

<http://dx.doi.org/10.7236/IIBC.2015.15.2.157>

IIBC 2015-2-22

무선 네트워크 환경에서 사용자 이동행위 기반 저전력 라이프로그 관리기법

A Low Power Lifelog Management Scheme Based on User Movement Behaviors in Wireless Networks

이명규*, 황희정**

Myung-Kyu Yi*, Hee-Joung Hwang**

요약 스마트폰 카메라 성능이 좋아지고 클라우드 서비스가 보편화되면서 사용자는 자신의 일상을 기록하고 저장하기가 더욱 편리해졌다. 이러한 라이프로그 기술의 출현은 인터넷 서비스의 이용 뿐 아니라 패러다임을 변화시키고 개인 맞춤형 서비스의 중요성을 강조하고 있다. 라이프로그 데이터의 양이 방대해질수록, 방대한 정보를 관리하고 저장할 수 있도록 효과적인 방법이 필요하게 된다. 본 논문은 무선 네트워크 환경에서 사용자 이동행위를 기반으로 저전력 라이프로그 관리기법을 제안한다. 제안기법에선 스마트 폰의 전력소모를 최소화하기 위해서 사용자의 이동패턴을 기반으로 라이프로그 수집 및 전송 주기를 조정한다. 수학적 분석결과 제안된 기법은 기존의 라이프로그 관리 기법보다 더 좋은 성능을 보임을 확인할 수 있었다

Abstract With the ever-improving performance of smartphone cameras and the universal dissemination of cloud services, users can now record and store the events in their daily lives more easily and conveniently. The advent of lifelogging technology has been changing the uses as well as the paradigm of internet services, and emphasizing the importance of services being personalization. As the amount of lifelog data becomes vast, it requires an efficient way to manage and store such vast information. In this paper, we propose an low power lifelog management scheme based on user movement behaviors in wireless networks. In order to reduce the power consumption of a smartphone, in our proposal, frequency of data collection and transfer can be dynamically adjusted based on a user's movement pattern. The analytical results show that our approach achieves better performance than that of the existing lifelog management scheme

Key Words : lifelog, low power, lifelogging, wearable computer, sensor

1. 서론

최근 다양한 센서들이 탑재된 스마트폰의 보급과 클라우드 서비스가 보편화되면서 사용자는 자신의 일상을 기록하고 저장하기가 더욱 편리해졌다. 사용자가 직접

사진, 동영상, 메모 등을 저장하고 트위터와 페이스북 같은 SNS를 통해 내가 언제, 어디서, 누구와 만났는지, 무엇을 했는지 쉽게 기록하고 검색할 수 있으며, 스마트폰에 장착된 센서나 GPS로 수집된 정보를 통해 사용자의 위치정보, 생체정보, 운동량 등을 분석한 체계적 기록이

*정회원, 가천대학교 IT대학 컴퓨터공학과

**정회원, 가천대학교 IT대학 컴퓨터공학과(교신저자)

접수일자 : 2015년 2월 9일, 수정완료 : 2015년 3월 9일

게재확정일자 : 2015년 4월 10일

Received: 9 February, 2015 / Revised: 9 March, 2015 /

Accepted: 10 April, 2015

**Corresponding Author: hwanghj@gachon.ac.kr

Dept. of Computer Engineering, Gachon University, KOREA

저장될 수 있다. 라이프로그(lifelog)는 '일상의 기록'을 뜻하는 말로 인간의 생활을 디지털 데이터로 기록하는 행위, 혹은 그 기록 자체를 의미한다. 라이프로그의 개념을 좀 더 확장한다면 개인이 매일매일 어떤 것을 먹었는지 사진 등으로 기록하는 푸드로그(foodlog)^[1]라든지, 본인이 읽은 책, 들은 음악, 시청한 영화나 TV 프로그램을 기록하는 것도 라이프로그라 할 수 있으며, 혈압, 간수치, 혈액형 같은 건강검진 기록부터 수면 시간, 일하는 시간, 카드 기록, 소비 습관 같은 생활 데이터, 책이나 TV를 볼 때 눈동자의 시선이 어떻게 움직이는지 같은 생체 데이터 등 사람에게서 나올 수 있는 다양한 데이터의 기록이 가능하다. 라이프로그는 개인차원에서 일상생활을 오랫동안 기억하거나 공유하기 위한 단순한 기록목적이 주를 이루었으나, 최근 다양한 기업들이 각각의 전문성을 활용한 분석방법을 도입함으로써 개인의 삶의 질이 향상되는 새로운 라이프로그 비즈니스가 형성되고 있다. 요즘 쇼핑몰이나 포털 사이트에서 흔히 볼 수 있는 개인화 추천 서비스도 이와 같은 맥락으로, 사용자의 이용패턴을 분석하여 개인 맞춤형 상품을 추천해주고 있다. 온라인 서점인 아마존(amazon)은 개인의 구입 및 검색 내역을 자동적으로 분석하여 해당 사용자가 사이트에 재방문할 때 '최근 체크한 상품과 관련된 또 다른 상품'이나 '최근 검색한 상품을 구입한 다른 사람들이 같이 구매한 상품'을 보여주는데, 라이프로그를 시스템에 도입한 사례라고 볼 수 있다. 앞으로, 라이프로그 정보를 분석하여 사용자의 행동, 활동, 의도를 학습 및 추론하는 기술을 바탕으로 다양한 맞춤형 서비스나 행동 타겟팅 광고 등이 가능해질 것이다. 하지만, 이러한 라이프로그의 장점에도 불구하고 수집된 라이프로그 관리에 대한 연구는 아직 미미한 상태이다. 특히, 라이프로그 정보는 다양한 센서와 어플리케이션을 통해 실시간으로 수집되기 때문에 방대한 데이터의 관리가 반드시 필요하다. 또한, 스마트폰의 경우는 배터리 전력, 컴퓨팅 연산능력, 메모리 용량 측면에서 한계성을 가지고 있기 때문에 전력 소모를 최소화하기 위한 데이터 관리 기법이 반드시 제공되어야 한다. 본 논문은 사용자의 이동행위를 기반으로 효율적인 저 전력 라이프로그 관리 기법을 제안하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 관련 연구를 설명하고, 3장은 제안된 기법을 위한 시스템 구성 및 제안된 라이프로그 관리 기법에 대해서 설명한다. 4장은 제안된 기법의 성능평가 결과를 기술하며, 마지막 5장은 제안

된 라이프로그 관리 기법에 대한 결론을 도출한다.

II. 관련 연구

최근, 전력소모를 최소화하기 위해 제안된 라이프로그 관리 연구들은 다음과 같다. Bareth^[2]는 LBS 시스템에서 사용자의 현재 상황에 따라 위치추적에 사용할 센서를 선택하는 방법을 제안하였다. 제안 기법은 전력 소비, 정확도, 정밀도 및 가용성의 관점에서 서로 다른 특성을 갖는 여러 위치 센서의 정보를 조합하여 사용자의 위치를 결정하였으며, 최소한의 에너지 소비로 위치추적의 정확성을 감소하지 않고 효율적으로 사용자의 위치를 결정함으로써 전력소모를 최소화 하였다. Heo^[3]는 적절한 정확도를 유지하는 최적화된 수집주기를 제안하기 위해 실제 일상생활에서 스마트폰을 이용하여 사용자의 행동을 수집하고 기록하는 실험을 진행하였다. Yi^[4]은 헬스케어 서비스 지원을 위한 선택적 라이프로그 관리 기법을 제안하였다. 제안 기법은 계층적 라이프로그 관리 시스템에서 수집되는 라이프로그의 특성에 따라 전처리 및 저장을 위한 최적화 레벨을 선택함으로써 효율적으로 라이프로그 데이터를 관리하였다. Yang^[5]은 베이지안 네트워크를 이용한 모바일 라이프로그의 저 전력 데이터 마이닝을 위해 획득된 사용자의 데이터를 기반으로 트리구조로 자동적으로 설계하는 방법을 제안하였다. 제안된 기법에서 베이지안 네트워크는 노드들 간의 연관도를 유지하기 위해 상호정보량과 최대 신장트리를 이용하여 트리구조로 설계하였으며, 제안한 네트워크의 학습 방법의 유용성을 증명하기 위해 기존 방법과 시간 복잡도와 정확도를 비교하였다. 하지만, 기존의 제안된 라이프로그 기법은 라이프로그 데이터 관리에 있어서 제한적인 방법만을 제안하고 있으며, 사용자의 행위나 전력소모를 고려하지 않고 가능한 많은 센서를 사용하여 데이터를 수집하고 의미를 가공하는데 초점을 맞추고 있다. 효율적인 라이프로그 관리를 위해서 다양한 사용자의 행위와 최소화된 전력소모를 반드시 고려해야 한다. 본 논문에서는 사용자의 이동상황에서 전력소모를 최소화하기 위해서 저 전력 라이프로그 관리 기법을 제안한다. 제안 기법에서는 라이프로그 분석의 정확성에 크게 영향을 미치지 않는 범위 내의 상한 값과 하한 값을 사용자의 이동패턴에 따라 동적으로 적용하여 전력소모를 감소하고자 한다.

III. 저전력 라이프로그 관리기법

스마트폰은 가속도, 지자기, GPS, 마이크, 온도, 습도 등 다양한 센서들이 탑재되어 있으며, 핸드폰에 탑재된 각 센서별 전력사용량은 표 1과 같다.

표 1. 스마트폰에 장착된 라이프로그 수집을 위한 센서와 배터리 소모

Table 1. Approximate power consumption of cell phone sensors for lifelog

센서	배터리 소모(mW)
카메라	1258
Wi-Fi IEEE 802.11	26~1450
GPS	623
마이크로폰	329
블루투스	12~432
가속도 센서	96
2G	500~1389
3G	591~1400

사용자가 이동하는 경우 수집되는 라이프로그 데이터의 크기가 증가하게 되며, 단말기 센서의 전력소모도 증가하게 된다^[6]. 이러한 경우, 단말기로 수집되는 라이프로그 수집주기를 길게 하여 수집되는 라이프로그 데이터의 크기 및 라이프로그 센서의 전력소모를 감소할 수 있겠지만, 라이프로그 분석의 정확성은 낮아지게 된다^[3]. 라이프로그 전송주기도 라이프로그 전력소모의 영향을 미치게 된다. 일반적으로 라이프로그 시스템은 그림 1과 같이 사용자의 스마트폰(혹은 단말기)과 서버의 조합 형태로 구성되어 있다. 이러한 이유는 스마트폰이 가지고

있는 컴퓨팅 자원의 제약 때문인데, 라이프로그 저장 및 분석을 위하여 스마트폰으로 수집된 라이프로그의 정보는 주기적으로 서버에 전송되어야 한다. 이러한 경우, 라이프로그 데이터의 전송이 빈번할수록 단말기의 전력소모가 더 커지게 된다.

제안기법은 저 전력 라이프로그 관리를 위해 앵커 셀 (Anchor-cell)의 개념을 도입하고자 한다. 대부분 사용자의 이동패턴은 이동과 정지 두 상태 중의 하나에 머물러 있게 되며, 특정한 장소의 경우 아주 오랫동안 정지 상태에서 시간을 보내게 된다. 예를 들어, 회사원의 일상생활을 관찰해보자. 대부분의 시간은 집과 회사에서 가장 많은 시간을 보내고 머무르게 된다. 이런 경우, 집과 회사는 앵커 셀이 된다. 그 외의 일상생활을 살펴보면, 회사에 출근할 때와 집에 퇴근할 때 가장 많은 이동을 하게 되며, 회사 내의 사무실에서 일하고 회의에 참석하거나 고객을 상대하게 되며 구내식당이나 회사 근처식당에서 식사하게 된다. 사용자가 이동하더라도 대부분의 경우는 회사나 집 근처에 상주하게 된다. 사용자가 앵커 셀에 머무르는 경우, 대부분 밧데리는 전원에 연결된 상태이나 충전이 가능한 상태가 되며 전력소모 상황은 비교적 원활하게 된다. 제안기법에서는 이러한 사용자의 이동패턴을 고려하여 라이프로그 분석을 위한 정확성에 크게 영향을 미치지 않는 범위 내의 상한 값과 하한 값을 설정한 후, 사용자가 이동하는 경우 라이프로그 정보 수집을 위한 센서의 수집주기 및 서버로 전송하는 전송주기를 길게 하고, 사용자가 앵커 셀에 상주하는 동안 센서의 수집주기 및 서버의 전송주기를 짧게 하여 전력소모를 최소화하고자 한다. 제안기법의 자세한 알고리즘은 그림 2와 같다. 스마트폰에 장착된 모든 센서는 라이프로그 수집을 위한 센서는 센서의 중요도에 따라 필수센서와 선택센서로 구분된다. 필수센서는 사용자의 이동패턴과 상관없이 라이프로그 수집을 위해 필수적으로 사용되어야 할 센서이며, 선택센서는 스마트폰의 저 전력을 위해 선택적으로 수집주기를 조정할 수 있는 센서를 의미한다.

각 센서의 값은 초기에 사용자가 그 값을 지정하되, 선택센서는 high와 low의 센서 값 중의 하나가 설정되어 있다. 선택센서의 high는 필수센서와 동일하며 기본 값 설정된다. 선택센서의 low값은 센서의 특성에 따라 정확도에 큰 영향을 미치지 않는 한도 내의 최대값이 설정된다. 각 스마트폰은 수신되는 셀 ID값을 통해 셀 이동을 감지하며, 사용자의 이동이 발생하면 선택 센서들의 수

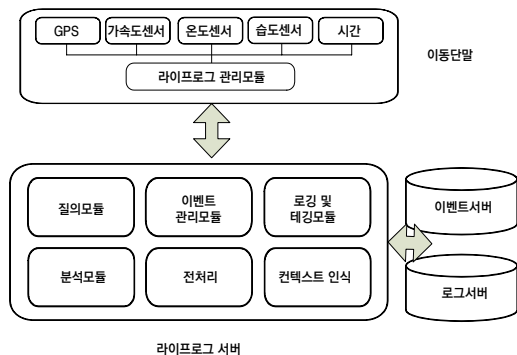


그림 1. 라이프로그 시스템 구조
 Fig. 1. Lifelog system architecture

집주기를 low값으로 설정하고 서버의 전송주기를 최대값으로 설정한다. 만약, 셀의 상주시간이 한계점 (threshold 값, T_h)을 초과하게 되면 현재의 셀을 앵커 셀로 설정한 후 선택센서의 수집주기 및 전송주기를 모두 기본 값으로 복구한다.

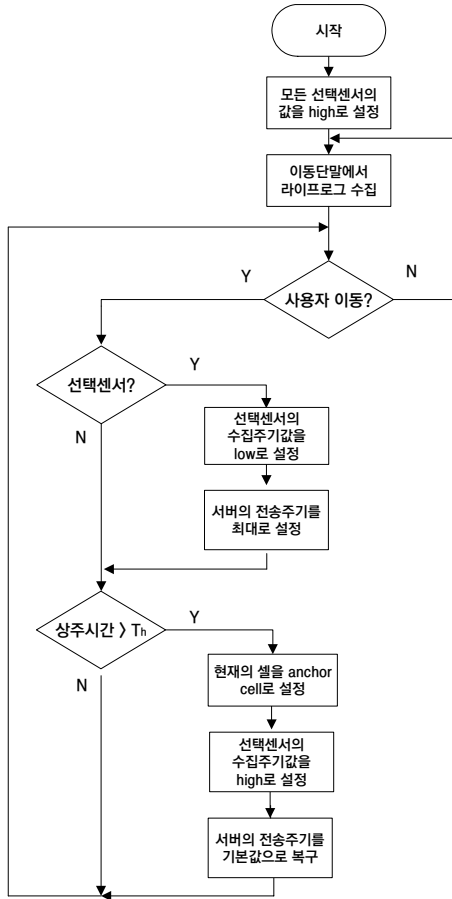


그림 2. 제안된 라이프로그 관리기법
Fig. 2. The proposed lifelog management scheme

IV. 성능평가

1. 라이프로그 관리비용

본 절에서는 기존기법과 제안기법의 성능을 비교하기 위한 비용 계산식을 구하고자 한다. 제안기법의 라이프로그 관리비용은 라이프로그 시스템에서 발생하는 전력 소모를 의미하며, 표 2과 같은 비용 계산식을 위한 매개 변수를 정의한다.

표 2. 비용 계산식을 위한 매개 변수
Table 2. Parameter values for signaling cost

매개 변수	설 명
C_T	기존기법의 라이프로그 관리비용
C'_T	제안기법의 라이프로그 관리비용
γ	스마트폰이 셀 경계를 지나갈 교차율
μ	스마트폰이 도메인 경계를 지나갈 교차율
λ	스마트폰이 셀 경계를 지나 동일한 도메인에 머무를 교차율
D_s	셀 영역의 지름
D_m	도메인 영역의 지름
V	스마트폰의 평균이동속도
P_k	스마트폰이 상태 k 에 있을 평형상태확률(equilibrium state probability)
P_0	스마트폰이 상태 0에 있을 평형상태확률(equilibrium state probability)
N_s	스마트폰이 단위시간에 이동한 셀의 갯수
n	스마트폰 필수 센서의 총 갯수
m	스마트폰 선택 센서의 총 갯수
e_i^d	단위시간동안 i 번째 필수센서에서 라이프로그 수집으로 발생하는 전력소모량
H_i^d	평균 셀 상주 시간동안 i 번째 필수센서의 라이프로그 수집주기 high값
e_j^s	단위시간 동안 j 번째 선택센서에서 라이프로그 수집으로 발생하는 전력소모량
H_j^s	평균 셀 상주 시간동안 j 번째 선택센서의 라이프로그 수집주기 high값
L_j^s	평균 셀 상주 시간동안 j 번째 선택센서의 라이프로그 수집주기 low값
σ	단위시간동안 라이프로그 전송으로 발생하는 전력소모량
δ_U	평균 셀 상주 시간 동안 서버로 전송되는 전송주기 기본 값
δ_U^{\max}	평균 셀 상주시간 동안 서버로 전송되는 전송주기 최대 값
ρ_0	스마트폰의 major 셀 상주 주기
ρ_1	스마트폰의 minor 셀 상주 주기
ρ_2	스마트폰의 minor 셀 총 상주 주기
T_h	앵커 셀을 위한 상주시간 기준값
$p_1(T_h)$	상주 셀에서 상주시간이 T_h 보다 클 확률
$p_2(T_h)$	이동 셀에서 상주시간이 T_h 보다 클 확률
α	앵커 셀이 될 확률

유동체 흐름(fluid flow) 모델에서 스마트폰의 이동방향은 서브넷과 도메인을 따라 $[0, 2\pi]$ 사이를 이동한다고 가정한다^[7].

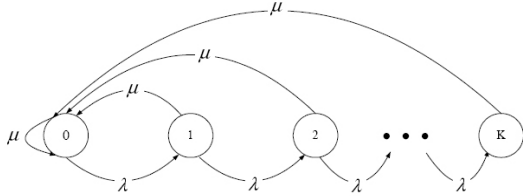


그림 3. 내재점 마코프 체인 모델
 Fig. 3. Imbedded Markov chain model

γ 를 스마트폰이 셀 경계를 지나갈 교차율이라고하고, μ 를 도메인 영역 경계를 지나갈 교차율이라고 정의하자. 또한 V 를 스마트폰의 평균속도라 가정하면, γ 과 μ 를 각각 (1)과 (2)식과 같이 정리할 수 있다^[9].

$$\gamma = \frac{4V}{\pi\sqrt{D_s}} \quad (1)$$

$$\mu = \frac{4V}{\pi\sqrt{D_m}} \quad (2)$$

(1)식과 (2)식에 의하여 스마트폰이 셀 경계들을 지나 동일한 도메인에 머무를 교차율 λ 는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\lambda = \gamma - \mu \quad (3)$$

파라미터 γ 과 μ 은 마코프 프로세스로 볼 수 있다. 따라서, 스마트폰의 이동범위는 그림 3과 같이 내재점 마코프 체인(Imbedded Markov chain) 모델을 사용하여 계산할 수 있으며, 동일한 도메인 내에서 K 개의 셀을 가지는 마코프 체인의 시스템 상태로 표현한다. 상태 k 는 동일한 도메인에서 K 개의 셀을 지난 상태를 표시한다. 따라서, 상태전이확률 λ 는 동일한 도메인에서 스마트폰이 이웃한 셀로 이동한 전이확률을 표현하며, 상태전이확률 μ 는 스마트폰이 이웃한 셀로 이동하여 도메인 영역을 벗어난 전이확률을 표현한다. 따라서, P_0 를 스마트폰이 상태 0에 있을 평행상태확률(equilibrium state

probability)이라고 정의하면, 스마트폰이 상태 k 에 있을 평행상태확률(equilibrium state probability) P_k 는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$P_k = \left(\frac{\lambda}{\lambda + \mu}\right)^k P_0 \quad (4)$$

확률법칙에 의해서, P_0 는 다음과 같이 구해질 수 있다.

$$P_0 = \frac{\mu}{\mu + \lambda} \quad (5)$$

$$P_k = (1 - P_0)^k P_0$$

스마트폰이 이동한 셀의 갯수 N_s 는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$N_s = \left[\sum_{k=0}^{\infty} k \cdot P_k \right] \quad (6)$$

따라서, 기존기법에서 발생하는 라이프로그 관리비용은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$C_T = N_s \cdot \left\{ \sum_{i=1}^n e_i^d \cdot H_i^d + \sum_{j=1}^m e_j^s \cdot H_j^s + \sigma \cdot \delta_U \right\} \quad (7)$$

(7)식의 괄호안의 첫 번째 부분은 필수센서들의 라이프로그 수집으로 발생하는 전력소모이며, 두 번째 부분은 선택센서들의 라이프로그 수집으로 발생하는 전력소모이다. 마지막부분은 셀을 이동할 때마다 서버로 전송될 때 발생하는 전력소모이다.

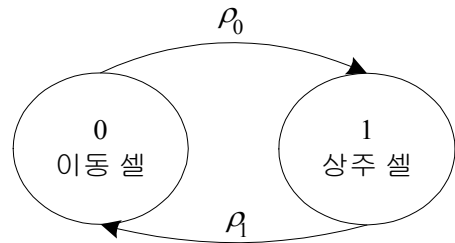


그림 4. 이동패턴에 따른 사용자의 상태 다이어그램
 Fig. 4. User's state diagram for the movement pattern

앵커 셀 상주시간 확률을 구하기 위하여 사용자의 이동패턴은 그림 4과 같이 SMM(Stop and Move Mobility)^[9] 모델을 따른다고 가정하자. 사용자가 오랫동안 상주하는 셀을 ‘상주 셀’, 사용자가 이동하는 셀을 ‘이동 셀’이라 정의하고, 스마트폰의 상주 셀 상주 시간을 $\frac{1}{\rho_1}$ 로, 스마트폰의 이동 셀 상주 시간을 $\frac{1}{\rho_2}$, 그리고 스마트폰의 이동 셀 총 상주 시간을 $\frac{1}{\rho_0}$ 으로 각각 정의하

며, 모두 지수분포를 따른다고 가정 한다 ($\frac{1}{\rho_1} \gg \frac{1}{\rho_2}$). 또한, 각 스마트폰은 셀 상주시간을 위한 타이머 값을 가지고 있으며, 앵커 셀 상주시간 기준값 T_h 은 $\rho_1 > T_h > \rho_2$ 에서 결정된다. π_i ($i = 0, 1$) 를 i 상태에 머무를 안정 상태 확률이라고 표기하면, 다음과 같은 식과 같이 표기할 수 있다.

$$\rho_0 \cdot \pi_0 = \rho_1 \cdot \pi_1 \quad (8)$$

$\pi_0 + \pi_1 = 1$ 이므로, π_i 는 아래의 식과 같이 표기될 수 있다.

$$\pi_i = \frac{\rho_{i-1}}{\rho_0 + \rho_1} \quad (i = 0, 1) \quad (9)$$

$p_1(T_h)$ 과 $p_1(T_h)$ 를 각각 상주 셀과 이동 셀에서 상주시간이 T_h 보다 클 확률이라고 가정하자. 지수분포 정의에 따라 아래의 식과 같이 표기될 수 있다.

$$p_i(T_h) = e^{-\rho_i T_h} \quad (i = 1, 2) \quad (10)$$

(9)와 (10)식을 이용하여 앵커 셀이 될 확률 α 는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\alpha = \pi_1 \cdot p_1(T_h) + \pi_0 \cdot p_2(T_h) \quad (11)$$

따라서, (7)식과 (11)식을 이용하여 제안된 기법의 라이프로그 관리비용은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$C'_T = N_s \cdot \alpha \cdot \left\{ \sum_{i=1}^n e_i^d \cdot H_i^d + \sum_{j=1}^m e_j^s \cdot H_j^s + \sigma \cdot \delta_U \right\} + N_s \cdot \left\{ (1-\alpha) \cdot \left(\sum_{i=1}^n e_i^d \cdot H_i^d + \sum_{j=1}^m e_j^s \cdot L_j^s + \sigma \cdot \delta_U^{\max} \right) \right\} \quad (12)$$

(12)식의 괄호안의 첫 번째 부분은 사용자가 앵커 셀에 상주하는 동안 발생하는 전력소모이며, 두 번째 부분은 앵커 셀이 아닌 경우 발생하는 전력소모이다.

2. 성능평가

본 절에서는 라이프로그 관리비용 계산식을 통한 실험에 따른 결과를 분석한다. 먼저, 표 3과 같이 성능 평가를 위한 매개 변수의 기본 값을 설정하며, 사용된 기본 값은 기존 논문에서 사용된 매개 변수 값과 비슷하거나 동일하다^[5,7~10]. 제안기법의 라이프로그 관리 비용을 기존기법으로 나눈 값을 상대비용으로 정의한다. 상대비용 값이 1보다 작은 경우 제안기법이 우수함을 의미한다. 그림 5은 $\delta_U = 5$, $\delta_U^{\max} = 3$, $\rho_0 = 3$, $\rho_1 = 1$, $\rho_2 = 40$, $T_h = 0.5$, $\sigma = 100$ 일 경우 단위시간에 선택센서에서 수집되는 라이프로그 평균주기 L^s 값 비율 변화에 따른 라이프로그 관리 비용을 보여주고 있다.

표 3. 비용 계산식을 위한 매개 변수

Table 3. Parameter values for signaling cost

매개 변수	값	매개 변수	값
D_s	10~100	e^d	100~5000
D_m	100~10000	H^d	1~100
V	0~150	e^s	100~5000
m	1~20	H^s	1~100
n	1~20	L^s	1~100
σ	1~100	δ_U	1~100
T_h	0.01~100	ρ_0	0.1~100
ρ_1	0.1~100	ρ_2	0.1~100

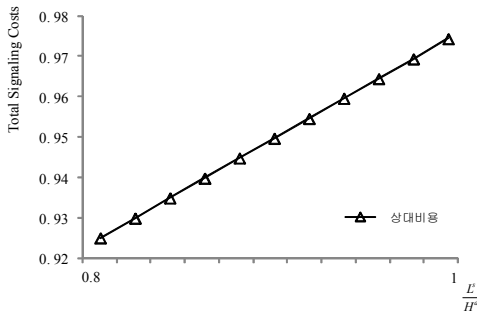


그림 5. 선택센서에서 수집되는 라이프로그 평균주기 변화에 따른 총 라이프로그 관리비용
 Fig. 5. Effect of L^s on total signaling cost

선택센서에서 수집되는 라이프로그 평균주기 L^s 값이 1인 경우는 L^s 값을 H^d 값과 동일하게 설정한 경우를 의미한다. 그림 5와 같이 선택센서의 평균수집주기 L^s 값이 증가할수록 상대비용이 증가하고 있음을 알 수 있다. L^s 의 값이 H^d 와 동일한 경우에도 서버로 전송되는 라이프로그의 전송주기를 조정함으로써 제안기법에서는 전력소모가 기존기법보다 더 작음을 알 수 있다. 그림 6은 $\delta_U = 5$, $\delta_U^{max} = 3$, $H^d = 10$, $L^s = 8$, $\rho_0 = 3$, $\rho_1 = 1$, $\rho_2 = 40$, $T_h = 0.5$, $\sigma = 100$ 일 경우 단위시간에 선택센서의 라이프로그 수집주기 변화에 따른 총 라이프로그 관리 비용을 보여주고 있다. 그림 6과 같이 단위시간에 선택센서에서 수집되는 라이프로그 크기가 클수록 상대비용이 감소하고 있음을 볼 수 있다. 제안기법에서는 선택센서의 라이프로그 수집주기 및 전송주기를 조정함으로써 기존기법보다 전력소모를 줄일 수 있음을 알 수 있다.

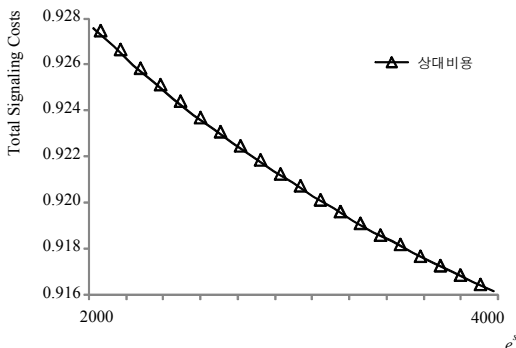


그림 6. 선택센서의 라이프로그 수집주기 변화에 따른 총 라이프로그 관리비용
 Fig. 6 Effect of e^s on total signaling cost

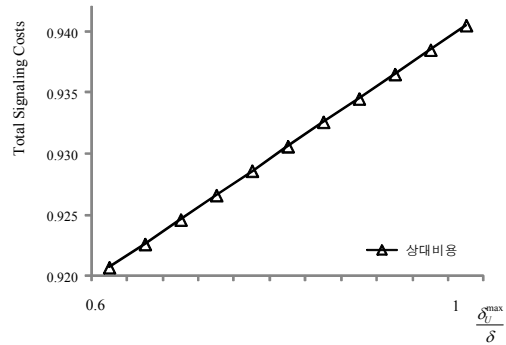


그림 7. 라이프로그 전송 기 값 비율 변화에 따른 총 라이프로그 관리비용
 Fig 7. Effect of δ_U^{max} on total signaling cost

그림 7.은 $H^d = 10$, $L^s = 8$, $\rho_0 = 3$, $\rho_1 = 1$, $\rho_2 = 40$, $T_h = 0.5$, $\sigma = 100$ 일 경우 단위시간에 라이프로그 전송주기 변화에 따른 총 라이프로그 관리 비용을 보여주고 있다. 선택센서에서 수집되는 라이프로그 평균주기 δ_U^{max} 값이 1인 경우는 δ_U^{max} 값이 δ_U 값과 동일하다는 것을 의미하며, 전송주기를 기본 값으로 설정한 경우를 의미한다. 그림 7과 같이 제안기법에서는 서버로 전송되는 라이프로그의 전송주기를 조정함으로써 기존기법보다 더 적은 전력소모를 달성할 수 있음 알 수 있다. δ_U^{max} 값이 δ_U 값과 동일한 경우에도 선택센서에서 수집되는 라이프로그 수집주기를 조정함으로써 저 전력 라이프로그 관리가 이루어지고 있음을 알 수 있다. 위의 실험결과에 종합해 볼 때, 제안기법이 전체적으로 기존 기법보다 좋은 성능을 보여주고 있다.

V. 결론

최근 라이프로그 정보는 개인 맞춤형 서비스가 모바일 환경에서 지원되는 미래의 웹서비스 콘텐츠로 대두되고 있으며, 라이프로그 정보를 활용한 연구가 활발히 진행되고 있다. 라이프로그 시스템에서 수집되는 데이터의 다양성과 복잡성 때문에 효율적인 라이프로그 관리는 라이프로그 시스템에서 가장 중요한 이슈가 되고 있다. 사용자의 이동이 많아질수록 라이프로그 센서를 통해 수집되는 데이터의 양과 데이터 처리를 위한 오버헤드는 증가하기 마련이며, 적절한 메커니즘을 통하여 전력소모를

최소화해야 한다. 본 논문은 사용자의 이동패턴을 기반으로 라이프로그 분석의 정확성에 크게 영향을 미치지 않는 범위 내의 상한 값과 하한 값을 동적으로 적용하여 전력소모를 최소화 할 수 있는 라이프로그 데이터 관리 기법을 제안하였다. 제안기법은 사용자의 이동패턴에 따라 선택센서의 라이프로그 수집주기 및 서버로 전송되는 전송주기를 동적으로 조정하여 전력소모를 최소화하였다. 유동체 흐름모델을 이용한 수학적 분석결과 제안된 시스템은 저 전력 라이프로그 관리를 통하여 기존기법보다 더 좋은 성능을 보여주고 있음을 알 수 있다.

References

- [1] Aizawa, K. ; Maruyama, Y. ; He Li ; Morikawa, C., "Food Balance Estimation by Using Personal Dietary Tendencies in a Multimedia Food Log" IEEE Transactions on Multimedia, Vol.15, Issue: 8, pp.2176-2185, 2013
- [2] Bareth, U., and Kupper, A., "Energy-efficient position tracking in proactive location-based services for smartphone environments," Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), pp. 516-521. 2011
- [3] Seonguk Heo, Yongjin Kwon, Kyungchang Kang, Changseok Bae, "Optimization of data collection cycle for activity recording in smartphone environment," Journal of Korea Next Generation Computing, Vol.8 No.5, pp.21-31, 2012.10
- [4] Adaptive Lifelog Management System for Healthcare Service, Myung-Kyu Yi, Taeg Keun Whangbo, Advanced Science and Technology Letters, Vol.72, pp.64-67.
- [5] K.-M. Yang and S.-B. Cho, "A Decision-Tree Bayesian Network for Low-power Data Mining of Mobile Lifelog," Proc. of Korea Business Intelligence Data Mining Conference, 2014. 6.
- [6] Seung-Cheon Kim, "Bus Information System based on Smart-Phone Apps using GPS Information," The journal of the Institute of Internet Broadcasting and Communication, Vol.11 no.3, pp.169-174, 2011
- [7] X. Zhang, J. Castellanos, and A. Campbell, "Design and Performance of Mobile IP Paging," ACM Mobile Networks and Applications, March, 2002.
- [8] Yang Xiao, "A dynamic anchor-cell assisted paging with an optimal timer for pcs networks," IEEE Communications Letters, pp.358-360, 2003
- [9] Sheldon M. Ross, Introduction to Probability Models : 9th Edition, Academic Press, 2007.
- [10] Jiang Xie, Ian F. Akyildiz, "A Novel Distributed Dynamic Location Management Scheme for Minimizing Signaling Costs in Mobile IP," IEEE Transactions on Mobile Computing, vol. 1, no. 3, pp. 163-175, July-Sept. 2002.
- [11] Yong Gyu Jung, Young Ho Leem, Clinical Information Interchange System using HL7-CDA, International Journal of Advanced Smart Convergence, Vol.1 No.2, pp.47-51
- [12] Eun-Ja Jo, Chi-Ho Lin, Smart Emotion Lighting Control System Based on Android Platform, The Journal of The Institute of Internet Broadcasting and Communication, VOL. 14 No. 3, June 2014, pp.147-153, 2004

※ 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발 사업의 일환으로 수행하였음. [14-824-10-023, 개인 건강정보 기반 개방형 ICT 힐링 플랫폼 기술개발]

저자 소개

이 명 규(정회원)



- 1999년 2월 : 숭실대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 2005년 2월 : 고려대학교 컴퓨터학과(이학박사)
- 2006년 10월 ~ 현재 : 가천대학교 IT대학 컴퓨터공학과 연구교수

<주관심분야 : u-Health, Big Data, Medical Informatics, Security, Ubiquitous Computing>

황 희 정(정회원)



- 2000년 9월 : 인하대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 2008년 2월 : 인천대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
- 2000년 10월 ~ 현재 : 가천대학교 IT대학 컴퓨터공학과

<주관심분야 : Software Engineering, u-Health, Big Data, Medical Informatics, Ubiquitous Computing>