

이동 컴퓨팅 환경에서 이동성 예측을 이용한 Mobile IP 핸드오프 기법

박설민*, 황부현**

*전남대학교 전산학과

**전남대학교 전산학과

e-mail: seolmin@sunny.chonnam.ac.kr

bhhwang@sunny.chonnam.ac.kr

Scheme of Mobile IP Handoff Using Move Prediction in Mobile Computing Environments

Seol-Min Park*, Bu-Hyun Hawang**

*Dept of Computer Science, Chonnam National University

**Dept of Computer Science, Chonnam National University

요 약

사용자의 인터넷 환경이 점차 무선 접속을 통한 인터넷의 사용과 실시간 응용 데이터의 사용이 늘어 가는 추세에 따라, 이동 인터넷 서비스를 하기 위한 방안으로 Mobile IPv6(MIPv6)가 제시되었다. 그러나 MIPv6에서, 현재 표준대로 핸드오프를 하는 경우에 길게는 수초에 이르는 핸드오프 지연이 생기고 그로 인한 패킷의 유실과 지연이 초래된다. 이것은 멀티미디어 스트리밍과 같이 실시간 데이터의 경우 치명적인 단점이 된다. 이에 이동노드가 외부 네트워크로 이동하는 경우 낮은 지연을 가지는 핸드오프 방법으로 fast핸드오프 방법이 있다. fast핸드오프는 히스토리 파일을 있는 임의의 한 이동노드가 전에 방문한 셀들에 대한 정보를 사용하여 이동전에 등록에 관한 패킷을 다음 이동할 셀 외부에이전트에게 미리 전송하고 이동을 하는 방법이다. 이 논문에서는 무선 단말의 이동 패턴 및 캐쉬 내 방향그래프(Directed Graph) 형식으로 작성한 히스토리 파일을 이용하여 이동성 예측 실패 시 패킷손실을 없앨 수 있는 방안에 대해 제안한다.

1. 서론

이동 통신과 인터넷이 대중화 된 상황에서, 이동 환경에서의 인터넷 접속 요구는 크게 증가하고 있다. 현재의 유선 인터넷 환경에서 가능한 것과 비슷한 수준의 서비스를 이동 인터넷에서 제공하려면 IP 주소를 장치에 부여하는 것과 효율적인 이동성 지원이 이루어져야 한다. 이러한 배경에 따라 3GPP에서 all-IP 무선 네트워크 프로토콜에 IPv6가 선정되었다[1]. 하지만 Mobile IPv6(MIPv6)에서 가장 큰 문제점은 이동 노드가 빠르게 움직여서 핸드오프가 자주 발생할 경우, 핸드오프 될 때마다 홈 에이전트와 바인딩을 해야 하므로 바인딩 지연이나 인터넷 백본에 부가되는 신호량이 크다는 문제가 있다. 그래서 현재 IETE Mobile IP Working Group에서는 핸드오프의 영향을 최소화하려는 다양한 제안들이 이루어지고 있다. 이와 관련 최근 Mobile IPv4에서는 Low latency Handoff를, Mobile IPv6에서는 Fast

Handoff를 제안 중이다.

이 논문에서는 이동노드가 새로운 무선 네트워크로 이동할 때 발생하는 핸드오프에 Fast Handoff 방식을 사용하고, 캐쉬 내에 히스토리 파일을 현재 이동노드의 위치를 고려하여 이동했던 경로 중 특정 셀에 대해 몇 번 방문했는지에 대한 횟수를 그래프의 에지의 레이블로 갖는 방향그래프로 표현함으로써 핸드오프 중 발생하는 잘못된 사전등록을 최소화 할 수 있는 효율적인 핸드오프 기법을 제시한다.

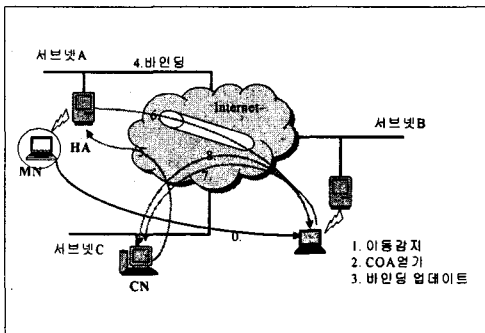
이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문과 관련된 연구로서 Mobile IPv6에서 핸드오프와 이동노드의 이동성 예측에 관련된 기법들을 살펴보고 문제점을 서술하고, 3장에서는 이 논문에서 제안하는 히스토리 파일을 이용한 핸드오프 기법을 제시한다. 마지막으로 4장에서는 결론 및 향후 연구 과제를 다루고자 한다.

2. 관련연구

2.1. Mobile IPv6 핸드오프 절차

Mobile IPv6는 이동노드(MN: Mobile Node)가 한 링크에서 다른 링크로 움직일 때 주소 변경 없이 가능한 네트워크 계층의 관리 방안이다[2]. 이동노드는 홈 네트워크에서 할당받은 홈 주소(Home Address)를 가지며, 홈 네트워크에서는 이동노드의 이동을 관리하는 홈 에이전트(HA: Home Agent)가 있고, 모바일 노드가 현재 접속한 네트워크의 Default Router인 AR(Access Router)이 있다[3]. 또한, 모바일 노드와 통신하는 모든 노드들을 상대방 노드(CN)라 한다. 모바일 노드는 바인딩을 통해서 모바일 노드의 현재 지역의 정보를 상대방 노드에게 보낼 수 있다.

1.모바일 노드가 외부 네트워크에 있는 동안에 해당 링크의 라우터가 보내는 라우터 광고 메시지를 받아 서브넷 Prefix를 알게 되어 IP주소를 구성할 수 있다. 2.그 주소는 COA(Care-Of-Address)라 불린다. COA는 이동 위치에 따라 자동적으로 변하기 때문에 모바일 노드가 PCOA(Previous COA)로 오는 패킷을 이동 후에도 계속해서 수신하기 위해서는 홈 에이전트와 전에 연결 되어있던 3.AR에게 COA가 변화하는 것을 알리는 것이 필요하다. 4.따라서, 모바일 노드는 핸드오버를 할 때마다 HA와 AR에 바인딩 갱신(Binding Update:BU)을 보내고, 5.HA은 모바일 노드의 홈 주소를 목적으로 자신에게 전달되는 패킷들을 이전 라우터로 터널링 하여 포워딩해 모바일 노드가 수신하도록 한다. 6.포워딩된 패킷을 받은 모바일 노드는 상대방노드에게도 BU를 보내게 되고, 7.그때부터 상대방 노드는 모바일 노드의 COA로 패킷을 보내게 되고, 8.핸드오버가 완료된다. [그림 1]은 모바일 노드가 홈 네트워크에서 다른 네트워크로의 이동을 하여, 얻어진 COA를 HA에 등록하고 난 시점에 모바일 노드의 Home Address로 전송된 패킷이 어떻게 모바일 노드에게 전달되는가를 보여준다.



[그림 1] MIPv6의 핸드오프 과정

2.2. 모바일 IPv6에서의 빠른 핸드오프

기존의 MIPv6 핸드오프 방식은 이와 같이 이동 길이에 걸리는 시간, 주소 설정 시간, BU시간이 합쳐

져 이동노드의 핸드오프 지연을 생기게 하며, 이 지연 동안의 패킷손실, 재 전송은 멀티미디어 스트리밍 등의 실시간 서비스에서는 지대한 영향을 미치게 된다. 꼭 그렇지 않더라도 이동 때마다 수초의 재연결 시간이 요구된다는 것이 사용자의 기다림을 요구하며, 불편을 초래하게 된다. 따라서, 핸드오프 지연을 줄이는 연구가 반드시 필요하다.

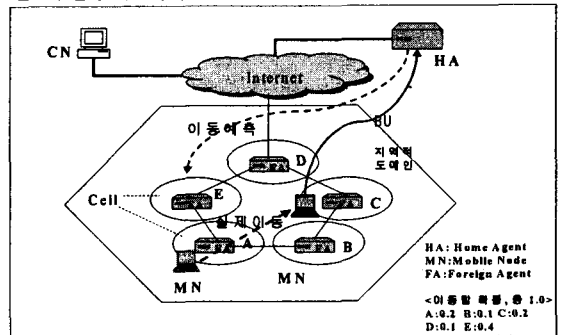
Fast Handoff기법은 위에 기술된 IP Connectivity latency와 Reception Latency를 줄이는 좋은 방법이다. Fast Handoff기법[2]에서는 단말이 이동하기 전 단말을 관리하는 현재 AR(Access Router)에서 이동하게 될 새로운 AR로 버퍼에 담아 두었던 패킷을 전송해 줌으로써 패킷손실을 줄이는 방법이다.

2.3 기존의 이동성 예측 기법

모바일 IP의 지역적 등록 기법은 HA와 CN으로 바인딩 업데이트를 하지 않고 계층적 구조에서의 최상위 라우터에게 바인딩 업데이트를 함으로써 단말의 빈번한 이동에 따른 신호를 줄이고 불필요한 오버헤드와 시간을 단축시킴으로써 핸드오프로 인한 지연을 줄이는 기법이다[3]. 하지만 이 방법에서는 최상위 라우터가 도메인 내의 모든 메시지를 처리해야 하기 때문에 최상위 라우터에 오버헤드가 발생해 네트워크의 성능을 저하시킬 수 있는 단점이 있다. 해결 방안으로 HA와 FA와의 거리가 먼 경우에 등록 지연 시간을 줄이는 LRFA(Local Root Foreign Agent)기법이 제안되었다.

대역폭 예약을 통한 이동성 알고리즘은 무선 단말이 한 셀에 등록을 한 후 서비스를 받기 시작하면 무선 단말이 머물고 있는 주위의 모든 셀에 대역폭을 예약하여 서비스를 제공하는 기법이다[4]. 하지만 이 방법에서는 불필요한 대역폭 예약으로 인한 네트워크의 자원 낭비를 초래할 수 있는 단점이 있다.

이동예측기법은 모바일 환경에서 무선 단말의 이동 패턴을 이용하여 다음 셀로의 이동성 예측을 무선 단말이 가장 많이 이동한 셀로 대역폭을 예약하는 기법이다[5]. 하지만 이 방법에서는 무선 단말의 이동성 예측 실패 시 패킷 손실을 초래할 수 있는 단점이 있다. 다음 [그림 2]는 잘못된 이동예측으로 인한 예를 보여주고 있다. 즉, 실제 이동한 셀은 셀 C인데, 셀 E로 이동예측을 하였기 때문에 이는 잘못된 사전등록 예측이 된다.



[그림 2] 잘못된 이동예측의 예

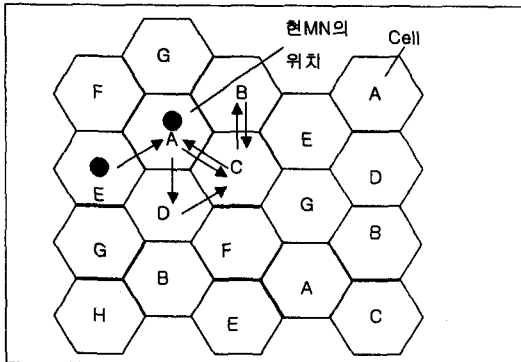
3. Fast Handoff를 위한 제안구조

이제 본 논문에서 제안하는 모바일 노드의 이동성 예측을 통한 Mobile IP Fast Handoff 제공 방안에 대해서 기술할 것이다. 제안기법에 필요한 시스템 구조로써 모바일 환경에 모바일 도메인과 방향그래프로 표현된 히스토리 파일을 이용하였다. 이 논문에서 제안하고 있는 기법은 다음과 같다.

- 1) 기존의 Mobile IP의 지역적 등록기법을 기반으로 한다. 모바일 도메인은 루트라 불리우는 GFA에 중복되지 않는 고유한 셀로 각 외부 네트워크 안에 외부 에이전트들의 신호의 세기가 일정한 영역으로 구성된다. 이동노드가 이 영역을 벗어나면 현재 셀의 외부에이전트는 이동노드가 다음에 이동할 셀의 외부 에이전트에게 사전 등록 메시지를 보낸다.
- 2) 이동노드가 핸드오프를 수행하기 전에 캐쉬 내 히스토리 파일을 이용한다. 히스토리 파일이란 여러 개의 셀이 존재하는 무선도메인에서 과거에 이동노드가 방문했던 셀을 기록하기 위하여 주어진 기간 동안에 이동한 모든 내용을 기록하고 있는 정보를 말한다. 이런 히스토리 파일은 이동노드가 다른 외부 네트워크에 이동을 했을 경우에 과거에 이동노드가 방문했던 경로를 추적하고 이동노드의 사전등록 요구를 보내는 작업에 이용된다.
- 3) 히스토리 파일을 방향그래프로 표현한다.

3.1. 제안기법의 예

모바일 노드는 셀과 셀의 중첩망 지역에서 이동성을 예측할 수 있는 사전등록을 통해 끊임없이 패킷을 수신할 수 있다. 다음 [그림 3]은 임의의 모바일 노드가 이동한 셀과 이동방향을 보여주며, 양방향 화살표는 모바일 노드가 기존 셀로 다시 돌아오는 경우를 나타낸다. 여기서 이 모바일 노드 내 캐쉬의 방문순서는(E→A→C→B→C→A→D→C→B→C→A)으로 되어 있으며, 히스토리 파일은 [표 1]과 같이(C,A,B,D,E)로 작성된다.



[그림 3] 모바일 노드의 이동과정

(E→A→C→B→C→A→D→C→B→C→A)	
MN	Frequently Visited List
MNa	{C,A,B,D,E}

[표 1] 이동노드 MNa 에 대한 히스토리 파일

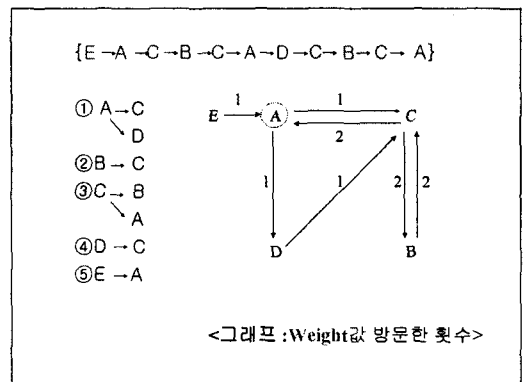
이 히스토리 파일은 다시 A,B,C,D,E에 해당하는 각각의 노드와 각 노드에 방향성이 있는 에지가 있는 그래프 형식으로 구성한다. 예를 들어, 이동노드는 셀 A 위치에서 셀C와 D셀로 이동한 경로가 있으므로, A→C, A→D에 해당하는 에지를 그려준다. 이때 이동노드는 셀 F와 셀 G를 방문하지 않았으므로 노드 F와 G는 생략한다.

결과로 나온 히스토리 파일 내에 다섯 개 셀과 경로를 기록한 방향그래프 목록은 다음 [표 2]와 같다.

노드	에지, 현재 셀→다음 셀	가중치
A	A→C, A→D	1,1
B	B→C	2
C	C→B, C→A	2,2
D	D→C	1
E	E→A	1

[표 2] 방향그래프 목록

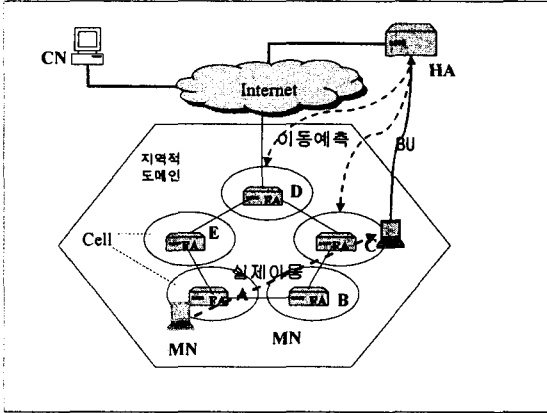
또한 이동노드가 현 위치에서 이동 가능한 셀을 이용해서 이동된 경로의 횟수를 그래프의 에지의 가중치로 표현하였다. 이동노드는 셀 A에서 셀 C로 이동했던 경로가 단 한 번뿐이므로 에지의 가중치는 1이고, 셀 B에서 셀 C로 이동했던 이력은 전체 이동 경로에서 두 번 방문했으므로 이에 해당하는 에지의 가중치는 2이다. 다음 [그림 4]는 [표 2]에 의해 그려진 방향그래프이다.



[그림 4] 방향그래프 사용 예

방향그래프는 각 외부 에이전트 내에 저장되어 있으며, [그림 4]에서 현재 이동노드는 셀 A에 위치해 있는 것으로 가정하였다. 이동노드는 [그림 5]에서 제시한 것처럼, 이동노드가 현재 위치해 있는 셀에서 다른 셀로 이동하여 사전등록을 할 때 그래프의

가중치를 사용할 수 있다. 따라서 이동노드는 사전 등록을 수행할 때 기존 기법의 히스토리의 확률 값에 의한 영향을 받지 않는다.



[그림 5] 제안된 방식에서의 이동예측

이에 이 논문의 2.3절에서 이동노드가 비록 셀 C로 이동할 확률이 낮더라도, 그래프의 가중치와 이동경로를 고려하여 셀 C로의 사전등록을 수행할 수 있다.

4. 결론 및 향후 계획

핸드오프 중 발생하는 패킷손실을 줄이기 위해 [3],[4],[5]는 이동 예측을 이용한 핸드오프를 제안하였으나, 잘못된 이동 경로를 예측하는 문제점이 있어 여전히 패킷손실의 가능성을 갖고 있다.

또한, 기존 히스토리는 이동횟수에 의한 비율만으로 작성했기 때문에 이동노드의 현재 위치를 고려하지 않았고, 이동확률이 높은 셀 에게 우선적으로 사전등록을 수행하였다.

이에 본 논문에서는, 이동노드의 매끄러운 핸드오프를 위해 현재 이동노드가 위치한 셀의 기준 값을 고려하여 이동되는 경로의 횟수인 가중치를 그래프의 에지의 레이블로 갖는 방향그래프로 히스토리 파일을 표현함으로써 핸드오프 중 발생할 수 있는 잘못된 사전등록을 최소화 할 수 있는 핸드오프 기법을 제안하였다.

향후 과제로는 실제 상황을 고려한 NS-2시뮬레이션을 통하여 제안한 기법의 성능을 검증한 후, 현재 제안된 여러 기법들과의 비교 분석을 통한 검증이 필요하다.

참고문헌

[1]G.Patel and S.Dennett, "The 3GPP and 3GPP2 Movements Toward an All-IP Mobile Network", IEEE Personal Communications, pp.62~64, Aug. 2000
 [2]C.Perkins et al, "Fast Handovers for Mobile IPv6", IETE I-D draft-ietf-mobile-fast-mipv6-20.txt JAN 2003
 [3]C. Castelluccia et al., "Hierarchical MIPv6

mobility management(HMIPv6)", IETFI-D draft-ietf-mobileip-hmipv6-06.txt JUL 2002

[4]Hoon choi, Nader Moayeri "A Fast Handoff Scheme for Packet Data Service on the CDMA 2000 System", IEEE, 2001

[5] 이재용, 엄영익, "이동 컴퓨팅 환경에서 이동 예측기법을 이용한 Smooth Handoff 기법", 추계학술 발표회 논문집 28권 2호, 정보과학회, pp 832-834, 2001. 10 .

[6]우미애, "IPv6에서의 지역적 이동성 지원 방안", 한국정보처리학회, 2002 추계학술발표논문집 제9권1호, pp1463~1466, 2002

[7]김대선, 홍충선, "이동성 예측을 통한 Fast Handoff 성능 개선 방안", 한국정보과학회, 2003 봄 학술발표논문집(c), pp590~592, 2003