

핸드오버시 재전송 부담 감소를 위한 데이터그램 전송 정책

(A Datagram Delivery Strategy for Reducing Retransmission Overheads During Handover)

許聖辰*, 金整三**, 鄭在烈***, 姜尙龍****, 韓基俊*

(Seong Jin Heo, Jeong Sam Kim, Jeong Jae Yeol, Sang Yong Kang, and Ki Jun Han)

요 약

본 논문에서는, 핸드오버시의 경로 재설정으로 이동 호스트에서 수신하는 패킷의 순서가 뒤바뀌고 이로 인하여 전송측에서 불필요한 재전송을 수행하게 되는 비효율성을 해결하기 위하여 홈 에이전트가 등록 요청 메시지를 수신하면 새로운 외부 에이전트로의 전송을 멈추고 버퍼링을 수행하다가 일정시간이 경과한 후 전송을 재개하는 방안을 제시하였다. 홈 에이전트에서의 데이터그램 전송 절차를 개선한 본 논문의 방안을 사용하여 불필요한 재전송으로 인한 중단간 성능 저하의 문제가 적은 비용으로 해결될 수 있음을 시뮬레이션을 통하여 확인하였다.

Abstract

In this paper, we propose a new datagram delivery strategy at the home agent to improve the end-to-end performance by reducing retransmission overheads during handover. Changed routing might be able to cause packet disordering and this in turn could cause unnecessary retransmission at the fixed host and finally results in performance degradation. In our proposal, the home agent begins to buffer received datagrams instead of transmitting them after receiving a registration request message from the foreign agent and then transmits them again after for a certain time. Simulation results show that our proposal may successfully solve this problem at little cost.

I. 서 론

무선망 환경이 기존 전송 계층 프로토콜의 성능에

* 正會員, 慶北大學校 컴퓨터工學科

(Dept. of Computer Eng., Kyungpook Nat'l Univ.)

** 正會員, 慶北專門大學

(Kyungpook Junior College)

*** 正會員, 新羅大學校

(Silla University)

**** 正會員, 韓國通信 交換技術研究所

(Korea Telecom)

接受日字:1998年5月7日, 수정완료일:1998年10月2日

영향을 미치는 주요한 원인은 무선 링크상의 높은 전송 에러율과 핸드오버등이 있다. 이러한 상황은 유선 선로와 무선 선로의 상이한 특성과 컴퓨터의 이동성에서 기인한다. 기존 전송 계층 프로토콜은 유선망의 낮은 전송 에러율을 감안하여 패킷 손실의 주요 원인을 망 폭주로 가정하고 동작한다. 그러나 유무선 복합망에서의 패킷 손실은 주로 무선 선로의 높은 데이터 손실율과 셀 경계가 중첩되지 않은 망 구조에서의 핸드오버 과정 중에 빈번하게 발생한다. 또한 핸드오버가 수행되는 경우 일반적으로 경로 재 설정을 위한 시간 동안 전송 정책을 경험하고 이동 호스트는 응답 패킷을 제대로 발생시킬 수 없게 된다. 이러한 전송 정책 시간이 송신측 재 전송 타이머의 값보다 길어질 경우

송신측은 이를 패킷 손실로 오인하고 재 전송을 수행하면서 폭주 제어 절차를 가동하게 된다. 이와 같이 폭주와 무관한 데이터 손실에 대하여 송신측이 부적절한 폭주 제어를 수행하게 되는 경우, 전송량을 불필요하게 감소시켜 전체적으로 망의 전송 대역폭을 충분히 활용하지 못하는 상황을 초래하면서 결국 종단간의 처리율을 저하시키는 결과를 가져온다.

이러한 문제들을 해결하기 위하여 현재 다양한 연구들이 진행되고 있는데, 핸드오버동안 손실되는 데이터에 대하여 먼저 재전송이 신속히 이루어지도록 함으로서 전체적으로 종단간의 처리율을 향상시키는 방법과 데이터 손실이 폭주에 의한 것이 아님을 명시적으로 송신측에 알려주어 부적절한 폭주 제어 절차가 가동되는 것을 예방하는 방안 등이 있다.

이러한 연구들은 전송 계층 프로토콜이나 라우터 동작의 수정을 필요로 하여 호환성 문제를 가지는 반면에, 본 논문에서 제안한 방안은 기존 프로토콜 동작에 수정을 필요로 하지 않으면서 핸드오버로 인한 종단간의 성능 저하 문제를 개선하였다는 점에서 기존 연구와 구별된다. 또한 기존의 연구들이 핸드오버로 인한 데이터 손실 문제나 폭주 제어의 부적절한 동작으로 인한 문제 등에 중점을 두었던 것과는 달리, 핸드오버시 패킷 뒤바뀜으로 인한 송신측의 불필요한 재전송과 이에 따른 성능 저하 문제를 해결하기 위하여 새로운 홈 에이전트의 데이터그램 전달 절차를 제안하였으며 시뮬레이션을 통하여 그 결과를 분석하였다.

본 논문에서는 이동 호스트 및 이동성 지원 에이전트의 망 계층 프로토콜로서 IETF에서 제안한 IP Mobility Support와 Route Optimization in Mobile IP, 전송 계층 프로토콜은 현재 널리 사용중인 TCP Reno버전을 가정하였다.

IP Mobility Support의 기본 동작은 크게, 에이전트 발견(Agent Discovery), 등록(Registration) 그리고 터널링(Tunneling)으로 구분할 수 있다. IP Mobility Support가 가지는 삼각 라우팅 문제를 해결하기 위하여 IETF에서는 다시 라우팅 최적화 방안을 제안하였는데, 모든 호스트는 이동 호스트의 현재 위치와 관련된 정보를 저장하는 바인딩 캐쉬(Binding Cache)를 이용하여 홈 에이전트를 경유하지 않고 이동 호스트로의 직접적인 전송이 가능하도록 하였다. 이외에도 경로 최적화 프로토콜에서는 핸드오버시의 데이터 손실을 최소화하기 위하여, 이전 외부 에이전

트가 수신한 데이터를 새로운 에이전트로 포워딩하는 방안을 제안하였다. 그림 1과 그림2는 각각 핸드오버가 일어나는 과정과 경로 최적화 프로토콜의 등록 절차를 보여주고 있다.

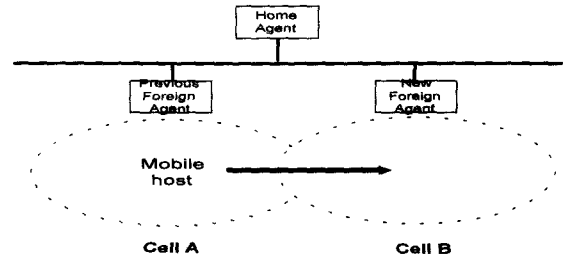


그림 1. 이동 호스트의 핸드오버
Fig. 1. The Handover.

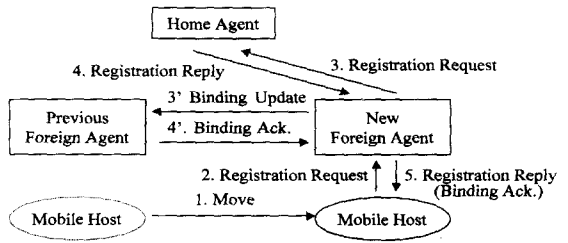


그림 2. IETF 등록 절차
Fig. 2. The IETF Registration Procedure.

II. 패킷의 비 순서화 발생과 해결 방안

1. 패킷 비 순서화의 발생과 그에 따른 불필요한 재전송

홈 에이전트에 등록 요청 메시지가 도착하기 전에 고정 호스트로부터 홈 에이전트에 도착한 데이터그램들은 이전 외부 에이전트로 경로 설정이 되고, 그 이후 홈 에이전트에 도착하는 데이터그램들은 새로운 외부 에이전트로 경로가 설정된다. 이 경우 경로 최적화 프로토콜에 의하여, 이미 이동한 호스트를 목적지로 갖는 데이터그램을 수신한 이전 외부 에이전트는 이동 호스트의 홈 에이전트에 바인딩 경고 메시지를 전송한다. 이를 수신한 홈 에이전트는 다시 고정 호스트에 바인딩 갱신 메시지를 전송하지만 고정 호스트는 기존의 IP를 사용하는 것으로 가정하였으므로 홈 에이전트로부터 전송되어온 바인딩 경고 메시지를 이해할 수 없다. 이는 고정 호스트로 하여금 계속해서 홈 에이전트를 통한 이동 호스트로의 데이터그램 전송이 이루어짐을 의미한다.

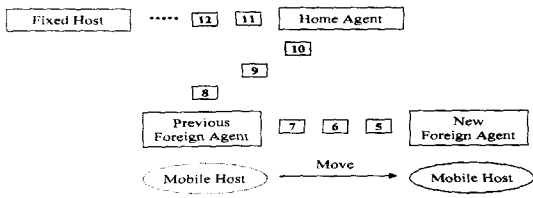


그림 3. 등록 요청 수신 전 상황
Fig. 3. Situation before home agent receives the registration request message.

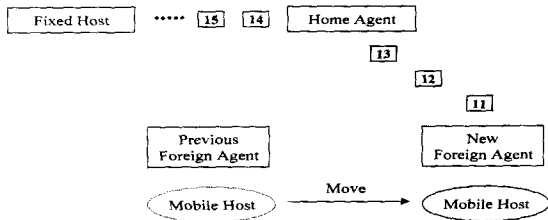


그림 4. 등록 요청 수신 후 상황
Fig. 4. Situation after home agent receives the registration request message.

이동 호스트가 이동한 직후 이전 외부 에이전트에 도착하는 데이터그램은, 일단 버퍼링 되었다가 이전 외부 에이전트가 바인딩 갱신 메시지를 수신하고 그에 따라 바인딩 응답 메시지를 송신한 후 새로운 외부 에이전트로 포워딩된다. 이 과정에서 고정 호스트로부터 이들보다 늦게 송신된 데이터그램이 홈 에이전트의 등록 테이블이 갱신된 후 도착하여 새로운 외부 에이전트로 라우팅된다면, 이들은 이전 외부 에이전트에서 포워딩되어 도착하는 데이터그램보다 빨리 새로운 외부 에이전트에 도착할 수 있는데, 이는 곧 패킷의 비순서화 발생을 의미한다. 그림 3과 그림 4는 이러한 상황을 보여준다.

패킷 비 순서화는 이동 호스트에서 동일한 일련 번호를 갖는 응답 패킷을 생성하게 만들고 이러한 응답 패킷의 수가 세 개 이상이 되는 경우, 고정 호스트의 TCP Reno는 이를 패킷 손실로 오인하여 불필요한 재전송을 수행함으로써 종단간 성능을 저하시키게 된다.

2. 해결 방안

위에서 제기한 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 핸드오버가 수행되어, 홈 에이전트가 새로운 외부 에이전트들 통하여 이동 호스트의 등록 요청 메

시지를 수신하는 시점부터 이동 호스트를 목적지로 갖는 모든 데이터그램을 전송하지 않고 버퍼링하다가 일정 시간이 경과한 후 전송을 재개하는 방안을 제안한다. 이는 홈 에이전트가 등록 요청 메시지를 수신한 후 새로운 외부 에이전트로 경로가 설정된 데이터그램이 그 이전에 이전 외부 에이전트로 경로 설정된 데이터그램보다 빨리 새로운 외부 에이전트에 도착하게 되는 상황을 예방하기 위한 것으로써, 홈 에이전트에서 버퍼링을 수행하는 구체적인 시간은 이동 호스트의 이전 핸드오버 수행시간의 수행 시간 평균값(Running Time Average)에 근거하여 결정하였다. 여기서 핸드오버 수행시간은 이동 호스트가 이동하고 등록 요청 메시지를 새로운 외부 에이전트로 전송한 시간부터 새로운 외부 에이전트로부터 등록 응답 메시지를 받게 될 때까지의 경과 시간으로 정의한다. 이러한 경과 시간은 핸드오버가 수행될 때마다 변화하게 되며, 만약 홈 에이전트가 단순히 이 값을 근거로 버퍼링을 수행한다면 홈 에이전트의 버퍼링 수행시간 변화에 따른 결과를 핸드오버의 수행시간과 연관지어 일반화 하기 어렵음이 있다. 그러므로 이동 호스트는 매번 핸드오버를 수행할 때마다 핸드오버 수행 시간을 기록하여 그 값을 다음 핸드오버 수행시 홈 에이전트에 전송하고 홈 에이전트는 식 1)을 이용하여 수행 시간 평균값을 구하도록 하였다.

$$T_{ho} = \alpha * T_{ho} + (1 - \alpha) * T_{est} \tag{1}$$

여기서 T_{ho} , T_{est} 는 각각 핸드오버 수행 시간의 평균값과 측정된 이전 핸드오버 수행 시간을 의미하며, α 는 0.9로 설정하였다.

III. 시뮬레이션

1. 시뮬레이션 가정 및 모델

본 논문에서는 사전 지향 시뮬레이션 언어인 smpl을 사용하여 시뮬레이션을 수행하였으며 기본 가정은 다음과 같다. 첫째, 새로운 외부 에이전트와 홈 에이전트 사이의 평균 전송 지연 시간과 이전 외부 에이전트에서 홈 에이전트 사이의 평균 전송 지연 시간은 동일하다고 가정한다. 둘째, 노드와 노드사이의 전송 순서는 보장되며, 핸드오버로 인한 경로 변경을 제외하고 서로 다른 모든 데이터그램들은 동일한 라우팅 경로를

가지는 것으로 가정한다. 셋째, 이동 호스트가 다른 외부 에이전트로 이동할 경우 이동 소요 시간은 무시하며, 새로운 외부 에이전트로 이동한 이동 호스트는 도착 즉시 등록 절차를 수행하는 것으로 가정한다. 넷째, 유선망 및 무선 링크에서의 전송 지연 시간은 모두 지수 분포를 따른다고 가정한다. 다섯째, 망의 폭주는 발생하지 않으며, 유무선망 사이에서의 전송 에러 및 핸드오버로 인한 메시지 손실은 없는 것으로 가정한다. 여섯째, 모든 사용자 데이터는 고정 호스트에서 이동 호스트로 전송이 이루어지고 응답 데이터는 그 역방향으로 전송되며, 이동 호스트의 TCP는 매번 패킷을 수신할 때마다 응답 패킷을 보낸다고 가정한다. 그리고 마지막으로 전송되는 모든 데이터는 동일한 크기를 가지며, 서로 다른 데이터 사이의 생성 시간 간격은 지수 분포에 따른다고 가정한다.

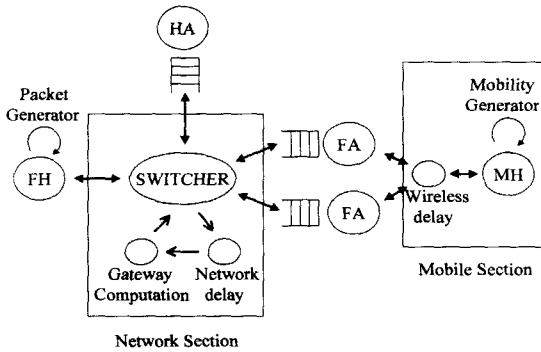


그림 5. 시뮬레이션 모델
Fig. 5. The Simulation Model.

그림 5는 위의 가정을 전제로 한 시뮬레이션 모델을 보여주고 있다. 시뮬레이션 모델에서 각 부분의 기능 및 역할을 보면, 먼저 고정 호스트를 시뮬레이션 하는 FH는 Packet Generator와 동기 되어 지수 합수 분포를 따르는 일정 시간마다 패킷을 생성하여 전송한다. 다음으로 홈 에이전트를 시뮬레이션 하는 HA는 등록 과정에서 수신한 이동 호스트의 이전 핸드오버 수행시간을 이용하여 고정 호스트로부터 수신한 데이터그램의 버퍼링 여부를 결정하고 이를 위한 버퍼를 두었다. 그리고 네트워크 섹션은 수신한 데이터그램을 실질적으로 라우팅하는 Switcher와 인터넷에서의 전송 지연을 모델링하는 Network Delay, 그리고 망에서 데이터그램의 처리에 관련되는 모든 요소를 모델링하는 Gateway Computation으로 구성된다. 다음으로,

Mobile Section은 무선 링크 상에서의 전송 지연을 모델링하는 Wireless Delay와 이동 호스트를 모델링하는 MH로 구성되며, MH는 수신한 패킷에 대한 응답 패킷을 생성함과 동시에 매 초마다 주기적으로 토큰을 생성하는 Mobility Generator에 동기 되어 사용자의 이동을 시뮬레이션 한다. 마지막으로, FA는 외부 에이전트를 시뮬레이션 하는데, 핸드오버시의 데이터 손실을 방지하기 위하여 최근에 수신한 일정양의 데이터를 버퍼링하는 버퍼를 두었다.

2. 시뮬레이션 결과 및 분석

홈 에이전트의 데이터그램 전송 정책에 따라 모두 일곱 종류의 서로 다른 시뮬레이션을 수행하였는데, 이들 각각에 대하여 실험 1, 실험 2, 실험 3 등의 방식으로 표기한다. 실험 1은 기존의 방식을 그대로 사용한 경우이고 실험 2에서 실험 7은 식 (1)을 통하여 구한 평균 핸드오버 시간에 근거하여 서로 다른 시간 간격동안 홈 에이전트에서 고정 호스트로부터 수신한 데이터그램을 버퍼링하다가 다시 전송을 수행하도록 하였다. 각 실험에 대하여 홈 에이전트에서 버퍼링을 수행하는 구체적인 시간은 표 1에 나타내었다.

표 1. 버퍼링 수행 시간

Table 1. Buffering Time of Each Experiment.

	홈 에이전트의 버퍼링 수행 시간
실험 1	버퍼링 수행하지 않음(기존 TCP 사용)
실험 2	평균 핸드오버 수행 시간 * 0.5
실험 3	평균 핸드오버 수행 시간 * 1.0
실험 4	평균 핸드오버 수행 시간 * 1.5
실험 5	평균 핸드오버 수행 시간 * 2.0
실험 6	평균 핸드오버 수행 시간 * 2.5
실험 7	평균 핸드오버 수행 시간 * 3.0

또한 각각의 실험에 대하여 다시 고정 호스트에서 버스트 트래픽이 발생할 때, 버스트 트래픽을 이루는 패킷의 생성 시간 간격, 이전 외부 에이전트와 새로운 외부 에이전트 사이의 전송 지연 시간 - 즉, 이동 호스트의 이동 거리-, 그리고 홈 에이전트에서 외부 에이전트들 사이의 전송 지연 시간 등을 변화시키며 시뮬레이션을 수행하였으며, 이들 각각의 경우에 대하여 50,000번의 핸드오버를 수행하였다.

본 논문에서는 노드 사이의 전송 순서는 보장되는 것으로 가정하였을 뿐만 아니라, 유무선망에서의 전송 손실과 폭주로 인한 손실 그리고 핸드오버로 인한 손

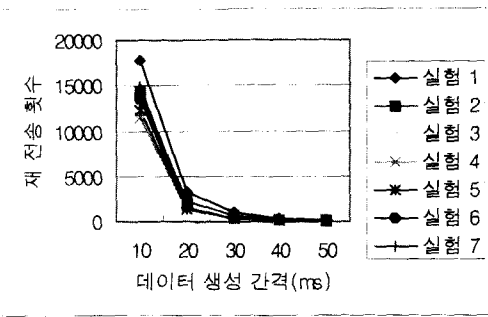


그림 6. 데이터 생성 시간 간격과 재전송 횟수
Fig. 6. The number of retransmissions versus inter-packet arrival time.

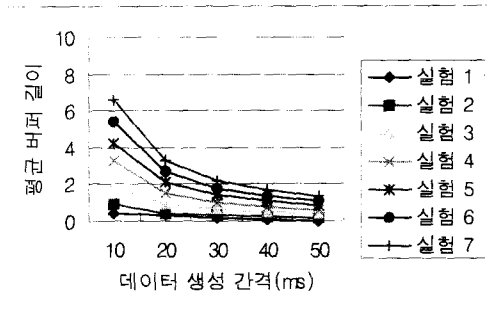
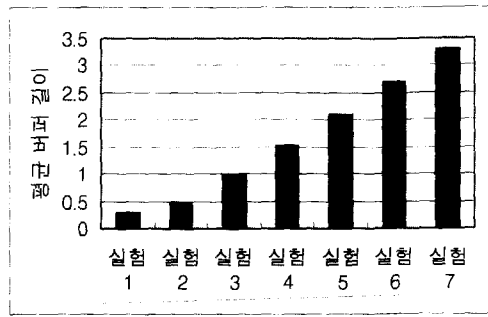
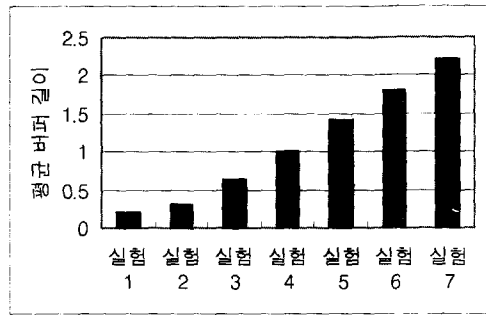


그림 7. 데이터 생성 시간 간격과 평균 버퍼 길이
Fig. 7. Mean buffer length versus inter-packet arrival time.

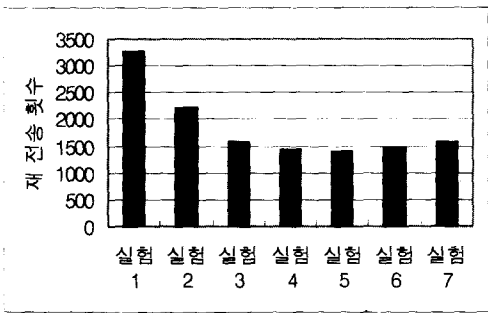


(b) - 1

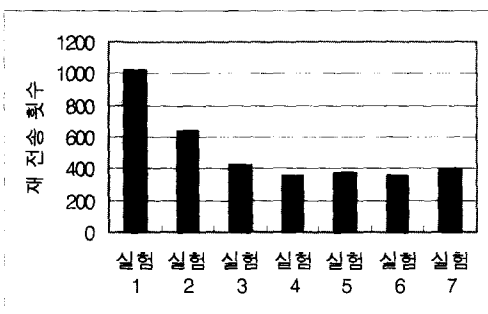


(b) - 2

그림 8. 데이터 생성 시간 간격에 따른 재전송 횟수 및 평균 버퍼 길이
Fig. 8. The number of retransmissions and mean buffer length versus inter-packet arrival time.



(a) - 1



(a) - 2

실은 없는 것으로 가정하여 시뮬레이션을 수행하였으므로 시뮬레이션 결과가 보여주는 재전송은 데이터 손실에 의한 것이 아니라 단순히 핸드오버에 의한 패킷 비 순서화의 결과로서 모두 불필요한 재전송을 의미한다.

그림 6에서 그림 11까지는 그 결과를 보여주고 있는데, 먼저 그림 6과 그림 7은 외부 에이전트들 사이의 전송 지연 시간의 평균값과 외부 에이전트와 홈 에이전트 사이의 전송 지연 시간의 평균값을 각각 10ms와 20ms로 고정하였을 때, 고정 호스트에서의 데이터 생성 시간 간격의 평균값 변화에 따른 재전송 횟수 및 홈 에이전트에서의 평균 버퍼 길이를 보여주고 있다. 여기서 평균 버퍼 길이는 홈 에이전트에서 버퍼링 되는 데이터그램의 관점에서 측정된 버퍼 길이의 평균으로 가정한다. 그림 6과 그림 7의 결과는 홈 에이전트의 데이터그램 전송 절차와는 관계없이 고정 호스트에서의 데이터 생성 시간 간격이 증가할수록 재전송 횟수는 감소하고, 홈 에이전트에서의 평균 버퍼 길이는

증가하고 있음을 보여주고 있다. 이는 전송 트래픽의 양과 핸드오버 이후 비 순서적으로 이동 호스트에 도착하는 패킷의 수 및 평균 버퍼 길이 사이에는 서로 비례 관계에 있음을 의미한다.

그림 8은 외부 에이전트들 사이의 전송 지연 시간의 평균값과 외부 에이전트와 홈 에이전트 사이의 전송 지연 시간의 평균값을 각각 10ms와 20ms로 두고, 그림 (a) - 1, 그림 (b) - 1 그리고 그림 (a) - 2, 그림 (b) - 2는 각각 데이터 평균 생성 시간 간격이 20ms, 30ms인 경우 서로 다른 실험에 따른 재전송 횟수 및 평균 버퍼 길이의 변화를 보여주는 그림이다. 그림 8의 결과는 홈 에이전트에서 버퍼링을 수행하는 시간 간격의 증가와 함께 홈 에이전트의 평균 버퍼 길이는 지속적으로 증가하는 반면 재전송 횟수는 실험 4에 이르러 감소세가 둔화되거나 오히려 증가하는 결과를 보여주고 있다.

다음으로 그림 9와 그림 10은 고정 호스트에서의 데이터 생성 시간 간격의 평균값과 외부 에이전트와

홈 에이전트 사이의 전송 지연 시간의 평균값이 각각 30ms와 50ms로 고정하였을 때, 외부 에이전트들 사이의 전송 지연 시간의 평균값 변화에 따른 재전송 횟수 및 홈 에이전트에서의 평균 버퍼 길이를 보여주고 있다. 그림 9와 그림 10의 결과는 재전송 횟수 및 평균 버퍼 길이가 이전 외부 에이전트와 새로운 외부 에이전트사이의 전송 지연 시간에 비례하고 있음을 보여준다. 이는 시뮬레이션 가정에서 언급하였듯이 이전 외부 에이전트와 홈 에이전트 사이의 거리와 새로운 외부 에이전트와 홈 에이전트 사이의 평균 전송 지연 시간이 동일하다면, 이전 외부 에이전트에서 포워딩되어 새로운 외부 에이전트에 도착하는 데이터의 전송 지연 시간이 길어질수록 비 순서화의 발생 빈도가 증가함을 의미한다.

그림 11은 데이터 생성 시간 간격의 평균값과 외부 에이전트와 홈 에이전트 사이의 전송 지연 시간의 평균값이 각각 30ms, 50ms로 고정하고, 그림 (a) - 1, 그림 (b) - 1 그리고 그림 (a) - 2, 그림 (b) - 2는 각각 외부 에이전트들 사이의 평균 전송 지연 시간이 30ms, 40ms로 두었을 때 서로 다른 실험에 따른 재전송 횟수 및 평균 버퍼 길이의 변화를 보여주는 그림이다.

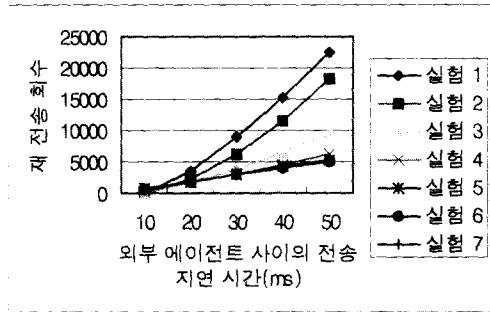


그림 9. 외부 에이전트들 사이의 전송 지연 시간과 재전송 횟수

Fig. 9. The number of retransmissions versus transmission delay between foreign agents.

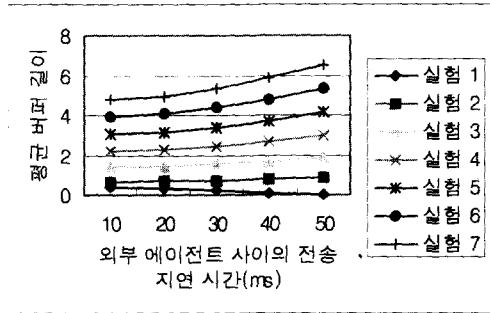
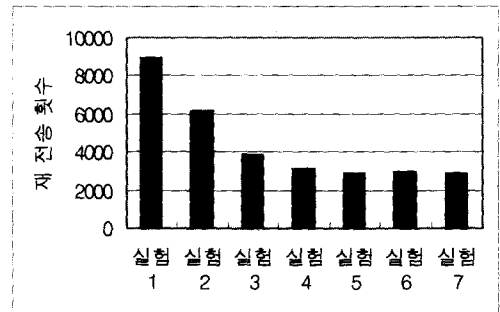
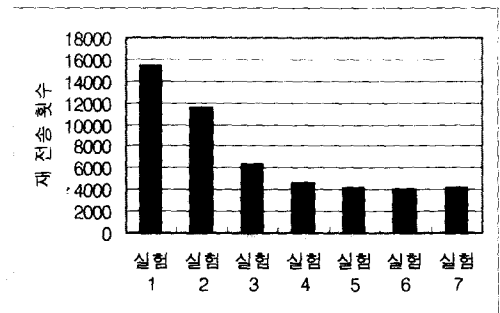


그림 10. 외부 에이전트들 사이의 전송 지연 시간과 평균 버퍼 길이

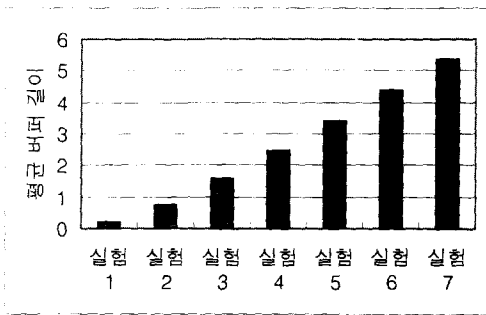
Fig. 10. Mean buffer length versus transmission delay between foreign agents.



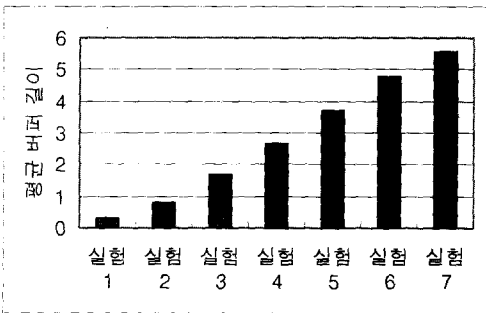
(a) - 1



(a) - 2



(b) - 1



(b) - 2

그림 11. 외부 에이전트들 사이의 전송 지연 시간 변화에 따른 재전송 횟수 및 평균 버퍼 길이
 Fig. 11. The number of retransmissions and mean buffer length versus transmission delay between foreign agents.

그림 11의 결과는 그림 8과 유사한 결과를 보여주고 있으며, 이러한 결과는 본 논문에서 제안한 방안이 핸드오버로 인한 전송측의 불필요한 재전송 문제를 효과적으로 해결하고 있음을 의미한다.

기본적으로 홈에이전트에서 버퍼링을 수행하는 시간이 길어질수록 홈에이전트의 버퍼길이 증가에 따른 패킷 처리 대기 시간이 증가하는 손실이 있는 반면에, 송신측에서의 불필요한 재전송 횟수를 감소시키는 이득이 발생한다. 이는 홈에이전트의 버퍼링 시간이 증가할수록 홈에이전트를 거쳐 새로운 외부 에이전트로 경로 지정되는 패킷이 이전 외부 에이전트를 거쳐 새로운 외부 에이전트로 포워딩되는 패킷들 보다 빨리 도착하게 될 가능성이 감소하는 결과에 기인하는 것이라고 할 수 있다. 그러나 불필요한 재전송 횟수가 어느 임계치에 도달한 이후에는 홈 에이전트의 버퍼링 수행 시간이 증가함에도 불구하고 재전송 횟수는 특정 값에 머물러 더 이상의 큰 변화를 보여주지 않는다. 이는 핸드오버가 수행되고 이에 따라 패킷 뒤바뀜이

발생하게되는 시간 간격은 핸드오버 수행시간과 관계되어 일정한 값을 가짐을 의미하며, 홈 에이전트가 이러한 시간 간격 이상의 시간동안 버퍼링을 수행할 경우에는 재전송 횟수가 감소하는 이득은 소멸하는 대신 버퍼 길이 증가에 따른 손실만을 초래한다. 이러한 상황을 고려할 때, 시뮬레이션 결과를 통하여 버퍼링을 수행하는 적절한 시간 간격이 식 (1)을 통하여 얻어진 평균 핸드오버 수행시간의 1.5배 정도가 됨을 알 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 핸드오버시 발생할 수 있는 패킷의 비순서화와 이에 따른 불필요한 재전송 문제를 해결하기 위하여 홈 에이전트가 등록 요청 메시지를 수신하게 되면 새로운 외부 에이전트로 향하는 데이터그램을 전송하지 않고 버퍼링하다가 일정 시간이 경과한 후 전송을 재개하는 방안을 제안하였다.

시뮬레이션을 통하여 홈 에이전트에서 버퍼링을 수행하는 시간 간격의 증가와 함께 홈 에이전트의 평균 버퍼 길이는 지속적으로 증가하는 반면 재전송 횟수는 특정 값에 이르러 감소세가 둔화되거나 오히려 증가함을 알 수 있었다. 이는 홈 에이전트가 버퍼링을 수행하는 시간이 지나치게 길 경우 불필요한 재전송 횟수를 감소하는 긍정적인 영향보다, 버퍼 대기 시간 증가에 따른 메시지 처리 시간이 증가하는 부정적인 효과가 더욱 커짐을 의미한다. 시뮬레이션 결과는 홈 에이전트에서 핸드오버가 수행된 후 데이터그램의 전송을 억제하는 적절한 시간 간격이 이동 호스트로부터 넘겨 받은 이전 핸드오버 수행시간을 이용하여 구한 평균 핸드오버 수행시간의 1.5배 정도임을 보여주었다.

이러한 결과는 이동 호스트의 이동 특성 및 망의 상태에 따라 유동적일 수 있지만, 본 논문에서 제안한 방안이 핸드오버로 인한 불필요한 재전송과 이에 따라 종단간 성능이 저하되는 문제를 해결한다는 점과 홈 에이전트가 버퍼링을 수행하는 시간이 일정한 값에 이르러 최적의 성능을 보장함을 보였다는 점에서 의미가 있다.

참고 문헌

- [1] H. Balakrishnan, S. Seshan and R. H.

- Katz, "Improving Reliable Transport and Handoff Performance in Cellular Wireless Networks", *ACM Mobicom '95*, Berkeley, California, Nov. 1995.
- [2] S. Floyd, "TCP and Explicit Congestion Notification", *ACM SIGCOM. CCR.*, vol. 24, no. 5, Oct. 1995.
- [3] V. Jacobson. "Congestion Avoidance and Control", *SIGCOMM Symposium on Communications Architectures and Protocols*, pp. 314-329, 1988.
- [4] R. Caceres and L. Iftode, "Improving the Performance of Reliable Transport Protocols in Mobile Computing Environments", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 13, no. 5, June 1995.
- [5] H. Balakrishnan, V. N. Padmanabhan, S. Seshan and R. H. Katz, "A Comparison of Mechanisms for Improving TCP Performance over Wireless Links", In *Proc. ACM SIGCOM '96*, Stanford, CA, Aug. 1996.
- [6] C. Perkins, "IP Mobility Support", *IETF RFC 2002*, October 1996.
- [7] C. E. Perkins, *Mobile IP Design Principles and Practices*, Addison Wesley Wireless Communications Series. 1997.
- [8] C. Perkins, "Route Optimization in Mobile IP", Internet DRAFT, July, 1997.
- [9] M. H. MacDougall, *Simulating Computer Systems Techniques and Tools*, MIT Press, 1987.
- [10] P. Mazoni and D. Ghosal, "Impact of Mobility on TCP/IP: An Integrated Performance Study", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 13, no. 5, June 1995.

저 자 소 개



許聖辰(正會員)

1990년 경북대학교 전자공학과 졸업.
1992년 경북대학교 컴퓨터공학과 졸업(석사). 1994년 경북대학교 컴퓨터공학과 수료(박사). 1994년 ~ 현재 경북대학교 컴퓨터공학과 박사과정 재학. 관심분야는 고속 통신망, 무선

ATM, 이동 인터넷

鄭在烈(正會員)

1989년 계명대학교 전산과 졸업. 1991년 계명대학교 전산과 졸업(석사). 1997년 경북대학교 컴퓨터공학과 졸업(박사). 1991 ~ 1994년 한국 전자 통신 연구소 선임 연구원. 1997년 ~ 현재 신라대학교 전산교육과 전임강사. 관심분야는 컴퓨터 네트워크, 무선 ATM, 이동 통신

韓基俊(正會員)

1979년 서울대학교 전기공학과 졸업(학사). 1981년 한국 과학 기술원 전기공학과 졸업(석사). 1985년 University of Arizona 전기 및 전산공학과 졸업(석사). 1987년 University of Arizona 전기 및 전산공학과 졸업(박사). 1981년 ~ 1984년 국방과학연구소 연구원. 1988년 ~ 현재 경북대학교 컴퓨터공학과 부교수. 관심분야는 전산망 프로토콜, 멀티미디어 통신망, 이동 인터넷, 분산 처리



金整三(正會員)

1987년 경북대학교 전자공학과 졸업.
1990년 경북대학교 컴퓨터공학과 졸업(석사). 1998년 경북대학교 컴퓨터공학과 수료(박사). 1990년 ~ 1995년 국방과학연구소 연구원. 1995년 ~ 현재 경북전문대학 조교수. 관심

분야는 PCS, 이동 인터넷, 분산 처리

姜尙龍(正會員)

1986년 전북대학교 전자과 졸업. 1988년 전북대학교 전자과 졸업(석사). 1988년 ~ 현재 한국 통신 통신망 연구실 이동 교환 실장. 관심분야는 이동 스위칭, 통신 프로토콜