

동적 이중모드를 적용한 호스트 단위 IP 페이징 설계

양일식⁰ 송창렬 조기환
전북대학교 컴퓨터정보학과
(isyang⁰, crsong, ghcho)@dcs.chonbuk.ac.kr

A per-Host IP Paging Design based on Dynamic Dual Mode

Il-Sik Yang⁰ Chang-Ryeol Song Gi-Hwan Cho
Dept. of Computer information, Chonbuk University

요 약

이동성 지원 프로토콜에서 사용자의 이동에 따른 위치 등록 부담을 줄이려는 노력으로 IP 페이징에 대한 관심이 커지고 있다. IETF(Internet Engineering Task Force)에서는 IP 페이징 프로토콜을 개발하기로 결정하여 seamoby 워킹그룹에서 이를 담당하도록 하고 HAWAII와 Cellular IP에서의 몇몇 IP 페이징 프로토콜이 제안되었다. 그러나 이는 미리 정의된 페이징 영역을 사용하기 때문에 호스트에 최적화된 페이징 영역을 만들기 어렵다. 본 논문은 페이징 영역을 결정하는데 중요한 요소인 크기와 모양을 설정하기 위하여 각 이동 호스트가 자신의 이동을 캐쉬하고 셀간 이동 횟수가 많이 발생하는 지역에서는 캐쉬된 내용에 근거하여 자신의 페이징 영역을 설정한다. 또한 이동 호스트의 방문이 거의 일어나지 않은 지역은 네트워크에 의해 설정된 페이징 영역을 적용하여 호스트에 의한 페이징 영역과 이중모드로 동작한다.

1. 서 론

최근 각광 받고 있는 VoIP 기술이나 All-IP 기술과 더불어 유선 네트워크 통신 기술인 인터넷 프로토콜(IP)은 모든 무선 통신망 관련 기술에 적용되고 있다. 차세대 셀룰러망에서는 BS(Base Station)가 IP 라우터 역할을 수행하고, IP계층에서 이동성을 지원해야 하는데, Mobile IP[1]는 이를 위한 핵심 프로토콜이 될 것이다.

Mobile IP는 무선 통신망에서 인터넷 사용을 위한 방안으로써 IETF의 mobileip 워킹그룹에 의해서 표준화가 진행되고 있다. Mobile IP에서 호스트는 새로운 에이전트 영역으로 이동 후 에이전트와의 트래픽이 없는 경우에도 매번 홈 에이전트에 등록을 해야하는데, 이는 Mobile IP 사용자가 많아질수록 이동성을 지원하기 위한 IP 네트워크의 시그널링 오버헤드를 더 많이 발생시킨다. 페이징 기술은 셀룰러 망에서 시그널링 오버헤드를 줄이고 이동성 관리 성능을 최적화시키는 중요한 방법으로 사용되고 있다. 최근에 제안되는 마이크로 이동성(Micro Mobility) 프로토콜에서는 셀룰러 망에서 페이징을 이용한 호스트의 이동성 관리를 통해 Mobile IP의 시그널링 오버헤드를 극복하려는 방안이 제시되고 있다[2].

mobileip 워킹그룹에서 2000년에 분리 설치된 seamoby 워킹그룹은 셀룰러 환경에서 IP 페이징, 컨텍스트 전송, 후보 라우터 발견에 초점을 맞추어 표준화를 진행하고 있으며 현재 IP 페이징과 관련하여 문제점 분석[3], 요구 사항 및 기능적 구조[4]에 관한 문서가 작성되었다. 이동 호스트의 유휴(dormant)모드는 무선 채널에 대기하는 시간을 줄임으로써 호스트의 배터리 방전이 줄어들고, 호스트 추적을 위한 네트워크의 시그널링 오버헤드를 줄일 수 있는 장점이 있다[5]. 이동 호스트가 유휴모드에 있을 때 호스트의 위치를 찾기 위한 특정한 단계를 페이징이라고 하며, 한 도메인을 몇 개의 셀의 집합인 페이징 영역으로 분할하여 관리한다.

페이징 영역의 크기와 모양은 페이징 시스템 성능에 중요한 요소이다. 페이징 영역이 너무 클 경우는 이동 호스트를 찾기 위해 많은 자원을 낭비하게 되고 너무 작을 경우는 페이징이 가지는 장점을 활용하지 못하게 된다. 적합하지 않은 페이징 영역의 모양은 잦은 등록으로 인한 성능 저하를 초래한다.

이징이 가지는 장점을 활용하지 못하게 된다. 적합하지 않은 페이징 영역의 모양은 잦은 등록으로 인한 성능 저하를 초래한다.

본 논문에서는 각 호스트의 움직임이 일정한 패턴을 가진다는 사실에 착안하여 이동패턴을 페이징 영역 형성의 중요 요소로 사용한다. 또한 기존의 페이징 방법과 함께 사용될 수 있도록 이중구조의 페이징 모델을 제안한다.

2장에서는 호스트의 특성을 반영하여 페이징 영역을 구성하는 기존의 방법론을 제시하고, 3장에서는 IETF seamoby 워킹그룹에서 제시된 IP 페이징의 논리적 기능 구조를 살펴본다. 4장에서는 셀룰러 망에서의 호스트 단위 페이징 방법을 제안하며 5장에서는 결론 및 향후 연구과제를 기술한다.

2. 관련 연구

페이징은 기존의 셀룰러 시스템에서 폭넓게 사용되고 있으나, 고정적으로 정의된 페이징 영역을 사용함으로써 호스트의 특성을 반영하지 못하고 있다. 하지만 최근의 논문 중 호스트 적응적 IP 페이징 방법론[6]은 호스트의 통신패턴, 이동속도, 여러 호스트의 이동패턴을 통해 호스트의 이동성 지원을 제안하였다. 호스트 적응적 IP 페이징 방법론에서는 페이징의 중요 요소인 영역 크기와 모양을 만들기 위해, 크기는 호스트의 통화패턴과 이동속도에 기반하여 호스트에서 계산하도록 하고, 모양은 여러 호스트의 이동패턴을 수집한 자료에 근거하여 네트워크로부터 산출하도록 한다. 특히 페이징 영역의 모양을 형성하기 위해서 IP 페이징의 논리적 기능 구조[4]에 PACA(Paging Area Configuration Agent)라는 새로운 에이전트를 추가하였다. PACA는 도메인을 이동하는 모든 호스트로부터 정보를 수집, 관리하여 이동 호스트의 페이징 등록 요구가 있을 때 페이징 영역을 만들어서 호스트에게 전달하는 기능을 수행하도록 하였다.

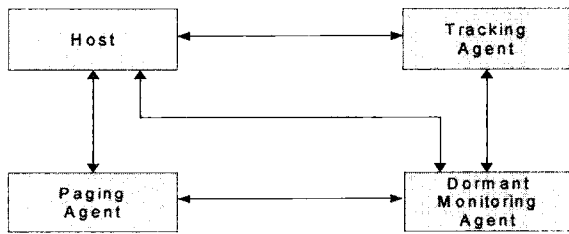
페이징 영역 모양을 만드는 주체는 두 개로 나누어 볼 수 있는데 하나는 네트워크이고 다른 하나는 이동 호스트이다.

호스트 적응적 IP 페이징 방법론에서는 네트워크가 여러 호스트의 이동패턴을 적용하여 페이징 영역 모양을 생성한 것을 알 수 있다. 이런 방식은 이동 호스트가 영역을 계산해야 하는 부담을 줄일 수 있으나 이동 호스트 개개인의 특성을 그대로 반영하기 어렵다.

본 논문에서는 페이징 영역 모양을 형성하는 주체로써 이동 호스트와 네트워크를 모두 적용한다. 호스트의 빈번한 이동이 있는 지역은 호스트에 의해 계산된 페이징 영역을 사용하고 그 외의 지역은 네트워크에 의해 만들어진 영역을 사용하는 방법을 제안한다.

3. IP 페이징의 논리적 기능 구조

RFC 3132[3]는 IP 페이징의 필요성을 평가하고 수행해야 할 관련 작업에 대한 권고 사항을 정의하였고 후속 작업으로 IP 페이징 프로토콜이 가져야 하는 논리적 엔티티와 이들간의 기능적인 관계를 정의하여 IP 페이징 프로토콜을 개발하도록 하고 있다.



[그림 1] IP 페이징의 논리적 기능 구조

[그림 1]은 IP 페이징에 관련된 논리적 기능 엔티티들과 이들 사이의 인터페이스를 보이고 있다. IP 페이징 구조에는 PA(Paging Agent), TA(Tracking Agent), DMA(Dormant Monitoring Agent)의 세 가지 새로운 에이전트가 있으며 이들 사이의 상호 작용에 의해 페이징이 수행되며 각각의 기능은 다음과 같다.

- PA : 주기적인 광고 메시지를 통해 페이징 영역을 유지하고 유휴한 이동 호스트를 활성(active) 모드로 전이하도록 한다.
- TA : 호스트와 일대일 맵핑하여 호스트의 상태와 상관없이 PA의 위치정보를 유지, 갱신한다.
- DMA : 유휴한 호스트에게 패킷을 전달하는 역할을 수행한다.

특정 호스트에게 패킷이 도착하면 DMA는 TA에게 호스트의 페이징 영역에 관한 정보를 요구하고 응답된 페이징 위치값에 근거하여 PA에게 페이징 하도록 한다. PA를 통해 이동 호스트는 패킷이 도착했음을 알고, 등록하여 패킷을 전송 받게된다.

4. 셀룰러 망에서의 호스트 단위 IP 페이징 방법

IETF seamoby 워킹그룹에 의해 정의된 IP 페이징의 논리적 기능 구조를 바탕으로 셀룰러 망에서 호스트의 이동패턴을 고려한 Mobile IP 페이징 방법론을 제안한다.

4.1 설계 모델

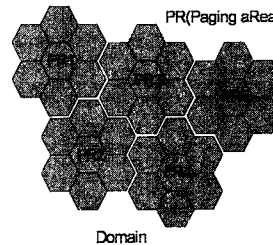
4.1.1 페이징 영역 모델

셀룰러 망에서 IP 페이징을 지원하기 위해 다음분장을 가

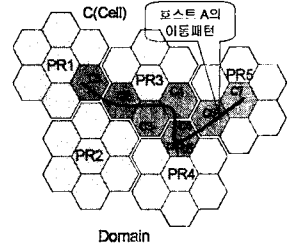
정한다. 각 BS는 이동 호스트의 FA(Foreign agent)와 PA로 사용 될 수 있다. 따라서 BS는 라우터로서 기능을 가질 수 있으며 유휴상태의 호스트를 관리할 수 있다.

페이징 영역은 PA(Paging Area Identifier)로 정의할 수 있는데, RFC 3154[4]에서는 PA를 유일한 ID로 정의하여 PA가 페이징 영역 내의 셀에 PA를 브로드캐스트하면 각 이동 호스트는 페이징 등록 시 받은 PA와 비교하여 자신의 위치를 판단한다. 그러나 본 논문은 이동 호스트 단위 페이징을 수행하기 위해 페이징 영역내의 모든 BS 주소 리스트로 PA를 정의하며 이를 통해 위치를 판단한다.

페이징 모델로 정적 모델과 호스트 단위 모델 구조를 정의했는데, [그림 2]는 셀룰러 망에서의 정적 모델을 나타내고 있다. 셀룰러 망을 도메인으로 나누고 각 도메인은 TA와 하나 이상의 DMA를 포함한다. 도메인은 셀의 집합으로 정의되는 페이징 영역으로 나뉘지며 각 페이징 영역은 하나의 PA에 의해 관리된다.



[그림 2] 정적 페이징 모델



[그림 3] 호스트 단위 페이징 모델

[그림 3]은 정적 모델에 각 이동 호스트의 특성을 반영하여 호스트 단위 페이징 모델을 적용한 구조로서, 호스트 A의 이동패턴에 근거한 호스트 단위 페이징 영역(PR6)을 보여 주고 있다.

유휴 모드 호스트가 정적 페이징 모델만을 사용했을 때와 호스트 단위 페이징 모델을 사용했을 때, 이동에 따른 페이징 등록 수를 이용하여 두 모델 사이의 오버헤드를 비교할 수 있다. 호스트 A가 C1과 C7사이를 이동 패턴에 따라 5번 이동했을 경우, 정적 페이징 모델에서는 20번의 페이징 등록을 해야 하지만 호스트 단위 페이징 모델에서는 같은 페이징 영역이기 때문에 추가적인 등록이 필요 없다.

4.1.2 페이징 영역 설정

정적 페이징 영역은 기존의 GSM(Global System for Mobile communications)망에서처럼 정적이고 통계적인 수치를 사용하여 네트워크에 의해 만들어지지만 호스트 단위 페이징 영역은 호스트의 이동속도, 통신패턴, 이동패턴에 의해 구성 될 수 있다[7].

호스트 단위 페이징 영역을 설정하기 위해서 이동 호스트는 에이전트 광고(Advertisement) 메시지의 BS 주소를 탐지하여 새로운 영역으로 이동했음을 알게되면 BS 주소가 테이블에 캐쉬되어 있는지 확인하여 캐쉬되어 있으면 '이동 횟수'를 증가시키고 그렇지 않으면 테이블에 BS 주소를 추가한다. 캐쉬된 BS 주소는 일정 시간 동안 유지되고 또한 제한된 크기 이상 캐쉬되면 오래된 내용부터 삭제한다. 캐쉬 테이블은 [표 1]과 같은 구조를 갖는다.

[표 1] 캐쉬 테이블

BS 주소	이동 횟수
210.117.174.1	10
...	...

이동 호스트는 캐쉬 테이블의 내용을 사용하여 다음과 같은 절차에 의해 페이징 영역을 만든다.

- ① '이동 횟수'가 기준치 이상으로 발견되면 호스트는 이동 속도와 통화패턴을 고려하여 적합한 BS 개수(N)를 계산한다[7].
- ② '이동 횟수'가 가장 큰 BS를 PA로 정한다.
- ③ PA를 기준으로, 이웃 BS중 가장 큰 '이동 횟수'를 가지는 BS를 페이징 영역에 포함시킨다.
- ④ 페이징 영역에 포함된 모든 BS를 기준으로 가장 큰 '이동 횟수'를 가진 이웃 BS를 페이징 영역에 포함시킨다.
- ⑤ 페이징 영역에 포함된 BS 수가 N보다 작거나 테이블의 모든 내용이 페이징 영역에 포함될 때까지 ④를 반복한다.

페이징 영역을 완성한 호스트는 자신의 홈 주소와 새로 만든 페이징 영역 PAI를 도메인의 TA로 전송하고 캐쉬테이블을 초기화한다. TA는 IPA(Individual Paging Agent) 테이블[표 2]에 각 호스트의 페이징 영역을 저장하여 관리할 수 있다. 만약 호스트로부터 전송된 PAI의 PA값과 IPA 테이블에 저장된 이동 호스트의 PAI의 PA값이 같다면 교체하고 PA값이 다른 경우는 최근에 받은 PAI를 높은 우선순위에 놓는다. 또한 TA는 일정 기간 동안 각 호스트의 PAI에 대한 접촉이 없을 때에는 PAI를 삭제한다.

[표 2] IPA 테이블

호스트 ID(홈 주소)	PAI(PA의 주소 포함)
211.111.111.2	210.117.174.1,
	211.118.175.1,
	...
...	...

4.2 프로토콜 명세

4.2.1 페이징 등록

호스트는 유희 모드로 들어가거나 페이징 영역을 벗어나게 되면, TA와 함께 페이징 등록을 수행한다. 수행 과정은 다음과 같다.

- ① 호스트는 자신의 ID와 등록된 BS를 TA로 전송한다.
- ② TA는 호스트 ID와 IPA테이블에 저장된 ID를 비교하여 호스트 ID가 있는지 확인한다.
- ③ 호스트 ID가 없으면(정적 페이징 모델), TA는 BS가 속한 호스트의 정적 페이징 영역의 PAI를 호스트에게 전송하고 DMA에게 호스트의 상태정보를 알리면 된다.
- ④ 호스트 ID가 있으면(호스트 단위 페이징 모델), TA는 등록된 PAI내에 호스트가 보낸 BS 주소가 있는지 확인한다. BS 주소가 리스트에 없으면 ③의 절차를 따르고 그렇지 않으면 확인된 PAI를 호스트에게 전송하고 DMA에게 호스트의 상태정보와 PAI를 함께 전송한다. PAI를 받은 DMA는 PAI에 포함된 리스트 중 명시적으로 표시된 BS로 PAI를 보내어 PA로서의 역할을 수행 하도록한다.

4.2.2 호스트 이동

활성 모드에서의 호스트 이동은 Mobile IP 프로토콜을 따르고 유희모드에서는 각 BS가 보내는 에이전트 광고 메시지에 포함된 BS 주소와 페이징 영역 등록시 TA로부터 받은 PAI의 내용과 비교하여 페이징 영역사이의 이동을 감지하게된다. 만약 BS 주소가 이동 호스트의 PAI내에 없다면 새로운 페이징 영역으로 이동했음을 판단하여 TA를 통해 페이징 등록을 다시 수행하며 그렇지 않으면 동일한 페이징영역으로 판단한다.

4.2.3 패킷 전송

활성 모드의 호스트에게 전송되는 패킷은 Mobile IP 프로토콜을 그대로 따르며 유희 모드인 이동 호스트에게 패킷이 전송되는 과정은 RFC 3154[4]에서 기술된 DMA에 의해 수행되는 방법과 동일하다. PA는 PAI에 근거하여 페이징 영역의 BS를 알고 있기 때문에 유희 모드의 호스트를 기존의 PA와 같은 방식으로 페이징 할 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서는 호스트의 일정한 이동패턴을 반영한 호스트 단위 페이징 영역을 정의함으로써 기존 페이징의 빈번한 등록 메시지로 인한 시그널링 오버헤드를 줄이고자 하였다. 또한 기존의 정적 페이징 영역을 그대로 운용할 수 있는 이중 모드로 구성함으로써 호스트 단위 페이징 모델을 벗어나는 경우에도 호스트에 대한 서비스 지원이 끊기지 않도록 하였다. 이와 같은 호스트 단위 페이징 영역 프로토콜은 각각의 호스트에게 최적화된 페이징 영역을 제공하여 자원절약과 네트워크 트래픽 감소를 가져온다.

향후 연구과제로, 호스트 단위 페이징 영역을 생성하는 알고리즘의 구현과, 본 논문에서 제시한 캐쉬 테이블의 유지 시간 및 버퍼 크기를 적용한 시뮬레이션의 수행이 필요하다. 또한 이중 모드 운영으로 인한 트래픽 측정과 개선 방안 연구가 필요하다.

6. 참고문헌

- [1] C. Perkins, "IP mobility support," IETF RFC 2002, Oct. 1996.
- [2] R. Ramjee, T. La Porta, and L. Li, "Paging support for IP mobility using HAWII," *internet Draft*. IETF, Dec. 1999.
- [3] J. Kempf, "Dormant Mode Host Alerting("IP Paging") Problem Statement," IETF RFC 3132, June 2001.
- [4] J. Kempf et al., "Requirements and Functional Architecture for an IP Host Alerting Protocol," IETF RFC 3154, Aug. 2001.
- [5] 정희영, 민재홍, "IP 페이징 기술 표준화 동향," *ETRI 주간기술동향 통권 1024호 pp.23-33*, Nov. 2001.
- [6] C. Castelluccia, "An Adaptive Per-Host IP Paging Architecture," ACM SIGCOMM CCR, OCT. 2001.
- [7] C. Castelluccia, "Extending Mobile IP with Adaptive Individual Paging," ACM MC2R April 2001.