

모바일 Ad hoc 네트워크에서 서비스 탐색 기법에 관한 연구

⁰이경용 조미영 이영희
한국정보통신대학원대학교 공학부 컴퓨터네트워크 연구실
(⁰bluevox, mycho, yhlee)@icu.ac.kr

A Study of Service Discovery in Mobile Ad hoc Network

⁰Kyoung-Yong Lee Mi-Young Cho Young-Hee Lee
Department of Engineering, Information and Communications University

요 약

최근의 컴퓨터와 인터넷 기술의 발달로 인해 시간과 장소에 제약이 받지 않는 네트워크를 구성하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그 중 외부 네트워크로 연결이 힘든 상황에서의 네트워크를 구성하고자 하는 연구, 즉 외부와는 단절돼 있거나 외부와 독립적인 네트워크를 구성하고자 하는 모바일 Ad hoc 네트워크에 관한 연구이다. 본 논문에서는 이러한 모바일 Ad hoc 네트워크에서 서비스 탐색 시 네트워크의 자원을 불필요하게 많이 소모하는 브로드캐스트를 기반으로 한 기존 기법인 플러딩을 배제하고 동종의 서비스를 하나의 멀티캐스트 그룹으로 만든 후 서비스 탐색을 실시하는 방법을 제시하였다. 이러한 방법을 통해 모바일 Ad hoc 네트워크에서의 브로드캐스트를 줄이며, 동시에 서비스를 효과적으로 받을 수 있는 가능성을 기술하고자 한다.

1. 서론

모바일 Ad hoc 네트워크란 라우터나 기지국과 같은 네트워크 기반 구조와 중앙 관리 시스템(centralized administration system) 없이 임시적인 네트워크를 구성하는 무선 단말기들의 집합이다. 이러한 모바일 Ad hoc 네트워크의 특성으로 인해, AP(Access Point)를 이용하여 네트워크를 구성하는 여타의 무선 네트워크와는 달리, 모바일 Ad hoc 네트워크는 중앙 통제가 가능한 서버를 갖지 않고 구성된다. 또한 각각의 무선 호스트들은 전파 범위의 제한으로 인해 호스트인 동시에 라우터 기능을 수행해야 하는 특성을 가지고 있다[1].

본 논문에서 기술한 모바일 Ad hoc 네트워크에서의 서비스 탐색 기법은 같은 네트워크 안의 다른 호스트의 서비스를 이용한다는데 그 목적이 있다. 하지만 기존의 Service Location Protocol(SLP)과 같은 서비스 탐색 기법을 모바일 Ad hoc 환경에서 사용하기에는 다음과 같은 몇 가지 문제점이 따른다.

첫째로 기존의 서비스 탐색 기법은 서버 역할을 하

는 중앙관리 시스템을 필요로 한다. 예를 들어 SLP의 경우 서비스 탐색을 위해 현재 네트워크에 있는 서비스들에 대한 타입, 위치 등의 정보를 저장하고 있어야 하는 Directory Agent(DA)를 필요로 한다. 그러나 Ad hoc 네트워크에서는 네트워크의 빈번한 합병과 분리의 특성상 특별히 DA를 설정하여 각 서비스와 사용자의 연결을 유지하기란 쉽지 않다. 따라서 모바일 Ad hoc 네트워크에서는 서버 역할을 하는 중앙관리 시스템을 없애서 분산 네트워크 환경을 유지하는 것이 필요하다.

두 번째로 기존의 서비스 탐색기법에서는 DA가 없는 환경에서 브로드캐스트를 기반으로 하는 플러딩 기법을 사용하여 서비스 탐색을 수행한다. 이와 같은 브로드캐스트 기법은 신뢰적이긴 하지만 불필요하게 많은 메시지를 생성하여 네트워크 내에 있는 각 호스트의 중앙처리장치 및 네트워크 자원을 낭비한다는 단점이 있다.

본 논문에서는 위와 같은 모바일 Ad hoc 네트워크의 특성을 고려하여, DA와 같은 중앙 관리 시스템의

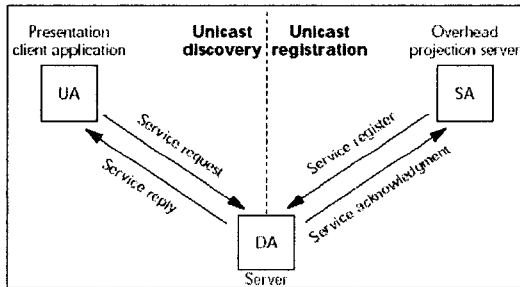
사용을 지양함으로써 모바일 Ad hoc 네트워크의 특이인 분산 네트워크 구조를 유지하고, 같은 서비스를 가지고 있는 SA(Service Agent)를 하나의 멀티캐스트 그룹으로 묶어 브로드캐스트가 아닌 멀티캐스트를 사용하여 네트워크상에서 브로드캐스트 메시지의 숫자를 줄이고자 하였다.

2. 관련 연구

2.1 Service Location Protocol (SLP)

SLP 는 IP 네트워크 상의 자원(프린터, 팩스 머신 등)을 자동으로 찾도록 설계된 프로토콜이다.

SLP 은 서비스 검색을 위해 네트워크에 있는 각 노드를 3 가지로 분류하였다. 먼저, UA(User Agent)는 서비스를 요청하는 노드로 일반적인 PC, 노트북 등이 이에 해당한다. SA(Service Agent)는 하드웨어 혹은 소프트웨어 형태의 서비스를 보유하고 있는 기기로, 프린터, 팩스, OHP, 게임 서비스 등이 이에 해당한다. DA(Directory Agent)는 이와 같은 SA 의 목록을 가지고 있고, 이들에 대한 정보를 유지하며, UA 가 서비스를 요청하였을 경우 서비스에 대한 응답 메시지를 보낸다[2]. SLP 의 기본적인 동작 과정은 <그림 1>과 같다.



<그림 1> SLP 의 서비스 탐색과정

2.2 Ad hoc 네트워크에서의 멀티캐스트 라우팅 프로토콜

Ad hoc 멀티캐스트 라우팅 프로토콜은 전달 구조의 형태에 따라 하나의 전달 경로를 통해 데이터가 전송되는 트리 기반 방식과 하나 이상의 전달 경로가 존재하는 메쉬 기반 방식으로 분류될 수 있다. 트리 기반 방식의 멀티캐스트 라우팅 기법에는 AMRoute[3], AMRIS[4] 등이 있으며, 이러한 프로토콜은 단일 공유 트리로 모든 송신노드를 연결하기 때문에 트래픽 부하 증가에 민감하게 영향 받게 된다. 또한 멀티캐스트 그룹들의 이동성이 커지면 경로 단절이 자주 발생하기 때문에 경로 재설정을 위한 오버헤드가 커진다. 메쉬 기반 방식의 멀티캐스트 라우팅 기법에는 ODMRP[5], CAMP[6] 등이 있으며, 이중 ODMRP 는 요구 기반 방식의 프로토콜로 제한적인 플러딩 기법이 사용된다. 이때 플러딩 되는 메시지는 데이터 패킷보다 훨씬 작은 크기의 제어 패킷이 전송된다. CAMP 는 ODMRP 와 같은 제어 패킷의 플러딩 없이 멀티캐스트 그룹에 멤버들이 참여할 수 있도록 하기 위하여 코어 노드를 중심으로 데이터 전달 메쉬를 형성한다.

이와 같은 메쉬 기반 방식의 멀티캐스트 라우팅은 하나 이상의 데이터 전달 경로를 제공함으로써 이동성에 대해 안정적인 특징이 있다.

본 논문에서는 위와 같은 요구 기반 라우팅 기법인 ODMRP 를 채택하여, 서비스 탐색 시 형성되는 멀티캐스트 그룹에 적용하여 성능 측정을 하였다.

3. 설계 및 동작과정

3.1 동작 개요

본 논문을 통해 설계된 모바일 Ad hoc 네트워크에서의 서비스 탐색 기법은 여러 개의 서비스를 각 서비스의 타입에 따른 각각의 멀티캐스트 그룹으로 지정하고, 해당 멀티캐스트 그룹에 서비스를 요청하는 형태로 이루어진다.

이와 같은 동작을 위해 본 논문에서는 모바일 Ad hoc 네트워크 환경의 모든 노드를 User Agent (UA)와 Service Agent(SA) 두 가지로 분류하였다. 서비스 요청을 위해 UA 는 먼저 자신이 원하는 서비스 그룹의 멀티캐스트 주소를 자신의 매핑테이블에서 검색한다. 만약 멀티캐스트 주소를 알고 있다면, UA 는 해당 주소로 서비스 요청 메시지를 보내고 그렇지 않은 경우에는 SA 그룹의 멀티캐스트 주소를 알기 위해 각 노드에 제한된 플러딩 방식으로 멀티캐스트 주소 요청 메시지를 보낸다. 멀티캐스트 주소를 구하게 되면, 해당 멀티캐스트 주소로 서비스 요청 메시지를 보낸다. SA 가 모바일 Ad hoc 네트워크에 진입한 경우에는 먼저 자신의 타입에 맞는 멀티캐스트 그룹에 가입하고, UA 가 요청하는 서비스 들에 대한 응답을 한다. 이때 자신에 타입에 맞는 멀티캐스트 그룹이 형성되어 있지 않은 경우, SA 는 멀티캐스트 주소를 자동생성하고 멀티캐스트 그룹을 만든다.

3.2 세부 동작과정

1) 서비스 타입과 서비스 식별자 번호

본 논문에서는 모바일 Ad hoc 네트워크에서의 서비스 탐색을 위해 각각의 서비스 타입과 서비스 타입에 따른 서비스 식별자 번호가 미리 정의되어 있다고 가정하였다. 다시 말해 각 SA 와 UA 는 프린터, 팩스, 게임 서비스 등의 서비스 타입에 따른 서비스 식별자 번호를 알고있다. 또한, 각 노드는 서비스 요청을 위한 각 서비스 타입에 따른 멀티캐스트 주소 정보를 유지해야 한다.

모바일 Ad hoc 네트워크의 UA 와 SA 각 노드는 이와 같은 정보를 아래 <표 1>과 같이 매핑테이블 형태로 갖고있다.

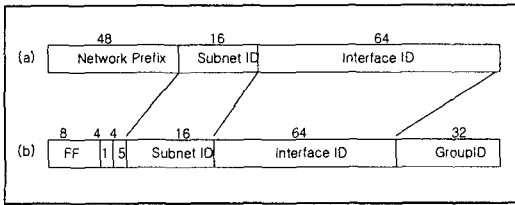
<표 1> 서비스 타입과 식별자 번호의 매핑테이블

서비스타입	식별자 번호	멀티캐스트주소
프린터	1	
팩스	2	
게임	3	
디스플레이	4	

위의 타입 식별자 번호는 서비스를 구분하거나 멀티캐스트 주소를 요청할 때 사용된다. 또한 SA 가 멀티캐스트 주소를 자동 생성할 때 그룹 ID 로 쓰인다.

2) 서비스 그룹형성

모바일 Ad hoc 네트워크에 진입하는 SA 는 먼저 자신의 서비스 타입에 맞는 멀티캐스트 그룹에 가입하기 위하여, 멀티캐스트 주소를 요청하는 메시지를 보낸다. 이때 해당 메시지에 응답이 오면, 멀티캐스트 그룹에 참여하게 되고, 만약 요청에 대한 응답이 없다면, 직접 멀티캐스트 주소를 자동 생성하여 서비스 그룹을 형성한다. 이때 멀티캐스트 주소를 자동으로 생성하는 방법은 아래 <그림 2>과 같다[7][8].

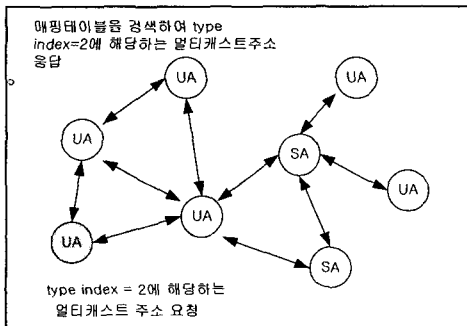


<그림 2> 멀티캐스트 주소 자동 생성

위의 <그림 2>에서 (a)에 해당하는 주소는 사이트-로컬 주소를 나타내고, (b)는 사이트 로컬주소를 바탕으로 생성해낸 멀티캐스트 주소이다. 멀티캐스트 주소는 위와 같이 멀티캐스트 주소임을 나타내는 식별자, 서브넷 ID, 인터페이스 ID 그리고 그룹 ID 로 생성된다. 이때 그룹 ID 에는 서비스 식별자 번호가 들어가게 된다.

3) UA 의 서비스 요청

UA 가 서비스를 요청하기 위해서는 먼저 자신의 매핑테이블에서 자신이 원하는 서비스 타입에 따른 멀티캐스트 주소를 검색한다. 만약 멀티캐스트 주소를 모른다면, UA 는 멀티캐스트 주소를 요청하는 메시지를 각 노드에게 TTL 값을 지정하여 플러딩하는 방식으로 보낸다



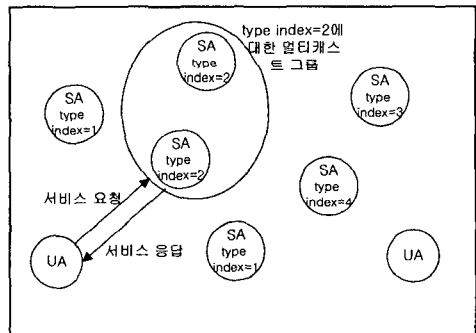
<그림 3> 멀티캐스트 주소 요청

메시지를 받은 각 노드는 자신의 매핑테이블을 검사하여 멀티캐스트 주소를 알고있다면, 요청메시지를 보낸 UA 에게 응답메시지를 보낸다.

요청메시지를 받은 노드가 SA 인 경우에는 UA 가 자신의 서비스 그룹에 대한 주소를 요청하는 것이면, 자신의 멀티캐스트 주소를 응답메시지로 보낸다. UA 는 멀티캐스트 주소에 대한 응답이 오면 해당 주소를 매핑테이블에 기록하고, 응답이 없다면 TTL 값을 증가하여 다시 플러딩한다. 이와 같은 동작과정은 위의 <그림 3>과 같다.

4) 서비스 요청과 응답

위와 같은 동작 과정을 통해 SA 는 같은 서비스를 가지고 있는 노드끼리 멀티캐스트 그룹을 형성하게 되고, UA 는 매핑테이블에 각 서비스 타입에 따른 멀티캐스트주소를 유지한다. UA 와 SA 의 서비스 요청과 응답 과정은 <그림 5>와 같이 UA 가 멀티캐스트로 원하는 SA 그룹에 서비스 요청 메시지를 보내고, SA 는 요청에 대한 응답으로 유니캐스트 메시지를 보내는 것으로 이루어진다.



<그림 5> 서비스 요청과 응답

4. 성능 평가

본 논문에서는 모바일 Ad hoc 네트워크에서 SA 의 멀티캐스트 그룹을 지정하여 서비스를 탐색하는 기법이 플러딩을 하였을 때와 비교하여 얼마나 네트워크 트래픽을 줄일 수 있는지 알아보기 위해 시뮬레이션 하였다.

4.1 시뮬레이션 환경

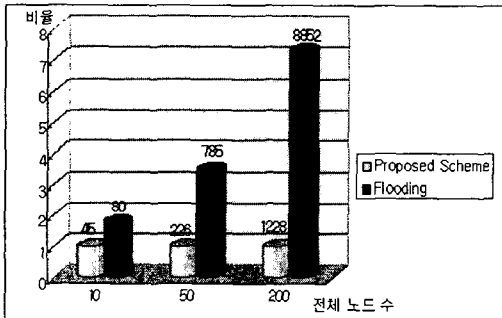
본 시뮬레이션은 RedHat Linux 7.1 환경에서 Global Mobile Simulation(GloMoSim)[9] 라이브러리를 사용하여 구현되었다.

본 시뮬레이션에서는 1000m x 1000m 지역에 노드를 무작위로 배치하였다. 각 노드들은 MAC 프로토콜로 IEEE 802.11, 네트워크 프로토콜로 IP 를 사용하였고, 트래픽을 발생시키는 UA 들은 응용 계층에서 일정한 비율로 데이터를 전송하는 CBR 트래픽을 이용하여 0.5 초당 패킷을 하나씩 전송하였다. 트래픽을 발생시키는 노드는 전체 노드 수가 10 인 경우에 4 개, 50 인 경우에 20 개, 200 인 경우에 40 개로 정하였고,

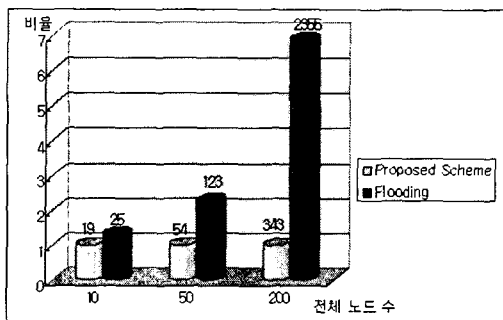
SA 가 네트워크에 10% 존재할 때와 40%가 존재할 때를 나누어 SA 가 받는 총 패킷의 숫자를 측정하는 시뮬레이션을 수행하였다.

4.2 시뮬레이션 결과

본 시뮬레이션의 결과는 다음 <그림 6>, <그림 7>과 같다. 그림과 같이 SA 의 멀티캐스트 그룹을 지정하여 서비스를 탐색 하는 기법이 플러딩을 하여 서비스를 탐색할 때보다 한 개의 SA 가 받는 패킷의 수가 적다는 것을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 전체 노드의 수를 증가시킬 때 플러딩과 더 많은 차이를 보임을 알 수 있다. 즉, 소규모의 네트워크 보다는 확고의 강당이나 컨퍼런스장과 같은 대규모의 네트워크에서 플러딩을 하였을 때보다 더 좋은 성능을 발휘할 수 있다. 또한, 멀티캐스트 그룹을 지정하는 경우, 전체 노드 수의 개수가 같은 네트워크에서 동일한 트래픽을 발생시켰을 때 SA 의 수가 많을수록 한 개의 SA 가 받는 패킷의 수가 줄어드는 것을 알 수 있었다.



<그림 6> SA 가 전체 10%일때 SA 가 받은 패킷의 수



<그림 7> SA 가 전체 40%일때 SA 가 받은 패킷의 수

이와 같이 시뮬레이션을 통해 본 논문에서 제안된 방법이 플러딩을 이용하여 서비스를 탐색할 때보다 네트워크의 트래픽을 줄일 수 있음을 알 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문은 서비스 탐색 시에 모바일 Ad hoc 네트워크에서 분제시되는 과다의 브로드캐스트

메시지를 최소화하고, DA 와 같은 중앙 관리 시스템을 없애, 모바일 Ad hoc 네트워크의 분산 네트워크 구조를 유지하며 효과적인 서비스 탐색을 하고자 하는 목적으로 연구를 시작하였다.

우리는 각 노드가 서비스의 종류에 대한 리스트를 가지고 있음으로써 DA 를 제거하는 방법을 제안하였다. 또한, 동일한 서비스를 가진 SA 를 하나의 멀티캐스트 그룹으로 만들어 서비스 탐색을 하는 방법을 제안하였고, 이 방법이 시뮬레이션을 통해 플러딩을 이용하여 서비스 탐색을 하는 것보다 효율적이라는 결과를 얻을 수 있었다.

그러나 제안된 방법에는 매핑테이블을 유지해야 하는 오버헤드를 필요로 하고, 서비스가 추가될 때마다 이에 대한 정보를 각 노드에 삽입해야 하는 작업이 요구되어 진다. 또한, 향후에는 본 논문에서 채택한 ODMRP 뿐 아니라 다른 멀티캐스트 프로토콜을 이용하여 서비스를 이용했을 때, 어떤 프로토콜을 이용하는 것이 더 효율적인지 연구가 되어야 하고, SA 그룹의 개수에 따라 어떤 멀티캐스트 프로토콜을 사용하는 것이 바람직한지 연구가 되어져야 한다.

참고문헌

- [1] David B. Johnson, " Routing in Ad hoc Networks of Mobile Hosts," *Proceedings of the IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, December 1994.
- [2] E. Guttman, C. Perkins, J. Veizades, and M. Day, " Service Location Protocol, Version 2," IETF, RFC 2608, June 1999; available at <http://www.rfceditor.org/rfc/rfc2608.txt>
- [3] R. Talpade, T. McAuley, J. Xie and M. Liu, "AMRoute: Adhoc Multicast Routing Protocol," to appear in *ACM MONET Special Issue on Multipoint Communication in Wireless Mobile Networks*.
- [4] C.W. Wu, Y.C. Tay, and C-K. Toh, Ad hoc Multicast Routing protocol utilizing Increasing id-numberS (AMRIS), in :IETF, Internet Draft , draft-ietf-manet-amris-spec-00.txt, November 24, 1998
- [5] E.M. Royer and C.E. Perkins. "Multicast Operation of the Ad hoc On-Demand Distance Vector Routing Protocol." In *Proceedings of MobiCom '99*, August 1999, pp. 207-218.
- [6] J.J Garcia-Luna-Aceves and E.L. Madurga, "The Core-Assisted Mesh Protocol," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, special issue on Wireless Ad Hoc Networks, vol. 17, no. 8, August 1999, pp 1380-1394.
- [7] Charles E. Perkins, Jari T. Malinen, Ryuji Wakikawa, Elizabeth M. Belding-Royer, Yuan Sun, " IP Address Autoconfiguration for Ad hoc Networks," *Mobile Ad hoc Networking Working Group*, 14 Nov. 2001.
- [8] Jaehoon Jeong, Jungsoo Park, Sookyong Lee, and Yongjin Kim, " Autoconfiguration Technology for IPv6-based Mobile Ad-hoc Network," Internet Draft, ICIS' 02
- [9] GloMoSim, <http://pcl.cs.ucla.edu/projects/gloimosim/>