
홈 네트워크 환경에서 서비스 이동성 지원을 위한 에이전트 구현 방안 및 메모리 성능 분석

Implementation and Memory Performance Analysis of a Service Mobility Agent System to Support Service Mobility in Home Network

남종욱, 유명주, 최성곤
충북대학교 전자공학과

Jong-Wook Nam(amplengin2@cbnu.ac.kr), Myung-Ju Yu(mjyu@cbnu.ac.kr),
Seong-Gon Choi(sgchoi@cbnu.ac.kr)

요약

본 논문에서는 홈 네트워크 환경에서 서비스 이동성을 지원하기 위한 에이전트 구현 방안을 제안한다. 에이전트 구현을 위해 단말 에이전트와 서버 에이전트의 설계 방안을 서술하였다. 구체적으로 단말 에이전트의 사용자 인식 모듈, 시그널링 메시지 수신 및 파싱 모듈과 서버 에이전트의 시그널링 메시지 수신 및 파싱 모듈, 멀티미디어 스위칭 모듈, 메모리 관리 모듈에 대한 설계 방안을 서술하였다. 또한 사용자의 위치 관리를 위해 IP 공유기에서 관리되어야 할 파라미터를 정의하였고 이 파라미터들이 메모리에 저장될 바인딩 테이블의 구조를 설계하였다. 성능 분석을 위해서 M/M/1/K 큐잉 모델을 이용하여 메모리 크기, 차단 확률, 활용도 간의 관계를 도출하였다. 얻어진 결과로부터 서버에이전트가 탑재되는 IP 공유기에서 요구되는 메모리의 크기를 예측할 수 있음을 보였다.

■ 중심어 : | 서비스 이동성 | 핸드오버 | 홈 네트워크 | 메모리 모델링 | 멀티미디어 |

Abstract

In this paper, we introduce some issues to implement an agent system to support service mobility in home network environment, and describe detailed design method in terminal as well as server agent. Specifically, we describe user recognition module, signaling message receiving/parsing module of terminal agent and signaling message receiving/parsing module, multimedia switching module, memory management module of server agent. We define several parameters managed in IP sharing device and design binding table structure to support mobility. And we utilize M/M/1/K queueing theory to obtain relations between memory size, blocking probability and memory utilization. From the obtained results, we show that memory size can be predicted in server agent mounted on IP sharing device.

■ keyword : | Service Mobility | Handover | Home Network | Memory Modeling | Multimedia |

* 이 논문(도서, 작품)은 2009년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음
(This work was supported by the research grant of the Chungbuk National University in 2009)

접수번호 : #100423-001

심사완료일 : 2010년 06월 07일

접수일자 : 2010년 04월 23일

교신저자 : 최성곤, e-mail : sgchoi@cbnu.ac.kr

I. 서론

사용자가 다양한 액세스 망에 접속하여 여러 가지 서비스를 다양한 상황에서 제공받고자 하는 요구가 증가하면서 유무선통신망과 이동통신망은 점차적으로 IP 기반 하나의 차세대 유무선 통합망으로 변화하고 있다[1].

홈 네트워크 시장은 전자산업과 다양한 네트워킹 기술의 발달, 증가하고 있는 사용자의 요구로 IT 분야에서 차지하는 비중이 점차 증가하고 있다. 또한 IPTV 서비스의 등장으로 통신사업자 측면에서 단일 망을 통하여 멀티미디어 서비스(데이터, 음성, 영상)를 동시에 제공하기 위한 연구와 사용자가 다른 단말로 이동하더라도 해당 서비스를 수신할 수 있는 모바일 IPTV 관련 연구가 진행되고 있다[2-5]. 최근에는 고품질의 서비스를 요구하는 사용자의 증가로 네트워크의 부하가 점차적으로 증가하고 있는 상황에서 네트워크 분산을 홈 네트워크 측면에서 해결하기 위한 표준화 작업이 ITU-T에서 진행되고 있다[6]. 또한 현재 ITU-T에서 서비스 이동성에 관한 필요성은 제기되고 있지만 이에 대한 표준화 진행은 거의 답보상태에 있으며 구체적인 해결책 역시 제시되고 있지 않다[7][8].

서비스 이동성은 사용자가 단말에 접속하여 서비스 제공 서버로부터 서비스를 제공받고 있는 도중에 다른 단말로 이동하여 접속하더라도 이동하기 전 단말에서 제공받던 서비스를 지속적으로 제공 받을 수 있는 기술이다. 이것은 사용자가 이동함에 따라 서비스가 사용자의 위치에 따라 이동하는 것이므로 사용자 이동성과 서비스 이동성을 각각 분리하여 생각할 수 없음을 의미한다.

기존 홈 네트워크 환경에서의 서비스 이동성 기술은 사용자가 이동함에 따라 멀티미디어 서버에게 서비스 재전송 요청을 하는 방법[7]과 멀티미디어 서버와 별도의 시그널링 절차 없이 홈 게이트웨이 내부에서 서비스를 스위칭 해주는 방법[8] 등이 있다. 전자의 방법은 서비스 이동성을 지원하기 위한 신호처리 절차에 대해서 서술하고 이에 대한 성능 분석으로 신호처리 절차의 지연 시간을 수식으로 풀어놓고 있다. 후자의 방법 역시 신호처리 절차에 대해서 서술하고 이에 대한 성능 분석으로 수식과 실증 시험으로 서비스 이동 지연 시간을

측정하고 있다. 하지만 두 방법 모두 홈 네트워크 환경에서 서비스 이동성을 실현하기 위해 각 단말과 IP 공유기에 탑재되어야 할 에이전트들의 기능 모듈 설계 방안에는 대해서는 서술하지 않고 있다. 또한 이동 사용자의 위치 파악을 위해 IP 공유기에서 관리되어야 하는 파라미터들을 정의하지 않고 있으며 파라미터들이 저장될 바인딩 테이블의 구조와 가용 메모리에 대해서 언급하지 않고 있다.

홈 네트워크 환경에서 서비스 이동성 기술을 구현하기 위해서는 각 IP 공유기에서 관리되는 파라미터들과 각 단말 및 IP 공유기에 탑재되는 에이전트들의 구체적인 기능이 정의되어야 한다[11]. 또한 메모리 크기가 극히 작은 IP 공유기 시스템에서 사용자별 관리 데이터가 다수 발생할 때 메모리의 오버플로우로 인해 서비스 이동성을 지원하지 못하는 상황이 발생할 수 있다. 따라서 이와 같은 상황에서 IP 공유기 메모리의 가용 용량을 미리 예측할 수 있는 방안이 필요하다.

본 논문에서는 홈 네트워크 환경에서 서비스 이동성을 지원하기 위해 IP공유기에 탑재되는 에이전트의 구체적인 구현방안을 제시하였다. 에이전트의 구현을 위해 단말 에이전트와 서버 에이전트의 구체적인 설계 방안을 서술하였고 IP 공유기에서 관리 되어야할 파라미터를 정의하였다. 또한 IP 공유기에서 메모리 차단 확률과 평균 사용률의 성능 분석을 위해 M/M/1/K 큐잉 모델을 활용하였으며 그 결과 메모리 크기가 제한된 상황에서 적절한 메모리 크기를 예측할 수 있음을 보였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존 홈 네트워크 환경에서의 서비스 이동성 관련 연구에 대해 살펴보고, 3장에서는 단말 및 서버 에이전트의 구현 방안을 제시한다. 4, 5장에서는 성능을 분석하고 결과를 도출한다. 그리고 6장에서는 결론 및 향후 계획을 기술한다.

II. 서론

1. 기존 홈 네트워크 환경의 서비스 이동성 기술

기존의 홈 네트워크 환경에서 서비스 이동성 기술은 사용자가 하나의 단말을 이용하여 멀티미디어 서버로

부터 서비스를 수신하고 있는 중에, 사용자가 다른 단말로 이동하더라도 멀티미디어 서버와 서비스 세션을 재설정하는 방법을 이용하여 서비스를 지속적으로 제공받을 수 있도록 하는 메커니즘이다[9].

이 메커니즘은 서비스 이동성을 지원하지만 사용자가 이동할 때마다 단말과 멀티미디어 서버 간에 사용자 인증 과정을 반복하게 되어 서비스 이동 시간에 지연을 초래하게 된다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 단말과 홈 게이트웨이 간에 일련의 시그널링 절차를 수행하여 단말과 멀티미디어 서버 사이에서의 사용자 인증 과정 반복으로 인해 유발되는 서비스 이동 지연 시간을 단축하고 있다. [그림 1]과 [그림 2]는 구체적인 사용자 위치 등록 절차와 서비스 요청 절차를 나타낸다[10].

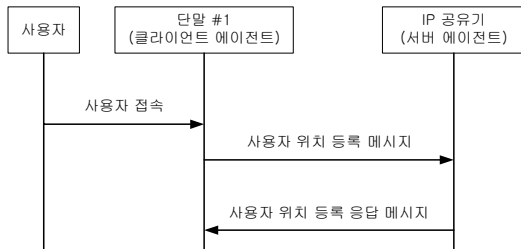


그림 1. 사용자 위치 등록 절차

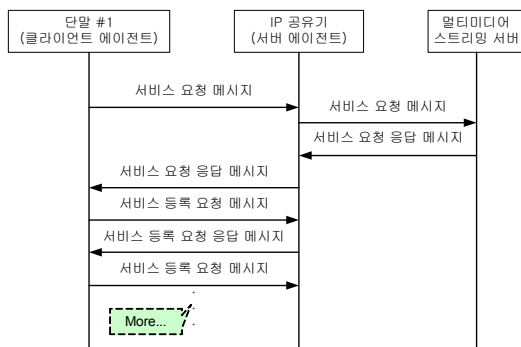


그림 2. 서비스 요청 절차

하지만 위 관련 연구에서는 홈 게이트웨이에서 관리되어야 하는 파라미터와 구체적인 구현방안에 대하여 언급하고 있지 않으며 메모리 크기가 제한적인 환경을 고려하지 않고 있다.

III. 서비스 이동성 지원을 위한 시스템 설계 및 관련 정보 관리 방안

1. 네트워크 구성

[그림 3]은 홈 네트워크 환경에서 사용자의 이동에 관계없이 지속적인 서비스를 제공하기 위한 네트워크 구성도를 나타낸다. 홈 네트워크 내부의 IP 공유기와 외부의 멀티미디어 스트리밍 서버 사이의 링크는 유선으로 구성되어 있고, 이 IP 공유기와 홈 네트워크 내에서 멀티미디어 서비스를 제공받는 단말은 유무선 링크로 연결되어 있다.

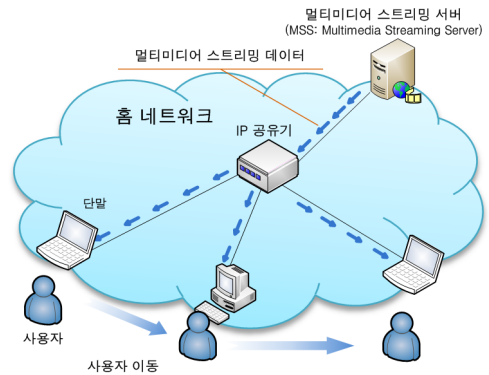


그림 3. 네트워크 구성도

각 단말은 IPTV, Notebook, PC, Smart Phone 등과 같이 IP 통신이 가능한 단말이다. 각 사용자는 자신만의 고유한 UID(User ID)를 소유하고 있으며 사용자가 단말에 접속을 하면 각 단말은 사용자의 UID를 인식한다. 여기에서 이동 사용자가 접속한 단말의 위치는 각 단말의 MAC 주소와 IP 주소로 인식한다. 또한 본 논문에서는 사용자의 UID 할당 방안에 대해서는 고려하지 않고 단말에 접속한 각 사용자들은 이미 UID를 부여받은 상태라고 가정한다.

홈 네트워크 환경에서 서비스 이동성을 제공하기 위해 각 단말은 사용자 UID 인식 기능, 메시지 수신 및 파싱 기능을 갖는 클라이언트 에이전트가 탑재된다. 또한 IP 공유기에는 멀티미디어 서비스 스위칭 기능, 메시지 수신 및 파싱 기능, 바인딩 테이블 유지 및 관리 기능을 포함하는 서버 에이전트가 탑재된다.

2. IP 공유기의 메모리 구조와 관리되는 파라미터

[그림 4]는 홈 네트워크 환경에서 서비스 이동성 지원을 위해 이용되는 IP 공유기 내부의 사용자 위치 등록 바인딩 테이블과 서비스 등록 바인딩 테이블 구조를 나타낸 것으로, 각각의 바인딩 테이블에서 관리되는 파라미터와 간략한 동작 방식을 보여 준다. 바인딩 테이블은 서버 에이전트에 의해서 제어되며 서비스 제공 서버로부터 제공받는 서비스의 세션 정보인 5튜플에 대한 정보를 서비스 등록 바인딩 테이블에 저장하여 관리한다.

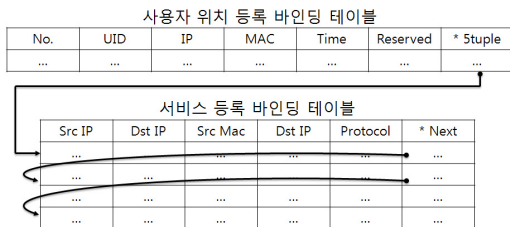


그림 4. IP 공유기 내부의 바인딩 테이블 구조

사용자 위치 등록 바인딩 테이블의 “*5tuple” 항목에는 사용자가 제공받는 서비스의 세션정보(5 튜플)를 저장할 각 서비스 등록 바인딩 엔트리의 위치를 저장한다. 각 엔트리의 위치는 포인터로 동작하고, 각 사용자의 서비스 해제 동작이 서비스 요청 순서에 관계없이 불특정하게 이루어지기 때문에 서비스 등록 바인딩 테이블에 저장되어 있는 엔트리의 순서는 중요하지 않다.

또한 사용자가 초기 접속 후 다른 단말로 이동하려다가 이동하지 않고 비정상적으로 홈 네트워크를 떠났을 경우 불필요한 메모리 낭비를 막기 위한 “Time” 항목을 포함한다. 서버 에이전트가 단말에게 일정 주기로 확인 메시지를 전송하면 단말은 이 메시지를 수신하고 그에 대한 응답 메시지를 서버 에이전트에게 전송함으로써 서버 에이전트는 사용자의 현재 접속 상황을 인지하게 된다. 일정 시간 동안 단말로부터의 응답 메시지가 없을 경우, 서버 에이전트는 사용자가 비정상적으로 홈 네트워크를 떠난 것으로 인식하고 해당 사용자의 위치 등록 및 서비스 등록 바인딩 테이블 엔트리를 삭제한다.

3. 단말 에이전트의 기능 및 동작

3.1 사용자 인식 모듈

[그림 5]는 서비스 이동성을 지원하는 홈 네트워크의 단말 에이전트에 포함되는 사용자 인식 모듈의 동작 순서도이다. 각 단말에서는 사용자의 접속을 인지하기 위한 방법으로 별도의 사용자 인식 센서(Camera 등) 또는 장치(RFID Reader 등)를 단말에 연결한다. 연결된 사용자 인식 장치는 [그림 5]의 순서도와 같이 동작을 하는 사용자 인식모듈에 의해 제어되며 이 모듈은 단말 에이전트에 포함되어 동작한다.

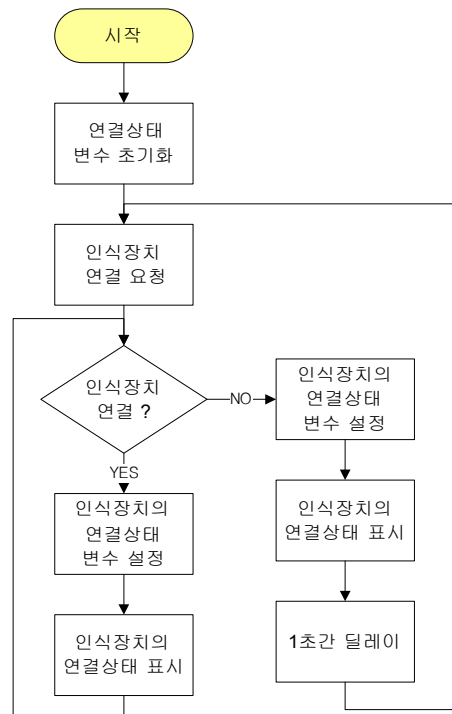


그림 5. 사용자 인식 모듈의 동작

[그림 5]는 서비스 이동성을 지원하는 홈 네트워크의 단말 에이전트에 포함되는 사용자 인식 모듈의 동작 순서도이다. 각 단말에서는 사용자의 접속을 인지하기 위한 방법으로 별도의 사용자 인식 센서(Camera 등) 또는 장치(RFID Reader 등)를 단말에 연결한다. 연결된 사용자 인식 장치는 [그림 5]의 순서도와 같이 동작을

하는 사용자 인식모듈에 의해 제어되며 이 모듈은 단말 에이전트에 포함되어 동작한다.

3.2 시그널링 메시지 수신 및 파싱 모듈

[그림 6]은 단말 에이전트에 포함되어 시그널링 메시지를 수신하고 수신된 시그널링 메시지를 분류하는 모듈의 순서도이다. 서버 에이전트에서 단말 에이전트로 전송되는 메시지는 엔트리 유지 시간 업데이트 메시지(MSG_TIM_UPDATE), 사용자 위치 정보 등록 응답 메시지(MSG_LOC_REG_ACK), 디스플레이 유틸리티 종료 요청 메시지(MSG_CLS_REQUEST), 서비스 등록에 대한 응답 메시지(MSG_SER_REG_ACK)와 같이 4가지 종류로 구성된다.

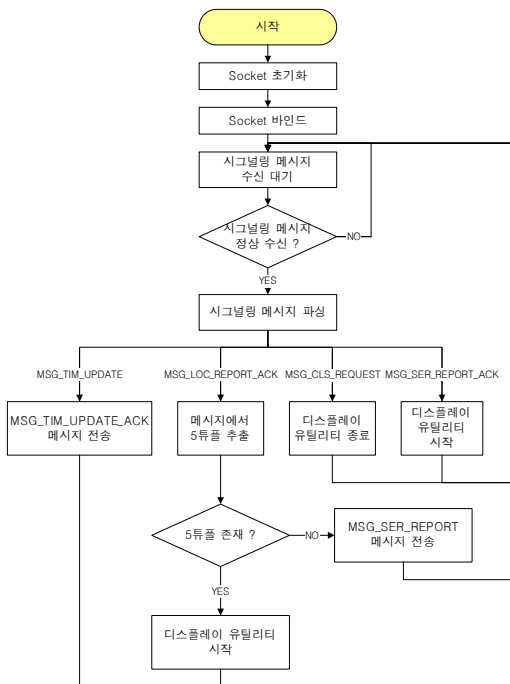


그림 6. 시그널링 메시지 수신 및 파싱 모듈의 동작

엔트리 유지시간 업데이트 메시지는 서버 에이전트에서 유지 및 관리되고 있는 두 바인딩 테이블의 엔트리를 계속 유지하기 위하여 서버 에이전트에서 단말 에이전트에게 전달하는 메시지이다. 이 메시지를 수신한 단말 에이전트는 그에 대한 응답 메시지를 서버 에이전트

에게 전송한다. 이 메시지를 수신한 서버 에이전트는 단말이 정상적으로 동작하고 사용자 또한 계속하여 멀티미디어 서비스를 수신하고 있다고 인식하여 해당 사용자의 UID와 매핑되는 사용자 위치 등록 바인딩 테이블 엔트리의 유지 시간을 업데이트 한다.

사용자 위치 정보 등록에 대한 응답 메시지는 단말 에이전트가 서버 에이전트로 전송한 사용자 위치 정보 등록 메시지에 대한 응답 메시지로서, 이 메시지에는 해당 사용자의 5튜플이 포함되어 있거나 포함되어 있지 않을 수 있다. 만일 이 메시지에 5튜플이 포함되어 있다면, 본 모듈은 단말에 접속한 사용자가 이전에 다른 단말에서 멀티미디어 서비스를 수신하고 있던 상태에서 현재의 단말로 이동 접속하였음을 인식하여 멀티미디어 서비스의 디스플레이를 위한 유틸리티를 실행한다. 만일 이 메시지에 5튜플이 포함되어 있지 않다면, 본 모듈은 사용자의 멀티미디어 서비스를 수신하기 위한 단말이 초기 접속하였다고 인식하고 사용자가 이용할 5튜플을 포함하는 서비스 등록 메시지를 서버 에이전트에게 전송한다. 이 메시지를 수신한 서버 에이전트는 바인딩 테이블 엔트리의 5튜플을 업데이트 한다.

디스플레이 유틸리티 종료 요청 메시지를 수신한 본 모듈은 사용자가 다른 단말로 이동 접속하였다고 판단하고 단말에서 실행되고 있는 디스플레이 유틸리티를 종료한다.

서비스 등록 메시지에 대한 응답 메시지는 단말 에이전트에서 서버 에이전트로 전송되는 서비스 등록 메시지에 대한 응답 메시지이다. 이 메시지를 수신한 본 모듈은 디스플레이 유틸리티를 시작하여 사용자가 멀티미디어 서비스를 이용할 수 있도록 한다.

4. 서버 에이전트의 기능 및 동작

4.1 시그널링 메시지 수신 및 파싱 모듈

[그림 7]은 IP 공유기에 탑재되는 서버 에이전트의 시그널링 메시지 수신 및 파싱 모듈의 동작을 나타내는 순서도이다. 본 모듈에 수신되어 처리되는 시그널링 메시지는 엔트리 유지 시간 업데이트 응답 메시지(MSG_TIM_UPDATE_ACK), 사용자 위치 정보 등록 요청 메시지(MSG_LOC_REG), 서비스 등록 요청 메시

지(MSG_SER_REG)와 같이 3가지 종류로 구성된다.

메시지를 파싱한 결과가 바인딩 테이블 엔트리 유지 시간 업데이트 응답 메시지일 경우, 서버 에이전트는 자신이 단말 에이전트에게 전송한 바인딩 테이블 엔트리 유지시간 업데이트 메시지에 대한 응답 메시지임을 인식한다. 그리고 메시지에 포함되어 있는 사용자의 UID를 기준으로 서버 에이전트에 포함되어 있는 사용자 위치 등록 바인딩 테이블 엔트리를 검색한 후 검색된 엔트리의 유지 시간을 초기 설정 값으로 업데이트한다.

사용자 위치 등록 메시지일 경우 서버 에이전트는 이 메시지에 포함되어 있는 사용자의 UID를 사용자 위치 등록 바인딩 테이블에서 검색하여 이 사용자가 멀티미디어 서비스 수신을 위해 단말에 초기 접속한 것인지 아니면 이동 접속한 것인지를 판단하게 된다. 만일 사용자 위치 등록 바인딩 테이블을 검색한 결과, UID가 존재하지 않는다면 사용자의 초기 접속으로 판단하여 사용자의 위치 정보 및 서비스 정보를 저장하기 위해 비어있는 사용자 위치 등록 바인딩 테이블 엔트리를 하나 생성하고 이 생성된 바인딩 테이블에 사용자 위치 등록 요청 메시지에 포함되어 있는 사용자의 위치 정보를 저장한다. 그 후에 단말 에이전트에게 해당 응답 메시지를 전달하게 되는데 이 메시지에는 5튜플이 포함되지 않는다. 만일 바인딩 테이블을 검색한 결과, UID가 존재한다면 사용자의 이동 접속으로 판단하여 메시지에 포함된 UID를 기준으로 검색된 엔트리에서 5튜플을 추출하고 이것을 해당 응답 메시지에 포함하여 단말 에이전트로 전송한다.

서비스 등록 메시지일 경우 이 메시지에 포함된 사용자의 UID와 5튜플을 기준으로 서비스 등록 바인딩 테이블 엔트리를 검색하고 검색 결과가 없으면 새로운 서비스 등록 바인딩 엔트리를 하나 생성하고 5튜플을 업데이트 한다.

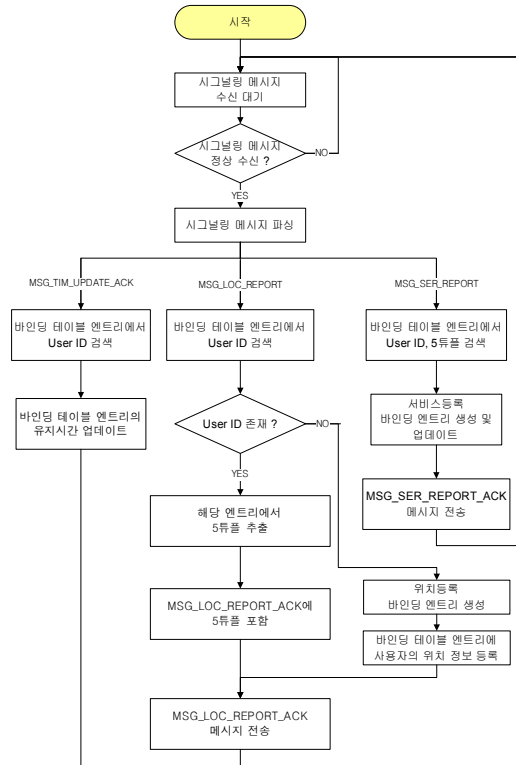


그림 7. 시그널링 메시지 수신 및 파싱 모듈의 동작

4.2 멀티미디어 스위칭 모듈

[그림 8]은 서버 에이전트가 연결 추적 참조파일을 검색하여 연결 추적 참조파일의 설정 값을 변경하는 동작을 나타낸 순서도이다. 본 모듈이 서비스 이동성 지원을 위해 멀티미디어 스트림을 스위칭하기 위해서는 커널 시스템에서 참조하는 멀티미디어 스트림과 관련된 연결 추적 참조파일의 설정 값을 변경해 주어야 한다. 이것을 위해 초기 동작으로 커널 시스템이 참조하는 연결 추적 참조파일을 검색하여 연결 추적 참조파일의 설정 값을 변경해 주도록 할 수 있다. 검색은 미리 설정된 복수의 검색어를 이용하여 이루어질 수 있다.

구체적으로 리눅스 OS인 경우 커널 시스템의 Netfilter 프로그램이 참조하는 연결 추적 참조파일은 “/proc/sys/net/ipv4/netfilter/”폴더에 존재하며 구체적인 연결 추적 참조파일명은 “ip_conntrack_buckets, ip_conntrack_generic_timeout, ip_conntrack_count,

ip_contrack_tcp_timeout”이다. [그림 9]는 연결 추적 참조파일의 설정 값을 수정하기 위한 셸 스크립트 소스 코드이다.

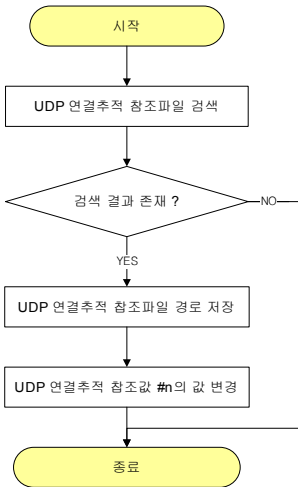


그림 8. 멀티미디어 스위칭 모듈의 동작

```

1 #!/bin/ash
2 find / -name *udp_timeout* > ./CONTRACK
3 temp=$(cat ./CONTRACK)
4 if [ "$temp" = "" ]; then # (검색결과가 없을 경우 실행)
5 echo "0" > /proc/sys/net/ipv4/netfilter/ip_contrack_
  udp_timeout
6 echo "0" > /proc/sys/net/ipv4/netfilter/ip_contrack_
  udp_timeout_stream
7 echo "0" > /proc/sys/net/ipv4/netfilter/nf_contrack_
  udp_timeout
8 echo "0" > /proc/sys/net/ipv4/netfilter/nf_contrack_
  udp_timeout_stream
9 else # (검색된 파일경로가 존재할 경우 실행)
10 for line in $(cat ./CONTRACK)
11 do
12 echo "0" >$line
13 done
14 fi
15 echo "1" > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
16 exit 0
    
```

그림 9. 연결 추적 참조파일의 설정 소스코드

라인 1은 리눅스 OS의 /bin/ash 셸을 사용하기 위한 코드이다. 라인 2는 리눅스 OS에서 "udp_timeout" 이라는 파일명을 검색하여 CONTRACK 파일에 경로를 저장하기 위한 코드이다. 라인 4 ~ 라인 8은 검색 결과가 없을 경우에 대한 예외 처리로써 대부분의 Linux OS에서 사용하는 기본 경로의 파일을 설정한다. 라인 9 ~

14는 검색 결과가 존재할 경우 검색된 파일을 수정하기 위한 코드이다. 라인 15는 리눅스 OS에서 IPv4 패킷 포워딩 기능을 활성화 해주는 코드이다.

4.3 메모리 관리 모듈

세션 바인딩 엔트리 또는 위치 등록 바인딩 엔트리가 생성되면 각 엔트리는 메모리 관리 모듈에 의해서 관리된다. 각 엔트리는 자신이 관리할 엔트리의 유지시간 (Time1)을 본 모듈에서 카운트할 변수 값(Time2)으로 설정하기 위해 해당 엔트리의 유지 시간 항목을 검색한다. 최초 엔트리를 생성한 때와 검색한 엔트리의 유지시간이 엔트리 유지 시간 초기 설정 값으로 갱신된 경우에만 초기 설정 값을 본 모듈의 카운트 변수 값으로 설정한다.

이후 1초간의 딜레이 후에 "Time2 = Time2-1"의 수식을 수행하고, 수행한 결과 값인 Time2 값을 Time1 항목에 업데이트한다. 본 모듈의 동작 1사이클 마다 카운트 변수 Time2 값이 만료가 되었는지를 검사하고 만료되지 않았다면 [그림 10]의 동작을 반복 수행하며 만료되었을 경우 자신이 관리하고 있던 엔트리를 삭제한다.

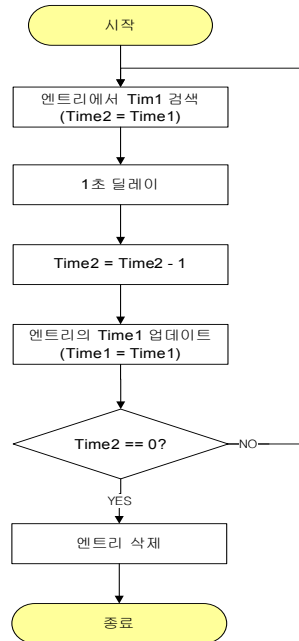


그림 10. 메모리 관리 순서도

4.4 메모리 사용률 분석

홈 네트워크 환경에서 서비스 이동성을 제공해주기 위한 기존 연구의 시그널링 절차들을 메모리 관점에서 확인하여 보면 [그림 11]과 같이 나타낼 수 있다.

[그림 11]에서 메모리1은 위치 등록 바인딩 테이블이 포함된 메모리 영역이고 메모리2는 서비스 등록 바인딩 테이블이 포함된 메모리 영역을 뜻한다. 여기에서 유념해야 할 것은 사용자가 단말에 접속하였을 모든 경우에 위치 등록 바인딩 테이블에 사용자의 위치 정보를 저장하는 것이 아니라 초기 접속인 경우에만 위치 등록 바인딩 테이블에 사용자의 위치 정보를 저장한다는 것이다. 또한 IP 공유기의 서비스 등록 바인딩 테이블이 포함된 메모리 영역의 사용률이 줄어들 경우는 단지 서비스 세션 삭제 명령이 있을 경우만이 아니라 사용자가 홈 네트워크에서 탈퇴할 경우에도 서비스 등록 바인딩 테이블이 포함된 메모리 영역의 사용률이 줄어든다.

하지만 본 논문에서는 사용자가 홈 네트워크에 접속한 상태에서의 서비스 요청 및 해지에 대한 서비스 등록 바인딩 테이블의 메모리 영역만을 고려하기로 한다. 따라서 서비스 등록 바인딩 테이블이 포함된 메모리 영역의 사용이 증가할 경우는 사용자가 서비스를 요청할 경우이고, 서비스 등록 바인딩 테이블의 메모리 영역의 사용률이 감소할 경우는 사용자가 서비스를 해지할 경우이다.

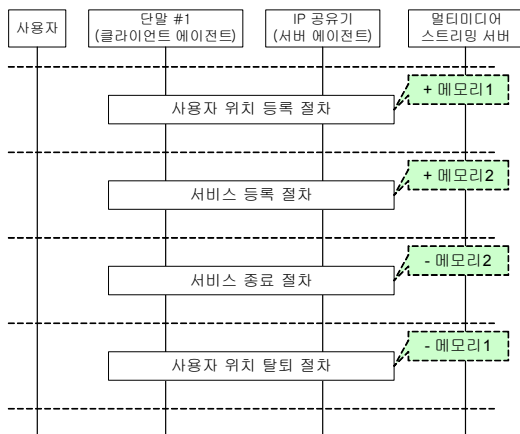


그림 11. 메모리 관점에서의 시그널링 절차

IV. 메모리 성능 분석

사용자가 서비스를 요청하고 해지할 확률은 PBN(Packet Based Network) 환경에서 일반적인 상황에서의 패킷이 유입되고 나가는 확률을 예측하기 어려운 것과 같고 PBN에서는 이 확률이 포아송 분포를 따른다고 정의한다[12][13]. 따라서 사용자들이 멀티미디어 서버에게 서비스 요청을 하여 세션 하나가 생성될 확률과 서비스 해지 요청을 하여 세션 하나가 소멸될 확률은 포아송 분포를 따른다고 가정한다.

또한 세션 하나가 생성됨에 따라서 IP 공유기에 포함된 서비스 등록 바인딩 테이블의 엔트리 하나가 생성되고 세션 하나가 소멸됨에 따라서 서비스 등록 바인딩 테이블의 엔트리 하나가 삭제된다. 여기에서, λ_k 는 사용자가 하나의 서비스 요청함에 따라 IP 공유기에 포함된 세션 바인딩 테이블의 엔트리가 추가되는 비율이고, μ_k 는 사용자가 하나의 서비스를 해지함에 따라 해당 엔트리가 삭제되는 비율이다.

M/M/1 큐잉 모델은 버퍼의 크기가 무한하다고 가정했을 때의 모델이지만 본 논문에서 사용하고 있는 IP 공유기는 메모리의 크기가 극히 제한적이기 때문에 버퍼의 크기, 즉, 메모리의 크기가 제한한 경우의 모델링을 적용할 필요성이 있다. 그래서 본 논문에서는 M/M/1/K 큐잉 모델을 사용하여 메모리 차단 확률과 사용률을 구하였다.

K는 서비스 등록 바인딩 테이블의 최대 용량이다. 메모리의 상태가 +1이 된다는 것은 사용자가 서비스 요청을 하여 단위개의 세션이 열림을 뜻하며, 각 상태가 -1이 된다는 것은 사용자가 서비스 해지를 하여 단위개의 세션이 닫힘을 뜻한다. 또한 λ_k 는 사용 메모리의 증가율이며, μ_k 는 사용 메모리의 감소율이다. 각 메모리 상태에서의 사용 메모리 증가율(λ_k)은 모든 메모리 상태에서 동일하기 때문에 사용 메모리 평균 증가율(λ)이라고 표현할 수 있으며 사용 메모리 감소율(μ_k)도 모든 메모리 상태에서 동일하기 때문에 사용 메모리 평균 감소율(μ)이라고 표현할 수 있다.

λ_k 는 서비스 등록 바인딩 테이블의 메모리 크기에 제한이 있어 메모리가 꽉 차게 되면 그 어느 것도 더 이상

메모리에 저장할 수 없기 때문에 M/M/1 큐잉 모델과 다르게 식 (1)과 같은 조건식이 포함되어야 한다.

$$\lambda_k = \begin{cases} \lambda & \text{for } k < K \\ 0 & \text{for } k \geq K \end{cases} \quad (1)$$

P_k 는 메모리 차단 확률이며, Birth-Death 프로세스를 이용하여 P_k 를 도출하면 식(2)와 같이 표현된다[12].

$$P_k = \begin{cases} \frac{1 - \lambda/\mu}{1 - (\lambda/\mu)^{K+1}} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k & \text{for } 0 \leq k < K \\ 0 & \text{for } k \geq K \end{cases} \quad (2)$$

또한 메모리의 평균 사용률(Mean Utilization)은 아래의 수식(3)을 이용하여 도출할 수 있다[13].

$$L = \sum_{k=0}^K k P_k \quad (3)$$

V. 성능 분석 결과

본 논문에서는 M/M/1/K 큐잉 모델을 활용하여 메모리의 크기(K)와 사용자의 수에 따라 메모리 차단 확률(Blocking probability)과 활용도(Mean utilization)가 어떻게 변화하는지를 그래프로 나타내었다.

본 성능 분석 결과에서 나타나는 메모리의 크기는 단위용량의 배수를 의미한다. 여기에서 단위용량이란 사용자가 하나의 서비스를 신청함에 따라 서비스 등록 바인딩 엔트리 하나가 생성되는데 이 생성되는 엔트리가 차지하는 메모리의 크기이다.

[그림 12]는 각 메모리의 크기에 따라 메모리 사용률에 대하여 영향을 받는 메모리 차단 확률으로써 적절한 메모리 차단확률을 갖는 메모리 크기를 확인 하였다. 메모리 사용률이 0.74일 경우 메모리 차단확률이 1E-6(%)에 적절한 메모리는 단위용량의 50배 크기를 갖는다.

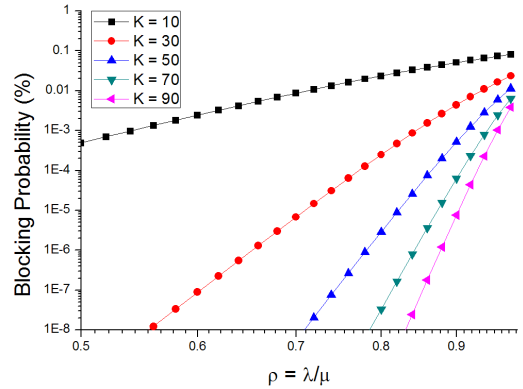


그림 12. 각 큐의 길이(K)에 대하여 ρ 에 따른 메모리 차단 확률

[그림 13]은 각 메모리의 크기에 따라 메모리 사용률에 대하여 영향을 받는 메모리의 활용도로써 적절한 활용도를 갖는 메모리 크기를 확인하였다. 메모리 사용률이 0.74일 경우 메모리 활용도가 0.1에 적절한 메모리는 단위용량의 30배 크기를 갖는다.

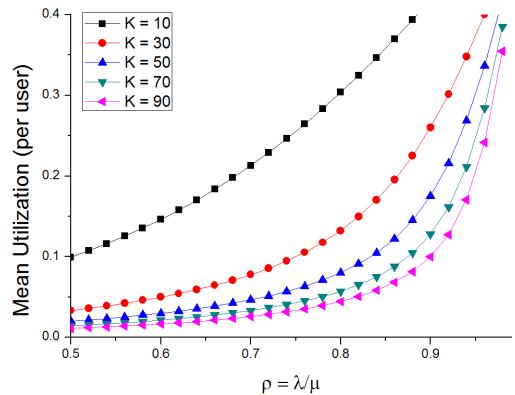


그림 13. 각 큐의 길이(K)에 대하여 ρ 에 따른 메모리 활용도

위의 결과를 여러 사용자에 대하여 [그림 14]와 [그림 15]로 확장할 수 있다. [그림 14]는 단위용량의 90배 크기를 갖는 메모리일 경우 메모리 사용률과 홈 네트워크의 접속 인원에 대한 메모리 차단 확률을 나타내고 있다. 메모리의 사용률이 0.78일 경우 메모리 차단확률 1E-6(%)에 적절한 사용자의 수는 2명임을 알 수 있다.

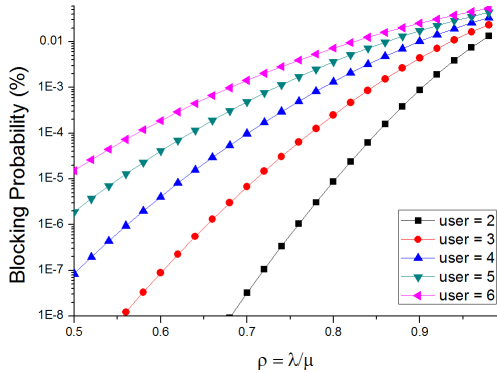


그림 14. 각 접속 인원수에 대하여 ρ 에 따른 메모리 차단 확률

[그림 15]는 단위용량의 90배 크기를 갖는 메모리일 경우 메모리 사용률과 홈 네트워크에 접속한 인원수에 대한 메모리의 활용도를 나타내고 있다. 메모리의 사용률이 0.78일 경우 메모리 활용도 0.08에 적절한 사용자의 수는 2명임을 알 수 있다.

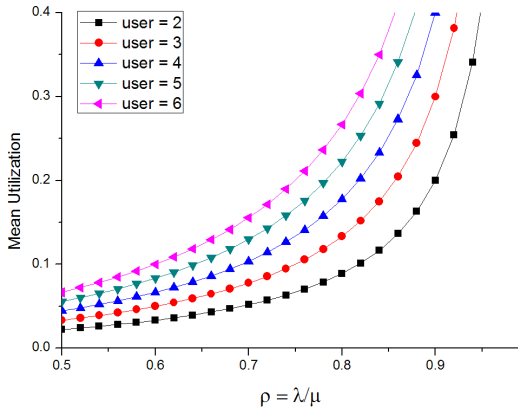


그림 15. 각 접속 인원수에 대하여 ρ 에 따른 메모리 활용도

위의 [그림 12-15]를 종합하여 분석해 보면 사용자의 평균 접속 인원수가 2명이고 메모리 사용률이 0.78인 상황에서 메모리 차단확률이 1E-6(%)이고 메모리 활용도가 0.08일 경우에 IP 공유기에서 요구되는 메모리의 크기는 단위용량의 90배 크기임을 알 수 있다.

VI. 결론 및 향후계획

본 논문에서는 홈 네트워크 환경에서의 서비스 이동성을 지원하기 위한 에이전트의 구체적인 구현 방안을 제시하였다. 단말 에이전트와 서버 에이전트의 구체적인 설계 방안을 서술하였으며 IP 공유기에서 관리해야 할 파라미터를 정의하였다. IP 공유기에서 관리되어야 할 서비스 등록 정보가 저장되는 메모리의 크기를 효율적으로 결정할 수 있도록 M/M/1/K 큐잉 모델을 이용하여 메모리의 크기, 차단 확률, 활용도 간의 관계를 그래프로 도출하였다.

결과적으로 도출된 그래프를 분석하여 홈 네트워크 환경에서 서비스 이동성을 지원하기 위해 IP 공유기에서 적절한 메모리 차단확률과 활용도를 갖도록 요구되는 메모리 크기를 예측하였다.

향후 연구를 통하여 바인딩 테이블 중에서 사용자 위치 등록 바인딩 테이블과 서비스 등록 바인딩 테이블의 메모리 사용을 모두 고려한 모델링에 대한 연구를 진행할 것이다.

참고 문헌

- [1] 정희영, 박우구, *차세대 유무선통합망에서의 IP 이동성 기술 표준화 동향*, 전자통신동향분석, 제 24권, 제3호, pp.13-23, 2009.
- [2] ATIS, *IPTV Architecture Roadmap*, ATIS IPTV Forum, 2006.
- [3] H. Becha, *IPTV Service Requirements*, ITU-T Working Document FG IPTV, 2007.
- [4] J. S. Han, J. K. Yun, J. H. Jang, and K. R. Park, "User-friendly home automation based on 3D virtual world," ICCE, pp.499-500, 2010.
- [5] J. W. Nam, K. Y. Kim, K. S. Cho, H. S. Kim, and S. G. Choi, "Design of IP sharing device for multimedia stream using UDP datagram switching mechanism," ICACT, pp.81-86, 2010.
- [6] 김양중, *ITU-T의 홈네트워크 표준동향*, 한국정

보통신기술협회, 2009.

[7] ITU-T Recommendation Q.1706/Y.2801, *Mobility management requirements for NGN*, 2006.

[8] ITU-T Recommendation Q.1762/Y.2802, *Fixed-Mobile convergence general requirements*, 2007.

[9] Y. H. Yoo, B. C. Shin, S. G. Choi, and S. K. Kim, "User Mobility Mechanism for Seamless Multimedia Service in Home Networks," *ICACT*, pp.2121-2123, 2008.

[10] 김종찬, "홈 네트워크 환경에서 멀티미디어 서비스 이동성 기술 적용 방안 및 실증 실험", 한국콘텐츠학회논문지, 제8권, 제12호, pp.28-36, 2008.

[11] Hongbo, Si Yue Wang, Jian Yuan, and Xiuming Shan, "A Framework and Prototype for Service Mobility," *CSIE*, pp.315-319, 2009.

[12] DONALD GROSS and CARL M. HARRIS, *Fundamentals of Queueing Theory 3rd*, JOHN WILEY & SONS, pp.74-79, 1998.

[13] 이호우, *대기행렬이론(확률과정론적 분석)*, 기술, pp.277-280, 1996.

저자 소개

남 종 욱(Jong-Wook Nam)

준회원



- 2008년 2월 : 충북대학교 정보통신공학전공(공학사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 전파공학과 석사 과정

<관심분야> : Mobility

유 명 주(Myoung-Ju Yu)

정회원



- 2005년 2월 : 충북대학교 정보통신공학전공(공학사)
- 2005년 3월 ~ 2007년 2월 : 충북대학교 전파공학과(공학 석사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 전파공학과 박사 과정

<관심분야> : NGN, Mobility, QoS, AAA

최 성 곤(Seong-Gon Choi)

종신회원



- 1999년 8월 : 한국정보통신대학교(공학석사)
- 2004년 2월 : 한국정보통신대학교(공학박사)
- 2004년 3월 ~ 2004년 8월 : 한국전자통신연구원

- 2004년 9월 ~ 현재 : 충북대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부

<관심분야> : NGN, Mobility, QoS, MPLS