무선 ATM 망에서의 핸드오버를 위한 동적 COS 선택 기준

[0]전협우*, 김도현**, 조유제*, 박광로***
*경북대학교 전자전기공학부, **천안대학교 정보통신학부, ***한국전자통신연구원

Dynamic COS Selection Criteria for Handover in Wireless ATM Networks

[0]Hyub-Woo Jeon*, Do-Hyeon Kim**, You-Ze Cho*, and Kwang-Roh Park***
*Kyungpook National University, **Chonan University, ***ETRI

본 논문에서는 지금까지 제시된 다양한 동적 COS (CrossOver Switch) 선택 방식들을 4 가지 유형을 분류하였다. 그리고 ATM 포럼에서 제안된 순방향 핸드오버와 역방향 핸드오버의 손실 방지 핸드오버와 손실 허용 핸드오버 방식에 대해 COS의 위치에 따른 영향을 핸드오버 지연, 사용자의 서비스 중단 시간, 셀 버퍼링 양 및 셀 손실 관점, 그리고 경로 재사용 효율과 종단간 전송 지연 관점에서 수식적으로 분석하였다. 이러한 분석을 바탕으로 무선 ATM의 역방향 핸드오버에 대한 적절한 COS 선택 기준을 각 방식별/성능 평가 요소별로 제시하였다.

1. 서 론

미래의 무선 멀티미디어 서비스를 종단간 ATM 기술로 제공하기 위한 차세대 통신망 기술인 무선 ATM (Wireless ATM)에서의 핸드오버는 이동하는 단말기의 연결에 대해 협상된 QoS (Quality of Service)를 보장하면서 중단 없는 서비스를 제공하기 위해 경로를 재설정하는 과정이다. 지금까지 무선 ATM 에서는 핸드오버에서 중요한 요구사항인 핸드오버 지연의 최소화와 전송 셀의 무결성 보장이라는 관점에서 다양한 손실 방지(lossless) 핸드오버 기법[2]이 연구되었으며, 신속한 핸드오버의 수행과 시스템 구현의 간소화를 우선시하여 핸드오버 동안 셀 손실을 허용하는 관점에서 손실 허용(lossy) 핸드오버 방식[1]이 연구되고 있다. 따라서 동적 경로 재라우팅 시 중요한 요소인 COS의 위치를 선정하는 기준이 핸드오버 방식에 따라 결정되어야 한다.

본 논문에서는 현재 ATM 포럼에 제시되어 있는 손실 방지 핸드오버와 손실 허용 핸드오버 방식을 핸드오버 지연, 사용자가 느끼는 서비스 중단 시간, 핸드오버 시 발생하는 셀 버퍼링과 손실, 경로 재사용 효율 및 종단간 전송 지연 관점에서 정량적으로 분석하였다. 그리고 이를 바탕으로 동적 경로 재설정을 수행할 때 COS 위치에 따른 성능을 분석하여 각 방식별로 적합한 COS 위치를 찾았으며 COS 선택 방식을 도출하였다. 서론에 이어서 2 절에서는 무선 ATM의 핸드오버 방식과 동적 COS 선택 방식에 대해 살펴본다. 3 절에서는 ATM 포럼에 제시된 핸드오버 절차에 대한 핸드오버 지연, 사용자 서비스 중단 시간과 버퍼 요구량, 셀 손실량, 경로 재사용 효율 및 종단간 전송 지연 등을 분석하고, 4 절에서 결론을 맺는다.

2. 무선 ATM 에서의 핸드오버

2.1 핸드오버 방식

손실 방지 핸드오버 [2]는 셀 손실 방지와 순서 보장을 통하여 데이터 무결성을 보장하는 방식이다. 이 방식에서는 inband-marking 셀을 사용하여 경로 전환 시점을 알게 되고 셀의 순서를 보장하며, 셀 버퍼링을 통하여 손실을 방지한다. 그러나 부가적인 시그널링 메시지의 교환과 이로 인해 핸드오버 지연이 증가되고, 교환기와 단말기에서의 셀 버퍼링에 따르는 추가적인 구현 비용이 요구된다.

손실 허용 핸드오버 [1]는 신속한 핸드오버의 지원과 이동 단말기(MT Mobile Terminal)나 이동성 지원 ATM 교환기(EMAS End user Mobility Supporting ATM Switch)에 버퍼 시스템 구현 비용을 줄이기 위해 어느 정도의 셀 손실을 허용하는 방식이다. 이 방식에서는 핸드오버 지연 시간과 서비스 중단 시간이 감소되고, 핸드오버 동안 발생하는 셀 손실은 상위의 전송 계층에서 복구하도록 하고 있다.

2.2 핸드오버를 위한 동적 COS 선택 방식

무선 ATM 의 핸드오버에서 COS 선택 알고리즘은 신속한 핸드오버의 성공적 처리를 위해 매우 중요시되는 부분이다. 지금까지 제안된 대표적인 동적 COS 선택 알고리즘을 분류해 보면 다음의 표 1과 같이 나눌 수 있다.

표 1 동적 COS 선택 방식 유형 분류

COS 선택 유형	설 명	방식의 예
유형 1	$EMAS_{NEW}$에서 새로운 경로를 계산하고 이를 기존 경로와 비교하여 기존 경로와 분기되는 교환기를 COS로 선택	▪ Loose Select COS Discovery [5] ▪ Backward COS Discovery (BCD) [2]
유형 2	$EMAS_{NEW}$에서 기존 경로 상의 각 교환기와의 거리를 계산하여 가장 가까운 교환기를 COS로 선택	▪ Prior Path Knowledge COS Discovery [5] ▪ Distributed Hunt COS Discovery [5]
유형 3	$EMAS_{OLD}$에서 역방향으로 기존 경로를 거슬러 올라가면서 $EMAS_{NEW}$로의 경로가 존재하면 그 교환기를 COS로 선택	▪ Backward tracking COS discovery [5] ▪ Nearest Common Node Rerouting (NCNR)
유형 4	$EMAS_{OLD}$에서 $EMAS_{NEW}$로의 경로를 계산하여 가장 짧은 경로를 선택하고 이를 기존 경로와 비교하여 기존 경로와 분기되는 교환기를 COS로 선택	

3. COS 위치에 따른 핸드오버 성능 분석

3.1 성능 파라미터

핸드오버의 성능을 평가하기 위한 성능 파라미터로는 핸드오버 지연, 사용자의 서비스 중단 시간, 그리고 셀 버퍼링 양 및 셀 손실량, 경로 재사용 효율 및 종단간 전송 지연 등이 있다 [3][4].

핸드오버 지연은 이동 단말기가 무선 품질의 저하를 감지하고 핸드오버를 요구하는 시점부터 핸드오버를 실행하는 시점까지의 시간이고, 서비스 중단 시간은 두 종단 단말기가 핸드오버로 인해 데

표 2 지연요소 및 망 파라미터

파라미터	설 명	변수 값
L_w	Propagation delay for the wireless links	2.5 μs
L_{sw}	Propagation delay for the inter-switch links	50 μs
L_{ab}	Radio association/ disassociation time	0
S_{sig}	Processing time of signaling messages in nodes where only Signal Transfer Point (STP) function is required	1 msec
S_{setup}	Processing time of SETUP message in various types of network nodes	2 msec
$S_{release}$	Processing time of RELEASE message in various types of network nodes	1 msec
S_{cos}	Processing time of signaling message that require COS discovery function to be executed in switches	1 msec
S_{other}	Processing time of other messages in various types of network nodes	1 msec
S_{sw}	Processing time for switching an ATM cell through an ATM switch	10 μs
S_{ms}	Signaling message processing time at the MS	1 msec
T_w	Signaling message transmission delay (wireless link)	(Msig/BWsig)+L_w
T_{sw}	Signaling message transmission delay (wired link)	(Msig/BWsig)+L_{sw}
T_{d_w}	Data message transmission delay (wireless link)	(Md/BWd)+L_w
T_{d_sw}	Data message transmission delay (wired link)	(Md/BWd)+L_{sw}
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

본 연구는 한국과학재단 핵심기초 (과제번호 98-0100-23-04-3) 및 한국전자통신연구원의 연구비 지원으로 수행되었음

이나 셀을 전송 받지 못하는 기간이 된다 셀 버퍼링 양은 핸드오버 동안 셀 손실을 방지하기 위해 교환기에서 버퍼링하는 셀 양이며, 셀 손실량은 버퍼링을 하지 않을 경우 핸드오버로 인해 발생하는 셀 손실을 나타낸다 경로 재사용 효율은 새로운 종단간 경로 중 기존 경로가 차지하는 비율을 나타내며, 종단간 전송 지연은 핸드오버 이후 경로 길이와 관련이 된다 표 2는 분석에서 고려된 지연요소 및 망 파라미터를 나타내고 있다 [3][4]

3.2 성능 분석

여기에서는 손실 방지[2]와 손실 허용 핸드오버[1]의 각 방식별로 성능 평가 요소들에 대한 분석 결과와 각각의 성능 평가 요소 및 핸드오버 방식에 적합한 일반적인 COS 선택 기준을 제시한다 또한 다음 그림 1과 같은 메쉬 망 구조에서의 단말기의 이동 형태를 모델로 하여 이동 방향에 따른 각 COS 선택 방식의 성능을 상호 비교한다

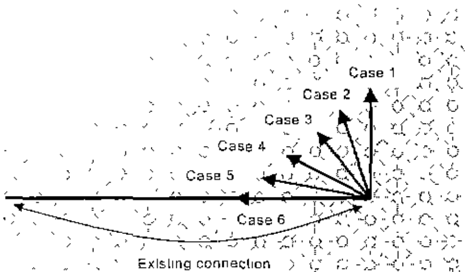


그림 1 메쉬 망 구조에서 단말기의 이동 형태

(1) 손실방지 역방향 핸드오버

손실 방지 역방향 핸드오버 과정 [2]에 대한 분석 결과식은 다음 표 3과 같고 이를 바탕으로 주요 성능 평가 요소에 대해 COS 위치에 따른 핸드오버 성능을 그림 2에서 비교하였다 또한 그림 1에서 가정한 망 모델에 대해 경로 재사용 효율과 종단간 전송 지연을 그림 3에 나타내었다 그림 2와 그림 3에 나타난 성능 비교를 바탕으로 분석된 성능 평가 요소별 최적의 COS 선택 기준은 다음과 같다

표 3 손실 방지 역방향 핸드오버 과정에 대한 분석 결과식

성능 평가 요소	분석식
핸드오버 지연	$N_{old_new}(2T_w + 2S_{sip}) + N_{new_cos}(2T_{sw} - S_{setup} + S_{sip}) + N_{old_cos}(T_w + S_{sip} + T_{d_w} + S_w) - 4S_{other} + T_{d_w} + S_m - 4S_{sip}$
하향 링크 서비스 중단 시간	$Max\{S_m + L_{dn} + T_w + T_{d_w} + S_{other}, N_{new_cos}(T_{d_sw} + S_{sw}) - N_{old_cos}(T_{d_sw} + S_{sw})\}$
상향 링크 서비스 중단 시간	$Max\{N_{new_cos}(T_{sw} + T_{d_w} - S_{sip} + S_{sw}) + 2S_{other} - S_{sip} - S_{sw}, N_{new_cos}(T_{d_w} + S_w) - N_{old_cos}(T_{d_w} - S_{sw}) + S_m + S_{other} + 2T_w + L_u\}$
하향 링크 셀 버퍼링	$Max\{0, N_{old_cos}(T_{d_sw} + S_{sw}) - N_{new_cos}(T_{d_sw} + S_{sw}) + S_{sw} + T_{d_w} - L_u + S_m + S_{other} + L_{dn}\} \times BWd$
상향 링크 셀 버퍼링	$MT\{L_u + 2T_w - S_{other} + S_m\} \times BWd$ $EMAS_{sw}$ $Max\{0, N_{old_cos}(T_{d_sw} + S_{sw}) + N_{new_cos}(T_{sw} + S_{sip}) - S_m + S_{other} - S_u - 2T_w - L_{dn}\} \times BWd$

1 핸드오버 지연

$EMAS_{OLD}$와 $EMAS_{NEW}$ 간의 거리가 최소화 되도록 하며 거리가 고정된 경우 $EMAS_{NEW}$에 가깝게 COS를 선택해야 한다.

2) 서비스 중단시간

상향링크의 경우 $EMAS_{NEW}$에서 기존 경로상의 교환기에 이르는 거리가 최소가 되는 교환기 중 $EMAS_{OLD}$에서 먼 것을 COS로 선택해야 하고 하향링크의 경우 $EMAS_{NEW}$와 기존 경로상의 교환기 간의 거리가 최소인 교환기를 COS로 선택해야 한다

(3) 셀 버퍼링

상향링크의 경우 $EMAS_{NEW}$에서 기존 경로상의 교환기에 이르는 거리가 최소가 되는 교환기 중 $EMAS_{OLD}$에 가까운 교환기를 COS로 선택해야 하고 하향링크의 경우는 $EMAS_{OLD}$에 가깝게 COS를 선택해야 한다

손실 방지 역방향 핸드오버의 경우에는 상향 링크 서비스 중단 시간과 상향 링크 셀 버퍼링 양이 하향 링크에 비해 상대적으로 크다 그래서 이를 우선적으로 줄이는 것이 필요하다 따라서 이 방식에 대해 서비스 중단 시간과 셀 버퍼링 양 관점에서 적절한 COS 선택 방법으로는 먼저 새로 설정할 경로를 최소화하도록 $EMAS_{NEW}$와 기존 경로 간의 거리가 가장 가까운 기존 경로상의 교환기를 찾는다 그리고 이러한 교환기가 여러 개 존재할 때 그 중에서 $EMAS_{OLD}$에 가까운 교환기를 COS로 선택한다 그러나 이 경우 하향 링크 셀 버퍼링 양은 다소 증가하게 된다 손실 방지 역방향 핸드오버에서의 각 COS 선택 방식간 성능 비교는 그림 3(a)에 나타나 있다

(2) 손실허용 역방향 핸드오버

손실허용 역방향 핸드오버 과정 [1]에 대한 분석 결과식은 다음 표 4와 같고 이를 바탕으로 주요 성능 평가 요소에 대해 COS 위치에 따른 핸드오버 성능을 그림 2에서 비교하였다 이를 바탕으로 분석된 성능 평가 요소별 최적의 COS 선택 기준은 다음과 같다

표 4 손실허용 역방향 핸드오버 과정에 대한 분석 결과식

성능 평가 요소	분석식
핸드오버 지연	$N_{old_new}(3T_{sw} + 3S_{sip}) + N_{new_cos}(T_{sw} + S_{setup}) + N_{old_cos}(T_{sw} + S_{sip}) + 2T_w + 5S_{other} - 4S_{sip}$
하향 링크 서비스 중단 시간	$Max\{[S_{other} + L_{dn} + T_w + T_{d_w}], [N_{old_cos}(T_{sw} + S_{release}) + N_{new_cos}(T_{d_sw} + S_{sw}) + L_d]\}$
상향 링크 서비스 중단 시간	$(N_{new_cos} - N_{old_cos})(T_{d_sw} + S_{sw}) + L_{dn} + 2T_w + S_m - S_{other}$
하향 링크 셀 손실	$\{N_{old_cos}(T_{sw} + S_{release} + T_{d_sw} + S_{sw}) + L_d + T_{d_w}\} \times BWd$
상향 링크 셀 손실	$Max\{L_{dn} - 2T_w - S_{other} + S_m, N_{old_cos}(T_{sw} - S_{release}) - N_{new_cos}(T_{d_sw} + S_{sw}) - T_{d_w}\} \times BWd$

① 핸드오버 지연

$EMAS_{OLD}$와 $EMAS_{NEW}$ 간의 거리가 최소화 되도록 COS를 선택해야 한다.

② 서비스 중단시간

상향링크의 경우 우선 $EMAS_{OLD}$에서 멀도록 COS를 선택해야 하고 $EMAS_{NEW}$에 가깝게 COS를 선택해야 한다 하향링크의 경우에는 $EMAS_{OLD}$와 COS 간의 거리가 우선적으로 최소화 되도록 COS 선택해야 하며, $EMAS_{NEW}$와 COS 간의 거리가 감소하도록 한다

③ 셀 손실량

상향링크와 하향링크 모두 해제할 경로가 최소화 되도록 $EMAS_{OLD}$에 가깝게 COS를 선택해야 한다

손실 허용 역방향 핸드오버의 경우에는 기존 경로를 해제하는데 걸리는 지연 시간이 전체 성능에 큰 영향을 미치게 되므로 이 해제할 기존 경로를 최소화하는 것이 필요하고 이를 위해 EMAS-E_{OLD}에 가깝도록 COS를 선택해야 한다 따라서 EMAS-E_{OLD}에서부터 기존 경로를 거쳐 가면서 EMAS-E_{NEW}에 이르는 경로가 존재하는지를 검색하여 존재하는 경우 그 교환기를 COS로 선택한다 이 경우 상향 링크 서비스 중단 시간은 다소 증가하게 되지만 경로 재사용 효율은 향상된다. 손실 허용 역방향 핸드오버에서의 각 COS 선택 방식간 성능 비교는 그림 3(b)에 나타나 있다.

(3) 손실방지 순방향 핸드오버

손실방지 순방향 핸드오버 과정 [2]에 대한 분석 결과식은 다음 표 5와 같다

표 5 손실방지 순방향 핸드오버 과정에 대한 분석 결과식

성능 평가 요소	분석식
핸드오버 지연	$N_{old_new}(4T_{sw} + 4S_{sip}) + N_{new_cos}(2T_{sw} - S_{sw_setup} + S_{other}) + N_{old_cos}(2T_{sw} + S_{sip} + S_{release}) + 8S_{other} + 2T_w - 5S_{sip} - S_{other} - S_{release}$
하향 링크 서비스 중단 시간	$L_d + S_m + 3T_w + 8S_{other} + T_{d_w} + N_{old_new}(4S_{sip} + 4T_{sw}) + N_{old_cos}(S_{sip} + S_{release} + 2T_{sw}) + N_{new_cos}(S_{setup} - S_{other} + 2T_{sw}) - 5S_{sip} - S_{release}$
상향 링크 서비스 중단 시간	$L_u + S_m + 3T_w + 8S_{other} + T_w + S_m + N_{old_new}(4S_{sip} - 4T_{sw}) + N_{old_cos}(S_{sip} + S_{release} - 2T_{sw} - S_m - T_{d_sw}) + N_{new_cos}(S_{setup} + S_{other} + 2T_{sw} + S_{sw} + T_{d_sw}) - 5S_{sip} - S_{release}$
하향 링크 셀 버퍼링	$\{N_{old_cos}(S_{release} + T_{sw}) + N_{old_new}(S_{sip} - T_{sw}) - N_{new_cos}(S_{sw} + T_{d_sw}) - 3S_{other}\ 2T_w + S_m - S_{release} - S_{sip} - S_{sw}\} \times BWd$
상향 링크 셀 버퍼링	$\{L_u + 2S_m + 4T_w + 8S_{other} + N_{old_new}(4S_{sip} - 4T_{sw}) + N_{old_cos}(S_{sip} + S_{release} + 2T_{sw}) - N_{new_cos}(S_{setup} - S_{other} + 2T_{sw}) - 5S_{sip} - S_{release}\} \times BWd$

손실 방지 순방향 핸드오버의 경우는 $EMAS_{OLD}$와 COS, $EMAS_{NEW}$와 COS 간의 거리가 모두 최소화 되도록 COS를 선택해야 한다 즉 EMAS-E_{OLD}에서 EMAS-E_{NEW}에 이르는 경로를 계산하여 최소 홉 수를 가지는 경로를 선택하고 이 경로가 기존 경로와 분기하는 교환기를 COS로 선택한다 이 경우 경로 재사용 효율은 향상될 수 있으나 종단간 경로는 길어진다. 손실 방지 순방향 핸드오버에서의 각 COS 선택 방식간 성능 비교는 그림 3(c)에 나타나 있다

(4) 손실허용 순방향 핸드오버

표 6 손실허용 순방향 핸드오버 과정에 대한 분석 결과식

성능 평가 요소	분석식
핸드오버 지연	$2T_w + S_{other} + N_{new_cos}(S_{setup} + S_{other} + 2T_{sw})$
하향 링크 서비스 중단 시간	$L_{dn} + T_w + S_{other} + T_{d_w} - S_{sw} + N_{new_cos}(S_{setup} - T_{sw} + S_{sw} + T_{d_sw})$
상향 링크 서비스 중단 시간	$L_{dn} + 2T_w + S_{other} + N_{new_cos}(S_{setup} + S_{other} - 2T_{sw} + S_{sw} + T_{d_sw}) - N_{old_cos}(S_{sw} - T_{d_sw})$
하향 링크 셀 손실	$\{L_{dn} + T_w + S_{other} + T_{d_sw} - S_{sw} + N_{new_cos}(S_{setup} + T_{sw} - S_{sw} + T_{d_sw})\} \times BWd$
상향 링크 셀 손실	$\{L_{dn} + 2T_w + S_{other} + N_{new_cos}(S_{setup} + S_{other} + 2T_{sw})\} \times BWd$

손실허용 순방향 핸드오버 과정 [1]에 대한 분석 결과식은 다음 표 6과 같다. 손실 허용 순방향 핸드오버의 경우는 새로운 부분 경로를 설정하는 부분이 큰 비중을 차지하므로 기존 경로 상의 교환기 중에서 MAS_{NEW}와의 거리가 최소가 되는 교환기를 COS로 선택해야 한다.

지금까지의 분석 결과를 앞에서 분류한 동적 COS 선택 유형에 따라 요약하면 다음의 표 7과 같다. 그림에서 O 표시를 한 것은 가장 적합한 COS 선택 기준을 나타내고 △ 표시를 한 것은 그 다음으로 적합한 기준을 나타낸다.

4. 결 론

본 논문에서는 무선 ATM의 핸드오버 방식으로 제시된 손실 방지 및 손실 허용 역방향/순방향 핸드오버 방식에 대해 COS 위치에 따른 각 방식의 성능을 사용자 서비스 중단 시간, 교환기에서의 버퍼 요구량, 셀 손실률, 핸드오버 지연 등의 관점에서 분석하여 그에 따른 적절한 COS 선택 기준을 제시하였다. 이러한 결과를 바탕으로 서비스 종류에 따라 더 우선시 되는 성능 요소에 대해 이를 반영할 수 있도록 COS 선택 기준을 적용할 수 있다. 예를 들면 실시간 서비스의 경우 서비스 중단 시간이 더 중요한 요소가 될 것이고 데이터 서비스의 경우 셀 손실이나 버퍼량이 더 우선시되는 성능 평가 요소가 될 것이다. 향후 무선 ATM 망의 핸드오버에서 COS 선택 알고리즘의 구현 방안에 대한 연구가 계속되어야 할 것이다.

참고 문헌

[1] R. R. Bhat, "Draft Baseline Text for Wireless ATM Capability Set 1 Specification" ATM Forum BTD-WATM-01.10, Dec. 1998.

[2] K. Rauhala, "Living List Document of Wireless ATM Working Group," ATM Forum LTD-WATM-1.07, Apr. 1998

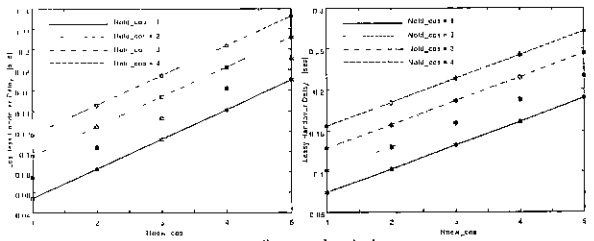
[3] I. Widjaja, "Cell Loss Behavior in Lossy Handover," ATM Forum 98-0562, July 1998

[4] B. A. I. Banh, "Handover Rerouting Schemes for Connection Oriented Services in Mobile ATM Networks," Proc. of IEEE INFOCOM'98, pp. 1139-1146, Apr. 1998

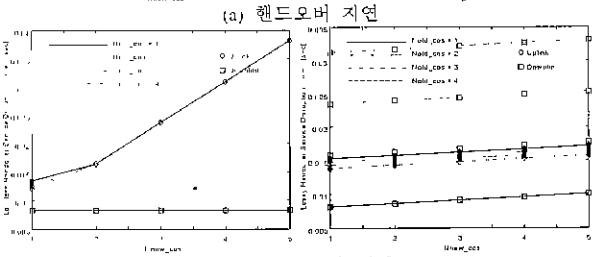
[5] C-K. Toh, "Performance Evaluation of Crossover Switch Discovery Algorithm for Wireless ATM LANs," Proc. of IEEE INFOCOM '96, San Francisco, California, pp. 1380~1387, 1996

표 7 핸드오버 방식의 성능 평가 요소별 COS 선택 기준

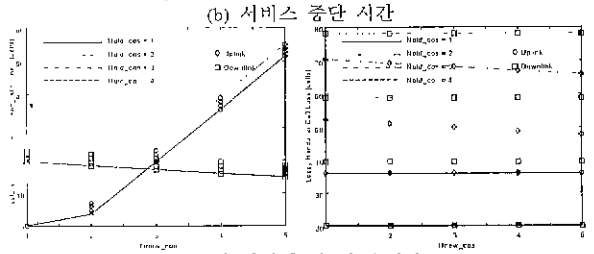
		유형 1	유형 2	유형 3	유형 4
Backward Lossless Handover	Handover_delay				O
	Uplink_disruption		O		△
	Downlink_disruption		O		
	Uplink_buffering		O		△
	Downlink_buffering			O	△
	Path_reuse			O	
	End-to-end delay	O			
	Representative manner		O		
Backward Lossy Handover	Handover_delay			△	O
	Uplink_disruption	O	△		
	Downlink_disruption			O	△
	Uplink_loss			O	△
	Downlink_loss			O	△
	Path_reuse			O	
	End-to-end delay	O			
	Representative manner			O	
Forward Lossless Handover	Handover_delay			△	O
	Uplink_disruption			△	O
	Downlink_disruption			△	O
	Uplink_buffering			△	O
	Downlink_buffering			O	△
	Path_reuse			O	
	End-to-end delay	O			
	Representative manner				O
Forward Lossy Handover	Handover_delay		O		△
	Uplink_disruption		O		△
	Downlink_disruption		O		△
	Uplink_loss		O		△
	Downlink_loss		O		△
	Path_reuse			O	
	End-to-end delay	O			
	Representative manner		O		



(a) 핸드오버 지연

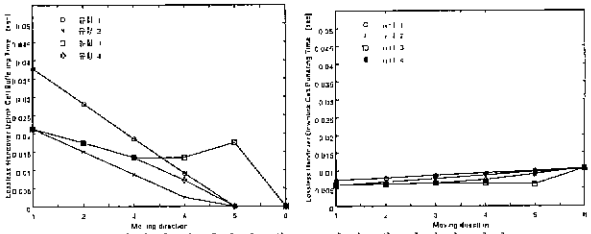


(b) 서비스 중단 시간

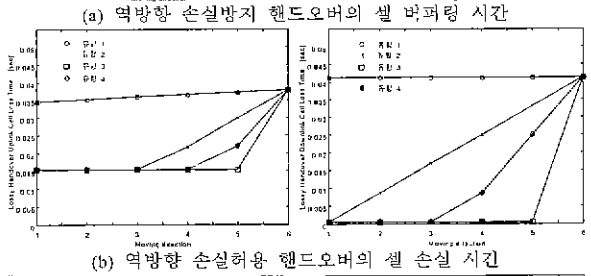


(c) 셀 버퍼링 양 및 손실량

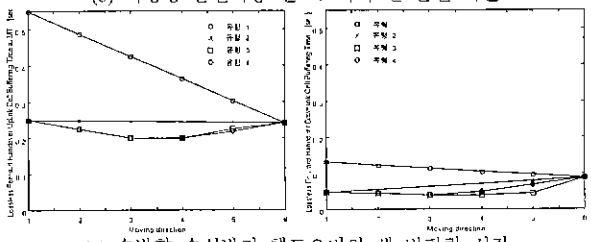
그림 2 역방향 핸드오버에서 COS 위치에 따른 핸드오버 성능 비교



(a) 역방향 손실방지 핸드오버의 셀 버퍼링 시간



(b) 역방향 손실허용 핸드오버의 셀 손실 시간



(c) 순방향 손실방지 핸드오버의 셀 버퍼링 시간

그림 3 단말기 이동 형태에 따른 COS 선택 방식의 성능 비교