

비 중첩 네트워크 이동성 환경에서 빠른 핸드오프를 위한 분산 바인딩 갱신 기법

김 훈[†] · 송의성^{††}

요 약

여러 이동 노드들로 구성되는 이동 네트워크의 움직임을 지원하기 위해, IETF NEMO 작업 그룹은 홈 에이전트와 이동 라우터 사이에서 양방향 터널링을 사용하는 NEMO 기본 지원 프로토콜을 제안했다. NEMO 기본 지원 프로토콜이 양방향 터널링에 근간을 두고 있기 때문에, 이동 노드들의 통신은 모든 경우에서 비효율적인 경로를 통해 이루어진다. 라우팅의 비효율성 문제를 해결하기 위해, 여러 제안이 있었으나 이들 제안들은 바인딩 갱신 폭풍이나 기존 프로토콜의 변경과 같은 새로운 문제를 초래한다. 특히, 바인딩 갱신 폭풍 문제는 바인딩 갱신 지연을 유발할 수 있고, 결과적으로는 이동 네트워크의 이동시에 원활한 실시간 서비스의 제공을 어렵게 하고 핸드오프 지연을 초래한다. 이 논문은 바인딩 갱신 메시지 전송시간의 분산을 통해 바인딩 갱신과 핸드오프 지연을 감소시키는 새로운 바인딩 갱신 기법을 제안한다. 또한, 제안된 기법의 효율성을 보여주기 위해 제안 기법의 성능이 평가되어진다. 시뮬레이션 결과는 제안된 기법이 바인딩 갱신의 지연시간을 효과적으로 감소시킴을 보여준다.

키워드 : 네트워크 이동성, 핸드오프, 바인딩 갱신

Distributed Binding Update Scheme for Fast Handoff in Non-Nested Network Mobility Environment

Hoon Kim[†] · Ui-Sung Song^{††}

ABSTRACT

To support the movement of a mobile network consisting of several mobile nodes, the IETF NEMO working group proposed NEMO basic support protocol using bi-directional tunneling between the home agent and the mobile router. Since NEMO basic support protocol is based on bi-directional tunneling, all communications to and from mobile nodes are suffer from inefficient routing all the cases. To solve the routing inefficiency problem, several proposals are proposed. However, those proposals results in new problems, such as binding update storm and changes in existing protocol. Especially, binding update storm problem may cause the delay in binding update, this subsequently causes the difficulty for a real time service and the handoff delay on the movement of mobile network. In this paper, we propose a new binding update scheme which reduces binding update latency and the handoff delay through the distribution of the transmission time of binding update messages. The performance of the proposed scheme is also evaluated to demonstrate its efficiency. Simulation results show that the proposed scheme can efficiently reduce the binding update latency.

Keywords : Network Mobility, Handoff, Binding Update

1. 서 론

열차, 버스, 배와 같은 이동 환경에서 인터넷에 접속하려는 사용자들의 요구가 꾸준히 증가하고 있다. 이러한 요구를 만족시키기 위해서는 네트워크 이동성(NETwork MOBility: NEMO)을 지원하는 프로토콜의 설계와 개발이 필요하다. 네트

[†] 학생회원: 고려대학교 컴퓨터학과 박사과정
^{††} 정 회원: 부산교육대학교 컴퓨터교육과 전임강사(교신저자)
 논문접수: 2006년 12월 4일, 심사완료: 2007년 8월 28일

워크 이동성 지원메커니즘의 목표는 이동 중에도 이동 네트워크 내부의 노드들 (Mobile Network Nodes: MNNs)과 외부의 상대 노드들 (Correspondent Nodes: CNs) 사이의 통신 세션들이 유지되도록 하는 것이다. 네트워크 이동성 지원을 위해, IETF(Internet Engineering Task Force)의 NEMO WG(Working Group)은 네트워크 이동성을 지원할 수 있는 NEMO 기본 지원 프로토콜(Network Mobility Basic Support protocol)을 개발하였다[1][4][5]. NEMO 기본 지원 프로토콜은 이동 네트워크의 이동성 지원을 위해 Mobile IPv6[2][3]에 기반을 두고 있다. [1]에서 서술된 것처럼 이동 네트워크는 이동 라우터(Mobile Router: MR)를 통해서 인터넷에 연결되며 각 MR은 홈 에이전트(Home Agent: HA)를 가진다. MR은 MNN과 CN의 통신을 위해 자신과 자신의 HA사이에 만들어지는 양방향 터널을 이용한다. 이동 네트워크는 자신이 속한 홈 네트워크(Home Network)의 주소를 통해 홈 주소(Home address: HoA)를 구성한다. 이 홈 주소는 이동 네트워크가 홈 네트워크를 벗어나도 이동 네트워크에 계속 할당된 채로 남게 된다. 이동 네트워크가 홈 네트워크를 벗어나 다른 네트워크를 방문하여 새로운 접근 라우터(Access Router: AR)에 연결되면, MR은 방문한 네트워크로부터 Care-of Address(CoA)를 얻는다. CoA를 얻은 MR은 홈 네트워크에 있는 자신의 HA에게 CoA 정보를 담은 바인딩 갱신(Binding Update : BU) 메시지를 전송한다. BU를 수신한 HA는 바인딩 캐시(Binding Cache : BC)를 이용하여 MR의 HoA와 CoA를 바인딩 시킨다. 바인딩 후 HA는 MR에게 바인딩 응답 (Binding Acknowledgement : BA) 메시지를 전송하여 응답한다. 이러한 바인딩 처리 과정을 거쳐 MR과 MR의 HA 사이에 양방향 터널이 확립된다. CN에서 이동 네트워크 프리픽스(Mobile Network Prefix)에 속하는 MNN 주소로 데이터 패킷을 전송하면 라우팅 메커니즘에 의하여 MR의 HA에게 전달이 된다. HA는 패킷을 MR에게 터널을 이용하여 전송하고 MR은 패킷을 자기 내부의 MNN에게 전송한다.

Mobile IPv6에서는 경로 최적화를 위해 이동

노드(Mobile Node: MN)가 자신의 현재 위치 정보(즉, MN의 CoA)를 CN에게 알려 줄 수 있도록 허용하여 MN의 HA를 거치지 않고 통신을 할 수 있도록 해준다[2]. 그러나 <그림 1>에서 알 수 있듯이 NEMO 기본 지원 프로토콜은 CN과 MNN 사이의 모든 통신이 MR과 MR의 HA의 터널을 통해서 이루어져야 한다. 이것은 추가적인 네트워크 부하와 패킷 전달 지연을 초래한다.

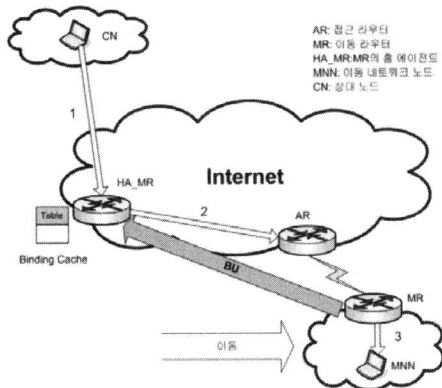
NEMO 기본 지원 프로토콜은 MIPv6와는 달리 경로 최적화 기법을 제공하지 않고 있기 때문에 비효율적인 라우팅으로 인해 데이터의 전송 비용이 증가하게 된다. 이동 네트워크가 중첩하여 존재하는 중첩 NEMO 환경에서는 복잡해진 라우팅 경로로 인해 데이터의 전송 비용이 더욱 증가하게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 NEMO 환경에서 데이터 전송 비용을 감소시킬 수 있는 다양한 경로 최적화(Routing Optimization) 기법 연구가 이루어지고 있다[6][7][12]. 그러나 지금까지 제안된 이동 네트워크에서의 경로 최적화 기법들은 이동 네트워크의 이동시 다수의 BU 메시지 전송으로 발생하는 바인딩 갱신 폭풍 문제(Binding Update Storm: BU Storm), 경로 최적화에 참여하는 개체들의 동작방식과 프로토콜이 복잡해지는 문제, 통신 보안 등의 여러 새로운 문제들을 일으킨다[6][7][12]. 특히, 바인딩 갱신 폭풍 문제는 유선 네트워크에 비해 상대적으로 대역폭이 제한적인 무선 통신 환경에서 네트워크 혼잡과 패킷 전송 지연, 패킷 손실 등의 문제를 초래하여 네트워크 성능에 많은 영향을 준다.

본 논문에서는 비 중첩인 NEMO 환경에서 바인딩 갱신 폭풍에 의해서 초래되는 문제들을 해결하기 위해 이동 네트워크내의 MNN들이 각각 서로 다른 시간적인 순서를 가지고 BU 메시지를 전송토록 하는 분산 바인딩 갱신 기법을 제안한다. BU 메시지의 시간적인 분산은 바인딩 갱신 폭풍에 기인한 BU 전송 지연과 핸드오프 지연 문제에 대해 효과적인 방법이 될 수 있다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 비 중첩 NEMO에서의 경로 최적화 기법과 관련된 기존 연구들과 문제점을 파악한다. 3장에서 본 논문에서 제안하는 분산 바인딩 갱신 기법에 대하여 설

명한다. 그리고 4장에서 시뮬레이션을 통하여 분산 바인딩 갱신 기법의 성능을 평가한다. 마지막으로 5장에서 결론과 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 관련 연구

이 절에서는 비 중첩 NEMO 환경에서 발생하는 비효율적인 라우팅 문제를 해결하기 위한 기법들을 소개하고 분석한다. 여기서 설명하는 기법들은 MR과 MR의 HA 사이의 터널을 이용하지 않고 CN이 MNN과 통신할 수 있도록 하는 기법들이다.

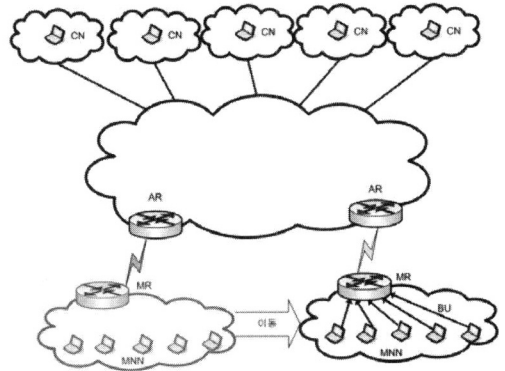


<그림 1> NEMO 기본 지원 프로토콜의 동작 과정

2.1 종단 간 경로 최적화

NEMO 기본 지원 프로토콜의 비효율적인 라우팅 문제를 해결하기 위한 첫 번째 방법은 <그림 2>와 같이 경로 최적화를 네트워크의 종단에 있는 MNN과 CN이 직접 수행하도록 하는 것이다 [8][9][10][11]. 이 기법에서는 이동 네트워크의 이동에 의해 MR의 접근 라우터(Access Router: AR)가 변경 될 때, 종단 간 경로 최적화를 수행할 수 있는 모든 MNN이 자신과 통신하는 모든 CN과 자신의 HA에게 BU 메시지를 전송한다. BU 메시지를 통해 CN은 MNN의 CoA를 알 수 있으므로 MR의 HA를 거치지 않고 패킷을 전송할 수 있게 된다. 그러나 이 기법은 이동 네트워

크의 이동시 MNN들에 의해 바인딩 갱신 폭풍 문제가 일어날 수 있고 이로 인해 BU 메시지 전송 지연과 핸드오프 지연을 초래할 수 있다[12].



<그림 2> MNN과 CN에 의한 종단 간 경로 최적화

2.2 MR과 CN간 경로 최적화

[13][14] 기법에서는 MR의 통신 접속 지점이 변경되었을 때 MR이 MNN들을 대신하여 CN에게 BU 메시지를 전송하도록 한다. 이 기법은 다음의 문제점을 가진다.

MR이 MNN대신 CN과 MNN의 HA에게 BU 메시지를 보내기 위해서는 MR이 MNN들에게서 BU메시지 전송에 대한 권한을 위임 받기 위한 방법이 제공되어야 하며, CN과 MNN의 HA는 MR이 전송한 BU 메시지가 타당하다는 것을 검증할 방법을 가지고 있어야 한다. 특히, MNN이 이동 네트워크를 방문 중인 방문 이동 노드(Visiting Mobile Node: VMN)인 경우에는 VMN과 MR이 서로 다른 관리 영역에 속하기 때문에 BU 메시지 검증 방법이 복잡해진다.

3. 제안 기법

이번 장에서는 종단 간 경로 최적화가 적용된 비 중첩 NEMO 환경에서 BU 메시지를 시간적으로 분산하여 보내야 하는 이유와 바인딩 갱신 폭풍으로 인하여 발생하는 문제점들을 해결하기 위한 분산 바인딩 갱신 기법을 제안한다.

3.1 바인딩 갱신 메시지의 시간적 분산

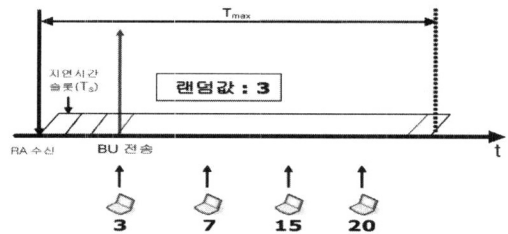
중단 간 경로 최적화 기법에서 이동 네트워크는 MR의 라우터 광고 (Router Advertisement: RA) 메시지를 통해 MNN들에게 이동 관련 정보를 제공한다. 이동에 의한 핸드오프 시의 패킷 전송 지연과 손실을 최소화하기 위해 RA 수신 즉시 MNN들은 통신 중인 CN과 자신의 HA에게 BU 메시지를 전송한다. 동시에 BU 메시지를 전송하는 MNN이 많으면 통신 매체를 통해 데이터를 전송하는 과정에서 빈번히 충돌이 발생하여 전송 지연시간이 증가하게 된다. 특히, MAC (Media Access Control) 계층에서 사용되는 백 오프 기법 때문에 충돌이 잦을수록 패킷 전송 지연시간은 더욱 증가하게 된다[15][16][17][18][19].

백 오프 기법은 통신 매체가 사용 중인지 체크한 후에 사용 중이지 않다면 바로 데이터를 전송하고 만약 매체가 사용 중이면 충돌을 회피하기 위하여 일정 시간을 기다린다. 일정 시간을 기다린 후 다시 전송 시도를 하여도 매체가 사용 중이면 기다리는 시간을 두 배로 늘리게 된다. MAC 계층에서 충돌이 증가하면 전송대기시간이 길어지고 매체의 사용률도 감소하게 된다. BU 메시지는 되도록 짧은 시간에 HA와 CN에게 전달이 되어야 바인딩 갱신 지연으로 인한 패킷 손실과 핸드오프 지연을 감소시킬 수 있기 때문에 백 오프 알고리즘에 의해 발생하는 지연시간을 줄이는 것은 매우 중요하다. 중단 간 경로 최적화 기법에서 발생하는 바인딩 갱신 폭풍은 다수의 MNN들에서 생성된 BU 메시지가 매우 짧은 시간동안 MR에게 집중적으로 전송되는 현상이므로 BU 메시지들의 전송 시도를 시간적으로 분산시키면 MAC 계층에서의 충돌과 통신 지연을 감소시킬 수 있다.

3.2 분산 바인딩 갱신 기법의 절차

이 절에서는 중단 간 경로 최적화 기법이 적용된 비 중첩 NEMO 환경에서 바인딩 폭풍에 의해 발생하는 BU 메시지 전송 지연 문제를 해결

할 수 있는 분산 바인딩 갱신(Distributed Binding Update: DBU) 기법의 동작 절차를 설명한다. MNN에 의하여 발생하는 바인딩 갱신 폭풍을 분산시키기 위해서는 각각의 MNN이 BU 메시지를 전송하는 시점을 서로 다르게 해야 한다. 그렇지 않으면 MNN들은 RA 수신 즉시 서로 경쟁적으로 바인딩 메시지를 보내려고 하기 때문에 바인딩 갱신 폭풍 문제가 발생하게 된다.



<그림 3> DBU 기법 동작 절차의 예

본 논문에서는 MNN들이 서로 다른 시간 간격으로 BU 메시지를 전송할 수 있도록 하기 위해 지연시간 슬롯 개념과 이동 네트워크 내부 MNN의 수(N_{MNN})를 이용한다. 지연시간 슬롯의 크기(T_s)는 네트워크 사용량 등을 고려하여 MR에 의해 결정되며, 슬롯은 N_{MNN} 개만큼 존재한다. MNN이 RA 메시지 수신 후 BU를 보내지 않고 대기할 수 있는 최대 전송 지연시간(T_{max})은 T_s 와 N_{MNN} 의 곱으로 계산될 수 있으며, T_{max} 시간 내에 MNN은 최소한 한번은 BU를 전송해야 한다. RA 메시지의 옵션 필드를 이용하여 MR은 MNN들에게 T_s 와 N_{MNN} 을 알려주며, MNN은 N_{MNN} 의 범위 내에서 랜덤한 값을 선택하여 랜덤 값과 T_s 를 곱한 시간만큼 BU 전송을 지연시킨 후 BU 메시지를 전송한다.

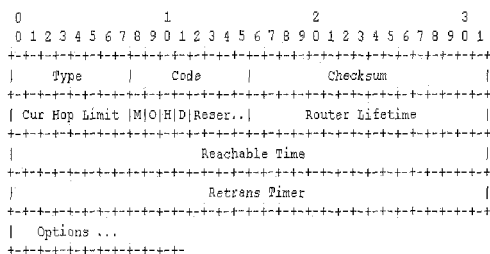
<그림 3>는 서로 다른 지연시간 슬롯을 선택한 MNN들이 BU 메시지를 전송하는 과정을 보여준다. 첫 번째 MNN은 랜덤 값으로 3을 선택하여 3개의 지연시간 슬롯 시간만큼 대기한 후 BU 메시지를 전송하고 나머지 MNN들도 7, 15, 20의 지연시간 슬롯 시간을 경과한 후 BU 메시지를 전송한다.

각 MNN에 의해서 전송되는 BU 메시지는 T_s 시간 이내에 MR에 도달할 수 있어야한다. T_s 가 너무 작으면 이동 네트워크 내부 MNN들의 바인딩 갱신 전송시간이 집중되면서 바인딩 갱신 폭풍 현상이 발생할 수 있고, 너무 크면 BU 메시지 전송이 지연되는 문제가 발생한다. 따라서 적절한 T_s 의 크기를 정하는 것이 필요하다. DBU 기법에서는 MR이 이동 네트워크의 현재 사용 대역폭을 고려하여 T_s 의 크기를 계산하도록 함으로써 동적으로 T_s 의 크기가 조절 될 수 있도록 하였다. 본 논문에서는 T_s 의 크기를 수식 (1)과 같이 계산한다.

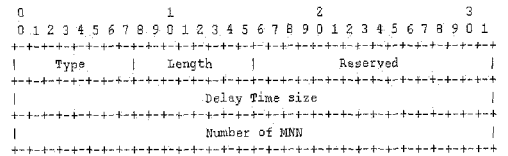
$$T_s = \frac{s}{B_{wi} * \delta} \quad (1)$$

수식 (1)에서 s 는 BU 메시지의 크기, B_{wi} 는 MR의 네트워크 대역폭, δ 는 네트워크 대역폭의 현재 가용율을 표현하는 변수로 네트워크에 부하가 많아질수록 이 값은 작아진다.

T_s 를 계산한 MR은 이 정보를 이동 네트워크의 내부에 있는 MNN들에게 전달하기 위해 [1]의 RA 메시지 형식에 <그림 4>와 같이 새로운 D 플래그를 추가한다. D 플래그가 1로 설정되어 있으면 <그림 4>의 options 필드에 <그림 5>의 DBU 옵션이 적용됨을 의미하며, 0으로 설정되어 있으면 DBU 옵션은 사용되지 않고 NEMO 기본 지원 프로토콜이 적용된다. TLV(Type Length Value) 형태의 포맷을 가지는 <그림 5>의 DBU 옵션에서 Delay Time size 필드는 T_s 정보를, Number of MNN 필드는 N_{MNN} 정보를 담고 있는 필드이다.



<그림 4> D 플래그가 추가된 RA 메시지

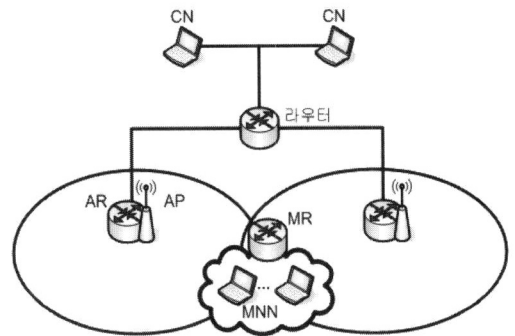


<그림 5> DBU 옵션

4. 성능분석

이 장에서는 MNN과 CN에 의한 중단 간 경로 최적화가 적용된 환경에서 DBU 기법이 적용된 경우와 DBU 기법이 적용되지 않은 경우의 지연 시간 성능을 비교하고 분석한다. 본 논문에서는 DBU 기법이 적용되지 않은 바인딩 갱신 기법의 경우를 CBU(Conventional Binding Update)로 표기한다.

4.1 환경 설정



<그림 6> 시뮬레이션 환경

<그림 6>은 시뮬레이션이 수행된 환경을 보여 주며 시뮬레이션 환경 구축 및 성능 평가는 네트워크 시뮬레이션에 많이 활용되는 NS-2를 이용하여 수행하였다[20]. MNN과 MR 구간과 MR과 AR 구간은 무선 구간으로, AR과 CN의 구간은 유선 구간을 가정하였다. MR과 AR 구간은 11Mbps의 WLAN 환경으로, MNN과 MR 구간은 최대 2Mbps의 무선 네트워크 환경인 것으로, AR과 CN 구간은 10Mbps의 유선 LAN으로 설정하였다. 이동 네트워크를 구현하기 위하여 MR

과 이동 네트워크 내부의 MNN들은 이동성을 가지도록 설정하였으며 시뮬레이션에 사용된 나머지 파라미터들의 값은 <표 1>과 같다.

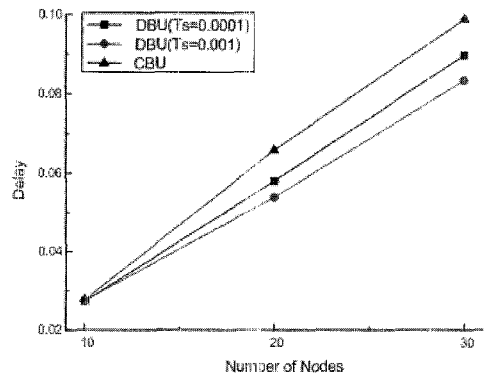
<표 1> 시뮬레이션 환경 설정 파라미터

전송 프로토콜	UDP
트래픽 유형	CBR, EXP
이동 속도(m/s)	5
노드 수	10 ~ 30

4.2 지연시간 분석

시뮬레이션에서는 DBU와 CBU 기법이 적용된 경우의 MNN과 MR 구간의 지연시간을 측정하였다. 여기서 지연시간은 핸드오프가 발생하여 MNN들이 BU 메시지들을 MR로 전송할 때 MNN이 전송한BU 메시지 모두가 MR까지 도착하는데 걸린 시간을 의미한다. 시뮬레이션의 모든 결과는 100회를 측정하여 평균을 구하였다. <그림 7>은 $B_{wi}=2Mbps$, $s=128byte$, $\delta=0.5$, 그리고 MNN들과 MR들 사이에서 발생하고 있는 통신 트래픽의 유형으로 CBR(Constant Bit Rate)을 시뮬레이션에 적용한 경우의 T_s 의 크기(sec)와 MNN의 수에 따른 지연시간(sec) 평균값을 구한 결과이다. T_s 의 크기로는 위에서 주어진 값들을 본 논문에서 제안한 수식 (1)에 적용하여 계산된 T_s 값의 근사치인 0.001초와 비교를 위해 수식 (1)에서 계산된 값보다 1/10배 더 작은 T_s 값인 0.0001초를 사용하였으며, CBU 기법은 T_s 를 사용하지 않으므로 <그림 7>에서 T_s 값을 표시하지 않았다. <그림 7>에서 MNN의 수가 적은 경우(노드 수=10)에는 각 경우별 지연시간의 차이가 거의 없으나 MNN의 수가 많은 경우(노드=30)에는 수식 (1)에서 계산된 T_s 값을 사용하는 DBU 기법(DBU($T_s=0.001$))이 가장 작은 지연시간을 보였으며, CBU 기법보다 15% 이상의 지연시간 감소를 나타내었다. 그 이유는 노드의 수가 증가함에 따라 CBU 기법에서는 MNN들이 동시에 BU 메시지를 MR에게 전송하기 때문에 충돌이 빈번히 발생하고 백 오프 알고리즘에 의해 충돌된 BU 메시지들의 지연시간 증가폭

이 증가하여 더욱 많은 지연시간이 발생하나 DBU 기법에서는 MNN들의 BU 메시지 전송시간의 분산으로 충돌 횟수를 감소시켜 BU 메시지 지연시간 증가폭이 작기 때문이다. 특히, 수식 (1)로부터 도출되어 나오는 T_s 값을 적용한 DBU 기법은 T_s 가 너무 작아 바인딩 갱신 전송시간이 집중되어 바인딩 갱신 폭풍 현상이 발생할 수 있는 경우와 너무 커서 BU 메시지 전송 지연시간이 증가하는 경우를 회피할 수 있어 효율적으로 지연시간을 감소시킬 수 있음을 알 수 있다.

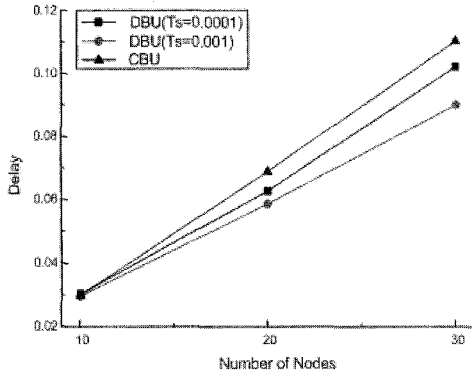


<그림 7> CBR 트래픽에서 T_s 크기와 노드 수에 따른 지연시간 분석

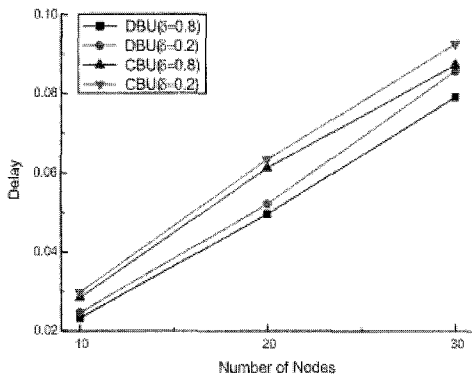
<그림 8>은 B_{wi} , s , δ 의 값은 <그림 7>과 동일하고 통신 트래픽 유형만 Exponential On/Off 분포를 적용한 경우의 T_s 의 크기와 MNN의 수에 따른 지연시간(sec) 평균값을 구한 결과로서 <그림 7>과 유사한 결과를 보이고 있다. 사용된 통신 트래픽 모델은 On 주기 동안은 고정된 비율로 패킷을 전송하고, Off 주기 동안에는 패킷을 전송하지 않으며 On/Off 주기는 모두 지수(Exponential) 분포를 따르는 통신 트래픽 모델이다.

<그림 9>는 $B_{wi}=2Mbps$, $s=128byte$, 통신 트래픽의 유형으로 CBR을 시뮬레이션에 적용한 경우의 δ 와 MNN의 수에 따른 지연시간 평균값을 구한 결과이다. 이 그림으로부터 DBU와 CBU 기법 모두 네트워크 대역폭의 가용율(δ) 값이 작은 경우보다 큰 경우에 지연시간이 더 작음을 알 수 있다. 그 이유는 δ 이 클수록 수식 (1)로부터 T_s

의 크기가 작아지고 BU 메시지를 전송하기 위한 대역폭의 여유가 커지기 때문이다.

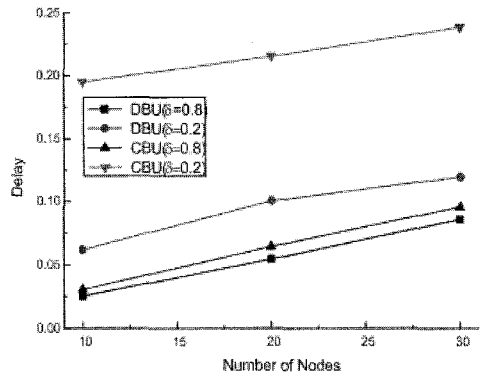


<그림 8> EXP 트래픽에서 T_s 크기와 노드 수에 따른 지연시간 분석



<그림 9> CBR 트래픽에서 δ 와 노드 수에 따른 지연시간 분석

<그림 10>은 B_{wi} , s 의 값은 <그림 9>와 동일하고 통신 트래픽 유형만 Exponential On/Off 분포를 적용한 경우의 δ 와 MNN의 수에 따른 지연시간 평균값을 구한 결과이다. <그림 10>에서 각 기법별로 δ 관점에서 분석한 결과는 <그림 9>와 유사하나 각 기법별 지연시간의 간격이 <그림 9>와 비교해서 큰 것은 패킷 전송 시 지수 분포를 따라 동작하는 트래픽의 특성 때문이다. 두 그림의 결과로부터 네트워크 대역폭의 가용율이 클수록 지연시간을 감소시킬 수 있으며, CBU 기법보다는 DBU 기법이 보다 지연시간 감소에 효율적임을 알 수 있다.



<그림 10> EXP 트래픽에서 δ 과 노드 수에 따른 지연시간 분석

5. 결 론

본 논문에서는 종단 간 경로 최적화가 적용된 비 중첩 NEMO 환경에서 발생하는 바인딩 갱신 폭풍 문제를 해결하기 위하여 DBU 기법을 제안하였다. DBU 기법은 이동 네트워크 내 MNN들이 서로 다른 시간에 BU 메시지를 전송하도록 하기 위해 지연시간 슬롯, 이동 네트워크 내 MNN의 수, 각 MNN이 결정한 랜덤 값을 이용한다. 각 MNN들은 서로 다른 지연시간 슬롯에서 BU 메시지를 전송하기 때문에 바인딩 갱신 폭풍 시에 발생하는 충돌 문제와 BU 전송 지연 문제를 완화할 수 있다. 또한 네트워크의 트래픽 상황에 따라서 크기가 변할 수 있는 지연시간 슬롯을 사용하여 바인딩 갱신 폭풍 문제에 보다 유연하게 대처할 수 있도록 하였다.

시뮬레이션 도구를 이용하여 본 논문에서 제안된 DBU 기법의 성능을 비교 분석하였다. 분석 결과는 DBU 기법이 BU 메시지의 전달 지연시간을 감소시켜 MNN들의 BU 메시지 전송에 효과적임을 보여주었다.

본 논문에서 제안된 DBU 기법은 기존 기법보다 바인딩 갱신 폭풍에 기인한 BU 메시지 전달 지연시간을 감소시킬 수 있으나 여전히 BU 메시지의 충돌 가능성이 존재한다. 향후 연구로 충돌 가능 확률을 더 감소시키거나 충돌을 제거할 수 있는 방법에 대한 연구가 진행되어야 한다.

참 고 문 헌

- [1] V. Devarapalli, R. Wakikawa, A. Petrescu and P. Thubert(2005). Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol. RFC 3963. IETF.
- [2] D. Johnson, C. Perkins and J. Arkko(2004). Mobility Support in IPv6. RFC 3775.
- [3] C. Perkins(2002). IP Mobility support for IPv4. RFC 3220. IETF.
- [4] T. Ernst, H-Y. Lach(2004). Network Mobility Support Terminology. Internet Draft. draft-ietf-nemo-terminology-01.
- [5] T. Ernst(2004). Network Mobility Support Goals and Requirements. Internet Draft. draft-ietf-nemo-requirements-02.txt.
- [6] C. Ng, P. Thubert, F. Zhao(2005). Network Mobility Route Optimization Problem Statement. Internet Draft. draft-ietf-nemo-ro-problem-statement-00.
- [7] C. Ng, F. Zhao, M. Watari(2005). Network Mobility Route Optimization Solution Space Analysis. Internet Draft. draft-ietf-nemo-ro-space-analysis-00.
- [8] P. Paakkonen and J. Latvakoski(2003). Mobile Network Prefix Delegation extension for Mobile IPv6. Internet-Draft. draft-paakkonen-nemo-prefix-delegation-00.
- [9] T. Kniveton, P. Thubert(2005). Mobile Network Prefix Delegation. Internet Draft. draft-ietf-nemo-prefix-delegation-00.
- [10] K. Lee, J. Jeong, J. Park and H. Kim (2004). Route Optimization for Mobile Nodes in Mobile Network based on Prefix Delegation. Internet Draft. draft-leej-nemo-ro-pd-02. IETF.
- [11] R. Droms and P. Thubert(2004). DHCPv6 Prefix Delegation for NEMO. Internet - Draft . draft-droms-nemo-dhcpv6-pd-01.
- [12] C. Ng, P. Thubert, H. Ohnishi and E. Paik(2005). Taxonomy of Route Optimization models in the NEMO Context. Internet Draft. draft-thubert-nemo-ro-taxonomy-04.txt. IETF.
- [13] C. Ng(2004). Extending Return Routability Procedure for Network Prefix (RRNP). Internet-Draft. draft-ng-nemo-rrnp-00.
- [14] C. Bernardos, M. Bagnulo and M. Calderon(2004). MIRON: MIPv6 Route Optimization for NEMO. ASWN
- [15] Giuseppe Bianchi(2000). Performance Analysis of the IEEE 802.11 Distributed Coordination Function. IEEE JSAC. VOL. 18. NO. 3.
- [16] W. Jeffrey, S. Tejinder(2004). Saturation Throughput Analysis of IEEE 802.11e Enhanced Distributed Coordination Function. IEEE JSAC. VOL. 22. NO. 5.
- [17] IEEE Std. 802.1d (ISO 15802-3). Media Access Control(MAC) Bridges. 1993.
- [18] IEEE 8802.11-1999. Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. 1999.
- [19] IEEE 802.11b-1999. Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band. 1999.
- [20] NS-2 network simulator (ver 2) LBL. URL: <http://www.isi.edu/nsnam/ns>

김 훈



2003 서울산업대학교
컴퓨터공학과(공학사)
2006 고려대학교
컴퓨터학과(이학석사)

2007~현재 고려대학교 컴퓨터전과통신공학과
박사과정

관심분야: 무선통신, Mobile IPv6, 센서 네트워크
E-mail: hoon@hcl.korea.ac.kr

송 의 성



1997 고려대학교 컴퓨터학과
(이학사)
1999 고려대학교 컴퓨터학과
(이학석사)

2005 고려대학교 컴퓨터학과(이학박사)
2005~현재 부산교육대학교 컴퓨터교육과 전임강사
관심분야: 컴퓨터 네트워크, 컴퓨터교육
E-Mail: ussong@bnue.ac.kr