

이동국의 특성을 고려한 동적 핸드오프

Dynamic Handoff Control Methods Considering the Characteristics of Mobile Station

김재훈
한국전자통신연구원 위성관제시스템연구팀장

Jae-Hoon Kim
Projector Manager, Satellite Mission Control System Team, ETRI

오창석
충북대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부 교수

Chang-Suk Oh
Professor, School of Electrical & Computing Engineering, Chungbuk National University

중심어 : 이동국, 핸드오프, 동적핸드오프

요약

본 논문에서 제안하는 동적 핸드오프 제어 방법(Dynamic Handoff Control Scheme: DHCS)은 최적의 시점에 핸드오프 요구를 할 수 있도록 하기 위해 이동국(mobile station)의 속도를 측정하여 속도에 따른 핸드오프 요구 파일럿 세기(pilot strength)를 설정한다. 측정된 현재 기지국의 파일럿 세기가 핸드오프 요구 파일럿 세기보다 클 때, 즉 현재 기지국의 파일럿 세기가 충분히 커서 호가 절단될 가능성이 매우 낮다고 판단될 때 인접 기지국의 파일럿 세기가 일정한 값보다 크더라도 핸드오프 요구를 안 하도록 한다. 또한 기지국의 입장에서는 핸드오프 호기 새로운 호에 비하여 우선적으로 처리할 뿐 아니라, 이동국에서 주기적으로 보내오는 큐 대기 종료 시간을 기준으로 우선 순위를 결정하여 시급한 호에 대하여 우선적으로 처리하도록 하여 이동국에 가능한 한 중단 없는 서비스를 제공하여 QoS(Quality of Service)를 보장하도록 하였다.

Abstract

Dynamic Handoff Control Scheme (DHCS), which is proposed in this paper, suggests the method to request handoff at the optimal time. To accomplish this, DHCS measures the speed of the mobile station and sets the pilot strength for handoff request. When the pilot strength of the current base station is bigger than the pilot strength for handoff request, which means the pilot strength of the current base station is big enough so the possibility of the call to be disconnected is low, DHCS doesn't request for the handoff even though the pilot strength of the adjacent base station is bigger than the pilot strength of the current base station. DHCS guarantees the QoS (Quality of Service) by processing the handoff calls prior to new calls at the base station and providing continuous service for the mobile station by setting the priorities for the calls according to the queue waiting time transmitted from the mobile stations.

1. 서론

소프트핸드오프 방식은 통화의 끊김이 없이 지속적으로 서비스를 제공할 수 있는 장점이 있으나 동시에 두 개의 통신채널을 점유하므로 오랜 소프트핸드오프 상태에 있을 경우 시스템의 용량을 많이 차지하게되는 문제가 발생하며, 불필요한 소프트핸드오프가 빈번히 발생할 경우 많은 시스템 자원이 낭비되는 단점이 있다.

본 논문에서 제안한 동적 핸드오프 방법은 최적의 시점에 핸드오프 요구를 할 수 있도록 하기 위해 이동국의 속도를 측정하여 속도에 따라 핸드오프 요구 파일럿 세기를 설정한다. 측정된 현재 기지국의 파일럿 세기가 핸드오프 요구 파일럿

세기보다 클 때, 즉, 현재 기지국의 파일럿 세기가 충분히 커서 호가 절단될 가능성이 매우 낮다고 판단될 때 인접 기지국의 파일럿 세기가 일정한 값보다 크더라도 핸드오프 요구를 안 하도록 하였다. 또한 기지국의 입장에서는 핸드오프 호가 새로운 호에 비하여 우선적으로 처리할 뿐 아니라, 이동국에서 주기적으로 보내오는 큐 대기 종료 시간을 기준으로 우선 순위를 결정하여 시급한 호에 대하여 우선적으로 처리하도록 하였다.

기존 방법은 인접 기지국의 파일럿 세기가 일정한 값 보다 높게 검출되면 무조건 핸드오프를 요구하나, 동적 핸드오프 방법은 핸드오프 요구 파일럿 세기를 나타내는 파라미터를 설정하여 불필요한 핸드오프를 억제하도록 하였으며, 이동국의 특성에 상

관없이 기존 방법은 핸드오프를 처리하나, 제안한 방법은 이동국의 속도, 신호세기 등을 고려한 최적의 시점에 핸드오프가 이루어지도록 하였다. 또한 기존 방법은 핸드오프 호가 새롭게 시작하는 호보다 우선적으로 자원을 할당하였으나, 제안한 방법은 이와 같은 방법에 따른 우선적인 처리뿐만 아니라, 핸드오프 호들에 대해서도 이동국의 특성에 따라 큐 종료 시간이 가장 짧은 핸드오프 호에 대하여 가장 높은 우선순위를 주어 강제로 호가 종료되는 것을 최소화하였다.

본 논문에서 제안한 동적 핸드오프 방법에 대하여 설명하고, 기존 핸드오프 방법들과 시뮬레이션을 통해 성능을 비교 분석하였다.

II. 소프트핸드오프 방식

IS-95 규격을 근거로 하여 구현한 CDMA 셀룰라 시스템에서 소프트핸드오프 절차는 그림 1에서 보는바와 같다. 이동국이 기지국 A에서 기지국 B로 움직일 때 기지국 B의 파일럿 신호 세기가 T_ADD 보다 큰 경우 이동국은 신호세기 측정 메시지(Pilot Strength Measurement Message: PSMM)를 기지국에 전송한다. 기지국은 핸드오프 지시 메시지(Handoff Direction Message: HDM)를 통하여 이동국에 기지국 B의 트래픽 채널을 할당하고 기지국 B의 파일럿을 활성군에 포함시킬 것을 명령한다. 이때 이동국은 A와 B 두 기지국과 동시에 통화채널을 형성한다. 이동국이 점차 기지국 B에 가까워짐에 따라 기지국 A의 파일럿 신호의 세기가 T_DROP 이하로 떨어진다. 이 때 이동국은 타이머를 작동시켜 T_TDROP 초만큼 후에 기지국 A의 파일럿 세기를 측정한다. 기지국 A의 파일럿 세기가 여전히 T_DROP 이하로 떨어져있다면 기지국 A와의 통화채널을 해제하기 위해 기지국에 PSMM 메시지를 전송한다. PSMM 메시지를 수신한 기지국은 이동국에 HDM을 통하여 기지국 A와 통화중인 채널을 해제시키며 이 때 핸드오프가 종료된다.

만약 앞의 절차에서 이동국이 T_ADD 되는 시점에서 기지국 B의 트래픽 부하 및 채널 사정으로 핸드오프 서비스를 받지 못하는 경우 그림 1의 T_COMP 시점까지 핸드오프 서비스가 보류된다. T_COMP 시점은 인접 기지국의 파일럿 세기가 서비스 기지국의 파일럿 세기보다 T_COMP 이상이 되는 시점을 말한다. 핸드오프 서비스를 제공받지 못한 이동국이 T_COMP 지점으로 접근하는 동안 기지국 A와는 점점 멀어지므로 전파 환경이 열악해질 경우 호가 끊길 확률이 높아진다.

만약 T_COMP 시점에서도 핸드오프 서비스를 받지 못하는 경우 핸드오프 서비스 실패가 발생하며 기지국 A로부터의 신호가 약해질 경우 그 호는 중단된다[1].

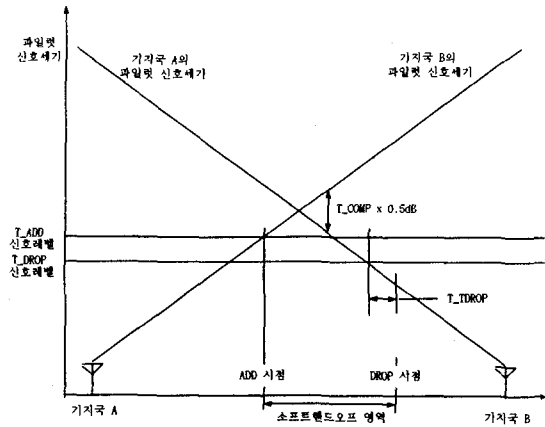


그림 1. IS-95 CDMA 셀룰라 시스템에서 핸드오프 영역

이와 같이 IS-95에 명시된 바에 따라 소프트핸드오프가 일어날 때, 즉 이동국이 어느 한 셀에서 인접 셀로 이동할 때, 셀 경계 지역에서 양쪽 기지국으로부터 할당받은 두개의 트래픽 채널을 동시에 사용하게 된다. 소프트핸드오프 시 이동국이 양쪽 기지국과 동시에 통화채널을 형성하므로 전파 환경이 보다 좋은 기지국의 전력제어를 받게 되고 양호한 통화품질을 유지할 수 있게 된다[2]. 그러나 이동국은 두개의 트래픽 채널을 점유하므로 트래픽 채널의 사용 효율이 떨어지는 단점도 가지고 있다.

III. 동적 핸드오프 제어 방법

본 논문에서 고려하는 망 구조는 그림 2와 같다. 이동통신 교환기는 기지국에서 착발신 되는 신호를 처리하며, 유선교환기와도 연결할 수 있는 기능을 가지고 있다. 기지국은 이동국이 제어국을 통해 이동통신교환기와 연결하는 기능을 제공하며, 이동국은 일반 가입자가 사용하는 것으로 무선송수신기, 안테나 및 제어장치로 구성되어 있다.

1. 기본 개념

셀이 중첩되는 부분에서 핸드오프를 요청하게되며, 이에 대한 처리가 이루어진다. 이때 이동국이 속한 기존 기지국의 파

일릿 세기가 호 절단이나 통화품질의 열화가 발생하지 않을 정도로 충분하다면 인접 기지국의 순방향 채널을 점유하여 귀중한 무선자원을 소비할 필요가 없도록 하기 위하여 기존 기지국의 파일럿이 충분히 세게 검출될 경우 이동국은 불필요한 핸드오프 요구를 하지 않도록 하는 방법 즉, 불필요한 핸드오프가 발생하는 것을 억제하여 시스템 용량을 크게 하는 효과를 제공하며, 최적의 시점에 핸드오프가 이루어지도록 한 이동국의 특성을 고려한 동적 핸드오프 제어 방법(Dynamic Handoff Control Scheme : DHCS)을 제안한다.

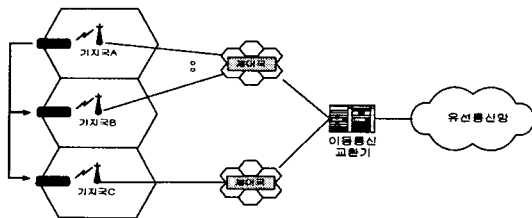


그림 2. 망 구성도

기존 핸드오프 방법들은 인접기지국의 파일럿 세기가 일정한 값(T_ADD) 이상이 되면 무조건 핸드오프를 요구하나, 본 논문에서 제안한 방법은 최적의 시점에 핸드오프 요구를 할 수 있도록 하기 위해 이동국의 속도를 측정하여 속도에 따른 핸드오프 요구 파일럿 세기를 설정(T_WHO)한다. 측정된 현재 기지국의 파일럿 세기가 핸드오프 요구 파일럿 세기보다 클 때 즉, 현재 기지국의 파일럿 세기가 충분히 커서 호가 절단될 가능성이 매우 낮다고 판단될 때 인접 기지국의 파일럿 세기가 일정한 값보다 크더라도 핸드오프 요구를 안 하도록 한다. 또한 기지국의 입장에서는 핸드오프 호가 새로운 호에 비하여 우선적으로 처리할 뿐 아니라, 이동국에서 주기적으로 보내오는 큐 대기 종료 시간을 기준으로 우선 순위를 결정하여 시급한 호에 대하여 우선적으로 처리하도록 하여 이동국에 가능한 한 중단 없는 서비스를 제공하여 QoS를 보장하도록 하였다.

2. 핸드오프 처리 절차

2.1. 이동국의 동작

1) 핸드오프 요청시점 및 관련 파라미터 값 설정

기존의 핸드오프 및 핸드오프 종료점을 나타내는 시점을 결정하는데 사용되는 파라미터인 T_ADD , T_DROP , T_COMP , T_TDROP 외에 새로운 파라미터인 T_WHO 를 사용한다.

T_WHO 는 T_ADD 보다 크거나 같은 값으로 설정된 파일럿 세기의 임계치로 사용된다. 이동국이 측정된 현재 기지국의 파일럿 세기가 T_WHO 보다 클 때, 즉 파일럿 세기가 충분히 커서 호가 절단될 확률이 매우 낮다고 판단될 때, 인접 기지국의 파일럿 측정값이 T_ADD 보다 크더라도 기지국에 핸드오프 요구를 하지 않도록 한다.

T_WHO 에 대한 값은 이동국마다 동일한 고정된 값이 아니라, 이동국의 속도 및 특성에 따라 서로 다른 값으로 설정한다. 이동국은 T_WHO 를 하나의 순방향 통화채널 만으로도 통화품질의 열화가 없을 거라 판단되는 정도의 파일럿 세기 값으로 설정한다.

T_WHO 에 대한 값을 정하기 위해서는 이동국의 속도에 대한 측정이 이루어져야 한다. 지금까지 문헌에 제안된 이동국의 속도측정 방법 [3][4]은 이동국이 수신한 기지국들의 신호 세기 등을 이용하여 이루어진다. 본 논문에서는 이동국의 속도 측정은 기존에 제안한 방법을 사용하는 것으로 가정한다.

일정한 시간동안 이동국의 평균 속도를 측정하여 T_WHO 값을 설정한다. 이동국이 빠른 속도로 움직이는 경우 T_WHO 값을 높게 설정하고, 느린 속도로 움직이는 경우 상대적으로 낮은 값을 설정한다. 이와 같이 이동국의 속도에 따라 T_WHO 값을 동적으로 설정하므로 이동국의 특성에 따라 핸드오프 요청 시점이 다르게 되며, 이동국의 상태에 따라 가장 적합한 시점에 핸드오프를 요구하게 된다. 이와 같은 방법으로 T_WHO 값을 설정하므로 속도가 빠른 이동국이 속도가 느린 이동국에 비하여 핸드오프 요청을 빠른 시점에 하게 된다. 속도가 느린 이동국에 대하여 파일럿 세기가 충분히 커서 호가 절단될 확률이 매우 낮은 상태를 계속적으로 유지하는 경우 조기에 핸드오프 요청을 하여 시스템 자원을 낭비하는 문제를 최소화하였다.

2) 이동국의 핸드오프 요청 알고리즘

이동국에서 파일럿 세기를 주기적으로 측정하여 T_ADD 보다 큰 경우 현재 이동국의 속도에 따른 T_WHO 값을 설정한다. 해당 기지국의 파일럿 세기가 T_WHO 값보다 작을 경우 측정된 인접 기지국 파일럿 세기가 해당 기지국 파일럿 세기와 T_COMP 를 더한 값과 비교하여 핸드오프 요청 여부를 결정하게 된다.

그림 3은 이동국이 인접 기지국의 파일럿을 감시하여 PSMM을 통해 기지국에 핸드오프를 요청하는 이동국의 핸드오프 요청 알고리즘에 대한 흐름도를 보여주고 있다.

2.2. 기지국의 동작

1) 새로운 서비스 호와 핸드오프 중인 호에 대한 우선순위

동일 기지국내에서 새로운 서비스 호 보다 핸드오프 중인 호에 대하여 우선권을 주어 핸드오프 호에 채널을 할당한다. 핸드오프를 요구한 호가 채널을 할당받지 못할 경우 큐에 저장되어, 큐에 핸드오프 호가 있는 상태에서 사용하던 채널이 반납이 되면, 큐에 대기 중인 핸드오프 호에게 우선적으로 채널을 할당한다.

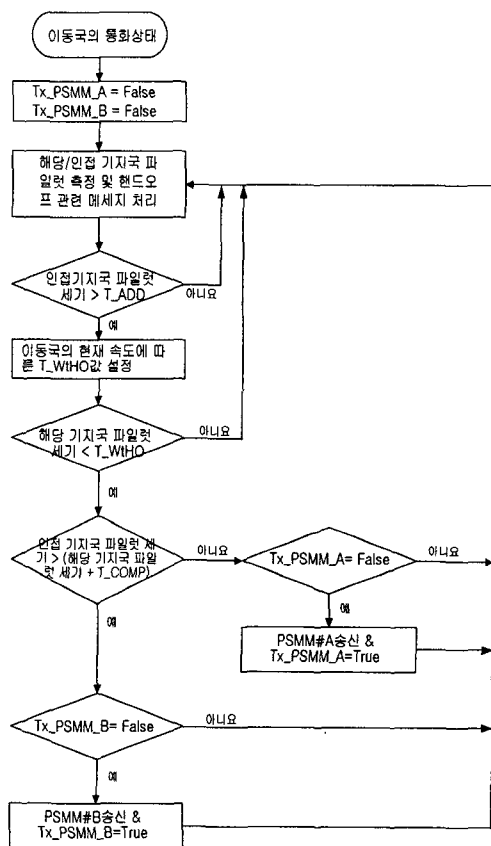


그림 3. 이동국의 핸드오프 요청 알고리즘의 흐름도

2) 큐에 대기중인 핸드오프 호의 처리 우선순위

FIFO(First-In First-Out) 방법[5]에서는 큐에 들어오는 순서대로 서비스 우선순위가 결정된다. MBPS(Measurement-Based Prioritized Scheme) 방법[6]에서는 이동국이 측정하여 보고한 기지국 신호의 수신세기에 따라서 서비스 우선순위가 결정된다. 즉, 기지국 신호의 수신세기가 가장 작은 핸드오프 호가 최고의 우선순위를 갖는다. 그러나 본 논문에서는 기지국 신호의 수신세기와 이동국의 이동 속도를 함께 고려하여 우선순

위를 결정한다. 이동국의 이동 속도를 고려하기 위하여 큐 대기 예상 종료 시간을 산정하여 복합적으로 우선순위를 결정한다.

일반적으로 이동국은 서비스 기지국으로부터 수신한 파일럿 신호의 평균 수신세기가 이동국의 복조기에서 허용하는 임계치 만큼 낮아질 때까지 큐에 대기할 수 있다. 큐 대기 시간은 이동국의 이동 속도에 의해 좌우된다. 고속으로 이동하는 이동국은 저속의 이동국에 비해서 RT(Receiver Threshold) 값에 빨리 도달하므로 짧은 시간 동안에 큐에 대기할 수 있다. 핸드오프 호의 큐 대기 종료 시간은 이동국이 초기 동기 과정에서 서비스 기지국의 싱크 채널로부터 제공받은 현재시간 정보와 서비스 기지국의 파일럿 신호의 평균 수신세기의 변화율을 이용하여 예측할 수 있다. 기지국은 그 값에 따라서 큐에 대기 중인 핸드오프 호의 우선 순위를 재조정한다.

3) 기지국의 처리 알고리즘

기지국에서의 처리 절차 중 새로운 호에 대한 처리 알고리즘은 그림 4에서 보는바와 같이 새로운 호는 사용 가능한 채널이 있다 하더라도 우선순위 큐에 핸드오프를 기다리는 호가 있는 경우 핸드오프 호에게 채널 사용에 대한 우선권을 주는 관례로 블러킹된다.

Processing_for_originating_call_in_base_station()

```

(
    RECEIVE Originating Call;
    IF Current_BS has available channel
    THEN (
        IF Handoff_call_waiting_queue is Empty
        THEN (
            ASSIGN Channel to Originating Call;
            DO (
                USING Assigned Channel;
                IF Call Close OR Handoff
                THEN BREAK;
            ) WHILE()
            RELEASE Channel;
        )
    )
    ELSE
        Call Blocking;
)
    
```

그림 4. 기지국에서 새로운 호에 대한 처리 알고리즘

핸드오프 호에 대한 처리 알고리즘은 그림 5와 같이 핸드오프 호가 도착했을 때 사용 가능한 채널이 없을 경우 핸드오프 호는 우선순위 큐에 저장된다. 우선순위 큐에 있는 핸드오프 호는 큐 종료 시간을 키로 하여 계속적으로 우선순위를 재조정하게 되는데, 큐 종료 시간이 가장 짧은 핸드오프 호가 가장 높은 우선순위를 부여받는다. 만일 핸드오프 호에게 큐 대기 종료 시간이 끝나도록 채널을 할당받지 못하면 핸드오프 호는 강제로 종료된다.

```

Processing_for_handoff_call_in_base_station()
{
    RECEIVE Handoff Call;
    IF Base Station has available channel
    THEN ASSIGN_CHANNEL();
    ELSE
    {
        INSERT Handoff_call_waiting_queue;
        DO
        {
            SORT Handoff_call_waiting_queue
                KEY = QueueWaitOutTime;
            IF QueueWaitOutTime is Over
            THEN Call Blocking;
            ELSE
            {
                IF Base Station has Available Channel
                THEN ASSIGN_CHANNEL();
            }
        } WHILE()
    }
}

ASSIGN_CHANNEL()
{
    ASSIGN Channel to Handoff Call;
    DO
    {
        USING Assigned Channel;
        IF Call Close OR Handoff
        THEN BREAK;
    } WHILE()
    RELEASE Channel;
}
    
```

그림 5. 기지국에서 핸드오프 호에 대한 처리 알고리즘

IV. 실험 및 결과 분석

본 논문에서 제안한 등적 핸드오프 제어 방법의 성능을 분석하기 위해 시뮬레이션 틀을 이용하여 제안한 방법과 기존의 핸드오프 방법들인 NPS(Non-Prioritized Scheme), FIFO 및 MBPS-2 방법들과 강제로 호가 종료될 확률, 새로운 호에 대한 블러킹 확률, 셀에서의 운반 트래픽 및 핸드오프에 사용되는 큐 크기 등의 파라미터에 대한 비교 분석을 통해 성능을 검증하였다.

1. 시뮬레이션 모델: 트래픽 모델

각 호는 포아송 형태로 도착하고 새로운 호들 λ_N 간의 도착 시간은 지수 분포의 특성을 갖는다.

$$f(\lambda_N) = \frac{1}{\lambda_N} e^{-\frac{\lambda_A}{\lambda_M}} \quad (1)$$

여기서 λ_M 은 호의 평균 도착 시간이다. 또한 각 네트워크에서 새롭게 시작되는 호들은 다음과 같은 지수 분포를 갖는다.

여기서 λ_D 는 평균 호 지속 시간이다.

$$f(\lambda_D) = \frac{1}{\lambda_{MD}} e^{-\frac{\lambda_D}{\lambda_{MD}}} \quad (2)$$

기지국에서 새로운 호에 대한 서비스 전에 핸드오프 중인 호에 대하여 우선 서비스를 제공한다.

2. 시뮬레이션 파라미터

제안된 핸드오프 처리 방법에 대한 성능을 검증하기 위하여 그림 6과 같이 19개의 셀로 이루어진 셀룰라 시스템을 구성하였다.

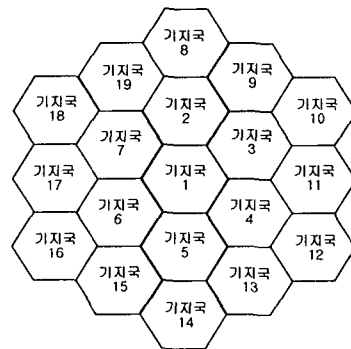


그림 6. 시뮬레이션을 위한 셀룰라 시스템 구성도

다음과 같은 시스템 모델 및 가정 하에서 시뮬레이션을 수행하였다.

- 새로운 호는 기지국 내부에서 균일하게 발생한다. 발생한 호의 지속 시간은 지수분포이며, 평균 지속시간은 120초이다.
- 새로운 호와 핸드오프 호의 평균 도착률은 λ 인 포아송 분포를 따르며, 새로운 호는 셀에서 서비스 중인 각 주파수 채널에 균등하게 할당된다.
- 각 기지국에는 50개의 트래픽 채널 자원이 있다.
- 셀의 반경은 R은 1Km 이다.
- 이동국의 속도와 방향은 각각 [0-80km/hr]와 [0, 2 π]내에 균일하게 분포하며, 서비스 중에는 속도와 방향이 변하지 않는다.
- 핸드오프 파라미터 T_ADD, T_DROP 및 T_TDROP 값은 각각 -14, -16 dB 및 5초이다.
- 핸드오프 호는 서비스 기지국의 신호세기가 -14dB가 될 때까지만 타깃 기지국의 큐에 대기할 수 있다.
- 핸드오프 요구한 이동국은 10초 주기로 기지국에 큐 대기 종료 시간을 갱신하여 보고한다.
- T_WHO는 이동국의 속도에 따라 다른 값을 취하며, T_ADD 보다 최소한 같거나 큰 값을 설정한다. 시뮬레이션을 간략화 하기 위해 3단계로 나누어 20Km 이하의 속도에 대해서는 T_ADD 값을 취하고, 21-40Km 사이의 속도에 대해서는 T_ADD+1, 41-60Km 사이의 속도에 대해서는 T_ADD+2, 61-80Km에 대해서는 T_ADD+3 그리고 81Km 이상의 속도에 대해서는 T_ADD+4의 값을 설정한다.

시뮬레이션을 통해 발생시킨 호의 수는 총 14만 호이다. 처음 1만 호 이후에 발생된 데이터를 유효한 데이터로 사용하였다.

3. 실험결과 분석

3.1. 강제 호 종료 확률

그림 7에서 보논바와 같이 20%의 핸드오프호가 발생하는 경우(제안한 방법은 20%가 핸드오프 영역에 있을 경우) 제안한 방법이 강제로 호가 종료될 확률을 감소시켰음을 볼 수 있다. 제안한 방법은 트래픽 양을 증가시킬수록 NPS와 FIFO 방법보다는 월등히 개선이 되었음을 볼 수 있다. NPS 방법의 강제 호 종료 확률은 트래픽 양이 많아 질 때 급격히 증가함

을 볼 수 있다. 제안한 방법, FIFO 및 MBPS-2 방법은 호가 증가하여도 2% 이하이며, 제안한 방법은 트래픽이 증가하여도 거의 0에 가깝다. CDMA 셀룰라 시스템에서 핸드오프 영역은 하드 핸드오프만을 지원하는 다른 셀룰라 시스템에 비해 훨씬 넓다. 따라서 CDMA 셀룰라 시스템에서 이동국의 큐에 대기할 수 있는 시간이 다른 시스템보다 길다. 그런 이유 때문에 핸드오프 호를 보호하기 위하여 큐를 사용하는 것이 사용하지 않는 것보다 훨씬 효과적이다. 제안한 방법이 MBPS-2 방법에 비해 낮은 핸드오프 호의 강제 종료 확률을 보여 우수한 것으로 나타났다. 트래픽 양이 많아질수록 MBPS-2 방법과 제안한 방법 사이의 강제로 호가 종료될 확률에 대한 차이는 많이 발생하고 있다. 특히 셀 반경을 적게 하였을 경우 이동국이 큐에 대기할 수 있는 시간이 적어 그 차이는 더 많을 것으로 보인다.

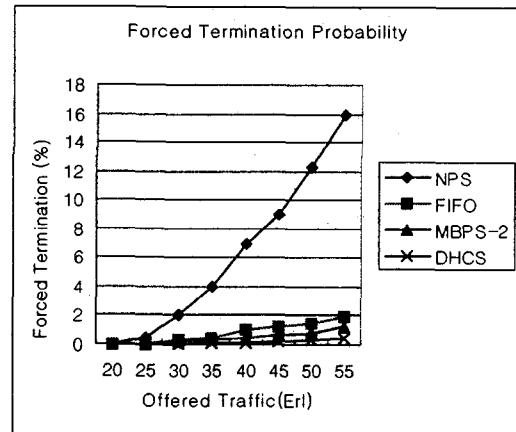


그림 7. 강제로 호가 종료될 확률(20% 핸드오프 영역)

3.2. 새로운 호에 대한 블러킹 확률

호의 50%가 핸드오프 영역에 있는 경우 제안한 방법은 그림 8에서 보논 바와 같이 NPS 방법보다 새로운 호에 대하여 더 많은 블러킹을 하는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 우선순위 큐에 저장되어있는 핸드오프 요구 호에 대하여 처리하고, 우선순위 큐에 핸드오프 요구 호가 없을 때 새로운 호에게 채널을 할당하기 때문에 발생한다. 그러나 제안한 방법은 FIFO나 MBPS-2 방법보다 새로운 호에 대한 블러킹이 적게 발생함을 확인하였다.

이와 같은 이유는 FIFO나 MBPS-2 방법은 이웃한 기지국의 신호레벨이 T_ADD 이상이 되는 시점부터 핸드오프를 요구하거나, 제안한 방법은 T_WHO 라는 파라미터를 사용하여 가능

한 한 최적의 시점에 핸드오프를 요구하여 핸드오프를 위한 채널 점유시간을 짧게 하여 결과적으로 시스템 용량을 늘리는 효과를 가져왔고, 신호세기와 이동국의 이동속도를 이용하여 핸드오프 후에 대한 우선 순위를 결정하므로 핸드오프를 위하여 큐에 대기하는 시간이 상대적으로 적기 때문인 것으로 분석되었다.

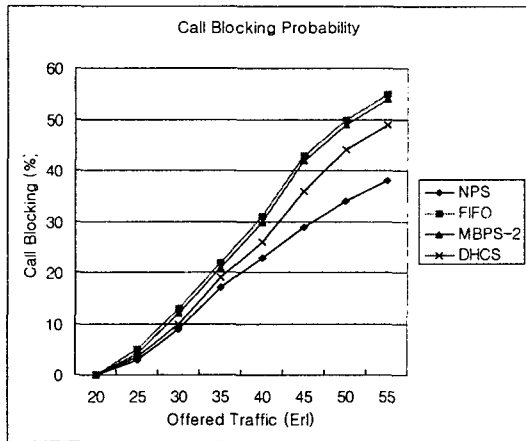


그림 8. 새로운 호에 대한 블러킹 확률(50% 핸드오프 영역)

3.3. 셀에서의 운반 트래픽

그림 9에서 보는 바와 같이 제안한 방법이 MBPS-2, FIFO 및 NPS 방법보다 운반 트래픽이 큰 것으로 나타나고 있다. 특정 셀에서 새로운 호 블러킹 되지 않은 새로운 호와 핸드오프 호 중 블러킹 되지 않은 핸드오프 호가 많다면 운반 트래픽이 큰 것이 되며, 그와 같은 결과를 가져오는 핸드오프 방법은 우수한 방법이다.

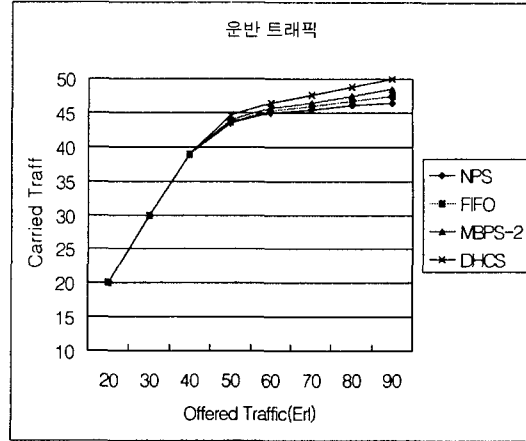


그림 9. 셀에서의 운반 트래픽

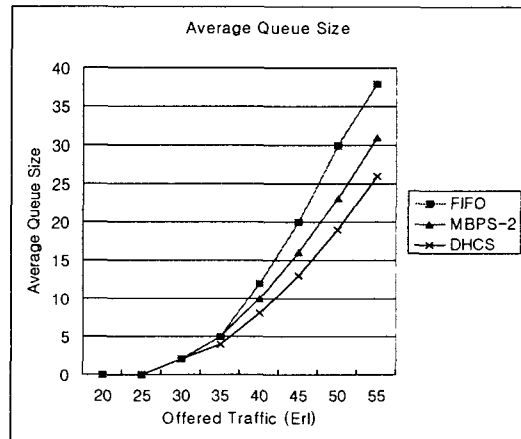


그림 10. 평균 큐 크기(50% 핸드오프 영역)

3.4. 평균 큐 크기

제안된 방법은 그림 10에서 보는바와 같이 FIFO 방법이나 MBPS-2 방법보다 평균 큐 크기가 작다. 평균 큐 크기란 핸드오프 요구의 평균을 말한다. 25 얼량까지는 모든 방법이 0에 가까우나 35얼량 이상에서는 급격히 증가하는 것을 볼 수 있다. 제안한 방법이 FIFO나 MBPS-2 방법보다 트래픽이 증가하더라도 적은 큐 크기를 요구하는 것을 볼 수 있다.

이와 같은 이유는 제안한 방법에서는 현재 할당받은 자원을 최대한 사용하고 핸드오프 요구를 가능한 한 늦게 요청을 하도록 하였으며, 핸드오프 후에 대한 처리 시 이동국의 특성인 신호세기와 이동 속도를 근거로 우선순위를 정하여 핸드오프 호가 큐에 머무는 시간을 가능한 한 짧게 하였기 때문으로 분석된다.

V. 결론

기존의 핸드오프 방법들은 사용 중인 기지국의 신호세기와 상관없이 인접 기지국의 신호세기가 일정 수준 이상이면 무조건 핸드오프를 요구해 자원을 낭비하는 현상이 발생하고, 기지국에서는 이동국의 특성을 고려하지 않은 우선순위 개념을 적용한 핸드오프를 처리함으로써 강제로 호가 종료될 가능성이 높다.

제안한 동적 핸드오프 제어 방법은 이동국의 특성과 상관없이 동일한 방법을 적용하는 기존의 핸드오프 방법들과는 달리 이동국의 입장에서 불필요한 핸드오프를 억제하여 핸드오프 동안 이종으로 차지하는 시스템 자원을 절약하여 기존의 시

스텝보다 용량을 크게 하는 효과와 기지국에서는 이동국의 이동속도와 신호세기 등의 특성을 고려한 우선순위 개념을 적용한 처리를 하도록 하여 이동국에 가능한 한 중단 없는 서비스를 제공할 수 있음이 확인되었다.

기존 방법은 인접 기지국의 파일럿이 T_ADD 보다 높게 검출되면 무조건 핸드오프를 요구하나, 제안한 동적 제어 방법은 T_WITH이라는 파라미터를 사용하여 불필요한 핸드오프를 억제하도록 하였으며, 이동국의 특성에 상관없이 기존 방법은 핸드오프를 처리하나, 제안한 방법은 이동국의 속도, 신호세기 등을 고려한 큐 대기 예상 종료 시간을 산출하여 이를 바탕으로 우선순위를 결정하여 우선순위가 가장 높은 호에 대하여 우선적으로 채널을 할당하도록 하여 최적의 시점에 핸드오프가 이루어지도록 하였다. 또한 호를 처리하는 입장에서 기존 방법은 핸드오프 호가 새롭게 시작하는 호보다 우선적으로 자원을 할당하도록 하였으나, 제안한 방법은 이와 같은 방법에 따른 우선적인 처리뿐만 아니라, 핸드오프호들 간에도 이동국의 특성에 따라 우선순위를 계속적으로 조정할 수 있도록 하였다.

동적 핸드오프 제어 방법을 기존의 NPS, FIFO, MBPS-2 방법과 시뮬레이션을 통한 성능 분석을 하였다. 이를 위해 강제 호 종료 확률, 새로운 호에 대한 블러킹 확률, 운반 트래픽 및 평균 큐 크기를 성능 평가 항목으로 사용하였다.

성능 비교를 수행한 결과 새로운 호에 대한 블러킹 확률을 제외하고는 기존의 방법보다 우수한 성능을 보여주었다. 이와 같은 이유는 이동국의 입장에서 불필요한 핸드오프를 억제하였으며, 핸드오프 호에 대한 처리 시 이동국의 특성을 최대한 고려한 우선순위 방법을 적용하였기 때문으로 분석된다.

새로운 호에 대한 블러킹 확률이 NPS 방법보다는 크게 나왔으나, 강제 호 종료 등 여러 가지 요소를 함께 고려하였을 때 QoS를 보장할 수 있는 측면에서는 NPS 방법보다 우수한 것을 운반 트래픽을 통해 확인되었다.

앞으로 이동국의 다양한 속도 변화에 대하여 큐 대기 예상 종료시간을 명확히 예측하는 연구가 추가로 이루어질 전망이다.

참 고 문 헌

[1] TIA/EIA Interim Standard(IS-95), Mobile station-base station compatibility standards for dual-mode wideband spread spectrum cellular systems, July 1993.

[2] Nagate A, Murata M, Miyahara H, Sugano M, "An integrated approach for performance modeling and evaluation of soft handoff in CDMA mobile cellular systems," Vehicular Technology Conference Fall 2000, Part Vol.6, pp.2605-10, 2000.

[3] U. Dropmann, X. Lagrange, and P. Godlewski, Architecture of a Multi-Cell Centralized Packet Access System, Proceedings of PIMRC'95, pp.279-283, 1995.

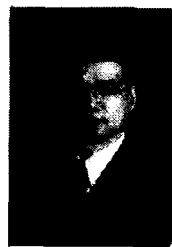
[4] Dong Myung Lee, Jee Hwan Ahn, Moon Seog Jun and Chul Hee Lee, A Channel Assignment Scheme for CDMA Cellular System, Proceeding of International Conference on Telecommunications '97(ICT'97), Melbourne, Australia, pp.763-767, 2-4 Apr. 1997.

[5] D. Hong and S.S.Rappaport, Traffic Model and Performance Analysis for Cellular Mobile Radio Telephone Systems with Prioritized and Nonprioritized Handoff Procedures, IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. VT-35, No. 3, pp.77-92, August 1986.

[6] S. Tekinay and B. Jabbari, A measurement-base prioritization scheme for handovers in mobile cellular networks, IEEE Journal on selected areas in communications, Vol. 10, No. 8, Oct. 1992.

김재훈(Jae-Hoon Kim)

정희원



1983년 2월 : 송전대학교
전자계산학과(공학사)
1993년 2월 : 한남대학교
전자계산학과(공학석사)
2001년 8월 : 충북대학교
컴퓨터공학과(공학박사)

1983년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 위성관제시스템연구팀장
<관심분야> : 이동통신, Mobile IP, 위성통신, 정보보호

오창석(Chang-Suk Oh)

종신회원



1978년 2월 : 연세대학교

전자공학과(공학사)

1980년 2월 : 연세대학교

전자공학과(공학석사)

1988년 8월 : 연세대학교

전자공학과(공학박사)

1985년 ~ 현재 : 충북대학교 전기전자및컴퓨터공학부 교수

1982년 ~ 1984년 : 한국전자통신연구원 연구원

1990년 ~ 1991년 : 미국 Stanford대학교 객원교수

<관심분야> : 컴퓨터 네트워크, 뉴로 컴퓨터, 차세대 인터넷,
정보 보호