

수면 테라피 서비스를 위한 PSQI 지원 가상 수면센서

이병문[†], 황희정^{**}

Virtual Sleep Sensor with PSQI for Sleep Therapy Service

Byung Mun Lee[†], Hee Joung Hwang^{**}

ABSTRACT

This paper proposes a virtual sleep sensor in order to monitor sleep disorder for an individual, and presents a therapy service model for the sleep management. PSQI score is usually used clinically to evaluate the levels of sleep disorder. However, The PSQI score which was only gleaned through an interview on a questionnaire can not be accurate because it is difficult to remember something about sleep during the last month. In order to resolve this problem, This paper presented the virtual sleep sensor that has a protocol to receive sleep information through physical sensors and smart algorithm. In addition, the virtual sleep sensor can be contributed to a service model for sleep therapy when it is combined with light therapy and aromatherapy. Finally, based on the findings of the experiment, its effectiveness was confirmed in the proposed model.

Key words: Sleep Quality, Sleep Management, Virtual Sleep Sensor

1. 서 론

최근에 들어서 건강한 생활습관과 운동습관을 지원하기 위한 다양한 모바일 애플리케이션이 개발되고 있다. Flex나 Jowbone와 같은 밴드형 웨어러블 디바이스와 연동하여 매일매일 운동량을 측정하고 분석해주는 애플리케이션들이 그 예이다[1,2]. 그러나 신체적인 활동보다는 정신적인 스트레스와 피로감을 측정하고 분석하는 애플리케이션은 많지 않는다. 예를 들면 Sense와 같은 기기는 모바일 기기와 연동하여 코골이와 같이 수면 중에 일어나는 상태를 측정하고 분석해준다[3]. 수면 중에 코골이가 심해지면 목젓이 기도를 막기 때문에 호흡이 일시동안 정지되는 무호흡증이 발생한다. 심한 무호흡증은 고혈압, 뇌졸중, 심혈관 질환의 원인이 되지만 심하지 않더라

도 만성피로와 졸음으로 인해 교통사고나 안전사고가 발생할 수 있어 개인의 수면 관리는 중요하지 않을 수 없다[4,5]. 특히 잠이 든 상태에서는 자신의 수면을 관찰하기 어렵기 때문에 수면 모니터링 기기를 이용한 수면관리가 필요하다[6].

최근에 개방형 하드웨어를 이용하여 다양한 센서가 탑재된 IoT기기가 개발되고 있으며 스마트폰과 같은 모바일 기기와 연동하여 여러 가지 서비스를 지원하고 있다[7]. 그 예로 침실에서 사용할 수 있는 수면케어용 디바이스로 Sleep Pill 과 Sense가 있다[3]. Sleep pill은 코를 골 때 생기는 소리와 진동을 측정하여 Sense 에게 블루투스로 전송하고 모바일 기기를 통해 수면의 질을 분석한다. 그러나 이 기기는 단순히 수면의 질을 측정하고 분석하는 기능만을 제공한다. 수면의 질을 분석하는 환경에서 더 나아가

* Corresponding Author : Hee Joung Hwang, Address: (13120) 1342, Seongnam-daero, Sujeong-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do, Korea, TEL : +82-31-750-4758, FAX : +82-31-750-4758, E-mail : hwanghj@gachon.ac.kr
Receipt date : Nov. 9, 2015, Revision date : Nov. 23, 2015
Approval date : Nov. 24, 2015

[†] Dept. of Computer Engineering, Gachon University (E-mail : bmlee@gachon.ac.kr)

^{**} Dept. of Computer Engineering, Gachon University
* This work was supported by the ICT R&D program of MSIP/IITP. [B0101-15-247, Development of open ICT healing platform using personal health data]

수면에 도움이 되고 수면장애를 치유할 수 있는 적극적인 치유환경의 조성이 필요하다.

현재 뇌신경학과 같은 임상에서 사용되는 주관적 수면평가 도구로써 PSQI(Pittsburgh Sleep Quality Index)가 사용된다[8]. PSQI는 주관적인 수면의 질, 입면시각, 기상시간, 수면시간, 수면효율, 수면장애, 수면제 복용유무, 주간기능장애를 측정하는 문진형태로 구성되어 있으며, 측정 일을 기준으로 한달 동안에 일어난 수면 상태를 측정한다[9]. 그러나 이 측정방법은 지난 한 달 동안의 수면경험을 기억하며 문진하는 형태이기 때문에 정확하게 기억해내지 못하면 문진과정에서 오류가 발생할 수 있다. 기억오류를 줄이려면 모바일 기기 또는 물리적인 측정센서가 수면 데이터를 기록하고 이를 문진과정에서 활용하면 보다 정확한 평가가 가능해진다. 수면장애에 영향을 줄 수 있는 원인중의 하나로써 개인 병력이나 가족력을 들 수 있다. 비만, 고혈압, 당뇨는 상호발병확률을 높인다. 비만 정도가 심각할수록 수면장애에 영향을 주기 때문에 질병간의 관계도 고려하여야 한다[10,11]. 이 사실로 비추어 볼 때 단순히 수면상태만을 측정하여 문진하는 전통적인 방식보다 종합적인 데이터의 수집과 분석이 같이 고려된다면 정확한 수면의 질을 분석하는데 분석품질을 높일 수 있다.

따라서 본 논문에서는 개인의 건강상태와 수면상태를 측정하고 이 데이터를 기반으로 지능화된 수면의 질을 분석하는 수면장애를 산출하는 알고리즘을 제시하고자 한다. 산출결과가 수면장애를 치유하기 위해 조명과 색광을 제어하는 라이트 테라피 서비스와 연동될 경우 수면을 치유하는 지능화된 수면 테라피 서비스가 가능하다[12,13].

본 논문의 구성을 살펴보면 제2장에서 현재 개발

된 수면관리용 기기와 서비스 모델을 살펴보고 PSQI에 대해서 살펴본다. 3장에서는 개인의 건강상태와 수면상태를 종합적으로 활용하는 지능형 수면지수 등급 알고리즘을 제시하고 이를 이용한 가상수면센서를 제안한다. 4장에서는 가상 수면센서의 유효성을 확인하기 위해 질병관리본부에서 공개한 국민건강 영양조사용 데이터를 이용하여 시뮬레이션 실험을 하며 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1 수면 관리 모니터

수면장애는 개인적인 학습장애, 능률저하, 만성피로, 안전사고를 일으킬 뿐만 아니라 사회적으로도 국가적 산업제해와 국민의 심혈관 질환 율을 높일 수 있다. 일반적으로 수면장애를 2가지 형태로 구분하는데 불면증과 호흡장애이다. 가장 흔하게 나타나는 폐쇄수면 무호흡증후군은 수면중에 기도가 좁아지거나 막혀서 일시적으로 호흡이 줄어들거나 끊어지는 코골이 현상이 발생한다. 호흡이 적거나 끊어지면 혈중 산소농도가 떨어져 깊은 잠에 들 수 없다. 더구나 수면 중에 스스로의 수면을 평가하는 것은 쉽지 않은 일이다[11].

최근에 들어 건강에 대한 관심이 늘어나면서 폭발적으로 보급된 스마트폰을 활용한 수면 관리 모니터와 애플리케이션들이 개발되고 있다[8]. 첫 번째로 Fig. 1에서 보듯이 Hello에서 개발한 Sense는 여러 가지 수면 환경정보를 측정한다[3]. 소리센서로 코고는 소리나 뒤척임 소리를 측정하고 조도센서로 침실의 밝기를 측정하며 온도센서와 습도센서로는 최적의 수면환경 정보를 측정한다. 그래서 낮과 밤을



Fig. 1. Sense sleep monitor and its application.

관별하고 측정된 온도와 습도와 미세먼지 정보까지 스마트폰으로 전송한다. 아침이 되면 스마트폰을 이용하여 자신의 수면상태에서 측정된 데이터를 분석한 결과를 수면지수로 볼 수 있다.

두 번째 사례로는 Fitbit에서 개발한 flex이다[1]. Fig. 2에서 보듯이 팔찌형태의 기기로 수면모드와 활동모드를 지원한다. 수면모드에서는 수면의 효율을 측정하기 위해 수면시간, 기상시간, 깨어난 횟수, 뒤침입 횟수, 수면패턴을 측정하고 보여준다. 수면이 끝나는 아침에는 진동을 통해서 깨워주는 진동 알람 기능을 제공하며 활동량 관리, 체중관리, 식단 및 칼로리 관리기능까지도 제공한다. Flex는 Sense 기기에 비해서 수면 관리기능은 다소 부족하지만 전반적인 건강관리 기능을 통합적으로 제공하는 장점이 있다.

Flex나 Sense와 같은 수면 모니터는 매일 매일 자신의 수면정보를 보여주고 관리하게 함으로써 보다 적극적인 자기관리가 가능하도록 동기부여를 제공해 준다. 그러나 수면관리에서 제공되는 수면지수는 독자적인 산출방식에 의해 제공되기 때문에 임상에서 사용되는 PSQI지수와는 다르므로 보다 정확한 수면 질 관리를 위해 PSQI 지수산출 기법이 활용되어야 한다.

2.2 PSQI 지수

PSQI는 개인의 수면장애를 평가하기 위해 과거 한달 동안의 수면에 대한 정보를 문진방식으로 기입한 설문지이며 19개의 문항으로 구성되어 있다[10]. Fig. 3에서 보면 수면시간(1), 수면을 취하는데 걸린 시간(2), 기상시간(3), 실제 수면시간(4)을 기록하게

되어 있다. 그 다음 문항들은 점수로 계산되는데 지난 한 달 동안에 발생한 수면장애가 어느 정도 인지를 설문하고 있다. 5번 문항의 a)의 경우는 잠자리에 누운지 30분이내에 수면을 취하지 않는 적인 지난 한달간 한번도 없었다면 0점, 주 1회 이하는 1점, 주 1회에서 2회는 2점, 주 3회 이상은 3점으로 계산한다. 이런 방식으로 각 문항에 대해서 측정된 점수를 합산한 결과 0점에서 4점까지를 획득했다면 수면의 질은 좋은 것으로 평가되며, 5점이상이라면 좋지 못한 것으로 평가한다. 합산 점수가 클수록 수면 장애의 정도가 큰 것이다.

그러나 PSQI의 평가기간이 평가시점으로부터 과거 한 달간이기 때문에 정확한 수면의 질을 분석하는데 한계가 있다[11]. 특히 객관적인 수면평가 도구인 수면다원검사보다 주관적 문진으로 데이터를 얻기 때문에 측정과정에서의 객관성을 높여야 할 필요가 있다. 이 같은 문제는 모바일 기기를 활용한 측정기법을 도입할 경우 주관적 측정방식의 문제점을 일부 보완할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 모바일 기기를 활용한 지능형 가상 수면센서를 다음에서 제안하고자 한다.

3. 지능형 가상 수면센서

3.1 수면 테라피 서비스 모델

본 논문에서 제안한 지능형 가상 수면센서는 네트워크를 통해서 필요한 개인의 건강정보와 수면정보를 수집한 후 획득한 정보를 종합적으로 고려하여 보다 정확한 수면장애등급을 산출하는 소프트웨어 센서이다. 가상 수면센서에서 산출된 수면 장애등급



Fig. 2. Flex and its application.

The Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)				
Instructions: The following questions relate to your usual sleep habits during the past month only. Your answers should indicate the most accurate reply for the majority of days and nights in the past month. Please answer all questions. During the past month,				
1. When have you usually gone to bed? _____				
2. How long (in minutes) has it taken you to fall asleep each night? _____				
3. When have you usually gotten up in the morning? _____				
4. How many hours of actual sleep do you get at night? (This may be different than the number of hours you spend in bed) _____				
5. During the past month, how often have you had trouble sleeping because you...	Not during the past month (0)	Less than once a week (1)	Once or twice a week (2)	Three or more times a week (3)
a. Cannot get to sleep within 30 minutes				
b. Wake up in the middle of the night or early morning				
c. Have to get up to use the bathroom				
d. Cannot breathe comfortably				
e. Cough or snore loudly				
f. Feel too cold				
g. Feel too hot				
h. Have bad dreams				
i. Have pain				
j. Other reason(s), please describe, including how often you have had trouble sleeping because of this reason(s):				
6. During the past month, how often have you taken medicine (prescribed or "over the counter") to help you sleep?				
7. During the past month, how often have you had trouble staying awake while driving, eating meals, or engaging in social activity?				
8. During the past month, how much of a problem has it been for you to keep up enthusiasm to get things done?				
	Very good (0)	Fairly good (1)	Fairly bad (2)	Very bad (3)
9. During the past month, how would you rate your sleep quality overall?				

Fig. 3. PSQI questionnaire.

에 따라 효과적인 치유를 위해 라이트 테라피나 아로마 테라피와 같은 테라피서비스와 연동하면 효과적인 치유가 가능할 뿐만아니라 개인상태에 따라 맞춤형 테라피 처방을 유도할 수 있다[14,15]. 예를 들면 Fig. 4의 (a)는 물리센서(소리, 진동, 시각)로부터 입면시간, 기상시간, 수면중 코골이, 뒤척임등 수면정보를 측정하고 헬스서버로부터 개인의 만성적 증상이나 질병, 그리고 일시적인 증상이나 질병과 같은 건강정보를 수집하여 모바일 기기에서 분석한다. 분석된 등급을 이용하면 조명의 색과 밝기를 자동으로 적절하게 제어하는 라이트 테라피 서비스가 가능하다. 또한 아로마 테라피와 연동될 경우에도 수면장애, 불면증, 우울증등 사용자가의 건강환경 조건을 개선하기 위해 필요한 아로마향을 선정하여 방향한다면 수면장애를 개선시키는 효과를 얻을 수 있다. 이것이 본 논문에서 제시하는 수면테라피 서비스 모

델이다.

Fig. 4의 (c)와 (d)의 경우는 동일한 라이트 테라피 기기를 두 명이상의 사용자가 공유하더라도 모바일 기기와 물리센서가 Binding 되는 시점에 따라 사용자에게 맞는 서비스가 동작될 수 있어 맞춤형 치유에 활용될 수 있다. 모바일 기반의 가상 수면센서가 이와 같은 역할을 수행하려면 두 가지 요소가 필요하다. 첫 번째로 필요한 정보를 획득하기 위하여 데이터 획득 프로토콜이 필요하며 수면장애 평가를 위하여 지능형 수면장애 평가 알고리즘이 필요하다.

3.2 데이터 획득 프로토콜

가상 수면센서는 네트워크를 이용하여 수면데이터와 건강데이터를 획득하여야 한다. 관련연구에서 살펴보았듯이 Sense pill 이나 flex 밴드와 같이 소리센서, 진동센서, 가속도센서가 탑재된 물리센서를 이

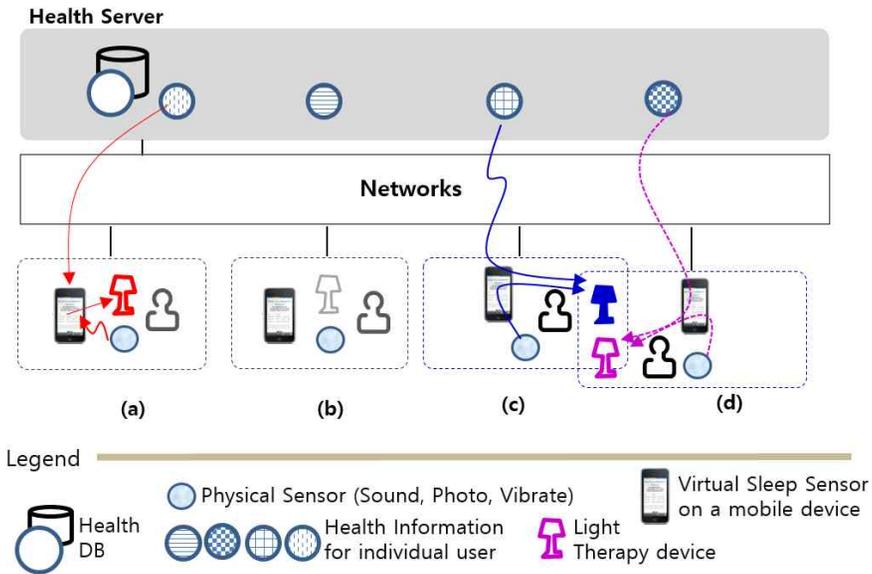


Fig. 4. Sleep therapy service model.

용하여 측정된 신체의 움직임, 뒤척임, 무호흡 정도, 저호흡 정도를 모바일 기기로 전송받아야 한다. 다른 한편으로는 서버에서 사용자의 일일 활동량, 만성적인 질환이나 단기적인 질환, 증상정보를 수신 받아야 한다. 그렇게 하려면 Fig. 5에서 보듯이 물리센서, 가상수면센서, 헬스서버, 테라피 기기간의 상호 애플리케이션 네트워크 프로토콜이 필요하다. 모바일 기기

가 물리 센서에게 주기적으로 데이터를 보내라고 요청하는 monitor.req 와 이에 대한 응답 monitor.res이 필요하다. 이 과정을 통해 주기적인 데이터의 전송이 활성화되면 물리센서가 측정한 수면 데이터를 data.req내에 포함시켜 전송한다. 수면데이터의 전송을 중지할 수 있도록 close.req도 정의한다. 모바일 기기에서는 가상 수면센서가 애플리케이션 형태로 동작

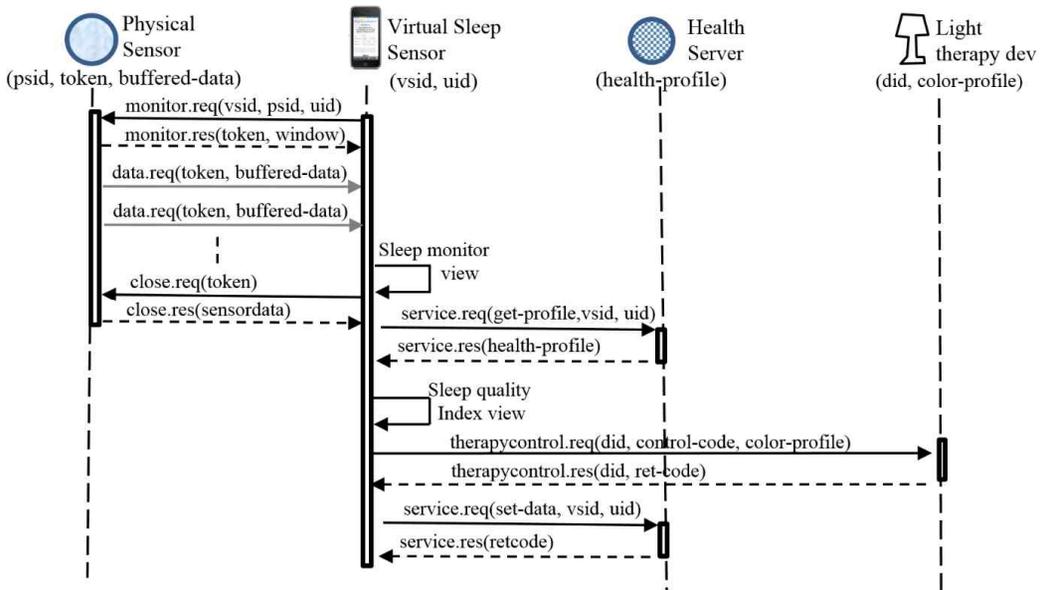


Fig. 5. Sequence diagram for the sleep therapy service model.

되면서 수신한 수면데이터를 사용자에게 보여줄 수 있다. 지난밤의 입면시간, 수면시간, 기상시간, 무호흡이나 저호흡의 횟수와 기간을 보여주는 Sleep monitor view를 제공하도록 한다. Health server 로는 service.req를 전송하여 해당 사용자의 건강정보 (health-profile)를 획득하여야 한다. 획득한 health-profile 에는 가상 수면센서에 의해 분석될 사용자의 건강정보가 포함되어 있다.

이와 같이 데이터를 획득하면 모바일 기기에서 보다 지능적인 수면장애를 분석하고 Sleep Quality Index view를 통해서 그 결과를 보여준다. 그 결과에 따라 적합한 테라피 서비스를 선정한다. Fig. 5의 경우처럼 therapycontrol.req를 이용하여 라이트 테라피 기기에서 수면치유에 효과가 있는 해당 색광이 발광될 수 있도록 하여 치유를 도울 수 있다. 또한 모바일 기기가 헬스서버에 service.req를 전송함으로써 물리센서 데이터와 가상 수면센서에서 발생한 데이터를 서버에 저장하여 추후 사용자의 사용패턴과 치유패턴으로 활용될 수 있도록 한다.

3.3 지능형 수면장애 평가 알고리즘

지능형 수면장애 평가 알고리즘은 수면장애를 진단하는 PSQI 기법에 필요한 입력항목의 대부분을 자동화하여 기억문제로 인한 문진과정에서 발생할 수 있는 오류를 최소화하도록 개선한 알고리즘이다. 물리센서와 헬스서버로부터 획득한 데이터를 한달간 누적시켜 활용할 경우 효과적인 진단결과가 예상된다.

Fig. 6을 보면 PSQI 의 1번 문항부터 5번 문항까지는 물리센서에서 생성된 데이터와 모바일 기기에 저장되어 있던 데이터를 활용한다. PSQI의 6번 문항부터 9번 문항은 자동입력이 어려운 항목이므로 모바일 기기를 통해서 문진하여 반영한다. 이 과정에서 산출된 수면지수 값이 5이상일 경우 수면장애가 있다고 PSQI에서 제시하고 있기 때문에 테라피와의 연동이 필요하다. 이 경우에는 헬스서버로부터 헬스프로파일 데이터를 받아 사용자가 만성질환 또는 일시적 질환이나 증상이 무엇인지 확인하고 그 결과에 따라 therapycontrol.req를 전송하여 테라피 기기를

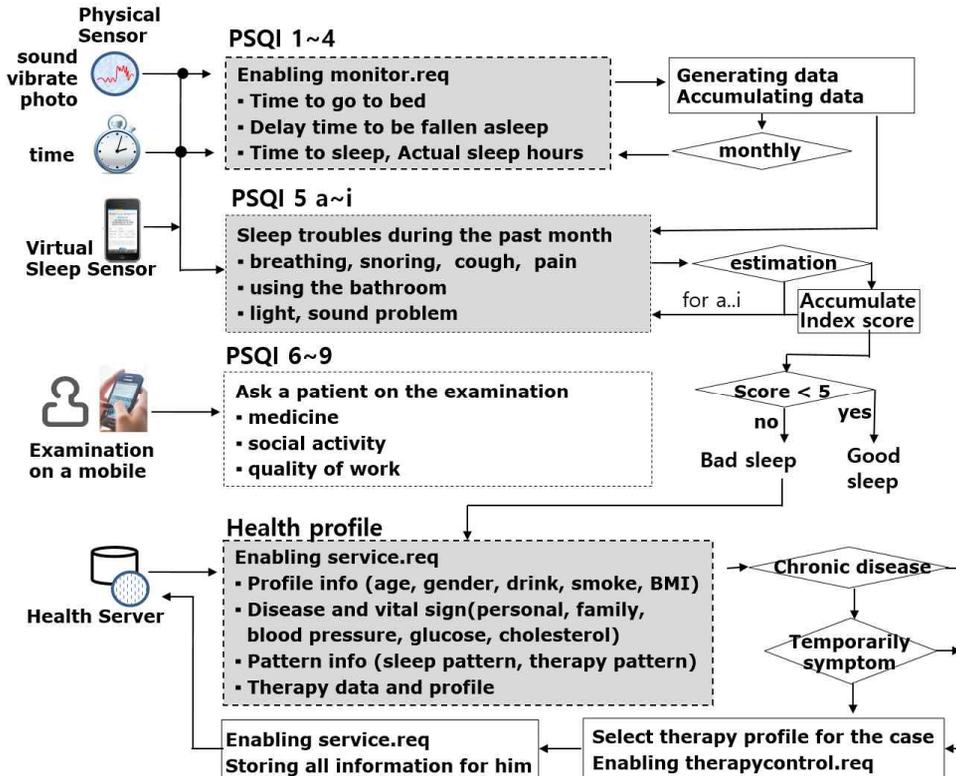


Fig. 6. Smart evaluation flow using PSQI data from sensor and server.

제어한다.

본 논문에서 제안한 수면서비스 테라피 모델의 효용성을 확인하기 위해서는 각 요소의 기능과 성능에 대한 실험을 실시하였다.

4. 실험 결과 및 고찰

서비스 모델의 효용성을 확인하기 위해 문진기반의 PSQI 결과와 기기를 이용한 PSQI 결과를 비교하여 추정된 결과의 신뢰성을 확인하고자 한다. 문진기반으로 실험을 할 경우 인간의 기억력 한계에 따른 데이터 망각 손실이 예상되기 때문에 데이터 손실을 고려하기로 하였다. 심리학자인 헤르만 에빙하우스는 인간이 학습한 사실에 대해서 하루가 지나면 33%만 기억하며 이틀이 지나면 28%, 한달이 지나면 21%만 기억한다고 하였으므로 지난 한달간의 평균 기억율을 23%로 볼 때 수면장애에 필요한 데이터의 손실율을 77%로 가정한다. 물론 인간의 반복학습능력을 고려하면 망각율은 줄어들 수 있으나 이 부분은 고려하지 않는다.

실험에 사용된 데이터는 보건복지부와 질병관리본부에서 실시하고 있는 국민건강 영양조사 제5기(2010년-2012년)에서 조사한 8059명의 데이터중에서 각 100개씩 샘플링하여 4회에 걸쳐서 총 400개의 데이터를 활용하였다. 사용한 데이터의 항목은 건강 설문, 영양, 검진분야이며 전체 578개로 중에서 수면

시간, 스트레스, 혈압, 혈당, 질병을 활용하여 PSQI에 필요한 수면시간, 수면잠복, 습관적 수면효율, 수면 방해 요소를 측정 한 뒤에 수면장애 유무를 선별하였다.

Fig. 7의 (a)는 문진방식을 이용하여 PSQI 측정결과를 보여주고 있다. 전체 100명중에서 8명이 10점이상이며, 19명이 5점 이상을 얻어 수면장애자(sleep disorder)로 분류되었다. 그러나 (b)에서처럼 동일한 100명에게 가상 수면센서를 활용한 결과 5명이 10점을 얻었고, 24명이 5점 이상을 얻어서 결과를 달라졌다. 그러나 Table 1에서처럼 실제로 국민건강 영양조사에서 조사된 원자료에는 27명이 수면장애가 있는 것으로 나와서 가상 수면센서를 활용한 방식이 더 근접한 결과를 얻은 것으로 확인할 수 있었으며, 나머지 4회 실험에서도 비슷한 결과를 얻을 수 있었다.

5. 결 론

본 논문에서는 안전사고나 심혈관 질환의 원인이 되기도 하는 수면장애를 관리하기 위해 모바일 기반의 가상 수면센서를 정의하고 이를 이용한 수면 테라피 서비스 모델을 제안하였다. 가상 수면센서는 임상에서 수면장애 지수를 진단할 때 사용하는 PSQI에 모바일 기반의 센서기기를 활용해서 데이터를 활용하는 방식을 보완해주는 장점을 갖도록 제안하였다.

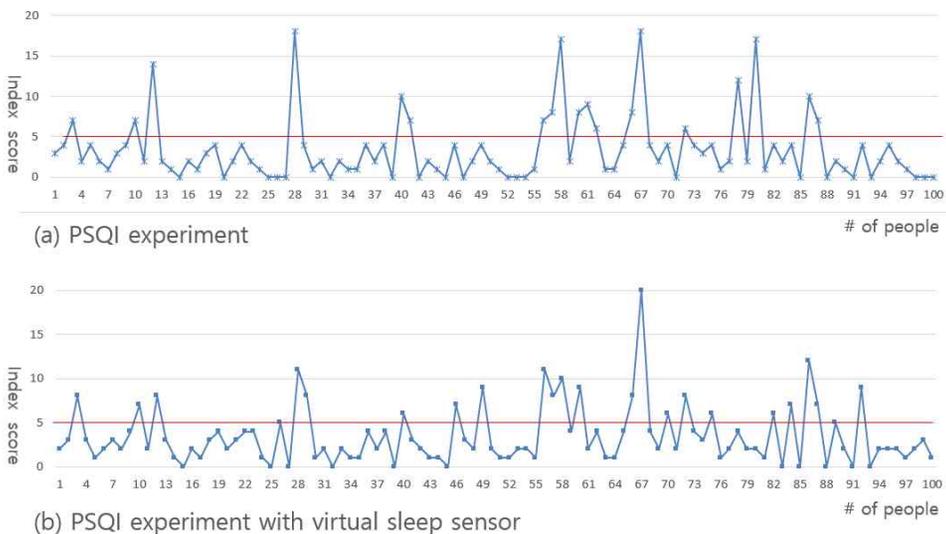


Fig. 7. Calculated scores in case of (a) only PSQI, and (b) PSQI with virtual sleep sensor and its smart algorithm.

Table 1. Comparison for PSQI and PSQI with smart sleep sensor

number of experiments	Comparison of sleep disorder				
	sleep disorder among the people	PSQI (a)		PSQI + virtual sensor (b)	
		good sleep	sleep disorder	good sleep	sleep disorder
1	27	81	19	76	24
2	20	84	16	78	22
3	25	77	23	76	24
4	21	80	20	81	25

또한 헬스서버에서 수면관리할 사용자의 건강정보를 전송받아 복합적으로 수면장애와 장애치유를 지원하는 테라피 서비스도 제공할 수 있도록 알고리즘과 프로토콜을 정의하였다.

이와 같은 서비스 모델의 효용성을 확인하기 위해 400개의 데이터를 이용하여 PSQI를 직접 이용하여 평가한 실험과 소리와 진동을 측정하여 수면중에 일어나는 활동과 상태를 모니터링하면서 자동으로 측정된 데이터로 이용한 평가실험을 비교하였다. 비교 결과 가상 수면센서를 활용한 방법이 더 유효함을 확인할 수 있었다.

수면장애에 대한 진단이 정확하여야 이를 치유효과가 좋은 방법을 제시할 수 있기 때문에 PSQI에서 사용하는 모든 항목을 가상 수면센서에서 처리할 수 있는 방안이 더 보완되어야 할 것으로 본다. 또한 아로마 테라피나 라이트 테라피를 통해 수면을 치유할 수 있는 전체 과정의 유효성을 확인하기 위한 보완연구가 향후 지속적으로 필요할 것이다.

REFERENCE

- [1] Fitbit, <http://www.fitbit.com> (accessed Oct., 8, 2015).
- [2] Jowbone, <http://www.jowbone.com> (accessed Oct., 8, 2015).
- [3] Sense, <http://www.hello.is> (accessed Oct., 8, 2015).
- [4] F. Valham, B. Stegmayr, M. Eriksson, E. Hagg, E. Lindberg, and K.A. Franklin, "Snoring and Witnessed Sleep Apnea is Related to Diabetes Mellitus in Women," *Sleep Medicine*, Vol. 10, No. 1, pp. 112-117, 2008.
- [5] S.O. Ulualp, "Snoring and Obstructive Sleep Apnea," *Medical Clinics of North America*, Vol. 94, No. 5, pp. 1047-1055, 2010.
- [6] A.S. Shirazi, J. Clawson, Y. Hassanpour, M. J. Tourian, A. Schmidt, E.H. Chi, et al., "Already up? using Mobile Phones to Track & Share Sleep Behavior," *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 71, No. 9, pp. 878-888, 2013.
- [7] D. Lee, and D. Choi, "Implementation of Zigbee-based Publish/Subscribe System for M2M/IoT Services," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 17, No. 11, pp. 1461-1472, 2014.
- [8] Z. Chen, M. Lin, F. Chen, N.D. Lane, G. Cardone, R. Wang, et al., "Unobtrusive Sleep Monitoring using Smartphones," *Proceeding of International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare and Workshops*, pp. 145-152, 2013.
- [9] O.O. Aloba, A.O. Adewuya, B.A. Ola, and B.M. Mapayi, "Validity of the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) among Nigerian University Students," *Sleep Medicine*, Vol. 8, No. 3, pp. 266-270, 2007.
- [10] PSQI Questionnaire, http://consultgerirn.org/uploads/Files/trythis/try_this_6_1.pdf (accessed Oct., 8, 2015).
- [11] R. Nandakumar, S. Gollakota, and N. Watson, "Contactless Sleep Apnea Detection on Smartphones," *Proceedings of the 13th Annual International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services*, pp. 45-57, 2015.

- [12] R.J. Beun, "Persuasive Strategies in Mobile Insomnia Therapy: Alignment, Adaptation, and Motivational Support," *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol. 17, No. 6, pp. 1187-1195, 2013.
- [13] H. Profita, A. Roseway, and M. Czerwinski, "Lightwear: An Exploration in Wearable Light Therapy," *Proceedings of the Ninth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction*, pp. 321-328, 2015.
- [14] M.J. Deen, "Information and Communications Technologies for Elderly Ubiquitous Health-care in a Smart Home," *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol. 19, No. 3, pp. 573-599, 2015.
- [15] M. Kim, and Y.J. Kwon, "Effects of Aroma Inhalation on Blood Pressure, Pulse, Visual Analog Scale, and McNair Scale in Nursing Students Practicing Intravenous Injection at the First Time," *International Journal of Advanced Science and Technology*, Vol. 23, pp. 21-31, 2010.



이 병 문

1988년 2월 동국대학교 전자계산
학과 학사
1990년 2월 서강대학교 전자계산
학과 석사
2008년 2월 인천대학교 컴퓨터공
학과 박사

1990년~1997년 LG전자(구 LG정보통신) 중앙연구소 네
트워크 연구실 선임연구원
1998년 3월~현재 가천대학교 IT대학 컴퓨터공학과 교수
관심분야 : 스마트헬스, 센서네트워크, 운영체제, 사물인
터넷(IoT), 지능형서비스



황 희 정

2000년 9월 인하대학교 컴퓨터공
학과 석사
2008년 2월 인천대학교 컴퓨터공
학과박사
2000년 10월~현재 가천대학교
컴퓨터공학과 교수

관심분야 : Software Engineering, u-Health, Big Data,
Medical Informatics, Ubiquitous Computing.