

WLAN 네트워크에서 링크계층 핸드오프를 이용한 QoS 보장 방법론

차우석, 고헌신, 조기환
전북대학교 컴퓨터정보학과

QoS Support with Link Layer Handoff in the WLAN Network

Woo-Suk Cha, Kwang-Shin Koh, Gi-Hwan Cho
Dept. of Computer Information, Chonbuk Nat'l University

E-mail : wscha@dcs.chonbuk.ac.kr, kskoh@dcs.chonbuk.ac.kr, ghcho@dcs.chonbuk.ac.kr

요약

이 논문에서는 WLAN 네트워크 환경에서 이동 호스트에게 QoS가 보장된 실시간 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 방법론을 제안한다. 이동무선 환경에서 MH(Mobile Host)의 이동특성은 실시간 멀티미디어 어플리케이션에게 제공되어야 하는 QoS에 심각한 영향을 주게 된다. MH의 이동성에 영향을 받지 않는 QoS를 제공하기 위해서 MH가 가까운 장래에 이동할 것으로 예상되는 영역에 미리 자원을 예약함으로써 요구되는 QoS를 제공할 수 있다. 기존의 유선환경에서 제안된 RSVP는 유선환경을 고려하여 개발된 프로토콜로써 이동무선 환경에 적용하기에는 부적절하며, 이를 개선한 MRSVP는 많은 자원의 낭비를 가져오고 있다. 본 논문에서는 기존의 MRSVP 프로토콜에 링크계층의 핸드오프 정보를 적용하여 최소한의 자원만을 예약하도록 하는 방법론을 제안한다. 이는 미리 자원을 예약하는 영역을 능동적으로 최적화함으로써 불필요한 자원의 낭비를 막고, MRSVP와 같은 수준의 QoS를 제공할 수 있다.

1. 서론

현재의 인터넷은 매체의 다변화, 고속화에 따른 많은 멀티미디어 응용프로그램이 개발되어 사용되고 있다. 또한, 소형, 고성능화 된 휴대형 컴퓨터와 이동무선 네트워크가 결합으로 인하여, 사용자들의 이동환경에서의 멀티미디어 서비스에 대한 관심과 요구가 높아지고 있다.

이동무선 환경에서의 실시간 멀티미디어 서비스의 QoS 보장은 유선 환경에 비하여 많은 제약을 갖는다. 특히, 종단간 사용자의 서비스 QoS는 단말, 링크, 라우터 등의 네트워크 장치에서의 지연 및 손실 특성 등에 의해 복합적으로 영향을 받는다. 따라서 종단간 QoS를 보장하기 위해서는 QoS 관련 변수들을 제어할 수 있는 네트워크 서비스 측면의 제어 메커니즘이 필요하다.

이를 위한 대표적인 프로토콜이 RSVP(Resource Reservation Protocol)이다[1]. RSVP는 인터넷상의 통합 서비스를 위해서 요구되는 QoS를 보장할 수 있는

프로토콜이다. 그러나 RSVP는 유선을 기반으로 네트워크에서 QoS를 보장하기 위해서 개발된 프로토콜로서 이동사용자의 위치가 수시로 변화하는 이동무선 환경에 적용하기에는 많은 어려움이 따른다.

MRSVP(Mobile Resource Reservation Protocol)는 이동무선 환경에 RSVP 프로토콜을 적용하기 위하여 확장된 기법으로 MSPEC(Mobility Specification)이란 새로운 개념을 정의하고 있다[2]. MSPEC은 MH가 장래에 이동할 것으로 예상되는 영역들을 나타내며, QoS를 보장하기 위해서는 미리 자원을 예약해야 하는 영역들의 집합으로 구성된다. 즉, 실시간 멀티미디어 서비스가 제공되는 동안 MH가 이동할 것으로 예상되는 모든 영역들을 포함한다. MRSVP는 MH가 실제 해당 영역으로 이동하기 전에 MSPEC에 포함된 모든 영역에 대해서 미리 자원을 예약함으로써, MH가 실제 이동했을 때 요구되는 QoS를 보장한다.

그러나 사용자의 이동패턴을 미리 예측하는 문제의 불확실성 때문에 MSPEC에는 실제 요구되는 QoS를

제공하는데 필요한 영역이외에 훨씬 많은 영역을 추가적으로 포함할 수밖에 없다. 또한, 불필요한 영역들에까지 미리 자원을 예약해야 하기 때문에 많은 자원의 낭비를 초래하게 된다. 따라서, MSPEC를 효율적으로 구성함으로써 불필요한 자원을 막고, MRSVP의 성능을 향상시킬 수 있다.

논문에서는 MSPEC를 최소한으로 유지하기 위해서 WLAN 네트워크에서 MH의 AP(Access Point)간 이동시 수행되는 링크계층 핸드오프를 이용하는 방법론을 제안한다. MH가 AP간 이동시 링크계층 핸드오프가 수행되며, 이때 주변의 AP들을 탐색하는 스캔 프로시저가 수행된다. 이 과정에서 탐색된 FA(Foreign Agent)들만으로 MSPEC를 재구성함으로써 MSPEC는 항상 최소한의 영역들만을 갖도록 유지하는 방법론이다. 이는 최소한의 자원예약으로 MRSVP와 같은 수준의 QoS를 보장할 수 있다.

논문에서 2장은 MH의 이동패턴을 예측하는 기법들에 대한 기존 연구내용을 정리하였으며, 3장에서는 기존의 자원예약 기법들에 대해서 알아보았고, 4장은 WLAN 네트워크 및 링크계층 핸드오프에 대해서 기술하였다. 5장은 링크계층 핸드오프를 이용하여 MSPEC를 재구성하는 방법을 제시하고, 6장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

MRSVP에서 MSPEC를 구성하는 기존의 방법은 MH가 이전에 움직였던 이동패턴을 고려하여 다음 이동영역을 예측하는 것을 기본으로 하고 있다.

참조문헌[3]은 셀룰러 네트워크에서 2 단계의 계층적인 위치예측 알고리즘을 적용하여 MH의 이동패턴을 예측하고 있다. 글로벌(Global) 단계에서는 MH의 일상적인 움직임이 일정한 패턴들로 구성될 수 있다는 사실에 근거하여 셀 간의 거시적인 이동방향을 결정한다. 로컬(Local) 단계에서는 셀 간 이동성의 불확실성을 감소시키기 위해서 셀 내부에서 MH의 움직임을 추적하여 MH의 현재위치, 방향, 속도, 셀들의 배치사항 등을 고려하여 이동할 다음 셀 들을 예측한다.

참조문헌[4]는 셀룰러 WLAN 환경에서 각 셀들은 회의실이나 복도 등과 같은 그들의 위치에 따라 분류되며, 각 셀에 기록된 동작 프로파일(profile)을 기반으로 관리된다. 프로파일에는 식별자(Identifier), 인증정보, 이전 핸드오프에 관한 통합정보들이 포함되며, 이동호스트(portable)와 셀 프로파일로 구분된다. 즉, 셀의 역할과 이동노드 및 셀의 프로파일 정보를 분석

하여 다음 이동 셀들을 예측한다.

위에 기술한 기법들은 MH 및 셀의 과거의 기록들을 이용하여 미래의 이동패턴을 추출하고, 다음에 이동할 셀들을 미리 예측하고 있다. 그러나 이러한 기법으로 이동무선환경의 다변적인 환경의 변화와 MH의 이동성을 정확히 파악하기는 어렵다.

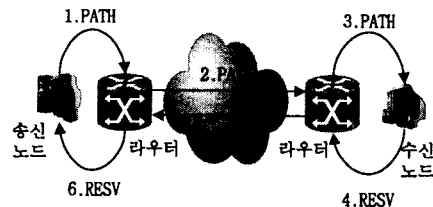
논문에서는 링크계층에서의 핸드오프 정보를 이용하여 MH의 이동이 가능한 최소한의 범위로 한정하여 MSPEC를 능동적으로 재구성한다.

3. QoS 보장을 위한 자원 예약 기법들

인터넷 표준화 기구인 IETF(Internet Engineering Task Force)는 인터넷에서 사용자의 요구에 따른 QoS를 제공하기 위해 여러 가지 서비스 모델과 메커니즘을 제공하고 있다. 그중 주목받는 방법은 크게 통합 서비스(Integrated Service), 차등 서비스(Differentiated Service), MPLS(Multi Protocol Label Switch)가 있다. 통합 서비스에서의 QoS 보장 방법들 중 대표적인 자원예약 프로토콜이 RSVP와 MRSVP이다.

3.1 RSVP

RSVP는 인터넷에서의 실시간 멀티미디어 서비스를 제공하기 위하여 QoS 보장하는 자원예약 프로토콜이다. [그림 1]은 RSVP의 메시지의 흐름을 보이고 있다.



[그림 1] RSVP의 메시지 흐름

- ① 송신노드는 수신노드에게 트래픽 요구사항을 알리기 위해서 PATH 메시지를 전송한다.
- ② 각 중재노드들은 경로상태(PATH state)를 기록한 후, PATH 메시지를 포워딩한다.
- ③ 수신노드는 송신노드가 전송하고자 하는 트래픽 특성을 보고 자신이 원하는 대역폭을 결정하여 RESV 메시지를 PATH 메시지가 전달된 역경로를 따라 전송한다.
- ④ 중재노드와 송신노드는 RESV 메시지에 기록된 서비스 요구사항을 보고 현재의 자원으로 제공이

가능anz를 결정하고, 가용하면 자원을 예약한다. RSVP는 기존의 IP 네트워크와 장비를 그대로 사용하여 종단간 QoS를 보장할 수 있다. 하지만, 모든 라우터에서 흐름마다 자원을 예약하므로, 라우터가 유지해야 하는 상태 정보의 양이 많고, 이로 인해 프로세싱의 오버헤드를 가져온다. 또한, RSVP는 다음 두 가지 이유로 인하여 이동 컴퓨팅 환경에 직접적으로 적용할 수 없다.

첫째, Mobile IP에서 IP 터널은 IP-in-IP 캡슐화(encapsulation) 기법으로 구현되기 때문에 IP 터널의 중재 라우터들은 RSVP 메시지를 인지할 수 없다. 둘째, 이동환경에서 이동호스트가 이동하게 되면, 이전에 예약되었던 자원들은 더 이상 쓸모가 없게 된다.

이동 컴퓨팅 환경에서 RSVP의 제약사항을 해결하기 위하여 RSVP Tunnel 기법과 MRSVP 기법이 제안되었다. RSVP Tunnel 기법은 RSVP가 갖는 IP 터널내의 중재노드들이 RSVP 메시지를 인지하지 못하는 문제를 해결하기 위해서 제안되었다[5]. MRSVP는 이동환경에서 MH의 이동에 관계없이 QoS를 보장하기 위해서 제안되었다.

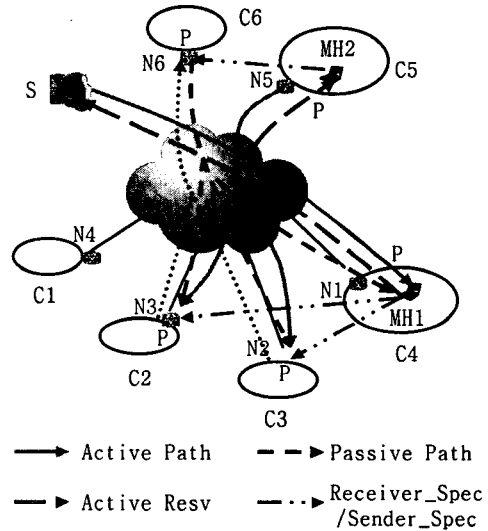
3.2 MRSVP

MRSVP는 통합서비스 패킷 네트워크에서 실시간 미디어 어플리케이션을 위하여 이동환경에서 MH의 이동에 영향을 받지 않으면서 요구되는 QoS를 보장하기 위해서 제안되었다. MRSVP는 MH가 이동할 것으로 예상되는 모든 영역에 미리 자원을 예약한다. 따라서 MH는 새로운 영역으로 이동하더라도 이동 영역에 대한 자원이 미리 예약되어 있으므로 요구된 QoS를 보장받을 수 있다.

MRSVP는 여러 영역에 미리 자원을 예약하기 위해서 프록시 에이전트(proxy agent)라는 개념을 이용하며, 지역(local)과 원격(remote) 프록시 에이전트로 구분된다. 송신노드와 MH가 위치하여 실제 자원이 예약되는 영역의 프록시 에이전트를 지역 프록시 에이전트라 하고, 다른 주변 영역의 프록시 에이전트를 원격 프록시 에이전트라 한다.

MSPEC(Mobility Specification)은 MH가 이동할 것으로 예상되는 모든 영역들의 집합을 나타내며, 지역과 원격 프록시 에이전트도 MSPEC에 포함된다. MH가 다른 영역으로 이동할 때, 주변의 모든 프록시 에이전트를 탐색하고 프록시 탐색 프로토콜(Proxy Discovery Protocol)을 사용하여 MSPEC를 갱신한다. 갱신된 MSPEC는 MH에게 전송되는 흐름을 초기화

하도록 송신노드에게 Receiver_MSPEC 메시지를 전송한다. 송신노드는 이 메시지를 이용하여 수신노드의 이동이 예상되는 영역들을 획득할 수 있다. 또한 원격 프록시 에이전트들이 MH의 서비스를 위한 QoS 파라미터들을 획득할 수 있도록 MH는 모든 원격 프록시 에이전트에게 Receiver_SPEC 메시지를 전송한다.



[그림 2] MRSVP 자원 예약 모델

[그림 2]는 MRSVP의 자원예약과정을 보이고 있다.

- ① MH1의 MSPEC는 C2와 C3, C4이고, MH2의 MSPEC는 C5와 C6이다.
- ② MH1은 Receiver_Spec 메시지를 원격 프록시 에이전트인 N2와 N3에게 전송하고, MH2는 Sender_Spec 메시지를 원격 프록시 에이전트인 N6에게 전송한다.
- ③ 송신노드 S와 MH2는 Active Path 메시지를 프록시 에이전트 N2, N3, N4에게 전송하고, 프록시 에이전트 N6은 Passive Path 메시지를 N2, N3, N4에게 전송한다.
- ④ MH2은 Active Resv 메시지를 송신노드 S와 MH2에게 전송하고, 프록시 에이전트 N2, N3는 N6에게 Passive Resv 메시지를 전송한다.

이처럼 생성된 자원예약 경로는 MH가 다른 영역으로 이동하면, 그 영역은 예비 예약상태에서 실제 예약상태로 이전 영역은 실제에서 예비 예약 상태로 상태변이가 발생한다.

이러한 방식으로 새로운 영역에서 MH는 필요한 자원들을 빠르게 획득할 수 있고, QoS를 보장하기 위한

seamless 핸드오프가 가능하다.

그러나 MRSVP는 MSPEC를 기반으로 자원예약을 수행하므로 MSPEC를 구성하는 방법에 따라서 많은 성능차이를 보일 수 있다. MSPEC가 필요이상으로 많은 프록시 에이전트들을 포함한다면 모든 영역에 대해서 미리 자원을 예약하게 되므로 많은 자원을 낭비하게 된다. 따라서 MSPEC는 필요할 때 최소한의 프록시 에이전트를 갖도록 능동적으로 구성되어야 한다.

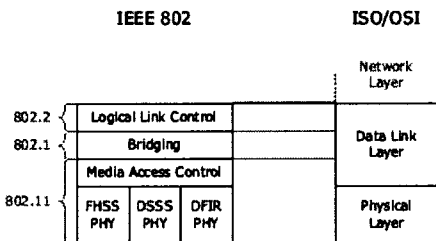
4. WLAN 표준

WLAN을 이용한 마이크로 셀 방식의 WLAN 네트워크는 반경 50-100m 내외의 마이크로 셀로 구축된다. 셀 반경 내에서는 11-54Mbps의 대역폭을 이용하며, 셀 간의 핸드오프기능이 제공된다.

IEEE 802.11 표준과 ETSI의 HIPERLAN 표준을 중심으로 WLAN의 표준화 작업이 진행되고 있으며, 논문에서는 IEEE 802.11을 중심으로 WLAN의 동작 방식을 기술한다.

4.1 IEEE 802.11 WLAN 구조

기존의 IEEE 802 표준처럼 802.11 WLAN 표준은 [그림 3]처럼 ISO/OSI 참조모델의 계층에 새로운 하위 계층들을 정의하고 있다.



[그림 3] IEEE 802 계층과 ISO/OSI 참조모델

또한, 기존의 무선 컴포넌트들을 기술하기 위해서 다음 용어들을 정의하고 있다.

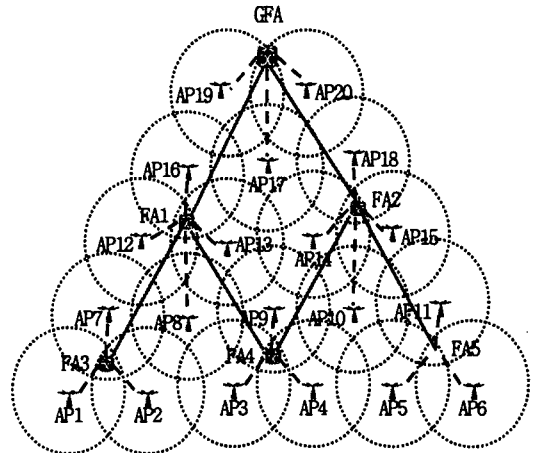
- Stations(MH) : 이동 장치들
- BSS(Basic Service Set) : MH들이 무선매체를 이용하여 서로 통신할 수 있는 서비스 영역
- DS(Distribution System) : 서로 다른 BSS들이 통신할 수 있도록 필요한 상호연결을 제공하며, Station의 AP간의 링크계층 핸드오프가 가능한 도메인 영역(FA의 서비스 영역)
- AP(Access Point) : 유선과 무선의 인터페이스 역할

할을 하는 DS의 구성요소

- ESS(Extended Service Set) 네트워크 : BSS들이 상호 연결된 네트워크로 ESSID(ESS Identifier)로 식별(하나의 FA와 여러 개의 AP로 구성)

4.2 WLAN 네트워크 모델

[그림 4]는 WLAN의 기본 구조를 이용하여 무선 이동네트워크를 구성한 예이다.



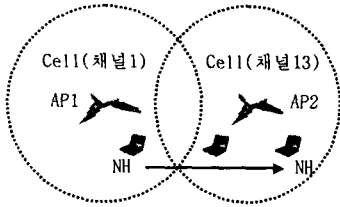
[그림 4] WLAN 네트워크 모델

FA들은 트리 구조를 이용하여 구성되며, 루트 FA가 GFA로서 외부 망과의 연결을 위한 게이트웨이 역할을 수행한다. 각 FA와 AP들은 유선으로 상호 연결된다. AP의 무선전송영역이 BS가 되며, 각 FA의 서비스 영역이 DS가 되고, 하나의 FA와 이에 연결된 AP들이 하나의 ESS를 형성한다. 각 FA에게는 초기화 설정 시에 ESSID가 할당되며, 각 FA에 연결된 AP들은 동일한 ESSID를 사용한다. 또한 GFA는 각 FA와 할당된 ESSID 정보에 대한 리스트 테이블을 기록 유지하며, 이 정보를 각 FA들에게 전송하여 상호 공유한다.

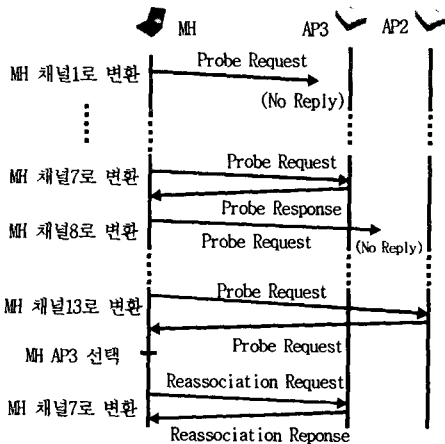
4.2 WLAN의 링크계층 핸드오프

링크계층 핸드오프 처리과정은 IEEE 802.11 표준을 준수하여 상업적으로 WLAN을 구현한 WaveLAN 구현을 기반으로 기술한다[6].

[그림 5]처럼 MH가 현재 연결된 AP1에서 멀어짐에 따라 AP1 링크의 SNR은 점점 떨어지게 되고, 정의된 기준치 이하로 떨어지면 아래 [그림 6]과 같이 링크계층 핸드오버가 수행된다.



[그림 5] 두 무선 셀 사이의 핸드오프



[그림 6] 능동적 스캔을 사용한 링크계층 핸드오프 메시지-시간 다이어그램

- ① 능동적 채널 스캔 방법을 이용하여 채널 리스트의 처음부터 끝까지 순차적으로 탐색한다. WaveLAN의 경우 13개의 채널로 채널리스트가 구성된다.
- ② MH는 탐색된 각 채널의 SNR(Signal to Noise Ratio)을 평가하여 최상의 SNR을 갖는 AP를 선택한다.
- ③ MH는 선택된 AP에게 Reassociation Request 메시지를 전송한다. AP에서는 MH에 대한 인증과정을 수행한다.
- ④ 인증된 MH에게는 연결요청에 대한 Reassociation Response 메시지를 전송한다.

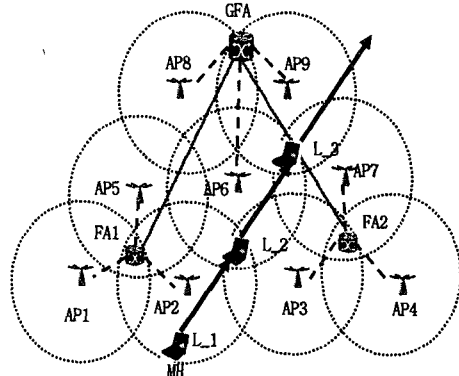
5. WLAN 네트워크에서 MSPEC 재구성 방법

MSPEC를 최적화시키기 위해서 링크계층 핸드오프 과정 중 각 채널을 스캔하는 과정에서 탐지된 FA (Foreign Agent)들을 이용하여 MSPEC를 재구성한다.

5.1 링크계층 핸드오프를 위한 WLAN 네트

워크 구조

AP에게는 초기화과정에서 하나의 채널이 할당되어 동작하며, 셀룰러 네트워크에서 셀이 구성되는 것처럼 일정 영역의 AP들에게는 서로 다른 채널이 할당된다.



[그림 7] WLAN 네트워크에서의 MH의 이동

[그림 7]은 WLAN 네트워크에서 MH이 이동과정을 보이고 있다. MH가 L₁ 위치에서 L₂와 L₃를 경유하여 이동하며, 각각 L₂와 L₃ 위치에서 연결된 AP의 링크 SNR이 기준치 이하로 떨어진다고 가정한다. 각 AP에게 부여된 ESSID와 채널은 다음 표와 같다.

[표 1] ESSID와 채널 할당표

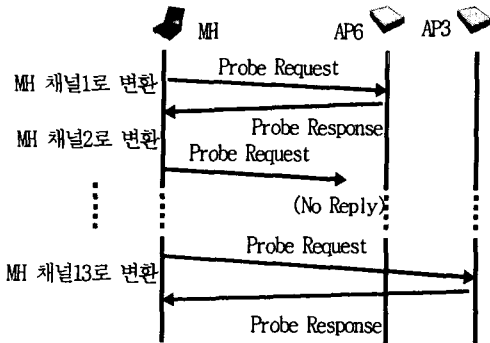
	ESSID	채널
AP1	00000001	1
AP2	00000001	6
AP3	00000002	13
AP4	00000002	1
AP5	00000001	13
AP6	00000003	1
AP7	00000002	6
AP8	00000003	6
AP9	00000003	13

5.2 MSPEC 재구성 과정

MH가 L₂ 위치에 도착하면 스캔 프로시저가 수행되며, 링크계층 핸드오프가 이뤄진다. 또한 링크계층 핸드오프가 완료되기 전에 핸드오프 후 MH가 이동할 새로운 영역의 자원을 미리 예약하기 위하여 MSPEC를 재구성한다. MSPEC에 포함될 FA들을 선택하는 과정은 다음과 같다.

네트워크 모델의 L₂ 위치에서 MH는 AP2와 AP3, AP6이 보내는 비콘 신호만을 감지할 수 있으며, AP3과 AP6에게는 각각 채널 13과 1이 할당되어 있다.

[그림 8]은 각 채널의 능동적 스캔과정을 보이고 있다.



[그림 8] 능동적 스캔 동작과정

- ① 스캔 프로시저는 채널리스트에 기록된 채널 순서대로 1번 채널부터 채널이 할당된 AP에게 Probe Request 신호를 전송한다. 해당 채널에 대응하는 AP가 Probe Request 신호를 받으면 AP는 Probe Reply 신호로 응답한다. 채널에 대응되는 AP가 없으면, 스캔 프로시저는 일정시간이 경과 후에 다음 채널로 변환되고 위의 과정을 반복한다.
 - ② 1번 채널이 할당된 AP6이 Probe Request 신호에 대한 응답으로 Probe Reply 신호를 보낸다.
 - ③ 스캔 프로시저는 Probe Reply 신호에서 새로운 AP6의 링크 SNR과 ESSID를 획득한다.
 - ④ 획득된 ESSID와 현재 연결된 AP2의 ESSID를 비교한다. 다른 ESSID인 경우, 현재 연결된 FA에게 새로운 AP의 ESSID를 포함한 새로운 FA에 대한 정보요청(newFA Request) 메시지를 전송한다. newFA Request 메시지를 받은 FA는 ESSID 리스트 테이블에서 ESSID에 해당하는 FA의 IP 주소를 추출하여 MH에게 전송한다. 즉, MH는 AP6의 ESSID를 이용하여 AP6이 연결되어 있는 GFA의 IP 주소를 획득한다. 같은 ESSID인 경우, 동일한 ESS내의 이동이므로 무시된다.
 - ⑤ 이 과정을 전체 채널리스트에 대한 스캔이 끝날 때까지 반복한다.
- 위의 스캔 과정이 모두 완료되면, GFA와 FA2만으로 구성된 새로운 MSPEC이 생성되고, 이전의 MSPEC를 새로 구성된 MSPEC로 대체한다. 대체된 MSPEC를 이용하여 MRSVP 프로토콜에 따라서 핸드오프가 완료되기 전에 MH가 이동할 것으로 예상되

는 GFA와 FA2에 대해서 미리 자원을 예약한다. MSPEC의 재구성은 링크계층의 핸드오프가 발생할 때마다 능동적으로 재구성된다.

6. 결론 및 향후 연구과제

논문에서는 기존의 MRSVP 프로토콜에 링크계층의 핸드오프 정보를 적용하여 MSPEC의 구성요소를 최소한으로 하는 유지하는 방법론을 제안하였다. 이는 MSPEC를 능동적이고 효율적으로 관리함으로써 자원을 예약하는 영역을 최소화하여 불필요한 자원의 낭비를 막고, MRSVP와 같은 수준의 QoS를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

현재는 논문에서 제안한 방법의 성능평가를 위한 시뮬레이션을 진행중이며, 패킷전송지연과 패킷분실율을 기준으로 기존의 방법과 비교할 예정이다. 향후 연구과제로는 링크계층 핸드오프가 실행될 때 소요되는 시간과 자원을 미리 예약하는 과정에 소요되는 시간과의 상관관계에 대한 연구가 진행되어야 한다.

[참고문헌]

- [1] R. Braden, L. Zhang, S. Berson, S. Herzog, and S. Jamin, "Resource ReServation Protocol (RSVP) Version 1 Functional Specification," *RFC 2205*, Sep. 1997
- [2] Anup K. Talukdar, B. R. Badrinath, and Arup Acharya, "MRSVP: A Reservation Protocol for Integrated Services Packet Networks with Mobile Hosts," *Technical Report : DCS-TR-337*, Rutgers University, USA, 1998
- [3] T. Liu, P. Bahl, I. Chlamtac, "A Hierarchical Position-Prediction Algorithm for Efficient Management of Resources in cellular Networks," *Proc. IEEE GLOBECOM '97*, Nov. 1997
- [4] S. Lu, R. Srikant, V. Bharghavan, "A daptive Resource Management Algorithms for Indoor Mobile Computing Environments," *Proc. of ACM SIGCOMM '96*, pp. 231-242, Aug. 1996
- [5] A. Terzis, J. Krawczyk, J. Wroclawski, L. Zhang, "RSVP Operation Over IP Tunnels," *RFC 2746*, Jan 2000
- [6] Lucent Technologies. "...IEEE 802.11 channel selection guidelines," *WaveLAN Technical Bulletin 003/A*, Nov. 1998