

효율적인 IP 페이징을 위한 연구

장인동^o 이승윤 박기식
한국전자통신연구원 표준연구센터
{indoo, syl, kipark}@etri.re.kr

Study on efficient IP Paging

Indong Jang^o Seungyun Lee Kishik Park
ETRI PEC

요 약

차세대 유무선 통신망은 IP기반으로 통합 발전될 것이라고 기대하고 있고, 현재 연구중인 Mobile IP는 필수적으로 사용하게 될 것이다. 문제점이 많은 기본 Mobile IP에 기존의 하위계층에서 사용하던 여러 가지 기술들을 추가하려고 노력하고 있는데, 그 중 대표적인 것이 위치등록과 페이징 기법이라고 할 수 있다. 본 논문은 3계층에서의 이동성 프로토콜인 Mobile IP에 기존의 2계층에서의 거리기반 위치등록 방법을 적용시켜 IP망에서의 효율적인 페이징 방안을 제시한다. 그리고, 네트워크 시뮬레이션 도구인 OPNET을 이용하여 제시한 방안을 구현하고 검증하였다.

1. 서 론

인터넷의 폭발적인 발전과 함께 이동통신 분야는 유선 통신인 전화망 가입자수를 앞질렀고, 3세대 이동통신인 IMT-2000도 상용화를 앞두고 있다. 이러한 인터넷과 이동통신의 발전은 자연스럽게 무선인터넷이 등장하게 되는 배경이 되었고, 무선인터넷의 등장으로 기존의 인터넷 호스트에는 이동성이 필요하게 되었다. 이에 인터넷 표준화 단체인 IETF에서는 이미 1996년에 인터넷에서의 호스트의 이동성을 제공하기 위해 Mobile IP[1]를 제안하였다. 하지만 초기의 Mobile IP는 단순히 환경설정을 바꾸지 않고 이동하는데 의의가 있었으며, 지금의 셀룰러 환경에 Mobile IP를 적용한다면 여러 가지 문제점이 발생하게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 IETF는 SeaMoby WG를 신설하였고, IP 계층에서의 페이징, 실시간 이동성 지원을 위한 컨텍스트 전송, Mobile IP WG과는 다른 방식의 마이크로 이동성에 초점을 맞추어 표준화를 진행하고 있다.

페이징 기법은 현재 셀룰러의 위치관리기법에서 사용 중인 2계층 기술이다. 단말의 정확한 위치관리를 위해 발생하는 시그널링을 줄여 망의 부하를 줄이고, 단말의 전력소비를 줄이는 장점이 있다. 이러한 2계층에서의 기술이 3계층인 IP에서의 이동성 프로토콜인 Mobile IP에 추가된다면 앞으로의 IP기반의 차세대 망에서는 꼭 필요한 기술이 될 것이다. 본 논문은 IP계층에서 흔히 쓰이고 있는 라우팅 프로토콜인 RIP를 이용하여 쉽게 거리기반 위치등록 방법을 Mobile IP에 적용할 수 있는 방안을 제시하며, 네트워크 시뮬레이션 도구인 OPNET에서 제시한 방안을 구현하고 검증하였다.

2. 배경 및 관련연구

최근 3세대 이동통신망에서 인터넷 서비스를 제공하기 위한 무선인터넷이 대두되고 있다. 이에 따라 인터넷에도 추가적으로 이동성이 요구되고 있는데 이는 IP의 이동성으로 가능해질 것이다. Mobile IP는 이러한 IP의 이동성을 제공하기 위한 표준으로 1996년에 IETF Mobile IP WG에 의해 제안되었으며 현재에도 계속 연구되고 있다.

이동성을 제공하는 망에서 단말의 위치관리는 필수적으로 제공되어야 한다. 이는 단말이 이동시마다 망에게 이 사실을 알리면 되지만, 이렇게 하면 위치관리를 위한 시그널링이 증가하게 된다. 그리고, 단말 입장에서도 실제로 통신을 하는 것이 아닌데도 위치관리를 위해 계속적으로 메시지를 보내야 되므로 배터리 소모가 증가하게 된다. 실제 단말은 통신 중에 이동을 하는 경우보다 대기 중에 이동을 하는 경우가 대부분이다.

이러한 문제점을 해결하고자 여러 가지 위치 등록(location update) 방법과 페이징(paging) 기법이 나왔으며, 이는 단말이 통신을 하지 않고 전원 절약모드에 있는 도먼트 모드(dormant mode)에 있을 때, 여러 개의 셀(cell)로 구성되어 있는 하나의 페이징영역(paging area)내의 셀간 이동시에는 위치등록을 하지 않고, 페이징영역을 벗어날 경우에만 위치등록을 하는 방법이다. 그리고, 도먼트 모드에 있는 단말을 위한 호(call)가 도착하면 망은 단말의 대략적인 위치인 페이징영역을 알고 있으므로, 그 페이징영역 내에서 실제 단말이 어디에 있는지 찾게 된다. 이러한 위치등록 방법과 페이징 기법의 사용으로 망에서는 위치관리를 위한 시그널링이 감소하게 되고, 단말에는 전력소비를 줄일 수 있게 된다.

Trade-off 관계에 있는 위치 등록 방법과 페이징 기법의 연구에서 항상 가장 큰 초점은 전체 비용을 낮추는 것이다. 이러한 노력으로 2계층에서의 위치 등록 방법과 페이징 기법들은 이미 많은 방법이 제안되어 있다[2]. 그러나, 여러 제안된 방안들은 이론적으로서의 성능은 좋지만 실제 구현상 어려운 점이 많아 현재의 셀룰러 망에

서는 비교적 간단한 LA-based Update 알고리즘과 Blanket Polling 기법을 사용하고 있다.

위치 등록 방법과 페이징 기법도 네트워크계층인 IP계층에서 동작 가능하게 하는 IP 페이징 또는 DMHA(Dormant Mode Host Alerting) 연구가 현재 진행중인데, 이는 IETF의 Mobile IP WG이 아닌 SeaMoby WG에서 이루어지고 있고, 관련 RFC는 2건[3][4]으로 SeaMoby WG 내에서의 다른 이슈들에 비해 빠른 진척을 보이고 있다.

현재 GPRS, CDMA, WLAN등에서의 2계층 페이징 기법은 서로 다르게 정의되어 있기 때문에 상호동작 하지 않는다. 그러나 차후 IP기반의 망에서 IP계층에서 페이징이 정의된다면 하위계층의 서로 다른 무선망 사이에서도 상호동작을 쉽게 할 수 있을 것이다

최근 IP 페이징에 관련해서 제안된 방안들은 페이징을 실제로 시작하는 주체에 따라 구분 할 수 있는데, Mobile IP 기본 구조를 벗어나지 않는 방법은 HA 페이징[5], FA 페이징[6]이 있다. 페이징 절차는 단말로 향하는 데이터를 버퍼링하고, 페이징영역에 있는 단말을 찾는 주체가 HA이거나 FA가 되는 것이다. HA 페이징은 HA와 단말만 수정하면 되므로 구현하기에는 간단하지만, HA 하나에 너무 많은 부하를 주기 때문에 확장성과 신뢰성이 떨어진다. 그리고, 실제로 페이징을 하는 HA와 단말이 멀리 떨어져 있는 경우에는 페이징 지연이 발생하기도 한다. FA 페이징은 가장 최근에 등록된 BS인 FA가 페이징을 시작하는 방법으로 구현하기도 쉽고, HA 페이징에 비해 확장성도 좋다고 할 수 있다.

R. Ramjee에 의해 제안된 도메인 페이징[5]은 페이징의 주체가 도메인 내에 있는 라우터, BS(FA)중에 어떠한 것이라도 될 수 있다. 도메인 내에 있는 라우터들은 단말에 대한 페이징 정보를 소프트웨어로 가지고 있으며, 단말로 향하는 데이터는 DRD(Domain Root Router)로부터 내려오면서 자신이 페이징을 할 것인지를 결정하게 된다. 이 방법은 페이징 처리에 대한 로드를 분산시켜 신뢰성을 높였지만, 도메인 내에 있는 모든 라우터들이 페이징 처리 기능을 가져야 되므로, 구현하기에는 어려운 단점이 있다.

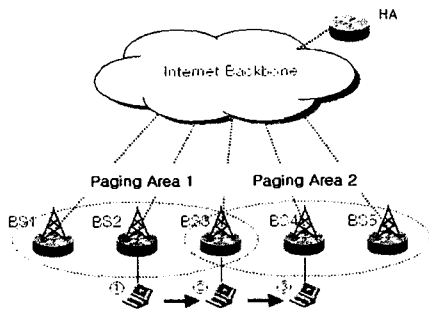


그림 1. 제안하는 페이징영역 구조

3. 거리기반 위치등록 방법을 이용한 IP 페이징 구조

본 논문에서는 2계층에서의 위치등록 방법 중 거리기반 위치등록 방법을 3계층인 Mobile IP에 쉽게 적용하는 방안을 제시한다. 거리기반 위치등록 방법은 2계층의 여러 위치등록 방법 중에서도 성능이 뛰어난 것으로 알려져 있으나, 실제 구현을 위해서는 단말이 셀들의 토폴로지 정보를 알고 있어야 함으로 어려움이 있었다. 본 논문은 3계층의 이동성 프로토콜인 Mobile IP에 거리기반 위치등록 방법을 쉽게 적용시킬 수 있는 방안을 제시하며, 이렇게 함으로써 거리기반의 페이징영역이 동적으로 설정되어 페이징을 지원할 수 있다.

3.1 망구조

본 논문에서 제시하는 페이징영역을 설정하는 문제는 앞장에서 살펴본 페이징 프로토콜 중에 어떠한 것이라도 잘 동작하게 된다. 그러나, 우리는 앞장에서 제안된 방법 중에 FA 페이징의 망을 기본구조로서 선택하여 설명하고자 한다. 현재 기본적인 Mobile IPv4망과 가장 유사하고 추가, 확장되는 사항이 가장 적기 때문이다. 전체적인 구조는 그림 1과 같다. BS는 FA의 역할을 겸하고 있는 망의 최하위 말단에 있는 라우터이며, 도먼트 모드의 단말로 향하는 데이터가 도착할 때 데이터를 버퍼링하고 페이징을 시작하는 주체이기도 하다. 이러한 구조는 FA(BS)를 제외한 단말과 HA 등의 다른 엔티티들은 페이징 기능을 위한 확장이 필요하지 않고, 기본적인 Mobile IP 기능만을 수행하게 된다. 그리고, 본 논문이 제안하는 동적 페이징영역 설정 방안은 페이징영역을 망 관리자가 미리 설정해 놓는 방법이 아닌, 단말이 위치등록을 할 때 거리기반의 페이징영역이 동적으로 설정되는 방안이다.

3.2 페이징 시나리오

그림 1의 ①과 같이 단말이 BS2에서 새로운 Mobile IP 등록이 이루어지게 되면, 등록응답 메시지에 페이징영역에 대한 정보를 추가하여 단말로 보내주게 된다. 그림 1의 경우는 페이징 영역을 hop=1로 준 경우인데, BS2에서 단말로 가는 등록응답 메시지에는 BS2에서 출수가 1 내에 있는 FA의 리스트인 {BS1, BS2, BS3}가 추가되어 보내져서 페이징영역 1과 같이 영역이 설정된다. 출수에 대한 정보는 RIP와 같은 라우팅 프로토콜을 이용해 BS가 항상 유지하고 있으며, hop의 값은 도메인 관리자가 고정된 값으로 정할 수도 있고, 단말의 이동 패턴에 따라 정해질 수도 있다. hop의 값이 크면 페이징영역이 커지고, hop의 값이 작으면 페이징영역이 작아지게 되는데, 사용자의 이동패턴에 따라 페이징영역의 크기를 정할 수도 있게 된다. 그리고, 이 리스트를 받을 때의 단말의 상태는 액티브 모드이므로, 도먼트 모드에서의 추가적인 무선링크 낭비는 일어나지 않는다. 그리고, ②와 같이 같은 페이징영역 내에서의 이동시에는 BS3의 광고메시지를 받고, 자신의 페이징영역 리스트에 있는 BS이므로 무시하게 된다. 그리고, ③과 같이 이동시에는 단말은 BS4에서의 광고메시지를 받게되고, 자신의 페이

징영역 리스트에 없는 BS이므로 새로운 위치등록을 요청하게 되고, 이때 등록응답 메시지에 {BS3, BS4, BS5}와 같은 리스트가 추가되어 보내져서 페이징영역 2와 같은 영역이 설정된다. 이와 같이 단말에서의 위치등록 알고리즘은 그림 2과 같이 이루어진다.

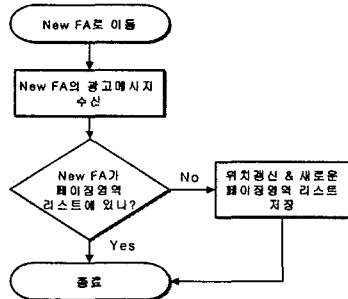


그림 2. 단말에서의 위치등록 알고리즘 순서도

3.3 특성

본 논문이 제안하는 거리기반 위치등록 방법을 기본적인 Mobile IP와 FA 페이징구조 망에 적용하기 위해서는 BS(FA)와 단말에서의 약간의 수정이 필요하다. FA에서는 Registration Reply 메시지에 페이징영역 리스트를 추가하여 단말에게 보내주는 기능이 필요하며, 단말에서는 FA의 Agent Advertisement 메시지를 받고 단말이 유지하고 있는 페이징영역 리스트와 비교하는 기능이 필요하다. 즉, 추가적인 메시지는 필요 없지만, Mobile IP의 Registration Reply 메시지의 확장이 필요하다.

이렇게 거리기반 위치등록 방법을 사용함으로써 페이징영역이 고정되지 않고, 흡수를 기반으로 동적으로 생성되게 되는데, 이렇게 됨으로서 얻는 잇점은 2계층에서 거리기반 위치등록 방법을 사용하였을 경우와 같다. 첫 번째로 두 개의 페이징영역간의 경계에서의 잦은 이동시에 위치등록 횟수가 줄어든다는 것이다. 관리자에 의해 미리 정의된 고정된 페이징영역을 사용할 경우, 페이징영역의 경계를 단말이 계속 이동할 경우에는 단말이 도먼트 모드임에도 불구하고, 페이징의 효과를 전혀 보지 못하게 된다. 두 번째 잇점은 위치등록과 페이징의 기능을 분산시킬 수 있다는 것이다. 고정된 페이징영역에서 주로 위치 등록이 이루어지고, 데이터를 버퍼링하고, 페이징관련 기능을 수행하는 곳은 페이징영역의 경계 FA들이다. 한 페이징영역에서 경계에 있는 FA만이 주로 페이징 관련 기능을 수행하게 되는 것이다. 이에 반해 본 논문이 제시하는 거리기반 위치등록 방법을 이용해 동적으로 생성되는 페이징영역은 모든 FA가 페이징 관련 기능을 수행하여, 망 전체로 볼 때 데이터를 버퍼링하고 페이징 관련 기능을 수행하는 FA를 분산시킬 수 있는 효과를 얻을 수 있다. 그리고, 세 번째 잇점은 망 구조가 바뀔 때마다 망 관리자에 의해 수동으로 페이징영역을 설정해주는 번거로움 없이 단말이 등록 시 동적으로 페이징영역이 설정되므로 확장성이 좋다고 할 수 있다.

4. 검증 및 결론

IP 페이징의 지원을 위해 거리기반 위치등록 방법을 이용한 Mobile IP 모델의 구현 및 검증은 Windows 2000의 PC에서 이루어졌으며, 개발 도구로는 OPNET Modeler 7.0.B(build 1113)를 이용하였다. OPNET은 MIT와 이 국방성에 의해 개발되고 MIL3사에 의해 제품화된 네트워크 시뮬레이션 도구로 유무선 통신망 및 위성통신망 전반에 걸쳐서 통신과 관련한 망 구조, 트래픽, 망관리, 시스템 통합, 알고리즘 개발, 프로토콜 개발 등의 연구업무와 통신망 컨설팅 업무 등의 다양한 분야에서 사용되고 있는 세계적으로 검증된 도구이다.

차세대 유무선 통신망은 IP 기반으로 통합 발전하고, 무선통신망을 통한 인터넷 접속이 곧 유선통신망을 통한 인터넷 접속을 앞지를 것이라고 전망되고 있다. 이러한 차세대 통신망 환경에서 단말의 전력소모를 줄이고 망에서 위치관리를 위한 시그널링 부하를 감소시키는 페이징 기술은 차세대 IP망의 상용화에는 없어서는 안될 핵심적인 기술이다. 또한 현재 하위계층에서 페이징이 정의되어 있지만, 하위계층에 독립적으로 쉽게 상호연동을 하기 위해선 IP계층의 페이징 기술은 꼭 필요할 것이다.

본 논문은 IETF의 SeaMoby WG에서 연구중인 IP 페이징에 대해 알아보고, IP 페이징을 지원하기 위해 거리기반 위치등록 방법을 이용한 확장된 Mobile IP를 제시하고 구현하였다. 현재의 망 구조나 이동성 프로토콜을 최소한으로 변경, 수정하여서 최대의 호환성과 성능향상을 위해, 본 논문은 FA 페이징 망 구조에 라우팅 프로토콜인 RIP를 이용하여 거리기반의 위치등록으로 동적으로 페이징영역을 설정하는 방안을 제시하였고, 제시된 방안을 OPNET에서 구현하고 검증하였다.

향후 연구로는 거리기반 위치등록 방법에서 사용자의 이동성 패턴을 기반으로 사용자마다 페이징영역의 크기를 다르게 설정하는 방안에 대해 연구하고자 한다.

5. 참고문헌

- [1] C. Perkins, "IP Mobility Support," IETF RFC 2002, Oct. 1996.
- [2] Vincent W. -S. Wong, Victor C. M. Leung, "Location Management for Next-Generation Personal Communications Networks," IEEE Network, Vol. 14, No. 5, pp. 18-24, Sep./Oct. 2000.
- [3] J. Kempf, "Dormant Mode Host Alerting ("IP Paging") Problem Statement," IETF RFC 3132, Jun. 2001.
- [4] J. Kempf, C. Castelluccia, P. Mutaf, N. Nakajima, Y. Ohba, R. Ramjee, Y. Saifullah, B. Sarikaya, X. Xu, "Requirements and Functional Architecture for an IP Host Alerting Protocol," IETF RFC 3154, Aug. 2001.
- [5] R. Ramjee, L. Li, T. La Porta, S. Kasera, "IP Paging Service for Mobile Hosts," ACM SIGMOBILE 7/01 Rome, Italy, pp. 332-344, 2001.
- [6] X. Zang, J. Castellanos, A. Campbell, K. Sawada, M. Barry, "P-MIP: Minimal paging extensions for Mobile IP," Internet Draft, Jul. 2000.