

---

# DTN에서 속성 정보 변화에 따른 노드의 이동 예측 기법

전일규\* · 이강환\*\*

\*한국기술교육대학교

A Prediction Method using property information change in DTN

Il-Kyu Jeon\* · Kang-Whan Lee\*\*

\*Korea University of Technology and Education

E-mail : stjuna@koreatech.ac.kr

## 요 약

본 논문에서는 Delay Tolerant Networks(DTNs)에서 노드의 속성 정보를 Markov Chain으로 분석하여 노드의 이동 경로를 예측하는 알고리즘을 제안한다. 기존 DTN에서 예측기반 라우팅 기법은 노드가 미리 정해진 스케줄에 따라 이동하거나 노드 간 접촉정보와 같은 추가 정보가 필요하다. 이러한 네트워크에서는 추가적인 정보가 없는 경우 노드의 신뢰성이 낮아진다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 노드의 속성 정보 중 노드의 속도와 방향성을 상태로 맵핑한 후, Markov chain을 이용하여 확률전이 매트릭스를 생성하여 노드의 이동 경로를 예측하는 알고리즘이다. 주어진 모의실험 환경에서 노드의 이동 경로 예측을 통해 중계 노드를 선정하여 라우팅 함으로써 메시지 전송률이 증가하고 전송 지연 시간이 감소함을 보여주고 있다.

## ABSTRACT

In this paper, we proposed an algorithm based on movement prediction using Markov chain in delay tolerant networks(DTNs). The existing prediction algorithms require additional information such as a node's schedule and connectivity between nodes. However, network reliability is lowered when additional information is unknown. To solve this problem, we proposed an algorithm for predicting a movement path of the node by using Markov chain. The proposed algorithm maps speed and direction for a node into state, and predict movement path of the node using transition probability matrix generated by Markov chain. As the result, proposed algorithm show that the proposed algorithms has competitive delivery ratio but with less average latency.

## 키워드

Delay Tolerant Network, Prediction, Context-awareness, Markov chain

## 1. 서 론

Delay Tolerant Network(DTN)은 네트워크 기반 시설이 없는 환경에서 통신이 가능하도록 디자인된 네트워크 구조로, 중단간의 연결성이 불안정하므로 기존 방식의 프로토콜을 적용하기 어렵다. 이를 해결하기 위해 DTN에서는 Store-Carry-Forward(SCF) 기반의 메시지 전달 방식을 사용하여 중계 노드를 통해 메시지를 보존하여 통신을 가능하게 한다.

DTN에서는 효율적인 중계 노드 선정을 위한 예측 기반의 라우팅 기법들이 제안되었다[1-2]. 예측 기반 라우팅 기법은 목적 노드와 접촉 확률이 높은 노드를 중계노드로 선정함으로써 실제 환경에서도 높은 전송률과 낮은 오버헤드 및 전송 지연 시간을 가진다. 하지만 예측 기반 라우팅 기법들은 노드간의 접촉 정보나 노드의 스케줄을 이용하여 중계노드를 선정하므로 노드의 스케줄을 알 수 없거나 기존의 접촉 정보가 없을 경우 예측의 신뢰성이 낮아진다.

따라서 본 논문에서는 노드 간 연결 상태를 알 수 없는 상황에서 노드의 속성 정보 변화를 마르코프 모델을 이용하여 분석 및 경로를 예측하여 중계 노드를 선정하는 알고리즘을 제안한다.

## II. 본 론

본 논문에서는 네트워크 환경이나 노드 간 정보를 알 수 없는 환경에서 노드의 속성 정보를 Markov Chain을 이용하여 이동 경로를 예측하는 알고리즘을 제안한다.

노드는 매 시간마다 노드의 이동 속성 정보를 상태로 맵핑하여 매 시간마다 저장한다. 상태는 속성 정보의 최댓값에서 최솟값 사이에서 일정한 간격을 가지며, 노드의 이동 속성 정보와 가장 가까운 상태로 근사한다.

노드의 다음 상태를 예측하기 위해 Markov chain으로 구간 M에서 저장된 노드의 이동 속성 정보를 분석하여 전이 확률 매트릭스를 생성한다. 생성된 매트릭스를 이용하여 현재 노드의 상태에 대한 다음 상태를 예측하고, 이를 종합하여 노드의 다음 위치를 예측한다. 예측된 위치에서 목적 노드와 통신이 가능하면 해당 노드는 중계 노드로 선정되고, 통신이 불가능하면 다시 예측된 노드의 위치에서 다음 위치를 M번 예측한다. 그림 1은 제안하는 라우팅 기법의 흐름도이다.

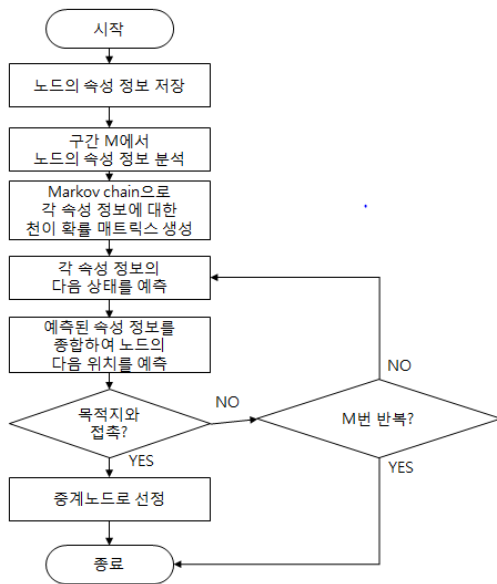


그림 1. 제안하는 라우팅 기법의 흐름도

## III. 실험 및 분석

제안한 알고리즘의 효율성을 증명하기 위해 기존 DTN 예측 알고리즘인 Prophet 알고리즘과 제안하는 알고리즘을 실험을 통해 네트워크 전송 지연 시간을 비교하였다.

실험을 위해 목적 노드는 고정 노드로 네트워크 중앙에 있다는 가정을 하였고, 전체 네트워크의 노드의 수는 50개로 설정하였다.

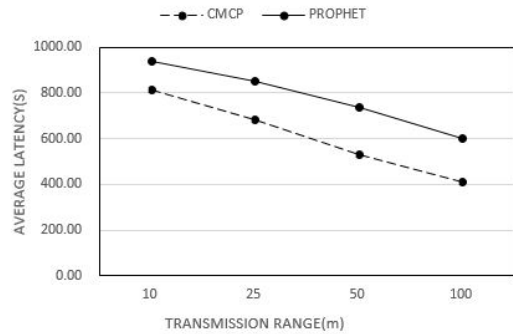


그림 2. 통신 반경에 따른 지연 시간

그림 2에서 통신 반경이 커질수록 더 효율적인 중계 노드를 선정하므로 전송 지연 시간은 감소한다. 또한, 제안하는 라우팅 기법이 PROPHET 라우팅 기법에 비해 더 효율이 좋다는 것을 확인할 수 있다.

## IV. 결론

본 논문에서는 노드의 이동 속성 정보 변화를 마르코프 체인을 이용하여 노드의 이동 경로를 예측하여 중계 노드를 선정하는 기법을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 알고리즘은 노드의 속성 정보 중 노드의 속도와 방향성을 상태로 맵핑하여 저장하고, Markov chain를 이용하여 각 속성 정보에 대한 전이확률 매트릭스를 생성하여 각 속성 정보를 예측하였다. 예측된 속성 정보들을 바탕으로 노드의 다음 위치를 예측하고, 이를 종합하여 노드의 이동 경로를 예측하여 중계 노드 선정 여부를 결정하였다. 모의실험에서 RWP모델을 사용하여 노드의 이동 스케줄을 가지지 못하도록 설정하여 실험함으로써 전송 지연시간에 있어 더 좋은 결과를 나타내었다. 향후 노드의 이동이 대중 교통시스템과 캠퍼스와 같이 스케줄이 있는 환경에서 기존 예측 알고리즘과 비교하는 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- [1] A.oria, and O.Scheln, "Probabilistic routing in intermittently connected networks", the Fourth ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing (MobiHoc 2003), 2003.
- [2] Quan Yuan, Ionut Cardei and Jie Wu, "An Efficient Prediction-Based Routing in Disruption-Tolerant Networks", Parallel and Distributed Systems, IEEE Transactions on Vol.23, Jan. 2012