

## 차세대 무선 네트워크를 위한 핸드오버 기능 구조 제안

백주영<sup>1</sup>, 김동욱<sup>01</sup>, 김현진<sup>1</sup>, 최윤희<sup>1</sup>, 김덕진<sup>1</sup>, 김우재<sup>1</sup>, 서영주<sup>1</sup>, 강속양<sup>2</sup>, 김경숙<sup>2</sup>, 신경철<sup>2</sup>  
포항공과대학교 컴퓨터공학과<sup>1</sup>, 한국전자통신연구원<sup>2</sup>  
{nalsunia, shkim80<sup>0</sup>, cthec, yooni, dj0152, hades15, yjsuh}@postech.ac.kr

### Handover Functional Architecture for Next Generation Wireless Networks

Joo-Young Baek, Dong-Wook Kim<sup>0</sup>, Hyun-Jin Kim, Yoon-Hee Choi, Duk-Jin Kim, Woo-Jae Kim, Young-Joo Suh, Suk-Yang Kang, Kyung-Suk Kim, and Kyung-Chul Shin  
Departments of Computer Science and Engineering, Pohang University of Science and Technology  
Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI)

#### 요 약

차세대 무선 네트워크(4G)는 새로운 무선 접속 기술의 개발과 함께 많은 연구가 필요한 분야이다. 그 중에서 특히 단말의 끊임없는 이동성을 제공해 주기 위한 핸드오버 기술이 가장 중요하다고 할 수 있다. 차세대 무선 네트워크는 새로운 무선 접속 기술과 함께 기존의 무선랜이나 이동통신망 등과 같이 사용될 것으로 예상되며, 네트워크 계층에서의 이동성 지원을 위하여 Mobile IPv6를 사용할 것으로 예상되는 네트워크이다. 이러한 네트워크에서 끊임없는 이동성을 제공해 주기 위해서는 현재까지 연구된 핸드오버 기능 및 구조에 대한 연구와 함께 보다 다양한 네트워크 환경과 QoS 등을 고려한 종합적인 핸드오버 기능에 대한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 차세대 무선 네트워크에서 단말의 끊임없는 핸드오버를 제공해 주기 위하여 필요한 기능들을 도출하고, 이들간의 유기적인 연관관계를 정의하여 다양한 네트워크 환경과 사용자의 우선순위, 어플리케이션의 QoS 요구 조건 등을 고려한 종합적인 핸드오버 기능 구조를 제안하고자 한다. 제안하는 핸드오버 구조는 Monitoring, Triggering, Handover의 세 가지 module로 나뉘어져 있으며, 각각은 필요에 따라 sub-module로 다시 세분화된다. 제안하는 핸드오버 구조의 가장 큰 특징은 핸드오버를 유발시킬 수 있는 여러 가지 요소를 종합적으로 고려하며 이들간의 수평적인 비교가 아닌 단계별 비교를 수행하여 보다 정확한 triggering이 가능하도록 한다. 또한 단말의 QoS 요구 사항을 보장하고 네트워크의 혼잡도(congestion) 및 부하 조절(load balancing)을 위한 기능을 핸드오버 기능에 추가하여 효율적인 네트워크의 자원 사용이 가능하도록 설계하였다.

#### 1. 서 론

최근 무선 이동통신 관련 기술의 발전과 함께 새로운 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 그 중 대표적인 것이 바로 차세대 무선 네트워크인 4G 네트워크에 대한 연구이다. 4G 네트워크는 현재의 이동통신이나 WiBro와 같은 무선 데이터 네트워크에 비하여 데이터 전송 속도와 사용자의 이동성 제공 등에 대해서 보다 높은 성능을 제공하는 것을 목표로 하고 있다. 이러한 4G 네트워크는 전세계적으로 핵심 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 국내에서도 WiBro 시스템의 진화 방안과 함께 관련 기술의 개발에 힘쓰고 있다.

4G 네트워크는 아직 그 실체가 구현되어 있지 않지만 전세계의 많은 연구자들은 4G 네트워크가 가져야 하는 몇 가지 특징을 언급하고 있다. 그 중 대표적인 것은 4G 네트워크를 위한 새로운 무선 이동통신 기술의 개발 및 보급뿐만 아니라 기존 무선 이동통신 시스템인 무선랜, 3G 이동통신망, WiBro 등과 공존하여 같이 사용될 것이라는 점이다. 이는 기존의 이동통신 단말이 핸드오버를 수행하게 되었을 때 필요한 기능들과는 다른 새로운 기술

이 필요함을 의미한다. 이동통신 단말은 핸드오버를 수행하고자 할 때 서로 같은 무선접속 기술을 사용하는 네트워크간에 이동할 경우 일반적으로 기지국으로부터의 신호 세기 등을 바탕으로 핸드오버를 결정하게 되지만, 이동하고자 하는 네트워크가 다른 무선접속 기술을 이용한다면 보다 다양한 사항들을 고려하여야 한다.

4G 네트워크에서의 핸드오버 기법에 대한 연구는 4G 네트워크에 대한 전반적인 연구를 수행하는 여러 프로젝트에서 제안하는 기법들이 있으며, 또한 서로 다른 무선접속 기술을 사용하는 네트워크간의 핸드오버를 제공해 주기 위한 기법들이 있다. 서로 다른 네트워크간의 핸드오버는 vertical 핸드오버라고 하며, 단말이 3G 시스템 / 무선랜 / WiBro 등의 네트워크를 이동하기 위하여 필요한 네트워크 구조, 프로토콜, 단말 구조 등에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 4G 네트워크에 대한 연구 결과로도 출되는 단말의 핸드오버 기법은 4G 네트워크의 구조가 명확하지 않기 때문에 현재로서는 주로 기능적 구조에 대한 연구가 많이 이루어지고 있으며, 프로토콜 구조에 대한 연구가 같이 이루어지고 있다. 하지만 4G 네트워크에서의 연구 결과들이 제시하고 있는 핸드오버의 기능들은

기존 무선 이동 네트워크에서 정의된 기능들을 재정의하고 있을 뿐이며, 4G 네트워크에서 사용자의 끊임없는 이동성 제공을 위한 필요 기능들에 대한 연구는 부족한 상황이다. 특히 4G 네트워크에서 중요하다고 판단되는 QoS를 고려한 핸드오버 기법에 대한 연구는 아직 활발하게 이루어지고 있지 않으며, 단지 몇몇 논문들에서 관련 연구들을 발표하고 있을 뿐이다.

4G 네트워크에서 단말의 핸드오버를 제공해 주기 위해서는 무선 단말의 핸드오버를 유발시키는 trigger에 대한 다양한 고려가 필요하다. 이러한 trigger는 기지국으로부터의 신호 세기나 대역폭 등의 정보뿐만 아니라, 어플리케이션의 QoS 요구 사항이나 보안, 네트워크 및 단말 상태 등을 종합적으로 고려하여야 한다. 그리고 몇 가지의 trigger를 단순 비교를 통한 핸드오버 수행이 아니라 trigger의 중요도에 따른 차등화된 비교 분석을 통하여 핸드오버를 결정하여야 한다. 단말이 핸드오버를 수행하는 경우 어플리케이션의 QoS를 보장해 주기 위하여 자원 할당이나 예약 방안, 그리고 핸드오버를 수행할 네트워크를 선택하는 방안 등에 대한 연구도 필요하다.

본 논문에서는 4G 네트워크에서 단말의 끊임없는 핸드오버를 지원해 주기 위해서 필요한 핸드오버의 기능적 구조를 제안한다. 제안하는 핸드오버 구조는 Monitoring, Triggering, Handover module로 구성되어 있으며, 각각은 세부 기능을 구성하는 sub-module로 다시 세분화된다. 제안하는 구조의 가장 큰 특징은 단말이 핸드오버를 수행하고자 하는 경우 단말과 네트워크의 현재 상태에 대한 여러 가지 요소를 종합적으로 고려하고 이들간의 수평적인 비교가 아닌 단계적 비교를 수행하여 보다 정확한 triggering이 가능하도록 한다. 또한 단말의 QoS 요구 사항을 보장하고 네트워크의 혼잡도(congestion) 및 부하 조절(load balancing)을 위한 기능을 핸드오버 기능에 추가하여 효율적인 네트워크의 자원 사용이 가능하도록 설계하였다.

본 논문의 2장에서는 기존 연구 내용에 대해서 분석해 보고 3장에서 제안하고자 하는 핸드오버 기능 구조에 대해서 설명하도록 한다. 그리고 4장에서 결론 및 향후 연구 계획에 대해서 설명하도록 한다.

2. 기존 연구 분석

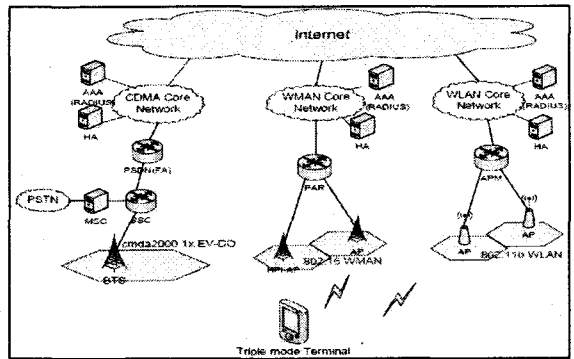
차세대 네트워크에서의 핸드오버 구조에 대한 연구는 여러 무선 접속 기술들간의 핸드오버 제공을 위한 네트워크 통합 기술, 네트워크 및 단말에서의 핸드오버 제공을 위한 구조 연구, 그리고 차세대 네트워크 관련 여러 연구 결과들에서 언급하고 있는 핸드오버 연구가 있다. 본 장에서는 이들 각각에 대해서 연구 내용들을 살펴보도록 한다.

2.1 Vertical 핸드오버를 위한 네트워크 구성 기술

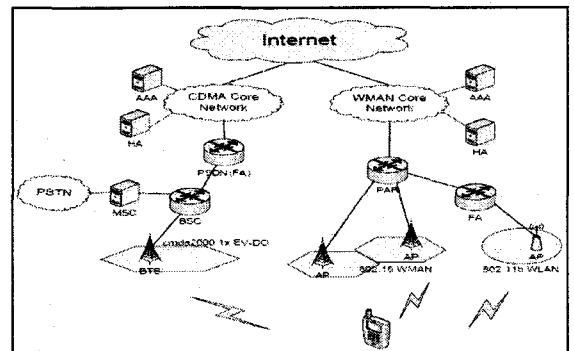
현재까지 vertical 핸드오버 제공을 위한 연구는 주로 3G 네트워크와 무선랜 네트워크간의 핸드오버를 제공해 주기 위한 네트워크 통합 기술 개발에 중점을 두고 있다. 특히 이러한 네트워크 통합 기술은 무선랜의 AP가 어디

에 위치하고 있는냐에 따라서 tightly coupling과 loosely coupling 기법으로 구분하고 이들 각각에 대해서 장단점을 비교하고 있다 [1]. 현재 3G 시스템의 표준화를 담당하고 있는 3GPP/3GPP2에서도 이러한 네트워크 구조 연구에 초점을 맞추어 표준화를 진행하고 있다 [2]. 그림 1은 loosely coupling 기법과 tightly coupling 기법에서의 네트워크 구조를 보여주고 있다. Loosely coupling 기법에서는 3G나 무선랜, 그리고 WiBro 등과 같은 서로 다른 무선 접속 기술들간의 핸드오버를 위해서 네트워크를 인터페이스를 통하여 연결하도록 네트워크 구조를 제안하고 있다. 반면 tightly coupling 기법에서는 무선랜이 WiBro 시스템에 연결되거나 혹은 3G 시스템의 기지국에 연결되는 구조를 제안하고 있다. Loosely coupling 기법은 인터넷을 통한 네트워크의 통합 구조를 제안함으로써 설치 및 구현이 용이하다는 장점이 있으며, tightly coupling 기법은 AP가 3G나 WiBro 네트워크에 속함으로써 서비스 제공자의 입장에서 과금이나 보안 정보의 통합 및 유지 관리가 용이하다는 장점이 있다.

이러한 네트워크 구조에 대한 연구는 네트워크 구조에 따른 제어 정보의 최적화나 서비스 제공자의 측면에서 관리의 용이성 등에서 중요하다고 할 수 있지만, 차세대 네트워크에서 필요한 핸드오버시 QoS 보장 방안이나 핸드오버 최적화 기법 등에 대한 연구와는 조금 거리가 있을 수 있다.



(a) Loosely coupling 기법



(b) Tightly coupling 기법

그림 1. Loosely / Tightly coupling 기반의 네트워크 구조

2.2 핸드오버 제공을 위한 구조 연구

핸드오버 제공을 위한 네트워크 및 단말의 구조 연구에 대한 것은 IEEE 802.21 WG에서 진행하고 있는 MIH [3] 기술이 대표적이다. MIH는 Media Independent Handover의 약자로서 2계층과 3계층의 프로토콜 계층 사이에 2.5계층 형태로 MIH 계층을 두고 있다. 이 MIH 계층은 단말이 여러 인터페이스를 가지고 있는 경우 이들이 서로 다른 무선 접속 기술을 이용함에 따라서 상위 프로토콜 계층에 전달하고자 하는 서로 다른 정보 형태를 공통 정보로 바꾸어 전달하고, 상위 계층에서 전달되는 명령 등을 하위 인터페이스의 기술에 맞게 바꾸어 전달하는 역할을 수행한다. 그림 2는 MIH의 참조 모델을 보여주고 있다.

MIH가 제공해 주는 기능은 Event 서비스, Command 서비스, 그리고 Information 서비스로 구분된다. 이중 Event 서비스는 2계층에서 발생하는 정보를 상위 계층으로 전달하는 서비스로서 local event와 remote event를 모두 지원한다. Command 서비스는 상위 계층에서 하위 계층으로 특정 명령을 지시하는 서비스로 상위 계층에서 MIH 계층으로 전달하는 명령과 MIH 계층에서 하위 계층으로 전달하는 명령으로 구성된다. 마지막으로 Information 서비스는 핸드오버에 필요한 네트워크 정보들을 검색 및 획득하는 서비스로, 단말과 네트워크간 정보를 전달할 수 있는 전송 프로토콜이 요구된다. 또한 네트워크에서 원활한 정보 제공을 위하여 서버를 정의하고 있다.

단말 및 네트워크에서는 MIH가 제공해 주는 기능을 이용하여 핸드오버를 수행하기 위해 필요한 trigger 생성, 핸드오버에 적합한 네트워크 선택, 인터페이스 관리 등의 기능을 수행하여 단말의 핸드오버 성능을 높이고자 노력한다. 하지만 이러한 핸드오버 구조는 제어 메시지의 통합과 핸드오버에 적합한 네트워크 선택 정보의 획득, 그리고 인터페이스를 관리하기 위한 상위 계층의 정보 전달 기능 등을 제공할 뿐이며, 실제로 네트워크를 선택하기 위한 방법이나 차세대 네트워크에서 중요한 QoS 보장 방안 등에 대한 내용은 언급하지 않고 있다.

2.3 차세대 네트워크에서의 핸드오버 관련 연구

차세대 네트워크에 대한 연구는 전 세계적으로 이루어지고 있으며, 각 연구에 따라서 다양한 네트워크 구조와 필요 기능들을 정의하고 있다. 그 중에서 유럽을 중심으로 이루어지고 있는 프로젝트들은 광범위한 연구 결과를

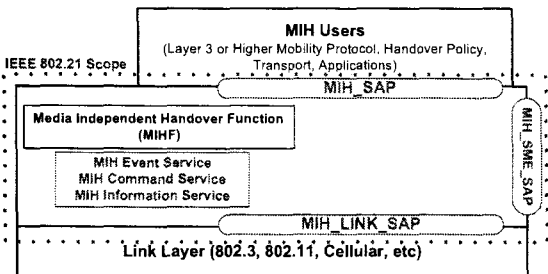


그림 2. MIH 참조 모델

도출하고 있으며, 본 논문에서 제안하고자 하는 핸드오버 구조에 대한 연구도 포함하고 있다. 본 논문에서는 여러 연구 결과 중에서 Ambient network [4] 프로젝트를 중심으로 살펴보고자 한다.

Ambient network 프로젝트는 차세대 이동통신 네트워크를 위해서 필요한 네트워크 구조를 제안하고 단말의 이동성 및 보안 제공 등을 위해서 work package들을 구성하여 필요 기술들을 제안하고 있다. 이 중에서 단말의 이동을 제공하기 위하여 generic link layer(GLL)를 정의하고 이를 이용하여 IP 계층에서 무선 링크의 전환을 감지하지 못하도록 함으로써 IP 기반의 이동성 기술에서 발생할 수 있는 데이터의 손실을 방지하고자 한다. 또한 GLL은 재구성 가능한 구조를 바탕으로 여러 무선접속 기술들이 공존하는 상황에서 무선접속 기술에 적합한 동작이 가능하도록 네트워크 및 단말에서의 정보를 바탕으로 link layer를 구성하도록 하였으며, 이를 이용하여 context transfer 등이 보다 효율적으로 동작하도록 구조 및 알고리즘을 제안하고 있다. 이러한 개념은 그림 3에서 보는 바와 같이 앞 절에서 설명한 MIH 계층과 유사한 구조를 가지고 있다.

Ambient network 프로젝트에서 제공하고 있는 GLL 기능은 단말이 여러 무선접속 기술을 이동하기 위해서 필요한 기능이지만, IP 이동성문제 또한 고려하여야 한다. 이를 위해서 ambient network에서는 그림 4와 같이 mobility framework를 정의하고 있으며, 단말의 이동에 따른 효율적인 핸드오버를 위해서 응용 프로그램 기반의

Generic link layer

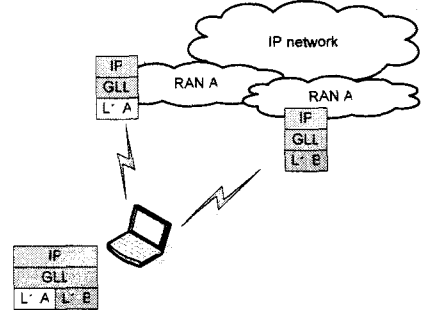


그림 3. Generic link layer (GLL) 구조

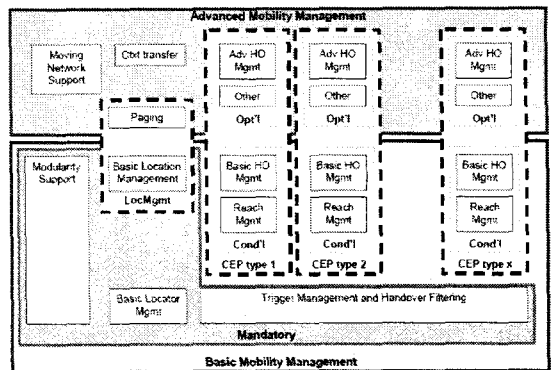


그림 4. Mobility management 구조

핸드오버 triggering 등을 정의하고 있다. 즉 단말이 사용하고자 하는 네트워크의 특성은 무선접속기술뿐만 아니라 그 네트워크의 상태와 단말이 사용하고자 하는 응용 프로그램의 특성에 따라서 종합적으로 고려하여 선택되어야 한다. 이를 위해서는 단순히 신호 세기를 기반으로 한 네트워크 선정 기법이 아니라 응용 프로그램이 요구하는 QoS, 각 네트워크의 상태, 가용 대역폭 정보 등을 기반으로 하여 네트워크 및 사용자가 선택할 수 있는 기법이 필요하다.

3. 제안하는 핸드오버 기능 구조

본 장에서는 차세대 네트워크에서 단말의 끊임없는 핸드오버를 제공해 주기 위해서 필요한 핸드오버의 기능 구조를 제안하고 각각의 기능에 대해서 설명하도록 한다. 그림 5는 제안하고자 하는 전체적인 핸드오버 구조를 보여주고 있다. 제안하는 핸드오버 구조는 Monitoring, Triggering control, 그리고 Handover control 부분으로 구성된다. Monitoring 부분은 핸드오버와 관련된 각종 trigger를 발생시킬 수 있는 event들을 감시하고 이에 대한 정보를 Triggering control 부분으로 전달하는 기능을 수행한다. Triggering control 부분은 Monitoring 부분에서 전달된 정보를 바탕으로 일차적인 trigger factor 검사

를 수행하고, 이 결과들을 바탕으로 전체적인 trigger를 구성한다. 또한 Triggering control 부분에서는 무선 자원 관리를 위하여 RRM 기능을 가지고 있으며, RRM 기능은 자원 예약 등의 기능뿐만 아니라 네트워크의 혼잡도, 부하 분산 등의 기능을 동시에 수행한다. 마지막으로 Handover control 부분은 Triggering control 부분에서 전달된 trigger 정보를 바탕으로 주변 네트워크 정보와 종합하여 실제로 핸드오버를 수행할 것인지를 결정하게 된다. 만약 Handover control 부분에서 실제로 핸드오버가 필요하다고 판단될 경우 네트워크 및 MAC 계층에서의 핸드오버가 수행된다.

3.1 Monitoring part

Monitoring part는 주기적으로 내부 및 외부 네트워크들의 여러 정보들을 감시하는 역할을 담당하며 감시한 내부 및 외부 네트워크의 정보를 Triggering control part로 보낸다. Monitoring part에서 주기적으로 획득하고 관리하는 정보는 크게 사용자의 system profile과 사용자의 QoS profile, 그리고 application 계층에서 감시하는 각 application 별 QoS정보, 네트워크 계층에서 감시하는 이웃 네트워크의 정보, 부하 정보, MAC/link 계층에서 감시하는 PER(packet error rate), 물리계층에서 감시하는 정보 등으로 나뉘 수 있다. 이렇게 수집한 정보는 각 정보의

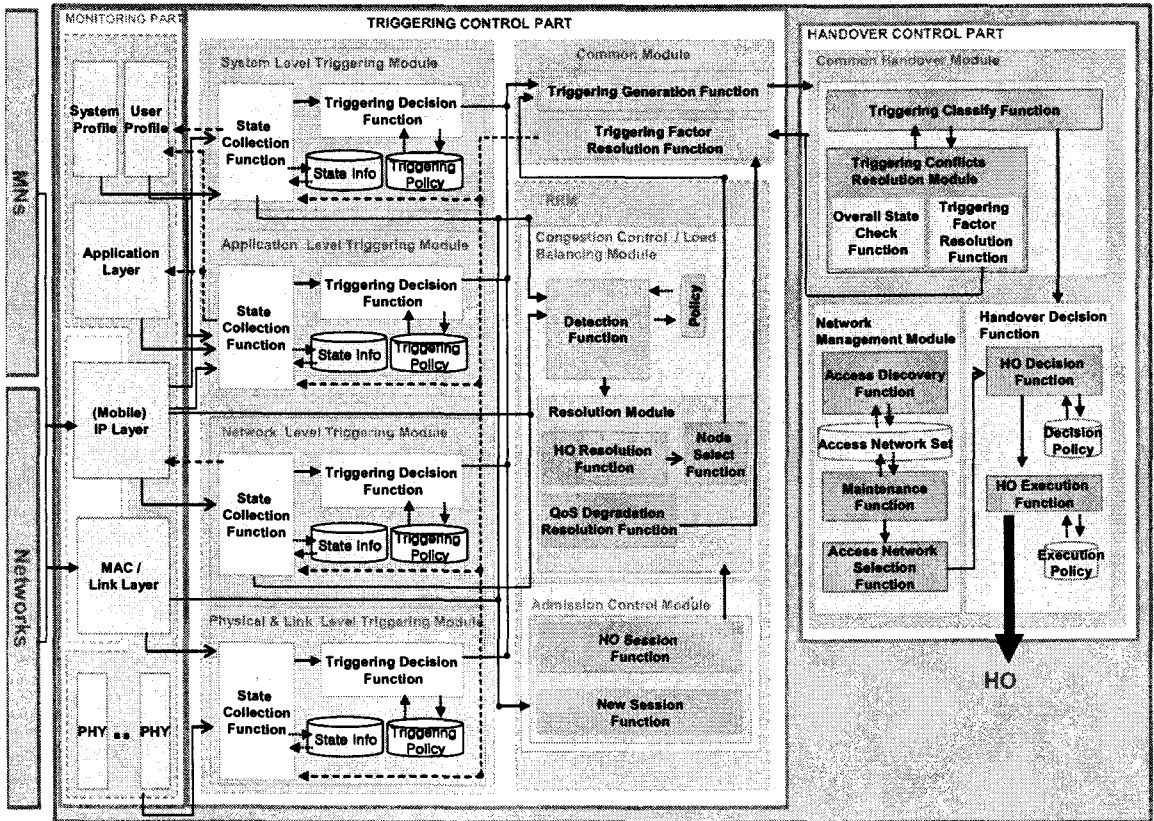


그림 5. 제안하는 핸드오버 기능 구조

특성 별로 구분되어 Triggering control part의 해당 Triggering function으로 전달 된다. 제안하는 핸드오버 구조에서 고려하는 triggering factor는 다음과 같다.

(1) *System Profile*: 해당 개체의 system profile 정보를 저장하고 있으며, 주기적으로 현재의 시스템 상태 혹은 다른 단말들의 상태를 감시하고 변동사항을 기록해서 해당 정보를 system level triggering function으로 넘겨주는 역할을 수행한다. 관리 되는 정보는 현재 단말의 수, 지원할 수 있는 최대 단말의 수, 현재 단말의 이동 속도 및 위치, QoS 제공 정보 등이 있으며, 이러한 정보를 Triggering control part로 주기적으로 측정된 값을 전달 한다. 또한 해당 정보에 대한 요청이 왔을 때에도 값을 전달 한다.

(2) *User Profile*: 사용자의 profile 정보를 관리하는 역할을 수행한다. 관리되는 정보로는 사용자의 등급 (bronze, silver, gold), 사용자의 QoS 선호도 (고용량 데이터 전송을 위한 빠른 전송 속도 혹은 멀티미디어 서비스를 끊임 없이 지원받기 위한 작은 delay 등, 사용자의 등급에 따라 상한선을 둔다.) 등의 정보가 있다. 이러한 정보를 Triggering control part가 필요로 할 때 전달 해 준다.

(3) *Application 계층*: Application 계층에서는 각 application이 요구하는 QoS 정보와 이들 application들이 현재 서비스 되고 있는 QoS 정보를 관리하는 역할을 담당한다. 이들 값들을 Triggering control part에 주기적으로 전달되며, 요청이 있는 경우에도 전달 해 준다.

(4) *IP 계층*: IP 계층에서는 이웃 개체들간의 통신을 통한 정보들을 관리한다. 자신의 네트워크나 이웃 네트워크에 대한 액세스 라우터, 액세스 포인트, 자신이 관리하는 단말 등에 대한 정보를 관리하며, 정보의 예로는 액세스 라우터 및 액세스 포인트에 대한 주소, 각각이 관리하는 부하 (load) 상황, 사용자 수, coverage 정보 등이 있다. 이러한 정보는 핸드오버를 수행 할 필요가 있을 때 미리 이웃 네트워크의 각종 정보를 바탕으로 최적의 네트워크를 선택하는 등의 방법으로 이용 될 수 있다.

(5) *MAC/ Link 계층*: MAC 계층을 통해서 관리 되는 정보는 다음과 같다. 단말의 경우에는 현재 자신이 사용하는 link / channel의 상태를 나타내는 SNR(Signal to Noise ratio), Loss Rate, 평균 전송 속도 등이 있으며, 네트워크의 경우는 자신이 서비스 하고 있는 단말이 새로운 Session을 서비스 받기를 요청 하는 경우에 해당 정보를 Triggering Control Part에 전달 한다.

### 3.2 Triggering control part

다양한 triggering source 가 존재하는 상황에서 모든 trigger를 한꺼번에 처리하는 것은 오버헤드가 될 수 있으며 정해진 하나의 기준으로 여러 가지 발생할 수 있는 상황을 처리하기 어렵다. 따라서 효과적인 trigger의 처리를 위하여 각각의 source 에서 trigger를 관리하게 함으로써 Handover control part에서 trigger를 처리해야 하는 부담을 줄일 수 있다. 또한 RRM을 두어서 congestion control, load balancing, admission control 기능을 제공해 줌으로써 효율적인 네트워크 자원 관리를 제공한다.

Triggering control part는 크게 세가지 module로 구성 된다. 우선, triggering source별로 triggering factor를 검사하고 그에 따른 trigger 발생 여부를 결정하는 trigger check module (System Level, Application Level, Network Level, Physical & Link Level)이 존재 한다. 또한 trigger를 생성하는 기능과 여러 trigger factor를 검사한 결과가 서로 상충될 때 이를 해결하기 위한 resolution 기능으로 이루어진 common module이 존재하며, 효율적으로 무선 자원 관리를 수행하기 위한 RRM module이 있다. 이들 각각의 기능에 대해서 설명하면 다음과 같다.

#### 3.2.1 Trigger check module

Trigger check module에서는 monitoring part에서 전달된 각종 정보를 저장하고 triggering source별로 전달된 triggering factor 값을 검사하여 핸드오버가 필요하다고 판단될 경우 1차적인 trigger를 생성하여 common module로 전달하는 기능을 담당한다. Trigger check module을 구성하는 기능들은 다음과 같다.

(1) *Triggering state collection function*: Trigger를 생성할지를 결정하기 위해서는 현재 trigger factor들의 상태를 알아야 하는데, 이를 위해서 monitoring part를 통해서 각 triggering source 별로 관련된 trigger factor들의 주기적으로 체크된 값들을 모으는 역할을 하는 한다.

(2) *Triggering decision function*: 각 triggering source에서 수집된 trigger factor들의 값과 시스템에서 정의된 policy에 따른 threshold 값을 비교하여 trigger를 발생시킬지를 결정하게 된다. 현 단계에서의 trigger 생성은 각 triggering source에서 정의된 여러 triggering factor를 비교하여 triggering source별로 대표적인 trigger를 생성하게 된다. 이렇게 생성된 trigger들은 common module로 전달된다.

#### 3.2.2 Radio resource management module

일반적인 RRM의 기능은 단말의 요청에 의한 무선 자원의 예약이나 관리 등을 의미하지만, 제안하는 핸드오버 구조에서는 자원예약 등의 기능은 하부 MAC 프로토콜에서 정의된 기능을 이용한다. 이외에 제안하는 핸드오버 구조의 RRM이 가지는 기능은 핸드오버 수행을 결정하기 위한 trigger 생성 기능을 담당하게 되며, trigger를 생성하기 위한 기능으로 congestion control / load balancing sub-module과 admission control sub-module로 나누어 무선 자원에 관련된 trigger를 생성한다. 각각의 sub-module들의 기능은 다음과 같다.

(1) *Congestion control/load balancing sub-module*: Detection function에서는 네트워크에서 현재 서비스중인 단말의 수가 정해진 threshold를 초과하는 경우, 혹은 네트워크가 서비스 해 주는 단말의 level 중에서 특정 level 단말의 수가 capacity를 초과하는 경우에 trigger를 생성한다. 이때 네트워크의 load가 전체 대역폭의 threshold를 초과하면 정해진 policy에 따라서 congestion-caution trigger와 congestion-warning trigger를 생성한다. Resolution function에서는 전달된 trigger가 congestion-warning이라면 HO resolution

function이 수행되며 request-by-congestion trigger를 생성한다. 이 trigger가 생성되면 node select function을 통하여 특정 단말을 선택한 후 현재 네트워크의 load상태를 줄이기 위해 선택된 단말에 HO trigger를 발생시킴으로써 load balancing 을 수행하게 된다.

전달된 trigger가 congestion-caution일 경우에는 load balancing과 특정 단말을 핸드오버 시키게 된다. 하지만 이 후에도 load상태가 계속 congestion이라고 판단될 만큼 높다면 QoS degradation resolution function을 수행한다. QoS degradation resolution function은 특정 사용자의 등급이 낮은 flow에 대해서 QoS level을 낮추고 할당된 자원을 회수함으로써 전체 네트워크의 load를 줄인다.

#### (2) Admission control sub-module

Admission control은 현재 사용하고 있는 flow와 새롭게 핸드오버를 수행하는 flow들간의 QoS를 고려한 우선순위를 결정하는 기능이다. 이를 위하여 핸드오버 session과 new session으로 나누어 session의 생성을 구분하고 각각에 대해서 자원이 모자랄 경우 핸드오버를 위한 trigger를 생성하게 된다.

- Handover session function: Handover session은 반드시 허가해줘야 하는 session이지만, 현재의 네트워크에서는 해당 session을 허가 해줄 만큼의 자원을 가지고 있지 않기 때문에 핸드오버를 통해서 그 자원을 확보한다. 이를 위해서 resolution module을 통해서 특정 단말을 핸드오버 시키거나 현재 서비스 받고 있는 단말들의 QoS를 낮추는 작업을 한다.

- New session function: 새로운 session을 설립하는 경우에 현재 resource를 체크 하는데 이때 새로운 session의 설립이 힘든 경우에 resolution module을 통해서 처리를 한다. 단말의 QoS 요구 사항이 높은 경우에는 resolution module을 통해서 특정 단말을 핸드오버 시키거나 현재 서비스 받고 있는 단말 중에서 session을 수립하려고 하는 단말보다 service level이 낮은 단말들의 session QoS를 낮추는 작업을 한다.

- Resolution function: 만약 전달된 trigger가 Handover session function을 통해 전달된 trigger 라면, Handover resolution function이 수행되며 이 경우에는 특정 단말을 다른 곳으로 핸드오버 하도록 처리하며, trigger가 New session function을 통해 전달된 trigger라면 특정 사용자의 등급이 낮은 flow의 QoS를 낮춤으로써 session을 개설 할 수 있도록 한다.

#### 3.2.3 Common module

Common module은 최종적으로 trigger를 생성하여 Handover control part로 전달하는 기능을 수행한다. 이를 위하여 Trigger check module에서 전달된 각 triggering source들의 trigger와 RRM module에서 전달된 trigger를 종합하여 resolution을 수행한 후 실제로 핸드오버를 수행하기 위한 trigger를 생성한다. 이렇게 생성된 trigger는 Handover control part로 전달되어 단말의 핸드오버를 수행하게 된다.

#### 3.3 Handover control part

Handover control part는 common handover module과 network module, 그리고 handover decision module로 구성된다. Common handover module은 Triggering control part에서 전달된 trigger를 바탕으로 trigger factor로부터 값을 추출하고 이는 이동할 네트워크를 선택하기 위한 기준 값이 된다. Network module은 단말이 핸드오버를 수행하기 위해서 필요한 주변 네트워크 정보를 획득하고 이들을 분류하는 역할을 수행한다. 이를 통하여 네트워크 상태를 파악하고 common handover module에서 획득한 값과 비교하여 최적의 네트워크를 선택하게 된다. 마지막으로 handover decision module에서는 선택된 네트워크로 핸드오버를 수행하는 역할을 수행한다.

#### 4. 결 론

차세대 무선 네트워크에서 단말의 끊임없는 이동성을 제공해 주기 위한 핸드오버 기술은 연구가 활발히 진행되고 있는 분야이다. 단말의 끊임없는 이동성을 제공해 주기 위해서는 현재까지 연구된 핸드오버 기능 및 구조에 대한 연구와 함께 보다 다양해진 네트워크 환경과 QoS 등을 고려한 종합적인 핸드오버 기능에 대한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 차세대 무선 네트워크에서 단말의 끊임없는 핸드오버를 제공해 주기 위하여 필요한 기능들을 도출하고, 이들간의 유기적인 연관관계를 정의하여 다양한 네트워크 환경과 사용자의 우선순위, 어플리케이션의 QoS 요구 조건 등을 고려한 종합적인 핸드오버 기능 구조를 제안하였다. 제안하는 핸드오버 구조는 Monitoring, Triggering, Handover의 세 가지 module로 나뉘어져 있으며, 각각은 sub-module로 세분화되어 정의되었다. 제안하는 핸드오버 구조의 가장 큰 특징은 핸드오버를 유발시킬 수 있는 여러 가지 요소를 종합적으로 고려하며 이들간의 수평적인 비교가 아닌 단단계 비교를 수행하여 보다 정확한 triggering이 가능하도록 한다. 향후 단말의 trigger 및 핸드오버 결정을 위한 policy function에 대한 연구 및 프로토콜 측면에서의 구조에 대한 연구가 필요하다.

#### 5. 참고 문헌

- [1] M. Buddhikot, G. Chandranmenon, S. J. Han, Y. W. Lee, S. Miller and L. Salgarelli, "Integration of 802.11 and Third Generation Wireless Data Networks," IEEE Infocom 2003.
- [2] 3GPP TR 23.836, "Quality of Service (QoS) and policy aspects of 3GPP - Wireless Local Area Network (WLAN) interworking," 3GPP Technical Report, 2005.
- [3] IEEE P802.21/D01.00, "Draft IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Media Independent Handover Services," IEEE, 2006.
- [4] WWI Ambient Networks, "Ambient Networking: Concepts and Architecture," Sixth Framework Programme, Mobile and Wireless Systems beyond 3G, Project 507184, IST, 2005.