

멀티캐스트 그룹 메커니즘 기반 핸드오프 알고리즘의 버퍼 블록킹 확률 분석

신동진*, 최상호*, 임선배*, 문승현**, 송병권**, 정태의**

*한국전자통신연구원

**서경대학교 컴퓨터학과

e-mail : tejeong@seokyeong.ac.kr

Probability Analysis of Buffer Blocking for Handoff Algorithm based on Multicast Group Mechanism

Dong-Jin Shin*, Sang-Ho Choi*, Sun-Bae Lim*, Seung-Hyun Moon**,
Byung-Kwon Song**, Tae-Eui Jeong**

*Electronics and Telecommunications Research Institute

**Dept. of Computer Science, Seokyeong University

요 약

3GPP2 방식에서는 Macro Mobility 지원을 위하여 MIP를 이용하며 PDSN은 FA의 기능을 수행한다. PDSN 관리 영역 내의 하나의 RN에서 다른 RN으로 이동 시에 지원되는 이동성을 Micro Mobility라 한다. Micro Mobility에서 Seamless한 핸드오프를 위해 RN간에 멀티캐스트 그룹 메커니즘을 이용할 경우, 핸드오프 예상시간에 따라 등급별로 버퍼를 다르게 할당하여 멀티캐스트 하는 방법과 단순 멀티캐스트 하는 방법이 있다. 본 논문은 Micro Mobility를 지원하기 위한 멀티캐스트 그룹 메커니즘 기반의 Seamless 핸드오프 알고리즘에서 등급별로 버퍼를 다르게 할당할 경우와 단순 멀티캐스트 할 경우의 블록킹 확률을 비교 분석한다.

1. 서론

인터넷 사용의 폭발적인 증가와 함께 사용자들은 시간과 장소에 구애 받지 않고 고정 망에서 제공되는 여러 응용 서비스와 같은 양질의 이동 서비스를 받기를 원하며, 이런 욕구를 이동통신망에서 수용하려는 노력으로 서비스에 있어서도 다양한 응용을 제공하려는 추세에 있다. 현재 인터넷과의 연동 및 이동성 지원을 위한 기술들을 표준화하는 과정에 있으며, 그 대표적인 것이 복계층의 3GPP2와 유럽계열의 3GPP이다. 이동성 관리는 망의 크기에 따라, 수 킬로미터 이상인 Macro 망과 수 백 미터 내외인 Micro 망에서의 이동성 관리로 나눌 수 있다. 본 논문에서는 Micro 망에서 이동성 지원을 위한 Multicast Group 기반의 seamless 핸드오프

알고리즘의 버퍼 블록킹 확률을 분석하도록 한다.

핸드오프 블록킹 확률이란 핸드오프 처리를 요구하는 호 또는 새로운 연결 설정을 요구하는 호가 버퍼를 요구할 때, 기지국의 버퍼 부족으로 인해 처리할 수 없는 경우가 발생하는데, 이런 상황이 발생할 확률을 핸드오프 호의 블록킹 확률이라 한다. 본 논문에서는 특히 멀티캐스트 그룹 메커니즘에 있어서 RN의 등급을 나누지 않고 단순 멀티캐스팅 (SMULT) 하는 방법과 RN을 등급별로 분류하여 그 분류에 따라 버퍼 크기를 다르게 할당하여 멀티캐스팅 (DMULT) 하는 방법간의 블록킹 확률 차이를 비교 분석하고자 한다.

2장에서 버퍼 할당 기법 및 RN의 버퍼 요구에 대한 트래픽 모델링을 위한 가정을 제안하고,

3장에서는 RN에서의 전체 버퍼 모델 및 전체 버퍼중 등급별로 제공하는 버퍼 입장에서의 버퍼 모델링을 살펴보고, 4장에서는 각 등급별 블로킹 확률 계산을 위한 블로킹 공식을 유도하고, 유도된 공식과 시뮬레이션 인자값들로 시뮬레이션을 한 결과를 기술하고, 마지막으로 결론을 맺는다.

2. RN의 버퍼 요구에 대한 트래픽 모델링을 위한 가정

버퍼 할당 방법에는 다음과 같은 것들이 있다.

- a) 완전 공유 방식 (Complete Sharing) : 버퍼 요구 등급에 관계없이 버퍼를 완전히 공유
- b) 고정 할당 방법 (Fixed Allocation) : 등급마다 버퍼를 고정 할당
- c) 혼합 할당 방법 (Hybrid Allocation) : 최대 허용 블로킹 확률보다 낮은 블로킹 확률을 나타내는 등급의 버퍼를 다른 등급이 사용할 수 있도록 하는 방식

이와 같은 버퍼 할당 방법 중 완전 공유 방식이 고정 할당 방법보다 블로킹 확률이 낮아 지지만 본 논문에서는 등급별로 버퍼 요구량을 다르게 주었을 때와 똑 같이 주었을 때의 차이점을 보고자 함으로 계산이 용이한 고정 할당 방법을 이용하고자 한다.

RN의 버퍼 요구에 대한 트래픽 모델링을 위한 가정은 다음과 같다.

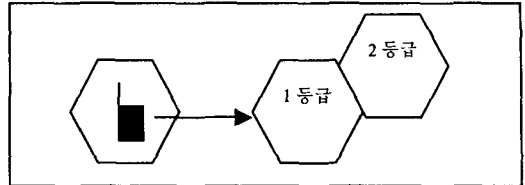
- a) 각 RN은 m개의 등급을 갖는다.
- b) 각 등급의 버퍼 요구 도착률과 서비스율은 서로 독립적이다.
- c) RN의 총 버퍼량은 유한하고, 각 등급은 각각의 버퍼(c_i) 을 할당 받는다.
- d) 각 1 등급은 버퍼 요청시 각각의 버퍼에서 사용 가능한 버퍼량이 부족하여 버퍼 요구를 수락 할 수 없는 경우에 1 등급의 버퍼 요구는 블로킹 된다.
- e) 각각의 1 등급에 대한 상태 천이도는 M/M/c/c 큐잉 모델로 표현할 수 있다

시뮬레이션 인자는 다음과 같다.

- a) c_i : RN에서 n개의 i 등급을 위해 할당한 버퍼량
- b) u_i : $u_i = \lambda_i / \mu_i$ 로써 i 등급의 출생률과 사망률의 비율이다. (트래픽)
- c) λ_i : i 등급 버퍼 요구의 평균 도착시간 간격
- d) μ_i : i 등급 버퍼 요구의 평균 버퍼 점유 시간
- e) b_i : i 등급 1개의 핸드오프 요구에 대한 버퍼 요구량
- f) λ_i 와 μ_i 는 지수 분포를 따른다고 가정한다.
- g) δ : 트래픽 영향 변수 , $\delta = b_i / l$ (일반적인 멀티캐스트에서의 버퍼요구량) 으로 δ 는

트래픽과 비례관계에 있다.

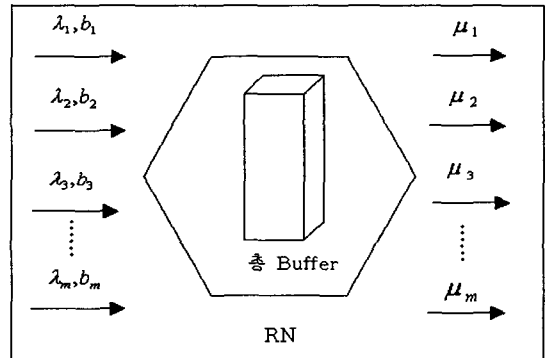
- h) 2개의 등급이 있다고 가정한다.
 - 가) 1등급 : 핸드오프 예상 시간이 임박한 경우
 - 나) 2등급 : 핸드오프 예상 시간이 1등급 보다 늦음 (SHTG에서는 1등급보다 2등급에 버퍼 요구량을 적게 할당)



[그림. 1] 핸드 오프 예상 시간별 RN 등급

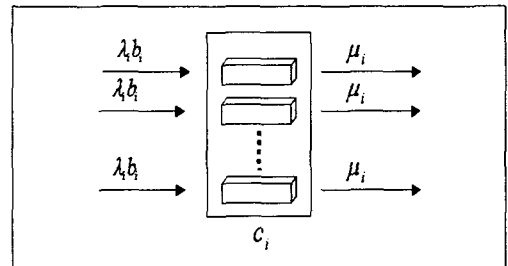
3. RN에서의 총 버퍼 모델 및 등급별 버퍼 모델

그림2는 PDSN 영역내의 RN의 핸드오프 트래픽 모델이다. 각각의 RN 은 그림과 같이 m 개의 등급에 대한 서비스 요구가 발생한다.



[그림 2]. RN의 핸드오프 트래픽 모델

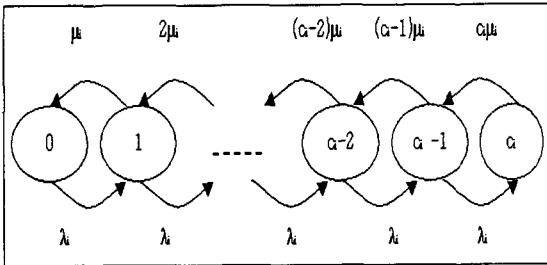
그림3 은 RN의 전체 버퍼중 i 등급에 고정 할당된 c_i 버퍼에서의 n개의 출생과 사망을 보여준다. 본 논문에서의 블로킹 확률은 그림3과 같이 각각의 i 등급에 고정 할당된 c_i 버퍼 관점에서 보고자 한다.



[그림 3]. RN내 n개의 1 등급 버퍼 요구에 대한 버퍼 c_i 할당

4. 블럭킹 확률 계산 및 블럭킹 확률에 대한 시뮬레이션

그림4의 상태 천이도는 M/M/c/c 모델을 i 등급의 c_i 버퍼 관점에서본 상태 천이도이다.[2] 각각의 i 등급에 할당된 c_i 버퍼에는 n개의 버퍼 요구가 있고, 이것을 처리할 n개의 버퍼가 있으므로 M/M/c/c 모델을 따른다.



[그림 4]. i 등급의 핸드오프 요구의 상태 천이도

- 트래픽 $u_i = \lambda_i / \mu_i$ 라고 정의하면 M/M/c/c의 공식에 의해 $P_i(n)$ 즉, i 등급 n개의 핸드오프 요구가 RN에서 서비스 받고 있을 상태 확률은 다음과 같다.[2]

$$p_i(n) = \frac{u_i^n / n!}{1 + u_i + u_i^2 / 2! + \dots + u_i^{c_i} / c_i!}$$

- 위 공식에 의해 RN에서 i 등급이 $P_i(c_i)$ 에 있을 블럭킹 확률은 다음과 같다.

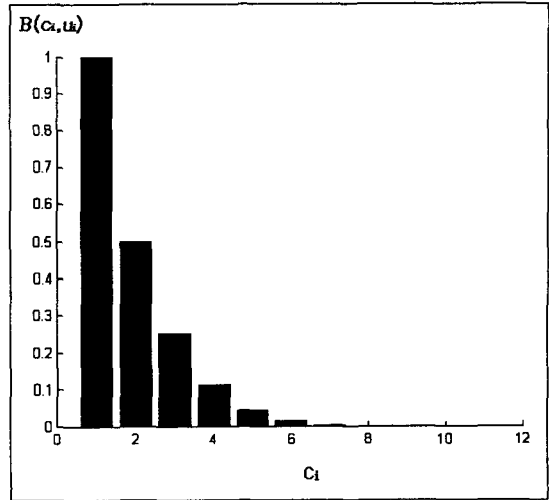
$$p_i(c_i) = \frac{u_i^{c_i} / c_i!}{1 + u_i + u_i^2 / 2! + \dots + u_i^{c_i} / c_i!}$$

- 위 공식의 결과는 Erlang's Loss Formula로서 i 등급의 블럭킹 확률 pB_i 는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$pB_i = B(c_i, u_i)$$

다음은 버퍼의 요구량이 등급별로 똑같이 요구되어지는 방법(SMULT)[3]과 등급별로 버퍼요구량을 다르게 요구하는 방법(DMULT)을 비교하여, DMULT 방법이 마나 버퍼 오버헤드에 적게 영향을 미치는지와 그것이 블럭킹 확률에 있어서 얼마나 효과적인지에 대해 검증하도록 한다. 검증 방법은

$pB_i = B(c_i, u_i)$ 공식을 MATLAB[4]에서 시뮬레이션 인자값을 대입하여 값의 차이에 따른 블럭킹 확률 관계를 그래프로 보여준다.



[그림.5] B(c_i,2)에서 버퍼 변화량에 따른 블럭킹 확률

그림.5는 i 등급에서 트래픽 u_i 가 2일때에 버퍼량에 따른 블럭킹의 변화를 보인 시뮬레이션 결과 값이다. 이것으로 $u_i=2$ 인 상황에서 블럭킹 확률이 5%를 넘지 않는 최소 버퍼량은 블럭킹 확률이 4.26%인 최적 버퍼 $c_i=5$ 로 선택할 수 있다. 표1은 집합1과 집합 2를 비교함으로써 버퍼가 블럭킹 확률에 미치는 영향을 보고자 한다.

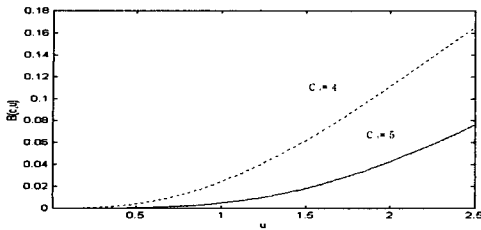
i 등급으로 구분된 단순 멀티캐스트 방법		
집합	u_i	c_i
1	2	5
2	2	4

[표 1] 시뮬레이션 인자값

- 표1은 트래픽 세기를 $u_i=2$ 로 고정 시키고 c_i 값을 변화 시킴으로서 버퍼량의 변화에 따른 블럭킹 확률 변화를 관찰한다.

그림6은 표1에 의해 나온 결과값이며, 이 그래프에서 버퍼 $c_i=5$ 이고 트래픽(u_i)이 2일때 3%정도의 블럭킹 확률을 보여주지만, $c_i=4$ 이고 트래픽(u_i)이 2일때는 약 11% 정도의 블럭킹 확률을 보여준다. 이 결과로서 버퍼량이 줄어들면 블럭킹 확률이 높아짐을 알 수 있다.

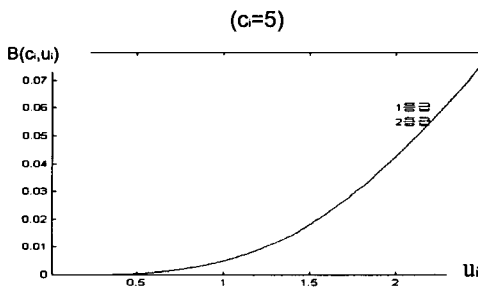
- 표2는 각 등급별 방법별로 집합을 A,B,C로 구분하고 동일한 버퍼를 할당하고 i 등급 버퍼 요구의 버퍼 요구량 b_i 를 변화 시킴으로서 b_i 가 블럭킹 확률에 미치는 영향을 관찰한다.



[그림.6] i 등급에서 트래픽의 변화에 따른 블록킹 확률

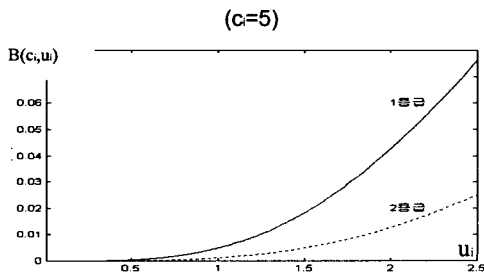
		1등급		2등급	
집합	방법	c_1	b_1	c_2	b_2
A	SMULT	5	1	5	1
B	DMULT	5	1	5	2/3
C	DMULT	5	1	5	1/3

[표 2]. 시뮬레이션 인자값



[그림.7] 집합 A, 각 등급에서 트래픽의 변화에 따른 블록킹 확률

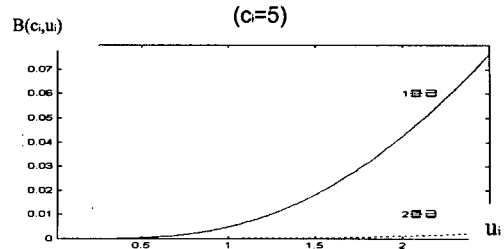
그림7은 표2에 의해 집합A의 1등급과 2등급의 블록킹 확률 변화를 보여준다. 그림7의 시뮬레이션 결과 값은 트래픽 시뮬레이션 인자값 u_i 가 높아지면 높아질수록 블록킹 확률이 높아짐을 알 수 있고, 각 1등급 2등급의 버퍼 요구량 b_i 가 같을 때 트래픽 u_i 의 변화에 따라 등급별로 같은 블록킹 확률을 보여준다.



[그림.8] 집합 B, 각 등급에서 트래픽의 변화에 따른 블록킹 확률

그림8은 표2에 의해 집합 B의 1등급과 2등급의

블록킹 확률을 보여준다. 그림8의 시뮬레이션 결과는 b_i 가 각각 1 이고 2/3 일때, 트래픽 영향 변수 δ 값의 변화로 인해 서로 다른 블록킹 확률을 보여준다. 이 결과로서 버퍼 요구량 b_i 가 적어짐에 따라 블록킹 확률이 낮아 짐을 알 수 있다.



[그림.9] 집합 C, 각 등급에서 트래픽의 변화에 따른 블록킹 확률

그림9는 표2에 의해 집합 C의 1등급과 2등급의 블록킹 확률을 보여준다. 그림9의 시뮬레이션 결과는 b_i 가 각각 1 이고 1/3 일때, 서로 다른 블록킹 확률을 보여준다. 이 결과는 집합 B와 비교 하여 C 집합에서 2등급의 블록킹 확률이 현저하게 낮아 졌음을 알 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 3GPP2에서 PDSN내의 RN에 핸드오프 처리를 위한 서비스 요청시 버퍼할당에 있어서 등급별로 버퍼의 크기를 다르게 할당하여 멀티캐스트(DMULT)하는 방법과 등급을 나누지 않고 단순멀티캐스트(SMULT) 하는 방법과의 블록킹 확률 차이를 비교 분석 하였다. MATLAB을 이용한 시뮬레이션 결과로 등급별로 버퍼의 크기를 다르게 할당한 방법이 블록킹 확률을 더 낮추는데 효과가 있음을 보였다.

[참고 문헌]

- [1] Michael K. Molloy, *FUNDAMENTALS OF PERFORMANCE MODELING*, Macmillan Publishing Company, 1989.
- [2] Arnold O. Allen, *PROBABILITY, STATISTICS, AND QUEUEING THEORY With Computer Science Applications*, ACADEMIC PRESS, 1978.
- [3] K. Keeton, B.A. Mah, S. Sehan, R.H. Karz, and D. Ferrari, "Providing Connection-oriented Network Services to Mobile Hosts," Proceedings of the USENIX Symposium, August 1993.
- [4] MATLAB, MathWorks Inc., Version 5.2.0.3.