

IP 기반-IMT 네트워크에서의 이동관리 메카니즘 향상기법

정병화, 박수현

국민대학교 BIT 전문대학원 비즈니스정보통신연구실
e-mail : bh1528@kookmin.ac.kr , shpark21@kookmin.ac.kr

Enhanced Mobility Management Mechanism in IP based-IMT Network Platform(IP²)

Byeong-Hwa Jung, Soo-Hyun Park
Business Information Communication Lab, Kookmin University

요 약

IP²(IP based-IMT Network Platform)은 유비쿼터스 플랫폼으로서 백본 망에서 IP 를 IPha(IP host address)와 IPra(IP routing address)으로 두 가지를 사용하여서 이동성을 지원한다. 그리고 MN(Mobile Node)도 Active 상태와 Dormant 상태로 두 가지 상태로 나뉘는데 Dormant 상태에서 상대방이 통신을 요청하면 페이징(Paging) 과정을 통해서 Active 상태로 전이된다. 페이징을 할 때 LA(Location Area)에 속해있는 모든 셀(Cell)에 페이징 메시지를 전송하게 됨으로서 네트워크의 자원을 과도하게 사용하게 된다. 이것을 해결하기 위해서 프록시(Proxy) 를 두는 방안을 제안하였다. 프록시에서 MN 들이 존재하는 셀 정보를 유지 함으로서 페이징 요청이 있을 때 정확한 셀에 메시지를 전송하게 되기 때문에 네트워크 자원의 낭비를 줄일 수 있다.

1. 서론

현재까지 3 세대 네트워크가 구축되어 사용되고 있고 앞으로 세계 각국에서 유비쿼터스 인프라를 구축하기 위해서 4 세대 네트워크를 준비하고 있다. 유비쿼터스 네트워크는 광대역의 심리스(Seamless)한 이동성과 서비스를 지원해야 한다. 앞으로 유비쿼터스 시대가 도래하게 되면 대용량의 멀티미디어 트래픽은 무선 접속 기술의 개발과 함께 폭발적으로 증가할 것이다. 대용량의 멀티미디어 트래픽을 안정적으로 전송하기 위해서 ITU-R 은 모든 텔레커뮤니케이션 네트워크들이 IP 기반의 네트워크로 전환해야 한다는 방향을 제시하였다[1].¹

NTT DoCoMo 는 차세대 All-IP 이동 네트워크 구조로서 멀티미디어 트래픽의 증가와 IP 기술을 고려하여서 IP-based IMT Network Platform (IP²) [2][3]을 제안했다. IP²의 구조는 IP-Backbone (IP-BB), Network Control Platform (NCPF) 및 Service Support Platform (SSPF)의 3 계층으로 분류 된다[4]. NCPF 에서 MM(Mobility Management)에 속해있는 LM(Location Manager)은 IP²

네트워크에 존재하는 모든 MN(Mobile Node)에 관한 위치정보를 관리하고 Dormant 상태에 있는 MN 을 페이징(Paging)해서 Active 상태로 전환 시킨다.

LM 은 페이징을 할 때 MN 이 속해 있는 LA(Location Area)에 플러딩(Flooding)을 하게 되는데 하나의 MN 을 위해서 과도한 네트워크 자원을 사용하게 된다. 이를 해결 하기 위해서 페이징을 위한 프록시 서버를 두는 방안을 제안하게 되었다. 페이징을 위한 프록시 서버는 MN 이 위치한 상세한 정보를 가지고 있고 페이징 요청이 있을 때 정확한 위치에 페이징을 함으로써 네트워크 자원의 사용을 감소시켰다

2. 프록시를 이용한 페이징 향상 기법

IP²의 IP-BB 은 유비쿼터스 백본 망으로서 이동성을 지원하도록 설계되었다. MN(Mobile Node)의 자유로운 이동성을 지원하기 위해서 IP-BB 는 두 가지 타입의 IP 주소를 사용한다. 두 가지 타입의 IP 주소는 IP host address (IPha) 와 IP routing address (IPra) 이다. MN 과 AR(Access Router) 사이에서 IPha 를 사용하고, IP-BB 안에서 패킷 전송을 위해 IPra 를 사용한다. 그리고 지역 관리와 라우팅 관리를 결합하여 관리하는 셀룰라 네트워크의 특성을 도입하였고 MN 을 Dormant 상태

본 논문은 2005년도 국민대학교 UIT 디자인 특성화 사업 연구지원에 의해 수행되었음

와 Active 상태로 분리해서 관리를 한다. Dormant 상태의 MN 을 LM 에서 별로 관리를 함으로써 Dormant 상태의 MN 이 움직일 때마다 위치정보를 갱신하기 위한 시그널(Signal)을 네트워크에 보낼 필요가 없어졌고 RM 과 AR 에 Dormant 상태의 MN 에 대한 정보를 CST(Cache for Source Terminal)와 CDT (Cache for Destination Terminal)에 관리하지 않아도 되기 때문에 네트워크 자원들을 감소시킨다 [5].

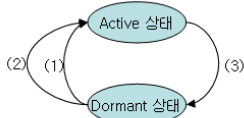


그림 1: 상태 전이 다이어그램

MN 은 Active 와 Dormant 상태가 있다. 여기서 Active 상태는 MN 이 현재 통신을 하고 있는 상태를 말하며, Dormant 상태는 MN 이 통신을 하지 않아 수면상태와 같은 정지되어 있는 상태를 말한다. 이 두 상태는 상황에 따라서 서로 상태 전이를 한다. 그림 1 은 상태 전이 다이어그램을 보여준다. (1)은 Dormant 상태인 MN 이 Activation 메시지를 AR 에게 보내는 경우, (2)은 LM 이 Dormant 상태에 있는 MN 에게 페이징 메시지를 보내는 경우이고 (3)은 MN 이 AR 로부터 Time expire 메시지를 받는 경우이다. 페이징은 MN 이 Active 상태에서 Dormant 상태로 상태전이를 위해 LM 에 의해서 수행 되는 절차를 말한다.

LM 은 IP² 네트워크에 존재하는 모든 MN 에 관한 위치정보를 관리하고 Dormant 상태에 있는 MN 을 paging 해서 active 상태로 전환 시킨다. 그리고 Location Management Table 에 MN 이 위치한 지역을 LAA(Location Area Address)로 식별하여 저장한다. RM 은 active 상태에 있는 MN 에 IPra 를 할당하고 라우팅 주소 정보를 관리한다. AR 은 패킷의 IPha 를 IPra 으로 변환하는 기능과 패킷을 전송하는 기능을 가진다. AR 는 CST(Cache for Source Terminal)과 CDT(Cache for Destination Terminal)을 가지고 있어서 CST 는 출발지 MN 의 IPha 와 IPra 을 저장하고 CDT 는 목적지 MN 에 대한 IPha 와 IPra 을 저장한다[4]. LM 에서는 LA(Location Area)의 지역단위로 MN 의 위치정보를 관리한다. RM 은 RA(Routing Area)의 지역단위로 MN 의 위치정보를 관리한다. 아래 그림 2 는 LA 와 RA 의 지역 범주를 보여준다.

Mobile IP 에서는 dormant 상태라는 개념이 없어 통신을 하고 있지 않을 때도 움직임에 따라서 위치정보를 매번 업데이트 한다. 통신하지 않는 상황에서 움직일 때 마다 위치 정보를 갱신하기 때문에 업데이트 메시지로 인한 전력소비와 네트워크 자원을 낭비하게 된다[6]. IP²에서는 LM 에서 MN 의 dormant 상태를 유지해 주기 때문에 네트워크 자원과 MN 의 전력소비의 낭비를 줄일 수 있다.

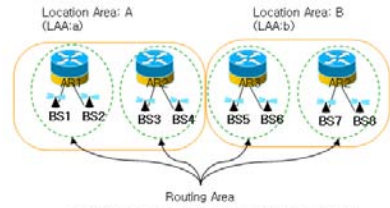


그림 2: Location Area 와 Routing Area

그러나 Dormant 상태에서 페이징을 통해 Active 상태로 전이될 때 LA 의 넓은 지역에 존재하는 모든 MN 에게 메시지를 플러딩 함으로써 네트워크 리소스를 과도하게 사용하는 단점이 있다. LA 의 이러한 문제점을 해결하기 위해서 페이징을 위한 프러시 서버를 제안하게 되었다. 프러시 서버는 LM 보다 MN 의 상세한 위치정보를 저장한다. LM 에서 페이징 메시지를 보내면 프러시 서버를 거쳐서 MN 의 IPha 이 속해 있는 AR(Access Router)와 BS(Base Station)으로만 플러딩을 하게 되므로 네트워크 자원을 훨씬 절약하게 된다.

아래 그림 3 은 위치등록을 할 때 프러시 서버에 MN 의 상세한 위치정보를 등록하는 절차를 보여준다. 위치등록은 어떤 LA 에서 MN 이 전원을 켤 때, MN 이 다른 LA 으로 움직일 때 수행하는 절차이다. 일반적으로 위치등록은 활동상태에 있는 MN 이 다른 LA 로 움직일 때 수행되어진다.

1) Dormant 상태인 MN#1 이 자신의 위치가 바뀐 것을 발견한다. 2) MN#1 은 AR2 의 BS3 에 위치등록 메시지를 보낸다. 3) AR2 는 LM 에 위치갱신 메시지를 보낸다. 4) LM 에 있는 위치관리 테이블에 MN#1 의 entry 를 갱신한다. 5) 프러시 서버에 AR2 에서 받은 위치등록 메시지를 전달한다. 6) 프러시 서버에 있는 프러시 테이블에 MN#1 의 entry 를 갱신한다. 7) 프러시 서버는 AR2 에 위치갱신 Ack 를 보낸다. 8) AR2 는 MN#1 에 위치등록 메시지에 대한 Ack 를 보낸다. 이렇게 해서 위치등록 절차를 마치게 된다. 아래 그림 4 는 프러시 서버가 없는 일반적인 IP² 네트워크 환경에서 페이징 하는 과정을 보여 준다. IPha#A 가 속해 있는 LAA 지역에 AR1, AR2 통해 모든 MN 에 페이징 메시지를 전송한다. 그림에서 보는 바 같이 많은 자원이 낭비되는 것을 발견할 수 있다.

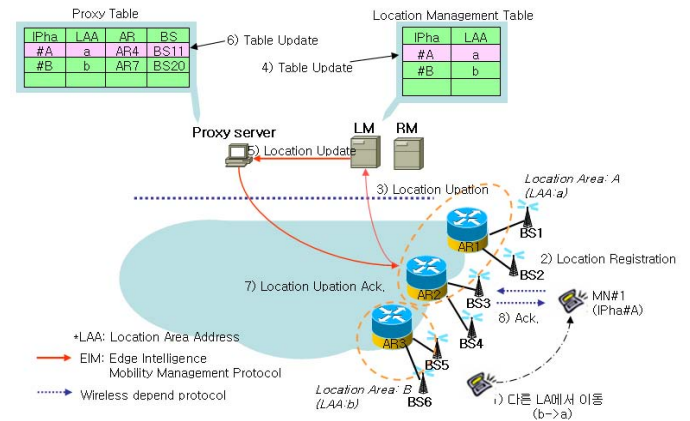


그림 3: 위치 등록 절차

1) RM 에서 페이징 트리거를 LM 에 보내게 된다. LM 은 자신의 위치관리 테이블에서 IPha 를 검색해서

요청한 IPha 의 LAA 를 찾는다. 2) LM 은 LAA 을 이용해서 그 지역에 있는 AR 들에게 페이징 요청을 하게 된다. 3) 각각의 AR 들은 페이징 메시지를 Layer 2 페이징 시그널을 이용하는 AP(access point)을 통해서 페이징을 시작한다. 4) MN#1 은 페이징 ack 를 보냄으로써 응답한다. 그리고 나서, MN 은 activation 절차를 수행하게 된다.

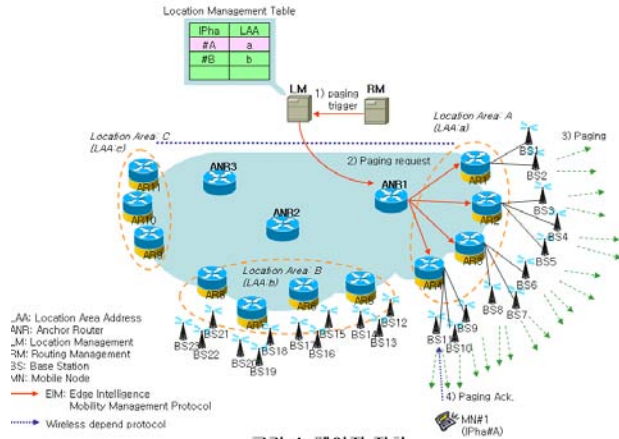


그림 4: 페이징 절차

아래 그림 5 은 프록시 서버가 존재하는 IP2 네트워크 환경에서의 페이징 절차를 보여준다. 프록시 서버에 MN#1 이 위치하고 있는 AR 와 BS 의 정확한 정보를 알고 있기 때문에 LAA 의 전 지역에 페이징 메시지를 전송할 필요가 없다. 그림 4 와 비교해 보았을 때 훨씬 사용한 네트워크 자원이 줄어든 것을 알 수 있다.

1) RM 에서 페이징 트리거를 LM 에 보내게 된다. LM 은 자신의 위치관리 테이블에서 IPha 를 검색해서 요청한 IPha 의 LAA 를 찾는다. 2) LM 은 페이징 트리거를 프록시 서버에 전송한다. 메시지를 받은 프록시 서버는 자신의 프록시 테이블에서 IPha 의 entry 에서 정확한 AR 과 BS 을 찾는다. 3) 프록시 서버는 프록시 테이블에서 찾은 정보를 이용해서 AR4 에게 페이징 요청을 하게 된다. 4) AR4 에 있는 BS11 에서 Layer 2 페이징 시그널을 이용하는 AP 를 통해서 페이징을 시작한다. 5) MN#1 은 페이징 ack 를 보냄으로써 응답한다. 그리고 나서, MN 은 activation 절차를 수행하게 된다.

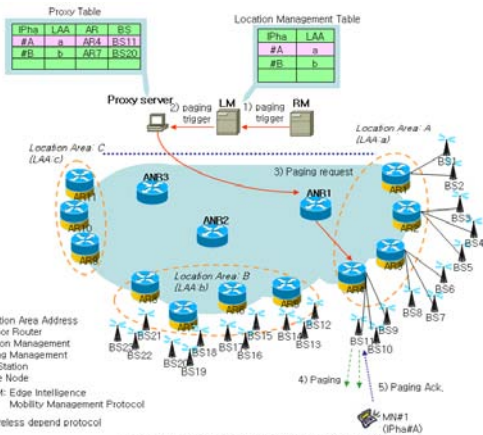


그림 5: 프록시를 이용한 페이징 절차

3. IP²에서 MN의 이동 시나리오

그림 6 에서 3 개의 도메인이 있고 도메인 3 에 있는 MN#M 이 도메인 1 에 있는 MN#C 에게 패킷을 전송

하려는 상황이다. 여기서 MN#M 은 Activation 상태로 AR 과 RM 에 IPra 가 할당되어져 있다. 그러나 MN#C 은 Dormant 상태로 LM 에 위치정보만 등록되어 있고 IPra 는 할당되어 있지 않았다.

1)MN#M 은 MN#C 에게 첫 패킷을 보낸다. 그러면 AR6 는 CDT 에서 목적지 IPha 에 대한 IPra 를 검색한다. 그러나 IPha 가 테이블에 존재하지 않아 RM 에게 IPha 에 대한 IPra 를 요청한다. RM 에도 역시 존재하지 않다는 것을 발견하고 자신의 LM 에 Dormant 상태로 존재하는지 검색한다. LM 에도 존재하지 않는 것을 발견하고 다른 도메인에 있는 MM 에게 IPha 에 대한 정보를 요청한다. 도메인 1 에 있는 MM1 에 Dormant 상태로 있는 것을 발견하고 LM 에서 페이징 절차 수행한다. 그러면 LM 은 프록시 서버가 MN#C 가 있는 위치에 페이징을 하도록 요청을 한다. 페이징 절차를 통해 MN#C 는 Activation 절차를 수행하고 AR1 에서 IPra 를 할당하고 RM 에 등록 시킨다. 이 IPra 정보를 도메인 3 에 있는 AR6 에 전송한다. 그러면 CDT 에 IPra 가 갱신되고 패킷의 목적이 주소로 IPra 로 바꾼 후 패킷을 전송하게 된다.

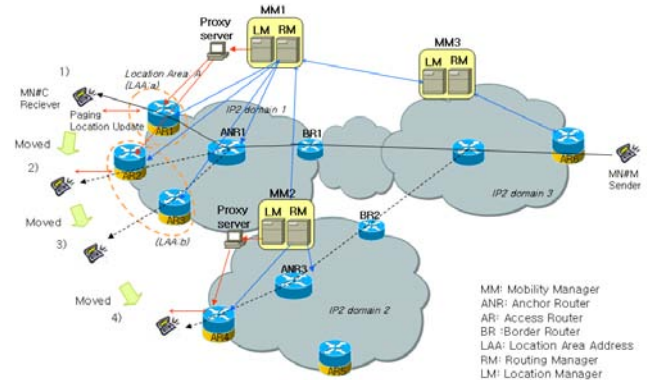


그림 6: 시나리오

2)MN#M 과 통신을 하던 MN#C 는 LAA:a 지역에서 LAA:b 지역으로 이동한다. 여기서 핸드오버는 LA 간에 움직임이기 때문에 위치등록 절차를 수행해야 한다. 위치등록 절차를 통해서 LM 과 프록시 서버의 MN#C 위치정보를 갱신한다. 또한, MN#C 와 통신을 하고 있는 모든 MN 이 있는 AR 의 CDT 의 정보를 갱신한다.

3)MN#C 는 LAA:b 지역 내에서 이동을 한다. AR 에서 새로운 IPra 를 할당 받고 RM 에 이것을 등록한다. 그러면 RM 은 MN#C 와 통신을 하고 있는 모든 MN 이 있는 AR 의 CDT 정보를 갱신한다.

4)MN#C 는 도메인 1 에서 도메인 2 로 이동을 한다. MN#C 는 위치등록 절차를 수행하고 MM3 의 LM 에 자신의 IPha 를 등록시킨다. MM1 의 LM 과 RM 에서 MN#C 의 위치정보를 삭제한다. 그리고 AR4 와 RM 에 IPra 을 할당 받고 MN#C 와 통신을 하던 모든 MN 이 있는 AR 에의 CDT 정보를 갱신한다.

4. 프록시를 이용한 페이징 비용

IP² 에서 현재 페이징을 위해서 사용하는 접근방법은 Blanket 페이징 방안(Blanket Paging Scheme)이다. 이것은 LA 에 속해 있는 모든 셀(cell)에게 페이징 메시지

를 보내는 방법이다. Paging Area 를 나누는 방법은 네트워크에 부하를 덜 주기 위해 고안된 것으로서 부하를 덜 주는 대신 페이징 지연(delay)가 발생한다. 이것을 sequential 페이징 방안(Sequential paging scheme)라고 부른다. 본 논문에서 제안한 것은 프록시를 사용하여 페이징 요청이 오면 MN의 정확한 위치로 페이징을 하는 것이다. 이렇게 하면 네트워크의 부하를 덜어주고 즉각적으로 요청에 대한 응답을 받을 수 있다 [7].

Sequential 페이징 방안에서 $C = L + \sim : b$ [8]을 통해서 페이징 비용 (Paging cost)을 계산하였다. 여기서 L 은 페이징이 성공 할 때 까지 페이징 메시지를 보낸 셀들에 대한 부하를 말한다. 그리고 앞에서 페이징이 성공 할 때 까지 검색한 모든 셀들은 페이징이 실패한 경우이다. 페이징이 실패한 셀들에서 실패 함으로서 페이징 지연이 발생하게 되는데 이 페이징 지연에 대한 합계가 D이다.

Blanket 페이징 방안을 $C = L + \sim : b$ 에 적용하여 보았을 때 L 은 LA 에 존재하는 모든 셀들에 대한 부하라 할 수 있고 D는 의미가 없어진다.

프록시를 사용한 페이징 방안을 $C = L + \sim : b$ 에 적용하여 보았을 때 L 과 D 는 이미 정확한 셀의 위치를 알고 있기 때문에 의미가 없어진다. 그러나 프록시를 사용하였을 경우 발생하는 오류가 있다. MN 이 deactivation 을 하였을 때 MN 의 마지막 위치가 프록시에 저장되고 activation 이 될 때 까지 위치에 대한 업데이트를 하지 않는다. 그러나 이 상황에서 MN 이 다른 지역으로 이동하게 되면 MN 을 찾을 수 없게 된다. 이러한 때 IP² 에서 사용하는 blanket 페이징 방안으로 MN 을 찾아야 된다.

Blanket 페이징 비용을 $C_{blanket}$ 라고 하고 프록시를 이용한 페이징 비용을 C_{proxy} 라고 하자. 그러면 두 비용과의 관계는 다음을 따른다.

$$C_{proxy} = b : C_{blanket}$$

여기서 b 는 deactivation 후에 다른 지역으로 이동할 확률이다. MN 의 상태는 2 가지 이고 ρ_n 를 현재 셀에서 이웃 셀로 이동할 확률이라고 하면 $b = \frac{1}{2} : \rho_n$ 이다. ρ_n 는 다음과 같다[9].

$$\rho_n = \frac{1 - e^{-a}(1-a)}{2a} - \frac{a}{2} \int_a^{+\infty} \frac{e^{-x}}{x} dx.$$

따라서 C_{proxy} 는 다음과 같다.

$$C_{proxy} = \frac{1}{2} : \left[\frac{1 - e^{-a}(1-a)}{2a} - \frac{a}{2} \int_a^{+\infty} \frac{e^{-x}}{x} dx \right] : C_{blanket}$$

5. 시뮬레이션 환경

IP² 환경에서 효율적인 페이징을 위해 제안한 프록시 서버를 두는 방안을 시뮬레이션 하기 위해 NS2 (Network Simulator 2)를 선택하였다. 현재 NS-2 의 가장 최신 버전은 2.27 이고 아직 IP² 의 환경은 지원되지 않는다. 그래서, IP² 와 비슷한 환경을 가진 모델을 수

정하여 IP² 의 환경을 구축하고 시뮬레이션을 하고자 한다. NS-2 의 확장 판인 CIMS(Columbia IP Micro-Mobility Suite)는 micromobility 와 관련된 Cellular IP, Hawaii, Hierarchical Mobile IP 를 지원한다[10]. 이 3 가지 중에서 Cellular IP 는 IP² 의 몇몇 특징을 가지고 있다. 호스트를 구분하기 위해서 IP 를 사용하고 MN 은 active 상태와 dormant 상태를 가지며 Location Management 와 paging 의 기능을 지원하도록 구현이 되어있다. 이러한 특징을 가진 CIMS 에 IP² 에서 MM(Mobility Management)인 LM 과 RM 을 추가하고 본 논문에서 제안한 프록시 서버를 구현할 것이다.

6. 결론

본 논문은 IP² 에서 LM 의 페이징 기능에 대한 단점을 보강하기 위해서 프록시 서버를 이용하는 방안을 제안 하였다. LM 은 페이징을 할 때 Location Area 에 존재 하는 모든 단말들에게 페이징 메시지를 플러딩하게 됨으로써 네트워크의 자원을 과도하게 사용한다. 여기에 페이징을 위한 프록시 서버를 둬으로써 MN 의 위치정보를 상세하게 기록하였다가 페이징을 할 때 MN 이 있는 정확한 위치에만 페이징 메시지를 보내게 되어 네트워크 자원 낭비를 줄였다.

참고문헌

- [1] ITU-R Draft Recommendation, "Vision, framework and overall objectives of the future development of IMT-2000 and systems beyond IMT 2000," November 2002
- [2] H.Yumiba, et al., "'IP-based IMT Network Platform," IEEE Personal Communication Magazine, Vol. 8, No. 5, pp. 18-23, October 2001.
- [3] K. Imai, M. Yabusaki, and T. Ihara, "IP² Architecture towards Mobile Net and Internet Convergence," WTC2002, September 2002.
- [4] Takatoshi Okagawa, et al., "Proposed Mobility Management for IP-based IMT Network Platform," (to be published) MoMuC 2005.
- [5] Atsushi IWASAKI, Takatoshi OKAGAWA, "Scalability Evaluation of IP-based IMT Network Platform.," WITSP 2004.
- [6] Katsutoshi Nishida, et al., "Implementation and Evaluation of a Network-Controlled Mobility Management Protocol (IP²MM): Performance Evaluation Compared with Mobile Ipv6," (to be published) WCNC 2005.
- [7] C. Rose and R. Yates, "Ensemble polling strategies for increased paging capacity in mobile communication Networks," ACM-Baltzer J. Wireless Networks, vol. 3, no. 2, pp. 159-177, 1997
- [8] Dong-Jun Lee, et al., "Intelligent Paging Strategy based on Location Probability of Mobile Station and Paging Load Distribution in Mobile Communication Networks," IEEE 2004.
- [9] E. Del Re, Senior Member, IEEE, R. Fantacci, G. Giambene, "Handover and Dynamic Channel Allocation," IEEE Transactions on vehicular technology, VOL. 44, NO. 2, 1995
- [10] A. T. Campbell, Gomez, J., Kim, S., Turanyi, Z., Wan, C-Y. and A. Valko "Comparison of IP Micro-Mobility Protocols," IEEE Wireless Communications Magazine, Vol. 9, No. 1, February 2002.