

인터넷에서 사용자 이동성을 고려한 이동성 제어 방식

정회원 우 미 애*

A Mobility Management Scheme by Considering User Mobility in Internet

Mi-Ae Woo* *Regular Member*

요 약

셀룰러 망 환경에서 인터넷 호스트의 이동성을 지원하기 위하여, 본 논문에서는 Mobile IP의 단점을 보완할 수 있는 적응적 이동성 제어 방식과 이러한 방식을 구현하기 위한 프로토콜을 제안한다. 본 논문에서 제안한 방식은 사용자의 이동성에 따라 외부 에이전트의 위탁주소를 적응적으로 결정한다. 따라서, 제안된 방식은 외부 도메인의 게이트웨이를 외부 에이전트로 지정하는 기존의 마이크로 이동성 지원 방안들과는 다르다. 이렇게 적응적 방식을 사용하면, 셀룰러 망에서 다양한 환경에 적합한 서비스 품질을 사용자들에게 효과적으로 제공할 수 있다. 또한 핸드오버를 자주 하여 발생하는 Mobile IP의 신호 부하도 줄일 수 있다. 제안된 방식의 성능을 시뮬레이션을 통하여 검토해 본 결과, 이동 노드에게 비교적 안정된 접속점을 제공할 수 있음을 알 수 있었다.

ABSTRACT

To cope with the Internet host mobility in a cellular network environment, we propose an adaptive mobility management scheme that can compensate drawbacks of Mobile IP. We also propose protocol that supports the proposed scheme. Our proposed scheme determines foreign agent care-of addresses adaptively according to user mobility. Consequently, it is different from other proposals for micro mobility, which statically assign the gateway in the domain as a foreign agent. Using such a scheme, it is possible to effectively meet the users demands for different service qualities in the various environments considered in the cellular network and to reduce signaling overhead due to frequent handovers occurred in Mobile IP. The performance of the proposed scheme is examined by simulation. The results of simulation show that the proposed scheme can provide relatively stable points of attachment to the mobile node.

1. 서 론

본 논문에서는 인터넷 호스트의 이동성을 지원하기 위한 새로운 방안을 제시한다. Mobile IP^[1]는 광역에서의 이동성 지원을 제공하기 위한 방안이다. Mobile IP에서는 이동 노드(mobile node; MN)가 외부 망으로 이동하는 경우 홈 망에 있는 홈 에이전트(home agent; HA)에게 현재의 위치를 등록하여야 한다. 이러한 Mobile IP를 셀룰러 망에 적용하면, 이동 노드들이 빠르게 움직이면서 서브넷들을

이동하는 경우 홈 망으로 보내는 신호 메시지가 다량 발생하게 되며, 현재 방문한 서브넷과 홈 망 간의 거리로 인하여 상당한 신호 지연이 생긴다. 이러한 단점을 극복하기 위하여, 광역 이동성(macro mobility)과 마이크로 이동성(micro mobility)이라고 불리는 지역 이동성을 분리하여 이동성을 지원하고자 하는 방안들이 제안되었다^[2-4]. 이러한 제안들은 모두 광역 이동성을 지원하기 위해서는 Mobile IP를 사용하고, 지역 이동성을 지원하기 위해서 게이트웨이(gateway)를 그 도메인을 대표하는 외부 에이

* 세종대학교 정보통신공학과(mawoo@sejong.ac.kr)

논문번호 : 010311-1026, 접수일자 : 2001년 10월 26일

전트(foreign agent; FA)로 선택하여 사용한다.

셀룰러 망에서 사용자는 자신의 이동성에 따른 서비스 품질을 기대한다. 예를 들어, 3세대 이동통신 시스템에서는, 광역인 경우 차량탑승자와 같이 매우 빠르게 움직이는 사용자에게는 적어도 144 kb/s를 제공하고, 보행자들에게는 384 kb/s를 제공하도록 되어있고, 협역인 경우 움직임이 적은 사용자에게는 최소 2 Mb/s를 제공하도록 되어있다⁵⁾. 이렇게 사용자의 움직임 상태에 따라 다양한 서비스 품질을 제공하기 위해서는, 이동성 지원 방식은 사용자의 움직임에 따라 적응적으로 변하는 방식이어야 한다. 이러한 관점에서 게이트웨이를 고정된 외부 에이전트로 지정하는 현재까지 제안된 방식들은 적응성이 부족하다고 할 수 있다. 다양한 환경에서 서로 다른 서비스 품질에 대한 사용자들의 욕구를 효과적으로 충족시키고 핸드오버에 따른 신호 부하를 줄이기 위해서, 본 논문에서는 사용자의 이동성에 따라 외부 에이전트의 위탁주소를 선택하는 적응적 외부 에이전트 결정 방안을 제안한다.

본 논문에서는 또한 적응적 외부 에이전트 결정 방안을 지원할 수 있는 망구조도 제안한다. 제안된 구조에서는 셀룰러 망이 all-IP 망이라고 가정하였다. 이러한 가정은 무선 통신 산업이 중추망을 모두 IP 노드로 구성하는 방향으로 진화하고자 연구를 하고 있는 상태이기 때문에⁶⁾ 유효하다고 할 수 있다. 액세스 망에서 베이스 스테이션(base station)을 포함한 모든 노드가 IP 노드이고, 이러한 IP 노드는 어느 것이든지 특정 이동 노드의 외부 에이전트로 선택될 수 있다. 외부 에이전트 선택은 사용자의 이동성에 달려있다.

본 논문에서 제안하는 적응적 방식은 다른 제안들과 비교해서 다음과 같은 장점을 갖는다.

- 사용자의 이동성에 따라 외부 에이전트를 결정함으로써, 액세스 망에 있는 IP 노드들에 부하를 분산할 수 있다.
- 망 고유의 QoS 제공 방식을 사용하여 이동 노드에게 적절한 수준의 QoS를 제공할 수 있다.
- 논문에서 제안하는 방식은 최대 두개의 터널을 사용한다. 먼저 홈 에이전트와 외부 에이전트간의 터널이 있고, 만일 베이스 스테이션이 외부 에이전트로 선택되지 않은 경우 외부 에이전트와 베이스 스테이션간에 터널을 사용한다. 그러므로 외부 에이전트와 베이스 스테이션간에도 IP 망 고유의 라우팅을 사용한다. 결과적으로, 본 방식에서는 외부 에이전트와 베이스 스테이션간에 있는

노드들에 라우팅을 하기 위한 테이블과 캐쉬를 유지할 필요가 없다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. II절에서는 제안된 방식의 전체적인 망구조를 소개한다. 제안한 적응적 외부 에이전트 결정 방식은 III절에서 기술하고, 이 방식의 성능을 IV절에서 평가한다. V절에서는 프로토콜이 동작하는 방식을 기술한다. VI절에서는 QoS 제공방안에 대하여 알아본다. 마지막으로 VII절에서 결론을 맺는다.

II. 제안된 망구조의 개요

본 절에서는 적응적 이동성 제어를 제공하기 위한 망구조를 소개한다. 제안된 망구조는 그림 1과 같다. 일반적으로 하나의 외부 망은 일련의 도메인들로 구성될 수 있으나, 그림 1에서는 내용을 간단하게 표현하기 위하여 하나의 도메인만을 보여주고 있다. 각각의 도메인은 일련의 서브넷들로 구성되고, 각 서브넷에는 베이스 스테이션이 있어 이동 노드에게 연결점을 제공한다. 현재 이동 노드가 연결되어 있는 베이스 스테이션을 서빙 베이스 스테이션(serving base station)이라고 지칭한다. 그림 1에서 BS2는 이동 노드 MN의 서빙 베이스 스테이션이다. 베이스 스테이션들은 중간에 위치한 노드들을 통하여 게이트웨이에 연결된다. 베이스 스테이션, 중간 노드, 게이트웨이는 모두 IP 노드라고 가정하고 필요시 외부 에이전트의 역할을 할 수 있다.

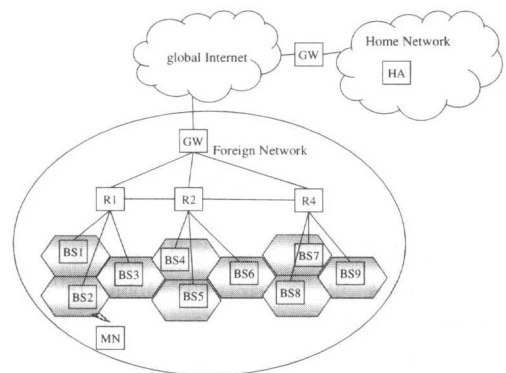


그림 1. 망구조

일반적인 경우 망은 여러 단계의 망 노드 구조를 갖을 수 있다. 여기서 망 노드 구조의 단계는 베이스 스테이션에서 게이트웨이까지 몇 홉(hop) 만에 도달할 수 있느냐를 의미한다. 본 논문에서 제안하는

구조에서는 편의상 세 단계의 망 노드 구조를 갖는다고 가정한다. 이러한 망 노드 구조는 필요시 어느 단계로든지 확장 가능하다.

본 논문에서 FA 레벨은 후보 외부 에이전트가 이동 노드로부터 몇 홉이 떨어져 있는 지를 나타내는 용어로 사용된다. 다시 말해 FA 레벨 n 은 후보 외부 에이전트가 이동 노드로부터 게이트웨이 쪽으로 n 홉 떨어져 있음을 의미한다. 각각의 이동 노드에 대하여 핸드오버가 일어날 때, 노드의 이동성을 계산하여 적절한 FA 레벨을 결정한다.

각 베이스 스테이션은 IP 고유의 도달가능 정보를 사용하여 해당 서브넷 안의 이동 노드들이 사용할 수 있는 외부 에이전트 의탁 주소 리스트를 작성, 유지할 수 있다. 예를 들어 그림 1의 BS2가 유지하는 외부 에이전트 의탁 주소의 리스트는 {BS2의 IP 주소, R1의 IP 주소, GW의 IP 주소}가 될 것이다. 리스트 안의 각 항목은 각각의 FA 레벨에 해당한다.

제안된 구조에서는 마이크로 이동성을 위하여 홈 등록과 지역 등록^[2]의 두 가지 등록 형태를 고려한다. 홈 등록은 이동 노드의 홈 망에 있는 홈 에이전트와의 등록이다. 홈 등록은 이동 노드가 외부 에이전트를 변경할 필요가 있을 때 수행된다. 지역 등록은 이동 노드가 서브넷을 변경한 후에도 전의 서브넷에서 사용하던 외부 에이전트를 계속하여 사용하는 경우에 외부 에이전트와 하는 등록이다. 이동 노드가 방문 도메인에 처음 도착하면 항상 홈 등록을 하고, 그 도메인 안에서 움직이면 새로운 서브넷에서 선택한 외부 에이전트에 따라 홈 등록이나 지역 등록을 선택적으로 한다.

다음절에서는 이동 노드가 서브넷을 옮긴 경우 외부 에이전트 의탁 주소를 결정하고 홈 혹은 지역 등록의 필요성을 결정하는 수순을 제안한다.

III. 적응적 외부 에이전트 결정 방법

이동 노드가 인접한 서브넷으로 이동하면, 핸드오버가 일어나고 새로 방문한 서브넷의 베이스 스테이션과 연결하여야 한다. 새 서브넷에서는 이동 노드가 얼마나 자주 서브넷을 변경하느냐에 따라 적절한 외부 에이전트를 선택한다. 본 논문에서는 이동 빈도(mobility frequency)라는 용어를 사용한다. 만일 이동 노드의 이동 빈도가 높으면, 이동 노드는 빠르게 움직이는 것을 뜻하고, 이동 빈도가 낮으면 이동노드는 고정상태에 있다고 한다. 본 절에서는

이동 노드의 이동 빈도에 따라 외부 에이전트를 어떻게 결정하는 지 기술한다.

1. 이동 상태와 이동 빈도

이동 빈도는 이동 노드가 서브넷을 얼마나 자주 옮겨다니는 지를 계량적으로 표시하는 항목이다. 이동 빈도에 따라 고정(stationary), 저속(slow-moving), 고속(fast-moving)의 세 가지 이동성 상태(mobility state)를 본 논문에서는 고려한다. 이동 노드가 주변 서브넷으로 이동한 경우, 해당 노드의 이동성 상태가 결정되고, 이 상태에 따라 적절한 IP 노드가 외부 에이전트로 선택된다.

일반적으로 이동 노드가 시각 t_n 에 n 번째 핸드오버를 하는 경우, 이동 빈도 $f_{i_n}(i)$ 는 다음과 같이 계산한다.

$$f_{i_n}(i) = \frac{i}{t_n - t_{(n-i)}} \quad (1)$$

식 (1)에서 i 는 이동빈도를 계산할 때 사용하는 이동평균의 윈도우 크기를 나타낸다. $f_{i_n}(1)$ 은 바로 이전의 핸드오버로부터의 이동율을 나타내고, $f_{i_n}(i)$ 는 최근 i 번 핸드오버의 평균 이동 빈도를 말한다.

이동환경에서 연결점의 안정성은 상대적인 개념이다. 만일 이동 노드가 외부 에이전트와 적정시간 동안 연결을 유지한다면, 해당 노드는 안정적인 연결점에 연결되었다고 할 수 있다. 사용자의 이동 패턴을 분석함으로써 안정적이라고 여길 수 있는 연결 시간에 대한 적절한 값을 결정할 수 있다. 이렇게 결정한 값에 의거하여 정적, 저속, 고속상태들 간의 임계값을 결정할 수 있다. ρ_1 을 정적상태와 저속상태 간의 임계값이라고 하고, ρ_2 를 저속상태와 고속상태 간의 임계값이라고 하자. 이동성 상태는 그림 2에서 보여주듯이 이동 빈도에 따라 변화한다. 그림에서 f_{i_n} 은 계산된 이동 빈도를 나타낸다.

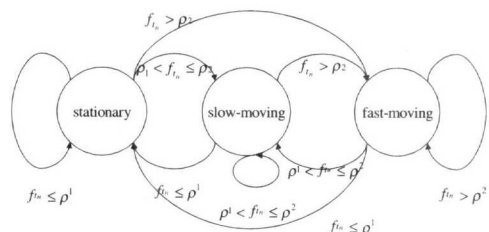


그림 2. 이동성 상태 천이도

각 이동상태에는 대응하는 FA 레벨이 있다. 정적, 저속, 고속 이동 상태는 각각 FA 레벨 1, 2, 3에 해당한다. 그러므로, 결정된 이동 상태에 따라 해당 이동 노드에 어떤 FA 레벨을 사용할 것인지 결정할 수 있다.

2. 외부 에이전트 선택 수순

안정적인 연결점을 제공하기 위하여 필요한 경우가 아니면 외부 에이전트를 변경하지 말고 그대로 사용하는 것이 바람직하다. 이러한 목적으로 우리는 외부 에이전트를 결정하는 데 있어서 두 가지 고려사항을 개발하였다. 첫 번째 고려사항은 이동 노드의 이동 패턴의 추이를 효과적으로 표시하도록 하는 것이고, 두 번째 고려사항은 가능하면 동일한 외부 에이전트를 유지하도록 하는 것이다.

- 고려사항 1: 이동 빈도를 계산하는 데 있어 다른 원도우 값을 사용한다. 이동 노드가 움직이기 전에 있던 서브넷에서 계산된 이동노드의 FA 레벨을 이전 FA 레벨이라 하자. 만일 이전 FA 레벨이 1인 경우, 이동 노드가 새로운 서브넷으로 이동하면 항상 새로운 외부 에이전트 의탁 주소를 홈 에이전트에 등록을 해야한다. 그러므로 이러한 경우에는 이동 빈도를 계산하는 데에 있어 이동 노드의 이동성을 잘 나타내도록 하고 그것에 따라 FA 레벨을 결정하는 것이 바람직하므로 $f_{i_t}(1)$ 을 사용하는 것이 적절하다. 한편 이전 FA 레벨이 1이 아닌 경우에는 $f_{i_t}(2)$ 를 사용한다. 이동 평균을 사용하면 이동 빈도 값을 평균화할 수 있어 이동 노드의 이동 패턴의 추이를 좀 더 잘 표현할 수 있다.

- 고려사항 2: 이전 서브넷에서 사용하였던 외부 에이전트를 새로운 서브넷에서도 계속하여 사용할 수 있는 지 검사한다. 만일 새로운 서브넷에서 계산된 FA 레벨에 따라 선택한 외부 에이전트가 이전 서브넷에서 사용하던 외부 에이전트를 통하여 도달 가능하다면, 이동 노드가 동일한 외부 에이전트를 통하여 지속적으로 통신할 수 있기 때문에 외부 에이전트를 변경할 필요가 없다. 이렇게 함으로써 홈 망으로 등록 요청을 보낼 필요가 없게 된다. 이 경우 현 서빙 베이스 스테이션은 외부 에이전트에게 지역 등록을 한다.

고려사항 1과 2를 결합하여 우리는 다음과 같은 외부 에이전트 의탁 주소를 결정하는 수순을 개발하였다.

PROCEDURE FADetermination

```

// provision 1
if (prevFAlevel == 1)
    use  $f_{i_t}(1)$ ;
else
    use  $f_{i_t}(2)$ ;

if ( $f_{i_t} \leq \rho_1$ ) // stationary state
    newFAlevel = 1;
elseif ( $f_{i_t} \leq \rho_2$ ) // slow-moving state
    newFAlevel = 2;
else // fast-moving state
    newFAlevel = 3;

if ((newFAlevel ≥ prevFAlevel) and
    (prevFAaddress is in the FA list)) {
    // provision 2
    newFAlevel = prevFAlevel;
    newFAaddress = prevFAaddress;
    do home registration;
} else {
    newFAaddress = FAlist[newFAlevel-1];
    do regional registration;
}
    
```

IV. 성능 분석

본 절에서는 앞서 제안한 수순이 얼마나 안정적인 연결점을 제공하는 지 시뮬레이션을 통하여 검증하였다. 시뮬레이션을 위해 이동 노드가 하나의 서브넷 안에 머무는 시간이 지수분포를 갖는다고 가정하였다. 서브넷에 이동 노드가 머무는 평균 시간은 이동 상태 종류에 따라 다르다. 고정상태에서 이동 노드가 한 서브넷에 머무는 평균 체류 시간을 τ_1 이라고 가정하고, 저속과 고속 상태에서의 평균 체류 시간을 각각 $(1/8)\tau_1$ 과 $(1/40)\tau_1$ 으로 가정하였다. 하나의 서브넷 안에서 머무는 동안 이동 노드는 같은 이동 상태를 유지한다고 가정하였다. 이동 노드가 움직여서 다른 서브넷으로 옮기면 이동 노드의 이동 상태가 변할 수 있는 데, 이동상태 천이 확률은 식 (2)의 값을 갖는다고 가정하였다.

$$P = \begin{bmatrix} 0.7 & 0.2 & 0.1 \\ 0.25 & 0.5 & 0.25 \\ 0.1 & 0.2 & 0.7 \end{bmatrix} \quad (2)$$

시뮬레이션에서 다섯 가지 방법을 사용하여 이동 노드가 외부 에이전트를 변경함에 따라 얼마나 많은 홈 등록을 해야 하는 지를 조사하여, 그 값을 Mobile IP의 경우와 비교하였다. 시뮬레이션에서 사

용한 다섯 가지 방법은 아래와 같다.

- 방법 1: $f_{i_s}(1)$ 을 사용하고, 그에 따라 FA 레벨과 외부 에이전트 의탁 주소를 결정한다.
- 방법 2: $f_{i_s}(2)$ 을 사용하고, 그에 따라 FA 레벨과 외부 에이전트 의탁 주소를 결정한다.
- 방법 3: $f_{i_s}(3)$ 을 사용하고, 그에 따라 FA 레벨과 외부 에이전트 의탁 주소를 결정한다.
- 방법 4: 이동 빈도를 고려사항 1을 이용하여 계산하고, 그에 따라 FA 레벨과 외부 에이전트의 의탁 주소를 결정한다.
- 방법 5: FADetermination 수순을 사용한다.

방법 1, 2, 3은 이동 빈도를 계산할 때 이동 윈도우 크기의 영향을 보기 위하여 사용하였고, 방법 4와 5는 본 논문에서 제안한 수순이 얼마나 좋은 결과를 내는 가를 보기 위하여 사용하였다.

시뮬레이션을 수행하는 데에 있어, 임계값 ρ_1 과 ρ_2 를 변경하면서 이들 값이 각 방식의 성능에 미치는 영향을 알아보았다. 시뮬레이션 결과에서 각 방식의 성능은 임계값 ρ_1 에 따라 변하는 것을 관찰할 수 있었으나, 임계값 ρ_2 는 성능에 영향을 미치지 않음이 관찰되었다. 그림 3은 임계값 ρ_1 이 각 방법의 성능에 미치는 영향을 보여준다. 그림 3에서 ρ_1 값은 정적 상태에서 이동 노드의 평균 체류 시간 τ_1 의 비율로서 나타냈다. 또한, 그림에서 Mobile IP에서 필요로 하는 홈 등록의 횟수가 비교 기준 값으로 사용되었다. 그림 3에서 보여주는 것 같이, 본 논문에서 제안한 방식인 방법 5가 가장 적은 홈 등록이 필요한 것으로 나타났다. 임계값 ρ_1 이 $1/\tau_1$ 보다 적은 경우, 즉 그림에서 $\rho_1=0.4/\tau_1$ 이나 $\rho_1=0.7/\tau_1$ 인 경우 방법 5가 필요로 한 홈 등록 횟수는 Mobile IP가 필요로 한 횟수의 약 27%에 해당하였다. 임계값 ρ_1 이 증가함에 따라 방법 5가 필요로 한 홈 등록 횟수도 같이 증가함을 알 수 있다.

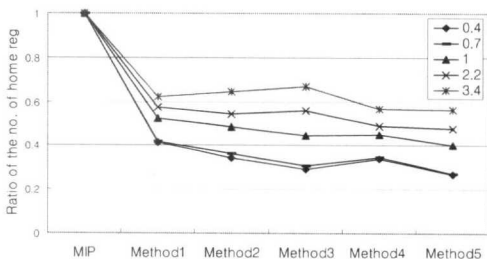


그림 3. 여러 가지 ρ_1 값에 따라 Mobile IP와 홈 등록을 비교해 보았을 때의 홈 등록 횟수 비율

그림 3을 보면 $\rho_1 \leq 1/\tau_1$ 인 경우, 윈도우 크기를 증가함에 따라 성능이 좋아지는 것을 알 수 있다. 특히 이러한 결과는 각 방법에서 결정한 FA 레벨을 관찰함으로써 좀 더 자세히 분석할 수 있었다. 방법 1은 윈도우 크기 1을 사용하기 때문에 결정된 FA 레벨은 이동 노드의 이동상태를 그대로 보여주어서 이동 노드가 이동 상태를 자주 바꿈에 따라 변동이 심했다. 윈도우 크기를 2와 3으로 증가함에 따라 FA 레벨이 변경되는 빈도는 감소하였지만 이동 상태가 정적상태에서 다른 상태로 변할 때 FA 레벨을 결정하는 데 지연되는 현상을 발견하였다. 이러한 현상을 교정하는 데에는 고려사항 1이 효과적임을 알 수 있었다. 또한 방법 5에서 채택한 고려사항 2는 이전에 사용하던 외부 에이전트를 가능할 때 계속하여 사용함으로써 FA 레벨 변화를 상당히 줄였다.

시뮬레이션 결과를 사용하여 τ_1 시간 안에 홈 등록이 얼마나 많이 이루어져야 하는 지를 분석해 보았다. 그 결과는 그림 4와 같다. 방법 5를 사용하는 경우 이동 노드는 $\rho_1=0.4/\tau_1$ 인 경우 평균 매 $1.5\tau_1$ 에 한번 씩 홈 등록이 필요함을 알 수 있다. 이러한 홈 등록의 횟수는 다른 마이크로 이동 방식들 보다는 많은 것이다. 그러나 그림 3과 4에서 알 수 있듯이, 홈 등록의 횟수는 임계값 ρ_1 을 적절히 선택함에 따라 제어 가능하므로 망 운영자 입장에서는 망에 부담이 안되는 정도의 부하를 유발하도록 임계값 ρ_1 을 지정하면 된다.

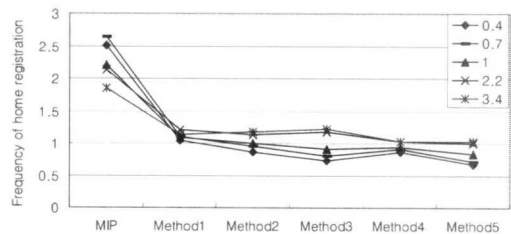


그림 4. 여러 가지 ρ_1 값에 따라 τ_1 시간에 필요한 홈 등록의 횟수

V. 프로토콜

본 절에서는 III절에서 제안한 방식을 사용하는 경우, 시스템에서 프로토콜이 동작하는 전체적인 수순을 설명한다.

이동 노드의 이동성에 따라 외부 에이전트를 적응적으로 결정하기 위하여 이동 노드의 이동성에

대한 정보를 유지, 관리할 필요가 있다. 이러한 목적으로 VLR이 사용된다. VLR은 각 이동 노드에 대하여 도메인 내에서 발생한 지난 두 번의 핸드오버 시간을 저장하고, 이 정보를 핸드오버가 일어날 때 베이스 스테이션에게 제공한다.

이동 노드는 서빙 베이스 스테이션의 IP 주소와 외부 에이전트 의탁 주소를 저장한다. 서빙 베이스 스테이션의 주소는 이동 노드가 다른 서브넷으로 이동하였는지를 판단하는 데 사용한다. 외부 에이전트 의탁 주소는 등록절차 및 외부 에이전트를 결정하는 과정에서 사용된다.

외부 에이전트는 방문자 리스트에 계류 중에 있는 등록 요청과 수락된 등록 정보를 기록해 놓는다. 등록자 리스트에 들어가는 항목들은 Mobile IP^[1]에 있는 모든 항목들과 등록된 이동 노드의 서빙 베이스 스테이션의 주소가 포함된다. 베이스 스테이션은 현재 연결되어 있는 모든 이동 노드들을 기록하는 서비스 리스트를 가지고 있다. 서비스 리스트의 항목들은 Mobile IP의 외부 에이전트가 유지하는 방문자 리스트의 항목들과 이동 노드가 사용하는 외부 에이전트의 주소가 포함된다.

1. 에이전트 광고

제안된 망구조에서 서빙 베이스 스테이션은 자신의 주소를 의탁주소 영역에 넣은 에이전트 광고를 통하여 자신의 존재를 알린다. 이동 노드는 에이전트 광고를 받으면, 이 광고 안의 의탁주소와 자신이 저장해 놓은 서빙 베이스 스테이션의 주소를 비교하여 서브넷을 이동하였는 지 판단한다.

본 논문에서 제안한 프로토콜에서 모든 이동 노드는 외부 에이전트 의탁 주소를 사용하여 등록하는 것을 원칙으로 한다. 그러므로 에이전트 광고의 "registration required" 비트^[1]를 1로 설정한다.

2. 등록

만일 이동 노드가 새로운 서브넷으로 이동하였다고 판단되면, 새로운 서빙 베이스 스테이션에게 등록 요청 메시지를 보내 등록절차를 시작한다. 등록 요청 메시지에는 의탁 주소 영역은 0으로 설정하고, 이전 외부 에이전트 (Previous Foreign Agent; PFA) 주소를 이전 외부 에이전트 통지 확장자 (PFA notification extension)^[8]를 통하여 제공한다. 이렇게 PFA 통지 확장자를 사용함으로써, 이동 노드는 베이스 스테이션이 적응적으로 외부 에이전트를 결정할 수 있도록 한다.

제안된 프로토콜에서 서빙 베이스 스테이션이 이

동 노드에 대한 외부 에이전트 의탁 주소와 등록의 유형을 결정한다. 새로 방문한 이동 노드에 대하여 서빙 베이스 스테이션은 VLR이 제공하는 정보를 사용하여 이동 빈도를 계산하고, 이 빈도에 따라 FADetermination 수순에 따라 FA 레벨을 결정하고 적절한 외부 에이전트를 선택한다. 선택한 외부 에이전트에 따라 서빙 베이스 스테이션은 이동 노드가 홈 등록이 필요한지 혹은 지역 등록이 필요한지를 결정한다.

만일 서빙 베이스 스테이션에서 선택한 외부 에이전트가 이전 외부 에이전트와 동일한 경우, 서빙 베이스 스테이션은 이전 외부 에이전트 주소를 의탁 주소로 갖는 지역 등록 요청 메시지를 작성하여 지정된 외부 에이전트로 보낸다. 이 때, 서빙 베이스 스테이션은 이동 노드가 보낸 PFA 통지 확장자는 제거하고 대신 계층적 외부 에이전트 확장자 (hierarchical foreign agent extension)^[2]를 첨가함으로써 외부 에이전트에게 서빙 베이스 스테이션의 주소를 알려준다. 외부 에이전트가 지역 등록 요청을 받으면, 해당 에이전트는 요청의 정당성을 확인하고 결과에 따라 자신의 방문자 리스트를 갱신한다. 그 후, 지역 등록 응답을 서빙 베이스 스테이션에게 보낸다. 서빙 베이스 스테이션은 지역 등록 응답을 이용하여 등록 응답을 작성하여 이동 노드로 보낸다. 이렇게 함으로써 이동 노드는 등록 형식과 무관하게 서브넷을 이동하는 경우 동일한 방식으로 등록을 요청할 수 있다. 단지 선택된 외부 에이전트의 주소를 계층적 외부 에이전트 확장자를 통하여 통보 받는다. 그림 5는 지역 등록 수순을 보여준다.

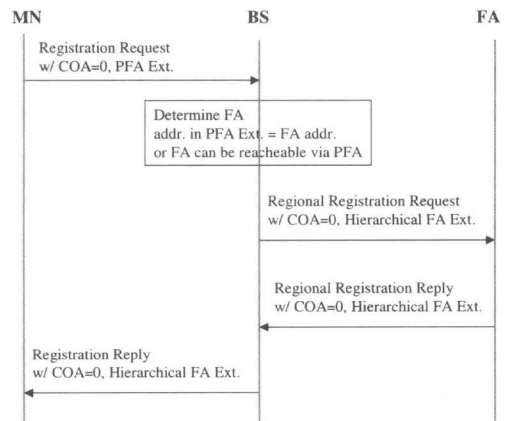


그림 5. 지역 등록 수순

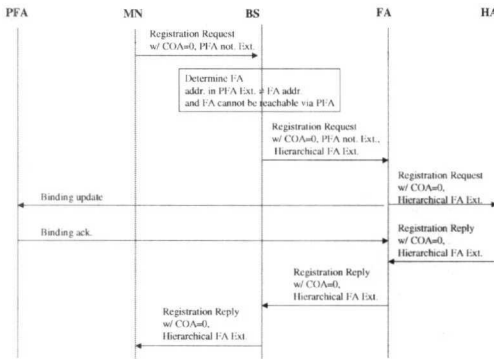


그림 6. 홈 등록 수순

만일 선택된 외부 에이전트 의탁 주소가 이전 외부 에이전트 의탁 주소와 다른 경우에는 홈 등록이 필요하다. 이 경우에 서빙 베이스 스테이션은 새롭게 결정된 외부 에이전트로 등록 요청을 보내는 데, 계층적 외부 에이전트 확장자를 첨가하여 새 외부 에이전트에게 서빙 베이스 스테이션의 주소를 알려준다. 외부 에이전트는 등록 요청을 받으면, PFA 확장자와 계층적 외부 에이전트 확장자는 제거하고 대신 자신의 주소를 계층적 외부 에이전트 확장자에 첨가하여 등록요청을 홈 에이전트로 보내고, 이전 외부 에이전트로는 바인딩 갱신 (binding update)을 보낸다. 홈 에이전트는 이동 바인딩 리스트(mobility binding list)에 이동 노드의 의탁 주소에 외부 에이전트 주소를 기록하고 외부 에이전트에게 등록 응답을 한다. 등록 응답에는 계층적 외부 에이전트 확장자가 붙어간다. 이 응답은 외부 에이전트와 서빙 베이스 스테이션을 거쳐 이동 노드에 전달된다. 이동 노드는 응답을 받으면 계층적 외부 에이전트 확장자에 있는 주소를 외부 에이전트 주소로 기록한다. 그림 6은 이러한 홈 등록의 수순을 보여준다.

3. 데이터그램 전송

이동 노드가 홈 에이전트에게 자신의 의탁 주소를 등록 한 후, 상대방 노드가 보내는 데이터는 Mobile IP^[1]를 사용하는 경우 이동 노드에게 두개의 터널을 통해 전달된다. 첫 번째 터널은 Mobile IP에서와 같이 홈 에이전트와 외부 에이전트 사이에 있는 터널이다. 두 번째 터널은 본 논문에서 제안한 구조에서 마이크로 이동성을 제공하기 위하여 도입되었다. 두 번째 터널에서 사용하는 캡슐화 방법은 홈 에이전트와 외부 에이전트 사이에 사용하는 방법과 동일한 방법을 사용한다.

경로 최적화 방식^[8]이 사용된다면 상대방 노드가 보내는 데이터는 외부 에이전트까지는 직접 오고, 외부 에이전트는 서빙 베이스 스테이션에게 캡슐화하여 전달한다. 즉 한 개의 터널이 도입된다.

VI. QoS 제공 방안

본 절에서는 제안된 방식이 이동 노드에게 원하는 QoS를 제공하는 일반적인 방안에 대하여 알아본다. 만일 IP 터널을 통한 RSVP 동작방식^[7]과 같이 터널을 통하여 동작하는 자원예약 방식이 사용되면, 본 논문에서 제안한 방식과 Mobile IP 지역 등록 방식^[2]은 중단간 QoS 제공을 할 수 있다.

만일 터널을 통하여 동작하는 자원예약 방식을 사용할 수 없는 경우라면, 매크로 이동성을 제공하는 방식으로 Mobile IP^[1]와 경로 최적화^[8] 두 가지 방식을 고려할 수 있다. Mobile IP가 사용된다면, 상대방 노드와 홈 네트워크간에만 자원예약이 가능하다. 이러한 상황은 다른 마이크로 이동성 지원방식^[2-4]도 모두 마찬가지다. 본 논문에서 제안한 방식은 경로 최적화^[8]를 사용하는 경우 차별성을 드러낸다. 경로 최적화를 사용하면 상대방 노드부터 외부 에이전트까지 자원예약이 가능하다. 다른 마이크로 이동성 지원방식은 게이트웨이를 공통적으로 외부 에이전트로 사용하므로 자원예약은 게이트웨이까지만 가능하다. 하지만 본 논문에서 제안한 방식은 외부 에이전트의 위치를 사용자의 이동성에 기반하여 결정함으로써, 정지상태에 있는 이동 노드에 대하여는 서빙 베이스 스테이션까지 자원예약이 가능하므로 중단간 적절한 QoS 제공이 가능하다. 다른 상태의 이동 노드에게는 중간노드나 게이트웨이까지 자원예약이 가능하다. 그러므로 본 논문에서 제안한 방식은 이동 사용자의 이동성 상태에 따라 적절한 QoS를 제공할 수 있다.

VII. 결론

본 논문에서는 셀룰러 망 환경에서 인터넷 호스트의 이동성을 지원하기 위한 적응적 이동성 관리 방식을 제안하고, 그러한 방식을 지원하기 위한 망의 구조와 프로토콜을 제안하였다. 제안된 적응적 이동성 관리 방식의 목표는 무선망에서 고려되는 다양한 환경에서 서로 다른 서비스 품질에 대한 사용자의 요구를 효율적으로 대응하고, 자주 발생하는 핸드오버로 인한 신호 부하를 줄이는 것이다. 이리

한 목표를 달성하기 위하여 제안된 방식에서는 사용자의 이동성에 따라 외부 에이전트 의탁 주소를 적응적으로 결정한다. 이러한 적응적 방식을 채택함으로써 사용자에게 적절한 QoS를 제공할 수 있고 액세스 망의 IP 노드들로 이동 서비스를 제공하는 데 필요한 부하를 적절히 분산시킬 수 있다. 이러한 점이 모든 부하를 게이트웨이에 집중시키는 다른 마이크로 이동성 제안들과 다른 점으로 망의 확장성이 좋다.

제공되는 연결점의 안정성은 시뮬레이션을 통하여 연구하였다. 시뮬레이션 결과, 본 논문에서 제안한 방식이 이동 노드에게 비교적 안정적인 연결점을 제공한다는 것을 확인할 수 있었다. 비록 핸드오버로 인한 전체적인 신호 부하가 다른 마이크로 이동성 방식들보다는 크지만 이동성 상태를 결정하는 임계값을 조절함으로써 망 성능에 영향을 미치지 않도록 조절할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] C. Perkins, ed., "IP Mobility Support," IETF RFC 2002, Oct. 1996.
- [2] E. Gustafsson, A. Jonsson, and C. E. Perkins, "Mobile IP Regional Registration," Internet draft (work in progress), <draft-ietf-mobileip-reg-tunnel-05.txt>, Sep. 2001.
- [3] Campbell, et. al., "Cellular IP," Internet draft (expired), <draft-ietf-mobileip-cellularip-00.txt>, Jan. 2000.
- [4] R. Ramjee, et. al., "IP Micro-Mobility Support using HAWAII," Internet draft (expired), <draft-ietf-mobileip-hawaii-01.txt>, Jul. 2000.
- [5] T. Ojanpera and R. Prasad, "An Overview of Third-Generation Wireless Personal Communications: A European Perspective," *IEEE Personal Communications*, pp. 59-65, Dec. 1998.
- [6] G. Patel and S. Dennett, "The 3GPP and 3GPP2 Movements Toward an All-IP Mobile Network," *IEEE Personal Communications*, pp. 62-64, Aug. 2000.
- [7] A. Terzis, et. al., "RSVP Operation Over IP Tunnels," IETF RFC 2746, Jan. 2000.
- [8] Charles Perkins and David B. Johnson, "Route Optimization in Mobile IP," Internet draft (work

in progress), <draft-ietf-mobileip-optim-11.txt>, Sep. 2001.

우 미 애(Miae Woo)

정회원



1985년 2월 : 연세대학교
전자공학과 졸업
1991년 12월 : 미국 Purdue
University 전기컴퓨터
공학과 석사
1995년 12월 : 미국 Purdue
University 전기컴퓨터
공학과 박사

1985년~1989년 : DACOM 연구원

1996년~1998년 : 삼성전자(주) 수석연구원

1998년~현재 : 세종대학교 정보통신공학과 조교수

<주관심 분야> 망 구조 및 프로토콜, 이동망, 망자
원관리