

Active 네트워크를 고려한 고속 이동 Ad-hoc 통신 프로토콜

김정은*, 장혜숙**, 박기홍**
*군산대학교 정보전산원
**군산대학교 컴퓨터공학과
e-mail:jekim@kunsan.ac.kr

Active Network, considering that high-speed Ad-hoc communication protocol

Kim Jung-Eun*, Jang Hae-Suk**, Park Ki-Hong**
*Dept of Information Computer Center, Kunsan National University
**Dept of Computer Science, Kunsan National University

요 약

고정된 망을 가지지 않고, 이동 호스트로만 이루어져 통신되는 망인 Ad-hoc 네트워크에서 고속으로 이동 중인 차량들 간의 긴급한 정보를 주고받아 고속도로에서의 다중 충돌사고를 미연에 방지할 수 있는 차량 통신 프로토콜을 제안한다. 본 논문에서는 도로위의 차량들은 서로 연계성이 없기 때문에 위치추적시스템인 GPS에서 수신한 거리 값을 연계하여 클러스터를 구성한다. 클러스터를 IEEE 802.11 MAC 계층에서 구성하기 때문에 경로 설정으로 인한 과부하문제를 해소 하였다. 논문에서 제안한 액티브 네트워크 기반의 멀티 홉 라우팅 프로토콜은, Active 네트워크를 이용하여 안정된 통신이 이루어 질수 있도록 한다.

키워드 : 차량통신 프로토콜, GPS, 클러스터

I. 서론

Ad-hoc 네트워크는 고정된 망을 가지지 않고, 이동 호스트로만 이루어져 통신되는 망이다. 그러므로 유선망을 구성하기 어려운 이동중인 차량간 통신에 적합한 네트워크라 할 수 있다. 오늘날은 고속화도로의 발달로 도로에서의 교통사고는 그 피해가 단일사고에 그치는 것이 아니라 후속 차량들의 어처구니없는 다중 충돌사고를 유발하고 있다. 이러한 교통사고로 인한 고속도로에서 발생하는 인명피해는 말할 것도 없고 경제적인 손실도 피해를 상상할 수 없을 정도로 크게 발생하고 있다. 그러하기 때문에 고속화 도로에서의 교통사고를 예방하기 위해서는 후속 차량에게 정보를 제공할 수 있는 방안이 모색되어야 한다.

전방의 차량에서 아무런 정보를 받지 못한 운전자는 앞차의 급브레이크 혹은 도로상의 장애물 등을 인지한 후 운전자가 브레이크를 작동하기까지 일반적으로 0.7~1.5초의 반응 지연시간이 소요되는 것으로 알려져 있다[1].

AASHTO(American Association of State Highway and Transportation Officials)의 조사에 의하면, 경보를 받고 반응하는 시간은 0.6초 정도였으며, 순수 인지에 의한 반응속도는 경보를 받고 반응하는 시간 보다 약 35% 정도 증가하는 결과를 보고하고 있다. OFCOM(the Office of Communication) 조사에 따르면, 운전자가 교통위험 요소에 미리 대응 할 수 있는 1초의 여유를 갖게 되면 후면 충돌을 90%까지 줄일 수 있다고 한다[2]. 이에 따라 전방차량의 위험상황 사실을 운전자에게 미리 제공한다면 교통의 안전성은 증대 될 것이다.

교통 안전통신의 적용범위는 일반 데이터 통신의 요구사항보다 훨씬 엄격하다. 핵심적인 요구사항으로는 낮은 지연 시간, 전송신뢰도, 메시지 수신비율 등이 있다(3). 대부분의 교통안전관련 정보는 긴급 메시지의 형태로 전파되고, 이러한 메시지는 데이터 통신보다 훨씬 낮은 통신지연시간을 요구한다. 사용하려는 응용서비스에 따라 다르긴 하지만 일반적으로 1홉 간 발생하는 메시지 지연은 최대 100m/s 이내로 요구된다(4). 고속으로 이동 중인 차량 간의 특성상 시간적인 지연은 위험한 상황 대책을 위한 네트워크의 효율성을 매우 저하시킨다고 할 수 있다.

Ad-hoc 네트워킹 기술은 기지국이나 라우터와 같은 허부 구조 없이 이동 단말기 간에 무선통신을 가능하게 하는 기술이다. 현재까지는 데이터전송을 위한 알고리즘만 연구되었으며, 데이터의 신뢰성 향상을 위한 연구는 거의 이루어지지 않은 상태이다. 연계성이 없이 고속으로 이동 중인 차량 간에 거리를 계산하여 클러스터링을 하게 되면, 설정된 거리 값으로 각 노드들의 연계성이 형성되고 차량사이의 거리 제한을 두기 때문에 무선 통신의 최대 도달거리가 250m 이나, 200m의 거리로 제한을 두어 안정된 통신이 이루어지게 한다.

동일 구성원이 된 차량들 사이에서 거리 값으로 헤더를 선출하게 되고 선출된 헤더는 멤버 차량들에게 그룹 내 정보를 신속하게 전달하며, 고속으로 이동 중인 차량의 특성인 빈번한 토폴로지 변화로 인한 경로 이탈시 빠른 헤더의 재선출로 안정된 차량 간 통신을 가능하도록 하였다.

II. 관련 연구

차량 간 통신에 적용될 수 있는 Ad-hoc 라우팅 프로토콜은 경로설정 여부와 데이터 포워딩 방식에 따라 토폴로지 기반 라우팅 프로토콜과 위치기반 라우팅 프로토콜로 분류할 수 있다. 토폴로지 기반 라우팅 프로토콜은 주기적으로 또는 네트워크 토폴로지 상의 변화가 있을 때 마다 라우팅 정보를 네트워크 전체로 전파하여 모든 노드들이 항상 최신의 경로 정보를 유지하도록 하는 테이블 기반 관리 방식과 전송 트래픽이 발생하는 시점에서 경로를 탐색하고 경로 정보는 경로 상의 각 노드에 임시적으로 저장되도록 하는 요구기반방식이 있다.

그리고 작은 범위의 네트워크에 대한 라우팅 정보는 테이블 기반 방식으로 유지하고, 작은 네트워크간의 패킷 교환이 발생할 경우 요구 기반 방식을 사용함으로써 두 방식의 장점을 결합한 하이브리드 라우팅 방식 등이 있다. 테이블 기반 방식의 라우팅 프로토콜은 패킷 발생시, 지연시간 없이 항상 최적의 경로를 통해서 패킷을 전송 할 수 있다는 장점을 가지고 있는 반면에, 전체 네트워크의 토폴로지 정보를 항상 유지해야 하기 때문에, 네트워크 토폴로지의 변화가 빈번한 차량 간 통신환경에서는 라우팅 부하로 인한 성능 저하를 초래할 수 있다. 요구기반 방식의 라우팅 프로토콜은, 테이블 유지를 위한 라우팅 부하를 감소시키는 장점이 있는 반면, 트래픽이

발생 했을때 경로를 설정하기 때문에 긴급 상황을 요하는 차량 간 통신에서의 신속한 정보전달의 지연시간을 초래한다.

DSR, AODV와 같은 요구기반 방식의 라우팅 프로토콜은 필요에 따라 RREQ(Route Request) 패킷을 네트워크 전체에 flooding하여 목적지까지의 경로를 찾는다. DSR에서는 RREQ 패킷에 지나온 노드마다의 ID를 패킷에 기록했다가 RREP(Route Reply) 패킷을 통해 송신지 노드에게 알려준다.

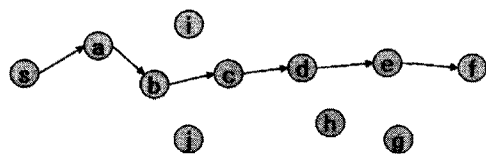
AODV에서는 RREQ 패킷이 지나온 노드마다 reverse-path에 대한 정보를 라우팅 테이블에 추가하고, RREP 패킷이 reverse-path를 통해 송신자에게 전달될 때, 송신자에서 목적지 사이의 경로가 중간 노드들의 라우팅 테이블에 추가된다. 이와 같은 DSDV, DSR, AODV는 모두 네트워크 토폴로지에 토대를 둔 라우팅 프로토콜로서, 규모가 큰 Ad-hoc 네트워크에는 적합하지 않다. 먼저, DSDV의 경우 네트워크의 규모가 커지면 주고받는 라우팅 정보의 양이 커지게 되고, 노드마다 유지하는 라우팅 테이블의 크기가 커지는 문제가 있다. 그리고 DSR과 AODV의 경우, 경로를 찾기 위해 RREQ 패킷을 전체 네트워크에 flooding해야 하므로 네트워크의 규모가 커질수록 경로설정을 위한 오버헤드도 커지게 된다.

또한 DSR의 경우, 네트워크의 규모가 커지면 소스 라우팅을 위한 ID의 리스트 길이가 늘어나기 때문에 RREQ 패킷과 RREP 패킷, 그리고 경로 캐시(Route cache)의 크기가 지나치게 커질 수 있다. 매초마다 변하는 차량들의 위상은, 이와 같은 일반 Ad-hoc 네트워크의 프로토콜 방식으로는 신속하고, 정확한 패킷 전송을 기대 할 수가 없다.

1. AODV routing protocol

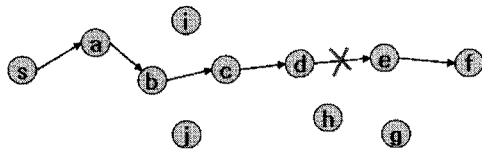
AODV에서는 경로를 복구하기 위해 2가지 방법을 이용한다. 첫 번째는 경로 손실을 발견한 노드가 RERR 메시지를 발신지 노드에게 전송하여 연결 손실을 알리고, 경로 탐색을 다시 하는 방법 이고, 두 번째는 경로 손실을 발견한 노드가 직접 지역 경로 복구를 실행하여 경로복구를 하는 방법 이다.

그림 2는 정상적인 데이터의 전달 모습을 보여주고 있으며, 발신지 노드는 목적지 노드와 통신이 필요할 때 새로운 경로를 설정하게 된다. 이를 위해 RREQ 메시지를 네트워크에 broadcasting 한다. RREQ 메시지를 받은 노드들은 메시지를 보낸 노드와 역 경로를 기억한다.



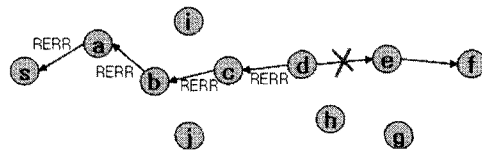
(그림 1) 정상적인 데이터 전달 경로

(그림 2)는 e 노드로부터 f 노드는 Hello 메시지를 받지 못하여 노드의 링크가 손실된 것으로 인지한다.



(그림 2) 경로 손실 발생

(그림 3)에서와 같이 d노드는 경로 손실을 인지하여 RERR 메시지를 발생시켜 발신지 노드에게 경로 탐색을 다시 하게한다.



(그림 3) 발신지 노드 복구

2. DSDV routing protocol

DSDV 프로토콜은 Bellman-Ford[3] 알고리즘에 근거하여 라우팅 테이블을 인접 단말과 교환하는 테이블 기반 알고리즘이다. 이 프로토콜은 각 단말이 개별적으로 소유한 라우팅 테이블의 정보를 이용하여 패킷을 전송한다. 표1은 라우팅 테이블 구조이며, 표1에서 Destination은 목적지의 물리적인 주소를 나타내고, Metric은 목적지까지의 홑수를 나타낸다. Sequence Number는 라우팅 루프(loop) 형성을 방지하기 위해 설정하는 숫자이다.

<표 1> DSDV 라우팅 테이블 구조

Destination	H _{next}	Metric	Sequence Number
MH1	-	0	S406_MH1
MH2	MH2	1	S145_MH2
MH3	MH3	1	S386_MH3
MH4	MH4	2	S581_MH4
MH5	MH5	2	S129_MH5
MH6	MH6	3	S442_MH6

이 값은 단말이 기존의 라우팅 경로와 새로운 라우팅 경로를 구별하기 위하여 인접한 단말에 라우팅 테이블을 전송할 때마다 1씩 증가된다. Ad-hoc 네트워크의 프로토콜 방식의 하나인 AODV 방식에서는 위의 설명과 같이 네트워크내의 각 노드들이 활성 경로에 대한 정보만 유지하고 예비 경로에 대한 정보는 유지 않기 때문에 경로 단절시 마다 경로 재설정 과정을 수행해야 하기 때문에 경로 재설정시 시간을 필요로 한다.

본 논문에서는 차량 간 통신 환경에서 빈번한 네트워크 토폴로지의 변화 및 전송 실패로 인한 제어 패킷부하의 감소를

위한 새로운 멀티 홑 라우팅 프로토콜인 액티브 네트워크 기반의 차량 간 멀티 홑 라우팅(Active Network Vehicle to vehicle Multi-hop Routing)을 제안한다.

III. 본론

1. 액티브 네트워크 기반 차량 간 멀티홑 라우팅 프로토콜

본 논문에서 제안하는 액티브 네트워크 기반의 고속이동시 차량 간 통신 프로토콜은 평소에는 Mac 계층에서 거리 값을 포함한 비콘 프레임은 주기적으로 전송하여 차량 간의 관계를 형성하고, 이동 차량들을 Group으로 묶어 관리한다. Mac 계층에서 주기적인 비콘 프레임 전송은 경로를 설정하기 위한 라우팅 오버헤드와는 관계가 없기 때문에 이동 차량 간 통신에서의 빈번한 토폴로지 변화로 인한 라우팅 오버헤드는 발생하지 않는다. 긴급 통신요구 상황이 발생하면 멀티캐스트 방식으로 그룹의 헤더에게 긴급 상황이 전달되고 그룹헤더는 그룹 멤버들에게 메시지를 전달하게 된다. 그룹헤더와 Relay Car의 사이에는 액티브 네트워크가 설정되어 헤더의 이탈을 감시, 헤더의 이탈시에는 헤더를 신속하게 재선출, 고속 이동시 전방차량의 긴급 메시지 전송을 후방 차량들에게 신속하게 함으로써 치명적인 사고를 미연에 방지 할 수 있도록 하였다.

2. 클러스터 구성

이동 차량들을 어떠한 기준에 따라 묶은 그룹을 클러스터라 하고 이렇게 이동 차량들을 그룹화 하는 것을 클러스터 구성이라 한다. 이때 클러스터 내에서 차량들 간의 최대 경로 길이에 따라 1홑 클러스터, 2홑 클러스터, 3홑 클러스터 등으로 구분된다. 클러스터는 서버적인 클러스터 헤더와 클러스터 헤더의 서비스를 받는 클러스터 멤버차량, 그리고 2개 이상의 클러스터 헤더로부터 서비스를 받는 인접차량으로 구성된다.

<표 2> 확장된 비콘 프레임과 이웃노드 테이블 구조

Frame Control	Duration	DA	SA	BS SID	FC S	X ₁	Y ₁	Z ₁
						a ₁ x ₁	a ₁ y ₁	a ₁ z ₁
						S ₁	S ₁	S ₁

제안된 방법에서는 정보전달 구조를 생성하기 위해서 차량의 위치정보를 사용하기 때문에, GPS(Global Positioning System)와 같은 이동 차량에 설치 가능한 비교적 정확한 측위 시스템이 포함되어 있다고 가정한다. 모든 차량은 GPS를 통해서 차량의 위치와 속도를 수신하고, 차량 간 통신을 한다. 또한 하부의 전송계층은 고속의 이동성을 지원하는 무선 전송기술을 이용하여 무선랜과 유사한 통신환경을 제공하고 한 홑간 브로드캐스트는 CSMA(Carrier Sense Multiple Access)와 같

은 기법을 통하여 무선 범위 안에서 충돌이나 간섭이 없이 모든 차량에게 무사히 전달됨을 가정한다. 차량정보를 수신한 차량은 상대거리를 계산한다. 차량 간 상대거리는 주변 차량정보 가운데 클러스터를 형성하는 판단기준이 되는 정보가 된다. 차량 간 긴급메시지 전송을 위해 사용할 무선 네트워크는 IEEE 802.11a 무선랜 기술을 기반으로 설계 되었다(5).

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 무선랜 도달거리를 고려하여 Relay Car에서의 200m지점의 차량들을 클러스터링하고 Relay Car로부터 100m지점의 가장 가까운 차량을 클러스터 헤더로 설정 한다. Relay Car에서 무선랜 도달 거리보다 작은 200m 지점의 차량들을 클러스터링 하는 이유는 메시지 전달의 신뢰성을 높이고, 수신감도의 끊김 현상을 줄이기 위해서이다.

Relay Car를 각 차량들이 네트워크에 참여하는 이동차량들과 자동적으로 클러스터를 유지하기 위해서는 기본적으로 다음과 같은 행동 정보가 필요하다. 앞으로 차량 간 통신환경에서는 GPS기반 위치정보를 이용한 라우팅이 사용된다고 가정하면, 이러한 라우팅을 위해서 모든 노드들은 주기적으로 자신의 정보가 포함된 비콘 을 전파하여 주변 노드들이 자신의 위치를 저장하도록 한다. MAC 계층이 이처럼 확장된 비콘을 전파하고 그 정보를 수집하게 되면 각 노드들의 위치 정보 및 연결성 정보를 갖게 된다.

주기적인 위치정보 수집은 주기적인 비콘을 통해 각 노드는 MAC 계층에서 (표 2)와 같은 이웃노드 테이블을 구성할 수 있다(6).

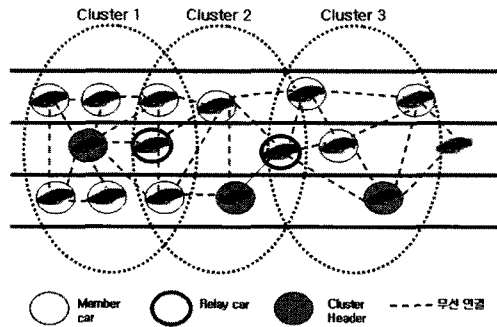
고속도로에 진입한 차량은 <표 2>의 비콘 프레임 테이블에서 획득한 이웃차량의 거리 값으로 클러스터를 구성하며 알고리즘은 다음과 같다.

```

PROCEDURE cluster-complet;
begin
    send beacon in broadcast radius
    receive in-car in beacon radius
    if in-car = ack then
        if rp-location = true then
            common member broadcast
            insert cluster-id
            if relay-car = ack then
                accept relay-car
                select cluster header
            end
        end
    else
        create cluster-id
        if relay-car = ack then
            accept relay-car
            select cluster header
        else
            insert relay-id
        end
    end
end;
    
```

차량이 고속도로에 진입 후 다른 차량들과의 거리 값을 알기 위하여 GPS수신기로부터 수신한 거리 값을 포함한 비콘 프레임을 브로드캐스트 한다. 응답 비콘 프레임 수신 확인을 위해 설정된 거리 값 200m이내에 차량이 있는지 여부를 확인 한다. 만약 200m이내에 차량이 없을 때에는 자신이 클러

스터 헤더가 되어 클러스터를 생성한다.



<그림 4> 클러스터 모델

클러스터의 생성은 그룹ID를 생성한다는 의미이다. 수신된 클러스터 헤더 개수를 확인하기 위해 인접차량을 선출하기 위해서 이웃 클러스터 헤더로부터 메시지 전송 여부를 확인한다. 이웃 클러스터 헤더로부터 메시지가 수신 되었으면 인접 차량으로 설정한다. 이웃 클러스터 헤더로부터 메시지가 수신되지 않은 경우 현재 클러스터 헤더의 멤버가 되어 그룹 ID를 부여 받는다. <그림 4>는 완성된 클러스터 모델이다. 이전 연구에서는 운행 중인 차량 간에 정보 송수신이 직접 이루어지는 통신환경이 Ad-hoc 네트워크 모델과 일치하기 때문에, 일반적으로 차량 간 통신 기술에서 Ad-hoc 네트워크 기술에 바탕을 두고, Ad-hoc 네트워크에서 라우팅 경로 선택의 기준으로 홉 카운트나, 노드의 ID를 주로 사용하였다. 이와 같은 방법들은 경로선택의 용이성이나 신속성을 제공할 수 있으나, 무선 매체의 특성상, 고속으로 이동 중인 차량들의 라우팅 경로 재설정시 패킷전송 오버헤드 또는 빈번한 수신 끊김 현상이 발생할 수 있다. 다음은 클러스터 완성 알고리즘이다.

```

PROCEDURE cluster;
begin
    send beacon in cluster radius
    receive in-car in beacon radius
    if in-car = false then begin
        if in-car > 1 then
            accept relay-car
        else
            create cluster-id
            insert cluster-id
        end
    else
        create cluster-id
    end
end;
    
```

3. 멀티홉 라우팅 프로토콜 패킷 데이터 전송

액티브 네트워크 차량 간 통신을 위한 멀티홉 라우팅 프로토콜 패킷 데이터 전송은 이동 Ad-hoc 네트워크의 프로토콜인 요구기반 방식의 프로토콜에 의한 통신한다. 클러스터 헤더의 존재를 확인한 후 클러스터 헤더의 부재를 인식하게 되면 Active 패킷이 지시하는 내용을 노드의 순차적 실행환경

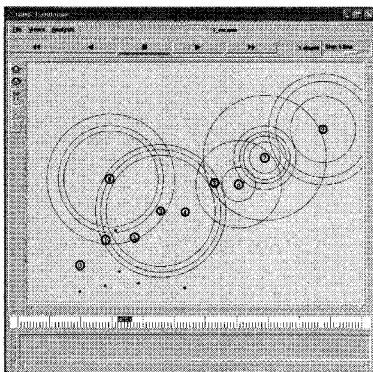
에서 실시간으로 실행한다. 그리고 노드자신을 Active Node 로 변경하여 경로 재설정 패킷을 송신하면서 새로운 경로를 찾게 되며, 다음은 멀티 홉 라우팅 프로토콜 패킷 데이터 전송을 위한 알고리즘이다.

```

PROCEDURE avrm-packet-send;
begin
    send RREQ in broadcast radius
    receive in-car in RREP radius
    if in-car = false then
        send RERR in broadcast radius
    begin
    else
        transmute AODV to AVRM
        send AVRM broadcast
        execute AVRM active-code
        if cluster-hd = false then
            transmute data-packet
            to active-packet.
            send active-node
            in broadcast radius.
            send data-packet interrupt
            begin
            else
                send RREQ in broadcast radius
            end
        end
    end
end;
    
```

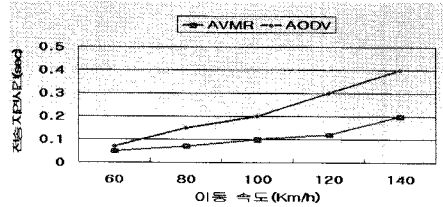
IV. 성능평가 및 분석

본 논문에서 제안하는 액티브 네트워크 기반의 차량 간 멀티홉 라우팅 프로토콜의 성능평가는 NS2를 사용하였다. NS2는 버클리 대학에서 제작된 네트워크 시뮬레이션 툴로서 C++ 기반에 Tcl/tk로 개발되었다. NS2에는 상당히 발전된 단계의 멀티캐스트 MAODV 프로토콜이 이미 구현되어 있으므로 본 실험에서는 기존의 AODV 알고리즘과 본 논문에서 제안한 액티브 네트워크 기반의 차량 간 멀티홉 라우팅 프로토콜 알고리즘의 성능을 비교하는 시뮬레이션을 시행하고자 했다. AODV 프로토콜 실험과 액티브 네트워크 기반의 차량 간 멀티홉 라우팅 프로토콜을 실험하기 위해 시스템 OS는 레드햇 리눅스7 서버를 이용 하였으며, 시뮬레이션 툴 NS-ALLINONE2.31 버전으로 실험 환경을 구성하였다.



〈그림 5〉 Active 네트워크 이동 클러스터

〈그림 5〉는 고속화도로에서 10대의 차량이 고속으로 이동하면서 ⑧ 노드인 헤더가 클러스터를 이탈한 상태이다. 이탈된 노드는 통신 수행할 수 없는 상황이기 때문에 인접에 있는 ⑨ 노드가 헤더 이탈을 감지하고 신속히 헤더를 선정해야 된다. AODV의 프로토콜은 헤더를 빠르게 선출하지 못하여 통신이 단절되지만 AVMR 모델은 신속히 클러스터를 형성하는 과정이다.



〈그림 6〉 패킷 전달 평균 지연시간

패킷전달 평균 지연시간을 측정된 결과를 〈그림 6〉의 도표로 표현한 내용이다. AODV 프로토콜의 경우 속도가 빨라지면 클러스터 헤더 이탈로 인한 클러스터 헤더 재선출을 RERR 메시지를 발생시켜 발신지 노드에게 경로 탐색을 다시하게 한다. AVMR 프로토콜의 경우 Active 패킷이 Active 노드에게 알려 Data를 중단 시킨 다음 Active 패킷이 경로요청을 하여 빠른 재선출이 이루어지게 된다. 〈그림 6〉의 도표에서와 같이 AVMR 프로토콜은 클러스터 헤더 이탈시 클러스터 헤더를 선출하여 데이터를 전송하기까지의 데이터 전송지연시간이 AODV 프로토콜보다 짧은 지연시간을 보임을 알 수 있다.

본 논문에서는 단순히 패킷 라우팅 목적으로만 사용되었던 개념을 바꾸어 사용자가 자신의 사용 목적에 맞게 라우터의 기능을 변경할 수 있는 액티브 네트워크 기반의 차량 간 멀티홉 라우팅 프로토콜을 제안하였다. 제안된 액티브 네트워크 기반의 차량 간 멀티홉 라우팅 프로토콜 알고리즘 성능 평가를 위해 NS2를 사용하여 실험 환경 변수인 적용 영역, 노드 수, 차량 속도, 패킷 수 등을 이용하여 각 속도에서의 데이터 전송율과 클러스터 헤더 재 선출을 측정하기 위한 데이터 전송 지연시간을 비교, 분석하였다.

평균데이터 패킷 전달율은 트래픽 소스에서 발생한 데이터 패킷의 수와 최종 목적지에 도달한 패킷 수의 비율이며 이 비율은 라우팅 프로토콜의 정확한 데이터 패킷 전송능력을 정량화 할 수 있다. 평균 패킷전달 지연시간은 소스노드에서 데이터 패킷이 발생한 시점부터 경로상의 노드들을 경유하여 목적지 노드에 데이터 패킷이 도착한 시점까지의 평균 지연 시간을 지칭 한다. 데이터 전송률 측정에서는 전체적인 네트워크의 처리율은 액티브 네트워크 기반의 차량 간 멀티홉 라우팅 프로토콜이 AODV 프로토콜보다 약 2.2% 우수한 것으로 나타났으며, 전체 네트워크의 처리율은 큰 차이가 없었다. 그러나 180Km/h 미만의 속도에서는 액티브 네트워크 기반의 차량 간 멀티홉 라우팅 방식이 약 6.2%의 우수한 성능을 보였다.

패킷전달 평균 지연 시간은 AODV 프로토콜의 경우 속도가 빨라지면 클러스터 헤더 이탈로 인한 클러스터 헤더 재 선출을 RERR 메시지를 발생시킨다. 그리고 발신지 노드에게 경로 탐색을 다시하게 해야 하기 때문에 Active 패킷이 Active 노드에게 알려 Data를 중단 시킨다. 이에 따라 Active 패킷이 경로요청을 하여 빠른 재 선출이 이루어지는 액티브 네트워크기반의 차량 간 멀티홉 라우팅 프로토콜보다 성능이 저하됨을 볼 수 있었다.

V. 결론

차량 간 통신은 고속으로 이동 중인 통신의 특성 때문에 일반적인 네트워크보다 훨씬 민감하다. 긴급 상황시 대처할 수 있는 방법에 치중해서 프로토콜을 연구한 결과 기존의 Ad-hoc 네트워크의 프로토콜인 AODV 프로토콜보다 네트워크의 성능이 향상 된 것을 알 수 있었다. 향후에는 데이터의 신뢰성 보장문제를 해결하기 위해 Active Network에서 많은 서비스를 제공할 수 있는 수동적인 네트워크보다는 새로운 기술이나 장치에 대해 유연하고 능동적인 Active Network의 연구가 진행 되어야한다.

참고문헌

- [1] AASHTO, "A Policy on Geometric Design of Highways and Streets - Fourth Edition", 2001
- [2] D. Scherrer, "Short Range Devices, Radio Frequency Identification Devices, Bluetooth, Ultra Wideband Systems, Automotive Short Range Raders, Overview and Latest Developments," OFCOM, Biel, Switzerland, Feb. 2003
- [3] T. Hasegawa, et al. "A Concept Reference Model for Inter-Vehicle Communications(Report2)," Proc. of Intelligent Transportation Systems 2004, pp. 810-815, Oct. 2004
- [4] W. Chen and S. Cai, "Ad-hoc Peer-to-Peer Network Architecture for Vehicle Safety Communications," IEEE Communications Magazine, Vol. 43, No. 4, Apr. 2005, pp. 100-107
- [5] 이진관, 장혜숙, 이대형, 정규철, 이종찬, 박기홍, "센서 네트워크 기반의 생체 신호 측정 시스템 설계", 정보보호 안 논문지 제 7권 제 1호(2007.3)
- [6] 장혜숙, 이진관, 정규철, 이종찬, 박기홍, "고속 이동 차량간 통신을 위한 액티브 네트워크 프로토콜", 디지털 산업 정보학회 논문지 제 3권 제 4호(2007.12)