

정보 중심 네트워크를 위한 이름 기반 라우팅 프로토콜의 비교 및 분석

김정재¹, 류민우², 차시호^{3*}, 조국현¹

¹광운대학교 컴퓨터과학과, ²전자무품연구원, ³청운대학교 멀티미디어학과

Comparison and Analysis of Name-Based Routing Protocols for Information-Centric Network

Jung-Jae Kim¹, Min-Woo Ryu², Si-Ho Cha^{3*} and Kuk-Huyn Cho¹

¹Dept. of Computer Science, Kwangwoon University

²Embedded S/W Convergence Research Center, KETI

³Dept. of Multimedia Science, Chungwoon University

요약 ICN(Information-Centric Network)은 인터넷 상에 존재하는 방대한 정보를 효율적으로 이용하기 위하여 기존의 인터넷 통신 패러다임을 정보 기반의 통신 방법으로 전환하기 위한 차세대 인터넷 통신 기술이다. 따라서 ICN은 호스트 주소를 중심으로 통신 절차에 집중하던 기존 인터넷 통신 기술과는 달리 인터넷 상에 존재하는 모든 것을 정보라는 개념으로 정의함으로써 각 정보를 이용하기 위한 통신 목적에 집중한다. 이를 위하여 ICN에서는 각 정보에 이름을 붙여 사용하는 이름 기반 라우팅(NbR, Name-based Routing) 방법을 사용하며 ICN에 참여하는 모든 라우터는 각 라우터마다 정보를 공유할 수 있도록 물리적인 스토리지를 가지는 특징이 있다. ICN에서의 NbR 방법은 각 라우터에서 보유하고 있는 스토리지에 도달하는 방법에 따라 one-phase routing과 two-phase routing으로 나뉜다. 그러나 현재 제시되고 있는 ICN에서의 NbR 방법은 ICN이 가지고 있는 고유한 특징을 반영하지 못하고 있기 때문에 많은 문제점을 발생시키고 있다. 따라서 본 논문에서는 ICN을 위한 효율적인 NbR 방법을 제시하기 위하여 정보에 대한 캐싱, 접근 시간, 분산, 이동성, 확장성, 배포 측면에서 NbR 이슈들을 점검하고, ICN을 위해 제안된 기존 방법들에 대한 비교 분석을 수행하였다. 또한 분석된 내용을 기반으로 ICN에서의 효율적인 NbR 기법에 대한 연구 방향을 제시하였다.

Abstract ICN (Information-Centric Network) is a next generation Internet communication technology for converting existing Internet communication paradigm to information-based communication paradigm to efficiently use a large amount of information that exists on the Internet. Therefore, unlike existing Internet communication technologies focused on the process of communication using the host address, ICN focuses on the purpose of communication for each information by defining the information of everything that exists on the Internet. For this purpose, ICN uses NbR (Name-based Routing) methods that assign a name to each piece of information, all routers participating in ICN have the physical storage so that they are able to share information with each other. NbR methods on ICN are divided into one-phase routing and two-phase routing depending on how to reach at the storage of each router. However, currently proposed NbR methods cause many problems because they do not reflect the unique characteristics of ICN. Therefore, this paper looked at various NbR issues from caching, access time, distribution, mobility, scalability, and dissemination of information for an efficient NbR method, and analyzed existing methods proposed for ICN. This paper also proposed a research direction to study the efficient NbR for ICN based on the analysis information.

Key Words : Future Internet, ICN, Information-Centric Network, Name-based Routing, NbR, One-Phase Routing, Two-Phase Routing

본 논문은 2012학년도 청운대학교 대학발전 학술연구조성비 지원에 의하여 연구되었음.

*Corresponding Author : Si-Ho Cha (Chungwoon Univ.)

Tel: +82-32-770-8205 email: shcha@chungwoon.ac.kr

Received January 28, 2013 Revised February 25, 2013 Accepted April 11, 2013

1. 서론

최근 하드웨어 기술의 발전으로 스마트 폰이나 태블릿 등의 멀티미디어 서비스 중심의 다양한 디바이스들의 보급이 증가되고 있다. 이에 따라 사용자들은 언제 어디서나 인터넷에 쉽게 접속할 수 있게 되었다. 이러한 디바이스 패러다임의 변화는 인터넷 사용의 패러다임 변화를 가지고 왔다. 또한 인터넷 정보의 사용도 기존 웹 페이지 중심에서 모바일 또는 멀티미디어 콘텐츠 중심으로 급격하게 변화하고 있다. 이러한 배경으로 인하여 정보 중심 네트워크 기술(ICN, Information-Centric Network)이 제안되었다. ICN은 인터넷 상에 존재하는 방대한 정보를 효율적으로 이용하기 위하여 기존의 통신 패러다임을 정보 기반의 통신 방법으로 변환하기 위한 차세대 인터넷 통신 기술이다[1]. 즉, 호스트의 주소를 중심으로 통신 절차에 집중하던 기존 인터넷 통신 기술과는 달리 인터넷 상에 존재하는 모든 것을 정보라는 개념으로 정의하여 각 정보를 이용하기 위한 통신 목적에 집중하는 기술이다. 따라서 기존 인터넷 프로토콜에서 사용되는 호스트에 대한 주소의 중요성은 매우 축소된다. 또한 ICN에서는 라우터마다 독자적인 저장소를 가지고 있기 때문에 정보의 빠른 접근 및 정보의 공유가 가능하다. 이러한 ICN의 특성으로 인하여, 현재의 인터넷에서 사용되고 있는 라우팅 프로토콜을 ICN에 그대로 적용할 경우에는 많은 문제점들이 발생된다. 따라서 ICN의 효율적인 사용을 위해서는 ICN의 특성을 고려한 새로운 라우팅 프로토콜이 개발되어야 한다. 이름 기반 라우팅(NbR, Name-based Routing) 프로토콜은 ICN 구조에 가장 적합한 프로토콜로 알려져 있다[2]. NbR 프로토콜은 사용자의 요청 정보에 따라 해당 정보를 찾아 빠르게 전달하는 것을 목적으로 라우팅을 수행한다. 따라서 NbR에서는 사용자가 원하는 이름이 붙은 정보까지 얼마나 빠르게 도달할 수 있는지가 라우팅 프로토콜의 성능을 좌우하는 지표가 된다. 이러한 사용자가 원하는 정보에 도달하는 시간을 정보에 대한 접근 시간(access time)이라고 한다. 현재 제안되고 있는 NbR 프로토콜들은 정보에 대한 접근 시간을 향상시키기 위한 최단 경로(shortest path) 설정에 초점을 맞추어 연구되고 있다[3]. 그러나 이러한 최단 경로 설정 라우팅 방법은 이동성이 거의 없는 유선 인터넷 환경에서는 제약적이기 때문에, ICN의 성능 개선을 위해서는 NbR 프로토콜 설계 시 ICN의 특성인 정보의 저장과 분산, 그리고 배포의 특성을 고려해야 한다. 이를 위하여 본 논문에서는 ICN을 위하여 NbR 프로토콜에서 해결해야 하는 이슈 사항에 대하여 점검하고 기존에 제안된 NbR 프로토콜을 스토리지에 도달하는 방법에 따라 one-phase routing과 two-phase routing으로 분류하여

장단점을 분석한다. 또한 분류된 프로토콜을 중심으로 해결되어야 할 이슈들과의 비교 분석을 통하여 NbR의 향후 연구방향을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 ICN을 위한 NbR 프로토콜에서 해결되어야 하는 이슈 사항에 대하여 살펴보고, 3장에서는 기존에 제안된 각 NbR 기술에 대한 장단점을 분석한다. 그리고 4장에서는 3장에서 분석된 각 기술의 장단점을 기반으로 해결 이슈 중심으로 NbR 프로토콜을 비교한다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구에 대하여 기술한다.

2. NbR 이슈 분석

본 장에서는 ICN의 효율적인 사용을 위하여 NbR(Name-based Routing) 프로토콜 설계 시 발생하는 이슈들에 대하여 기술한다.

2.1 Chaching

ICN은 향상된 성능과 강건한(robust) 전송 서비스를 위하여 네트워크 내부에서 활용되는 스토리지를 사용한다[4]. 이러한 스토리지는 별도의 서버가 될 수도 있고, 라우터(ICN 노드) 자체가 스토리지의 역할을 수행할 수도 있다. ICN에서 스토리지는 사용자가 원하는 정보를 적은 트래픽을 이용하여 빠르고 효율적으로 전송하기 위해 각 스토리지에 정보를 분산시켜 트래픽을 감소시키는 역할을 한다. 또한 라우터의 경우에도 각 라우터를 경유하는 정보를 각 라우터가 가진 내부의 스토리지에 저장하여 사용자가 정보를 찾기 위해 서버까지 도달하지 않고 라우터에서 처리하여 서버까지 도달하는 네트워크 트래픽을 감소시키는 역할을 수행한다[5]. 따라서 ICN에서는 네트워크 트래픽을 감소시키는 데 있어 캐싱(caching)이 매우 중요한 역할을 차지한다. 캐시의 용량이 적을 경우 정보를 저장하는데 한계가 있으므로 원활한 정보제공(publishing)이 불가능하다. 또한 잘못된 캐싱 정책을 사용하였을 경우 자주 사용되는 정보를 교체하는 등의 비효율적인 저장을 수행할 수도 있다. 그러므로 효율적인 라우팅을 위해서는 실제 사용을 고려한 캐싱 정책과 그에 합당한 스토리지 용량이 필요하다.

2.2 Information Access Time (Lookup Delay)

ICN은 효율적인 트래픽 제어를 위하여 독자적인 스토리지를 가지고 있으므로 라우팅 경로에 따라 ICN 노드를 거쳐 온 수많은 정보들이 개별적인 정책에 의하여 각 스토리지에 저장된다. 이러한 상황에서 각 ICN 노드의 룩업 지연

(lookup delay) 문제가 발생한다. 이러한 룩업 지연 문제는 사용자가 특정 정보를 요청했을 경우 각 ICN 노드의 스토리지를 확인하면서 매우 많은 라우터를 거쳐야 하기 때문에 높은 지연 시간이 발생한다[6]. 따라서 사용자가 원하는 정보에 도달하는 접근 시간은 개별적인 ICN 노드에서 사용자가 원하는 정보가 있는지 없는지 판단하는 룩업 지연에 의해 결정된다. 그러므로 사용자의 향상된 접근 시간을 위하여 각 노드에서 효율적으로 정보를 관리하는 방법과 단시간 내에 사용자가 원하는 정보를 찾는 방법이 필요하다.

2.3 Information Distribution

현재의 인터넷은 CDN(Content Delivery Network)과 같은 특별한 방법을 사용하여 전송 효율과 데이터에 대한 접근 시간을 향상시킨다. CDN은 동일하게 복제된 데이터를 다른 서버에 지리적으로 분산시켜 사용자의 위치를 중심으로 데이터를 제공한다. 따라서 동일한 데이터의 경우 집중되는 트래픽을 분산시켜 네트워크를 안정화시킨다[7]. ICN은 이러한 CDN의 특성을 더욱 확장하여 모든 ICN 노드에서 CDN의 역할을 하는 스토리지를 가지고 있다. 따라서 기존 인터넷 구조와 비교하였을 경우 트래픽 분산에 있어 매우 높은 효율성을 갖는다[8]. 그러나 만약 정보전송 시 참여하는 모든 ICN 노드에서 데이터 복제가 발생한다면 웹페이지 또는 그 외의 정보에 대한 업데이트에서 관리가 되지 않는 문제가 발생할 수 있다. 따라서 정보 분산은 접근 시간을 결정하는 매우 중요한 요소이다. 그러므로 정보에 대한 적절한 분산 정책이 반드시 필요하다.

2.4 Mobility

ICN에서의 이동성은 클라이언트의 이동, 정보의 이동, 네트워크의 이동으로 나뉜다. 클라이언트의 이동은 기존의 일반적인 네트워크에서 정의되는 이동성과 동일하게 클라이언트가 직접적으로 위치를 이동하는 것을 나타낸다. 정보의 이동은 서버에서 새롭게 배포되는 정보의 이동성이다. 그리고 네트워크 이동은 서로 다른 종류의 네트워크 간의 이동성을 의미한다. 즉, 네트워크 이동성은 PAN(Personal Area Network)에서 HN(Home Network)로 이동하는 것과 같은 성질이 다른 이종의 네트워크에서의 이동성을 나타낸다[9]. 따라서 ICN에서 라우팅 프로토콜 설계 시 상위 이동성을 모두 고려하여 설계되어야 한다.

2.5 Scalability

ICN에서의 확장성은 정보 관점에서의 확장성과 라우터 관점에서의 확장성으로 나뉜다. 정보 관점에서의 확장성은 향후 인터넷상의 정보가 폭발적으로 증가할 경우에 발생하

는 ICN 노드의 스토리지에 대한 확장성을 나타낸다. 라우터 관점에서의 확장성은 일반적인 네트워크에서 정의되는 확장성과 동일하게 각 라우터들을 연결하는 경로를 저장하는 라우팅 테이블에 대한 확장성을 나타낸다[10]. 따라서 ICN 노드가 가지고 있는 스토리지에 대한 물리적인 확장성과 이를 보조할 수 있는 라우팅 테이블에 대한 논리적인 확장성을 고려해야 한다.

2.6 Information Dissemination

ICN은 각 라우터마다 특유의 스토리지를 가지고 있다. 이러한 스토리지에는 각 라우터를 경유하는 모든 정보들이 캐싱 정책에 의해 저장되어 있다. 따라서 사용자에게 빠른 정보 전달을 위해서는 라우터의 스토리지 만큼이나 정보에 대한 배포가 중요시 된다. 정보의 배포가 원활하지 않으면 사용자의 요청에 의해 정보를 찾는 시간이 길어질 것이고, 이는 사용자의 정보에 대한 접근 시간이 높아지는 것을 의미한다. 따라서 이러한 상황을 방지하기 위하여 정보가 최초 배포될 때 사용자에게 대한 유니캐스트가 아닌 특정 그룹에 멀티캐스트로 배포하는 방식 등 정보 배포를 위한 여러 가지 상황을 고려해야 한다.

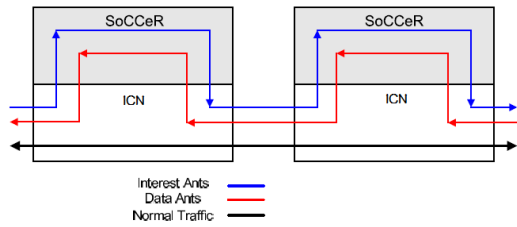
3. NbR의 분류

현재 NbR에 대한 분류는 Name Resolution and Routing[5], Unstructured and Structured Routing[11] 등의 여러 가지 형태로 제시되고 있다. 본 논문에서는 NbR을 효율적으로 분류하기 위하여 스토리지의 정보를 사용하는 방법에 따라 one-phase routing과 two-phase routing으로 분류하여 각각의 장단점에 대하여 분석한다.

3.1 One-Phase Routing

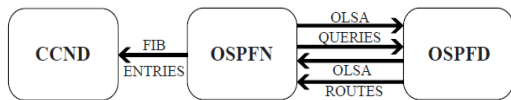
S. Shanbhag[12]는 정보의 수직적인 증가를 고려하여 SoCCeR(Services over Content-Centric Routing) 알고리즘을 제안하였다. 그림 1은 SoCCeR 알고리즘에서 제안하는 네트워크 흐름을 나타낸 것이다. 그림 1에서 보인 것과 같이 최상위 계층에는 정보의 효율적인 관리를 위하여 SoCCeR를 정의하였다. SoCCeR 계층에서는 효율적인 정보 관리를 위한 ACO(Ant Colony Optimization)[13]를 이용하는 특징을 가지고 있다. 따라서 SoCCeR 알고리즘에서는 각각의 라우터들마다 SoCCeR 계층을 가지고 있기 때문에 각 라우터에서 Ant들이 ACO 알고리즘에 의하여 경로를 최적화한다. 이러한 최적화된 경로로 인하여 혼잡을 피하는 장점을 가지고 있다. 또한 ICN에서 사용자들이 원하는 서버

스에 대한 접근 시간을 향상시켜 적절한 혼잡제어가 가능하다.



[Fig. 1] Architecture of SoCCeR algorithm

L. Wang[14]은 OSPFN(OSPF for Named- Data) 라우팅 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 현재 사용되고 있는 OSPF[15] 프로토콜을 ICN에 맞도록 변형하여 이름 기반으로 라우팅을 하는데 있어서 빠른 경로 설정과 트래픽을 최소화한다. 또한 ICN의 특징인 정보의 다중 경로 라우팅을 제공하는 등 기존의 OSPF 프로토콜의 장점을 그대로 계승하고 더 나아가 ICN 중에서도 NDN(Name-Data Network)이라는 프로젝트에 최적화된 라우팅 프로토콜을 제안하였다. 이러한 OSPFN 프로토콜은 OSPF의 방식을 그대로 가지기 때문에 각 라우터마다 가지고 있는 LSDB(Link State Database)를 통하여 각 라우터들은 OLSA(Opaque Link State Advertisements) 플러딩을 이용하여 자신의 경로를 교환하고 최적의 경로를 찾는다. 또한 기존에 제안된 OSPF의 다중 경로 미지원 문제를 해결하기 위하여 CCND(Content-Centric Networking Daemon)과 OSPFD(Open Shortest Path First Deamon)를 라우터에 추가함으로써 정보의 효율적인 관리와 다중경로 지원에 대한 문제점을 해결하였다. 그림 2는 OSPFN 라우팅 알고리즘에서 사용되는 CCND, OSPFN, 그리고 OSPFD의 관계를 나타낸 것이다.



[Fig. 2] Relation of CCND, OSPFN and OSPFD

그러나 OSPFN은 OSPF를 기반으로 제안되었기 때문에 OSPF가 가지는 CPU 계산 자원 증가 문제와 토폴로지 구성 문제 등 기존의 OSPF 문제점들을 그대로 가지는 단점을 가지고 있다.

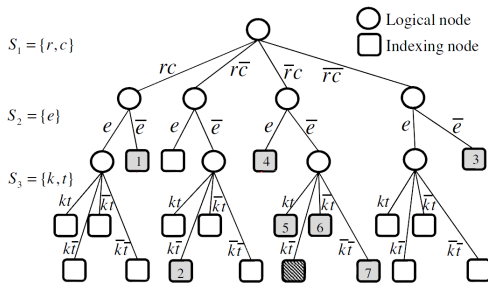
C. Li[16]는 GACF(Greedy Ant Colony Forwarding) 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 사용자가 정보를 전송받는 QoS 향상을 목적으로 제안되었다. GACF 라우팅 알고리즘은 경로 최적화 및 효율적인 전송을 위하여

HA(Hello Ant)와 NA(Normal Ant)의 지능화된 두 종류의 개미를 사용하여 경로를 탐색하고 최적화한다. 따라서 주변 가능한 경로의 검색 최적화 및 재탐색을 통한 QoS 향상의 장점을 가지고 있다. 그러나 QoS를 향상하는 과정에서 사용하는 그리디(greedy) 방법의 특징으로 인하여 NA가 지속적인 재탐색 시 매우 높은 트래픽이 발생하는 단점을 가지고 있다.

3.2 Two-Phase Routing

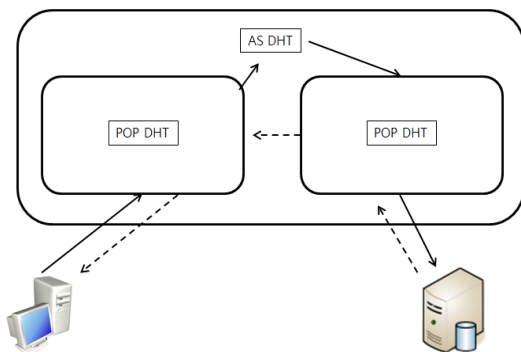
R. Ahmed[17]는 aRoute 라우팅 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 인터넷 상에서의 이용되는 정보가 증가하는 만큼 라우팅 테이블의 확장성에 가장 큰 중점을 두었다. 이를 위해 이름 기반의 DHT(Distributed Hash Table) 구조를 가진 aRoute 라우팅 프로토콜을 제안하였다. aRoute 라우팅 알고리즘에서는 라우팅 테이블의 확장성과 정보들의 효율적인 관리를 위하여 정보의 이름으로 해시(hash)되는 partitioning tree로 정보에 대한 라우팅과 관리를 병행한다. 그림 3은 www.rocket.com의 partitioning tree에 대한 예를 나타낸 것이다. 그림 3에서와 같이 partitioning tree에서는 최대 36 자리의 알파벳 소문자와 숫자로 트리를 구성할 수 있다. 또한 이러한 트리를 통하여 정보에 대한 직접 인덱싱을 하므로 기존 DHT 기반의 라우팅 프로토콜에서 가지는 two-step process보다 적은 지연시간을 가질 수 있게 되는 장점이 있다. 따라서 알파벳을 이용하여 정보에 대한 접근 시간을 보증하고 현재의 IP 기반의 라우팅 테이블에 비해 적은 규모의 라우팅 테이블 사이즈를 가지게 된다.

K. Visala[18]는 네트워크 내부의 혼잡 제어와 사용자가 요청한 정보를 전송받는데 있어서의 지연시간 최소화를 위하여 LANES 프로토콜을 제안하였다. LANES 프로토콜에서는 효율적인 혼잡 제어를 위하여 delivery tree를 통하여 정보에 대한 멀티캐스트를 이용한다. 따라서 효율적인 혼잡 제어를 통한 병목현상을 최소화하고 네트워크의 load balancing을 유지시키는 장점을 가지고 있다. 또한 LANES 프로토콜에서는 사용자의 최소화된 평균 지연을 위하여 라우터의 캐싱 용량을 늘리는 방법을 사용하기 때문에 각각의 라우터가 최대한의 용량을 네트워크 정보에 할당하여 사용자가 정보에 접근하는 평균 접속 시간을 감소할 수 있다. 그러나 LANES 프로토콜은 트리 구조를 사용하기 때문에 네트워크 토폴로지의 변화에 민감하지 못하다. 따라서 잦은 라우터의 추가나 변경에 대처하지 못하거나 물리적인 스토리지의 증가에 대한 한계 문제가 발생한다.



[Fig. 3] Partitioning tree of α Route algorithm

M. D'Ambrosio[19-24]는 현재 사용되는 DNS와 유사한 MDHT(Multi-level Distributed Hash Table) 라우팅 알고리즘을 제안하였다. 그림 4는 MDHT의 계층 구조를 나타낸 것이다. MDHT는 DHT를 단일적으로 활용할 때보다 훨씬 더 많은 정보의 개체를 포함할 수 있는 장점을 가진다. 이를 위하여 MDHT는 AS 레벨 DHT와 POP(Point of Presence) 레벨 DHT의 2 계층의 DHT 구조를 제시하였다. MDHT 계층 구조에서는 사용자가 특정한 정보를 요청하면 POP DHT에서 정보를 식별하고 만약 해당 정보가 없을 경우에는 상위 구조인 AS DHT로 정보를 재요청하게 된다. 따라서 인터넷 상에 존재하는 많은 정보들을 효율적으로 관리할 수 있는 장점을 가지고 있다.



[Fig. 4] Information request flow of MDHT

[Table 1] Comparison and analysis of NbR protocols

Protocols		Chaching	Access Time	Distribution	Mobility	Scalability	Dissemination
One-Phase routing	SoCCeR		√		√		
	OSFPN		√		√	√	
	GACF		√		√		√
Two-Phase routing	α Route		√	√		√	
	LANES	√	√				
	MDHT		√	√		√	

4. 비교 및 분석

표 1은 본 논문에서 살펴본 NbR 이슈들에 대한 각 프로토콜들의 비교를 나타낸 것이다. NbR 프로토콜도 기존의 라우팅 프로토콜과 동일하게 요청하는 정보를 빨리 찾아 사용자에게 전달하는 것이 주목적이다. 이에 따라 표 1에서 보인 것과 같이 현재 연구되고 있는 모든 프로토콜들은 사용자의 접근 시간 향상에 초점을 맞추고 있다. one-phase routing에서 SoCCeR은 사용자에게 제공되는 서비스에 초점을 맞추므로써 이로 인해 정보를 빠르게 전달할 수 있는 접근 시간의 향상에 목적을 두고 있다. OSFPN은 현재 사용되는 OSPF를 ICN에 응용함으로써 OSFP의 짧은 경로에 대한 장점으로 접근 시간을 향상시키려 하고 있다. 또한 짧은 경로를 가지는 OSFPN의 특성상 여러 경로를 저장하기 위하여 라우팅 테이블의 확장성에 집중하고 있다는 것도 알 수 있다. GACF는 다중경로를 이용한 정보의 배포를 통하여 접근 시간을 향상시키는 방법을 이용한다. 또한 one-phase routing의 경우 현재의 인터넷 구조의 특징을 가진 브로드캐스트 형식을 띄고 있기 때문에 이동성에서 강점을 가지고 있다. 이처럼 one-phase routing의 경우 공통적으로 접근 시간의 향상과 이동성에 강점을 가진다. 또한 확장성과 배포 등 라우터 중심의 접근으로 접근 시간을 향상시키려 연구하고 있다. 반면에 two-phase routing의 α Route는 정보의 분산과 two-phase routing이 가지는 특수한 구조체의 테이블 확장성으로 정보에 대한 접근 시간을 향상시킨다. LANES는 내부의 전송 트리를 이용하여 정보를 전송하고 라우터 자체의 캐싱을 향상시킴으로써 정보에 대한 접근 시간을 향상시키는 방법을 이용한다. MDHT는 계층적 구조를 이용한 라우팅 테이블의 확장성과 정보의 분산으로 사용자의 접근성을 향상시킨다. 이러한 two-phase routing의 경우 공통적으로 접근 시간의 향상에 주안점을 두고 있다. 또한 특별한 구조체를 중심으로 라우팅을 하기 때문에 구조체의 크기를 가변적으로 할 수 있도록 확장성에 집중을 한다. two-phase routing은 one-phase routing과는 다르게 인터넷 상의 정보 중심에서의 접근을 통해 효율적인 정보의 분산으로 접근 시간을 향상시키려는 연구가 이루어지고 있다.

5. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 ICN에서 사용되는 라우팅 프로토콜의 성능향상을 위해 ICN 라우팅 프로토콜에서 해결되어야 하는 이슈들과 NBR 프로토콜의 분류에 따른 장단점을 비교 분석하였다. 현재 많은 프로토콜들이 ICN에서 활용되기 위하여 제안되고 있지만 현재 연구되고 있는 one-phase와 two-phase 라우팅은 구조가 다른 만큼 서로 집중적으로 고려하는 이슈들도 확실히 다르다. 따라서 보다 향상된 접근 시간을 사용자에게 제공하기 위해서는 서로간의 장점을 수용해야 할 필요가 있다. 예를 들어 one-phase routing은 two-phase routing의 장점을 차용하여 정보의 분산, 관리, 그리고 전송을 효율적으로 수행하는 프로토콜에 대한 연구가 가능하다. 또한 two-phase routing은 인덱싱을 통한 라우팅의 특성상 다중 배포와 같은 정보의 배포에 있어 취약점이 나타날 수 있기 때문에 정보의 분산을 더욱 효율적으로 하기 위하여 one-phase의 다중 배포에 관한 장점을 차용한 연구도 가능하다. 따라서 보다 나은 접근 시간을 위해서 현재 고려되고 있지 않은 다른 이슈들을 접목하여 현재보다 개선된 프로토콜이 개발되어야 한다.

References

- [1] B.J. Lee, H. S. Jeon, and H. Y. Song, "Information-Centric Networking Research Trend", Electronics and Telecommunications Trends, 2012.
- [2] Md. Faizul Bari, Shihabur Rahman Chowdhury, Reaz Ahmed, Raouf Boutaba, Bertrand Mathieu, "A Survey of Naming and Routing in Information Centric Network", IEEE Communications Magazine, Vol. 50, pp. 44-53, December 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/MCOM.2012.6384450>
- [3] Xiaole Bai, Shuping Liu, Peng Zhang, Ramio Kantola, "ICN: Interest-based Clustering Network", Peer-to-Peer Computing Fourth International Conference, pp. 219-226, August 2004.
- [4] B. Ahlgren, P. A. Aranda, P. Chemouil, S. Oueslati, L. M. Correia, H. Karl, M. Sollner, and A. Welin, "Content, connectivity, and cloud: ingredients for the network of the future", IEEE Communications Magazine, Vol. 49, No. 7, July 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/MCOM.2011.5936156>
- [5] B. Ahlgren, C. Dannewitz, C. Imbrenda, D. Kutscher, and B. Ohlman, "A Survey of Information-Centric Networking (draft)", in Information-Centric Networking, Dagstuhl Seminar Proceedings, 2011.
- [6] Andrea Detti, Nicola Blefari-Melazzi, "Network layer solutions for a content-centric Internet", Trustworthy Internet, pp. 359-369, January 2011.
- [7] Stefan Saroiu, Krishna P. Gummadi, Richard J. Dunn, Steven D. Gribble, Henry M. Levy, "An Analysis of Internet Content Delivery Systems", OSDI'02 Tech Program, pp. 315-328, 2002.
- [8] Van Jacobson, Diana K. Smetters, James D. Thornton, Michael F. Plass, Nicholas H. Briggs, and Rebecca L. Braynard. "Networking named content", In Proceedings of the 5th ACM International Conference on Emerging Networking Experiments and Technologies, pp. 1 - 12, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/1658939.1658941>
- [9] B. Ahlgren, C. Dannewitz, C. Imbrenda, D. Kutscher, and B. Ohlman. "A Survey of Information-Centric Networking", IEEE Communications Magazine, Vol. 50, No. 7, pp. 26-36, July 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/MCOM.2012.6231276>
- [10] N. Blefari Melazzi, A. Detti, M. Pomposini, S. Salsano, "Route discovery and caching: a way to improve the scalability of Information-Centric Networking", IEEE ICC 2012, Software Defined Networks Workshop, June 2012.
- [11] J. Choi, J. Han, E. Cho, T. T. Kwon, and Y. Choi, "A Survey on Content-Oriented Networking for Efficient Content Delivery", IEEE Communications Magazine, Vol. 49, No. 3, pp. 121-127, March 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/MCOM.2011.5723809>
- [12] S. Shanbhag, N. Schwan, I. Rimal, and M. arvello, "SoCCeR: Services over content-centric routing," in Proc. ACM SIGCOMM Workshop on Information-Centric Networking, pp. 62-67, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/2018584.2018600>
- [13] M. Dorigo and T. Stützle, "Ant Colony Optimization", Bradford Company, Scituate, MA, USA, 2004.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/b99492>
- [14] L. Wang, A K M Mahmudul Hoque, Cheng Yi, Adam Alyyan, Beichuan Zhang, "OSPFN: An OSPF Based Routing Protocol for Named Data Networking," Technical Report NDN Technical Report NDN-2012-13, July 2012.
- [15] J. Moy, "OSPF version 2", RFC 2178, 1998.
- [16] Chengming LI, Wenjing LIU, Koji OKAMURA, "A Greedy And Colony Forwarding Algorithm for Named Data Networking", in Proceedings of the APAN - Network Research Workshop, 2012.
- [17] Reaz Ahmed, Md. Faizul Bari, Shihabur Rahman Chowdhury, Md. Golam Rabbani, Raouf Boutaba,

Bertrand Mathieu, "aRoute: A Name Based Routing Scheme for Information Centric Networks", Technical Report: CS-2012-16, 2012.

[18] Kari Visala, Dmitrij Lagutin, Sasu Tarkoma, "LANES: An Inter-Domain Data-Oriented Routing Architecture", in Proceedings of ReArch'09, December, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/1658978.1658992>

[19] M. D'Ambrosio, Christian Dannewitz, Holger Karl, Vinicio Vercellone, "MDHT: a hierarchical name resolution service for information-centric networks", in Proceedings of the 2011 ACM SIGCOMM Workshop on Information-Centric Networking (ICN'11). pp. 7 - 12, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/2018584.2018587>

[20] S.-J. Oh, "Design and Evaluation of a Weighted Intrusion Detection Method for VANETs", Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication, Vol 11, No 3, pp. 181~188, 2011.

[21] M. Lee, "Design of In and Outdoor communication hub in Vehicular networks", Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication, Vol 12, No 3, pp. 187~194, 2012.

[22] M.-R. Park, S.-H. Kim, D. Kim, "Traffic Information Service System Using Gateway between VANET and Infrastructure Network", Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication, Vol 12, No 5, pp. 61~66, 2012.

[23] M. Lee, C. Park, "An Analysis of the Radio Interference in Wireless Vehicular Networks based on IEEE802.11b(WLAN)", Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication, Vol 12, No 6, pp. 117~125, 2012.

[24] D. Kim, "Performance Analysis of Traffic Information Service Based on VANET", Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication, Vol 12, No 3, pp. 149~153, 2012.

김 정 재(Jung-Jae Kim)

[학생회원]



- 2013년 2월 : 광운대학교 컴퓨터 소프트웨어학과 (공학석사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 컴퓨터학과 석사과정

<관심분야>

미래 인터넷, 정보 중심 네트워크, 사물 통신

류 민 우(Min-Woo Ryu)

[정회원]



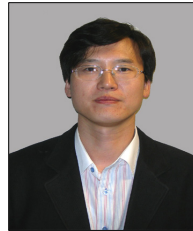
- 2009년 8월 : 광운대학교 컴퓨터 과학과 (공학석사)
- 2012년 8월 : 광운대학교 컴퓨터 과학과 (공학박사)
- 2011년 2월 ~ 현재 : 전자부품 연구원 전임연구원

<관심분야>

차량 통신 네트워크, 무선 센서 네트워크, 콘텐츠 기반 네트워크, Internet of Things

차 시 호(Si-Ho Cha)

[정회원]



- 1997년 8월 : 광운대학교 전자계산학과 (공학석사)
- 2004년 2월 : 광운대학교 컴퓨터 과학과 (공학박사)
- 1997년 7월 ~ 2000년 2월 : 대우통신 종합연구소 선임연구원
- 2009년 3월 ~ 현재 : 청운대학교 멀티미디어학과 교수

<관심분야>

네트워크 관리, 차량 통신 네트워크, 무선 센서 네트워크, Web of Things

조 국 현(Kuk-Hyun Cho)

[정회원]



- 1981년 2월 : 일본 Tohoku University (공학석사)
- 1984년 2월 : 일본 Tohoku University (공학박사)
- 1984년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 컴퓨터공학부 교수

<관심분야>

네트워크 관리, 차량 통신 네트워크, 무선 센서 네트워크, 정보통신 분야의 표준화