

# 핸드오프 영역을 이용한 CDMA 셀룰러환경에서의 핸드오프를

우매리\* 김수정\*\* 장우석\* 김종근\*

영남대학교 컴퓨터공학과\*

경동정보대학교 사무자동화과\*\*

mrwu@nety.yeungnam.ac.kr sjkim@serve.kyungdong-c.ac.kr wschang@nety.yeungnam.ac.kr  
cgkim@ynuucc.yeungnam.ac.kr

## A Handoff rate in the CDMA cellular system depending on MS' speed

Meri Wu\* Soojeong Kim\*\* WooSuck Chang\* Chong-Gun Kim\*

Dept. of Computer Science, Yeungnam University\*,

Dept. of Internet Information, Kyungdong College of Techno-information\*

### 요약

본 논문에서는 CDMA 셀룰러 시스템에서 핸드오프율을 알기 위한 식을 유도하였다. 셀의 넓이를 육각형으로 모델링하고 셀을 삼각형으로 세분화함으로써, 핸드오프 영역을 간단히 공식화 하였고, 이 영역을 이용하여 한 셀 내에 발생하는 핸드오프 확률과 핸드오프 호수를 구하였다.

## 1. 서론

이동통신 사용자의 인구가 폭발적으로 증가함에 따라, 시스템의 성능향상을 위해 셀 크기가 소형화 되고 있는 시점에서 핸드오프 발생은 이동통신 시스템의 성능에 매우 큰 영향을 미친다.

사용자의 입장에서는 진행 중인 호에 대한 강제 종료는 새로운 호 시도에 대한 블러킹 보다 더 나쁜 영향을 미친다. 따라서, 핸드오프율은 이동통신 시스템에서 주된 평가 기준이다. 본 연구에서는 육각형 셀을 삼각형으로 분리하여 핸드오프 영역을 구하고 핸드오프 영역에서 발생하는 호를 영역을 이용하여 핸드오프 확률을 구하고, 핸드오프 호수를 구하였다.

## 2. 관련연구

통화 중 이동단말기가 현재 셀에서 다른 셀로 이동할 때, 이동단말기는 현재 셀의 기지국으로부터 받던 신호를 끊고 이동할 셀의 기지국으로부터 신호를 수신해야 한다. 이때, CDMA 셀룰러 시스템에서는 현재 셀로부터 신호를 끊기는 것 없이 즉, 일정 핸드오프 영역 내에서 'connection before break'가 가능하므로 통화중 소리의 단절 현상을 느끼지 않는다.

채널 수의 제약으로 인해, 이동국이 이동하고자 하는 셀의 기지국에 핸드오프 요구시에 사용할 수 있는 채널이 없으면 핸드오프호는 강제 종료 된다. 사용자의 입장에서는 새로운 호 시도에 대한 블러킹보다 통화중 연결이 끊기는 것이 서비스 측면에서 치명적이다. 따라서, 핸드

오프는 시스템 성능에 중요한 영향을 미친다. 실제 핸드오프율을 알면, 그에 따른 효율적인 채널할당이 가능하므로 핸드오프율에 대한 많은 연구가 진행중이다.[1]

## 3. 핸드오프 처리

셀룰러 방식의 이동통신 시스템은 하나의 고전력 전송기를 이용하여 넓은 지역을 지원하는 방식이 아닌 여러 개의 저전력 전송기를 통해서 서비스를 지원한다. 즉, 넓은 영역이 셀이라는 영역으로 분리되어, 서비스를 지원함으로써, 다른 셀에서 같은 주파수를 쓸 수 있다는 점을 이용하여, 주파수를 효율적으로 이용할 수 있게 된다. 이때, 이동단말기가 셀의 경계지점을 지나갈 때, 문제가 발생 할 수 있는데, 이것은 구 기지국과 통화중인 트래픽 채널을 끊고 이동할 기지국으로부터 새로운 트래픽 채널을 할당받는 핸드오프를 통해 해결된다. 셀룰러 시스템에서 사용하던 기존의 방식은 사용중인 트래픽 채널을 끊고, 새로운 트래픽 채널을 할당받는 'Break and Make'로써, 소리의 단절 현상을 느낄 수 있으며, 셀과 셀사이의 천이 지점에서 두 트래픽 채널 간에 평평 현상이 생길 수 있다. 그러나, 'Qualcomm'에서 제안한 소프트 핸드오프 방식은 'Make and Break'로써 이동국이 구 기지국과 신기지국 모두로부터 신호를 동시에 받아 품질이 더 나은 신호를 수신하고, 한 쪽의 신호세기가 임계값보다 떨어지면, 한 기지국의 트래픽 채널만 수신하므로, 이 단점을 보완 할 수 있다.[2]

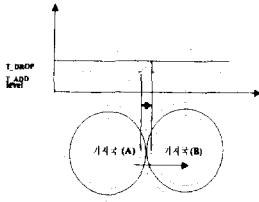


그림.1 소프트 핸드오프의 처리과정

이동단말기가 기지국(A)로부터 신호를 받는 셀에서 호가 발생 후 다른 셀로 이동하면서 호가 진행될 때의 소프트 핸드오프의 절차는 위의 그림과 같다. 다른 셀로부터 받는 신호가 임계치  $T\_ADD$  지점에 도달할 때, 기지국(A)와(B)는 교환국에 파일럿 세기 측정 메시지를 보내고 교환국은 기지국(B)에게 핸드오프 지시 메시지를 보낸다. 기지국(B)가 할당할 채널이 있을 경우에 이동단말기에게 채널을 할당한다. 이동국이 받는 기지국(A)로부터 받는 신호가 임계치  $T\_DROP$  이하로 떨어질 때, 기지국(A)와(B)는 파일럿 측정 메시지를 보내고 교환국은 기지국(A)에게 핸드오프 지시 메시지를 보낸다. 메시지를 수신하면, 기지국(A)가 이동단말기에게 할당하던 채널을 끊는다.[2]

#### 4. 셀의모델과 핸드오프영역모델

각 기지국은 셀의 중심에 위치하고 셀의 영역은 이동국이 받는 신호세기에 의해 결정된다. 서비스 영역의 계산을 위해 다음 그림과 같이, 전 서비스 지역을 중심으로부터 한 꼭지점까지의 거리가 R인 정육각형 모양의 셀로 모델한다.

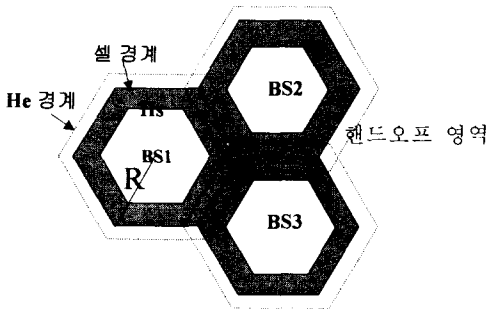


그림.2 셀룰러 시스템에서 셀의 모델

이동단말기의 이동할 기지국으로부터 받는 파일럿 신호가 ADD인 지점을 지날 때, 이동할 셀에 빈 채널이 있을 경우, 기지국으로부터 채널을 할당 받는다. 이때의 경계를 'Hs'라 한다. 이동단말기가 이동할 셀의 기지국으로부터 채널을 할당 받았다면, 현재 셀과 이동할 셀의 양 기지국으로부터 동시에 채널을 할당 받는다. 이동단말기가 이전 셀의 기지국으로부터 받는 파일럿 신호가 DROP이 되는 지점을 지날 때, 현재 셀로부터 받는 채널을 DROP되어 진다. 이때의 경계를 'He'라 한다.

한 개의 셀 내에서 발생하는 핸드오프호만을 고려할 때, 핸드오프

영역은 'Hs' 경계에서부터 셀 경계까지의 영역이다.

#### 5. 핸드오프 영역을 이용한 핸드오프확률과 호수

이동단말기가 'Hs' 경계를 지날 때, 신 기지국으로부터 처리에 의해 트래픽 채널을 할당 받고, 'He' 경계를 지날 때, 구 기지국으로부터 수신하던 채널의 연결은 해제 된다.

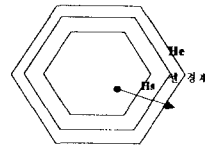


그림.3 이동국이 받는 신호에 따른 셀의 경계

계산상의 간단성을 위해서 한 개의 셀만 고려한다. 셀 내의 핸드오프 영역을 구하기 위해서, 삼각형의 반지름의 길이를 n등분하여 육각형 셀을 삼각형으로 나눈다. 이때, 핸드오프 영역은 셀 경계에 있는 삼각형들로 정의한다. 예를 들어, 그림.4 에서와 같이 육각형 셀을 삼각형의 한 변의 길이가 반지름의 4등분 한 길이로 세분할 때, 핸드오프 영역은 삼각형의 한 변의 길이가 R/4인 셀 경계의 삼각형들로 이루어진다.

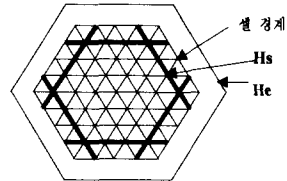


그림.4 핸드오프 영역을 구하기 위한 셀의 삼각형의 분리

일반화하여, 육각형 셀을 한 변의 길이가 R/n인 삼각형으로 나눌 때, 삼각형의 한변의길이는 R/n이고, 'Hs' 경계로부터 셀 경계까지의

거리는 삼각형의 높이는  $\frac{\sqrt{3}R}{2n}$  이다.

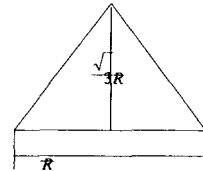


그림.5 한 개의 삼각형에 대한 높이

핸드오프 영역이 되는 삼각형의 갯수를 구하면, 다음과 같다. 육각형 한 셀을 한 변의 길이가 R/4인 삼각형으로 나눌 때의 그림. 4에서, 핸드오프 영역을 차지하는 삼각형의 갯수를 구할 때, 육각형 셀의 한 면을 구성하는 삼각형의 개수는 9이다. 이때, 각 면마다 중복되는 삼각형 2개를 빼면 7이다. 이것을 n에 대한 일반식으로 나타내면,  $(2n+1)-2=2n-1$ 이 된다. 육각형은 6면을 가지므로, 핸드오프 영역을 나타내는 삼각형의 갯수는 전체  $6 \times (2n-1)$ 이 된다.

셀 내의 핸드오프 영역을 구하기 위해, 삼각형 한 개의 넓이를 구하면,  
 $\frac{1}{2} \cdot R \cdot \frac{\sqrt{3}R}{2n} = \frac{\sqrt{3}R^2}{4n^2}$  이 되고, 육각형 셀 내의 핸드오프 영역이 되는 삼각형의 개수는  $6 \times (2n-1)$  이 되므로, 한 셀 내의 핸드오프 영역은  $6(2n-1) \cdot \frac{\sqrt{3}R^2}{4n^2}$  이다. ....(1)

한 셀 전체의 area를 구하면  $area = \frac{3\sqrt{3}R^2}{2}$  이므로, 핸드오프 호가 발생확률은

$$P = \frac{\text{핸드오프 영역의 넓이}}{\text{한 셀의 전체 넓이}} = \frac{6 \times (2n-1) \cdot \sqrt{3}R^2 / 4n^2}{3\sqrt{3}R^2 / 2} = \frac{2n-1}{n^2} \dots\dots(2)$$

이다. 이 때, 핸드오프호의 호수는 핸드오프 발생 확률과 호 밀도를 곱하여 다음 식과 같이 나타낸다.

$$\text{핸드오프 호수} = P \cdot \rho \dots\dots(3) \text{ 이다.}$$

( $\rho$  는 호수 /  $Km^2$  / sec)

### 6. 결과

핸드오프 영역에 따른 핸드오프 호수는 Table.1 에 나타낸다.

Table.1 핸드오프 영역에 따른 핸드오프 호수

n	1	2	3	4	5
P	1	0.75	0.56	0.44	0.36
n	6	7	8	9	10
P	0.3	0.27	0.23	0.21	0.19

$$(\rho = \text{호수} / km^2 / sec = 1)$$

육각형 셀을 삼각형을 등분한 정도에 따라 발생하는 핸드오프호수가 변한다. 핸드오프 영역이 커질수록 발생하는 핸드오프 호수가 많아진다. 핸드오프 영역을 삼각형으로 세분할 때, 삼각형의 한 변의 길이를 R에서 R/10 변화시키면서 적용하였다. 핸드오프 영역이 커질수록 발생하는 호수가 선형적으로 증가함을 보여준다.

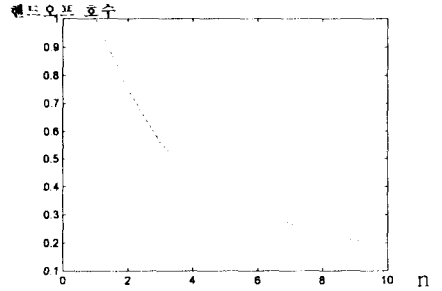


그림.6 핸드오프 영역에 따른 핸드오프 호수

### 7. 결론

초당 핸드오프 호수도 속도가 증가함에 따라 점차적으로 증가함을 보여 준다. 셀의 크기가 소형화 되고 있는 시점에서, 사용자는 핸드오프를 요구할 가능성이 매우 높아지고 있다. 또한 사용자의 입장에서 시도한 새로운 호가 블러킹되는 것 보다 통화중 연결이 끊기는 것은 치명적이다. 따라서, 핸드오프는 시스템 성능의 주된 평가 기준이다. 본 논문에서는 핸드오프 발생 확률을 구하기 위해서 핸드오프 영역 이용하였다. 육각형 셀을 삼각형으로 세분화 하여, 삼각형의 넓이를 이용하여 핸드오프 영역을 구하고, 전체 셀 영역 내 핸드오프 영역을 이용하여 핸드오프 확률을 공식화 하였다. 그리고, 핸드오프 호수는 핸드오프 확률과 호 밀도를 곱하여 간단히 구했다. 트래픽이 심한 지역에서의 핸드오프 호수는 호 밀도를 이용하여 조절 할 수 있다.

향후 연구로는 이동단말기가 움직이는 방향에 따라 실제로 핸드오프 호가 다른 셀로 이동하는 핸드오프율을 구하여 핸드오프영역에서 발생하는 호에 대해 실제로 핸드오프를 요구하는 호수를 구하고자 한다.

#### 참고문헌

- [1] Moo Ho Cho, Kwang-Sik Kim and Cheol-Hye Cho, "Analysis of soft handoff rate in DS-SS-CDMA cellular systems", 1997 IEEE 6th International Conference on Universal Personal Communications Record, pp. 235-238.
- [2] 이 동영, 이 철희, "Microcellular CDMA 시스템에서 핸드오프 채널 할당 기법의 성능 분석", 1997. 숭실대학교 대학원 전자계산학과 박사 학위 논문.
- [3] Samuel C. Yang, "CDMA RF SYSTEM ENGINEERING"
- [4] Moo Ho Cho, "Traffic modeling and performance analysis of softhandoff in a DS-SS-CDMA mobile communication system", 1997. 충북대학교 정보통신공학과 대학원 박사 학위 논문.
- [5] Gun Hee Kim, Myong-Soon Park. "A Prioritized Channel Assignment Algorithm for Handoff Call in Mobile Cellular Network", 2000, January 26-28 National Tsing-Hua Univ. Hsinchu, Taiwan, R.O.C.
- [6] Satoshi Ohahata, Shigetomo Kimura and Yoshihiko Ebihara, "Soft Handoff Method for Wireless Cellular Real-Time Communications in Mobile IP", 2000, January 26-28 National Tsing-Hua Univ. Hsinchu, Taiwan, R.O.C.