
DTN에서 노드의 속성 정보 변화율과 가중치를 이용한 이동 예측 기법

전일규* · 오영준** · 이강환***

*한국기술교육대학교

A Prediction Method using WRC(Weighted Rate Control Algorithm) in DTN

Il-Kyu Jeon* · Young-jun Oh** · Kang-Whan Lee***

*Korea University of Technology and Education

E-mail : stj@koreatech.ac.kr

요 약

본 논문에서는 Delay Tolerant Networks(DTNs)에서 노드의 속성 정보 변화율을 이용한 이동 예측 알고리즘인 WRC(Weighted Rate Control)알고리즘을 제안한다. 기존 DTN에서 예측기반 라우팅 기법은 노드의 이전 속성 정보를 이용하여 목적 노드와 연결성이 높은 노드를 중계 노드로 선정하여 통신한다. 따라서 이동 노드는 유동적이므로 노드의 이후 속성 정보를 반영하지 않는 예측 기법은 신뢰성이 낮아진다. 본 논문에서는 이전 속성 정보로부터 이후 속성정보까지의 시간에 따른 변화율과 속성의 가중치 정보를 이용하여 노드의 이동 경로를 예측하는 WRC알고리즘을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 노드의 속성 정보 중 노드의 속도와 방향성을 근사한 후, 변화율을 분석하고 이로부터 제안된 가중치를 이용하여 노드의 이동 경로를 예측하는 알고리즘이다. 주어진 모의실험 환경에서 노드의 이동 경로 예측을 통해 중계 노드를 선정하여 라우팅 함으로써 네트워크 오버헤드와 전송 지연 시간이 감소함을 보여주고 있다.

ABSTRACT

In this paper, we proposed an algorithm based on movement prediction using rate of change of the attribute information of nodes what is called WRC(Weighted Rate Control) in delay tolerant networks(DTNs). Existing DTN routing algorithms based on movement prediction communicate by selecting relay nodes increasing connectivity with destination node. Thus, because the mobile nodes are in flux, the prediction algorithms that do not reflect the newest attribute information of node decrease reliability. In this paper, proposed algorithm approximate speed and direction of attribute information of node and analysis rate of change of attribute information of node. Then, it predict movement path of node using proposed weight. As the result, proposed algorithm show that network overhead and transmission delay time decreased by predicting movement path of node.

키워드

Delay Tolerant Network, Prediction, Context-awareness, Mobility

I. 서 론

네트워크 기반 시설을 상실한 환경에서는 통신 단절이 빈번하게 일어나 중단 간 연결성이 불안정하다. 이러한 환경에서는 기존의 TCP/IP 방식

의 프로토콜을 적용하기 어렵다. 이에 이러한 특수 환경에서도 적용할 수 있는 프로토콜로 DTN(Delay Tolerant Networks)이 제안되었다[1].

DTN은 네트워크 단절이 빈번히 일어나므로 각 노드는 일시적으로 메시지를 저장하고 중계노드

를 선정해 목적지에 메시지를 전달한다. 이 때, 선정된 중계노드가 많으면 네트워크의 오버헤드가 증가하고 적으면 메시지 지연시간이 증가한다. 따라서 네트워크 성능 향상을 위해서 효율적인 중계노드 선정이 중요하다. 효율적인 중계 노드 선정 방법 중 하나로 예측 기반 라우팅 기법들이 제안되었다[2][3]. 예측 기반 라우팅 기법들은 노드들의 속성 정보를 분석하여 목적 노드와 연결성이 높은 노드를 중계 노드로 선정한다. 기존의 예측 기반 라우팅 기법들은 노드의 이전 속성 정보를 이용하므로 유동성을 가진 이동 노드의 최신 속성 정보를 반영하지 못하여 신뢰도가 낮아지는 문제점이 발생하게 된다.

본 논문에서는 노드의 이전 속성 정보로부터 최신 속성 정보의 변화율을 분석하여 신뢰성을 높인 WRC 알고리즘을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 WRC 알고리즘은 노드의 속성정보 중 노드의 속도와 방향성의 변화율을 분석해 노드의 이동 경로를 예측하는 기법이다.

II. 본 론

본 논문에서는 노드의 이전 속성 정보에서 최신 속성 정보를 이용한 노드의 이동 경로 예측 기법인 WRC 알고리즘을 제안한다. 노드의 속성 정보 중 노드의 속도와 방향성 분석하며 노드는 매 단위 시간마다 속성 정보를 저장한다. 노드의 속성 정보는 다음 수식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$A_i = \{n | n \in Dir_i, v_i\} \quad (1)$$

여기서, i 는 노드의 고유 번호이고 A_i 는 노드 i 의 속성 정보를 의미한다. n 은 노드의 속성을 의미하며 Dir_i 와 v_i 는 노드 i 의 방향성과 속도를 의미한다.

본 논문에서 제안하는 WRC 알고리즘은 노드의 속성 정보를 지표로 근사하는 과정과 지표 변화율을 분석하여 노드의 이동 경로를 예측하는 과정으로 구성된다. 노드의 속성 정보 근사 과정은 노드의 속성 정보를 지표로 근사한다. 지표는 속성 정보를 근사하기 위한 기준 값으로 각 속성 정보의 최솟값에서 최댓값 사이의 일정한 간격을 가진 N 개의 지표로 구성 된다.

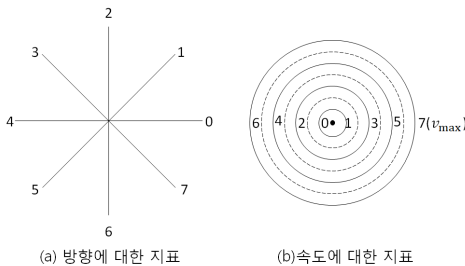


그림 1. 속도와 방향에 대한 지표의 예시

그림 1은 지표의 수 N 을 8로 설정한 방향성과 속도에 대한 지표의 예시이다. 각 속성 정보의 최솟값에서 최댓값 사이에서 8개의 균일한 간격을 가진 지표를 설정한다. 여기서 V_{max} 는 노드 속도의 최댓값을 의미한다.

노드의 속성 정보는 노드의 속성 정보와 모든 지표의 편차를 계산하여 편차가 최소가 되는 지표로 근사하며, 다음 수식 (2)와 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$A_{i,j} = |A_i - A_j| \quad (2)$$

$$IA_i = index \min_{\forall j} A_{i,j} \quad (3)$$

여기서, $A_{i,j}$ 는 노드 i 와 지표 j 의 속성 정보 편차를 의미하며, IA_i 는 노드 i 의 근사된 지표를 의미한다. $index \min$ 는 최솟값을 갖는 지표를 찾는 함수를 의미한다.

시간에 따른 근사 지표를 분석하기 위해 현재 시간을 포함한 M 개의 분석 구간을 설정한다. M 개의 구간에서 각 구간에 대한 근사 지표 변화율을 계산한다. 근사 지표 변화율은 해당 시간과 해당 시간 이전에서 근사 지표의 편차로, $-N+1$ 에서 $N-1$ 사이의 값을 가지며 다음 수식 (4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\Delta IA_i(t) = IA_i(t) - IA_i(t-1) \quad (4)$$

여기서, $\Delta IA_i(t)$ 는 시간 t 에서 $t-1$ 의 근사 지표 변화율을 의미하고 $IA_i(t), IA_i(t-1)$ 은 시간 t 와 $t-1$ 에서 근사 지표를 의미한다.

계산된 근사 지표 변화율을 이용하여 지표 가속을 분석한다. 지표 가속은 근사 지표 변화율의 증가량 또는 감소량이다. M 개의 구간에서 지표 가속의 크기가 같은 구간의 가중치를 더해 확률 집합을 구하며, 다음 수식 (5)와 (6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$RA_i(t) = \Delta IA_i(t) - \Delta IA_i(t-1) \quad (5)$$

$$P_{A_i}(t) = \left\{ p_x | p_x = \sum_{k=t-1}^{tM} w(k), \text{ if } RA_i(k) = x \right\} \quad (6)$$

여기서, $RA_i(t)$ 는 시간 t 에서 시간 $t-1$ 사이의 지표 가속을 의미하고, $P_{A_i}(t)$ 는 시간 t 에서 지표 가속에 따른 확률 집합을 의미한다. p_x 는 지표 가속의 크기 x 가 선정될 확률을 의미하고, $w(k)$ 는 시간 k 에서 시간 $k-1$ 사이의 구간 가중치를 의미하며 각 구간에 대해 동일한 가중치를 가진다.

현재 시간에 대한 확률 집합에서 확률적으로 지표 가속의 크기를 선정하면 현재 근사 지표 변화율에 선정된 값을 더해 예측 지표 변화율을 구하고, 이를 통해 예측된 지표를 계산하여 노드의 이동 경로를 예측한다.

III. 실험 및 분석

제안하는 WRC 알고리즘의 신뢰성 향상을 증

명하기 위해 최신 속성 정보를 포함한 경우의 오차와 최신 속성 정보를 포함하지 않은 경우의 오차를 비교한다. 노드의 이동 경로는 Random way point 모델[4]과 같은 일반적인 이동 모델이 아닌 이동 경로가 sin 함수인 상황 경로를 설정하였고 실험 환경은 표1과 같다.

표 1. 실험환경

속성 정보 저장 주기	1(s)
분석구간(M)	10
지표 수(N)	180
노드의 속도	4, 6, 8(m/s)

다음 그림 2는 속도에 따른 노드의 실제 이동 경로와 예측 이동 경로의 오차를 나타내는 모의 실험 결과이다. case 1은 최신 속성 정보를 반영한 실험 결과이고 case 2는 최신 속성 정보를 반영하지 않은 실험 결과로, 같은 속도에서 case 1이 case 2보다 오차가 작기 때문에 최신 정보를 반영하는 것이 신뢰성이 높다는 것을 확인할 수 있다.

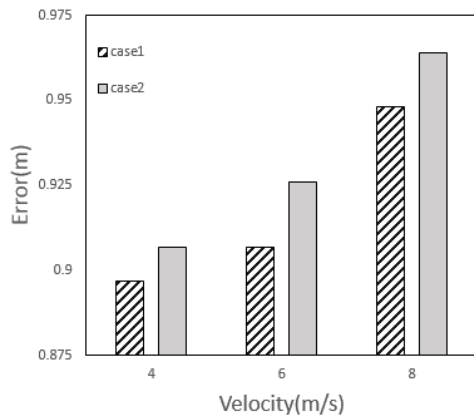


그림 2. 속도에 따른 실제 이동 경로와 예측 이동경로의 오차

IV. 결론

본 논문에서는 DTN에서의 노드의 속성 정보를 이용한 노드의 이동 경로 예측 기법인 WRC 알고리즘을 제안하였다.

WRC 알고리즘은 노드의 속성 정보를 지표로 근사하고 근사한 지표 변화율의 증감을 분석하여 노드의 이동 경로를 예측하는 알고리즘이다. 노드의 속성 정보 분석에 있어 최신 속성 정보를 반영이 신뢰성을 높여줌을 모의실험 결과로 확인할 수 있었다. 향후 기존 예측기반 라우팅 기법과 본 논문에서 제안하는 알고리즘을 적용한 라우팅 기법을 비교하는 연구와 구간에 따른 가중치를 다양한 방법으로 적용하여 정확성을 비교하는 연

구가 필요하다.

<감사의 글>

본 연구는 교육부의 창의지역인력양성사업(2014H1C1A1066391) 및 한국기술교육대학교 교육연구진흥비의 연구결과로 수행되었음.

참고문헌

- [1] Delay Tolerant Networking research group [Internet]. Available : <http://www.dtnrg.org>
- [2] 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.
- [3] Q. Yuan, I. Cardei, and J. Wu, "Predict and Relay: An Efficient Routing in Disruption-Tolerant Networks," Proc. 10th ACM. Mobile Ad Hoc Networking and Computing (MobiHoc '09), 2009.
- [4] T. Camp, J. Boleng, V. Davies, "A survey of mobility models for ad hoc network research", Wireless Communications & Mobile Computing 2 (5) (2002) 483-502, Special Issue on Mobile Ad Hoc Networking: Research, Trends and Applications, 2002.