

# Mobile Ad-Hoc Network를 활용한 교통 정보 시스템

## Traffic Information System Utilizing Mobile Ad-Hoc Network

김태욱

(경원대학교 석사과정)

오해석

(경원대학교 교수)

Key Words : Ad-Hoc, LBS, Telematics, MANET

### 목 차

I. 서론

II. 관련연구

III. MANET(Mobile Ad-hoc Network)

IV. MANET 기반 교통정보시스템

V. 결론

참고문헌

## I. 서론

에드 혹 망 은 네트워크 인프라가 없이 서로 통신하는 이동 노드들로 구성된 망이다. 이동 노드들은 망 내에서 필요에 따라 임의로 네트워크를 형성한다. 에드 혹 망과 관련된 기술 분야로는 다양한 응용을 위한 물리 계층 등으로 분류 할 수 있다. 특히, 효율적인 경로 탐색을 위해 여러 라우팅 프로토콜이 제안되었다[1]. 제안된 기술 최근 가장 화두가 되고 있는 텔레매틱스 기술은 이러한 이동 에드 혹 망을 바탕으로 위치 기반 서비스(LBS : Location Based Service)를 제공하는데 있어 중요한 응용 분야 이다. 텔레매틱스(Telematics)기술은 차량의 인공위성을 이용한 위치파악기술(GPS)과 이동통신 기술이 결합된 것으로 운전자와 차량의 안전 편의성을 목적으로 무선통신망을 통해서 정보를 교환하고 차량내 정보단말기를 통해 차량과 운전자에게 유용한 정보 및 서비스를 제공하는 종합적인 정보서비스이다. 텔레매틱스는 기존에 단순히 응급구난 서비스 중심으로 제공되던 서비스 개념에서 최근에는 LBS등 무선 인터넷 개념을 도입한 이동통신 부가가치 서비스로 새롭게 정의되고 있다[2]. 현재 텔레매틱스 인프라는 주로 이동통신망을 활용하여 언제, 어디서나 무선 접속이 가능하지만 고속 데이터 전송을 위한 서비스 요금이 고가라는 단점이 있다. 또한, 이동통신망은 데이터 전송 속도가 상대적으로 낮으면서 통신 요금의 고가로 인해 텔레매틱스의 대중화에 어려운 점이 있다. 특히 LBS 기술은 이동통신망을 활용한 위치기반서비스이기 때문에 GPS방식보다는 위치 정확도가 저조한 편이다. 이 처럼 본 논문에서는 기존의 이동통신망에서 위치기반기술이 아닌 에드 혹 망을 활용해서 위치기반서비스 모델을 제안한다. 이는 기존의 지능형 교통 시스템(ITS)의 네트워크 기반으로 실시간 교통 정보를 제공하기 위한 라우팅 기법으로 차량을 이동 노드로하여 이동 간 자율적으로 통신하여 AP(Access Point)를 통해 루프 검지기와 영상검지기 VIP( Video Image Detectors)에서 추출한 정보를 VDS (Vehicle Detection System) 서버에서 가공하여 실시간으로 차량 위치를 파악한다. 즉 라우팅 매

시지 내에 도로별 연결성을 고려한 가중치 속성을 포함시키고 도로를 운행하는 이동 노드들에게 실시간으로 교통정보를 획득하고 제공하는 것이다.

## II. 관련연구

### 1. 위치기반서비스(LBS)

이동 중인 사용자의 위치 정보를 다양한 정보와 실시간으로 결합하여 사용자가 필요로 하는 부가적인 응용 서비스를 제공하는 것으로 관련 기술은 크게 위치를 결정하기 위한 무선 위치 측위 기술(LDT : Location Determination Technology), 이동 통신 기술, 파악된 위치로부터 위치 정보를 가공하고 기타 시스템과의 연결성을 제공하는 플랫폼 및 S/W 기술(LEP : Location Enabled Platform), 그리고 서비스를 제공하기 위한 LBS 응용 기술(LAP : Location Application Program)로 구성된다.

#### 1) 위치 측위 기술(LDT)

위치 측위 기술은 크게 handset-based solution과 network-based solution이 있으며, 이들 기술을 결합한 hybrid solution 있다[3][4].

#### (1) Cell-ID

가장 단순한 네트워크 기반의 위치 센싱 기술로서, 이용자가 속한 기지국의 서비스 셀(cell) ID를 통해 이용자의 위치를 3초 이내에 파악할 수 있는 장점이 있다. 그러나 셀 반경의 크기에 따라 위치 정보의 정확도가 큰 편차를 보이는 단점이 있다.

#### (2) AOA, TOA, TDOA

위치 정보의 정확도 증가를 위해 핸드셋의 신호를 서비스 셀 기지국뿐만 아니라 주위의 기지국에서도 수신하는 것을 이용한 네트워크 기반 위치 센싱 기술로 핸드셋의 신호를 수신

한 3개의 기지국의 신호 수신 각도의 차이를 이용하여 위치 정보를 제공하는 기술인 AOA(angle of arrival), 핸드셋의 신호를 수신한 한 개의 서비스 셀 기지국과 2개의 주변 기지국들 사이의 신호 도달 시간의 차이를 이용하여 위치 정보를 제공하는 기술인 TOA(time of arrival), AOA와 같이 기지국 기반의 네트워크 기반 기술을 활용하고 있으며, TOA와 같이 LMU(location management units)를 이용하여 한 개의 서비스 셀 기지국과 2개의 주변 기지국 사이의 핸드셋 신호의 도달 시간의 차이를 이용하여 위치 정보를 제공하는 기술인 TDOA(time difference of arrival) 등이 있다.

### (3) A-GPS

핸드셋 기반의 위치 센싱 기술인 A-GPS (assisted global positioning system)는 날씨와 상관없이 인공위성에서 보내는 위치 정보를 휴대폰에 내장된 칩이 읽어 기지국에 알려주는 방법으로, CDMA 이동 통신 사업자들이 주로 채택하고 있는 기술이다. A-GPS는 위치 정보의 정확도가 이론상으로는 3~25m이지만 실제로 50m 정도의 정확도를 보장하는 것으로 알려져 있다. 또한 최근에는 A-GPS보다 진보된 MS-based GPS 및 S-GPS 칩의 개발로 인해 위치 획득을 위한 계산 시간의 단축, 서버와의 통신 부하를 감소시킬 수 있게 됨으로써 보다 더욱 다양한 응용분야에 적용되고 있다. MS-based GPS 칩의 경우 현재 KTF의 K-ways 폰 내비게이션 서비스를 제공하는 단말에 적용되어 사용되고 있다.

### (4) E-OTD

네트워크와 핸드셋 기반의 위치 센싱 기술을 혼합한 하이브리드 위치 센싱 기술인 E-OTD (enhanced observed time difference)는 핸드셋의 신호가 3개의 기지국에 도착한 시간의 차이를 이용하여 위치 정보를 제공하는 기술로서 E-OTD는 도심이든 시골이든 상관없이 5초 이내에 이용자의 위치 정보를 이론상으로는 10~30m, 실제로는 50~200m의 정확도로 제공할 수 있는 것으로 알려져 있다.

## 2. 위성통신을 활용한 위치기반 기술

지구궤도에 떠 있는 GPS(Global Positioning System) 위성에서 보내오는 반송파 신호의 위상을 측정하거나 반송파 신호의 코드를 추적하여 위성까지의 거리를 측정함으로써 삼각 측량 방법에 의한 위치 정보의 획득이 용이하다. 일반적으로 3개의 위성을 통하여 2차원적인 위치를 계산할 수 있으며, 3차원적인 위치를 결정하기 위해서는 적어도 4개의 위성에서 전파를 수신할 수 있어야 한다. GPS와의 위성 통신을 이용한 위치기반 기술은 신호 반경이 넓고 고정된 위성을 통해 안정적인 서비스의 제공이 가능하여 현재 가장 많이 사용되고 있지만, 정밀도가 낮고 GPS 위성 신호의 수신이 어려운 실내나 음영 지역에서는 서비스가 불가능한 단점이 있다.

## 3. 위성통신을 활용한 위치기반 기술

현재 구축되어 있는 셀룰러 이동통신 네트워크를 이용하여 삼각 측량 방법에 의해 이동 단말의 지리적인 위치 정보를 구할 수 있다. 이는 단말의 서비스 셀 영역의 기지국과 주변 기지국간의 협조에 의해 단말의 위치를 알아내는 네트워크 기반 방식과 기지국과는 별개로 GPS 수신기를 가진 단말이 위치 정보를 네트워크로 전달하는 단말 기반 방식, 그리고 이 둘을 혼합한 하이브리드 방식이 있다. 이동통신을 이용한 기술들은 별도의 인프라 구축이 필요 없고 GPS와 같이 서비스 영역이 넓어 매크로 위치 측위 기술로 많이 활용되고 있다. 그러나 기지국이 위치하는 셀 반경 내나 전파의 수신이 가능한 도심에서만 사용이 가능하고 전파 특성에 의한 회절 및 다중 경로, 신호 감쇠에 의해 실내에서의 정확성이 떨어지는 문제점이 있다.

## 4. 위성통신을 활용한 위치기반 기술

상기 위성통신이나 이동통신을 이용한 위치인식 기술들은 서비스 제공 영역이 넓어 실외에 적합한 반면에 실내나 음영 지역에서의 사용에 제약이 따른다. 따라서 최근에는 적외선이나 초음파 RF(radio frequency), UWB(ultra wideband), RFID 등의 다양한 무선통신 기술을 이용한 위치 측위 기술이 활발히 연구되고 있다.[6]

## 5. 위성통신을 활용한 위치기반 기술

지금까지 언급한 기술들이 대부분 삼각 측량 또는 근접에 의한 위치 측위 기술을 활용하다면 영상 인식을 이용한 기술은 장면 분석 방법을 활용한다. 이는 일반적으로 특정 공간에 놓여진 비디오 카메라를 통해 잡힌 영상의 시간적 또는 공간적인 차이점을 찾아내어 위치를 찾아내는데, 마이크로소프트 연구소에서 유비쿼터스 컴퓨팅의 일환으로 수행 중인 Easy Living 프로젝트에서 개발한 개인 위치 추적기가 대표적인 시스템이다[5][6].

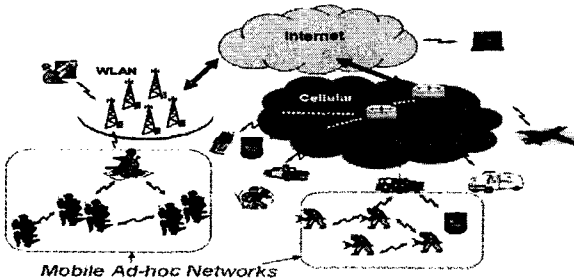
## 6. Ad-hoc을 활용한 위치기반 기술

앞서 살펴본 위치기반 기술들은 위치에 대한 상대적 또는 절대적인 정보를 제공하는 고정된 레퍼런스 노드들이 반드시 존재한다. 특히, GPS나 기지국, 또는 실내의 고정된 위치에 놓여진 네트워크 센서, 초음파 수신기, 또는 리스너 등이 레퍼런스 노드로서 상대적 또는 절대적인 위치에 대한 안정된 정보를 제공하고 있다. 반면, Ad-hoc 네트워크는 고정된 특정 인프라 및 특정 레퍼런스 노드에 의존하지 않고 네트워크 토폴로지가 유동적이며 이동 노드가 라우팅 기능을 포함한 많은 기능들을 자체 해결하거나 분산 수행하도록 설계됨으로써 이를 그대로 적용하기가 어렵다. 물론 Ad-hoc 네트워크에서도 응용에 따라 GPS 또는 특정 인프라에 의존하여 위치 정보를 파악하는 다양한 시스템들이 개발되고 있다. 그러나 군사용이나 재난 통신, 센서네트워크와 같이 즉흥적이고 독립적인 네트워크에서는 GPS위성 신호나 특정 인프라 또는 마스터에 의존하는

서비스를 지속적으로 기대하기가 어렵다. 또한 Ad-hoc 네트워크를 구성하는 단말은 대부분 배터리에 의존하므로 초음파 발생기와 같은 별도의 하드웨어를 장착하기가 용이하지 않다. 특히 고정밀의 위치 계산을 위해 적절한 단말의 분산 처리 기능이 요구되므로 단말의 구성에 많은 제약이 따르며, 고정되지 않는 노드들간의 협력에 의해 위치가 계산되므로 대부분 상대적으로 논리적인 위치만이 판별되므로 지리적으로 절대적인 위치 정보를 얻어내기가 어렵다.

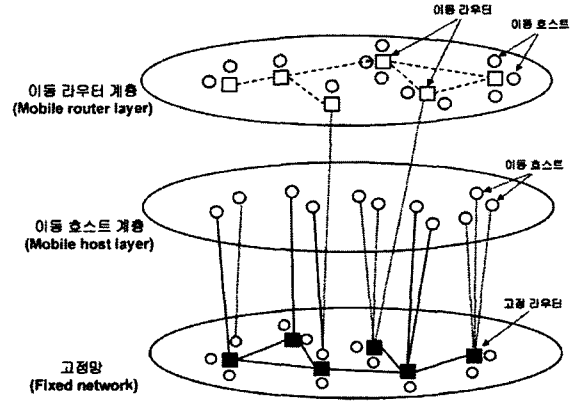
### III. MANET(Mobile Ad-hoc Network)

MANET(mobile Ad-hoc network)은 통신 인프라가 없는 환경에서 이동단말들이 서로 통신할 수 있는 네트워크이다. 전장이나 비행기 또는 선박과 같이 외부 인터넷과 고립된 환경에서 이동단말이 통신하고자 할 때 임시적으로 망을 구축할 필요성이 있다. 간단한 예를 들면 전쟁터와 긴급재해 복구 지역과 같이 네트워크 인프라가 없거나 파괴된 환경에서 Ad-hoc 라우팅을 통해 병사들간이나 구조원들간의 데이터 통신이 가능하다. 또한 MANET 에서 오디오 또는 비디오 화상회의 같은 멀티캐스트 서비스의 필요성도 부각되고 있다[7].



<그림 1 > Mobile Ad-hoc Network 구조

인터넷 기반의 MANET 기술은 독자적인 구성이 가능한 이동망 기반구조를 지원하는 기술이다. MANET 에서의 각 노드는 논리적으로 IP 주소 지정이 가능한 다수의 호스트들과 무선 통신 시스템, 라우터들로 구성이 되고, MANET를 구성하는 시스템의 집합은 이동 라우팅 기반구조이고, 고립되어 운용되거나 외부의 라우팅 기능을 통해 모바일 인터넷 서비스를 받을 수 있다. 개념적으로 모바일 인터넷은 MH(Mobile Host)와 MR(Mobile Router) 계층의 두 계층으로 나누어 진다. <그림. 2> MH 계층은 일시적으로 고정 망의 라우터 EH는 고정 라우터에 접속하는 호스트들로 이루어 진다. 이러한 호스트들은 논리적으로 고정된 라우터로부터 하나의 전달거리(hop)에 있고, 그들의 연결은 유선 또는 무선이 될 수 있다. 이러한 기술에 의해 처리되는 기본적인 기능은 위치와 주소관리이다. 종단간 오퍼레이션은 고정망 기반구조로부터의 라우팅 지원을 요구한다. MR 계층은 MR 와 각각이 MR와 일시적 또는 영구적으로 연계되는 MH로 구성된다.



<그림 2 > Mobile Host와 Mobile Router 계층

MR 계층은 고정망에 대응되는 이동 인프라가 구조를 형성하기 때문에 고정망으로부터 라우팅에 관련된 지원을 요구하지 않는다. MR 계층은 기존의 고정 네트워크 계층에 대한 대안으로 볼 수 있다. 따라서 MR 계층에서의 망은 MR 계층에 있는 호스트로부터 트래픽을 운반하는 “stub” 망으로서 동작할 수도 있다. 또한 이동 라우터 계층은 논리적으로 고정 망에 병행하는 통합된 망으로 볼 수 있는 한편, MR들의 별도의 독자적 시스템으로 분리될 수도 있다.

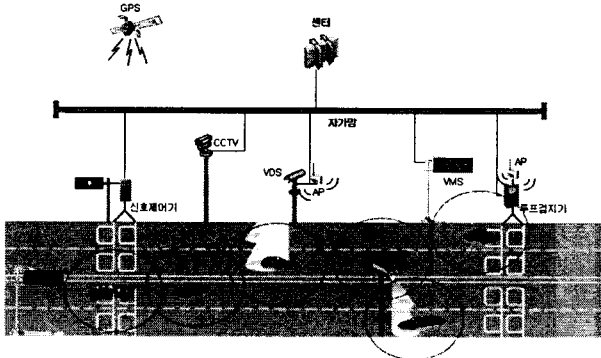
MR 계층에서의 MANET 호스트는 고정망과 연결이 없거나 하나 이상의 전장 거리로 연결을 갖는다. 연결이 안된 경우 호스트가 거주하는MANET는 고정망과 독립된 독자적 시스템을 형성한다. 반면 연결이 있을 때에는 적어도 하나의 이동 MANET 라우터가 고정 라우터와 이동 호스트 사이에 존재한다. 다시 말해서 이동 호스트는 MANET 라우터에 바로 연결되고 MANET 라우터는 고정 라우터에 바로 연결되거나 또 다른 MANET 라우터를 통해 간접적으로 연결될 수 있다. 이 경우 여기서 고정 라우터는 고정망으로의 게이트웨이를 형성하여, 이동 IP를 통한 고정망과의 상호운용을 가능하게 한다.

### IV. MANET 기반 교통정보시스템

#### 1. 위치기반서비스(LBS)

MANET를 적용한 교통정보시스템 네트워크는 무선 인터넷 서비스의 주체를 도로를 달리는 차량으로 두고, 다른 차량과의 데이터를 전송함으로써 인접한 차량간의 직접 통신으로 인해 도로 상태나 위급한 상황에 대한 정보를 직접 교환할 수 있고, 차량의 텔레매틱스 단말기를 통해 GPS(Global Positioning System) 및 LBS(Location Based Service) 기반의 위치 정보와 DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 무선 인터넷, 차량의 안전과 보안, 관리 등의 서비스가 가능하다. 특히 네트워크 장애로 인한 통신 불능 등의 통신 재난에 효과적으로 대처할 수 있으며, 교통사고의 발생으로 도로가 마비된 상황에서 사고 지점의 맨 앞의 운전자로부터 전송된 사고 경보 메시지가 차량에서 차량으로 전달됨으로써 신속한 대처가 가능하다. 또한 버스나 기차와 같이 대중교통수단에서도 휴대 단말을 통해 무

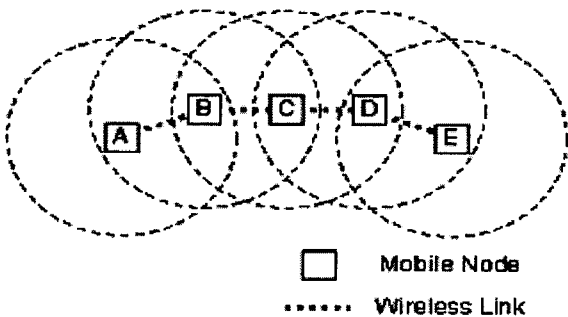
선으로 차량의 텔레메틱스 단말에 접속하여 무선 인터넷 서비스나 DMB서비스를 제공할 수 있다. MANET 적용한 교통정보시스템은 인터넷 망과 AP(Access Point) 기반 망과 단말로만 이루어진 MANET가 MR를 통해 결합된 것이다. 이와 같은 망을 구성하면 Mobile Network 영역이 확대되므로 CDMA 기반의 네트워크 최소화가 가능하게 될 것이며, 여러 개의 AP 설치에 의한 셀 배치 문제가 감소될 것이다. 또한 MR를 필요한 곳에 배치하면 Mobile Network의 구성이 가능해 진다.



<그림 3 > Mobile Ad-hoc Networks 기반 구조

## 2. 위치정보를 위한 위치 데이터 인덱스 기법

<그림. 4>처럼 MANET 를 적용한 위치 데이터 인덱스 기법을 보면 MN(Mobile Node) A에서 E까지 차량정보를 전송하기 위해 멀티 홉(multi hop) 전달 방식을 사용함으로써 WL(Wireless Link)가 가능하다는 점이다. 이는 주행중인 차량간의 릴레이 통신이 가능하여 앞이나 옆 또는 뒤에서 주행중인 차량을 통해 자신의 차량정보가 릴레이 된다. 릴레이가 된다는 것은 무선 멀티 홉 방식으로 데이터를 전송함으로써 무선 인프라가 없는 곳에서도 위치정보 서비스를 받을 수 있다는 것이다.

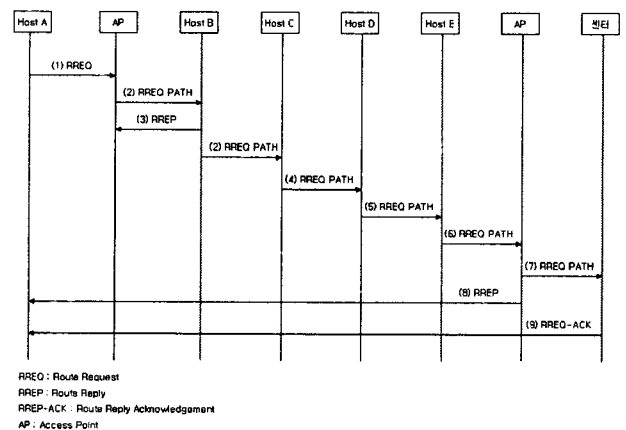


<그림 4 > 위치 데이터 인덱스 기법

## 3. 위한 위치 경로 생성 과정

MANET 내의 모든 노드들은 데이터 전달이 있는 라우팅 경로 정보만을 라우팅 테이블에 유지 및 관리하게 된다. 데이터 전달이 필요한 Host는 요구기반 방식으로 센터까지 최단 경로를 라우팅 경로 탐색 과정을 통해 찾아낸다. 경로 탐색을 위해 사용하는 메시지 타입은 RREQ(Route Request), RREP(Route Reply),

RREP-ACK(Route Reply Acknowledgement)의 3가지 타입이 있다. RREQ는 Host A가 센터를 찾기 위해 (즉, 경로 생성을 요청하기 위해) 사용하는 메시지타입이다. RREQ를 수신한 Host는 자신이 목적지 노드이거나 또는 목적지까지의 라우팅 경로를 알고 있다면 RREP 메시지를 사용하여 응답하게 된다. RREP 메시지는 RREQ를 처음에 송신한 노드에게 유니캐스트 방식으로 전달된다. RREP-ACK는 RREQ Host가 RREP를 수신한 후 이에 대한 응답을 위해 사용하는 메시지 타입이다. 그림 5는 RREQ 가 플러딩 되는 상태를 나타낸다. RREQ를 수신한 AP는 먼저 목적지 노드에 인접한 Host를 검사한다. 만약 인접한 노드가 없으면 RREQ를 인접한 AP에 RREQ를 플러딩한다. RREQ를 수신한 목적지 노드의 인접한 AP는 RREP 생성하여 Host A에게 RREP를 전달한다. 이처럼 MANET 경로 생성을 통하여 고속도로나 국도 및 시내의 간선도로에 대한 실시간 위치정보 수집은 위에서 언급한 멀티 홉 전달 방식을 사용함으로써 차량간 위치정보를 AP(access point)로 전송한다. 또한 정확한 차량 위치를 파악하게 위해 지역 제어 장치인 차량검지 시스템 (Vehicle Detection System: VDS)의 현장 단말 장치로 비디오 카메라에 의한 영상검지기 시스템 (Video Image Detection System)으로 수집 된 교통자료를 관제센터의 VDS용 Server에 통신 선로를 통하여 실시간으로 전송한다. MANET 기반 위치정보는 위치 데이터 인덱스 기법을 이용하여 보다 정확하게 영상검지기 시스템으로 비디오 카메라를 도로상에 주행하는 차량의 교통정보(교통량,속도,차량길이)를 실시간으로 정확히 측정하여 최소 단위의 시간단위로 통계,분석 보관하며 수집, 보관된 정보를 VDS (Vehicle Detection System)Server 및 Host Computer가 필요로 하는 모든 기초자료를 제공하는 교통자료측정을 한다. 이처럼 VDS Server에 전송된 차량은 차선별 차량 위치 정보를 보다 정확하게 제공할 수 있다.



<그림 5 > 경로 생성 과정

## V. 결론

Mobile Ad-hoc 네트워크는 사용자 관점에서는 사용자간 상호 통신 또는 동일인의 통신 단말간 원활한 통신 접속에 많이

활용되고, 또한 교통정보 수집과 정보 제공에 필요한 인프라 구축 비용을 절감하게 될 것이다. 본 논문에서는 이러한 Mobile Ad-hoc 네트워크를 활용한 교통정보시스템 기술하였다. 앞에서 기술한 바와 같이 MANET는 통신 단말간의 독립된 네트워크 구성과 단말기의 라우팅 기능에 의한 멀티 홉 방식을 통한 다양한 위치기반정보 서비스가 가능할 것이다. 현재 위치기반정보 기술은 차량 단말기와 서비스 사업자간 정보를 전달하기 위한 무선채널을 제공하며, 현재 3세대 CDMA 셀룰러 시스템이 활용되고 있고, 다양한 텔레매틱스 서비스를 제공하기 위해 DSRC(Dedicated Short Range Communication), WLAN, DMB 방식을 활용하기 위한 연구가 진행되고 있고 상용화가 되고 있다. 그러나 효율적인 교통정보를 위해 보다 정확한 서비스를 제공하기 위해서 지속적인 기반 기술의 발전이 요구된다.

## 참고문헌

1. C.K. Toh, Ad Hoc Mobile Wireless Networks: Protocols and Systems, Prentice Hall PTR, 2002.
2. 권수갑, "Telematic 동향", 전자정보센터, IT리포트, 2004. 8
3. 한국소프트웨어진흥원, "위치 기반 서비스 LBS", 소프트웨어 마켓 뉴스, 2003
4. P. Enge, and P. Misra, "Special issue on GPS: The Global Positioning System,"Proc. of the IEEE International Conf. on, Jan. 1999, 3-172
5. Digital Cellular Telecommunications System(Phase 2+); Location Services(LCS); (Functional description)-stage 2, (GSM 03.71 version 8.0.0 Release 1999)
6. J.Krumm, S. harris, B.Meyers, B. Brumitt, M.Hale and S. Shafer, "Multi-Camera Multi-Person Tracking for EasyLiving," Proc. of the IEEE International Workshop on Visual Surveillance, July 2000.
7. M.S. Corson and J.P. Macker, "Mobile Ad Hoc Networking(MANET); Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations, "IETF RFC 2501, Jan. 1990
8. 오현서, "텔레매틱스 무선 액세스 기술", TTA저널(제89호), pp92-98
9. 안병구, "텔레매틱스 서비스 네트워크 접속 기술", TTA저널(제89호), pp105-112