

# 무선 ATM 망의 버스트 오류에 대한 효율적인 전송 방식에 관한 연구

김 중 규 · 김 용 진  
(대구대학교 정보통신공학과)

## 요 약

향후 전개될 멀티미디어 정보화 사회 구축을 위한 가장 적합한 통신 방식은 ATM (비동기 전송 방식)으로 음성, 영상, 데이터를 실시간, 비실시간 데이터로 구분하여 복합적으로 전송할 수 있다. 또한 유선 ATM 망은 이동성을 보장하는 무선 ATM 망으로 확장되어질 수 있다. 유선 ATM 망과 무선 ATM 망의 차이점은 이동성과 전송 환경의 특성으로 발생하는 오류 확률이다. 현재 무선 ATM 망에서 증가된 오류율을 유선 ATM 망의 수준으로 감소시키기 위한 여러 연구들이 진행되고 있다.

본 논문에서는 무선 전송 환경의 버스트 오류에 효과적인 인터리빙 기법을 무선 전송단의 한정된 대역폭에 할당되는 ATM 셀의 가상 회선/경로의 수만 감소시켜 일반 ATM 셀과의 연동성을 보장하는 Modified 셀에 적용을 제안하였고 일반 ATM 셀 전송과 비교하여 성능 향상에 대하여 평가하였다.

모의실험 결과 제안된 기법은 버스트 오류 환경에서 셀 손실율이 버스트 오류의 크기에 따라 효율적으로 감소되며 또한 이중 헤더 적용으로 셀 손실율을 감소시킴을 알 수 있었다. 본 기법은 인터리빙과 이중헤더의 사용으로 추가되는 오버헤드가 없으며, H-ARQ를 적용했을 때 불가능한 실시간 데이터 서비스에도 적합하다는 장점이 있다.

## I. 서 론

최근 ATM 기술의 등장과 발달은 광대역 종합 정보통신망(BISDN)의 구축을 더욱 가속화 시키고 있으며 최근의 정보통신기술의 방향이 초고속화, 이동화 및 유·무선의 통합화 개념으로 진전되고 있음에 따라 유선 ATM 기술 또한 무선 ATM 기술 개발로 확장하게 되었다.

무선 및 위성환경에서는 신호가 공중으로 전파되기 때문에 주변의 환경(날씨, 지형, 방해전파 등)에 민감하며, 그 결과 무선환경에서 ATM 셀을 전송할 경우 페이딩(fading), 재밍(jamming), 다중 경로(multipath), 채널 부호화 및 복호화로 인하여 비트

오류가 버스트하게 나타나게 되어 많은 셀들의 손실이 발생된다. 이와 같이 무선환경은 매우 열악하기 때문에 기존의 유선 ATM 기술을 무선환경에 그대로 적용하기는 상당한 어려움이 따른다.

본 논문에서는 무선 전송 링크에서 주위 환경의 영향으로 발생하는 버스트성 오류로 인하여 급격히 증가하는 셀 손실율을 감소시키기 위하여 셀의 오버 헤더의 추가가 없고 실시간 서비스에 적합한 이중 헤더 셀의 인터리빙 전송 기법을 제안한다.

그리고 시뮬레이션을 통하여 일반 ATM 셀 전송 방식, 인터리빙된 ATM 셀 전송 방식, 이중 헤더 ATM 셀 전송 방식들과 비교하여 각각의 셀 손실율을 구함으로서 각 기법들을 비교하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 무선 ATM의 프로토콜 기준 모형과 오류 제어 기법에 대해 II장에서 살펴보고, III장에서는 제안한 이중 헤더 셀의 인터리빙 전송 기법과 기존 기법들에 대해 시뮬레이션을 실시하고 결과 값으로 제안한 기법의 성능을 비교 분석하고, 마지막으로 IV장에서 결론을 맺는다.

## II. 무선 ATM 통신 방식

### 1. 무선 ATM 전송 기반

무선 ATM의 목적은 상대적인 투명성, 연결성과 효과적인 방법으로 광 케이블에 기반한 ATM 망의 성능을 무선 망으로 확장하여 통합된 서비스를 디자인하는 것이다. 이러한 목적은 무선 ATM 망이 ATM에서 요구된 서비스 종류, 비트율, 서비스 품질을 만족하여야 한다는 것을 의미한다. 이것은 다시 말해 무선이라는 매체의 제한으로 인하여 서비스 특성을 만족시키기 위해서는 어느 정도의 차이가 발생할 수 있음을 의미한다. 이러한 차이는 기술의 발전으로 최소화되어질 수 있다.

차세대 개인 이동 통신 발전에 의해 현재 음성 전화에 문자전자우편, 클라이언트-서버 데이터, 디지털 오디오, 비디오/멀티미디어 응용들이 추가되어질 것이다. 이러한 서비스들은 비트율, 서비스 종류, 서비스 품질에 있어서 공정한 품질을 가질 것이다. 서비스 분류별 서비스 품질과 비트율의 허용 범위가 <표II~1>에 나타나 있다.

<표Ⅱ~1> 무선 ATM 망에서의 서비스 특성

응용 서비스	서비스 형태	처리율 (bps)	최대 지연 (ms)	최대 허용 BER
음성 전화	CBR/VBR	2.4 ~ 32 K	30 ~ 40	1.00E-3
영상 회의	VBR	64 ~ 384 K	40 ~ 90	1.00E-7
디지털 비디오 (TV/VCR 품질)	VBR	1 ~ 6 M	100	1.00E-6
데이터 (파일 전송, 등)	VBR	0.1 ~ 10 M	30(low delay) 300(high delay) >300(DB access)	1.00E-6
전자 우편	VBR	9.6 ~ 128 K	100	1.00E-6

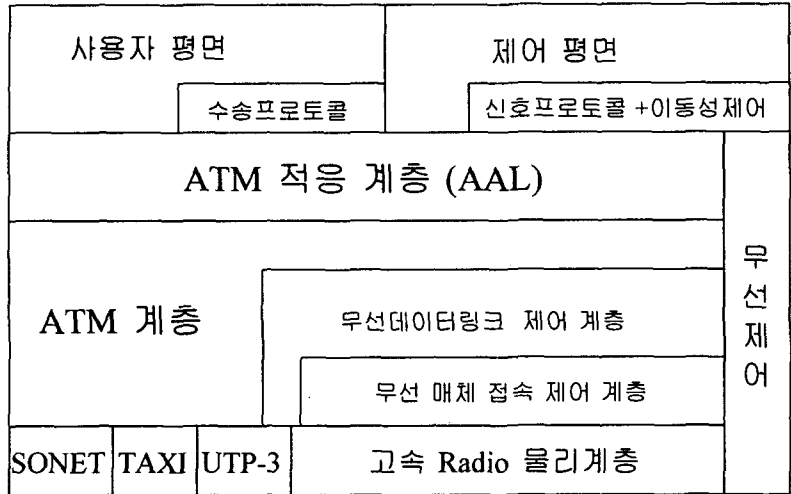
(1) 무선 ATM 프로토콜 기준 모형

무선 ATM에서는 유선 ATM에서의 계층을 그대로 사용하면서 Radio ATM 계층이 부가되고, 제어 평면상에서는 무선 제어뿐만 아니라 이동성 지원을 위한 신호 프로토콜 및 제어 기능등이 제공되어야 한다.

Radio 물리계층은 적절한 주파수 대역, 안테나, 무선 셀 반경, 전력 레벨, 주파수 재사용을 고려한 마이크로 셀 할당 및, 변조 방식, 전송률, 부호화, 보안, FEC 기능 등을 정의한다. 무선 MAC 계층은 여러 단말기들이 무선 채널을 공유해 사용하기 위한 것으로 ATM UNI 4.0 규격에서 정의된 CBR, VBR, ABR, UBR 등의 표준 ATM 서비스들을 제공 해야 하는데 이들 ATM 트래픽 클래스들의 서비스 품질을 보장하면서 무선 채널에서의 높은 효율을 제공할 수 있어야 한다.

무선 데이터 링크 제어 계층은 부가적인 오류 제어 기법을 통해 유선망에서의 ATM 프로토콜을 무선 링크상에서도 투명하게 지원할 수 있는 신뢰성을 보장하여야 한다.

무선 제어는 무선 자원 제어 및 관리 기능을 지원해야 하며, 위치 등록, 인증, 그리고 핸드오버 등의 Mobile ATM 기능을 지원하기 위해 추가적인 메타 시그널링이 필요하다. 한편, 무선 ATM 망에서 단말기의 동적인 이동성을 지원하기 위한 핸드오버 기능은 무선 포트간의 연결을 동적으로 재라우팅하기 위해 기존의 NNI 프로토콜의 확장 및 새로운 신호 체계가 요구된다. 위치 관리는 단말기의 현재 위치를 단말기의 주소와 라우팅 주소에 정확히 맵핑하는 기능으로서 단말기의 위치 추적과 위치 파악 기능이 요구되며, 위치 추적 기능은 위치 등록과 위치 갱신 기능으로 구분될 수 있다.



<그림 II ~1> 무선 ATM 시스템 프로토콜 구조

## 2. 무선 ATM에서의 오류 제어 기법

### (1) 전송 오류율

기술은 광섬유와 같이 비트 오류율(BER)이  $10^{-9}$ ~ $10^{-12}$  정도를 갖는 매우 넓은 대역폭과 저잡음 특성을 갖는 기반으로 구현된다. ATM 셀이 광섬유 링크를 통해 전송될 때 전송로 상의 비트오류는 랜덤하게 발생하게 되며, ATM 셀에서의 비트 오류 특성은 <표 II ~2>와 같다.[6]

<표 II ~2> ATM 셀에서의 비트 오류 특성

오류의 발생	오류 특성	결 과	관련 서비스 품질 파라미터
header	corrected (right)	valid cell	-
header	corrected (false)	corrected (false)	ATM cell insertion rate (CIR)
header	detected	cell loss	ATM cell loss rate (CLR)
payload	at least one bit	cell error	ATM cell error rate (CER)
payload	multiple bits	severe cell error	ATM severely errored cell ratio

한편, 무선 및 위성 환경에서는 신호가 공중으로 전파되기 때문에 주변의 환경에 민감하며, 그 결과 무선환경에서 ATM 셀을 전송할 경우 페이딩, 재밍, 다중경로, 채널 부호화 및 복호화로 인하여 비트오류가 버스트하게 나타나게 되어 많은 셀들의 손실이 발생된다.

### (2) 전송 오류와 셀 손실율

ATM 셀 헤더에는 2비트 이상의 오류 검출과 1비트 오류의 정정이 가능한 HEC 기능이 있어서 1비트 오류에 의해 셀이 손실되는 것을 막아준다. 따라서, 오류가 랜덤하게 발생할 때 헤더에 2비트 이상의 오류가 발생하여 셀이 손실될 확률(CLP)은 근사적으로 식(2.1)와 같이 표시할 수 있다.

$$CLP = 1 - \sum_{t=0}^1 {}_n C_t p^t q^{n-t} \quad (2.1)$$

$$p = BER$$

$$q = 1 - p = 1 - BER$$

식(2.1)는  $n = 40$  이고,  $t$ 는 헤더에 있는 오류의 개수를 나타낸다. 따라서 헤더에 길이가 2인 버스트 오류가 나타날 확률은 식(2.2)와 같이 표시할 수 있다. 식(2.2)에서 두 번째 항은 셀 헤더 40비트에 2비트 버스트 오류가 없을 확률이고, 3번째 항은 2비트 버스트 오류의 첫번째 비트가 셀 헤더의 40비트에 있고 두번째 비트는 유효 부하에 있을 확률이다.

$$CLP = 1 - {}_{40}C_0 p^0 q^{40} - {}_{39}C_0 p^0 q^{39} p^1 q^1 \quad (2.2)$$

$$p = BER / 2$$

$$q = 1 - p = 1 - BER / 2$$

### (3) 인터리빙 기법을 이용한 셀 전송

ATM 셀에서 HEC는 헤더에 1비트의 오류만을 정정 가능하고 2비트 이상의 오류 셀은 폐기시킨다. 따라서 인터리빙에 의해 헤더에서 발생한 버스트 오류를 분산시켜 랜덤 오류 형태로 변환함으로써 기존의 HEC를 이용하여 버스트 오류에 대한 셀 손실율을 개선할 수 있다.[5]

인터리빙 방법은 추가로 소요되는 오버헤드가 적어서 과부하 효과를 무시할 수 있다.

인터리빙을 ATM 셀에 적용하는 방법을 고려하면 셀 헤더 간에 인터리빙하는 블록단위 방법과, 셀 헤더와 페이로드간에 인터리빙하는 셀 단위 방법이 가능하다.

셀 단위 인터리빙 방법은 셀 헤더의 각 비트를 페이로드 영역에 10비트 간격으로 분산시키는 방법을 사용한다. 그러므로 셀 단위 인터리빙 방법은 크기가 11비트보다 작은 버스트 오류에 대하여 효율적이다. 10비트 간격으로 재배치된 셀 헤더들은 버스트 오류들에 대하여 단일 비트 오류로 변형된다. 이러한 셀 헤더의 단일 비트 오류는 HEC에 의하여 정정되어진다. 그러므로, 인터리빙은 셀 손실율을 줄일 수 있다. 더욱이 셀 단위 인터리빙은 한 개의 셀 내에서 수행되기 때문에 10비트보다도 큰 버스트 오류가 발생하였을 경우에도 다른 셀에 대하여는 영향을 미치지 못한다.

셀 단위 인터리빙에서의 셀 손실율은 랜덤 오류 환경에 대하여 식(2.3)와 같다.

$$\begin{aligned}
 CLP_{40-R} &= 1 - q^{40} - 40 p^1 q^{39} = CLP_{ATM\_Cell} \\
 p &= BER \\
 q &= 1 - p = 1 - BER
 \end{aligned}
 \tag{2.3}$$

식(2.4)은 2개의 버스트 오류로 인하여 인터리빙 셀이 손실될 확률을 나타낸다.

$$\begin{aligned}
 CLP_{burst-2} &= 1 - {}_{40}C_0 p^0 q^{40} \times {}_{40}C_0 p^0 q^{40} - {}_{40}C_1 p^1 q^{39} \times {}_{40}C_0 p^0 q^{40} \\
 &\quad - {}_{40}C_0 p^0 q^{40} \times {}_{40}C_1 p^1 q^{39} \\
 p &= BER/2 \\
 q &= 1 - p = 1 - BER/2
 \end{aligned}
 \tag{2.4}$$

#### (4) 이중 헤더를 이용한 셀 손실율 향상 기법

일반 ATM 셀 헤더에서 사용자 노드 접면과 망 노드 접면의 차이점은 첫 번째 4비트가 망 노드 접면 셀에서는 가상 경로 식별 번호의 역할을 하지만 사용자 노드 접면에서는 일반 흐름 제어의 역할을 수행하는 것이다. 그러므로 사용자 노드 접면과 망 노드 접면에서의 가상 경로의 수는 각각  $1.6 \times 10^7$  과  $2.7 \times 10^8$ 가 된다. 그러나 낮은 비트율을 가지는 무선 링크상에서 동시에 제공되는 활성 가상 회선의 수는 제한되기 때문에 24비트나 28비트의 가상 주소를 부여하는 것은 무선 대역폭의 낭비를 초래한다.[3]

이중 셀 헤더를 이용한 방법은 UNI와 NNI에서의 가상 주소 영역을 각각 8비트와

12비트로 압축하여 동시에 연결할 수 있는 활성 가상 회선의 수를 256개와 4096개로 제한한다.

이중 셀 헤더의 구성은 처음 2바이트는 현재 셀에 대한 정보를 포함하고 세 번째와 네 번째 바이트는 이전 셀에 대한 정보를 포함한다. 다섯 번째 바이트는 일반 ATM 셀 헤더에서와 같은 이전 4바이트에 대한 헤더 오류 검사를 위한 영역으로 사용한다. ATM 망 종단점과 ATM 스위치 사이의 UNI 연결에 대한 헤더 정보는 3비트의 유료 부하 형태(PT), 셀 포기 순위(CLP), 4비트 GFC 영역과 8비트 FL 영역으로 구성되며 ATM 스위치간에 사용되는 NNI 셀은 UNI 셀에서 GFC 영역이 FL 영역으로 변하여 12비트의 FL 영역을 가지는 셀 헤더 형식이 된다.

### III. 인터리빙을 이용한 이중 헤더 셀 전송 기법 제안

앞 절에서는 무선 환경에서 ATM 셀에서 발생하는 오류율 및 셀 손실율을 줄이기 위한 방법으로 ATM 셀을 유료부하 공간으로 분배시켜 버스트 오류 환경에서의 셀 손실율을 줄이는 인터리빙 기법과 위성통신 및 점대점 무선통신에서 ATM 셀이 설정할 수 있는 경로의 수를 줄이는 대신 헤더의 정보를 현재 셀과 다음 셀에 이중으로 배치함으로써 셀 손실이 발생할 확률을 P1/2로 줄일 수 있는 이중 셀 헤더 기법의 성능 향상에 대하여 수학적 계산으로 살펴 보았다.

본 절에서는 무선 전송 환경의 버스트 오류 특성에 더욱 효율적인 이중 헤더 셀의 인터리빙 전송 기법을 제안하고 시뮬레이션을 통하여 일반 전송 기법, 인터리빙 전송 기법, 이중 셀 헤더 전송 기법, 이중 헤더 셀의 인터리빙 전송 기법의 셀 손실율 측면에서 성능을 평가한다.

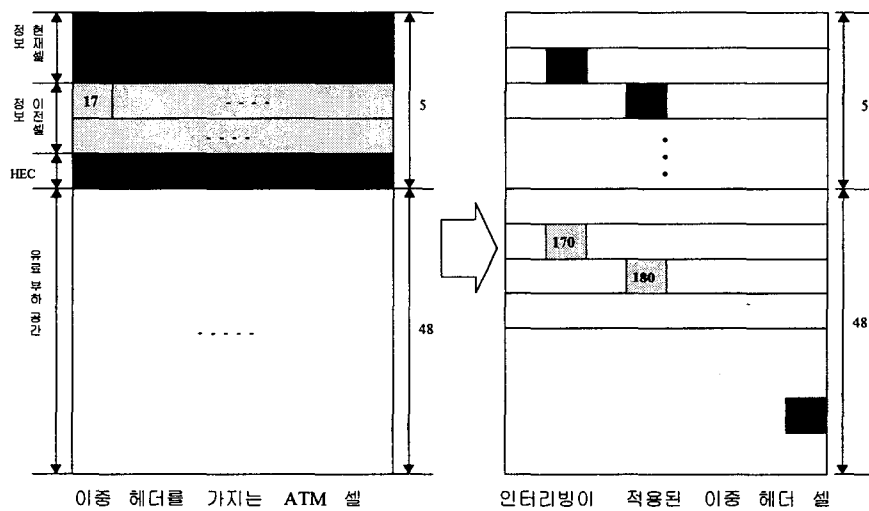
#### 1. 인터리빙을 이용한 이중 헤더 ATM 셀 구현

무선 ATM 전송 링크의 대역폭은 일반 유선 ATM 전송 링크의 대역폭에 비하여 협소하다. 그러므로, 일반 ATM 셀이 가지는 가상 경로/회선의 연결 가능 갯수인 224개(UNI) 또는 228개(NNI)를 8 Mbps의 전송 대역폭을 가지는 무선 ATM 전송 링크에 할당하는 것은 비효율적이다.[2]

이중 셀 헤더 기법은 이러한 비효율적인 셀 헤더를 재배치하여 이전 셀의 정보와 현

재 셀의 정보를 모두 가지게 함으로 셀 전송율을 향상 시킨다. 또한 인터리빙 기법은 무선 전송 링크에서 발생하는 버스트 오류에 대하여 효율적으로 성능을 향상 시킨다. 이러한 두 기법들의 장점을 이용하여 이중 헤더를 가지는 셀을 인터리빙 기법으로 전송 하였을 때 성능 향상을 평가하고자 한다.

인터리빙된 이중 헤더 ATM 셀의 형식을 <그림Ⅲ~1>에 나타낸다. <그림Ⅲ~1>에서 이중 헤더 셀의 헤더는 현재 셀의 정보가 1~16번째 비트에 이전 셀의 정보가 17~32번째 비트에 헤더 오류 제어가 33~40번째 비트로 구성된다. 인터리빙이 적용된 이중 헤더 셀은 10,20,30,...,160번째 비트에 현재 셀 정보를 매핑하고 170,180,190,...,320번째 비트에 이전 셀 정보를 매핑하고 330,340,...,400번째 비트에 헤더 오류 제어부를 매핑한다.



<그림Ⅲ~1> 이중 헤더 셀에 인터리빙 적용 형식

인터리빙이 적용된 이중 헤더 전송 기법의 버스트 오류 발생으로 인한 셀 손실율은 식(3.1)과 같이 정의된다.

$$\begin{aligned}
 CLP_{mod\_burst} &= ( 1 - {}_{40}C_0 p^0 q^{40} \times {}_{40}C_0 p^0 q^{40} - {}_{40}C_1 p^1 q^{39} \times {}_{40}C_0 p^0 q^{40} \\
 &\quad - {}_{40}C_0 p^0 q^{40} \times {}_{40}C_1 p^1 q^{39} )^2 \\
 p &= BER/2 \\
 q &= 1 - p = 1 - BER/2
 \end{aligned}
 \tag{3.1}$$



## 2. 시뮬레이션

본 절에서는 앞에서 살펴본 일반 ATM 셀, 인터리빙 기법을 이용한 ATM 셀, 이중 헤더를 가지는 ATM 셀과 본 논문에서 제안한 인터리빙된 이중 헤더 ATM 셀 전송 기법의 모의 실험을 실시 하였다. 성능 분석을 위한 모의 실험은 Intel MMX 200(Linux Redhat 4.2.5, RAM 32M)에서 C를 사용하여 실시하였다.

실험 환경은 크게 랜덤 변수 발생 부분과 오류 처리 부분의 두 가지로 구성하였다. 랜덤 변수 발생은 [1]을 사용하였다. 오류 처리 부분은 비트 오류율에 의해 발생한 랜덤 변수의 위치를 오류로 간주하고, ATM 셀의 비트 수인 424로 나누어 나머지의 값이 각 기법들의 헤더 값인지 아닌지를 판별한다.

각 기법들에 대한 시뮬레이션은 전송되는 셀에서 발생하는 비트 오류가 랜덤 오류일 경우, 2비트 버스트 오류일 경우, 5비트 버스트 오류일 경우, 10비트 버스트 오류일 경우로 구분하여 실시하였다.

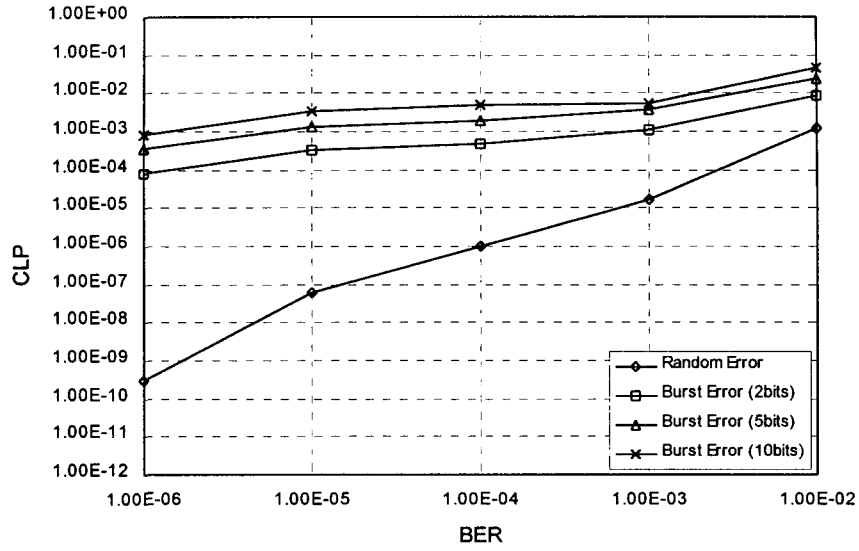
## 3. 성능 분석

<그림Ⅲ~2> ~ <그림Ⅲ~5>은 각 기법들에 대하여 오류 특성별 셀 손실율의 시뮬레이션 결과를 나타내고 있다.

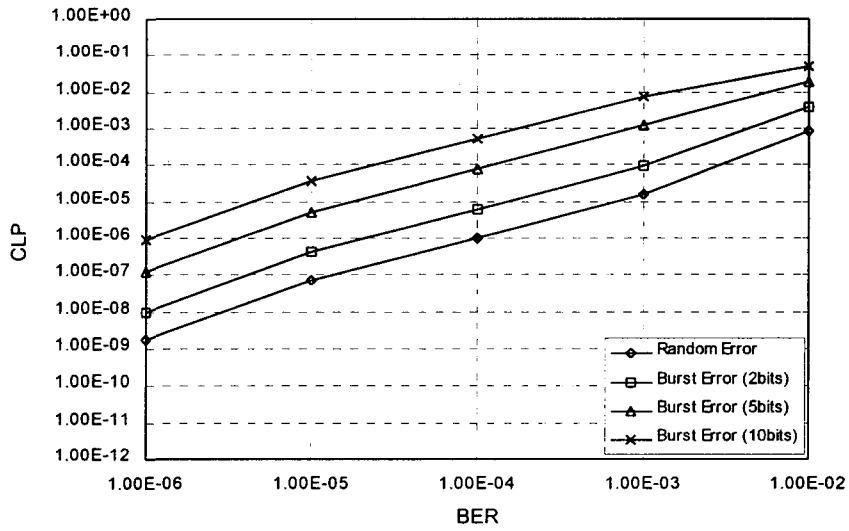
<그림Ⅲ~2>는 일반 ATM 셀의 오류 특성에 따른 셀 손실율에 대한 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 일반 ATM 셀은 랜덤 오류의 셀 손실율에 비하여 2비트 이상의 버스트 오류에 대한 셀 손실율이 급격히 증가함을 알 수 있다.

<그림Ⅲ~3>은 인터리빙된 ATM 셀의 오류 특성에 따른 셀 손실율에 대한 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 인터리빙 기법을 사용하였을 경우 일반 ATM 셀과 비교하면 랜덤 오류에 대하여는 셀 손실율의 값이 비슷하지만 2비트 이상의 버스트 오류에 대하여는 버스트 오류의 길이가 짧을수록 셀 손실율이 더욱 효율적으로 감소함을 알 수 있다.

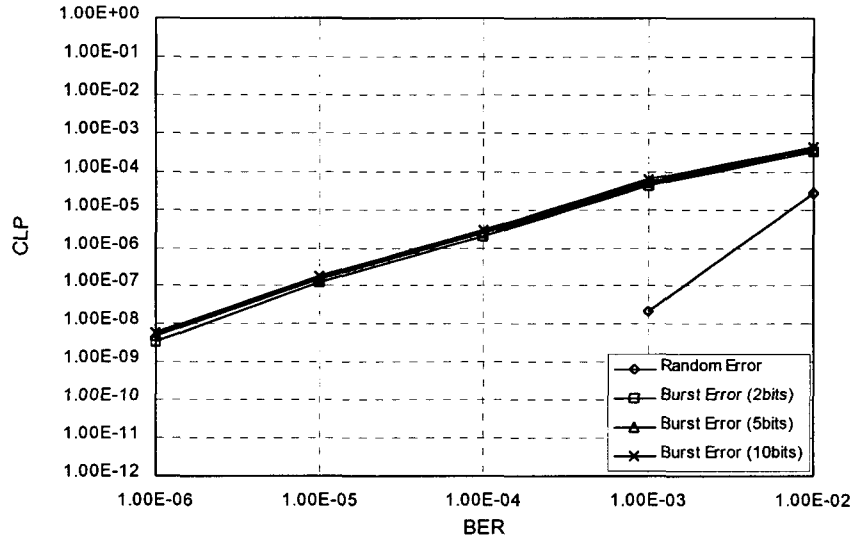
<그림Ⅲ~4>는 이중 헤더 ATM 셀의 오류 특성에 따른 셀 손실율에 대한 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 이중 헤더 ATM 셀을 사용하였을 경우 셀 헤더의 중복 전송으로 인하여 일반 ATM 셀 전송에 비해 셀 손실율을 최소 10-1 이상을 감소시켰다. 그러나 이중 헤더를 이용한 ATM 셀 전송 기법 역시 일반 ATM 셀 전송 기법과 같이 랜덤 오류 발생의 셀 손실율과 비교하여 2비트 이상의 버스트 오류에 대한 셀 손실율은 급격히 증가되었음을 알 수 있다.



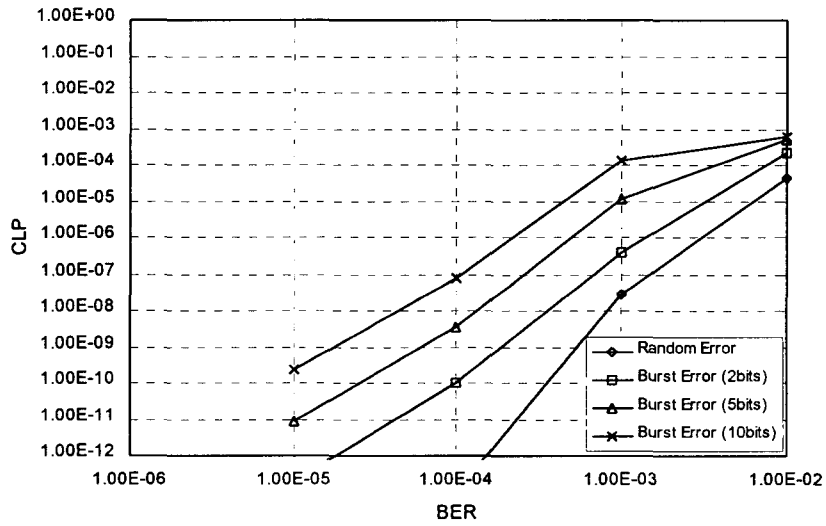
<그림Ⅲ~2> 일반 ATM 셀의 오류 특성에 따른 셀 손실율



<그림Ⅲ~3> 인터리빙된 ATM 셀의 오류 특성에 따른 셀 손실율



<그림Ⅲ~4> 이중 헤더 ATM 셀의 오류 특성에 따른 셀 손실을



<그림Ⅲ~5> 인터리빙이 적용된 이중 헤더 ATM 셀의 오류 특성에 따른 셀 손실을

<그림Ⅲ~5>는 본 논문에서 제안한 인터리빙을 이용한 이중 헤더 ATM 셀의 오류 특성에 따른 셀 손실율에 대한 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 제안된 기법은 일반 ATM 셀 헤더를 이중 헤더로 변형하고 이를 다시 인터리빙 하였기 때문에 이중 헤더 셀 특성인 헤더의 중복 전송으로 셀 손실율을 감소시키고, 버스트 오류에 대해서 효율적으로 셀 손실율을 줄일 수 있다.

이상과 같이 본 논문에서 제안한 기법과 기존의 기법들에 대하여 비트 오류율에 따른 셀 손실율 측면에서의 시뮬레이션을 실시하였다.

일반 ATM 셀의 랜덤 오류에 대한 셀 손실율은 비트 오류율이 10<sup>-2</sup>일 때 10<sup>-3</sup>이고 비트 오류율이 10<sup>-1</sup> 크기로 변화할 때 마다 10<sup>-2</sup>~10<sup>-1</sup>의 크기로 변화하나, 버스트 오류에 대해서는 비트 오류율의 변화에 따라 셀 손실율이 5E-2~10<sup>-1</sup>의 크기로 변화한다. 따라서, 버스트 오류 환경에서의 셀 손실율이 랜덤 오류 환경에서의 경우보다 훨씬 크게 나타남을 알 수 있다. 인터리빙 셀의 랜덤 오류에 따른 셀 손실율은 일반 ATM 셀에서의 랜덤 오류에 따른 셀 손실율과 같다는 것을 알 수 있으며, 버스트 오류에서의 셀 손실율은 일반 ATM 셀에서 보다 상당히 감소 하였다. 그러나, 인터리빙 셀의 버스트 오류의 크기가 증가함에 따라 발생하는 셀 손실율은 일반 ATM 셀의 손실율 값으로 점점 증가한다. 이중 헤더 셀에서의 셀 손실율은 계산 식에 의해서는 일반 셀에서의 셀 손실율의 제공승이 되어야 하지만 본 시뮬레이션의 결과에서는 비트 오류율과 버스트 오류의 크기에 따라 예상 결과 값과의 차이가 발생하였다. 비트 오류율의 값이 10<sup>-2</sup>나 10<sup>-3</sup>과 같이 높을 때에는 예상 셀 손실율 값보다 높은 값을 갖지만 비트 오류율의 값이 대략 10<sup>-4</sup>이하로 감소할수록 예상 셀 손실율 값보다 낮아짐을 알 수 있다. 이상의 결과로 이중 헤더 셀 전송 방식은 비트 오류율이 높을 때보다 낮을 때 예상 셀 손실율보다 좋은 효율을 얻을 수 있다. 그러나 일반 셀에서의 오류 발생 특성에 비해서는 높은 셀 손실 효율을 가지고 있음을 알 수 있다. 또한 이중 헤더 셀은 랜덤 오류에 대해서 발생하는 셀 손실율과 비교하여 버스트 오류로 인한 셀 손실율은 급격히 증가함을 알 수 있다. 인터리빙을 이용한 이중 헤더 셀은 이중 헤더 셀에서의 특성과 인터리빙 셀에서의 특성을 모두 가진다. 랜덤 오류에 의한 셀 손실율은 일반 셀과 인터리빙 셀이 근사한 것과 같이 이중 헤더 셀과 인터리빙된 이중 헤더 셀에서도 서로 근사한 값을 가진다. 그러나 비트 오류율이 감소할수록 인터리빙된 이중 헤더 셀의 셀 손실율은 버스트 오류의 크기가 작을수록 효율적으로 감소함을 알 수 있다.

인터리빙을 이용한 이중 헤더 셀 전송 기법은 랜덤 및 버스트 오류 환경에서 일반

셀 전송에서의 셀 손실율에 비하여 매우 효과적으로 감소시킨다.

그러나 인터리빙을 이용한 이중 헤더 셀 전송 기법은 구현의 복잡성과 셀 처리 지연 현상이 발생할 수 있으며 버스트 오류의 크기가 10비트 이상으로 증가하면 제안된 기법들에서의 효율성도 감소한다는 것을 알 수 있었다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 무선 ATM 전송 링크에서 발생하는 버스트 오류에 효율적으로 ATM 셀을 전송하기 위한 방법으로 인터리빙된 이중 헤더 ATM 셀을 제안하였다. 그리고 시뮬레이션을 통해 제안된 방법과 일반 ATM 셀 전송, ATM 셀의 인터리빙 전송, 이중 헤더를 가지는 ATM 셀의 전송들에 대해 셀 손실율 측면에서 비교 분석 하였다.

시뮬레이션 결과 제안된 기법은 일반 ATM 셀 전송과 비교하였을 때 이중 헤더 ATM 셀 전송 기법의 재전송으로 인한 셀 손실율 감소 특성과 인터리빙된 ATM 셀 전송의 버스트 오류에 대한 효율적인 셀 손실율 감소 특성을 모두 나타내고 있음을 알 수 있었다.

이 사실을 이용하여 제안된 기법은 가상 경로/회선의 수를 많이 요구하지 않고 버스트 오류 특성을 보이는 무선 전송 링크인 위성링크 또는 기지국간 링크에 효율적이다. 또한 FEC를 이용한 무선 ATM 셀 전송과 비교하였을 때 대역폭의 낭비가 없으며, 지연이 수반되어 비실시간 서비스에만 적용된 H-ARQ를 이용한 기법과는 달리 실시간 서비스에도 적합하다.[4]

시뮬레이션은 ATM 셀에서의 비트 오류 특성중 셀 손실율 측면과 버스트 오류의 크기별로 구분하여 각 기법들의 성능을 평가하였다. 향후 보다 정확한 실제 무선 링크에서와 같은 시뮬레이션을 위해서는 I.432에서 언급한 오류 정정 모드, 오류 검출 모드를 적용하고 오류 발생과 버스트 오류의 크기를 실제 무선 링크에서와 근사하게 적용하여야 할 것이다.

#### 참 고 문 헌

- [1] Averill M.Law, W. David Kelton, "Simulation Modeling and Analysis", 2nd, 1991.
- [2] D. Raychaudhuri, Newman D. Wilson, "ATM-Based Transport Architecture for

- Multiservices Wireless Personal Communication Networks", IEEE JSAC, Vol.12, No.8, pp.1401-1414, Oct. 1994.
- [3] G. Fairhurst, H. S. Cheng, "Techniques for Improving the Performance of ATM over Satellite and Point-to-Point RF Links", IFIP ATM'97, pp. 07/1-07/10, 1997.
- [4] Hwa-Young Um, Young-Ok Park, Woo-Goo Park, Sang-Seob Song, "Performance Analysis of Hybrid Type ARQ for Broadband Wireless ATM System", ICT'97, pp. 1073-1077, 1997.
- [5] Sung-Ho Lim, Deok-Hwan Kim, Dong-Myung An and Dae-Young Kim, "Cell Loss Reduction by Cell Unit Interleaving in Wireless ATM Networks", ICC'96, pp. 449-453, 1996.
- [6] UTP-3 PHY Subworking Group, "ITU TSS SGXIII/WP3 discussion on sub-rate broadband service", ATM Forum, 1993.