
DTN에서 오버헤드 감소를 위한 동적 밀도 기반 메시지 확산 억제 기법

도윤형* · 오영준** · 이강환**

*한국기술교육대학교

Dynamic Density-based Inhibited Message Diffusion For Reducing Overhead In Delay Tolerant Network

Yoon-hyung Dho* · Young-jun Oh** · Kang-whan Lee**

*Korea University of Technology and Education

E-mail : zephyrus@kut.ac.kr

요 약

본 논문은 Delay Tolerant Network(DTN)에서 유동 밀도를 사용해 메시지 확산을 억제하는 DDIM(Dynamic Density-based Inhibited Message diffusion) 알고리즘을 제안한다. 기존 Epidemic 라우팅 알고리즘이나 Spray and Wait 라우팅 알고리즘과 같은 DTN 라우팅 알고리즘은 메시지의 전송률을 높이기 위해 소스 노드와 이웃하는 모든 노드들에게 메시지를 복사한다. 하지만 노드 밀도가 높은 네트워크에서 기존 DTN 라우팅 알고리즘을 사용할 경우 불필요한 메시지 복사로 많은 오버헤드가 발생한다. 제안하는 DDIM 알고리즘은 효율적인 메시지 복사 수를 결정하기 위해 노드 전송 범위와 이웃 노드 수를 활용하여 동적 노드 밀도를 계산한다. 또한 불필요한 메시지 확산을 억제하여 전송률 손실과 지연 시간의 증가 없이 오버헤드를 감소시킨다. 주어진 모의실험을 통해 제안하는 DDIM 알고리즘과 기존 DTN 라우팅 알고리즘의 전송률, 지연시간, 오버헤드를 비교하고 제안하는 알고리즘이 더 효율적임을 검증한다.

ABSTRACT

In this paper, we proposed an algorithm of the unnecessary copied message inhibition using dynamic density what is called DDIM(Dynamic Density-based Inhibited Message diffusion) in DTNs(Delay Tolerant Networks). Existing DTN routing algorithms as Epidemic and Spray and Wait have some problems that occur large overhead in dense network due to the thoughtless message diffusion. Our proposed method, the DDIM, determines adjusted number of copied message through dynamic node density that is calculated using node's radio coverage and neighbor nodes in period time to solve message diffusion problem. It decrease overhead without losing message delivery ratio and increased latency through reducing message diffusion. In this paper, we compare delivery ratio, average latency and overhead of proposed algorithm, DDIM, and existing DTN routing algorithm and prove enhanced performance through simulation results.

키워드

ad-hoc network, intermittent connectivity, delay tolerant network, density-based

1. 서 론

Delay Tolerant Network(DTN)이란 중단간의

연결이 불안정한 네트워크에서의 통신이 가능하도록 디자인된 네트워크 구조이다[1]. 기존의 무

선 네트워크(WLAN, Wireless LAN)은 이질적으로 연결된 망들을 이용하여 미리 라우팅 경로를 설정하고 이를 이용하여 메시지를 전송한다. 하지만 네트워크 기기들의 발전에 따라 단말의 이동성은 크게 증가하였고 토폴로지의 변화에 따른 통신의 단절이 빈번하게 발생하게 되었다. 이러한 네트워크 환경에서는 기존의 TCP/IP 방식의 프로토콜을 적용하기 어렵기 때문에 새로운 방식의 라우팅 프로토콜의 필요성이 부각되었다. 또한 기존의 TCP/IP 기반 프로토콜은 네트워크 기반 시설을 상실한 환경에서는 정상적인 통신이 불가능해 이동성과 단말의 자율성이 중요시 되는 전쟁터, 재난재해 지역, 우주나 심해 환경에서의 통신을 위한 연구가 진행되었다. DTN은 기존 네트워크 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 통신 단절이 심한 네트워크 환경에서도 정보 손실 없는 통신을 가능하게 한다.

통신 단절이 심한 환경에서 적용되는 DTN의 특성상 네트워크의 전체적인 시야가 부족하기 때문에 라우팅 경로를 미리 선정 할 수 없어 선택된 중계 노드가 네트워크의 성능에 큰 영향을 주게 된다. 기존 Epidemic 라우팅 알고리즘[2]은 소스 노드와 이웃하는 모든 노드를 중계 노드로 선택하여 중계 노드 선택으로 인한 네트워크 성능 문제를 해결하려 했지만 노드의 제한된 버퍼로 인해 시간이 지날수록 버퍼의 부족으로 오버헤드가 증가하여 메시지 전송률이 감소하게 된다. Spray and Wait 라우팅 알고리즘[3]은 사용자가 메시지의 복사 수를 결정하여 오버헤드를 감소시키지만 네트워크의 환경에 대한 고려 없이 사용자의 판단으로 메시지 복사수가 결정되어 비효율적이다.

본 논문은 네트워크 환경에 적응적으로 중계 노드를 선택하여 메시지 복사 수를 억제해 기존 DTN 라우팅 알고리즘에서 발생하는 오버헤드 문제를 보완하는 DDIM(Dynamic density-based Inhabited Message diffusion) 알고리즘을 제안한다.

II. 본 론

본 논문에서 제시하는 기법은 기본적으로 [2], [3]과 같은 플러딩(flooding) 기반 메시지 전달 방식을 채택하고 있다. 기본 플러딩 기반 라우팅 방식은 노드의 이동성을 고려하지 않고 중계 노드를 선택하여 불필요한 메시지 복사가 발생한다. 불필요한 메시지 복사는 오버헤드를 증가하여 네트워크의 성능을 하락시킨다. 제안하는 DDIM 알고리즘은 노드의 히스토리의 위치정보와 이웃노드의 수를 이용하여 현재 네트워크의 노드 밀도

를 예측하고 밀도에 따른 노드 분포를 확률적으로 계산한다. DTN에서 노드들은 전체적인 네트워크 시야가 부족하기 때문에 각 이웃 노드와 접촉했을 때 공유하는 정보를 통해 유동 밀도를 계산하고 계산된 유동 밀도를 푸아송 분포 함수에 사용함으로써 목적지까지의 중계 노드 선택 확률을 결정한다.

유동 밀도를 결정하기 위해 노드 i 는 자신의 이동 거리와 통신 범위를 이용하여 식 (1)을 통해 면적을 계산한다.

$$dist_i = v_i \cdot t \quad (1)$$

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

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

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

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.

$$\lambda_i = \frac{n_i}{Area_i} \quad (2)$$

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

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 이웃 노드가 중계노드로 선택될 확률 $p_i(Rn)$ 을 푸아송 분포 함수를 이용한 식 (3)을 사용해 결정한다.

$$p_i(Rn) = \frac{(\lambda Area_i)^{Rn} \cdot e^{-\lambda \cdot area}}{Rn!} \quad (3)$$

식 (3)에서 Rn 은 중계 노드 수이다. 식 (3)은 현재 유동 밀도와 이웃했던 중계 노드 수를 이용해 이후 중계 노드의 선택 확률을 계산하게 됨으로써 네트워크 환경에 적응적으로 중계 노드 수를 결정하게 된다.

III. 모의실험 및 평가

본 장에서는 기존의 DTN 라우팅 프로토콜인

[2]와 제안한 알고리즘 DDIM의 오버헤드와 홉수를 비교한다. 실험 방식은 전송이 불가능한 거리에 떨어져있는 두 개의 베이스 스테이션에서 기존 알고리즘 [2]와 제안한 알고리즘을 사용하여 통신을 시도한다. 실험 환경은 표 1과 같다.

표 1. 실험 환경

네트워크의 크기	900x600(m)
모의실험 시간	12(h)
메시지 수명	2(h)
노드 통신반경	5m
노드 수	150, 250
노드 이동 속도	5m/s
노드의 이동 모델	Random way point

제안하는 실험 환경은 노드의 밀도가 높으며 이동성이 심하고 불규칙적으로 움직이는 도시 환경 인구를 가정하였다.

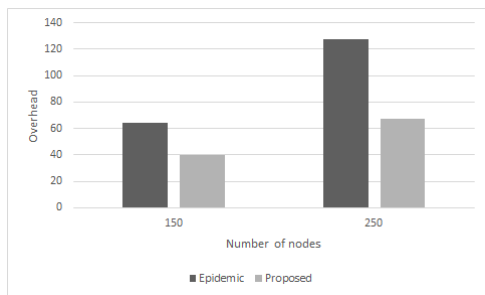


그림 1. 노드 수 증가에 따른 오버헤드 비교

그림 1은 노드 수 증가에 따른 평균 오버헤드를 비교한 그림이다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘이 기존 알고리즘[2]와 비교하여 오버헤드와 오버헤드 증가율이 50% 감소했다. 제안하는 알고리즘이 노드가 밀집된 환경에서 네트워크의 자원을 적게 차지하며 작동하는 것을 확인할 수 있다.

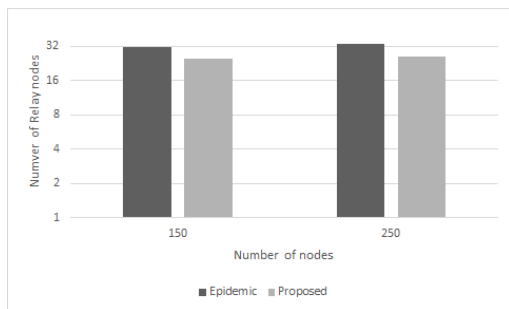


그림 2. 노드 수 증가에 따른 중계 노드 수

그림 2는 노드 수 증가에 따른 평균 중계 노드 수이다. 그림 2에서와 같이 실제로 사용된 중계 노드의 수는 [2]와 제안한 알고리즘이 거의 유사

하다. 이는 밀집된 네트워크 환경에서 목적지까지 연결 되는 중계 노드의 수는 일정하다는 것을 나타내는 것으로 계산된 중계 노드 수 이상의 중계 노드 이상을 선택하여 메시지를 복사하는 것은 비효율적이라는 것을 보여준다.

IV. 결 론

불안정한 네트워크 연결 문제를 해결하기 위해 제안된 DTN의 기존 알고리즘들은 우주 공간이나 심해와 같이 노드의 밀도가 작은 환경에서는 적용이 가능하지만 기존의 네트워크 시설의 상실로 인해 많은 노드들이 통신이 불가능해지는 재해 상황이나 군사 활동에서는 통신 장애를 해결할 수 있는 유용성에도 불구하고 네트워크 자원 사용의 문제로 인해 적용하기가 어려웠다. 본 논문에서 제안하는 DDIM 알고리즘은 네트워크 환경을 분석하여 효율적인 중계 노드 수를 결정하여 네트워크 오버헤드를 감소시키는 방안을 제안하였다. 제안하는 알고리즘은 노드의 히스토리 정보와 이웃 노드 수를 이용하여 이동성과 노드 밀도가 높은 네트워크 상황에 적용하여 통신하는 것을 목적으로 하였다. 추후 노드의 에너지와 노드의 종류에 따른 이동속도와 종류를 분류하여 중계 노드 선택을 고려하면 더 안정적인 DTN의 구성이 가능할 것이다.

<감사의 글>

본 연구는 교육부의 창의지역인력양성사업(2014FH1CIA1066391) 및 한국기술교육대학교 교육연구진흥비의 연구결과로 수행되었음.

참고문헌

- [1] Delay Tolerant Networking research group <http://www.dtnrg.org>
- [2] A. Vahdat and D. Becker, "Epidemic Routing for Partially-connected Ad hoc Networks", *Technical Report CS-2000-06*, Duke University, 2000.
- [3] T. Spyropoulos, K. Psounis, and C. S. Raghavendra, "Spray and Wait : An Efficient Routing Scheme for Intermittently Connected Mobile Networks", *ACM Workshop on Delay Tolerant Networking*, pp. 252-259, 2005.