

이동 컴퓨팅 환경에서 부하분산을 적용한 효율적인 FA 지역적 관리 기법

김용철^o 황준 김영찬
중앙대학교 컴퓨터공학과, 서울여자 대학교 정보통신공학부
{pertz^o, yskim}@sslslab.cse.cau.ac.kr, hjun@swu.ac.kr

Efficient Management of Domain Foreign Agents in Mobile Computing Environment Using Load Balance

Yongchul Kim^o Jun Hwang Youngchan Kim
Dept. of Computer Science, ChungAng University, Dept. of Computer Science, Seoul Women's University

요 약

이동 컴퓨팅 환경이란 사용자가 어떤 장소로 이동하더라도 동일한 환경에서 네트워크 서비스를 지속적으로 제공받을 수 있는 환경을 말하며, Mobile IP는 이러한 특성들을 고려한 무선 네트워크 프로토콜이다. 하지만 이 프로토콜도 이동 노드의 빈번한 핸드오프시 위치 등록과정에서 반드시 홈 에이전트를 거쳐야 하므로 네트워크 자원과 서비스 자원을 초래하는 단점을 가진다. 이를 극복하고자 본 논문에서는 지역적 FA 기법을 도입하여 방문 도메인에서의 등록을 지역화 하여 이동 노드의 빈번한 핸드오프시 등록과정에 대한 지연 및 네트워크 부하를 줄일 수 있다. 또한 부하분산 요소를 추가하여, 모든 FA가 상황에 따라 동적으로 루트권한 FA가 될 수 있는 기법을 도입하여 중앙으로만 집중되는 등록 메시지를 분할하여 네트워크 자원 낭비를 줄이고 빠른 응답 시간을 얻을 수 있으며 고전적인 문제점인 패킷의 지연 및 손실 그리고 재전송을 예방하고자 한다.

1. 서 론

정보통신 기기의 발전으로 이동 단말기가 지속적으로 경량화, 보편화 되어 가고 있으며, 이미 우리의 생활 속에서 필수 불가결한 요소가 되어가고 있는 추세이다[1]. 이에 따라 인터넷상에서 단말의 이동성 보장을 위해 Mobile IP 프로토콜이 제안되었으며, 여러 분야에서 연구가 활발히 진행되고 있는 상황이다. 이러한 환경은 이동 노드를 통하여 언제, 어디서든지 인터넷을 사용할 수 있으며, 단순히 이동 노드를 이동한 후에 네트워크에 접속할 수 있을 뿐만 아니라 접속한 상태에서 노드의 이동성을 지원할 수 있게 되었다.

이러한 연구에도 불구하고, Mobile IP는 현재 몇 가지 문제점을 지니고 있다. 그 중의 하나가 바로 이동 노드가 핸드오프 시, 즉 COA를 변경할 때마다 반드시 홈 에이전트에게 등록을 해야 한다는 점이다[2]. 이 때 만약 이동 노드가 지속적으로 빈번한 핸드오프를 시도할 때 외부 네트워크와 홈 네트워크가 멀다면 등록 과정에서 패킷의 전송지연과 손실 및 재전송에 따른 문제점이 발생한다.

따라서 본 논문에서는 지역적 FA를 도입하여 부하분산을 적용, 동적으로 모든 FA가 루트권한 FA가 될 수 있는 기법을 제안하여 루트FA에게만 집중되었던 메시지 처리 과정을 해소함으로써 위에서 언급한 등록 과정에서의 빠른 응답 시간과 패킷 전송지연과 손실, 재전송에 따른 부하의 문제점을 해결하고자 한다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 본 논문에서 필요한 관련연구를 살펴보고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 기법에 대해 설명할 것이며, 4장에서는

향후 연구 방향을 제시하였다.

2. 관련연구

2.1 Mobile IP

Mobile IP는 두 개의 IP 주소를 사용한다. 하나는 일반 IP 주소처럼 고정된 주소이며, 다른 하나는 COA(Care of Address)라고 불리는 새로운 네트워크에 접속될 때마다 유동적으로 변하는 주소이다[3][4]. Mobile IP를 지원하기 위해 각 로컬 네트워크에서는 이동성을 지원하는 에이전트가 있고, 이동 호스트의 현재 위치를 나타내는 COA를 이용하여 터널링을 통해 패킷 전달이 이루어진다. 에이전트는 홈 에이전트(Home Agent, HA)와 외부 에이전트(Foreign Agent, FA)로 나누어지며, 각 등록과정을 거쳐 이동 호스트 간에 바인딩 정보를 관리하며 홈 주소와 COA사이의 주소 변환 기능을 수행한다.

홈 에이전트란 이동노드의 홈 네트워크에 접속되어 있는 이동 에이전트로써, 이동 노드의 COA와 홈 어드레스를 관리하며, 외부 에이전트는 홈 네트워크를 벗어나 이동노드가 현재 접속하고 있는 네트워크에 연결되어 있는 이동 에이전트로서, 자신의 네트워크로 이동노드가 도착할 때 자신의 IP 주소 또는 임시 IP를 COA로 부여한다.

홈 어드레스(Home Address)는 이동노드를 식별하는 유일한 고유의 식별주소로써, 이동노드가 어느 곳에 접속하더라도 변하는 않는 IP 주소를 말하며, COA란 이동노드가 홈 네트워크가 아닌 외부네트워크에 접속하였을 때 포워딩 주소로 사용하는 IP 주소를 말한다.

Mobile IP 프로토콜 동작 원리는 크게 에이전트 발견(agent discovery), 등록(Registration), 터널링

(Tunneling)의 3가지 기능으로 이루어진다. 각 에이전트는 접속되어 있는 네트워크의 네트워크 주소를 포함한 에이전트 광고 메시지를 일정한 주기로 방송함으로써, 이동 노드는 다른 네트워크에 이동한 것을 검출함과 동시에 외부 에이전트(Foreign Agent)의 IP 주소를 그 이동 노드의 COA로 하고 등록 요청 패킷을 외부 에이전트에게 전송한다. 외부 에이전트는 이 등록 요청 패킷을 홈 에이전트(Home Agent)에게 전달한다. 홈 에이전트는 등록 응답 패킷을 만들어 이동 노드에게 응답함으로써 등록이 마무리된다. 이렇게 등록이 이루어지면 이동 노드에게 전송되는 패킷을 홈 에이전트가 외부 에이전트에게 터널링해서 전달되고, 외부 에이전트는 이동 노드에게 보내준다.

2.2 경로 최적화(Route Optimization)

Mobile IP는 이동노드와 인터넷에 접속되어진 호스트들 간에 통신함에 있어서 이동노드의 기존 IP를 변경하지 않고도 지속적인 통신을 제공하기 위해 제안되었다. 홈 네트워크를 떠나있는 동안 이동노드는 외부 네트워크에서 하나의 COA(Care of Address)를 얻게 되고 이를 HA에게 알려줌으로써 이동노드의 위치에 관계없이 지속적인 통신을 가능하게 한다. 그러나 Mobile IP는 HN을 떠나있는 이동노드에게 데이터를 전달하기 위해 항상 HA를 거쳐서 통신하게 된다. 이것은 이동노드와 상대노드가 물리적으로 가까운 위치에 있을 때도 HA를 거쳐서 통신하게 되는 드라이앵글 라우팅(Triangle Routing)을 함으로써 느린 통신 속도를 초래하게 된다.

Route Optimization은 Mobile IP의 문제점을 해결하고자 HA가 상대노드에게 데이터를 받으면 이동노드의 COA를 상대노드에게 알려줌으로써 HA를 거치지 않고 이동노드와 직접 통신할 수 있도록 하였다[2]. 그러나 이것은 이동노드의 이동시 매번 HA에게 이동사실을 알려야 하는데 이동노드가 HN에서 멀리 떨어져 있는 경우 오랜 등록 시간이 걸리게 되고, 그 시간 동안 이동노드는 통신무질 상태가 된다.

2.3 지역적 FA

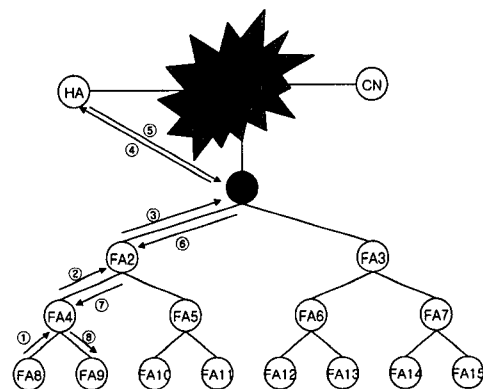
Mobile IP 환경에서 이동 노드는 COA 변경 시 홈 에이전트에게 등록을 해야 한다. 이 때, 만약 이동 노드가 방문한 네트워크가 홈 네트워크와 거리가 멀고 이동 노드의 빈번한 이동으로 핸드오프가 자주 발생한다면 등록 과정에 대한 지연은 커질 수 있는데, 이러한 지연을 줄이고자, 방문 도메인에서의 등록을 지역적으로 하는 기법이다.

이 기법은 외부 에이전트들의 계층화를 적용하여, 하위 외부 에이전트가 공개적으로 라우터가 가능한 IP주소를 가진 상위 FA를 기준으로 트리별로 방문 도메인을 구분한다[5]. 루트 권한 FA는 무선도메인에 게이트웨이 역할을 하는 라우터의 역할을 담당한다. 이는 트리의 최상위 노드를 말한다. 이동노드는 처음 무선도메인에 들어왔을 때만 HA에게 COA를 알려주고, 그 이후에는 이동노드가 같은 무선도메인에서 이동시에 무선도메인의 루트가 이동노드의 등록을 처리하게 한다. 이는 HA까지 가는 긴 등록시간을 줄이고 빈번한 메시지를 줄임으로써 더 효율

적인 통신을 가능하게 해준다. 하지만 이 방법은 루트가 모든 무선도메인에 있는 모든 이동노드들의 등록을 책임져야 하고 상대노드는 루트를 엔드포인트로 하여 패킷을 전송하기 때문에 루트의 집중화를 피할 수 없게 되었다.

3. 부하분산을 적용한 FA 지역적 관리 기법

본 논문에서 제안되는 기법은 모든 FA를 이진 트리 구조로 형성한 다음 부하분산을 적용하기 위해 동적으로 모든 FA가 루트권한 FA가 될 수 있는 기법을 도입하였다. FA가 계층적인 트리로 구성된 무선 도메인에 이동노드가 이동했을 때, 이동노드는 로컬 FA 즉, 이동노드와 가장 근접한 FA의 광고 메시지를 받게 된다. 이 에이전트 광고 메시지의 COA필드 내부에는 최상위 루트부터 말단노드에 이르는 모든 FA 주소들이 입력되어 있다.

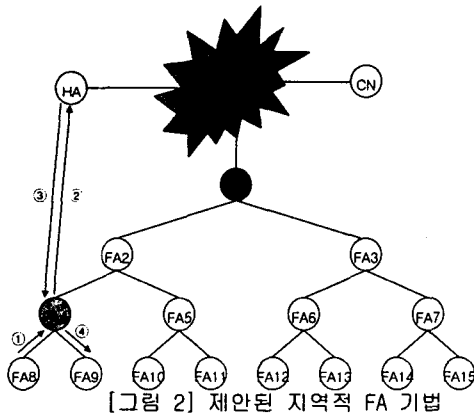


[그림 1] 일반적인 지역적 FA 구조 기법

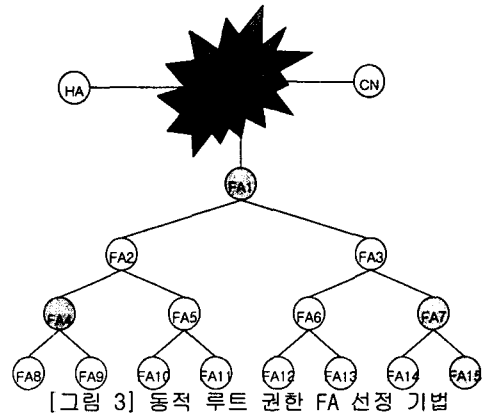
일반적인 지역적 FA에는 [그림 1]과 같다. FA8에서 FA9로 핸드오프시 이를 홈 에이전트에게 알리기 위하여 등록 요청 메시지가 계층적인 트리구조를 따라 FA4, FA2, 루트권한인 FA1을 지나 홈 에이전트에게 이 메시지를 알리고 등록 응답 메시지가 다시 FA1을 지나 FA2, FA4, FA9로 최종 중착지까지 전달되게 되는 것이다. 현존 기법으로는 모든 메시지가 루트 권한 FA를 거치게 되므로 이 곳에 집중화를 피할 수 없게 되었다. 또한 [그림 1]에서 보듯이 비교적 근접한 FA 사이의 핸드오프이지만 메시지 처리 과정이 8번에 이르는 낭비를 볼 수 있다.

본 논문이 제안하는 기법은 상황에 따라 모든 FA가 동적으로 루트권한 FA의 일부 기능인 메시지 등록 응답을 처리할 수 있도록 고려하여 루트권한 FA에게 집중되었던 메시지를 부하분산을 적용하여 줄이고자 하는 것이다.

[그림 2]에서 볼 수 있듯이 제안된 기법에서 FA8에서 FA9로의 핸드오프 과정을 살펴보면, 두 FA간에 공통부모를 찾아 이것을 새로운 루트권한 FA로 지정하고 HA에게 등록 요청을 하는 한다. 등록 요청 메시지 중에 핸드오프할 위치 정보를 가지고 있으므로, 즉 이동 노드가 이동할 셀을 알고 있다는 사실 하에 이를 동적으로 활용, HA가 루트권한 FA, 즉 여기서는 FA1대신 바로 FA4와 통신하여 FA4를 루트권한 FA로 만들어 이로 하여금 등록 응답메시지를 FA9에게 전송하게 한다. 이는 루트권한 FA의 집중화를 완화시켜 주고, 네트워크 자원 낭비를 줄이고



[그림 2] 제안된 지역적 FA 기법



[그림 3] 동적 루트 권한 FA 선정 기법

빠른 응답으로 인하여, 고전적인 문제점인 패킷의 지연 및 손실을 예방할 수 있다. 또한 이동노드가 현실 세계에서 비교적 근접한 셀로의 이동을 한다는 사실에 입각해서 무수한 셀을 트리 구조로 변화 하였을 때, 하위 단 노드 사이의 핸드오프시 많은 수의 메시지를 줄일 수 있으며, 부하분산을 적용하였으므로 루트 권한 FA의 집중화를 막을 수 있다.

홈 네트워크로부터 루트 권한 FA의 기능 일부를 위임받는 FA의 선정하는 방법은 다음과 같다.

1. 현재 이동노드가 위치한 셀과 이후 이동할 셀의 위치를 트리의 같은 레벨로 맞추는다. 즉, FA의 번호를 k라고 했을 때 번호가 큰 FA를 $[k/2]$ 연산을 같은 레벨에 귀착될 때까지 계속 실행한다.
2. 같은 레벨에 있는 두 노드의 가장 가까운 Parent 노드를 찾는다.
3. 이 노드를 새로운 루트 권한 FA로 동적으로 할당한다.

이 알고리즘의 pseudocode는 다음과 같다.

```

Find-Nearest-Parent-Node( ){
    divide i, j by 2 until i = j;
    set node i or j as a parent;
}
...
if(Level(i) = Level(j))
    Find-Nearest-Parent-Node( );
else if(Level(i) < Level(j)) {
    do j = [j/2] until (Level(i) = Level(j));
    Find-Nearest-Parent-Node( );
} else {
    do i = [i/2] until (Level(i) = Level(j));
    Find-Nearest-Parent-Node( );
}
}
...
    
```

[그림 3]에서 FA4에서 FA15로 핸드오프 한다고 가정하자. 두 노드간 레벨을 맞추기 위하여 큰 수인 FA15을 연산하여 $[15/2] = 7$ 인 FA7을 선정하고 이들의 공통 Parent를 찾으면 FA10이 된다. 하지만 FA1은 기본적으로 루트 권한을 가지고 있으므로 동적으로 할당할 필요가 없으며, 이는 현존하는 기법과 같다.

하지만, 이동노드는 비교적 근접한 셀끼리 이동하므로

실세계에 적용해 볼 때 이런 경우는 상당히 드물 것이라 예측된다. 위의 예제는 이동노드가 반대방향으로 갑자기 비교적 먼 거리를 한 순간에 핸드오프한 경우라고 보일 것이다. 따라서 실세계에서는 굳이 FA1을 거치지 않고도 하위 단에서 핸드오프 하는 경우가 대다수를 차지할 것이다. 본 논문이 제안하는 기법은 동적으로 루트 권한을 가진 FA를 선정함으로써 루트 권한 FA에게만 집중되어 있는 메시지를 분할하여 네트워크 자원 낭비를 줄일 수 있으며, 빠른 응답으로 인해 고전적인 문제점인 패킷의 지연 및 손실을 예방할 수 있다.

4. 결론 및 향후 연구 방안

정보 통신 기술의 발전으로 이동 컴퓨팅 환경에 대한 사용자의 요구가 확대되고 있는 실정이며, 여러 분야에서 많은 연구가 진행되고 있는 상황이다. 이러한 이동 컴퓨팅 환경을 위해 기존의 Mobile IP를 그대로 사용하는 것보다 최적화 기법들을 적용하기 위한 연구가 필요하며, 현재 진행 중이다.

본 논문에서도 기존의 Mobile IP 개념을 이용하여 이를 확장, 최적화 시킨 것으로서 중앙으로만 집중되는 등록 메시지를 분할하여 네트워크 자원 낭비를 줄이고 빠른 응답 시간을 얻을 수 있다. 향후 연구로는 본 논문에서 제안한 기법에 대해 알고리즘을 시뮬레이션을 통해 성능 효과가 있는지 검증할 것이다.

5. 참고문헌

- [1] C. Perkins "Mobile Networking Through Mobile IP", IEEE INTERNET COMPUTING, 58~68, 1998.
- [2] C. Perkins "Optimized Smoothed Handoff in Mobile IP", Computers and Communications, 1999. Proceedings. IEEE International Symposium on, 1999, Page(s): 340~346
- [3] C. Perkins "Mobile IP", IEEE Communications Magazine, 84~99, May 1997
- [4] C. Perkins "Mobile IP - Update", IEEE Communications Magazine, 66~82, May 2002.
- [5] Eva Gustafsson, Annika Jonsson, Charles E. Perkins, "Mobile IPv4 Regional Registration", IETF Internet Draft, 2001