

선사상 기법을 통한 안드로이드 스마트폰의 응답성 향상

김정호[○], 허승주^{*}, 홍성수^{**}

[○]서울대학교 전기컴퓨터공학부

^{**}서울대학교 융합과학기술대학원 지능형융합시스템학과

e-mail: jhkim@redwood.snu.ac.kr[○], sjhuh@redwood.snu.ac.kr^{*}, sshong@redwood.snu.ac.kr^{**}

Improving Responsiveness of Android Smartphones via Premapping Mechanism

Jeongho Kim[○], Sungju Huh^{*}, Seongsoo Hong^{**}

[○]School of Electrical and Computer Engineering, SNU

^{**}Department of Intelligent Convergence Systems, Graduate School of Convergence Science and Technology, SNU

● 요약 ●

안드로이드 스마트폰 사용자에게 응답성은 중요한 성능 이슈이다. 스마트폰 응용 구동 시 응답성에 큰 영향을 미치는 것은 수많은 페이지 부재 처리기의 수행 시간이다. 선사상 기법은 페이지 부재 발생을 효과적으로 줄일 수 있는 기법이지만, 선사상할 페이지를 예측하기 어렵기 때문에 기존 안드로이드 스마트폰에서는 요구 사상 기법이 사용되고 있다. 본 논문은 응답성 향상을 위해 커널이 안드로이드 런타임과 라이브러리의 도움을 받아 선사상할 페이지를 예측하는 선사상 기법을 제안한다. 실험 결과 제안된 기법은 기존 시스템에 비해 웹 브라우저 응용의 응답 시간을 최대 3.25% 단축할 수 있었다.

키워드: 선사상(premapping), 페이지 부재(page fault), 달빅 가상 머신(Dalvik Virtual Machine)

I. 서론

사용자 경험 증진을 위해 안드로이드 기반 스마트폰의 킬러 응용인 웹 브라우저의 [1] 응답 시간을 최적화하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 웹 브라우저는 대표적인 메모리 집약적 응용 중 하나로서, 웹 페이지 렌더링 도중 발생하는 수 천 번의 페이지 부재 처리기의 수행시간이 응답시간의 큰 비중을 차지한다. 일례로, 페이지를 좌우로 넘기는 스와이프(swipe) 동작의 응답시간 중 무려 21%가 페이지 부재 처리기의 수행시간으로 나타났다. 따라서 페이지 부재 발생 횟수를 줄일 수 있다면 웹 브라우저의 응답 시간을 크게 단축시킬 수 있다.

선사상 기법은 [2,3] 가상 메모리의 페이지들을 물리 메모리에 미리 사상함으로써 페이지 부재 발생을 감소시킬 수 있는 기법이다. 웹 브라우저 응용은 동적으로 할당된 메모리 영역 대부분을 높은 확률로 가까운 미래에 접근하기 때문에 선사상 기법이 효과적이다. 그러나 기존 안드로이드의 리눅스 커널은 웹 브라우저 응용을 다른 응용과 구분하지 못하고 단지 기존의 요구 사상 기법을 사용한다.

본 논문은 이 같은 한계를 극복하기 위해 커널의 페이지 부재 처리기가 런타임에 달빅 가상 머신과 바이오닉 C 라이브러리의

힌트를 받아서 선사상 할 응용과 페이지 주소를 예측하는 선사상 기법을 제안한다. 제안된 기법에서 페이지 부재 처리기는 현재 수행 중인 태스크가 웹 브라우저라는 사실과 동적으로 할당된 가상 메모리 공간의 힙 영역 주소를 힌트로 전달받아 이 영역에 대해 선사상을 수행한다. 실험 결과 제안된 기법은 스와이프 동작 중 페이지 부재 발생을 16% 감소시키고 이를 통해 응답시간을 3% 단축시킬 수 있었다.

II. 선사상 기법

달빅 가상 머신은 모든 자바 객체 할당을 위하여 반드시 바이오닉 C 라이브러리의 동적 메모리 할당 함수를 사용한다. 제안된 기법은 이러한 사실에 착안하여 달빅 가상 머신이 선사상 시 필요한 힌트를 커널에게 전달하도록 확장한다. 이를 위해 대상 시스템의 달빅 가상 머신 자바 객체 할당자와 바이오닉 C 라이브러리가 선사상 힌트를 하위 계층에 전달할 수 있도록 확장된다.

제안된 기법에서 힌트는 선사상 시점 그리고 선사상 할 페이지의 개수 및 주소 값으로 구성된다. 선사상 시점은 자바 객체가 할당되는 힙이 확장되는 시점이다. 선사상할 페이지의 개수 및 주소 값은 확장된 힙 영역에 해당하는 페이지들이다.

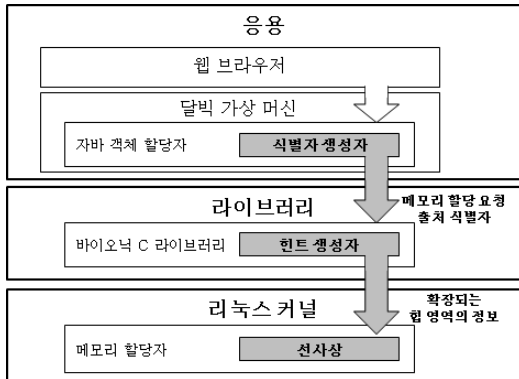


그림 1. 제안된 선사상 기법의 개관.

그림 1은 제안된 선사상 기법의 개관을 나타낸다. 대상 시스템의 응용, 라이브러리, 커널 계층에 각각 식별자 생성자 모듈, 힌트 생성자 모듈 그리고 선사상 모듈이 추가되었다. 식별자 생성자 모듈은 바이오닉 C 라이브러리에 동적 메모리 요청의 출처가 웹 브라우저의 자바 객체 할당자 임을 알려준다. 힌트 생성자 모듈은 힙이 확장될 때 그 확장된 영역의 기준 주소와 길이를 포함하는 힌트를 메모리 할당자의 선사상 모듈에게 전달한다. 선사상 모듈은 전달 받은 힌트를 토대로 얻은 대상 페이지들을 물리 메모리로 선사상한다.

III. 성능 평가

본 장은 제안하는 기법을 실험적으로 검증한 결과를 보인다. 대상 시스템은 안드로이드 ICS 4.0과 리눅스 커널 3.0이 탑재된 갤럭시 넥서스 스마트폰이다. 대상 시스템에 대하여 웹 브라우저에서 네트워크 연결을 끊은 채로 캐시 된 웹 페이지를 스와이프하여 새로운 페이지가 로딩 될 때의 응답 시간을 기법 적용 전과 비교하여 평가한다.

표 1. 제안하는 기법 적용 이전과 이후 실험 결과

웹 브라우저 타입	페이지 부재 횟수 (번)	페이지 부재 처리기 수행 시간 (ms)	응답 시간 (ms)
기본 브라우저 기법 적용 이전	9,326	279.78	1238.46
기본 브라우저 기법 적용 이후	7960	238.8	1203.35
Firefox V15 기법 적용 이전	13,637	409.11	1943.28
Firefox V15 기법 적용 이후	11,354	340.62	1880.12

표 1은 대상 시나리오를 수행할 때 제안하는 기법을 대상 시스템에 적용하기 이전과 이후에 얻은 실험 결과를 나타낸다. 안드로이드 기본 브라우저와 Firefox 브라우저의 페이지 부재 횟수는 각각 14.65%, 16.74% 감소하였으며 응답 시간은 각각 2.83%, 3.25% 감소하였다. 한편 제안된 기법의 메모리 오버헤드는 두 브라우저에서 각각 5.04%와 3.34%에 불과하였다.

IV. 결론

본 논문은 안드로이드 스마트폰의 응답성 향상을 위한 선사상 기법을 제안하였다. 제안된 기법에서 커널은 프레임워크 계층의 도움을 받아 선사상할 페이지를 예측하고 이를 선사상 한다. 실험 평가 결과 제안된 기법은 웹 브라우저의 스와이프 동작 시나리오의 응답 시간을 약 3% 단축하였다.

본 연구는 삼성전자 무선 사업부의 지원을 받아 수행하였음. (No. 0421-20120004, 멀티코어 리눅스 커널의 안정성과 성능향상을 위한 동기화 기법 및 디버깅 방법 개발)

참고문헌

- [1] J. West and M. Mace, Browsing as the killer app, Telecommunications Policy, pp. 270~286, 2010.
- [2] Seongje Cho, Yookun Cho, Page Fault Behavior and Two Prepaging Schemes, In Proceedings of the IEEE 15th Annual International Phoenix Conference on Computers and Communications, 1996.
- [3] Heejin Ahn, Seongjin Cho, Hyunik Na, and Hwansoo Han Access Pattern Based Stream Buffer Management Scheme for Portable Media Players, IEEE Transactions on Consumer Electronics, 2009.