

효율적인 페이징 관리를 위한 동적 페이징 영역 설정 기법

이준섭 · 민재홍

한국전자통신연구원

Dynamic Paging Area Construction for IP Paging

Jun-seob Lee · Jea-hong Min

Electronics and Telecommunication Research Institute

E-mail : juns@etri.re.kr · jhmin@etri.re.kr

요 약

무선 망에서 데이터를 전송 받기 위해서 이동단말은 자신의 정확한 위치를 망에 등록하여야 한다. 페이징 기술은 이동단말의 위치등록을 자주하지 않도록 함으로써 단말의 전력 소모를 줄일 수 있도록 해 준다. 망은 이동단말의 개략적인 위치를 관리하고 실제 전달할 데이터가 있는 경우에 페이징을 이용하여 정확한 위치를 찾게 된다. 최근 이러한 개념을 IP를 사용하는 망에서 사용하고자 하는 IP 페이징 기술들이 소개되고 있다. 본 논문에서는 IP 페이징의 개념 및 관련 연구를 소개하고, 효율적인 페이징 관리를 위한 동적 페이징 영역 설정 기법을 제시한다.

키워드

IP 페이징, 페이징 영역, 동적 페이징

1. 서 론

페이징은 도먼트 모드(Dormant mode)에 있는 이동단말로 향하는 메시지가 있을 때, 단말의 위치를 찾는 절차를 의미한다[1]. 도먼트 모드에 있는 이동단말은 액티브 모드에 있을 때 보다 적은 횟수의 위치 등록을 수행함으로써 전력을 소모를 줄일 수 있다. 도먼트 모드에 있는 단말은 이동할 때 마다 네트워크에 그 정확한 위치를 알리지 않기 때문에 네트워크는 도먼트 모드에 있는 이동단말의 정확한 위치를 알 수 없다. 따라서 네트워크는 도먼트 모드에 있는 이동단말의 위치를 찾기 위하여 페이징을 사용한다.

페이징 서비스는 GPRS나 CDMA와 같은 광역 네트워크에서 이미 제공되고 있다. IEEE 802.11과 같은 무선 LAN에서는 전원 절약 모드를 지원하지 않지만, 단일 베이스 스테이션 내에서만 적용이 가능하다[2]. 서로 다른 기술을 사용하는 네트워크 사이에서 페이징 서비스는 불가능하며, 이를 해결하기 위하여 IP를 기반으로 하는 페이징 서비스가 개발되게 되었다. IP 페이징을 사용함으로써 IP 계층 하부의 구조에 상관없이 페이징 기능을 제공할 수 있게 된다.

페이징을 사용함으로써 단말의 위치등록에 필요한 시그널링 및 위치정보 데이터베이스의 갱신을 위한 처리를 줄일 수 있으며, 단말의 전원 소모를 줄일 수 있다. 반면, 단말의 위치가 부정확하게 되며, 이로 인하여 메시지를 전달할 때 지연이 발생하게 된다. 위치 등록의 빈도를 감소시키

면 페이징에 필요한 시간이 증가하게 되며, 위치 등록의 빈도를 증가시키면 단말의 전력 소모가 증가하게 된다. 따라서, 전체 시스템의 성능을 최적화하기 위하여 페이징과 위치 등록 절차의 균형을 유지해야 한다.

IP 페이징 기능을 제공하기 위한 제반 문제점과 요구사항 및 기능 구조는 IETF RFC 3132[3]와 RFC 3154[4]에 각각 나타나 있다. RFC 3132에서는 몇 개의 셀로 이루어진 페이징 영역을 정의하고 있으며, 도먼트 모드의 이동단말은 페이징 영역을 바꾸는 경우에만 등록을 수행하게 된다. 또한 RFC 3132는 IP페이징을 사용하여 장점을 얻을 수 있는 망의 구조에 대해서도 설명하고 있다. IP 페이징은 페이징 기능을 제공하지 않는 무선 망에서는 어떤 장점도 갖지 않으며, 페이징 기능을 지원하는 무선망에서도 여러 개의 IP 서브넷이 하나의 페이징 영역 해당하는 경우에만 IP 페이징의 장점을 이용할 있다. 즉, 여러 개의 페이징 영역에 하나의 IP 서브넷이 할당된 경우나 하나의 페이징 영역에 하나의 IP 서브넷이 할당된 경우에는 IP 페이징을 사용하더라도 위치등록을 위한 시그널링은 줄지 않는다.

RFC 3154는 새로운 IP 페이징 프로토콜이 갖추어야 할 논리적인 기능 구조로 호스트(Host), 트래킹 에이전트(Tracking Agent), 페이징 에이전트(Paging Agent), 그리고 도먼트 모니터링 에이전트(Dormant Monitoring Agent)를 정의하고 있

다. 호스트는 전력을 절약하기 위하여 도먼트 모드로 들어갈 수 있는 기능을 가지며, 페이징 영역이 변경되었음을 인식할 수 있어야 하며, 페이징 영역의 변경에 따라 현재의 위치를 트래킹 에이전트에게 알려야 한다. 페이징 에이전트는 도먼트 모드에 있는 이동단말로 향하는 패킷이 있을 때 호스트가 액티브상태로 바뀔 수 있도록 알려주는 기능을 수행하며, 페이징 에이전트는 각각 담당하는 페이징 영역을 갖는다. 트래킹 에이전트는 호스트의 위치를 추적하는 기능을 수행하며, 도먼트 모니터링 에이전트는 도먼트 모드에 있는 호스트로 향하는 패킷을 감지하는 기능을 수행한다.

IETF는 RFC 3132와 RFC 3154의 조건을 만족하는 새로운 4개의 IP 페이징 프로토콜에 대한 초안을 제안 받아 평가를 완료했으며, 곧 결과가 발표될 예정이다. IETF는 여기서 결정된 새로운 IP 페이징 프로토콜 초안을 기반으로 향후 보다 완전한 프로토콜의 개발을 진행 할 계획이다.

II. 관련연구

IP를 사용하는 망에서 페이징을 지원하려는 여러 시도로 HAWAII[6]를 변경하여 IP 페이징 기능을 지원하려는 시도와 Mobile IP[10]를 확장하는 방안들[1, 7]이 제시되었으며, Mobile IP를 확장하여 페이징을 기능을 지원하는 대표적인 프로토콜로 P-MIP[1]가 있다.

[8]에서는 페이징을 시작하는 주체에 따라 페이징 구조를 크게 HA 페이징, FA 페이징, 그리고 도메인 페이징으로 구분하였으며, [9]에서는 별도의 페이징 에이전트를 두는 방안을 제시하였다.

기존의 Mobile IP의 기본 구조에서 가장 유사한 구조를 가지는 페이징 기법으로는 HA 페이징과 FA 페이징이 있으며, 단말로 향하는 데이터를 버퍼링하고, 페이징 영역에 있는 단말을 찾는 주체가 HA 또는 FA가 된다. HA 페이징은 HA와 단말만 수정하면 되므로 구현하기에는 간단하지만, HA에 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. P-MIP는 이러한 FA 페이징 방법을 사용한다. 도메인 페이징에서는 도메인 내에 있는 모든 라우터가 페이징의 주체가 될 수 있다. 도메인 내에 있는 라우터들은 단말에 대한 페이징 정보를 소프트웨어로 관리하고 있으며, 단말로 향하는 데이터에 대해 고유의 알고리즘을 이용하여 자신이 페이징을 할 것인지 결정하게 된다. 결정이 이루어지면 곧바로 데이터를 버퍼링하고, 페이징영역 내에서 단말을 찾게 된다. 이 방법은 페이징 처리에 대한 로드를 분산시켜 신뢰성을 높였지만, 도메인 내에 있는 모든 라우터들이 모든 단말에 대한 소프트웨어를 관리해야 하는 단점이 있다. PA 페이

징은 PA(Paging Agent)라는 새로운 엔티티를 두어서 페이징에 대한 처리를 수행하는 방식이다.

P-MIP에서는 페이징 기능을 지원할 수 있도록 Mobile IP를 확장하였으며, 페이징 영역의 경계에서 발생할 수 있는 빈번한 등록을 방지하기 위하여 겹치기 페이징 영역(Overlapping Paging Area)을 이용하는 방법을 제시하였다.

본 논문에서는 이러한 겹치기 페이징 영역 기법을 확장하여 라우터나 망의 상태를 고려하여 보다 효율적인 페이징 기능을 지원할 수 있는 방법을 제안한다.

III. 동적 페이징 영역 설정 기법

지금까지 살펴본 바와 같이 지금까지 제안된 페이징 기법은 특정 라우터에 부하가 집중되거나 망 내의 모든 라우터가 이동단말에 대한 소프트웨어를 관리해야 하는 단점이 있다. 라우터나 망의 상태에 따라 페이징 영역을 동적으로 설정함으로써 특정 라우터에 부하가 집중되지 않도록 할 수 있다. 제안하는 방식에서의 페이징 영역의 설정 방식은 그림 1.와 같이 기본적으로 P-MIP의 겹치기 페이징 영역을 이용한 방식과 같다.

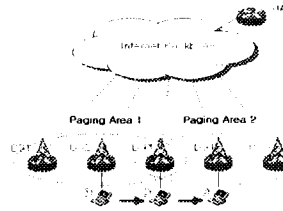


그림 1. D-MIP에서의 페이징 영역 설정

그림 1.에서 단말이 ①의 위치에서 BS2를 통해 새로운 Mobile IP 등록을 수행하게 되면, BS2는 등록 응답 메시지에 페이징 영역에 대한 정보를 추가하여 단말로 보내주게 된다. 이때 페이징 영역에 대한 정보는 그 이동 단말에 대해 적용할 페이징 영역을 구성하는 모든 인접 BS들의 목록을 의미한다. 페이징 영역을 결정하는 요소로는 인접 라우터까지의 거리 등을 사용할 수 있다. [그림 3]의 경우는 이 거리가 1인 경우로 리스트 {BS1, BS2, BS3}이 이동 단말에게 전달되며, Paging Area 1과 같은 페이징 영역이 설정된다. 다음 ②의 위치로 이동하는 경우 BS3의 광고 메시지를 받고, 단말은 자신의 페이징 영역 리스트에 BS3가 있으므로 아무런 동작을 하지 않는다. 다음으로 ③의 위치로 이동한 경우 단말은 BS4에서의 광고 메시지를 받게 되고, 자신의 페이징 영역 리스트에 BS4가 없으므로 새로운 위치등록을 요청하게 된다. 이때 등록 응답 메시지에 리스트 {BS3, BS4, BS5}가 추가되어 보내지며 Paging Area 2와 같은 페이징 영역이 설정된다.

본 논문에서 제안하고자 하는 동적 페이징 영역 설정 기법은 각 BS에 자신의 주변에 위치한

BS들의 정보를 유지하도록 함으로써 BS의 상태에 따라 페이징 영역을 작거나 크게 만들 수 있도록 하는 것이다. 즉, [그림 3]에서 BS3의 경우 자신으로부터 거리가 0인 BS의 리스트({BS3}), 거리가 1인 BS의 리스트({BS2, BS3, B4}), 또는 거리가 2인 리스트({BS1, BS2, BS3, BS4, BS5})를 필요에 따라 이동단말에게 전달 함으로써 BS3 자체의 부하를 조절할 수 있게 된다. 특정 이동단말에게 리스트 {BS1, BS2, BS3, BS4, BS5}를 전달 한 경우 BS3는 그 이동단말이 5개의 BS로 이루어진 넓은 페이징 영역에 있을 동안 페이징 에이전트의 기능을 수행하게 된다. BS3의 자원이 부족해 지는 경우 새로 자신의 영역으로 들어오는 이동단말에 대해서는 리스트 {BS3} 또는 리스트 {BS2, BS3, B4}를 전달 함으로써 새로운 이동단말이 빨리 자신의 관리 대상에서 제외되도록 할 수 있다.

망의 경계 영역에 위치하는 BS는 일반적으로 많은 이동단말을 관리하여야 한다. 이러한 경우, 경계에 위치하는 BS가 아주 작은 페이징 영역 리스트를 이동단말에게 전달함으로써 이동단말을 담당하는 BS가 망 안쪽의 BS가 되도록 할 수 있다. 이렇게 함으로써 망 경계 영역에 위치한 BS의 부하를 망 내부의 BS로 분산시킬 수 있게 된다.

일반적으로 페이징 영역이 큰 경우에는 페이징을 위한 시간이 길어지게 되므로 데이터 전송에 긴 지연이 발생하게 된다. 반대로 페이징 영역이 작은 경우에는 페이징을 위한 시간이 짧게 되고, 상대적으로 데이터 전송 지연이 짧아지게 된다. 따라서, 이동단말의 성격에 따라 서로 다른 품질의 서비스를 제공할 경우에도 동적 페이징 영역 설정 방법을 사용할 수 있다. 지연을 최소화 하는 서비스를 제공할 경우에는 페이징 영역을 작게 설정하고, 그렇지 않은 경우에는 페이징 영역을 비교적 크게 설정함으로써 서로 차별화된 서비스를 제공할 수 있게 된다.

또한, 이동단말이나 망이 어느 수준 이상의 지능을 갖게 되는 경우 단말의 이동 속도 등을 고려하여 보다 효율적으로 페이징을 관리 할 수 있다. 예를 들어 빠르게 이동하는 단말의 경우에는 넓은 페이징 영역을 할당하고, 저속으로 이동하는 단말에 대해서는 작은 페이징 영역을 할당함으로써 망 전체의 부하를 조절할 수 있게 된다.

페이징 영역의 크기를 결정하는 요소로는 라우터의 버퍼 사용량, 등록된 도먼트 모드에 있는 이동단말의 수, 단말의 이동 속도, 단말이 요구하는 지연 시간 등이 사용될 수 있다.

망 전체의 관점에서 망의 부하를 분산하여 안정적인 망의 상태를 유지할 수 있도록 중앙 서버에서 각 BS의 상태 정보를 수집하여 각 BS가 설정하는 페이징 영역의 크기를 동적으로 조절하는 방법도 고려할 수 있다.

IV. 결론

유선 통신망뿐만 아니라 무선 통신망도 IP 기반으로 하는 형태로 발전하고 있으며, 무선통신망

을 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 IP 페이징 기술은 차세대 IP 망의 상용화에는 없어서는 안될 핵심적인 기술이다.

본 논문에서는 IP 페이징 기술의 개념과 페이징 방법에 대해 살펴보고, 각 라우터 및 망의 부하를 조절할 수 있고, 서비스 요구 조건에 따라 차등적인 서비스를 제공할 수 있는 동적 페이징 영역을 설정 방법을 제시하였다.

향후, 시뮬레이션을 통해 동적 페이징 영역 설정 기법의 성능을 기존의 기법과 비교할 계획이며, 중앙 서버에서 각 BS가 설정하는 페이징 영역의 크기를 제어함으로써 망의 부하를 분산시킬 수 있는 구체적인 방법을 연구할 계획이다. 또한 단말의 이동 속도 및 서비스 요구사항을 반영할 수 있도록 Mobile IP 및 P-MIP를 확장할 계획이다.

참고문헌

- [1] X. Zhang et al., "P-MIP: Paging Extensions for Mobile IP," The 3rd International Workshop on Modeling Analysis and Simulation of Wireless and Mobile System (MSWiM), Boston, August 2000
- [2] R. Ramjee et al., "IP Paging Service for Mobile Hosts," ACM SIGMOBILE, July 2001, pp.332-344.
- [3] J. Kempf, "Dormant Mode Host Alerting ("IP Paging") Problem Statement," RFC 3132, June 2001.
- [4] J. Kempf et al., "Requirements and Functional Architecture for an IP Host Alerting Protocol," RFC 3154, August 2001.
- [5] Vincent W. -S. Wong, "Location Management for Next-Generation Personal Communications Networks," IEEE Network, September/ Oct. 2000
- [6] R. Ramjee et al., "Paging support for IP mobility using HAWAII," Internet Draft, Dec. 1999.
- [7] H. Haverinen et al., "Mobile IP Regional Paging," Internet Draft, draft-haverinen-mobileip-reg-paging-00.txt, June 2000.
- [8] R. Ramjee et al., "IP Paging Service for Mobile Hosts," ACM SIGMOBILE 7/01 Rome, Italy, 2001
- [9] M. Liebsch, G. Renker, "Paging Concept for IP based Networks", Internet Draft, draft-renker-paging-ipv6-00.txt, June 2001.
- [10] C. E. Perkins, "Mobile IP," IEEE Communications Magazine, vol. 35, no. 5, May 1997, pp.84-99.