

# 실시간 CCN에서 효율적 중간노드 이동관리 기법

서동혁, 권태욱\*

국방대학교

berigud91@gamil.com

## An Efficient Intermediate Node Movement Management Technique in Realtime CCN

Dong-Hyuk Seo, Tae-Wook Kwon\*

Korea National Defense University

### 요약

휴대용 기기의 대중화와 동영상 플랫폼의 발전은 최근 실시간 스트리밍에 대한 산업을 급격하게 확대시켰다. 이에 대용량 콘텐츠의 송수신에 대한 요구가 증가하면서 기존의 IP주소 기반 네트워크의 트래픽 과부하 및 비효율성과 같은 문제가 제기되었다. 이를 해결하기 위해 CCN(Content Centric Network) 이라는 콘텐츠 중심 네트워크가 대안으로 연구되고 있다. CCN이란 IP주소(Where)가 아닌 콘텐츠 명(What)을 기반으로 한 네트워크로 각 노드들이 CS(Content Store)라는 캐싱 공간을 보유해 서버에 집중되는 서버 병목현상 및 트래픽 과부하 등을 개선할 수 있다. 그러나 CCN 환경에서도 클라이언트와 서버 사이에 위치한 중간노드가 이탈하게 되면 패킷 손실로 인한 서비스의 품질 저하가 발생한다. 그러므로 실시간 환경에서 중간노드의 이탈 관리에 대한 연구가 매우 중요하다. 본 논문은 RSSI(Received Signal Strength Indicator) 모니터링을 통한 중간노드의 이탈 감지와 효율적인 예비경로 생성을 위한 새로운 기법을 제안한다.

### I. 서론

현재 우리에게 스마트폰은 필수불가결한 존재로 생활 전반에 걸쳐 뿌리를 내리고 있다. 특히 최근 코로나19 팬데믹 시기를 거치며 스마트폰을 포함한 인터넷 휴대용 기기를 중심으로 비디오 스트리밍 인프라 시장이 급격하게 확대되었다. Research Nester의 최신 보고서에 따르면, 실시간 스트리밍 서비스의 확대는 앞으로도 지속적으로 진행될 것이며 비디오의 높은 품질 요구가 동반됨에 따라 네트워크에서의 대역폭 제약을 유발할 수 있다는 문제를 제기한다. 이처럼 향후 실시간 스트리밍 환경에서의 용량 제한 문제 [01]는 새로운 네트워크 구조에 대한 연구를 요구한다.

이러한 인터넷 시장의 흐름에 맞춰 기존 IP 주소 기반의 구조인 End-to-End 방식의 데이터 전송 라우팅 방식이 아닌 다양한 네트워크 연구가 성행되고 있다. 그 중 하나인 CCN(Content Centric Network)은 IP 주소(Where)가 아닌 콘텐츠 명(What)을 기반으로 한 네트워크다. CCN은 중간 노드(라우터)에 각기 캐시 저장공간을 마련해 한 번 전송된 데이터의 중복 전송을 줄여 불필요한 네트워크 트래픽을 최소화시킬 수 있어 네트워크 산업의 새로운 트렌드에 적합하다.

### II. 관련 연구

#### 2.1 CCN(Content Centric Network)

현재의 인터넷 체계에서는 사용자의 요청에 대해 반드시 서버로부터 데이터를 받아야 하는 구조이다 보니, 서버가 수많은 데이터 요청에 응해야 하는 트래픽 낭비 현상이 발생할 수 있다. 이를 해결하기 위해 CCN은 같은 지역의 사용자들이 유사한 관심사를 갖고 유사한 콘텐츠에 대한 수요가 높을 것이라는 가정으로 등장하게 되었다. 원하는 콘텐츠를 보유하고 있는 제일 인접한 노드로 찾아가는 네트워크 구조로서, 데이터 유통 측면에서 훨씬 효율적이다.

CCN[02]에서의 데이터 유통과정은 그림 1과 같다. (a)는 Client, Google 서버, 그리고 그 사이에 중간 노드들이 있는 모습이다. (b)는 Client 1이 Google 서버로 interest packet을 보내 콘텐츠를 요청하는 단계이다. (c)는 interest packet을 수신한 서버가 이전에 형성된 경로를 따라 data packet을 통해 콘텐츠를 전달해주는 단계이다. (d)는 콘텐츠 유통과정에서 경로상에 위치한 중간 노드 A, B, D, H의 CS(Content Store)에 해당 콘텐츠가 저장된 모습이다. (e)는 또 다른 사용자인 Client2가 Client 1과 같은 콘텐츠를 요청할 때 interest packet이 서버까지 가지 않고 해당 콘텐츠를 보유한 인접 노드로 가는 것을 볼 수 있다. (f)는 (c)에서와 마찬가지로 요청된 경로와 동일한 경로로 콘텐츠를 전송해주고, 경로상에 위치한 노드 I는 그 콘텐츠를 저장한다.

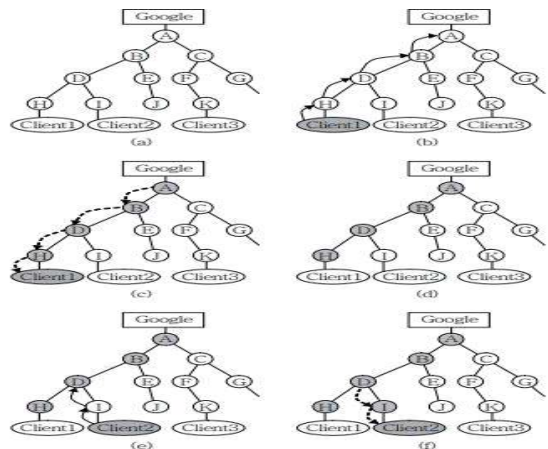


그림 1. CCN 데이터 유통과정

#### 2.2 중간노드의 이동성 관리

CCN 환경에서도 기존 TCP/IP 체계에서와 마찬가지로 중간노드의 이

탈은 데이터 통신 경로를 단절시켜 실시간 스트리밍 환경에 문제를 야기할 수 있다. 요즘처럼 휴대용 인터넷 기기의 대중화 시대에 막대한 비중을 차지하는 실시간 스트리밍 서비스의 품질 보장을 위해 실시간 CCN 환경에서 중간노드의 이동성에 대한 연구는 중요하다.

이와 관련된 연구는 최근 활발하게 진행되고 있다. 17년도에 INMS 기법[03]은 중간노드의 이동 전 LDA(Link Disconnection Advertisement) 메시지를 전송시켜 주변 노드들의 FIB 수정 및 우회경로를 설정하게 하여 패킷 손실률을 감소시켰다. 19년도 MD-INS 기법[04]은 노드들이 주변 노드들의 이동속도를 감지하게 하여 일정 속도 이상 발견 시 우회경로를 설정하게 하여 Interest packet 손실을 제로화하였으나, 여전히 data packet의 손실은 발생하였다. 21년도 연구[05]에서는 DP-INS 기법을 통해 이중 경로를 보유함으로써 최초로 패킷 손실의 제로화를 이뤄냈으나, 예비경로의 생성에 대한 기준을 제시하지 못했다. 22년도에는 IPC 기법[06]을 통해 중간노드의 이탈을 감지하는 기준으로 RSSI 값을 제시하였으나, 미리 설정한 예비경로의 미사용률이 높아 트래픽 감소에 대한 필요성이 제기되었다. 23년도에는 MT-INS 기법[07]을 제안하여 예비경로를 특정값(-65dBm) 도달 시에만 설정함으로써 미사용되는 예비경로의 생성을 감소시켰다. 위 연구들에 이어 실시간 CCN 환경에서의 효율적인 중간노드 이동성 관리 기법에 대해 새로운 아이디어를 제안하고자 한다.

### III. 효율적인 중간노드의 이동성 관리

#### 3.1 기본개념

본 논문은 가변적인 3개의 임계치를 설정하여 불필요한 예비경로 생성 횟수를 최소화하는 새로운 기법을 제안한다. RSSI라는 무선 네트워크 강도의 모니터링을 통해 중간노드의 이탈을 감지한다. 가변성을 갖는 1, 2, 3차 임계치를 설정하는데, 1차 임계치에서는 예비경로를 설정하고 2차 임계치 도달 시에는 주경로에서 예비경로로 경로를 전환하며, 3차 임계치는 경로 전환 이후 '이전 주경로'의 이탈 시 RSSI 값을 판단하기 위한 기준값으로 정한다. 새로운 3차 임계치가 정해지면, 새로운 1, 2차 임계치도 재설정된다.

#### 3.2 세부 수행절차

세부 수행절차는 그림 2와 같이 4개의 이벤트를 갖으며, 스트리밍 서비스가 시작되면 경로의 RSSI 값을 지속적으로 모니터링하여 중간노드들의 이동성을 감지한다. 이벤트 A는 임계치 1에 도달 시, B는 임계치 2에 도달 시, C는 '이전 주경로'가 임계치 3에 도달하여 보고 시, D는 '이전 주경로'가 경로 전환 후 5분 경과 시까지 미보고 상황이다. 이 때, 3개의 임계치 최초값은 각각 '-65dBm', '-75dBm', '-85dBm'으로 정한다. 임계치 1, 2는 최근 연구[07]에서 적용한 '예비경로 생성 시기' 및 '경로 전환 시기'를 반영하고, 3차 임계치의 최초값은 임의로 '-85dBm'으로 설정한다. 이후 3차 임계치를 통해 실제 이탈 값을 판단하여, 그에 맞는 임계치 1, 2를 업데이트한다.

- 1) 주경로의 RSSI가 임계치1(R)에 도달하면 RSSI 기반 최고의 예비경로를 설정하고, 예비경로의 생성 횟수를 카운트한다. 이 때, 예비경로는 주경로보다 우수해야 한다.
- 2) 주경로의 RSSI가 임계치2(C)에 도달시에는 예비경로가 주경로보다 우수하면 경로를 전환한다. 그러나 주경로보다 예비경로가 우수하지 않다면 다시 예비경로를 설정한 후 경로를 전환한다.
- 3) '이전 주경로'가 임계치3(F)에 도달하여 보고하면, 아래 최신회 공식 #1 같이 임계치 값을 최신회한다.
- 4) 그러나 경로 전환 이후 5분 동안 '이전 주경로'의 임계치3(F) 도달 보고가 없으면, 아래 최신회 공식#2 같이 임계치 값을 최신회한다.

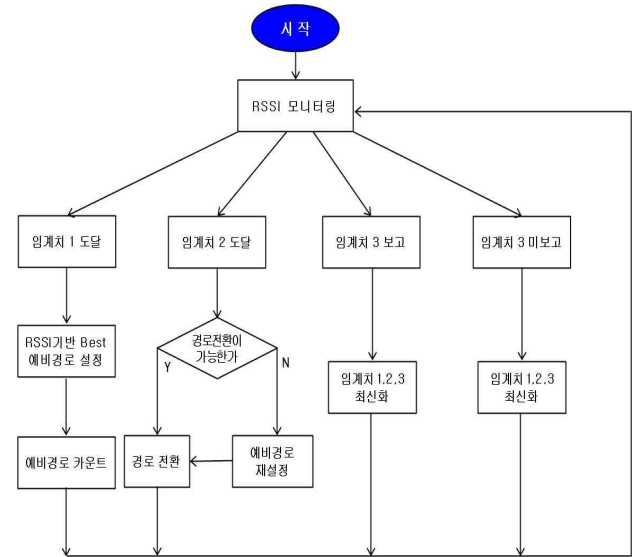


그림 2. Flow Chart

|   |   |
|---|---|
| $- R_{n+1} = 0.9R_n + 0.1F_n$ $- C_{n+1} = 0.9C_n + 0.1F_n$ $- F_{n+1} = F_n - 1$ | $- R_{n+1} = R_n + 1$ $- C_{n+1} = C_n + 1$ $- F_{n+1} = F_n + 1$ |
|---|---|

임계치 최신회 공식#1

임계치 최신회 공식#2

### IV. 결론

본 논문에서는 실시간 CCN 서비스에서 RSSI 기반 모니터링과 효율적인 예비경로 생성을 통해 중간노드의 이동성을 관리하는 기법을 제시하였다. 이전 연구들 보다 예비경로를 생성하는 횟수를 줄임으로써 보다 효율적인 실시간 스트리밍 서비스에서 시스템 관리 부하를 감소할 수 있을 것으로 판단된다. 향후 연구를 통해 기존의 연구들과 비교하여 본 연구의 제안 기법에 대한 효율성을 입증할 계획이다.

### 참고 문헌

- [01] Research Nester, "Video Streaming Market Size & Share: Global Supply & Demand Analysis, Growth Forecasts, Statistics Report 2023-2033", 2023, (<https://www.researchnester.com/reports/video-streaming-infrastructure-market/2784>)
- [02] B. Ahlgren, C. Dannowitz, C. Imbrenda, D. Kutscher, and B. Ohlman, "A Survey of Information-Centric Networking," IEEE Communications Magazine, 50, pp. 26-36, 2012.
- [03] E. Lee and T. Kwon, "Supporting Intermediate-node Mobility in CCN Real-time Service," J. Korea Multimedia Society, vol. 20, no. 9, Sep. 2017.
- [04] K. Sung and T. Kwon, "Supporting Intermediate-node Mobility in CCN Real-time Service according to Mobility Detection," J. Korea Multimedia Society, vol. 22, no. 12, Dec. 2019.
- [05] S. Keum and T. Kwon, "A Study on the Support of Intermediate Node Mobility by Double Paths in CCN Real-Time Services," J. the Korea Institute of Electronic Communication Sciences vol. 16, no. 5, Oct. 2021.
- [06] S. Go and T. Kwon, "Intermediate node mobility management technique by real-time monitoring in CCN environment." J. The Korea Institute of Electronic Communication Sciences vol. 17, no. 5. 2022.
- [07] Y. Kim and T. Kwon, "Efficient Mobility Management Technique by Predicting Departure of Intermediate Node in Real-time CCN Environment."