

무선망에서의 핸드오프를 고려한 적응형 가변적 채널 할당 방식

염 태 호, 최 덕 규, 조 영 종
아주대학교 정보 및 컴퓨터 공학부
yth72,dkchoi,yjcho@madang.ajou.ac.kr

An Adaptive Dynamic Channel Allocation Scheme during Handoff in Wireless Networks

Tae-Ho Yeam, Dug-Kyoo Choi, Young-Jong Cho

The Division of Information and Computer Science, Ajou University

요약

셀단위 무선망에서 핸드오프 하는 호에 대하여 QoS(Quality of Service)를 보장하기 위하여 지금까지 고정적 채널 할당방식, 분산된 호수락제어 방식 그리고 최대치 예측 채널할당 방식등이 제안되어 왔다. 그중 최대치 예측 채널 할당 방식은 핸드오프하는 호의 패턴을 예상하여 새로운 호에 대한 호수락 결정을 할 수 있는 방식으로 제안하였으나 불필요하게 많은 패턴에 대하여는 적합하지 않은데도 그 예상확률을 똑같이 적용하고 있다. 이곳에서는 핸드오프하는 호가 일정한 이동 패턴을 가지고 셀간을 이동하는 경우를 고려하여 일정한 횟수 이상의 반복적인 패턴에 대하여만 그 예상 확률을 적용함으로써 핸드오프 하는 호에 대하여 좀더 신뢰성 있게 채널을 할당하는 방식을 제시하였다.

1. 서론

1) 무선망에서 셀내에 제한된 채널은 그 셀안에서 생긴 호와 외부의 셀로부터 들어오는 핸드오프 호에 대해 배정된다.

무선가입자가 늘어날수록 보다 많은 채널을 확보하기 위하여 제한된 주파수 영역내에서 셀의 크기를 줄이거나 각 셀을 세터화하는 경향이 있으므로 보다 빈번한 핸드오프가 발생하는 원인이 되었다. 이와 같은 빈번한 핸드오프는 가입자에게 제공하는 QoS를 떨어뜨리게 되므로 핸드오프의 신뢰성 있는 해결책이 무선망에서 중요한 문제로 부각되고 있다.

셀 환경의 무선망에서 핸드오프를 지원하는 채널 할당 방식으로는 고정적 채널 할당(FCA : Fixed Channel Allocation) 방식과 가변적 채널 할당(DCA : Dynamic Channel Allocation) 방식이 있다. 고정적 채널 할당방식은 하나의 셀 내에서 가용한 채널 중 일부를 고정적으로 핸드오프하는 호에 할당하는 방식이며 가변적 채널 할당 방식은 그 할당 채널의 수를 고정시키지 않고 셀이나 무선망의 전송 환경에 의해 변화하는 방식이다.

현재의 무선망은 고정적 채널 할당방식을 사용하고 있으나 셀의 크기가 점차 작아지면서 핸드오프 횟수가 증가 하거나 또는 셀의 트래픽 상황의 급격한 변화를 대처하기 위해서 가변적 채널 할당 방식을 요구하게 되었다. 가변적 채널 할당 방식은 다시 중앙 제어식과 분산제어식 방식으로 나누어 진다. 과거에는 채널 할당방식으로 한가지 종류의 트래픽을 처리하는 분산 제어식 가변적 채널 할당 방식이 주로 이루어 졌으나 최근에는 다중 서비스를 지원하는 분산 제어식 채널 할당방식에 관한 연구가 활발히 이루어 지고 있다[1],[2],[4].

이 곳에서는 고정 방식(Fixed(f) Strategy)과 분산된 호수락 방식(Distributed CAC) 그리고 최대치 예측 방식(ExpectedMax Strategy)[3]을 검토하여 그중 최대치 예측 방식 트래픽이 일정한 방향성을 가지고 움직이는 상황을 해결하기 위한 모델의 채널 할당 방식을 제안한다.

2. 환경설정과 기존 방식들

무선망에서 각각의 채널할당방식들을 표현하기 위해 다음과 같은 가정을 소개한다. 이곳에서는 편의를 위하여 모든 파라미터의 표현은 참조논문 [3]을 따른다. 하나의 호에 대하여 요구되는 대역폭은 ϕ , 전체 대역폭중 핸드오프하는 호를 위한 경계는 Δ_n , 새로운 호를 위한 경계는 Δ_n 으로 표시한다. 무선망에서 새로 생기는 호는 그 셀 내에 가용한 전체 대역이 현재 사용하고 있는 대역과 Δ_n 의 합 보다 큰 경우에만 받아들여 진다.

가. 고정된 할당 채널을 이용한 호 수락방식

이 방식에서는 각 셀의 기지국에서의 f%를 총 대역폭 중 핸드오프하는 호를 위하여 남겨둔다. Γ_c 가 셀 c의 총 대역폭이라고 가정할 때, 고정 방식은 $\Delta_n=0$, $\Delta_n=f\Gamma_c$ 를 모든 기지국에서 할당하게 된다.

나. 분산된 호 수락방식

새로운 호의 수락 요청이 있을 때 인접 셀에서의 호의 상태를 고려하여 현재의 셀에서 요청된 호를 수락할 것인지 결정하는 방식으로 현재 전체 호의 개수가 QoS를 보장할 수 있는 n개를 넘지 않게 하는 방식이다 [1],[2].

다. 최대치 예측 방식

최대치 예측 방식은 시간 t에 셀 c에 새로운 호가 도착한다고 가정할 때마다 Δ_n 을 인접한 셀의 기지국으로부터 핸드오프

* 본 논문은 한국 과학 재단 지원 (과제 번호 : 97-0100-1401-5)에 의해 수행되었음

하는 호의 정보를 얻어서 조정하는 방식이다. Δ_n 를 조정할 때마다 인접 셀에서 정보를 얻는 방식은 이동망에 트래픽을 증가시키는 역할을 하게 되므로 실제로는 매 호의 발생 때마다 핸드오프 정보를 요구하지 못하고 일정한 간격을 두고 요구하게 되나 이 곳에서는 이동망보다 무선망에서 문제를 중점적으로 고려하고 기지국간의 트래픽 증가는 결과에 큰 영향을 미치지 않음으로 새로운 호가 발생할 때마다 핸드오프 정보를 요구하는 것으로 가정한다.

d 는 셀 c 에서 생기는 호의 지속시간이라 가정하고 m 은 $(t, t+d)$ 시간동안 셀 c 에서 종료되거나 핸드오프하여 다른 셀로 나가는 호의 개수, n 은 $(t, t+d)$ 시간동안 인접 셀에서 셀 c 로 핸드오프 해 들어오는 호의 개수를 나타낸다.

O 를 하나의 호가 핸드오프하여 셀 c 에서 밖으로 나가거나 셀 내에서 종료되는 경우이고 I 를 인접 셀에서 핸드오프하여 셀 c 로 들어오는 경우이며, s 를 다음과 같은 집합으로 표현한다.

$$s \equiv a_1 a_2 a_3 \dots a_{(m+n)}$$

이 집합에서,

$a_l = 0$, l 번째 호가 종료 혹은 밖으로 나가는 호인 경우

$= 1$, l 번째 호가 밖에서 셀 c 로 들어오는 호인 경우

여기서 l 은 1과 $m+n$ 사이의 값이며 $X_k(s)$ 를 주어진 호들의 집합 s 에 대하여 시간 t 부터 k 번째 호까지의 경우에 생기는 트래픽에 할당될 채널의 최종 합으로 가정하면,

$$X_k(s) = X_{k-1}(s) - \phi, a_k \equiv 0$$

$$= X_{k-1}(s) + \phi, a_k \equiv 1$$

로 생각할 수 있으며 여기서의 k 역시 1부터 $m+n$ 의 값이다.

$Y(s) = \max(X_k(s) : 0 \leq k \leq (m+n))$ 으로 가정할 때 새로운 호에 대한 Δ_n 는 다음과 같이 정의한다.

$$\Delta_n = \sum_{s \in S(m,n)} Y(s)p(s)$$

여기서 $p(s) = \frac{1}{|S(m,n)|}$ 이며 $S(m,n)$ 는 시간 $(t, t+d)$

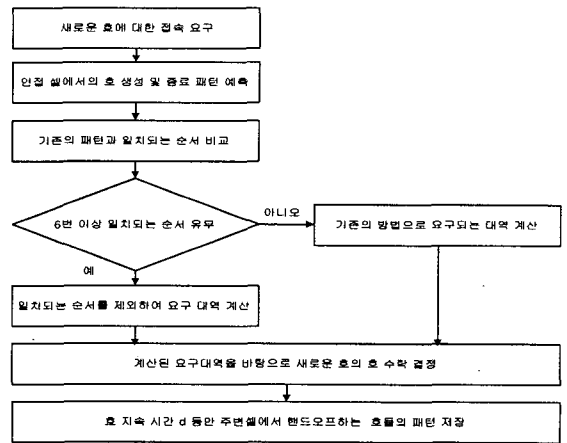
동안 생길 수 있는 모든 가능한 집합

$\{a_1 a_2 \dots a_{(m+n)} \mid \{j : a_j = 1\} = n\}$ 을 의미한다.[3]

3. 적응형 가변적 채널 할당 방식

최대치 예측 방식은 실제 트래픽이 일정한 이동성을 갖는 상황에서 그 예측되는 핸드오프 호에 대한 패턴을 학습하여 채널 할당에 적용하는 방식이다. 대도시의 무선망에서 출근시간 혹은 대형 경기장에서 경기 시작전과 같은 상황에서 발생하는 호들은 이동성을 일정한 방향으로 갖게 된다. 이와 같은 상황에서 최대치 예측 방식은 실제 일어나기 어려운 경우까지 같은 확률을 적용하기 때문에 부분은 일정한 패턴의 반복 후에 생략하므로 요구되는 핸드오프 호의 대역폭을 개선하는 방식을 제안 한다.

대략적인 기지국의 위치를 위의 그림 1.과 같이 잡았을 때 생성 혹은 소멸되어 핸드오프 하는 호들은 출근시간과 퇴근시간등 같은 시간대에 일정한 방향성을 띄게 된다.



순서도 1. 제안하는 호 수라 결정과정

시간 t 에 기지국 ㉠에서 새로운 호에 대한 호 수라 요구를 받았다고 가정하자. 이때 기지국 ㉠은 먼저 요구된 호의 대역을 확인 한 후 새로운 호가 지속될 시간 d 동안 현재 인접 기지국(㉡,㉢,㉣,㉤,㉥,㉦)에서 핸드오프 해 들어올 호의 수 (n)를 4라고 가정하고 기지국 ㉠에서 인접 기지국에 셀로 핸드오프 해 나갈 호의 수(m)를 2이라고 가정하자. 여기서 d, n, m 의 값은 예측이 가능하다.[4]

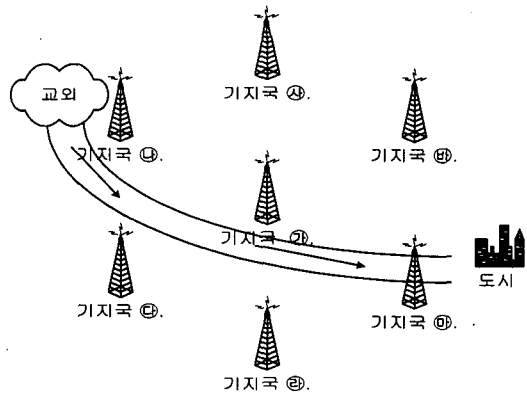


그림 1. 출근시간의 무선환경

발생할 수 있는 모든 경우의 수는 6C_2 로 다음과 같은 집합으로 표시된다.

$S(2,4) = \{11100, 11001, 11001, 10011, 00111, 11010, 11010, 01110, 11010, 10101, 10101, 01101, 10101, 01101, 01011\}$

여기서 두 번째 경우에서 요구되는 최대 대역은,

$X_3(11100) = 3\phi$ 이 된다. 이처럼 기존의 방식에서는 시간 t 에서 호 지속시간 d 동안 핸드오프 하는 호들의 요구 대역을

$$\Delta_n = \sum_{s \in S(m,n)} Y(s)p(s) \text{에서}$$

$$4\phi \times \frac{1}{15} + 3\phi \times \frac{5}{15} + 2\phi \times \frac{9}{15} = 2.466\phi$$

과 같이 계산할 수 있다.

그러나 그림 1과 같은 상황에서 시간 t 에 기지국 ㉠에 있는 호는 기지국 ㉠ 방향으로 핸드오프 해 들어올 것이고 이때 그

들어오는 순서가 신호등과 같은 제어로 인하여 일정한 패턴을 갖고 있을 때 위와 같은 방식은 발생하지 않을 경우에 대한 확률을 일률적으로 적용하였기 때문에 적합하지 않다.

이 경우 기지국 ㉔에서 그 동안 6번에 걸친 핸드오프 호의 패턴을 살펴본 결과 맨 처음 기지국 ㉔에서 핸드오프 해서 들어오는 호가 차량의 속도로 인하여 d의 종료시기에 기지국 ㉔에서 핸드오프하여 기지국 ㉕로 나가는 경우를 다음과 같이 가정하여 보자

```

1st  : I I O I O
2nd  : I I O I I O
3rd  : I O I I I O
4th  : I I O I O
5th  : I I O I I O
6th  : I I O I O
    
```

이와 같은 경우 위에서 연속적으로 반복되는 패턴 IxxxxO의 에 다른 패턴에 대한 고려는 핸드오프하여 들어오는 호에 대한 거부율을 높일 수 있다. 따라서 인접 셀에서의 핸드오프 호에 대한 정보가 n=4, m=2인 경우 앞서의 모든 경우의 수 ${}_6C_2$ 에서 ${}_4C_1$ 로 그 경우의 수를 크게 줄일 수 있다.

예상되는 S(m, n)은

{IIIOO, IIOIO, IOIOO, IOIIO}이 되며 각각의 발생확률은 0.25로 위의 표를 다시 작성하면 다음과 같다.

$s \in S(2,4)$	Y(s)	p(s)
IIIOO	+4 ϕ	1/4
IIOIO	+3 ϕ	1/4
IOIOO	+3 ϕ	1/4
IOIIO	+3 ϕ	1/4

표 1 발생확률과 예상 대역폭

이 경우 기지국 가.에서 시간 t에 기간 d동안 핸드오프 호에 대하여 고려해야 하는 예상 대역폭은

$$4\phi \times \frac{1}{4} + 3\phi \times \frac{3}{4} = 3.25\phi$$

으로 계산된다.

4. 시뮬레이션 및 결론

시뮬레이션 환경으로는 그림 1.에서와 같이 도로상에서 이동성을 갖는 호의 움직임이 일정하다는 가정 하에 고정적 채널 할당 방식과(FCA), 최대치 예측 방식(DCA1), 그리고 제안하는 방식(DCA2)을 비교하였다. 핸드오프 하는 호의 강제 종료 확률은 제안하는 방식이 낮은 발생호 대 이동성(CMR : Call to Mobility Ratio)환경에서 가장 낮은 수치를 보여주고 있다(그림 2.). 그러나 제한된 채널을 좀더 이동성에 부여하였기 때문에 거부되는 새로운 호의 개수는 그림 3.에서와 같이 고정적인 채널 할당 방식보다는 높아지는 수치를 보이고 있다.

본 논문에서는 이상과 같이 분산제어 환경에서 가변적 채널 할당을 할 때 호의 패턴에 대한 빈 도수에 가중치를 적용하는 방식을 제시하였다. 제안하는 방식이 경우에 따라서 핸드오프 하는 호에 대하여 기존 방식보다 더 많은 채널을 할당함으로써 새로운 호에 대한 거부확률이 높아질 수 있으나 핸드오프 하는

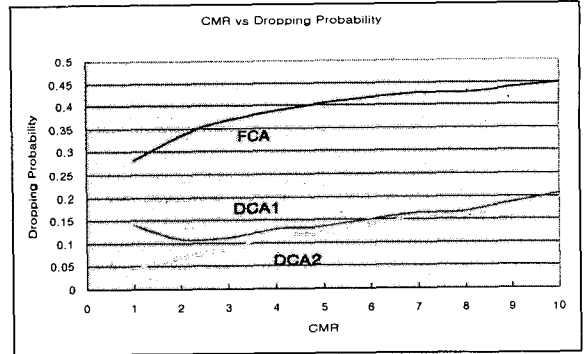


그림 2. CMR에 따른 호 강제 종료 확률

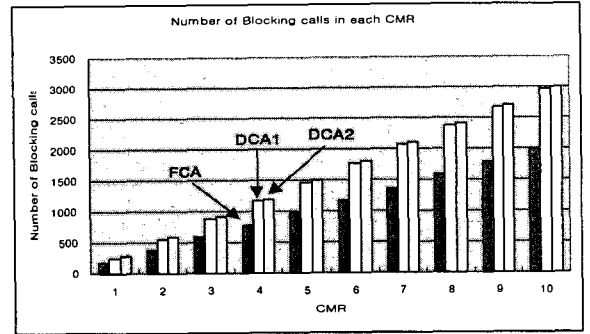


그림 3. CMR에 따라 거부되는 새로운 호의 개수

호에 대하여는 좀더 나은 QoS를 보장하여 줄 수 있다.

5. 참고문헌

- [1] 정다위, "무선 ATM망에서 QoS와 다중 서비스를 지원하는 분산된 호 수락 제어 알고리즘과 성능분석," 1999년 1월.
- [2] M. Naghshineh and M. Schwartz, "Distributed call admission control in mobile/wireless network," IEEE JSAC, vol 14, p. 711-717, May 1996.
- [3] P. Ramanathan, K. M. Sivalingam, et al, "Resource allocation during handoff through dynamic schemes for mobile multimedia wireless networks," Proceedings of IEEE INFOCOM'99, vol 3, p. 1204-1211, March, 1999.
- [4] P. Ramanathan, K. M. Sivalingam, et al, "Dynamic resource allocation schemes during handoff for multimedia wireless networks," IEEE JSAC, July 1999.
- [5] X. Tian and C. Ji, "Bounding the performance of Dynamic Channel allocation with QoS provisioning for distributed admission control in wireless networks," Proceedings of the IEEE INFOCOM'99, vol 3, p. 1356-1363, March 1999.