

VANET(Vehicle Ad-hoc Network) 라우팅 프로토콜 연구 동향

이 상 선*

1. 서 론

최근 자동차의 발달로 인하여 차량의 이동 속도와 그 수가 증가함에 따라 교통사고, 교통정체로 배기가스가 환경오염 등의 문제가 날로 심각해지고 있다. 이에 텔레매틱스/ITS를 통해 그 문제로부터 해결책을 찾고자 여러 서비스가 개발되고 있다. 주요 서비스는 차량 및 운전자의 안전과 교통 흐름 개선을 위한 것으로 여기에는 통신 기술의 요구사항을 만족할 수 있도록 하여야하며, 그러한 요구사항에 만족할 수 있는 새로운 통신 기술의 적용이 시급하다. 차량안전 서비스를 제공해야하는 상황은 갑작스럽게 발생하는 것이 당연하다. 긴급한 상황에 처한 차량이 주변 차량들에게 유효하고 적절한 정보를 알려줄 수 있다면 차량안전에 큰 도움이 될 것이다. 하지만, 현재 고속으로 운행 중인 많은 차량들을 노변장치와의 인프라 연결을 통하여 서비스를 제공하기에는 인프라 확장성과 차량의 이동성 제공에 한계가 있다. 그러한 흐름에 부응하고자 등장한 새로운 방향으로의 기술적 접근이 차량간 통신이다. 차량간 통신은 이동 중이거나 정지중인 차량들 간의 신호 또는 데

이터를 송수신하는 무선통신을 말한다. 광의의 차량간 통신은 기지국을 거쳐서 연결을 수행하는 방식도 포함하지만 실질적인 의미에서 차량간 통신기술은 주로 사고를 예방하기 위하여 사용되거나 연쇄적인 사고의 발생을 막기 위하여 사용되는데 특히 전방 위험/사고 경보나 교차로 충돌 방지 및 경고 서비스 등에 활용하거나 유사한 서비스를 시험하고 있다[1].

차량간 통신을 바탕으로 네트워크를 형성하기 위해서는 여러 가지 요구사항이 제시된다. 1대1 통신을 위주로 즉, 하나의 홉만을 지원하는 차량간 통신은 그 범위가 극히 제한적으로서, 서비스의 제한이 따른다. 예를 들어 통신가능거리가 약 50미터인 차량장치가 안개가 극심한 고속도로 상황에서 사고가 났다고 한다면 정상적으로 주행하던 후방차량이 50미터를 남겨두고 메시지를 듣는다면 대처하기에는 어려울 것으로 본다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 제안된 요구사항이 멀티홉 통신을 통해 네트워크를 구성하는 것이다. 앞서 예를 들었던 상황에서 반대 방향으로 진행중인 차량에게 사고 상황을 위치 정보와 함께 송신한다면 이를 수신한 반대차선 차량은 진행 방향으로 진행하면서 이를 전파함으로써 문제점의 해결이 가능할 것이다. 이외에도 네트워크를 구성하여 그룹통신을 지원 받는다면 여

* 교신저자(Corresponding Author) : 이상선, 주소 : 서울서성동구 행당동(133-791), 전화 : 02)2220-0372, FAX : 02) 2299-1680, E-mail : ssnlee@hanyang.ac.kr

* 한양대학교 전자통신컴퓨터공학부 교수

러 이점이 생길 것이다. 이러한 필요 요구사항을 모쳐로 시작된 것이 VANET(Vehicle Ad-hoc Network)의 개념이다. 본고에서는 VANET의 네트워크를 구성하기 위해서 그 경로를 설정하고 관리가 매우 중요하게 작용하고 있는 점을 고려하여 현재 연구되고 있는 라우팅 프로토콜을 소개하고자 한다.

2. VANET 라우팅 프로토콜의 분류

본 장에서는 VANET 환경에 적합한 라우팅 프로토콜을 방법에 따른 분류에 대해 논의한다. 애드혹 네트워크에서는 기지국 없이 노드간 통신이 가능해야 하기 때문에 노드 스스로 통신 경로를 탐색 및 유지하는 라우팅 프로토콜의 설계가 중요한 이슈이다. 국제인터넷표준화 기구(IETF) 산하 워킹 그룹인 MANET(Mobile Ad-hoc Network)을 중심으로 효율적인 라우팅 기법들이 많이 제안되고 있으며, 안전한 라우팅 기법에 관한 연구도 성숙기에 들어선 상태이다.

VANET은 MANET의 특별한 형태로 MANET의 기본 특성을 가지고 있지만 차량의 전력을 이용할 수 있고, 높은 이동성 등의 추가적인 특성을 가지고 있어 차량환경에 알맞은 라우팅 프로토콜의 설계가 필요하다.

VANET에서의 라우팅 프로토콜을 그림 1과 같이 컨텐션 베이스(Contention based forwarding), 맵 베이스(Map based geographic routing), 브로드캐스팅 및 멀티캐스팅(Broadcasting and Multicasting)의 3가지로 분류하였다.

전송하고자 하는 전송노드가 다음 노드를 결정하는데 랜덤 또는 거리에 비례한 시간을 설정하여 경쟁하도록 하는 컨텐션 베이스 전송 라우팅 프로토콜과 도심지역에서 차량의 내비게이션이나 유

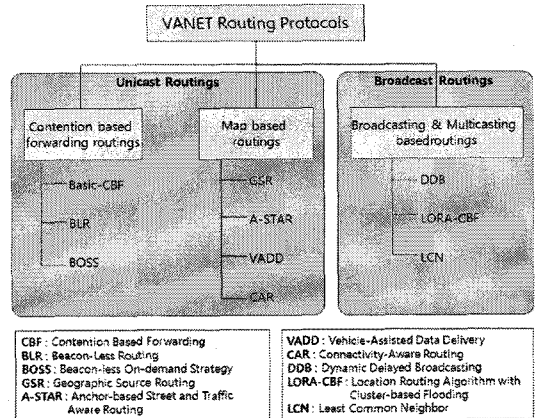


그림 1. VANET의 라우팅 프로토콜 분류

사한 디바이스의 지도 데이터를 통해 특정 지점을 활용함으로써 광범위한 경로 설정을 가능하게 하는 맵 베이스 라우팅 프로토콜, 그리고 주변의 이웃 노드에게 자신의 정보와 목적지 노드의 정보를 방송하거나 그룹 내에서의 정보 공유를 통하여 경로를 설정하는 브로드캐스팅 및 멀티캐스팅 라우팅 프로토콜로 분류하였다. 각각의 프로토콜에 대해서 3장에서 간단히 소개한다.

3. VANET 라우팅 프로토콜

본 장에서는 컨텐션 베이스(Contention based forwarding), 맵 베이스(Map based geographic routing), 브로드캐스팅 및 멀티캐스팅(Broadcasting and Multicasting)의 3가지로 분류된 프로토콜의 특징을 간단히 소개하고자 한다.

3.1 Basic-CBF(Contention Based Forwarding)

경쟁기반의 기본적인 방법인 Basic-CBF(아래 'CBF')의 특징은 포워딩할 때에는 통신에 참여한 노드들이 랜덤한 시간을 통한 경쟁기반으로 하여 다음 홉을 결정하게 된다. 이때 전송 방법은 그리

다 포워딩(Greedy forwarding)방식을 사용하게 되며, 주기적으로 자신의 정보를 방송하는 비콘(beacon)은 사용되지 않는다. 이 방식에서는 각 노드들의 위치 정보가 아주 정확해야 할 것을 요구한다. Basic-CBF에서는 비콘메시지를 통한 이웃 노드간의 위치정보의 교환이 없기 때문에 대역폭(Bandwidth)을 줄일 수 있는 장점을 가지고 있지만, 전송되는 패킷들에 대해서 여러 노드에서 일어나는 패킷 중복을 피하기 위해 서프레스(suppress) 알고리즘을 사용한다.

Basic-CBF의 동작은 크게 두 가지의 형태를 가지는데 그림 2를 보면 먼저 네트워크의 노드들은 타이머를 각각 유지하고, 소스(Source)로부터 패킷을 수신한 노드들은 목적지 노드와의 거리에 따라서 랜덤 시간 값을 설정하고 시간을 카운트하여 먼저 '0'이 된 노드가 패킷을 전송함으로써 다음 노드로 선택 된다. 이때 경쟁에서 뒤쳐진 다른 노드들은 다음노드의 패킷을 수신함으로써 시간 카운트를 취소하고 다시 대기한다. 다음으로 데이터 패킷 전달의 기회를 잡은 노드가 여럿일 경우 패킷 중복을 방지하기 위해서 CBF에서는 서프레스라는 개념을 도입한다. 서프레스의 방법은 여러 가지 종류가 있으나 그 중 Area-based 서프레이션(suppression) 알고리즘을 예를 들어 설명하면 원

형의 전송 범위를 여러 구역으로 나누어서 한정된 지역 내에 있는 노드들만 통신에 참여하게 하는 방법이다. 이처럼 CBF는 비컨메시지의 비사용과 패킷 중복을 방지하기 때문에 대역폭(Bandwidth)을 줄이고 높은 전송률을 나타낼 수 있다[2].

3.2 BLR(Beacon-Less Routing)

경쟁기반의 2번째 프로토콜인 BLR의 특징은 Basic-CBF 라우팅 프로토콜과 달리 각 노드들이 DFD(Dynamic Forwarding Delay) 알고리즘을 통해 전송 대기시간을 결정하도록 하는 것이다.

BLR 또한 Basic-CBF와 유사하게 위치정보가 포함된 비콘 형태의 hello 메시지를 주기적으로 방송(Broadcast)하지 않는다. 이점은 각 노드들은 배터리의 소모를 줄일 수 있으며, 동일 주파수 대역을 사용하는 인접 노드들의 데이터 통신과 전파간섭을 피할 수 있는 효과가 있다.

BLR의 알고리즘은 그림 3과 같이 모든 노드들이 전송할 데이터가 있는 소스노드에 한해서 데이터패킷의 헤더에 위치정보를 포함하여 방송한다. 패킷헤더에 포함되는 위치정보는 이전 노드의 위치, 자신(소스)의 위치, 목적지 노드의 위치이다. 데이터패킷을 방송할 때는 네트워크의 오버헤드

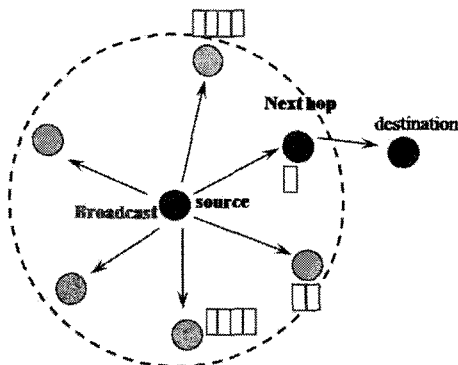


그림 2. Basic-CBF의 시간 경쟁 기반 개념

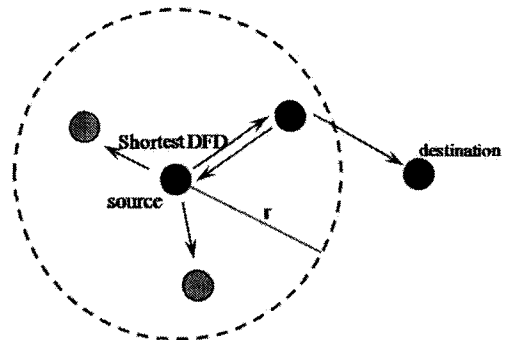


그림 3. BLR의 DFD를 사용한 경로 설정 개념

를 줄이기 위해 목적지 노드로 향하는 특정한 구역을 정해서 그 구역 내에 포함된 노드들만이 데이터 패킷을 수신할 수 있도록 해주는 것 또한 Basic-CBF의 서프레스와 유사한 점이다.

위치정보가 포함된 데이터패킷을 수신한 노드들은 다음 노드로 중계할 특정 노드를 선정하기 위해 DFD 알고리즘에 의한 경쟁모드로 동작하게 된다. DFD 알고리즘은 소스노드와 자신의 위치 그리고 목적지 노드의 거리와 각도 등을 변수로 최적 경로를 산출하여 목적지와 가장 가까운 노드를 최우선으로 하기위해 가장 작은 지연 값을 가질 수 있도록 해준다. 부여된 지연 값을 카운트다운하여 '0'이 되면 해당 노드는 데이터패킷에 위치정보를 포함하여 이전과 마찬가지로 방송 하게 된다. 이 때 아직 지연 값이 '0'이 되지 않아 카운트다운을 하고 있는 노드가 있다면 이 방송된 데이터패킷을 수신함으로써 자신보다 더 좋은 위치에 존재하는 노드가 있다는 것을 알고 동작을 멈추게 된다[3].

3.3 BOSS(Beacon-less On-demand Strategy) Routing

BOSS 라우팅 프로토콜도 다른 경쟁기반 프로토콜과 마찬가지로 주기적인 비콘 메시지를 전송하지 않으며, 전송 노드가 1홉 영역에 있는 주변 노드에게 데이터 메시지를 전송함으로써 라우팅이 시작된다. 전송 노드는 데이터 메시지에 전송하고자 하는 정보(original message), 전송 노드의 위치정보, 목적지 노드의 위치정보를 전송한다. 이를 수신한 이웃 주변 노드들은 자신의 위치를 알고 있고, 자신의 위치 정보와 전송 노드, 목적지 노드의 거리를 비교하여 자신이 전송 노드와 목적지 노드 사이에 있는지 전송 노드 후방에 있는지를 계산한다.

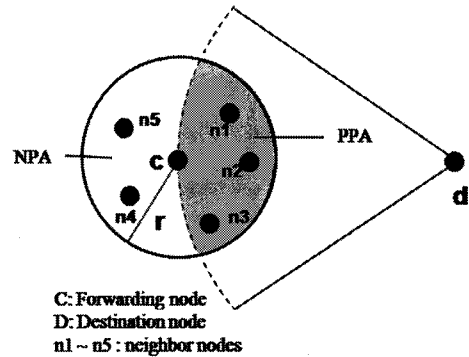


그림 4. BOSS PPA/NPA 설정 개념

그림 4에 보면 'C' 전송노드가 자신의 전송반경 r 내에 있는 $n1 \sim n5$ 에게 DATA 메시지를 전송하고, 이를 수신한 이웃 노드는 자신이 NPA (Negative Progress Area)에 속해있는지 아니면 PPA(Positive Progress Area)에 속해있는지 판단하는 과정을 거쳐 PPA에 속해있는 노드들만 RESPONSE 메시지를 전송할 수 있는 권한을 부여한다.

그림 4에서 $n1, n2, n3$ 가 이에 해당되며 여기서 수신 거리가 가장 가까운 노드가 가장 빨리 자신의 ID와 위치정보를 포함한 RESPONSE 메시지를 'C' 전송 노드에게 전송하고, 'C' 전송 노드는 이를 수신하여 선택된 노드의 ID와 위치정보를 포함한 SELECTION 메시지를 전송한다. 선택된 노드는 DATA 메시지를 전송함으로써 다음 홉 전달을 수행하게 된다[4].

3.4 GSR(Geographic Source Routing)

맵 베이스 라우팅 프로토콜로 분류된 GSR은 도시의 지도에 의해 제공되는 위치기반 라우팅 방법으로서 차량이 GPS수신기를 통하여 자신의 위치를 알 수 있고, 디지털 지도시스템을 가지고 있음을 전제로 한다. 또한 각 노드는 주기적으로 자신의 현재 위치를 알리는 비콘을 주기적으로

전송함으로써, 모든 이웃노드의 위치를 안다고 가정한다.

GSR은 소스 노드에서 목적지 노드까지의 최단 거리 경로를 찾기 위하여 다익스트라(Dijkstra) 알고리즘을 사용하며, 경로가 만들어진 뒤 소스 노드는 패킷이 경로를 따라 지나가는 교차로의 집합(Sequence of junction)을 계산하기 위하여 디지털 지도를 사용하게 된다. 이후 교차로 순번이 즉각적인 노드 라우팅을 위하여 패킷에 추가된다. 경로설정 후 교차로 사이의 패킷전송은 그리디 포워딩 방식을 사용한다.

또한, GSR은 기존의 DSR과 비교하였을 때, 위치정보를 토대로 라우팅을 함으로서 네트워크가 확장되어도 오버헤드가 적으며, 경로 손상시 패킷을 버리지 않고, 패킷복구를 이용하기 때문에 효율적인 장점을 가진다. 반면, 두 교차로 사이에 충분한 노드가 있는지를 고려하지 않기 때문에 연결성을 고려하지 않으므로 더 높은 연결성을 가진 경로를 선택하는 A-STAR에 비하여 낮은 성능을 보이게 된다[5].

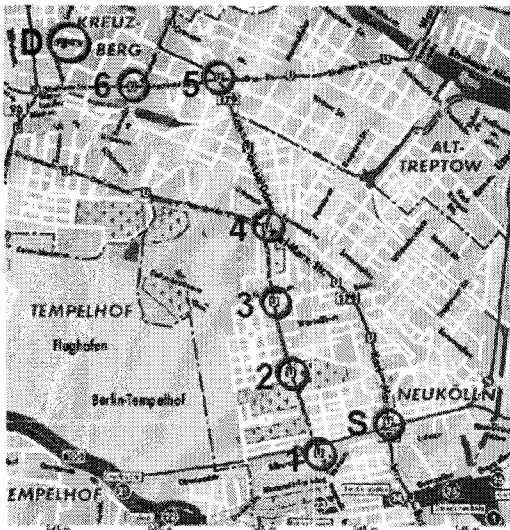


그림 5. GSR의 교차로 순번의 예

3.5 A-STAR(Anchor-based Street and Traffic Aware Routing)

맵 베이스 라우팅 프로토콜의 두 번째 A-STAR 프로토콜은 GSR과 동일하게 교차로마다 시퀀스 넘버를 부여하는 도시의 지도에 의해 제공되는 위치기반 라우팅 방법으로서 차량이 네비게이션 시스템 등의 지도시스템을 가지고 있음을 전제로 한다. 하지만, 버스 루트정보와 도로의 트래픽 정보를 활용하여 교차로에 앵커를 설정함으로써 패스를 설정한다. 이는 GSR의 교차로 간 연결성을 고려하지 않는 것에 비해 높은 연결성을 보장하여 대도시 차량 통신에 적합한 라우팅 방식이다.

교차로마다 시퀀스 넘버를 부여하고 기본적인 앵커 패스가 형성된다. 기본 앵커 리스트 또는 고정된 앵커 포인트를 알고 있어서 내가 다른 노드로 전송을 할 때 최적의 경로를 찾아 전송한다. 정적 맵 할당과 동적 맵 할당이 있는데 정적 할당은 기본에 주어진 환경조건을 통해서 앵커 패스를 다익스트라 최저 가중치 알고리즘을 통해서 계산하며 동적 할당은 맵에 있는 각도로의 가중치를 재계산해서 사용한다[6].

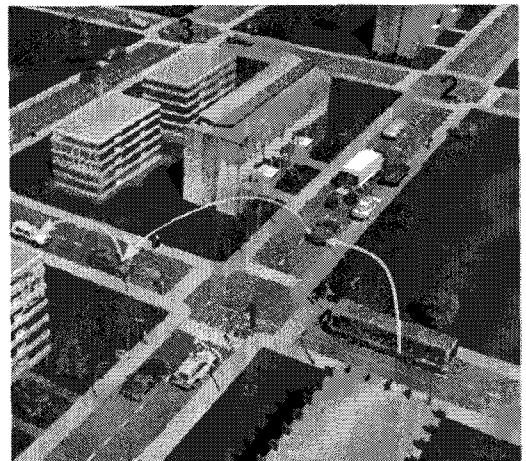


그림 6. A-STAR의 패스 설정의 예

3.6 VADD(Vehicle-Assisted Data Delivery)

VADD 프로토콜은 움직이는 차량 간에 애드혹 통신을 할 때, 패킷의 전달 과정에서 최종 목적지까지의 가장 최소의 경로를 찾는 프로토콜로서, 기본적으로 저장 후 전달(Carry and Forward)의 개념을 갖고 있기 때문에 패킷 지연이 작은 가장 최적의 전달패스를 찾는 것을 목표로 한다. 이 프로토콜은 기존의 GPSR(Greedy perimeter stateless routing for wireless networks) 라우팅 알고리즘의 단점을 보완하여 차량통신에 적합하게 차량의 움직임을 고려하여 설계되었다.

그림 7에서 'B'교차로에 있는 커피 하우스에서 샌드위치를 주문예약하기 위해 차량간 애드혹 통신을 통해서 커피하우스로 정보를 전달한다고 가정하였을 때, A-B구간이 네트워크 패스상 A-C-D-B 보다 짧은 경로지만 차량이 적은 이유로 네트워크 패스가 끊길 가능성이 있다. VADD는 위와 같은 상황에서 로드간 차량 속도를 고려하여 최적 경로를 판단한다. 애드혹 통신은 항상 도로상황에 따라 경로가 끊어질 가능성이 있으므로 VADD에는 그림 8과 같이 교차로 모드(Intersection mode), 직선 모드(Straightway mode), 목적지 모드(Destination mode)의 총 3가지 모드를 둔다.

기존의 데이터 전송 프로토콜은 차량 네트워크

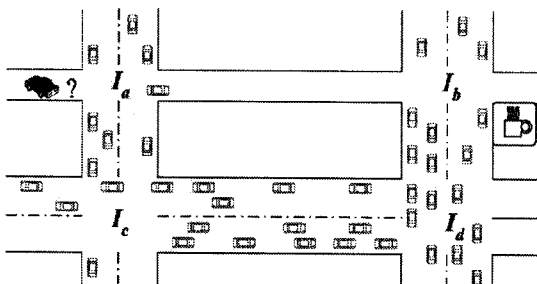


그림 7. 차량간 애드혹 통신의 예

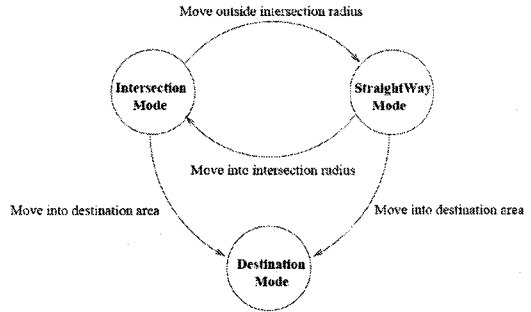


그림 8. VADD의 3가지 모드

에서 데이터 전달 지연의 문제를 해결하지 못하지만 VADD는 차량 간 통신 환경에서 저장 후 전달 방식으로 이러한 지연문제를 해결하고, 높은 효율성을 보여준다. 하지만 임의의 교차로를 선택해서 최소 경로를 찾는 것은 불가능하고 정해진 구역 내에서 교차로간의 짧은 패스를 찾는 것은 가능하나 한정된 지역에서만 가능하다는 특징이 있다[7].

3.7 CAR(Connectivity-Aware Routing)

CAR 프로토콜은 목적지 노드의 위치와, 소스-목적지간 패스를 모두 찾을 수 있는 방법이다. 이웃노드의 밀집도에 따라 헬로우-비콘(HELLO-Beacon)을 보내는 주기를 달리하는 어댑티브 비콘 방식(adaptive beaconing mechanism)을 사용하며, 노드의 위치를 추적하는 역할을 하는 가드(Guard)라는 개념을 사용하며, 가드에는 스탠딩 가드(Standing guard)와 트래블링 가드(Traveling guard)가 있다.

이 프로토콜의 알고리즘은 두 가지 형태의 알고리즘을 사용하는데 첫 번째 알고리즘은 경로 탐색 방법으로 그림 10의 예와 같이 경로 탐색을 할 때 교차로나 커브길 등을 지나는 방송 패킷에는 앵커가 추가되어 방송되며, 방송 패킷이 목적지 노드에 도달하면 목적지 노드는 전체경로를 알 수 있다. 전체경로는 각각의 인접 앵커 포인트

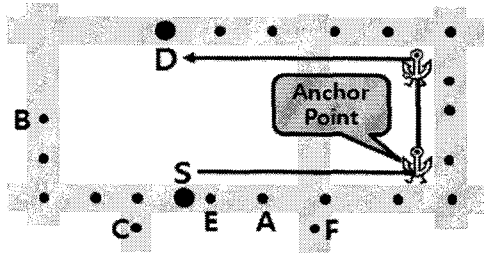


그림 10. CAR의 경로 탐색의 예

(Anchor Point)의 집합으로서 기록된다. 앵커의 생성은 노드의 속도 벡터가 이전 노드의 속도벡터와 일정수준 이상 차이가 났을 때, 커브길이나 교차로에서 방향이 바뀐 지점으로 간주하여 생성되며 브로드캐스팅 중 패킷이 또 다른 교차점을 지나가면 새로운 앵커가 추가된다. 경로설정 이후에는, 다음 앵커 포인트와 가장 가까운 이웃노드로 전송하는 방식의 패킷전송을 하게 된다.

두 번째 방법은 경로 유지 방법으로 스탠딩 가드는 목적지노드가 방향을 바꾸었을 때 활성화되며, 패킷 필터링 및 목적지로 향하는 패킷의 방향을 유도하게 된다. 가드를 수신한 노드는 가드 테이블(Guard-Table)에 가드를 추가하고, 비콘에 실어 재전송한다. 트래블링 가드는 속도(velocity) 벡터를 포함하고 있으며, 목적지 노드의 속도가 변화되었을 때 활성화되며, 목적지 노드로 가는 데이터 패킷을 받으면 기존 또는 새로운 속도벡터

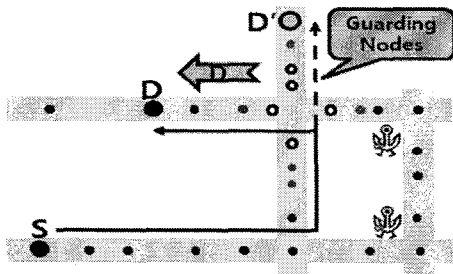


그림 11. 경로 유지의 예(목적지 노드의 위치 또는 진행방향이 바뀐 경우)

를 통해서 목적지의 위치를 추정하게 된다.

이웃노드의 밀집도에 따라 비콘 주기를 달리함으로써 오버헤드가 감소하고, 목적지 노드의 위치나 진행방향이 바뀌면서 경로가 변화하여도 노드 위치를 추적하여 경로를 유도하는 Guard를 사용함으로써 경로 탐색을 다시 하지 않고 경로유지가 가능하다[8].

3.8 DDB(Dynamic Delayed Broadcasting)

DDB 프로토콜은 DDB1과 DDB2가 있으며 DDB1은 패킷 노드들의 전송을 최소화 시키는 것이 주목적이며 그림 12에서와 같이 두 노드간의 거리가 멀어질수록 주위 노드들이 실시간의 상황 정보를 헤더 패킷부분에 저장하여 두 노드가 멀어지더라도 주위에서 정보를 알아 낼 수 있다.

다음 DFD 값이 그림 13에 따라서 결정되는데

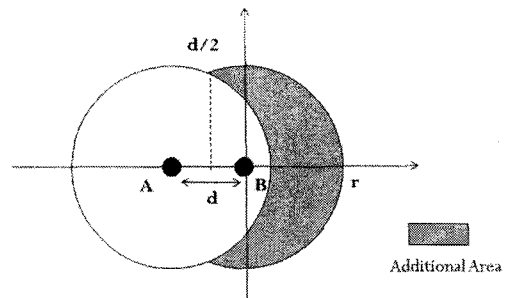


그림 12. 거리에 따른 추가영역 표시

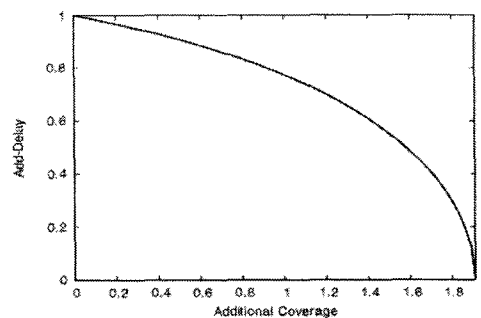


그림 13. 추가영역에 따른 지연 시간

그래프를 보면 알 수 있듯이 추가영역이 많아질수록 재방송(Rebroadcasting)시간인 Add-Delay가 짧아짐을 알 수 있다.

DDB2는 전력을 제어하여 네트워크의 수명을 최대화하기 위한 방식이다. DDB2의 조건은 네트워크에 일부분이 접속한 노드라도 모두 전송할 수 있어야 하며, 추가적인 영역이 전송할 수 있는 영역보다 작더라도 확인 후 전송한다. 또한, MAC 계층에 직접적으로 접근 가능하여야 하며, 무선 인터페이스 큐에 대해서 엄격해야 하고 지연시간을 계산하여 다시 처리 가능하여야 한다.

그림 14는 DDB 전송방법을 간략화한 것으로서 최초 노드 'A'가 브로드 캐스팅방식으로 인근 노드들에게 전송한다. 수신한 노드들은 AC (Additional Coverage)에 따라서 DFD를 계산하게 되고 AC부분이 많은 노드가 짧은 지연시간을 가지게 된다. 노드 'B'가 짧은 지연시간을 가지고 전송하게 되고 다시 나머지 노드들 간의 DFD시간을 재설정하게 된다. 이때, 이미 전송했던 노드 'A'는 보냈던 패킷이라는 것이 확인된다면 재전송을 하지 않는다.

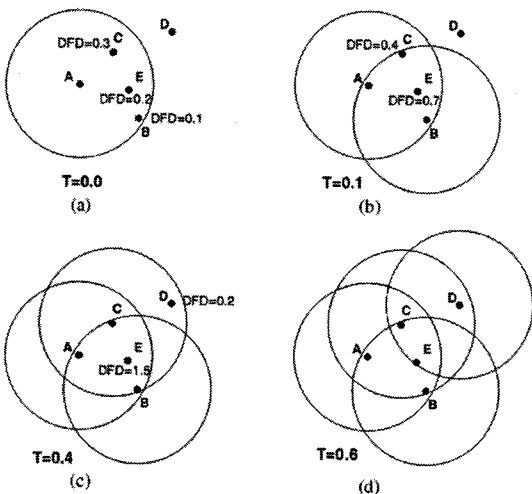


그림 14. DDB 전송 방법

DDB는 컨트롤 메시지가 전송되지 않기 때문에 네트워크 자원이 단순하며 경제적인 사용이 가능하고 자동차 및 센서 네트워크와 같은 전력 제한을 요구하거나 빈번하게 변화하는 토폴로지 같은 무선 멀티 홉 네트워크(Wireless multi-hop network)에 대해서 장점을 가지는 방송 프로토콜이다[9].

3.9 LORA-CBF(Location Routing Algorithm with Cluster-based Flooding)

LORA-CBF 라우팅 프로토콜은 하나 이상의 클러스터를 구성한 후에 통신을 시도하고 각 개체는 클러스터의 구성요소 중 반드시 하나로 지정되는 프로토콜이다. LORA-CBF의 구성요소는 클러스터 헤더, 멤버, 게이트웨이로 구분되며, 클러스터 헤더는 멤버들의 주소, 위치정보, 게이트웨이 정보를 가지는 테이블을 주기적으로 갱신한다. 특정노드가 목적지에 데이터를 보내는 것을 시도하면, 소스노드는 테이블에 목적지 노드의 위치가 있다면 그 경로를 결정하기 위해 라우팅 테이블을 체크하고 목적지에 가장 가까운 이웃에게 패킷을 전송한다.

그림 15에서 왼쪽 클러스터4의 멤버는 클러스터4의 헤더가 클러스터1,2,3,4에 대한 모든 테이블을 관리하기 때문에 클러스터 1에 있는 멤버에게 데이터 전송 시 클러스터 4의 헤더에게 전송하여 Gateway를 통해 전달된다. 복잡한 네트워크에서

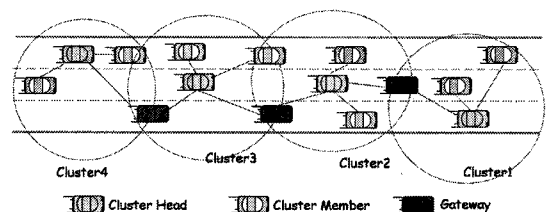


그림 15. LORA-CBF의 그룹구성 예

멤버 간 경쟁과 재전송의 횟수를 줄일 수 있으나 다른 클러스터의 멤버와 통신을 하기 위해서 게이트웨이를 통하기 때문에 게이트웨이에 문제가 발생 시 대체할 게이트웨이가 없다면 타 클러스터와 통신이 불가능해진다는 단점이 있다.

LORA-CBF 프로토콜은 항상 주기적인 메시지의 교환을 통하여 클러스터를 유지하여 최적의 통신을 할 수 있도록 함으로서 이로 인한 패킷 오버헤드가 홉 수에 상관없이 크다. 하지만 홉 수가 높아짐에 따라 오버헤드의 수가 늘어나는 타 프로토콜에 비해 홉 수가 높아져도 크게 증가하지 않고 일정함을 유지한다. 그리고 항상 클러스터를 관리하고 있기 때문에 홉 수가 높아져도 최적의 경로를 통하여 데이터 전송이 가능하고 클러스터 구성이 상당히 자유롭다는 특징을 가진다[10].

3.10 LCN(Least Common Neighbor)

LCN 라우팅 프로토콜은 차량 간 애드혹 통신에서 브로드캐스팅 전송을 위한 플러딩의 한 방법으로 차량마다 이웃 차량의 리스트들을 가지고 있고, 다음 홉을 결정할 때 최소의 공유 이웃 리스트들을 가진 차량이 재방송 노드로 선택되며, 플러딩할 때 오버헤드를 줄여줌으로써 빠르게 데이터를 후방으로 전송할 수 있는 프로토콜이다.

이동하는 차량 'A', 'B'의 거리가 점차 벌어지면서 그림 a, b, c의 순서로 공유 노드의 수가 줄어드는 것을 볼 수 있다. 공유 노드의 수가 적다는 것은 그 차량에서 가장 멀리 떨어져있는 차량을 의미하게 된다. 따라서 브로드 캐스팅으로 전송할 경우 재전송 노드를 선택함에 있어서 공유 노드의 수가 적은 노드를 선택하는데 효율적이다.

그림 17에서의 각 차량 간에는 헬로우 메시지를 통해 이웃 차량의 리스트들을 가지고 있다. 차량 'A'에서 긴급 상황이 발생했을 경우 브로드 캐

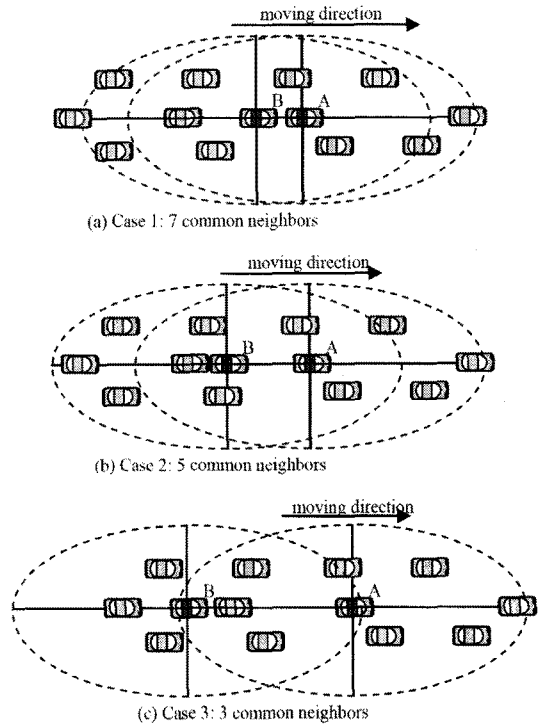


그림 16. LCN에서의 Neighbor

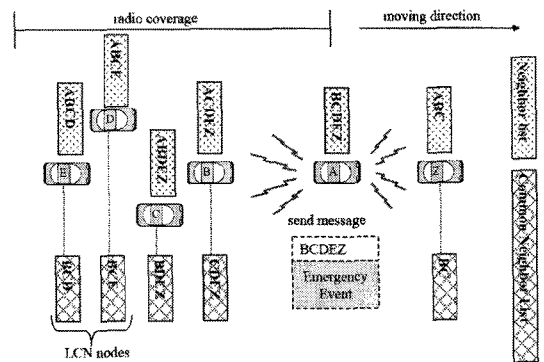


그림 17. LCN의 메시지전송 개념

스팅으로 긴급 메시지를 전송하게 되고 메시지 안에 이웃 차량의 리스트들을 포함해서 전송하게 된다.

긴급 메시지를 수신한 차량들은 자신의 이웃 차량의 리스트와 긴급메시지에 포함된 차량 'A'의 이웃 차량 리스트와 비교하여 공유 리스트를

작성한다. 재전송 시간을 설정함에 있어 공유 차량의 수를 이용하여 가장 적은 공유 차량의 수를 가진 차량이 재전송 차량으로 선택된다. 가장 적은 공유 차량 리스트를 가진 차량이 재전송을 하게 되고, 차량 'A'의 라디오 통신영역 내에 있는 다른 차량들은 재전송된 긴급 메시지를 수신하게 되면 자신이 재전송하려고 했던 긴급 메시지를 삭제한다.

LCN프로토콜을 이용하여 브로드캐스팅 플러딩 방법을 하였을 경우 플러딩 시 발생하는 오버헤드를 줄일 수 있고 메시지를 보다 빠르게 전송할 수 있는 장점이 있다[11].

4. VANET 라우팅 프로토콜의 특성

앞서 간단하게 알아본 각각의 라우팅 프로토콜들은 적합한 환경 및 서비스에 활용하도록 설계된 프로토콜이다. 여러 라우팅 프로토콜을 3가지 분류로 나누고 각 분류의 특성을 고려하여 보았을 때 그림 18과 같은 성향을 보일 것으로 분석되었다. 경쟁기반의 CBF, BLR, BOSS 라우팅 프로토콜은 주기적인 비콘을 방송하지 않음으로서 이동성(Mobility)에 좋은 성능을 보일 것으로 분석하였고, 지도 기반의 GSR, A-STAR 등의 라우팅 프로토콜은 도심지역에서 노드의 수(Density)가 높은 환경에 맞게 설계되었고 시뮬레이션 결과

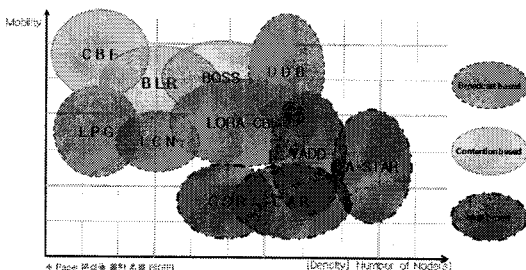


그림 18. VANET 라우팅 프로토콜 특성

값을 비교하여 이동성을 우선하는 환경보다는 복잡한 환경에서 적합할 것이다.

마지막으로 브로드캐스트 및 멀티캐스트 라우팅 프로토콜은 그 중간의 특성을 보일 것으로 분석되었다. 이는 각 프로토콜을 설계한 목적과 결과 값 그리고 제시하는 특성을 비교하여 추측한 데이터로 향후 시뮬레이션을 통하여 정확한 데이터가 요구된다.

5. 결 론

MANET의 한 형태인 VANET은 차량의 통신 장치 간의 통신을 기본으로 네트워크를 구성하여 인프라 확장성 제한의 해결방안이다. 그러나 네트워크를 구성하기 위해서는 경로를 구성하기 위한 라우팅 프로토콜이 필요하다. VANET을 구성하기 위한 라우팅 프로토콜은 다이나믹하게 이동하는 차량간의 통신 환경에 적합하여야 한다. 본고에서는 제한된 VANET의 라우팅 프로토콜을 분류하고 각 프로토콜의 경로 설정 방법과 특징을 간단히 살펴보았고, 각 분류 그룹의 특징과 설계 포인트를 감안하여 특성을 분석하였다. 하지만, 정확한 데이터를 얻기 위해 향후 시뮬레이션이 필요하다.

또한, 각 프로토콜을 분석하면서 서로 단점을 해결할 수 있는 특징을 가지고 있는 경우를 파악하였다. 나아가 텔레매틱스/ITS 서비스의 개발 추세와 요구사항을 만족할 수 있도록 각각의 라우팅 프로토콜이 구별되어 적용되는 것에 한정하지 않고 여러 프로토콜을 기능 및 성능적인 측면에서 적합한 형태로 통합하는 연구가 이루어져야한다.

참 고 문 헌

[1] 조한벽, "차량간 통신을 활용한 텔레매틱스/ITS

- 서비스 구현 및 표준 현황,” Mar. 2007.
- [2] Holger Fubler, Jorg Widmer, Michael Kasemann, Martin Mauve, Hannes Hartenstein, ‘Contention-Based Forwarding for Mobile Ad-Hoc Networks’, Elsevier Science, 2003, pp. 351-369
- [3] Marc Heissenbuttel, Torsten Buaun, Thomas Bernoulli, and Markus Walchli, ‘BLR: Beacon-Less Routing Algorithm for Mobile Ad-Hoc Networks’, Elsevier Science, 2004, pp.1076-1086
- [4] Juan A. Sánchez, Rafael Marín-Pérez and Pedro M. Ruiz, “Beacon-less Geographic Routing in Real Wireless Sensor Networks,” JCST, 2008, pp. 438-450
- [5] C. Lochert, H. Hartenstein, J.Tian, H. Fussler, D. Hermann, and M. Mauve, “A Routing Strategy for Vehicular Ad Hoc Networks in City Environments,” Proc. IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 2003, Ohio, USA.
- [6] Boon-Chong Seet, Genping Liu, Bu-Sung Lee, Chuan-Heng Foh, Kai-Juan Wong and Keok-Kee Lee, “A-STAR: A Mobile Ad Hoc Routing Strategy for Metropolis Vehicular Communications,” LNCS, Vol.3042, 2004, pp. 989-999
- [7] Jing Zhao and Guohong Cao, “VADD: Vehicle-Assisted Data Delivery in Vehicular Ad Hoc Networks,” IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY, Vol. 57, No.3, May 2008, pp. 1910-1922
- [8] Valery Naumov, Thomas R. Gross, “Connectivity-Aware Routing(CAR) in Vehicular Ad Hoc Networks,” INFOCOM, 2007, pp. 1919-1927
- [9] Marc Heissenbuttel, Torsten Braun, Markus Walchli, Thomas Bernoulli, “Optimized Stateless Broadcasting in Wireless Multi-hop Networks,” INFOCOM, 2006, pp. 1-12.
- [10] Raul Aquino S. and Arthur Edwards B., “A Reactive Location Routing Algorithm with Cluster-Based Flooding for Inter Vehicle Communication,” Computacion y Sistemas, Vol.9, Num.4, 2006, pp. 297-313.
- [11] Sukdea Yu and Gihwan Cho, “A Selective Flooding Method for Propagating Emergency Messages in Vehicle Safety Communications,” 2006 International Conference on Hybrid Information Technology - Vol.2 (ICHIT'06), 2006, pp. 556-561.



이 상 선

- 1978년 한양대학교 전자공학과(공학사)
 - 1983년 한양대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 - 1990년 University of Florida 전기공학과(공학박사)
 - 1990년~1991년 U. of Florida Post-doctoral Fellow
 - 1991년~1991년 생산기술 연구원 선임연구원겸 조교수
 - 1991년~1993년 전자부품종합기술 연구소 선임연구원
 - 1993년~1998년 한양대학교 전파공학과 조교수
 - 1998년~2003년 한양대학교 전자전기공학부 부교수
 - 2003년~현재 한양대학교 전자통신컴퓨터공학부 정교수
 - 관심분야 : 텔레매틱스/ITS 통신, 국내외 표준화
-
-