

DTN에서 효율적인 메시지 전달을 위한 확률적 중계 노드 선택 기법

도윤형* · 신동렬* · 김면식* · 오영준* · 이강환**

*한국기술교육대학교

Stochastic Method of Relay Node Selection for Efficient Message Forward in DTN

Yoon-hyung Dho* · Dong-Ryoul Shin* · Myeon-sik Kim* · Young-jun Oh* · Kang-whan Lee**

*Korea University of Technology and Education

E-mail : zephyrus@kut.ac.kr

요 약

본 논문에서는 DTN(Delay Tolerant Network) 환경에서 효율적인 메시지 전달을 위해 확률적으로 중계 노드를 선택하는 기법을 제안한다. DTN은 중단 간 연결이 불확실한 네트워크에서의 통신을 Store-Carry-Forward 방식을 사용하여 메시지를 목적 노드에 전달한다. 또한 중단 간 연결이 불확실한 상황에서도 중계 노드를 통해 메시지를 목적 노드에 전달하여 높은 전송률을 보장한다. 하지만 에피데믹(Epidemic) 라우팅이나 Spray and Wait 라우팅과 같은 기존 다중 복사 라우팅 알고리즘은 접촉한 모든 노드에게 메시지를 복사하여 메시지 복사로 인한 오버헤드가 높아진다. 반면에 PROPHET 라우팅과 같은 단일 복사 알고리즘은 적은 오버헤드를 발생시키지만 중계 노드 수 감소로 인한 메시지 전송률 감소 현상이 나타난다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 기존 DTN 라우팅의 문제점을 보완하기 위해 확률적으로 노드 분포를 분석하여 현재 네트워크에 효율적인 메시지 복사 방식을 선택하여 작동한다. 본 논문에서는 제안하는 알고리즘이 기존 DTN 라우팅 알고리즘과 오버헤드와 전송률을 비교하여 더 효율적임을 증명한다.

I. 서 론

Delay Tolerant Network(DTN)란 중단간의 연결이 불안정한 네트워크에서의 통신이 가능하도록 디자인된 네트워크 구조이다[1]. 기존의 무선 네트워크(WLAN, Wireless LAN)은 이질적으로 연결된 망들을 이용하여 미리 라우팅 경로를 설정하고 이를 이용하여 메시지를 전송하기 때문에 토폴로지의 변화가 빈번한 네트워크 환경에서는 적용하기 어렵다. DTN은 기존 TCP/IP 프로토콜이 가지는 통신 단절 문제를 해결하기 위해 저장 및 전달(Store-Carry-Foward)기반의 메시지 전달 방식을 사용한다. 저장 및 전달 기반의 통신 방식은 목적지까지 직접적인 라우팅 경로가 없는 상황에서도 중계 노드를 통해 메시지를 보존하여 불안정한 네트워크 환경에서도 신뢰성 높은 통신이 가능하다. 기존 Epidemic 라우팅 알고리즘과 같은 플러딩(flooding) 기반 DTN 라우팅 알고리즘은 소스 노드와 이웃하는 모든 노드를 중계 노드로 선택하여 메시지를 복사하기 때문에 시간이 지날수록 버퍼의 부족으로 오버헤드가 증가하여 메시지 전송률이 감소한다[2]. 플러딩 기반 알고리즘

의 단점을 보완하기 위해 제안된 PROPHET 라우팅과 같은 싱글 카피 방식의 라우팅은 기법은 노드의 히스토리 정보를 이용하여 효율적인 중계 노드를 설정하여 메시지를 복사한다[3]. 하지만 네트워크의 노드 밀도가 낮아 노드 간 접촉 기회가 적을 경우 정보의 신뢰성이 떨어져 효율적인 중계 노드 선택이 어렵다. 본 논문은 기존 DTN 라우팅 프로토콜의 단점을 보완하기 위해 노드 히스토리 정보를 분석하여 네트워크의 노드 분포를 예측하고 현재 네트워크에 적합한 메시지 복사 방식을 결정한다.

II. 본 론

본 논문에서 제시하는 기법은 플러딩 기반 메시지 전달 방식으로 동작 후 노드 간 접촉을 통해 수집한 히스토리 정보가 신뢰성을 만족하면 단일 복사 방식으로 전환하여 메시지를 복사한다. 제안하는 기법에서 노드 히스토리 정보의 신뢰성은 정규 분포 함수를 적용하여 계산된 거리로 판

단한다. DTN은 전체적인 네트워크 시야가 부족하기 때문에 접촉 노드의 거리 오차를 판단하기 위해서 이웃 노드와 히스토리를 공유하여 유동 밀도를 계산하고 정규 분포 함수에 적용한다. 거리 오차가 적을수록 노드 히스토리의 신뢰성이 상승하게 되어 더 효율적인 중계 노드를 선택할 수 있다. 유동 밀도를 결정하기 위해 노드 i 는 자신의 이동 거리와 통신 범위를 이용하여 식 (1)을 통해 면적을 계산한다.

$$dist_i = v_i \cdot t \tag{1}$$

$$= \int v_i(t) dt$$

$$Area_i = \pi Rt_i^2 + 2Rt_i \cdot dist_i$$

$$= \pi Rt_i^2 + 2Rt_i \cdot \int v_i(t) dt$$

식(1)에서 $dist_i$ 는 노드 i 가 시간 t 동안 움직인 거리를 뜻하며 $Area_i$ 는 시간 t 동안 노드 i 가 통신한 범위를 의미한다. 이때 Rt_i 는 노드 i 의 통신 범위를 뜻한다. 노드가 계산한 Area와 노드 히스토리 정보의 이웃 노드 수를 사용하여 식 (2)를 통해 유동 밀도 λ_i 를 구한다.

$$\lambda_i = \frac{n_i}{Area_i} \tag{2}$$

$$= \frac{n_i}{\pi Rt_i + 2Rt_i \cdot dist_i}$$

식 (2)에서 n_i 는 노드 i 의 총 이웃 노드 수를 의미한다. 식 (2)를 통해 계산된 유동 밀도 λ_i 를 통해 현재 네트워크 상황에서 노드 분포를 유추하여 현재 밀도에서 노드들의 평균 거리를 식 (3)을 통해 계산한다.

$$dist_{avg} = \alpha \frac{1}{\lambda_i} \tag{3}$$

이때 α 는 차원에 따른 보정 상수이다. 이후 계산된 거리 오차에 따라 소스 노드는 다중 복사 방식과 단일 복사 방식을 결정하여 중계 노드에 게 메시지를 복사한다.

III. 모의실험 및 평가

표 1. 실험 환경

네트워크의 크기	900x600(m)
모의실험 시간	12(h)
메시지 수명	2(h)
노드 통신반경	5m
노드 수	100, 200
노드 이동 속도	5m/s
노드의 이동 모델	Random way point

본 장에서는 기존의 DTN 라우팅 프로토콜인 [2]와 제안한 알고리즘의 오버헤드를 비교한다.

실험 환경은 표 1과 같다. 제안하는 실험 환경은 노드의 밀도가 높으며 이동성이 심하고 불규칙적으로 움직이는 도시 환경 인구를 가정하였다.

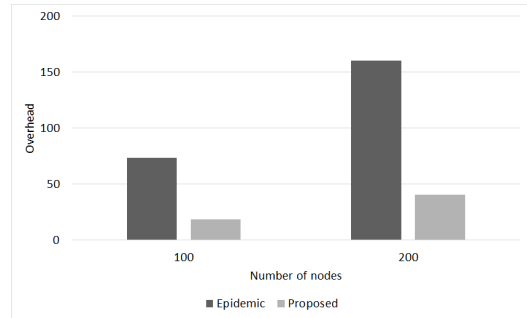


그림 1. 노드 수 증가에 따른 오버헤드 비교

그림 1은 노드 수 증가에 따른 평균 오버헤드를 비교한 그림이다. 제안하는 알고리즘이 기존 알고리즘에 비해 적은 오버헤드만을 발생시키며 작동하는 것을 확인 할 수 있다.

IV. 결 론

DTN은 불안정한 네트워크 환경에서 신뢰성 있는 통신이 가능해 주목되고 있다. 하지만 기존 DTN 라우팅은 메시지의 전송률에만 초점을 두어 실제 네트워크에 적용하기는 어렵다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 노드의 분포를 통해 노드 간 평균 거리를 예측하고 그 오차를 통해 단일 복사와 다중 복사 방식을 적응적으로 결정하여 기존 알고리즘의 단점을 보완하고자 하였다. 제안하는 알고리즘은 노드의 히스토리 정보를 분석하여 적응적으로 메시지 복사 방식을 결정한다. 추후 연구를 통해 메시지 복사방식을 선택하기 위한 최적의 오차율을 결정한다면 더 효율적인 DTN 라우팅의 구성이 가능할 것이다.

참고문헌

- [1] Delay Tolerant Networking research group <http://www.dtnrg.org>
- [2] A. Vahdat and D. Becker, "Epidemic Routing for Partially-connected Ad hoc Network", Technical Report CS-2000-06, Duke University, 2000.
- [3] Lindgren A, "Probabilistic Routing in Intermittently Connected Networks", ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review, Vol. 7, no. 3, pp. 19-20. 2003