스마트폰에서 질의처리시 통신환경과 배터리 효율의 관련성 평가

반재훈* · 김동현**

*고신대학교 인터넷비즈니스학과, **동서대학교 컴퓨터정보공학부

Evaluation of Relationship between Battery Efficientcy and Communication Environments for Query Processing with SmartPhones

ChaeHoon Ban* · DongHyun Kim**

*Dept. of Internet Business, Kosin University

**Division of Computer and Information Engineering, Dongseo University

E-mail : chban@kosin.ac.kr · pusrover@dongseo.ac.kr

요 약

최근에 통신 속도가 4G인 LTE로 발전하여 의사결정을 위해 방대한 데이터를 구축하고 있는 서버에 스마트폰을 클라이언트로 사용하여 질의를 요청함으로써 다양한 서비스를 제공받을 수 있다. 스마트폰의 경우 4G 방식을 사용하여 빠른 속도로 통신할 수 있으나 배터리 소모가 매우 심하다는 것이 큰 단점이다.

본 논문에서는 모바일기기인 클라이언트와 서버로 구성된 모바일환경에서 통신환경과 배터리 효율의 관련성을 평가한다. 모바일 뷰, Wifi, 3G, 4G 환경을 구축하고 이러한 환경에서 다양한 질의처리시 배터리의 효율성을 평가하고 배터리 효율에 가장 많은 영향을 끼치는 요소를 분석한다.

키워드

Smart Phone, Battery, Query Processing, Mobile View, 4G, 3G, Wifi

Ⅰ. 서론

모바일 환경에서 스마트폰을 클라이언트로 사용하여 방대한 데이터를 구축하고 있는 서버에 질의를 요청함으로써 다양한 서비스를 제공받을 수 있다. 특히 스마트폰의 통신 속도가 최근에 4G인 LTE로 발전하여 대량의 정보를 빠르게 송·수신할 수 있어 다양한 분야에서 활용도가 높아지고 있다. 그러나 빠른 통신 속도, 넓은 화면 크기 및 높은 해상도로 인해 배터리 소모가 증가되어 사용자의 불만이 고조되고 있다.

스마트폰의 배터리 소모는 통신모듈의 사용이 매우 큰 비중을 차지하기 때문에 어플리케이션 개발 시 통신모듈의 사용을 최대한 줄여 배터리 효율을 높일 수 있다[1]. 본 논문에서는 모바일환경에서 배터리 효율을 높이기 위해 모바일 뷰를 제안한다. 질의처리 속도를 빠르기 위해 사용하는 전통적인 실체화 뷰와는 달리 모바일 뷰는 질의처리 시 서버와의 통신을 줄여 배터리 소모를 줄이는 것을 목적으로 한다.

본 논문에서는 모바일 뷰를 실체화하고 이를 질의처리에 이용하는 방법을 제시한다. 또한 배터리소모 비용 모델을 기반으로 각각의 비용을 계산하여 모바일 뷰의 효용성을 입증한다. 최종적으로는 이를 실제로 구현하여 배터리 소모와 질의처리 시간에서 모바일 뷰가 효율적이라는 것을 증명한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련된 연구 동향에 대하여 기술하며 3장에서는 연구 동기를 통해 문제를 제시하고 이 문제를 해결하기 위한 방법으로 모바일 뷰를 제안한다. 4장에서는 모바일 환경에서 배터리 소모를 줄이기 위한 모바일 뷰를 정의하고 배터리소모 비용모델을 제시하며 5장에서는 실제로 모바일 뷰를 구현하여 배터리 소모에 모바일 뷰가 효율적이라는 것을 입증한다. 마지막으로 6장에서는 결론 및 향후 연구를 기술한다.

Ⅱ. 관련연구

[1]에서는 스마트폰에서 자주 사용되는 주요 응용프로그램인 카카오톡, 마이피플, 유튜브, 구글맵, 웹브라우저, 앵그리버드 앱을 대상으로 에너지 소모 패턴을 수집하고 분석하였다. 분석결과 CPU 연산보다도 통신 모듈이 에너지 소모가 많았으며 특히 3G 통신이 가장 많은 에너지를 소모하였다. 따라서 어플리케이션 개발 시 3G와 같은

에너지 소모가 큰 하드웨어 장치의 사용을 줄이는 것이 필요하다.

[2]에서는 스마트폰의 에너지 절감을 위해 통신 모듈을 선택하는 알고리즘을 제시하였다. 배터리 수명과 시스템 및 통신모듈 디바이스들의 전력소모 관계를 제시하였고 블루투스, Wifi, 2G, 3G의 에너지 소모량을 비교하였으며 그 결과 통신 속도에 비례하여 배터리의 소모량도 증가하는 것을 제시하였다.

[3]에서는 네트워크 사용 경향성을 활용한 스마트폰 네트워크 에너지 최적화 기법을 제시하였다. 다른 장치에 비해 3G나 4G의 전력 소모량이 매우 큰데 이는 네트워크 접속을 위해 대기하는 시간이 길어 에너지 낭비가 심하기 때문이다. 따라서 통신을 줄이거나 사용자의 사용경향성에 따라 대기시간을 조절하면 에너지 소모를 최소화 할 수 있다.

결론적으로 통신은 대기시간에 소모되는 에너지로 인해 배터리 소모를 증가시키며 통신 속도가 빨라질수록 상대적으로 배터리 소모도 증가한다. 따라서 최대한 통신 모듈을 사용하지 않는 쪽으로 어플리케이션을 설계하는 것이 필요하다. 본 논문에서는 실체화 뷰를 이용하여 질의를 처리함으로써 서버와의 통신을 줄여 배터리의 소모를 줄이고자 한다.

Ⅲ. 문제정의

스마트폰은 다양한 정보 및 서비스를 손쉽게 제공하므로 기업의 다양한 분야에 활용될 수 있다. 특히 의사결정을 위해 구축된 방대한 데이터를 검색하는 시스템의 경우 스마트폰이나 태블릿을 클라이언트로 사용하고 서버에 질의를 요청함으로써 다양한 정보를 제공받을 수 있다. 이러한 응용의 경우 서버와의 통신을 통해 사용자의 질의를 처리하는데 대부분 과거 정보에 대한 이력을 조회 또는 관리한다. 그런데 사용되는 데이터는 대부분 지난 데이터(입출고, 자금 등)로서 거의 변경이 없는 히스토리 데이터이다.

그림 1. 모바일을 이용한 기업의 물류 관리 앱

예를 들어 그림 1과 같이 모바일 환경에서 기업의 물류를 관리하는 앱을 사용하는 경우에 서버에 접속하고 사용자의 질의를 요청하여 다양한 정보를 손쉽게 얻을 수 있다. 그런데, "월별입고현황"과 같은 특별한 질의는 지난 데이터에 대하여 수행되는데, 그 결과가 거의 바뀌지 않는다. 이는 물류 앱의 특성상 질의의 대상이 되는 데이터가 변하지 않고 계속 쌓이기 때문에 이를 대상으로 하는 질의의 결과는 매번 거의 동일하다.

따라서 이러한 질의의 결과를 스마트폰에 저장하고 다음번에 똑같은 질의를 요청하는 경우에 이 결과를 바로 이용하면 서버와의 통신 없이 질의를 처리하므로 배터리 소모를 줄일 수 있다. 본 논문에서는 사용자의 질의 결과를 실체화 뷰로 저장하여 배터리 소모를 줄이는 모바일 뷰를 제안한다. 또한 서버의 데이터가 변경되는 경우에 실체화된 모바일 뷰의 일관성 유지를 위해 재수행하는 방법을 제시하고 이러한 방법의 유용성을 배터리소모 비용모델을 통해 입증한다.

Ⅳ. 모바일 뷰

4.1 모바일 뷰 정의

뷰는 다양한 사용자의 관점을 지원하기 위하여 소스 테이블로부터 유도된 가상 테이블이다. 이러한 뷰는 캐쉬처럼 데이터의 빠른 접근을 위하여 소스 튜플로부터 유도된 뷰 튜플을 저장하여 실체화한다.

본 논문에서는 모바일 환경에서 모바일기기의 배터리 소모를 줄이기 위해 질의 처리 시 실체화 뷰를 사용한다. 기존의 실체화 뷰가 질의 처리 속도 향상을 목적으로 하는 것과는 달리 본 논문에서는 질의 처리 시 서버와의 통신을 줄여 배터리 소모를 줄이는 것을 목적으로 하기 때문에 기존의 뷰와 구별하여 모바일 뷰로 정의한다.

모바일 뷰의 실체화 방법은 서버와의 통신을 최대한 줄이기 위하여 값복사 방법을 사용한다. 그 이유는 값복사 방법의 경우에, 모바일 뷰의 실체화시에 처음에만 통신을 통해 소스 튜플로부터 값을 복사하여 실체화한 후, 다음번 질의처리시에는 실체화된 뷰 튜플을 이용하므로 서버와의 통신을 줄여 배터리 소모를 줄일 수 있기 때문이다. 또한 서버의 소스 튜플은 잘 변하지않는 히스토리와 같은 데이터이기 때문에 일관성 제어 방법으로 재수행 방법을 사용하며, 일관성 제어 시점으로는 차후 변경 방법을 사용한다.

4.2 모바일 뷰의 실체화와 질의 처리

그림 2는 모바일 뷰의 실체화 과정을 나타낸다. 먼저 클라이언트인 모바일 기기에서 질의를 요청하면 실체화를 수행한다. 서버는 소스 튜플로부터 뷰를 유도하여 실체화함으로써 뷰 튜플을 만든다. 그리고 이를 클라이언트로 전송한다. 클라이언트는 전송된 뷰 튜플을 저장하여 클라이언트 측에 실체화한다. 이후 클라이언트에서 같은 질의 요청이 있는 경우에는 서버로 질의 처리를 요청하지 않고 클라이언트에서 질의를 처리한다.

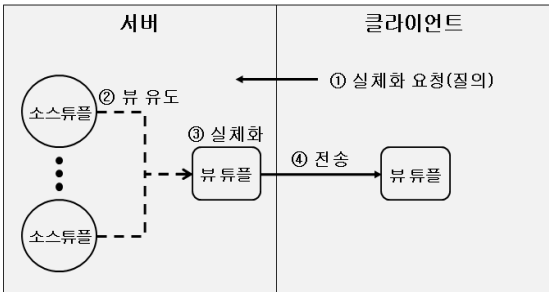

그림 2. 모바일 뷰의 실체화 과정

그림 3은 모바일 뷰를 이용한 질의처리 과정을 나타낸다. 먼저 클라이언트는 뷰에 대한 질의가 있는 경우에 서버로 일관성 검사를 요청한다. 서버는 뷰 튜플이 일관성이 있는가를 검사하는데 이때 유도관련성 테이블을 이용한다. 만약에 일관성이 유지되고 있는 경우에는 이를 클라이언트에 알리고 클라이언트는 자신이 가지고 있는 뷰 튜플로 질의를 수행한다. 반대로 일관성이 유지되고 있지 않은 경우에 서버는 다시 소스 튜플로부터 뷰를 유도하여 뷰 튜플을 실체화하고 이를 클라이언트로 전송하여 질의 처리를 수행한다. 이 과정은 맨처음 뷰를 실체화하는 과정과 동일하다.

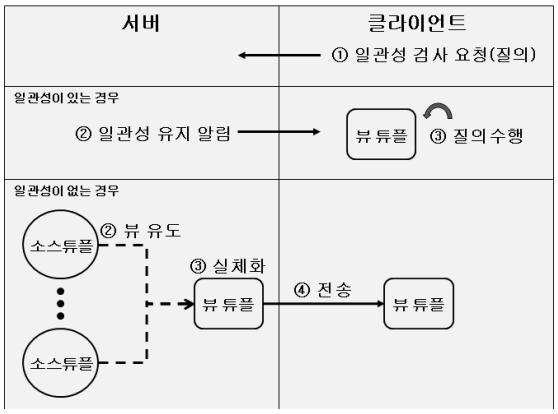

그림 3. 모바일 뷰를 이용한 질의처리

4.3 모바일 뷰의 배터리 소요 비용

본 논문에서는 모바일 뷰의 일관성 제어를 위해 재수행 방법을 사용한다. 이 방법이 다른 방법에 비해 배터리 소모가 적다는 것을 증명하기 위해 다음과 같이 배터리소모 비용을 정의한다.

$$\text{배터리소모} \propto Ccost + Tcost + \alpha \quad (1)$$

식(1)에서 배터리 소모는 CPU 연산비용인 $Ccost$와 통신비용인 $Tcost$, 그리고 기타 비용인 α의 합에 비례한다. 이 경우 $Ccost \ll Tcost$ 이므로 통신 대신에 CPU연산을 수행하여 $Tcost$를 줄인다면 배터리 소모가 비례하여 줄 것이다.

모바일 뷰를 사용하지 않는 경우에는 질의 수행 시 식(2)와 같이 비용을 소모한다. 식에서 질의 요청인 경우는 CPU 연산비용에 해당하며 질의결과전송인 경우는 통신비용에 해당한다.

$$Cost(\text{일반질의수행}) = Ccost(\text{질의요청}) + Tcost(\text{질의결과전송}) \quad (2)$$

모바일 뷰를 사용하고 일관성 유지를 위해 재수행 방법을 사용하는 경우에는 식(3)~(5)와 같이 비용이 소모된다. 먼저 뷰를 실체화하는 경우에는 식 (3)과 같이 일반질의수행인 식(2)에 뷰를 저장하는 CPU 비용이 추가된다. 그러나 실체화는 맨 처음 질의 시 처음에만 필요한 비용이므로 전체 비용에 큰 영향이 없다. 실체화 후 동일한 질의를 수행하는 경우에 일관성을 유지하고 있다면 식(4)와 같은 비용이 소모된다. 이는 뷰를 사용하지 않는 일반질의수행인 식(2)보다 훨씬 비용이 적다. 식(2)에 비해 $Ccost(\text{질의처리})$ 비용은 늘었지만 $Tcost(\text{일관성유무}) < Tcost(\text{질의결과전송})$ 이기 때문이다. 즉, 질의결과 전체를 전송하는 통신비용보다 일관성을 유지하고 있다는 정보만을 전송하는 통신비용이 매우 적기 때문이다. 마지막으로 질의수행 시 일관성 유지가 필요한 경우에는 식(5)와 같이 재수행을 수행한다. 재수행 비용은 식(3)인 뷰실체화 비용과 거의 같다(뷰를 삭제하는 CPU비용은 매우 적기 때문이다).

$$Cost(\text{뷰실체화}) = Ccost(\text{질의요청}, \text{뷰저장}) + Tcost(\text{질의결과전송}) \quad (3)$$

$$Cost(\text{뷰질의수행}) = Ccost(\text{질의요청}, \text{질의처리}) + Tcost(\text{일관성유무}) \quad (4)$$

$$Cost(\text{재수행}) \fallingdotseq Cost(\text{뷰실체화}) \quad (5)$$

따라서 소스 데이터의 변경이 빈번하지 않는 경우에는 모바일 뷰를 사용하지 않는 일반질의수행보다 재수행방법을 사용한 모바일 뷰를 이용해 질의수행을 하는 것이 비용이 적으며 이는 배터리 소모를 줄이게 된다.

Ⅴ. 구현 및 성능평가

5.1 구현 및 실험환경

본 논문에서 제안한 모바일 뷰의 효율성을 입증하기 위하여 실제 구현하고 실험을 통해 결과를 증명하였다.

먼저 서버는 사양이 Intel Core2 Duo 2.66GHz(2G 메모리)이며 OS로는 윈도우 7, 데이터베이스로는 MySQL Server 5.6을 설치하였다. 그리고 클라이언트와 통신을 위하여 JSP의 컨테이너와 웹서버 역할을 수행하는 Tomcat 8.0을 설치하고 서버측 프로그램을 JSP로 프로그래밍 하였다.

클라이언트는 LG 옵티머스 G(KT용)로서 1.5GHz Quad-Core Snapdragon S4 Pro이며 2G 메모리, 배터리용량은 2100mAh, OS는 안드로이드 4.1.2를 사용하였다. 또한 클라이언트측 프로그램을 그림 4와 같이 안드로이드 네이티브 프로그램으로 프로그래밍 하였다.

그림 4. 모바일뷰를 이용한 질의처리 실제 화면

실험 데이터는 다음과 같이 구성하였다. 먼저 속성 하나를 문자형 100byte로 구성하고 이 속성을 10개 가지도록 레코드를 구성하였다. 따라서 하나의 레코드는 레코드번호(4byte)와 10개의 문자속성으로(1000Byte) 구성되며 테이블은 이러한 레코드를 100개 가지게 구성하여 하나의 테이블의 사이즈를 약 100kB로 구성하였다. 이 데이터를 가지고 클라이언트에 실체화된 모바일 뷰에 대한 질의, Wifi를 이용한 서버 질의, 3G를 이용한 서버 질의, 4G를 이용한 서버 질의로 나누어 실험하였다.

5.2 실험결과

그림 5는 실체화된 모바일 뷰를 이용하여 질의를 수행하는 경우와 통신을 이용하여 서버에서 질의를 수행하는 경우에 배터리 사용량을 비교한 실험의 결과 그래프이다. 그림과 같이 질의 수행 횟수가 늘어날수록 모바일뷰 < wifi < 3G < LTE의 순서로 배터리 사용량이 증가하였다. 이는 앞에서 언급한 것과 같이 통신이 배터리 소모에 많은 영향을 미치며 모바일 뷰를 사용하는 경우 그 소모를 현저히 줄일 수 있다는 것을 증명하였다.

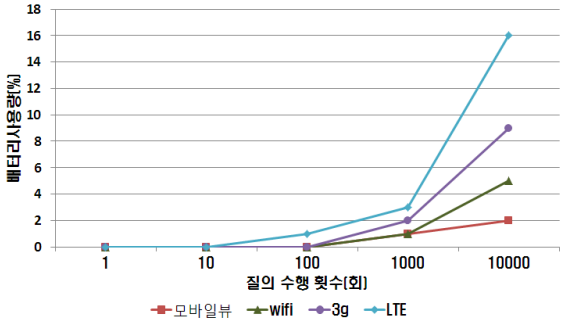

그림 5. 모바일 뷰와 서버질의의 배터리 사용량 비교 그래프

그림 6은 실체화된 모바일 뷰를 이용하여 질의를 수행하는 경우와 통신을 이용하여 서버에서 질의를 수행하는 경우에 질이 수행 시간을 비교한 그래프로서 각 수행 시간을 모바일 뷰 수행시간으로 나누어 비교하였다. 그림과 같이 질의 수행 시간은 모바일뷰 < wifi < LTE < 3G의 순서로 측정되었다. 이는 동일한 서버에서 데이터를 전송 받는 시간이므로 통신속도에 비례함을 알 수 있었으며 모바일 뷰를 사용하는 경우에는 통신을 하지 않고 바로 연산을 수행하므로 다른 방법보다 훨씬 효율적임을 증명하였다.

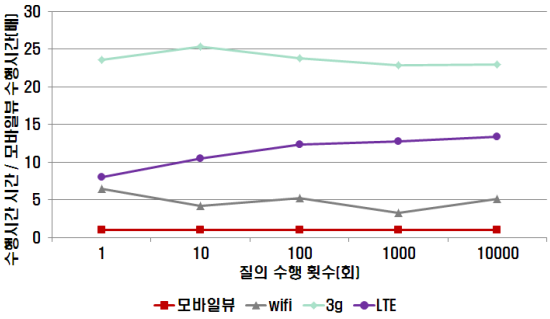

그림 6. 모바일 뷰와 서버질의의 질의 수행 시간 비교 그래프

Ⅵ. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 모바일 기기의 배터리 소모의 가장 큰 원인이 통신인 것을 착안하여 실체화된 모바일 뷰의 사용을 제안하였다. 모바일 뷰는 질의처리 시 실체화 뷰를 이용하여 서버와의 통신을 줄임으로써 배터리 소모를 줄인다. 또한 배터리소모 비용 모델을 제시하고 실험을 통해 모바일 뷰의 효용성을 입증하였다. 향후 연구로는 점진적 일관성 유지 방법과 사건-트리거 방법에 대하여 연구하는 것이다.

참고문헌

[1] 이제민, 조현우, 김형신, “스마트폰 응용 프로그램의 소모전력 분석”, 한국정보과학회 가을 학술발표논문집 제38권 제2호, pp 39-42, 2011

[2] 이창무, 이승재, 최덕재, “스마트폰 에너지 절감을 위한 통신모듈 선택 알고리즘”, 한국콘텐츠학회 논문지 제12권 제5호, pp 22-31, 2012

[3] 김예성, 송욱, 김지홍, “네트워크 사용 경향성을 활용한 스마트폰 네트워크 에너지 최적화 기법”, 한국컴퓨터종합학술대회 논문집 제39권 제1호, pp 152-154, 2012

[4] 반재훈, 김동현, “스마트폰 배터리 효율을 위한 모바일 뷰의 활용”, 한국정보통신학회 논문지 제16권 제 11호, pp 2418-2423, 2012