

## 이동 통신 시스템에서의 보충 채널 관리 방법

김재원<sup>o</sup> 이인환

한양대학교 전자컴퓨터통신공학과

jwkim<sup>o</sup>@csl.hanyang.ac.kr, ihlee@hanyang.ac.kr

### Method for Managing a Supplemental Channel in a Mobile Communication System

Jae-Won Kim<sup>o</sup> Inhwon Lee

Dept. of Electronics and Computer Engineering, Hanyang University

#### 요 약

본 논문은 데이터 서비스를 제공하는 CDMA2000 1X 시스템에서 보충 채널(Supplemental Channel)을 관리하는 효율적인 방법을 제안한다. 시스템 표준에 따르면 이동 단말(MS)은 기지국(BS)으로부터 보충 채널 할당 메시지를 수신하여 그 내용에 따라 보충 채널을 할당/해제하도록 되어있다. 그러나 이동 단말이 기지국이 보낸 보충 채널 할당 메시지를 수신하지 못한 경우 보충 채널 데이터에 대한 비효율적인 재전송이 발생하게 된다. 본 논문에서 제안하는 유지 기간 연장 방법을 사용하면 조건에 맞을 경우 보충 채널 할당 메시지를 수신하지 못한 이동 단말도 보충 채널을 통해 데이터를 계속 수신할 수 있다.

#### 1. 서 론

이동통신망은 통신 기술의 급격한 발전에 따라 일반적인 음성 서비스는 물론 이동 단말로 이메일이나 정치 영상은 물론 동영상과 같은 멀티미디어 서비스가 가능한 고속 데이터 서비스를 제공하는 단계에 이르고 있다. 이러한 고속 데이터 서비스를 지원하는 이동통신 시스템으로는 동기 방식의 CDMA2000 1X 시스템과, 비동기 방식의 UMTS(Universal Mobile Telecommunication Systems) 등이 있다.

멀티미디어 서비스를 지원하는 이동통신 시스템에서는 종래 음성 데이터와는 다른 특성을 갖는 패킷 데이터를 전송한다. 패킷 데이터는 음성 데이터와 달리 버스트(burst) 특성을 가진다. 즉 일정 량의 데이터가 연속적으로 발생되는 것이 아니라, 대량의 데이터가 단시간에 발생된다. CDMA2000 1X 시스템에서는 고속의 버스트 특성을 갖는 패킷 데이터를 안정적으로 전송하도록 하기 위해 기본 채널(Fundamental Channel)과 함께 보충 채널(Supplemental Channel)을 추가로 할당하여 이용한다[1]. 기본 채널은 호가 처음 연결될 때부터 끊어질 때까지 항상 열려있으며 제어 메시지와 패킷 데이터가 전송된다. 보충 채널은 필요할 때에 열렸다가 닫히기를 반복하며 패킷 데이터가 전송된다[2]. 이동 단말(Mobile Station)과 기지국(Base Station)은 기본 채널과 보충 채널 등 망에서 규정된 각종 채널을 포함한 무선 자원을 관리하는 모듈을 구비한다.

#### 2. 시스템 표준

#### 2.1 보충 채널 관리 표준

이동 단말과 기지국은 표준에서 정의하는 각종 채널들을 이용하여 무선 통신을 수행한다. 이를 위해 이동 단말과 기지국의 무선 자원 관리부는 보충 채널을 포함한 각종 무선 채널을 할당/해제하고, 단말/기지국의 무선 자원을 전반적으로 관리한다. 특히 이동 단말의 무선 자원 관리부는 기지국으로부터 보충 채널 할당 메시지를 수신하고, 할당된 보충 채널을 통해 정해진 유지 기간 동안 데이터를 수신하는 일련의 동작을 제어한다[2].

그림 1은 CDMA2000 1X시스템 표준에서 정의된 보충 채널 관리 방법을 도시한 순서도로서, 각 과정들은 이동 단말내의 무선 자원 관리부를 통해 수행된다. 먼저 기지국은 이동 단말로 전송해야 할 버스트 패킷 데이터가 있는 경우 기본 채널을 통해 해당 이동 단말로 보충 채널을 할당하도록 보충 채널 할당 메시지(Extended Supplemental Channel Assignment Message : ESCAM)를 전송한다. 보충 채널 할당 메시지는 할당된 보충 채널을 통해 데이터 전송이 개시되는 개시 시간(Start Time)과 데이터 전송이 유지되는 유지 기간(Duration) 정보를 포함한다. 보충 채널 할당 메시지를 수신한 이동 단말은 할당된 보충 채널의 개시 시간이 도래하였는지 확인한다. 개시 시간이 도래한 경우 이동 단말은 할당된 보충 채널을 통해 기지국이 전송한 패킷 데이터를 수신한다. 데이터를 수신하면서 이동 단말은 유지 기간의 만료 여부를 체크하며, 유지 기간 중에는 데이터 수신 상태를 유지한다. 이후 보충 채널의 유지 기간이 만료된 경우 이동 단말은 할당된 보충 채널과의 접속을 해제하여 데이터 수신을 종료한다[2].

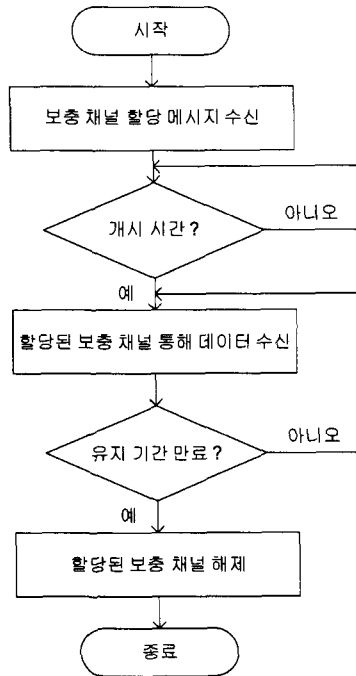


그림 1 시스템 표준

기지국은 효율적으로 패킷 데이터를 전송하기 위해 이동 단말로 첫 번째 보충 채널 할당 메시지를 전송한 후, 그 유지 기간이 만료되기 전에 다시 보충 채널 할당 메시지를 전송한다. 이동 단말은 기존 할당된 보충 채널 유지 기간이 만료되기 전에 새로운 보충 채널 메시지를 수신하여 다시 보충 채널이 할당됨을 확인하면, 새로운 유지 기간 동안 계속하여 보충 채널을 통해 패킷 데이터를 수신한다. 만일 기본 채널을 통해 새로운 보충 채널 할당 메시지를 수신하기 전에 기존 할당된 보충 채널의 유지 기간이 만료된 경우 이동 단말은 할당 받았던 보충 채널을 해제하고 패킷 데이터 수신을 종료한다. 위와 같이 시스템 표준은 이동 단말의 보충 채널 할당을 전적으로 기본 채널을 통한 보충 채널 할당 메시지 수신에 의존하고 있다. 기지국은 일단 보충 채널 할당 메시지를 전송한 후, 개시 시간으로부터 유지 기간 동안 보충 채널을 통해 패킷 데이터를 송신한다.

## 2.2 시스템 표준의 문제점

시스템 표준에 따라 그대로 구현했을 경우 한가지 문제점이 있으며 이것은 기지국이 보낸 보충 채널 할당 메시지를 이동 단말이 수신하지 못했을 경우에 발생한다. 보충 채널 할당 메시지는 항상 기본 채널로 전송되는데 무선 환경에 따라 언제든지 보충 채널 메시지를 수신하지 못할 수 있기 때문이다. 제어 메시지의 신뢰적인 전송을 위해 링크 접속 프로토콜 (Link Access

Protocol)에서는 재전송을 요구하는 신뢰성 모드 (Assured Mode)를 정의하고 있다[3]. 하지만 보충 채널 할당 메시지의 경우 신뢰성 모드로 전송할 경우 기지국에서 개시 시간을 결정할 때 재전송의 경우까지 고려하여 결정해야 하는 어려움이 생기게 된다. 따라서 일반적으로 보충 채널 할당 메시지는 비신뢰성 모드 (Unassured Mode)로 전송하고 있다. 그러므로 보충 채널 메시지를 수신하지 못하였을 경우라도 기지국은 그 수신 여부를 알 수 없게 된다.

만일 기지국에서 전송한 기본 채널의 보충 채널 할당 메시지가 전송 오류로 인해 이동 단말에서 수신되지 못한 경우 기지국은 이미 보충 채널 할당 메시지를 전송한 상태이므로 그 개시 시간에 보충 채널을 통해 패킷 데이터를 송신한다. 하지만 보충 채널 할당 메시지를 수신하지 못한 이동 단말은 보충 채널의 할당을 확인하지 못하므로 패킷 데이터를 수신할 수 없으며, 다음 보충 채널 할당 메시지를 수신한 이후에야 보충 채널을 통해 패킷 데이터를 수신하게 된다. 이 경우 이동 단말은 수신하지 못한 시퀀스 넘버의 데이터를 수신하고자, 무선 링크 프로토콜(Radio Link Protocol : RLP)에 따라 기지국으로 재전송 요구를 하게 되며, 기지국은 한 번 보냈던 시퀀스 넘버의 데이터를 재전송하게 된다[4]. 즉 보충 채널 할당 메시지를 수신하지 못한 경우 전체적인 시스템 효율도 떨어지고 데이터 수신 성능(Throughput)도 떨어지는 문제점이 발생하게 된다. 보충 채널이 정의된 무선 구성 3(Radio Configuration 3) 이상에서는 순방향 전력제어를 통해 일정한 프레임 에러율(Frame Error Rate : FER)을 유지하도록 되어있고, 기지국에서 정한 정도의 기본 채널의 에러가 항상 발생하게 된다.

## 3. 유지 기간 연장

### 3.1 개요

본 논문의 목적은 위와 같이 표준에서 정의된 시스템의 문제점을 최소화할 수 있는 방법을 제공하는 것이며, 이 방법의 기본 개념은 이동 단말에서 보충 채널 할당 메시지를 수신하지 못한 경우에도 보충 채널을 통해 데이터를 수신 가능하게 하는 것이다. 시스템 표준에서 설명했듯이 기지국은 효율적으로 패킷 데이터를 전송하기 위해 이동 단말로 첫 번째 보충 채널 할당 메시지를 전송한 후, 그 유지기간이 만료되기 전에 다시 연속하여 보충 채널 할당 메시지를 전송할 수 있다. 이 경우에는 만일 연속된 두 번째 이후의 보충 채널 할당 메시지를 수신하지 못해도 단지 유지 기간을 연장함으로써 보충 채널의 패킷 데이터를 계속 수신하는 것이 가능하다는 것이 이 논문의 핵심이며 이 방법을 이제부터 유지 기간 연장을 통한 보충 채널 관리 방법이라고 부르겠다.

그러나 물론 이 방법이 항상 성공하는 것은 아니다. 이동 단말은 기지국이 전송한 첫 번째 보충 채널 할당

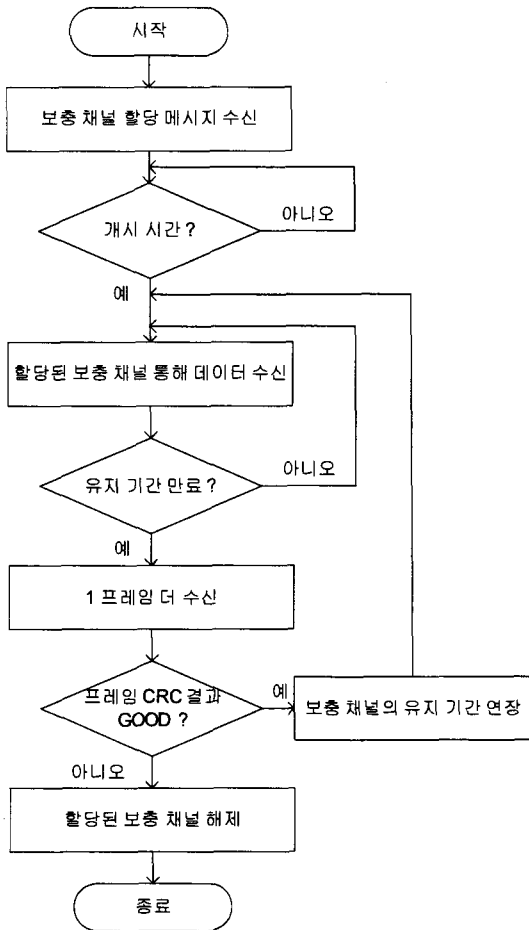


그림 2 유지 기간 연장

메시지를 수신하지 못한 경우 보충 채널로 전송되는 패킷 데이터를 수신할 수 있는 방법이 없다. 이체부터 유지 기간 연장의 자세한 방법과 함께 이 방법이 성공할 수 있는 조건에 대해서도 설명할 것이다.

### 3.2 세부 동작 및 의미

그림 2는 유지 기간 연장을 통한 보충 채널 관리 방법을 설명하기 위한 순서도이다. 먼저 이동 단말로 전송할 패킷 데이터가 발생되면, 기지국은 해당 이동 단말로 보충 채널 할당 메시지를 전송한다. 보충 채널 할당 메시지를 수신한 이동 단말은 할당된 보충 채널의 개시 시간이 도래하였는지 확인하고, 개시 시간이 도래한 경우 이동 단말은 할당된 보충 채널을 통해 기지국이 전송한 패킷 데이터를 수신한다. 데이터를 수신하면서 이동 단말은 현재 할당된 보충 채널의 유지 기간의 만료 여부를 체크하며, 유지 기간 중에는 데이터 수신 상태를 유지한다. 여기까지는 시스템 표준과 완전히 동일하다.

그러나 유지 기간이 만료되면 이동 단말은 시스템 표준과 같이 보충 채널을 해제하지 않고, 현재 보충 채널을 통해 1 프레임의 데이터를 더 수신한다. 그리고 이동 단말은 추가로 수신된 1 프레임 데이터에 대해 CRC 검사를 수행한 후 결과를 확인하여 주기적 덧붙임 검사(Cyclic Redundancy Check : CRC)결과가 정상(GOOD)인 경우 보충 채널의 유지 기간을 이전에 할당 받은 유지 기간만큼 더 연장하며 계속 보충 채널을 통해 데이터를 수신한다. 여기서 기지국으로부터 할당 받은 유지 기간보다 한 프레임 더 수신하여 CRC결과가 정상(GOOD)인 프레임을 수신하였다는 것은 다음과 같은 의미를 갖는다. 즉 기지국은 연속적인 패킷 데이터 전송을 위해 기본 채널로 다시 보충 채널 할당 메시지를 전송하였고, 그 개시 시간에 맞추어 보충 채널로 먼저 전송한 것과 똑같은 디코딩 조건의 패킷 데이터를 전송하고 있으나 이동 단말이 기본 채널로부터 보충 채널 할당 메시지를 수신하지 못한 것으로 해석할 수 있다. 왜냐하면 정상적인 경우라면 할당 받은 유지 기간보다 더 수신하였을 때 정상 프레임을 수신할 수는 없기 때문이다. 따라서 이동 단말은 1 프레임을 더 수신하여 CRC가 정상(GOOD)인 프레임이 나오면, 동일한 내용의 보충 채널 할당 메시지를 기지국이 송신하였다고 판단하고 유지 기간을 직전 유지 기간만큼 연장하고, 이미 할당되었던 보충 채널을 통해 패킷 데이터를 계속 수신한다.

한편 CRC 확인 결과 오류(BAD)인 경우 이동 단말은 현재 보충 채널을 통한 데이터 수신을 중단하고, 보충 채널을 해제한다. 여기서 기지국으로부터 할당 받은 유지 기간보다 한 프레임 더 수신하였을 때 CRC가 오류(BAD)인 프레임을 수신하였다는 것은 아래의 두 가지 경우 중 하나를 의미한다. 첫 번째 경우는 실제로 이미 할당된 보충 채널을 통해 더 이상 패킷 데이터가 전송되지 않은 경우이고, 두 번째 경우는 보충 채널로 패킷 데이터가 전송되었으나 앞서 전송된 패킷 데이터와는 디코딩 정보가 바뀌어 전송된 경우이다. 두 번째 경우에는 이동 단말이 보충 채널 할당 메시지를 다시 받지 않고서는 기지국으로부터 전송되는 데이터를 정확히 수신할 수 없다.

### 3.3 유지 기간 연장의 조건

앞의 내용을 정리해 보면, 유지 기간 연장이 성공적으로 작동하기 위해서는 위에서 언급하였듯이 크게 두 가지 조건을 갖는다. 첫째, 유지 기간 연장은 앞서 할당 받았던 정보를 그대로 이용하고자 하는 것이므로 일단 수신하지 못한 보충 채널 할당 메시지가 기지국에서 첫 번째로 보낸 메시지가 아닌 연속 메시지가 이어야 한다. 둘째, 수신하지 못한 메시지에 포함된 보충 채널 디코딩 정보가 앞서 할당 받은 디코딩 정보와 동일해야 한다. 이 디코딩 정보에는 전송 속도, 채널 코딩, 왈시 코드 인덱스, 기지국 식별 오프셋, 무선 구성 넘버가 있으며

표 1 시물레이션 조건

시물레이션 조건	
보충 채널 데이터율	153.6 kbps
기본 채널 FER	1%
보충 채널 FER	1%
유지 기간	16 프레임
연속된 ESCAM 전송 주기	13 프레임
총 다운로드 량	1Mbyte

표 2 성능 비교

	RLP재전송 횟수	수신 성능(kbps)
시스템 표준	425	132.0
유지 기간 연장	241	133.0

이 정보들이 바뀔 경우 유지 기간 연장은 성공할 수 없다. 일반적으로 전송 속도와 왈시 코드 인덱스는 무선 환경에 따라 자주 바뀔 수 있고, 기지국 식별 오프셋 변경은 핸드오프 시에 발생하며, 무선 구성 넘버와 채널 코딩은 호 연결 시에 결정되어 잘 바뀌지 않는다.

#### 4. 실험 방법 및 결과

##### 4.1 실험 방법

시물레이션을 통해 시스템 표준의 보충 채널 관리 방법과 유지 기간 연장 방법의 성능을 같은 조건에서 각각 측정하여 유지 기간 연장 방법의 효과를 검증하였다. 기지국 모듈은 따로 구현하지 않고, 이동 단말 모듈 안에서 환경을 구성하고 에러를 삽입하는 방식으로 구현하였다.

모든 패킷 데이터는 보충 채널로만 전송되는 것으로 정하였고, 보충 채널의 한 프레임마다 2688bit씩 누적 가산하도록 하였다. 실제 전송 속도 153.6kbps의 보충 채널 1 프레임(20ms)으로 전송되는 총 데이터는 3072bit이며 이중 유효하중(Payload)이 2688bit이며 이것은 표준을 통해 계산된 값이다[4,5]. 보충 채널의 데이터 전송률은 153.6kbps로 고정하였다. 한번의 보충 채널 할당 시 유지 기간은 16frame으로 고정하였고, 효율적인 연속 전송을 위해 매 13frame마다 보충 채널 할당 메시지를 새로 할당하였다. 모든 보충 채널 할당 메시지의 디코딩 정보는 동일하게 하였으며 이것은 유지 기간 연장의 성공률을 100%로 만들어 주게 된다. 또한 기본 채널과 보충 채널의 에러율은 1%가 되도록 강제로 에러를 삽입하였다. 두 채널의 에러 발생은 서로 독립적으로 발생하도록 하였다. 표 1은 비교 실험의 조건을 정리한 것이다.

##### 4.2 실험 결과

표 2는 각각 시스템 표준의 방법과 본 논문의 방법을 적용하였을 때 RLP에서 기지국으로 재전송을 요구한 시퀀스 개수와 수신 성능(Throughput)을 비교한 결과이다. 표 2의 결과를 살펴보면, 유지 기간 연장 방법을 적용하는 경우 시스템 표준에 비해 재전송 시퀀스 개수를 약 43% 정도나 줄일 수 있음을 알 수 있다. 그리고 수신 성능도 1%정도 향상됨을 확인할 수 있다. 물론 이 결과는 유지 기간 연장의 성공률을 100%로 가정한 시물레이션 결과이므로 테스트 조건에 따라 실제 시스템에 적용 시 결과가 달라 질 것이다. 예를 들면, 무선 환경에 따라 기지국은 데이터 전송률, 왈시 코드 인덱스 등의 디코딩 정보를 바꾸어 전송할 수 있고 이 빈도가 클수록 유지 기간 연장의 성공률은 작아져서 성능 향상 효과는 작게 될 것이다.

#### 5. 결론

이상 설명한 바와 같이 본 논문에서는 이동통신 시스템에서 유지 기간 연장이라는 보충 채널을 효율적으로 관리하는 방법을 제안하였다. 그리고 실제 시스템에서 실험하지는 못하였지만 시물레이션을 통해 이 방법의 효과를 검증하였다. 유지 기간 연장을 통해 전송 오류 등으로 인해 보충 채널 할당 메시지를 수신하지 못한 이동 단말도 보충 채널을 통해 데이터를 계속 수신할 수 있다. 그리고 그에 따라 불필요한 패킷 재전송 횟수를 줄여 이동통신 시스템의 효율과 이동 단말의 수신 성능을 향상시킬 수 있다. 유지 기간 연장 방법을 실제 시스템에서 구현한다면 이 방법이 유효하기 위한 조건이 얼마나 유효한지 측정할 수도 있을 것이다.

#### 참고 문헌

- [1] Data Service Options for Spread Spectrum systems: Service Options 33 and 66, 3GPP2 C.S0017-012-A, June 2004.
- [2] Upper Layer (Layer 3) Signaling Standard for CDMA2000 Spread Spectrum Systems Release A, 3GPP2 C.S0005-A, June 1999.
- [3] Signaling Link Access Control (LAC) Specification for CDMA2000 Spread Spectrum Systems Release A, 3GPP2 C.S0004-A, June 2000.
- [4] Data Service Options for Spread Spectrum Systems: Radio Link Protocol Type 3, 3GPP2 C.S0017-010-A, June 2004.
- [5] Medium Access Control (MAC) Standard for CDMA2000 Spread Spectrum Systems Release A, 3GPP2 C.S0003-A, June 2000.