

계층적 지역 등록 Mobile IP에서 백업 FA를 이용한 장애 관리 구조

학생회원 임 기 운*, 정회원 홍 충 선*, 이 대 영*

A Fault Management Architecture Using Backup FA in Hierarchical Local Registration Mobile IP

Ki woon Yim* *Student Member*, Choong seon Hong*, Dae young Lee* *Regular Members*

요 약

Mobile IP 프로토콜은 IP 호스트들이 IP 주소의 변화 없이 다른 네트워크 사이를 이동하는 것을 지원해준다. 지역 등록을 지원하는 Mobile IP 시스템은 비교적 먼 곳에 위치한 Home Agent로의 홈 등록 메시지의 빈도를 줄이기 위해 제안되어졌다. 이 지역 등록 Mobile IP 프로토콜은 MN의 등록 요청을 지역 내 에이전트가 처리함으로써 성능 향상을 가져온다. 그러나 지역 등록 Mobile IP 접근 방법은 FA 장애 극복과 같은 몇 가지 고려해야 할 문제점을 가지게 된다. 본 논문에서는 계층적 지역 등록 Mobile IP에서 FA의 장애 극복하기 위한 기존의 프로토콜에 대해 살펴보고 계층적 지역 등록 Mobile IP에서 백업 FA에 의해 FA의 장애를 효율적으로 극복하는 새로운 FA 장애 극복 프로토콜에 대해 제안한다.

ABSTRACT

The Mobile IP protocol allows IP hosts to move between different networks without changing their IP addresses. The Mobile IP systems supporting the local registration were introduced to reduce the number of times when a home registration with the remotely located Home Agent is needed. The local registration Mobile IP protocol enhanced the performance by processing the MN's registration requests at a local agent. However, the local registration approach may consider other aspects of the Mobile IP systems as the FA fault tolerance. In this paper, we will briefly review previous protocols to support the FA fault tolerance in hierarchical local registration Mobile IP system and will propose a fault tolerance protocol with backup FA in hierarchical local registration mobile IP to enhance the efficiency of such systems against Foreign Agent failures.

I. 서 론

IETF의 Mobile IP 프로토콜^[1]은 IP 호스트가 다른 서브네트워크로 이동한 때 트랜스포트 세션을 유지할 수 있게 해준다. Mobile IP에서 MN (Mobile Node)의 이동은 HA(Home Agent)에 의해 관리되며 이동하는 MN가 CN(Correspondent Node)과의 통신을 유지할 수 있게 해준다. FA(Foreign Agent)는 현재 자신의 서비스 지역에 있는 MN에게

HA로부터 터널링(tunneling)된 데이터그램을 전달하게 된다.^[10] 이와 같은 동작원리를 갖는 IETF의 Mobile IP는 수행상의 몇 가지 문제점을 갖게 된다. 이러한 문제점 중 하나가 MN로의 모든 데이터들은 HA를 통해 FA로 터널링 되어 전달되기 때문에, 즉 삼각 라우팅(triangle routing)에 의해 전달되기 때문에 발생하게 되는 데이터의 지연이다. 또 하나의 잘 알려진 문제점은 빈번한 MN의 핸드오프 발생으로 인한 HA와 FA 사이의 등록 메시지 교환에 따른

* 경희대학교 전자정보학부 (iki77@digital.kyunghee.ac.kr)
 논문번호: 010119-0524, 접수일자: 2001년 5월 24일

오버헤드이다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해 여러 가지 다른 접근 방법^{[2],[3],[4],[5],[6],[7]}들이 제안되었다. 그 중 하나가 MN가 특정 지역 내에서 자주 이동한다는 특성을 이용하여 특정 지역 내의 FA를 계층적으로 구성하여 MN의 이동을 관리하는 계층적 지역 등록 Mobile IP(Hierarchical Local Registration Mobile IP : HLRM-IP) 프로토콜이다^[4]. 이 지역 등록 Mobile IP 프로토콜은 특정지역내의 MN의 핸드오프시 MN가 비교적 멀리 위치한 HA로의 홈등록을 요청하는 것이 아니라 지역내의 FA에게 등록함으로써 등록과정에서의 지연과 HA와 FA사이의 관리 메시지의 빈도를 줄여 HA의 오버헤드를 줄이는 방법이다. 그러나 이 계층적 지역등록 Mobile IP 프로토콜은 MN가 지역 내 핸드오프시 FA에 등록 요청을 하게 되고 MN로 향하는 데이터패킷이 계층구조내의 여러 FA들을 통해 터널링되므로 터널링 경로상의 FA들의 장애와 보안에 관한 요구가 필요하게 되었다.

H. Omar, T. Saadawi와 M. Lee 는 계층적 지역 등록 Mobile IP에서 FA의 장애 복구를 위한 두 가지 프로토콜^{[8],[9]}을 제안하였다. 본 논문에서는 H. Omar, T. Saadawi와 M. Lee 가 제안한 프로토콜에 대해 살펴보고, 계층적 지역등록 Mobile IP에서 백업 FA에 의해 보다 효율적으로 FA의 장애를 극복할 수 있는 프로토콜에 대해 제안하고자 한다. 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 IETF의 기본 Mobile IP 프로토콜과 계층적 지역등록 Mobile IP, FA장애 복구를 지원하는 계층적 지역등록 Mobile IP 프로토콜에 대하여 살펴보고, III장에서는 본 논문에서 제안하는 백업 FA에 의해 장애복구를 지원 프로토콜에 대해 설명한다. IV장에서는 기존의 연구와 본 논문에서 제안한 프로토콜을 시뮬레이션을 통해 성능을 비교하였으며 V장에서는 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

1. IETF의 Mobile IP

Mobile IP 는 기존의 IP상에서 호스트에게 이동성을 제공하기 위한 프로토콜이다. Mobile IP를 사용하여 호스트는 자신의 IP 주소를 바꾸지 않고 이동할 수 있으며, 이동 중에도 상위 계층의 연결을 유지할 수 있다.^[11]

Mobile IP에서는 호스트의 이동성을 위해 홈 네트워크와 외부 네트워크에 각각 에이전트를 둔다.

에이전트는 주기적으로 이동 에이전트 광고 메시지(Mobility Agent Advertisement Message)를 네트워크에 전송함으로써 자신의 존재를 알린다. 외부 네트워크로 들어간 MN는 이 메시지를 통해 FA를 발견하고 FA로부터 새로운 COA(Care-of address)를 받는다. COA는 FA의 주소를 이용(foreign agent care-of address)하거나 자신이 능동적으로 생성할 수 있다.(collocated-care-of address)

COA를 얻은 MN는 HA에게 등록 요청(Registration Request)을 보내고 HA는 COA까지 터널을 만든다. 그 다음부터 HA는 MN로 전송되는 패킷을 가로채어 MN의 COA로 터널링 하는 방법으로 MN에게 패킷을 전달한다

2. HLRM-IP

계층적 지역 등록 Mobile IP(HLRM-IP)는 FA를 계층적으로 구성하여 MN가 같은 계층구조 내의 어느 한 지역에서 다른 지역으로 이동할 때는 HA에게 등록 요청을 하지 않는 것을 기본으로 하는 프로토콜이다^[4].

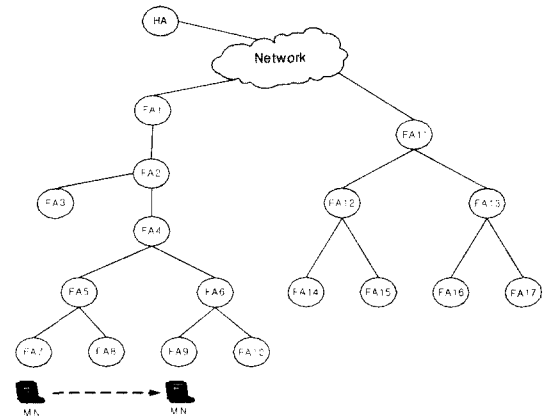


그림 1. 계층적으로 구성된 FA들

계층적 지역 등록 Mobile IP에 있는 계층 구조상의 FA는 자신의 광고 메시지(Advertisement Message)에 자기 자신과 자기 자신의 모든 상위 레벨 FA의 IP 어드레스의 집합인 COA의 벡터를 포함하고 있다. <그림1>과 같은 계층적 FA 구조에서 MN가 FA7의 위치에 처음 접속하였다면, MN는 FA7의 광고 메시지로부터 F7은 물론 모든 상위 레벨 FA를 포함하는 COA 벡터<FA7, FA5, FA4, FA2, FA1>을 수신 받는다. 이 COA 벡터를 수신 받은 MN는 HA에 등록 요청을 보내고 등록 요청

을 받은 HA는 현재 MN가 위치한 계층구조 상의 최상위 FA(root FA)인 FA1의 COA를 MN의 COA로서 등록한다. 동시에 FA1은 FA2의 COA를 MN의 COA로 하여 MN를 자신의 방문 리스트(visitor list)에 추가하고, FA2는 FA4를, FA4는 FA7의 COA를 MN의 COA로 하여 MN를 자신의 방문 리스트에 추가한다. 이와 같은 등록 과정으로 인해 CN(Correspond Node)에서 MN로 전송되는 데이터 패킷들은 CN → HA → FA1 → FA2 → FA4 → FA7 → MN로 전송 되게 된다. 즉 HA가 MN로 전송되는 데이터 패킷을 받은 후, FA1로 터널링하게 되고 FA1은 다음 레벨 FA인 FA2로 다시 FA2는 다음 레벨인 FA4로, 마찬가지로 FA4는 FA7로 터널링을 한 후, 최하위 FA인 FA7이 MN에게 데이터를 전송하게 된다. 이와 같은 상태에서 MN가 FA7에서 FA9로 이동하였다면, 즉 핸드오프가 발생했을 때, MN는 FA9로부터 <FA9, FA6, FA4, FA2, FA1>의 COA 벡터를 포함하는 광고 메시지를 받게 된다. 이 새로운 COA 벡터를 핸드오프가 발생하기전에 FA7로부터 받았던 COA 벡터와 비교하여 공통되는 COA 벡터(FA4, FA2, FA1)들 중에 가장 하위 레벨 FA(FA4)에 MN는 등록 요청을 한다. 즉, FA4 상위의 FA들과 HA들에게는 MN의 이동을 알리지 않아도 된다. 등록 요청을 받은 FA4는 FA6의 COA를 MN의 COA로 하여 자신의 방문 리스트 정보를 업데이트하고 FA6은 FA9의 COA를 MN의 COA로 하여 자신의 방문 리스트에 추가한다. 위에서 설명했던 것처럼 MN의 계층 구조내의 핸드오프시에는 MN의 이동을 HA에 알리지 않아도 되므로 HA의 오버헤드는 줄어든다.

3. 장애복구를 지원하는 HLRM-IP

계층적 지역등록 Mobile IP(HLRM-IP)프로토콜^[4]의 IETF Mobile IP 프로토콜^[1]과의 가장 구별되는 특징은 CN에서 MN로 전송되는 데이터 패킷은 HA를 지나 최상위 FA(root FA)와 중간 레벨의 FA들을 거쳐 MN가 현재 접속되어 있는 최하위 FA(leaf FA)에서 MN로 전달되는 것이다. 이런 특징 때문에 최상위 FA(root FA)와 최하위 FA사이의 FA에 장애가 발생하면 MN로의 연결성(Connectivity)을 잃게 되는 단점이 있다. 즉 MN로 전송되어야 하는 데이터 패킷의 손실이 발생하게 된다. 예를 들어 <그림 2>와 같은 계층적 FA 구조에서 MN가 FA7에 접속되어 있다면 CN으로부터 MN에게 보내지는 데이터 패킷은 CN → HA → FA1 → FA2 → FA4

→ FA5 → FA7의 경로로 터널링 되어 MN에게 데이터 패킷이 전송될 것이다. 만약 FA4에 장애가 발생하였다면 터널링 경로가 끊어지므로 MN는 더 이상 데이터 패킷을 수신할 수 없을 것이다. 또한 FA7에 접속된 MN뿐만 아니라 FA4의 장애로 인해 FA4와 연결된 최하위 FA(FA8, FA9, FA10)에 접속된 MN들도 장애에 영향을 받게 된다. IETF의 기본 Mobile IP와 비교해보면 CN으로부터 MN에게 보내지는 데이터 패킷은 CN → HA → FA7 → MN의 경로로 전송되기 때문에 HA에서 FA7로 가는 다른 경로가 존재한다면 FA4에 장애가 발생한다고 해도 MN로 향하는 데이터 패킷은 전혀 영향을 받지 않는다. 따라서 계층적 지역 등록 Mobile IP는 중간 레벨의 FA(최상위 레벨 FA와 최하위 레벨 FA 사이의 FA들)의 장애에 의한 데이터 패킷 손실을 줄이기 위한 대책이 요구되었다.

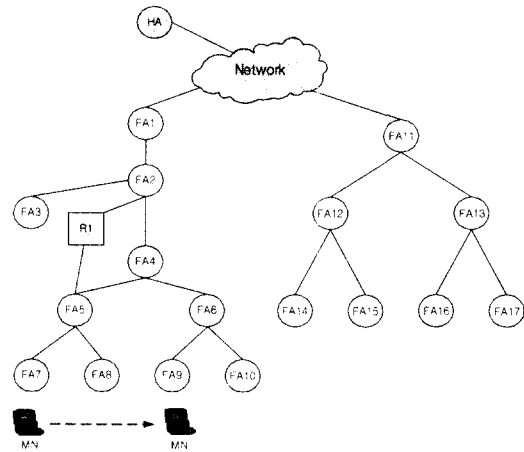


그림 2. HLRM-IP

위와 같은 관점에서 H. Omar, T. saadawi와 M. Lee는 계층적 지역 등록 Mobile IP에서의 장애 복구를 위한 두 가지 방법을 제시하였다^{[8],[9]}. 그 첫 번째 방법(Revert to Non HLRM-IP 모드)은 계층 구조내의 FA에 장애가 발생하면 그 장애에 영향을 받는 모든 MN 리스트들을 구성하여 이 리스트에 포함된 MN들에게 FA의 장애 사실을 알리고 더 이상 계층적 지역 등록 Mobile IP 서비스가 수행될 수 없음을 인식시킨다. FA 장애를 감지한 MN는 IETF의 기본 Mobile IP를 이용하여 HA에 등록을 요청하게 된다. 즉, 계층적 지역 등록 Mobile IP에서 FA에 장애가 발생하면 모든 계층 구조를 무시하고 IETF의 기본 Mobile IP개념으로 바꾸어 장애

에 대처하는 방법이다.

두 번째 방법(Self-Healing 모드)은 장애가 발생한 FA를 계층 구조에서 제외시키는 방법이다. 즉, 장애 발생한 FA를 터널링 경로에서 제외시키는 방법이다. 예를 들어 MN가 FA9에 위치해 있다고 할 때 (그림 2 참조) FA4에 장애가 발생하면 기존의 터널링 경로(HA → FA1 → FA2 → FA4 → FA6 → FA9)에서 장애가 발생한 FA4를 터널링 경로에서 제거하여 (HA → FA1 → FA2 → FA6 → FA9)의 경로로 터널링 하여 MN에게 데이터를 전송하는 방법이다. 이 방법은 장애 발생시 완전히 계층구조를 무시하는 첫 번째 방법에 비해 장애가 발생한 FA만을 계층 구조에서 제외하여 어느 정도 계층 구조를 유지한다. 그러나 FA2와 FA6사이의 대체 연결경로(R1)가 없다면 장애를 복구할 수 없는 단점이 있다.

III. 백업 FA에 의한 장애 복구 프로토콜

앞 절에서 설명한 H. Omar, T. saadawi와 M. Lee의 장애 복구를 위한 두 번째 방법(Self-Healing 모드)은 장애 발생시 장애가 발생한 FA만을 계층 구조상에서 무시하므로 완전히 계층구조를 무시하는 첫 번째 방법(Revert to Non HLRM-IP Mode)에 비해 어느 정도 계층 구조를 유지하는 방법이다. 그러나 이 방법도 계층 구조 내에 장애가 발생한 FA의 수가 많아지면 무시되는 FA가 많아져서 계층적으로 FA를 구성한 의미가 없어진다. 따라서 본 논문에서는 장애 발생시에도 FA의 계층 구조를 유지할 수 있는 프로토콜을 제안하고자 한다. 여기서는 소단원에 관한 내용을 간단히 살펴본다.

FA에 장애 발생시 FA의 계층 구조를 유지하면서 장애 복구 기능을 가지도록 하기 위해, 본 논문에서는 백업 FA에 의한 계층 구조 유지 프로토콜을 제안한다. 백업 FA에 의한 계층 구조 유지 프로토콜은 FA를 계층적으로 구성할 때 각각의 FA를 대신할 수 있는 백업 FA도 함께 구성하는 방법이다.

1. 백업 FA의 구성

백업 FA를 구성하는 방법은 대상 FA와 같은 라우팅 경로를 갖는 라우터를 이용하여 구성한다. <그림3>과 같은 계층구조에서 FA2의 백업 FA를 구성하기 위해서는 FA2와 같은 연결 경로(FA1, FA3, FA4)를 가지는 라우터가 필요하다. 그림에서 보면 FA2의 백업 FA로서 적절한 라우터는 R2이다. R1

은 FA3으로의 라우팅 경로가 없으므로 FA2의 백업 FA가 될 수 없다. 같은 방식으로 FA4의 백업 FA는 R3이다. 또한 하나 이상의 FA에 장애가 발생했을 경우(그림에서 FA2와 FA4에 장애가 발생했을 경우) 일어날 수 있으므로 상위 레벨 백업 FA와 다음 레벨의 백업 FA사이의 연결 경로(그림에서 R2와 R3사이의 경로)도 필요하다. 이와 같은 방법으로 FA에 백업 FA를 적절히 구성하여 백업 FA를 갖는 계층적 FA구조를 구성한다. 위와 같이 계층적으로 구성된 FA와 백업 FA에 관한 정보를 최상위 레벨 FA(FA1)에 저장한다. 이것을 FA 레지스트리, 백업 FA 레지스트리라 명명한다. FA4의 하위 레벨의 FA의 백업 FA들은 그림의 단순화를 위해 생략했다.

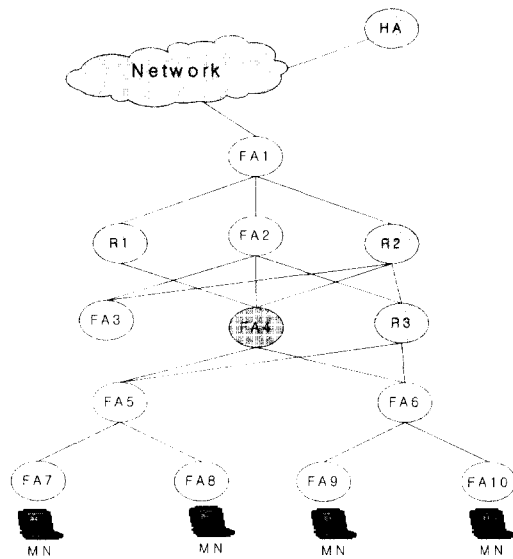


그림 3. 백업 FA를 갖는 HLRM-IP

2. 제안된 프로토콜의 동작원리

백업 FA에 의한 계층 구조 유지 프로토콜은 계층 구조상의 FA에 장애가 발생하기 전까지는 백업 FA들에게 어떤 메시지 전달이나 동작을 요구하지 않는다. 장애가 발생하기 전의 백업 FA들은 일반적인 라우터로 동작하여 일반적인 라우팅 작업을 수행한다. FA에 장애가 발생한 경우에만, 백업 FA에게 FA의 기능을 수행하도록 하기 위한 프로세스를 활성화하는 메시지를 보낸다. 이 메시지를 받은 백업 FA는 FA로 동작하기 위한 프로세스를 활성화하여 장애가 발생한 FA를 대신 한다. 좀 더 자세한 동작 원리는 아래와 같다. <그림2> 와 같은 백업

FA를 갖는 FA 계층 구조에서 MN들이 FA7, FA8, FA9, FA10에 접속하여 MN로 전달되는 데이터를 수신한다고 하자. 이 때 FA4에 장애가 발생했다면 다음 과정을 거쳐 장애를 극복한다.

- a) 장애가 발생한 FA(F4) 바로 상위 레벨 FA (FA2)가 하위 레벨 FA의 장애를 감지한다.
- b) 장애를 감지한 FA(FA2)는 FA1에 있는 FA 레지스트리를 통해 장애가 발생한 FA(FA4)의 다음 하위 레벨의 FA리스트(FA5, FA6)를 얻고 또한 백업 FA 레지스트리를 통해 FA4의 백업 FA(R3)의 정보를 얻는다.
- c) FA2는 자신의 하위 FA 리스트(FA3, FA4)중 FA4를 백업 FA(R3)로 업데이트하고 R3에게 에이전트 기능을 활성화하도록 하는 메시지를 보낸다. 또한 FA2는 FA 레지스트리를 통해 얻은 하위 레벨 FA 리스트(FA5, FA6)들에게 FA4의 장애를 알리고 R3가 상위 레벨 FA로서 동작하게 된다는 것을 알린다.
- d) FA2로부터 FA4의 장애를 인지한 FA5와 FA6은 자신의 상위 레벨 FA에 대한 정보를 FA4에서 R3로 업데이트 한 후, 자신이 서비스하고 있는 MN의 리스트를 R3로 보낸다.
- e) R3는 FA5와 FA6에서 받은 MN 리스트에 있는 MN의 COA를 FA5와 FA6의 COA로 하여 자신의 방문 리스트에 추가한 후, 추가된 MN 리스트를 FA2로 보낸다.
- f) MN 리스트를 받은 FA2는 R3의 COA를 MN의 COA로 하여 자신의 방문 리스트를 업데이트 한다.
- g) 계층 구조의 변화를 각각 FA 레지스트리와 백업 FA 레지스트리에 저장한다. (즉, FA 레지스트리는 FA4 대신 R3로, 백업 FA 레지스트리는 R3대신에 FA4로 업데이트 된다.)
- h) 장애를 감지한 FA(FA2)는 주기적으로 장애가 발생한 FA(FA4)를 체크한다. FA4가 장애에서 회복되면 FA2가 이를 감지하여 FA4를 다시 FA 계층 구조에 포함시키기 위해 R3에 장애가 발생한 것처럼 하여(백업 FA 레지스트리에 FA4가 R3의 백업 FA로 저장되어 있으므로) b) ~ g) 과정을 거쳐 FA의 계층 구조를 원래상태로 복구한다.

위와 같은 과정에 의해 FA에 장애가 발생했을 때 장애가 발생한 FA를 백업 FA가 대신함으로써 장애를 극복하는 방법이다.

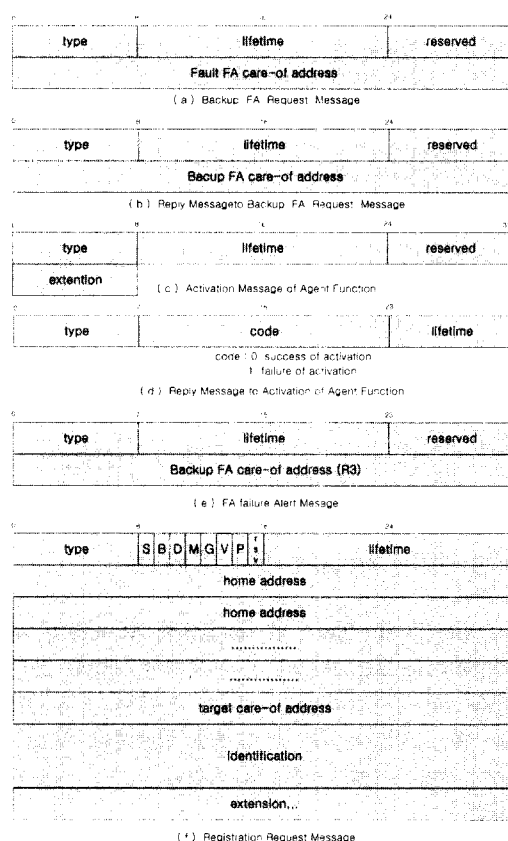


그림 4. 메시지 포맷

<그림 4>는 본 논문에서 제안한 백업 FA에 의한 장애 복구 프로토콜에서 추가로 요구되는 메시지의 UDP필드 부분을 보여준다. 그림 4의 (a)는 장애를 감지한 FA가 root FA에게 장애가 발생한 FA의 백업 FA를 얻기 위해 보내는 백업 FA 요청 메시지이다. (b)는 백업 FA 요청 메시지를 받은 root FA의 reply 메시지이다. (c)는 장애를 감지한 FA가 백업 FA에게 agent 기능을 활성화하기 위해 보내는 메시지 포맷이다. (d)는 활성화 메시지를 받은 백업 FA의 응답 메시지를 나타낸다. (e)는 장애를 감지한 FA가 장애에 영향을 받는 FA들에게 장애를 알리고 장애가 발생한 FA에게 백업 FA에 대한 정보를 주기위한 메시지이다. (f)는 장애에 영향을 받는 FA가 백업 FA에게 자신이 서비스하는 MN들을 등록하기위한 등록 요청 메시지이다. 이 등록 메시지로부터 자신이 서비스하는 모든 MN를 백업 FA에 등록하게 된다.

제안된 프로토콜의 동작에 관한 시퀀스 다이어그램은 <그림 5>에 나타나 있다.

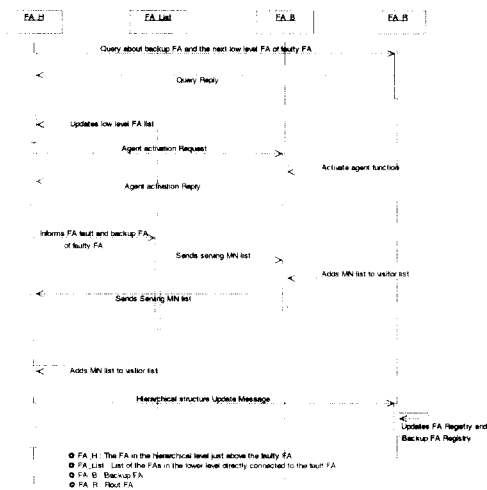


그림 5. 제안된 프로토콜의 시퀀스 다이어그램

<그림6>은 H. Omar, T. saadawi와 M. Lee가 제안한 Self-Healing 모드와 본 논문에서 제안한 프로토콜을 비교한 그림이다. MN가 FA7에 접속되어 있을 때 그림(a)는 FA에 장애가 발생하지 않았을 경우에 MN로 향하는 데이터 패킷의 터널링 경로를 나타낸다

그림(b)와 (c)는 FA2와 FA4에 장애가 발생했을 경우, Self-Healing 모드와 본 논문에서 제안한 프로토콜의 터널링 경로를 나타낸다. 그림(b)의 Self-Healing 모드는 그림에서와 같이 FA2와 FA4에 장애가 발생하였을 경우 장애가 발생한 FA2와 FA4를 계층 구조에서 제거하므로 계층 구조를 다섯 계층(level)에서 세 계층으로 변형시킨다. 제안된 프로토콜의 경우는(그림(c)) 백업 FA에 의해 기존의 계층 구조인 다섯 계층을 그대로 유지한다. 즉 계층 구조를 변화시키지 않는다. 그림 (b)와 (c)에서 FA1과 FA7사이의 데이터 패킷의 전달 과정을 보면 제안된 프로토콜에서는(그림(c)) 지정된 터널링 경로에 의해 데이터 패킷이 전달되지만 Self-Healing 모드(그림 (b))의 경우에는 일반 라우터를 통해 보편적인 라우팅 알고리즘을 가지고 패킷이 전달된다. 따라서 패킷 전달 시에 지연이 생길 수 있다. 또 MN가 FA9로 이동하였다면 제안된 프로토콜에서는(그림(c)) MN가 B4에 등록 요청을 하게 되지만 Self-Healing 모드(그림 (b))의 경우에는 FA1에 등록요청을 해야 하므로 등록 시간이 길어지게 된다, 또 빈번한 핸드오프 발생시 FA1으로의 등록 요청이 잦아지므로 FA1에 오버헤드가 발생할 수도 있

다. 본 논문에서 제안한 프로토콜은 기존의 계층 구조를 유지하므로 이러한 문제가 발생하지 않는다.

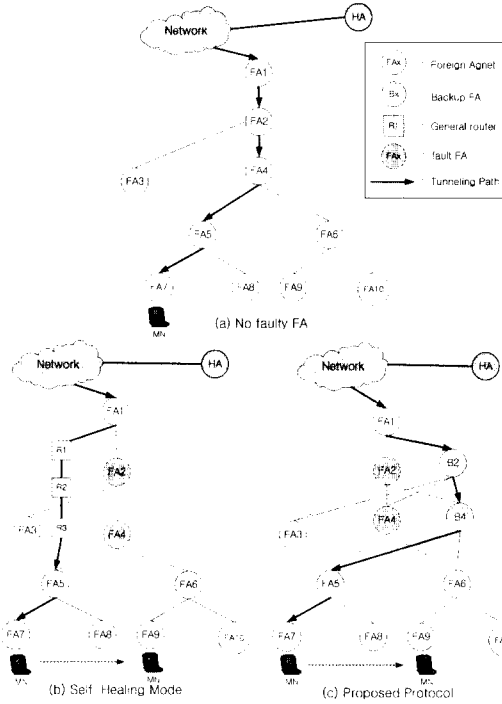


그림 6. 제안된 프로토콜과 기존 프로토콜의 장애 복구 경로

IV. 시뮬레이션

본 논문에서 제한한 백업 FA에 의한 장애 복구 프로토콜과 기존의 Revert to Non HLRM-IP와 Self-Healing 방법의 성능을 비교 평가하였다. 시뮬레이션 망구조는 <그림 7>과 같다. MN들의 HA와 최상위 레벨 FA 사이의 링크 지연시간을 50ms

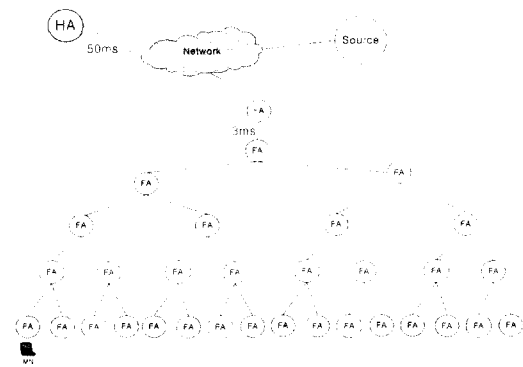


그림 7. 시뮬레이션 망 구조

라 가정하고 Source와 최상위 레벨 FA 사이의 링크 지연시간을 30ms, 두 개의 FA사이의 링크 지연시간은 3ms이다. <그림 7>와 같은 망구조에서 환경을 세 가지로 나눠서 시뮬레이션을 진행하였다.

<그림 8>은 계층구조 내 MN 50개가 평균 분당 2번의 핸드오프를 일으키며 이동한다고 할 때 장애가 발생한 FA수에 따른 패킷 손실율을 나타낸다.

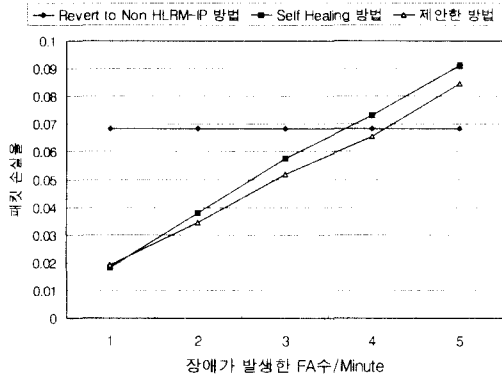


그림 8. 장애가 발생한 FA수에 의한 패킷 손실율

<그림 9>는 계층구조내 MN 50개가 평균 분당 두 번의 FA의 장애가 발생하는 계층구조 내에서 핸드오프 발생수에 따른 패킷 손실율을 나타낸다

<그림 10>은 FA 계층 구조내의 장애가 평균 분당 2번 발생하고 MN가 분당 평균 두 번의 핸드오프를 일으키며 이동한다고 할 때 MN 수에 따른 패킷 손실율을 나타낸다

<그림 8>에서의 결과를 살펴보면 Revert to Non HLRM-IP방법은 장애가 발생하게 되면 계층구조를 무시하고 모든 MN들이 HA에 등록요청을 하는 방법이므로 FA에 장애가 더 많이 발생하게 되어도 더 이상의 동작을 필요로 하지 않는다. 그러나 장애에 영향을 받는 모든 MN가 HA에 등록 요청을 하게 되므로 지연이 발생하게 되어 다른 방법에 비해 장애가 발생한 FA수가 적어도 더 큰 패킷 손실율을 보인다.

그림에서 Self-Healing 방법과 제한한 방법을 보면 본 논문에서 제한한 방법이 Self-Healing 방법에 비해 FA 장애 발생수가 1개일 경우를 제외하고 더 나은 성능을 보인다. 그러나 장애가 발생한 FA수가 5개일 경우에는 Revert to Non HLRM-IP 방법이 가장 나은 성능을 보이나 FA의 장애가 이와 같이 많이 발생하는 경우는 매우 드물 것이므로 큰 의미는 없을 것이다. 또한, Revert to Non HLRM-IP방

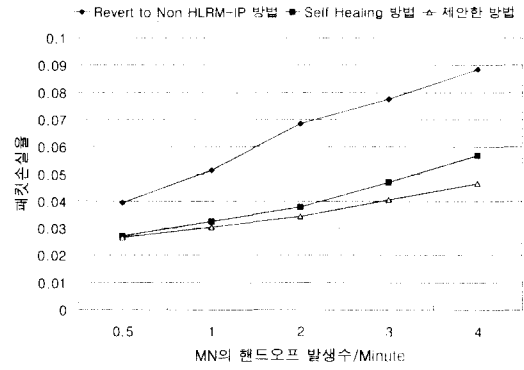


그림 9. MN의 핸드오프 발생수에 의한 패킷 손실율

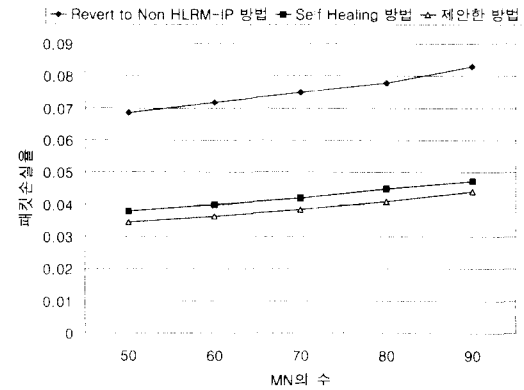


그림 10. MN수에 의한 패킷 손실율

법은 계층구조 내 FA에 장애 발생시에 계층구조내의 모든 MN들이 HA에 등록 요청을 하게 되므로 장애 복구시 HA의 위치에 영향을 많이 받게된다. MN의 HA가 비교적 먼 곳에 있을때는 FA의 장애 복구방법으로 부적절할 것이다.

핸드오프에 따른 패킷 손실율은 <그림 9>에 나타나 있다. <그림 9>를 보면, 핸드오프 발생수가 증가할 때 Revert to Non HLRM-IP 방법의 패킷손실의 증가율이 가장 크게 나타났고 제한한 방법이 가장 완만한 증가율을 나타냈다. 제안된 방법이 가장 좋은 성능을 보이는 이유는 제안된 방법은 장애복구시 백업 FA에 의해 계층구조를 유지하므로 핸드오프 발생이 등록과정에서의 지연이 나머지 두 방법에 비해 더 적기 때문일 것이다.

<그림 10>은 MN의 증가에 따른 패킷 손실율을 나타낸다. 그림에서 보면 MN의 증가에 따라서 Revert to Non HLRM-IP 방법이 가장 높은 증가율을 보이고 있고 나머지 두 방법은 비슷한 결과를

보여준다.

위와 같은 결과를 종합해 보면 Revert to Non HLRM-IP는 MN의 HA 위치가 가깝거나 계층 구조 내에 장애가 발생한 FA 수가 많을 때 가장 좋은 성능을 보이나 장애 발생시 MN의 등록 요청으로 인한 HA에 오버헤드가 발생하고 많은 수의 FA에 장애가 발생하는 경우는 거의 없으므로 그다지 효율적이지 않을 것이다. 모든 시뮬레이션 결과를 종합해보면 제안한 프로토콜은 Revert to Non HLRMIP 방법에 비해 약 40% 정도 적은 패킷 손실율을 보이며 Self-Healing 방법에 비해 약 10% 정도 적은 패킷 손실율을 갖는다.

V. 결론

본 논문에서는 계층적 지역 등록 Mobile IP의 FA에 장애가 발생했을 때 장애 복구를 위한 기존의 연구에서의 문제점을 해결하기 위해 백업 FA 통한 장애 복구 프로토콜에 대해 제안했다. 본 논문에서 제안한 백업 FA를 통한 장애 복구 프로토콜은 H. Omar, T. Saadawi와 M. Lee가 제안한 방법과 다르게 장애가 발생해도 계층 구조를 유지하므로 장애가 발생해도 기존의 계층적 지역 등록 Mobile IP 프로토콜이 가지는 장점을 그대로 유지할 수 있다. 본 논문에서 제안한 백업 FA에 의한 장애 복구 프로토콜은 Revert to Non HLRMIP 방법에 비해 약 40%, Self-Healing 방법에 비해 약 10% 정도의 성능이 향상되었음을 시뮬레이션을 결과를 통해 확인했다. 따라서 제안된 프로토콜은 기존의 방법에 비해 좀 더 효율적으로 FA의 장애를 복구할 수 있는 기법이라 할 수 있다.

참고 문헌

[1] Charles Perkins, "IP Mobility Support", IETF RFC 2002, Network Working Group, October 1996

[2] Charles Perkins and David Johnson, "Route Optimization in Mobile IP", IETF Mobile IP Working Group Internet Draft, November 2000

[3] Chu-Sing Yang, Kun-da Wu, and Chun-wei Tseng, "Support an Efficient Connection for Mobile IP", Proceedings of the Ninth International WorkShop on Database and Expret Systems Application, 514~519, August 1998

[4] Charles Perkins, "Mobile IP Local Registration with Hierarchical Foreign Agent Approach", IETF Draft, February 1996

[5] Charles Perkins, Kuang-Yeh Wang, "Optimized Smooth Handoffs In Mobile IP", Proceeding of the 4th IEEE Symposium on Computer Communications, 340~346, JUN 1999

[6] Karim El Malki, Hesham Soliman Fast Handoffs in Mobile IPv4 , IETF Draft, March 2001

[7] S. F. Foo, K. C Chua, "Regional Aware Agent (RAFA) for Fast Local Handoffs", Draft,draft-foo-mobileip-rafa-00.txt November 1998

[8] H. Omar, T. Saadawi, M. Lee, "Support For Fault Tolerance In Local Registration Mobile-IP Systems", Proceedings of the 1999 Milcom Volume 1, 126~130, October 1999

[9] H. Omar, T. Saadawi, M. Lee, "Supporting Reduced Location Management Overhead and Fault Tolerance in Mobile IP", Proceeding of the 4th IEEE Symposium on Computer Communi- cations, 347~354, June 1999

[10] Charles Perkins. IP Encapsulation within IP. Network Working Group, Request for Comments 2003, October 1996

임기운(Ki Woon Yim)

학생회원



2000년: 경희대학교 전자공학과 졸업(학사)
2000년~현재: 경희대학교 전자정보학부 석사과정
<주관심 분야> Mobile IP, Mobile Multicast, Cellular IP

홍충선(Choong Seon Hong)

정회원



1983년: 경희대학교 전자공학과 졸업 (학사)
1985년: 경희대학교 전자공학과 (공학석사)
1997년: Keio University, Department of Information and Computer Science(공학박사)

