

# DTN에서의 효율적인 예측기반 상황인식 매트릭스 라우팅

정래진 · 오영준 · 이강환\*

\*한국기술교육대학교

## An Efficient Prediction DTN Routing Based on Context-Awareness Matrix

Rae-jin Jeong · Young-jun Oh · Kang-whan Lee\*

\*Korea University of Technology and Education

E-mail : jrj8819@koreatech.ac.kr

### 요 약

동적 움직임을 가지는 노드에 대한 DTN(Delay/Disruption Tolerant Network)은 노드의 연결단절 및 불규칙적인 노드의 움직임에 의한 불안정한 상태를 해결하는 방법 중 하나이다. 특히 DTN은 재난상황 또는 움직임이 많은 노드간의 상관관계를 분석하여 노드 간 연결 확립을 보장함으로써 데이터 연결성과 전송률을 개선한다. 본 논문은 노드의 움직임에 대한 속성 정보를 기반으로 구성된 클러스터 구조의 네트워크에서 헤드노드 간의 연결 가능성을 분석하며 데이터를 목적지까지 포워딩하는 방식으로 망을 제어 유지하기 위한 방법으로 EPCM(Efficient Prediction-based Context-Awareness Matrix) 알고리즘을 제안하고자 한다. 이를 위해 적용한 상황 매트릭스는 시간에 따른 헤드노드들의 움직임과 속도 등의 상황 예측이 가능한 정보를 포함한 포워딩 분석 요소를 제공한다. EPCM 알고리즘은 노드가 주기적인 이동성을 가진다는 가정 하에 포워딩에 요구되는 상관관계를 연산 분석하여 예측 경로를 제공한다. 노드의 이동에 의해 경로가 변화하는 환경에서 EPCM 알고리즘은 상황 매트릭스를 통해 헤드노드의 연결 정보를 저장하고 관리함으로써 연결성을 보장하고 짧은 지연시간에 효율적인 전송이 가능할 것이다.

### 키워드

DTN(Delay/Disruption Tolerant Network), matrix, Prediction-Based, Context-awareness, Routing

### I. 서 론

DTN(Delay/Disruption Tolerant Network)은 소스노드와의 목적노드를 연결하는 경로가 없을 때 목적노드와 연결가능성이 있는 중계노드들에게 데이터를 전달하여 중계노드가 목적노드와 연결이 되면 데이터를 목적노드에게 전송하는 Store-and-Forward 동작방식이 특징인 네트워크이다. 특히 노드간의 연결가능성을 예측하는 Prediction-based 방식은 노드가 주기적인 이동성을 가지고 있다는 가정 아래 동작하므로 실생활에서 대중교통 분야에서의 활용이 제시되고 있다[1]. DTN이 활용되는 환경의 특성상 각 노드의 통신 반경 및 데이터 처리 능력, 이동 속도에 의한 짧은 연결 지속 시간 등으로 인하여 노드간의 연결은 매우 불안정하기 때문에 신뢰성 높은 연결을 보장하지 못하고 지연시간이 증가되는 문제점이 발생한다[2].

따라서 본 논문에서는 DTN 환경에서 효율적인 예측기반 상황인식 매트릭스 라우팅 기법인 EPCM 알고리즘을 제안한다. EPCM 알고리즘은 노드의 이동성과 속도를 고려한 상황 매트릭스를 활용하여 상황인식 연결 가능성을 산출함으

로써 보다 나은 안정성과 데이터 전송률을 보일 것으로 기대된다.

### II. 본 론

본 논문에서는 노드의 이동성과 속도를 고려하여 상황 매트릭스를 구성하며 목적노드까지 연결가능성이 가장 높은 경로를 산출하는 알고리즘을 제안한다. 기존 관련 연구에서 DTN 라우팅 알고리즘은 경로연결 가능성을 판단한 후 확률이 더 높은 이웃노드에게 포워딩하는 예측기반 알고리즘이 제시되었다.[3] 하지만 연결 상태만을 분석하여 얻은 예측성은 순간적이고 복잡한 움직임을 가지는 노드들이 통신하는 환경에서 연결 상태를 정확히 예측하는데 어려움이 있을 수 있으며 이는 불안정한 연결로 인해 전송 지연시간이 길어지는 문제점이 발생할 수 있다. 이러한 문제의 주 원인인 노드의 이동성과 속도를 분석하여 연결 가능성을 판단함으로써 연결 상태를 확립한다면 경로의 신뢰성을 확보하고 전송률을 향상시킬 수 있다.

EPCM 알고리즘은 모든 노드의 이동성, 속도 정보를 알고 있다고 가정하며 DDV-hop 알고리

준에 기반을 두어 이동성과 속도가 유사한 노드끼리 클러스터를 구성한다[4]. 클러스터 형성을 위해 모든 노드들의 방향성은 0과 1로 모델링되며, 속도의 크기를 결합하여 벡터 형태로 표현된다. 벡터에 따라 유사한 속성 정보를 가진 노드들은 클러스터를 구성하며 네트워크 영역의 위치상 중심에 가까운 노드들이 헤드노드로 선출된다.

클러스터가 완전히 형성되면 서로 다른 헤드노드간의 연관성을 판단하기위해 동향 가중치와 상관속도를 계산한다. 동향 가중치는 두 헤드노드의 벡터 값에서 방향 값이 같다면 1로 다르다면 0으로 표현된다.

동향 가중치와 더불어 헤드노드의 상호 연관성을 표현하는 상관속도  $V_{BA(t=k)}$ 는 두 헤드노드 속도의 차이에 대한 변화를 나타내며 다음 수식 1와 같이 나타낼 수 있다.

$$V_{BA(t=k)} = \begin{cases} (v_{B(t=k)} - v_{A(t=k)}) & (t < n) \\ \frac{1}{n} \left( \sum_{i=k-n}^{k-1} (v_{B(t=k)} - v_{A(t=k)}) \right) & (t \geq n) \end{cases} \quad (1)$$

n은 분석을 수행하기위한 데이터의 범위이며  $v_{B(t=k)}$ 는 k시간의 헤드노드B의 속도,  $v_{A(t=k)}$ 는 헤드노드A의 속도를 의미한다.

노드의 이동성과 속도를 분석한 동향가중치와 상관 속도에 대한 연산을 완료하면 두 인자를 이용하여 헤드노드 간의 상황인식 연결 가능성을 표현할 수 있다. 시간이 k일 때 헤드노드A와 헤드노드B의 상황인식 연결 가능성  $P_{BA(t=k)}$ 는 아래의 수식 2로 부터 얻을 수 있다.

$$P_{BA(t=k)} = \omega_{BA(t=k)} \times \left( 1 - 2^{-\frac{|v_{BA(t=k)}|}{\sum v}} \right) \quad (2)$$

$\omega_{BA(t=k)}$ 는 두 노드의 동향 가중치를 나타내며  $v_{BA(t=k)}$ 는 두 노드의 상관속도를 의미한다.  $\sum v$ 는 상황 매트릭스 안에 저장된 모든 상관속도의 합을 이른다. 상기 수식 2를 통해 도출한 헤드노드 간의 상황인식 연결 가능성은 그림 1와 같이 상황 매트릭스에 저장된다.

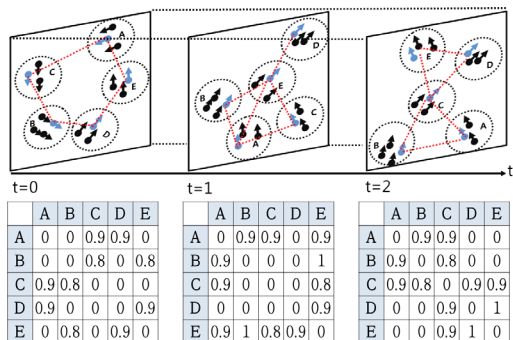


그림 1. 네트워크 상태 및 도출된 상황 인식 연결 가능성

노드의 이동성 정보와 도출된 상황인식 연결 가능성이 저장된 상황 매트릭스를 활용하여 연결 가능성이 가장 높은 헤드노드에게 데이터를 포워딩하면서 목적노드까지 데이터를 전달한다.

### III. 결 론

본 논문에서는 노드의 이동성과 속도를 활용하여 노드 간 연결을 예측하는 상황 매트릭스를 구성하며 상황인식 연결 가능성에 따라 데이터를 포워딩하는 EPCM 알고리즘을 제안하였다. 노드의 움직임이 다양한 DTN 환경에서 시간에 따른 노드의 이동성과 속도를 분석하여 노드의 연결성을 예측하는 방법이 연결되었던 정보를 바탕으로 하는 예측방식보다 높은 정확도를 보여 신뢰성 높은 연결을 제공할 것이라 기대된다. 하지만 각 노드에 대한 정보를 산출하는데 필요한 자원과 다양한 통신 환경을 고려하지 않았기 때문에 동작의 부하를 낮추고 여러 환경에 적용할 수 있도록 추가적인 연구가 필요하다.

### 참고문헌

[1] Christian Quandri, Dario Maggiorini, Sabrina Gaito and Gian Paolo Rossi, "On the Scalability of Delay-Tolerant Routing Protocols in Urban Environment", in Proc, Wireless Days, 2011, pp 1-6

[2] Mary R. Schurgot, Cristina Comaniciu and Katia Jaffres-Runser, "Beyond Traditional DTN Routing : Social Networks for Opportunistic Communication", Communications Magazine IEEE, July 2012, pp. 155 - 162

[3] Anders Lindgren, Avri Doria and Olov Schelen, "Probabilistic Routing in Intermittently Connected Networks", Service Assurance with Partial and Intermittent Resources, ser. LNCS, P. Dini, P. Lorenz, and J. N. d. Souza, Eds. Springer, 2004, vol.3126, pp 239-254.

[4] 오영준, 이강환, "모바일 에드 혹 네트워크에서의 노드의 방향성을 고려한 에너지 효율적 라우팅 알고리즘 연구, 한국정보통신학회 춘계학술대회 발표논문집, 목포 5월, pp 870-873, 2013.