

무선 ATM 망의 역방향 핸드오버에서 경로 재설정 방식에 따른 성능 비교

°전협우, 김도현*, 조유제, 이우용**, 김용진**
 경북대학교 전자전기공학부, *경북 전문 대학, **한국전자통신연구원

Performance Comparison of Path Reestablishment Schemes for a Backward Handover in Wireless ATM Networks

°Hyub-Woo Jeon, Do-Hyeon Kim*, You-Ze Cho, Woo-Yong Lee**, Yong-Jin Kim**
 Kyungpook National University, *Kyungpook College, **ETRI

Abstract: Wireless ATM(WATM) intends to provide a broad range of mobile multimedia services through wireless access by mobility extensions from the fixed ATM-based network. Recently, there have been active researches about new handover techniques to support terminal mobility in WATM. In this paper, we classify path reestablishment schemes into full reestablishment, path rerouting with a static COS, path rerouting with a dynamic COS, and path extension. For a backward lossy handover procedure, we analyze and compare the performances of path reestablishment schemes in terms of delay, service disruption time and cell loss.

1. 서론

무선 ATM은 미래의 무선 멀티미디어 서비스를 종단간 ATM 기술로 제공하기 위한 차세대 통신망 기술이다. 무선 ATM은 기존에 유선 구간에서만 적용되던 ATM 기술을 무선 구간까지 확장하여 비교적 저속의 이동성을 제공하면서 옥내외에서 무선을 통해 25Mbps 급 이상의 멀티미디어 서비스 제공을 목표로 한다[1].

무선 ATM에서의 핸드오버는 이동하는 단말기의 연결에 대해 향상된 QoS(Quality of Service)를 보장하면서 끊김 없는 서비스를 제공하기 위해 경로를 재설정하는 과정이다. 이러한 핸드오버의 요구사항으로는 핸드오버로 인한 서비스 중단 최소화 및 적절한 QoS의 보장, 그리고 지연과 셀 손실, 셀 재순회 간의 tradeoff를 고려한 버퍼링 최소화 및 데이터 무결성 보장 등이 있다[1].

본 논문은 서론에 이어서 2절에서는 무선 ATM에서의 핸드오버 지원을 위한 경로 재설정 방식을 분류하고, 3절에서는 무선 ATM에서의 역방향 핸드오버 절차에 대해 설명한다. 4절에서는 3절에서 설명된 핸드오버 절차를 이용하여 여러 경로 재설정 방식에 대해 성능을 분석하고, 5절에서 결론을 맺는다.

2. 경로 재설정 방식의 분류

무선 ATM에서는 단말기가 이동함에 따라 현재 동작 중인 연결이 끊어지지 않고 새로운 접속점을 통해 통화가 지속되도록 핸드오버를 해준다. 이러한 핸드오버 과정은 무선 레벨과 망 레벨로 나누어 볼 수 있다. 먼저 무선 레벨의 핸드오버는 이전의 접속점에서 새로운 접속점으로 무선 링크를 전환하는 것을 말하고, 망 레벨의 핸드오버

는 무선 레벨의 핸드오버를 지원하기 위해서 가상 연결(VC) 경로를 재설정해 주는 것을 말한다.

경로 재설정은 시그널링 부하를 줄이고 종단점에서의 ATM 셀 순서를 보장하는 동시에 응용 서비스의 중단을 최소화하도록 신속히 수행되어야 한다. 그러나 응용 서비스의 중단만을 최소화하면 종단간 경로가 최적화 되지 않을 수 있고, 핸드오버 중 셀 손실을 최소화하면 셀 지연과 지연 변이가 증가할 수 있으므로 이들간의 관계를 고려한 적절한 경로 재설정 기법이 필요하다.

지금까지 제시된 많은 경로 재설정 기법들은 크게 경로 확장, 고정된 COS에 의한 부분 경로 재라우팅, 동적 COS 선택에 의한 부분 경로 재라우팅, 그리고 전체 경로 재설정의 4가지로 나누어 볼 수 있다. COS는 기존 경로상의 교환기 중에서 선택되며 COS에서 상대편 단말기까지의 경로는 그대로 유지되면서 새로운 교환기에 이르는 구간만이 재설정된다.

전체 경로 재설정 방식은 핸드오버 요구시 종단간 VC를 새로 설정하는 방식이며 이 경우 COS는 상대편 단말기가 접속해 있는 교환기이다. 이 방식은 가장 최적의 경로를 설정하는 장점은 있으나 최적 경로 선택과 재설정 시간이 소요되어 셀 손실이 커지고 서비스 중단 시간이 길어질 수 있다.

동적 COS 선택에 의한 부분 경로 재라우팅 방식은 최적의 경로를 설정하기 위해 동적으로 COS를 선택하여 이를 통해 경로를 재설정 하는 방식이며 교환기에서 COS 선택 알고리즘이 지원되어야 한다. 따라서 최적에 가까운 경로의 설정이 가능하다.

고정된 COS에 의한 부분 경로 재라우팅 방식은 이동 단말기의 이동시 고정적으로 할당된 교환기를 이용하여 경로를 재설정하는 방식이다. 이렇게 하면, 최적의 경로를 제공하지는 못하지만, 핸드오버 시에 COS 선택 과정이 필요 없기 때문에 시그널링 오버헤드를 줄일 수 있고 이에 따라 핸드오버 지연을 줄일 수 있다. 또한 이동 단말기로 향하는 모든 연결들이 항상 고정적으로 할당된 교환기를 거치게 되므로 다중 가상 연결들을 통합적으로 관리할 수 있는 장점이 있다.

경로 확장은 핸드오버 시에 현재 교환기를 COS로 하여 새로운 교환기에 이르는 추가적인 경로를 계속 확장해 나가는 방식이다. 경로 확장 방식은 핸드오버 수행 시간을 줄일 수 있고, 전송되는 셀에 대한 무결성을 쉽게 보장할 수 있다. 하지만, 단말기가 이전에 방문한 기지국을 다시 접속할 경우 경로 상에 루프(loop)가 발생할 수 있기 때문에, 루프를 제거하기 위한 경로 최적화 과정이 필요하다.

본 연구는 한국전자통신연구원과 한국과학재단(과제번호 : 981-0917-087-2)의 연구비 지원에 의해 수행되었습

3. 무선 ATM에서의 핸드오버 절차

무선 ATM에서의 핸드오버 방식에는 셀 손실의 허용 여부에 따라 lossless 핸드오버와 lossy 핸드오버로 구분할 수 있다. Lossless 핸드오버는 셀 손실 방지와 순서 보장을 통하여 데이터 무결성을 보장하는 방식이다. 그러나 부가적인 시그널링 메시지의 교환과 이로 인해 핸드오버 지연이 증가되고, 교환기와 단말기에서의 셀 버퍼링이 요구된다. 반면, lossy 핸드오버는 현재 ATM 포럼에서 우선적으로 고려하는 핸드오버 방식으로 신속한 핸드오버의 지연과 시스템 구현 비용을 줄이기 위해 어느 정도의 셀 손실을 허용하는 방식이다. 이 방식에서는 핸드오버 동안 발생하는 셀 손실은 상위의 전송 계층에서 복구하도록 하고 있다[1].

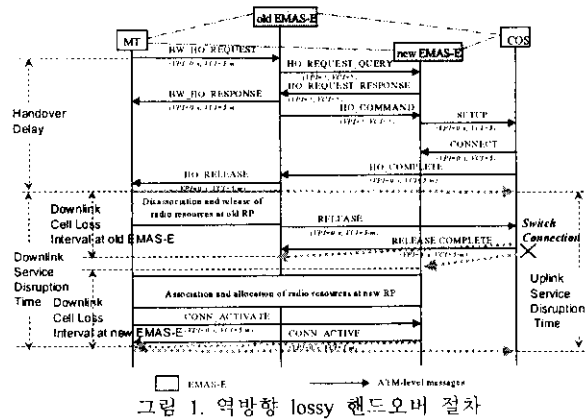


그림 1. 역방향 lossy 핸드오버 절차

그림 1은 역방향 lossy 핸드오버의 절차를 나타내고 있고 구체적인 과정은 다음과 같다. 이동 단말기는 핸드오버 되어야 할 호와 목적 무선 포트의 리스트 정보를 BW_HO_REQUEST 메시지에 실어 old EMAS-E에게 보냄으로써 핸드오버를 요청한다. 그러면 old EMAS-E는 무선 포트의 자원을 체크하여 적절한 무선 포트를 선정하고 이를 이동 단말기에게 알리는 동시에 new EMAS-E에게 HO_COMMAND를 보낸다. 이 메시지에는 핸드오버 되어야 할 호의 연결 ID와 트래픽과 QoS 파라미터 등을 포함하고 있다. New EMAS-E는 COS로 새로운 경로를 설정하고 경로가 설정되면 이동 단말기는 old EMAS-E와의 무선 링크를 해제하고 new EMAS-E로 연결을 설정하며, 동시에 기존 경로의 해제와 경로 전환이 이뤄진다.

4. 성능 분석

4.1 망 구조

성능 분석을 위해 그림 2와 같은 계층적인 트리 형태의 망 구조를 고려하였다[3]. 이와 같은 구조에서 이동 단말기의 최하위 가지 간 이동을 레벨 1 핸드오버, 그 상위 가지 간의 이동을 레벨 2 핸드오버 등으로 나누어 각 핸드오버 레벨에 따른 성능을 분석하였다. 그림에서 동적 COS 선택에 의한 부분 경로 재설정 경우 COS는 최근 접 공동 노드로 선택되고, 고정 COS에 의한 부분 경로 재설정에서는 COS를 레벨 2의 교환기로 가정하였다.

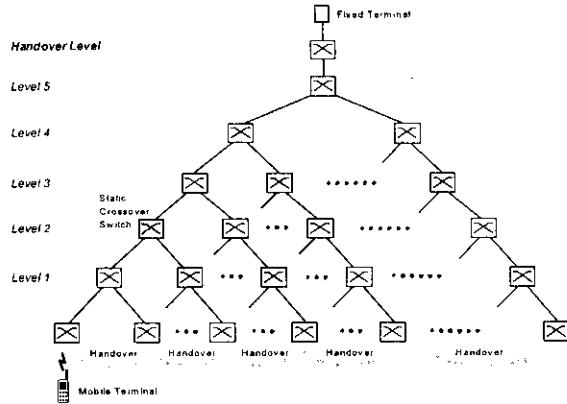


그림 2. 계층적인 트리 형태의 망 구조

4.2 입력 파라미터

성능 분석을 위해 고려된 파라미터로는 시그널링 처리 지연, 전송 지연, 전파 지연, 그리고 old EMAS-E, new EMAS-E, COS 간의 거리 등이며 다음의 표 1~3과 같다 [2][3].

표 1. 지연 요소

Parameters	Description	Values
Lw	Propagation delay for the wireless links	2.5 μs
Lsw	Propagation delay for the inter-switch links	50 μs
Lda(=La+Ld)	Radio association/disassociation time	1msec
La	Radio association time	500 μs
Ld	Radio disassociation time	500 μs
Sstp	Processing time of signaling messages in nodes where only Signal Transfer Point (STP) function is required	10 μs
Ssw(setup)	Processing time of SETUP message in various types of network nodes	300 μs
Ssw(release)	Processing time of RELEASE message in various types of network nodes	150 μs
Ssw(cos)	Processing time of signaling message that require COS discovery function to be executed in switches	150 μs
Ssw(other)	Processing time of other messages in various types of network nodes	100 μs
Ssw(sw)	Processing time for switching an ATM cell through an ATM switch	1 μs
Sm	Signaling message processing time at the MS	200 μs
Tw	Signaling message transmission delay (wireless link)	(Msig/BWsig) + Lw
Tsw	Signaling message transmission delay (wired link)	(Msig/BWsig) + Lsw
Td(w)	Data message transmission delay (wireless link)	(Md/BWd) + Lw
Td(sw)	Data message transmission delay (wired link)	(Md/BWd) + Lsw

표 2. 네트워크 파라미터

Parameters	Description	Values
Msig	Signaling message size	1cell (53bytes)
Md	Data packet size	1cell (53bytes)
BWsig	Signaling channel bandwidth	64kbps
BWd	Data channel bandwidth	1Mbps
Dcell	Diameter of a cell	500m
Dsw	Distance between two switches	10km

표 3. 입력 변수

Variables	Description
Nold_new	Number of hops between the old EMAS-E and new EMAS-E
Nold_cos	Number of hops between the old EMAS-E and COS
Nnew_cos	Number of hops between the new EMAS-E and COS
Nete	Number of end to end hops

4.3 성능 분석 결과

경로 재설정 기법의 성능 평가를 위한 성능 평가 요소는 핸드오버 지연, 서비스 중단 시간, 셀 손실, 그리고 중단간 셀 전송 지연이 있다. 역방향 lossy 핸드오버 과정에서 경로 재설정 방식별로 앞에서 설명한 성능 평가 요소에 대해 수학적으로 분석을 하면 표 4와 같다. 각 성능 요소에 대해 고정/동적 COS 선택에 의한 경로 재라우팅과 전체 경로 재설정의 경우와 경로 확장에 의한 경로 재설정의 경우의 두 가지로 나누어 요약될 수 있다.

표 4. 성능 분석 결과

성능 평가 요소	고정/동적 COS 선택, 전체 경로 재설정	경로 확장
핸드오버 지연	$Nold_new (3Tsw + 3Sstp) + Nnew_cos (Tsw + Ssw(setup)) + Nold_cos (Tsw + Sstp) + 2Tw + 5Ssw(othr) - 4Sstp$	$Nold_new (4Tsw + 3 Sstp + Ssw(setup)) + 4Ssw(othr) + 2Tw + Sm - 3 Sstp$
중단간 셀 전송 지연	$Nete (Td(sw) + Ssw(sw)) + Td(w)$	$Nete (Td(sw) + Ssw(sw)) + Td(w)$
하향 링크 서비스 중단 시간	$Max\{[Ssw(othr) + Lda + Tw + Td(w)], [Nold_cos (Tsw + Ssw(release)) + Nnew_cos (Td(sw) + Ssw(sw)) + Ld]\}$	$Max\{[Lda + Tw + Ssw(othr) + Td(w)], [Ld + Nold_new (Td(sw) + Ssw(sw)) + Td(w)]\}$
하향 링크 셀손실	$\{Nold_cos (Tsw + Ssw(release)) + Td(sw) + Ssw(sw)\} + Ld + Td(w) \times BWd$	$\{Ssw(othr) + Ssw(sw) + La + Tw - Nold_new (Td(sw) + Ssw(sw)) + Ld\} \times BWd$
상향 링크 서비스 중단 시간	$(Nnew_cos - Nold_cos) (Td(sw) + Ssw(sw)) + Lda + 2Tw + Sm + Ssw(othr)$	$Nold_new (Td(sw) + Ssw(sw)) + Lda + 2Tw + Td(w) + Sm + Ssw(othr)$
상향 링크 셀손실	$Max\{ Lda + 2Tw + Ssw(othr) + Sm, Nold_cos (Tsw + Ssw(release)) - Nnew_cos (Td(sw) + Ssw(sw)) - Td(w)\} \times BWd$	$[Lda + 2Tw + Ssw(othr) + Sm] \times BWd$

(1) 핸드오버 지연 (Handover Delay)

핸드오버 지연은 이동 단말기가 무선 품질의 저하를 감지하고 핸드오버를 요구하는 시점부터 핸드오버를 실행하는 시점까지의 시간이다. 핸드오버 지연은 그림 3(a)와 같이 나타나며, 전반적으로 동적 COS 선택에 의한 경로 재라우팅에서 작으며, 경로 확장 방식이 그 다음으로 작게 나타났다. 이는 동적 COS 선택에 의한 경로 재라우팅이 새로 설정해야 하는 경로의 길이가 짧기 때문이다. 그러나 부분적으로 고정된 COS에 의한 경로 재라우팅이 COS를 선택하는데 필요한 지연이 없기 때문에 고정 COS가 최적의 COS와 일치하는 경우에는 최소의 지연을 나타내었다.

(2) 중단간 셀 지연 (End to End Delay)

중단간 셀 전송 지연은 중단간 경로 길이에 관계되며 실시간 서비스의 경우 서비스 품질에 큰 영향을 미치는 요소가 된다. 그림 3(b)는 중단간 셀 지연을 그린 것이다. 전체 경로 재설정과 동적 COS 선택에 의한 경로 재라우팅은 최적의 경로를 선택하게 되어 최소의 중단간 지연을

보인다. 또한 고정 COS 방식은 계층에 따라 선형적 증가를 보이고 경로 확장 방식은 계속적인 확장으로 인해 급격한 셀 지연의 증가를 보인다.

(3) 서비스 중단 시간 (Service Disruption Time)

서비스 중단 시간은 사용자가 서비스의 중단을 느끼는 시간 간격을 말하며, 기존 경로를 통해 전송된 마지막 셀과 새로운 경로를 통해 전송된 첫번째 셀이 수신된 시간의 간격이 된다.

① 하향 링크 (Downlink)

하향 링크 서비스 중단 시간은 이동 단말기가 핸드오버로 인해 서비스를 받지 못하는 기간이 되며 이것은 사용자가 느끼는 서비스 품질에 영향을 미친다. 이 시간은 그림 4(a)에서 보는 바와 같으며 경로 확장이 최소를 나타냈다. 이는 무선 구간 핸드오버에 걸리는 시간만이 서비스 중단에 영향을 미치지 때문이다. 또한 하향 링크 서비스 중단 시간은 새로 설정되는 경로 길이보다 해제되어야 할 기존 경로의 길이에 더 큰 영향을 받을 수 있다.

② 상향 링크 (Uplink)

상향 링크 서비스 중단 시간은 상대편 단말기에서 볼 때 서비스가 중단되는 기간을 말하며 그림 4(b)에서 보는 바와 같다. 이 시간은 핸드오버 레벨이 작을 때는 동적 COS와 고정 COS 선택 방식이 작게 나타났고 핸드오버 레벨이 클 경우에는 경로 확장이 작게 나타났다.

(4) 셀 손실 (Cell Loss)

셀 손실은 서비스 중단 시간과 관계가 있고, 핸드오버 동안 실제로 발생하는 셀 손실을 나타내며, 데이터 전송과 같은 서비스에서 중요한 요소이다. 핸드오버로 인한 셀 손실은 그림 5와 같으며 (a)하향 링크와 (b)상향 링크로 나누어 나타내었다.

① 하향 링크 (Downlink)

하향 링크 셀 손실은 new EMAS-E와 old EMAS-E에서 발생한다. 그 중 경로 확장의 경우에는 old EMAS-E에서 무선 링크의 해제(disassociation) 기간 동안 무선 구간에서의 손실만 발생하게 되고, new EMAS-E에서는 기존 경로의 해제가 없으므로 스위칭된 셀이 단말기가 무선 링크를 설정(association) 하기 전에 new EMAS-E에 도달하게 되고 이 셀에 대해 손실이 발생한다. 하향 링크 셀 손실은 경로 확장의 경우에 최소를 나타내었다.

② 상향 링크 (Uplink)

상향 링크의 경우 이동 단말기에서의 손실은 무선 구간 핸드오버 동안 발생하게 되고, COS에서의 손실은 기존 경로 해체에 따르는 지연으로 경로 전환이 늦어지면 new EMAS-E에서 COS로 전송된 셀이 경로 전환 전에 도달하게 되어 이 셀에 대해 손실이 발생하게 된다. 경로 확장은 기존 경로의 해제가 없기 때문에 경로 전환이 빠르게 수행되고 그 결과 상향 링크 셀 손실은 무선 구간 핸드오버 동안만 발생하게 된다.

5. 결론

지금까지 역방향 lossy 핸드오버에 대해 핸드오버 지연, 중단간 전송 지연, 서비스 중단 시간, 그리고 셀 손실 관점에서 분석하였다.

핸드오버 지연 관점에서 볼 때 동적 COS 선택이 우수하였고, 서비스 중단 시간과 셀 손실의 관점에서는 경로

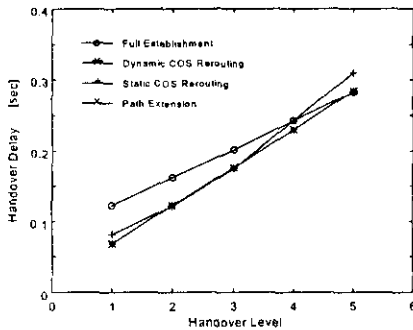
확장 방식이 전반적으로 우수하였다. 그러나 경로 확장 방식의 경우에는 종단간 전송 지연과 경로의 길이가 루프 제거가 없는 한 급격히 증가하게 된다. 따라서 경로 확장을 통해 손실과 서비스 중단 시간을 최소화 하면서 신속히 핸드오버를 수행한 후 동적 COS를 선택하여 경로 재라우팅을 통해 경로를 최적화함으로써 종단간 셀 전송 지연을 줄이도록 할 수 있다. 이를 통해 데이터 서비스의 경우 셀 손실을 최소화 하는 동시에 실시간 서비스의 경우 서비스 중단도 최소화 할 수 있다.

현재의 Lossy 핸드오버는 핸드오버 중 발생하는 셀 손실을 상위 응용 계층에서 복구 하도록 하고 있다. 교환기의 처리 성능에 따라 셀 손실량이 달라질 수는 있으나 셀 손실이 수십개 이상이 되면 재전송으로 인한 처리 부하의

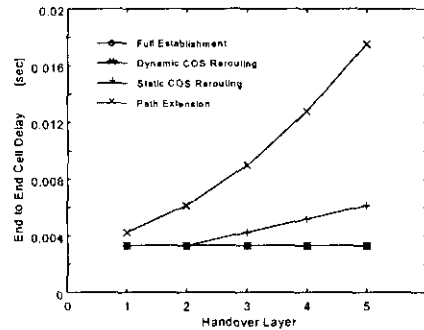
증가와 처리율 감소도 증가하게 된다. 그러므로 ATM 계층에서의 셀 손실을 최소화하기 위한 메커니즘이 고려되는 것이 바람직하다.

참고 문헌

[1] R. R. Bhat, "Draft Baseline Text for Wireless ATM Capability Set 1 Specification," ATM Forum BTD-WATM-01.08, Jul. 1998.
 [2] I. Widjaja, "Cell Loss Behavior in Lossy Handover," ATM Forum 98-0562, Jul. 1998.
 [3] B. A. J. Banh, "Handover Rerouting Schemes for Connection Oriented Services in Mobile ATM Networks," Proc. of IEEE INFOCOM'98, pp. 1139-1146, Apr. 1998

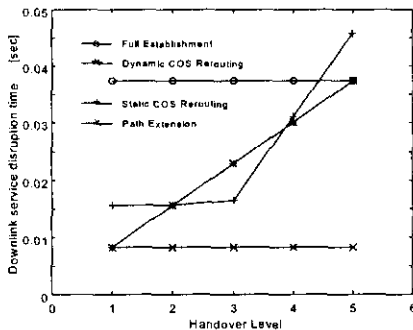


(a) 핸드오버 지연

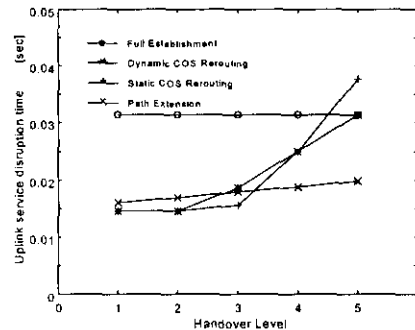


(b) 종단간 셀 전송 지연

그림 3. 핸드오버 레벨에 따른 지연

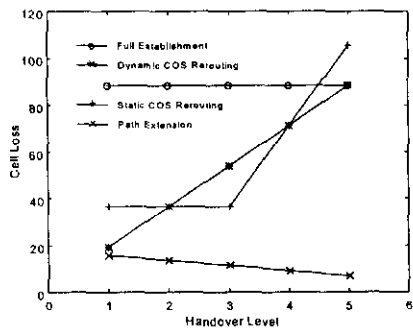


(a) 하향 링크

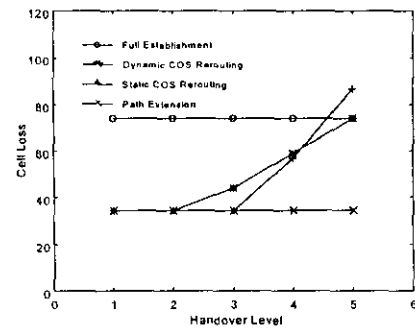


(b) 상향 링크

그림 4. 핸드오버 레벨에 따른 서비스 중단 시간



(a) 하향 링크



(b) 상향 링크

그림 5. 핸드오버 레벨에 따른 셀 손실