

논문 2013-50-1-8

# MANET에서 서비스 발견 및 전달을 위한 오버레이 네트워크 기반의 T-Chord 링 시스템 ( T-Chord Ring System based on Overlay Network for Service Discovery and Delivery in MANET )

한 인 성\*, 정 홍 식\*\*, 박 무 성\*

( Insung-Han, Hongsik-Jeong, and Moosung-Park )

## 요 약

MANET의 기반 연구 기술들의 결과를 토대로 현실 속에서 MANET을 활용하기 위한 응용으로써 다양한 서비스 발견 및 전달 기법들이 제안되고 있다. 본 논문에서는 MANET에서의 메시지 오버헤드의 최소화과 안정적인 서비스 발견 및 네트워크의 확장성을 보장하기 위한 T-Chord(Trustworthy-based Chord) 링 시스템을 제안한다. T-Chord 링 시스템은 모바일 환경에서 이동 노드들이 제공하는 서비스들을 효율적으로 관리하기 위해 P2P 오버레이 네트워크 기법을 이용한 서비스 발견 시스템으로, MANET에서 이동 노드들은 이동성을 갖으며 서비스 요청 노드, 서비스 제공 노드 그리고 서비스 전달 노드로써 동작하기 위해 이동 노드들의 Trustworthy 평가와 분산된 서비스 정보의 수집, P2P 오버레이 네트워크의 구성을 통한  $O(\log N)$  성능을 제공하는 Chord 알고리즘 모듈로 내부 시스템을 구성하였다. 시스템의 성능 평가는 NS2 시뮬레이터를 이용하여 기존의 서비스 발견 기법들과 서비스 발견 메시지 오버헤드, 서비스 발견 및 전달의 효율성, 네트워크의 확장성 측면에서 성능을 비교 평가하고 분석함으로써 MANET에서 효과적인 서비스 발견 및 전달의 우수함을 입증하였다.

## Abstract

Recently with base apply MANET with the application for the service discovery and delivery which are various techniques are being proposed the result of such MANET base research techniques from actual inside. This dissertation proposes T-Chord(Trustworthy-based Chord) Ring system for MANET to guarantees from such requirements. T-Chord Ring system in order to manage Efficiently the services which the mobile nodes provide is the service discovery system which uses P2P overlay network Technique in mobile environment. The system which is proposed MANET communications in order to accomplish a service discovery operation with physical network class and logical network class will be able to minimize problems from about MANET service discoveries, and uses the dispersive hash table technique for a service discovery and effectiveness of service discovery improves and will be able to guarantee the expandability of network size. The mobile nodes(mobile device) have a mobility from MANET and operate with service request node, service provide node and service transmit node. The mobile nodes will be able to elect cluster header using Trustworthy that was evaluated service request, provision and delivery in each other . The system which is proposed a service discovery and a delivery efficiently will compose the cluster head which will grow of P2P overlay networks and will be able to accomplish. The system which proposes from dissertation is composed of Trustworthy evaluations of MANET mobile nodes, service information collection which is dispersed and P2P overlay networks that composed of Chord algorithm modules which provide  $O(\log N)$  efficiencies. The system comparison evaluation analyzes an efficiency from the expandability side of effectiveness and the network of service discovery technique and the service discovery message over head, service discovery and delivery of former times and service discovery and delivery is excellent gives proof from MANET.

**Keywords :** MANET, DHT, SDP, Chord, Trustworthy

\* 정회원, 국방과학연구소 (Agency for Defense Development)

\*\* 정회원, 수원대학교 (Department of Computer Science, Suwon University)

접수일자: 2012년10월8일, 수정완료일: 2013년1월3일

## I. 서 론

최근 무선 통신기술들(802.11, Bluetooth, IrDA, Zigbee, 등)과 노트북, 스마트폰(Smart Phone) 등과 같은 무선 이동 노드들의 기술 발전으로 시·공간에 제한이 없는 MANET이 개발되어 각 분야의 산업 및 연구 단체들로부터 많은 관심을 받고 있다. 1970년대 DARPA(Defense Advanced Research Projects Agency)에서 제안한 패킷 라디오 네트워크로 처음 모습을 드러낸 MANET은 무선 통신 기능을 갖는 장치들이 고정된 기반 네트워크와는 독립적으로 무선 인터페이스를 이용하여 자율적이고 임시적인 네트워크를 구성하며 패킷 데이터를 주고받는 통신 네트워크의 한 형태이다. 초기에 MANET은 군사적인 응용 목적으로 연구가 시작되었으나, 최근에는 무선 통신 장치들의 가격 저하와 무선통신 기술의 성장으로 언제 어디서나 컴퓨팅이 가능하도록 하는 유비쿼터스(Ubiquitous) 기술이 요구되면서 PAN(Personal Area Network)과 같이 실생활에 적용될 수 있는 여러 분야로 응용이 확대되고 있다<sup>[1~2, 15~16]</sup>.

이와 같은 최신 무선통신 인터페이스와 초소형 이동 노드들로 자율적인 임시 네트워크를 구성할 수 있는 MANET은 향후 위치인식 기반의 서비스가 제공되는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 기반기술로 발전할 것으로 예상된다. 향후 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 기반기술로 인정받는 MANET에서 소형 이동 노드들 간에 상호 연결되어 네트워크상에 존재하는 서비스들을 자동으로 발견하고 제공할 수 있는 서비스 발견 및 전달기술이 최근 주요한 핵심 요소기술로 대두되고 있다.

기존의 서비스 발견 기법으로는 안정적인 중앙 집중형 디렉토리 서버를 정하거나(SLP<sup>[5~6]</sup>, JINI<sup>[7]</sup>, UDD<sup>[8]</sup>), 플러딩(Flooding)을 기반으로 하는 기법(UPnP의 SSDP<sup>[9]</sup>) 등이 있으나 이들은 일반적으로 유선 네트워크를 기준으로 설계되었기 때문에 장치들의 이동성, 시스템 자원 사용의 제한 및 보안 문제 등과 같은 복잡한 특징을 갖는 MANET에 적용하기에는 많은 문제점들이 존재한다. 특히 중앙 집중형 디렉토리 서버 방식은 분산된 구조를 갖는 MANET에 사용하기엔 많은 어려움이 있다. 또한 기존의 플러딩 기반의 방식은 분산 구조에 적합하지만 무선 네트워크와 이동 노드의 제한된 자원을 고려할 때 이동 노드 시스템의 오버헤드

(Overhead)가 커 서비스 정보를 일부 다른 장치들에 저장하는 캐시(Cache) 기법이나, 장치들을 일정 기준에 따른 그룹으로 묶어 각 그룹 내에서만 서비스 발견과 등록 메시지가 전달되도록 하는 등의 개선된 방법들이 제안되었다<sup>[11]</sup>.

이와 같은 서비스 발견 및 전달 기법의 문제 해결을 위해 최근에 MANET을 고려한 다양하고 새로운 서비스 발견 기법들이 제안되고 있다. 하지만 제안된 서비스 발견 기법들이 소규모 네트워크에서는 동작이 가능하나 네트워크의 오버헤드를 줄이고 대규모 MANET을 지원하며 신뢰할 수 있는 안정적인 서비스 제공 장치를 빠르게 발견하고 서비스를 제공하는 하는 문제를 해결하지 못하고 있는 실정이다.

MANET은 제한된 전력과 성능을 갖춘 장치들 사이에 무선 인터페이스를 기반으로 네트워크가 구성되므로 유선 네트워크에 비해 보다 불안정한 통신 링크와 외부 장치들로부터의 보안 위험에 노출되어 있는 것이 가장 큰 문제점이다. 이 같은 MANET 문제점들은 신뢰할 수 없는 이동 노드들로 인하여 무분별한 서비스를 등록하고 비정상적인 서비스를 발견하고 전달하도록 할 수 있으며, 전체적인 MANET 환경에 서비스 발견을 위한 메시지 오버헤드로 심각한 부하를 발생시킬 수 있다. 따라서 MANET의 확장성과 신뢰할 수 있는 서비스 제공을 위해 네트워크에 참여한 장치들은 자신이 소유한 서비스를 안전하게 등록하고 서비스 이용자들이 서비스를 선택적으로 발견하고 이용함으로써 MANET에서 보다 효율적인 서비스 발견과 전달에 대한 연구가 반드시 필요하다.

본 논문에서 제안하는 T-Chord 링 시스템은 이동 노드들 사이에 Trustworthy 클러스터링과 P2P 오버레이 네트워크의 분산 해시 테이블<sup>[12]</sup> 기법들 중 Chord<sup>[13]</sup> 링을 기반으로 MANET에 분산된 이동 노드들의 서비스 정보관리를 단순화하고 이동 노드들이 Trustworthy 클러스터링에 의해 논리적으로 관리될 수 있도록 한다. Trustworthy 클러스터링은 지역적으로 발생하는 이동 노드들 사이에 추가적인 클러스터링 구성 메시지 없이 서비스 요청과 전달 행위로 지역 내에서 안정적인 클러스터 헤드를 선출한다. 클러스터 헤드는 지역에서 제공되는 서비스 정보를 등록 관리하며 다른 지역의 클러스터 헤드와 오버레이 네트워크를 구성하며 클러스터 헤드들 사이에 서비스 정보검색을 위한 논리적인 라우팅

경로와 정보전달을 위한 물리적인 라우팅 경로를 유지로 서비스 정보를 분산 관리 한다. 본 논문에서는 지역 내에서 안정적인 클러스터 헤드 선출을 위한 서비스 평판 기법과 서비스 요청과 오버레이 네트워크의 유지 관리를 위한 프로토콜을 설계하고, 서비스 관리를 위한 시스템 구조를 정의하였다.

제안 시스템은 서비스 정보 관리 모듈, T-Chord 링 구성 모듈, SRA(Service Request Agent), STA(Service Transmit Agent), SPA(Service Provide Agent) 모듈로 구성된다. 서비스 요청과 서비스 제공은 GUI 인터페이스로 제공되며, 서비스 요청과 서비스 정보는 자동으로 명세서가 작성되어 전달된다.

본 논문의 구성은 I 장 서론에 이어서, II 장에서는 MANET과 기존의 서비스 발견 기법들을 설명하고 MANET과 기존의 분산 네트워크와의 관계를 구체적으로 설명하며, 오버레이네트워크 적용의 타당성과 기존의 연구들을 비교 분석한다. III 장에서는 T-Chord 링 시스템 구성을 위한 Trustworthy 클러스터링 기법과 T-Chord 링 시스템 관리 방법에 대해 기술과 시스템 모델을 설계하고 각 모듈의 동작 알고리즘과 동작 프로토콜에 대해 구체적으로 기술한다. IV 장에서는 제안 기법으로 구현한 시스템의 성능평가를 위해 NS2[60]를 이용한 시뮬레이션 환경과 적용 시나리오에 따른 성능결과에 대해 분석하며, 마지막으로 V 장에서는 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

## II. 관련 연구

### 1. 서비스 발견 및 전달 기법

서비스 발견 기법<sup>[3-4]</sup>은 최근에 많은 산업체 기술자들 사이에서 컴퓨팅 기능을 갖춘 다양한 가전 기기 및 무선단말 장치가 홈 환경에 등장하게 됨에 따라 사용자의 개입 없이 상호작용이 가능하도록 하는 서비스 발견 기법이 새로운 분야로 많은 연구가 진행되고 있다. 이와 같은 분야의 주된 연구로는 SLP, JINI, UDDI, UPnP 등이 있다.

서비스 발견 기법은 네트워크의 PnP(Plug-and-Play)와 유사한 의미를 가지며, 네트워크 장치가 현재 네트워크상에서 사용가능한 서비스를 동적으로 발견하고 장치가 원하는 서비스를 자동으로 정확하게 찾아주는 기법을 제공하므로 네트워크 관리, 서비스 발견이나 이용

측면에서 사용자 및 서비스 제공자 모두에게 편의성을 제공해준다.

대표적인 서비스 발견 기법으로는 다음과 같은 기술들이 있다.

플러딩 방식의 서비스 발견 기법(FSD, Flooding Service Discovery)은 MANET의 라우팅 메시지에 서비스 요구 정보를 모든 이동 노드들로 전달하는 방식으로 가장 일반적인 서비스 발견 기법이다.

확장성 있는 서비스 발견 기법(SSD, Scalable Service Discovery)은 클러스터링을 기반으로 하고 블룸 필터(Bloom filter) 이용하여 대규모의 MANET에도 잘 동작하는 확장성 있는 서비스 발견을 제공한다. SSD에서는 모든 노드가 자신의 서비스를 다른 노드에게 광고하는 대신 클러스터링을 기반으로 클러스터링 헤드(Cluster Head: CH) 들끼리만 블룸 필터를 통해 압축된 서비스 정보를 광고하여 서비스 발견을 수행하는 서비스 발견 모델을 제시하였다.

그룹기반의 서비스 발견 기법(GSD Group-based Service Discovery)은 분산 방식의 서비스 발견 기법으로, 서비스 광고 메시지를 캐시(Cache)로 저장하고, 그룹 정보에 기반 한 서비스 요청 메시지의 선택적 전달을 통해 서비스를 발견하는 모델을 제시 하였다.

하지만 위 세 가지 서비스 발견 기법은 대규모 MANET에서의 동작에 있어 네트워크 메시지의 오버헤드로 서비스 발견 요구조건을 충족하기는 매우 어려운 실정이다. 따라서 본 논문에서는 이동 환경에서 분산된 서비스 정보를 P2P 오버레이 기법으로 관리하며 서비스 발견의 효율성을 높인 서비스 발견 시스템을 제시 하였다.

### 2. MANET과 P2P 오버레이 네트워크

오버레이 네트워크(Overlay Network)란, 일반적으로 응용 프로그램 계층에서 생성되는 논리적인 분산 노드들로 구성된 가상의 네트워크를 의미한다. P2P 네트워크에 응용되던 오버레이 네트워크 기법은 1999년 5월 넵스터(Napster)를 시작으로 파일공유를 목적으로 한 다양한 프로그램의 개발로 대중적인 관심을 갖게 되었으며, 이후 다양한 서비스들이 분산 네트워크를 기반으로 등장하게 되었다. 하지만 오버레이 네트워크가 일반적으로 인식되는 파일 공유와 같은 서비스만으로 국한되지 않는다. 오버레이 네트워크의 정의는 매우 다양하

며, 서버 클라이언트 방식과 대비하는 개념에서 정의되는 오버레이 네트워크는 네트워크 참여자들이 가진 자원(CPU, 디스크, 네트워크 링크, 프린터, 파일 등)의 일부를 공유하는 분산 시스템으로 참여하는 모든 노드들이 서버와 클라이언트의 역할을 동시에 담당하는 것이다. 이들 자원의 공유를 통한 오버레이 네트워크 기법을 이용한 서비스들로는 특정 작업을 위한 협업(Collaboration) 서비스, 서비스될 데이터를 사용자에게 가장 근접한 위치에서 제공하도록 하는 에지(Edge) 서비스, 분산된 디스크나 CPU를 활용하기 위한 분산 컴퓨팅 및 자원의 공유(Sharing of distributed computing and resource) 서비스, 그리고 각 노드에 탑재된 에이전트를 통해 동적으로 정보를 교환하며 특정 문제를 해결하도록 하는 인텔리전트 에이전트(Intelligent agent) 서비스 등으로 분류할 수 있으며 다음과 같은 오버레이 네트워크의 특징들을 정의할 수 있다.

- 노드들이 물리적으로 분산된 형태의 네트워크로 구성되어야 한다.
- 분산된 노드들로 구성된 분산 네트워크는 일반적으로 응용 프로그램 계층에서 생성되는 가상 네트워크를 이용한다.
- 오버레이 네트워크에서 자원에 대한 권한은 노드에 있으며 중앙 집중식 관리는 없어야 한다.
- 모든 노드들은 클라이언트와 동시에 서버 역할을 수행하는 대칭적 기능을 수행할 수 있어야 한다.
- 각 노드는 이질성(heterogeneity)을 가지며 동적인 환경에서 동작한다. 이것은 각 노드가 오버레이 네트워크에 빈번하게 참여하고 이탈할 수 있음을 의미한다.

완전하게 분산된 오버레이 네트워크는 노드간의 임의적인 연결을 통해 만들어지는지 또는 정의된 방식을 통해 체계적으로 형성되는지에 따라 비구조적 또는 구조적 오버레이 네트워크로 분류된다. 비구조적인 오버레이 네트워크는 P2P 분산 네트워크의 한 종류인 Gnutella 등에서 활용된 바 있으며, 구조적인 오버레이 네트워크는 대표적으로 분산해시테이블(Distributed Hash Table : DHT) 기반으로 구현되고 있는 추세이다.

### 3. Chord 알고리즘

Chord는 MIT와 U.C. Berkeley 대학에서 2001년 제안한 DHT 기법으로 노드와 Key 의 해시(Hash) 값을 위해 그림 2.1과 같이 원형의 m-bit 식별자 공간을 사용한다. 그림 2.1은 3 bit로 구성된 환형 식별자 공간과 각 노드가 가지는 finger table, 또한 노드 3에서 finger table에 있는 노드의 범위를 보여준다. 라우팅의 예로 노드 3에서 Key 1에 대한 포인터를 가진 노드를 찾기 위해 메시지가 전달되는 과정을 나타낸 것이다.

이와 같은 동작은 Consistent-Hashing 알고리즘을 분산 네트워크 시스템에 적용하기 위해 변형한 경우에 해당된다. Key를 해시한 값을 원형의 식별자 공간으로 대응시킬(Mapping) 때는 Consistent-Hashing과 같이 원형 식별자 공간에서 해시된 Key 값이 같거나 더 큰 노드 식별자를 갖는 첫 번째 노드에 저장한다. 이 노드를 successor 노드라 한다. 또한 분산 환경에 적용시키기 위해 라우팅 테이블로 finger table을 각 노드가 유지하도록 한다. 이것은 Consistent-Hashing에서 요구되는 전체 네트워크 구성 노드에 대한 정보를 분산된 동적인 환경에서 효과적으로 만족시키기 위해서 도입되었다. finger table은 Key를 삽입하거나 Key를 가진 노드를 찾기 위한 검색 등의 메시지를 해당 노드로 전달하는데 이용된다. finger table은 유지 정보를 최소화하기 위해 원형 식별자 공간에서 노드의 위치(p)를 기준으로 하여 시계 방향으로 거리를 지수승으로 증가시켜 가면서 자신의 식별자보다 적은 식별자 값을 가진 노드들에 대한 정보를 갖는다( $p+2^i$ ). 각 노드 정보는 범위(Interval)와 범위의 시작 값(Start) 그리고 시작 값에 대한 successor 노드를 가진다. 또한 오버레이 네트워크

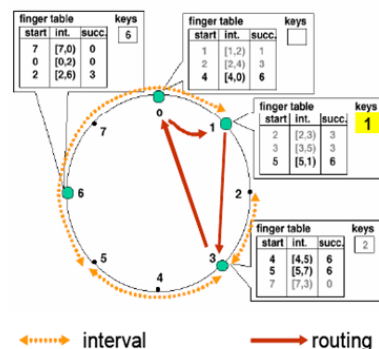


그림 2.1 Chord에서 노드 finger table과 라우팅  
Fig. 2.1 Node Finger Table and Routing in Chord.

크의 유지를 위해 이전 노드인 predecessor에 대한 정보를 유지한다. 메시지 라우팅은 각 노드의 finger table에 따라 범위를 지수적으로 감소시키면서 목적지 노드를 찾게 된다.

### III. 제안시스템

#### 1. T-Chord 링 시스템 개요

그림 3.1은 이동 노드들로 구성된 MANET에서 Trustworthy 평가도가 높은 노드(TRA : Trustworthy Agent) 노드들을 Chord 링 기반의 오버레이 네트워크로 구성한 서비스 발견 시스템을 개념적으로 나타낸 것이다. 제안 시스템의 구조는 이동 노드들의 하위 계층의 라우팅 테이블로 연결된 물리 네트워크와 TRA 노드들의 상위 계층의 라우팅 테이블로 연결된 논리 네트워크로 구성한다. MANET은 다수의 서비스 요청 노드(SRA : Service Request Agent Node)와 소수의 서비스 제공 노드(SPA : Service Provide Agent Node)로 구성되며 수신된 패킷의 목적지 노드가 자신이 아닌 경우 모든 노드는 서비스 전달 노드(STA : Service Transmit Agent Node)로 동작되어 이웃 노드로 패킷을 전달한다.

제안된 시스템은 MANET에 분산된 서비스 정보를 효율적인 관리와 발견을 위해 데이터 검색 알고리즘을 응용할 수 있도록 TRA 노드들을 Chord 링 기반의 오버레이 네트워크로 구성된다. 본 논문에서는 이후부터

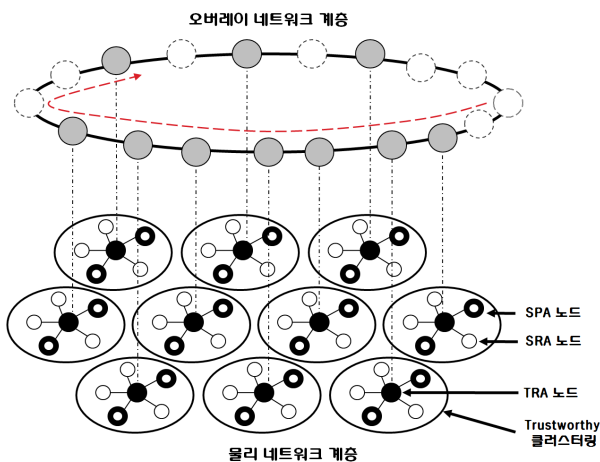


그림 3.1 오버레이 네트워크를 응용한 제안 기법 개요  
Fig. 3.1 Concept of Proposed Mechanism using Overlay Network.

TRA 노드들을 Chord 링으로 오버레이 네트워크를 구성하는 서비스 정보 관리 시스템을 T-Chord (Trustworthy Chord) 링 시스템으로 명시한다.

II장 3절에서 소개한 바와 같이 기존의 Chord 링은 P2P 분산 네트워크에 존재하는 데이터들을 효율적으로 검색할 수 있는 기법으로, 가상의 노드 수  $N=2k$  ( $N$ 은 노드 수)크기의 논리적인 공간을 가지는 가상의 노드들이 라우팅 테이블을 통해 링으로 이루어져 있으며 각각의 노드는  $k$ 개의 다른 노드들의 논리적인 라우팅 정보만 유지하면 분산된 네트워크에 존재하는 데이터들을 발견할 수 있는 구조적 오버레이 네트워크 기법이다. Chord 링의 특징은  $O(\log N)$ 으로 분산된 데이터를 검색할 수 있는 장점을 갖는다.

T-Chord 링 시스템은 이처럼 Chord 링의 데이터 검색 알고리즘을 응용하여 이동 노드들이 제공하는 분산된 서비스 정보를 TRA 노드들이 지역적인 클러스터 헤드로 동작한다. 이후 TRA 노드는 이웃한 이동 노드들의 서비스를 수집하고 수집된 서비스 정보는 오버레이 네트워크에 존재하는 다른 TRA 노드들로 분산 저장하며 서비스 정보를 관리한다. MANET에서 기존의 서비스 발견 기법들은 노드의 이동으로 빈번하게 물리적인 토폴로지의 변화가 발생하여 서비스 발견 메시지의 손실이나 전달 지연 및 메시지로 인한 네트워크 오버헤드와 같은 다양한 문제가 발생하는 반면, T-Chord 링 시스템은 TRA 노드들이 오버레이 네트워크로 구조화 되어 있기 때문에 이동성으로 발생할 수 있는 문제들을 최소화할 수 있어 기존 서비스 발견 기법들 보다 서비스 발견의 효율성과 MANET의 가용성 및 확장성을 높일 수 있다.

그림 3.2는 MANET에서 SRA 노드들이 제안 시스템을 이용하여 서비스 정보를 발견하고 SPA 노드의 연결로 서비스를 제공받는 과정을 나타낸 것이다. Consistent-Hashing으로 고유한  $m$  bit의 값을 할당 받은 T-Chord 링 시스템이 구성된 상태에서 서비스 발견과 전달 과정은 다음과 같다.

- ① SPA 노드의 서비스 명세서 생성과 광고
- ② TRA 노드로 서비스 명세서 등록과 물리 라우팅 경로 유지
- ③ 서비스 정보 Key 생성과 T-Chord 링 시스템으로의 분산 저장
- ④ SPA 노드의 서비스 요청 명세서 생성 및 브로드캐스트
- ⑤ TRA 노드로의 서비스 발견 요청
- ⑥ T-Chord 링 시스템의 논리 라우팅 테이블을 이용한 서비스

정보 Key 검색을 이용한 서비스 명세서와 물리 라우팅 경로정보 전달

- ⑦ 서비스 명세서를 이용한 SRA 노드의 서비스 연결요청과 SPA노드의 서비스 전달

SPA 노드는 제공하려는 서비스의 구체적인 정보들과 연결을 허용하기 위한 접근제어 및 서비스의 연결정보들을 서비스 명세서에 기술한다. SPA 노드는 제한된 홉 수를 설정으로 이웃한 이동 노드들로 자신의 서비스 정보를 브로드캐스트하고 TRA 노드는 수신된 서비스 명세서와 물리적인 라우팅 경로를 캐시에 등록한다. SPA가 브로드캐스트한 서비스 명세서는 서비스 정보가 되며, 서비스 검색의 효율성을 위해 Constetnt-Hashing 으로 서비스 정보 Key로 생성하며 생성된 서비스 정보 Key와 서비스 명세서는 쌍으로 구성되어 다른 T-Chord 링 시스템 구성 노드로 분산 저장된다. 서비스 정보 Key가 저장될 오버레이 네트워크 노드의 위치는 서비스 정보의 Key를 SHA-1 해시 함수로 구한 해시 값에 의해 정해진다. 서비스 정보 Key 해시 값은 서비스 명세서의 인덱스로서 이용되며 원형 식별자 공간의 successor 노드로 저장된다. 원형 식별자 공간에서 임의의 노드 n 바로 뒤에 오는 노드 n'가 있을 경우 n을 n'의 predecessor라 부르고 n'는 n의 successor라 부른다. 서비스 정보 Key를 식별자 공간에 대응시켜 저

장할 때 원형 식별자 공간에서 해시된 서비스 정보 Key 값과 같은 노드의 식별자를 가진 노드에 저장하거나, 같은 노드 식별자를 가진 노드가 없을 때는 바로 뒤의 successor 노드에 저장한다. 각 이동 노드는 전체 네트워크 구성 노드에 대한 정보를 분산된 동적 환경에서 효과적으로 만족시키기 위해 논리적인 라우팅 테이블(finger table)을 유지한다. finger table은 서비스 정보의 Key를 삽입하거나 Key를 관리하는 논리적인 노드를 찾기 위해 서비스 발견 메시지를 해당 노드에 선택적으로 전달하는데 이용된다. finger table의 정보는 자신의 노드에서 지수적으로 증가되는 식별자의 시작 값과 그 범위 그리고 시작 값에 대한 successor 노드를 가진다. 이와 같은 서비스 정보 Key를 관리하는 T-Chord 링 시스템은 노드의 이동에 따른 문제를 보완한다.

T-Chord 링 시스템에 SPA 노드의 서비스가 저장된 후 SRA는 다음과 같은 단계로 서비스를 발견하고 SPA로 연결하여 서비스를 제공받는다.

- SRA 노드는 필요로 하는 서비스에 대한 요구정보를 서비스 요구 명세서에 기록하고 서비스 요구 명세서를 포함한 SREQ 메시지를 물리적으로 가장 가까운 위치에 있는 TRA 노드를 찾아 선택적으로 전달한다.
- SREQ 메시지를 수신한 TRA 노드는 서비스 요구 명

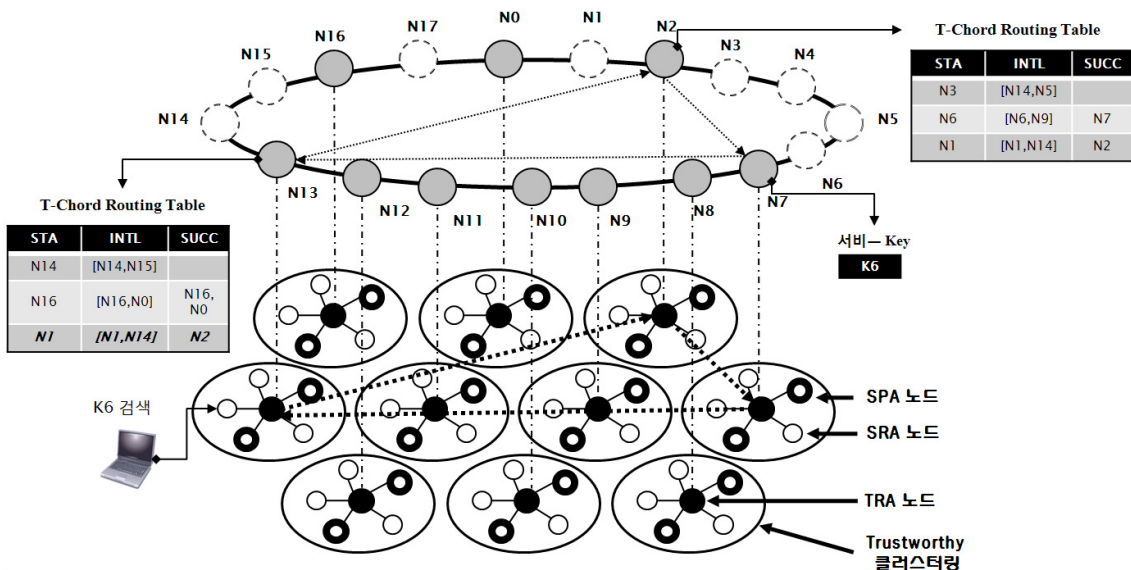


그림 3.2 제안 기법을 이용한 서비스 발견 및 전달 과정

Fig 3.2 Service Discovery and Delivery Processing using T-Chord Ring.



세서를 확인하고 요구하는 서비스 정보와 일치하는 서비스를 Chord 링 알고리즘으로 서비스 정보 Key를 이용하여 데이터 발견을 시작 한다. 서비스 정보 Key 발견을 위한 논리적인 라우팅은 각 노드의 finger table에 따라 범위를 지수승으로 감소시키면서 서비스 명세서를 갖고 있는 이동 노드를 찾게 된다.

- TRA 노드는 T-Chord 링 시스템에서 발견된 서비스 정보 Key의 데이터인 서비스 명세서를 SREP 메시지에 포함시켜 SRA 노드로 전달한다.
- SRA 노드는 서비스 명세서에 기술된 구체화된 서비스 연결 정보를 이용하며 SPA 노드로 연결을 시도하며 서비스를 제공 받는다.

T-Chord 링 시스템에서는 서비스의 세부적인 요구 정보와 서비스 정보에 대한 세부적인 표현은 각각 서비스 요구 명세서와 서비스 명세서로 기술되며 서비스 요구 명세서와 서비스 명세서는 XML로 표현된다.

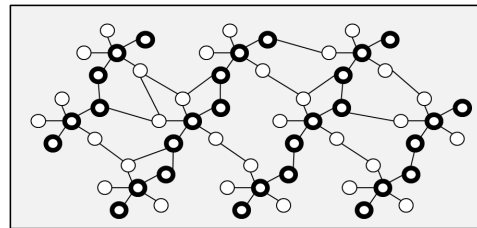
XML은 다양한 정보의 표현과 가독성이 용이하며 프로그램 처리를 위한 데이터로의 변환된다. 이때, 변환 규칙은 XML 스키마와 ASN.1 사이의 맵핑 규칙을 정의하고 있는 ITU의 X.694를 따른다. 즉, XML 엘리먼트, 속성, 형태 등이 ASN.1의 노드, 속성, 호환 형태 등으로 변환된다.

## 2. 시스템 구성

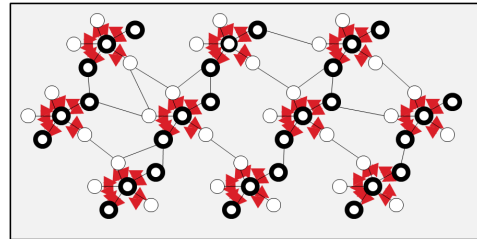
그림 3.3은 T-Chord 링 시스템을 구성하는 초기화 단계로 MANET을 구성하는 이동 노드들은 먼저 플러딩 방식으로 서비스를 발견하고 서비스를 이용하며 SPA에 대한 Trustworthy 평가로 TRA 노드를 선출하고, TRA 노드들은 Chord 링을 구성하며 MANET에 분산되어 있는 서비스 정보들을 분산 저장하는 전체 동작과정을 나타낸 것이다.

MANET을 구성하는 모든 노드들은 이동성이 있고, 라우팅 기능을 갖고 있으며 이동 노드들은 SRA, STA, SPA로 노드의 동작이 구분된다.

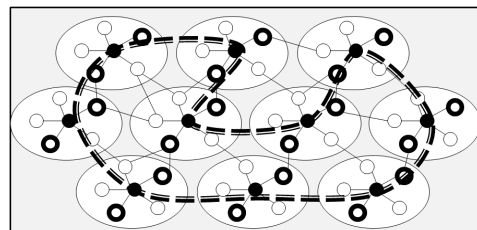
- SRA(Service Request Agent) 노드 : 사용자 인터페이스를 통해 필요로 하는 서비스 발견을 위해 서비스 요청 명세서와 SREQ 메시지를 전달로 요청 서비스에 대한 명세서를 받고, 서비스 명세서를 SPA 노드로 연결하며 서비스를 제공받는 노드를 의미한다.



(a) 이동 노드의 분산



(b) TRA 노드 생성



(c) T-Chord 링 생성

그림 3.3 T-Chord 링 시스템 구성과정  
Fig. 3.3 Processing of T-Chord Ring System.

- STA(Service Transmit Agent) 노드 : 물리적인 네트워크의 라우팅 기능을 갖고 목적지 노드로 데이터를 전달하는 기능을 수행하며 이웃한 SPA 노드가 광고하는 서비스를 저장한다. 목적지 노드에 대한 경로를 캐시에 저장하며 목적지가 같은 경우 캐시에 있는 경로를 전달한다.
- SPA(Service Provide Agent) 노드 : 자신이 제공하는 서비스에 대한 정보를 서비스 명세서로 기록 후 이웃한 이동 노드들로 광고하며 SRA 노드로 서비스를 제공하는 기능을 수행한다.

## IV. 성능평가 및 분석

본 절에서는 제안한 T-Chord 링 시스템의 성능평가를 위한 실험 환경을 기술하고, 기존의 서비스 발견 기법과 T-Chord 링 시스템의 성능평가 결과를 비교 기술한다.

1. 성능평가환경

실험은 Carnegie Mellon 대학교에서 개발한 무선 Ad-Hoc 네트워크 환경이 추가된 NS2<sup>[14]</sup> 시뮬레이터를 사용하였다. NS2로 T-Chord 링 시스템의 성능을 비교하기 위해 하부 통신 계층인 MAC 프로토콜은 IEEE 802.11 WLAN을 이용하고 무선대역폭은 1Mbps로 정하며 각 이동 노드의 전송 범위는 기본을 125m~250m로 제한하였다. 네트워크 계층에서의 라우팅 프로토콜로는 On-demand 방식의 DSR 프로토콜을, 전송 계층 프로토콜로는 MANET에 적합한 UDP를 사용하였다. 전체 시뮬레이션 시간은 360 초로 진행되었으며, 기본적인 서비스 요청 시간(Service Request Time: SRT)과 서비스의 광고 시간(Service Advertise Time: SAT)의 간격은 각각 10 초 씩 주기적으로 메시지를 전달한다.

기존의 NS2에는 MANET의 하부 통신 프로토콜이 비교적 잘 구현되어 있지만 응용 계층의 프로토콜은 구현되지 않은 부분이 많다. 그러므로 본 논문의 시뮬레이션을 위하여 NS-2 시뮬레이터 내에 T-Chord 링 시스템을 사용자 Agent로 각각 SRA, SPA, STA를 구현

하고 제어 메시지 및 프로토콜을 정의하였다. 또한 성능에 대한 비교 평가를 위해 II장에서 설명한 플러딩 기반의 서비스 발견 기법(FSD), 그룹 기반의 서비스 발견 기법(GSD), 확장 서비스 발견 기법(SSD)을 구현하였다. 구현된 서비스 발견 기법들은 자신의 서비스를 광고, 등록하거나 필요한 서비스를 발견하는 전반적인 동작 처리를 수행한다.

그림 4.1은 리눅스 Fedora Core 4 상에서 NS2의 시뮬레이터 이용을 위해 C++로 구현한 T-Chord 링 시스템 구성 Agent들의 클래스와 함수를 그림으로 나타낸 것이다. T-Chord 링 시스템 구성 모듈을 구현한 것으로 시스템 동작에 필요한 주요 시스템 클래스만을 나타내었다. TChordEngine 은 이동 노드의 동작형태에 따른 Agent를 동적으로 선택하며 서비스 발견 및 전달의 동작을 수행한다.

표 4.1은 T-Chord 링 시스템과 기존의 서비스 발견 기법들의 성능 평가를 위한 NS2의 시뮬레이션 환경을 구체적으로 나타낸 것이다.

T-Chord 링 시스템의 성능 평가를 위한 시뮬레이션

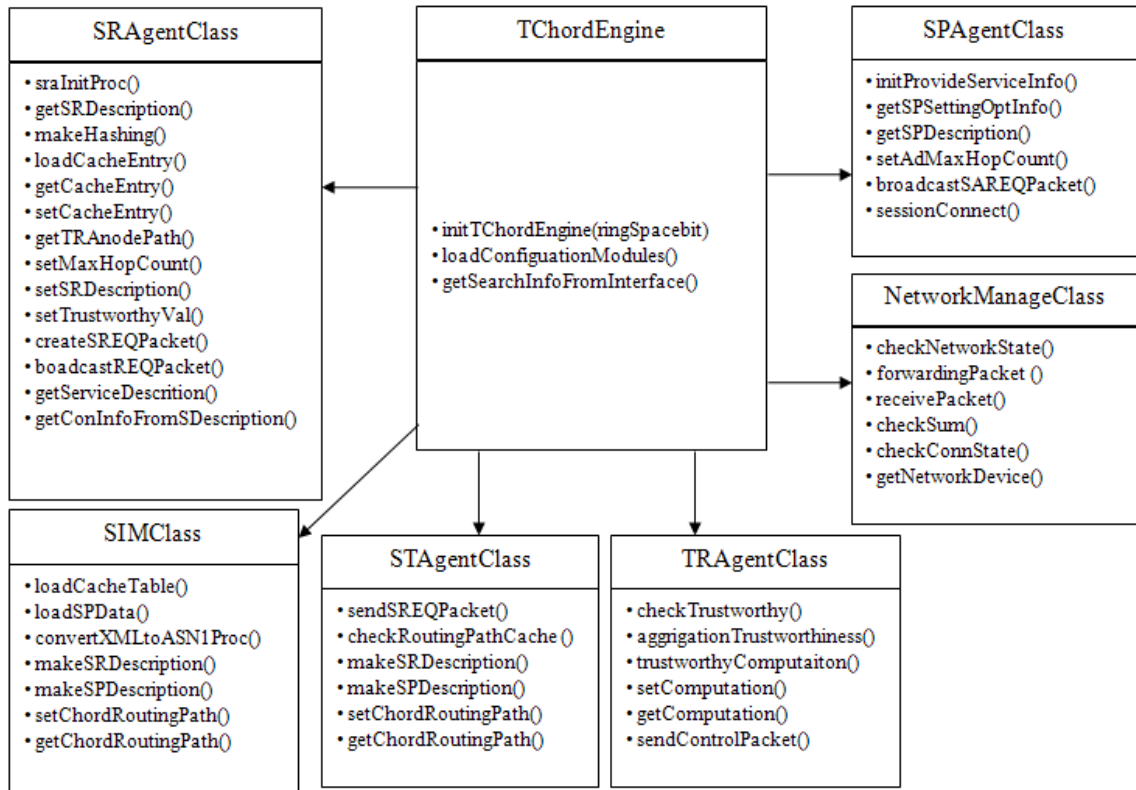


그림 4.1 T-Chord 링 시스템 구현 Agent 클래스  
 Fig. 4.1 Implementation Agent Class of T-Chord Ring System.



표 4.1 성능 평가를 위한 시뮬레이션 환경설정  
Table 4.1 Simulation Parameter Setting for Performance.

환경변수	값
실험시간	360 초
네트워크 범위	1500m x 1500m 면적
노드 수	50, 75, 100, 125, 150, 175, 200
이동 속도	0 ~ 2 m/초 Random Select Time
정지시간	3초
전송 거리	100m
무선 대역폭	1Mbps
무선 전송 지연	1ps
전파 속도	$3 \times 10^8$ m/초
안테나	Omni antenna
이동성 모델	Random Way Point
MANET 라우팅 프로토콜	DSR
MAC 프로토콜	IEEE 802.11 WLAN

시나리오는 운용시나리오 모델을 고려하여 다음과 같이 진행한다. MANET 네트워크에 참여하는 이동 노드들 중 비율 중 SPA 노드를 20%, SRA와 STA 노드는 각각 40%의 비율로 결정하며, SPA 노드가 선택하는 서비스의 종류는 데이터 크기와 전송방식이 서로 다른 10 가지 중 임의로 한 가지 서비스이다. 서비스의 전달 시간은 전송할 데이터의 크기에 따라 다르며 이동 노드들은 Random Way Point 이동성 모델에 따르기 때문에 물리적인 토폴로지 변화는 이동 속도와 전파 범위에 따라 빈번하게 발생한다.

SRA 노드는 주기적으로 데이터 크기가 다른 10가지 중 임의의 한 가지 서비스 이름을 선택하여 서비스를 발견한다. 서비스 발견중 이거나 서비스를 이용하고 있는 노드를 제외한 모든 노드들은 일정한 시간 간격으로 SREQ 메시지를 발생한다. SPA 노드들은 서비스 명세서를 광고하는 메시지를 주기적으로 발생하며 TRA 노드로 서비스 명세서를 등록 한다.

## 2. 실험결과 및 평가

본 논문에서 실험으로 확인된 가장 주요한 T-Chord 링 시스템의 특징은 Trustworthy 클러스터링을 통해 서비스 정보를 수집한 클러스터 노드들을 오버레이 네

표 4.2 MANET에서 메시지 과부하 평가를 위한 표기  
Table 4.2 Notation of Evaluate Message Overload in MANET.

구분	내용
$N$	MANET 구성 노드 수
$N_{SRA}$	SREQ를 생성하는 노드 수
$N_{SUCC}$	서비스 발견 성공 노드수
$T$	시뮬레이션 시간
$R_f$	평균 Request Frequency
$m$	이동 노드에서 생성되는 메시지의 총 수
$A_f$	평균 Advertisement Frequency
$p$	하나의 SREQ 때문에 이동 노드에서 발생한 메시지의 평균 수
$C$	T-Chord 링 시스템의 Control 메시지 평균수

표 4.3 성능평가를 위한 Trustworthy 평가 가중치  
Table 4.3 Trustworthy weight for Simulation Performance.

서비스의 가중치 분류	검색 정확 가중치	0.5
	전달 성공 가중치	0.3
	전달 지연 가중치	0.2
	평가 Trustworthy 기준	0.4

트위크로 구성함으로써 서비스 정보를 분산 저장하고 선택적인 서비스 제공자와 물리적인 경로 제공으로 네트워크의 트래픽 과부하를 최소화 할 수 있었으며,  $O(\log N)$ 의 복잡도로 서비스를 발견하며 메시지의 오버헤드와 네트워크의 가용성을 높일 수 있었다는 점이다. 따라서 제안된 T-Chord 링 시스템은 기존의 서비스 발견 기법들 보다 서비스 발견과 전달의 측면에서 보다 안정성, 가용성, 확장성의 측면에서 효율적이라고 할 수 있다.

표 4.2은 실험의 수치 연산내용을 설명하기 위한 표기법을 나타낸 것이다.

본 논문에서의 실험은 순수한 소규모 Ad-Hoc 네트워크를 구성에서 대규모 MANET으로 발전하는 가정으로 진행하며, 이때 Trustworthy 클러스터링을 이용한 TRA 선출이 중요한 영향을 미친다.

이러한 운용시나리오를 고려로 실험은 T-Chord 링

시스템의 자체적인 TRA 선출에 대한 결과와 MANET의 이동성이 미치는 영향을 실험결과를 통해 설명한다

실험 결과의 순서는 MANET의 규모에 따른 T-Chord 링 시스템의 TRA 노드 수를 실험하며 Trustworthy 클러스터링을 위한 가중치의 결정을 수행한다. 또한 적절한 이동 영역과 전송 범위의 결정을 위한 실험과 기존 서비스 발견 기법들과의 성능을 비교 평가한다.

가. Trustworthy 클러스터링 실험

그림 4.2는 순수한 MANET을 구성하는 경우 이동 노드의 수 증가에 따른 TRA 노드의 평균 생성 수를 나타낸 것이다. MANET 네트워크에 참여하는 이동 노드들 중 비율 중 SPA 노드를 20%, SRA와 STA 노드

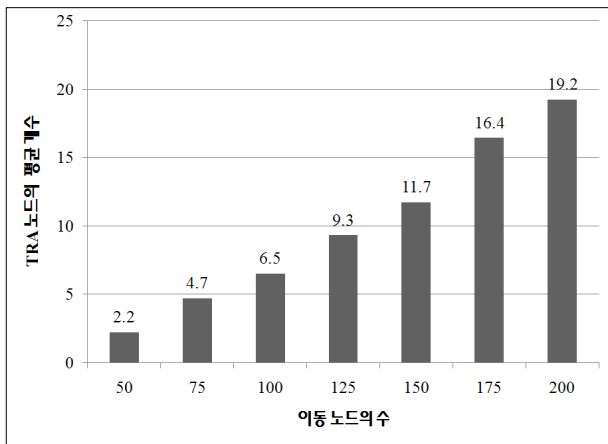


그림 4.2 이동 노드수 증가에 따른 평균 TRA 노드 수  
Fig. 4.2 Average Number of TRA Node.

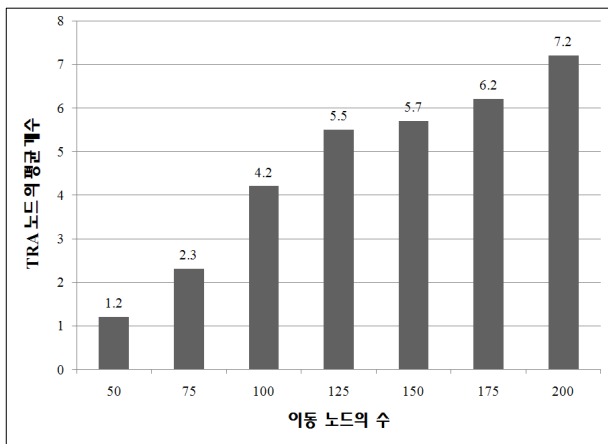


그림 4.3 이동 노드의 증가와 상태 변화 적용에 따른 평균 TRA 노드 수  
Fig. 4.3 Average Number of TRA Node by Changing Node State.

는 각각 40%의 비율로 결정한 결과이며 표 4.3의 Trustworthy 임계값과 가중치를 적용한 결과이다.

표 4.3의 Trustworthy 임계값과 가중치는 네트워크 트래픽과 서비스 발견 지연 시간 및 서비스 전달 성공률을 평가로 반복적인 실험결과 효율성이 가장 높은 기준 값이 평균을 나타낸 것이다.

TRA 노드의 수가 증가하는 것은 SRA 노드와 SPA 노드사이에 SREQ 메시지가 증가하기 때문에 T-Chord 링 시스템을 구성하는 TRA 노드의 수도 비례적으로 증가하기 때문인 것으로 분석할 수 있다.

그림 4.3은 이동 노드의 종류, 배터리 소모 또는 네트워크 범위 이탈등과 같은 이동 노드의 상태변화를 표 4.3을 기준으로 이동 노드 수 증가에 따른 평균 TRA 노드 수를 나타낸 것이다. 이동 노드들을 일정하게 증가하였을 때 평균 TRA 노드의 증가가 일정한 수의 증가로 생성되는 것을 확인할 수 있다.

표 4.4는 생존시간, 소멸시간, 생성시간을 시뮬레이션 성능평가에 반영하여 시뮬레이션과 같은 성능을 평가하였을 때 생성되는 평균 TRA 노드 수를 나타낸 것이다. SRA, STA, SPA 노드들 모두 표 4.4와 같은 생존시간,

표 4.4 성능평가를 위한 Trustworthy 평가 가중치와 이동 노드의 상태 변화

Table 4.4 Control Interval Time for TRA Node.

이동 노드의 상태	생존 시간	50 초
	소멸 시간	임의의 시간 50~100 초
	생성 시간	10 초

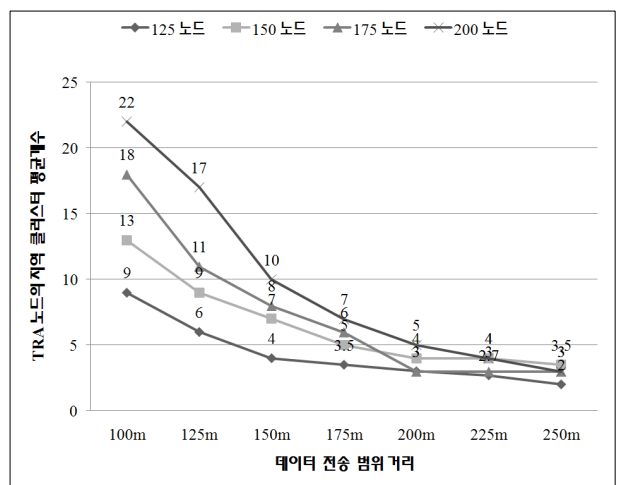


그림 4.4 TRA 노드의 평균 생성 개수  
Fig. 4.4 The Average Number of TRA Nodes.

소멸시간, 생성시간 시간이 적용된다.

SPA 노드의 경우 소멸되어 생성상태가 될 경우 기존에 평가된 값은 누적되지만 SRA 노드는 SPA 노드에 대한 서비스 이용의 평가를 부정적으로 처리한다. TRA 노드로 평가된 이동 노드는 그림 4.4와 마찬가지로 시뮬레이션 시간동안 네트워크에 존재하며 소멸 이후 생성 상태가 되어도 TRA 노드로 유지 된다.

실험에서 확인할 수 있는 점은 각각의 이동 노드들이 소멸 상태로 될 때 TRA 노드가 생성되지 않는 점이다. 이러한 이유는 TRA 노드가 생성되고 소멸상태가 된 후 새로운 노드로 생성되는 상태가 될 경우 생성된 노드는 Trustworthy가 초기화되기 때문에 TRA 노드의 생성이 어려워 T-Chord 링 시스템의 유지에 따른 제어 메시지의 오버헤드 증가로 이어지는 것으로 분석된다.

그림 4.5는 이동 노드의 개수 별로 데이터 전송 범

표 4.5 TRA의 클러스터 헤드 선정을 위한 전파 세기 연산  
Table 4.5 Power Computation for Election of Cluster Header.

$$P_r = P_t * G_t * G_r * \frac{\lambda^2}{(4 * \pi * d)^2}$$

Pr = Received Power , Pt = Transmitted Power  
Gt = Antenna gain of the transmitter  
Gr = Antenna gain of the receiver  
 $\lambda$  = Wavelength , d = distance

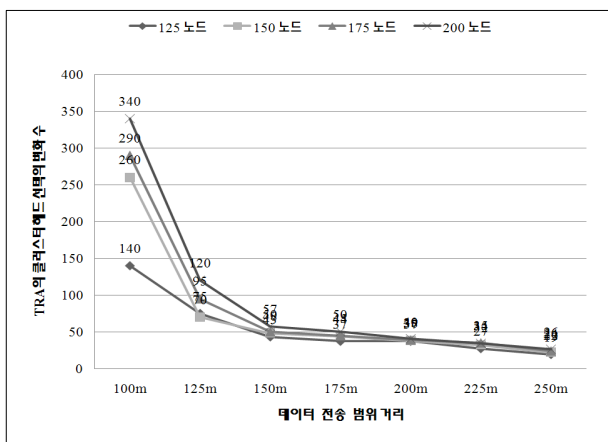


그림 4.5. 평균 클러스터 변화 횟수  
Fig. 4.5. Average Number of TRA Cluster Head Change.

위에 따른 TRA 노드들의 평균 클러스터 수 변화를 그래프로 나타낸 것이다. 노드들의 이동 속도는 시뮬레이션 시간 동안 2m/초로 지속적인 이동을 하는 것으로 설정하였다.

T-Chord 링 시스템은 이동 노드들의 서비스 발견과 이용하며 Trustworthy를 평가하고 이동 노드들 중 SPA 노드를 TRA 노드로 선출한다. TRA 노드는 T-Chord 링 시스템을 구성하며 이웃 SPA 노드로부터 서비스 정보를 수집(Aggregation) 하거나 SRA 노드의 서비스 발견을 위한 지역적인 클러스터 헤드로 동작한다. 클러스터 헤드가 되기 위한 TRA 노드는 클러스터 영역의 이동 노드들의 데이터 전송 신호를 통해 이동 노드들이 클러스터 영역에 참여할 수 있으며 반대로 사라질 수 있다. TRA 노드는 주기적으로 자신의 Trustworthy와 전송 신호 전력의 정보를 포함한 Hello 메시지를 전송 범위로 브로드캐스트 한다.

같은 영역에서 중첩된 TRA 노드의 Hello 메시지를 수신한 경우 이동 노드는 표 4.5 같은 전파 세기 계산으로 선택된 TRA를 클러스터 헤드로 결정한다.

실험 결과를 통해 데이터 전달 범위가 작을 때(100m ~125m) 평균적인 TRA 노드로 인한 클러스터 개수가 비교적 높음을 알 수 있다. 작은 범위의 경우 대부분의 이동 노드들은 각각 다른 이동 노드들의 전달 범위를 벗어나고 네트워크 연결이 해제되는 경향이 있다. 그 결과, 대부분의 이동 노드들은 작은 클러스터를 형성하고 있으므로 분석할 수 있다.

실험에서 나타난 결과와 같이 각각의 노드들이 이동함에 따라 TRA 노드에서 전달하는 전파세기 수신율이 변하기 때문에 클러스터 변화 수가 발생하게 된다. 노드의 이동 데이터 전송 범위가 작을 때 TRA 클러스터의 변화가 많은 것은 작은 영역에서 선택되는 클러스터가 많이 때문이며 데이터 전송 범위가 높아질수록 클러스터가 결합되고 이동에 따른 클러스터 헤더에 대한 변화가 적기 때문에 클러스터의 개수가 줄어든다.

#### IV. 결 론

향후 유비쿼터스 환경은 이동성을 가지는 수많은 노드들로 구성된 대규모의 MANET이 될 수 있다. 따라서 이동 노드들이 갖고 있는 서비스의 발견과 전달이 효율적으로 이루어지기 위해서는 대규모의 MANET에

적합한 빠르고 안정적인 새로운 서비스 발견 기술이 절대적으로 필요하다.

본 논문에서는 자원의 제약과 동적인 토폴로지를 갖는 MANET에서 서비스 발견과 전달에 따르는 네트워크 과부하를 최소화하고 안정적인 서비스를 효율적으로 제공받을 수 있는 오버레이 네트워크 기반의 서비스 발견 및 전달 시스템을 제안하고 구현하였다. 제안된 T-Chord 링 시스템은 Trustworthy 클러스터링을 이용하며 MANET에서 클러스터 헤드의 동작을 안정적으로 수행할 수 있는 TRA 노드 선출로 오버레이 네트워크를 구성함으로써 서비스 정보 유지 관리할 수 있는 논리적인 링크를 구성한다. TRA 노드는 임시적으로 지역적인 자치관리를 통해 서비스를 제공하는 이동 노드들의 서비스 정보를  $O(\log N)$ 의 성능으로 서비스 정보를 검색할 수 있도록 다른 TRA 노드들로 분산 관리한다.

T-Chord 링 시스템을 위한 이동 노드의 구성은 서비스 정보관리 모듈, SR Agent, ST Agent, SP Agent, TR Agent 및 T-Chord 링 시스템 제어 프로토콜생성 모듈로 구성된다. 이동 노드는 서비스 요청, 서비스 전달, 서비스 제공 및 T-Chord 링 구성을 위한 각각의 Agent 모듈이 동작되며 서비스의 발견과 제공을 위한 프로토콜을 전달한다.

상위 수준 서비스 요청 명세서와 서비스 제공 명세서의 정의에는 XML을 사용하여 XML이 제공하는 많은 유용한 파서와 유효성 분석기를 쉽게 이용할 수 있으며, XML의 정보표현에 대한 유연성으로 인해 서비스의 요청과 제공을 위한 정보를 쉽게 추가하고 변경할 수 있다.

MANET에서의 동적인 토폴로지 변화로 새로운 TRA 노드의 참여와 탈퇴에 대한 제어를 위해 JREQ, UREQ, LREQ 와 같은 T-Chord 링 시스템 제어 프로토콜 설계와 알고리즘을 구현하였다.

또한 본 논문에서는 제안된 T-Chord 링 시스템의 효율성을 입증하기 위해 NS2 시뮬레이터를 통해 실험하고 이를 분석하였다. T-Chord 링 시스템에서 이동 노드는 서비스 발견을 위한 선택적인 서비스 발견 메시지 전달과 물리 라우팅 경로의 관리로 네트워크 과부하의 최소화의 요건이 만족 될 수 있다. 서비스 발견의 경량화는  $O(\log N)$ 의 서비스 정보 Key를 검색하는 Chord 알고리즘과 수행 코드의 경량화로 만족 시킨다.

서비스 발견의 자동화는 이동 노드들 간에 발생하는 메시지들을 이용하며 Trustworthy 클러스터링을 자동으로 구성하고 T-Chord 링 시스템에 참여와 탈퇴에 사용자의 제어 처리 없이 T-Chord 링 시스템을 유지하는 것으로 만족 될 수 있다. 서비스 전달의 안정화는 클러스터 헤드인 TRA 노드의 논리 라우팅 경로와 매칭하는 물리 라우팅 경로의 유지 관리로 만족시킨다.

실험결과 T-Chord 링 시스템은 중앙 서비스 정보관리 서버를 사용하지 않는 분산된 방식으로서 플러딩을 최소화하여 사용하기 때문에 대규모의 MANET에서도 잘 동작하는 확장성을 지닌다. 또한 이동 노드 수가 증가하는 경우나 서비스를 전달하는 노드의 이동이 다양할 때 최적의 정보를 관리해 다른 기법들에 비해 상대적으로 성능이 더욱 좋아지는 것을 알 수 있다.

그러나 이동 노드의 이동 속도와 이동 노드 수 증가로 제어 메시지가 증가하는 것을 알 수 있다. 따라서 제어 메시지를 최소화할 수 있는 연구가 필요하며 또한 에너지 적인 측면에서 이동 노드의 에너지를 균등하게 소모될 수 있도록 하는 최적화된 기법과 실험을 위한 실제 구현이 향후 연구과제로 볼 수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] Charles E. Perkins, Ad Hoc Networking, Addison-Wesley, 2001.
- [2] M. Satyanarayanan, "Pervasive Computing: Vision and Challenges," IEEE Personal Communications Aug, 2001.
- [3] AlinaKopp, "Service Discovery," Saarland University, Germany, 2004.
- [4] Sumi Helal, University of Florida, "Standards for Service Discovery and Delivery," IEEE Pervasive Computing Magazine, vol.1, Issue 3, 2002. p.95 - 100
- [5] E. Guttman, C. Perkins, and J. Veizades, "RFC2165: Service Location Protocol," Jun. 1997.
- [6] E. Guttman, C. Perkins, J. Veizades, and M. Day, "Service Location Protocol, Version 2(RFC 2608)," 1999, <http://www.faqs.org/rfcs/rfc2608.html>
- [7] ZoltanJuhasz, "JiniTechnology - Technical Overview", University of Veszprem, Hungary, 2005.
- [8] "Universal Description Discovery and Integration Platform,"

- <http://www.uddi.org/pubs/Iru\UDDI\Technical\White\Paper.pdf>, Sept. 2000.
- [9] Understanding UPnP : A White Paper, <http://www.upnp.org/resources/whitepapers.asp>
- [10] The Salutation Consortium Inc., "Salutation Architecture Specification Part 1, Version 2.1 Edition," <http://www.salutation.org>, 1999.
- [11] F. Zhu, M. Mutka, and L. Ni, "Classification of Service Discovery in Pervasive Computing Environments," Institution Michigan State University, MSUCSE-02-24, 2002.
- [12] C. Cramer and T. Fuhrmann, "Proximity Neighbor Selection for a DHT in Wireless Multi-Hop Networks," IEEE P2P Computing, pp. 1143-1148, Mar. 2003.
- [13] 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.
- [14] K. Fall and K. Varadhan, "The ns Manual (formerly ns Notes and Documentation)," The VINT Project. <http://www.isi.edu/nsnam/ns/ns-documentation>.
- [15] In-Sung Han, Jin-Mook Kim, Hwang-Bin Ryou, Woo-Hyun Ahn, "Service Discovery and Delivery System based on Trust in Mobile Ad-Hoc Network", ICISS 2008(International Conference on Information Science and Security, IEEE CS, 2008.

저 자 소 개



한 인 성(정회원)  
2001년 배재대학교  
컴퓨터공학과 학사졸업  
2004년 광운대학교  
컴퓨터공학과 석사졸업  
2009년 광운대학교  
컴퓨터공학과 박사졸업

2012년~현재 국방과학연구소 선임  
<주관심분야 : MANET 보안, USN 보안, 무선 서비스 발견 및 전달, 통신보안관제>



정 흥 식(정회원)-교신저자  
1997년 육군3사관학교  
전자공학과 학사졸업.  
2006년 동국대학교  
국제정보대학원 석사졸업.  
2009년~현재 수원대학교  
컴퓨터학과 박사과정.

<주관심분야 : 통신보안관제, 네트워크 신호처리>



박 무 성(정회원)  
1988년 서강대학교 전자계산학과  
학사졸업  
1990년 서강대학교 전자계산학과  
석사졸업  
2005년 광운대학교 전자공학과  
박사수료

현재 국방과학연구소 책임  
<주요관심사항 : 시스텍 및 네트워크보안, 정보보호시스템, 군사전자, 국방정보제어>