

# VANET 환경에서의 경로 최적화를 위한 그리드 기반 위치 정보 서비스 스팟 기법

## Grid-based Location Service Spot scheme for optimized routing path on VANET

김 종 현\*  
(Jong-Hyun Kim)

김 기 천\*\*  
(Kee-Cheon Kim)

정 우 영\*\*\*  
(Woo-Young Jung)

### 요 약

고정 인프라 없이 차량 노드 간 자체적으로 구성되는 차량 애드-혹 네트워크, VANET은 사고 예방과 교통량 통제로 그 사용 목적과 필요성이 분명하게 나타난다. VANET 환경에 적합한 위치 정보 기반 라우팅 기법은 소스 노드가 목적지 노드의 위치 정보를 가지고 있다는 전제를 바탕으로 하여, 위치 정보 제공을 위한 위치 정보 서비스(Location service)가 요구된다. 본 논문에서는 위치 정보 서비스에서의 접근성 문제 및 노드 간 형평성 유지에 관한 문제를 해결하기 위해 최적 경로 설정을 위한 그리드 기반 위치 정보 서비스 스팟(Grid-based Location service spot, GLSS) 기법을 제안한다. 이 기법에서 지역을 구성하는 각 그리드에 일정 범위가 LSS로 설정되어, 해당 그리드의 모든 노드들은 위치 정보 등록 및 요청 메시지를 LSS로 Geocast 전송을 하게 된다. 위치 정보 요청 메시지는 LSS 간 확산을 통해 응답 메시지 발신 노드는 그리드 간 최적 경로를 통해 전달을 수행하여 신뢰성 있는 전송을 보장한다. 본 논문에서는 도로 환경과 지형 지물을 고려하여 각 그리드의 LSS를 경유하는 최적 경로 기법과 GPSR을 비교하여 성능 평가를 수행하였다.

### Abstract

Location Service is required in position-based routing for VANET to provide position information. We propose Grid-based Location service spot(GLSS) scheme for optimized routing path to improve accessibility and load balance in location service. Specific area is defined as Location service spot(LSS) on each grid in this scheme, and all nodes in the grid geocast its location update message and location request message to each LSS. Location request messages are flooded throughout LSSs, location reply messages establish optimized route from the source grid to the destination grid. We evaluated GLSS which establishes optimized route on the grid comparing GPSR in consideration of road condition and geographical features.

**Key words:** VANET, Ad-hoc network, location service, position-based routing, greedy forwarding

† 본 연구는 지식경제 프론티어기술개발사업의 일환으로 추진되고 있는 지식경제부의 유비쿼터스컴퓨팅 및 네트워크원천기반 기술개발사업의 10C2-C1-30S 과제로 지원되었습니다.

\* 주저자 : 건국대학교 컴퓨터공학과 공학석사

\*\* 공저자 및 교신저자 : 건국대학교 컴퓨터공학과 교수

\*\*\* 공저자 : 대구경북과학기술원 연구부장

† 논문접수일 : 2009년 8월 14일

† 논문심사일 : 2009년 11월 26일

† 게재확정일 : 2009년 11월 27일

## I. 서론

차량 간 애드 혹 네트워크, VANET(Vehicle Ad hoc Network)은 다수의 노드가 고정된 네트워크 인프라 없이 독립적인 망 구성으로 노드 간 통신을 수행하는 이동 애드-혹 네트워크, MANET에서 노드를 차량으로 가정하는 개념의 애드 혹 네트워크이다.[1] VANET의 활용 분야는 차량 간 사고를 예방하고 교통 정체를 줄이는 것으로 개인의 인명과 재산에 직결되어, 이에 관련된 연구가 현재 다각적이고 빠르게 진행되고 있다.[2]

VANET에서도 MANET과 마찬가지로 신뢰성이 보장되고 지연이 없는 노드 간 효율적인 통신을 위해 경로 설정을 위한 기법이 반드시 요구된다. 주기적인 경로 정보를 교환 또는 필요에 따른 목적지 노드의 경로 정보를 요청으로 이루어지는 형태의 기존의 MANET의 토폴로지 기반 라우팅 기법에 비해, 노드가 빠르게 이동하는 VANET의 환경에서는 위치 정보를 이용한 라우팅 기법이 높은 효율을 보이고 있다.[3,4]

위치 정보를 이용한 라우팅 기법은 차량이 GPS 등과 같은 장치를 통해 자신의 위치 정보를 수신하고 있다는 가정을 토대로 한다. 위치 정보를 이용한 라우팅 기법은 경로 탐색과 설정을 위한 지연이 없으며, 네트워크 토폴로지의 변화에 영향을 받지 않는다는 특징이 있다. 이러한 위치 정보를 이용한 라우팅 기법은 각 노드가 자신의 위치 정보 이외에 목적지 노드의 위치 정보를 가지고 있다는 사실을 전제로 한다. 이와 같이 특정 노드가 목적지 노드의 위치 정보를 얻을 수 있는 기법이 위치 정보 서비스(Location service)이다.[5,6]

위치 정보 서비스는 각 노드가 GPS와 같은 장치를 통해 얻은 자신의 좌표 정보를 다른 노드에 전달함으로써 가능하다. 하지만 모든 노드가 모든 노드에게 위치 정보를 전달하는 것은 지나친 네트워크 트래픽을 유발하게 되며, 위치 정보를 관리하는 별도의 고정된 위치 정보 서버를 이용하거나, 특정 노드에 그 역할을 부여하는 것은 그에 따른 비용과 부담이 따른다. 따라서 위치 정보 기반 라우팅 기법에 요구되는 위치 정보 서비스를 구현함에 있어서 과도

한 네트워크 트래픽과 특정 노드의 부담을 가중시키는 문제점을 줄이는 방안이 요구된다.

본 논문에서는 최적 거리의 위치 정보 기반 라우팅을 수행하기 위한 효율적인 위치 정보 서비스 기법을 제안하고 구체적인 구현 방안을 제시한다.

## II. 관련 연구

위치 정보 서비스에서 제한적 플러딩 방식을 취하는 DREAM은 자신의 위치 정보의 등록이 모든 노드를 대상으로 전송한다.[7] 이 때 해당 노드는 네트워크 부하를 줄이기 위해 위치 정보의 등록에 있어서 노드의 속도 및 거리를 반영하여 등록 빈도를 조절하는 기법을 제안하고 있다. Quorum based 위치 정보 서비스는 특정 노드들 간에 가상 백본 망이 구성되어 주변 노드의 위치 정보를 관리하며, 가상 백본 망의 노드들 간에 위치 정보를 공유하는 형태로 되어 있다.[8] 그리드 위치 정보 서비스(GLS)에서는 네트워크를 계층적 그리드 형태로 나누어, 그리드 간 거리에 따라 위치 정보 등록 노드의 수를 줄이는 기법을 제안하였다.[9] 가상 지역 공간을 이용한 기법인 Homezone에서는 노드의 ID를 해싱하여 특정 공간 값을 공통으로 산출, 해당 공간의 노드에 위치 정보를 관리하는 기법을 제안하였다.[10]

또한 본 논문에서는 위치 정보 서비스를 통한 두 노드 간 최적 경로를 구축하여 중간 지점을 경유하는 위치 기반 라우팅 기법을 제안한다. 이 기법에 응용되는 위치 기반 라우팅 기법인 GPSR(Greedy Perimeter Stateless Routing)은 각 노드는 그리드 전달 기법(Greedy forwarding)을 이용하여 이웃한 노드들 중에 목적지 좌표에 가장 근접한 노드로 패킷을 전달하며, 중간에 다른 노드들 또한 같은 방식을 거쳐 점차적으로 목적지 노드의 좌표에 접근하는 방식을 취하고 있으며, 패킷을 전달하는 노드가 그리드 포워딩을 수행함에 있어서 위치 기반 경로 설정을 수행하는 그리드 모드(Greedy mode)와 Local Maximum 발생 시 Right hand rule을 이용하여 경로를 복구하는 복구 모드(Recovery mode)로 나누어 경로 설정을 수행하여 문제를 해결하는 기법이다.[11] GPSR에서

경로를 복구하는 복구모드는 평면 그래프 경유 기법을 이용하여 Local Maximum 상의 패킷을 목적지 노드로 전송하기 위해 주변 노드를 선택하여 전달을 수행한다. GPSR은 그리드 모드로 그리드 포워딩을 수행하는 노드가 경로 설정 실패를 하는 경우 복구 모드로 전환하여 패킷 전달을 수행하며 Local Maximum 문제에서 벗어나는 경우에 다시 그리드 포워딩을 위한 그리드 모드로 전환하게 된다[12,13].

### Ⅲ. 문제점과 요구사항 분석

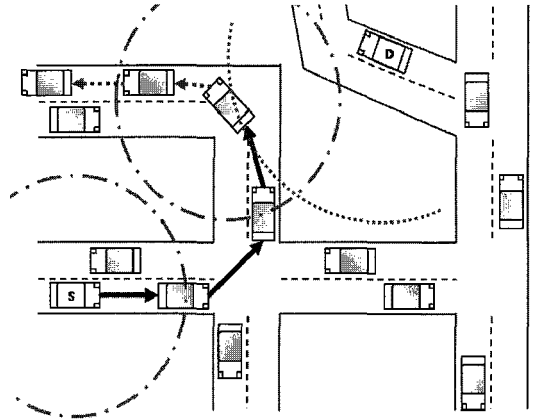
#### 1. 기존 연구의 문제점

##### 1) 기존 위치 정보 기반 라우팅 기법의 문제점

애드 혹 네트워크에서 제안된 토폴로지 기반의 라우팅 기법이 높은 이동성의 VANET에 적용되기 어려운 점을 바탕으로, 위치 정보를 이용한 라우팅 기법과 그에 따른 위치 정보 서비스의 필요성이 고려되었다. 위치 정보 기반 라우팅 기법과 위치 정보 서비스는 앞서 관련 연구에서 살펴본 바와 같이 다양한 종류의 기법들이 연구되고 있다.

하지만 위치 정보 기반 라우팅 기법과 위치 정보 서비스는 각각 경로 설정 및 유지와 네트워크 부하에 따른 문제점과 특정 노드에 대한 역할 부담 및 위치 정보 질의에 있어서의 접근성 문제를 가지고 있다.

위치 정보 기반 라우팅의 대표적인 기법인 그리드 포워딩을 기반으로 하는 GPSR이 실제 도로 상에 구현되는 경우에 Local maximum의 문제뿐 아니라, 복구 모드에 있어서도 목적지 노드에 도달할 수 없는 사례가 발생할 수 있다. 그림 1과 같은 경우, 소스 노드는 자신의 주변 노드들 중에 목적지 노드와 가장 근접한 노드를 선택하는 과정에서 실제 도로의 구조를 인식하지 못하여 Local maximum 문제를 발생시키게 된다. 이러한 문제는 GPSR이 전체 경로에 대한 정보 없이 목적지 노드의 주소와 자신의 전파 범위 내의 주변 노드 정보만을 이용하여 라우팅을 수행하는 것에 기인한다. 이는 라우팅 수행에 있어서 경로 메시지를 발생시키지 않는다는 장점이 있으나, 위의 그림과 같은 도로 형태에서 복구 모드로의



<그림 1> GPSR의 Local maximum 문제 및 복구모드 실패

<Fig. 1> Local maximum problem and recovery mode failure in GPSR

전환을 통해 우회하여 패킷을 전달하게 됨으로 지연을 발생시킨다.

그림 1과 같은 도로에서는 Local maximum의 문제뿐 아니라, 그리드 포워딩에서의 복구 모드가 그 역할을 수행할 수 없게 된다. 점선으로 표시된 화살표는 right hand rule에 따라 복구 모드로의 전환이 이루어져 패킷 전달이 우회되고 있음을 볼 수 있다. 하지만 위와 같은 도로 환경에서는 차량의 이동이 도로 상으로 제한되어 있으므로, 경계선 복구 모드인해 우측으로 전달되는 패킷은 목적지 노드와 차츰 멀어지게 된다. 결국 목적지 노드로의 패킷 전달이 실패하는 경우가 발생할 수 있게 된다.

이러한 문제를 해결하기 위해 제안된 기존 연구로는 교차로 및 특정 지역에 경유 지점을 설정, 중간 지점을 목적지로 패킷 전달을 우선 수행하여 전달 패킷의 경로를 효율적으로 수립하는 기법이 있다. 하지만 이런 기법은 별도의 서비스 제공 노드를 필요로 하거나, GPSR과 마찬가지로 전체 네트워크에 대한 시야는 가지지 못한다는 단점이 있다.

또한, 그리드 포워딩의 장점이기도 한 라우팅 정보를 유지하지 않는다는 점은 목적지 노드에 대한 경로 정보를 저장할 수 없다는 것으로, 지속적인 세션의 연결이 요구되는 경우 흐름 제어 및 에러 제어에 있어서 단점으로 작용할 수 있다.

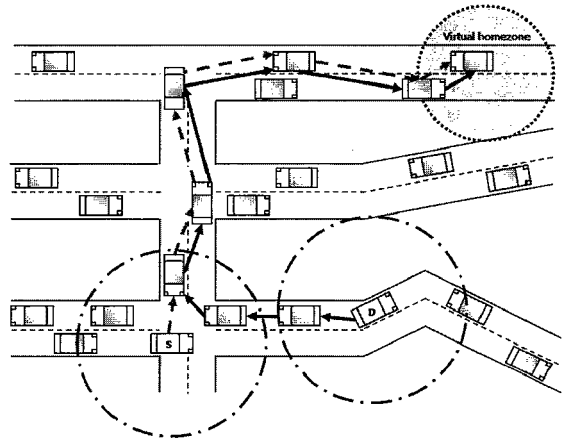
또 다른 위치 정보 기반 라우팅 기법인 LAR과 DREAM은 제한적 플러딩을 기반으로 라우팅을 수행한다. 이는 두 기법에서 플러딩 범위 및 빈도를 효율적인 방법으로 제한함에도 불구하고, 전체 네트워크에 큰 부담으로 작용할 수 있다. 마찬가지로 두 노드 간의 지속적인 연결 시, 해당 경로 상의 플러딩은 범위 내의 다수 노드에 대한 많은 양의 불필요한 트래픽을 매번 발생키는 것이 불가피하게 된다.

## 2) 기존 위치 정보 서비스 기법의 문제점

살펴본 바와 같이 현재까지 제안된 위치 정보 기반 라우팅 기법에서는 경로 설정의 실패 및 효율성에 있어서 문제점을 보이고 있다. 또한 위치 정보 기반 라우팅을 수행하기 위해 선행되는 위치 정보 서비스에서도 이와 비슷한 문제로 인해 효율성과 유효성 여부에 있어서 해결 방안에 대한 연구가 필요한 시점이다.

위치 정보 서비스에서의 하나의 예로, 소스 노드와 목적지 노드의 식별자로 특정 위치 값을 산출하여 위치 정보 등록 및 요청을 수행하는 기법인 Homezone에서는 등록 및 요청에 있어서 메시지 전달의 접근성 문제를 보인다. 이러한 기법은 저장 범위를 설정함에 있어서 그 위치가 고려될 수 없는 특성상, 도달하기 어려운 위치에 해당 범위가 지정되어 중간 노드의 부재로 인한 등록 실패 또는 요청 실패가 일어날 수 있는 여지를 가지고 있다.

그림 2와 같은 경우에, 목적지 노드는 자신의 식별자를 해시 기능으로 연산하여 특정 위치에 자신의 위치 정보를 등록하게 되며, 소스 노드 또한 목적지 노드의 식별자를 통해 해당 위치에 대한 위치 정보 요청 메시지를 전달하게 된다. 만일 위의 경우와 같이 소스 노드와 목적지 노드의 거리에 비해서 Virtual homezone의 거리가 먼 경우, 위치 정보의 등록 및 요청은 각각의 절차에 있어서 비효율성을 보이게 된다. 또한 중간 노드의 부재에 따른 경로 단절 발생 시, 먼 거리에 설정된 Virtual homezone까지 메시지 전달이 어렵게 되어 소스 노드는 목적지 노드의 위치 정보를 얻지 못하거나, 유효하지 않은 이전 정보를 얻을 수밖에 없게 된다.



<그림 2> Homezone의 위치 정보 등록 및 요청의 접근성 문제

<Fig. 2> Accessibility problem of Homezone in location update and request

또 다른 위치 정보 서비스인 Quorum 기반의 위치 정보 서비스는 가상 백본 망을 위한 특정 노드의 역할이 강조되어 있는 서비스로, 역할을 수행하는 노드는 다른 노드에 대한 위치 정보를 등록받아 저장하며, 요청에 대한 응답을 하는 역할을 수행한다. 이는 자체적으로 구성되어 호스트와 라우터의 기능을 모든 노드가 동등하게 수행하는 애드 혹 네트워크의 개념에서 일부 노드가 특정 기반 망을 구성하는 가정을 두는 것이다. 이러한 가상 백본 망의 활용은 특정 노드에 대한 등록 및 요청을 수행할 수 있다는 점에서 장점을 가지고 있는 반면, 네트워크의 양적 증대에 따라 역할을 수행하는 가상 백본 망 노드의 부담이 크게 증가한다는 문제를 가지고 있다.

위치 정보 기반 라우팅 기법과 함께 위치 정보 서비스 방안을 제안한 DREAM에서는 플러딩을 통해 위치 정보를 등록하는 기법을 제안하였다. 메시지 플러딩에 있어서 DREAM은 속도와 거리에 따른 효율적인 제한 사항을 가정하였음에도 불구하고, 전체 노드가 전체 노드의 위치 정보를 유지한다는 설정에서는 네트워크에 상당한 부담으로 작용할 수밖에 없게 되며, 이러한 문제는 네트워크의 크기가 커질수록 심각해진다.

## 2. 요구사항 분석

### 1) 위치 정보 기반 라우팅 기법에서의 요구사항

위치 정보 기반 라우팅 기법과 위치 정보 서비스에 있어서 기존 연구의 문제점을 해결하기 위해서는 라우팅에 있어서 경로 설정 실패와 과도한 플러딩 지양, 경로 복구 방안, 그리고 위치 정보 서비스에 있어서의 노드 간의 동등한 역할 분담과 접근성 문제, 마찬가지로 과도한 메시지 발생을 최소화하는 점이 요구된다.

먼저 위치 정보 기반 라우팅에서 기본적으로 사용되는 그리드 포워딩에서의 복구 모드 실패로 인하여 경로 설정이 불가능해지는 경우에 대한 방안이 수립되어야 한다. 이에 있어서 기존에 해결 방안으로 제안된 특정 지표를 중간 고정 경로로 삼아 라우팅을 수행하는 것이 바람직하다. 하지만 이는 특정 고정 노드 없이 자체 구성되는 VANET을 대상으로 구성하여야 하며, 전체 네트워크의 시각에서 더 효율적인 최적 경로 설정이 요구된다. 또한 그리드 포워딩에서의 각 노드는 한 홉의 정보만을 유지하는 좁은 시야를 가지며 목적지 노드에 대한 경로를 유지하지 않는다. 이로 인해 두 노드가 지속적인 연결을 수행하는 경우에 신뢰성 있는 전송과 경로 복구의 방안이 없다는 점이 문제로 지적될 수 있다. 따라서 과도한 네트워크 부하를 줄이기 위해 일부 기법에서 제안된 플러딩을 피하고, 특정 노드를 대상으로 패킷 전달을 수행하는 신뢰성 있는 라우팅 기법이 요구된다.

### 2) 위치 정보 서비스 기법에서의 요구사항

위치 정보 서비스에 있어서는 VANET을 구성하는 차량 노드 중 일부가 과도한 부담을 가지는 경우가 없도록, 특정 노드를 선정하여 위치 정보 등록 및 요청의 대상으로 삼는 기법은 지양되어야 한다. 이를 위해서 모든 노드가 위치 정보의 등록 및 요청의 대상으로서의 기능을 수행하는 일정한 기준이 마련되어 시스템 부담이 분산되는 기법이 요구된다. 또한 모든 노드는 자신의 위치 정보를 등록하거나, 특정 노드에 대한 위치 정보를 요청하는 과정에서 등록 대상 또는

요청 대상에 접근성이 보장되어야 한다. VANET 환경에서 중간 노드의 부재 시에는 원거리 노드로의 접근이 보장되지 않을 수 있으므로, VANET을 구성하는 각 노드가 근거리의 노드에 위치 정보를 등록하고 요청할 수 있는 기법이 반드시 요구된다. 더불어 위치 정보 기반 라우팅과 마찬가지로 위치 정보의 등록 및 요청에 있어 과도한 메시지 플러딩을 최소화할 수 있는 메시지 전달 기법이 요구된다.

## IV. Grid 기반 Location Service Spot 기법

### 1. GLSS 구현을 위한 기본 사항

#### 1) 해당 지역의 그리드 경로 정보

본 논문에서 제안하는 Grid 기반 Location Service Spot 기법(그리드 기반 위치 정보 서비스 지역을 이용한 기법, 이하 GLSS)은 다음을 GLSS 구현을 위한 기본 사항으로 한다.

본 논문에서 VANET이 구성되는 지역은 일정 범위의 정방형 그리드로 구역이 나뉘어 각 차량 노드에 인식된다. 각 그리드는 차량의 이동 속도를 고려하여 일정 시간 동안의 이동 거리 범위로 가정하며, 각각 고유의 식별자를 가진다. VANET을 구성하는 차량에 본 논문의 기법을 적용하기 위해서 모든 차량은 그리드의 범위 정보 및 metric 정보를 사전에 정의되어 저장하고 있어야 한다. 이에 따라 차량은 그리드가 시작되는 좌표와 그리드의 범위 값을 통해 전체 그리드를 연산할 수 있으며, GPS 등으로 수신한 자신의 좌표와 비교하여 어떤 식별자의 그리드 안에 속해있는지 판단할 수 있다.

이와 같은 지역에 대한 그리드 분할은 최적 값을 적용한 분할이 성능을 결정짓는 요인이 된다. 그리드의 크기는 일정한 범위 내의 특정 차량 수에 대하여 정해질 수 있다. 따라서 그리드의 범위는 차량의 수에 반비례하며, 차량의 평균 이동 속도, 각 차량 노드의 전파 범위에 비례한다.

다음의 식은 그와 같은 요소를 통한 그리드 범위 산출식을 나타낸다.

$$grid.size = k \left( \frac{velocity \times coverage}{n} \right)$$

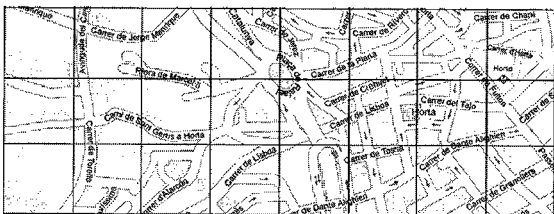
*k*: 그리드 사이즈 상수, *velocity*: 차량 노드의 평균 이동 속도, *coverage*: 차량 노드의 전파 범위, *n*: 해당 지역의 평균 이동 차량 수

또한 그림 3에서와 같이 그리드 형태로 나뉜 지역에서 각 차량은 다음의 식을 통해 그리드 시작 기준 점에서 자신의 위치 좌표 값을 이용하여 해당 그리드의 식별자를 산출해낼 수 있다.

$$roundoff \left( \frac{|X_c - X_o|}{k}, \frac{|Y_c - Y_o|}{k} \right)$$

*X<sub>c</sub>*: 현재 *x*좌표, *Y<sub>c</sub>*: 현재 *y*좌표, *X<sub>o</sub>*: 기준 *x*좌표, *Y<sub>o</sub>*: 기준 *y*좌표, *k*: 단일 정방형 그리드 한 변 길이 (좌표에 대한 상대 값)

각 차량은 지역에 대한 그리드 정보로서 분할된 그리드에 대한 식별자 정보뿐 아니라, 차후에 그리드 간 최적 경로 라우팅에 이용될 각 그리드의 *metric* 값을 유지하여야 한다. 차량의 이동 경로가 되는 지역상의 도로는 불규칙적으로 뻗어있으며, 언덕과 호수, 큰 규모의 건축물 등과 같은 지형지물에 의해 경로의 영향을 받는다. 따라서 각 그리드는 다른 그리드와 고유한 최적 경로를 갖는다. 예를 들어, 두 그리드 간 경유할 그리드를 선택하는 과정에서 막다른 길이나 다른 방향으로 이어진 도로가 포함된 그리드가 아닌 목적지 그리드와 넓은 도로를 통해 직접적으로 연결된 그리드를 선택하는 것이다. 이는 하나의 지역에서 해당 특성을 고려하여 그리드 간 최적 경로 설정을 위한 정보가 사전에 각 차량에 동일하게 탑재되어야 한다. 즉, 도로 분포 또는 지형에



<그림 3> GLSS를 위한 지역에 대한 그리드 설정  
<Fig. 3> Grid composition in the region for GLSS

5	4	7	8	8	2	999	5	1	4	6	5	2	5	9	1	2	6	5	3
7	3	3	4	7	3	999	3	3	9	3	2	5	1	8	5	6	1	3	5
1	999	999	8	1	5	999	5	5	4	5	3	3	6	999	1	1	3	5	3
3	6	999	999	3	6	999	3	1	1	1	1	3	3	999	999	3	8	8	8
1	3	7	3	8	8	999	1	5	1	2	6	5	1	999	999	1	8	4	7
2	9	2	3	9	999	999	3	6	5	3	1	3	6	999	1	3	999	999	1
3	4	1	5	4	7	3	8	3	3	1	3	5	1	3	3	8	3	999	3
4	1	3	5	1	2	3	9	3	5	2	5	3	3	5	5	9	3	3	8
1	3	4	4	6	1	2	4	5	7	3	8	8	5	3	1	8	9	3	3
5	3	3	5	5	3	8	3	3	7	3	3	4	7	3	999	3	3	9	d

<그림 4> Metric 참조를 통한 그리드 간 최적 거리 설정  
<Fig. 4> Inter-grid optimized path with metric reference

따라 그에 적합한 *metric* 값을 지정된 그리드 정보가 각 차량에 저장되는 것으로, 이로써 차량은 시작 지점과 도착 지점 사이의 그리드 간 최적 경로를 산출해 낼 수 있게 된다. 이러한 가정은 VANET의 차량 노드가 MANET의 노드와 달리 전력 및 하드웨어 자원에 큰 제약이 없음을 기인한다.

그림 4는 그리드 간 최적 경로의 한 예를 보여준다. 소스 차량 노드가 목적지 차량 노드로 패킷을 전달하려는 경우에 있어서, 패킷의 전달은 중간 차량 노드들을 경유하므로, 도로가 연결되어 있는 환경에서 이루어질 수 있는 확률이 높다. 만일 소스 노드에서 목적지 노드로 이어지는 경로가 기존의 GPSR에서 한 홉 간 노드 중에 목적지와 근접한 노드를 선택하는 방식에 따라 설정된다면, 중간의 패킷 손실이나, 패킷 전달 또는 복구 모드의 실패를 가져올 수 있게 된다. 따라서 그림 4과 같이 그리드 *metric* 정보를 이용하여 소스 노드와 목적지 노드 간 전체적인 경로를 파악하여, 이어진 도로 상에서 중간 차량 노드들을 통해 패킷을 전달할 수 있어야 한다.

이처럼 그리드 간 최적 경로를 산출하기 위한 그리드의 *metric* 정보는 사전에 설정되어 각 차량에 저장되는 것을 가정한다. 예를 들어, 그리드 내의 도로가 8차선의 크기를 갖는다면 해당 *metric* 값은 낮게 설정되며, 산이나 강, 축구 경기장과 같은 중간 차량 노드가 존재하지 않는 지형지물에 대해서는 최대값의 *metric* 값을 설정하여 그리드 간 경로 설정에 참조되게 된다. 또한 그리드의 *metric* 정보를 이용한 경로 설정은 해당 그리드 간의 경로에 대한 경우의 수 만큼의 *metric* 값 비교 연산이 요구된다. 이러한 *metric* 연산은 실제 도로 상에서 최단 거리를 측정하

는 기존의 알고리즘을 적용할 수 있으며, 현재 널리 사용되고 있는 차량의 경로 정보 관련 어플리케이션을 이용하는 기법도 고려될 수 있다.

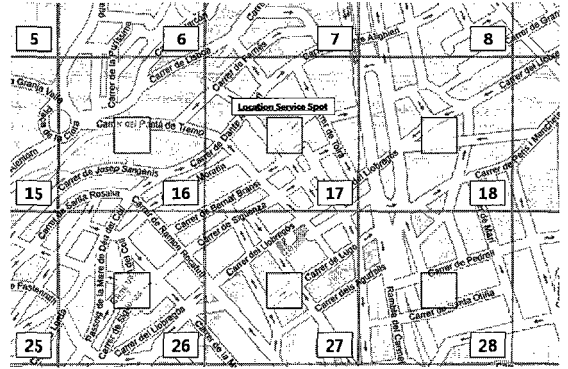
위와 같은 그리드 간 사전 경로 설정을 통해, 차량 노드는 목적지 노드의 위치 정보를 위치 정보 서비스를 통해 확보한 후, 그리드 간 최적 경로 정보를 이용하여 목적지 노드로의 패킷 전달을 수행하게 된다. 이는 기존 연구의 문제점에서 지적된 GPSR의 복구 모드 실패 문제와 두 노드 간 경로 정보의 부재 문제, 제한적 플러딩 기법에서의 과도한 플러딩으로 인한 네트워크 부하 문제를 해결한다.

## 2) 그리드 상의 Location Service Spot 설정

본 논문에서 제안하는 GLSS 기법은 VANET 환경에서의 최적 경로 설정에 있어서 선행적으로 요구되는 위치 정보 서비스를 구현하기 위해, Location Service Spot(위치 정보 서비스 지역, 이하 LSS)의 도입을 제안한다. 간단히 말해, LSS를 이용한 위치 정보 서비스는 각 그리드 내의 일정 범위가 LSS로 사전에 지정되어 차량 노드가 그 범위를 대상으로 위치 정보 등록 및 요청을 수행하며, 해당 LSS에 진입한 차량 노드는 범위를 이탈할 때까지 위치 정보 서버의 역할을 담당하는 것이다.

LSS의 설정은 모든 그리드에서 일정한 범위로 적용되며, 그리드 정보와 마찬가지로 사전에 정의되어 모든 차량에 LSS 범위 정보가 탑재된다. 각 그리드에서의 LSS는 해당 범위를 지정하는 상수값의 지정으로 각 그리드에서 공통적인 범위로 지정될 수 있으며, 또는 각 그리드에서 특화된 범위로 교차로나 주차 지역 등을 대상으로 범위가 지정되어 LSS에서의 차량 부재 확률을 현저하게 낮출 수도 있다. 이를 통해 연산된 LSS의 범위가 넓은 경우, 대상으로 하는 위치 정보 서버 노드가 많아져 서비스의 성공 확률이 높아지게 되지만, 네트워크 부하가 높다는 단점이 있다. 또한 그 반대의 경우에는, 각각 장단점이 반대로 작용한다.

그림 5에서처럼 그리드 상의 설정된 일정 범위의 LSS에 대하여 도로 상의 차량은 자신의 위치 정보와



<그림 5> 그리드 상에서의 Location Service Spot 설정  
<Fig. 5> Location Service Spot configuration in the grid

비교 연산하여 LSS의 진입 및 이탈 여부를 판단한다. 차량은 LSS 진입 시 해당 그리드의 모든 노드에 대하여 위치 정보 서비스 광고 메시지를 해당 그리드에 대한 geocast로 전송한다[14,15]. 또한 LSS 미진입 또는 이탈 시에는 필요에 따라 위치 정보 요청 메시지를 LSS를 대상으로 geocast로 전송하게 된다. 그리드 내의 모든 메시지 전달은 위치 정보를 이용한 geocast 전송을 가정하며, LSS를 대상으로 하는 메시지는 그리드 포워딩 기반의 geocast로 LSS 내의 모든 노드에 메시지를 전달한다. 이와 같은 절차는 다음 절의 위치 정보 등록 기법 및 요청 기법에서 자세하게 기술한다.

각 그리드에서 이루어진 LSS로의 위치 정보 요청 메시지는 외부의 다른 그리드의 LSS로 전송되어, 등록된 위치 정보의 존재 여부가 확인되게 한다. 이러한 전송 과정에서 LSS간의 플러딩이 발생하므로, 하나의 LSS가 중복하여 요청 메시지를 수신하는 일이 없도록 하는 기법 또한 이후의 위치 정보 요청 기법에서 고려되어야 한다.

이러한 그리드 내의 LSS를 이용한 위치 정보 등록 및 요청 기법은 기존 연구에서 제안된 위치 정보 서비스 기법에서의 접근성 문제를 해결한다. 각 차량 노드는 LSS를 사전에 파악하여 근거리 전송을 수행하므로 원거리 전송에 비하여 전송 실패율이 현저하게 낮아지는 효과를 보인다. 또한 해당 지역의 특정 범위에 일정 시간 존재하는 노드에게 위치 정보 서버의 역할을 수행하도록 하여, 선출된 노드 또는 고정

노드의 서버로서의 역할 부담을 요구하지 않는다. 마지막으로, 본 기법은 LSS간 플러딩 제한 기법을 통해 플러딩을 최소화하며, LSS 내의 노드만이 위치 정보를 수신하므로 전체 플러딩을 가정하는 기법보다 네트워크 부하에 있어서 유리한 측면을 보인다.

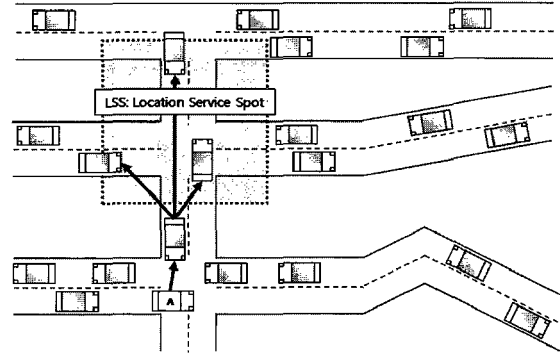
## 2. 위치 정보 등록 기법

### 1) 그리드 상에서의 위치 정보 등록 절차

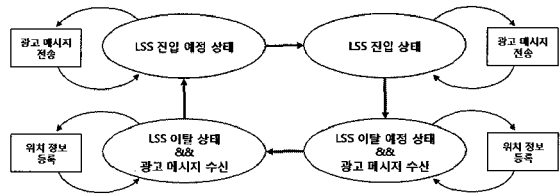
위치 정보의 등록은 앞서 GLSS 구현을 위한 기본 사항에서 언급한대로, 그림 6과 같이 차량 노드가 각 그리드 중앙의 LSS로 위치 정보 등록 패킷을 주기적인 전송으로 이루어진다. 하지만 VANET의 특성 상 LSS 범위 상에 차량의 존재 유무는 항상 불명확하다. 따라서 보다 신뢰성 있는 위치 정보 등록을 위해서는 LSS 내의 차량들의 존재를 알리는 광고 메시지 전송이 요구된다. 차량의 이동 속도를 고려하여 이러한 광고 메시지는 LSS의 진입 이전부터 이루어지는 것이 바람직하다.

이러한 기법의 적용에 있어서 차량의 위치에 따른 상태 정보의 인식이 필요하다. 차량의 상태는 LSS범위에 대하여 일정 상수 값의 비로 정해지는 범위 내에 진입했는지 여부에 대한 'LSS 진입 예정 상태'와 LSS 내에서 유지되는 'LSS 진입 상태', LSS의 범위에서 벗어나는 것이 예상되는 'LSS 이탈 예정 상태', 마지막으로 LSS의 외부에 존재하는 'LSS 이탈 상태', 이처럼 네 가지 경우로 나뉜다. 차량은 원활한 위치 정보 등록을 위해 LSS의 진입과 동시에 위치 정보 등록 메시지를 수신할 수 있도록 'LSS 진입 예정 상태'에서부터 광고 메시지를 전송하며, LSS의 범위 밖에 있는 경우에는 광고 메시지 수신 여부에 따라 위치 정보 등록을 수행하게 된다.

만일 차량이 광고 메시지를 수신하지 못하는 경우에, 위치 정보의 등록은 상하좌우의 이웃 그리드의 LSS로 전송된다. 이는 해당 그리드 LSS의 차량 부재로 인한 위치 등록 실패에 대한 대체 방안으로, 사면의 이웃 그리드의 LSS에 위치 정보 등록 메시지를 전달함으로써 전달 확률을 높일 수 있다. 이와 같은 위치 정보 등록 메시지의 전송은 이웃 그리드의 LSS에



<그림 6> 해당 그리드에서의 LSS로의 위치 정보 등록  
<Fig. 6> Location update to the Location service spot



<그림 7> 차량의 LSS에 대한 상태 정보 및 메시지 전송  
<Fig. 7> State information and message transmission for LSS of each vehicle

대한 네 차례의 그리드 포워딩 기반 geocast로 이루어진다. LSS에 대한 전달 확률을 높이기 위해서는 교차로나 차량의 정체 구간 등 차량이 지속적으로 존재하는 공간을 LSS로 설정하는 방안도 필요에 따라 적용될 수 있다.

이와 같은 위치 정보 등록은 LSS 내에 존재하는 차량 노드가 해당 그리드의 차량 노드에 대한 위치 정보를 유지하게 함으로써, 원거리로부터 위치 정보 요청이 발생 시 그에 대한 응답을 하기 위한 목적으로 이루어진다. 그에 따라 각 그리드에 속해있는 차량 노드들의 위치 정보는 해당 LSS 또는 주변 LSS 내의 차량 노드에만 일시적으로 저장되어 LSS를 이탈하기 전 시점까지 유지된다. 차량 노드의 빠른 이동을 고려할 때, 차량의 위치 정보는 그 유효 시간이 매우 짧다. 따라서 LSS를 지나가는 차량 노드를 이용하여 짧은 시간 동안 위치 정보를 유지하는 본 논문의 기법은 VANET 환경에서 적합하다고 할 수 있다.



## 2) 위치 정보 등록 관련 메시지

각 그리드의 LSS 내부 또는 근접한 노드들은 위치 정보 등록이 가능함을 알리는 광고 메시지를 전송하며, LSS 외부의 노드들은 위치 정보 등록 전송한다.

LSS에 속한 노드에서 전송되는 광고 메시지는 노드의 존재만을 알리는 역할을 위해 오버헤드가 최소화된 상태로 전송되며, 해당 그리드 식별자와 노드 식별자만을 추가적으로 포함한다. 또한 해당 그리드만을 대상으로 geocast 전송하여 외부 그리드에 이웃 노드를 가지는 차량 노드는 외부 그리드로 광고 메시지를 전달하지 않도록 해야 한다.

$$\text{광고 메시지} : \left\{ \begin{array}{l} \text{timestamp,} \\ \text{node ID} \end{array} \right\}$$

LSS로 전송되는 위치 정보 등록 메시지는 목적지 LSS로의 geocast를 위한 주소로 시작하여, 발신 노드의 식별자를 포함한다. 또한 등록 메시지의 갱신을 위한 순서 번호 또는 타임 스탬프가 요구된다. 그리고 메시지 상의 가장 중요한 정보인 해당 노드의 위치 정보 필드가 포함되어야 한다. 앞서 언급한 바와 같이, 위치 정보 등록 메시지의 목적지인 LSS에 도달까지는 그리드 포워딩 기반의 geocast 전송을 가정한다. 이 경우에 그리드 내의 차량 노드와 LSS간의 거리는 비교적 가깝기 때문에, 그리드 포워딩의 복구모드 실패 가능성은 낮다고 할 수 있다.

$$\text{위치 정보 등록 메시지} : \left\{ \begin{array}{l} \text{geocast address,} \\ \text{source node ID,} \\ \text{source location information,} \\ \text{timestamp} \end{array} \right\}$$

## 3. 위치 정보 요청 기법

### 1) 그리드 상에서의 위치 정보 요청 절차

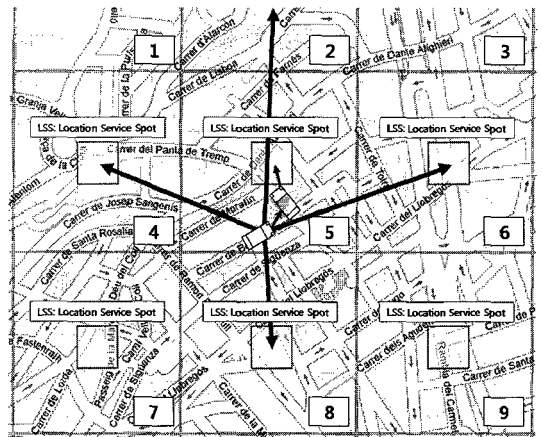
위치 정보의 요청은 위치 정보의 등록과 마찬가지로 각 그리드 내에서 LSS로의 요청 메시지 전송이 일어나며, 동시에 다른 그리드로 위치 정보 요청 메시지를 전송 및 전달을 수행한다. 따라서 효율적인 위치 정보 요청 메시지 전달을 위한 LSS 간 메시지

플러딩 기법이 요구된다.

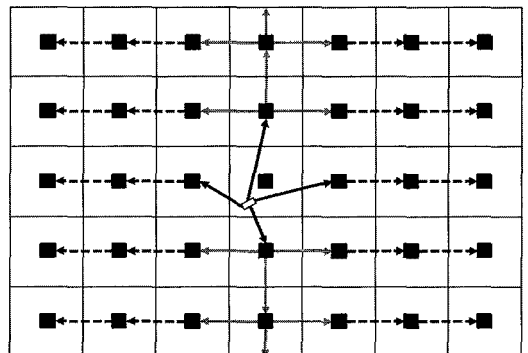
그림 8은 그리드 내의 차량이 해당 LSS와 네 방향의 주변 그리드인 2, 4, 8, 6의 LSS로 위치 정보 요청 메시지를 전송하는 것을 보이고 있다. 해당 차량이 보내는 위치 정보 요청 메시지의 목적지 노드가 동일한 그리드에 존재한다면 해당 LSS에서 응답을 받을 것이다. 또한 그와 별개로, 해당 차량 노드는 주변 그리드의 LSS로 위치 정보 요청 메시지를 전달하게 된다.

### 2) 위치 정보 요청 메시지의 제한적 플러딩 기법

소스 노드가 목적지 노드의 위치 정보 요청 메시



<그림 8> 차량 노드에서의 위치 정보 요청 기법  
<Fig. 8> Location request strategy for the LSSs



<그림 9> 각 그리드의 LSS 간 플러딩 중복전송 방지 방안

<Fig. 9> non-duplication flooding method between LSSs in the grid

지를 주변 그리드에 전송하는 것은 전체 그리드로 요청 메시지를 전파하기 위한 방법으로, 이 과정에서 위치 정보 요청 메시지의 플러딩이 불가피하게 된다. 이에 메시지 플러딩으로 인한 네트워크 부하를 최소화하기 위한 중복 전송 방지 기법을 적용할 수 있다.

그림 9에서는 그리드 형태로 구성된 LSS 간 메시지 플러딩에 있어서 중복 전송을 없앨 수 있는 방법을 보여주고 있다. 이 기법을 적용시키기 위해서는 각 LSS에서 위치 정보 요청 메시지의 이전 발신 위치에 따라 전달 기법이 다르게 적용시켜야 한다. 다시 말해 사방위로 동쪽 또는 서쪽 그리드에서 전송된 위치 정보 요청 메시지는 그 반대 방향으로만 전달하며, 남쪽 또는 북쪽 그리드에서 전송된 위치 정보 요청 메시지는 이전 그리드 위치를 제외한 세 방향으로 각각 전달하는 방식을 취한다.

이러한 LSS간 전송은 해당 LSS로의 그리드 포워딩 기반 geocast를 통해 이루어진다. 이는 하나의 LSS의 다수의 노드가 geocast된 요청 메시지 수신 시, 이웃 LSS로의 전달에 있어서 노드 수만큼의 중복 전송이 발생 할 수 있음을 말한다. 이러한 경우를 해결하기 위해서는 LSS 내의 모든 노드들이 광고 메시지를 수신함에 있어서 각 식별자를 수치화하여 자신의 식별자보다 작은 식별자를 가진 노드가 존재하는 경우, 요청 메시지를 이웃 LSS로 전달하지 않아야 한다. 이러한 방법으로 geocast로 인한 중복 전송을 피할 수 있게 된다.

또한 중복 전송 방지 기법은 모든 LSS 내의 차량 노드의 존재를 가정하고 있다. 이는 차량 노드의 빈도가 낮은 환경에서 LSS 내의 차량 부재로 인해 전체 그리드로의 메시지 전달이 제대로 이루어지지 않는 문제를 가질 수 있다. 이러한 경우에는 LSS 광고 메시지의 부재를 인식하는 LSS외부의 중간 노드가 위치 정보 요청 메시지를 전달하는 과정에서 가로채기를 수행, 한 방향 또는 세 방향의 주변 그리드로 LSS의 노드를 대신하여 전달하는 방법을 통해 전체 그리드에 대한 플러딩을 수행할 수 있다. 이때, 가로채기를 수행하는 자신의 위치를 포함하는 능동적 광고 메시지를 그리드 내에 geocast하여, 해당 위

치 정보가 일치하는 노드가 해당 그리드 내에 있는지 그리드 내의 모든 노드를 대상으로 조사하여야 한다.

### 3) 위치 정보 요청 관련 메시지

목적지 노드의 위치 정보를 요청하는 노드는 해당 그리드에서 LSS의 광고 메시지를 수신하는 경우, 위치 정보 요청 메시지를 전송할 수 있다. 이때의 광고 메시지는 LSS 내의 노드의 존재 여부만을 알리는 것으로 위치 정보 등록 절차에서의 광고 메시지를 그대로 이용한다.

만일 LSS 광고 메시지의 부재를 인식한 중간 노드가 위치 정보 요청 메시지의 LSS 간 플러딩에 대하여 가로채기를 수행하는 경우, 다음과 같은 능동적 광고 메시지를 해당 그리드 내의 모든 노드에 전송하게 되며, 이에 대한 응답 노드가 있는 경우에 위치 정보 응답 메시지를 그리드 포워딩을 통해 전송 받는다.

$$\text{능동적 광고 메시지: } \left\{ \begin{array}{l} \text{node location information} \\ \text{timestamp,} \\ \text{node ID} \end{array} \right\}$$

또한 능동적 광고 메시지를 발송하는 노드의 동작은 다음의 의사 코드 형식의 절차에 따라 수행된다.

각 차량이 해당 그리드의 LSS에 전송하는 위치 정보 요청 메시지는 외부 그리드에 전송하는 위치 정보 요청 메시지와 동일하다. 위치 정보 요청 메시지는 목적지 LSS로의 geocast를 위한 주소로 시작되어, 소스 노드와 목적지 노드의 식별자를 포함한다. 또한 플러딩에 있어서 지연되는 경우 메시지를 파기하기 위한 타임 스탬프가 요구된다. 그리고 그리드 간 최적 경로를 이용한 라우팅에 사용되는 소스 노드의 위치 정보 필드가 추가된다. 마지막으로 그리드 간 제한적 플러딩 기법을 적용하기 위한 방위 값도 포함되어, 전달 시 마다 해당 그리드의 방위 값으로 수정되게 된다.

$$\text{위치 정보 요청 메시지: } \left\{ \begin{array}{l} \text{geocast address,} \\ \text{source node ID,} \\ \text{destination ID,} \\ \text{source location information,} \\ \text{direction,} \\ \text{timestamp} \end{array} \right\}$$



그리드 식별자를 산출할 수 있다. 응답 메시지 전송과 마찬가지로 소스 노드가 목적지 노드로 패킷을 전송하는 경로 또한 소스 노드에서 그리드 metric값을 바탕으로 산출된 그리드 간 최적 경로를 따라 경유 LSS를 기점으로 전송되게 된다. 경유 LSS까지의 근거리 전송은 다른 LSS간 전송과 마찬가지로 그리드 포워딩 기반 geocast 전송을 사용하며, 각 경유 지점에 도달하는 것과 동시에 다음 중간 경유 지점으로 중간 목적지가 설정되게 된다. 이러한 중간 목적지의 변경은 해당 지점의 경유 노드에 의해서 수행되게 된다. 이 경우에서도 경유 LSS에 차량이 존재하지 않는 경우, 광고 메시지 부재를 인식한 중간 노드가 가로채기를 수행하여 전달을 대신한다.

마지막으로, 그림 11은 위치 정보 응답 메시지를 수신한 이후에 데이터 전송에 있어서 최적 경로 적용 사례를 보여준다. 목적지 노드와 소스 노드의 위치 상 거리와 관계없이, 도로 환경에 특화된 그리드 간 최적 경로 전달 기법은 상황에 따라 최선의 전송 경로를 보장한다.

2) 위치 정보 응답 관련 메시지

그리드 간 최적 경로를 따라 전달되는 위치 정보 응답 메시지는 소스 노드에 목적지 노드의 위치 정보를 전달하는 것을 목적으로 한다. 따라서 그리드 포워딩을 위한 소스 노드의 위치 정보 이외에 목적

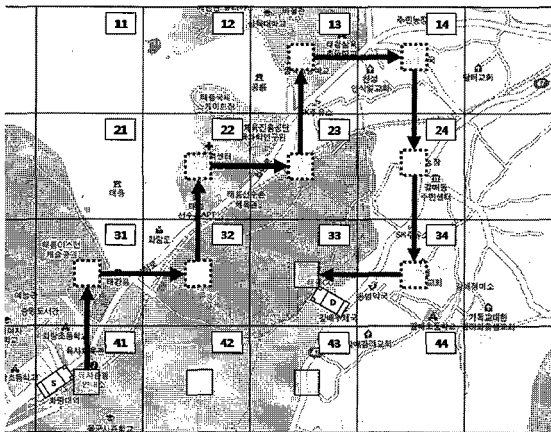
지 노드의 식별자와 위치 정보를 포함하며, 산출된 그리드 간 최적 경로에 따라 경유하는 중간 LSS들에 대한 경유 목적지 정보를 포함한다.

$$\text{위치 정보 응답 메시지: } \left\{ \begin{array}{l} \text{source location information,} \\ \text{destination location information,} \\ \text{destination ID} \\ \text{stopover destination index} \end{array} \right\}$$

경유 LSS에서 패킷을 전달하는 노드들은 위치 정보 응답 메시지의 경유 목적지 인덱스 정보를 참조하여 다음 경유 LSS로 패킷의 geocast 목적지를 재설정 해주어야 한다. 본 논문에서는 IPv6의 경유 라우터 지정 옵션 등의 개념을 확장하여, 이러한 소스 라우팅 개념의 경로 설정이 이루어진다는 가정을 뒷받침으로 한다. 따라서 응답 메시지를 수신한 소스 노드가 데이터 패킷을 전송을 시작하는 경우에도 같은 개념의 경유 LSS 간 그리드 포워딩 기반 geocast가 수행된다.

3) 연결 해제 시 예측 그리드를 통한 경로 복구

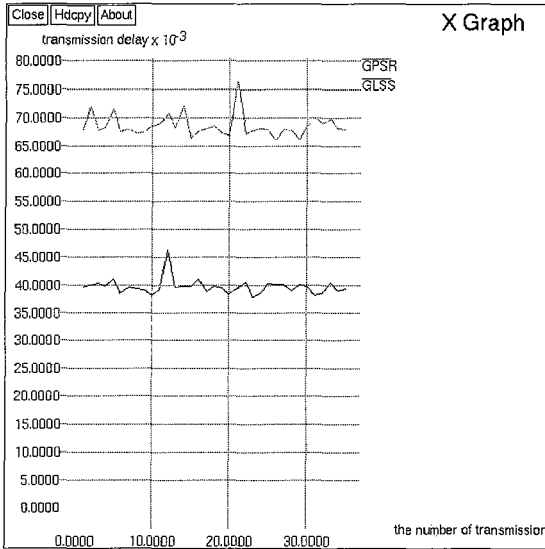
마지막으로, 본 논문에서 제안하는 그리드 간 최적 경로를 이용한 패킷 전달 기법에서는 전송 중 연결이 해제된 두 노드 간의 경로 복구 기법이 적용될 수 있다. 이는 전체 메시지 전송에서 가장 큰 비중을 차지하는 위치 정보 요청 메시지 플러딩을 수행함에 있어서, 목적지 노드의 과거 위치 정보를 이용하여 플러딩을 좁은 범위로 제한하는 것을 말한다. 이는 차량의 일반적인 이동 속도를 고려할 때, 과거 목적지 노드의 위치 정보가 적용되는 그리드의 일정 범위의 주변 그리드 만을 대상으로의 위치 정보 요청 메시지를 재전송하는 것이다. 이를 통해 연결이 일시적으로 해제된 두 노드 간의 경로 복구가 빠른 시간에 이루어지는 것을 보장할 수 있게 된다.



<그림 11> 그리드 간 최적 경로 상의 데이터 전송 사례  
<Fig. 11> The optimized routing path throughout LSSs

V. 성능 평가

그리드 기반 Location Service Spot 기법은 차량 간 통신에 필요한 위치 정보 제공 및 요청과 최적 경로 설정을 위해서 차량이 이동하는 지형 및 지물에 특화된 정보를 이용한다. 따라서 그리드 간 최적 경로



<그림 12> 도로 환경을 고려한 GPSR과 GLSS의 전송 시간 비교

<Fig. 12> Transmission delay comparison of GPSR and GLSS with geographical features

설정에 따라 목적지까지의 특정 중간 경유 노드가 지정된 전달을 수행한다. 본 논문의 성능 평가에서는 이웃 노드의 위치 정보만을 유지하는 GPSR의 라우팅 기법과 해당 그리드 정보를 사전에 탑재하여 경유 노드를 설정하는 GLSS(Grid-based Location Service Spot) 기법의 성능을 비교하였다.

위치 정보 서비스 요청 및 제공과 별도로 하여, 본 논문의 기법은 사전에 정의된 메트릭에 따라 특정 중간 노드를 경유하는 기법으로 그리드 간 최적 경로 제공을 가정한다.

본 시뮬레이션은 ns-2.33의 환경에서 이루어졌으며, 기존 연구인 GPSR 적용 및 수정을 통해 본 논문에서 제안된 GLSS와의 비교를 수행하였다. 실험을 위한 노드 개수는 120개이며, 노드는 일정 간격으로 분포되어 있는 환경에서 실험하였으며, GLSS 기법을 적용하기 위하여 중간 경유 노드를 경유 LSS로 설정하여 동일한 소스 노드와 목적지 노드까지의 전달 시간을 35회에 걸쳐 측정하였다.

그림 12의 그래프는 지도 상에서 고려된 특정한 환경에서 GPSR을 사용한 경우와 GLSS를 적용한 경우에 대한 전달 시간을 비교하여 보여준다. GLSS는

GPSR이 사용된 경우보다 전송 시간에 있어서 높은 성능을 보여준다. 본 성능 평가는 시나리오에서 설정된 것처럼, 도로 구성 또는 지형지물에 따라 특정한 형태로 분포된 차량 노드들 중에 특정 노드가 소스 노드와 목적지 노드로 구성된다고 가정하였다. 이처럼 조건적인 성능 평가가 실효성을 가지는 이유는 각기 다른 방향성을 가지고 불규칙하게 분포된 도로의 환경에서 두 노드 간 최단 거리에 의한 직선 경로는 도달이 불가능한 경우가 많다는 사실을 바탕에 둔다.

아래의 그림 13에서는 위의 가정 사항이 적용되지 않는 환경으로 전 지역에 걸쳐 장애물이 되는 지형지물의 영향이 없는 경우를 가정하여, 도로 상에서 차량 노드의 분포가 균일하게 이루어져있는 환경에서의 GPSR과 GLSS의 전송 시간을 35회에 걸쳐 비교 평가하였다. 이 경우에 GPSR은 최단 직선 거리에 해당하는 이동 경로를 가지며, GLSS는 지정된 그리드 간 최적 경로에 따라 특정 지점을 경유하는 이동 경로를 가진다. 그림 13의 그래프에 나타난 결과를 볼 때, 경유 지점을 거치는 것으로 인하여 이동 경로가 증가된 GLSS의 전송 시간이 GPSR의 전송 시간에 비해 크게 증가하지 않는 것으로 나타나고 있다.

## VI. 결 론

본 논문에서는 위치 기반 라우팅 기법에 있어서 요구되는 위치 정보 제공에 있어서, 노드 간 형평성과 접근성을 향상 시킨 기법인 위치 정보 서비스 스팟 기법을 제안하였다. 또한 이 기법을 통해 그리드 간 최적 경로를 구축하여 위치 정보 서비스를 통한 목적지 노드의 위치에 대한 위치 정보 기반 라우팅에 있어서도 효율적이고 안정된 경로 설정을 수행할 수 있도록 하였다.

본 논문의 기법에서 차후에 추가적으로 연구 되어야 할 내용은 그리드 간 데이터 패킷 전달에 있어서 경유 LSS에서의 재전달 문제 및 차량의 부재로 인한 LSS에서의 전송 실패 문제이다. 이는 본 논문에서 현재 연구 중에 있는 Geocast가 다중 경유 지점에 대한 소스 라우팅을 지원한다는 가정하에 기술되어 그

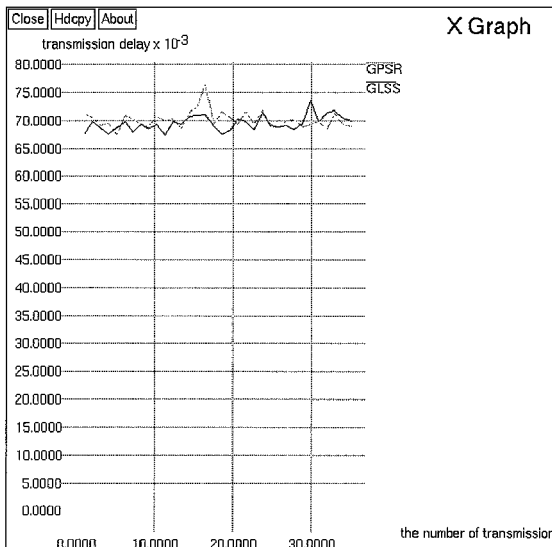
에 대한 추가적인 연구가 요구된다.<sup>[11][12]</sup> 또한 LSS에 차량이 존재하지 않는 문제는 LSS 외부의 노드가 광고 메시지의 부재를 인식하여 해당 역할을 대신 수행하는 것으로 방안을 제시하였다.

본 논문의 기법이 VANET의 환경에 적용되기 위해서는 해당 지역의 그리드 구성을 전제로 한다. 이에 따라, 그리드 간 최적 경로를 효율적으로 산출할 수 있는 metric 기반의 경로 설정에 대한 기존 기법의 적용 또는 새로운 기법의 연구가 이루어져야 할 것이다.

안정되고 효율적인 차량 간 통신을 위해서는 위치 정보 서비스 또는 라우팅 기법 외에도 지역에 특화된 경로 탐색 기술과 차량 간 통신 범위를 고려할 수 있는 물리 계층 전송 기술, 네트워크 계층에서의 주소 설정 기법과 전송 계층에서의 흐름 및 에러 제어 기술이 요구된다. 본 논문에서 제안된 위치 정보 기반 라우팅 및 위치 정보 서비스 기법이 다양한 외부 요소와 함께 구현되는 경우, 그리드 범위 또는 그리드 내 LSS의 범위를 그에 맞게 조정함으로써 최적화된 결과를 얻을 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] J. Luo and J. Hubaux, "A Survey of Inter-Vehicle Communication," Technical Report IC/2004/24, EPFL, 2004.
- [2] X. Yang, J. Liu, F. Zhao, and N. Vaidya, "A Vehicle-to-Vehicle Communication Protocol for Cooperative Collision Warning," *Proc. 1st Annual Int'l. Conf. Mobile and Ubiquitous Sys.: Networking and Services*, pp. 1 - 4, Aug. 2004.
- [3] M. Mauve, A. Widmer, and H. Hartenstein, "A Survey on Position-Based Routing in Mobile Ad Hoc Networks," *IEEE Network*, vol. 15, no. 6, pp. 30 - 3, November/December 2001.
- [4] EM. Royer and C.-K. Toh, "A Review of Current Routing Protocols for Ad Hoc Wireless Networks," *IEEE Pers. Commun.*, pp. 46 - 55, Apr. 1999.
- [5] JC. Navas and T. Imielinski, "Geographic Addressing and Routing," *Proc. 3rd ACM/IEEE Int. Conf. Mobile Comp. Net., MobiCom'97*, Sept. 1997.
- [6] M. Witt, V. Turau, "The Impact of Location Errors on Geographic Routing in Sensor Networks" *Wireless and Mobile Communications. ICWMC*, pp. 76-82, July 2006.
- [7] Stefano Basagni, Imrich Chlamtac, Violet R. Syrotiuk, Barry A. Woodward, "A Distance Routing Effect Algorithm for Mobility(Dream)," *Proc. 4th Annual ACM/IEEE Int. Conf. Mobile Computing and Networking, MOBICOM '98*, Dallas, TX, USA, pp. 76-84, Oct. 1998.
- [8] ZJ. Haas, B. Liang, "Ad Hoc Mobility Management with Uniform Quorum Systems," *IEEE/ACM Trans. Net.*, vol. 7, no. 2, pp. 228 - 40, Apr. 1999.
- [9] J. Li et al., "A Scalable Location Service for Geographic Ad Hoc Routing," *Proc. 6th Annual ACM/IEEE Int'l. Conf. Mobile Comp. Net.*, Boston, MA, pp. 120 - 30, Aug. 2000.
- [10] S. Giordano, M. Hamdi, "Mobility Management: The Virtual Home Region," *Tech. report EPFL*,

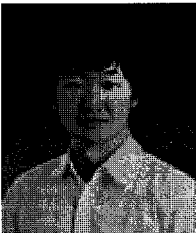


<그림 13> 도로 환경을 고려하지 않은 GPSR과 GLSS의 비교

<Fig. 13> Transmission delay comparison of GPSR and GLSS without geographical features

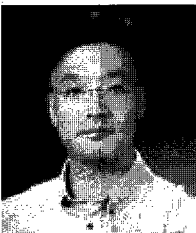
- Oct. 1999.
- [11] B. Karp and H. T. Kung, "Greedy Perimeter Stateless Routing for Wireless Networks," *Proc. 6th Annual ACM/IEEE Int'l. Conf. Mobile Comp. Net.*, Boston, MA, pp. 243-54, Aug. 2000.
- [12] KC Lee, J Haerri, U Lee and M Gerla, "Enhanced Perimeter Routing for Geographic Forwarding Protocols in Urban Vehicular Scenarios", *Globecom. 2007 IEEE*, pp. 717-721, May 2008.
- [13] Chhieng, Van M. and Choi, Ryan H and Wong, Raymond K, "Efficient Geometric Routing in Ad-hoc Wireless Networks" *Consumer Communications and Networking Conference. 2007*, pp. 259-263, Jan. 2007.
- [14] A Bachir and A. Benslimane, "A Multicast Protocol in Ad Hoc Networks Inter-Vehicle Geocast," *Proc. 57th IEEE VTC*, Apr. 2003.
- [15] C Maihöfer and R Eberhardt, "Time-Stable Geocast for Ad Hoc Networks and Its Application With Virtual Warning Signs," *Comp. Commun.*, vol. 27, pp. 1065-75, Jan. 2004.

저자소개



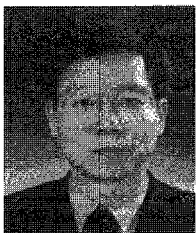
김 종 현 (Kim, Jonghyun)

2009년 8월 ~ LG전자(주) MC연구소 연구원  
 2009년 8월 : 건국대학교 컴퓨터공학과 공학석사  
 2007년 8월 : 건국대학교 컴퓨터공학과 졸업



김 기 천 (Kim, Keecheon)

1998년 3월 ~ 건국대학교 컴퓨터공학과 정교수  
 2004년 1월 ~ 2006년 2월 : 미 Sprint Nextel 이동코어망개발부 디렉터  
 2001년 4월 ~ 2003년 12월 : 삼성전자 차세대 이동통신 시스템 연구실 자문교수  
 2000년 3월 ~ 2003년 12월 : 개방형 컴퓨터통신연구회(OSIA) Mobile IP TG 의장, 이사  
 1996년 4월 ~ 1998년 2월 : 신세기 통신(주) 차장/팀장(책임연구원)



정 우 영 (Jung, Wooyoung)

2004년 12월 ~ 대구경북과학기술원(DGIST) 연구부장  
 2004년 3월 ~ 2004년 12월 : 숭실대학교 객원교수  
 1999년 9월 ~ 2003년 5월 : 코어세스(주) 연구소장  
 1991년 8월 ~ 1999년 9월 : 삼성전자(주) 수석연구원