

모바일 IP에서 Smooth Handoff의 QoS 향상을 위한 SNMP 정보 기반의 계층 라우팅 메카니즘

유상훈* · 박수현** · 이이섭* · 백두권*

SNMP Information Based Hierarchical Routing Mechanism for QoS Improvement of Smooth Handoff in Mobile IP

Ryu Sang-Hoon · Park Soo-Hyun · Lee Lee-Sub · Baik Doo-kwon

Abstract

Mobile IP has been designed only to maintain communication as they move from place to place, so it doesn't guarantee Quality of Service(QoS). QoS in mobile IP is important to provide multimedia and real-time applications services in mobile, and it is closely related to handoff delay. Therefore, handoff delay problem is actively studied to guarantee QoS as a main issue in mobile IP research area. Next generation Mobile IPv6 resolve this problem somewhat, triangle problem for first packet and handoff delay still remain. In this paper, we suggest SNMP Information-based routing that adds keyword management method to Information-based routing in active network in order to resolve such a problem, and then suggest QoS controlled handoff based on SNMP Information-Based routing. After modeling of suggested method and existing handoff method, simulations are carried out with NS-2 for performance evaluation. The results of simulations show the some improvement on handoff delay, and therefore on QoS improvement.

Key Words: SNMP(Simple Network Management Network), Active Network, Information-Based Routing, Mobile IPv6, Handoff Delay, QoS(Quality of Service), NS-2(Network Simulator 2)

1. 서론

mobile IP는 현재 인터넷에서 이동성을 지원하기 위한 표준 프로토콜이다. mobile IP는 기본적으로 이동노드의 홈 네트워크에 HA(Home Agent)라는 라우터(Router)를 두고 이 HA에 이동 노드가 외부 네트워크에서 사용하는 CoA(Care of Address)를 등록한다. 핸드오프(Handoff)

가 일어날 때마다, HA가 이동노드로 향하는 패킷을 등록된 이동 노드의 CoA로 전달하는 방식으로 동작하므로[1], 이동 노드로 향하는 패킷은 항상 HA를 통해 라우팅 되는 삼각 라우팅 문제(triangle routing problem)가 발생한다.

IP의 다음 버전인 IPv6에서는 삼각 라우팅 문제를 완화시키고 네트워크 로드와 지연을 상당히 감소시킬 수 있도록 하였다. 그러나, CN(Correspond Node)이 핸드오프 후 MH(Mobile Host)경로 변화를 인지할 수 있도록, 바인딩 업

* 고려대학교 컴퓨터학과

** 국민대학교 비즈니스IT학부

데이트(Binding Update) 메시지를 보내야 하므로, 핸드오프 지연에 MH와 CN사이의 1RTT (Round Trip Time)/2를 추가하게 되어 멀티미디어 어플리케이션에 부담을 더욱 가중시킨다.[2]

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해, 선행 연구로 액티브 네트워크에서의 정보기반 라우팅에 키워드 관리 방법인 Keyup프로시저를 추가한 SNMP 정보 기반 라우팅을 제시하고, 이를 이용하여 핸드오프 지연을 최소화하는 QoS 향상 기법을 제시한다.

2. 관련 연구

본 장에서는 제시한 기법에서 기본이 되는 요소 기술에 대해 설명한다.

2.1 Mobile IPv6

MH가 다른 링크로 이동한 후에 CN으로부터 패킷을 받기 위한 순서는 다음과 같다[3][4].

① 다른 링크로 이동한 MH는 새로운 디폴트 라우터와 CoA를 얻기 위해 RS(Router Solicitation) 메시지를 멀티캐스트 한다.

② 라우터는 자신의 링크 안에 있는 모든 노드에게 RA(Router Advertisement) 메시지를 멀티캐스트 한다.

③ MH는 HA에게 새로운 CoA를 알려주기 위해 바인딩 업데이트 메시지를 보낸다.

④ HA는 바인딩 업데이트를 받았음을 알리기 위해 MH에게 바인딩 Ack 메시지를 보낸다.

⑤ MH는 CN에게 새로운 CoA를 알려주기 위해 바인딩 업데이트 메시지를 보낸다.

⑥ 바인딩 업데이트를 받은 CN은 바인딩 Ack 메시지를 MH에게 새로운 CoA를 통해 보낸다.

2.2 액티브 네트워크

액티브 네트워크는 노드에서 패킷에 포함된

프로그램의 실행이 가능하도록 한 네트워크이다. 따라서 기존 네트워크에서 노드는 단순히 데이터 전송을 목적으로 패킷의 헤더 정보만을 처리한데 비해, 액티브 네트워크에서는 사용자가 노드의 기능을 특성화시킬 수 있으므로, 사용자 중심의 네트워크 구성이 가능하게 된다. 이에 따라 액티브 네트워크는 표준화 작업 없이 빠른 속도로 새로운 서비스들이 전개되도록 한다[5].

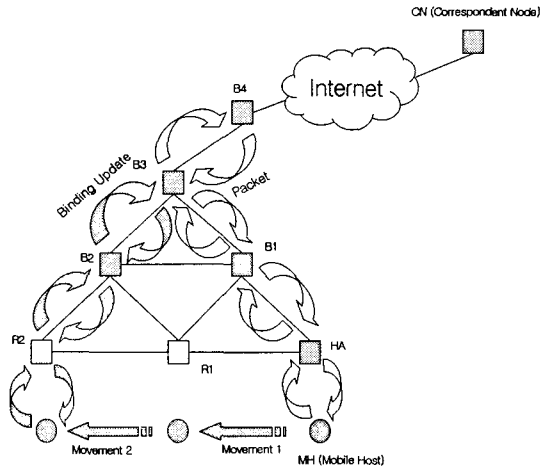
2.3 SNMP 정보기반 라우팅

정보기반 라우팅은 스마트 패킷을 효율적으로 보내기 위한 비콘 라우팅(Beacon Routing)[6]을 기반으로 한다. 비콘은 스마트 패킷을 어떻게 라우팅 할 것인지에 대한 정보를 전달하는 선택된 특정 액티브 노드이며 전통적인 라우터처럼 동작한다. 액티브 노드는 하나이상의 비콘에 연결되어 있으며, 스마트 패킷 내의 메소드를 바탕으로 목적지까지 전송되도록 한다. 비콘은 전송 경로를 결정하기 위해 특정 정보를 브로드캐스트하고 목적지 주소와 연관된 비콘에 링크를 설정한다. 비콘 라우팅은 브로드캐스트하는 정보에 따라 지리적 위치 라우팅, 토폴로지 라우팅, 정보기반 라우팅으로 나뉜다. 비콘 기반 라우팅은 IP 주소 대신 브로드캐스트하는 정보를 기반으로 라우팅하기 때문에, 호스트가 이동하여도 최적 경로 설정이 가능하게 되므로 이동 환경을 위한 전략 수립에 매우 효과적이다.

2.4 SNMP 정보기반 다계층 라우팅

<그림 1>을 보면 HA의 영역에서 R1의 영역으로 이동한 MH가 BU를 보내면, B1의 Binding Cache에서 라우팅 테이블이 갱신되어 B1에서 HA로 패킷을 보내는 것이 아니라 R1으로 보내게 된다. 또한 MH가 R1의 영역에서 R2의 영역으로 이동한 후 BU를 CN에게 보내면, B3는 BU를 받아서 자신의 Binding Cache에 있는 라우팅 테이블을 갱신한 후 패킷을 R1로 보내는 것이

아리나 R2로 보낸다. 따라서 중간에 노드가 많으면 많을수록 1RTT를 줄일 수 있다.



〈그림 1〉 Beacon을 이용한 Binding Update

3. 핸드오프 지연 향상 기법 모델링

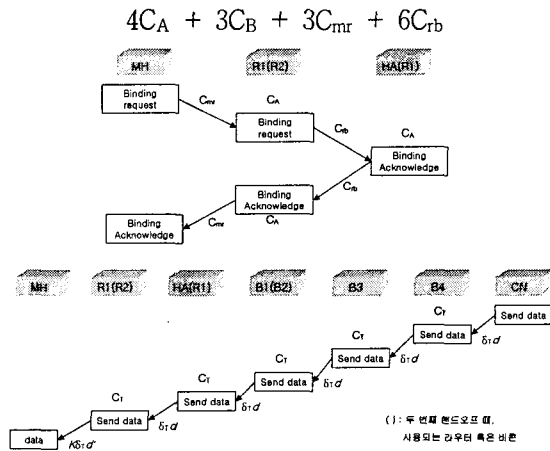
본 장에서는 핸드오프 지연에 따른 패킷 손실을 가져오는 주소 등록 비용, 새로운 CoA로의 데이터 전송 비용, 터널링 비용, 비콘 프로세싱 비용을 설정하여 모델링한다. 환경 설정은 다음과 같다[7].

- BS에서의 프로세싱 비용 : C_A
- 비콘에서의 프로세싱 비용 : C_B
- 전송 비용(transmission cost) : 소스와 목적지 사이의 거리에 비례(비례 상수 δ_T)
- 유선에서 노드사이의 거리 : d
- BS과 MH(Mobile Host)의 거리 : d'
- 이동노드의 이동율(mobility rate) : m
- 패킷의 도착율(arrival rate) : a

3.1 Mobile IPv6

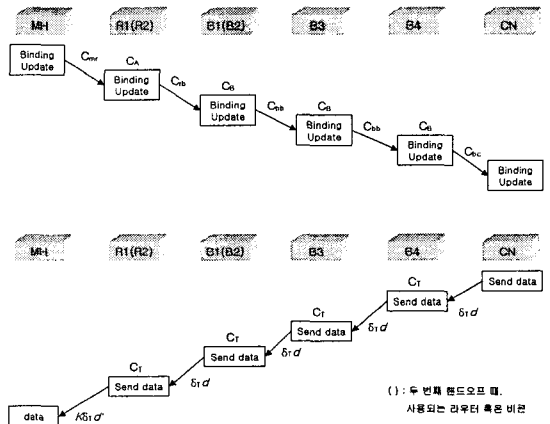
(1) HA에서 R1으로 첫 번째 핸드오프

Mobile IPv6에서 첫 번째 핸드오프가 일어났을 때, 〈그림 2〉를 보면 바인딩 업데이트 총 비용은 다음과 같다.



〈그림 2〉 첫 번째 핸드오프시 프로세스 모델링

(2) R1에서 R2로 두 번째 핸드오프



〈그림 3〉 두 번째 핸드오프시 프로세스 모델링

〈그림 3〉을 보면 두 번째 핸드오프가 일어났을 때, 괄호 속에 있는 라우터나 노드로 바뀌게 된다. 따라서 바인딩 업데이트 총 비용은 다음과 같다.

$$4C_A + 3C_B + 3C_{mr} + 6C_{rb}$$

(3) 소프트 핸드오프시, 주소 등록 비용

두 번에 걸쳐서 일어나는 핸드오프로 인해 발생하는 바인딩 업데이트 총 비용은 다음과 같다.

$$\text{Binding Update cost/movement} = 2(4C_A + 3C_B + 3C_{mr} + 6C_{rb})$$

따라서 평균 바인딩 업데이트 비용/이동(average registration cost/movement)은 다음과 같다.

$$2(4C_A + 3C_B + 3(d+kd')\delta_T)$$

MH의 이동률(mobility rate)이 m 이므로, 주소 등록 비용 비용은 다음과 같이 결정된다.

$$Regmip = m [2(4C_A + 3C_B + 3(d+kd')\delta_T)]$$

3.2 SNMP 기반의 다계층 라우팅

(1) HA에서 R1로의 첫 번째 핸드오프

제시한 프로시저는 MH가 바인딩 업데이트 메시지를 그 중간에 있던 비콘이 바인딩 업데이트 메시지를 받고 자신의 바인딩 캐시를 갱신한 후에 바인딩 응답 메시지를 MH에게 보낸다. 따라서 바인딩 업데이트 비용은 다음과 같다.

$$2C_A + C_B + 2C_{mr} + 2C_{rb}$$

(2) R1에서 R2로의 두 번째 핸드오프

두 번째 핸드오프가 일어나면 다른 비콘에서 바인딩 업데이트 갱신이 일어난다. 바인딩 업데이트 비용이 다음과 같다.

$$2C_A + 3C_B + 2C_{mr} + 4C_{rb}$$

(3) 소프트핸드오프 때, 바인딩 업데이트 비용

따라서 평균 바인딩 업데이트 비용/이동(average binding update cost/movement)은 다음과 같다.

$$2(2C_A + 2C_B + 2C_{mr} + 3C_{rb})$$

주소 등록 비용은 다음과 같이 결정된다.

$$Regmip = m [2(2C_A + 2C_B + 2C_{mr} + 3C_{rb})]$$

3.3 핸드오프 지연과 패킷 손실

패킷의 도착률(arrival rate)을 a 라 하고, 패킷의 도착은 MH의 이동 속도와 무관하다고 가정하면, 기존 mobile IP에서 패킷 손실은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} & \text{평균 패킷 손실/시간} \\ & \text{(average number of packet drop/unit time)} \\ & = \lambda a \lambda m [2(4C_A + 3C_B + 3(d+kd')\delta_T)] \end{aligned}$$

반면, 제시한 기법에서 패킷 손실은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} & \text{평균 패킷 손실/시간} \\ & = \lambda a \lambda m [2(2C_A + 2C_B + 2C_{mr} + 3C_{rb})] \end{aligned}$$

3.4 새로운 CoA로 데이터 전송

본 절에서는 이동 노드의 이동 후 CA부터 새로운 CoA로 데이터를 보내는 비용($Cost_{trans}$)을 수식화한다.

기존 기법에서 전송비용은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} Cost_{trans} &= C_T + \delta_T d + N(4 C_T + 4 \delta_T d + k \delta_T d'), \\ N &= 1(N \text{은 패킷 수}) \end{aligned}$$

제시한 기법에서 전송 비용은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} Cost_{trans} &= 2C_B + N(4 C_T + 4 \delta_T d + k \delta_T d'), \\ N &= 1(N \text{은 패킷 수}) \end{aligned}$$

제시한 기법에서는 첫 번째 패킷에 대해서만 비콘 프로세싱하고, 이후 터널링 비용 없이 N 이 증가하면서 최적화된 경로로 패킷을 전송하므로 기존 기법에서 보다 훨씬 비용을 감소시킬 수 있다.

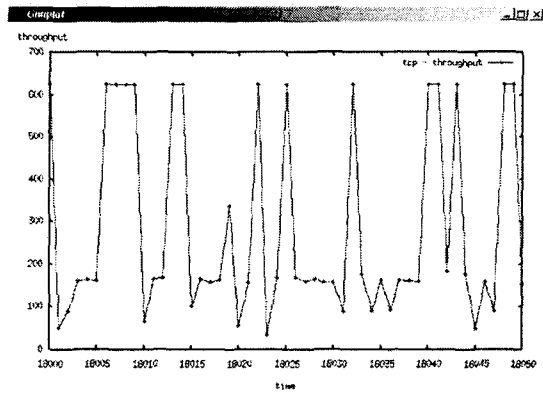
4. 성능 평가

본 논문에서는 성능 평가를 위해 다음 사항에

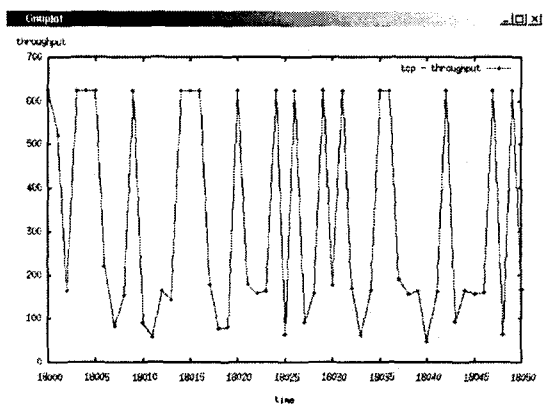
초점을 두어 추적 데이터 칼럼을 선택을 하였다.

- 처리율 비교
- 트래픽 분석

4.1 처리율 비교



〈그림 4〉 시뮬레이션 1 결과



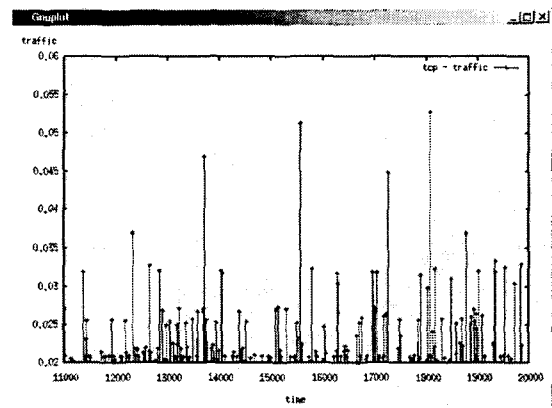
〈그림 5〉 시뮬레이션 2 결과

〈그림 4〉와 〈그림 5〉은 시뮬레이션 동안 CA와 이동노드 간 TCP 패킷 처리율을 보여준다. 기존 핸드오프 과정을 시뮬레이션 한 시뮬레이션 1에서는 데이터가 CA와 이동노드 간 데이터 전송이 항상 HA를 경유하여 일어나는 삼각 라우팅 문제가 일어나고 이동노드가 CN으로 바인딩 업데이트 메시지는 핸드오프가 빈번하게 발생할 때 상당한 TCP 처리율 손실이 있음을 확인할 수 있다.

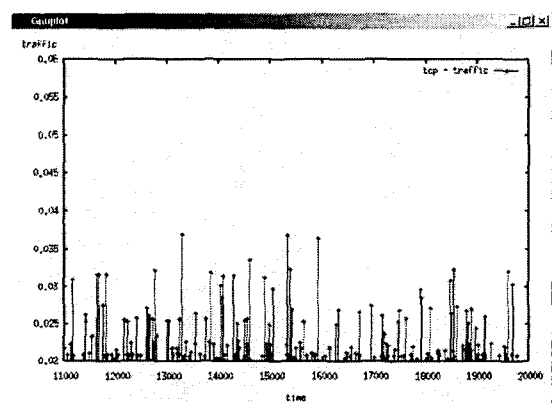
시뮬레이션 1에 비해 시뮬레이션 2 결과는 〈그림 5〉과 같이 TCP 패킷 처리율 향상을 보여준다. 이는 삼각 라우팅 문제를 해결하였으며 중간에 액티브 노드가 빈번한 핸드오프에 따른 효율적인 라우팅을 해 주므로 핸드오프 지연을 최소화하게 되어 처리율 향상을 가져온 것이다.

4.2 트래픽 분석

시뮬레이션 3에 비해 시뮬레이션 4 결과는 〈그림 7〉과 같이 트래픽 감소를 보여준다. 이는 이동 후 새로운 CoA를 받은 후부터 액티브 노드와 정보기반의 라우팅을 이용하여 전송 경로를 최적화하였으며 빠른 패킷 처리로 지연 시간이 줄어들면서 트래픽이 감소한 결과이다.



〈그림 6〉 시뮬레이션 3 결과



〈그림 7〉 시뮬레이션 4 결과

5. 결론 및 향후 과제

mobile IP에서 QoS는 핸드오프 지연과 밀접히 연관되어 있으며, 이동 환경에서 멀티미디어 서비스나 실시간 서비스 제공 시 매우 중요시되는 문제이다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 액티브 네트워크에서의 정보기반 라우팅에 키워드 관리 방법을 추가한 SNMP 정보 기반 라우팅을 제시하였고, 본 논문에서 이를 이용하여 핸드오프 지연을 최소화하는 QoS 향상 기법을 제시하였다. 또한 기존 핸드오프 기법과 함께 제시한 기법을 NS-2로 시뮬레이션 하였다. 시뮬레이션 결과, 본 논문에서 제안한 기법은 삼각 라우팅 문제로 인한 핸드오프 지연을 해결함으로써 TCP 패킷 처리율을 향상시키고, 어플리케이션 트래픽을 감소시킴을 확인할 수 있었다.

추후 연구로 현재 논문에서 제시한 기법을 모바일 노드들이 많아지면서 Ad hoc 환경이 만들어졌을 때, 다계층의 유선노드와 다계층의 무선노드를 통하여 전달되는 패킷의 QoS 향상을 시뮬레이션을 진행하고 있다.

참고문헌

- [1] 고건영, 김종권, "Mobile IP Improvement for Micro Mobility Support", 한국정보과학회, 추계학술발표, 2001.
- [2] Stefan Schemid, Joe Finney, Andrew Scott, Doug Shepherd, "Active Component Driven Network Handoff for Mobile Multimedia System", October 2000.
- [3] Joseph Davies "Understanding IPv6", 2002
- [4] 김용진, 외 3명 "차세대 인터넷 프로토콜 IPv6", 2002
- [5] D. L. Tennenhouse, J. M. Smith, W. D. Sincoskie, D. J. Wetherall, and G. J. Minden, "A Survey of Active Network Research", IEEE Communications Magazine, Vol. 35, No. 1, pp80-86, January 1997.
- [6] <http://www.ittc.ku.edu/~anant/845.html>, "Beacon Routing in Active Network".
- [7] Dan Chalmers, Morris sloman, "A Survey of Quality of Service in Mobile Computing Environmmt", IEEE Communication surveys, Second Quarter 1999.