

PMIPv6에서 QoS 측정값에 따른 Flow Mobility 방안 제안

이성로*, 김수현*, 장대웅**, 민상원^o

Flow Mobility Scheme Based on a Measured QoS Condition in PMIPv6 Network

Seong Ro Lee*, Su-Hyun Kim*, Dae-wong Jang**, Sang-Won Min^o

요약

본 논문은 무선 네트워크에서 하나의 단말기가 복수의 인터페이스를 이용하여 상이한 액세스 네트워크에 접속할 때 QoS에 따른 플로우 이동성 지원을 위한 방안을 제안한다. 이를 위해서 PBU/PBA 메시지의 확장 및 LMA에 추가적인 QoS request 메시지 절차 추가하였다. 제안한 방법을 통해 LMA가 이동할 네트워크에 대한 QoS정보를 수집하고 플로우 이동을 결정하여 사용자에게 네트워크 상황에 따른 최적의 서비스를 제공할 수 있다. 제안한 방안은 state transition diagram을 이용하여 수행 여부를 확인하였다.

Key Words : PMIPv6, flow mobility QoS

ABSTRACT

In this paper, we propose a scheme for the support of flow mobility according to a QoS condition when a mobile node with multiple wireless interface moves and attaches to a different access network. For this purpose, we extend the fields of the PBU/PBA message and add an additional request procedures. Through the proposed scheme, we can provide the best service in according to the network conditions of the next access network based on the measured QoS values by LMA. Finally we consider the state transition diagram of our proposed scheme and confirm its operation

I. 서론

최근 WLAN(wireless LAN), mobile WiMAX (worldwide interoperability for microwave access), LTE(long term evolution) 등 다양한 무선 액세스 기

술이 발달함에 따라 서로 다른 액세스 기술을 동시에 사용할 수 있는 지역이 증가하고 있다. 이 때문에 여러 개의 인터페이스를 이용하여 이기종망에 접속 가능한 multi-interface MN(mobile node)가 필요하게 되고 multi-interface MN의 특성상 상이한 액세스 네

※ 이 논문은 2013년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단(No.2011-0029321)과 2012년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2012R1A1A2007155) 및 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력과정 지원사업(NIPA-2014-H0401-14-1009)의 지원을 받아 수행된 연구임의 연구결과임.

♦ First Author : Mokpo National University Department of Information Electronics Engineering, srlee@mkpo.ac.kr, 정희원

^o Corresponding Author : Kwangwoon University Department of Electronics and Communications Engineering, min@kw.ac.kr, 정희원

* Kwangwoon University Department of Electronics and Communications Engineering, suhyun@kw.ac.kr, 학생회원

** Kwangwoon University Department of Electronics and Communications Engineering, jdw@kw.ac.kr

논문번호 : KICS2014-05-163, Received May 2, 2014; Revised September 12, 2014; Accepted September 12, 2014

트위크가 오버레이 되는 환경에서 정책이나 상황에 따라 액세스 네트워크를 선택하는 것이 가능하며 이는 부하 분산(load balancing)이나 대역폭 향상, 끊임 없는 핸드오버 서비스를 위한 백업 인터페이스 제공 등 낮은 비용으로 QoS(quality of service)를 보장하는 동시에 사용자들에게 다양한 서비스 환경을 제공한다^[1]. 그러나 이는 QoS 지원을 위하여 고정된 파라미터를 기반으로 제한적인 QoS를 제공하고, PMIPv6(proxy mobile ipv6)기반에서는 네트워크 entity가 이동성 관리를 하기 때문에 사용자의 의도를 고려하지 않는다.

따라서 본 논문에서는 사용자의 의도를 고려한 QoS에 따른 PMIPv6망 내에서의 플로우 이동성 적용 방안을 제안하였다. 사용자가 원하는 플로우의 일부를 효율적으로 이동하기 위하여 MN이 PMIPv6 도메인에 접속 시 얻게 되는 policy profile에서 어떤 정책에 의한 플로우 이동을 수행할 것인지에 대한 정보를 획득할 수 있게 하였으며 MAG(mobile access gateway)와 LMA(local mobility anchor)간에 교환하는 PBU(proxy binding update)/PBA(proxy binding acknowledgement) 메시지를 확장하였다. 또한 LMA와 관리하는 BCE(binding cache entry)에 필드를 추가하여 확장하였으며 PTE(priority table entry)를 추가하였다. Policy profile에서 획득한 정책에 따라 LMA는 이동할 플로우를 결정할 수 있으며 알고리즘을 통하여 효율적인 flow mobility를 수행하도록 정의하였다. Flow mobility 수행에 관해 FU(flow update)/FA(flow acknowledgement) 메시지를 추가하여 p-MAG(preview-MAG)와 n-MAG(next-MAG)에게 플로우 이동에 대한 사실을 알리도록 하였고, MN과 n-MAG의 L2 attachment 이후 QoS request 절차를 추가하여 이동할 네트워크에 대한 혼잡을 측정해 플로우 이동여부를 결정하게 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문의 기본이 되는 이동성 관리 기술인 PMIPv6와 QoS 정의 및 측정방법에 대해 살펴보고 3장에서는 기존 flow mobility의 문제점을 설명하고, QoS에 따른 flow mobility 제공을 위해 고려해야 할 사항과 이를 해결하기 위한 연구에 대해 기술한다. 4장에서는 3장에서 연구한 내용을 기반으로 하여 시뮬레이션 검증을 통해 성능 분석을 수행하고 5장에서 결론을 도출한다.

II. 관련 연구

2.1 PMIPv6

PMIPv6는 MIPv6(mobile ipv6)와 마찬가지로 MN에게 이동성을 제공하는 프로토콜이다. 하지만 Host Based Mobility인 MIPv6와는 달리 PMIPv6는 네트워크가 MN을 대신하여 이동성 절차를 수행하고 관리하는 Network Based Mobility 방식으로 동작한다. 따라서 PMIPv6 도메인에 접속하는 MN은 이동성 절차를 위한 추가적인 절차를 요구하지 않으며, 일반적인 IPv6를 탑재한 MN이라면 PMIPv6에서 이동성을 제공할 수 있다. 이러한 기능을 지원하기 위해 PMIPv6에서는 LMA와 MAG를 정의하고 있다. LMA는 PMIPv6 도메인에서 MN에 대한 일종의 홈 에이전트 역할을 수행한다^[2].

LMA는 보통 도메인 내부 게이트웨이에 위치하며, MN의 HNP(home network prefix)를 할당하고 MAG와의 IP 터널을 관리하는 역할을 수행한다. PMIPv6 도메인에서 MN은 유일한 HNP를 할당 받으며 다른 링크 로컬로 이동하더라도 LMA가 동일한 HNP를 MN에게 할당해 주는 과정을 수행한다. 이로 인하여 MN는 PMIPv6 도메인 내에서 IP의 변경 없이 이동성을 보장 받는다. MAG는 주로 액세스 라우터에 위치하며, MN을 대신해서 이동성 절차를 수행하고 MN의 모니터링을 수행한다. MN이 MAG에 접속하면, MAG는 MN의 정보를 이용하여 LMA와 PBU, PBA 메시지를 주고받아 연결설정을 하고 LMA로부터 전송 받은 패킷을 MN에게 전달한다. 그림 1은 PMIPv6 네트워크의 동작을 간단히 나타낸 것이다. MN의 이동에 따라 MAG와 RS, RA 메시지를 주고받음으로써 HNP를 제공받는다. 이때 MAG가 MN을 대신하여 PBU, PBA 메시지를 주고받음으로써 양방향 IP 터널을 다시 설정하고 이를 통하여 이동성을 제공받게 된다^[3].

한번 설정된 HoA(home address)는 PMIPv6내에서 바뀌지 않는다. 즉, MN이 PMIPv6 도메인에 초기 접속할 때에만 IPv6절차에 따라 주소를 생성하며 이후 PMIPv6 도메인 내에서는 HoA를 유지함으로써 DAD(duplication address detection) 과정을 생략할 수 있다. MN이 링크 상에 연결되면, MAG는 MN_Attach를 통해서 MN의 ID와 프로파일 정보를 획득한다. MN의 프로파일 정보는 정책서버, AAA(authentication authorization accounting) 서버 등을 이용하여 획득할 수 있다. 이 프로파일 안에는 MN의 ID, LMA의 IPv6 주소, 액세스 링크 상의 IP주소 설정방법이 필수적으로 기술되어 있으며, 추가적으

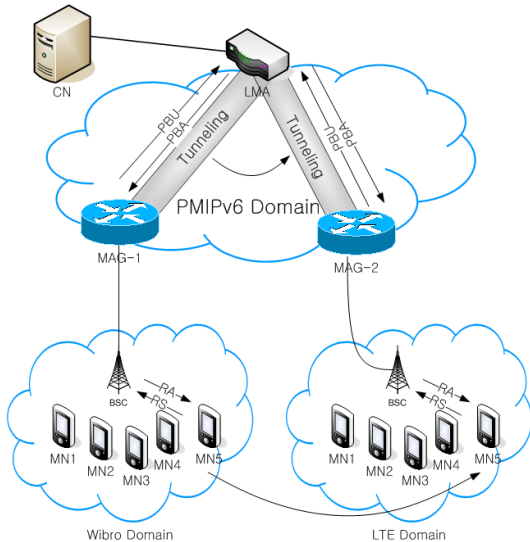


그림 1. PMIPv6 네트워크 구성도
Fig. 1. Network structure of PMIPv6

로 MN의 IPv6 홈 네트워크 주소도 포함할 수 있다. MAG와 연결된 MN은 HNP를 요청하기 위하여 RS 메시지를 MAG에게 전송하거나 MAG가 MN의 접속을 인지하여 MN의 현재 위치를 LMA에 등록하기 위해 PBU 메시지를 전송한다. PBU를 수신한 LMA는 MN의 HNP정보가 포함된 PBA 메시지를 MAG에게 전송하고, MAG가 PBA를 수신하면 MAG-LMA간 양방향 IP터널을 설정한다. 그 후, MN는 MAG로부터 HNP정보가 포함된 RA 메시지를 전송 받음으로써 IP 주소를 설정하며 설정한 IP의 중복여부를 확인하기 위하여 DAD 과정을 수행하게 된다. 주소 설정이 끝나면 PMIPv6 도메인 외부에서 도메인 내 MN에게 보내지는 패킷은 LMA가 수신하여 MAG-LMA간의 양방향 IP터널을 통하여 MAG로 전송되고 이후 MN에게 포워딩 된다. MN이 송신하는 모든 패킷은 MAG에서 양방향 IP 터널을 통해 LMA로 전달된 후, LMA에서 목적지로 다시 전달한다.

2.2 QoS 정의 및 측정 방법

QoS는 네트워크 내의 지연 시간, 패킷 손실률 등에 따라 통신 서비스 품질을 규정하는 것을 의미한다. QoS는 크게 사용자가 실질적으로 서비스 QoS를 느끼는 표현 및 체감 QoS와 사용자의 서비스 이용 및 제어의 편리성을 보장하는 이용 및 제어 QoS로 나눌 수 있다⁴⁾. 트래픽의 QoS 특성을 나타내는데 사용하는 파라미터를 QoS 파라미터라고 하며, 대표적인 QoS 파라미터는 대역폭, 지연 시간, 지터, 그리고 패

킷 손실률이 사용된다. 최근 영상통화, IPTV, VoIP(voice over IP)와 같은 멀티미디어 서비스와 다양한 실시간 응용 서비스들이 활성화되면서 인터넷에서의 서비스 질적 향상과 높은 대역폭이 요구되고 있지만 기존 인터넷은 모든 패킷을 동일하게 전달하기 때문에 서비스에 따른 패킷 손실 또는 지연시간 등의 QoS에 대한 요구 사항을 보장해 주지 못하고 있다. 이를 위해 트래픽을 구분하고 우선순위를 부여하여 실시간 서비스들에 대한 품질을 보장하기 위하여 QoS 성능 개선에 대한 연구가 진행되고 있다.

일반적으로 인터넷 망의 성능을 측정하는 방법으로 가장 널리 사용되는 방법은 PING(packet internet grouper)에 기반을 둔 방법이다. PING에 의한 망의 성능 측정은 RTT(round-trip time) 및 양방향 패킷 손실률을 기본으로 한다. RTT를 계산하는 방법은 ICMP echo request 패킷을 보내 시간을 저장하고 그에 대한 ICMP echo reply 패킷을 수신한 시간을 계산하여 차이를 구하는 것이다. PING을 사용함으로써 사용자는 망의 동작 시험이 가능하며 총 송신 및 수신 패킷 개수와 RTT의 최대, 최소, 평균 그리고 표준편차 값을 측정할 수 있다.

III. QoS에 따른 Flow Mobility 지원 방안 제안

3.1 PMIPv6 망에서 플로우 이동성시 문제점

PMIPv6 기반의 flow mobility 지원은 MN의 개입을 최소한으로 하고 네트워크에서 이동에 관한 수행이 이루어지는 것을 기본으로 한다. 기존 flow mobility 지원 방안은 플로우 이동 상태를 관리 테이블을 통해 LMA에서 플로우 이동을 확인하고 관리한다. 하지만 이는 액세스 네트워크에 따라 매겨진 우선순위를 이용하여 정적인 QoS에 따른 flow mobility만을 지원한다.

PMIPv6에서는 MN 대신에 네트워크에서 이동성 관리를 수행하기 때문에 MN이 어떤 트래픽을 어떤 네트워크를 통하여 전송할 것인지에 대한 의도를 정확히 알 수가 없다. 이를 위하여 PMIPv6 도메인에서 트래픽이 전송될 네트워크를 정적으로 결정하거나 또는 링크 계층의 트리거링을 이용하여 flow mobility를 제공하는 기법이 제안되었다^{5,6)}. 그렇지만 이러한 정적인 결정 방법은 MN의 의도와는 전혀 상관없이 플로우 기반의 이동성이 제공된다는 문제가 발생 한다⁷⁾.

기존에 제안된 PMIPv6에서 flow mobility 지원 방안은 단순히 정적인 QoS만을 반영하고 있기 때문에 실제적인 네트워크를 혼잡을 고려하지 못한다. 네트워

크 기반 이동성 관리의 취지에 맞게 MN에 어떠한 수정도 요하지 않고서 어느 플로우를 어느 인터페이스로 서비스 받고자 하는지에 대한 MN의 의도를 네트워크에서 파악하기 어렵다⁸⁾. 이러한 단점을 개선하기 위하여 본 장에서는 플로우 이동전에 QoS request 절차를 추가해 핸드오버 할 네트워크에 대한 정보를 수집해 LMA가 이동여부를 판단하는 동적인 flow mobility 지원 방안을 제안한다. 이는 사용자의 판단에 따라 네트워크를 사용할 수 있어 효율성이 향상될 것으로 예상된다.

3.2 제안하는 방안

본 논문에서 제안하는 QoS에 따른 PMIPv6 기반의 flow mobility 적용 방안에 대한 시그널링 절차는 다음 그림 2와 같다. Attachment New Interface 부분은 MN이 이동함에 따라 복수 개의 액세스 네트워크를 사용할 수 있는 지역에 위치하고 이에 따라 MN의 또 다른 인터페이스가 활성화되는 부분이다. PMIPv6 Initialization과 Attachment New Interface 부분은 기존 MN 접속 시그널링 절차를 기반으로 약간의 수정이 있다.

플로우 이동에 관한 결정은 LMA에서 하며 LMA에서 발생하는 과부하나 여러 이유에 의해 플로우의 이동을 결정하며 자신의 BCE를 확인하고 정의된 알고리즘을 거쳐 플로우 이동을 수행한 뒤 BCE의 상태를 갱신한다. 이를 위해서 MAG와 LMA에 수정해야 할 사항이 있다. LMA와 MAG의 기능을 변경하는 것이 아닌 제안한 알고리즘을 위해 BCE에 데이터 필드를 추가하는 것이다. 예를 들어 MN이 LTE네트워크

를 통해 실시간 서비스를 받는 도중 UE로부터 WLAN으로의 핸드오버 요청이 발생하게 되면 WLAN 인터페이스는 MAG에 접속한 후 AAA인증 과정을 거치게 된다. 인증과정이 완료되면 BCE에 추가된 ATT(access network tactic table)를 확인해 기존 사용하고 있는 액세스 네트워크를 확인하고 이동할 액세스 네트워크에 대한 QoS를 LMA가 ICMPv6 message 설정을 통해 양 경로로 QoS 정보를 얻기 위한 과정을 거치며, 수집된 정보는 cache entry에 저장한다. Cache entry에서 양쪽 경로에 대한 QoS 레벨을 분석하여 이동할 액세스 네트워크로 핸드오버 여부를 결정한다. 만약 이동할 액세스 네트워크가 혼잡할 경우에는 이동을 하지 않고 전에 사용하던 액세스 네트워크를 사용하게 된다.

그림 3은 확장된 MAG와 LMA의 확장된 데이터 필드를 나타낸다. 각 BCE의 끝 부분에 박스로 표시한 부분이 추가된 데이터 필드이고 변경되는 사항은 LMA와 MAG에 추가되는 필드로 ATT, DM(decision mobility), F(flow) flag, SF(service flow)가 있다. 먼저 ATT 값은 MN이 사용하고 있는 액세스 네트워크를 나타내는 필드로 PBU/PBA 메시지의 mobility option에 들어가는 부분이다. ATT 값은 0~5까지 정의되어 있으며 본 논문에서는 LTE를 나타내는 3, WLAN을 나타내는 4, WiMAX를 나타내는 5가 사용된다. 이 ATT 값은 알고리즘에 적용하여 여러 개의 플로우 중 어느 것을 이동하는 것이 좋을지 결정하는데 쓰인다. SF는 각각의 구분된 서비스 플로우에 대한 식별자이다. 이는 MN을 통해 통신하고 있는 여러 개의 서비스 플로우를 개별적으로 관리하여 인터페이스 간의 flow mobility를 돕는다⁹⁾. DM의 경우에는 LMA에서 QoS 측정을 한 뒤 핸드오버 여부에 대한 결정 메시지이다. 0일 경우에는 핸드오버를 수행하고 이동할 액세스 네트워크가 혼잡할 경우 1로 설정하여 MAG에게 핸드오버 거절에 대한 메시지를 전달하게 된다. 사용자의 의도는 PBU 메시지에 F 플래그를 추

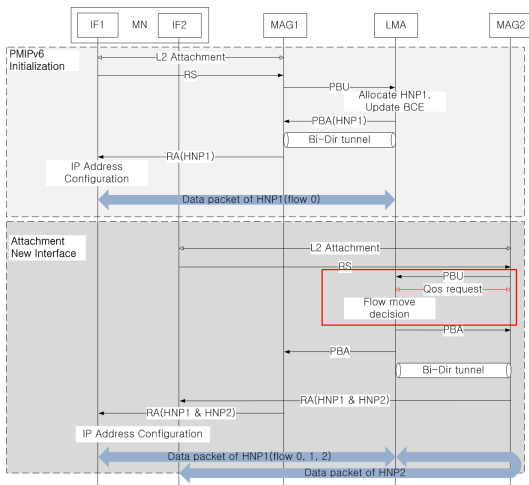


그림 2. 제안하는 flow mobility 시그널링 절차
Fig. 2. Signaling procedure of proposed flow mobility

P flag	MN-ID	HNP	MAG	Turn#D	ATT	DM	F flag	M

(a)

HNP	MN-ID	MAG	LMA	Turn#D	ATT	DM	F flag	M

(b)

그림 3. LMA와 MAG에 추가된 BCE 데이터 필드 (a) LMA BCE, (b) MAG BCE
Fig. 3. Added BCE data field in LMA and MAG (a) LMA BCE, (b) MAG BCE

가하여 MAG가 LMA로 전송한다. F flag는 0 또는 1로 설정할 수 있으며 0은 QoS, 1은 가격을 나타낸다. F 플래그는 PBA 메시지에도 동일하게 포함되어 LMA에서 MAG로 전송된다. SF 값은 1~8까지의 값을 가지며 각 값은 3GPP에 정의된 QoS 값을 기준으로 설정하였다. IMS signaling, conversation voice, real-time game, conversational video, non-conversational video, buffered streaming, voice and video/interactive gaming, progressive video의 순으로 우선순위를 갖고 이에 따라 최소필요 QoS 값을 cache table에 저장한다¹⁰⁾. M은 MN이 사용하고 있는 인터페이스가 하나인지 혹은 여러 개인지 나타낸다. 값이 0으로 설정되면 한 개의 인터페이스를 이용하여 통신을 하고 있는 것이고 복수 개의 인터페이스를 이용하면 값이 1로 변경된다. 값이 1로 설정되면 flow mobility의 사용이 가능하다.

IV. 제안한 방법 검증 및 평가

제안한 프로토콜의 동작 수행 능력에 대한 검증을 위하여 PMIPv6 flow 이동시, 이동할 액세스 네트워크의 QoS요청 및 플로우 이동 결정에 대한 동작을 state transition diagram을 이용하여 구성하였다. 검증 방법으로 state transition diagram을 선택한 이유는 현재 제안한 PMIPv6 flow mobility에 관한 연구가 진행된 것이 거의 없어 비교 대상이 존재하지 않고, 프로토콜 구조에 대한 제안이기 때문에 state transition

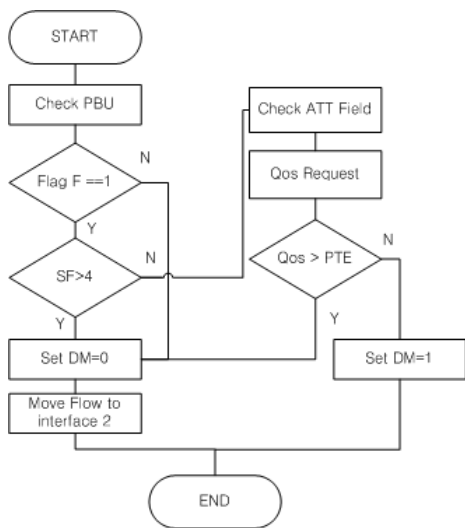


그림 4. 제안하는 flow mobility 결정 알고리즘
Fig. 4. Proposed flow mobility selection algorithm

diagram을 통해 프로토콜 검증 수행이 가능하다.

확장된 BCE와 정의된 PTE를 이용한 flow mobility 수행 알고리즘은 그림 4와 같다. LMA는 MAG에게 받았던 PBU 메시지의 데이터 필드 값을 확인한다. PBU 메시지에 정의된 F flag를 통해 사용자가 QoS 혹은 가격 중 어느 정책에 의해 flow mobility를 수행할지 결정한다. 먼저 F flag가 0으로 설정된 경우는 기존과 같은 방법으로 플로우 이동을 한다. F flag가 1로 설정된 경우에는 SF필드의 값을 확인한다. SF의 값을 확인해 사용자가 IMS signaling, conversation voice, realtime game과 같은 실시간 데이터인 경우에는 다음단계인 ATT필드의 값을 확인하고, 비실시간 데이터인 경우에는 기존과 같은 방법으로 플로우 이동을 진행한다. ATT필드의 값을 확인한 뒤에는 QoS request 절차를 진행하고, 수신한 다음 네트워크의 QoS값을 이용해 PTE의 QoS필드와 비교해 네트워크 QoS가 나쁠 경우에는 DM값을 1로 설정하고 그렇지 않을 경우에는 0으로 설정해 플로우 이동을 결정한다.

그림 5는 제안한 flow mobility 동작을 state transition diagram으로 나타낸 것이다. 기존에 MN이 하나의 인터페이스를 이용해 통신하고 있는 상태인 Stable 상태에서 새로운 인터페이스를 이용해서 접근하게 되면 RS 메시지를 전송하게 되고, Attachment New Interface 상태로 천이하게 된다. 이후 MAG은 이를 LMA에 PBU를 통해서 요청하게 되고 Check condition 요청을 통해서 사용자의 우선순위가 QoS인지 Price인지에 대한 내용과 사용자의 데이터가 실시간 데이터인지를 확인해서 이에 따라서 Collect QoS Value 상태 또는 Send PBA Message to MAG 상태로 천이하게 된다. 먼저 비실시간 데이터이거나 사용자가 요금에 대한 선호도를 가지고 있다면 기존의 flow mobility 과정과 동일하게 진행되고 BCE의 DM

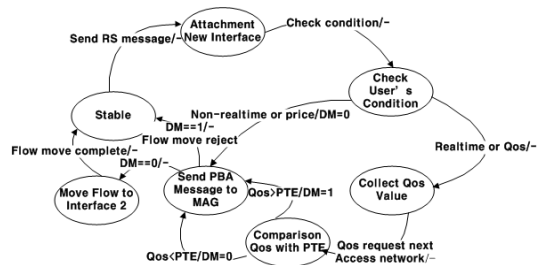


그림 5. State transition diagram으로 분석한 제안한 flow mobility 동작
Fig. 5. Operation in proposed flow mobility by state transition diagram

값에 0을 넣어주게 된다. 반면에 실시간 데이터나 사용자의 요청이 높은 QoS라면 Collect QoS Value 상태로 이동하고, LMA는 이동할 액세스 네트워크에 대한 QoS측정을 하게 된다. QoS 요청에 대한 메시지가 전달되면 Comparison QoS with PTE 상태로 천이하게 되고 측정된 QoS값과 PTE테이블에 있는 QoS기준을 비교하여 측정된 QoS값이 더 작을 경우에는 DM값을 1로 설정하고 MAG에 플로우 이동 거부에 대한 메시지를 보내게 된다. 측정된 QoS값이 PTE기준보다 클 경우에는 DM값을 0으로 설정해 기존의 flow mobility 과정과 동일하게 진행한다.

V. 결 론

본 논문에서는 multi-interface를 갖는 MN이 QoS에 따라 선택적으로 플로우 이동을 선택함으로써 플로우 이동 결정 여부를 판단할 수 있는 PMIPv6 기반 QoS에 따른 플로우 이동성 지원 방안을 제안하였다. 기존 PMIPv6를 기반으로 하는 플로우 이동성 지원 방안은 미리 정해진 QoS 클래스에 의해 정적으로 플로우 이동이 결정되어 있다는 문제점이 있었다. 이를 해결하기 위하여 본 논문에서는 사용자가 원하는 플로우를 효율적으로 이동하기 위하여 핸드오버 과정에서 LMA가 실시간데이터인 경우와 사용자의 선호도를 구분하여 LMA에 QoS request 메시지 절차를 추가하여 핸드오버 하고자 하는 네트워크에 대한 QoS 정보를 얻어 LMA가 플로우 이동여부를 결정하도록 하였다. LMA의 BCE에 일부 필드를 추가하고 PTE 테이블 엔트리를 추가하여 알고리즘을 활용하여 이동할 flow를 결정하도록 하였다.

제안하는 방식은 LTE나 Wibro 같은 서비스가능 대역이 넓은 서비스에서 WLAN같은 대역이 좁은 서비스로 이동할 때는 효과적이겠지만 그 반대의 경우에는 부적절하다. 향후 과제로는 위와 반대되는 경우에 네트워크에 따라서 동적으로 플로우 이동을 하는 PMIPv6기반의 동적 오프로드에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.

References

[1] D. M. Lee and S. W. Min “Flow mobility in PMIPv6 for a multi-Interface mobile node,” *J. KICS*, vol. 36, no. 10, Oct. 2011.

[2] T. Tran, Y. Hong, and Y. Han, *Flow tracking procedure for PMIPv6*, IETF Internet Draft,

draft-trung-netext-flow-tracking-01.txt, Jul. 2010.

[3] V. Devarapalli, K. Chowdhury, and B. Patil, *Proxy mobile IPv6*, IETF RFC 5213, Aug. 2008.

[4] J. S. Park and S. W. Min, “A study of performance measurement of QoS on VoIP networks,” *J. KICS*, vol. 34, no. 4, pp. 387-393, Apr. 2009.

[5] S. H. Ha, S. W. Min, and S. L. Lee “An E-UTRAN and WLAN interworking scheme for efficient packet transmission in EPC Environment,” in *Proc. KICS*, pp. 219-220, Nov. 2012.

[6] R. Koodli and K. Chowdhury, *Flow handover for proxy mobile IPv6*, IETF Internet Draft, draft-koodli-netext-flow-hand-over-0.1, Oct. 2009.

[7] M. Jeyatharan, C. Ng, S. Gundavelli, K. Leung, and V. Devarapalli, *Partial handoff support in PMIPv6*, IETF Internet Draft, draft-jeyatharan-netext-pmip-partial-handoff-02, Mar. 2010.

[8] J. H. Lee and Y. H. Kim, “A flow-based mobility support mechanism in proxy MIPv6 based network,” *J. KICS*, vol. 36, no. 6, pp. 592-599, Jun. 2011.

[9] S. W. Min, “Algorithm design and implementation of interworking with MR for NEMO in PMIPv6 network,” *J. KICS*, vol. 34, no. 6, Jun. 2009.

[10] M. Hui, G. Chen, and H. Deng, *Service flow identifier in proxy mobile IPv6*, IETF Internet Draft, draft-hui-netext-service-flow-identifier-0.3.txt, Jul. 2010.

이 성 로 (Seong Ro Lee)



1987년 2월 : 고려대학교 전자
공학과 공학사
1990년 2월 : 한국과학기술원
전기및전자공학과 공학석사
1996년 8월 : 한국과학기술원
전기및전자공학과 공학박사
1997년 9월~현재 : 목포대학교
공과대학 정보전자공학과 교수

<관심분야> 디지털통신시스템, 이동 및 위성통신시
스템, USN/텔레메틱스응용분야, 임베디드시스템

김 수 현 (Su-Hyun Kim)



2013년 2월 : 광운대학교 전자
통신공학과 학사
2013년 3월~현재 : 광운대학교
전자통신공학과 석사과정
<관심분야> IMS, Security,
D2D Communication

장 대 응 (Dae-woong Jang)

2014년 2월 : 광운대학교 전자통신공학과 학사
2014년 3월~현재 : 광운대학교 전자통신공학과 석사
과정
<관심분야> MIPv6, IMS, WLAN

민 상 원 (Sang-Won Min)



1996년 : 한국과학기술원 전기
및 전자공학과 박사
1999년 2월~현재 : 광운대학교
전자통신공학과 교수
1990년 2월~1999년 2월 : LG
정보통신 선임연구원
<관심분야> Next-Generation
Convergence Networks