

# Virtual Time-CSMA 프로토콜 기법을 이용한 이동통신 시스템의 handoff 방식

김태정, 한경숙

인하대학교 자동화공학과

A Handoff Method of Mobile Communication Systems  
Using Virtual Time-CSMA Protocol

Taejung Kim, kyungsook Han

Deptment of Automation Engineering, Inha University

## 요약

미래의 셀룰라 이동통신망은 멀티미디어 데이터 서비스를 제공하기 위해서 높은 대역폭이 필요하기 때문에 셀의 크기가 수십 미터 내외인 피코 셀 (pico cell)로 구성되는 피코 셀 망이 될 것이다. 이와 같은 피코 셀룰라 망에서는 이동통신자의 위치 변화에 따른 handoff 처리 회수가 상대적으로 증가하므로, handoff 처리로 인한 망부하가 늘어나고, handoff 처리 지연으로 인하여 사용자는 중단 없는 연결 서비스 (seamless connection service)를 받지 못 할 수도 있다. 본 논문은 VT-CSMA 방식을 응용한 기법을 새로운 handoff 방식으로 제안한다. 이 기법은, handoff에서 사용하고 있는 delay time을 virtual clock과 real clock의 2개의 clock을 갖도록 함으로써, 빠른 속도로 이동하는 호는 느린 속도로 이동하는 호보다 상대적으로 짧은 시간 내에 handoff가 처리되도록 한다. 모의실험 결과는 VT-CSMA 기법을 응용한 새로운 방식이 기존 CDMA방식에서 drop되는 호를 많이 줄이는 효과가 있음을 보인다.

## 1. 서론

이동통신은 사용자가 서비스를 받으면서 마음대로 셀간 이동을 할 수 있도록 사용자 이동성을 보장하여야 한다. 따라서 사용자의 위치가 고정된 고정 유선통신과는 달리, 사용자의 위치 변화에 대한 이동성 관리방법에 따라 망의 효율과 서비스의 질이 결정된다. 특히, 셀간 이동시 발생하는 handoff 처리가 이동성 관리의 핵심이기 때문에 handoff에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한 셀 크기가 수십km인 현재의 매크로 셀룰라 망과 더불어, 셀 크기가 수백m 또는 수십m 내외의 마이크로 셀 또는 피코 셀로 구성되는 셀룰라 망을 이용하여 증가된 이동통신 사용자에게 멀티미디어 데이터 서비스를 하게 될 것이다. 피코 셀룰라 망과 매크로 셀룰라 망 사이의 handoff를 비교하면, 피코 셀룰라 망에서 상대적으로 handoff의 요구를 많이 한다. 이에 따라 망의 부하가 증가하여 셀룰라 망의 효율은 떨어지고 handoff 처리 지연에 따른 빈번한 서비스 중단이 있을 수 있다.

현재 CDMA 시스템에서 사용하고 있는 handoff 방식은 미국의 Qualcomm사가 제정한 IS-95 방식에 기반한 것으로 그 과정은 다음과 같다.

1. 이동국은 계속해서 현재의 피아롯을 모니터링 하면서 세기를 측정한다.
2. 이동국에서 어떤 임계치 이하로 파일롯이 검출될 때 (이웃한 셀에서의 파일롯이 더 강할 때) 기지국으로 메시지

를 전송한다.

3. 기지국에서는 타이머를 작동시킨다.
4. 타이머 (통상 5초)가 끝날 때까지 이웃 기지국의 파일롯이 강하면 제어국은 새로운 채널을 이동국에게 부여한다.
5. 이동국은 handoff 종료 메시지를 기지국으로 전송한다.

그러나 IS-95 방법은 이동국이 고속으로 이동할 경우 메시지를 받지 못하여 호가 끊어지는 경우가 발생하며, 타이머를 짧게 맞추면 이동국이 셀 경계 지역을 이동할 때 불필요하게 handoff가 자주 발생하는 경우가 생기게 된다. 또한, handoff 도중에는 2개 이상의 기지국을 점유하게 되어 기지국의 용량이 줄어들게 된다.

이 문제를 해결하는 방법으로 handoff timer의 적당 시간을 현재 방식처럼 고정하는 것이 아니라 이동국의 속도에 따라 빈하게 할 수 있다. 즉 이동국의 속도가 빠른 경우 virtual clock의 값을 증기 시켜 빠른 시간에 handoff가 일어날 수 있도록 하고, 이동국의 속도가 느린 경우에는 통상적인 handoff보다 virtual clock을 느리게 하여 최대한 handoff의 발생 회수를 줄이도록 하는 것이다. virtual clock이란 본래 실시간 통신 프로토콜인 VT-CSMA에서 비롯된 개념이다. 네트워크에 연결되어 있는 각 노드마다 두 가지 종류의 clock을 사용한다. real clock은 노드의 실질적인 시간을 제공해 주고 다른 clock은 가상적인 시간을 제공해 주는 clock이다. 이 virtual

clock은 네트워크가 어떤 노드에 의하여 점유되어 사용중일 때는 멈추며, 성공적인 메시지의 전송 후 또는 충돌 현상의 처리 후 네트워크가 다시 휴지 상태로 되면 동작하는 특성이 있다.

본 논문은 VT-CSMA의 virtual clock과 real clock을 handoff 처리에서의 delay time에 적용하는 새로운 방식을 소개하고, 이를 모의실험한 결과를 논한다.

## 2. 성능 비교 실험

### 2.1 성능 분석 parameter

이동 통신에서 handoff의 효율성은 많은 요소들에 의하여 영향을 받는다. 그러므로 handoff의 효율성을 증대하기 위해서는 관련 요소들에 대한 분석이 이루어져야 하고, 이러한 요소들간의 상관관계 파악은 더 나은 알고리즘의 개발을 가능하게 한다.

모의실험에서 사용자가 지정할 수 있는 파라미터는 handoff방식 (IS-95 CDMA 방식과 VT-CSMA 방식), 통신 분포, handoff delay time, 이동국의 종류와 비율 (보행자 호와 차량이동 호), 모의실험 기간, active set size, 호 발생률, 호 지속율, 이동국 속도, 기지국 용량 등이다.

### 2.2 VT-CSMA 기법의 이동통신 시스템의 적용

VT-CSMA 기법은 다음 기준에 따라 적용한다.

1. handoff 타이머의 시간은 정상적으로 두고 virtual clock의 시간을 이동국의 속도에 따라서 변경한다.
2. 이동국의 속도 측정은 매 1초마다 측정하는 파일롯이 크기를 이용한다.
3. 파일롯의 크기는 이동국과 기지국사이의 거리의 4승에 비례하는 것으로 한다. 이것으로부터 이동국과 기지국사이의 거리는 파일롯의 크기의 4승에 반비례한다.

$$Pf = \alpha(Pbs - Pmb)^4 \quad (\text{식 1})$$

Pf = 파일롯의 세기

Pbs = 기지국의 좌표

Pmb = 이동국의 좌표

$\alpha$  = 비례상수

위 식은 다시 쓰면  $(Pbs - Pmb) = (Pf/\alpha)^{1/4}$  이 된다.

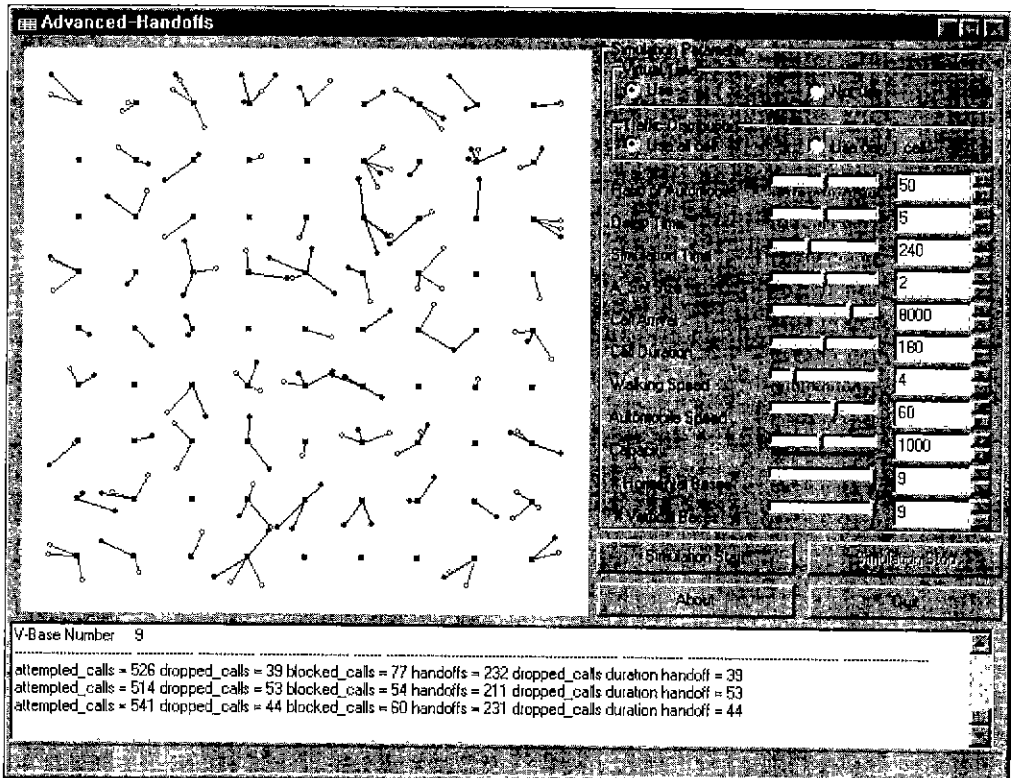
4. virtual clock은 이동국의 속도에 비례한다

$$Vc = \alpha(Pmb_n - Pmb_{(n-1)}) \quad (\text{식 2})$$

$b_n$  = 시간 n에서의 기지국의 좌표

### 2.3 VT-CSMA 기법의 변형

이동국의 속도가 느리면 handoff 중에 양쪽 기지국을 점유하고 있는 시간이 불필요하게 길어지는 단점을 가지게 된다. 이것을 해결하는 방법으로 handoff 진행시 delay time이 5초 이상인 경우 3초 동안은 이동국이 기존의 기지국만을 점유하게 한다.



■. base station, ○: walking mobile station, ●: automobile mobile station

그림 1. Windows 95환경에서의 모의 실험 과정

handoff 도중에 이동국이 빨리 이동하면서 양쪽 기지국의 경계선에서 이동하는 경우 불필요한 handoff를 방지하기 위하여, 이동국이 handoff를 했을 경우 이전 기지국의 위치를 기억하고 있다가 속도가 빠른 이동국이 real clock보다 빨리 다시 이전 기지국으로 이동할 경우 virtual time으로 handoff를 시키는 것이 아니라 real clock이 delay time이 될 때까지 기다렸다가 handoff를 시킨다.

### 3. 모의실험 결과

본 논문에서 제안하는 방식을 모의 실험하는 프로그램은 windows 95 환경에서 Borland C++ Builder 언어로 구현하였다. 프로그램의 사용자는 앞에서 언급한 handoff에 영향을 주는 파라미터들을 설정할 수 있고, 각 파라미터들의 상관관계를 자동적으로 분석이 가능하도록 한다 (그림 1 참조).

실험 결과 VT-CSMA 방식을 사용하였을 때 기존 CDMA 시스템보다 drop된 호출 많이 줄일 수 있었으며 (그림 2 참조), block된 호출 경우에는 두 시스템이 거의 변화가 없었다 (그림 3 참조). 다만, handoff의 경우에는 VT-CSMA 방식이 많은 drop되는 호출을 서비스할 수 있어 반대 급부로 handoff의 회수가 증가하였다 (그림 4 참조).

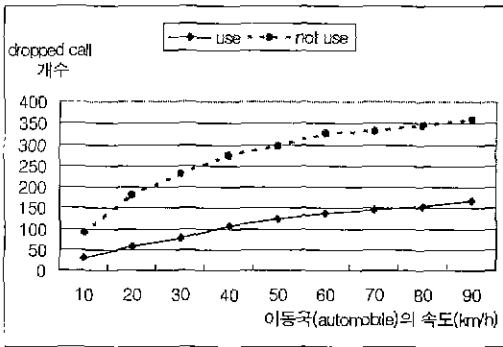


그림 2. virtual time 사용 유무와 이동국 속도 변화에 따른 drop된 호출의 개수 비교

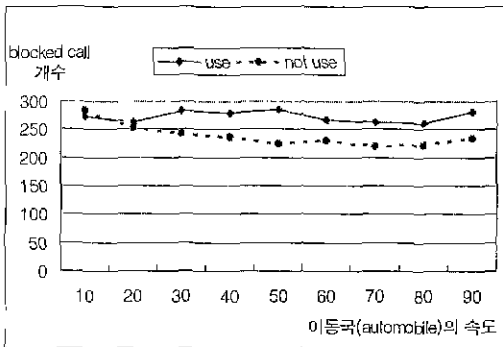


그림 3. virtual time 사용 유무와 이동국 속도 변화에 따른 block된 호출의 개수 비교

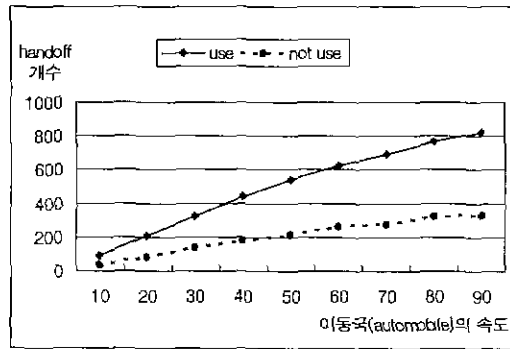


그림 4. virtual time 사용 유무와 이동국 속도 변화에 따른 handoff 발생 개수 비교

### 4. 결론 및 향후 연구

본 논문은 VT-CSMA 프로토콜의 virtual clock과 real clock을 handoff 처리의 delay time에 적용하는 새로운 방식을 제안하였다. 모의실험 결과 새로운 방식은 기존의 CDMA 방식에서 drop되는 호출 현저히 줄이나, handoff의 회수는 증가하는 효과를 보였다.

3차원인 이동 통신의 실제 환경을 2차원에서 모의 실험하는 것의 장점은 무엇보다도 모델 설정과 구현 과정이 간단하다는 것이다. 그러나 마이크로 셀 또는 피코 셀 환경을 가정하는 모의실험에서는, 동일한 2차원 좌표로 나타내어 지는 서로 다른 이동국들을 구별해야 할 필요 때문에 (가령, 같은 건물의 서로 다른 층에서 사용 중인 이동국들) 보다 정확한 성능 분석을 위해서 3차원 모의실험이 필요하며, 3차원 모의실험을 위한 연구가 현재 진행중이다.

### 참고 문헌

1. Wei Zhao, Krithi Ramamritham, "Virtual Time CSMA Protocols for Hard Real-time Communication," *IEEE Transactions on Software Engineering*, August 1987.
2. Gregory P. Pollini, "Trends in Handover Design," *IEEE Communication Magazine*, March 1996.
3. E. Del Re, "Handover and Dynamic Channel Allocation Techniques in Mobile Cellular Networks," *IEEE Transaction on Vehicular Technology*, May 1995.
4. 이 정배, 박 용진 "강 실시간 통신을 위한 가상클럭 - CSMA 프로토콜," 한국 정보과학회 논문지, 제 21권, 제 4호, 1994년 4월.
5. 김 병구, 이 성원, 조 동호 "DS/CDMA셀룰라 시스템의 효율적인 데이터 서비스를 위한 전송 오류율 수준 기반의 트래픽 제어 기법," 한국 정보과학회 논문지, 제 24호, 제 7호, 1997년 7월.
6. 전 형구, 권 수근, 김 경호, 강 창언 "CDMA 셀룰라 시스템에서 이동국의 진행방향을 고려한 핸드오프의 호 제어 방식," 한국 통신학회 논문지, 제 23호 제 3호, 1998년 3월.