

경량 데이터베이스를 이용한 칼로리 관리 애플리케이션 설계 및 구현

홍지혜, 조인식, 이영구*
경희대학교 컴퓨터공학과
{jhhong, ischo, yklee}@khu.ac.kr

Design and Implementation of Calorie Management Application using Lightweight Database

Jihye Hong, Insik Cho, Young-Koo Lee*
Dept of Computer Engineering, Kyung Hee University

요 약

최근 헬스케어에 대한 관심이 급증하면서, 운동을 통한 칼로리 관리 애플리케이션 연구들이 진행되고 있다. 기존의 연구들은 행위 인식 모델이 정교하지 못할 뿐만 아니라, 기초적인 행위 인식 기술을 사용하여 정확한 운동량을 측정하기 어렵다. 또한, 파일 시스템을 이용하여 센서, 행위, 칼로리 등의 다양한 데이터를 효과적으로 관리하기 어렵다. 본 논문에서는 경량 데이터베이스를 이용하여 개인의 칼로리 섭취량 및 소모량을 관리해주는 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 스마트폰용 경량 데이터베이스에 저장된 데이터를 활용하여 효과적으로 칼로리를 관리하며, 칼로리 소모량 측정 정확도를 높이기 위해 계층적 행위 인식 모델을 제시한다.

1. 서론

최근 우리 사회는 경제의 비약적인 발전으로 헬스케어에 대한 관심이 점차 높아지고 있다. 특히, 운동이 인체의 기능을 유지하고 체력을 향상시켜 성인병의 발현을 억제하는데 도움이 된다는 효과가 알려지면서, 운동을 통한 자신의 칼로리 소모량에 대한 관심이 늘어나고 있다[1]. 이러한 수요에 따라 실시간으로 사용자 소모 칼로리 관리가 가능한 스마트폰용 칼로리 관리 애플리케이션이 대거 등장하고 있다. Kalorama Information의 보고서[2]에 따르면, 칼로리 관리 등의 기능을 포괄하는 헬스케어 애플리케이션의 시장 규모는 41백만 달러로, 그 수요와 중요성을 입증한다.

사용자의 운동량을 자동으로 인식하는 기존의 연구들[3-4]은 칼로리 관리 애플리케이션에 대한 편리성 개선을 위해 스마트 폰에 내장된 가속도계를 이용하여 수행되었다. [3]은 단순히 가속도 센서의 값을 이용하여 움직인 횟수, 운동별 움직이는 방향 등을 추정하여 소모 칼로리를 측정하였다. [4]는 행위별 가속도계 값의 표준편차를 이용하여 규칙기반으로 행위를 인식하고, 행위에 따른 칼로리 양으로 변환하였다. 이와 같은 기존의 연구들은 행위 모델이 정교하지 못할 뿐만 아니라, 기초적인 행위 인식 기술

을 사용하여 정확한 운동량을 측정하기 어렵다.

또한, 서버 기반 컴퓨팅 환경의 기존 시스템은 방대한 양의 데이터 송수신으로 인해 많은 전력을 소모하며, 파일 시스템을 이용한 경우 다양한 종류의 센서, 행위, 위치, 칼로리 등의 데이터를 효과적으로 관리하기 어렵다. 모바일 장치와 DBMS 소프트웨어 기술의 발전으로, 서버에 의존하지 않고 모바일 장치에 최적화된 경량 DBMS를 사용한 시스템이 널리 사용될 전망이다.

본 논문에서는 경량 데이터베이스를 이용한 칼로리 관리 애플리케이션을 제안한다. 첫째, 스마트폰용 경량 데이터베이스[5]를 이용하여 서버와의 통신으로 인한 전력소모를 줄이고, 경량 데이터베이스에 저장된 데이터를 활용하여 효과적으로 칼로리를 관리한다. 둘째, 칼로리 소모량 측정 정확도를 높이기 위해 계층적 행위 인식 모델을 제시한다. 가속도계로 수집한 데이터를 이용하여 저수준 행위를 인식한 후에, GPS 센서를 통해 얻은 위치 정보를 반영하여 고수준의 행위를 인식한다.

2. 관련 연구

[6]은 위치 기반 행위 인식을 위한 개념 계층과, 행위 모델을 위한 관계형 스키마(relational schema)를 정의하였다. 위치 기반 행위 인식을 위한 개념 계층은 3단계로 이루어진다. 최하 계층은 GPS 센서를 이용하여 수집한 위치 정보로 구성된다. 중간 계층은 가속도계 센서를 이용하여 인식한 행위들로 구성된다. 최상위 계층은 행위가 발생

* 교신 저자

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2011-0020499)

하는 주요한 위치를 5개의 범주로 구성하였다. 이와 같은 계층적 행위 모델을 이용하여 주요 위치 정보를 얻어내고 사용자의 고수준 행위를 추론하는 알고리즘을 제안하였다. 고수준 행위란, 가속도계 센서의 값을 통해 인식한 저수준 행위와 GPS 센서의 값을 통해 얻은 위치 정보가 결합된 행위를 의미한다.

제안하는 칼로리 관리 애플리케이션은 칼로리 소모량의 정밀한 측정을 위해, [6]의 위치 정보가 반영된 고수준의 행위 모델을 차용하여 사용자 행위를 인식한다.

[7]은 21개 활동유형별 605개의 활동내용에 대한 MET(metabolic equivalent) 점수를 책정한 신체 활동내용별 표준화 목록을 제시하였다. METs란 신체활동의 강도를 의미하며, 1 METs는 안정시대사율(resting metabolic rate: RMR)과 동일하다. 또한 METs로부터 칼로리 소모량을 계산하는 공식을 $ACT = METs \cdot W \cdot T$ 와 같이 제시하였다. 여기서 W는 몸무게이고, T는 분 단위 활동 시간이다. 본 논문에서는 신체 활동내용별 표준화 목록을 이용하여 행위 모델을 결정하며, 칼로리 소모량 계산공식을 활용한다.

3. 경량 DB를 이용한 칼로리 관리 시스템 설계

본 논문에서 개발한 칼로리 관리 시스템의 전체 구조는 그림 1과 같다. 시스템은 사용자의 행위에 따른 가속도계 및 위치 정보를 받아 고수준 행위인식 모듈에서 고수준의 행위를 인식하고, 경량 DB에 저장한다. 칼로리 계산 엔진은 DB에서 인식된 행위 정보와 사용자 프로파일을 받아와 칼로리 소모량을 계산하고 경량 DB에 저장한다. 사용자 인터페이스는 경량 DB로부터 행위, 위치, 칼로리 소모량 등을 실시간 또는 통계 모드로 사용자에게 제공한다.

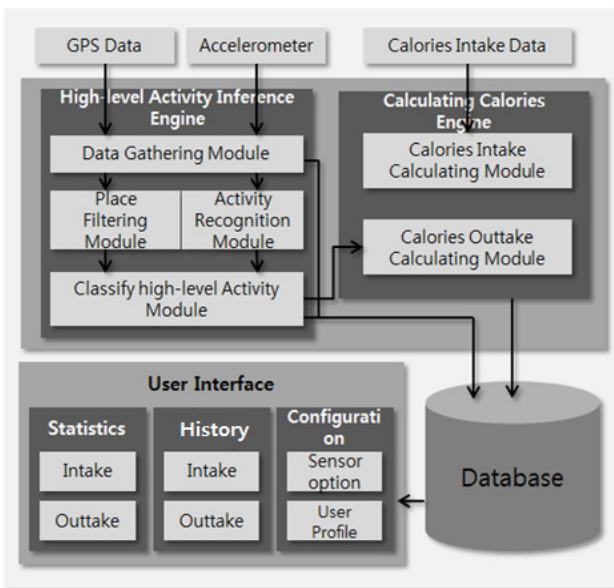


그림 1. 칼로리 관리 시스템 구성도

- 행위 추론 엔진 : 가속도 센서 정보를 입력 받아 저수준 행위를 인식하며, 인식한 저수준의 행위와 사용자의 상

태 정보인 통화내역 및 GPS의 위치 정보를 이용하여 고수준 행위를 추론한다. 저수준 행위를 인식하기 위해 평균, 표준편차, 상관관계로 구성된 특징과 SVM 분류기를 사용하였다. 표 1은 본 시스템의 7가지의 저수준 행위 및 고수준 행위에 대한 METs를 매핑한 테이블[7]이다. 표와 같이 동일한 저수준 행위라도 상태 정보나 위치 정보에 따라 고수준 행위를 추론하여 서로 다른 칼로리 소모량을 갖는다.

표 1. 저수준 및 고수준 행위의 METs

저수준 행위	위치	상태	고수준 행위	METs
눅기	-	-	-	1.0
	집	-	수면	0.9
	-	통화	전화	1.0
앉기	-	-	-	1.0
	도서관	-	학습	1.8
	버스	-	이동	1.0
	-	통화	전화	1.5
서기	-	-	-	1.2
	-	통화	전화	1.8
걷기	-	-	-	2.0
	-	통화	전화	2.5
오르기	-	-	-	8.0
	건물	-	계단 오르기	8.0
내려가기	산	-	등산	8.0
	-	-	-	3.0
	건물	-	계단 내려가기	5.0
제자리 뛰기	산	-	하산	8.0
	-	-	-	6.0

- 칼로리 측정 엔진 : 행위 추론 엔진의 출력 값인 저수준 및 고수준 행위를 입력 받고, 각 행위에 대한 칼로리 소모량을 출력한다. 경량 DB에 저장된 사용자 몸무게 W, 행위 및 지속시간 T, 행위에 대한 METs 정보를 반영하여 칼로리 소모량을 $ACT = METs \cdot W \cdot T$ 으로 측정한다[7].

- 경량 데이터베이스 : 센서, 행위, 위치 등과 같은 다양한 종류의 데이터 각각의 테이블로 그림 2와 같이 관리한다. log_sensor 테이블은 시간, GPS 등과 같은 공통 정보를 관리하고, 행위, 센서 등과 같은 데이터들은 효율적인 히스토리 열람 관련 질의를 위하여 각각의 테이블로 분리하여 관리한다. M_Place, M_user, M_Calories_Food, M_Low_Activity, M_High_Activity는 각각 장소, 사용자 프로파일, 음식별 칼로리, 저수준 행위, 고수준 행위의 메타 정보를 관리하는 테이블들이다. 고수준의 행위를 인식하기 위해서는 Log_Sensor 테이블의 인식된 저수준 행위 및 GPS 데이터와 M_Place 테이블의 장소 정보를 이용한다. 그리고 칼로리 소모량 측정을 위해서는 인식한 고수준 행위 데이터, M_High_Activity 테이블의 행위별 Mets 정보, M_User 테이블의 몸무게 정보를 이용한다.

Calories_Outtake 테이블은 매일의 총 칼로리 소모 정보를 저장하여, 일별, 월별 등의 통계 질의에 효율적으로 데이터를 제공한다.

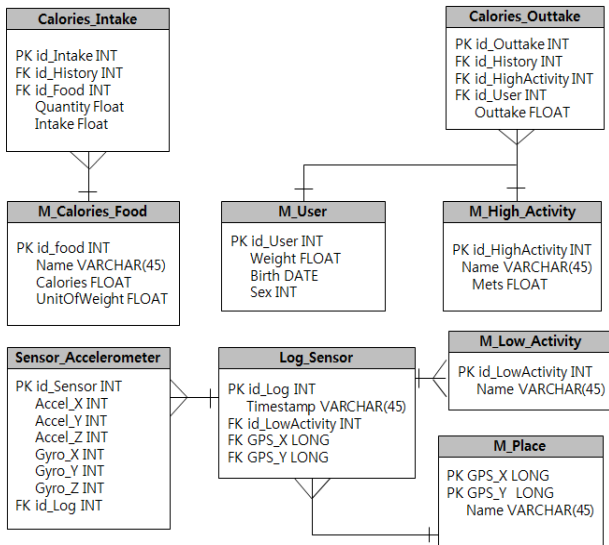


그림 2. 데이터베이스 스키마

- 사용자 인터페이스 : 칼로리 소모량 및 섭취량 통계 열람, 일자별 히스토리 열람, 환경 설정 모듈로 구성된다.



그림 3. 칼로리 관리 애플리케이션 인터페이스

4. 구현 결과

그림 3은 제안하는 애플리케이션의 사용자 인터페이스 화면이다. 사용자는 초기에 자신의 몸무게 등의 사용자 프로파일을 등록한다. 시스템은 행위 인식 모듈을 통해서 인

식한 사용자의 행위와 위치를 실시간으로 제공한다. 또한 날짜별로 머물렀던 장소, 행위 정보의 히스토리를 열람할 수 있다. 사용자가 칼로리에 관한 통계 정보를 요청하면 경량 DB에 누적된 행위 데이터를 이용하여 칼로리 소모 통계 그래프를 생성하여 제공한다. 사용자가 날짜별로 섭취한 음식의 종류 및 양을 등록하면, 소모된 칼로리와 함께 계산하여 정확한 일일 칼로리량을 제공한다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 경량 데이터베이스를 이용한 칼로리 관리 애플리케이션을 설계 및 구현하였다. 정확한 칼로리 소모량 측정을 위해 위치 기반 정보 및 사용자의 상태 정보를 갖는 계층화된 행위 인식 모델을 사용하였다. 또한, 스마트폰의 전력 소모량 감소와 센서 등의 다양한 데이터에 대한 효율적 관리를 위해 경량 DB를 활용하였다.

향후에는 칼로리 소모 및 섭취량 통계, 열람 기능 뿐 아니라, 통계 자료를 기반으로 사용자의 건강상태를 분석하여, 상태에 맞는 서비스를 제공해주는 연구가 필요할 것이다. 또한 보다 정확한 칼로리 계산을 위하여 인식 가능한 저수준 행위 범위를 확장하기 위한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 정택동, 김희찬, “U-라이프케어를 위한 생체정보의 계측,” 정보보호 학회지, no. 17, vol. 1, pp. 33-37, 2007.
- [2] “Healthcare Market Reports from Kalorama Information” <http://www.kaloramainformation.com/healthcare-market-c85p4/>
- [3] 조원식, 김광성, 김경호, 황두성, “가속도센서를 이용한 운동량 측정기기 연구,” 정보 및 제어 학술대회 논문집, pp. 87-97, 2007.
- [4] 최동운, 김진성, 송행숙, “3축 가속도 센서를 이용한 u-헬스케어 에이전트 시스템 개발,” 한국콘텐츠학회, no. 10, vol. 4, pp. 98-105, 2011.
- [5] Whang, K., Song, I., Kim, T. and Lee, K. “The ubiquitous DBMS,” SIGMOD Rec. no. 38, vol. 4, pp. 14-22, 2011.
- [6] Liao, L., D. Fox, and H.A. Kautz. “Location-Based Activity Recognition using Relational Markov Networks,” in Nineteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence, Edinburgh, Scotland, 2005.
- [7] Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, O’Brien WL, Bassett DR Jr, Schmitz KH, Emplaincourt PO, Jacobs DR Jr, Leon AS, “Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities,” Med Sci Sports Exerc., no. 32, pp. 498-504, 2000.