

# SDR 기반 이중모드를 지원하는 기지국에서의 핸드오프 기법

\*이찬용 \*오상철 \*\*주상돈 \*\*정태의 \*\*\*송병권  
 \*한국전자통신연구원 이동통신연구단 SDR 팀  
 \*\*서경대학교 컴퓨터과학  
 \*\*\*서경대학교 정보통신공학과  
 zoaroa77@yahoo.co.kr

## Handoff Method in Dual-mode BS's based on SDR

\*Chan-Yong Lee \*Sang-Chul Oh \*\*Sang-Don Ju \*\*Tae-Eui Jeong \*\*\*Byung-Kwon Song  
 \*SDR Research Team, Mobile Telecommunication Research Division, ETRI  
 \*\*Dept. of Computer Science, Seokyeong Univ.  
 \*\*\*Dept. of Information & Communication Engineering, Seokyeong Univ.

### 요 약

두 개의 서로 다른 통신 망, HSDPA(High Speed Downlink Packet Access)를 지원하는 W-CDMA망과 IEEE 802.16e를 지원하는 HPI(High Speed Portable Internet)망을 동시에 지원하는 이중모드 BS(Base Station)에서 MS(Mobile Station)가 현재 사용하고 있는 통신 프로토콜 상에서 사용자 폭주나 망의 이상으로 인한 QoS 저하를 방지해서 더 좋은 QoS를 보장 받도록 하기 위해서 MS를 재구성한다. 본 논문에서는 MS 재구성 과정 중에 이전 경로 상에서 받지 못한 데이터를 새로운 경로에서 손실 없이 받을 수 있도록 하기 위한 이중모드를 지원하는 기지국 내에서의 핸드오프 기법을 제안하고 있다.

### 1. 서 론

무선 통신 및 이동 통신 기술들은 현재 급속하게 발전하고 있으며, 각각의 무선 표준들은 자신만의 주파수와 프로토콜을 갖고 있다. 이러한 기술의 차이로 인해 각각은 서로 상호작용을 할 수 없고, 비호환성 문제가 제기되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 SDR(Software Defined Radio) 기술의 개발이 진행 중이며 SDR의 연구는 SDR Forum을 중심으로 진행되고 있다[3]. 본 논문에서는 이러한 SDR 기반 하에서 이중모드를 지원하는 기지국 내에서 핸드오프 기법을 제안하며, MS가 기지국 내에서 다른 통신 프로토콜로 핸드오프가 일어날 시에, 이전 경로상의 나머지 데이터를 넘겨받아 핸드오프 시에도 데이터를 손실 없이 순서대로 받는 것을 보장하고자 한다. 또한 MS가 새로운 통신 프로토콜로 재구성 되어지는 과정을 보인다.

이중모드란 BS가 두개의 서로 다른 통신 프로토콜을 동시에 가지며 운용할 수 있는 구조를 말하며, 단일 통신 프로토콜로 운용되는 BS는 단일모드로 정의한다. 이중모드를 지원하는 BS의 이점은 MS 측면에서 더 좋은 QoS를 위한 BS의 통신 프로토콜을 선택 할 수 있다는 것이다. 이중모드 BS에서의 MS는 현재 사용하고 있는 통신 프로토콜 상에서 사용자 폭주나 망의 이상 발견으로 인한 QoS 저하를 탐지하며, 이때 더 좋은 QoS를 보장 받고자 다른 통신 프로토콜로의 핸드오프를 수행하게 된다. MS는 하나의 하드웨어로 여러 무선 프로토콜을 지원해주는 구조이다.

본 논문의 구성은 제 2장에서 전체망구조에 대해서 간략히 알아보고 3장에서는 MSC(Message Sequence Chart)를 이용해서 제안된 핸드오프기법에 대해 설명하고 4장에서는 상태천이도와 페트리넷(Petri-Net)을 이용해 제안된 핸드오프기법을

검증하고 5장에서는 결론 및 향후 계획을 설명한다.

### 2. 전체망 구조

본 논문에서 제안하는 BS의 이기종 망은 HSDPA망과 HPI망이다[4][5]. HSDPA는 기존의 W-CDMA Release 99 및 Release 4와 동일한 주파수 대역에서 사용 가능한 고속의 하향 패킷 데이터 서비스를 위한 시스템이며, HPI는 2.3GHz 주파수 대역에서 스펙트럼 사용효율을 보장하는 무선전송기술을 사용하여 셀룰러 형태의 망을 구성한다. 그림 1은 본 논문에서 제안한 전체망구조를 나타낸다.

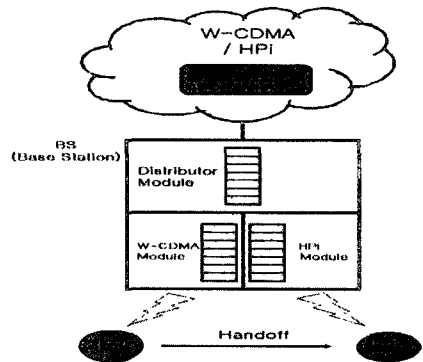


그림 1. 전체망구조

그림 1에서 보듯이 BS는 3개의 Module로 구분되는데, 첫 번째 Distributor Module은 MS와 통신하고 있는 W-CDMA

Module이나 HPI Module에게 데이터를 전송하고 이중모드를 지원하는 기지국 내에서의 핸드오프 시, 이전 경로의 데이터를 변경된 경로로 보낼 때의 중계자 역할을 담당한다. 두 번째 W-CDMA Module은 Distributor Module로부터 들어온 데이터를 해당 통신프로토콜에 맞는 형태로 바꾸어 MS에게 보내는 책임을 지며, 세 번째 HPI Module도 Distributor Module로부터 들어온 데이터를 해당 통신프로토콜에 맞는 형태로 바꾸어 MS에게 보내는 책임을 진다.

MS는 이중모드로 구성된 BS의 동일 영역 내에서 HSDPA 기반으로 통신하는 망에서 통신 장애 및 QoS를 보장하기 위해 HPI기반으로 통신하는 망으로 핸드오프를 일으킨다.

SSC(SDR Switching Center)는 MS의 재구성에 관련된 프로파일(Profile), 정책(Policy) 및 소프트웨어(Software)를 저장 관리하는 역할을 하며, 프로파일에는 사용자 프로파일(User Profile), 터미널 프로파일(Terminal Profile), 서비스 프로파일(Service Profile) 및 네트워크 프로파일(Network Profile)로 나누어진다[1]. 서비스 프로파일은 서비스 목록 및 서비스에 관련된 사용자들의 선호를 저장하고 사용자 프로파일은 사용자가 선호하는 타겟모드를 후보군에서 선택하기 위한 사용자의 선호를 저장한다. 또한 터미널 프로파일은 터미널의 CPU 성능, 메모리 크기 및 전력 용량에 관련된 정보를 저장 관리하며 네트워크 프로파일은 네트워크에서 이용되어 질 수 있는 RATs(Radio Access Technologies) 및 기본적으로 제공하는 QoS 서비스(QoS Bearer Services)를 저장 관리한다. 정책은 사용자와 관리자의 입장으로 나누어진다. 사용자는 기본적으로 서비스를 이용하길 원하며 끊이지 않고 지속적인 높은 QoS 서비스를 원한다. 또한 QoS가 향상된 서비스를 제공 받더라도 기존과 동일한 요금으로 서비스를 제공받길 원한다. 관리자의 경우 셀과 모드 사이의 적절한 로드 밸런싱을 유지하며 핸드오프 횟수를 감소시키길 원한다. 즉 최소한의 비용으로 최대의 효율을 내는 정책을 펼칠 것이다. 또한 각 사용자에게 차별화 되어진 서비스를 제공하길 원한다. 소프트웨어는 MS의 재구성에 필요한 소프트웨어를 말한다.

### 3. 핸드오프 시나리오

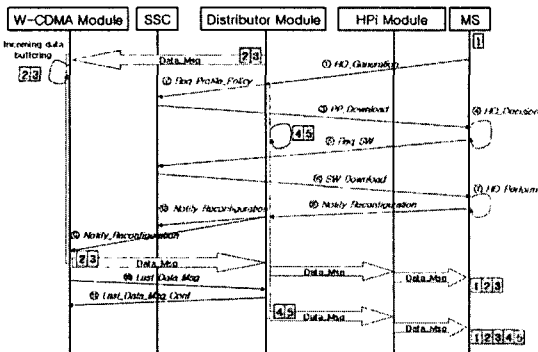


그림 2. 핸드오프 MSC

그림 2는 SSC와 BS와 MS간의 MSC를 나타낸다. 이 MSC의 절차는 다음과 같다.

- ① MS는 Distributor Module에게 핸드오프가 일어나야 한다

는 사실을 알리기 위해 **HQ\_Generation** 메시지를 보낸다.

- ② MS로부터 **HQ\_Generation**을 받으면, Distributor Module은 SSC에게 profile과 policy에 대한 요청을 하기 위해 **Req\_Profile\_Policy** 메시지를 보낸다.
- ③ SSC는 자신이 갖고 있는 Profile, Policy를 PP\_Download로 MS에게 보내준다.
- ④ Profile과 Policy를 받은 MS는 핸드오프를 결정한다.
- ⑤ 핸드오프를 결정한 MS는 SSC에게 재구성에 필요한 Software를 요구하기 위해 **Req\_SW** 메시지를 보낸다.
- ⑥ SSC는 적당한 Software를 MS에게 보내준다.
- ⑦ Software를 받은 MS는 핸드오프를 실행한다.
- ⑧ 재구성이 끝난 MS는 재구성 완료를 알리기 위해 **Notify\_Reconfiguration** 메시지를 Distributor Module에게 보낸다.
- ⑨ **Notify\_Reconfiguration** 메시지를 받은 Distributor Module은 SSC와 W-CDMA Module에게 받은 메시지를 보낸다.
- ⑩ **Notify\_Reconfiguration** 메시지를 받은 W-CDMA Module은 자신이 저장하고 있던 모든 데이터를 Distributor Module에게 보낸다. 데이터를 모두 보내고 나면 그 사실을 Distributor Module에게 알리기 위해 **Last\_Data\_Msg** 메시지를 보낸다.
- ⑪ Distributor Module은 **Last\_Data\_Msg**에 대한 Ack로 **Last\_Data\_Msg\_Conf** 메시지를 W-CDMA Module에게 보내고 난후, 자신이 갖고 있는 데이터를 HPI Module에게 보낸다.

### 4. 핸드오프 프로토콜 상태 천이도 및 검증

그림 3은 Distributor Module의 상태천이도(State Transition Diagram)를 나타내고 있다.

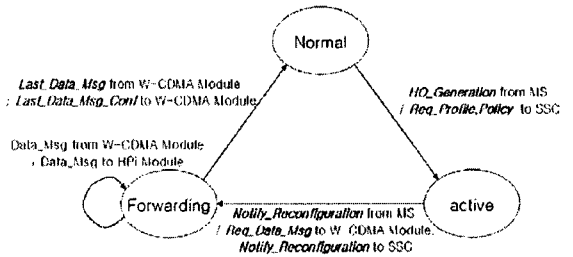


그림 3. Distributor Module의 상태천이도

Normal은 초기 상태이며 MS로부터 **HQ\_Generation** 메시지를 받으면 W-CDMA Module이나 HPI Module에게 데이터를 보내지 않고 자신의 버퍼에 저장하는 active상태가 된다. MS로부터 **Notify\_Reconfiguration** 메시지를 받으면 이전 경로에서 보내는 데이터를 새로운 경로로 포워딩해주는 Forwarding 상태가 된다. W-CDMA Module로부터 **Last Data Msg**를 받으면 초기상태로 돌아간다.

그림 4는 W-CDMA Module의 상태천이도를 나타내고 있다.

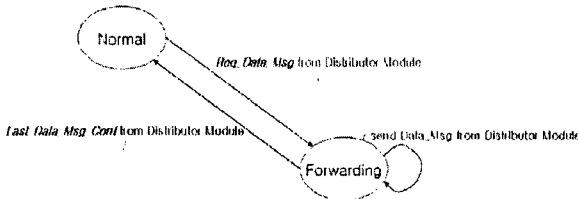


그림 4. W-CDMA Module의 상태천이도

Normal은 초기 상태이며 Distributor Module로부터 **Req. Data Msg**를 받으면 자신의 버퍼에 저장하고 있던 데이터를 Distributor Module에게 보내는 Forwarding상태가 되고 Distributor Module로부터 **Last Data Msg Cont** 메시지를 받으면 초기상태로 돌아간다.

위의 상태천이도를 토대로 Distributor Module과 W-CDMA Module 사이의 연동을 페트리넷을 이용하여 모델링하고 검증한다.

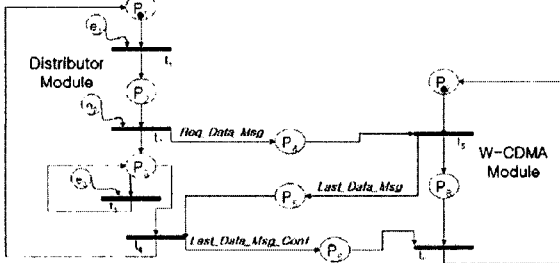


그림 5. Distributor Module과 W-CDMA Module간의 페트리넷 모델링

그림 5는 Distributor Module과 W-CDMA Module간의 메시지와 데이터 흐름 절차에 대한 상태천이도를 이용하여 도시한 페트리넷 모델이다. P<sub>1</sub>과 P<sub>7</sub>의 검은 점은 초기 토큰을 나타낸다. 각 토큰소의 상태는 메시지 처리 절차에 따라서 다른 상태로 이동하며 이것을 표 1이 나타내고 있다. 또한 외부사건(Event)은 'e<sub>i</sub>'로 표시하며, 이를 표 2가 나타내고 있다.

표 1. Distributor Module과 W-CDMA Module간의 토큰소 상태

토큰소	메시지 처리 절차에 따른 상태
P <sub>1</sub> , P <sub>7</sub>	Normal
P <sub>2</sub>	Active
P <sub>3</sub> , P <sub>8</sub>	Forwarding
P <sub>4</sub> ~P <sub>6</sub>	메시지 전달 과정

표 2. Distributor Module과 W-CDMA Module간의 외부 이벤트

외부 사건	메시지 처리 절차에 따른 외부 사건
e <sub>1</sub>	<b>HO_Generation</b> from MS
e <sub>2</sub>	<b>Notify_Reconfiguration</b> from MS
e <sub>3</sub>	<b>Data_Msg</b> from W-CDMA Module

그림 6은 프로토콜의 Deadlock Freeness 및 생존성(Liveness)에 대한 적합성을 검증하기 위한 Distributor Module과 W-CDMA Module간의 도달성 트리를 나타낸다.

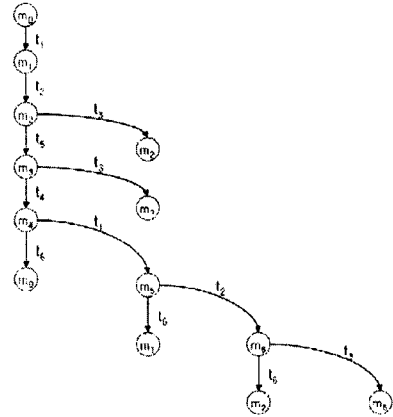


그림 6. Distributor Module과 W-CDMA Module간의 페트리넷 모델의 도달성 트리

그림 5에서 볼 수 있듯이 m<sub>0</sub>은 p<sub>1</sub>과 p<sub>7</sub>에 토큰을 갖는 초기 상태이며, transition t<sub>1</sub>에 의해서 발생한 새로운 상태, m<sub>1</sub>로 이동한다. 또한, deadlock 발생 없이 항상 초기 상태로 돌아올 수 있음을 확인 할 수 있고, 초기 상태에서 모든 상태로의 transition이 가능하며, 발생하는 토큰의 수도 항상 1이하로 제한되어 안정성도 만족됨을 확인 할 수 있다.

### 5. 결론 및 향후 방향

본 논문은 이중모드를 지원하는 기지국에서 핸드오프가 일어날 시에 데이터의 손실을 없애기 위한 방법을 제시하였다. Distributor Module과 W-CDMA Module의 상태천이도를 근거로 페트리넷을 모델링 하였으며, 도달성 트리를 통해 검증하였다. 이것은 다시 말해, 이전 경로에서 받지 못한 데이터를 새로운 경로로 MS가 이상 없이 받을 수 있다는 것을 보장해 준다. 향후방향은 제안된 프로토콜을 NS-2를 이용해 시뮬레이션 하여 안정성과 효율성을 검증하는 것이다.

### 참고문헌

- [1]C. Niedermeier, R. Schmid, E. Mohyeldin, M. Dillinger and Siemens AG. "Handover Management and Strategies for Reconfigurable Terminals" SDRF-02-I-0047-V0.00, April 2002.
- [2]Byungjune Jun. "The Seamless Handoff Protocol in PDSNs on 3GPPs" December 2001.
- [3]SDR Forum Website "http://www.sdrforum.org"
- [4]3GPP, "Physical Layer Aspects of UTRA High Speed Downlink Packet Access (Release 2000)", "3G TR25. 848 V0.6.0, March 2001
- [5]IEEE 802.16 TGe Working Document, "IEEE 802.16e-03/07r2 16 Amendment 4: Mobility Enhancements", IEEE 802.16 TGe, May 2003.