

# 무선 인터넷에서 웹 컴퓨팅 향상 방법에 관한 연구

이주영<sup>o</sup> 오선진\* 하숙정 배인한  
 대구가톨릭대학교 컴퓨터정보통신공학부  
 \*세명대학교 전산정보학부  
 {s6047061, ihbae}@cuth.cataegu.ac.kr  
 sjoh@telcom.semyung.ac.kr

## A Study on the Approach for Improving Web Computing in Wireless Internet

Joo-Young Lee<sup>o</sup> Sun-Jin Oh\* Sook-Jeong Ha In-Han Han Bae  
 School of Computer and Information Communication Eng., Catholic University of Daegu  
 \*School of Computer and Information Science, Semyung University

### 요약

무선 컴퓨팅은 무선 통신의 발전으로 미래의 컴퓨팅 산업에서 보다 중요하게 인식될 것이고, WWW은 인터넷 응용의 개발과 인프라넷 통합을 위해 널리 사용될 매우 유망한 기술이다. 본 논문에서는 이동 컴퓨팅과 WWW을 통합한 무선 인터넷에서 이동 단말의 기지국들간에 캐시 재배치를 통하여 웹 브라우저를 향상시키는 방법을 설계하고 모의실험을 통하여 제안하는 방법의 성능을 평가한다. 여기서는 이동 단말의 재배치에 필요한 시그널링 트래픽을 줄이고 광역 무선 인터넷 환경에 적합하도록 이동 단말이 현재 거주하는 기지국에서의 이동 단말의 경로 예측에 기초하여 캐시 재배치를 실행한다.

### 1. 서론

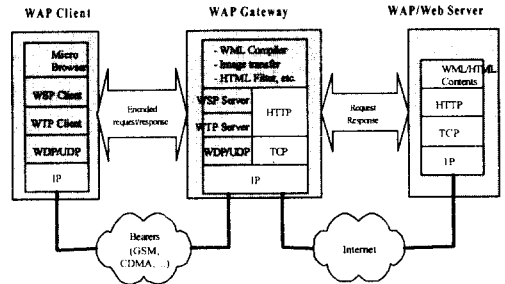
인터넷의 폭발적인 증가와 다양한 무선 서비스에 대한 계속적인 수용 증가에 따라 용량이 크고, 데이터 전송 속도가 빠른 멀티미디어를 지원할 수 있는 무선 서비스가 필요하게 되었다. UMTS(Universal Mobile Telecommunication System)은 유럽식의 2세대 GSM(Global System for Mobile Communication)을 기초로 하여 인터페이스를 통해 IP(Internet Protocol) 패킷을 전송하기 위하여 그 내부에 GPRS(General Packet Radio Service)망이 사용된다[1]. 이러한 표준은 사용자에게 2Mbps 이상의 데이터율, 회선 및 패킷 교환 서비스, 월드 와이드 커버리지를 제공할 것이고, WAP(Wireless Application Protocol)과 VHE(Virtual Home Environment)과 같은 기술을 통합한 이동 멀티미디어를 위한 이상적인 플랫폼이다. 과거 몇 년 동안에, WWW과 무선망 구조를 통합시키기 위한 많은 노력이 있었다. 그러한 통합을 W4-World Wide Web for Wireless라 부른다. 이러한 W4 환경에서 웹 컴퓨팅 향상을 위하여 캐싱, 선반입, differencing 등과 같은 기법들이 연구되고 있다. 본 논문에서는 현재 기지국에서 이동 단말이 핸드오버 할 목표 기지국의 예측을 통하여 캐시 재배치를 수행하는 방법을 설계하고, 모의실험을 통하여 그것의 성능을 평가한다. 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 무선 인터넷에 대한 관련연구를 살펴보고, 3장에서 본 논문에서 제안하는 예측기반 이동 캐시 방법을 설계하고, 4장에서 모의실험을 통하여 제안하는 방법의 성능을 평가하고, 그리고 마지막으로 5장에서 결론과 향후 연구내용을 설명한다.

### 2. 관련연구

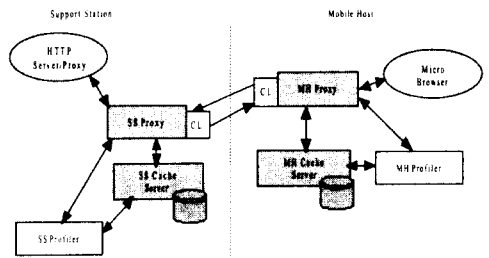
현재 이동통신 시장에서는 무선 인터넷 서비스를 지원하기 위한 표준화가 WAP(Wireless Application Protocol) 포럼, W3C(World Wide Web Consortium)과 마이크로소프트사 등을 중심으로 진행되고 있다. WAP 모델은 무선통신 환경의 문제점들을 극복하기 위하여 유선망에서 기존의 유선 프로토콜을 그대로 사용하고 무선망에서 적합하도록 설계된 프로토콜이다(그림 1)[2].

인터넷과 무선망을 통합하기 위하여 무선망의 특성을 중재하는 프락시 인터페이스를 사용하는 방법에 대한 연구들: MobiScape 프로젝트, IBM Web Express 플랫폼 등이 있었다. MobiScape의 구조는 그림 2와 같다. 여기서 이동 호스트(MH)는 WWW 게이트웨이로 지원국(SS)을 사용한다. 캐싱 메카니즘은 MH와 SS간의 연결시간을 최소화하기 위하여 MH와 SS 모두에서 제공된다. MH 캐시는 무단정 일산을 가능하게 하고, SS 캐시는 원격 문서들을 인출할 때 겹치는 대기시간을 감소시킨다. 브라우저(MH)와 HTTP 서버간의 HTTP 데이터 흐름은 두 번(SS 프락시와 MH 프락시에서) 인터럽트 되어진다. MH와 SS 캐시 서버들은 프락시로 동작

한다. SS 프락시와 MH 프락시의 데이터 흐름은 압축계층(CL)에 의해 압축되어진다. 두 프락시안에 통합된 profiler는 사용자-정의 스크립트를 협의하고 사용자 세션 동안에 자주 요청될 것 같은 일련의 문서들의 선반입을 일으킨다[3, 4, 5].



(그림 1) WAP의 구조



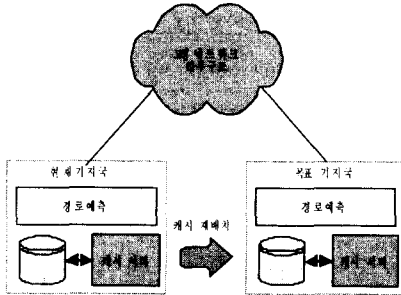
(그림 2) MobiScape 구조

[3]에서 이동 호스트의 홈 레지스터내의 경로 예측 알고리즘에 기초한 캐시 관리 방법을 사용하여 웹 브라우저를 빠르게 하는 ESW4라 부르는 프락시-기반 구조를 제안하였다.

### 3. 예측 기반 이동 캐시 방법

본 연구에서는 이동 캐시에 따른 시그널링 트래픽과 데이터베이스 액세스를 줄이고 광역 무선 인터넷 환경에 적합하도록 이동 단말이 거주하는 현재 기지국에서의 이동 단말의 예측 신호에 기초한 캐시 재배치 기법을 설계한다. 여기서

가정된 무선 네트워크 구조는 LAN으로 상호연결된 다수의 기지국과 이동 및 고정 호스트들로 구성된다. 각 LAN들은 라우터로 서로 연결된다. 그것들 중의 하나는 인터넷 게이트웨이로 동작한다. 각 기지국은 무선 송수신기와 지원 워크스테이션으로 구성된다. 워크스테이션은 이동 호스트의 로밍에 필요한 모든 시그널링을 처리한다. 아울러, 기지국은 Mobiscap에서 지원국에 해당하는 역할을 수행한다. 무선셀은 욱모플이라 가정하고, 기지국은 현재 그것의 제어하에 있는 이동 호스트에 대한 정보를 관리한다. 그러한 정보를 기초로 기지국은 경로 예측 알고리즘을 사용하여 로밍 중인 이동 단말이 핸드오버할 것 같은 셀을 예측하고, 그 결과에 따라 목표 기지국들에 그 캐시를 재배치한다 (그림 3).



(그림 4) 이동(Moving) 캐시 기법

3.1 이동 이웃 셀 예측

이동 호스트의 이동 방향은 식 (1)의 ARRSSES (adaptive-response-rate single exponential smoothing)[6]로 계산할 수 있다. 여기서  $F$ 는 예측 이동각도,  $Y$ 는 실제 발생한 이동 각도, 그리고  $\alpha$  와  $\beta$ 는 0~1의 매개변수 값이다.  $\alpha_t$ 는  $t$  시점의 history factor로 예측 오류 값에 따라 수정되며 데이터 발생 형태 변화에 적용하므로 더 정확한 예측을 할 수 있다.

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) F_t$$

$$\alpha = \frac{A_t}{M_t}$$

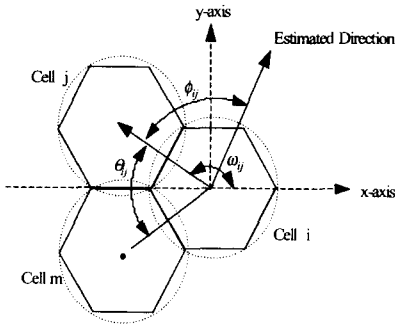
$$A_t = \beta E_t + (1 - \beta) A_{t-1}$$

$$M_t = \beta |E_t| + (1 - \beta) M_{t-1}$$

$$E_t = Y_t - F_t$$

.....(1)

이동 호스트의 예측 이동각도와 이전 셀에서의 진입각도를 기초로, 이동 호스트가 셀  $i$ 에서 각 이웃 셀  $j$ 로 핸드오버할 확률  $P_{i,j}$  ( $j=1, \dots, 6$ )를 계산할 수 있다. 이동 호스트가 셀  $m$ 으로부터 현재 셀  $i$ 로 이동하였고, ( $j=1, 2, \dots$ )를 셀  $i$ 의 인접 셀들의 집합이라 하자. 각 셀  $j$ 는 셀  $i$ 의 중앙을 지나가는 평선으로부터의 각도  $\omega_{ij}$ 로 모델된다. 셀  $i$ 에서 셀  $j$ 로의 방향성 경로는 셀  $i$ 의 중앙으로부터 셀  $j$ 의 중앙으로의 직접 경로로 정의한다(그림 4).



(그림 3) 방향성 확률 계산을 위한 모델

방향성 경로를 기초로 현재 셀  $i$ 로부터 이웃 셀  $j$ 로의 방향성,  $D_{ij}$ 는 식(2)로 구할 수 있다.

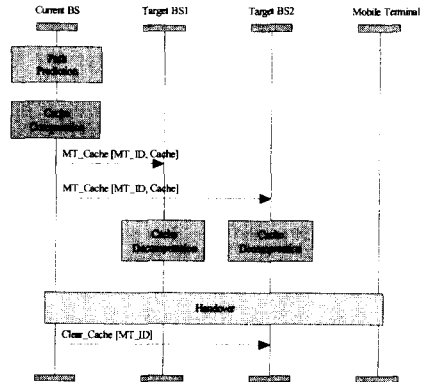
$$D_{ij} = \frac{\gamma \theta_{ij} + (1 - \gamma)(\theta_{i,j-1} + \theta_{i,j+1})/2}{\gamma \phi_{ij} + (1 - \gamma)(\phi_{i,j-1} + \phi_{i,j+1})/2} \dots\dots(2)$$

여기서  $\theta_{ij}$ 는 셀  $m$ 에서 셀  $i$ 로의 방향성 경로와 셀  $i$ 에서 셀  $j$ 로의 방향성 경로간의 각도를,  $\phi_{ij}$ 는 목표 셀로의 직선 경로와 셀  $i$ 에서 셀  $j$ 로의 방향성 경로간의 편차각을, 그리고  $\gamma(0 < \gamma < 1)$ 는 이동 방향에 대한 가중치를 각각 나타낸다. 방향성  $D_{ij}$ 를 기초로, 현재 셀  $i$ 에 거주하는 이동 호스트가 이웃 셀  $j$ 로 핸드오버 할 확률  $P_{i,j}$ 는 식(3)으로 계산할 수 있다.

$$P_{i,j} = \frac{D_{ij}}{\sum_{k=1}^n D_{ik}} \dots\dots(3)$$

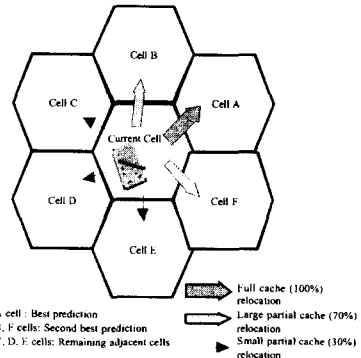
3.2 캐시 재배치

그림 5는 캐시 재배치를 위하여 네트워크 엔티티들에 의해 책임져진 일련의 행위와 요구되는 네트워크 시그널링을 MSC (Message Sequence Chart)로 나타낸 것이다.



(그림 5) 캐시 재배치와 핸드오버에 대한 Message Sequence Chart

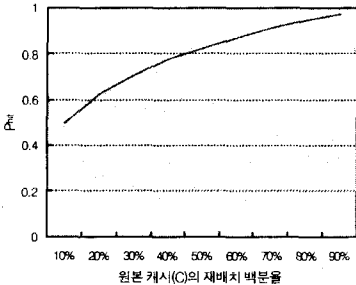
여기서 이동 단말이 거주하는 현재 기지국은 경로 예측 알고리즘을 사용하여 그 이동 단말의 이웃 셀들로의 진입 확률을 각각 계산한다. 현재 기지국은 그 확률에 따라 그 캐시의 전부 또는 일부를 재배치한다. 재배치될 캐시 세그먼트는 현재 기지국에 의해 압축되어지고, 목표 기지국에서 복원되어 그것의 국부 캐시에 넣어진다. 캐시를 재배치한 다음 얼마 후, 그 이동 단말은 핸드오프 연산을 실행한다. 핸드오프 과정에서 목표 기지국으로부터 deregister 메시지를 받은 현재 기지국은 그 이동 단말이 진입하지 않은 다른 이웃 기지국들에게 그 이동 단말을 위한 캐시를 제거하기 위하여 Clear\_Cache[MT\_ID] 메시지를 전송한다.



(그림 6) 완전과 부분 캐시 배치 정책

캐시 재배치에서, 경로 예측에 최고 확률을 갖는 이웃 셀의 기지국에 전체 캐시를, 다음 최고 확률을 갖는 2개의 이웃 셀의 기지국에 인기 있는 70% 캐시 세그먼트를, 그리고 나머지 이웃 셀의 기지국에는 인기 있는 30% 캐시 세그먼트를 재배치한다(그림 6).

그림 7은 Zipf의 법칙[7]에 따른 원본 캐시의 인기 있는 캐시 세그먼트의 적재 백분율에 따른 전체 캐시내의 항목 참조 회수에 대한 부분 캐시내의 캐시 참조율을 나타낸다. 여기서 원본 캐시의 30% 재배치는 70%의  $P_{hit}$ 를 얻을 수 있고, 70% 재배치는 90%의  $P_{hit}$ 를 성취함을 알 수 있다.



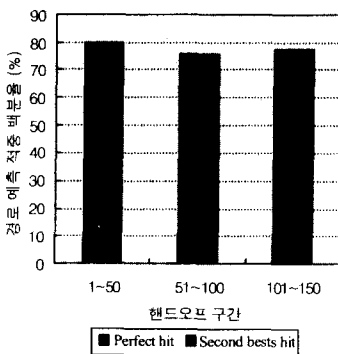
(그림 5) 캐시 재배치 백분율에 따른  $P_{hit}$

4. 평가

본 논문에서 제안하는 이동 캐시 재배치 방법을 성능을 모의실험을 통하여 평가하였다. 모의실험에서 사용된 매개변수는 표1과 같고, 평가된 항목으로는 경로 예측 효율성과 웹 문서에 대한 평균 대기 시간이다.

<표 1> 모의실험 매개변수

매개변수	값
웹 자원 크기	lognormal( $\mu=9.357, \sigma=1.318$ )
웹 자원 전송시간	Pareto 분포( $m=1.2, v=1$ )
환성 OFF 시간	1 sec
삽입된 참조 확률	0.579
단말 당 캐시 크기	2MB
셀의 직경	300m
단말의 이동 방향	$(\pi, (\pi/3)^2)$
단말의 이동 속도	700±150m/min
원본 캐시 적중율	0.2
평균 웹 자원 요청율	0.125 requests/sec
$\beta, \gamma$	0.2, 0.5

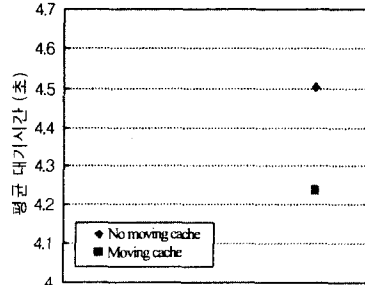


(그림 6) 경로 예측의 효율성

그림 8은 150 핸드오프에서 각 50번의 핸드오프 마다 본

문문의 경로 예측 알고리즘의 효율성을 보여준다. 여기서 전체 캐시를 적재한 하나의 이웃 셀로 이동 단말이 실제 이동하는 완전 적중이 32~42%이며, 90%의 캐시 세그먼트를 적재하는 두 개의 이웃 셀로 이동 단말이 실제 이동하는 다음 최적 적중이 36~42%이다. 따라서 그것들의 누적 적중이 74~80%로 높은 적중률을 얻을 수 있다.

그림 9는 150번의 핸드오프 동안의 318번의 웹 자원 요청에서 웹 자원 인출방법에 따른 웹 자원 요청의 평균 대기 시간을 보여준다. 여기서 이동 단말의 이동에 따라 그 이동 단말의 캐시를 그 이동 단말이 거주한 기지국으로 재배치하는 이동 캐시를 사용하면으로써 약 0.3초 정도의 평균 대기 시간이 개선되어 약 6%의 웹 브라우징 성능이 향상되었다.



웹자원 인출방법

(그림 7) 웹 자원 인출 방법에 따른 평균 대기시간

5. 결론

본 논문에서 무선 인터넷 환경에서 이동 캐시를 사용하여 웹 컴퓨팅의 성능을 개선시키는 방법에 대하여 연구하였다. 여기서는 이동 단말의 홈 레지스터가 아닌 각 이동 단말이 현재 거주하는 기지국에서 그 이동 단말의 이동 위치 위치를 예측하고, 그것을 기초로 현재 셀의 각 이웃 셀의 기지국으로 그 이동 단말의 전체 또는 부분 캐시를 재배치하여 무선 인터넷 환경에서 웹 컴퓨팅을 개선시켰다. 따라서 제안하는 방법은 홈 레지스터와의 시그널링 트래픽 뿐만 아니라 홈 레지스터내의 위치 데이터베이스 액세스도 필요하지 않으므로 광역 무선 인터넷 환경에 적합한 이동 캐시 기법이다. 향후 연구 과제로는 인터넷 트래픽 주체 데이터를 이용한 제안하는 이동 캐시 방법의 성능 평가와 이동 단말의 정확한 경로 예측 방법 등이다.

참고문헌

- [1] 김영진 외 4인, "UTMS 시스템의 GPRS 망에서 패킷 데이터 전송 기술," 정보과학회지, 18권 6호, pp. 23~31, 2000.
- [2] 김기조 외 3인, "무선 응용 프로토콜 기술," 한국정보처리학회지, 7권 3호, pp. 44~55, 2000.
- [3] S. Hadjiefthymides, L. Merakos, "ESW4: Enhance Scheme for WWW computing in Wireless environment," Computer Communication Review, pp. 24~35, 1999.
- [4] B. C. Housel, D. B. Lindquist, "WebExpress: A System for Optimizing Web Browsing in a Wireless Environment," Proc. of MOBICOM 96, pp. 108~116, 1996.
- [5] C. Baquero, V. Fonte, F. Moura and R. Oliveira, "MobiScape: WWW Browsing under Disconnected and Semi-Connected Operation," Proceedings of First Portuguese WWW National Conference, Braga, Portugal, July 1995.
- [6] S. Makridakis, S. C. Wheelwright and R. J. Hyndman, "Forecasting Methods and Applications," John Wiley & Sons, Inc., 1998.
- [7] G. K. Zipf, "Human Behavior and the Principles of Least Effort," Addison-Wesley, 1949.
- [8] S. Glassman, "A Caching relay for the World Wide Web," Computer Networks and ISDN Systems, 27(1994), pp. 165~173.
- [9] 김운정, 이경숙, 배인한, "이동 네트워크를 위한 효율적인 무단점 통신 방법," 한국정보과학회 학술발표논문집, 제 26권 2호, pp. 652~654, 1999.