

무선 애드 혹 환경에서의 UPnP의 SSDP 기능 향상을 위한 서비스 발견 및 광고 기법

정 소 라[†] · 윤 희 용^{††}

요 약

UPnP(Universal Plug And Play)는 홈 네트워크 기술인 DLNA(Digital Living Network Alliance)에서 네트워크에 연결된 기기가 서로를 인식 가능하도록 하는 미들웨어(middleware)이다. UPnP는 SSDP(Simple Service Discovery Protocol)를 기반으로 동일한 네트워크에 연결된 기기가 제공하는 서비스 발견(Service Discovery) 및 광고(Advertisement) 기능을 제공한다. SSDP는 네트워크상에 서비스 검색 요청 메시지를 멀티캐스트 기반으로 전달하고, 탐색 요청에 대한 응답 메시지를 서비스 검색 요청 기기에게 유니캐스트한다. 일반적으로 기존 서비스 발견 프로토콜은 유선 네트워크를 기반으로 설계되었기 때문에 동적으로 상태가 변화하는 노드에 따라 예측 불가능한 무선 애드 혹 환경에서는 최적화되어 있지 못하다. 이에 따라 무선 애드 혹 환경에 적합한 서비스 발견 프로토콜 제안이 지속적으로 이루어지고 있다. SSDP도 기본적으로 유선 환경을 기반으로 하며, 네트워크에 연결된 모든 노드에게 메시지가 전송되는 멀티캐스트 방식에 따라 발생하는 플러딩(flooding)에 의한 메시지 오버헤드를 가진다. 본 논문은 해당 문제점을 개선하기 위해 무선 애드 혹 환경에 적합한 P2P 기반의 flexible SSDP(fSSDP)를 제안한다. fSSDP는 멀티캐스트 대신에 브로드캐스트 기반으로 동작한다. 광고 메시지의 브로드캐스트 영역은 서비스 발견 요청의 템스와 비교를 통해 업데이트되고, 광고 통지 주기에 따라 광고 전송 영역이 변경된다. 이에 따라 서비스 발견 요청 메시지의 전송 범위는 동적으로 축소가 된다. 무선 애드 혹 네트워크 상에서 fSSDP는 서비스 발견 요청에 따라 발생하는 메시지 플러딩(flooding)을 감소시킴으로써, 전체적인 메시지 오버헤드를 개선하는 효과가 있다.

키워드 : UPnP, SSDP, 서비스 발견 프로토콜

Adaptively Flexible Service Discovery and Advertisement for SSDP of UPnP in Wireless Ad-hoc Network

Sora Jung[†] · Hee Yong Youn^{††}

ABSTRACT

UPnP(Universal Plug and Play) is a middleware of DLNA (Digital Living Network Alliance) services a home network. UPnP supports the connections between each other devices in networks and also provides service discovery and advertisement with SSDP(Simple Service Discovery Protocol), which is generally designed for wired networks. SSDP operates on multicasting discovery request and advertisement and unicasting a reply in networks. It is a challenge issue for service discovery protocol such as SSDP to provide a stable and effective service in wireless ad-hoc networks. Wired based service discovery protocol does not consider the dynamics of wireless ad-hoc network. In that case, the nodes are freely in or out. Therefore, this paper proposes a flexible SSDP(fSSDP) which is a peer-to-peer(P2P) discovery protocol adopted for wireless ad-hoc Networks. It is implemented on the extension of SSDP. fSSDP supports a functionality that the broadcast area of service discovery dynamically changes with the periodically updated area of advertisement. It is good for reducing messaging overhead caused from the broadcast flooding of service discovery in wireless ad-hoc network.

Keywords : UPnP, SSDP, Service Discovery Protocol

1. 서 론

모바일 애드 혹 네트워크(MANET)은 PDA, 스마트 폰 또는 WLAN, Bluetooth와 같은 무선 인터페이스가 지원되는 휴대 가능한 모바일 기기 등으로 구성이 이루어진다. 동일한 네트워크 도메인에 접속되어 있는 기기의 사용자는 접

[†] 정 희 원 : 성균관대학교 전기전자컴퓨터공학과 석사과정
^{††} 윤 희 용 : 성균관대학교 정보통신공학부 교수
논문접수: 2010년 4월 9일
수정일: 1차 2010년 5월 24일
심사완료: 2010년 6월 14일

근 가능한 다른 사용자들의 기기가 보유하는 이미지, 사운드, 비디오 등과 같은 콘텐츠들의 보기, 재생 및 다운로드와 같은 공유 서비스 이용이 가능하다. MANET에서는 네트워크 상에 연결된 기기 간의 안정된 연결 기능 지원에 있어서 공통적으로 문제점을 가진다. 현재 인터넷 및 유선 네트워크 기반으로 기기간의 서비스를 지원하는 다양한 서비스 발견 프로토콜(Service Discovery Protocol)이 존재한다[1, 2]. 기존 서비스 발견 프로토콜은 유선 네트워크 특성을 고려하여 설계가 되어있다. 일반적으로 인터넷과 같은 유선 네트워크의 연결 상태는 안정적이며 정적인 구조(Topology)를 형성한다.

반면에 MANET 환경은 동적인 구조이다. 고정된 인프라스트럭처(Infrastructure) 및 중앙 관리자가 존재하지 않고, 네트워크에 연결된 기기들의 연결 및 접속 해제가 빈번하게 발생한다. 노드의 이동성(Mobility) 특성에 따라, 네트워크에 연결된 노드의 수의 정확한 예측이 불가능하다. 그리고 휴대용 배터리 사용에 따른 제한된 파워 사용(Power Consumption)과 모바일 기기의 상대적으로 작은 네트워크 대역폭(Bandwidth) 및 한정된 메모리 용량(Memory Capacity) 등과 같이 리소스(Resource) 사용 및 기능(Functionality)에 있어서 제약 사항이 있다. 그러므로 기존 유선 네트워크 기반의 서비스 발견 프로토콜을 무선 네트워크 환경에 그대로 적용하기에는 최적화 되어 있지 못하다.

무선 네트워크에 연결된 노드의 이동성 및 제한된 리소스 환경을 고려하여 기존 서비스 프로토콜을 개선하거나 새로운 서비스 프로토콜 제안과 같은 무선 네트워크 환경에 최적화된 서비스 발견 프로토콜 활용을 위한 지속적인 연구 및 개발이 이루어지고 있다[1-3]. 예를 들면, 무선 애드 혹 네트워크 환경에서 효율적으로 동작하는DHT(Distributed Hash Table) 기반 서비스 발견 기법과 P2P 캐싱 기법을 혼합하여 제안한 서비스 발견 프로토콜 연구가 있다[6, 11-13]. 무선 애드 혹 네트워크 상에서 UPnP의 SSDP가 가지고 있는 메시지 플러딩(Flooding) 문제점을 개선하기 위해, wireless SSDP(wSSDP)는 DHT 기반으로 P2P 캐싱 기법을 적용한 브로드캐스트 방식 기반의 향상된 SSDP기법을 제안하고 있다[6]. wSSDP는 서비스 발견 기능 동작 시 발생하는 네트워크 상의 메시지 오버헤드를 브로드캐스트 방식을 통해 효과적으로 개선하고 있다. 하지만 서비스 제공자의 광고 메시지 통지가 고정된 광고 메시지 전송 범위 내에서 이루어진다. 또한 네트워크 상에 연결된 노드의 상태 변화를 고려하고 있지 않으므로 서비스 발견 동작시 발생하는 브로드캐스트로 메시지 플러딩의 발생 가능성이 존재한다. 이에 따라 동적으로 상태가 달라지는 예측 불가능한 무선 애드 혹 환경에서 SSDP의 성능 향상을 위한 추가적인 개선이 필요하게 된다.

본 논문에서는 UPnP의 서비스 발견 프로토콜인 SSDP와의 호환성을 유지하면서 기존 제안 기법인 wSSDP에서 브로드캐스트시 플러딩으로 발생하는 메시지 로드를 동적으로 감소시키는 개선 기법으로 flexible SSDP(fSSDP)를 제안하

고자 한다. fSSDP는 UPnP Extension으로 구현하는 P2P 서비스 발견 요청 및 광고 통지 기법이며 브로드캐스트를 기반으로 서비스 발견 요청이 동작한다. 무선 애드 혹 환경 네트워크에서 fSSDP는 기존 wSSDP의 브로드캐스트에 따른 메시지 플러딩을 개선하기 위해, 서비스 제공자(Service Provider)에게 전달되는 서비스 발견 메시지의 전송 탭스와 비교를 통해, 주기적으로 광고 메시지 영역이 업데이트되도록 한다. 서비스 발견 요청 메시지 범위를 감소시킴으로써 네트워크에 연결된 노드에게 불필요한 메시지 전송 방지가 가능해진다. 서비스 발견 및 광고 메시지의 영향을 받는 전체적인 네트워크 영역이 감소됨에 따라, fSSDP는 발생하는 네트워크 로드를 효율적으로 개선한다. 결과적으로 리소스 및 기능 사용의 제약을 받는 무선 애드 혹 네트워크 환경에서, fSSDP는 동적인 노드 상태 변화에 적응 가능하고, 안정적인 성능을 제공함으로써 UPnP의 확장된 서비스 발견 기능 지원이 가능하다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구로 SSDP 및 P2P 오버레이 네트워크(P2P Overlay Network)에 대해 간략히 기술한다. 3장에서는 제안하는 fSSDP의 검색 요청 및 광고 통지 기법에 대한 동작 구조 설명 및 특성에 대하여 소개한다. 그리고 4절에서는 제안 기법에 대한 성능 평가를 위해 실험을 통한 분석된 성능 비교 결과를 보여준다. 마지막으로 논문의 5절에서는 제안 기법에 대한 결론과 앞으로의 발전 방향에 대해 기술한다.

2. 관련 연구

2.1 서비스 발견 프로토콜(Service Discovery Protocol)

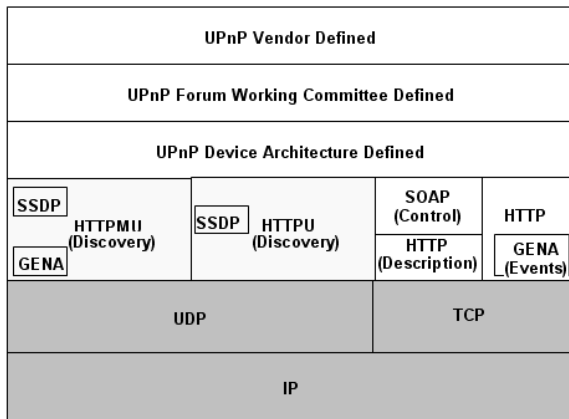
인터넷 및 유선 네트워크 기반으로 동작하는 서비스 발견 프로토콜은 네트워크에 연결된 노드 사이에 공통적으로 다음과 같은 기능을 지원하는 프로세스로 정의된다[1-2, 8].

- 서비스 제공자가 지원하는 서비스를 연결된 네트워크 주변 노드에 광고하기(Advertisement)
- 다른 서비스 제공자 노드들에 의해 제공되는 서비스에 대한 정보 질의하기(Query)
- 사용자가 원하는 가장 적합한 서비스 선택하기(Selection)
- 선택된 서비스 실행하기(Invocation)

UPnP의 SSDP도 유선 네트워크 기반의 서비스 발견 프로토콜로써, 위와 같은 공통된 서비스 발견 및 광고 프로세스를 지원한다.

2.2 UPnP(Universal Plug and Play)

UPnP는 홈 네트워크(Home Network)를 제공하는 DLNA(Digital Living Network Alliance)에서 연결된 기기가 서로를 인식 가능하도록 하는 역할의 미들웨어(middleware)이다. 기본적으로 UPnP는 오피스, 스마트 홈, 소규모 오피스 과 다른 다양한 형태의 로컬 영역 네트워크(Local Area



(그림 1) UPnP 프로토콜 스택

Network)를 대상으로 설계되었다[9, 16]. UPnP는 가전 기기 (Consumer Electronics)와 모바일 기기 사이에 간편하고 강한(robust) 연결을 지원한다.

UPnP는 콘텐츠를 보유하고 있는 미디어 서버(Media Server), 콘텐츠를 재생하는 미디어 렌더러(Media Renderer)와 같은 디바이스와 디바이스가 제공하는 서비스(Service) 그리고 컨트롤 포인트(Control Point)로 구성이 된다. UPnP는 P2P 네트워크상의 디바이스간의 자동 환경 설정(Auto Configuration) 및 서비스 발견(Service Discovery), 서비스 광고(Service Advertisement) 기능 [4, 7]을 제공한다. (그림 1)에서는 기능 동작과 연관된 UPnP의 프로토콜 스택을 보여주고 있다.

UPnP의 동작 순서는 다음과 같다[5]. 일단 기기가 네트워크에 연결이 되면, 해당 기기는 자신이 연결이 되었음을 알리고, 네트워크 내에서 서비스 발견 기능 사용이 가능해진다. UPnP상의 서비스 발견은 SSDP에 의해 동작된다. 디바이스가 네트워크 상의 컨트롤 포인트에게 자신의 존재를 알린 이후, 디바이스는 지원 가능한 서비스 관련 상세 정보(Capability)를 XML로 기술하여 동일 네트워크상에 연결된 노드에게 광고 메시지로 주기적으로 통지한다. 다른 디바이스에서 특정 서비스 검색을 요청한 경우에는 해당 서비스 제공자(Service Provider)인 디바이스로부터 관련 서비스 정보를 제공받아서 서비스 이용이 가능하다. 여기서 서비스 제공자는 미디어 서버(Media Server) 또는 미디어 렌더러(Media Renderer)가 된다.

2.3 SSDP(Simple Service Discovery Protocol)

UPnP의 네트워킹 단계는 6 단계로 Addressing, Discovery, Description, Control, Eventing 및 Presentation으로 이루어진다. 이때, SSDP는 Discovery 단계에서 사용되는 서비스 발견 프로토콜이다. 글로벌 디렉토리가 없는 구조(Global Directory-less Architecture)로써 멀티캐스트 기반으로 동작한다[15]. 따라서 SSDP를 기반으로 구축된 네트워크에서는 중앙 서비스 관리 레지스트리가 존재하지 않으므로, SSDP는 멀티캐스트에 대해서는 HTTP를 기반(HTTPMU)으로

동작하고, 유니캐스트에 대해서는 UDP를 기반(HTTPU)으로 동작한다.

SSDP는 <ssdp:discovery>로 구성되는 서비스 발견 메시지, <ssdp:alive>, <ssdp:byebye>로 구성되는 광고 메시지, 그리고 서비스 발견에 대한 응답 메시지를 지원한다. <ssdp:alive> 광고 메시지는 주기적으로 서비스 제공자가 자신의 살아 있는 상태를 알리기 위해 주변 노드에게 전송된다. <ssdp:byebye>는 서비스 제공자가 지원하는 자신의 서비스를 네트워크 상에서 종료하는 경우에 주변 노드에게 전송하는 메시지이다.

일반적으로 디렉토리가 없는 서비스 발견 프로토콜 구조에서는 사용자에 의한 서비스 발견 요청 시, 브로드캐스트 기반으로 동작함에 따라 네트워크에 플러딩이 발생하게 된다[1, 2]. 무선 네트워크 환경에 있어서 서비스 발견 프로토콜의 동작시 플러딩에 의한 메시지 로드는 해결해야 하는 과제이다. SSDP도 마찬가지로 서비스 발견 요청과 광고 통지 메시지가 멀티캐스트를 기반으로 동작하기 때문에 플러딩이 발생한다.

SSDP는 무선 애드 혹 네트워크 환경에 있어서 트래픽 로드 에 따른 확장성(Scalability)이 부족하여 개선이 요구된다.

2.4 P2P 오버레이 네트워크(P2P Overlay Network)

오버레이 네트워크는 어플리케이션 레이어에서 네트워크 상에 주소를 가지고 있는 엔드 포인트 기기(Addressable End Points)사이의 연결을 지원하는 역할을 한다. 그리고 라우팅 및 엔드 포인트 기기 사이의 메시지 통신이 가능하도록 한다. 오버레이에 연결된 엔드 포인트는 주변 이웃 엔드 포인트에 대한 리스트 정보를 유지하고, 오버레이 영역의 다른 파트로 통신이 가능하도록 해당 정보를 라우팅 테이블을 통해 관리한다. 이는 주로 DHT를 기반으로 이루어진다. P2P 오버레이 네트워크는 높은 확장성을 제공하고 빠른 네트워크 구축이 가능하다[4]. 또한 작은 비용으로 업그레이드 및 유지 가능하고 데이터 유지 및 관리가 용이하다.

2.5 wSSDP(wireless SSDP)

wSSDP는 무선 애드 혹 네트워크 환경에서 SSDP 방식이 멀티캐스트로 인해 발생하는 네트워크 트래픽에 취약한 점을 개선을 위해 제안한 기법이다[6]. wSSDP는 기본적으로 UPnP가 지원하는 P2P 오버레이(P2P Overlay) 기반으로 어플리케이션 레이어(Application Layer)에서 동작한다. SSDP의 멀티캐스트 방식 대신 브로드캐스트 방식을 기반으로 서비스 발견 요청 메시지를 전송한다. wSSDP에서는 서비스 제공자가 주기적으로 고정된 홉 범위 내 연결된 노드에게 광고 메시지를 전송한다. 이때, 서비스 제공자로부터 광고 메시지를 수신한 노드는 광고 메시지가 만료될 때까지 자신의 로컬 캐시로 광고 정보를 저장하고 있다.

wSSDP는 서비스 발견 요청에 따른 메시지 플러딩 개선을 위해 서비스 발견 요청을 전달시, 일치하는 해당 광고 정보를 캐시로 가지고 있는 노드를 발견할 때까지 주변 이

웃 노드에게 서비스 발견 요청 메시지를 브로드캐스트하는 선택적인 포워딩(Selective Forwarding) 방식으로 동작한다. 서비스 발견 요청에 해당하는 광고 캐시를 가진 노드 발견 시, 해당 일치하는 노드가 하나인 경우에는 해당 노드에게 발견 요청 메시지를 유니캐스트한다. 만약 일치하는 노드가 두 개 이상인 경우, 관련 모든 노드에게 서비스 발견 요청 메시지를 브로드캐스트한다. 해당 경우에 wSSDP는 서비스 발견 요청의 브로드캐스트에 따른 플러딩의 발생 가능성이 존재한다. 동적인 무선 애드 혹 환경에서 가변적인 노드의 상태에 대한 고려가 부족한 선택적인 포워딩 방식의 wSSDP의 플러딩 개선이 필요하다.

3. 제안 기법

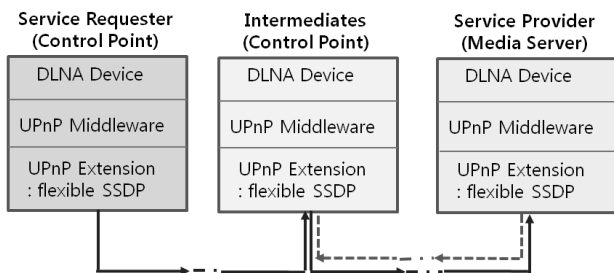
본 장에서는 fSSDP에 대한 소개를 하고, fSSDP의 서비스 발견 및 광고 동작 기법에 대한 기술과 wSSDP와 fSSDP의 네트워크 로드를 분석한다.

3.1 제안하는 fSSDP의 구조

본 논문에서 제안하는 fSSDP는 P2P 기반의 어플리케이션을 지원하는 UPnP Extension이다. fSSDP는 기존의 SSDP 및 wSSDP와 호환성을 유지하고, 개선된 성능의 서비스 검색 요청 및 광고 서비스 통지를 지원하도록 한다.

(그림 2)에서는 fSSDP를 이용하여 P2P 어플리케이션 레벨 형태로 구성된 DLNA 기기간의 연결 구조를 나타낸다.

fSSDP에서 서비스 발견 및 광고 메시지 전송은 하부 네트워크(Underlying network)를 고려하지 않고도 P2P 오버레이 네트워크를 통해 이루어진다. fSSDP는 P2P 네트워크를 지원하는 UPnP의 SSDP를 기본으로 하며, 추가적으로 서비스에 대한 광고 정보를 P2P 단위로 캐시로 저장한다. 로컬 캐시로 서비스 제공자로부터 수신된 광고 메시지 정보를 저장하지 않는 경우, 서비스 발견 요청은 일치하는 서비스 제공자를 찾을 때까지 브로드캐스트된다. 이는 멀티캐스트 기반의 기존 SSDP 방식과 동작과 유사하기 때문에 SSDP가 가지는 플러딩 문제점 개선이 불가능하다. 따라서 fSSDP에서는 wSSDP와 같이 로컬 캐시를 사용하여 만료되지 않는 유효한 광고 정보를 보관하여 이용한다. fSSDP는 서비스 발견 요청 발생시, 저장된 로컬 캐시 정보를 확인을 통해 다음 전송할 광고 정보를 가지는 노드를 선택하고 발



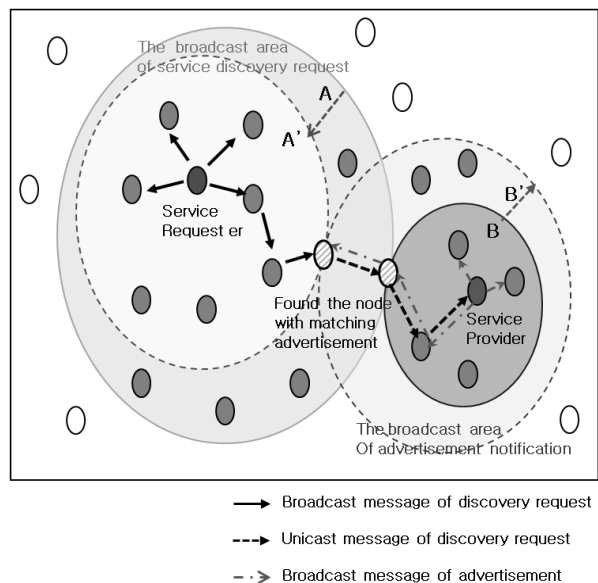
(그림 2) UPnP를 확장한 형태의 fSSDP 구조

견 요청 메시지를 해당 선택된 노드에게만 전송한다. 이때 서비스 제공자에 이르기까지 거리인 서비스 발견 메시지의 브로드캐스트 텀스(Broadcast Depth)와 서비스 제공자의 광고 메시지의 전송 범위 값의 비교를 통해 광고 메시지의 전송 영역을 주기적으로 업데이트한다. 결과적으로 증감하는 광고 영역에 따라, 브로드캐스트되는 서비스 발견 영역은 동적으로 감소가 가능하다.

(그림 3)은 전반적인 fSSDP의 서비스 발견 및 광고 메시지 전달 영역에 관한 상태 변화를 보여준다.

왼쪽에 위치한 두 타원(A, A')은 서비스 검색 요청자(Service Requester)로부터 서비스 발견 요청 메시지의 브로드캐스트 되는 영역의 변화를 나타낸다 해당 영역에 속한 노드는 서비스 발견 요청 메시지를 수신하고, 일치하는 서비스에 대한 광고 정보를 저장하고 있는 노드를 발견할 때까지 주변 노드에게 발견 요청 메시지를 전달한다.

오른쪽에 위치한 두 타원(B, B')은 서비스 제공자(Service Provider)로부터 광고 메시지의 브로드캐스트 되는 영역의 변화를 보여준다. 해당 영역에 속한 노드는 서비스 제공자로부터 광고 메시지가 전달 가능한 범위 내에 연결되어 있고 주기적으로 광고 메시지를 수신한다. 수신한 광고 정보는 노드내 로컬 캐시로 저장한다. 저장되는 캐시 정보는 서비스 제공자의 아이디, 지원하는 서비스 정보 및 광고 메시지가 마지막으로 수신된 시간, 광고 메시지의 전송 횟수인 홉 카운트 정보, 광고 메시지를 전송한 노드에 대한 상태 정보등을 포함한다. 광고 메시지가 주기적으로 서비스 제공자로부터 일정 시간 내 광고 메시지가 수신되지 않음에 따라 광고 메시지가 만료된 경우, 광고 정보를 보관하던 노드는 서비스 제공자와 네트워크 연결이 끊어진 것으로 간주한다. 그리고 노드 내 캐시에 저장되어 있던 광고 관련 정보를 폐기한다. 이는 기본적으로 SSDP에 정의한 서비스 제공자와 광고 메시지 관련 처리를 따른다.



(그림 3) fSSDP의 서비스 발견 및 광고 영역의 상태 변화 예

관련 서비스 발견(A, A') 및 광고(B, B') 타원 영역에 속하지 않는 나머지 영역은 서비스 발견 및 광고 메시지 관련 영향을 받지 않는 집약성(Locality)의 특성을 가지는 노드가 속한 제외 영역이 된다.

서비스 제공자로부터의 광고의 최대 홉 카운트가 증가에 따라 광고 범위가 증가(B->B')하면, 특정 서비스 검색을 요청하는 사용자로부터 일치하는 서비스 정보를 가지는 노드를 찾기까지 서비스 검색 메시지가 전송되는 브로드캐스트 영역은 감소(A->A')한다. 기본적으로 SSDP에서는 광고 메시지 전송 범위가 서비스 검색 범위보다 작거나 같으므로, 광고 메시지의 증가 범위보다 네트워크 상에 서비스 발견 메시지의 전송 영역의 범위가 더 크게 감소한다. 이에 따라 전체적으로 발생하는 서비스 발견 및 광고에 따른 메시지로드는 감소하게 되고, 서비스 발견 및 광고 영향을 받지 않는 제외 영역은 증가하게 된다.

3.2 fSSDP 관련 서비스 파라미터(Service Parameters)

fSSDP의 기능 동작을 위해 추가되는 XML 정보는 서비스 발견 및 광고 메시지의 HTTP의 body부분에 포함된다. 기존 SSDP와 호환성 유지를 위해, fSSDP 관련 태그는 XML 규칙에 따라 fSSDP를 미지원하는 디바이스에서는 처리되지 않고 무시가 가능하다[16].

(그림 4)에서는 fSSDP의 <fssdp> 태그 블록으로 추가된 XML 서비스 파라미터와 값에 대한 정의를 나타낸다.

서비스 발견 요청 메시지에 포함되는 <bcastID>는 서비스 발견 요청하는 기기의 ID, <bcastHopCnt>는 발견 메시지의 브로드캐스트 텀스(D_B)를 나타낸다. D_B 는 서비스 발견 메시지가 주변 노드에게 전달될 때마다 1홉 카운트씩 증가한다.

<advHopCnt>와 <advMaxHopCnt>는 광고 메시지 전송시 포함된다. <advHopCnt>는 광고 메시지의 현재 전달되는 홉 카운트를 나타내고, <advMaxHopCnt>는 주기적으로 통지되는 광고의 전달 가능한 최대 홉 카운트(H_{max})가 된다.

```
<?xml version="1.0"?>
<root xmlns="urn:schemas-upnp-org:device-1-0">
  <fssdp>
    <bcastID> Broadcast ID </bcastID>
    <bcastHopCnt>
      Current Hop Count of Discovery Request
    </bcastHopCnt>
    <advID> Advertisement ID </advID>
    <advHopCnt>
      Current Hop Count of Advertisement
    </advHopCnt>
    <advMaxHopCnt>
      Max Hop Count of Advertisement
    </advMaxHopCnt>
  </fssdp>
</root>
```

(그림 4) fSSDP 관련 XML service parameters 및 values

H_{max} 는 서비스 제공자에게 수신된 발견 메시지의 D_B 과 비교하여 업데이트된다. <advHopCnt>와 <advMaxHopCnt> 정보는 해당 광고 메시지를 수신하는 노드의 로컬 캐시에 저장되고 주기적으로 광고 메시지가 수신될 때마다 로컬 캐시에 업데이트 된다. 관련 D_B 에 대한 상세 설명은 3.3.1절의 (그림 7)를 통해 보여주고, <advMaxHopCnt>의 H_{max} 에 대한 설명은 3.3.2절의 (그림 8)에서 기술하도록 한다.

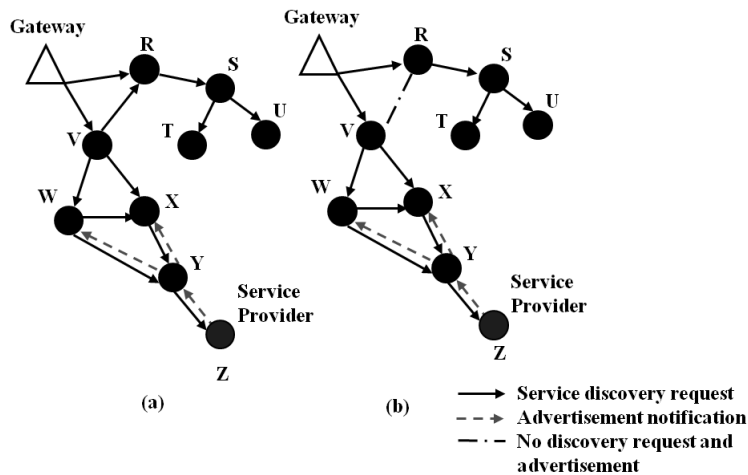
3.3 Service Discovery and Advertisement with fSSDP

3.3.1 Service Discovery with SSDP

(그림 5)는 광고 메시지의 전송 범위(H_{max})가 2홉 카운트인 경우에, SSDP 및 wSSDP의 서비스 발견 및 광고 메시지의 흐름에 대한 예를 나타낸다.

(그림 5)의 (a)에서 SSDP는 멀티캐스트 기반으로 동작하므로 서비스 발견 요청시 연결된 모든 노드에게 메시지가 전송되어 메시지 플래딩이 발생함을 보여준다.

그리고 (그림 5)의 (b)에서는 브로드캐스트 기반의 wSSDP의 동작을 나타낸다. 네트워크 내 연결된 노드에게 전달되



(그림 5) SSDP와 wSSDP의 서비스 발견 및 광고 메시지 흐름 변화의 예

는 서비스 요청 메시지의 수가 상대적으로 SSDP보다 작음을 알 수 있다.

(그림 6)에서는 위의 (그림 5)와 동일한 네트워크 상태에서 제안 기법인 fSSDP의 서비스 발견 및 광고 메시지 흐름에 대한 예를 보여준다.

(그림 6)의 (a)는 fSSDP에서 서비스 발견 요청과 광고 통지에 대한 초기 상태 범위를 나타낸다. 이때 광고 메시지의 H_{max} 는 2 홉 카운트이고 서비스 발견 요청 메시지의 브로드캐스트 댄스(D_B)는 4 홉 카운트인 상태이다.

(그림 6)의 (b)에서는 서비스 발견 요청 메시지의 D_B 와 비교하여 업데이트된 광고 메시지의 전송 범위에 따라 변경된 서비스 발견 요청 범위를 보여준다. 여기서 광고 메시지의 H_{max} 는 3 홉 카운트로 업데이트 된 상황이다. 이를 통해 증가한 광고 전송 범위에 따라 서비스 발견 메시지 전송 영역이 축소됨을 보여주고 있다. 네트워크상에 연결된 노드 R, S, T, U는 더 이상 서비스 요청 및 광고 메시지의 영향을 받지 않게 되고, 전체적으로 발생하는 메시지 로드는 감소한다.

(그림 7)은 fSSDP의 서비스 발견 요청 메시지의 전달 처리 절차와 D_s 의 증가에 대해 기술하고 있다.

첫째, 서비스 발견 요청과 일치하는 서비스 제공자의 광고 정보를 가진 후보 노드(Candidate Node)가 하나이면, 해당 노드의 유효성 여부를 체크한다. 서비스 제공자로부터 노드가 받은 광고 메시지의 마지막 수신시간을 가지고, 메시지의 만료 여부를 체크하여 노드의 active 상태 여부를 확인한다. 유효한 노드인 경우, 해당 노드에게 서비스 발견 요청을 유니캐스트한다.

둘째, 서비스 발견요청과 일치하는 광고 정보를 가진 후보 노드가 2개 이상인 경우, 해당 모든 후보 노드에게 서비스 발견 메시지를 전달하지 않는다. 각각의 후보 노드에 저장된 해당 광고 메시지의 $\langle advHopCnt \rangle$ 값 및 현재 노드의 메시지 오버헤드를 비교 하여 베스트 후보 노드를 선택한다. 그리고 선택된 베스트 후보 노드(Best Candidate Node)에게 서비스 발견 요청을 유니캐스트한다. 기존 wSSDP에서 모든 후보 노드에게 서비스 발견 요청 메시지를 브로드

```

if(request source)
     $D_B = 0$ ;

while(1){
    If( arrived at the matched service provider
        or expired discovery request )
        break;

     $D_B ++$ ;

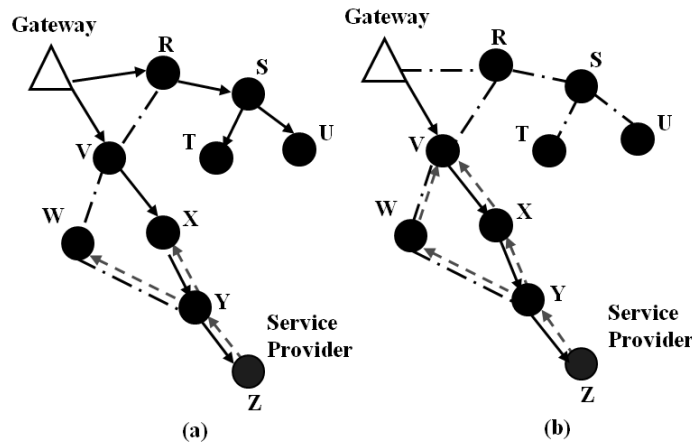
    if( there is a matched candidate node ) {
        then check the validity
        unicast the service discovery message to it
    }
    else if( there exist two or more matched
             candidate nodes )
    {
        then find the best candidate node
        unicast service discovery message to it
    }
    else {
        then broadcast the service discovery message
        to the next nodes within a single hop ;
    }
}
    
```

(그림 7) fSSDP 의 서비스 발견 메시지 전달 처리

캐스트함에 따라 발생하는 메시지 로드를 fSSDP에서는 유니캐스트를 통해 메시지 로드의 감소가 가능하다.

마지막으로, 주변 노드 중에 요청 받은 서비스 발견 요청과 일치하는 광고 정보를 가지는 노드가 없는 경우, 싱글 홉 카운트 범위에 위치한 모든 이웃 노드(Neighbour Node)에게 서비스 발견 요청을 전달한다. 위의 과정을 통해 서비스 발견 메시지가 전송될 때마다 D_s 는 1홉 카운트씩 증가되어 전달된다.

서비스 발견 요청의 전송은 서비스 발견 요청 메시지가 만료 되거나, 실제 서비스 제공자에게 서비스 발견 요청 메시지가 도달할 때까지 반복해서 이루어진다.



(그림 6) fSSDP 에서 서비스 발견 및 광고 메시지 흐름의 변화에 대한 예

3.3.2 Service Advertisement with SSDP

기존 SSDP 및 wSSDP의 광고 메시지의 범위는 고정된 홉 카운트이다. fSSDP에서는 광고 메시지의 통지 범위를 가리키는 최대 홉 카운트(H_{max})는 서비스 발견 요청 메시지의 브로드캐스트 텡스(D_B)에 따라 업데이트가 이루어진다. D_B 는 (그림 7)을 통해 얻어지는 서비스 제공자에게 전송된 값이다.

(그림 8)은 서비스 제공자가 D_B 와 이전 H_{max} 의 비교에 따라 업데이트하는 절차를 기술한다. HOP_WEIGHT 는 H_{max} 의 갱신을 위해 이용하는 값으로, 본 논문에서는 1.1로 정의한다. D_B 가 HOP_WEIGHT 가 반영된 H_{max} 보다 2배 이상 큰 경우에는 H_{max} 를 2홉 카운트 증가한다. 이를 통해 서비스 발견 메시지의 브로드캐스트로 발생하는 플러딩의 방지가 가능하다. D_B 가 HOP_WEIGHT 이 반영된 H_{max} 의 값과 1배 이상 크고 2배보다 작은 경우에는 H_{max} 는 1홉 카운트 증가한다. 반대로 D_B 보다 광고의 H_{max} 가 더 큰 경우에는 서비스 발견 메시지 대신 광고 메시지 통지로 인한 플러딩 발생 가능성을 방지하기 위해, H_{max} 는 1홉 카운트 감소한다.

서비스 제공자는 (그림 8)의 비교 과정을 통해 업데이트된 H_{max} 값을 저장하고, 서비스 광고 전송 주기마다 변경된 H_{max} 범위에 연결된 노드에게 광고 메시지를 통지한다. 해당 값이 변경될 때마다 광고 메시지를 보내는 것은 네트워크 내 불필요한 메시지 로드를 발생시킬 수 있으므로 기존 광고 전송 주기를 따른다.

```

if ( $D_B == H_{max}$ )
  then  $H_{max} = H_{max}$ ;
else if ( $D_B > 2(H_{max} \times HOP\_WEIGHT)$ )
  then  $H_{max} += 2$ ;
else if ( $D_B > H_{max} \times HOP\_WEIGHT$ )
  then  $H_{max} += 1$ ;
else if ( $D_B < (H_{max} \times HOP\_WEIGHT)$ )
  then  $H_{max} -= 1$ ;
    
```

(그림 8) fSSDP의 서비스 광고 범위에 대한 홉 카운트 업데이트

3.4 네트워크 로드 분석 (Network Load Analysis)

메시지 로드(M)는 네트워크상의 발견 요청 메시지(M_D)와 광고 메시지(M_A)의 합이 된다.

SSDP(M_{SSDP}), wSSDP(M_{wSSDP}), 그리고 fSSDP(M_{fSSDP})의 각각의 네트워크 로드를 수식을 통한 비교를 위해, 다음과 같이 가정을 한다. 첫째, 안정적인 네트워크 상태에서의 전체 노드의 수(N)는 서비스 발견 요청을 수신하는 노드와 광고 메시지를 수신하는 노드로 구성이 된다. 둘째, 주어진 테스트 시간(T)에서 서비스 발견 요청의 주기(R_D)는 서비스 광고의 주기(R_A)보다 크다. 셋째, 서비스 광고 메시지의 전송 범위는 서비스 발견 메시지가 전송되는 범위보다 작다.

마지막으로, wSSDP는 고정된 광고의 최대 홉 카운트(H_{WA})를 가지고, 제안하는 fSSDP는 주기적으로 서비스 발견 메시지의 브로드캐스트 텡스(D_B)와 비교에 따라 변화하는 값(H_{imax})을 가진다.

이에 따라 SSDP와 wSSDP 그리고 fSSDP의 메시지 로드 분석은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

SSDP의 메시지 로드(M_{SSDP})는

$$M_{SSDP} = (T \times R_D \times D \times N_D + H_A) + (T \times R_A \times A \times N_A) \quad (1)$$

이다.

그리고 wSSDP의 메시지 로드(M_{wSSDP})는

$$M_{wSSDP} = (T \times R_D) \times (D \times N_D + H_{WA}) + (T \times R_A \times A \times N_A) \quad (2)$$

가 된다.

마지막으로 fSSDP의 메시지 로드(M_{fSSDP})는

$$M_{fSSDP} = \sum_{i=1}^{T \times R_D} (D \times N_{ifD} + H_{imax}) + \sum_{i=1}^{T \times R_A} (A \times N_{ifA}) \quad (3)$$

가 된다.

이때, wSSDP의 H_{WA} 와 fSSDP의 H_{imax} 는 다음과 같다. 초기 광고 메시지의 H_{imax} 는 wSSDP의 H_{WA} 와 같고, 서비스 발견 메시지의 텡스에 따라 H_{imax} 는 증감됨에 따라 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$H_{WA} \geq H_{imax} \text{ or } H_{WA} \leq H_{imax} \quad (4)$$

H_{imax} 는 3.3.2절의 (그림 8)을 통해 산출되는 H_{max} 를 따른다.

네트워크가 안정된 상태에서 SSDP와 wSSDP는 서비스 발견 요청 및 광고 메시지를 수신하는 노드의 수가 고정되어 변화하지 않는다. 반면에 fSSDP는 주기적인 광고 메시지의 범위 변화에 따라 서비스 발견 요청 메시지의 범위가 변경되므로, 서비스 발견 영역에 속하는 노드의 수는 가변적이다.

SSDP의 노드의 수(N_{SSDP})는

$$N_{SSDP} = (N_D + N_A) \quad (5)$$

이고, wSSDP의 노드의 수(N_{wSSDP})는

$$N_{wSSDP} = (N_{WD} + N_{WA}) \quad (6)$$

이다. 그리고 fSSDP의 노드의 수(N_{fSSDP})는

$$N_{fSSDP} = (N_{fD} + N_{fA}) \tag{7}$$

가 된다.

식 (5)의 N_{SSDP} , (6)의 N_{wSSDP} , 그리고 (7)의 N_{fSSDP} 을 비교하면 다음과 같다.

$$N = (N_D + N_A) \geq (N_{wD} + N_{wA}) \geq (N_{fD} + N_{fA})$$

$$N_{SSDP} \geq N_{wSSDP} \geq N_{fSSDP} \tag{8}$$

이에 따라 (2), (3)과 (4)을 이용하여 비교하면

$$(N_D - N_{fD}) \geq (N_A + N_{fA}), (N_D - N_{fD}) \geq (H_A + H_{max}) \tag{9}$$

가 된다.

이때 광고 메시지 전송 영역이 서비스 발견 요청 메시지의 영역보다 작은 집약성을 가지는 것을 고려하면, 광고 메시지의 H_{max} 증가에 따른 발생하는 광고 메시지 로드는 발견 요청 메시지의 브로드캐스트 댄스가 짧아짐에 따라 감소하는 발견 메시지 로드보다 작다. 따라서 전체적으로 네트워크에 발생하는 메시지 로드는 감소하게 된다.

결과적으로, wSSDP의 메시지 로드(M_{wSSDP})는 SSDP(M_{SSDP})보다 작고, fSSDP의 메시지 로드(M_{fSSDP})는 wSSDP(M_{wSSDP})보다 작거나 같게 된다.

$$M_{SSDP} \geq M_{wSSDP} \geq M_{fSSDP} \tag{10}$$

<표 1> 분석 관련 파라미터

Parameter	Value
M	Messaging load in the network
N	The number of the nodes in the network
N_D N_{wD} N_{fD}	The number of nodes receiving discovery request of SSDP, wSSDP and fSSDP ($N_D \geq N_{wD} \geq N_{fD}$)
N_A N_{wA} N_{fA}	The number of nodes receiving advertisement of SSDP, wSSDP and fSSDP
T	Test duration
R_D R_A	Discovery request frequency Advertisement frequency
D	The number of the nodes that request service discovery
A	The number of the nodes that receive advertisement notification
H_A H_{wA} H_{max}	The hop count of advertisement with SSDP, wSSDP, and fSSDP, respectively

M_{fSSDP} 와 M_{wSSDP} 가 동일한 경우는, 노드 사이의 연결이 1 홉으로 이루어진 연결된 노드의 수가 작은 경우이다. 이때, 서비스 발견 요청 및 광고 메시지의 전달 범위가 fSSDP와 wSSDP는 유사하기 때문에 M_{fSSDP} 와 M_{wSSDP} 가 동일한 결과가 나온다.

수식 분석을 통해 얻어진 fSSDP와 wSSDP메시지 로드 에 대한 비교 결과는 4.2 절의 (그림 9)를 통해 보여준다.

<표 1>은 네트워크 로드 분석 과정에 사용되는 파라미터 에 대한 상세 설명을 나타낸다.

4. 성능 평가

4.1 실험 환경

본 논문에서는 wSSDP와 제안한 fSSDP의 성능 평가를 위한 실험으로 모바일 네트워크 시뮬레이터(Mobile Network Simulator)인 Glomosim 2.3을 이용한다[18]. 실험에서 노드의 수는 20 ~ 100개 범위 내에서 실험을 진행한다. 실험 환경의 범위는 노드의 수가 20개 이하인 작은 규모의 네트워크(Small Network), 노드의 수가 21 ~ 80개 사이인 중간 규모의 네트워크(Medium Network), 그리고 노드의 수가 81 ~ 100개 사이인 큰 규모의 네트워크(Large Network)로 구분하여 실험 결과를 분석한다.

노드의 모빌리티는 RWP(Random Way Point)를 따르고 노드의 움직이는 속도는 0.5 m/s에서 2.5 m/s사이로 가변적으로 변화한다. CBR(Constant Bit Rate)은 어플리케이션 레이어에서 실험 관련 메시지 패킷을 발생시키는데 이용하며, 메시지 패킷 사이즈는 512 byte로 한다. 그리고 실험 영역은 1000 m x 1000 m으로 설정하고, 실험 시간은 300초 동안 진행한다. wSSDP와 fSSDP는 무선 네트워크 상에서 서로 다른 노드 간의 통신을 하기 때문에, AODV 프로토콜을 이용하여 구현이 된다[17]. 실험 시나리오에서는 IEEE 802.11b를 물리적인 인터페이스로 설정 한다.

<표 2>는 wSSDP 및 fSSDP관련 실험 환경에서 사용한 파라미터를 나타낸다.

<표 2> 실험 사양

Parameter	Value
Mobility model	Random Way Point
Propagation model	Two Ray Ground
MAC protocol	802.11b
Ad hoc routing protocol	AODV
Network area	1000 m x 1000 m
Number of services	20
Moving speed	0.5 m/s ~ 2.5 m/s
Pause time	5 sec
The number of nodes	25 ~ 100
Simulation time	300 sec

4.2 실험 결과

기존 wSSDP와 제안된 fSSDP의 성능 평가 비교를 위해 메시지 오버헤드(Message Overhead)와 서비스 발견 요청 성공률(Success Rate of Service Discovery) 그리고 평균 메시지 처리 시간(Average End-to-End Delay time)을 평가 기준으로 한다.

4.2.1 메시지 오버헤드(Message Overhead)

무선 네트워크 환경의 취약점으로, 여기서는 발생된 서비스 발견 요청 및 광고 메시지 로드의 합이 된다.

$$\text{Message Overhead} = \text{Total Number of Service Discovery} + \text{Total Number of Advertisement}$$

실제 실험에서 메시지 오버헤드는 실험 시간 동안 어플리케이션 및 라우팅 레이어에서 발생하여 네트워크에 연결된 노드에게 전달되는 메시지와 중간 노드에서 포워딩 되는 메시지를 모두 더한 결과 값이 된다.

4.2.2 서비스 발견 요청 성공률(Success Rate of Service Discovery)

발견 요청에 따라 일치하는 서비스 제공자 노드를 발견하는 성공 확률을 나타낸다.

$$\text{Success Rate of Service Discovery}(\%) = \left(\frac{\text{Number of Succeeded Discovery Request}}{\text{Total Number of Discovery Request}} \right) \times 100$$

4.2.3 평균 메시지 처리 시간(Average End-to-End Delay Time)

네트워크 상의 노드에게 전송된 메시지가 실제 목적지에 도달하기 까지 처리되는데 걸리는 시간의 합을 나타낸다. 이때, 노드 상의 목적지는 사용자가 요청한 서비스 제공자 또는 광고 메시지가 전달되는 범위 내 속한 노드가 된다.

$$\text{End-to-End Delay} = \text{End-to-End Delay of Discovery Request} + \text{End-to-End Delay of Advertisement}$$

기본적으로 실험 진행을 위해 fSSDP의 HOP_WEIGHT를 1.1로 정의한다. 그리고 광고 메시지의 전송 가능한 최대 범위인 H_{max}는 초기값을 2와 3홉 카운트로 각각 설정하여 실험을 진행하고, 이를 통해 H_{max} 값에 따른 fSSDP와 wSSDP의 메시지 오버헤드 결과를 비교하도록 한다.

실험 결과에 앞서 먼저 (그림 9)는 3.4 절의 네트워크 로드 분석에서 산출된 식 (2)와 (3)을 통해 얻어진 wSSDP와 fSSDP의 수식 분석에 따른 메시지 오버헤드를 나타낸다.

실험에서 설정한 동일한 HOP_WEIGHT와 H_{max}의 값을 이용하여 얻어진 결과이다.

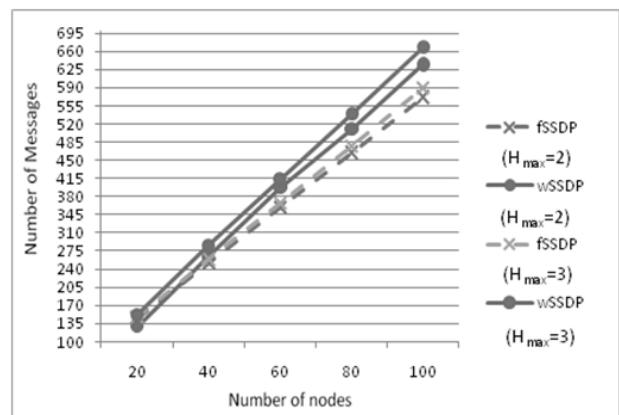
fSSDP의 메시지 로드가 wSSDP보다 광고 메시지의 H_{max} 값에 상관없이 모두 작음을 (그림 9)를 통해 보여주고 있다. H_{max} 증가에 따라 발생하는 광고 메시지 로드 증가로 전체적인 wSSDP 및 fSSDP의 메시지 로드가 증가한다. 하지만 wSSDP 보다 fSSDP의 메시지 로드가 작게 증가함을 알 수 있다.

(그림 10)에서는 실제 실험을 통해 나타난 fSSDP와 wSSDP의 메시지 오버헤드 결과를 보여준다. (그림 9)의 수식 분석을 통해 얻어진 메시지 로드와 비교했을 때, 전체적으로 fSSDP와 wSSDP의 메시지 오버헤드 비교 결과와 유사하였다.

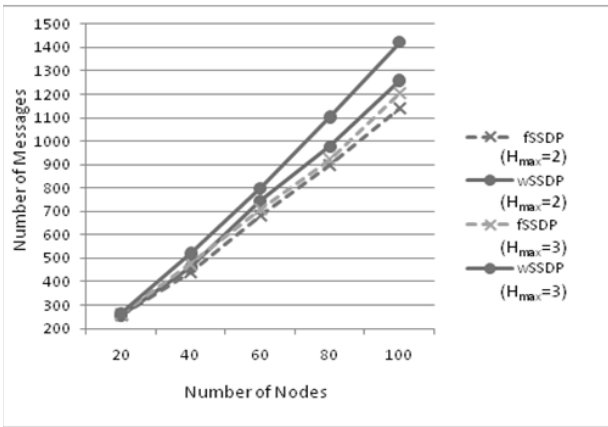
노드의 수가 40개 이하인 중간에서 소규모 네트워크에서 발생하는 wSSDP와 fSSDP의 메시지 오버헤드는 (그림 9-10)에서 나타나는 바와 같이 분석 및 실험을 통한 결과 모두 wSSDP와 fSSDP의 메시지 오버헤드가 차이를 보이지 않았다. 이는 소규모 네트워크 환경에서는 노드 사이의 연결이 싱글 홉 카운트로 이루어지므로 wSSDP와 fSSDP의 서비스 발견 요청 및 광고의 동작 범위가 유사하기 때문이다.

하지만 노드의 수가 증가함에 따라 중간 및 큰 규모의 네트워크에서는 노드 간의 연결 텀스가 증가하게 된다. (그림 10)을 통해서 fSSDP의 발생 메시지 오버헤드가 wSSDP보다 작게 발생함을 알 수 있다. fSSDP는 주기적인 광고 메시지 범위 증감에 따라, 서비스 발견 메시지의 전송 범위가 동적으로 변화되도록 한다. 따라서 광고 메시지의 전송 증가 보다 서비스 발견 메시지의 전송 감소가 더 크기 때문에, SSDP보다 fSSDP의 전체적인 메시지 오버헤드가 감소한 것이다.

노드의 수가 80개 이상인 큰 규모의 네트워크에서는 fSSDP와 wSSDP에서 모두 메시지 로드의 발생이 급격히 증가하는 것으로 나타났다. 네트워크에 연결된 노드 수의 증가에 따라 노드 간의 연결 텀스가 길어지게 된다. 이로



(그림 9) 수식 분석을 통한 wSSDP와 flexible SSDP의 서비스발견 및 광고 메시지 발생 오버헤드 비교

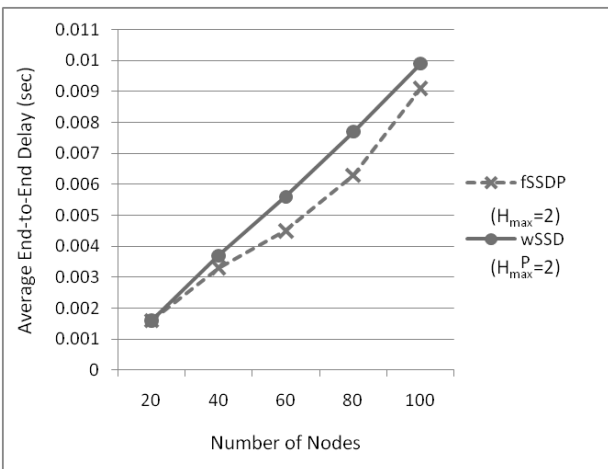


(그림 10) 실험을 통한 wSSDP와 flexible SSDP의 서비스 발견 및 광고 메시지 발생에 따른 메시지 오버헤드 비교

인해 네트워크에 발생하는 서비스 발견 관련 메시지와 재전송되는 메시지의 수가 증가되기 때문으로 분석되었다.

메시지 처리 시간은 메시지 로드와 밀접한 연관성을 가진다. 노드에서 발생하는 메시지 로드의 증가에 따라 현재 메시지를 처리 하는 시간 동안 노드내 대기하는 메시지의 수가 증가에 따라 전체적으로 메시지 처리 시간은 길어진다.

(그림 11)은 wSSDP의 메시지 처리 시간이 fSSDP보다 지연됨을 나타내고 있다. 이는 (그림 10)에서 fSSDP의 발생한 메시지 로드가 wSSDP보다 작은 결과와 일치한다. 노드의 수가 40개 이하인 소규모 네트워크에서는 fSSDP, wSSDP의 메시지 로드가 유사하여, 메시지 처리시간에 차이를 보이지 않았다. 하지만 중간 규모의 네트워크에서 wSSDP의 발생하는 메시지 로드가 더 크게 됨에 따라, wSSDP의 메시지 처리시간이 fSSDP보다 크게 증가함을 알 수 있다. 노드의 수가 80개 이상인 큰 규모의 네트워크 환경에서는 fSSDP와 wSSDP에서 모두 메시지 처리 시간이 급격히 증가를 보이는데, (그림 10)에서 메시지 로드의 급격한 증가



(그림 11) wSSDP와 fSSDP의 평균 메시지 처리시간 비교

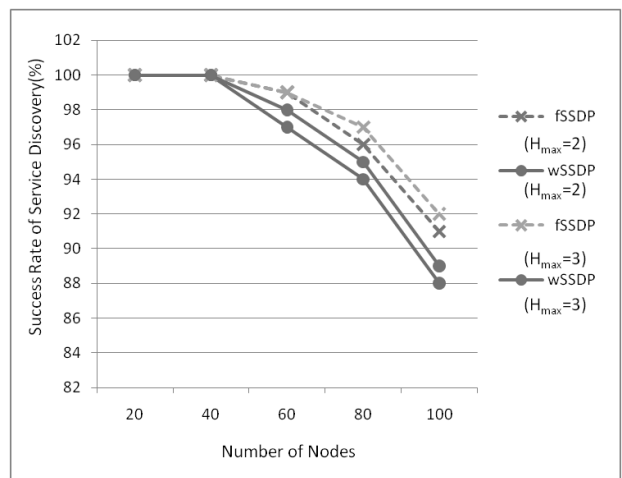
결과와 일치한다.

서비스 발견 요청의 경우, 해당 요청에 대한 응답이 일정 시간 동안 응답이 오지 않는 타임아웃의 경우를 서비스 발견 실패로 정의한다. 실험에서는 서비스 발견요청에 대한 타임아웃을 120초로 설정하여 진행하였다.

노드의 수가 40개 이하인 소규모 네트워크에서 fSSDP와 wSSDP는 모두 서비스 발견 요청에 대한 성공률이 100%에 가까운 결과를 보였다. 하지만 중간 네트워크 규모 이상에서는 메시지 로드 증가함에 따라, fSSDP 및 wSSDP에서 서비스 발견 요청 메시지의 처리에 대한 지연 시간이 증가하게 되고, 서비스 발견 요청 메시지의 타임아웃에 따라 서비스 발견 요청의 실패가 발생하였다. (그림 10)과 (그림 11)에서는 fSSDP의 발생한 메시지 로드와 메시지 처리 지연 시간이 wSSDP보다 작음을 보여주었다. (그림 12)에서는 fSSDP의 서비스 발견 실패율이 wSSDP보다 작음을 확인할 수 있었다. 이를 통해 소규모 이상의 네트워크에서 fSSDP는 wSSDP 보다 높은 서비스 요청 성공률을 보임으로써 fSSDP가 안정적으로 서비스 발견 요청 기능을 지원함을 알 수 있다.

메시지 오버헤드 및 메시지 처리 시간 그리고 서비스 발견 요청 성공률의 평가 기준을 가지고 fSSDP와 wSSDP의 실험 결과와 상관 관계 분석을 통해 제안 기법인 fSSDP가 무선 애드 혹 네트워크 환경에서 낮은 메시지 오버헤드, 작은 메시지 처리 시간 및 높은 서비스 발견 요청 성공률로 기존 wSSDP 보다 안정적으로 서비스 발견 및 광고 기능이 동작하는 것으로 나타났다.

결과적으로 노드의 상태가 동적으로 변화하는 특성을 고려하여 설계된 fSSDP 기법은 무선 애드 혹 네트워크 환경에 적용 가능하고 네트워크 규모에 따른 확장성을 제공함으로써, 개선된 SSDP의 서비스 발견 및 광고 기능을 지원한다.



(그림 12) wSSDP와 fSSDP의 서비스 발견 요청에 대한 성공률 비교

5. 결 론

무선 애드 혹 네트워크 상에서 최적화된 서비스 발견 프로토콜은 지속적인 연구대상으로 다양한 접근 방법이 연구되고 있다. 본 논문은 유선 네트워크 기반으로 설계된 SSDP를 모바일 애드 혹 환경에서 효율적으로 동작하도록 플러딩을 개선하는 fSSDP를 제안한다. fSSDP는 UPnP의 확장된 형태로 구현되며 기존 기법과의 호환성을 유지한다. 그리고 무선 애드 혹 네트워크 환경의 취약점인 네트워크 로드를 감소시킴으로써, 동적으로 변화하는 네트워크 환경에서 UPnP의 서비스 발견 프로토콜로서 안정적인 성능의 동작을 지원하도록 한다. 실험 및 분석 결과를 통해서 본 논문의 제안한 fSSDP가 기존 기법보다 안정적이며 메시지 오버헤드를 개선한 향상된 서비스 발견 및 광고를 제공함을 보여준다.

무선 애드 혹 네트워크에 연결된 노드의 수를 변경하여 실험을 진행하는 과정에서, 큰 규모의 네트워크에서 fSSDP가 wSSDP와 유사하게 급격하게 증가하는 플러딩 현상을 발견할 수 있었다. 이는 fSSDP가 기존 브로드캐스트 기반으로 설계된 SSDP를 기본으로 하기 때문이다. 추가적으로 네트워크에 연결된 노드의 수가 많은 큰 규모의 네트워크에서 발생하는 트래픽 개선을 위한 추가적인 고려가 필요하다.

앞으로 본 논문의 연구 방향으로써 규모가 큰 모바일 애드 혹 네트워크 환경에서 발생하는 플러딩 현상을 개선하고자 한다. 이를 위해 fSSDP의 성능을 향상을 위해 fSSDP의 구조를 보완하고 다양한 테스트 시나리오에 적용해 나갈 계획이다.

참 고 문 헌

[1] Adnan Noor Mian, Roberto Baldorni and Roberto Beraldi, "A Survey of Service Discovery Protocols in Multihop Mobile Ad Hoc Networks," IEEE Pervasive Computing, pp.66-74, Jan., 2009.

[2] Christopher N. Ververidis and George C. Polyzos, "Service Discovery for Mobile Ad Hoc Networks: A Survey of Issues and Techniques," IEEE Communications Surveys and Tutorials, 3rd quarter 2008.

[3] Chakraborty, D et al., "Toward Distributed Service Discovery in Pervasive Computing Environments," IEEE Transactions on Mobile Computing Vol.5, Issue 2 pp.97-112, Feb., 2006.

[4] David Braun et al., "UP2P: A peer-to-peer Overlay Architecture for Ubiquitous communications and networking," Communications Magazine, IEEE In Communications Magazine, IEEE, Vol.46, No.12, pp.32-39, Dec., 2008.

[5] Universal Plug and Play Forum, "UPnP Architecture Version 1.0," Oct., 2008.

[6] Santana, J.M.S. Petrova, M. Mahonen, P., "UPnP Service

Discovery for Heterogeneous Networks," Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, International Symposium, pp.1-5, Sept., 2006.

[7] Chuan-Feng Chiu Hsu, S.J. Sen-Ren Jan, "The design of UPnP-based home environment over peer-to-peer overlay network," Ubi-Media Computing First IEEE International Conference, pp.508-512, July, 2008.

[8] Jui-Chi Liang, Jyh-Cheng Chen and Tao Zhang, "Mobile Service Discovery Protocol (MSDP) for Mobile Ad-Hoc Networks," Proceedings of the Eighth International Symposium on Autonomous Decentralized Systems, pp.352-362, May, 2007.

[9] "Digital Living Network Alliance," <http://www.dlna.org/en/industry/home/>

[10] J.-T. Kim, et al., "Implementation of the DLNA Proxy System for Sharing Home Media Contents," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol.53, pp.139-144, Jan., 2007.

[11] 정재훈의 3인, "모바일 애드 혹 네트워크에서 분산 해쉬 테이블 기반의 서비스 탐색 기법", 한국정보과학회, 정보과학회논문지 제35권 제1호, pp.91-97, Feb., 2008.

[12] 강은영, "모바일 애드-혹 네트워크를 위한 효율적인 서비스 디스커버리", 한국통신학회, 한국통신학회논문지, 제34권 제9호 (네트워크 및 서비스) pp.947-954, Sept., 2009.

[13] 김문정, 이동훈, "무선 애드-혹 네트워크를 위한 효율적인 서비스 검색 기법", 한국방송공학회, 방송공학회논문지, 제13권 제2호 pp.245-250, March, 2008.

[14] 윤성임, 신경철, "유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 서비스 발견 기술", [ETRI]전자통신동향분석 제20권 제1호, Feb., 2005.

[15] Simple Service Discovery Protocol/1.0 Operating without an Arbiter <draft-cai-ssdp-v1-03.txt> <http://quimby.gnus.org/internet-drafts/draft-cai-ssdp-v1-03.txt>

[16] UPnP Overview, <http://www.upnp.org/resources/documents/upnpoverview-oct2007.pdf>

[17] RFC3561: AODV(Ad hoc On-Demand Distance Vector) Routing.

[18] R. Bagrodia, X. Zeng, and M. Gerla, "GloMoSim A Library for Parallel Simulation of Large Scale Wireless Networks," Proc. 12th Workshop Parallel and Distributed Simulations, pp.154-161, July, 1998.



정 소 라

e-mail : viola78@samsung.com

2001년 충남대학교 컴퓨터공학과(학사)

2001년~현 재 삼성전자 주식회사, DMC 연구소, 책임연구원

2009년~현 재 성균관대학교 전기전자컴퓨터공학과 석사과정

관심분야: 이동컴퓨팅, 유비쿼터스 컴퓨팅



윤 희 용

e-mail : youn@ece.skku.ac.kr

1977년 서울대학교 전기공학과(학사)

1979년 서울대학교 전기공학과(석사)

1988년 Univ. of Massachusetts at Amherst,
컴퓨터공학과(박사)

1988년~1991년 Univ. of North Texas, 조
교수

1991년~2000년 Univ. of Texas at Arlington, 부교수및 유비쿼
터스 컴퓨팅기술연구소 소장

2000년~현 재 성균관대학교 정보통신공학부 교수

관심분야: 이동컴퓨팅, 분산 처리, RFID/USN