

cdma2000 무선 패킷 데이터 서비스의 이동성 관리

조진성
경희대학교 컴퓨터공학과

1. 서론
2. cdma2000 이동통신망 구조
3. cdma2000 패킷 데이터 서비스
4. cdma2000 이동성 관리
5. 결론

요 약

현재 cdma2000 무선 패킷 데이터 서비스는 우리나라에서 세계 최초로 상용화되어 이미 서비스가 이루어지고 있다. 즉, 언제, 어디서나, 기차로 이동 중에도 VOD 등의 무선 패킷 서비스 또는 무선 인터넷 서비스를 이용할 수 있다. 본 고에서는 cdma2000 이동통신망의 구조 및 각 NE (Network Element)의 기능을 살펴보고, 패킷 데이터 서비스를 위한 동작을 설명한다. 이때, 무선 구간의 동작 보다는 네트워크 관점에서 기술한다. 그리고, cdma2000 이동통신망에서 단말의 이동성 관리 방안을 개념적으로 쉽게 이해함을 목표로 소개하고자 한다.

1. 서론

차량 및 휴대전화를 위한 셀룰러 통신은 AMPS(Advanced Mobile Phone Service)와 같은 1세대의 아날로그 방식에서 시작하여, 90년대에 2세대의 디지털 방식으로 바뀌었다. 2세대까지의 이동통신 서비스는 음성 전화 서비스가 주를 이루었다. 그 이후 3세대 이동통신은, 2000년경에, 2000MHz 대역에서, 2000kbps의 무선 데이터 서비스를 목표로 IMT-2000 표준이 제정되었으나, 하나의 세계 표준으로 자리 잡지는 못하였다. 유럽과 일본을 중심으로 3GPP에서는 GSM을 바탕으로 UMTS 시스템을 제안하였고, 북미를 중심으로 3GPP2에서는 기존의 IS-95와 호환성을 갖는 cdma2000 시스템을 표준화하였다. 우리나라에서는 3GPP2 기술을 채택하여 세계 최초로 상용화를 이루어 2세대보다 우월한 cdma2000 서비스를 제공하고 있다. 2세대 기술인 IS-95A/B에 비해 cdma2000 시스템이 가지는 특징은 다음과 같이 요약할 수 있다[1].

- 향상된 air link budget
- 계층화된 air signaling protocol 및 MAC의 도입
- 고속의 패킷 데이터 서비스

따라서, cdma2000의 서비스도 음성 위주에서 패킷 데이터 서비스가 차지하는 부분이 계속 증가하고 있으며, cdma2000의 진화 서비스인 1xEV-DO, 1xEV-DV 등의 도입으로 인해 패킷 데이터 서비스의 중요성은 점차 확대될 것으로 의심의 여지가 없다.

본 고에서는 무선 패킷 데이터 서비스를 위한 cdma2000 이동통신망 구조를 소개하고, cdma2000 이동통신망에서 단말의 이동성 관리 방안을 개념적으로 쉽게 기술함을 목표로 한다. 2절에서는 cdma2000 이동통신망의 구조 및 NE의 기능을 살펴보고, 3절에서는 cdma2000 무선 패킷 데이터 서비스를 네트워크 관점에서 설명한다. 4절에서 단말의 dormant 또는 active 상태에 따라 단말이 이동하는 경우의 관리 방안을 소개하고, 5절에서 결론을 맺는다.

2. cdma2000 이동통신망 구조

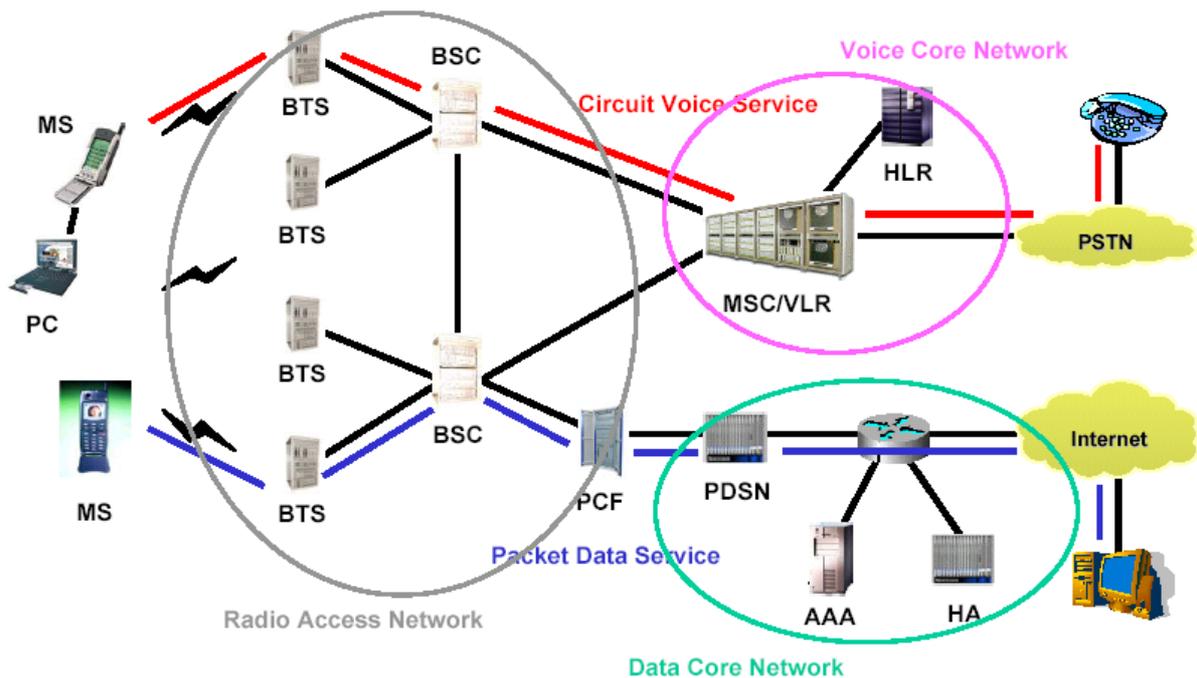


그림 1. cdma2000 이동통신망의 구성

cdma2000 이동통신망은 그림 1과 같이 구성된다[3]. 우선, 그림 1에서, BTS, BSC, PCF는 무선 접근망(Radio Access Network, 이하 RAN)을 구성한다. cdma2000 RAN은 ATM 네트워크로 연결되므로, 일반적으로 BSC에 ATM switch가 존재한다. cdma2000 RAN의 각 NE의 주요

기능을 소개하면 다음과 같다.

- BTS (Base Transceiver Station)
 - cdma2000 physical layer 처리[2]
 - 무선 자원 관리
- BSC (Base Station Controller)
 - BTS 및 link 관리
 - Call control, handoff control, 및 자원 관리
 - RLP(Radio Link Protocol) 처리[9]
- PCF (Packet Control Function)
 - A8/A9 and A10/A11 interface 처리[5,6]

그리고, cdma2000 무선 패킷 데이터 서비스를 위한 근간망(Data Core Network, 이하 DCN)은, 그림 1에서 보듯이, PDSN, HA, AAA로 구성된다. DCN은 IP 네트워크이며, RAN과 A10/A11 interface 규격으로 정합되고[6], 인터넷과 연동되어 패킷 데이터 서비스를 수행한다. DCN 각 NE의 동작 및 정합 규격은 [7] 및 [8]의 3GPP2 표준 문서에 정의되어 있으며, 각 NE의 기능을 요약하면 다음과 같다.

- PDSN (Packet Data Serving Node)
 - PPP 처리[12,13]
 - IP packet routing
 - Simple IP service를 위한 IP pool 관리
 - PDSN 영역 내의 단말 이동성 관리
 - Mobile IP FA(Foreign Agent)[10]
 - IP header 및 payload 압축[18]
 - 과금 정보 수집/계산 및 AAA로의 전달[16,17]
- HA (Home Agent)
 - Mobile IP HA[10]
- AAA (Authentication, Authorization, Accounting)
 - 사용자 인증
 - 과금 정보의 누적 및 billing center로의 전달

한편, 그림 1에서, MSC/VLR과 HLR은 음성 전화를 위한 core network을 구성한다. MSC(Mobile Switching Center)는 음성호처리, VLR(Visited Location Register) 기능 내장, 지능망 서비스 등의 부가 서비스 기능을 처리하고, HLR(Home Location Register)의 주요 기능은 가입자 정보관리, 인증, 사용자의 위치관리 등을 예로 들 수 있다. Voice core network은 TDM 기반의 circuit-switched network이며, PSTN과 연동되며, cdma2000 RAN과는 3GPP2 A1/A2/A5 interface로 정합된다[4]. 이와 함께 ATM 기반의 RAN, IP 기반의 DCN 등의 다양한

네트워크로 cdma2000 이동통신망이 구성됨을 알 수 있다.

3. cdma2000 패킷 데이터 서비스

cdma2000 패킷 데이터 서비스는 PDSN 영역 내의 이동성을 보장하는 simple IP 서비스와 완전한 이동성을 보장하는 mobile IP 서비스가 존재하며 본 절에서는 이에 대해 각각 소개한다.

3.1 Simple IP 서비스

cdma2000 단말기를 통해 패킷 서비스를 요청하면, 우선 패킷 전송을 위해 traffic channel을 생성한다. 이후, 단말은 PDSN과 PPP 설정 과정을 통해 사용자 인증을 수행하고, PDSN으로부터 IP 주소를 동적으로 할당받는다. 그 이후, 단말은 IP를 사용하여 패킷 데이터 서비스를 받을 수 있다. 그러나, 단말이 PDSN 영역이 바뀌도록 이동하는 경우에는 새로운 PDSN과 PPP 설정을 새로이 수행하고 IP 주소도 새로 설정해야 하므로, 연속적인 서비스를 보장할 수는 없다.

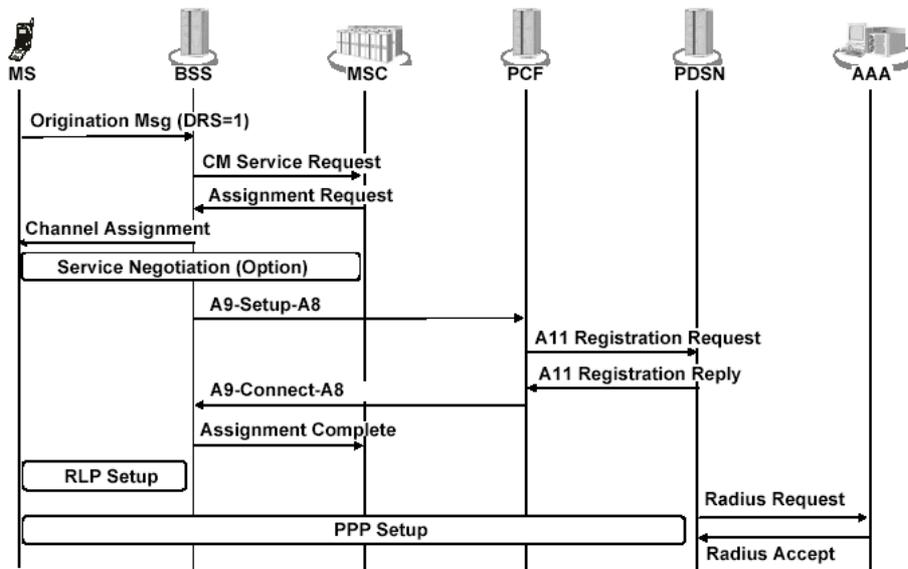


그림 2. cdma2000 Simple IP 서비스 동작 절차

그림 2는 Simple IP 서비스를 위한 각 NE의 동작 및 메시지 절차를 나타낸다. 그림 2를 보다 자세히 설명하면 다음과 같다.

- 단말은 패킷호의 설정을 위해 access channel을 통해 origination message를 기지국으로 전송한다.
- Origination message를 수신한 기지국은 MSC에 호 설정을 요청하고 MSC는 이에 응답한다.
 - 이 절차는 음성호를 위한 절차의 일부분이나 음성호와의 동시 서비스를 위해 필요한 부분이다.

- 이때 단말의 ESN(Electronic Serial Number)과 IMSI(International Mobile Station Identity) mapping을 확인하는 수준의 단말 인증이 이루어진다.
- 기지국은 단말에 channel 할당 메시지를 control channel을 통해 전송한다.
- 이후, 단말과 기지국은 서비스 option을 협상할 수 있다.
- 기지국은 패킷호의 생성을 위해 PCF 및 PDSN과의 연결을 설정한다.
- 기지국은 MSC에 호설정이 성공되었음을 알리고, 단말과 RLP 초기화를 수행한다.
- 이때에는 단말과 기지국 사이에 데이터를 전송할 준비가 모두 이루어진다.
- 따라서, 단말과 PDSN 사이에 PPP 설정이 이루어진다.
- 이때 CHAP[14] protocol을 통해 사용자 인증이 이루어지며, 이를 위해 PDSN은 AAA 서버와 RADIUS[16,17] protocol을 통해 접속한다.
- 또한, PDSN은 IPCP[15] 단계에서 단말이 사용할 IP 주소를 할당해 준다.
- 이후에는 단말이 IP 주소를 가지고 인터넷에 접속된 상태가 된다. 즉, 인터넷 접속을 수행할 수 있다.

한편, simple IP 서비스시 단말을 포함한 각 NE의 protocol stack을 표현하면 그림 3과 같다.

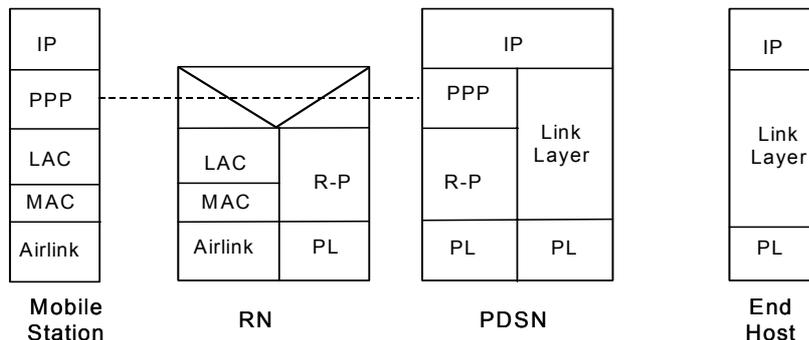


그림 3. cdma2000 Simple IP 서비스의 protocol stack

3.2 Mobile IP 서비스

3.1절에서 언급한 simple IP 서비스는 단말이 자신에게 IP 주소를 할당한 PDSN 영역을 벗어나게 되면 더 이상 연속적인 서비스를 받을 수 없게 된다. 따라서, simple IP 서비스는 제한적인 이동성만을 제공한다. 이를 해결하기 위해 cdma2000에서는 유선망의 mobile IP protocol을 이용하여 완전한 이동성을 제공한다.

먼저, 유선망의 mobile IP protocol의 개념을 잠깐 살펴보자. 그림 4에서 이를 요약하여 나타내고 있다. Foreign network으로 이동한 MN(Mobile Node)는 agent discovery 과정을 통해 FA를 발견하고, registration 과정을 통해 FA 및 HA에 등록한다. 이후, 단말로 향하는 IP 패킷들은 HA에 도착하게 되고, 이는 FA-HA간의 IP tunnel을 통해 FA로 전달된 후 단말이 수신하게 된

다.

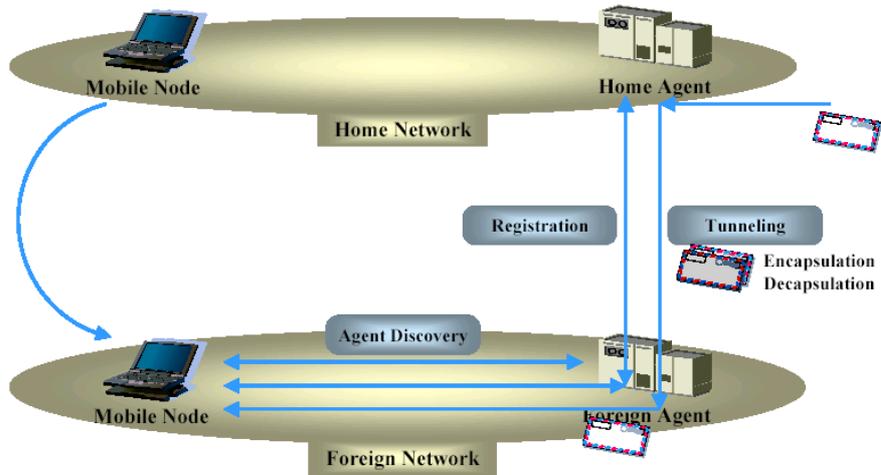


그림 4. Mobile IP의 기본 동작

유선망의 mobile IP는 cdma2000 DCN에서도 PDSN이 FA의 역할을 수행하여 그대로 동작한다. 단, 유선망과의 차이점은 FA와 단말이 유선으로 또는 무선으로 연결되어 있는가 하는 점이다. 그림 5는 cdma2000 mobile IP 서비스의 동작 절차를 나타낸다. 우선, 그림 2의 simple IP 서비스 동작 절차를 통해 무선 채널 및 PPP 설정을 수행한다. 그런데, mobile IP 서비스 시에는 PDSN이 PPP 설정 과정에 IP 주소를 할당하지 않고, 단말이 자신의 mobile IP 주소를 이용하거나, 추후 mobile IP 등록 과정시 동적 home address를 할당 받을 수 있다.

단말의 무선 채널 및 PPP 설정 수행 후, 단말은 agent solicitation 메시지를 PDSN에 전송하고 PDSN은 agent advertisement 메시지를 전송하여 agent discovery 과정을 수행한다. 그리고, 단말은 mobile IP registration 과정을 통해 PDSN 및 HA에 등록한다. 그 이후, 삼각 라우팅을 통해 mobile IP 서비스가 이루어진다.

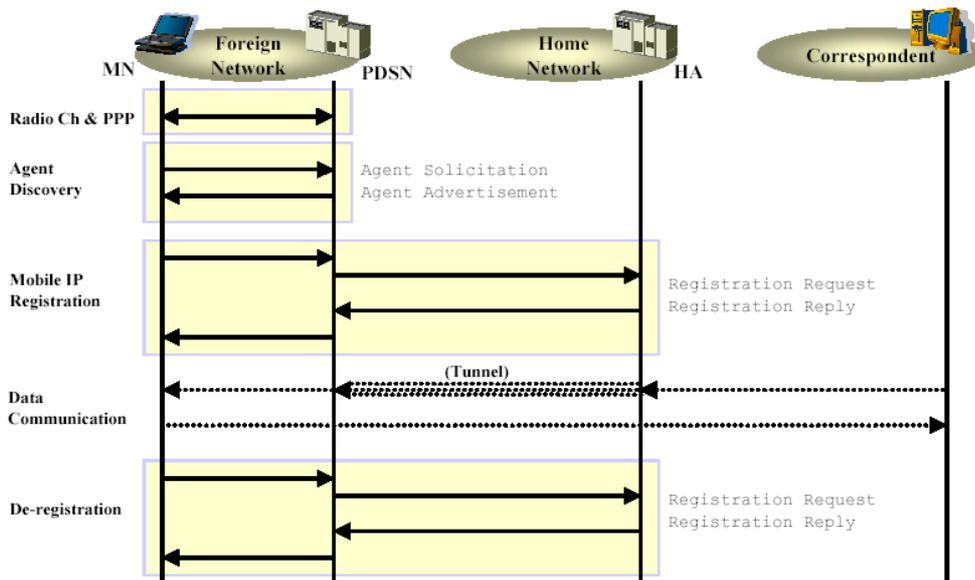


그림 5. cdma2000 Mobile IP 서비스의 동작 절차

한편, 그림 6은 mobile IP 서비스 시 단말을 포함한 각 NE의 protocol stack을 나타낸다.

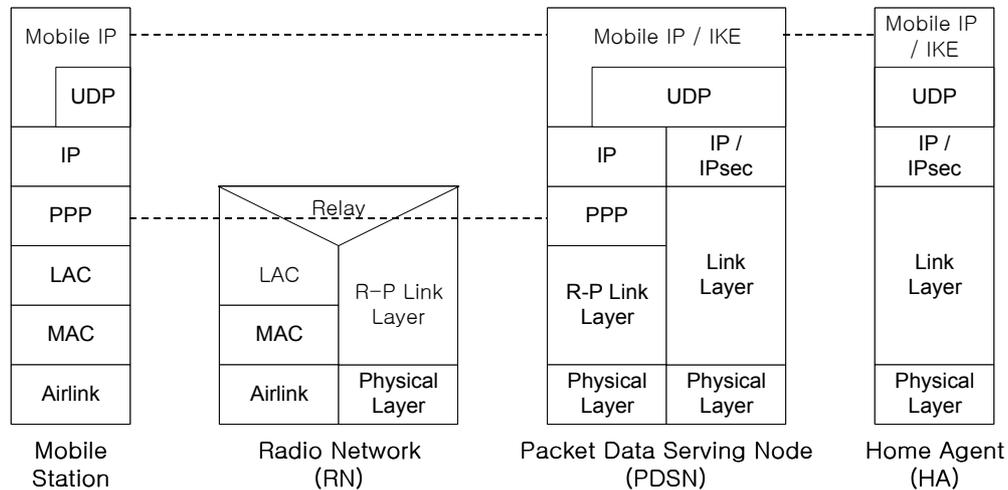


그림 6. cdma2000 Mobile IP 서비스의 protocol stack

4. cdma2000 이동성 관리

4.1 Dormant 상태에서의 이동성 관리

cdma2000 패킷 데이터 서비스를 위해서는 단말의 상태가 Null, Dormant, Active의 세가지 상태가 존재한다. Null 상태는 단말이 무선 채널도 없을뿐더러, IP 주소도 가지고 있지 않는 상태를 의미한다. 그리고, dormant 상태란, 단말이 PDSN과 PPP를 설정하여 IP 주소를 할당받은 상태이나, 데이터 트래픽이 존재하지 않아 무선 채널이 해제된 상태를 의미하고, Active 상태는 패킷 데이터 서비스를 받고 있음을 나타낸다. 따라서, dormant 상태에서는 PDSN에 단말을 위한 정보가 존재하며, PDSN에서 단말의 dormant 상태가 오랫동안 지속되는 경우, 단말에 할당한 IP 주소를 회수하며 모든 단말의 정보를 제거한다.

본 절에서는 dormant 상태의 단말이 이동하는 경우의 관리 방안을 설명한다. 우선, dormant 상태 단말의 이동성 관리는 패킷 착신을 위함이다. 즉, 단말이 이동하더라도 단말로 향하는 IP 패킷이 전달되게 함을 위한 것이다. 따라서, 단말의 패킷 착신 과정을 설명하면 다음과 같다.

- 그림 7(a)에서 단말로 향하는 패킷은, mobile IP 서비스인 경우는 HA를 경유하여, PDSN에 도착하면, PCF로 전달된다.
- PCF는 단말의 현재 상태가 dormant임을 확인하고, BSC를 통해 단말에 paging을 요청한다.
- MSC는 단말이 최종적으로 등록한 paging zone에 대해 paging 메시지를 broadcast하여

이를 수신한 단말이 무선 채널을 형성한 후 PCF에 버퍼링 되어있던 패킷을 수신한다.

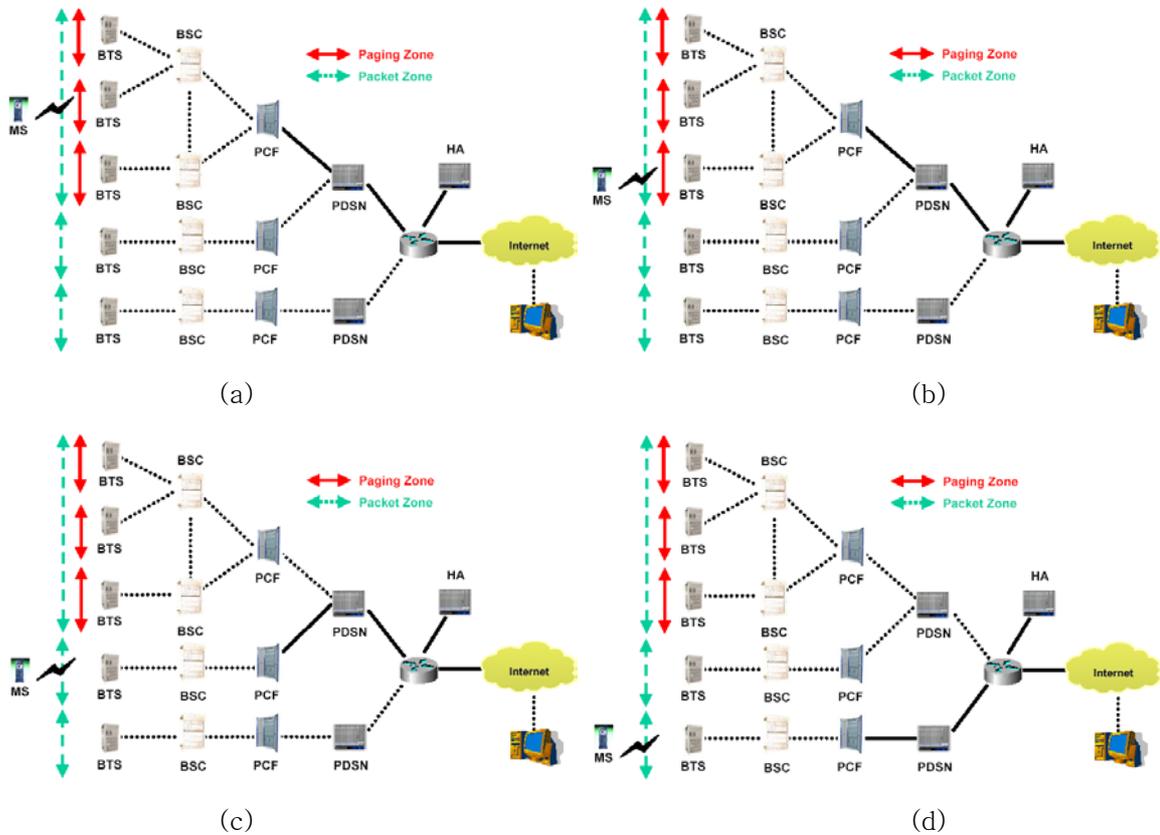


그림 7. Dormant 상태에서의 이동성 관리

그림 7은 단말이 dormant 상태에서 이동하는 경우의 관리 방안을 설명하고 있으며, 다음과 같이 요약하여 소개할 수 있다.

- 그림 7(a)와 같이, 단말이 paging zone 내에서 이동하는 경우에는 이동성 관리를 위한 추가 동작이 존재하지 않는다.
- 그림 7(a)에서 (b)처럼 단말이 이동한 경우, 즉, paging zone이 바뀐 경우에는 단말이 이를 기지국의 메시지에서부터 확인하고, registration 절차를 수행한다. 즉, 단말은 registration 메시지를 전송하고, 기지국은 이를 MSC에 전달하여 VLR/HLR에 등록한다. 추후 paging 요청시 해당 paging zone으로 paging 작업을 수행한다.
- 그림 7(b)에서 (c)처럼 단말이 이동한 경우, 즉, paging zone 및 packet zone이 변경된 경우에는 단말이 이를 기지국의 메시지에서부터 확인하고, inter-PCF dormant handoff 절차를 수행한다. 즉, 단말은 origination 메시지를 전송하고, 기지국은 이를 MSC에 전달하여 VLR/HLR에 등록하는 한편, 새로운 PCF를 PDSN에 등록한다. 따라서, 패킷 착신시 새로운 PCF가 패킷을 전달받을 수 있다.
- 그림 7(c)에서 (d)처럼 단말이 이동한 경우, 즉, packet zone이 변경됨과 동시에 PDSN이 변경되는 경우에는 단말이 이를 기지국의 메시지에서부터 확인하고, inter-PDSN dormant

handoff 절차와 함께 mobile IP registration을 수행한다. 이는 mobile IP FA가 변경되었기 때문이며, 따라서 패킷 착신시 새로운 PDSN이 패킷을 전달받을 수 있다.

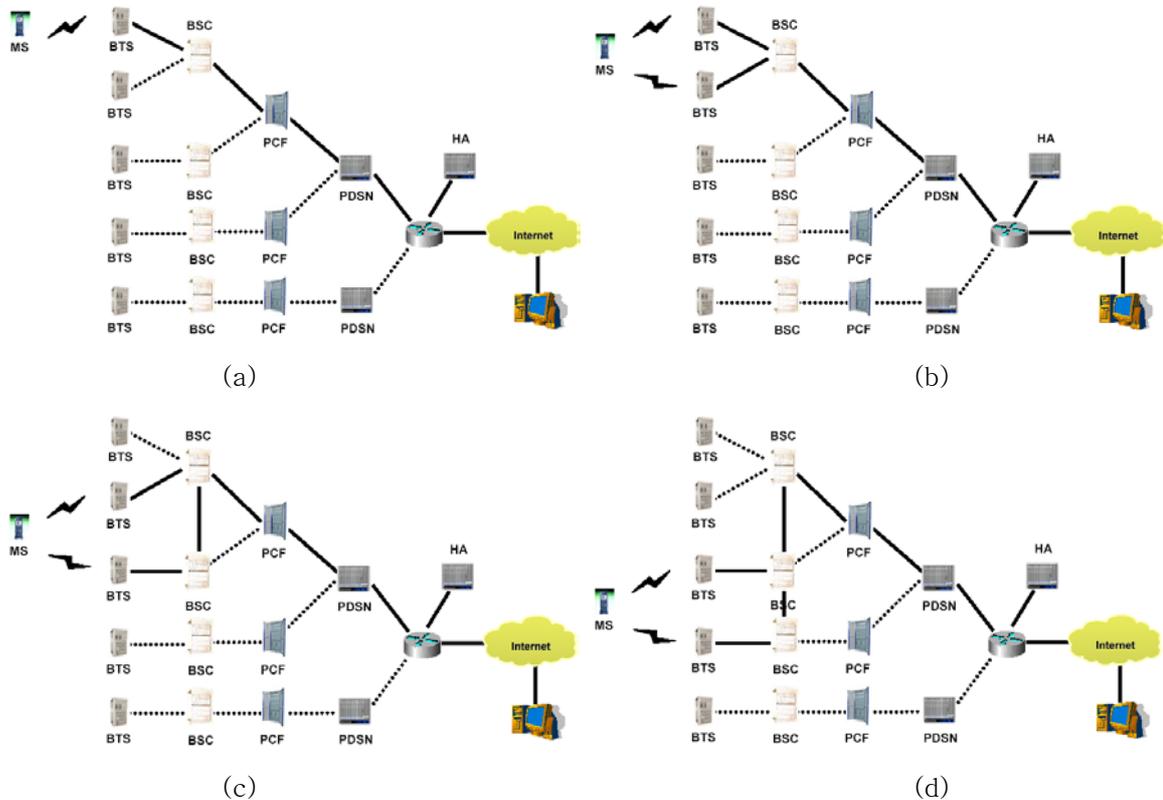


그림 8. Active 상태에서의 이동성 관리: Soft Handoff

단말이 active 상태로 서비스를 받으며 이동하는 경우는 끊김없는 연속적인 서비스를 위함이며 handoff 기술에 의해 이루어진다. 무선 채널의 접속을 기준으로 soft handoff와 hard handoff가 존재하며, 먼저 soft handoff에 의한 active 상태에서의 이동성 관리 방안을 요약하면 다음과 같다.

- 그림 8(a)와 같이 단말이 서비스가 이루어지고 있는 상황을 가정한다.
- 그림 8(a)에서 (b)처럼 단말이 이동한 경우, 즉, BTS가 변경되도록 이동한 경우에 단말은 두개의 기지국으로부터 패킷을 송수신하는 soft handoff를 수행하게 된다. 이때, 단말과 BSC에서는 중복된 패킷의 검사를 수행하고, 무선 채널에서의 오류를 복구하기 위한 RLP 처리를 수행한다.
- 그림 8(b)에서 (c)처럼 계속하여 단말이 이동한 경우, 즉, BSC도 변경되도록 이동한 경우에 단말은 그림 8(b)와 같은 soft handoff를 계속 수행하게 된다. 그런데, BSC가 변경되었으나, anchor BSC는 계속 유지된다. 즉, 새로 이동한 영역의 BSC는 패킷의 전달만을 담당하며, MAC layer 처리 및 RLP는 기존의 BSC에서 계속 수행한다. 따라서, 패킷 손실이 존재하지 않는다고 할 수 있다.

- 그림 8(d)와 같이 PCF 또는 PDSN이 바뀐 영역으로 이동하는 경우에도 anchor BSC가 계속 유지되며 위와 같이 서비스 된다.

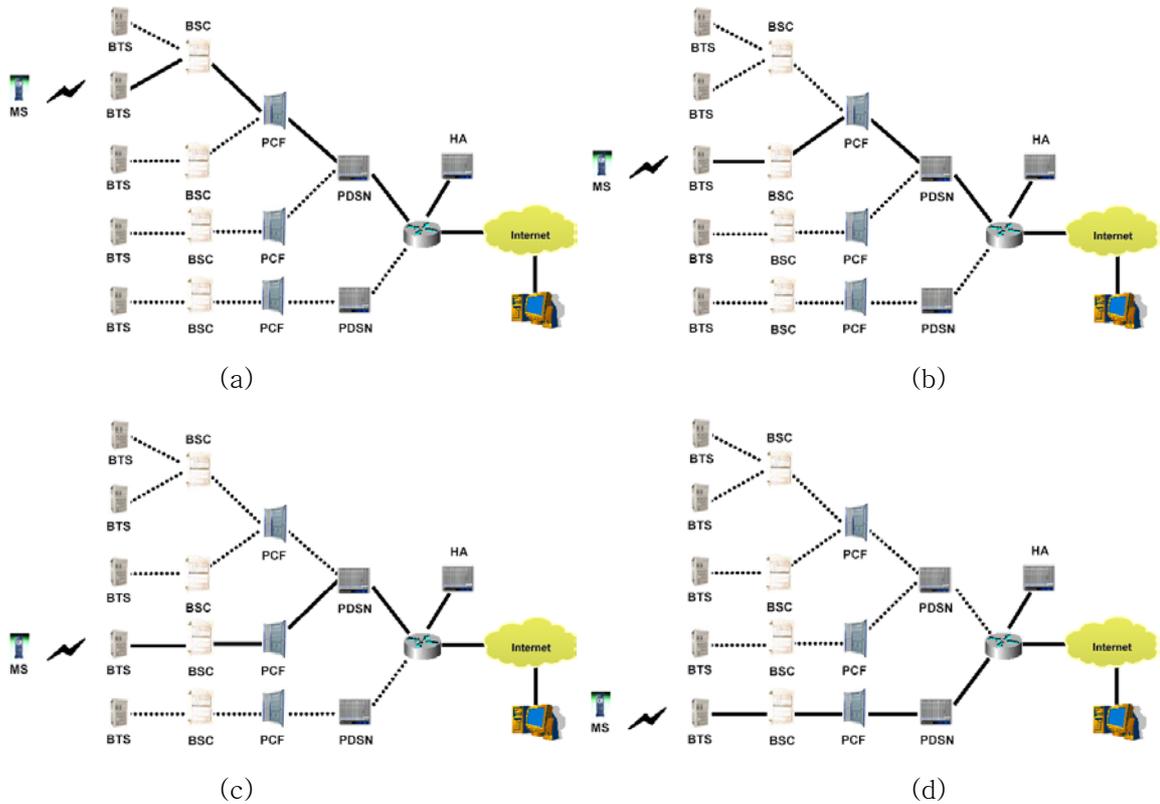


그림 9. Active 상태에서의 이동성 관리: Hard Handoff

그림 9는 hard handoff에 의한 이동성 관리를 나타내고 있으며, 다음과 같이 간략히 요약하여 설명할 수 있다.

- 그림 9(a)와 같이 단말이 서비스가 이루어지고 있는 상황을 가정한다.
- 그림 9(a)에서 (b)처럼 단말이 이동한 경우, 즉, BSC가 변경되도록 이동한 경우에 여러 가지 상황에 의해 단말은 hard handoff를 수행할 수 있다. 이때, RLP anchor의 변경이 발생하며, 단말과 새로운 BSC 사이에 RLP reset이 발생하게 된다.
- 그림 9(b)에서 (c)처럼 단말이 이동한 경우, 즉, PCF가 변경되도록 이동한 경우에 단말은 hard handoff를 수행할 수 있으며, inter-PCF active hard handoff 절차가 수행된다. 이 경우에도 마찬가지로 RLP reset이 발생하며, 패킷의 경로가 변경되므로 패킷 손실이 발생할 가능성이 매우 높다.
- 그림 9(c)에서 (d)처럼 단말이 이동한 경우, 즉, PDSN이 변경되도록 이동한 경우에, 위와 유사하게 inter-PDSN active hard handoff 절차가 수행된다. 이는 mobile IP registration에 의해 이루어진다. 이 경우에도 RLP 문제와 패킷 손실이 발생하므로 패킷 데이터 서비스의 성능을 검증해야 한다. 이 문제의 해결을 위해 3GPP2에서는 PDSN간

fast handoff 방안을 규정하였으며 이를 위한 PDSN간 P-P interface[8]가 존재한다.

5. 결론

본 고에서는 cdma2000 이동통신망의 구조를 살펴보고, cdma2000 이동통신망을 구성하는 각 NE의 기능을 소개하였다. 이를 기반으로 simple IP 서비스와 mobile IP 서비스를 위한 전체 동작을 무선 구간의 동작 보다는 네트워크 관점에서 쉽게 기술하고자 하였다. 이때, 단말이 dormant 또는 active 상태에서 이동할 때 cdma2000 이동통신망에서의 처리 방안에 대해 개념적으로 이해할 수 있도록 서술하였다.

한편, 3세대 이동통신 서비스 이후에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 3세대 이후는 패킷 데이터 서비스가 주를 이룰 것이며, 휴대 인터넷 서비스가 그 일환으로 연구/개발이 진행 중이다. 그리고, 패킷 데이터 서비스가 주를 이루게 됨에 따라 hard handoff 위주의 이동성 관리가 이루어질 예정이다. 그런데, 본 고에서 기술한 cdma2000 패킷 데이터 서비스의 hard handoff 성능은 사업자의 상용망에서 아직 검증되지 않았다. 따라서, 이에 대한 검토와 보완이 필요할 것이다.

참고 문헌

- [1] D.Knisely, S.Kumar, S.Laha, and S.Nanda, "Evolution of Wireless Data Services: IS-95 to cdma2000," IEEE Communications Magazine, Oct., 1998.
- [2] 3GPP2 C.S0001-A, "Introduction to cdma2000 Standards for Spread Spectrum Systems," Jun., 2000.
- [3] 3GPP2 A.S0011-A, "Interoperability Specification (IOS) for cdma2000 Access Network Interfaces - Part 1 Overview," Oct., 2002.
- [4] 3GPP2 A.S0014-A, "Interoperability Specification (IOS) for cdma2000 Access Network Interfaces - Part 4 A1, A2, and A5 Interfaces," Oct., 2002.
- [5] 3GPP2 A.S0016-A, "Interoperability Specification (IOS) for cdma2000 Access Network Interfaces - Part 7 A8 and A9 Interfaces," Oct., 2002.
- [6] 3GPP2 A.S0017-A, "Interoperability Specification (IOS) for cdma2000 Access Network Interfaces - Part 7 A10 and A11 Interfaces," Oct., 2002.
- [7] 3GPP2 P.R0001, "Wireless IP Network Architecture based on IETF Protocols," Jul., 2000.
- [8] 3GPP2 P.S0001-A, "Wireless IP Network Standard," Jul. 2000.
- [9] 3GPP2 C.S0017-0, "Data Service Options for Spread Spectrum Systems," Feb., 2003.
- [10] RFC2002, "IP Mobility Support," Oct., 1996.
- [11] RFC2794, "Mobile IP Network Access Identifier Extension for IPv4," Mar., 2000.
- [12] RFC1661, "The Point-to-Point Protocol (PPP)," Jul., 1994.

- [13] RFC1662, "PPP in HDLC-like Framing," Jul., 1994.
- [14] RFC1994, "PPP Challenge Handshake Authentication Protocol," Aug., 1996.
- [15] RFC1332, "The PPP Internet Protocol Control Protocol," May, 1992.
- [16] RFC2138, "Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS)," Apr., 1997.
- [17] RFC2139, "RADIUS Accounting," Apr., 1997.
- [18] RFC1144, "Compressing TCP/IP Headers for Low-Speed Serial Links," Feb., 1990.

저자 소개

조진성

1992년 2월 서울대학교 컴퓨터공학과 학사

1994년 2월 서울대학교 컴퓨터공학과 석사

2000년 2월 서울대학교 컴퓨터공학과 박사

1998년 5월 ~ 1998년 8월 IBM T.J. Watson Research Center, Visiting Researcher

1999년 9월 ~ 2003년 2월 삼성전자 책임연구원

2003년 3월 ~ 현재 경희대학교 컴퓨터공학과 전임강사

관심분야 : Wireless/Mobile Network, Ubiquitous Computing, Embedded System