iOS7을 중심으로 살펴본 무선 메시 네트워크 서비스 기술 동향

이동기 TTA 정보통신표준화위원회 모바일응용서비스 PG(910)의장
SK텔레콤 Core Network Lab

1. 머리말

인프라 기반 무선 네트워크는 유선망 연계 구축에 의한 비용 및 구축 소요 시간을 필요로 하지만 인터넷 서비스의 편리한 접근성으로 인해 지금까지 서비스 영역을 급속히 확장해 왔다. 하지만 최근 무선 메시(Mesh) 네트워크는 기존 이동 통신망보다 인프라에 대한 비의존성, 시간 및 비용 경감 효과 등의 많은 장점으로 인해 학계 및 산업계에서 주목받고 있는 기술이다. 현재 유선 인프라가 열악한 국가를 중심으로 수요가 급속히 확산되고 있으며 도시, 철도, 항만, 도로, 공장, 학교, 경찰, 소방 등 다양한 분야에 구축되어 활용되고 있다. 주로 실내보다는 실외를 대상으로 넓은 지역을 커버하는 형태의 서비스를 제공하며 U-City 구축 및 유선의 대체재로 활용되고 있는 추세이다[1].

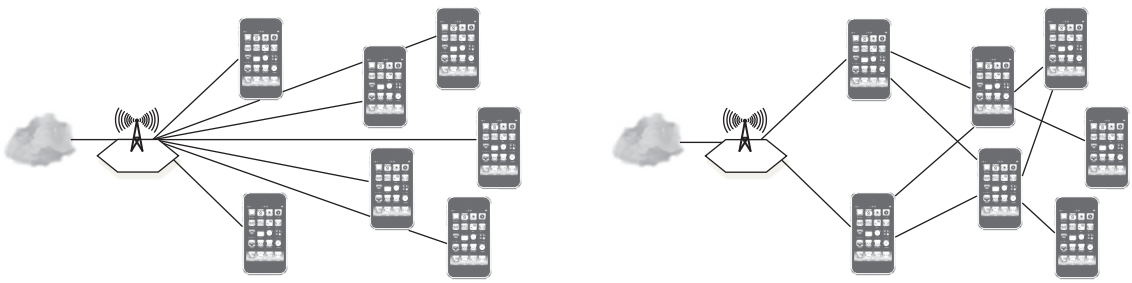
뿐만 아니라, 좁은 지역에 다수가 모이는 컨벤션, 집회 또는 쓰나미(Tsunami)와 같은 재해로 인해 통신망이 단절될 경우 가까운 지역 주위에서 가족의 생사를 파악하고자 하는 등의 커뮤니케이션에 대한 니즈가 존재함이 지속적으로 확인되고 있으며, 이에 따라 무선 메시 또는 애드혹 네트워크를 지원하는 스마트폰 앱도 출시되고 있다.

본 고에서는 무선 메시 네트워크 기술의 특징을 검토하고, 무선 메시 네트워크 표준화 동향을 간략히 살펴본 다음, 최근 아이폰과 안드로이드 스마트폰에서 지원되는 무선 메시 네트워크 서비스 기술에 대해 살펴본다.

2. 무선 메시 네트워크 기술

2.1 무선 메시 네트워크 기술의 특징

[그림 1]에서 보는 바와 같이 일반적인 무선 네트워크는 중앙집중식으로 네트워크 노드들의 제어 역할을 담당하는 노드가 별도로 존재하며, 노드 간 접속은 반드시 제어 노드를 통해서만 이루어지는



[그림 1] 허브 앤드 스포크 네트워크와 무선 메시 네트워크 비교

<표 1> 메시 네트워크의 특징

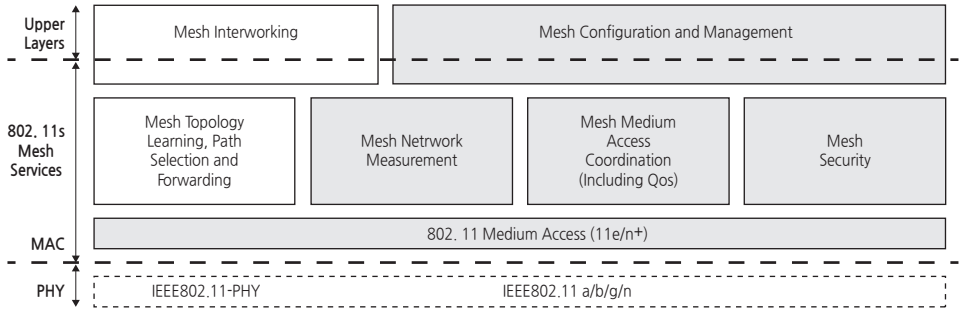
특징	설명
동적 토폴로지	노드의 이동이 자유롭기 때문에 네트워크 토폴로지가 동적으로 변함
유연한 망 구성	임시 망의 구성은 각 이동 단말이 서로 가까이 있을 때만 통신망을 구성
중앙 제어 없음	어떠한 중앙 제어나 표준 지원 서비스의 도움 없이 임시로 망을 구성
정보 전달 방식	일대일 다중 홉 라우팅(Multihop Routing) 방식으로 전달
각 노드 역할 다양성	Mesh network에서는 각 노드가 메시지를 보내거나 받을 수 있으며 라우터 역할도 가능
Self-healing	하나의 연결이 끊어져도 network는 자동으로 다른 연결로 메시지를 전송할 수 있음
신호 강도	각 노드가 가까워질수록 신호가 매우 좋아짐. 예를 들면, 거리가 반으로 줄어들면 신호는 4배로 좋아짐
노드 추가/탈퇴 유연성	노드들이 쉽게 추가, 탈퇴할 수가 있음

허브 앤드 스포크(Hub & Spoke) 네트워크 방식이다. 반면에 메시 네트워크는 노드 간 접속이 제어 노드를 통하지 않고도 이루어지는, 즉 외부의 도움없이 자율적 임시적 망 구성이 가능한 P2P(Peer to Peer) 또는 P2P Chain 방식으로 이루어질 수 있으므로 통신망 장애 시에 장애 대응력, 적응력 및 유연성 등이 강해서 초기에는 군사적 목적에서 개발이 시작되었으나 이후 재난 등 비상상황 통신 및 V2V(Vehicle to Vehicle) 통신방식 등으로 응용되고 있다. 이러한 메시 네트워크는 〈표 1〉과 같은 특징을 가지고 있다[2].

메시 네트워크와 애드혹(Ad-Hoc) 네트워크는 위와 같은 특징들을 공유하고 있으나, 이동성 측면에서 차이를 나타낸다. 즉, 네트워크 토플로지와 노드의 이동성 측면에서 노드들이 주로 고정된 장소에 있으며 토플로지에 변경이 적은 경우에 메시 네트워크라고 부르며, 반면에 노드가 빈번하게 이동하고 토플로지의 변경이 잦을 경우 애드혹 네트워크라고 부른다. 즉, 무선 메시 네트워크 기술은 애드혹 네트워크 기술을 바탕으로 하고 있으나, 모든 단말이 동등한 자격으로 망을 구성하는 애드혹 네트워크와는 달리, 하부의 사용자 단말로 구성된 클라이언트 메시 계층(Client Mesh Layer)과 이들을 지원하기 위한 상부의 인프라 메시 계층(Infrastructure Mesh Layer)으로 계층적인 구조를 취하고 있다[3].

2.2 메시 네트워크 표준화 동향[1]

메시 네트워크 기술은 Layer 2 이하의 무선 네트워크 표준 기술과 Layer 3 이상의 네트워크 표준 기술로 나뉘며, 전자는 IEEE 802 산하 WiFi



[그림 2] IEEE 802.11s 표준화 대상 영역[4]

기반의 무선 메시 기술인 802.11s, WPAN 기반의 무선 메시 기술인 802.15.5, WiMax/WiBro 기반의 무선 메시 기술인 802.16d/j 등이 있으며, 후자에는 IETF(Internet Engineering Task Force)의 MANET(Mobile Ad Hoc Network) 및 autoconf(Ad-Hoc Network Autoconfiguration) 워킹 그룹 등이 있다. IEEE 802는 PHY/MAC 계층의 표준화를 담당하는 단체이고, 메시 네트워크는 MAC 이상의 계층에 대한 규격 정의가 필요하다는 딜레마로 인해 MAC 이상의 상위 계층에 대해서는 recommended practice 규격을 제정하고 상위 계층의 요구 사항에 따른 MAC 계층의 새로운 규격을 정의하고 있다.

IEEE 802.11s 규격상 메시 네트워크는 최대 50개의 메시 노드로 구성되며, 멀티 홉 통신을 위해 6개의 MAC 주소를 사용하며, MAC 주소에 기반한 라우팅 프로토콜을 사용한다. 기본적인 라우팅 방안은 On-Demand 방식의 AODV(Ad-hoc On demand Distance Vector)와 Proactive 방식의 트리 형식을 결합한 하이브리드 경로 설정 기법인 HWMP(Hybrid Wireless Mesh Protocol)이다. 접속 제어 방식으로는 기존의 EDCA(Enhanced Distributed Channel Access) 기술에 2 홉 노드의 상태를 고려한 MCCA(Mesh Coordinated Channel Access) 기술을 부가적으로 추가하였다. 이 외에도, 시간 동기, 혼잡 제어 및 IEEE 802.11i 기반의 보안 기술을 제공한다. IEEE 802.11s 규격은 2011년 6월에 승인되었다. [그림 2]는 IEEE 802.11s에서의 메시 네트워크 표준화 영역을 보여주고 있다.

IEEE 802.15.5는 블루투스 규격인 802.15.1, 802.15.3 MAC 기반의 고속 UWB(Ultra Wide Band) 통신, 802.15.4 MAC 기반의 저속 UWB 위에 새로운 계층을 추가하여 메시 네트워크 구조를 지원하는 기술로 이루어져 있으며, 2009년 3월에 규격으로 승인되었다. 저속 메시 네트워크 기술은 64bit/16bit의 두 가지 주소 모드, 트리 구조에 기반한 주소 체계 및 라우팅, 테이블이 없는 라우팅 기법, 동기/비동기 전력 절감 기술, 기기 이동 탐지/재가입 등을 통한 휴대성 지원 기술이다. 고속 메시 네트워크 기술은 저속 메시 네트워크 기술과 달리 메시 구조, 메시 라우팅, QoS 지원 등 기본 기능에 중점을 두고 있다.

IEEE 802.16d는 무선 메시 기술, IEEE 802.16j는 멀티 홉 기술을 다루고 있다. IEEE 802.16d의 메시 모드는 OFDM 기반 TDMA 기술로 중앙/분산 제어 스케줄링 방안을 비롯한 메시 네트워크 구성 기술을 제공한다. IEEE 802.16j는 메시 기술이 아닌 커버리지, 수율 및 용량 증가를 위한 OFDMA 기반의

멀티 홉 릴레이 기술로서, 신호를 단지 증폭하여 전달하는 기존 릴레이에서 더 나아가 디코딩 후 전달하는 스마트 릴레이 기술을 제공한다. 여기서 멀티 홉 네트워크는 메시 네트워크와 달리, 반드시 기지국을 통해 상대방에게 데이터가 전달된다는 점에서 차이가 있다. IEEE 802.16d는 2004년 6월에 규격으로 승인되었으며, IEEE 802.16j는 2009년 5월에 규격으로 승인되었다.

IETF의 MANET 워킹 그룹에서는 노드들이 트래픽을 교환하기 위한 경로 설정 프로토콜의 제정을 목표로 하고 있다. 하지만 MANET에서는 경로 설정을 위한 프로토콜의 제정만으로 서로 정보를 교환할 수 있는 것은 아니며, 통신을 위해서는 IP 주소 설정이 필수적이다. 따라서 IETF의 autoconf 워킹 그룹에서 이를 위한 프로토콜인 RFC 5889 IP Addressing Model in Ad Hoc Networks를 제정하였으며, 2012년 6월에 워킹 그룹 활용이 종료되었다.

2.3 스마트폰에서의 메시 네트워크 기술 구현 동향[5]

2013년 9월에 Release 된 애플 iOS7의 중요성에 비해 잘 알려지지 않은 기능 중 하나가 Multipeer Connectivity Framework이다. Multipeer Connectivity Framework는 동일한 iOS Multipeer Connectivity Session을 사용하는 앱 사용자들이 P2P 또는 P2P Chain 방식으로 동일한 블루투스나 WiFi Direct 커버리지에 속해 있는 주변의 스마트폰과 연결될 수 있도록 하는 기술이다. Multipeer Connectivity Framework의 장점은 스마트폰에 가용한 무선 네트워크가 블루투스, WiFi Infrastructure, 혹은 WiFi Direct인지 고려할 필요 없이 앱 개발자가 앱 개발 자체에만 집중할 수 있도록 하며, 블루투스, WiFi Infrastructure, WiFi Direct가 모두 활성화되어 있을 경우 최적의 무선자원을 활용하여 접속하도록 하는 역할은 Multipeer Connectivity Framework가 맡고 있다는 점이다. iOS7 Multipeer Connectivity Framework는 다음과 같은 기술을 지원한다.

- 여러 가지 무선 기술을 선택하여 가장 적합한 방식으로 연결
- 편리하게 디바이스를 찾고, 초대할 수 있는 User Interface
- 메시지 모드와 스트림데이터 모드 둘 다 지원
- 인증과 암호화

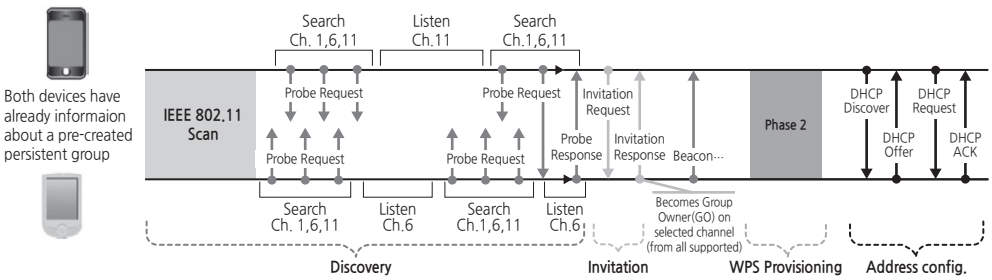
iOS7 Multipeer Connectivity Framework 체계 하에서 스마트폰은 Advertiser 또는 Browser로 구분된다. Browser는 주변에 근접한 기기를 찾을 수 있는 스마트폰이고, Advertiser는 주변에 자신이 있다고 알릴 수 있는 스마트폰이다. Multipeer Connectivity Framework에는 아래와 같은 두 가지 Phase가 존재한다.

- Discovery: 인접한 스마트폰을 찾는 단계
- Session: 데이터를 교환하는 단계

Discovery Phase는 인접한 스마트폰을 찾는 단계이며, Discovery 절차는 다음과 같다.

① Browser 기능을 가진 단말기 A가 근접한 Advertiser 기능을 가진 단말기 B, C를 찾으며, Advertiser는 프레임워크에서 제공하는 API를 사용해서 자신을 찾을 수 있게 Advertising을 시작해놓고 있으면, Browser가 해당 단말을 찾아서 초대하는 방식으로 세션에 참가하도록 만든다.

② 단말기 A가 단말기 B, C에게 Invitation 메시지를



[그림 3] IEEE 802.11 WiFi Discovery 절차[6]

보내고, 단말기 B, C가 Accept한다.

③ 단말기 A가 완료 버튼을 누르면 Session이 생성되어, 세 단말기는 통신 가능하다.

[그림 3]은 IEEE 802.11 WiFi 기술에서의 데이터를 교환하는 Session 전 단계인, Discovery Phase, GO(Group Owner) Negotiation 및 DHCP Address Configuration 등의 절차를 보여주고 있다.

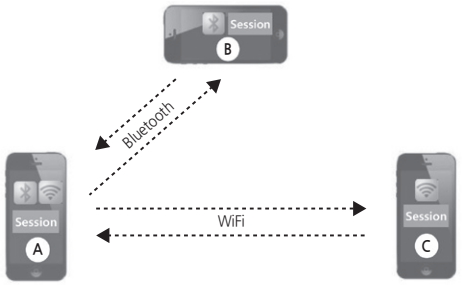
Discovery Phase 완료 후 원하는 모든 참가자가 Session에 참가하여 데이터를 주고 받을 수 있게 된 상태가 Session Phase이다. Multipeer Connectivity Framework에서 제공하는 데이터 전송 방식의 종류는 Message, Streaming 및 Resource이다.

- Message: 일반적인 데이터이며 순차적으로 도착하는 것을 보장하는 Reliable 모드와 속도를 우선시하는 Unreliable 모드가 존재. 모든 Peer에게 전송 가능
- Streaming: 오디오, 비디오와 같은 연속적인 데이터를 전송하는 데 사용되는 Open Channel
- Resource: 이미지, 영화 및 문서 등의 파일을 보내는 전송 방식으로 하나의 Peer에게만 전송 가능.

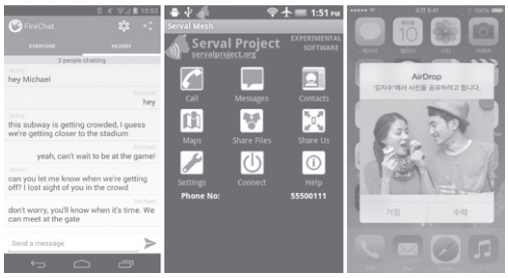
앞에서 언급한 것처럼 iOS7 Multipeer Connectivity Framework의 장점 중의 하나는 블루투스, WiFi 중 어떤 것 기술이 사용 가능한지 개발자가 고민할 필요 없이, iOS7이 이 모든 것을 해결해 준다는 것이다. 즉, [그림 4]의 맨 위에 있는 B스마트폰은 블루투스만 가능하고, 우측 하단에 있는 C스마트폰은 WiFi만 가능해도 중간 연결점인 A스마트폰이 블루투스와 WiFi가 모두 가능하다면 모든 스마트폰이 데이터를 주고받을 수 있다는 것이다. 이는 A사용자가 별도로 설정할 필요 없이 A스마트폰의 iOS7이 알아서 블루투스와 WiFi를 적절히 사용하는 것이다.

이러한 iOS7 Multipeer Connectivity Framework 기술 기반 하에 인터넷 연결 없이도 Chatting과 사진 공유가 가능한 FireChat이라는 앱을 Crowd Sourcing으로 출범한 Open Garden사가 2014년 3월 20일 출시하였다. FireChat의 Android 버전은 2014년 4월 4일에 Android O/S의 지원 없이 앱 자체 기술로 출시하였으며, iOS FireChat과 Android FireChat은 아직 연동되지 않고 있다.

아직 Android는 메시 네트워크를 지원하지 않고 있지만, 최근 SXSW(South by SouthWest)[1] 행사에서 Google의 Senior Vice President인 Sundar Pichai가 Wearable Device관련 메시 네트워크를 여러 차례 언급한 것으로 알려져 있듯이, 차기 Android 버전은



[그림 4] 개발자가 Bluetooth, WiFi를 고민할 필요 없이 iOS7이 메시 네트워크 연결



[그림 5] FireChat, Serval Mesh 및 AirDrop

메시 네트워크 기술을 지원할 것으로 예상되고 있다.

또 하나의 주목할 만한 메시 네트워크 앱으로 크라우드펀딩으로 출범한 Shuttleworth Foundation이 시작한 Serval Project의 Serval Mesh가 있으며, 이외에도 애플이 인접한 사람에게 문자나 이메일 등을 통하지 않고도 사진, 동영상, 연락처 등을 쉽게 전송할 수 있도록 자체적으로 개발한 AirDrop이 있다. [그림 5]는 Open Garden의 FireChat, Serval Project의 Serval Mesh 및 Apple의 AirDrop을 보여주고 있다.

3. 맺음말

본 고에서는 무선 메시 네트워크 기술의 특징, 메시 네트워크 표준 동향을 간략히 소개하고 iOS7을 중심으로 스마트폰에서의 메시 네트워크 서비스 기술 구현 동향을 살펴보았다. 스마트폰 메시 네트워크 기술은 경기장, 콘서트 홀 및 통신망 장애시 자율 네트워크를 구성하여 비상상황통신망으로서의 역할을 수행할 수 있다. 향후 안드로이드 O/S 차원에서 무선 메시 네트워크를 지원하는 기술이 제공될 경우 더욱 다양하고 풍부한 기능을 제공하는 앱들이 출현할 것으로 기대된다.

[참고 문헌]

[1] 김현재, 김근영, 김지형, 박인숙, 이안석, 신우람, 김정현, 임광재, 권동승, '무선 메시 네트워크 기술 연구 동향 분석,' 정보통신산업진흥원 주간기술동향, 2011. 1. 21

[2] Ad-hoc 네트워크(Ad-hoc Network) / 메시 네트워크(Mesh Network), 정보통신기술용어해설, 2013. 10.

[3] 이상희, 김민수, 고영배, '멀티 인터페이스 기반 무선 메시 네트워킹 기술연구 동향,' 한국통신학회지, 제24권 제 5호, 2007년 5월, pp37-46.

[4] 이태진, '무선 LAN 메시 네트워크,' TTA Journal 제 99권, 2005년 5월.

[5] 'IOS7의 MULTIPEER CONNECTIVITY FRAMEWORK 살펴보기,' http://itreading.wordpress.com/2013/11/03/ios7의-multipeer-connectivity-framework-살펴보기/

[6] Daniel Camps-Mur, Andres Garcia-Saavedra and Pablo Serrano, 'Device to device communications with WiFi Direct: overview and experimentation,' IEEE Wireless Communications Magazine, Volume 20 Issue 3.

1) SXSW: 미국 Austin, TX에서 3월에 열리는 세계적인 영화 음악축제인 SXSW는 세계적인 문화축제로 알려져 있으며, 세계 영화와 음악을 중심이 된 축제로 시작하였지만, 웹 2.0과 같은 IT 주제를 다루는 Interactive 섹션도 추가되어, 현재 SXSW는 Film, Music, Interactive 3가지 섹션으로 나뉘어 있으며, 2009년에는 Foursquare가 SXSW를 통해 소개되면서 나중에 Facebook에 인수된 업체인 Gowalla를 제치고 급부상되는 서비스로 Award를 수상함. SXSW Accelerator 대회에 참가한 Startup 서비스 중 41%가 엔젤 투자를 받았음.