

무선 ATM망에서 신호 트래픽 관리를 위한 기억공간 적재기법의 성능분석

정회원 최 기 무*, 조 동 호**

Performance Analysis of Cache Strategy for Signaling Traffic Management in Wireless ATM Network

Gi-Moo Choi*, Dong-Ho Jo** *Regular Members*

요 약

무선 멀티미디어 서비스를 위하여 무선 ATM(Asynchronous Transfer Mode)망에 관한 연구가 현재 활발하게 진행되고 있다. 이러한 무선 ATM망 환경에서 현재의, 모든 신호 부하가 HLR(Home Location Register)에서 처리되는 중앙 집중구조는 HLR의 부하 집중의 원인이 된다. 따라서 중앙 집중 구조는 호처리 지연의 직접적인 원인으로 작용하므로 분산 구조를 이용하면 연결설정 지연을 줄일 수 있다. 본 논문에서는 호 처리 및 등록에 대한 시그널링 부하의 폭증으로 인한 호처리의 지연을 방지하기 위하여 분산 호처리 구조를 기반으로 하는 구조에서 캐쉬(Cache)를 이용한 호처리 절차와 ATM의 Multicasting을 이용한 등록의 캐쉬 갱신(Update)을 통하여 망 전체에 대한 시그널링 부하를 줄이는 방안을 제시하고 기존 방안과 제안된 방안에 대하여 비용을 비교 분석하였다. 이 결과 제안한 캐쉬 방안이 전체적인 성능향상을 보였으며 특히 이동성이 적고 호 트래픽이 많은 경우에 상당한 성능향상을 나타내었다.

ABSTRACT

For mobile multimedia services, wireless ATM(Asynchronous transfer Mode) network is studied actively. In wireless ATM network, the existing signaling protocols generate heavy traffics for HLR due to the centralized structure that all signaling loads must be handled in HLR(Home Location Register). Also, centralized structure causes critical connection setup delays. Thus, it is important that wireless ATM reduces the connection setup delays occurred due to high traffic loads of signaling based on distributed processing. In this thesis, we propose a cache strategy for call delivery as well as the cache updates of registration based on ATM multicasting and compares the cost of cache scheme with that of conventional scheme. Our study shows that cache scheme has better performance than the conventional methods in the case that the portable mobility is low and traffic density is large.

I. 서론

현재의 통신망은 기존의 단순한 음성 서비스에서 음성, 영상, 데이터 등이 통합된 멀티미디어 시대가 급속

히 전개되어 비동기 전송 방식(ATM : Asynchronous Transfer Mode) 기술을 기반으로 한 광대역화가 요구되고 있다. ATM은 정보를 셀(Cell)이라는 고정된 크기의 정보 단위로 분할하여 전송하기 때문에 대역폭 할당에 있어 유연성(Flexibility)을 제공할 뿐 아니라 특성이 다른 다양한 서비스 트래픽에 대해 통계적 다중화를 이용하여 대역폭 사용의 이득을 극대화할 수

* LG정보통신 중앙연구소

** KAIST 전기전자공학

論文番號 : 97465-1220

接受日字 : 1997年 12月 20日

있어 사용 효율을 높일 수 있다. 또한 이러한 ATM 기술을 기반으로 한 광대역 종합 통신망(B-ISDN)의 구축이 현실화되고 있는 가운데 최근의 정보 통신 서비스는 초고속성, 이동성을 이용한 유. 무선망의 통합화 개념으로 전개되고 있으며, 서비스의 특징이 제한된 장소에서의 통신에서 위치나 시간에 관계없이 정보교환이 가능한 형태로 발전하고 있다. 음성, 데이터, 정지화상 및 동화상을 포함한 멀티미디어 정보 데이터베이스에 관한 서비스를 지원하기 위해서는 무선 환경하에서의 광대역 무선 멀티미디어 서비스를 효과적으로 제공하는 망이 필요하게 되는데 이는 결과적으로 고정망의 ATM 전송 기술을 무선망까지 확장하는 형태인 무선 ATM(Wireless ATM)이 근간이 될 것이다.

현재 ATM Forum에서는 고정망 ATM 기술을 무선 액세스에 접목시킨 Wireless ATM에 관한 연구가 활발히 진행되고 있는 실정이다. 크게 무선 액세스 계층과 Mobile ATM에 관한 부분으로 나누어 연구가 진행되고 있는데 이동성, 자원관리, 라우팅 방법에 관한 것들이 세부적으로 진행되고 있다. 여기서 분산구조를 기반으로 한 신호절차에서 신호 트래픽 관련 무선 ATM 환경에서의 중요한 과제는 이동성 관리와 위치 추적이 관한 것이다. 기존의 이동성 관련 위치 등록과 호 처리를 위한 위치 추적에서 HLR(Home Location Register)과 VLR(Visitor Location Register)을 사용하는 Two-level 전략을 주로 사용하고 있다[4],[5]. 이러한 구조는 사용자의 모든 호마다 같은 위치 추적 절차(HLR 액세스)를 반복적으로 수행하게 된다. 따라서 무선 ATM망 환경하에서 기존의 신호 절차는 HLR에 대한 큰 액세스 트래픽을 발생시킨다.

이것은 모든 신호 절차에서 HLR의 정보를 항상 이용하는 구조를 가지기 때문이다. 이러한 중앙 집중 구조에서는 높은 트래픽이 부가되면 연결 설정(호처리) 절차시의 지연이 급격히 증가하게 된다. 따라서 이러한 지연에 대비한 대책이 필요하게 되는데, 사용자의 대부분의 호는 이전에 호출한 경험이 있는 호에 대해 반복적으로 이루어지는 경우가 상당히 많이 존재하므로 이때 전에 이루어진 호에 대한 정보를 재사용하면 신호 절차에서 많은 트래픽 감소를 가져올 수 있다.

본 논문에서는 이러한 무선 ATM망 환경에서 가입자의 증가로 인한 호 처리 및 등록에 대한 시그널링

부하의 폭증으로 인한 호처리의 지연을 방지하기 위하여 분산 호처리 구조를 기반으로 하는 구조에서 이전에 사용된 정보를 재사용하는 캐쉬를 이용한 호처리 절차와 ATM의 Multicasting 을 이용한 캐쉬 갱신(Update)을 통하여 망 전체에 대한 시그널링 부하를 줄이고 호처리 절차의 단순화를 통해 연결 설정 지연을 감소시킬 뿐만 아니라 다수의 가입자들을 서비스할 때 병목현상(Bottleneck)이 나타날 수 있는 HLR에 대한 질의(Query) 빈도를 감소시킬 수 있는 방안을 제안 하였다.

본 논문은 서론에 이어서 2장에서는 주로 ATM forum Wireless WG(Working Group)에서 제안한 무선 ATM에 대하여 알아본다. 제3장에서는 무선 ATM망에서의 기존 신호 절차에 대해 알아보고, 제4장에서는 무선 ATM망에서 캐쉬를 이용할 경우의 호 절차와 Multicasting을 이용한 등록 절차에 대해 알아본다. 제5장에서는 본 논문에서 제안한 무선 ATM망에서 캐쉬 알고리즘 방법에 의한 호 처리 및 등록절차에 대한 성능을 분석하고 마지막으로 6장에서는 결론을 맺는다.

II. 무선 ATM 망의 특성

2.1 무선 ATM 망 구조

WATM WG에서 관심을 갖고 규격을 작성하려는 분야는 Radio access layer 프로토콜 분야와 Mobile ATM 프로토콜 확장 분야가 있다. 이는 향후 광대역 멀티미디어 서비스를 무선에서도 경제적이고 효율적인 방법으로 제공하기 위한 방안으로 필수적인 규격이다. 그림 1은 ATM Forum에서 제안하고 있는 무선 ATM망에서 요구되는 물리적 접속을 나타내고 있다 [1]. 무선 ATM WG에서는 단말기와 기지국 사이를 무선접속 계층(RAL : Radio Access Layer)이라 정의하고, 기지국과 망 사이를 이동 ATM(Mobile ATM)이라고 정의한다. 그림에서 기지국(BS : Base Station)은 이동 가입자가 망을 액세스할 수 있도록 하며, 여러 개의 기지국이 기지국제어기(BSC: Base Station Controller)에 연결되고 BSC는 UNI를 통하여 무선광대역망교환기(BWSC : Broadband Wireless Switching Center)와 연결되며 이것은 다시 155Mbps/sec 로 ATM망으로

연결된다. ATM망에서는 셀간 트래픽의 라우팅을 위한 충분한 자원을 제공하며, 최상위 계층에는 대규모 ATM게이트웨이 스위치가 있어서 타 망과의 통신과 다른 원격지의 망 사이에 이동접속 경로를 제공한다. 기지국은 무선 인터페이스 패킷(AIP : Air Interface Packet)의 전달, 번역 및 캡슐화 기능을 제공하기 위한 약간의 상위 프로토콜 기능을 갖고 있으며 기지국 제어기는 무선 인터페이스 패킷의 전달, 번역 및 캡슐화 기능 그리고 기지국의 제어에 필요한 추가적인 상위 프로토콜 기능을 갖고 있다. 기지국 또는 기지국 제어기는 무선 인터페이스 패킷과 ATM 셀의 프로토콜 변환기능을 제공한다. 또한 이동성 지원과 이동성 관리를 제공하기 위한 신호 및 프로토콜 기능과 다른 무선 시스템의 특수 기능을 제공하기 위하여 인증센터(AC : Authentication Center) 와 HLR, VLR등의 데이터 베이스 요소가 필요하다.

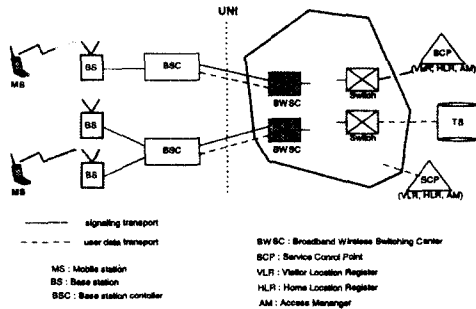


그림 1. 무선 ATM망의 물리적 참조모델

2.2 무선 ATM 망의 Multicasting

ATM Forum에서 UNI Signaling spec. 4.0를 제정하면서 UNI 3.0, 3.1를 보완한 점대점과 점대다중점에 대해서 언급 하고 있다[6]. 이것은 Q.2931에서 정의한 점대점과 Q.2971에서 정의한 점대다중점의 개념을 확장하면서 시그널링에 대해서 규정한 것이다. ATM Forum에서 정의하고 있는 점대다중점들은 다음과 같은 성질들을 만족하여야 한다.

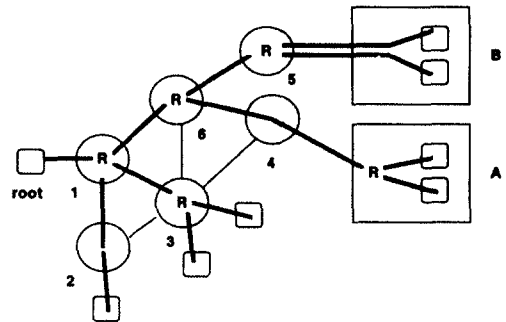
① 트리구조에서 루트에 해당되는 것을 루트링크라하고 나머지 종단점들을 지엽점(leaf)이라 하고, 정보의 복사본을 받는다.

② 지엽점들로부터 루트로 오는 귀환값은 0인 것으로 한다.

③ 이런 구조하에서는 지엽점들 상호간은 서로 통신할 수 없다.

④ 분산 구조를 만들 때에는 루트에 대한 지엽점들로만 구현 가능하다.

점대다중점이 연결되는 방법은 먼저, 루트노드와 지엽점들 중 하나와 점대점 연결을 한다. 그 다음 루트노드의 "add party"에 의해서 추가적인 노드들이 연결된다.



- * R : 셀 복제점
- * 박스(Boxes) : 점대다중연결점의 일과 뿌리
- * 원(Circles) : 스위치(switches)
- * 굵은선(Bold lines) : 점대다중점 연결 경로
- * 일반선(Normal lines) : UNI or NNI 링크

그림 2 점대다중점 연결시 셀 복제 방법

이 때 루트노드는 "add party"에 대한 응답확인 없이 다음 노드를 추가할 수 있다. 물론, 루트 노드는 병렬로 연결할 수도 있고, 직렬연결(즉, 노드추가에 대한 응답을 확인한 후에 다음 노드를 연결하는 방법)을 할 수도 있다. 지엽노드는 점대다중점으로 연결된 상태에서 언제든지 연결을 끊을 수 있으며, 그 요청은 루트노드나 끊고자 하는 지엽노드 쌍방에서 할 수 있다.

앞에서와 같은 방법으로 일대다중점연결(Point to Multipoint connection)이 이루어지면 멀티캐스팅을 위한 셀 복제가 가능하게 된다. 그림 2와 같은 연결이 이루어져 있는 경우에 셀 복제 방법은 스위치 1에서는 VCC로 연결된 뿌리(Root)로부터 받은 셀을 두개 더 복제하여 연결된 3개의 링크로 보내게 된다. 스위치 3에서는 받은 셀을 다시 한개 더 복제하여 2개의

잎(Leaves)에 전송하게 된다. 또한 단말 A, B는 일대다중점 연결을 통해 두개의 잎에 연결된 형태로써 스위치 4에서는 ITU-T Q.2971 10절의 절차에 따라 A의 UNI를 통하여 연결되어 두번째 잎은 ADD PARTY 메시지에 의해 추가된다. 이경우 단말 A에서 두개의 잎에 대한 복제가 이루어 진다. 그러나 SW 5와 단말 B는 Q.2971 9절의 UNI절차에 따르며 이경우 두 잎은 조인(Join)을 위한 UNI가 적용되며 스위치 5에서 각 Virtual Channel에 보낼 셀을 복제하게 된다.

III. 기존 무선 ATM 시그널링 절차

3.1. 기존 무선망의 등록 절차

무선 ATM망에서의 기존 방안에 의한 신호절차에 대해 알아 보면, 기존 방안에 의한 무선 ATM망에서의 위치등록 절차가 그림 3에 나타나 있다. 그림의 위치등록에 관한 주요 절차는 다음과 같다.

- ① 이동단말기가 등록경계를 지나 새로운 등록위치로 이동하면 근처의 기지국으로 등록갱신 메시지를 송신한다.
- ② 기지국에서는 이 등록 메시지를 이동교환기(BWSC)로 보낸다.
- ③ 이동교환기에서는 단말이 머물고 있는 관련 VLR를 갱신하고 HLR에 위치등록메시지를 전송한다.
- ④ HLR은 가입자의 프로파일(User profile)과 함께 등록 확인 메시지를 BWSC/VLR에 보낸다.
- ⑤ HLR은 등록 해제 메시지를 이전의 BWSC/VLR에 보낸다.
- ⑥ 이전의 BWSC은 관련된 VLR의 단말의 정보를 삭제하고 삭제확인 메시지를 HLR에 전송한다.

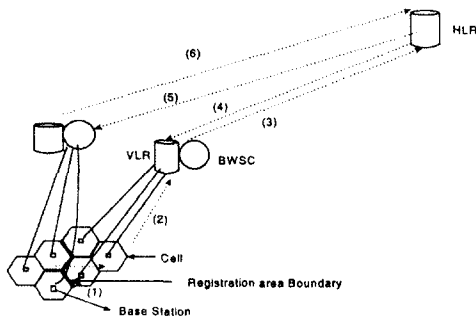


그림 3. 기존 방안에 의한 위치 등록 절차

3.2. 기존 무선망의 호처리 절차

기존 방안을 따르는 경우에 무선 ATM망에서의 호처리 절차를 그림 4에 나타내었다. 호처리 절차에 관한 주요 과정은 다음과 같다.

- ① 발신 이동 단말기가 근처의 기지국을 통하여 BWSC에 호 개시 신호를 송신한다.
- ② 이동 교환기에서는 착신 단말이 지금 머물고 있는 위치를 찾기 위하여 HLR에 위치 요구 메시지를 전송한다.
- ③ HLR은 착신 가입자의 현재 서비스 받고 있는 BWSC를 결정하여 경로 요구 메시지를 BWSC/VLR에 보낸다.
- ④ 착신측 이동교환기에서는 착신 단말이 지금 머물고 있는 위치를 찾아 HLR에 위치관련 정보 메시지를 전송한다.
- ⑤ HLR은 이 정보 메시지를 발신측 BWSC/VLR에 보낸다. 이 정보를 이용하여 발신측 이동교환기는 착신측과의 연결이 설정된다.

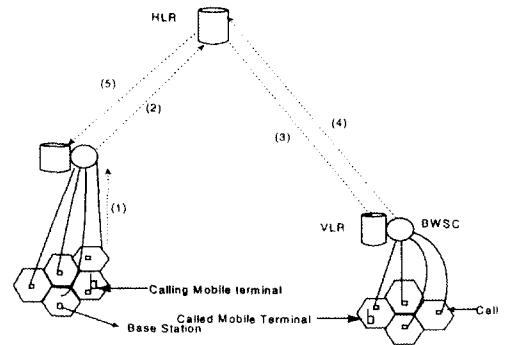


그림 4. 기존 방안을 이용한 호처리절차

3.3. 기존 방안의 ATM 신호 절차

무선 ATM 망에서의 기존 방안에 의한 ATM 시그널링에 의한 등록 절차를 그림 5에 나타내었다. 여기서 BSC와 VLR/HLR, BSC와 BWSC는 PVC(Permanent Virtual Connection)으로 연결되고 VLR과 TS, VLR과 HLR, BSWC와 VLR, BWSC와 HLR은 SVC(Switched Virtual Connection)으로 연결된 것으로 가정한다. 그 절차는 다음과 같다.

- ① 이동단말기(MS)가 등록경계를 지나 새로운 위치로

- 이동하면 BS로 등록갱신 메시지를 송신한다.
- ② 기지국에서는 ATM 셀에 관련 정보를 실어 이동교환기(BWSC)로 보낸다.
 - ③ BWSC에서는 등록요구 메시지(Reg_req)를 PVC를 통하여 관련된 VLR로 전송한다.
 - ④ VLR은 가입자의 관련 정보가 없으면 해당 TS(Translation Server)로 ATM 연결을 통한 SVC로 번역요구 메시지(Trans_req)를 보낸다.
 - ⑤ TS에서는 HLR의 ATM 주소를 찾아 응답한다
 - ⑥ VLR은 해당 HLR과 ATM SVC 연결을 설정한다.
 - ⑦ HLR을 통한 인증을 실시하고 끝나면 VLR에서 등록요구(Reg_req)메세지를 HLR로 보낸다.
 - ⑧ HLR은 위치등록을 갱신하고 이전의 VLR로 ATM SVC 연결 설정 후 등록삭제(Reg_can) 메시지를 전송한다.

또한 그림 6에서는 호처리 절차에 따른 ATM시그널링의 흐름을 나타내었는데, 그 절차는 다음과 같다.

- ① 발신 이동 단말기가 기지국을 통하여 호 개시 신호를 송신한다.
- ② 이동 교환기에서는 착신 단말이 VLR에 없는 경우 위치를 찾기 위하여 TS을 ATM SVC 연결설정 후 HLR의 주소를 얻는다.
- ③ BWSC는 해당 HLR를 ATM SVC 연결설정 후 위치요구(Loc_req) 메시지를 보낸다.
- ④ HLR에서는 착신 단말이 위치한 VLR로 ATM SVC 연결설정 후 경로요구(Route_req) 메시지를 보내어 BWSC의 ATM 주소를 얻는다.
- ⑤ HLR은 이 정보 메시지를 발신측 BWSC에 보낸다(Loc_reqa). 이 정보를 이용하여 발신측 이동교환기는 착신측과의 연결이 설정된다.

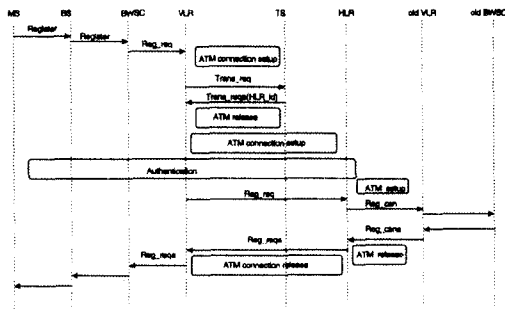


그림 5. 기존 방안의 등록시 ATM 신호 절차

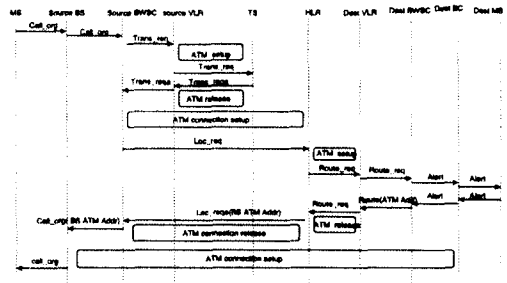


그림 6. 기존 방안의 호처리시 ATM 신호 절차

IV. 캐쉬 방안의 ATM 시그널링 절차

4.1 캐쉬를 이용한 호처리 절차

무선 ATM망에서 캐쉬를 이용하였을 경우의 호처리 절차가 그림 7에 나타나 있다. 이 절차를 간략히

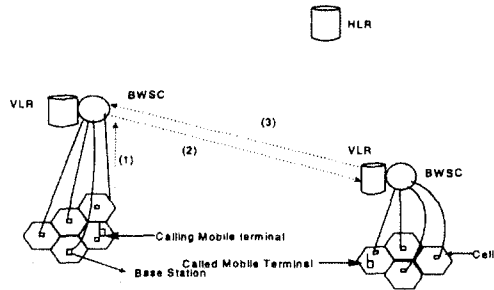


그림 7. 캐쉬방안을 이용한 호처리 절차

살펴보면 아래와 같다.

- ① 발신 이동단말기가 근처의 기지국을 통하여 BWSC에 호 개시신호를 송신한다.
- ② 이동교환기에서는 착신단말에 대한 정보가 캐쉬에 있는지 검사하여 없는 경우는 기존의 절차에 따라 처리하고 캐쉬에 있는 경우는 BWSC을 결정하여 BWSC에 경로요구 메시지를 보낸다.
- ③ 착신측 이동교환기에서는 착신 단말이 지금 머물고 있는 위치를 찾아 발신측 이동교환기로 위치관련 정보 메시지를 전송한다. 또한 발신측 이동교환기는 이 정보를 이용하여 ATM망을 통하여 호설정 메시지를 통해 착신측과의 연결이 설정된다.

여기서는 기존 방안이나 캐쉬에서 공통적으로 사용되고 본 논문에서 다루는 성능분석에 영향을 주지않는 기본적인 절차에 대해서는 생략하고 간략화 된 과정만을 설명한다.

4.2 Multicasting을 이용한 등록 절차

앞에서 언급한 호처리 절차는 기존의 방안에 비해 상당히 간단한 방법으로 호처리가 이루어 지므로 간략한 시그널링 절차를 통해 시그널링 부하와 HLR의 액세스 부하를 줄일 수 있다. 그러나 시그널링 부하를 줄이기 위해 캐쉬에 있는 정보의 정확성의 문제가 중요한 변수로 작용한다. 따라서 여기서는 캐쉬에 있는 정보와 현재 위치를 일치시키기 위하여 위치등록 시 HLR에 등록과 동시에 캐쉬 정보를 갱신하는 방안을 이용하였는데 이러한 절차가 그림 8에 나타나 있다. 이러한 절차를 정리하면 기존의 등록절차와 거의 유사하나 캐쉬 갱신에 대한 절차만 추가된 형태가 되어 ATM의 Multicasting 기능을 이용하여 단말의 위치 등록 시 HLR에 등록 하면서 HLR는 다시 모든 캐쉬(BWSC)에 등록정보를 전송한다. 이때 각 BWSC 에서는 캐쉬에 해당 정보가 있으면 갱신을 수행하고 해당 정보가 없으면 버리게 된다. 따라서 HLR과 캐쉬는 항상 정보의 일치를 이룰 수 있다.

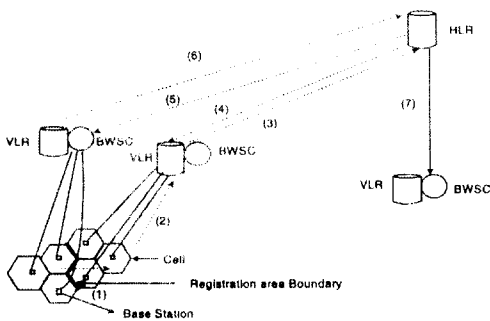


그림 8. Multicasting에 의한 등록절차

등록 절차를 간략히 살펴 보면 다음과 같다.

- ① 이동단말기가 등록경계를 지나 새로운 등록위치로 이동하면 근처의 기지국으로 등록갱신 메시지를 송신한다.

- ② 기지국에서는 이 등록 메시지를 이동교환기(BWSC)로 보낸다.
- ③ 이동교환기에서는 단말이 처리되고 있는 관련된 VLR를 갱신하고 HLR에 위치등록 메시지를 전송한다.
- ④ HLR은 가입자의 프로파일(User profile)과 함께 등록 확인 메시지를 BWSC/VLR에 보낸다.
- ⑤ HLR은 등록 해제 메시지를 이전의 BWSC/VLR에 보낸다.
- ⑥ 이전의 BWSC은 관련된 VLR의 단말의 정보를 삭제하고 삭제확인 메시지를 HLR에 전송한다.
- ⑦은 등록 후 HLR에서 ATM의 multicasting 기능을 이용하여 다시 모든 캐쉬(BWSC)에 데이터를 전송한다 또한 각 BWSC에서는 캐쉬에 해당 정보가 있으면 이 데이터를 이용하여 해당 위치 등록을 수행하고 해당 정보가 없으면 데이터를 버린다.

4.3 캐쉬 방안의 ATM 신호 절차

캐쉬 방안에서 ATM multicasting에 의한 등록 절차에 대한 ATM 시그널링 절차가 그림 9에 나타나 있는데 이것은 기존의 시그널링과 유사하며 ATM multicasting 기능만 추가된 형태이다. 또한 호처리 절차에 따른 ATM 시그널링의 흐름은 그림 10에 나타내었다. 여기서의 호처리 절차는 상당히 단순하여 BWSC에서 캐쉬에 있는 정보를 이용하여 바로 목적지의 VLR로 한번의 ATM connection setup으로 단말의 경로 정보를 얻을 수 있다.

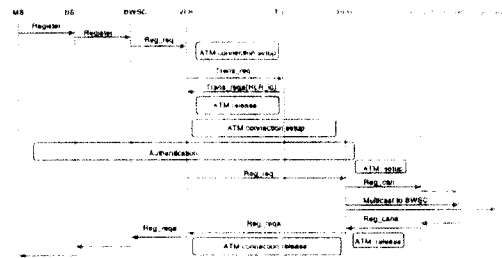


그림 9. Multicasting을 이용한 등록시 ATM 신호절차

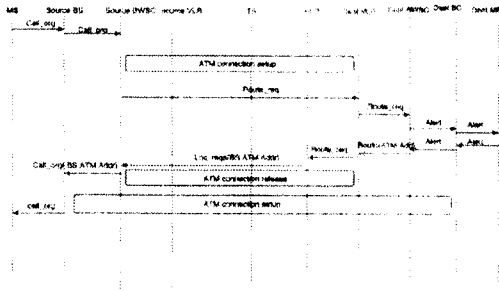


그림 10. 캐쉬 방안의 호처리시 ATM 신호 절차

V. 성능분석

5.1 기존 방안과 캐쉬 방안의 ATM 시그널링 절차 비교

위의 그림 5, 6과 그림 9, 10에서 보는 바와 같이 각 경우에 대해 등록의 경우는 ATM 연결(ATM connection)에 대한 횟수는 기존 방안과 Multicasting 방안이 동일하지만 호처리 절차에 있어서는 캐쉬방안이 상당히 단순한 형태를 가지게 된다. 이에 대한 횟수가 <표 1>에 나타나 있다.

<표 1> Wireless ATM signaling Traffic

| Signaling Transaction | Number of ATM Connection(기존방안) | Number of ATM Connection(캐쉬방안) |
|--|--------------------------------|--------------------------------|
| Registration (Explicit Deregistration) | 2 | 2 |
| Connection Setup (mobile to mobile) | 3 | 1 |

5.2 수학적 분석

본 논문에서는 무선 ATM의 트래픽 증가에 따른 지연을 방지하기 위하여 분산 호처리 구조를 기반으로 하는 구조에서 캐쉬(Cache)를 이용한 호처리 절차와 ATM의 멀티캐스팅(Multicasting)을 이용한 캐쉬 갱신 방법(Update)을 통하여 망 전체에 대한 시그널링 부하를 줄이고 호처리 절차의 단순화를 통해 호처리 지연 시간의 감소 뿐만 아니라 다수의 가입자들을 서비스할 때 병목현상(Bottleneck)이 나타날 수 있는 HLR(Home Location Register)에 대한 질의(Query) 빈도를 감소시킬 수 있는 방안을 제안하였다.

HLR의 트래픽을 고려한 HLR에서의 지연시간을 큐잉 모델을 이용하여 분석한다. 이때 HLR에서의 큐잉 지연에 대해 M/G/1 큐로 모델링한다. 즉 입력 트래픽은 포아송 분포이고 HLR에서의 서비스 시간은 임의의 분포를 갖는 것으로 가정한다. 이때 시스템내에서 기다리는 총시간 W 와 큐에서 기다리는 시간 W_q 를 구해보자. 서비스 받는 방법은 FIFO(First In First Out)로 가정한다.

큐잉이론을 이용하여 Pollaczek-Khinchin 변환공식과 로피탈 법칙을 적용하여 풀면 큐에서의 대기시간 W_q^* 는 다음과 같다.[7]

$$W_q^*(s) = (1-\rho) + (1-\rho) \sum_{k=1}^{\infty} \rho^k [B_c^*(s)]^k \quad (1)$$

여기서 ρ 는 트래픽밀도이고 B_c^* 는 트래픽이 도착한 순간에 현재 처리되고 있는 트래픽의 남아있는 시간 분포를 나타낸다. 따라서

$$E(W_q) = -W_q^{*(1)}(0) = \frac{\lambda}{2(1-\rho)} E(S^2) \quad (2)$$

시스템내에서 기다리는 총시간은 W 이므로 기대값 $E(W)$ 은 다음과 같다.

$$E(W) = E(W_q + S) \quad (3)$$

W_q 와 S 는 서로 독립이므로 (식 3)은 다음과 같이 표시된다.

$$E(W) = E(W_q + S) = E(S) + E(W_q) = \frac{1}{\mu} + \frac{\lambda}{2(1-\rho)} E(S^2) = E(S) + \frac{\lambda E[S^2]}{2(1-\lambda E[S])} \quad (4)$$

여기서 HLR에 도착하는 전체트래픽은 발신호에 의한 트래픽과 이동성에 의한 트래픽의 합인 $\lambda = Nn\lambda^* + n\eta$ 이므로 기존 방안에서의 호처리 비용은 (식 5)와 같다.

$$C_{basic} = C_1 + E[S] + \frac{(Nn\lambda^* + n\eta)E[S^2]}{2\{1 - (Nn\lambda^* + n\eta)E[S]\}} \quad (5)$$

마찬가지로 캐쉬방안에서의 HLR에 도착하는 전체트

래픽은 $\lambda = Nn\lambda^* + n\eta$ 이므로 호처리비용은 다음과 같다.

$$C_{cache} = c_1 + p\{E(S) + \frac{(Nnp\lambda^* + n\eta)E(S^2)}{2\{1 - (Nnp\lambda^* + n\eta)E(S)\}}\} + C2 \quad (6)$$

식 5와 6에서 보는 바와 같이 캐쉬에 데이터가 존재하지 않을 확률 p는 1보다 작거나 같으므로 항상 캐쉬의 성능이 좋은 결과를 보일 것이다. 이는 HLR에서 캐쉬에 데이터를 전송하는 추가 부하 C2가 상대적으로 작다는 가정에서 항상 좋은 성능을 보이는 것이며 실제로 이것의 부하는 HLR관점에서는 PVC로 연결되어 신호 트래픽은 무시할 수 있을 것이다.

여기서 HLR의 서비스 시간 밀도함수(HLR services time Density function)가 감마함수(Gamma distribution)

인 $f_G(\mu, \gamma, t) = \frac{\mu^\gamma t^{\gamma-1} e^{-\mu t}}{\Gamma(\gamma)}$ 이면 $\Gamma(\gamma) = \int_{\tau=0}^{\infty} e^{-\tau} \tau^{\gamma-1} d\tau$,

$\gamma > 0$ 이다. 이때 $E[S] = \gamma/\mu, E[S^2] = [\gamma(\gamma+1)]/\mu^2$ 이

고 $E[S] = c_1$ 이면 $\mu = \gamma/c_1, E[S^2] = [(\gamma+1)/\gamma]c_1^2$ 이다.

한편 $\alpha = Nn\lambda^* C_1, \beta = n\eta C1$ 이므로 기존 방안에

HLR의 전체 부하(offered load)는 $\rho = \alpha + \beta$ 가 된다.

따라서

$$C_{basic} = c_1 [2 + \frac{(\gamma+1)\rho}{2\gamma(1-\rho)}] \quad (7)$$

$$C_{cache} = c_1 \left[1 + p + \frac{(\gamma+1)(\alpha p^2 + \beta p)}{2\gamma(1-\beta-\alpha p)} \right] \quad (8)$$

위의 성능 분석은 캐쉬를 이용하였을 때의 HLR 입력 트래픽이 포아송 분포일때 그에 대한 지연시간을 시스템 지연과 큐잉 지연을 고려한 전체 지연에 대한 비용의 함수로 나타내었다. 여기서 실제로 캐쉬에 대한 갱신 관련 부하는 HLR에서는 시스템 지연에 약간의 영향을 미칠 수 있으나 무시되었다. 이때 식 7과8에서 보는 바와 같이 캐쉬에 데이터가 존재하지 않을 확률 p가 1인 경우는 기존 방안과 캐쉬 방안이 같게 되나 이 값은 항상 1보다 작거나 같으므로 상대 비용에 있어서 성능향상을 기대할 수 있다.

<표 2> 사용한 NOTATION

| | |
|-------------|--|
| α | $Nn\lambda^* C1$: 기존 방안의 호처리로 HLR에 부가되는 트래픽 |
| β | $n\eta C1$: 등록에 의해 HLR에 부가되는 트래픽 |
| C1 | HLR 혹은 VLR에서의 평균 서비스 시간 |
| C2 | 캐쉬 갱신 정보 전송을 위한 평균 서비스 시간 |
| C_{cache} | 캐쉬 방안에 의한 호처리 비용 |
| C_{basic} | 기존 방안에 의한 호처리 비용 |
| η | 단말의 이동 비율(Mobility) |
| λ | HLR에 대한 질의 도착율 |
| λ^* | 착신호 비율 |
| n | HLR에 등록된 단말의 수 |
| N | 호가 시도되는 수 |
| s | HLR에서의 서비스 시간을 나타내는 랜덤 변수 |
| p | 캐쉬에 데이터가 존재하지 않을 확률 |

한편 망 전체에 대한 전체 Traffic 을 고려한 경우를 다음과 같이 간략화하여 나타낼 수 있다.

Ch : HLR 질의 및 갱신 비용

Cv : VLR 질의 및 갱신 비용

Cc : 캐쉬 질의 및 갱신 비용

λc : Call Arrival Rate

λm : Mobility rate(1/(m : mean RA residence time of mobile terminal))

라고 하면 호처리 및 등록 절차에 따른 각각의 비용에 대해 다음과 같이 나타낼 수 있다.

(1) 호처리 절차에 대한 비용

- 단위 시간당 Cost : Dcbase = (2Ch+Cv) λc

- 단위 시간당 Cost : Dccache = (Cv+Cc) λc

(2) 위치 등록 절차에 따른 비용

- 단위 시간당 Cost : Drbase = (Ch+Cv) λm

- 단위 시간당 Cost : Drcache = (Ch+Cv+Cc) λm

(3) 전체를 고려한 비용

- 단위 시간당 Total Cost : Dtbase = (2Ch+Cv) λc + (Ch+Cv) λm

- 단위 시간당 Total Cost : Dtcache = (Cv+Cc) λc + (Ch+Cv+Cc) λm

이상의 결과를 바탕으로 CMR(Call to Mobility Ratio)을 이용하여 기존 방안과 캐쉬 방안의 상대적 비용 관계를 구해보면 다음과 같다. 여기서 CMR은 호도착율(m: Call arrival rate)와 이동율((m:Mobility rate)의

비로 식 9와 같이 나타낼 수 있다.

$$CMR = \lambda c / \lambda m \quad (9)$$

이때 CMR이 크다는 것은 이동성에 비해 도착하는 호의 수가 많은 경우를 말한다. 또한 전체 비용은 HLR, VLR, 캐쉬에 대한 질의 및 갱신의 상대적인 비용에 따라 달라질 수 있다. 따라서 각각의 비용 변화에 따른 결과를 알아보기 위하여 HLR의 질의 및 처리 비용과 VLR의 질의 및 처리 비용을 캐쉬 비용에 대해 정규화한 상대적 비용에 대한 파라메타를 표 3에 나타내었다.

<표 3> HLR, VLR, 캐쉬에 대한 비용 파라메타

| Case | HLR | VLR | Cache |
|--------|-----|-----|-------|
| Case 1 | 10 | 9 | 1 |
| Case 2 | 10 | 5 | 1 |
| Case 3 | 10 | 2 | 1 |

5.3 결과 분석 및 토의

호 처리 절차에서 CMR변화에 따른 기존 방안과 캐쉬 방안의 상대적 비용이 그림 11에 나타나 있다. 그림에서 Cb는 기존 방안에서의 비용이고, Cc는 캐쉬 방안에서의 비용이다. Cc/Cb는 기존 방안에 대한 캐쉬 방안의 상대적 비용이 된다. 그림에서 보는 바와 같이 CMR 즉 이동성에 따라 차이는 있지만 호 처리 절차에서는 캐쉬 방안이 캐쉬를 통하여 이루어 지므로 HLR을 액세스하는 경우가 아주 작아 상당히 비용이

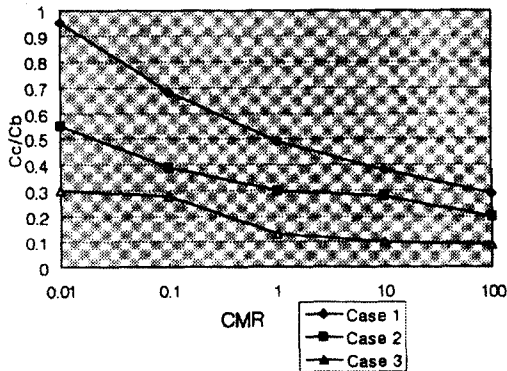


그림 11. 호처리시 절차 비용 비교

작게 나타난다. 특히 HLR 비용과 VLR비용의 비가 상대적으로 큰 차이가 나는 경우에 캐쉬 방안이 더 많은 상대적 비용 감소를 나타내며, 또한 CMR이 증가하면 증가할 수록 상대적 비용은 감소 하게 된다. 이것은 HLR 비용이 상대적으로 크면 기존 방안에서는 비용이 증가하는 비율이 높아지기 때문이다.

등록 절차에서 CMR변화에 따른 기존 방안과 캐쉬 방안의 상대적 비용을 그림12에 나타내었다. 이 경우는 반대로 캐쉬 방안의 캐쉬 갱신 비용이 추가로 발생하여 나타나므로 상대적 비용이 증가하게 된다. 그러나 이 경우도 그림에서 보는 바와 같이 CMR 즉 이동성에 따라 차이가 있어서 CMR이 크면 클수록 캐쉬 방안의 상대적 비용은 감소 하게 되며, 또한 HLR 비용이 VLR비용에 비해 상대적으로 큰 경우에는 그 반대의 경우에 비해 같은 캐쉬 방안에서도 상대적 비용 감소 현상이 더 나타난다.

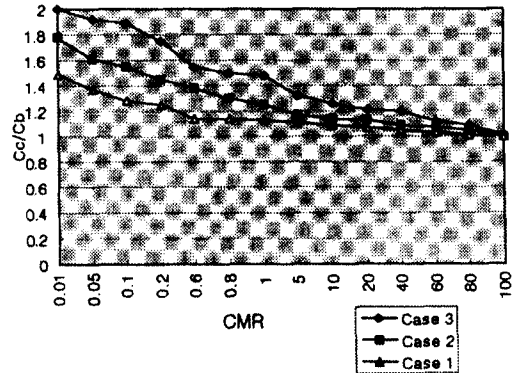


그림 12. 위치 등록시의 비용 비교

앞에서 나타낸 결과를 토대로 이를 종합하여 결과를 나타내 보면 그림 13과 같이 기존 방안과 캐쉬 방안에 대한 전체 비용의 비교를 나타낼 수 있다. 이 그림은 앞에서와 마찬가지로 각 방안의 CMR 변화에 따른 상대적 비용을 보여준다. 그림에서와 같이 전체의 상대적 비용은 CMR이 0.05 이상에서는 항상 캐쉬 방안이 기존 방안에 비해 향상된 결과를 나타내며 특히 VLR에 대한 HLR의 상대적 비용이 크면 클 수록 더 많은 향상을 가져오는 것을 알 수 있다. 이러한 현상은 CMR이 커지면서 호처리 절차 트래픽이 증가함에

따라 캐쉬 방안에서는 HLR을 액세스하는 대신 VLR을 액세스하므로 상대적 비용이 적어진다. 그러나 CMR이 0.05이하인 경우에 한하여 캐쉬의 상대적 비용이 큰 것으로 나타난다. 이것은 실제 HLR을 액세스하는 경우가 거의 발생하므로 캐쉬 갱신으로 인한 추가 비용으로 인해 기존 방안이 더 좋은 성능을 보이는 것으로 나타난다.

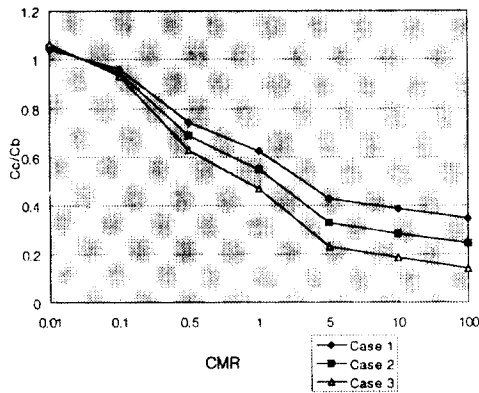


그림 13. 전체 비용 비교

VI. 결 론

기존의 무선 ATM 환경에서의 중요한 과제는 이동성 관리와 위치 추적에 관한 것이다. 기존의 이동성 관련 위치 등록과 호 처리를 위한 위치 추적에서 HLR과 VLR을 사용하는 Two-level 전략을 주로 사용하고 있다[4],[5]. 이러한 구조는 사용자의 모든 호마다 같은 위치 추적 절차를 반복적으로 수행하게 된다. 따라서 무선 ATM망 환경하에서 기존의 신호 절차는 HLR에 대한 높은 액세스 트래픽을 나타낸다. 이것은 모든 신호 절차에서 HLR의 정보를 항상 이용하는 구조를 가지기 때문이다. 따라서 이러한 중앙 집중 구조에서는 높은 트래픽이 부가되면 연결 설정(호처리) 절차에 대한 지연이 급격히 증가하게 된다. 한편 사용자의 대부분의 호는 이전에 호출한 경험이 있는 호에 대해 반복적으로 이루어지는 경우가 상당히 많이 존재한다. 이때 전에 이루어진 호에 대한 정보를 재사용하면 신호 절차에서 많은 트래픽 감소를 가져올 수

있다.

본 논문에서는 무선 ATM망 환경에서 가입자의 증가로 인한 호 처리 및 등록에 대한 시그널링 부하의 폭증으로 인한 호처리의 지연을 방지하기 위하여 분산 호처리 구조를 기반으로 하는 구조에서 캐쉬(Cache)를 이용한 호처리 절차와 ATM의 Multicasting을 이용한 캐쉬 갱신(Update)을 통하여 망 전체에 대한 시그널링 부하를 줄이고, 호처리 절차의 단순화를 통해 지연을 감소시킬 뿐만 아니라 다수의 가입자들을 서비스 할 때 병목현상(Bottleneck)이 나타날 수 있는 HLR(Home Location Register)에 대한 질의(Query) 빈도를 감소시킬 수 있는 방안을 제안 하였다.

이를 위해 ATM의 Multicasting기능을 이용하여 단말의 위치등록시 HLR에 등록하면서 HLR에서는 다시 모든 캐쉬(BWSC)에 데이터를 전송하여 캐쉬에 대한 갱신을 요구한다. 이때 각 BWSC에서는 캐쉬에 해당 정보가 있으면 위치에 대한 캐쉬 갱신을 수행하고 해당 정보가 없으면 버리게 된다. 이렇게 하면 HLR과 캐쉬의 정보의 불일치를 방지하여 캐쉬의 히트확률(Hit ratio)을 높일 수 있어서 캐쉬 미스로 인한 추가부담을 줄일 수 있다.부수적으로 캐쉬 히트(hit)가 높아 짐에 따라 캐쉬의 사이즈(size)를 줄일 수 있어 데이터 베이스의 액세스(Access) 시간도 줄일 수 있다 이에 따른 성능분석 결과를 종합하면 기존 방안에 비해 캐쉬 방안을 사용할 경우 호처리 절차에서 HLR를 통하지 않고 캐쉬를 이용하여 단말의 위치를 파악할 수 있으므로 호처리 절차의 단순화의 결과로 지연 시간 및 처리율에서 상당히 성능을 개선할 수 있었다. 반면에 등록 절차에서 캐쉬 갱신을 위한 추가 트래픽의 발생으로 등록 지연은 약간 증가되는 현상을 나타내었다. 그러나 전체적으로는 캐쉬를 이용한 경우가 상대적 지연이 작게 나타났으며 또한 처리율에서도 향상된 결과를 나타내었다. 특히 CMR의 변화에 따라 달라지는데 CMR이 큰 경우, 즉 상대적 이동성이 적고 호 트래픽이 많은 경우 상당한 성능 향상을 볼 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Raychaudhuri et al, "Rationale and Framework for

Wireless ATM Specification", ATM Forum /95-1646/PLEN., Dec. 1995.

2. Yi-Bing Lin and Shu-Yuen Hwang "Comparing The PCS Location Tracking Strategies", IEEE Trans. On Vehicular Technology, Vol. 45, no. 1, pp. 114 - 121, Feb. 1996.

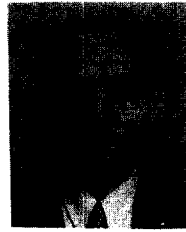
3. Malathi Veeraraghavan, Thomas F. La Porta, and Ramachandran Ramjee, "A Distributed Control Strategy for Wireless ATM Networks", Proc. ICC '95, pp. 750 - 755, 1995.

4. EIA/TIA, "Cellular radiotelecommunications intersystem operations", Tech. Rep. IS-41 (Revision B), EIA/TIA, July 1991.

5. Lycksell, "GSM system overview", Tech. Rep., Swedish Telecom. Admin., Jan. 1991.

6. ATM UNI Signalling Specification Ver. 4.0, 1996

7. L. Kleinrock, Queueing Systems : Vol. I Theory. New York: Wiley, 1976.



조 동 호 (Dong-Ho Jo) 정회원

1977년 2월:서울대 전자공학과 졸업

1981년 2월:KAIST 전기 및 전자공학과 석사과정 졸업

1985년 2월:KAIST 전기및 전자공학과 박사과정 졸업

1985년 2월~1987년 2월:KAIST 통신공학연구실 선임연구원

1987년 3월~98년 2월:전자계산공학과 조교수, 부교수, 정교수

1998년 2월~현재:KAIST 전기 및 전자공학과 부교수
관심분야:이동통신시스템, 통신망, 멀티미디어 시스템, 통신서비스



최 기 무 (Choi-Gi Moo) 정회원

1988년 2월:연세대학교 공과대학 전기공학과(공학사)

1997년 8월:한국과학기술원 정보 및 통신공학과(공학 석사)

1988년 1월~현재:LG 정보통신 중앙연구소 정보시스템연구단 선임연구원

*주관심분야:통신 프로토콜, 광대역통신망, Wireless ATM, 성능분석