

정보 중심 지연 허용 네트워크에서 개선된 캐싱 기법의 성능 분석

강민욱, 정윤원(*)

승실대학교

goodlookmw@gmail.com, (*)ywchung@ssu.ac.kr(교신저자)

Performance Analysis of an Improved Caching Scheme in Information-Centric Delay Tolerant Networks

Kang, Min Wook, Chung, Yun Won(*)

Soongsil University

요약

노드 간 연결성이 보장되지 않은 환경에서 정보 중심 네트워크는 지연 허용 네트워크의 메시지 저장, 운반 및 전달 방식을 이용하여 제공될 수 있다. 본 논문에서는 정보 중심 지연 허용 네트워크에서 효과적으로 캐싱 기법을 소개하고 성능을 정량적으로 분석한다. 성능 분석 결과 제안 기법은 기존 기법에 비해 우수한 전달률을 가지는 것을 확인하였다.

1. 서론

최근 재난 상황과 같이 노드 간 연결성이 보장되지 않은 환경에서 데이터의 이름에 기반하여 라우팅을 수행하는 정보 중심 네트워크 기술을 제공하는 정보 중심 지연 허용 네트워크 (Information-Centric Delay Tolerant Networks)에 대한 관심이 증가하고 있다 [1],[2]. DID (Delay-tolerant ICN for Disaster management) 연구에서는 재난 환경으로 인해 분할된 네트워크 환경에서 이동성이 뛰어난 데이터 물(data mule)을 이용하여 단절된 경로에 인터리스트(Interest) 및 데이터를 전달하고 데이터의 크기 및 목적지 노드와의 접촉률을 통해 노드 간 데이터를 전달하는 기법을 제안하였다[3]. DI-CAI (Decentralised Interest Counter Aggregation for ICN) 연구에서는 데이터 요청 우선순위를 추정하기 위해 동일한 요청 노드에 의한 인터리스트를 가지고 있는 데이터 물과 접촉 시 인터리스트에 기록된 우선순위를 증가시키고 데이터 물 간 접촉 시 동일한 인터리스트에 대해 높은 우선순위로 갱신하는 기법을 제안하였다[4]. 본 연구의 예비 연구에서는 노드 간 연결이 단절된 네트워크에서 동일한 데이터를 요청하는 노드 수가 복수개인 환경을 가정하고 노드의 저장, 운반 및 전달 방식을 이용하여 인터리스트 및 데이터를 전달하고 메시지 간 요청 노드 정보를 통합 갱신하는 기법을 제안하였다 [5]. 또한 데이터를 요청하는 복수개의 노드에 대한 전달 예측률을 이용하여 데이터의 TTL(Time-To-Live)을 결정하고 전달 예측률의 변화에 따라 TTL을 갱신하는 캐싱 기법을 제안하였다. 본 논문에서는 [5]의 연구에서 제안된 TTL 결정 및 갱신을 통한 개선된 데이터 캐싱 기법을 소개하고 이의 성능을 시뮬레이션을 통해 정량적으로 분석하였다.

II. 개선된 캐싱 기법

본 연구의 예비 연구인 [5]의 연구에서 노드는 인터리스트 및 데이터에 요청 노드 정보를 기록하고 동일 데이터를 요청하는 복수개의 요청 노드 정보를 통합 갱신한다. 데이터를 가지고 있는 노드들과의 전달 예측률을 이용하여 인터리스트의 전달을 결정하고 요청 노드들과의 전달 예측률을

이용하여 데이터의 전달을 결정한다. 데이터를 가지고 있는 노드들과의 전달 예측률은 식 (1)과 같이 계산된다. 요청 노드와의 전달 예측률은 지연 허용 네트워크의 PROPHET (Probabilistic Routing Protocol using History of Encounters and Transitivity)[6]의 전달 예측률과 동일하게 계산되며 동일한 데이터에 대한 복수개의 요청 노드들과의 전달 예측률은 식 (2)와 같이 계산된다. 식 (1)에서 N_{d_i} 는 데이터 d_i 를 가지고 있는 노드 집합을 의미하고 식 (1)과 식(2)에서 δ 와 $P_{encounter}$ 는 0에서 1 사이의 값으로 각각 전달 예측률의 상한 및 증가율을 결정한다.

$$P(A, N_{d_i}) = P(A, N_{d_i})_{old} + (1 - \delta - P(A, N_{d_i})_{old}) \times P_{encounter} \quad (1)$$

$$P(A, R) = P(A, R)_{old} + (1 - \delta - P(A, R)_{old}) \times P_{encounter} \quad (2)$$

또한 데이터의 캐싱을 위해 초기 TTL 결정을 식 (3)과 같이 계산하고 요청 노드와의 전달 예측률 변화에 따른 TTL 결정을 식 (4)과 같이 계산한다. 식 (3), 식(4)에서 TTL_{max} 및 TTL_{min} 은 각각 TTL 최대값 및 최소값 상수를 의미하고 $P(A, R)$ 은 요청 노드 집합 R 과의 전달 예측률을 의미한다.

$$TTL_{init} = (TTL_{max} - TTL_{min}) \times P(A, R) + TTL_{min} \quad (3)$$

$$TTL_{new} = TTL_{current} + (TTL_{max} - TTL_{min}) \times (P(A, R)_{new} - P(A, R)_{old}) \quad (4)$$

III. 성능 분석

본 논문에서는 정보 중심 지연 허용 네트워크에서 데이터의 캐싱을 위한 TTL을 정적으로 정의하는 기존의 캐싱 기법과 요청 노드 정보에 기반하여 데이터 캐싱을 위한 TTL을 동적으로 갱신하는 제안 기법[5]의 전달률을 비교하였다. 전달률은 데이터를 요청한 횟수 대비 요청 노드로 전달된 데이터 수로 정의된다. 성능 분석을 위해 헬싱키 대학에서 개발한 ONE

(Opportunistic Network Environment) 시뮬레이터[7]를 사용했으며 상세한 시뮬레이션 환경은 표 1과 같다.

표 1 시뮬레이션 환경

Parameter	Value
Area size(m ²)	4,500 × 3,400
Simulation time(s)	43,200
Transmission range(m)	10
Movement model	Shortest path map based movement
Number of nodes	400
Velocity of nodes(m/s)	U[0.0, 0.5], U[0.5, 1.0], U[0.0, 1.0]
Message size(Mbytes)	Data: U[0.0, 1.0], Interest: 0.001
Number of Messages	Data: 100, Interest 1000
TTL(min)	TTL _{max} : 450, TTL _{min} : 150, TTL _{fixed} : 300

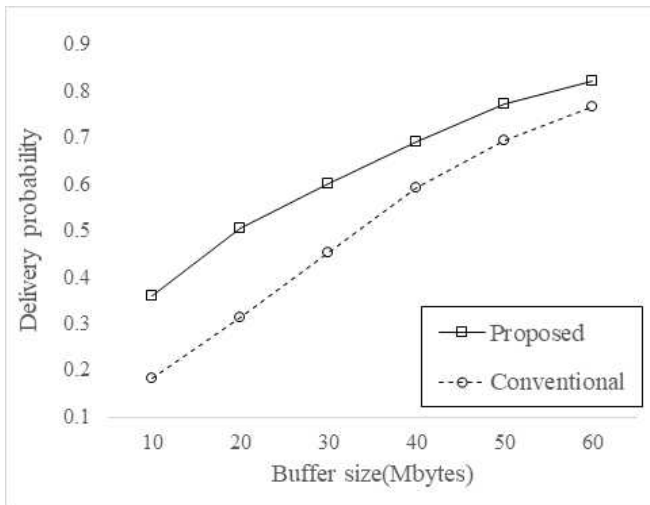


그림 1 전달률 (Delivery probability)

그림 1은 노드의 버퍼 크기를 10M부터 60M까지 증가시키며 제안 기법 및 기존 기법의 데이터 전달률을 비교한 그래프로 두 기법 모두 버퍼의 크기가 증가함에 따라 오버플로우(overflow)로 인하여 버퍼에서 제거되는 데이터가 감소하여 전달률이 증가하는 것을 알 수 있다. 또한, 제안 기법은 고정된 TTL을 갖는 기존 기법과 다르게 요청 노드 정보에 기반한 데이터의 TTL 갱신을 통해 제한된 노드의 버퍼를 효과적으로 사용함으로써 기존 기법에 비해 높은 전달률을 보이는 것을 알 수 있다.

IV. 결론 및 추후 연구

본 논문에서는 정보 중심 지연 허용 네트워크에서 효과적으로 캐싱 기법을 소개하고 성능을 정량적으로 분석하였다. 성능 분석 결과 제안 기법은 고정된 TTL을 갖는 기존 기법과 다르게 요청 노드 정보에 기반한 데이터의 TTL 갱신을 통해 제한된 노드의 버퍼를 효과적으로 사용함으로써 기존 기법에 비해 높은 전달률을 보이는 것을 알 수 있었다. 추후 데이터 물 추가적으로 고려하고 이러한 환경에서 효과적인 캐싱 기법에 대해 연구하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENT

"본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학ICT연구센터지원사업의 연구결과로 수행되었음" (IITP-2019-2017-0-01633). 이 논문은 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2017-0-00613, MEC 환경에서의 콘텐츠 기반 지연 감내 네트워킹 기술 개발).

참고 문헌

- [1] C. Fang, H. Yao, Z. Wang, W. Wu, X. Jin and F. R. Yu, "A Survey of Mobile Information-Centric Networking: Research Issues and Challenges," IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 20, no. 3, pp. 2353-2371, Feb 2018.
- [2] J. Seedorf, A. Tagami, M. Arumathurai, Y. Koizumi, N. Blefari Melazzi, T. Asami, K.K. Ramakrishnan, T. Yagyu and I. Psaras, "The Benefit of Information Centric Networking for Enabling Communications in Disaster Scenarios," Proceedings of IEEE GLOBECOM, USA, Feb 2015.
- [3] E. Monticelli, B. M. Schubert, M. Arumathurai, X. Fu and K. K. Ramakrishnan "An Information Centric Approach for Communications in Disaster Situations," Proceedings of IEEE Local & Metropolitan Area Networks, USA, May 2014.
- [4] J. Seedorf, D. Kutscher and B. S. Gill, "Decentralised Interest Counter Aggregation for ICN in Disaster Scenarios," Proceedings of IEEE GLOBECOM, USA, Dec 2016.
- [5] Y. W. Chung, M. W. Kang, and Y. Kim, "Extension of Probabilistic Routing Protocol using History of Encounters and Transitivity for Information Centric Network, draft-chung-dtn-extension-prophet-icn-03), IETF, Oct 2018.
- [6] A. Lindgren, A. Doria, E. Davies and S. Grasic, "Probabilistic Routing Protocol for Intermittently Connected Networks," Internet Research Task Force RFC 6693, Aug 2012.
- [7] The Opportunistic Network Environment simulator, <https://www.netlab.tkk.fi/tutkimus/dtn/theone/>