The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication (IIBC)
Vol. 16, No. 5, pp.99-104, Oct. 31, 2016. pISSN 2289-0238, eISSN 2289-0246

http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2016.16.5.99
JIIBC 2016-5-15

운동 동기 부여를 위한 걷기 활동량 예측 서비스 설계 및 구현

Design and Implementation of Walking Activity Prediction Service for Exercise Motive

김보경*, 이철효**, 김도현***

Bogyeong Kim*, Cheolhyo Lee, DoHyeun Kim*****

요 약 최근 ICT를 접목한 건강 상태 및 운동량 측정 연구가 많이 진행되고 있다. 그러나 대부분의 현재 운동량이나 건강 정보를 수집하여 사용자에게 제공하고 있다. 이에 본 논문에서는 칼만 필터를 이용한 걷기 운동량 예측 서비스를 설계하고 구현한다. 이 서비스는 사용자에게 과거 운동 이력과 실시간 운동 데이터를 측정하여 제공하고, 더불어 운동 동기를 부여하고 촉진하기 위해 미래의 걷기 운동 활동량을 예측한 데이터를 제공한다. 이 서비스를 통해 많은 사람들에게 자신의 걷기 운동 상황과 미래 운동량을 사전에 파악하여 걷기 운동 동기를 유발할 수 있어 걷기 운동 증강에 도움을 줄 수 있다.

Abstract The walking exercise can alleviate stress and also it can improve health fortheir lifetime. Recent development in Information and Communication Technologies (ICT) has laid the foundation for Internet of Things (IoT) to become the future technology. IoT has many applications in industry automation, security, smart homes and cities, education, health etc. In personal health-care domain, IoT is mainly used for monitoring fitness condition by observing current activity of individual. In this paper, we have proposed a novel IoT based personal wellness care system. Proposed system not only keep track of current fitness level but also provide future activity prediction based on history data along with standard recommendations. Predicted activity helps in motivating the individual to achieve the desired fitness level. Initially, we consider only walking activity for testing purpose and later, other types of activities/exercise will be captured for improved health care support.

Key Words : Nudge, Walking Activity Prediction, Kalman Filter

Ⅰ. 서 론

최근 사회적으로 현대인의 건강상태를 파악하고 비만이나 당뇨병, 고혈압 등 만성질환을 예방할 뿐 아니라, 일상적인 식이행태 분석, 건강증진 활동지원 등을 위해 제공하는 웰니스 케어(Wellness-Care)에 관심이 집중되고 있다. 이와 같이 현대인의 건강증진을 위해 시간·경제적 활용성과 접근성 및 건강상황에 따라 강도 높은 운동인 조깅, 테니스, 댄스, 사이클링, 스키보다는 저강도의 운동인 걷기를 선호하고 있다. 특히, 걷기는 일상 활동에서 가장 중요한 역할을 담당하고 있으며, 특히 운동 부족이 유발되기 쉬운 현대 생활에서 걷기는 이동 목적 이상으로

*준회원, 제주대학교 컴퓨터공학과
**정회원, 한국전자통신연구원
***종신회원, 제주대학교 컴퓨터공학과
접수일자 : 2016년 9월 24일, 수정완료 : 2016년 10월 6일
게재확정일자 : 2016년 10월 7일

Received: 24 September, 2016 / Revised: 6 October, 2016 / Accepted: 7 October, 2016
***Corresponding Author: kimdh@jejunu.ac.kr,
Dept. of Computing Engineering, Jeju National University Jeju-Si Jeju-Do, Korea

건강 유지와 증진을 위한 하나의 운동 형태로써 이용된다[1].

최근 이러한 사회적 상황을 바탕으로 간단하면서도 누구나 어디서든 쉽고 간단하게 할 수 있는 걷기 운동에 대한 중요성이 커지고 있다. 단순히 걷기 운동하는 것을 넘어서 걷기 운동 상태 분석에 대한 요구도 증가하고 있다. 구글 핏(Google Fit)을 비롯한 스마트 폰 기반의 걷기 분석 서비스가 증가하고 있으며, 이들 서비스에서는 소비자 요구사항과 개인의 운동 데이터 측정 중심으로 개인 걷기 정보를 제공하고 있다. 특히 현재 걸음 수를 측정하고 과거의 측정 기록 제공에 초점을 두고 있다.

본 논문에서 사용자의 기본적인 현재 및 과거에 대한 걷기 운동 정보 데이터를 기본적으로 제공하고, 더불어 칼만필터 알고리즘을 이용하여 걷기 운동 활동량 예측 서비스를 설계하고 구현한다. 이를 통해 사용자에게 걷기 운동 예측 데이터 변화량를 전달함으로써 운동에 대한 경각심과 의욕을 일으키는 넛지 효과를 유도할 수 있다. 더불어 사용자에게 운동에 대한 동기 부여할 수 있어 걷기 운동 증강에 도움을 줄 수 있다.

II. 관련 연구

구글 핏은 구글이 개발한 안드로이드 내의 소프트웨어로, 피트니스 건강 트래킹 시스템이다. 사용자의 모바일 디바이스에 있는 센서를 이용하여 사용자의 피트니스 활동(걷기, 사이클링 등)을 기록하고 측정하여 알맞은 건강 정보를 제공해주며, 사용자가 지정한 목표를 달성 할 수 있도록 도와준다[2].

U-Healthcare 기반의 걷기운동 활동량 측정 시스템이 개발되었으며, 이 시스템에서는 걷기 운동 시 모니터링을 위해 많이 사용되는 만보계 기능에 센서 기술을 접목한다. 기존의 만보계가 단순히 걸음 수를 통해 운동량을 계산하는 방법을 탈피하여 GPS 수신데이터로부터 위치 이동의 거리 및 속도를 계산하고, 가속도 센서를 통하여 보폭과 움직임의 강도를 반영하고 있다. 또한 걷기운동 활동량을 측정하는 시스템을 구축함으로써 사용자의 건강유지 및 증진에 도움을 준다[1].

더불어 최근 정보 기술을 활용한 운동 이력을 관리하는 시스템도 개발되고 있으며, 운동의 성과나 효과에 대한 과학적이고 체계적인 관리의 필요성으로 운동 모니터링 기기들은 기존에 이미 나와 있는 상태이다. 그러나, 대부분의 제품들은 단순히 운동 정보(시간, 거리, 칼로리 소모량 등)를 표시하는 것이다. 운동 기록뿐만 아니라 운동 처방과 같은 코칭 기능을 겸할 수 있는 보다 개선된 형태의 운동 모니터링 기기를 사용자에게 제공한다[3].

지금까지 걷기 관련 연구에서는 센서를 통해 운동정보를 정확하게 측정하고 이를 활용한 모니터링 기능 제공에 중점을 두고 있다. 하지만 사용자들이 운동 효과를 증대하는데 도움이 되는 운동정보 제공에는 제약이 있다. 앞으로 걷기 운동 연구는 사용자들이 현재까지의 운동 데이터로부터 미래의 운동 활동량을 예측하는 정보를 제공함으로써 사용자들의 적극적으로 운동에 참여하도록 넛지 효과를 유발하는 서비스를 제공할 필요가 있다.

III. 걷기 운동량 예측 서비스 설계

걷기 운동량 예측 서비스에서 먼저 사용자는 건강상태에 대한 정보를 입력한 후 걷기 운동에 대한 데이터를 제공 받는다. 사용자는 자신의 키, 몸무게와 같은 신체 정보와 일일 목표 걸음 수와 같은 개인의 목표를 입력한다. 걷기 운동량 예측 서비스는 데이터의 측정과 예측을 통해서 과거, 현재, 미래 3가지 요소로 나누어 사용자가 원하는 부분에 대한 선택지를 주어 정보를 제공한다. 또한 걷기 운동량 예측 서비스는 사용자에게 측정된 데이터를 바탕으로 추출한 기록을 제공한다. 이와 같은 사용자가 애플리케이션을 사용하는 내용을 표현한 유스 케이스 다이어그램은 그림 1과 같다.

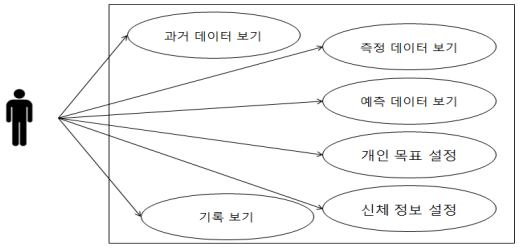


그림 1. 걷기 운동량 예측 서비스 유스 케이스 다이어그램
Fig. 1. Use case diagram of walking activity prediction service

이 서비스에서는 사용자에게 메인 화면을 보여준다. 메인화면에서 사용자의 선택에 따라 애플리케이션의 화면이 바뀌게 된다. 사용자가 선택할 수 있는 화면은 개인

정보 화면, 목표 화면, 과거 화면, 현재 측정 화면, 미래 예측 화면, 개인 기록 화면이 있다. 사용자의 선택에 따라 개인 정보 화면과 목표 화면은 각각 개인 정보 설정 화면과 목표 설정 화면으로 전환될 수 있다.

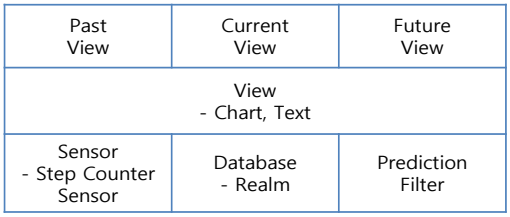


그림 2. 걷기 운동량 예측 서비스 구조
Fig. 2. Configuration of walking activity prediction service

걷기 운동량 예측 서비스는 안드로이드에서 자체적으로 제공하는 만보기 센서를 이용해 걸음 수를 측정한다. 그리고 데이터베이스에 센서가 걸음 수를 저장하고, 이 값들은 View 화면을 통해 사용자에게 제공한다. View에서 과거 화면, 현재 화면, 미래 예측 화면을 표시한다. 그림 2는 이러한 걷기 운동량 예측 서비스의 구조를 나타내고 있다.

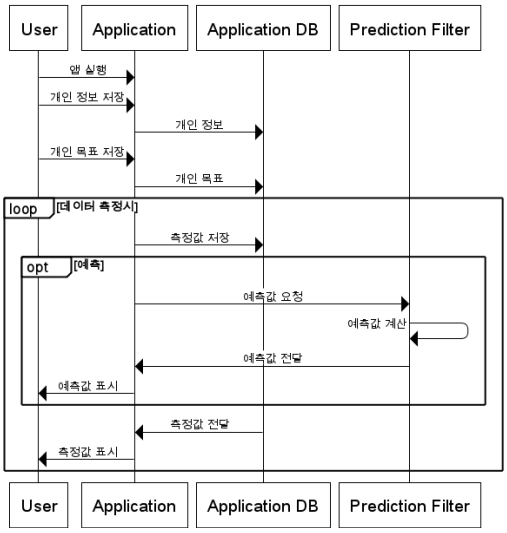


그림 3. 걷기 운동량 예측 서비스 시퀀스 다이어그램
Fig. 3. Sequence diagram of walking activity prediction service

사용자가 서비스를 사용할 때 따라야 할 기본적인 순서가 있다. 그림 3은 사용자가 걷기 운동량 예측 서비스를 사용하는 순서를 시퀀스 다이어그램으로 보여주고 있다.

걷기 운동량 예측 서비스가 수행되는 과정은 그림 4의 흐름도와 같이 나타난다. 우선 걷기 운동량 예측 서비스를 시작하면 사용자의 개인정보 입력 여부를 확인한다. 개인정보를 입력하면 사용자의 목표 입력 여부를 확인한다. 개인정보와 목표를 입력하게 되면 사용자는 과거, 현재, 미래 중 원하는 데이터를 선택한다. 데이터의 종류를 선택한 후 사용자가 원하는 데이터의 기간을 선택한다. 예측 데이터일 경우 예측 계산과정을 진행한다. 사용자의 요청에 따라 걷기 운동량 예측 서비스 결과를 출력한다.

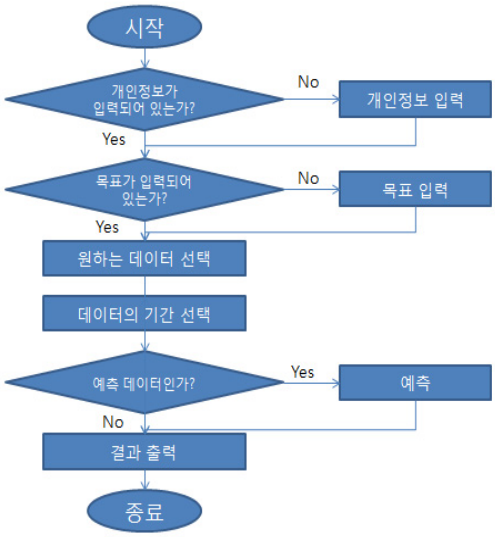


그림 4. 걷기 운동량 예측 서비스 흐름도
Fig. 4. Flow chart of walking activity prediction service

걷기 운동 활동량의 예측을 위해서는 선형 역학계의 상태를 추적하기 위해서 로봇 제어, 데이터 예측, 경로 추정 등에 널리 활용된 칼만 필터를 활용한다[4]. 이를 통해서 시간에 따라 축적되는 현재의 운동량 정보로부터 최적의 통계적 예측이 가능할 수 있다.

칼만 필터를 이용하여 걸음 수의 예측 부분을 구현하며, 그림 5에서 칼만 필터 사이클에 대한 과정을 제시하고 있다. 칼만 필터는 예측 단계와 보정 단계로 나눌 수 있다. 예측 단계 (1),(2)에서는 상태 추정과 추정에 대한 에러 변화를 계산한다. 보정 단계 (1),(2),(3)에서는 최적

의 칼만 이득(Kalman gain)값 K를 계산하고 예측 단계에서의 예측 값과 실제 측정값 간의 오차를 이용해 이전에 얻은 값을 귀납적으로 수정한다.

예측 단계 식 (1)에서 이전 데이터를 통해 예측 값을 추정한다. 구하는 x_k^-은 특정 시간 k에서의 보정을 하기 전인 걸음 수 예측 값이다. x_k^-은 $k-1$에서의 걸음 수인 x_{k-1}, 이전 상태에 대한 상태 전이인 A, 사용자 입력에 의한 상태 전이인 B, 특정 시간에서 사용자 입력인 u_k를 통해 구할 수 있다. 예측 단계 (2)에서 공분산 P_k^-을 추정한다. 본 연구에서의 예측은 상태가 전이 되지 않기 때문에 $A=1$ 이라 정의하고, 사용자 입력이 없기 때문에 $u_k=0$ 이라 정의한다. 식 (1)과 (2)는 다음과 같이 정의한다[6].

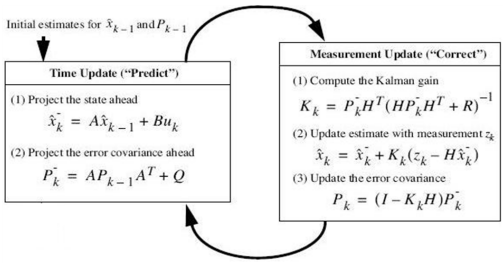


그림 5. 칼만 필터 사이클
Fig. 5. Kalman filter cycle

$$x_k^- = Ax_{k-1} + Bu_k \quad \rightarrow \quad x_k^- = x_{k-1} \tag{1}$$

$$P_k^- = AP_{k-1}A^T + Q \quad \rightarrow \quad P_k^- = P_{k-1} + Q \tag{2}$$

보정 단계 (3)에서는 P_k^-, H, R을 이용해 특정 시간 k에서의 칼만 게인 K_k을 구한다. 보정 단계 식 (4)에서 x_k^-와 K_k, z_k를 통해 특정 시간 k에서의 구하려는 걸음 수 예측 값 x_k을 구할 수 있다. 보정 단계 식 (5)에서 공분산 P_k을 보정한다. 식 (3), (4), (5)는 다음과 같이 정의한다[5][6].

$$K_k = P_k^- H^T (HP_k^- H^T + R)^{-1} = \frac{P_k^-}{(P_k^- + R)} \tag{3}$$

$$x_k = x_k^- + K_k(z_k - Hx_k^-) = x_k^- + K_k(z_k - x_k^-) \tag{4}$$

$$P_k = (1 - K_k H)P_k^- \quad = (1 - K_k)P_k^- \tag{5}$$

Ⅳ. 걷기 운동량 예측 서비스 구현

앞에서 설계한 걷기 운동량 예측 서비스를 바탕으로 안드로이드 기반의 모바일 서비스를 구현한다. 이 서비스의 개발 환경은 표 1과 같다. 여기서는 컴퓨터 프로그래밍 언어는 자바를, 개발 도구는 안드로이드 스튜디오 등을 사용한다.

표 1. 서비스 개발 환경
Table 1. Service development environment

개발 언어	개발 도구	실행 환경
Java, XML	Android Studio	Samsung Galaxy Note 4 Android 6.0Mashmallow

걷기 운동량 예측 서비스에서 운동량에 대한 정확한 계산을 위해서 먼저 사용자의 신체 정보를 입력한다. 사용자의 신체 정보로는 기본적으로 키와 몸무게가 있다. 그림 6은 사용자 자신의 신체 정보를 보여주고 있다.

그림 6. 신체 정보 화면
Fig. 6. Display of body information

표 2. 추정치 계산법
Table 2. Calculation method of estimation

요소	내용
보폭	키(cm) * 0.4
예상 거리	보폭(cm) * 걸음 수(보)
예상 소모 시간	예상 거리(m) / 성인 평균 걸음 속도(4km/h)
예상 소모 칼로리	0.0669 Kcal * 체중(kg) * 시간(분)[7]

사용자는 신체 정보를 입력 후 보 단위의 걸음 수로 표현되는 개인의 목표를 입력한다. 사용자가 입력한 목표에 따라 예상 거리, 예상 소모 시간, 예상 소모 칼로리의 추정치를 계산한다. 표 2의 계산법을 통해 추정치를 계산한다.

그림 7은 걷기 운동량 예측 서비스에서 사용자가 입력한 목표와 추정치 계산법을 통해 계산한 내용을 보여준다.

그림 7. 목표 화면
Fig. 7. Display of goal

사용자가 신체 정보와 목표를 설정한 후부터 걷기 운동량 예측 서비스는 만보기 센서를 통해 걸음 수를 측정하고 분 단위로 저장한다. 저장된 데이터 집합은 사용자에게 보기 쉽게 시각적으로 제공한다.

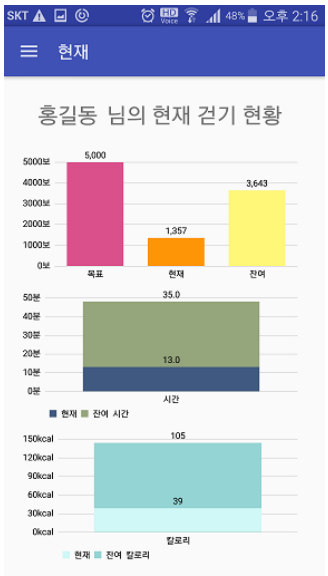


그림 8. 현재 걷기 현황 화면
Fig. 8. Display of current walking activity

사용자는 또한 설정했던 목표와 현재(당일 하루) 측정한 데이터를 비교하면서 운동한 시간, 운동 예상 소모 칼로리 등의 데이터 즉 현재 현황을 볼 수 있다. 그림 8은 현재 걷기 현황을 보여준다.

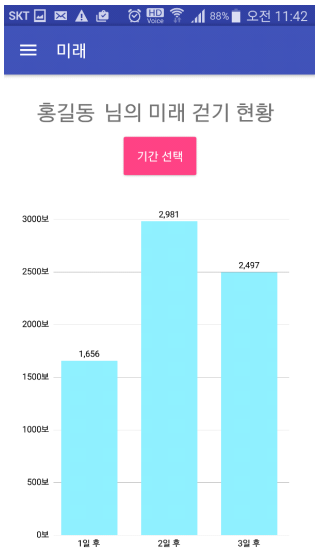


그림 9. 미래 걷기 현황 화면
Fig. 9. Display of walking activity in the future

사용자는 과거, 현재 데이터뿐만 아니라 미래 예측 데이터도 확인 가능하다. 미래 예측 데이터는 칼만 필터를 응용해 예상치를 계산한다. 그림 9는 칼만 필터를 이용해 예측한 1일 후, 2일 후, 3일 후의 예상 걸음 수를 보여준다.

그림 10. 걷기 운동량 기록 화면
Fig .10. Display of record in walking activity

측정된 걸음 수 데이터를 단순히 일별, 월별, 시간별 데이터를 제공하는 것을 넘어서 분당 최고 걸음 수, 분당

평균 걸음 수, 누적 걸음 수 등의 형태로 가공함으로써 사용자는 활동량 내용을 하나의 통계 자료로 제공받을 수 있다. 이러한 내용은 그림 10에서 나타난다.

V. 결 론

본 논문에서는 운동 동기 부여를 위해 넛지 개념을 이용한 걷기 운동 활동량 예측 서비스를 설계하고 구현한다. 이 걷기 예측 서비스를 통해 사용자는 자신의 건강 상태와 신체 활동에 대한 측정 데이터 및 예측 데이터를 제공받을 수 있다. 이 서비스로부터 추출된 데이터는 단순히 사용자에게 데이터를 제공하는 것을 넘어서 동기부여를 주어 사용자의 건강상태 향상에 기여할 것이다. 이를 통해 걸음 수에 대한 예측만을 보여주지만 소모 칼로리 등의 예측 데이터를 같이 보여준다면 사용자에게 더욱 큰 동기부여가 될 것이다.

References

[1] Eun-Sook Lee, Man-Gon Park, “A Study on the Walking Activity Measurement System Based on u-Healthcare”, Korea Multimedia Society Proceeding, VOL. 13 No. 2, pp.709-712, 2010

[2] http://developers.google.com/fit

[3] In-Hwa Hong, Myung-Seok Kang, “Ubiquitous Home, Context-Aware, Prediction Algorithm, Mode Service”, The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, VOL. 9 No. 3, pp.123-129, June 2009

[4] Kyung Ryul Choi, Chunho Choi, Sayup Kim, Yangsoo An, “Development of Management System about Exercise History Using IT”, Journal of KIISE : Computing Practices and Letters 17(2), 2011

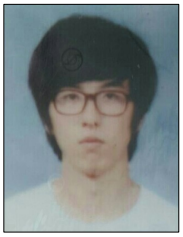
[5] http://ko.wikipedia.org/wiki/Kalmanfilter

[6] Greg Welch, Gary Bishop, "An Introduction to the Kalman Filter", University of North Carolina at Chapel Hill Department of Computer Science, Chapel Hill, NC 27599-3175, July 2006

[7] Safdar Ali, Kyung Nam Park, DoHyeun Kim, “A Study of Body Weight Prediction Using Kalman Filter”, Advanced Science and Technology Letters, Vol. 64, pp.76-79, 2014

저자 소개

김 보 경(준회원)

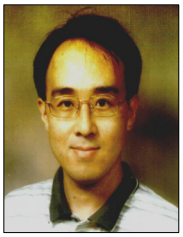


• 2011년 3월 ~ 현재 : 제주대학교 공과대학 컴퓨터공학과 학사과정

이 철 효(정회원)

• 1996년 1월 ~ 2001년 12월 : 국방과학연구소 연구원
• 2004년 8월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원

김 도 현(종신회원)



• 1990년 3월 ~ 1995년 3월 : 국방과학연구소 전산망연구실 연구원
• 2004년 9월 ~ 현재 : 제주대학교 공과대학 컴퓨터공학과 교수
• 2013년 1월 ~ 현재 : 대한전자공학회 M2M/IoT 연구회 회장

“이 논문은 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 대학ICT연구센터 육성지원사업의 결과로 수행되었음 (IITP-2016-R2718-16-0004), 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.B0126-16-1078, 클라우드와 IoT 컴퓨팅 자원 연계를 위한 IoT 서비스 프로토콜 / 행위 분석 기반의 성능향상 엔진 생성 및 초연결 IoT 네트워크/서비스 자원 관리 기술 개발)” 교신저자 : 김도현