스마트폰 배터리 효율을 위한 모바일 뷰의 활용

반재훈* · 김동현**

Usages of Mobile Views for Battery Efficiency of a Smart Phone

ChaeHoon Ban* · DongHyun Kim**

요 약

최근 정보 기술의 가장 큰 변화 중 하나인 스마트폰은 다양한 정보 및 서비스를 손쉽게 제공하므로 기업의 여러 분야에 활용될 수 있다. 특히 의사결정을 위해 구축된 방대한 데이터를 검색하는 시스템의 경우에 스마트폰으로 서버에 질의를 요청하여 결과를 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 배터리의 소모를 줄이기 위해 모바일 뷰를 제안한다. 모바일 뷰는 질의처리 시 실체화 뷰를 이용하여 서버와의 통신을 줄임으로써 배터리 소모를 줄인다. 또한 소스 변경에 따라 모바일 뷰의 일관성을 제어하기 위한 방법을 분류하고 제시된 배터리소모 비용 모델을 기반으로 각 방법의 비용을 제시한다.

ABSTRACT

A smart phone which is one of the new IT technologies can be viable on various enterprise applications since it provides easily information and services. Especially, a smart phone can request queries to a server which finds massive data for decision making and receive the results of the queries from the server. However, a smart phone has a drawback that its battery is consumed easily due to the 4G communication.

In this paper, we propose mobile views in order to reduce the easy consumption of a battery on mobile client-server environment. The proposed mobile view scheme reduces the number of communication which is leading to power consumption using materialized views for processing queries. We also classify the methods to control the consistency of the mobile view as the sources of the view are changed and present the cost of each method based on the cost model of battery consumption.

키워드

모바일, 뷰, 실체화, 스마트폰, 배터리

Key words

Mobile, View, Materialization, Smart Phone, Battery

* 정회원 : 고신대학교 인터넷비즈니스학과 교수
** 정회원 : 동서대학교 컴퓨터정보공학부 교수(교신저자)

접수일자 : 2012. 10. 05
심사완료일자 : 2012. 10. 25

Open Access http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2012.16.11.2418

ⓒThis is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/li-censes/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Ⅰ. 서 론

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.

모바일 뷰는 실체화되므로 소스의 변경 시 일관성 제어를 수행해야 한다. 본 논문에서는 일관성 제어 방법에 따라 모바일 뷰를 분류하고 제시된 배터리소모 비용 모델을 기반으로 각각의 비용을 제시하여 모바일 뷰의 효용성을 입증한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련된 연구 동향에 대하여 기술하며 3장에서는 전통적인 환경에서의 실체화 뷰를 설명하고 일관성 제어를 위한 방법을 소개한다. 4장에서는 모바일 환경에서 배터리소모를 줄이기 위한 모바일 뷰를 정의한다. 또한 배터리소모 비용 모델을 제시하고 일관성제어 방법에 따라 모바일 뷰를 분류하고 배터리소모 비용을 계산한다. 마지막으로 5장에서는 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. 분석결과CPU 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 통신모듈을 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. 실체화 뷰의 일관성 제어

3.1. 문제 정의

스마트폰은 다양한 정보 및 서비스를 손쉽게 제공하므로 기업의 다양한 분야에 활용될 수 있다. 특히 의사결정을 위해 구축된 방대한 데이터를 검색하는 시스템의 경우 스마트폰을 클라이언트로 사용하고 서버에 질의를 요청함으로써 다양한 정보를 제공받을 수 있다.

예를 들어 그림 1과 같이 모바일 환경에서 냉동 창고를 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 냉동 창고의 특성상 질의의 대상이 되는 데

이터가 변하지 않고 계속 쌓이기 때문에 이를 대상으로 하는 질의의 결과는 매번 거의 동일하다.

그림 1. 모바일 냉동 창고 관리 앱
Fig. 1 Mobile refrigerated warehouses management App.

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 점진적 변경 방법을 제시하고 이러한 방법의 유용성을 배터리 소모 비용모델을 통해 입증한다.

3.2. 용어 정리

본 논문에서 사용하는 용어를 다음과 같이 먼저 정리한다.

- 뷰 정의문 : 뷰를 정의하기 위한 질의문으로 뷰 튜플을 유도하는데 사용된다.
- 뷰 테이블 : 뷰 정의문에 의해 유도되는 가상 테이블로서 한 개 이상의 기본 테이블 또는 다른 뷰 테이블로부터 유도된다.
- 뷰 튜플 : 뷰 정의문에 의해 유도된 뷰 테이블의 튜플로서 실제 데이터베이스에는 저장되지 않는다.
- 소스 테이블 : 뷰가 정의될 때 사용되는 테이블로서 일반 테이블 또는 뷰 테이블이 사용된다.
- 소스 튜플 : 뷰 튜플을 유도할 때 사용되는 튜플로서 일반 튜플 또는 뷰 튜플이 사용된다.
- 동일 관계 : 서버와 모바일 클라이언트에 중복 저장된 튜플 간의 관계
- 유도 관계 : 소스 튜플과 유도된 뷰 튜플 간의 관계

3.3. 실체화 뷰의 일관성 제어

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. 실체화는 소스 튜플로부터 값을 직접 복사하여 저장하는 값복사 방법과 소스 튜플의 식별자를 저장하는 식별자유지 방법이 있다. 값복사 방법의 경우 질의처리 시 속도가 빠르지만 소스 튜플이 변경되는 경우 일관성을 유지하기가 복잡하다. 반대로 식별자유지 방법은 질의처리 시 속도가 느리지만 일관성 유지가 비교적 쉽다[4].

실체화된 뷰는 관련 있는 소스 튜플이 변경되는 경우 변질(dirty) 되어 일관성을 위해 새롭게 뷰를 유지해야 한다. 이 경우에 이전의 실체화된 뷰를 모두 제거하고 새롭게 다시 실체화하는 재수행 방법과 소스 튜플과 뷰 튜플간의 관계를 보고 해당하는 뷰 튜플만을 변경하는 점진적 변경 방법이 있다.

또한 일관성 제어 시점에 따라 소스 튜플의 변경 즉시 일관성을 제어하는 즉시변경, 특정 주기적으로 일관성을 제어하는 주기변경, 특정 사건시 트리거를 발생시켜 일관성을 제어하는 사건-트리거변경, 뷰에 대해 직·간접적으로 질의 요구가 있는 경우에 일관성을 제어하는 차후변경 방법이 있다. 본 논문에서는 모바일 환경에서 이러한 실체화 뷰를 이용하여 질의를 처리함으로써 서버와의 통신을 줄여 배터리의 소모를 줄이고자 한다.

Ⅳ. 모바일 뷰

4.1. 모바일 뷰 정의

본 논문에서는 모바일 환경에서 모바일기기의 배터리 소모를 줄이기 위해 질의 처리 시 실체화 뷰를 사용한

다. 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 모바일 뷰로 정의한다.

모바일 뷰는 실체화 방법으로 값복사 방법을 사용한다. 그 이유는 식별자유지 방법이 질의 수행 시 서버로부터 식별자에 해당하는 소스 튜플을 가져오기 위해 통신을 수행하므로 배터리를 많이 소모하기 때문이다. 또한 일관성 제어 방법으로는 해당하는 뷰 튜플만 변경하는 점진적 변경 방법을 사용한다. 왜냐하면 재수행 방법은 일관성 유지 시 서버로부터 새롭게 모든 뷰 튜플을 전송 받아 통신을 유발하여 배터리를 많이 소모하기 때문이다.

그리고 일관성 제어 시점으로는 차후 변경 방법을 사용한다. 즉시변경의 경우 서버와의 잦은 통신을 유발하고 주기적변경은 뷰의 무결성을 보장하지 못하며 사건-트리거 변경은 어떤 사건이 최적화 될 것인지를 알 수 없기 때문이다.

4.2. 일관성 제어를 위한 점진적 변경

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

$$\text{배터리소모} \propto Ccost + Tcost + \alpha \tag{1}$$

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 CPU 연산을 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.

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

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 전체비용에 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 $Ccost$(질의처리) 비용은 늘었지만 $Tcost$(일관성유무) < $Tcost$(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).

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

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

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

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.

본 논문에서는 모바일 뷰의 일관성 유지를 위해 점진적 변경을 사용하며, 점진적 변경을 누가 담당하느냐에 따라 아래의 표 1과 같이 모바일 뷰의 유형을 나눌 수 있다. 표와 같이 유형1은 서버가 유형3은 클라이언트가 점진적 변경을 담당하며 유형2는 서버와 클라이언트가 점진적 변경을 나누어 담당한다.

표 1. 점진적 변경 방법에 따른 모바일 뷰의 유형
Table. 1 Types of mobile views classified by incremental update methods

유형	뷰실체화	일관성제어	추가정보
유형1	서버	서버	서버
유형2	서버	서버 클라이언트	서버 클라이언트
유형3	클라이언트	클라이언트	클라이언트

유형1은 그림과 같이 서버가 뷰실체화와 일관성유지를 담당하는 방법이다. 클라이언트가 질의를 요청하면 서버는 소스 튜플로부터 뷰 튜플을 실체화하고 이를 유지한다. 그리고 요청한 뷰 튜플을 클라이언트로 전송한다. 다음번에 동일한 질의가 발생하면 클라이언트는 서버에 일관성 유무를 요청하며 일관성이 유지된 경우에는 클라이언트에 저장된 뷰 튜플을 이용하여 질의를 처리한다. 그러나 일관성이 유지되지 않은 경우에는 서버가 점진적으로 일관성 제어를 수행하고 변경이 필요한 뷰 튜플만을 클라이언트로 전송하여 뷰를 변경하고 질의를 처리한다.

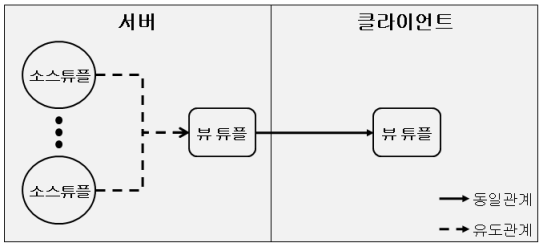

그림 2. 점진적 변경(유형 1)
Fig. 2 Incremental update(type 1)

유형1의 뷰실체화 비용은 재수행의 실체화비용인 식(3)과 같다. 또한 일관성을 유지하고 있는 경우에 뷰 질의수행은 재수행의 뷰질의수행인 식(4)와 같다. 질의수행 시 일관성 유지가 필요한 경우에는 식(6)의 비용이 든다. 재수행과 비교하면 CPU 연산비용은 다소 늘 수 있으나 질의 결과인 전체 뷰를 전송하는 비용보다 변경이 필요한 일부 뷰를 전송하는 비용이 적으므로 ($Tcost$(변경결과전송) < $Tcost$(질의결과전송)) 유형1의 점진적 변경이 비용이 적게 소모되며 그로 인해 배터리 소모도 줄어들게 된다.

$$Cost(\text{점진적변경1}) = Ccost(\text{질의요청}, \text{뷰변경}, \text{질의처리}) + Tcost(\text{변경결과전송}) \quad (6)$$

유형2는 그림과 같이 서버와 클라이언트가 뷰실체화와 일관성유지를 나누어 담당하는 방법이다. 클라이언트가 질의를 요청하면 서버는 소스 튜플로부터 뷰 튜플을 실체화하고 이를 클라이언트로 전송한다. 다음번에 동일한 질의가 발생하면 클라이언트는 서버에 일관성 유무를 요청하며 일관성이 유지된 경우에는 클라이언트에 저장된 뷰 튜플을 이용하여 질의를 처리한다. 그러나 일관성이 유지되지 않은 경우에는 서버가 점진적으로 일관성 제어를 수행하고 변경이 필요한 소스 튜플 정보를 클라이언트로 전송한다. 클라이언트는 전송받은 소스 튜플 정보를 이용하여 변경이 필요한 뷰 튜플을 검색하고 변경하여 유지한다.

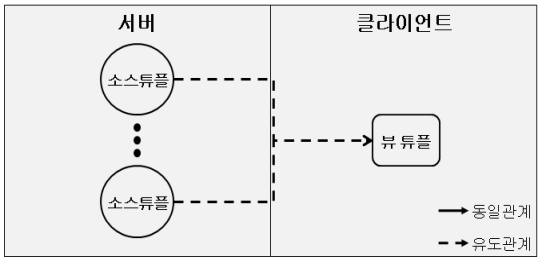

그림 3. 점진적 변경(유형 2)
Fig. 3 Incremental update(type 2)

유형2의 뷰실체화 비용은 유형1의 실체화비용인 식(3)과 같다. 또한 일관성을 유지하고 있는 경우에 뷰질의 수행은 유형1의 뷰질의수행인 식(4)와 같다. 질의수행 시 일관성 유지가 필요한 경우에는 식(7)의 비용이 든다. 유형1의 점진적변경과 비교하면 하나 이상의 소스 튜플로부터 뷰 튜플이 유도되기 때문에 변경된 뷰 튜플을 전송하는 것보다 이에 해당하는 소스 튜플을 전송하는 것이 비용이 높다. 따라서 유형1의 점진적 변경 방법이 비용이 적게 들며 배터리 소모도 줄어들게 된다.

$$Cost(\text{점진적변경2}) = Ccost(\text{질의요청}, \text{뷰탐색}, \text{뷰변경}, \text{질의처리}) + Tcost(\text{소스변경결과전송}) \quad (7)$$

유형3은 그림과 같이 클라이언트가 뷰실체화와 일관성유지를 담당하는 방법이다. 클라이언트가 질의를 요청하면 서버는 이에 해당하는 소스 튜플을 클라이언트로 전송한다. 클라이언트는 전송받은 소스 튜플을 저장하고 이를 이용하여 뷰 튜플을 유도하고 실체화한다. 다음번에 동일한 질의가 발생하면 클라이언트는 일관성 제어를 수행한다. 만약에 일관성이 유지된 경우에는 클라이언트에 저장된 뷰 튜플을 이용하여 질의를 처리한다. 그러나 일관성이 유지되지 않은 경우에는 서버로부터 변경된 소스 튜플을 받아 저장된 소스 튜플을 변경하고 뷰 튜플을 다시 유도하여 실체화하여 질의를 처리한다.

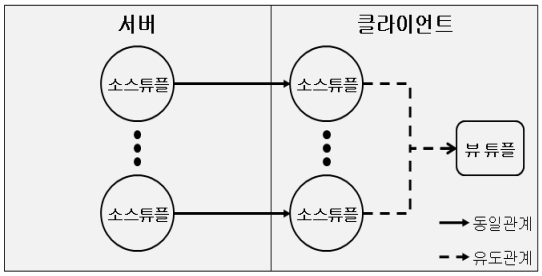

그림 4. 점진적 변경(유형 3)
Fig. 4 Incremental update(type 3)

유형3의 경우에는 뷰실체화 시 소스 튜플을 모두 전송받으므로 통신비용이 높다. 또한 점진적변경시 해당하는 소스 튜플을 다시 전송받아 일관성 제어를 수행하므로 통신비용뿐만 아니라 CPU연산비용도 높다. 따라서 유형1의 점진적 변경 방법이 비용이 적게 들며 배터리 소모도 줄어들게 된다.

V. 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 모바일 뷰의 일관성을 제어하기 위한 방법을 분류하고 제시된 배터리소모 비용 모델에 따라 각 방법의 비용을 제시하였다. 향후 연구로는 실험을 통해 모바일 뷰의 유용성을 입증하며 일관성제어 시점의 다른 방법인 사건-트리거 변경방법에서의 효율적인 사건을 연구하는 것이다.

참고문헌

[1] 이제민, 조현우, 김형신, “스마트폰 응용 프로그램의 소모전력 분석”, 한국정보과학회 가을학술발표논문집 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] 임덕성, 반재훈, 문상호, 홍봉희, “공간 데이터베이스에서 클라이언트 뷰의 일관성 제어 기법”, 한국정보과학회 논문지 제28권 제 2호, pp 140-152, 2001

저자소개

반재훈(ChaeHoon Ban)

한국정보통신학회 논문지
제16권 제9호 참조

김동현(DongHyun Kim)

한국정보통신학회 논문지
제16권 제10호 참조