

# 무선 ATM에서 Crossover Switch 탐색 알고리즘의 성능 향상에 관한 연구

준회원 고성범\*, 정회원 정재일\*\*

## Performance Improvement of Crossover Switch Discovery Algorithm for Wireless ATM

Sung-Bum Ko\* Associate Member, Jae-Il Jung\*\* Regular Member

### 요약

무선 ATM에서 핸드오프 시의 경로 재설정 과정에서 필요한 COS 선택 알고리즘에 관하여 기존의 알고리즘과는 다른 새로운 알고리즘을 제안한다. 제안하는 Short search COS 선택 알고리즘은 매 핸드오프 시마다 COS를 검색하지 않고 이전에 검색된 COS 노드를 최대한 활용하여 핸드오프 지연 성능은 저하시키지 않으면서 전체적인 망 이용 효율성은 향상시키는 결과를 나타낸다. 알고리즘의 개선된 성능은 시뮬레이션을 통해 검증되고 그래프 및 결과 테이블을 통해 보여진다.

### ABSTRACT

In this thesis a new COS discovery algorithm of handover re-routing scheme is proposed. Comparing with Dynamic discovery algorithm, the proposed Short Search COS discovery algorithm makes a path from BS\_new to BS\_dest more efficient. This makes the network utility performance better and end-to-end handover delay decrease as well. As for the handover delay, it has been shown that the proposed algorithm has similar performance with Dynamic discover algorithm. The performance of proposed algorithm is obtained through simulation and showed with various results.

### I. 서론

무선 ATM이 추구하는 궁극적인 목표는 ATM망을 이용한 초고속 멀티미디어 서비스를 무선 휴대형 단말기에서도 아무런 제약 없이 받을 수 있게 하는 것이다. 그러나 휴대형 단말기를 통한 고품질의 이동 통신 ATM 서비스가 가능하기 위해서는 몇 가지 극복해야 할 문제점들이 있다. 단말이 유선 망에 접속하기 위해 기지국(Base station: access point)에 무선 링크로 접속하여 데이터를 주고 받다가 이동하게 되면 다시 새로운 기지국으로 핸드오

프 하여 링크를 유지하게 되는데, 이 때 여러 가지 고려해야 할 문제점들이 발생한다. 그 중 중요하게 다뤄지는 문제점이 핸드오프 지연이다. 핸드오프 지연이 커지게 되면 그만큼 서비스의 끊김 현상이 길어지고 이는 사용자로 하여금 서비스에 만족하지 못하게 하는 결과를 낳는다. 이러한 핸드오프 지연을 결정짓는 가장 큰 지연 요소 중 하나가 연결 재설정 과정이다. ATM 서비스는 IP 라우팅과 달리 단말과 단말 사이에 데이터 통신을 하기 전에 시그널링 메시지를 통해 미리 경로를 설정한다. 따라서 이동 단말이 유선 망에 접속하는 기지국이 바뀌게 되면 그에 따른 유선 ATM 링크 경로도 바뀌어진

\* (주)현대 네트워크스(kobu@hei.co.kr)

\*\* 한양대학교 전자전기컴퓨터공학부(jijung@hanyang.ac.kr)

논문번호: 00333-0821, 접수일자: 2000년 8월 21일

\* 이 연구는 한국과학재단 지정 최적설계신기술연구센터의 지원에 의해 수행되었습니다.

접근 노드로 재설정 되어져야 한다. 이 때 연결 재설정 과정은 핸드오프 지연을 유발할 뿐만 아니라, 재설정 되는 방식에 따라 경로의 길이가 달라짐으로써 단대 단 전송 지연 및 망 자원의 이용 효율이 달라지게 된다.

본 논문에서는 무선 ATM의 핸드오프 지연 성능을 크게 좌우하는 링크 재설정 문제를 해결하기 위해 COS(Cross Over Switch)를 가장 효율적으로 검색할 수 있는 Short search COS 선택 알고리즘을 제안한다. Short search 알고리즘은 기존의 COS 선택 알고리즘이 매 핸드오프 시 마다 COS를 검색하는 방식과 달리 이전에 검색되어진 COS 노드를 최대한 활용하는 방식이다. 이를 통해 COS 검색으로 인한 지연을 최소화하고 그와 동시에 경로의 최적화를 가능케 한다.

논문의 2절에서 COS 선택 알고리즘의 성능을 평가하기 위한 성능 분석 요소를 소개하고, 3절에서는 기존에 제안된 알고리즘에 대해 설명한다. 4절에서는 제안하는 Short search COS 선택 알고리즘 방식에 대해 자세히 설명하고 기존 방식과의 차이점을 보여준다. 5절에서는 기존의 알고리즘과 Short search 알고리즘의 성능을 비교 분석하기 위한 시뮬레이션 환경 및 방법을 설명한다. 그리고 시뮬레이션 수행을 통해 얻어진 알고리즘들의 성능 결과 및 분석을 표와 그래프를 통해 보인다. 마지막으로 7절에서는 Short search 알고리즘에 대한 결론을 맺는다.

## II. COS 선택 알고리즘에서의 성능 평가 요소

알고리즘의 성능을 평가하는 요소는 크게 두 가지를 들 수 있다. 첫 번째 요소가 핸드오프 지연인데 이것은 단말이 기지국에 핸드오프를 요청한 시점으로부터 우선 경로의 재 설정이 끝나고 핸드오프 허가 메시지를 받을 때까지 걸리는 시간을 의미한다. 핸드오프 지연이 길어지면 단말이 핸드오프를 필요로 하는데 기지국을 바꾸지 못하기 때문에 연결이 끊어질 확률이 높아지게 된다. 따라서 핸드오프 지연이 짧을수록 링크가 끊길 확률이 줄어들고 기지국에서 멀어짐으로 인한 서비스 품질 저하도 막을 수 있다<sup>1)</sup>. 두 번째 요소는 망 이용 효율성이다. 이것은 핸드오프 시에 COS 선택 알고리즘에 따라 최적으로 설정할 수 있는 경로의 길이와 실제 설정하는 경로의 비율을 의미하는데 효율성이 높을수록 망 자원의 효율적 이용이 가능하고 목적지 피어 노드까지 데이터를 전송하는데 걸리는 시간도

줄어들어 전체적인 서비스 품질 향상 효과를 가져온다<sup>7)</sup>.

망 이용 효율성 = {최적 경로의 길이} over {실제 경로의 길이}

## III. 기존의 COS 선택 알고리즘

기존에 제안되어진 알고리즘으로는 경로 추가방식, 앵커식 경로 설정방식, 동적 경로 설정방식, 완전 경로 설정방식이 있다<sup>2)6)</sup>. 여기서는 대표적으로 많이 사용되는 완전 경로 설정방식과 동적 경로 설정방식에 대해서만 다룬다.

동적 경로 설정 방식(Dynamic Route Setting-up)이란 핸드오프 시 경로를 재 설정 할 때 COS를 기존 경로상의 노드들 가운데서 이동할 새 기지국에 가장 가까운 경로를 추가할 수 있는 노드를 선정하여 경로 재설정을 행한다. 이러한 방식은 기존 경로상의 노드들 가운데서 COS를 찾는데 시간이 걸리기 때문에 경로 추가방식이나 앵커식 경로 설정방식에 비해서 핸드오프 지연이 더 길어진다, 반면에 망 이용 효율성 측면에서는 다른 방식에 비해 최적화 된 경로를 설정하기 때문에 망 자원 이용의 효율성을 더 높일 수 있다. 단대단 지연 성능 역시 경로 추가방식이나 앵커식에 비해 경로의 길이가 더 짧아지기 때문에 지연 시간이 짧아지게 된다<sup>5)</sup>.

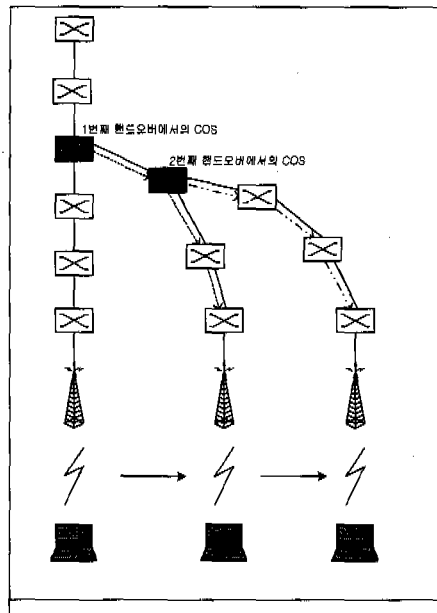


그림 1. 동적 경로 설정 방식

완전 경로 설정방식(Complete Route Setting-up)이란 핸드오프가 일어날 때마다 이전의 경로는 전혀 사용하지 않고 이동하는 기지국까지의 경로를 새로 설정하는 방법이다. 이러한 방식은 경로를 최대한 최적으로 설정할 수 있기 때문에 망 자원 이용 효율성 측면이나 단대단 전송 지연이 가장 적다는 이점을 갖는다. 하지만 역시 핸드오프가 일어날 때마다 목적지 노드까지의 경로를 모두 새로 설정하기 때문에 그 만큼 시간이 오래 걸리고 이에 따라 핸드오프 지연은 길어질 수밖에 없다는 단점을 갖는다<sup>[5]</sup>.

#### IV. Short search COS 선택 알고리즘

제안하는 Short search COS 선택 알고리즘은 기존에 검색된 COS 노드를 최대한 활용하여 핸드오프 발생 때마다 요구되는 COS 검색 횟수를 줄이는데 목적이 있다. COS 검색 횟수를 줄이면 그 만큼 COS 검색을 위해 필요한 시그널링 메시지 양을 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 핸드오프 과정을 단순화 시키게 된다.

COS 노드는 이전에 기술한 바와 같이 핸드오프가 일어날 때 연결 재설정을 위해 선택되어지는 기존 경로상의 특정 노드이다. 이 노드는 기존 경로를 구성하는 여러 ATM 노드들 중 어떠한 노드라도 될 수 있지만 검색을 통해 선정되는 최종 ATM 노드의 위치에 따라 망 이용 효율성이나 핸드오프 지연 성능 측면에서 다른 결과를 보여준다.

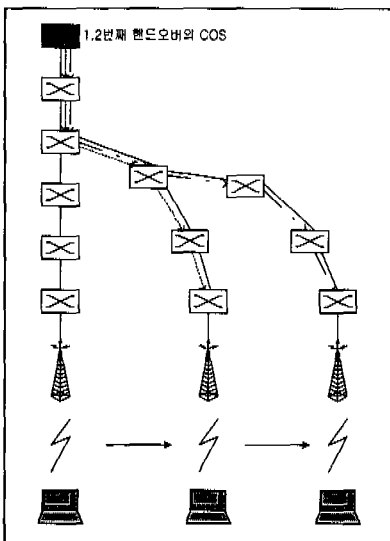


그림 2. 완전 경로 설정 방식

즉, 선정된 COS 노드가 피어 노드에 가까워 질수록 새로 재설정 해야 하는 링크가 길어지지만, 그만큼 단말이 이동하는 기지국까지의 최단 경로를 구성할 수 있다. 반면에 COS 노드가 동적 경로 설정 방식을 통해 검색되는 대로 기지국에서 최대한 가까운 ATM 스위치로 선정되면, 이전에 설정된 경로를 이용하는 비율이 커지므로 핸드오프가 반복되더라도 단말의 최초 호 설정 시도에서 설정된 경로를 그대로 이용하는 비율이 커진다. 이는 결국 핸드오프 횟수가 증가하면 그 만큼 단말과 피어 노드 사이의 링크가 우회되어지는 결과를 낳게 되고, 그로 인해 망 이용 효율성 저하 및 종단간 셀 전송 지연을 증가시키게 된다.

Short search COS 선택 알고리즘은 핸드오프가 반복해서 일어날 때 이동하는 기지국까지의 최단 경로를 가능케 하는 노드가 이전 핸드오프에서 검색된 COS 노드보다 기지국에 가까운 곳에 위치한다면 검색 알고리즘을 통하지 않고 이전 핸드오프에서 검색된 COS를 그대로 COS로 활용한다. 그 이유는 이전에 검색된 COS가 기존 경로 상에서 피어 노드에 더 가까이 위치하기 때문에 그 만큼 이동한 기지국까지 최적 경로 구성이 가능하기 때문이다. 그와 반대로 기존 링크 경로와 새로 설정되어지는 링크의 분기 노드가 이전 핸드오프 시에 설정된 COS보다 상대편 피어 노드에 가까운 곳에 위치하면 검색되어진 분기 노드로 COS를 설정하게 된다. 그렇게 함으로써 이전 COS를 활용할 때 발생하는 불필요한 경로 중복을 막을 수 있다.

이 방식은 동적 경로 설정방식과는 달리 핸드오프가 발생할 때마다 매 번 COS 노드를 새로 검색하지 않고 이전에 검색된 COS 노드를 최대한 활용하여 COS 검색 지연시간을 줄이는 특징을 갖는다. 또한 기존 링크 경로와 새로운 링크 경로가 교차하는 분기 노드가 단말과 통신하는 상대편 피어 노드에 가까이 위치하여 검색 및 설정이 필요하다 하더라도 기존의 동적 경로 방식에서처럼 핸드오프하고자 하는 기지국 노드에서 검색을 시작하는 것이 아니라 이전에 검색된 분기 노드에서 검색을 시작하기 때문에 검색 지연을 줄일 수 있다. 다만 새로운 링크를 설정하는 데 있어 추가적인 지연 요소가 발생하지만, 그 만큼 최적화된 경로를 설정할 수 있도록 한다. Short search COS 선택 알고리즘은 COS 검색 시에 노드 후보들의 수를 동적 경로 설정 방식에 비해 줄이기 때문에 그 만큼 COS를 찾

는 데 걸리는 시간이 줄어들고, 또한 동적 경로 설정 방식의 COS보다 목적지 피어 노드에 가까운 노드에서 핸드오프 하고자 하는 기지국까지 새롭게 최적 경로를 구성하기 때문에 동적 경로 설정 방식보다 망 이용 효율 성능을 높이게 된다.

따라서 동적 경로 설정 방식에 비해 COS 노드를 자주 변경하지 않고, 동적 경로 방식에서 COS를 찾는 데 걸리는 시간을 최적 경로를 설정하는데 들임으로써 핸드오프 지연 성능은 비슷하면서도 망 이용 효율성 성능이 상승하는 효과를 가져온다. 이는 결과적으로 단말과 피어 노드 간의 단대단 전송 지연의 감소 효과를 가져와 사용자에게 제공하는 서비스 품질(QoS)을 좋게 하는 장점을 갖는다.

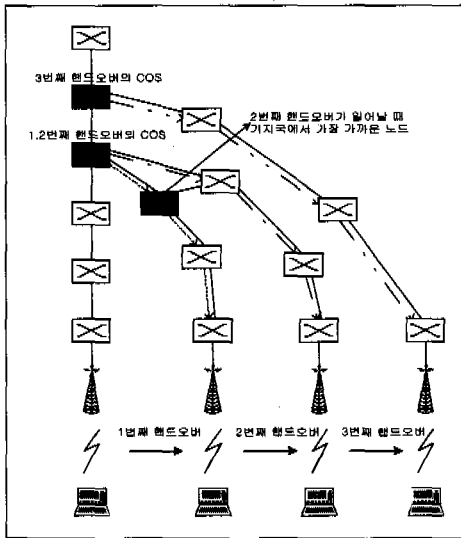


그림 3. Short search COS 선택 알고리즘

## V. 시뮬레이션

### 1. 시뮬레이션 환경

각 알고리즘의 망 이용 효율 및 핸드오프 지연을 측정하기 위해 실제 네트워크를 닮은 네트워크 모델이 필요하다. 이를 위해 TIERS라는 네트워크 제너레이터를 이용해 랜덤한 네트워크 모델을 발생시켜 그 모델을 토대로 성능 측정을 하게 된다<sup>[9]</sup>. TIERS 네트워크 제너레이터는 이미 여러 논문에서 네트워크 알고리즘의 성능 검증에 사용되어졌고, 네트워크 발생 프로그램 중에 가장 실제 네트워크 모델과 비슷한 시뮬레이션 네트워크 모델을 발생시키는 것으로 알려져 있다.

시뮬레이션을 위해 사용한 네트워크 모델은 노드 개수가 100개인 랜덤하게 발생된 네트워크 모델로서 그림4에서 보여준다. 네트워크 모델의 노드 개수는 알고리즘의 다양한 시뮬레이션 상황 적용을 위해 다소 풍부한 노드 개수가 필요하다는 판단에서 100개로 설정하였다.

또한 최적 경로 라우팅 방법으로 Dijkstra 알고리즘을 적용하였다<sup>[2]</sup>. 단말의 이동 패턴은 처음 시작 노드를 랜덤하게 잡아 그 노드로부터 주변의 노드로 랜덤하게 움직이게 하고 단말과 데이터를 주고 받는 피어 노드 역시 랜덤하게 설정된다.

이렇게 단말의 랜덤한 이동 패턴을 여러 번 적용함으로써 시뮬레이션 결과의 신뢰도를 높일 수 있다. 본 논문에서는 단말의 이동을 30회에 걸쳐 랜덤하게 적용하고 평균치를 구함으로써 높은 신뢰도의 성능 측정 결과를 얻게 하였다.

### 2. 시뮬레이션 방법

핸드오프 지연을 측정하기 위해서 그림5의 시그널링 메시지 처리 흐름도를 이용하였다. 이를 위해 사용한 시그널링 메시지 처리 시간은 표1에 나타난 것과 같다<sup>[4]</sup>. 표1에 나타난 입력 파라미터는 FORERUNNER ASX 1000 스위치를 기준으로 추출된 값이다<sup>[1]</sup>.

핸드오프 시에 시그널링 메시지의 흐름 과정을 살펴보면 우선 이동 단말이 현재 접속해 있는 기지국의 스위치 노드에 핸드오프 요청 메시지(BW\_HO\_REQUEST)를 보낸다. 메시지를 받은 스위치(old EMAS-E)는 이동하고자 하는 기지국을 담당하는 스위치 노드로 서비스를 수용할 수 있는 무선 자원이 있는지 여부를 알아보기 위해 HO\_REQUEST\_QUERY 메시지를 보내면 스위치(new EMAS-E)는 기지국에 이를 묻기 위해 APCP\_EnquiryReq 메시지를 보내게 된다. 기지국은 메시지에 응답하여 서비스를 수용할 만한 자원이 있는지의 여부를 APCP\_EnquiryResp 메시지에 담아 응답한다. 응답을 받은 스위치 노드는 서비스 수용 여부를 알리는 메시지(HO\_REQUEST\_RESPONSE)를 old EMAS-E로 보낸다. 이 메시지에 수용이 가능하다는 내용이 담겨있으면 스위치 노드는 기존 경로의 노드 가운데서 COS 노드를 탐색하게 된다. COS 노드를 찾게 되면 COS 노드로 설정된 스위치 노드는 new EMAS-E로 경로 설정 메시지(SETUP)를 보내어 경로를 설정하게 되고 스위치 노드는 기지

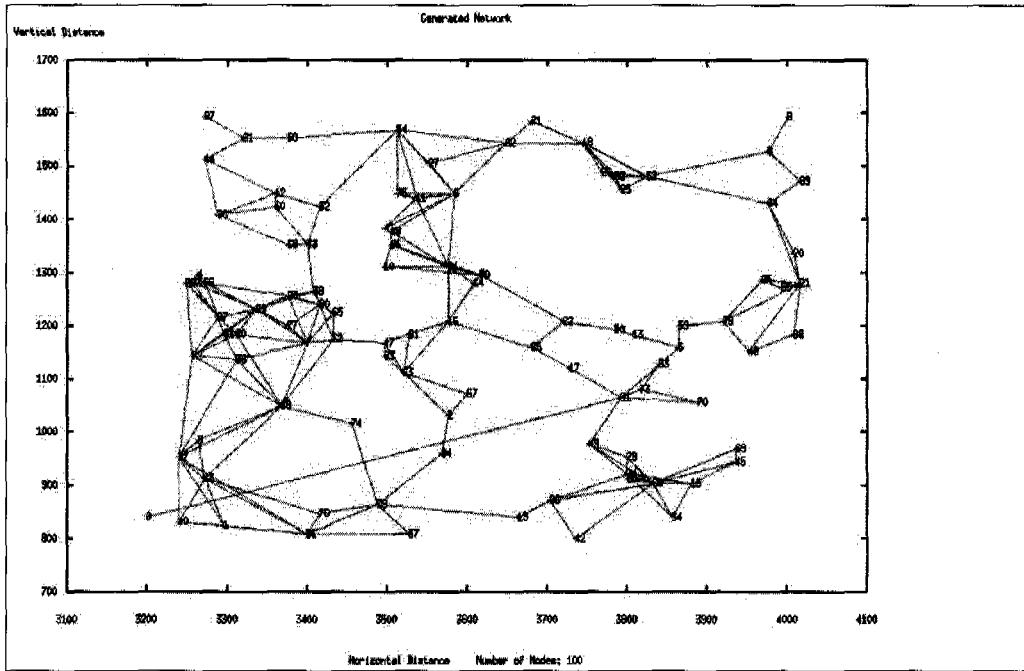


그림 4. 네트워크 모델

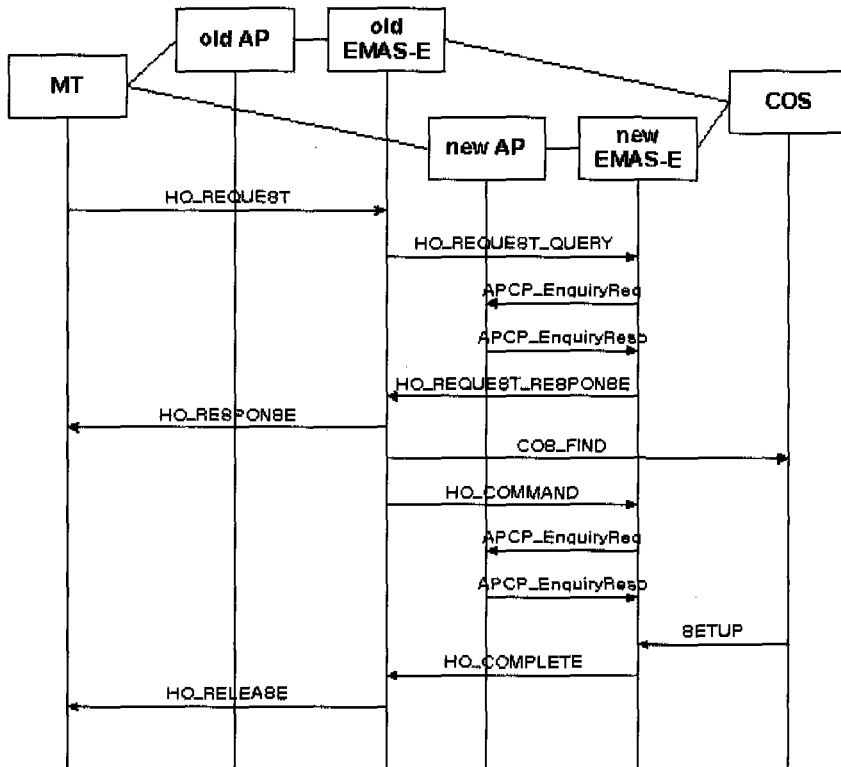


그림 5. 핸드오프시 시그널링 메시지 흐름도

국의 무선 채널을 예약하게 된다. 이 과정이 끝나면 경로 설정이 다 끝났음을 알리는 HO\_COMPLETE 메시지를 이동 단말에게 보내어 이를 받은 단말은 무선 채널을 새로운 기지국으로 바꾸게 된다<sup>4)</sup>.

시그널링 메시지를 전송하는데 걸리는 시간은 시그널링 메시지의 크기  $M_{sig}$ 을 시그널링 채널 대역폭  $BW_{sig}$ 로 나눈 값에 무선 채널에서의 전송 지

연  $L_w$  또는 유선 채널에서의 전송 지연  $L_{sw}$ 을 더하면 전체 스위치 노드와 노드 사이에서 메시지를 전달하는데 걸리는 시간을 구할 수 있다.

$$T_w = (M_{sig} / BW_{sig}) + L_w$$

$$T_{sw} = (M_{sig} / BW_{sig}) + L_{sw}$$

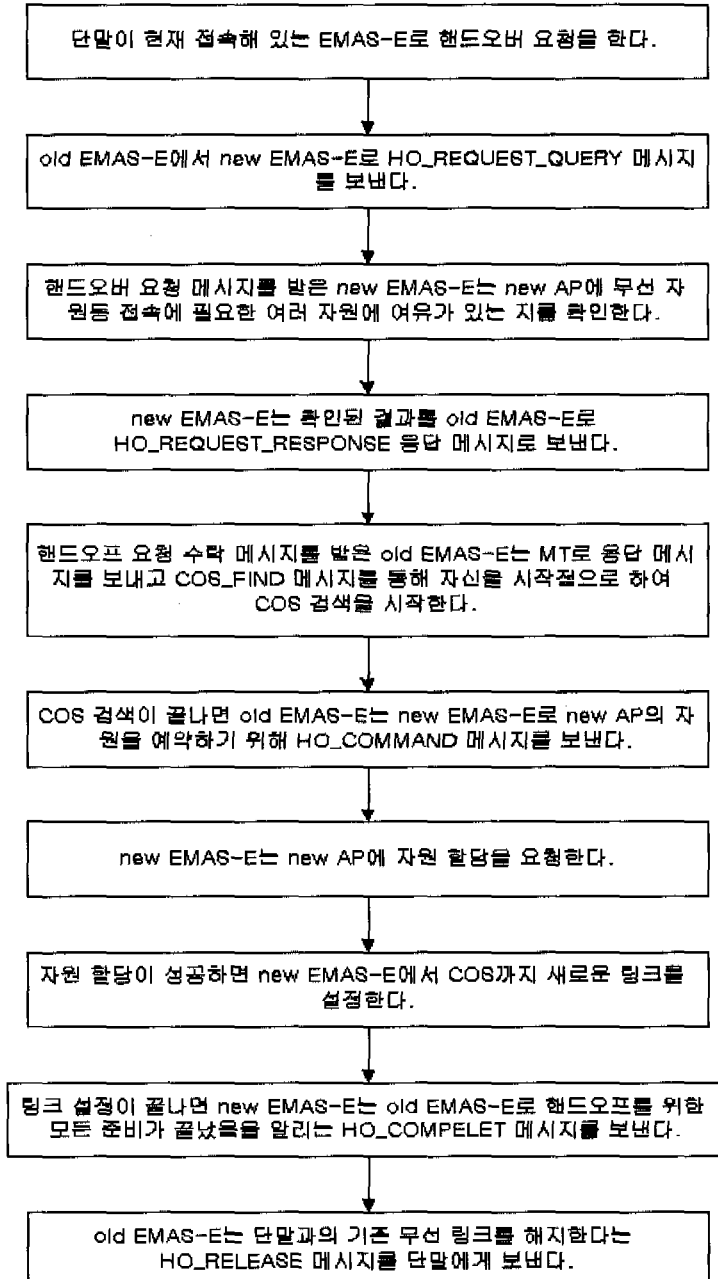


그림 6. 핸드오프 순서 흐름도

표 1. 핸드오프 지연을 구하기 위한 입력 파라미터

입력파라미터	설 명	값
S_AP_other	기지국에서 경로 설정 메시지 이외의 시그널링 메시지를 처리하는데 걸리는 시간	12 ms
S_AP_setup	기지국에서 경로 설정 메시지를 처리하는데 걸리는 시간	32 ms
S_sw_other	스위치 노드에서 경로 설정 메시지 이외의 시그널링 메시지를 처리하는데 걸리는 시간	3 ms
S_sw_setup	스위치 노드에서 경로 설정 메시지를 처리하는데 걸리는 시간	8 ms
S_pass	스위치에서 메시지를 그냥 넘겨주는데 걸리는 시간	0.3 ms
S_sw_cos	COS 노드 후보에 대해 COS 노드인지 검사하는데 걸리는 시간	4 ms
S_mt	이동 단말에서 시그널링 메시지를 처리하는데 걸리는 시간	5 ms
M_sig	시그널링 메시지의 크기	50bytes
BW_sig	시그널링 채널의 대역폭	54kbps
T_w	무선 채널에서 시그널링 메시지를 전송하는데 걸리는 시간	0.003ms

2.1 단계별 시그널링 메시지의 처리 시간

각 알고리즘의 핸드오버 지연을 계산하기 위해서는 단말이 핸드오버를 요청한 순간부터 핸드오버 허가 메시지가 올 때까지 소요되는 시간을 계산해야 한다. 여기서는 이를 위해 앞에서 설명한 역방향 핸드오버를 수행한다고 가정하여 각각의 시그널링 메시지 처리 흐름에 대한 지연 시간을 구하게 된다. 이 때 사용되는 입력 파라미터는 앞에서 제시된 값을 기준으로 적용되어진다<sup>7)</sup>.

MT가 BW\_HO\_REQUEST 메시지를 이전 EMAS-E로 보내는 데 걸리는 시간은 식(1)과 같다.

여기서 T\_mt\_AP는 mt에서 AP(Access Point)까지 메시지를 전송하는데 걸리는 시간이고 T\_AP\_sw는 AP에서 그 AP가 접속해 있는 스위치 노드까지 전송하는데 걸리는 시간이다.

$$(T_{mt\_AP} + T_{AP\_sw} + S_{AP\_other} + S_{sw\_other}) \quad (1)$$

이전 EMAS-E가 핸드오버 될 수 있는 새 EMAS-E로 HO\_REQUEST\_QUERY 메시지를 보내는데 걸리는 시간은 아래의 식(2)과 같다. 여기서 d\_T\_old\_new는 시그널링 메시지를 이전 EMAS-E에서 핸드오버가 될 새 EMAS-E로 전송하는데 걸

리는 시간을 의미하고, d\_N\_old\_new는 이전 EMAS-E와 새 EMAS-E 사이에 있는 노드의 개수를 뜻한다. 이것은 이전 EMAS-E와 새 EMAS-E의 노드까지 포함하여 개수를 나타낸다.

$$(d_{T\_old\_new} + (d_{N\_old\_new} - 2) * S_{pass} + S_{sw\_other}) \quad (2)$$

(3)식은 새 EMAS-E가 AP에게 APCP\_EnquiryReq 메시지를 보내어 처리하는데 걸리는 시간이다.

$$(T_{AP\_sw} + S_{AP\_other}) \quad (3)$$

아래 식은 APCP\_EnquiryReq 메시지를 받은 AP가 응답하여 새 EMAS-E로 APCP\_EnquiryResp 메시지를 보내는데 걸리는 시간이다.

$$(T_{AP\_sw} + S_{sw\_other}) \quad (4)$$

AP로부터 APCP\_EnquiryResp 메시지를 받은 새 EMAS-E가 이전 EMAS-E로 HO\_REQUEST\_RESPONSE 메시지를 보내어 처리하는데 걸리는 시간이다.

$$(d_{T\_old\_new} + (d_{N\_old\_new} - 2) * S_{pass} + S_{sw\_other}) \quad (5)$$

이전 EMAS-E는 HO\_REQUEST\_RESPONSE 메시지를 받자마자 HO\_COMMAND 메시지를 새 EMAS-E로 보내게 되는데 이 때 이전 경로상의 노드들에 대해 COS 노드인지 여부를 검사하게 된다. 여기서 사용한 COS 검색 방법은 Backward tracking 알고리즘을 적용한다. Backward tracking 검색 알고리즘이란 핸드오버를 수행하기 전에 설정된 기존 경로의 모든 노드들을 COS 후보로 간주하고 기지국에 가장 가까운 노드를 시작점으로 하여 피어 노드 방향으로 차례대로 그 노드가 COS가 될 수 있는지 여부를 검사하는 방식이다.

이렇게 검색을 수행하다가 가장 적절한 COS 노드를 찾게 되면 알고리즘 적용을 중단하고 검색을 마치게 된다. 이 검색 알고리즘을 각각의 노드에 대해 수행하는데 걸리는 시간은 앞의 입력 파라미터에서도 나타냈듯이 S\_sw\_cos(4ms)라고 간주한다. 따라서 이전 EMAS-E부터 COS 노드까지의 노드들에 대해 이러한 COS 노드 검사작업을 수행하는데 걸리는 시간은 노드 개수 N\_old\_cos에 S\_sw\_cos를 곱함으로써 계산할 수 있다. 여기서 T\_old\_cos는 시그널링 메시지를 이전 EMAS-E에서 COS 노드까지 전송하는데 걸리는 시간이고 T\_new\_cos는 COS

노드에서 새 EMAS-E로 보내는데 걸리는 시간,  $N_{new\_cos}$ 는 새 EMAS-E와 COS 노드사이의 노드 개수를 의미한다.

$$(T_{old\_cos} + T_{new\_cos} + (N_{old\_cos}) * S_{sw\_cos} + (N_{new\_cos} - 2) * S_{pass} + S_{sw\_other}) \quad (6)$$

HO\_COMMAND 메시지를 받은 새 EMAS-E는 기지국의 여러 자원을 예약하기 위해 AP로 APCP\_EnquiryReq 메시지를 보내는데 이 때 전송되어 처리되는 시간은 메시지가 스위치에서 기지국까지 가는데 걸리는 시간( $T_{AP\_sw}$ )과 기지국이 자원을 예약하는데 걸리는 시간( $S_{AP\_setup}$ )의 합과 같다.

$$(T_{AP\_sw} + S_{AP\_setup}) \quad (7)$$

AP에서는 요청받은 자원 예약에 관한 응답으로 새 EMAS-E로 APCP\_EnquiryResp 메시지를 보내게 되는데 이 때 걸리는 시간은 메시지가 기지국에서 스위치까지 가는데 걸리는 걸리는 시간( $T_{AP\_sw}$ )과 새 EMAS-E가 수신한 메시지를 처리하는데 걸리는 시간( $S_{sw\_other}$ )의 합과 같다.

$$(T_{AP\_sw} + S_{sw\_other}) \quad (8)$$

APCP\_EnquiryResp 메시지를 받은 새 EMAS-E는 COS 노드까지 새로운 경로를 설정하기 위해서 COS 노드 쪽으로 SETUP 메시지를 보내는데 이 때 걸리는 시간은 메시지가 새 EMAS-E에서 COS까지 가는데 걸리는 시간( $T_{new\_cos}$ )과 새로운 링크를 설정하는데 걸리는 시간( $N_{new\_cos} * S_{sw\_setup}$ )의 합과 같다.

$$(T_{new\_cos} + N_{new\_cos} * S_{sw\_setup}) \quad (9)$$

COS 노드에서 새 EMAS-E까지 새로운 경로가 설정되었음을 알게되면, 이전 EMAS-E로 핸드오버가 될 수 있도록 무선 자원예약과 경로 재설정이 완료되었음을 알리는 HO\_COMMAND 메시지를 보내게 된다. 이것은 결국 단말에게 핸드오버를 위한 모든 준비가 끝났으니 무선 링크의 채널을 새로운 기지국으로 변경해도 좋다는 것을 알리는 것이다. 이 때 지연되는 시간은 식(10)과 같이 구해질 수 있다.

$$(T_{old\_cos} + (N_{old\_cos} - 2) * S_{pass} + S_{sw\_other}) \quad (10)$$

HO\_COMMAND 메시지를 COS 노드로부터 받은 이전 EMAS-E는 핸드오버를 요청한 이동 단말

에게 현재의 기지국과 무선 채널 접속을 끊고 새 기지국으로 핸드오버를 수행하라는 의미의 HO\_RELEASE 메시지를 보낸다. 역시 이러한 과정에 소요되는 시간은 아래의 식(11)과 같이 계산되어진다.

$$(T_{AP\_sw} + T_{mt\_AP} + S_{AP\_other} + S_{mt}) \quad (11)$$

### 3. 시뮬레이션 결과

성능 비교는 망 이용 효율성과 핸드오프 지연을 제일 많이 사용되는 동적 경로 설정 방식과 완전 경로 설정 방식을 비교하여 나타내었다.

표2의 수치 테이블에서 볼 수 있듯이 제안하고 있는 Short search COS 선택 알고리즘은 기존의 동적 경로 설정 방식보다 망 이용 효율성 측면에서 향상된 결과를 보여준다. 단말이 핸드오프를 시작해서 초기 몇 번까지는 제안된 알고리즘이 동적 경로 설정방식과 거의 차이를 보이지 않지만 핸드오프가 반복될수록 경로 최적화가 이뤄지기 때문에 망 이용 효율성 측면의 성능이 더 좋아짐을 알 수 있다. 이는 동적 경로 설정 방식이 기존 경로를 이용하여 일부의 경로만을 추가하여 새로운 경로를 설정하기 때문에 핸드오프가 반복될수록 망 이용 효율성이 안 좋아질 수 있는 반면에 제안된 알고리즘은 이러한 가능성을 없앴기 때문이다. 따라서 핸드오프의 초기에는 성능 차이가 거의 없지만 핸드오프가 반복될 수록 두 알고리즘의 성능 차이를 확인할 수 있다. 완전 경로 설정 방식은 핸드오프가 일어날 때마다 최적 경로를 설정하기 때문에 효율성은 이상적인 결과를 보여준다.

표 2. 망 이용 효율성

핸드오프 횟수	동적 경로 방식	Short search 방식	완전 경로 설정 방식
1번째	0.95990	0.95990	1
2번째	0.80118	0.80118	1
3번째	0.87681	0.87681	1
4번째	0.75410	0.76180	1
5번째	0.84673	0.86816	1
6번째	0.84825	0.87165	1
7번째	0.90294	0.92277	1
8번째	0.87844	0.92083	1
9번째	0.83127	0.86907	1
10번째	0.82884	0.86000	1



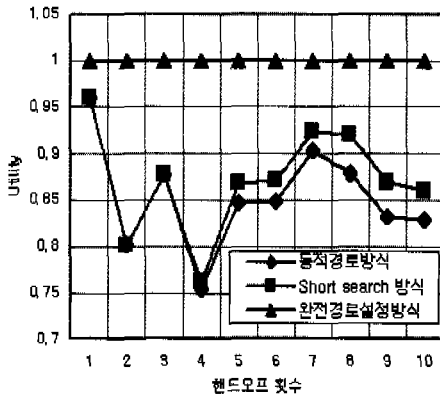


그림 6. 망 이용 효율성

핸드오프 지연은 완전 경로 설정 방식이 가장 길어 성능이 안 좋음을 보여준다. 반면에 표 3에서 보여지듯이 동적 경로 설정 방식이나 Short search COS 선택 알고리즘은 비슷한 지연성능을 가짐을 알 수 있다.

표 3. 핸드오프 지연

핸드오프 횟수	동적 경로 방식	Short search 방식	완전경로 설정방식
1번째	0.95990	0.95990	1
2번째	0.80118	0.80118	1
3번째	0.87681	0.87681	1
4번째	0.75410	0.76180	1
5번째	0.84673	0.86816	1
6번째	0.84825	0.87165	1
7번째	0.90294	0.92277	1
8번째	0.87844	0.92083	1
9번째	0.83127	0.86907	1
10번째	0.82884	0.86000	1

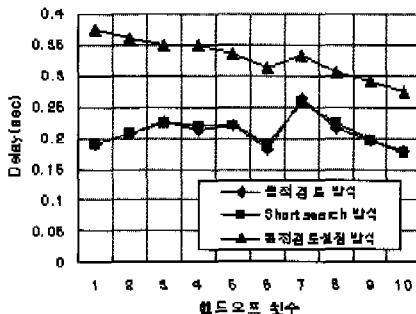


그림 7. 핸드오프 지연

그림 6과 그림 7의 그래프를 살펴볼 때 Short search COS 선택 알고리즘은 동적 경로 설정 방식에 비해 핸드오프 지연 성능은 비슷하면서 망 이용 효율성 성능이 개선되어 전체적으로 향상된 성능을 보여준다.

## VI. 결론

본 논문에서는 무선 ATM에서 핸드오프 기술 중에 하나인 COS 선택 알고리즘에 관해 새로운 알고리즘을 제안하였다. 제안하는 Short search COS 선택 알고리즘은 기존에 가장 많이 사용되던 동적 경로 알고리즘 방식에 비해서 망 이용 효율성 성능이 향상되었고, 그림에도 불구하고 핸드오프 지연 성능은 떨어지지 않아 전체적으로 향상된 성능을 보여주었다. Short search 알고리즘은 결과적으로 무선 ATM의 백본 망인 유선 망 자원의 효율성을 높여 주어 보다 많은 사용자를 수용할 수 있을 뿐만 아니라, 단말에서 기지국까지의 경로가 줄어드는 효과를 가져와 데이터를 전송하는데 걸리는 단대 단 전송지연을 감소시켰다. 이것은 서비스 이용자에게 기존 서비스보다 고품질의 서비스를 가능케 한다. 앞으로 네트워크의 노드수의 변화에 따른 알고리즘의 성능 분석을 통하여 제안한 알고리즘의 성능이 네트워크 환경의 변화에 따라 어떻게 변화하는지 좀 더 연구되어야 할 필요가 있다.

## 참고 문헌

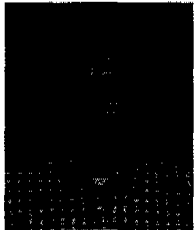
- [1] Bui A. J. Banh, Gary J. Anido, Eryk Dutkiewicz "Handover Re-routing Schemes for Connection Oriented Services in Mobile ATM networks" IEEE Infocom '98 Proceedings
- [2] E. Dijkstra, "A note on two problems in connexion with graphs." Numer Math., vol 1, pp.269-271, 1995
- [3] Matthew B. Doar, "A Better Model for Generating Test Networks" ftp://ftp.nexen.com/pub/papers
- [4] Ravi Raj Bhat, "Draft Baseline Text for Wireless ATM Capability Set 1 Specification" Wireless ATM Working Group Technical Committee
- [5] Chai-Keong Toh, "Performance Evaluation of Cross over Switch Discovery Algorithms for

Wireless ATM LANs” Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Communication (InfoCom '96), pages 1380-1387, March 1996.

- [6] C-K Toh. “A Handover Paradigm For Wireless ATM LANs”. Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing (SAC '96)
- [7] Sungmin Choe, Yongjin Kim, Kijoon Chae, Yongs ong Mun “Rerouting scheme for handoff in Wireless ATM” Electronics Letters 28th May 1998 Vol.34 No.11

고 성 범(Sung-Bum Ko)

준회원



1998년 2월 : 한양대학교  
전자 통신공학과 졸업  
2000년 2월 : 한양대학교  
전자통신공학과 석사  
2000년 1월~2001년 4월 :  
현대전자 통신부문

2001년 5월~현재 : (주)현대네트웍스 근무  
<주관심 분야> 초고속정보통신, 네트워크 시스템

정 재 일(Jae-II Jung)

정회원

한국통신학회 논문지 제23권 제3호 참조