

# 멀티미디어 서비스 제공을 위한 핸드오프 알고리즘

고승천\*

\*문엔지니어링(주) 정보통신사업본부

e-mail:shine2@orgio.net

## A Handoff Algorithm for Multimedia Service

Seoung-chon Koh\*

\*Dept of Information & Communication

### 요 약

본 논문은 무선통신망 환경에서 이동체(Mobile Node)에 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 효율적인 핸드오프 알고리즘에 관한 연구로서 QoS에 미치는 영향이 큰 요소들에 대해 분석하고 이를 기반으로 효율적인 핸드오프 방안을 제시한다. 이를 위해 QoS와 밀접한 관련이 있는 이동체의 속도에 따른 핸드오프 호의 실패율(Blocking Rate)을 분석하였다. 또한 현재 각 이동통신 서비스 업체들이 제공 중인 인구밀집지역에서의 무선 멀티미디어 서비스를 가정하여 피코셀(Pico Cell) 환경에서 멀티캐스트 그룹설정에 따른 핸드오프 호의 실패율을 분석하였으며, 이를 기반으로 무선통신망에서 향상된 QoS를 제공할 수 있는 핸드오프 방안을 제시하였다.

### 1. 서론

이동통신 환경에서 이동체를 대상으로 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 표준화가 여러 단체를 중심으로 진행되고 있다. 이동통신업계는 3GPP, 3GPP2를 기준으로 이동 중에도 2Mbps의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 표준화가 진행 중이며, 네트워킹업계는 IETF와 ITU-T를 중심으로 표준화를 진행하여 현재 최대 54Mbps급의 서비스를 제공 중이며 미정인 부분에 대한 표준화가 진행 중이다. 이와 같은 일련의 표준화 과정에서 핸드오프와 위치 관리 기법은 이동체와의 지속적인 회선구성을 위한 중요한 기술들이다.

핸드오프는 이동중인 사용자가 현재의 서비스지역의 셀에서 다른 서비스 지역의 셀로 이동하면서 중단 없는 서비스 제공을 위해 수행되는 기법이다. 광대역의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서는 셀의 크기를 작게 하여 가용 용량을 증가시켜야 하므로 셀의 크기는 50m ~ 500m 사이가 적당하다. 그러나 기지국의 서비스 반경이 줄어들수록 핸드오프

요구 수는 증가하게 되고, 이에 따라 핸드오프 실패로 인한 전체적인 QoS(Quality of Service)가 저하될 수 있다. 핸드오프를 결정하는 중요한 요소로 이동체의 속도와 셀의 크기, 데이터의 특성 등을 들 수 있다. 또한 이동체의 이동방향에 따라 적절한 멀티캐스트 그룹을 설정하여 호의 단절을 최소화 하여야 한다. 이동통신망에서 이러한 특성들을 고려한 연구동향을 살펴보면, 먼저 이동체의 속도를 고려한 핸드오프의 경우, 다중계층 셀에서 이동체의 속도에 따라 각 계층의 셀에 호를 분산 할당하는 기법이 있다. 이 방법은 이동체의 속도에 비례해서 할당하는 셀의 크기를 크게 함으로서 빠른 이동 속도로 인한 잦은 핸드오프 요구를 줄이는 장점이 있다. 또한 사용자의 이동 속도에 따라 핸드오프를 결정하는 파라미터(T\_ADD, T\_DROP)들을 가변적으로 적용하여 핸드오프 요구 횟수를 줄이는 방법도 있다[1]-[5].

본 논문은 2장에서 이동체의 속도에 따른 핸드오프 블러킹율을 분석하고 3장에서 피코 셀 환경에서 멀티캐스트로 인한 오버헤드와 핸드오프 블러킹율에

대하여 분석한 후 4장의 결론으로 구성되었다.

## 2. 이동체의 속도에 따른 핸드오프 성능분석

일반적으로 멀티미디어 서비스는 협대역에서 광대역의 각기 다른 대역폭과 각각의 시간적 특성을 가지고 있다. 이러한 데이터들을 효율적으로 서비스하기 위하여 데이터의 다양한 특성을 고려한 핸드오프 알고리즘이 제안되었다. 첫째, 데이터의 특성을 고려한 핸드오프 알고리즘은 광대역/실시간성의 데이터에 대하여 핸드오프 우선순위를 부여하는 알고리즘으로써 이동속도의 증가에 따라 과도한 핸드오프 요구가 발생할 소지가 있으므로 이에 대한 대비가 필요하다. 둘째, 이동체의 속도를 고려한 핸드오프 알고리즘은 기존 음성전용망에서는 유용하나 협대역에서 광대역에 이르는 다양한 특성의 멀티미디어 서비스를 제공하는데 있어서는 효율적이지 못하다. 최근에는 이러한 다양한 특성을 종합적으로 고려한 알고리즘들이 제안되었으나 핸드오프의 특성상 이동체의 이동속도가 빠르게 변화하는 상황에 대한 적절한 대응은 쉽지 않다. 예를 들어 정지한 상태에서 실시간의 멀티미디어 서비스를 피코 셀에서 제공받던 사용자가 버스나 승용차 등에 탑승해서도 지속적인 서비스를 받게 될 경우 핸드오프 요구 발생율은 급증하게 되고 이로 인한 호 drop이 발생할 가능성이 커지므로 만족스러운 QoS를 제공할 수 없게 된다.

2장에서는 이동속도에 따른 핸드오프 호의 블러킹율을 분석하기 위해 셀의 구성을 피코/마이크로/매크로의 다중계층 셀로 가정하고 데이터를 실시간 서비스와 비 실시간 서비스로 구분하고, 이를 다시 대역폭에 따라 3개의 등급으로 분류하였다. Class I과 Class II에 해당하는 핸드오프가 동시에 발생하는 경우 우선적으로 Class I에 채널을 할당하고 각 데이터의 대역폭에 따라 할당되는 초기 셀의 크기를 매크로/마이크로/피코의 순으로 결정한다. 즉, 다음 표와 같이 분류하였다.

구분	서비스유형	req_BW	class	등급
Real Time	음성(전화 등)	32Kbps 이하	I	①
	영상(화상회의 등)	256~640Kbps		②
	대용량(VOD 등)	1~10Mbps		③
Non Real Time	Fax, email 등	5~20Kbps	II	①
	Rlogin 등	64~512Kbps		②
	FTP 등	1~10Mbps		③

<표1> 데이터 특성에 따른 서비스 분류

이동속도에 따른 핸드오프 블러킹율을 측정하기

위해 본 논문에서는 사용자의 이동속도와 요구 대역폭, 그리고 이동속도의 변화를 고려한 알고리즘을 사용하였다. 핸드오프 호가 블러킹되는 경우는 큐의 용량을  $Q_{max}$ 라 할 때  $Q_{max}$ 가 모두 사용중 일 때 발생하는 호의 경우와 큐에 대기중인 호가 핸드오프 임계시간을 초과하는 경우에만 블러킹된다. 또한 핸드오프 임계시간을  $H_{th}(k)$ 라 하고 QoS를 만족하기 위한 트래픽의 요구 대역폭을  $req\_BW$ 라 하며, 핸드오프를 요구할 때까지의 사용자의 속도변화에 관한 이동성을  $V_{var}(k)$ 라 할 때 큐에서의 핸드오프 우선순위  $H_{pri}(k)$ 는 다음 식 (1)에 의해 구한다

$$H_{pri}(k) = \max(1/H_{th}(k) \times V_{var}(k)) \quad (1)$$

$$(0 \leq k \leq Q_{max})$$

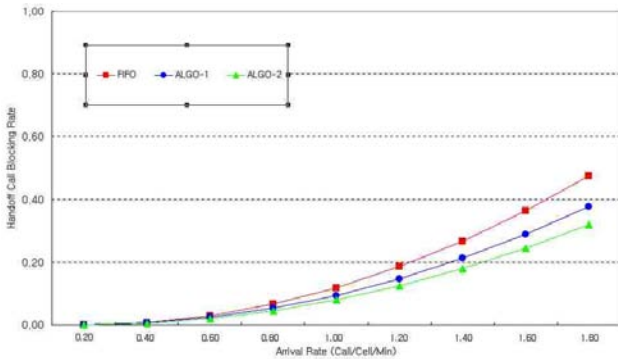
이때,  $V_{var}(k)$ 는 초기에 측정된 속도에 의한 핸드오프 임계시간을 1이라 할 때 이에 대한 변화율이다. 언급한 핸드오프 알고리즘은 다음과 같은 과정으로 처리된다.

1. while {Measurement( $req\_BW$ ,  $V_{current}$ ,  $H_{th}(k)$ )} until call\_end;
2. if ( $Avail\_BW > req\_BW$ ) alloc\_channel ;  
else Queueing(resort) ;  
if ( $H_{th}(k) < T_{delay\_in\_queue}$ ) blocking\_call ;
3. if ( channel is availability ) alloc\_channel ;  
else if ( req\_call is class\_II and Upper\_cell is available) alloc\_channel\_on\_Upper\_cell ;  
else go to 2 ;

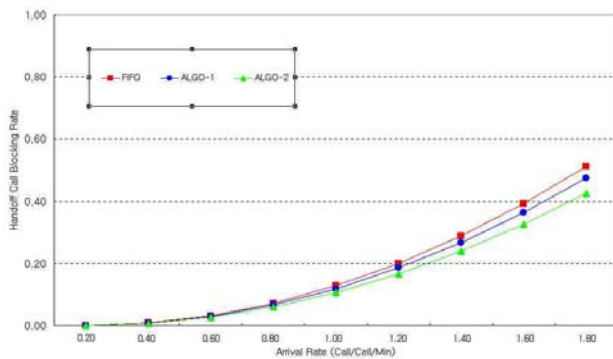
위 알고리즘 1에서는 호가 시작되어 종료될 때까지 지속적으로 그 호의 특성을 조사한다. 그리고 2, 3에서는 여유 대역폭이 존재하면 즉시 채널을 할당하고 여유 대역폭이 존재하지 않으면 큐에 저장하여 우선순위 알고리즘에 따라 정렬한다. 이 상태에서 여유 채널이 발생하면 채널을 할당하고 비실시간 서비스의 경우 상위 셀에라도 여유 대역폭이 존재하면 상위 셀에 할당한다. 그러나 실시간 데이터는 특성상 상위 셀로의 핸드오프가 바람직하지 않다.

다음 그림은 언급한 알고리즘을 기반으로 시뮬레이션을 통해 얻은 각 셀에서의 핸드오프 블러킹율이다. 알고리즘은 I은 식 (1)에서 이동성에 관한 파라미터인  $V_{var}(k)$ 를 고려하지 않은 경우에 의한 결과이고 알고리즘 II는 식 (1)을 적용한 것으로서 FIFO(First In First Out)방식과 비교한 결과이다. 그림1 ~ 3에서 보여주듯 FIFO 방식에 비해 초기 이동성을 고려했을 경우에 블러킹율이 감소하였으며, 호가 종료될 때까지 지속적으로 이동성을 조사하여

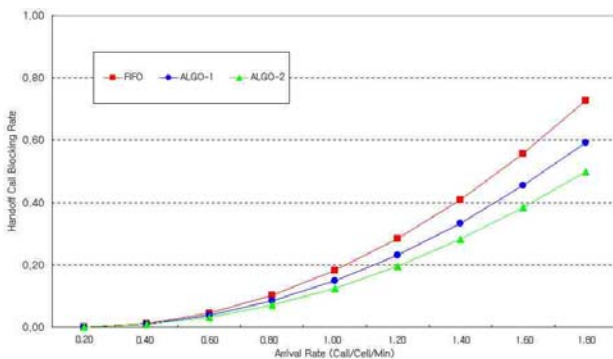
우선순위에 반영한 알고리즘이 가장 낮은 블러킹율을 보여주었다.



(그림 1) Blocking Rate in Macro Cell



(그림 2) Blocking Rate in Micro Cell



(그림 3) Blocking Rate in Pico Cell

### 3. 멀티캐스트 그룹에 따른 핸드오프 성능분석

현재 국내 이동통신 사업자들은 휴대 단말기를 이용한 멀티미디어 서비스를 인구 밀집지역에 대하여 우선적으로 시행하고 있으며 유선통신 사업자들도 캠퍼스 및 지하철을 비롯한 인구 밀집지역에서 802.11에 기반한 무선 인터넷 서비스를 제공하고 있다. 이러한 서비스를 제공하기 위한 셀의 크기로는 피코 셀이 적당하며 3장에서는 피코 셀 환경에서 멀티캐스트 그룹 설정 방식에 따른 핸드오프 블러킹율

을 도착율에 따른 관점에서 분석하였다.

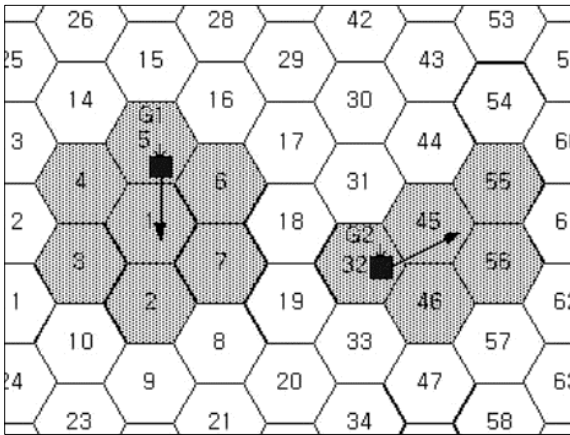
피코 셀 환경에서 적절한 QoS를 제공하기 위해서는 기존의 1 : 1 연결을 이용한 핸드오프 방법을 사용하기보다는 멀티캐스트를 이용한 핸드오프가 바람직하다[6].

멀티캐스트를 이용한 핸드오프 방법은 데이터를 핸드오프 전에 멀티캐스트 그룹에 속한 모든 멤버 기지국에 멀티캐스트 하는지 여부에 따라 크게 두 가지로 구분된다. 먼저 실제 멀티캐스트는 하지 않고 가상경로만 설정하는 핸드오프의 경우 기지국의 버퍼를 효율적으로 사용할 수 있고 경로 설정 시간을 줄일 수 있는 반면에 최적의 경로를 보장할 수 없고 가상경로를 통한 데이터의 전송 도중에 루트 노드의 라우팅 테이블이 변경되면 새로운 경로를 통해 이동체에 데이터가 전달되는 시간동안 서비스가 중단되는 단점이 있다. 두 번째 방법은 실제로 멀티캐스트 그룹에 속한 해당 기지국에 실제로 데이터를 멀티캐스트 하는 방법으로써 이동체가 현재 셀에 머무르는 동안 이동을 대비해서 인접 셀들에 현재 이동체가 수신중인 동일한 데이터를 전송하는 방법이다. 새 기지국에 핸드오프 처리를 요구하면 새 기지국은 멀티캐스트를 통해 미리 수신한 데이터를 이동체에 곧바로 전송하므로 연결 재설정에 따른 지연과 데이터 중계 지연으로 인한 서비스 중단 시간을 없앨 수 있으므로 실시간의 고품질 서비스를 제공할 수 있으나 멀티캐스트 그룹에 속한 모든 기지국은 동일한 데이터를 저장해야 하므로 시스템 자원의 이용측면에서 효율이 떨어지는 문제점이 발생한다.

멀티캐스트를 위한 오버헤드 용량은 멀티캐스트 그룹을 설정하는 방식에 따라 달라지며 단순 멀티캐스트의 경우 오버헤드는 다음 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{Buffer\_Overhead} = \text{req\_BW} \times G_{no} \times H_n \quad (2)$$

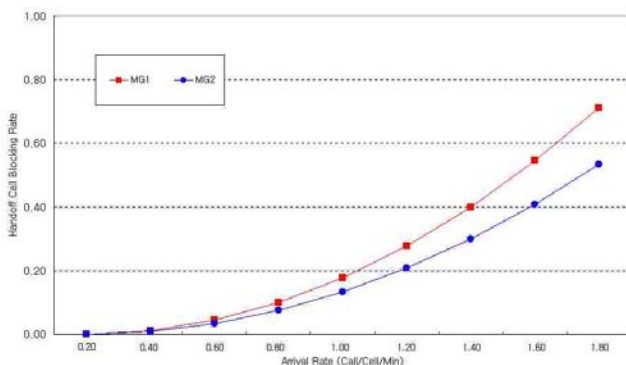
즉, 호의 대역폭(req\_BW)과 멀티캐스트 대상 기지국 수( $G_{no}$ )와 핸드오프 발생 수를 곱한 것( $H_n$ )으로 볼 수 있다. 다음 그림 4는 핸드오프 그룹 설정을 예시한 그림으로써 멀티캐스트 그룹 G1은 {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}의 셀로 구성되고 그룹 G2는 {32, 45, 46, 55, 56}의 셀로 구성되어 있다. G1은 이동방향에 대한 예측을 하지 않고 인접 셀들을 멀티캐스트 방법으로 설정한 방법이며, G2는 이동방향을 예측하여 멀티캐스트 그룹을 설정한 방법이다. 이처럼 멀티캐스트 구성방식에 따라 시스템 자원의 사용 효율과 핸드오프 블러킹율 및 QoS가 달라진다.



(그림 4) Multicast Grouping

3장에서 블러킹율을 분석하기 위한 시뮬레이션 환경은 다음과 같다. 먼저 데이터의 특성은 2장과 동일하며 셀의 구조는 평면구조의 피코 셀로 가정한다. 멀티캐스트 그룹 구성은 그림 4와 같이 두 가지 방식으로 구성하며 이동방향은 4개의 방향 중 임의의 직선방향으로 진행한다. 또한 이동체는 각 셀에서 균일하게 분포하고 피코 셀의 크기는 50m로 설정한다. 이러한 조건에서 호는 설정된 비율에 따라 무작위로 발생시키고 최종적으로 호의 도착율을 일정한 비율로 증가시키면서 성능을 평가한다.

다음 그림 5는 위의 환경에서 인접 셀을 멀티캐스트 그룹으로 설정한 경우(MG1)와 이동체의 방향성에 따른 멀티캐스트 그룹을 설정한 경우(MG2)의 핸드오프 호의 블러킹율로써 이동체의 이동방향을 고려하여 멀티캐스트 그룹을 설정하는 것이 향상된 핸드오프 처리율을 수행하는 것을 알 수 있다.



(그림 5) Blocking Rate by Arrival Rate

#### 4. 결론

본 논문에서는 이동통신망에서 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 핸드오프 알고리즘에 대하여 이동체의 이동성과 멀티캐스트 그룹설정 방식에 따른 핸드오프 호의 블러킹율을 분석하였다. 2장과 3장의

실험결과에서 보여주듯 이동체의 이동성을 고려하고 멀티캐스트 그룹을 효과적으로 구성함으로써 핸드오프 블러킹율을 낮추고 향상된 QoS를 제공할 수 있었다. 따라서 이동통신 환경에서 중단 없는 고품질의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서는 논문에서 기술한 이동성과 멀티캐스트 그룹 설정방식 외에도 이동체의 이동성에 대한 적절한 확률모델의 개발과 다양한 요인이 종합적으로 고려된 알고리즘을 적용하여야 한다. 또한 이러한 결과는 대부분의 셀룰라 무선통신망에 적용이 가능하나 무선랜을 비롯한 다른 환경에 적용할 경우 각각의 프로토콜의 특성에 맞게 보완하여야 한다. 즉, TCP/IP의 경우 패킷의 응답시간과 오류에 따른 재전송 등을 고려하지 않을 경우 적용이 어려우므로 각 프로토콜의 특성을 분석하여 해당 프로토콜의 특성에 맞는 파라미터를 설정하여 적용하여야 한다.

#### 참고문헌

- [1] M. Tamura, T. Sato, H. Nakamura, "Hand-over Control in an ATM-based Mobile Communication Network," The 4th International workshop on Mobile Communication, pp.439-442, 1997.
- [2] G. P. Pollini, "Trends in Handover Design," IEEE Communication Magazine, pp.82-90, 1996.
- [3] C. W. Sung, W. S. Wong, "User Speed Estimation and Dynamic Channel Allocation in Hierarchical Cellular System," IEEE VTC'94, pp.91-95, 1994.
- [4] W. Zhuang, K.C. Chua, S.M. Jiang, "Measurement-based Dynamic Reservation Scheme for Handoff in Mobile Multimedia Networks," ICUPC'98, pp.311-315, 1998.
- [5] B. G. Marchent, M. Wilson, A. Rouz, "Support of Mobile Multimedia over Radio for a Range of QoS and Traffic Profiles," IEEE VTC'99, pp.1540-1544, 1999.
- [6] Hidetoshi Yokota, Akira Idoue, Toru Hasegawa, Toshihiko Kato, "Fast Handoff Method for Mobile IP over Wireless LAN," IEICE TRANS. COMMUN., Vol.E58-B, No.10, pp.2108-2116, 2002.