

---

# MANET에서 신뢰성 있는 DHT기반의 서비스 발견 기법

한인성\* · 유헌빈\*

Service Discovery Mechanism based on Trustable DHT in MANET

In-Sung Han\* · Hwang-bin Ryou\*

---

이 논문은 2008년도 광운 대학교 교내 학술 연구비 지원을 받아 수행된 연구임

---

## 요 약

MANET(Mobile Ad-Hoc NETWORK)에서 서비스 발견 기법은 서비스를 요구하는 노드가 서비스를 제공하는 노드를 발견하고 제공하는 서비스를 전달하기 위한 핵심응용기술이다. 그러나 MANET의 특징으로 기존의 서비스 발견 기법들 이용하여 빠르게 신뢰할 수 있는 서비스를 발견하고 안정적인 서비스 전달하고 네트워크의 확장성을 지원하는 문제 해결이 아직까지 어려운 실정이다. 본 논문에서는 MANET을 구성하는 이동 노드들 중 신뢰도가 높은 서비스 제공 노드들의 서비스를 빠르게 발견하고 안정적으로 서비스를 전달할 수 있도록 서비스 제공자의 신뢰도 평가를 통한 DHT(Distributed Hash Table)를 구성으로 안정적인 서비스를 제공하는 서비스 발견 기법을 제안한다. 제안된 서비스 발견 기법은 신뢰성 있는 서비스 발견뿐만 아니라 DHT의 특징을 응용하기 때문에 MANET의 낮은 서비스 발견 메시지의 오버헤드를 유지시켜 네트워크의 확장성을 높일 수 있다. 이러한 제안 기법을 기존의 서비스 발견 기법들과 비교하는 시뮬레이션을 통해 더 나은 성능을 보임을 확인할 수 있다.

## ABSTRACT

Service discovery mechanism is a core technique for getting a desired service in MANET(Mobile Ad-Hoc NETWORK) environment. However, As feature of MANET, existing mechanisms have some problem that service requester search for trustable service. also it can not support scalability. in this paper, how to reliably support applications such as service discovery on top of MANET. we are firstly finding a trustable service provider and configure DHT(Distributed Hash Table). P2P's DHT can be adopted to service discovery mechanism because P2P and MANET share certain similarities, primarily the fact that both are instances of self-organizing decentralized systems. Especially, Proposed DHT systems used for P2P overlay network can be effective in reducing the communication overhead in service discovery. So proposed mechanism can support for reliably searching required service and scalability. Simulation results show that our mechanism is scalable and outperforms existing service discovery mechanism.

## 키워드

MANET, DHT, SDP, Trustworthy, Peer-to-Peer

## I. 서 론

최근 무선 통신기술들과 무선 이동 장치들의 기술발전으로 시·공간에 제한이 없는 MANET 기술이 개발되어 산업 및 연구단체들로부터 많은 관심을 받고 있다<sup>[1][2]</sup>. 이와 같은 최신 무선 인터페이스와 초소형 장치들로 MANET은 향후 위치인식 기반의 서비스가 제공되는 기반 기술로 발전할 것으로 예상된다. 또한 무선 이동 장치들은 상호 연결되어 네트워크상에 존재하는 서비스들을 자동으로 발견하고 제공할 수 있는 서비스 발견(Service Discovery) 기법이 최근 주요한 핵심요소기술로 대두되고 있다. 현재의 무선 네트워크상에서 사용가능한 서비스를 동적으로 발견하고 장치가 원하는 서비스를 자동으로 정확하게 찾아주는 기법을 제공하여 네트워크 관리, 서비스 발견이나 이용 측면에서 사용자 및 서비스 제공자 모두에게 편의성을 제공할 수 있다<sup>[3]</sup>.

이와같이 이미 잘 알려진 서비스 발견 기법으로는 SLP<sup>[4]</sup>, JINI<sup>[5]</sup>, Salutation<sup>[6]</sup>와 같이 안정적인 중앙 집중형 디렉토리 서버를 가정하거나, UPnP의 SSDP<sup>[7]</sup>와 같은 플러딩(Flooding)을 기반으로 하는 기법 등이 있으나, 이들은 일반적으로 기반 망을 기준으로 설계되어, 복잡한 특성을 갖는 MANET에 적용하기엔 많은 문제점들이 발생한다.

본 논문에서는 안정적이고 신뢰할 수 있는 서비스 제공자의 서비스를 발견하기 위해 서비스를 이용한 노드들의 평판(reputation) 정보를 응용하여 서비스 제공자의 신뢰도(trustworthy)를 평가하고 DHT 오버레이 네트워크를 구성함으로써, 효율적으로 서비스를 발견할 수 있는 서비스 발견 기법을 제안한다. 제안 기법의 개요는 다음과 같다. 먼저 이동 노드들로부터 서비스를 제공하는 노드에 대해 각 노드들은 서비스를 평가하고 신뢰도가 높은 서비스를 제공하는 노드들을 DHT 오버레이 네트워크로 구성하는 T-Chord를 소개하며 T-Chord를 이용한 구체적인 서비스 발견 동작과정을 보인다. 본 논문의 마지막에서는 제안기법을 NS2<sup>[8]</sup>로 구현한 시뮬레이션을 통해 다른 기법들과 제안기법의 성능을 비교 평가하였다.

## II. 관련연구

최근 MANET을 지원하기 위한 주목할 만한 서비스 발견 기술로는 Ad-Hoc 네트워크의 라우팅 기술을 응용한 네트워크 계층의 GSD, SSD 등과 같은 기술들이 제안되고 있다<sup>[9][10]</sup>.

GSD는 분산 방식의 서비스 발견 기법으로, 서비스 광고 메시지를 P2P(Peer-to-Peer) 방식으로 저장하고, 그룹 정보에 기반한 서비스 발견 메시지의 전달로 서비스를 발견한다. 하지만 GSD에서 서비스 발견 메시지가 선택적으로 전달되는 것은 캐쉬에 저장된 그룹 정보의 양에 따라서 그 효과가 달라진다. 특히 노드 수가 많아져 이웃 노드 수가 많아질 경우에는 캐쉬에 저장된 그룹 정보가 많아져 선택적 포워딩이 플러딩에 가깝게 형성되기 때문에, GSD는 대규모의 MANET에는 적합하지 않다고 할 수 있다.

SSD는 클러스터링을 기반으로 하고 블룸 필터(Bloom filter)를 이용하여 대규모의 MANET에도 잘 동작하는 확장성 있는 서비스 발견을 제공한다. SSD에서는 모든 노드가 자신의 서비스를 다른 노드에게 광고하는 대신 클러스터링을 기반으로 클러스터 헤더들끼리만 블룸 필터를 통해 압축된 서비스 정보를 광고함으로써 서비스 탐색을 수행한다. 하지만 노드 수에 비례해서 영역의 크기가 커진다면 클러스터 수가 많아지게 되고 블룸 필터 정보를 교환하는데 오버헤드가 커지게 된다. 이러한 기존의 연구들은 대체적으로 대규모 MANET에 적용이 어렵고 또한 안전한 서비스를 발견하고 전달하는 보장이 어려운 문제점들이 있다.

## III. T-Chord 기법

본 장에서는 이동 노드들의 신뢰도 평가를 위해 서비스 평판 매커니즘을 이용하여 MANET을 구성하는 노드들 중 신뢰도가 높은 노드들을 선출하고, 선출된 신뢰도 높은 노드들을 Chord<sup>[12]</sup> 기법에 이용한 T-Chord(Trust Chord) 기법을 제안한다.

Chord는 MIT와 U.C. Berkeley 대학에서 2001년 제안한 DHT 기법으로 노드와 키의 해쉬 값을 위해 원형의 m-bit 식별자 공간을 사용한다. Chord는 단지 하나의 오퍼레이션만을 제공하는데, 그것은 주어진 Key에 대해서

노드를 매칭하는 것이다. Chord는 노드의 참여와 탈퇴에 효율적으로 대처하며 시스템이 계속적으로 변화하는 과정에서도 주어진 오퍼레이션을 처리할 수 있다. 시스템 유지와 통신을 위한 비용은 노드의 수에 로그적으로 증가한다. 파일 공유 프로그램은 Chord 위에서 손쉽게 구현할 수 있으며, 파일 이름을 이용해서 노드와 파일 정보를 매칭 시킨다.

본 논문에서는 DHT 오버레이 기법들 중 P2P 네트워크에서 동적인 네트워크 구조를 빠르게 형성하고 링크의 참여와 탈퇴에 대한 구현이 용이한 Chord를 이용한 신뢰성 있는 서비스 발견 기법을 제안한다.

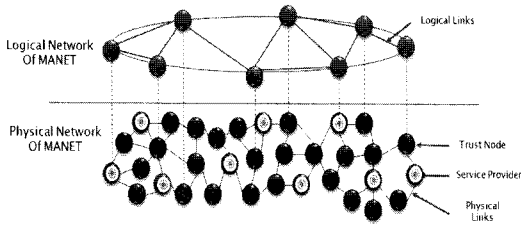


그림 1. 제안 서비스 발견 프레임워크 개요  
Fig. 1. Concept of Proposed Service Discovery Framework

그림 1은 본 논문에서 소개하는 T-Chord의 개요를 나타내고 있다. 먼저 물리적으로 연결된 무선 MANET의 구성 노드들은 상호간의 신뢰도를 평가하고 구성 노드들 간에 형성된 신뢰도가 높은 노드들을 T-Chord를 이용하여 가상의 DHT 오버레이 네트워크로 서비스를 발견하는 기반을 구성한다. 제안 기법에서는 서비스 요청에 대한 응답과 노드 이동으로 인한 토폴로지의 변화 그리고 이동노드의 참여와 탈퇴와 같은 노드의 상황변화에 따른 제어 메시지를 신뢰도에 반영한다. 신뢰도 평가 이루어진 상호간의 노드들은 협업동작을 통해 신뢰할 수 있는 서비스 제공자를 발견하고 서비스 제공자에 대한 연결정보와 연결방법을 전달한다.

### 1. 서비스 제공자의 신뢰도 평가

본 논문에서는 이동 노드의 신뢰도 평가를 위해 노드들의 서비스 평판기법을 이용한다. 먼저 서비스 요구하는 노드는 폴러딩 기반의 서비스 발견 기법으로 이웃한 서비스 제공자의 서비스를 발견하기 시작하고 수

식 1과 같은 결과를 발생시킨다. 임의의 서비스 요청 노드  $i$ 가 서비스 제공노드  $j$ 로부터 임의의 서비스 요청 메시지에 대한 응답에 대해 매번메시지 서비스의 이용 결과해 매번메시지서비스 트랜잭션의 결과인  $tr(i,j)$ 로 서비스 제공노드  $j$ 를 긍정적인 평가로 처리한다. 하지만, 서비스 발견 요청에 대한 결과 상태가 받은 서비스가 확실하지 않거나 간섭이 일어났거나 혹은 서비스가 중간에 취소된 경우 및 노드의 불안정한 링크상태일 경우 노드  $i$ 가 서비스 전달의 평판에 대해 부정적인 평가로 처리한다.

$$s_{ij} = \sum tr_{ij} \quad (1)$$

eBay 모델에서처럼, 신뢰도  $s_{ij}$ 를 노드  $i$ 가 노드  $j$ 의 서비스 이용에 대한 각각에 대한 평가를 다음과 같은 합으로 정의할 수 있다.

동일하게, 각 노드  $i$ 는 노드  $j$ 와의 사이에 성공적인 서비스 이용에 대한 결과 수를  $sat(i, j)$ , 불만족스러운 서비스 이용에 대한 처리를  $unsat(i, j)$ 라고 한다면, 수식 2와 같이 정의할 수 있다.

$$s_{ij} = sat(i, j) - unsat(i, j) \quad (2)$$

서비스 제공노드에 대해 이웃한 노드들로부터 지역적인 신뢰도의 값을 수집하기에 앞서, 먼저 어떠한 방법으로든 지역적인 신뢰도의 값들을 일반화시킬 필요가 있다. 그렇지 않을 경우, 악의적인 이동 노드가 임의로 다른 악의적인 노드에게 높은 신뢰도 값을 전달할 수 있고, 실제로 신뢰할 수 있는 노드에게 낮은 지역적인 신뢰도의 값을 줄 수도 있는 이와 같은 방법으로 쉽게 전체 신뢰도 평가 시스템에 심각한 문제를 유발할 수 있다. 따라서 수식 3과 같은 지역적인 신뢰도의 값을 정의할 수 있다.

$$c_{ij} = \frac{\max(s_{ij}, 0)}{\sum_j \max(s_{ij}, 0)} \quad (3)$$

이와 같은 정의는 모든 값이 0과 1사이에 존재하는 것을 의미 한다(만약  $\sum_j \max(s_{ij}) = 0$  일 경우,  $c_{ij}$ 는 정의되지 않음). 하지만, 이러한 방식으로 일반화를 하는 것에는

문제점이 있다. 그 하나의 예로, 일반화된 지역적인 신뢰도의 값은 노드  $i$ 가 서비스 발견에 대한 트랜잭션 처리가 없었던 것인지 또는 트랜잭션 처리에 문제가 있었던 것은 아닌지 알 수 없다. 또한,  $C_{ij}$  값은 상대적이고, 완벽한 기준이 존재하지 않는다. 만약  $C_{ij} = C_{jk}$  라면 노드  $j$ 는 노드  $i$ 의 관점에서는 노드  $k$ 와 같은 평가를 갖지만, 둘 모두 신뢰할 수 있을지는 알 수가 없다.

분산된 환경에서 일반화된 지역적인 신뢰도의 값을 모으는 가장 일반적인 방법은 노드  $i$ 에 대한 다른 노드의 평가를 요청하는 것이다. 노드  $k$ 에 대한 노드  $i$ 의 신뢰도  $t_{ik}$  는 다음과 같이 표현될 수 있을 것이다.

$$t_{ik} = \sum_j C_{ij} C_{jk} \quad (4)$$

이것은 행렬 형태로 다시 표현할 수 있다.  $C$ 를  $[C_{ij}]$ 라 정의하고  $\vec{t}_i$ 를  $t_{ik}$ 를 포함한 벡터라고 하면,  $\vec{t}_i = C^T C_i$ 이다 ( $\sum_j t_{ij} = 1$ ).

이러한 일반화 방식은 각 이동 노드가 자신만의 경험이 아닌 네트워크의 관점을 가지게 해 준다. 그러나 노드  $i$ 에 저장된 신뢰도 값은 여전히 노드  $i$ 의 경험과 지식을 반영한다. 넓은 관점을 갖는 대신에, 노드  $i$ 는 이웃의 이웃 ( $t = (C^T)^2 C_i$ )에게 질의 하고자 할 것이다. 만약  $t = (C^T)^n C_i$ 이 유지된다면,  $n$ 번의 많은 반복 후 전체 네트워크에 대해 신뢰할 수 있는 서비스 제공 노드들을 파악할 수 있다. 본 논문에서는 이와 같은 방법으로 MANET을 구성하는 이동 노드들이 각각의 서비스 제공자의 신뢰도 평가를 수행하고 주기적으로 신뢰도 평가 동작으로 서비스 제공자의 신뢰도 상태는 변화될 수 있다.

## 2. T-Chord 오버레이 네트워크

1절에서 설명한 신뢰도 평가로 신뢰도가 높은 서비스 제공 노드들은 Chord 기법을 응용으로 한 링을 구성하며 본 논문에서는 이를 T-Chord로 명명한다. 제안 기법인 T-Chord의 주요 목표는 단순히 전체 네트워크를 구성하는 모든 노드들을 오버레이 네트워크로 구성하고 각각의 노드에 존재하는 파일이나 기타 자원을 검색하는 Chord와는 달리 MANET와 같이 동적인 토폴로지 구조에서 노드들이 서비스 제공자의 신뢰도를 결정하여 서

비스 요구자가 요구한 서비스의 정보와 가장 일치하며 안정적으로 서비스 제공할 수 있도록 서비스 정보와 서비스 연결 방법이 WSDL로 기술된 서비스 명세서(service description)를 전달하는 것이다.

### 가. 초기화

제안된 T-Chord는 Chord 보다 서비스 발견을 위한 성능을 향상시키고 라우팅 테이블을 줄여 확장성을 높이기 위해 신뢰도가 높은 노드들만을 Chord 링 구조를 이용하여 오버레이 네트워크를 생성하는 구조다.

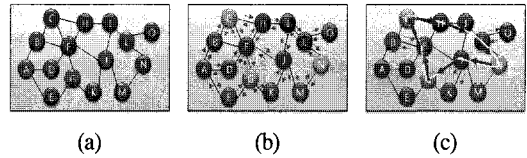


그림 2. T-Chord 초기동작 모습  
Fig 2. Initial Processing of T-Chord

그림 2은 이동 Ad-Hoc 네트워크 환경에서 각각의 노드들이 신뢰도 평가동작으로 구성 노드들 중 신뢰도가 높은 노드들을 발견하고 신뢰도 노드들을 기반으로 T-Chord를 구성하는 일련의 동작과정을 개념적으로 나타낸 것이다. 그림 2의 (a)는 초기 MANET의 상태를 나타낸 것으로써 네트워크가 시작되는 초기 노드는 신뢰도가 높은 노드로 가정한다. (b)는 지역화된 신뢰도를 통해 설정된 홉에 포함된 이웃한 노드의 신뢰도의 정도를 수치화 하여 정해진 임계값을 기준으로 신뢰성 여부를 결정하고 클러스터 헤더의 역할을 수행한다. (c)는 신뢰 노드로 선출된 노드는 T-Chord 링 구성을 위한 메시지를 광고하고 오버레이 네트워크에 참여하게 된다.

### 나. 새로운 노드의 참여 및 탈퇴

T-Chord 네트워크에 신뢰도가 임의의 임계치 이상으로 새로운 노드가 참여와 탈퇴가 발생하게 되더라도 지속적으로 서비스 명세서에 대한 빠른 서비스 발견이 지속하기 위해, 새롭게 참여한 신뢰노드를 고려해 기존 노드들이 저장하고 있는 서비스 명세서의 Key들을 재배치해야 한다. 새롭게 참여한 노드  $n$ 이 노드  $n$ 의 successor  $m$ 에게 네트워크에 참여했음을 알리게 된다. 노드  $n$ 의 successor는 T-Chord 링에서  $n$ 의 식별자 바로 다음의 노

드 식별자를 가진 노드이다. 노드  $m$ 은 노드  $n$ 이 새롭게 오버레이 네트워크에 참여함을 인지 한 후,  $n$ 의 식별자보다 작은 Key들을 저장할 새로운 successor  $n$ 에게 전달함으로써 기존의 T-Chord의 서비스 발견동작이 정상적으로 동작하도록 한다.

다. T-Chord에서의 서비스 발견 동작원리

그림 3는 T-Chord 기반의 서비스 발견 동작과정을 나타낸 것이다. 노드들의 물리적 위치와 이동 노드의 신뢰도를 반영하여 오버레이 네트워크를 구성한 개념도이다. 이는 토폴로지와 신뢰도를 반영한 오버레이 네트워크를 구성하는데 있어서 물리적이고 안정적인 서비스를 제공하는 노드들이 위치한 가상의 영역을 가장 잘 표현할 수 있기 때문이다.

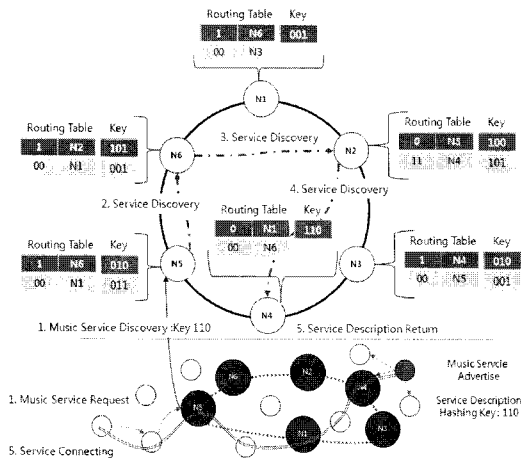


그림 3. T-Chord 링에서의 서비스 발견기법  
Fig 3. Service Discovery Operating in T-Chord Ring

서비스 제공 노드가 생성하는 서비스 명세서는 해쉬화한 서비스 이름과 서비스 제공 노드의 식별자 그리고 기타 요소 정보들을 WSDL로 기술하고 이를 제안 기법으로 분산시켜 저장된다. 또한 서비스 정보는 그 서비스 이름의 해쉬 값에 해당하는 노드에 저장된다. 서비스 제공 노드는 제안 기법을 이용으로 오버레이 네트워크를 구성하는 이전 successor 노드에게 서비스 명세서와 서비스 이름의 Key를 저장시키고, 서비스 요청노드는 동일하게 제안 기법 이용으로 신뢰도가 높은 서비스 제공 노드를 찾아 서비스를 연결한다.

임의의 서비스 제공노드가 예를 들어 음악 서비스를 제공하고 있을 경우, 자신의 서비스 정보를 알리기 위해 서비스 이름 'MUSIC'의 해쉬 값을 구한다. 해쉬 값은 SHA-1 로 consistent hash의 결과로 작성하고 하여 1차원  $m$  bit 링형 T-Chord 링을 생성한다. 오버레이 네트워크에 참여하는 노드는 서비스에 가로 해쉬 Key를 균일로 분포로 pseudo-random 로 위치에 Key를 위치시킨다. 신뢰 노드들로 구성된 오버레이 네트워크로 서비스 요청자가 서비스를 요청하게 되면 물리적으로 가장 이웃한 신뢰노드로 서비스 요청 메시지를 보내고 신뢰 노드는 T-Chord 링에 분산된 서비스 기술문을  $O(\log N)$ 의 속도로 검색 후 그 결과를 서비스 요청노드에게 전달한다.

3. 시스템 모델

그림 4는 제안 기법을 위한 시스템 모델을 나타낸 것이다.

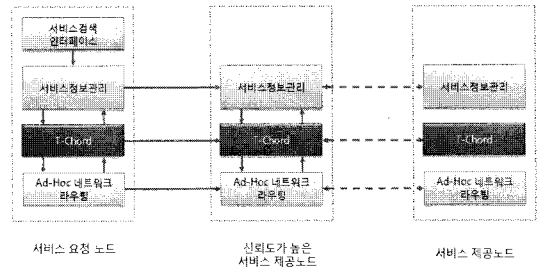


그림 4. 서비스 발견 시스템 모델  
Fig 4. Modeling of Service Discovery System

시스템 모델의 구성은 네트워크 구성을 위한 네트워크 라우팅 모듈과 T-Chord 계층 그리고 서비스의 정보를 관리하는 서비스정보저장 모듈 그리고 서비스검색 모듈로 구성된다. 각각이 시스템 구성은 각각의 모듈들이 상호연계를 통해 이동 노드들의 물리적인 정보를 네트워크 계층으로 부터 전달하며 수신된 정보는 T-Chord 모듈에서 신뢰도 평가요소로 이용되고 서비스 저장모듈에 존재하는 이웃 노드들의 서비스 정보를 서비스를 요구한 노드에게 서비스 제공 노드의 정보를 전달한다.

- 서비스검색인터페이스모듈 : 서비스 요청을 위한

사용자 인터페이스를 제공하며 서비스정보저장모듈로 맵핑시키는 기능을 처리

- 서비스관리모듈 : 서비스 정보에 대한 캐쉬화 및 저장, 서비스 요청 대응, 서비스 광고 등 전반적인 서비스 관리에 대한 기능을 처리
- T-Chord 모듈: 이동 노드들의 신뢰도를 생성하고 신뢰도가 높은 노드들을 제안 기법을 이용해 오버레이 네트워크를 구성으로 서비스 발견을 처리
- 네트워크라우팅모듈 : 오버레이 네트워크와 독립적인 동작으로 T-Chord 모듈로 확인된 서비스 제공 노드의 정보를 물리적인 라우팅 기술로 전달 처리

이동 노드들은 이와 같은 시스템 모듈로 구성되며 각각의 노드가 서버와 클라이언트의 역할을 동시에 수행한다.

이동 노드의 클라이언트 역할은 서비스를 발견하는 서비스 요청노드를 의미한다. 서비스 요청노드는 자신이 필요로 하는 서비스 발견을 위해 자신의 로컬 시스템을 확인하고 없을 경우 이전에 이용한 동일한 서비스 명세서를 조사한다. 이전의 서비스가 존재할 경우 바로 이전의 서비스 제공노드를 찾아 서비스 연결을 요청하지만, 캐쉬에 저장되어 있지 않을 경우 노드는 서비스 요청문을 만들고 consistent hashing으로 T-Chord를 이용한 새로운 서비스 발견을 요청한다. 서비스의 요청에 부합하는 서비스가 발견될 경우 요청된 서비스는 캐쉬에 저장되어 이후 동일한 서비스를 이용하고자 할 경우 빠른 연결을 시도할 수 있다.

서버의 역할은 서비스 요청노드의 서비스 요청 메시지를 수신으로 동작을 시작으로 한다. 서비스 명세서가 존재할 경우 서비스 요청메시지의 응답으로 WSDL 생성된 서비스 연결정보를 서비스 요청노드에게 전달한다. 서비스가 캐쉬에서 발견되지 않을 경우 T-Chord 네트워크를 이용해 다른 신뢰노드에 저장된 서비스 명세서를 검색하는 과정을 수행한다. 서비스 요청에 대한 서비스 명세서가 발견되지 않을 경우 에러 메시지를 전송으로 서비스 발견은 종료된다. 서비스 요청 메시지를 수신한 서버는 해쉬된 Key를 확인으로 서버에 저장된 캐쉬로부터 해쉬 값과 일치하는 서비스 명세서를 검색한다.

#### IV. 성능 평가

본 장에서는 NS-2 시뮬레이터를 사용하여 제안기법의 성능을 평가하였다. MAC 프로토콜은 IEEE 802.11 WLAN을 이용하며, 무선대역폭은 1Mbps로 기준을 정하고 각 노드의 전송 범위는 250m로 하였다. 네트워크 계층에서의 라우팅 프로토콜로는 DSR을, 전송 계층프로토콜로는 UDP를 사용하였다. 전체실험 시간은 360s 로 진행되었으며, 서비스의 요청간격시간과 서비스의 광고시간은 각각 10s 씩 주기적으로 메시지를 전달한다.

본 연구의 실험을 위해 NS-2 시뮬레이터 내에 서비스 발견을 위한 응용과 T-Chord 오버레이 네트워크 구성 및 서비스 발견 프로토콜 그리고 클라이언트와 서버의 역할을 수행하는 서비스관리모듈을 각각 구현하였다. 구현된 응용은 자신의 서비스를 T-Chord 오버레이 네트워크의 노드에 등록하고 필요한 서비스를 발견하는 등 서비스와 관련된 전반적인 동작과 사용자 인터페이스를 담당한다.

비교 대상인 기존의 서비스 발견 프로토콜은 플러딩 기반의 서비스 탐색 프로토콜인 Gnutella와 확장성이 있는 SSD 그리고 그룹 기반의 GSD이다. 성능 평가는 MANET의 과부하 상태 비교, 서비스 발견 시간 비교 그리고 서비스의 안정적인 전달 성공률을 비교한다.

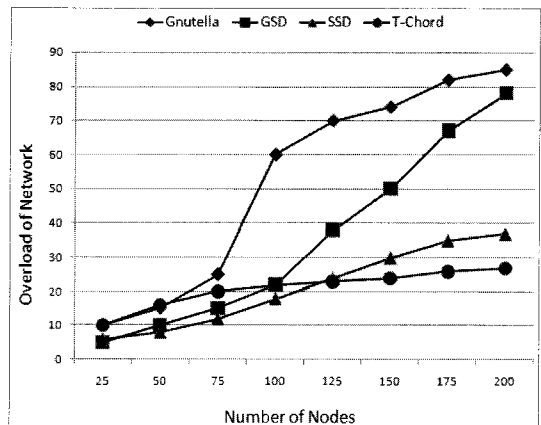


그림 5. 전체 네트워크 과부하 비교  
Fig 5. Overload of Networks

그림 5은 각 프로토콜에 대해서 전체 네트워크 로드를 나타낸 것이다. Gnutella와 T-Chord는 초기에 노드들이 동일한 동작을 하기 때문에 둘 모두 유사한 비율로 과부하가 발생한다. 하지만 T-Chord 기법은 링을 구성하기 위해 finger table과 라우팅 테이블을 구성하거나 수정한다. 이러한 이유로 T-Chord는 서비스 요청 메시지가 유니캐스트 되어 결과적으로는 Gnutella에 비해 네트워크의 과부하가 현저히 줄어들고 있음을 확인할 수 있다. GSD에서는 서비스 요청 메시지가 플러딩과 유니캐스트의 중간 정도로 발생한다. 실험결과, 한번의 서비스 요청에 대해 전체 노드의 1/2 정도의 노드가 서비스 요청 메시지를 전달하기 때문이다.

하지만 노드 수가 많아질수록 각 노드의 캐쉬에 저장된 그룹 정보가 많아져서 그룹 정보를 바탕으로 한 선택적 전달이 Gnutella에 가깝게 증가하는 것을 볼 수 있다. SSD에서는 T-Chord와 마찬가지로 서비스 탐색 메시지는 유니캐스트 된다. 하지만 T-Chord는 이동 노드가 신뢰노드로 서비스 명세서를 등록할 때만 서비스 광고가 필요하지만 SSD는 서비스 광고와 클러스터 헤더간의 블룸필터 정보 전달이 필요하기 때문에 SSD가 T-Chord보다 네트워크 로드가 많게 나타난다. 그림 6은 각 프로토콜의 평균 서비스 발견 시간을 나타낸 것이다.

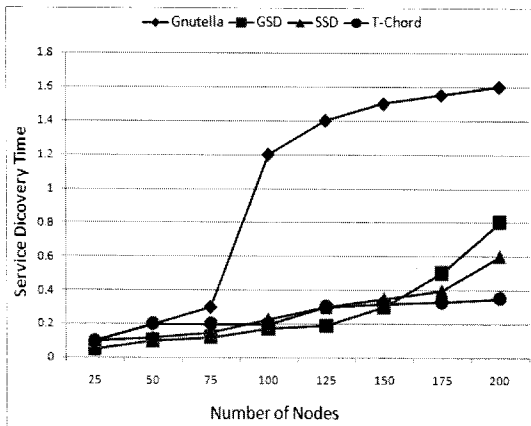


그림 6. 서비스 발견 시간  
Fig 6. Service Discovery Time

서비스 발견 시간은 네트워크 과부하에 영향을 받는다. 따라서 네트워크 오버헤드에 영향을 받아 Gnutella의 서비스 탐색 시간이 가장 길다. 나머지 세 프로토콜에 있

어서, 노드 수가 125까지는 서비스 발견 시간이 거의 유사하다. 하지만 노드 수가 150 이상이 되면 SSD와 GSD의 서비스 탐색 시간이 T-Chord보다 매우 길어짐을 확인할 수 있다. 이는 노드 수가 많아 질수록 서비스 명세서의 발견 알고리즘의 차이와 네트워크 과부하의 차이가 커지기 때문이다. 실험 결과를 볼 때 다른 프로토콜보다 노드 수가 많은 네트워크에서 T-Chord가 더 좋은 성능을 보이므로 보다 확장성을 가진다고 볼 수 있다. 한편 GSD에서 네트워크로드가 큰데 비해 서비스 발견 시간이 상대적으로 짧은 것을 알 수 있다. 이는 GSD에서는 라우팅 경로 설정 과정이 없이 메시지를 전달하기 때문으로 분석된다.

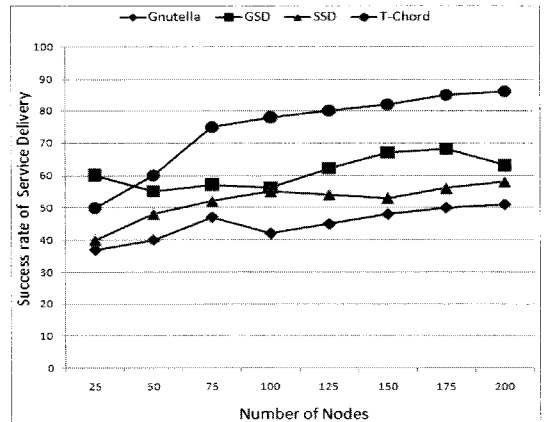


그림 7. 서비스전달 성공률  
Fig 7. Success rate of Service Delivery

그림 7는 서비스 요청노드가 서비스 발견에 성공한 서비스 제공 노드로부터 서비스의 전달 성공률을 나타낸 것이다. 실험 결과에서 보는데와 같이 T-Chord가 나머지 세 프로토콜보다 높은 서비스 전달 성공률을 보이고 있다. 처음 서비스 제공노드가 작을 때 다른 프로토콜들이 모두 유사한 서비스 전달 성공률을 보이고 있지만 노드들의 수가 증가하는 동시에 서비스 제공 노드들의 다양한 속도가 반영되어 세 프로토콜들의 서비스 전달 성공률의 큰 변화가 발생하고 있지 않다. 반면 T-Chord는 노드의 수가 증가하면 할수록 안정적으로 서비스를 제공하는 노드들을 발견할 수 있기 때문에 그에 따른 서비스 전달 성공률 또한 높아지고 있는 것을 확인할 수 있다.

### V. 결 론

본 논문에서는 이동 Ad-Hoc 네트워크에서 효율적이고 안정적인 서비스 발견을 위해 신뢰도가 높은 노드들로 Chord 링을 구성한 T-Chord를 소개하고 서비스의 지속적인 전달을 보장할 수 있는 안정적인 서비스 발견 기법을 제안하였다. P2P의 오버레이 네트워크 개념과 서비스의 신뢰도 평가기법을 MANET에 적용함으로써 서비스를 빠르게 발견하고 안정적으로 서비스를 전달하는 기법이다. 이를 위해 신뢰도가 높은 서비스를 발견하고 안정적으로 네트워크를 유지할 수 있도록 서비스 제공 노드들에게 신뢰도를 부여하였다. DHT 오버레이 네트워크를 응용한 T-Chord 기법은 DHT의 이점인 적은 메시지 오버헤드를 유지하면서, 메시지가 전송될 때 경유하는 노드의 수를 최상이라고 할 수 있는 플러딩 기법과 거의 비슷하게 감소시킨다.

### 참고문헌

[ 1 ] C.K.Toh, Ad Hoc Mobile Wireless Networks: Protocols and Systems, Prentice Hall PTR, 2002.

[ 2 ] D.B. Johnson, D.A. Maltz, and J. Broch, "DSR:The dynamic source routing protocol for multihop wireless ad hoc networks," in Ad Hoc Networking,ed. C.E. Perkins, ch.5, pp. 139-172, Addison-Wesley, 2001.

[ 3 ] C. Lee and A. Helal. "Context Attributes: An Approach to Enable Context-awareness for Service Discovery," In Third IEEE/IPSJ Symposium on Applications and the Internet, Orlando, Florida, Jan 2003.

[ 4 ] Erik Guttman, " Service Location Protocol: Automatic Discovery of IP Network Services," IEEE Internet Computing, 1999.

[ 5 ] "JINI Architectural Overview: Technical White Paper," <http://www.sun.com/software/jini/whitepapers/architecture.html>

[ 6 ] Salutation Consortium, "Salutation Architecture Specification Version 2.0c Part 1," The Salutation Consortium, June 1, 1999, <http://www.Salutation.org>

[ 7 ] "Understanding UPnP: A White Paper," [http://www.upnp.org/download/UPNP\\_UnderstandingUPNP.doc](http://www.upnp.org/download/UPNP_UnderstandingUPNP.doc)

[ 8 ] NS-2, <http://www.isi.edu/nsnam/ns>.

[ 9 ] D. Chakraborty, A. Joshi, Y. Yesha and T. Finin, "GSD: A Novel Group-based Service Discovery Protocol for MANET," IEEE Conference on Mobile and Wireless Communications and Networks, Sep. 2002.

[10] F. Sailhan and V. Issarny, "Scalable Service Discovery for MANET," IEEE PERCOM, pp.235-244, 2005.

[11] Gnutella Protocol Development. <http://rfc-gnutella.sourceforge.net/>, 2003.

[12] I. Stoica, R. Morris, D. Karger, M.F. Kaashoek, and H. Balakrishnan, "Chord: A scalable peerto-peer lookup service for Internet applications," Proc. ACM SIGCOMM'01, San Diego, CA, Aug. 2001.

### 저자소개

한인성(In-Sung Han)



2004년 8월 광운대학교 대학원  
컴퓨터과학과 석사졸업  
2009년 8월 광운대학교 대학원  
컴퓨터과학과 박사졸업

※관심분야 : 네트워크 보안, 애드 혹 센서 네트워크 보안, MANET 서비스 발견 및 전달

유황빈(Hwang-bin Ryou)



1977년 2월 연세대학교 대학원  
공학석사 졸업  
1989년 2월 경희대학교 대학원  
공학박사 졸업

1981년 3월 ~ 현재 광운대학교 컴퓨터소프트웨어학과 교수

※관심분야 : 멀티미디어통신, 네트워크 보안, 무선네트워크 보안, 센서 네트워크 보안