

무선 ATM 망에서 Time Sensitive Service에 적합한 Handoff 방법에 관한 연구

주 종 혁

청주대학교 산업정보시스템공학과

A Suitable Handoff Scheme for Time Sensitive Service in a W-ATM Network

Jong-Hyuk Joo

Dept. of Industrial & Information Systems Engineering, Cheongju University

In general, cell transmission delay is more sensitive for real time video service rather than cell losses in a wireless ATM network. Existing handoff schemes, which are emphasizing the prevention of cell losses, have limitations in cell transmission delay to satisfy QoS.

In this paper, we propose a scheme to minimize transmission delay generated during the handoff and to maintain the sequence of cells. Transmission delay can be reduced by transmitting ATM cells with low CLP(i.e., CLP=0) prior to others and by discarding cells with high CLP(i.e., CLP=1). The simulation results show that the proposed scheme is suitable for delay sensitive real time VBR service as well as fast handoff by giving high CLP to less meaningful MPEG frames.

Keywords : Wireless ATM, Handoff, Cell Loss Priority, real time VBR service

1. 서 론

무선 통신망은 음성과 저속데이터 서비스를 위주로 셀룰러, 무선 패킷데이터망, 그리고 무선 LAN 등을 중심으로 성장하였으나, 무선 멀티미디어 서비스에 대한 요구가 증대됨에 따라 IMT-2000, 무선 ATM 통신망이 구축, 확장되고 있다[1]. 유선 통신망은 ATM 기술 발전에 따라 음성, 데이터뿐 아니라 영상정보를 하나의 망에서 통합 처리할 수 있는 광대역중합정보통신망이 구축되고 있으며, 가입자망 및 액세스망의 무선화 및 광대역화에 따라 이동단말기를 통한 고정 ATM망으로의 접속 요구도 증대되고 있다[9]. 이에 따라 무선영역에서도 고주파대역을 이용하여 영상데이터를 전송할 수 있는 전송률을 제공하여 이동단말기에서 실시간으로 멀티미디어 서비스를 받을 수 있도록 하는 것이 시급한 과제이다.

이러한 실시간 멀티미디어 서비스는 셀의 손실보다는 셀전송지연에 더 민감하기 때문에, 셀손실 방지를 위주로 한 기존의 핸드오프 방식으로는 전송지연의 측면에서 사용자의 서비스 품질을 만족시키는데 한계가 있다.

대표적인 실시간 멀티미디어 서비스인 MPEG 비디오 데이터는 I(Intra-coded), P(Predictive), B(Bidirectional) 프레임 등 세 종류로 이루어져 있다. I 프레임은 프레임 내의 압축을 이용하고, P 프레임과 B 프레임은 프레임 내외 프레임간의 압축을 이용하므로 I 프레임보다 상대적으로 적은 비트의 정보를 갖게 된다. 특히 B 프레임은 프레임 전후의 I 또는 B 프레임을 가지고 압축을 하므로 가장 적은 정보량을 가지게 되고, 초당 25-30 프레임이 전송되는 비디오 서비스의 경우, 이러한 B 프레임이 몇 개 손실된다고 하더라도 QoS(Quality of Service)를 만족할 수 있어 사용자는 그 손실의 정도를 느낄 수 없게 된다[2].

ATM 셀 헤더에는 1비트의 CLP(Cell Loss Priority) 필

드가 있어서 망의 트래픽 폭주 시에 셀이 폐기될 우선 순위를 나타낸다. 즉 CLP 값이 클수록 체증이 발생할 경우 우선적으로 폐기되어 체증을 해소하게 된다[3].

본 논문은 ATM 셀 헤더의 CLP를 이용하여 핸드오프 시 CLP 값이 낮은 셀들만을 forwarding함으로써 실시간 VBR(Variable Bit Rate) 서비스와 같이 셀전송시간에 민감한 서비스에 적합한 새로운 핸드오프 방식을 제안하고 이를 시뮬레이션을 통해 검증하는 것을 목적으로 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련된 연구에 대하여 기술하고, 3장에서는 시간지연에 민감한 서비스에 적합한 새로운 핸드오프 방식에 대하여 기술하며, 4장에서 시뮬레이션을 이용한 분석을 통해 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

VCT(Virtual Connection Tree) 핸드오프는 초기 연결 설정 시에 단말기가 이동가능한 모든 기지국들로 미리 연결을 설정하는 방식이다. 따라서 VCT 방식은 핸드오프 시에 연결수락제어 과정이 필요 없으므로, 이동단말기는 협상된 QoS를 유지하면서 신속한 핸드오프를 수행할 수 있다. VCT 방식에서 연결수락제어 과정은 새로운 가상트리를 설정하거나, 인접 VCT로 이동단말기가 핸드오프하는 경우에만 발생한다. 하지만, 자원이 할당된 전체 연결들 중에서 실제로는 하나만을 사용하므로, 현재 서비스하는 가지들 이외의 트리 영역에서 많은 양의 자원이 낭비되게 된다. 그리고 여러 개의 트리가 동일한 교환기를 루트로 선택하는 경우 한 교환기에 트래픽이 집중되는 문제점이 발생할 수 있다[4].

With-hint 핸드오프는 이동단말기와 기지국간 무선링크 품질이 저하될 때, 핸드오프 전에 이동단말기가 새로운 기지국으로 미리 연결을 설정하는 방식이다. 핸드오프 시 상향링크에서는 이동단말기에서의 버퍼링을 통해 셀 손실 방지와 순서보장을 하고, 하향링크에서는 COS(Cross of Switch)와 새기지국의 버퍼링을 통해 셀손실 방지와 순서보장을 한다. 또한, 이 방식은 실제 핸드오프가 일어나기 전에 경로재구성에 필요한 연결과 자원을 미리 예약해 둬으로써 핸드오프 시 지연을 줄일 수 있는 장점이 있다. 하지만, 자원 예약으로 인한 망의 효율 감소와 예약된 셀로 핸드오프가 발생하지 않을 경우의 처리 문제가 발생할 수 있는 단점이 있다[6].

NCNR(Nearest Common Node Rerouting) 핸드오프는 동적COS선택방식을 사용하는 경로 재라우팅 기법이다. NCNR은 시간에 민감한 TS(Time Sensitive) 트래픽과 손실에 민감한 TD(Throughput dependent) 트래픽으로 나누어 서로 다른 접근방식을 사용한다. 최근접공통노드

(NCN : Nearest Common Node)는 서로 다른 두 구역의 물리적 연결을 분기하는 노드를 말하며, COS와 동일한 역할을 수행하는 anchor 교환기로 동작하게 된다. NCNR 핸드오프의 절차는 크게 유선구간에서 연결 재라우팅 과정과 무선구간에서 무선링크의 전환과정으로 구분된다. 유선구간의 라우팅 과정 동안에는 이전 기지국과 새 기지국의 NCN가 선택된 후 핸드오프를 위하여 연결 구간의 재설정과 해제가 수행된다. 그리고 무선연결의 라디오링크 핸드오프 과정 동안은 NCN에서 점 대 다중점 형태로 이전 기지국과 새기지국 모두에게 사용자 정보를 전달한다. 무선구간의 핸드오프가 완료되면 이전 기지국과 NCN간의 연결은 해제되고, 새기지국과 이동단말기 간의 정보 전송이 이루어진다. 만약, 무선구간의 핸드오프가 실패되면, 이전 기지국에 버퍼링된 셀들이 이동단말기로 전송된다. NCNR-TD 핸드오프의 경우, 하향링크와 상향링크로의 사용자 셀들은 데이터 손실을 방지하기 위해 핸드오프가 완료될 때까지 기지국과 이동단말기 버퍼에 저장된다. 이에 반해 NCNR-TS 핸드오프의 경우에는 셀의 실시간 처리가 중요하기 때문에 상향링크에서는 하나의 경로를 통하여 셀들을 전송함으로써 순서를 보장하고, 하향링크에서는 멀티캐스팅으로 셀손실을 방지한다. 이 방식은 실시간 정보와 손실에 민감한 정보를 분리해서 특성에 따른 핸드오프 알고리즘을 적용할 수 있고, NCN에서 이전 기지국과 새기지국 모두로 데이터를 멀티캐스트하므로 핑퐁 효과에 우수한 장점이 있다. 그러나 선택된 NCN은 최적 경로를 위한 교환기가 아닐 수 있고, 멀티캐스트 기능이 추가되므로 비용이 많이 증가하는 단점이 있다[5].

ETSI(European Telecommunication Standards Institute)의 무선 인터페이스 지원을 위한 마이크로 셀룰러 핸드오프 방식은 셀손실과 중복을 방지하고 순서를 보장하는 방식이다[7]. 이 방식은 핸드오프할 때 핸드오프가 끝날 때까지 하향링크와 상향링크의 셀들을 각각 기지국과 단말에서 모두 버퍼링함으로써 셀 손실을 방지하고 셀 순서를 유지시킨다. 그리고 단말이 이전 기지국 버퍼에 셀들을 모두 수신하지 못한 상태로 핸드오프를 한 경우, 셀 손실을 방지하기 위해 기지국의 버퍼에 남아있는 셀들을 새기지국으로 forwarding해야 하고, 전송률이 증가할수록, 그리고 링크의 부하가 많을수록 forwarding해야 할 셀들은 급격히 증가한다[8].

3. 새로운 핸드오프 방식

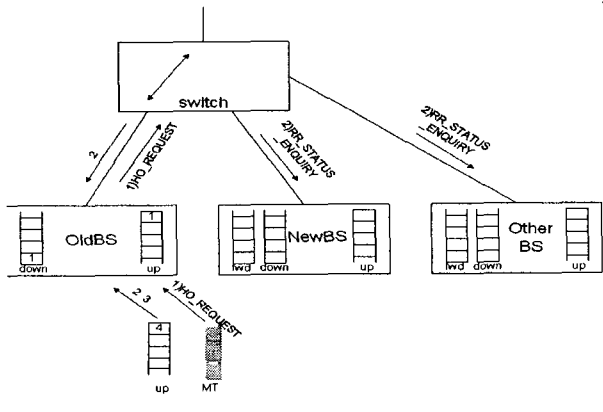
본 논문에서는 MPEG 비디오 데이터의 B 프레임 정보를 갖게 되는 ATM 셀 헤더의 CLP 필드값을 높게 (CLP=1) 하고, 핸드오프시 CLP 값이 낮은(CLP=0) 셀들

만 forwarding함으로써 셀전송지연을 최소화하여 실시간 VBR 서비스에 적합한 방식을 제안한다.

새롭게 제안하는 핸드오프의 과정을 단계별로 그림과 함께 설명한다.

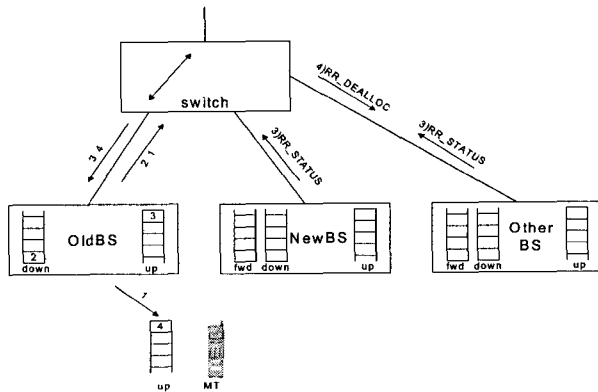
단계1 : 핸드오프 요구(그림 1)

이동단말 MT는 핸드오프를 요구하는 HO_REQUEST 메시지를 현재기지국(OldBS)으로 전송하고 OldBS는 다시 COS로 전달한다¹⁾. HO_REQUEST 메시지를 수신한 COS는 핸드오프가 될 후보기지국에게 자원 예약을 요구하는 RR_STATUS_ENQUIRY 메시지를 전송한다²⁾.



단계2 : 새로운 기지국(NewBS) 선택(그림 2)

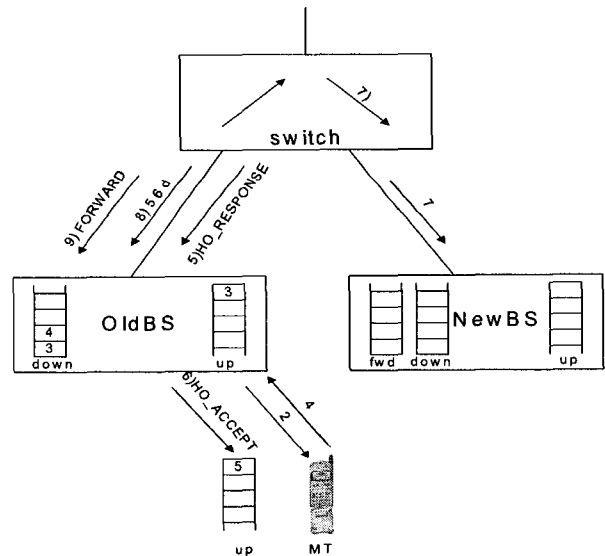
ENQUIRY 메시지를 받은 기지국들은 RR_STATUS 메시지를 통해 자원의 성공적 할당 여부를 COS로 알린다³⁾. ENQUIRY에 대한 응답을 받은 COS는 후보기지국들을 비교하여 최상의 기지국을 핸드오프 기지국으로 선택하고(NewBS), 나머지 기지국들에게는 예약된 자원을 해제하는 RR_DEALLOC 메시지를 전송한다⁴⁾.



<그림 2> NewBS 선택 과정

단계3 : 새 기지국으로 하향링크 스위칭(그림 3)

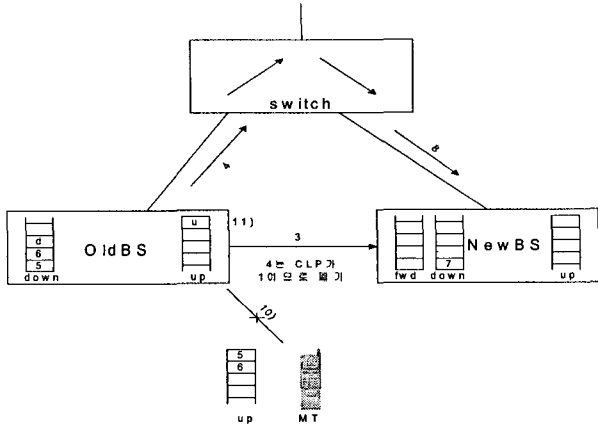
MT가 핸드오프할 기지국까지 연결 설정이 완료되면, COS는 HO_RESPONSE 메시지를 통해 OldBS에게 핸드오프 요구에 대한 결과를 알린다⁵⁾. HO_RESPONSE 메시지를 수신한 OldBS는 MT에게 핸드오프를 허락하는 HO_ACCEPT 메시지를 전송한다⁶⁾. 그와 동시에 교환기는 MT의 하향링크를 OldBS에서 NewBS로 스위칭하고⁷⁾, 더 이상 OldBS로 전송되는 하향링크 셀이 없음을 알리는 down_ready 신호를 OldBS로 전송한다⁸⁾. down_ready 신호는 핸드오프 시에 ATM 셀의 순서를 보장하기 위해 일반 ATM 셀의 형태로 전송되고, OldBS에 도착한 down_ready 셀은 교환기에서 마지막으로 전송된 셀(<그림 3>에서 6번 셀) 다음에 저장된다. COS에서 OldBS로 전송하는 FORWARD 메시지는 OldBS의 버퍼에 있는 셀들을 NewBS로 옮기기 위한 메시지이다⁹⁾. 이때 CLP가 0인 셀들만 forwarding된다.



<그림 3> NewBS로의 하향링크 스위칭 과정

단계4 : 이전 기지국과 MT 간 무선링크 해제(그림 4)

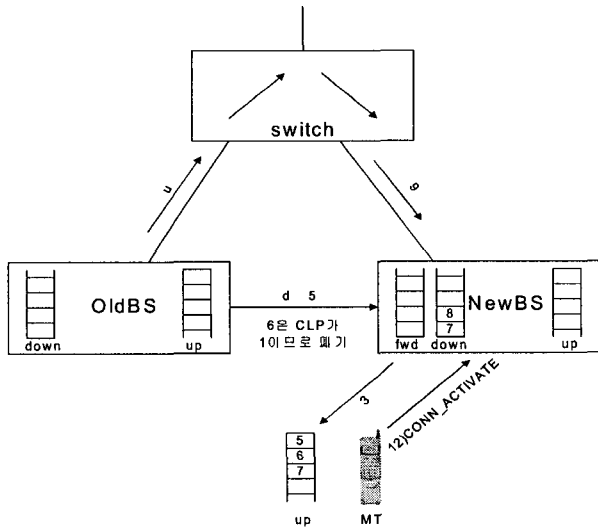
FORWARD 메시지에 의해 OldBS에서 NewBS로 전달된 셀들은 셀 순서를 맞추기 위해 NewBS의 forward 버퍼를 거쳐 NewBS에 버퍼링된 셀들보다 우선적으로 MT로 전송된다. 한편, OldBS로부터 HO_ACCEPT 메시지를 전송 받은 MT는 OldBS와의 무선 링크를 해제하고¹⁰⁾, OldBS는 상향링크에 버퍼링된 마지막 셀 뒤에 down_ready 셀과 동일한 기능의 up_ready 셀을 전송한다¹¹⁾.



<그림 4> OldBS와 MT간의 무선 링크 해제 과정

단계5 : MT와 새기지간의 무선링크 설정(그림5)

MT는 NewBS로 CONN_ACTIVATE 메시지를 전송하여 기존에 사용하는 VC(Virtual Connection)들을 재동작 시킴과 동시에, MT가 하향링크 데이터를 수신할 수 있다는 것을 NewBS에 알린다¹²⁾.

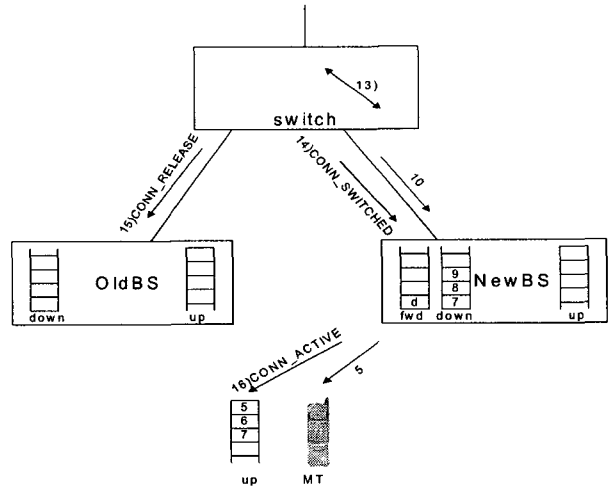


<그림 5> MT와 NewBS간의 무선링크설정 과정

단계6 : 새로운 기지의 상향링크 스위칭(그림 6)

OldBS에서 전송된 up_ready 셀이 COS에 도착하면, COS는 MT의 상향링크를 NewBS로 스위칭한다¹³⁾. 그리고, NewBS로 CONN_SWITCHED 메시지를 전달하고¹⁴⁾, OldBS로 CONN_RELEASE 메시지를 전송하여¹⁵⁾ OldBS

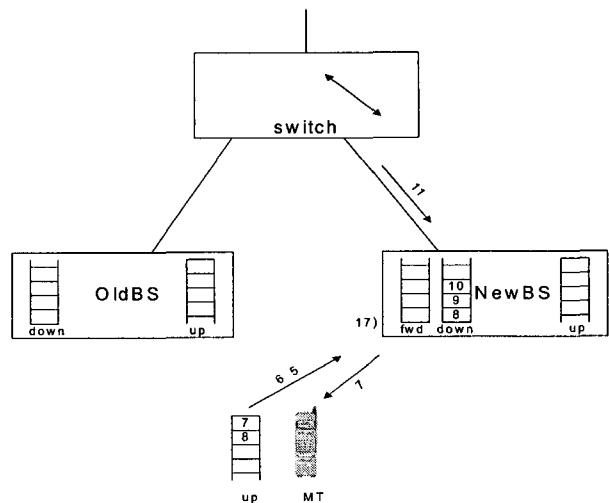
와 연결을 해제한다. CONN_SWITCHED 메시지를 전송 받은 NewBS는 MT로 CONN_ACTIVE 메시지를 전송해서 MT가 상향링크로 데이터 셀을 전송할 수 있음을 알린다¹⁶⁾.



<그림 6> NewBS의 상향링크 스위칭 과정

단계7 : 핸드오프 종료(그림 7)

CONN_ACTIVE 메시지를 받은 MT는 버퍼에 저장되어 있던 데이터 셀들을 상향링크로 전송한다. 동시에 NewBS의 forward 버퍼에 있던 셀들이 모두 전송되어 down_ready 셀만 남게 되면, NewBS는 하향 버퍼에 저장되어 있던 셀들을 MT로 전송시켜서 셀의 순서를 유지한다¹⁷⁾. 이로써 핸드오프의 전과정을 마치게 된다.



<그림 7> 핸드오프 완료

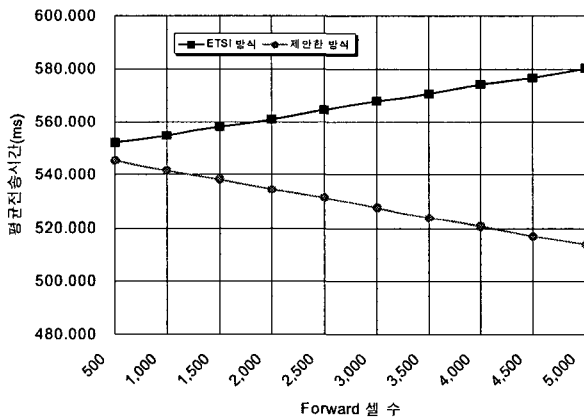
4. 시뮬레이션 및 결과

시뮬레이션 실험은 셀전송시간에 민감한 실시간 VBR 데이터를 사용하여, 현재 일반적으로 널리 사용되고 있는 ETSI 마이크로 셀룰러 핸드오프 방식과 비교하는 것으로 하였다.

두 방법간에 첫째, forwarding되는 셀 수에 따른 평균 전송시간, 둘째, forwarding되는 셀 수에 따른 단말에서 버퍼링되는 셀 수 등을 비교하여 핸드오프 수행에 걸리는 시간과 평균전송지연 측면을 비교하고, 셋째, 단말의 버퍼 크기에 따른 셀손실률을 비교하여 QoS 측면을 각각 비교하였다.

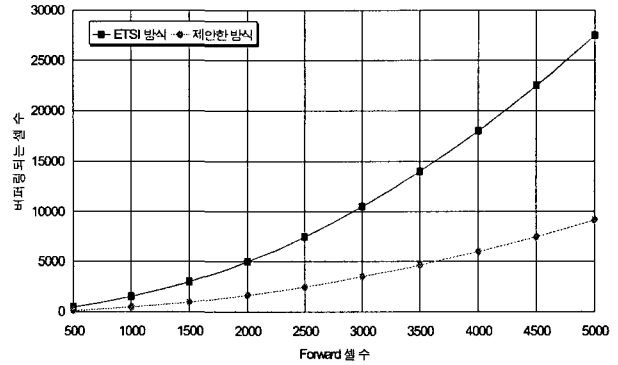
시뮬레이션을 위해 "007 James Bonds" VBR MPEG-1 데이터(25 frame/sec)를 이용하였고, 각각 COS에서 OldBS로의 평균전송률 250ms, COS에서 NewBS로의 평균전송률 250ms를 갖는 지수분포로 가정하였다. 또한, I와 P 프레임은 CLP는 0으로, B 프레임의 CLP는 1로 설정하였다.

<그림 8>은 forwarding되는 셀 수에 따른 평균전송시간을 비교한 것이다. ETSI 방식은 핸드오프 시에 발생하게 되는 forward될 셀들을 모두 전송하게 되고, 본 논문에서 제안한 방식은 핸드오프 시에 발생하게 되는 forward 셀들 중 CLP가 낮은 셀들만을 전송함으로써 핸드오프시간이 짧게 되어 평균전송지연시간 측면에서 우수함을 보인다.



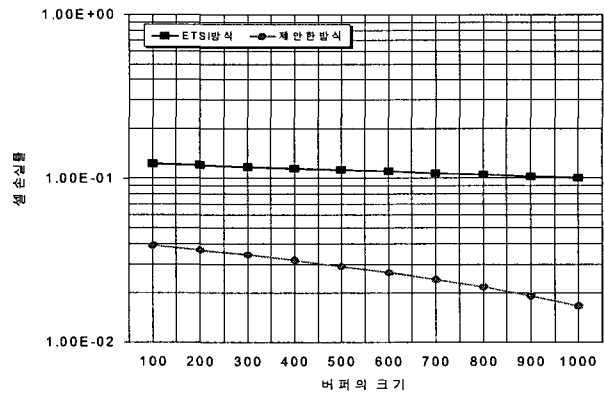
<그림 8> Forwarding되는 셀 수에 따른 평균전송시간

<그림 9>는 forwarding 되는 셀 수에 따른 이동 단말에서 상향링크 채널이 새 기지국으로 할당될 때까지의 버퍼링되는 셀 수를 비교한 것이다. 본 논문에서 제안한 방식은 ETSI 방식에 비해 핸드오프 시간이 짧게 되어 단말에서 버퍼링되는 셀 수가 더 적게 됨을 보인다.



<그림 9>Forward 셀에 따른 단말의 버퍼링 셀 수

<그림 10>은 이동단말에서 버퍼의 크기에 따른 셀 손실률을 비교한 것이다. 본 논문에서 제안한 방식은 버퍼링되어야 할 셀 수가 ETSI 방식보다 적기 때문에 작은 버퍼의 크기를 가지고도 셀손실 측면에서 ETSI 방식에 비해 우수함을 보인다. 즉 제안된 방식으로 QoS를 만족시킬 수 있음을 알 수 있다.



<그림 10> 단말 버퍼 크기에 따른 셀손실률

5. 결론

앞으로의 멀티미디어 서비스는 실시간 비디오 서비스가 주류를 이룰 것으로 전망되며, 실시간 비디오 서비스는 셀손실보다는 셀전송지연에 더 민감한 서비스이다. 이러한 서비스를 하는데 있어서 셀손실 방지를 위주로 한 기존의 핸드오프 방식으로는 전송지연의 측면에서 사용자의 서비스 품질을 만족시키는데 한계가 있다.

본 논문은 핸드오프 시 forwarding해야 할 셀들 중에서 ATM 셀 헤더의 CLP가 높은 셀은 폐기하고 낮은 셀만을 전송하는 방식을 제안하여, 핸드오프 시 셀전송지

연을 최소화함으로써 실시간 VBR 서비스에 적합하도록 하였다. 그리고 VBR MPEG 데이터를 이용한 시뮬레이션을 통해 이를 검증하였다.

시뮬레이션을 통해 제안한 방식은 핸드오프 요구사항인 신속한 핸드오프 조건에 부합하며, MPEG 프레임 중 중요하지 않은 프레임에 높은 CLP를 부여함으로써 QoS를 만족함을 보였다.

시뮬레이션 결과에서 볼 수 있듯이, ETSI 마이크로 셀룰러 핸드오프 방식에 비해 핸드오프 시간이 짧게 되어 평균 전송지연시간을 줄임으로써 셀전송지연을 최소화할 수 있었다. 뿐만 아니라 핸드오프 시간을 줄임으로써 버퍼링되는 셀 수를 감소시켜 단말에서 작은 크기의 버퍼만을 가지고도 셀 손실을 줄일 수 있었다.

따라서 본 논문에서 제안된 핸드오프 방식은 셀전송지연을 줄일 뿐만 아니라 단말에서도 적은 용량의 버퍼를 요구하므로 셀 전송지연에 민감한 실시간 멀티미디어 서비스에 적합할 것으로 기대한다.

참고문헌

- [1] 한국전자통신연구원, 무선 ATM 기술개론, 1998.
- [2] 이승윤, 유황빈; "MPEG 비디오 기반의 대화형 비디오 서비스를 위한 동적 대역폭 할당 방법", 한국정보처리학회 춘계학술발표논문집, Vol. 4, No. 1 : 752-757, 1997.
- [3] 차동완, 정보통신세계, 영지문화사, 2005.
- [4] Acampora, S., Naghshineh, M.; "An Architecture and Methodology for Mobile-Executed Handover in Cellular ATM Networks", IEEE JSAC, Vol. 12 : 1365-1375, 1994.
- [5] Akyol, A. and Cox, D. C.; "Rerouting for handover in a Wireless ATM Network", IEEE PCM : 26-33, 1996.
- [6] Biswas, S. K. and Hopper, A.; "A Representative Based Architecture for Handling Mobility in Connection Oriented Radio Networks", ICUPC'95 : 848-852, 1995.
- [7] Mitts, H.; "Micro cellular handover scheme supporting ETSI radio interface", ATM Forum'97, 1997.
- [8] Mitts, H., Hansen, H., Immonen, J. and Veikkolainen, S.; "Lossless handover for wireless ATM", Mobile Networks and App. 1, 1996.
- [9] <http://www.cwins.wpi.edu>, Center for Wireless Information Network Studies.