

VANET에서 효율적인 분산적 데이터 복제본 할당 기법

Efficient Distributed Allocation Method of Data Replica in VANET

심 규 선*
(Kyu-Sun Shim)

이 명 수**
(Myong-Soo Lee)

이 상 근***
(Sang-Keun Lee)

요 약

차량 간의 애드혹 네트워크 (VANET)은 모바일 애드혹 네트워크 (MANET)의 일종으로 차량 간의 무선 링크를 통하여 임시적인 정보 전송을 가능케 한다. VANET에서는 차량이 하나의 노드로 참여하면서 정보를 전송한다. 하지만 차량은 빠르게 이동하기 때문에 빈번하게 연결이 끊기게 된다. 이렇게 빈번하게 연결이 끊기게 되기 때문에 차량의 데이터 접근성이 떨어지게 된다. 기존 연구에서는 모바일 애드혹 네트워크 환경에서 데이터 복제본 할당 기법을 통하여 노드의 데이터 접근성을 향상시키고자 하였다. 하지만 기존 연구에서 제안한 중앙 집중식 그룹 방법은 차량 간의 애드혹 네트워크에서는 빠르게 이동하는 차량 때문에 적합하지 않다. 본 연구에서는 데이터 복제본 할당을 분산적인 그룹 방법으로 할 수 있는 TBG (Tree Based Grouping) 기법을 제안한다. 노드 자신만의 TBG를 형성하여 연결의 안정성을 기반으로 데이터 복제본을 할당하여 데이터 접근성을 향상시킨다. 실험 평가를 통해 기존 기법에 비해 데이터 접근성이 크게 향상됨을 보여준다.

Abstract

A Vehicular Ad-Hoc Network (VANET) is form of the Mobile Ad-hoc Network (MANET) to provide temporary communication among vehicles via wireless links. In VANET, the vehicle is one of the nodes in networks and communicates with each other. However, the wireless links disconnect very frequently, because vehicles have mobility and move freely. The reason why data accessibility degrades is that disconnection occurs frequently. To improve data accessibility, data replica allocation methods that made group to allocate data replica have proposed in MANET. However, those are not suitable because it is difficult to maintain stable links among the nodes moving fast by centralized group. In this paper, we proposed TBG (Tree Based Grouping) to allocate data replica with the distributed grouping method. Each node has own TBG and allocates data replica based on stability of links to improve data accessibility. The experiment demonstrates that the proposed method outperforms traditional methods in term of data accessibility.

Key words: VANET, data replication, data accessibility, mobile computing, grouping

† 이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2009-0077925)

* 주저자 : 고려대학교 컴퓨터학과 석사과정

** 공저자 : 고려대학교 컴퓨터학과 박사과정

*** 공저자 및 교신저자 : 고려대학교 컴퓨터학과 부교수

† 논문접수일 : 2009년 12월 14일

† 논문심사일 : 2010년 2월 17일(1차), 2010년 4월 14일(2차)

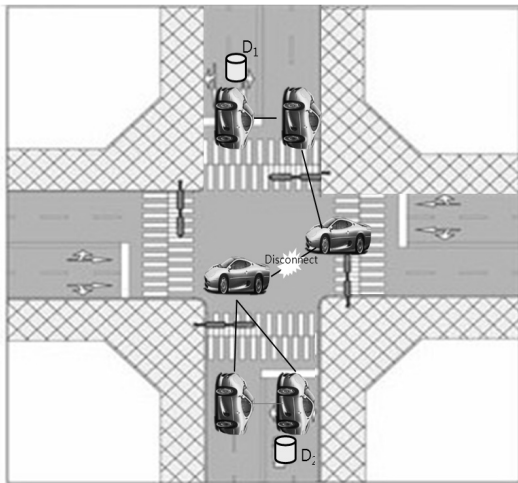
† 게재확정일 : 2010년 4월 15일

I. 서 론

최근 지능형 차량 및 ITS 연구개발을 통해 차량과 IT의 기술을 접목시키기 위한 많은 연구가 이루어지고 있으며, 국내에서는 미래 10대 전략 품목에서 지능형 차량을 선정하였다. 이러한 ITS 기술의 한 분야로 움직이는 차량 간의 임시적인 통신을 가능하게 하는 Vehicular Ad-hoc Networks (VANET)이 주목을 받고 있다[1-6].

VANET은 Mobile Ad-hoc Networks (MANET)의 한 분야로 차량 간의 통신 및 차량과 노변의 기반시설 (Infrastructure)간의 통신을 하는 네트워크를 말한다. 특히 차량 간의 통신(Vehicle to Vehicle)은 기반 시설을 이용하지 않고 차량이 하나의 노드가 되어 별도의 기반시설이 없어도 무선 링크를 통해 연결되어 정보를 전달할 수 있는 네트워크이다[4-8]. 하지만 VANET에서는 차량의 이동 속도가 빠르기 때문에 노드 간의 연결이 빈번하게 끊기게 되어 이동하지 않은 채 연결되어 있는 안정된 네트워크에 비해 불안정한 정보 전송을 초래한다[6].

예를 들어, <그림 1>을 보면 교차로를 건너고 있는 차량 간의 연결이 끊기면서 네트워크가 위, 아래 두 개로 나누어진다. 이렇게 네트워크 분할로 인하



<그림 1> 네트워크 분할
<Fig. 1> Network partitioning

여 위쪽 네트워크에 속해있는 노드들은 D2를 접근할 수 없고, 아래쪽 네트워크에 속한 노드들은 D1에 접근할 수 없게 된다. 따라서 노드의 이동성이 빈번하게 일어나는 애드혹 네트워크(Ad-hoc Network)에서는 데이터 접근성을 향상이 중요한 이슈가 되어 왔다[9-11].

기존 모바일 애드혹 네트워크에서는 데이터 접근성을 향상시키기 위하여 데이터 복제본을 할당하는 기법을 제안되었다[10, 11]. 대표적인 데이터 복제본 할당 기법은 T. Hara가 제안한 SAF, DAFN, DCG로써 데이터 복제본을 이용하여 데이터 접근성(Accessibility)을 크게 향상시켰다. 특히 DCG가 데이터 접근성 측면에서 뛰어난 성능을 보여주었다. DCG는 데이터의 중복을 최소화하기 위하여 이중결합요소(Bi-connected component)를 만들어 그룹 내에 데이터 중복을 피하였다. 하지만 DCG는 그룹의 관리자를 통해서 데이터를 할당하는 기법으로 중앙 집중적이다. 하지만 이러한 중앙 집중적인 데이터 복제본 할당 기법은 VANET 환경에 적합하지 않다. 그 이유는 차량의 이동속도가 빠르기 때문에 DCG의 장점인 연결의 안전성이 떨어지며 중앙 집중 방식으로 그룹을 만들게 되면 전체 네트워크 트래픽 양이 많아지게 되어 불안정한 링크 연결을 초래하게 된다. 이렇게 링크 연결이 불안정하게 되면 그룹 노드 간의 데이터 접근이 어려워져 데이터 접근성 측면에서 DCG 기법의 효율성이 떨어지게 된다.

따라서 본 연구에서는 VANET 환경에서 차량 간의 이동이 군집화의 특성(Platoon pattern)이 있다는 것[12]을 고려하여 중앙 집중적이 아닌 분산화된 그룹을 트리형태로 만들어 데이터 복제본을 할당하는 기법인 TBG(Tree Based Grouping)를 제안한다. 본 기법은 각 노드의 그룹을 중앙 집중적인 방식이 아닌 분산적인 방식으로 다른 노드와 통신을 하지 않고 그룹 형성 및 데이터 복제본 할당을 하기 때문에 데이터 복제본 할당을 위한 트래픽을 최소화하여 트래픽 증가로 인한 불안정한 링크 연결을 최소화할 수 있다. TBG 기법에서는 불안정한 링크 연결을 최소화하였기 때문에 노드 간의 데이터 접근성을 향상시킬 뿐 아니라 네트워크 효율(쿼리 지연) 측면에서도

역시 향상된 성능을 실험을 통해 보여준다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 우선 2장에서는 본 연구와 관련된 연구에 대하여 설명하고, 본 논문에서 제안한 기법에 대해서 3장에서 설명한다. 4장에서는 제안한 기법과 기존 기법에 대한 실험 평가를 하며, 5장에서 본 논문에 대한 결론을 내린다.

II. 관련연구

이 장에서는 모바일 애드혹 환경에서 복제본 할당을 통해 데이터 접근성을 향상시키는 방법에 대해 설명한다.

1. 복제본 할당 기법

복제본 할당 기법은 모바일 애드혹 네트워크 환경에서 데이터 접근성을 향상시키기 위하여 제안된 기법으로 T. Hara가 제안한 SAF, DAFN, DCG가 있다 [10]. 세 기법들은 노드의 이동성으로 인하여 낮아지는 데이터 접근성을 향상시키기 위해 복제본을 할당하는 방법을 이용한다.

SAF(Static Access Frequency)는 노드들이 자신의 데이터 접근 빈도에 따라 접근 빈도가 높은 순위로 데이터 복제본을 할당을 받는다. 하지만 주변 노드들과 데이터 접근 빈도가 비슷하다면 노드들이 할당하는 데이터 복제본이 비슷해지고, 데이터의 중복이 많아지면 데이터 접근성이 크게 향상되지 않는다.

DAFN(Dynamic Access Frequency and Neighborhood)은 위에서 언급한 SAF의 단점인 데이터 복제본 중복을 최소화하기 위하여 제안되었다. SAF를 이용하여 모든 노드들이 데이터 복제본을 할당한 후 자신이 가지고 있는 데이터 복제본과 이웃한 노드들이 가진 데이터 복제본을 비교하여 중복되는 데이터 복제본이 있을 경우 중복되는 데이터에 대한 데이터 접근성이 더 낮은 노드가 다른 데이터의 복제본을 할당받아 데이터의 중복을 최소화한다.

DCG(Dynamic Connectivity based Grouping)는 노드의 연결 정보를 이용하여 이중결합요소(bi-connected component)로 그룹을 형성한다. 형성된 그룹에 포함

된 노드의 데이터 접근 빈도를 모두 합한 후 정렬을 하여 그룹의 데이터 접근 빈도를 구한다. 그룹의 데이터 접근 빈도가 가장 높은 데이터부터 그 데이터 접근 빈도가 가장 높은 노드에 할당한다. 이런 방법으로 데이터 복제본을 할당하여 그룹 내의 데이터 복제본 중복성을 최소화하며, 노드들은 그룹 내 다른 노드들과 데이터를 공유할 수 있으며 SAF, DAFN 보다 높은 데이터 접근성을 보여준다.

위 데이터 복제본 할당 기법들은 물리적으로 연결이 끊기는 것만 고려하였으며, 분산적 방법인 SAF에 비해 중앙 집중적 방법인 DCG가 뛰어난 성능을 보여준다. 하지만 본 연구에서는 VANET에서 움직이는 차량들의 패턴을 고려할 뿐만 아니라 VANET 환경에 보다 적합한 분산적 방법을 통해 성능을 향상시키고자 한다.

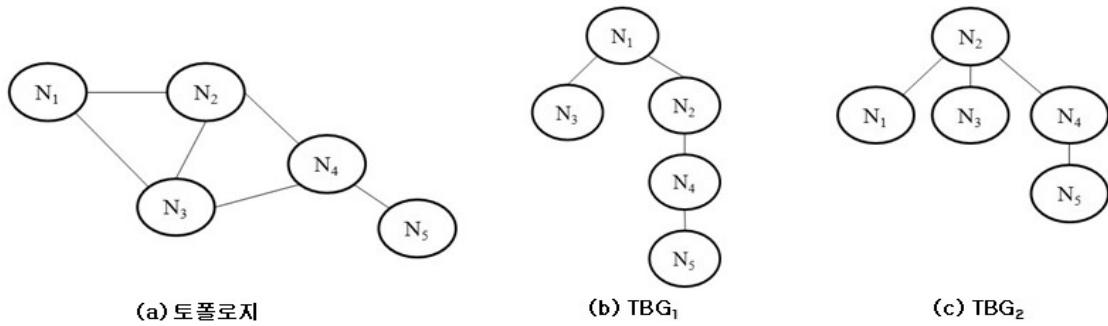
또한 [11]에서는 기존의 SAF, DAFN, DCG를 확장하여 E-SAF, E-DAFN, E-DCG가 제안되었다. 하지만 위 기법들은 데이터의 업데이트를 고려한 데이터 복제본 할당 방법으로써 기존 연구[10]와 같이 중앙 집중적인 방법으로 데이터 복제본을 할당한다.

III. 제안기법

이 장에서는 차량 간 네트워크 환경에서 데이터 접근성을 향상시키기 위하여 새로운 데이터 복제본을 할당하는 기법인 TBG를 제안한다.

1. TBG(Tree Based Grouping)

TBG는 데이터 복제본 할당을 위해 모바일 애드혹 네트워크에서 사용된 차량 간의 네트워크에 적합하지 않은 중앙 집중적 방법이 아닌 분산적 방법을 사용하기 위해서 제안되었다. TBG는 기존의 사회적 네트워크로부터 착안된 것으로 자신의 친구를 유지하는 것과 같은 방법으로 데이터 복제본 할당을 위한 그룹을 형성한다. 실세계에서는 자신을 중심으로 신뢰성이 높고 교류가 많은 사람을 친구로 삼는 것과 같이 TBG는 노드를 중심으로 자신과 정보 전송에 있어서 교류가 많은 노드를 중심으로 데이터 복



<그림 2> TBG의 예제
<Fig. 2> Example of TBG

제본을 할당한다. <그림 2>와 같이 TBG는 기존의 연결 토폴로지 정보를 기반으로 노드 자신을 루트 노드로 트리형태의 그룹을 만들며, 형성된 그룹 내 노드들에게 자신의 접근 빈도가 높은 데이터부터 연결 안정성이 높은 노드에 데이터 복제본을 할당 요청한다. 한 노드는 여러 그룹에 포함될 수 있기 때문에 여러 그룹에 포함된 노드의 경우 여러 노드로부터 데이터 복제본 할당 요청을 받을 수 있다. 여러 노드로부터 데이터 복제본 할당 요청을 받은 노드는 노드 간의 연결 안정성을 측정하여 자신과 연결 안정성이 높은 노드의 할당 요청을 위주로 데이터 복제본을 할당한다. TBG의 형성과 데이터 복제본 할당 정책은 아래에서 설명한다.

2. TBG(Tree Based Grouping) 형성

각 노드는 TBG를 형성하기 위하여 <그림 2>의 (a)와 같이 토폴로지에 대한 정보를 알아야 하는데 토폴로지는 라우팅 테이블을 통하여 알 수 있다[13]. <그림 2>의 (a)와 같은 토폴로지 정보를 이용하여 각 노드는 아래와 같은 단계에 따라 자신의 TBG를 형성하게 된다.

- 1) 먼저 자기 자신을 TBG의 루트 노드로 한다.
- 2) 인접하고 있는 노드(1 홉으로 연결되어 있는 노드)를 자식 노드로 한다.
- 3) 자식 노드에 인접하고 있는 노드를 자식 노드

의 자식노드로 하며, 이미 자신의 TBG에 포함된 노드는 제외한다.

위 세 단계를 통하여 각 노드는 자신의 TBG를 형성할 수 있으며, 라우팅 테이블 통하여 알게된 토폴로지 정보를 기반으로 하기 때문에 각 노드는 다른 노드와의 통신을 하지 않고도 자신의 TBG를 형성할 수 있다. 그렇기 때문에 기존 중앙 집중적 방식에 비해 트래픽이 현저하게 감소하게 된다.

TBG를 형성하기 위한 알고리즘은 <그림 3>과 같으며, 각 노드 별로 독립적으로 실행된다. 각 노드

```

1: MakeTBG(Ni)
2:   TBGi ← Ni as root node
3:   AppendChildNode(Ni)
4:   return TBGi
5: Procedure AppendChildNode(Nk)
6:   foreach adjacent node(Nj) of Nk
7:     if(the number of hops between
           Nj and root node > k)
8:       continue;
9:     else if(already include Nj in TBGi)
10:      continue;
11:    else
12:      TBGi ← Nj;
13:      AppendChildNode(Nj);
14: AllocateDataReplica(Ni)
15:   order nodes in TBGi by link stability
16:   request to nodes in TBGi by order

```

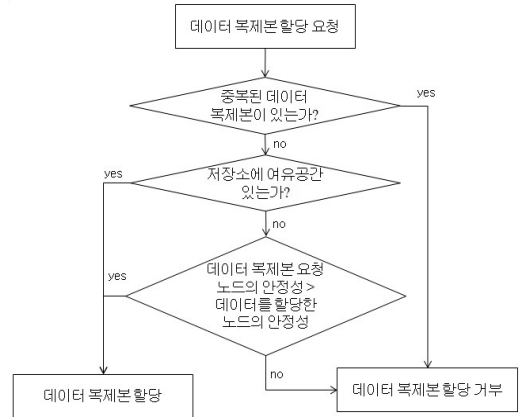
<그림 3> TBG 형성 및 데이터 복제본 할당 알고리즘
<Fig. 3> Algorithm of TBG grouping and allocate data replicas

<표 1> 받은 데이터의 수
 <Table 1> The number of received data

노드 ID	전송받은 데이터 개수
1	3
.	.
.	.
k	5

(Ni)는 MakeTGB를 실행하여 자신이 가지고 있는 토폴로지 정보를 통해 TGBi를 형성한다. 먼저 자신을 루트 노드로 TGBi에 삽입하고, AppendChildNode(Ni)를 통하여 인접한 노드를 재귀적인 방법을 통해 자식 노드로 TGBi에 삽입한다(13번 행). 이때 인접한 노드와 루트 노드와의 거리(hop)가 미리 정의되어 있는 TBG의 깊이(k)보다 클 경우는 TGBi에 삽입하지 않으며(7번 행), 이미 TGBi에 포함된 노드는 중복되어 TGBi에 삽입되지 않는다(10번 행). MakeTGB가 완료되면 각 노드(Ni)는 데이터 복제본 할당을 위하여 AllocateDataReplica를 실행한다(14번 행). TGBi에 있는 노드들은 <표 1>을 통해 연결의 안정성을 기반으로 우선순위를 정하며, 이 우선 순위에 따라 노드에 데이터 복제본을 순차적으로 할당한다.

<그림 2>는 <그림 2>의 (a)와 같은 토폴로지를 가지고 있을 때의 각 노드별로 알고리즘을 통하여 TBG를 형성한 예시이다. N1은 (a)와 같은 토폴로지 에서 자신의 TBG1를 (b)와 같이 라우팅 테이블을 이용하여 만든다. (c)는 N2의 TBG2이며, 모든 노드(Ni)는 라우팅 테이블을 이용하여 자신의 TGBi를 가진다. 라우팅 테이블을 이용하여 TBG를 만들기에 추가적인 트래픽을 필요로 하지 않으며, N1과 N2의 TBG 깊이는 각 3과 2이다. TBG의 깊이(k)는 파라미터로 각 노드마다 다르게 정의할 수 있다. TBG의 깊이가 클수록 TBG 내의 노드 간 연결의 안정성은 떨어지지만 TBG 내의 노드의 수가 많아져 공유할 수 있는 데이터 복제본의 수가 증가한다. 하지만 TBG의 깊이가 작으면 TBG 내의 노드 간 연결의 안정성은 증가하나 노드의 수가 적어져 공유할 수 있는 데이터 복제본의 수가 적어진다. TBG의 깊이는 노드의 수와는 비례 관계에 있으며, 노드 간 연결의



<그림 4> 데이터 복제본 할당 순서도
 <Fig. 4> Diagram of data replication

안정성과는 반비례 관계에 있다.

3. 데이터 복제본 할당 정책

복제본을 할당하기 위한 정책으로 본 연구에서는 TBG 내에 포함된 노드 간의 우선 순위를 정하여 복제본을 할당한다. 연결이 안정적인 노드에게 우선적으로 할당한다. 노드는 다른 노드로부터 전송 받은 데이터 수를 <표 1>과 같은 테이블로 유지한다. <표 1>은 각 노드가 다른 노드와의 연결 안정성을 나타내는 척도가 된다. 그 이유는 차량의 이동패턴이 군집화의 성향(Platoon pattern)을 띄고 있기 때문에[12] 군집을 이루는 차량이 전송받은 데이터 개수가 두 차량이 얼마나 안정된 연결성을 가지고 있는지 알 수 있기 때문이고, 전송받은 데이터 개수가 많은 노드일수록 노드 간의 군집화의 특성이 강하여 연결이 안정된다는 것을 알 수 있다. <표 1>은 그룹을 만들고 데이터 복제본을 할당한 후 초기화된다.

<그림 4>는 복제본을 할당받은 노드가 자신에게 요청된 데이터 복제본을 할당을 결정하는 순서도이다. 먼저 이웃 노드로부터 데이터 할당을 요청 받으면 중복된 데이터 복제본이 존재하는 지 확인 후, 없을 경우 자신의 저장소에 데이터 복제본을 할당할 여유 공간이 있는지 확인한다. 만일 여유 공간이 있을 경우 데이터 복제본을 할당하고, 여유 공간이 없

을 경우 할당을 요청하는 노드와 이미 데이터 복제본을 할당한 노드와의 연결 안정성을 비교하여, 연결의 안정성이 가장 낮은 노드가 요청한 데이터 복제본을 제거하고 그 공간에 데이터 복제본을 할당한다. 만일 데이터 할당을 요청하는 노드보다 연결의 안정성이 낮은 노드가 없다면 데이터 복제본 할당을 거부한다. 각 노드는 자신의 저장소를 할당하기로 한 데이터의 복제본을 원본 데이터나 복제본을 가지고 있는 노드에 요청하여 복제본을 가지고 있다.

<그림 4>과 같은 방식으로 각 노드는 연결의 안정성이 높은 노드가 요청한 데이터 복제본을 자신의 저장소에 할당하기 때문에 VANET에서 차량의 이동 패턴이 군집화의 성향을 지니고 있는 환경에서 데이터 접근성을 향상시킬 수 있다.

IV. 실험결과

이 절에서는 본 연구에서 제안한 차량 간의 네트워크에서 데이터 복제본 할당 기법인 TBG(Tree Based Grouping)에 대한 성능을 평가한다. 성능을 평가하기 위해서 C언어 기반의 CSIM[14]을 이용하였으며, 50,000초 동안 실험을 측정하였다. 또한 노드 40개를 50m * 50m 크기의 공간에 랜덤하게 배치하였다. 노드(N) = {N1, ..., N40}로 표현되며, 시뮬레이션 상의 데이터(D) = {D1, ..., D40}로 표현된다. 각 움직이는 노드 i는 각 데이터 i를 원본 데이터로 가지며, 노드는 데이터 복제본 할당을 위하여 사용할 수 있는 저장소의 크기는 C이다.

노드의 움직임은 도로를 따라 랜덤한 지점을 목표로 이동하도록 하였다. 노드의 변수는 <표 2>와 같이 지정하였다. 실험 공간을 [10]과 같이 설정하였기 때문에 노드의 최대 이동 속도는 1m/s로 하였으며, 각 노드는 일정한 간격으로 랜덤하게 속도가 바뀐다. R은 노드의 통신 범위로써 본 연구에서는 7m로 설정하였다. C는 노드의 저장소 크기이며, 크기가 5 ~ 10까지 변화를 주어 실험을 하였으며, 다른 실험에서는 기본 10으로 설정하였다. 또한 T는 데이터 복제본 할당을 위한 그룹을 형성하는 시간으로써 매 T 시간이 지나면 그룹을 새롭게 형성한다. 본 연구에

<표 2> 시뮬레이션 변수
<Table 2> Simulation parameters

변수	값(default)
노드의 개수	40
데이터의 개수	40
d(최대 이동속도)	1
R(통신 거리)	7
C(저장소 크기)	5 ~ 25(10)
T(시간 간격)	100 ~ 7000(2000)
k(TBG의 깊이)	2

서는 기본적으로 2000초로 설정하였으며, 2000초가 지나면 새롭게 데이터 복제본 할당 그룹을 형성하며, 100 ~ 7000까지 변화를 주면서 실험을 하였다. TBG의 깊이(k)는 2로 설정하였다.

본 연구에서는 기존 데이터 복제본 할당 기법 중 가장 좋은 성능을 보이는 DCG[10]와 쿼리 지연과 데이터 접근성을 비교하여 성능을 평가하고자 한다. 쿼리 지연은 노드가 데이터를 요청하였을 때, 요청에 대한 응답이 올 때까지의 걸린 홉(hop)수를 측정하는 것이며, 데이터 접근성은 데이터를 요청하였을 때 요청한 데이터가 온 확률을 측정한다. 아래의 실험을 통해 쿼리 지연 및 데이터 접근성이 크게 향상됨을 알 수 있으며, 쿼리 지연이 낮아지면 네트워크의 효율이 높아지며, 데이터 접근성이 높아지면 데이터를 정확하게 받을 수 있는 확률이 높아진다.

1. 데이터 복제본 할당 간격에 따른 성능 평가

먼저 데이터 복제본 할당 간격에 따른 성능평가를 살펴보면 본 연구에서 제안한 기법인 TBG가 DCG보다 낮은 쿼리 지연과 높은 데이터 접근성을 보인다.

<그림 5>의 (a)를 보면, 데이터 복제본 할당 간격이 증가함에 따라 쿼리 지연은 DCG, TBG 두 경에 일정해지지만 TBG의 경우 약 10%가량 낮은 쿼리 지연을 보여준다. 그 이유는 DCG의 경우 빠르게 이동하는 노드를 중앙 집중적인 방식으로 그룹을 만들었기 때문에 그룹 내 노드 간의 연결이 쉽게 끊기거나, 홉(hop)수가 증가하기 쉽다. 데이터 복제본 할당

간격이 작을 경우는 그룹을 짧은 시간 안에 그룹을 다시 형성하고 데이터 복제본을 할당하기 때문에 노드의 빠른 이동의 영향을 적게 받지만 데이터 복제본 할당 간격이 큰 경우는 영향을 받아 쿼리 지연이 증가한다. 하지만 TBG의 경우 연결의 안정성을 바탕으로 데이터 복제본을 할당하기 때문에 군집을 형성하고 있는 노드에게 데이터를 할당한다. 이러한 연유로 TBG는 데이터 복제본 할당 간격에 큰 영향을 받지 않고 거의 일정한 쿼리 지연을 보여준다.

데이터 접근성의 경우 DCG와 TBG는 큰 차이를 보인다. 먼저 DCG의 경우 데이터 복제본 할당 간격이 짧을 경우, 그룹을 형성할 때마다 그룹내 노드들이 새로운 데이터 복제본을 할당받기 때문에 데이터를 복제하여 공유하기 전에 새로운 복제본을 할당받기 때문에 데이터 접근성이 많이 떨어진다. 반면 데이터 복제본 할당 간격이 길면 데이터를 복제하여 공유하나, 노드의 이동이 빠르기 때문에 TBG보다는 낮은 데이터 접근성을 보인다. TBG는 연결의 안정성을 기반으로 하여 데이터 복제본을 할당하기 때문에 데이터를 복제하고 충분히 공유할 수 있으며, 데이터 복제본 할당 간격이 짧더라도 공유 그룹의 변화가 크지 않기 때문에 데이터 접근성이 데이터 복제본 할당 간격에 영향에 큰 영향을 받지 않고 일정하게 유지된다.

2. 노드의 저장소 크기에 따른 성능 평가

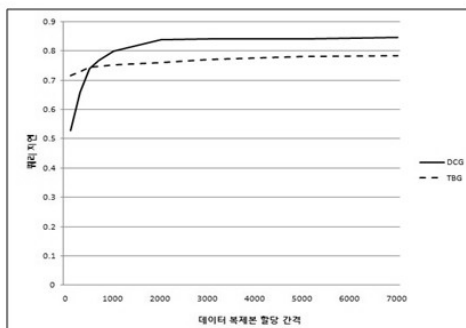
노드의 저장소 크기에 따른 성능 평가를 보면 저장소 크기에 관계없이 TBG가 낮은 쿼리 지연과 높은 데이터 접근성을 보여준다.

<그림 6>에서 DCG는 쿼리 지연과 데이터 접근성 모두 저장소의 크기 크게 관계없이 일정한 성능을 보여준다. 이는 데이터 복제본 할당을 받더라도 그룹 내 노드에 데이터 복제본을 할당할 때 연결의 안정성은 고려하지 않고 토폴로지 상의 위치에만 기반으로 하였기 때문에 데이터 복제본을 할당 받더라도 이동속도가 빠르기 때문에 저장소의 크기는 성능에 큰 영향을 미치지 못한다.

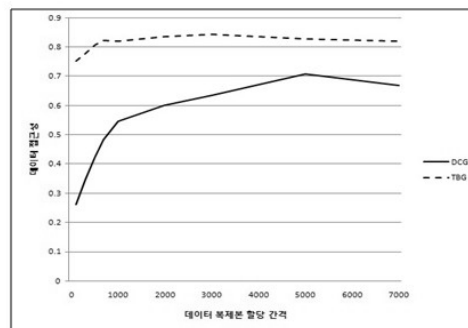
하지만 TBG의 경우 연결의 안정성을 기반으로 하였기 때문에 노드의 저장소 크기가 커질수록 성능이 크게 향상된다. 노드의 저장소 크기가 커짐에 따라 많은 데이터 복제본을 저장하고, 공유할 수 있기 때문에 근접한 노드로부터 쉽게 데이터를 받을 수 있어 쿼리 지연이 감소하고, 또한 할당할 수 있는 데이터 복제본의 개수가 많아짐에 따라 데이터 접근성도 향상된다.

V. 결론 및 향후 연구

본 연구는 VANET에서 데이터 접근성을 향상시키기 위하여 새로운 데이터 복제본 할당 기법인 TBG

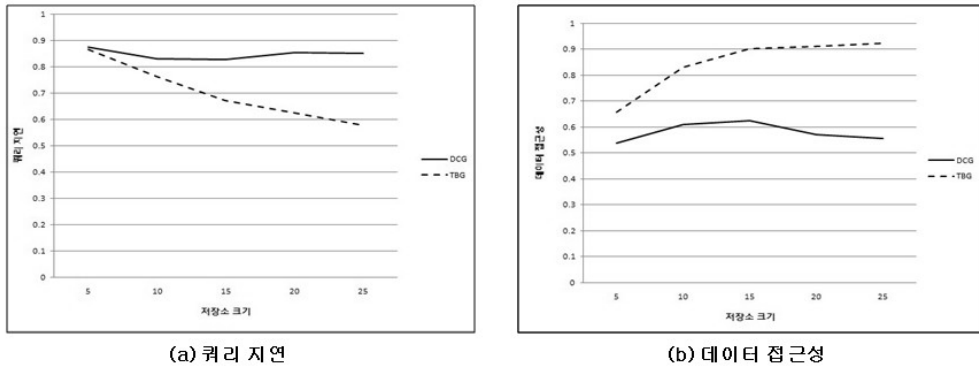


(a) 쿼리 지연



(b) 데이터 접근성

<그림 5> 데이터 복제본 할당 간격에 따른 성능 평가
<Fig. 5> Evaluation with data relocation period



<그림 6> 저장소 크기에 따른 성능 평가
 <Fig. 6> Evaluation with size of storage

를 제안하였다. 기존의 모바일 애드혹 네트워크 (MANET)에서는 토폴로지 기반의 중앙 집중식 데이터 복제본 할당을 하였으나, 차량 간의 네트워크에서는 차량의 빠른 이동속도로 인하여 성능이 떨어지게 된다. 제안한 기법은 이러한 환경에서 데이터 접근성 측면에서 성능을 향상시키기 위하여 분산적인 방법을 통하여 각 노드별로 자신의 TBG를 만들어 유지하며, 연결의 안정성을 기반으로 데이터 복제본을 할당하였다. 실험 결과를 통해 TBG는 데이터 접근성 측면에서 10% ~ 20% 정도의 차이를 보여주며, 쿼리 지연 역시 크게 감소되어 네트워크 효율을 증가시킨다.

향후 연구로는 각 노드별로 TBG 그룹을 형성할 때 네트워크 토폴로지 뿐만 아니라 차량의 이동 프로파일 정보 및 GPS 장치를 활용하는 방안을 향후 연구로 한다.

참 고 문 헌

- [1] 최병철, 한승완, 정병호, 김정녀, “지능형 차량 보안 기술 동향,” ETRI, 전자통신동향분석, 제22권, 제1호, pp. 114~118, 2007. 2.
- [2] TTA, “Standardization Roadmap for IT839 Strategy-Telematics/ITS,” 2006.
- [3] V. Cherfaoui, T. Denoux, Cherfi, and Z. L, “Distributed data fusion: application to confidence management in vehicular networks,” *Proc. Int. Conf. Information Fusion*, pp. 846-853, July 2008.
- [4] W. Chen, R. K. Guha, T. J. Kwon, J. Lee, and I. Y. Hsu, “A survey and challenges in routing and data dissemination in vehicular ad-hoc networks,” *Proc. IEEE Int. Conf. Vehicular Electronics and Safety*, pp. 328-333, Sept. 2008.
- [5] 이상선, “VANET(Vehicle Ad-hoc Network) 환경에서의 라우팅 기술 및 서비스 개발 동향,” *KIISE*, vol. 22, no. 1, 2008. 5.
- [6] D. Handaller, S. Keshav, T. Brecht, and S. Agarwal, “Vehicular opportunistic communication under the microscope,” *Proc. Int. Conf. Mobile Systems, Applications and Services*, June 2007.
- [7] Y. Zhang, J. Zhao, and G. Cao, “On scheduling vehicle-roadside data access,” *Proc. ACM Int. Workshop Vehicular Ad Hoc Networks*, Sept. 2007.
- [8] J. Zhao and G. Cao, “VADD: Vehicle-assisted data delivery in vehicular Ad Hoc networks,” *IEEE Trans. Vehicular Technology*, vol. 57, no. 3, pp. 1910-1922, May 2008.
- [9] M. Tamori, S. Ishihara, T. Watanabe, and T. Mizuno, “A replica distribution method with consideration of the positions of mobile hosts on

- wireless ad hoc networks,” *Proc. Int. Conf. Distributed Computing Systems Workshop*, pp. 331-335, July 2002.
- [10] T. Hara, “Effective replica allocation in ad hoc networks for improving data accessibility,” *Proc. IEEE INFOCOM*, pp. 1568-1576, April 2001.
- [11] T. Hara and S. K. Madria, “Data replication for improving data accessibility in Ad Hoc networks,” *IEEE Trans. Mobile Computing*, vol. 5, no. 11, pp. 1515-1532, Nov. 2006.
- [12] J. Zhao, T. Arnold, Y. Zhang, and G. Cao, “Extending drive-thru data access by vehicle-to-vehicle relay,” *Proc. Int. Workshop Vehicular Ad Hoc Networks*, Sept. 2008.
- [13] A. Nasipuri and S. Das, “Demand multipath routing for mobile Ad Hoc networks,” *Proc. Int. Conf. Computer Communications and Networks*, pp. 64~70, Oct. 1999.
- [14] H. Schwetman, “CSIM19: CSIM19: a powerful tool for building system models,” *Proc. Conf. Winter Simulation*, Software/modelware tutorials, pp. 250~255, Dec. 2001.

저자소개



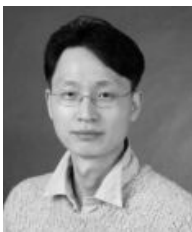
심 규 선 (Shim, Kyu-Sun)

2009년 3월 ~ 현재 : 고려대학교 컴퓨터학과 석사과정
2003년 3월 ~ 2009년 2월 : 고려대학교 컴퓨터학과 학사



이 명 수 (Lee, Myong-Soo)

2007년 3월 ~ 현재 : 고려대학교 컴퓨터학과 박사과정
2004년 3월 ~ 2006년 2월 : 고려대학교 컴퓨터학과 석사
1997년 3월 ~ 2004년 2월 : 고려대학교 컴퓨터학과 학사



이 상 근 (Lee, Sang-Keun)

2003년 ~ 현재 : 고려대학교 컴퓨터학과 부교수
2000년 ~ 2001년 : University of Tokyo 특별 방문 연구원
1996년 3월 ~ 1999년 2월 : 고려대학교 컴퓨터학과 박사
1994년 3월 ~ 1996년 2월 : 고려대학교 컴퓨터학과 석사
1990년 3월 ~ 1994년 2월 : 고려대학교 컴퓨터학과 학사