보를 클릭하여(Request) 해당 정보를 얻어오는(Response) 형태이다. 그러나, 앞서 기술한 Information-Centric Internet 어플리케이션은 데이터의 특성상 scalability 측면에서 기존의 Request/Response 통신은 적합하지 못하다<sup>3)</sup>. Publish/Subscribe 기반의 통신 메커니즘을 이용할 경우, Request/Response 기반의 통신에서 발생하는 대역폭 문제 혹은 라우팅 비용의 문제를 피하고 연속적으로 변경되는 정보를 보다 효율적으로 사용자에게 전달할 수 있게 된다. 하나의 예로, Publish/Subscribe기반의 통신 메



〈그림 3〉 Publish/Subscribe 기반의 Event 서비스

커니즘은 은행/증권과 같은 금융 서비스 분야에 증권정보 등을 Publish/Subscribe 서버를 통해 사용자에게 실시간으로 전달하는데 사용되고 있다. 따라서, Publish/Subscribe 기반의 통신 메커니즘은 Information-Centric Internet 어플리케이션에 사용될 콘텐츠 기반 네트워크에 적합한 메커니즘으로 알려져 있다. 그림3은 Publish/Subscribe 기반의 event 서비스의 개념도이다.

### 3. 본 기술의 필요성

웹서비스는 분산된 기업의 어플리케이션을 통합해 주는 기술로 활용되면서 B2B부문에서 향후 2-년 후에는 성숙단계로 접어들 정도로 확산 속도가 빠르게 진행되고 있다. B2C부문에서는 XML(Extensible Markup Language), UDDI(Universal Description, Discovery, and Integration), WSDL(Web Service Definition Language), SOAP(Simple Object Access Protocol) 등의 다양한 웹서비스 표준기술이 활용되어 운영되고 있다<sup>[4]</sup>. XML은 기업간 전자상거래 등 E-

Commerce의 기본 플랫폼으로 사용될 것으로 예상된다. EbXML (Electronic Business XML), cXML(Commerce XML), xCBL(XML Common Business Library), bizTalk 등 XML 기반의 표준화 활동이 진행 중에 있으며, 현재 B2B, B2C 뿐만 아니라 기업의 전산시스템을 통합하는 EAI(Enterprise Application Integration), KMS(Knowledge Management System) 등 다양한 분야에서 사용되고 있다. 이러한 동향을 살펴보면, 기업간, 개인간 혹은 기업-개인간의 응용 서비스는 웹서비스로 더욱 빠르게 통합 될 것이며, 상호간 이동하는 정보는 개방형 구조의 XML로 표현되어 정보의 활용이 용이해 질 것으로 예상된다.

이러한 응용서비스의 흐름은 네트워크의 진화에도 영향을 미친다. [3]에 따르면, 트래픽 패턴의 변화, 4-7계층의 응용 인식, 보안, 무선, 그리드 컴퓨팅, XML을 차세대 네트워크 장비에서 고려할 점으로 제시하고 있다. 이러한 관점에서, 새로운 개념의 통신방법으로 콘텐츠 기반 네트워크 및 스위칭 기술 연구가 진행되고 있다<sup>[1][2][5][6]</sup>. 콘텐츠 기반 통신은 기존의 사용자 중심

이 아닌, XML등으로 표현되는 정보의 내용에 기반을 둔 어플리케이션에 적합한 통신 기술이다.

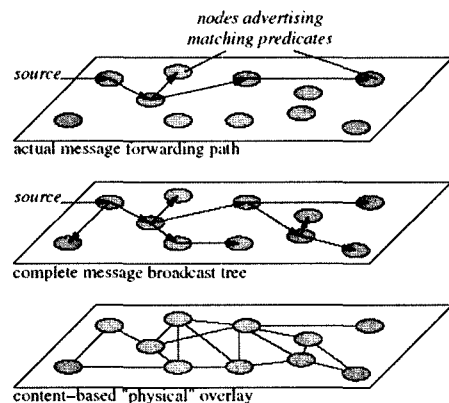
### III. 콘텐츠 기반 라우팅 기술

콘텐츠 기반의 라우팅(routing)과 포워딩(forwarding)은 기존 인터넷망과 유사하게, 라우터에 의해 수행된다. 개념을 정리해 보면, 포워딩은 라우터가 수신된 데이터그램을 어디로 전달할지 결정하는 프로세스이다. 라우터는 내부의 포워딩테이블과 데이터그램의 콘텐츠를 기반으로 전달할 인터페이스를 결정하게 된다. 라우팅은, 라우터가 포워딩테이블을 생성하고 유지하기 위해 근접한 노드로부터 해당 정보를 교환하는 것이다. 포워딩 기능의 성능은 라우터의 성능을 결정짓게 되는데, 포워딩 성능에 큰 영향을 미치는 요소들은 다음과 같다. Fast marching 알고리즘, 포워딩테이블의 표현의 최적화, 포워딩테이블 크기, 불필요한 트래픽의 제어이다. 앞의 두 가지는 포워딩 최적화에 관한 기술이며, 나머지 두 가지는 효율적인 포워딩을 위한 라우팅 알고리즘에 대해 고려할 기술이다. 이번 장에서는 콘텐츠 기반 네트워크에 요구되는 요소기술 중 라우팅 기술에 대한 연구에 대해 알아보려고 한다.

#### 1. Combined Broadcast and Content-Based(CBCB) Routing

CBCB 라우팅 기술은 SIENA(Scalable Internet Event Notification Architectures) 프로젝트에 의해 설계된 콘텐츠 기반 네트워크용 라우팅 기술이다. Siena는 Publish/Subscribe event-notification service를 위해 제안된 과제에 콘텐츠 기반 네트워크 기술을 기반으로 한다<sup>[21][6]</sup>.

CBCB라우팅 기술은 콘텐츠 기반 계층에 브로드캐스트 통신 방식을 함께 사용하도록 한 방법이다. 즉, 브로드캐스트 라우팅과 콘텐츠 기반 라우팅을 함께 라우터에서 사용하도록 하는 것이다. 브로드캐스트 프로토콜은 토폴로지 정보와 메시지 전송 필요한 포워딩 상태정보를 유지하기 위해 필요하다. 즉, CBCB 라우팅 기술은 콘텐츠 기반 라우팅에 필요한 특정 토폴로지 정보를 유지하기 위해 브로드캐스트 프로토콜을 사용하는 것이다. 이 때 사용되는 트리 정보로는 global spanning tree, per-source minimal-paths tree 혹은 reverse-path broadcasting 등이 이용될 수 있다. 콘텐츠 기반 라우팅 알고리즘은 노드에 의해 전송된 콘텐츠의 속성을 처리할 때 사용된다. 또한 메시지를 전송할 인터페이스를 결정할 때 사용될 포워딩 상태를 관리하기 위해 필요한 알고리즘이다. 이 프로토콜은 콘텐츠 기반 라우팅 정보를 정해진 시간에 전송할 수 있도록 하기 위해 이중화된 push-pull 메커니즘을 기반으로 하는 것을 특징으로 한다. 그림 3은 Combined Broadcast and Content-Based (CBCB) Routing 아키텍처이다<sup>[6]</sup>.



〈그림 4〉 Combined Broadcast and Content-Based (CBCB) Routing Architecture

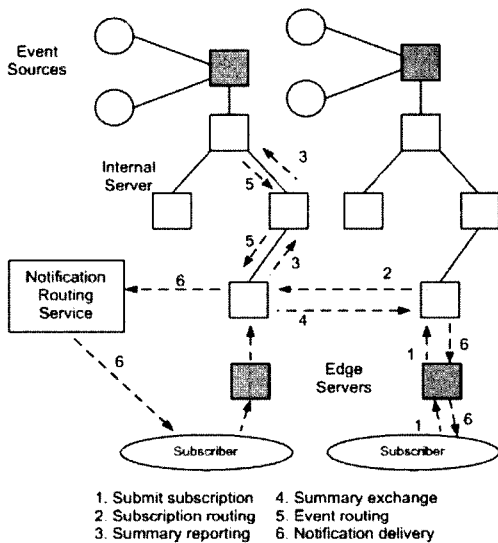
## 2. Summary-based Routing

Summary-based Routing 기술은 콘텐츠 기반 분산 네트워크에서 야기되는 scalability 문제를 해결하기 위해 subscription 필터와 효율적인 라우팅을 위한 Summary 기법을 이용한다<sup>8)</sup>. 일반적으로, 라우팅 정보가 증가하는 경우 효율적인 라우팅 정보의 관리를 위해 Summary 기법을 사용한다. 그러나, 콘텐츠 기반 분산 네트워크에서는 subscription 필터 분산 정책에 따라 Summary된 라우팅 정보가 라우터 시스템 성능에 영향을 미칠 수 있기 때문에 적절한 Summary 기법을 선택 해야 할 필요가 있다. 여기서는 라우팅의 효율성과 트래픽 처리의 효율성을 적절하게 상충하여 제공하는 Imprecise Summary 기법을 사용한다. 또한 보다 효율적이고 요약된 (summarized) 라우팅 정보를 만들기 위해, subscription 파티셔닝을 위한 유사기반(similarity-

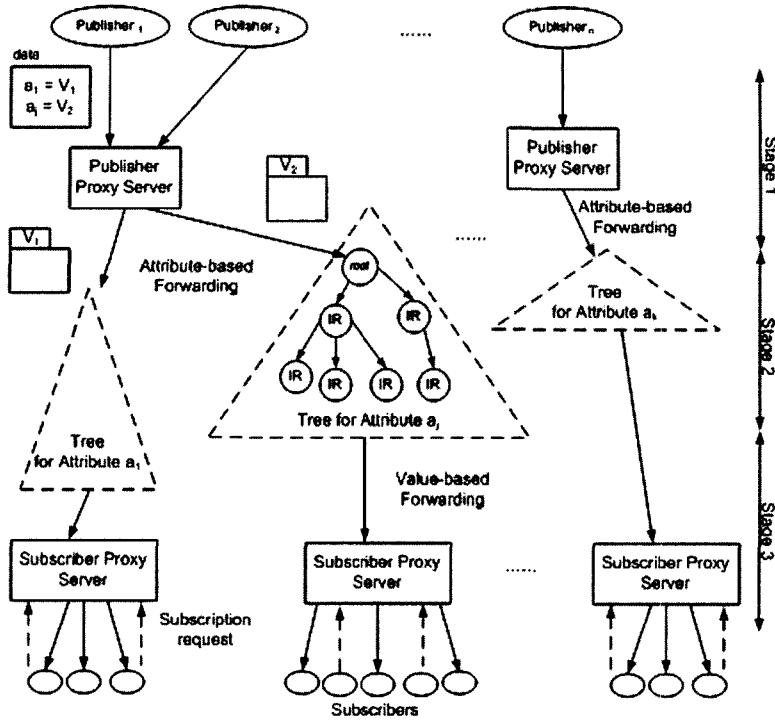
based) 필터를 사용한다. 그림 4는 콘텐츠 분산 네트워크에서의 Summary-based Routing 아키텍처이다. 이 그림에서 Internal Server는 Summary-based Routing을 실현하는 노드이다<sup>8)</sup>.

## 3. Content-based Routing in Sieve

콘텐츠 기반 네트워크에서 가입자들이 요구하는 데이터를 전달하기 위해 메시지를 해당 조건에 맞는지 해석하는 처리가 필요하다. 이러한 메시지 처리 프로세스는 가입자가 증가할 경우 실시간 메시지 전달에 지연을 초래하게 된다. Sieve 아키텍처는 이러한 문제점을 해결하도록 고안되었다<sup>9)</sup>. Sieve는 고속의 콘텐츠 기반 데이터 전송을 위한 인프라스트럭처로 분산 파이프라인 아키텍처를 이용하여 고용량 데이터 스트림 전송과 필터링이 가능한 구조로 설계되었다. 이번 장에서는 Sieve에서의 라우팅 구조를 알아보도록 한다. 콘텐츠 기반 라우터에서의 메시지 처리 성능은 가입자 룩업 데이터 구조, 데이터 검색 조건 매칭 알고리즘 등 다양한 요소들에 의해 결정된다. 앞서 소개된 SIENA 구조의 경우, 라우터에서 Multi-attribute 데이터 구조를 이용하여 데이터 검색 조건 매칭을 실현하기 때문에 메시지의 처리 지연이 증가할 수가 있다. Sieve는 이와는 달리 Distributed subscription-matching 데이터를 사용하여 다음과 같은 장점을 제공한다. 포워딩 대역폭을 조절할 수 있는 점, 데이터의 검색 조건 매칭을 부분적으로 할 수 있는 점, 그리고 각 노드에서의 프로세싱 복잡도와 메시지 도착 속도의 정합이 가능한 점이다. 그림 5는 Sieve에서의 Content-based Routing 아키텍처이다<sup>9)</sup>. Sieve 아키텍처는 메시지 포워딩이 3단계로 이루어진다. 각 단계는 참여하고 있는 노드들에 의해 정의



<그림 5> 콘텐츠 분산 네트워크에서의 Summary-based Routing Architecture



〈그림 6〉 Sieve에서의 Content-based Routing Architecture

되고, 한계 대역폭에 이르게 되는 경우 필터링 과이프라인을 최대화하여 시스템을 효율적으로 만든다.

#### IV. 기술 현황

본 장에서는 콘텐츠 기반 스위칭 기술과 관련하여, 개발중인 NOC 기반 Layer 7 processor, XML based application-aware access system 등에 대해 살펴본다. 현재 콘텐츠 기반 네트워크 관련하여 Solace Systems(<http://www.solace.com>), NetLogic Microsystems(<http://www.netlogicmicro.com>), IBM 에서 관련 제품

을 개발하고 있다. Solace Systems은 IP over Content-based Overlay 네트워크 구조를 기반으로 하는 Content-Aware Services 라우팅 시스템 (VRS/32)을 개발하고 있다. VRS/32는 하드웨어 기반의 콘텐츠 파싱(Layer 5-7 content processing)을 제공하고, 라우팅 및 포워딩을 처리하는 시스템이다. NetLogic Microsystems는 10G 와이어 스피드의 콘텐츠 프로세서인 NSL1000을 개발 중에 있다. NSL1000 콘텐츠 프로세서는 Deep-Packet Inspection, Content Signature Recognition, Protocol Analysis, XML Processing 기능을 가진다. IBM은 XML 웹 서비스 제어 및 보안 gateway인 XS40을 개발한 DataPower사를 합병하여, 자사의 웹 어플리케이션

이션 서버와 결합한 형태로 WebSphere DataPower XML Security Gateway XS40를 판매하고 있다. XS40은 XML 프로세싱 기술로 구동되며, XML 및 웹 서비스 보안과 와이어속도의 성능을 제공한다.

## V. 결론

웹 애플리케이션은 수 많은 사용자가 정보를 공유하고 개방할 수 있도록 하는 사용자 중심의 웹으로 변화를 도모하고 있으며, 유무선 통합환경에서의 Instant Messaging 서비스, 위치 기반 서비스 등의 다양한 정보 기반의 어플리케이션들이 개발되고 있다. 또한, 응용서비스의 웹화(Webification)와 데이터가 개방형 구조의 XML로 표현됨에 따라, 현재의 네트워크는 이에 적합한 구조로 진화가 요구되고 있다. 이에, Information-Centric Internet Application에 적합한 새로운 개념의 콘텐츠 기반 네트워크에 대한 연구들을 살펴보았다.

현재 IT분야에서 대두되는 SOA(Service Oriented Architecture)와 XML 웹서비스에 적합한 네트워크 솔루션을 콘텐츠 및 서비스 제공자에게 제공하기 위해 앞서 언급한 형태의 Layer 4-7기반의 콘텐츠 기반의 스위칭 기술을 개발하고 있다. 현재의 콘텐츠 기반의 스위칭 기술은 기존 IP기반 네트워크를 기반으로 하고 있지만, 앞서 설명한 콘텐츠 기반의 네트워크에 어떻게 적용될 지는 연구가 필요하다. 또한 Application-Aware 네트워킹이 보안 게이트웨이에 적용되는 현재, 웹서비스의 확산에 따라 분산 객체 데이터의 처리에 적합한 통합 네트워크 구조에 대한 기반 기술 연구도 연구가 필요하다. 이러한 관련 연

구와 기술 개발을 통해, 현존 서비스뿐만 아니라, 새로운 개념의 유무선통합 개인 서비스 모델이 창출할 것으로 기대한다.

## 참고문헌

- [1] A. Carzaniga, and A.L. Wolf, "Content-based Networking: A New Communication Infrastructure," NSF Workshop on an Infrastructure for Mobile and Wireless Systems, Scottsdale, AZ, October, 2001.
- [2] Siena, <http://www-serl.cs.colorado.edu/~carzanig/siena/>
- [3] Bart Stuck, Michael Weingarten, "Demands Shift For Next-Gen Switch/Routers," Business Communications Review, September 2004
- [4] [http://en.wikipedia.org/wiki/Web\\_2](http://en.wikipedia.org/wiki/Web_2)
- [5] Alex C. Snoeren, Kenneth Conley, and David K. Gifford, "Mesh-Based Content Routing using XML," Proc. of the 18th ACM Symposium on Operating Systems Principles, October 2001.
- [6] A. Carzaniga, M.J. Rutherford, and A.L. Wolf, "A Routing Scheme for Content-Based Networking," Proceedings of IEEE Infocom. Hong Kong, China. March, 2004.
- [7] Samrat Ganguly, Sudeept Bhatnagar, Akhilesh Saxena, Rauf Izmailov, Suman Banerjee, "A Fast Content-based Data Distribution Infrastructure," IEEE Infocom, Barcelona, Spain, 2006.
- [8] Yi-Min Wang, Lili Qiu, Chad Verbowski, Dimitris Achlioptas, Gautam Das, and Paul Larson, "Summary-based Routing for Content-based Event Distribution Networks," ACM Computer Communication Review (CCR), October 2004.
- [9] David Rosenblum, Invited talk-Some Open Problems in Publish/Subscribe Networking, 2nd International Workshop on Distributed Event-Based Systems (DEBs'03), June 8th, 2003 in San Diego, California.

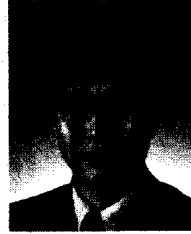
## 저자소개



이왕봉

1996년 2월 송실대학교 정보통신공학 학사  
 1998년 2월 송실대학교 전기전자공학 석사  
 2006년 12월 미국 카네기멜론 대학 소프트웨어공학 석사  
 1998년 3월 - 1999년 7월 현대정보기술  
 1999년 7월 - 현재 한국전자통신연구원, 선임연구원  
 주관심 분야 : Internet Architecture/Distributed Network/Software Test

## 저자소개



주성순

1980년 2월 한양대학교 전기공학 학사  
 1982년 2월 서울대학교 전기공학 석사  
 1989년 2월 서울대학교 전기공학 박사  
 1983년 1월-현재 한국전자통신연구원, 책임연구원  
 2004년 1월-현재 과학기술연합대학교 겸임교수  
 1996년 1월-1997년 1월 미국 아리조나 주립대학교 방문 연구원  
 주관심 분야 : Internet Protocol/Optical Network /Universal Media Transport Technology



정부금

1986년 2월 부산대학교 계산통계 학사  
 1991년 8월 숙명여자대학교 전산학 석사  
 1986년 1월 - 현재 한국전자통신연구원, 책임연구원  
 주관심 분야 : Internet Platform/Operating System /Distributed Network