

멀티센서 기반 수면장애 개선을 위한 의사결정 지원시스템의 설계

임성현*, 박석천**, 박장호***, 김응환***

*가천대학교 일반대학원 모바일 소프트웨어학과

**가천대학교 컴퓨터공학과 교수(교신저자)

***비트컴퓨터 유헬스케어사업부

e-mail : zerocool0713@naver.com

Design of Decision Support System for Improvement of Sleep Disorder Based on Multi-sensor

Sung-Hyun Lim*, Seok-Cheon Park**, Jang-Ho Park***, Eung-Hwan Kim***

*Dept of Mobile Software, GaChon University

**Dept of Computer Engineering, GaChon University(Corresponding Author)

***Dept of U-Healthcare, BIT Computer Co., Ltd.

요 약

대표적인 수면장애로 수면 무호흡증과 코골이가 있는데 수면다원검사를 통해 진단할 수 있다. 그러나 수면다원검사는 비용적, 공간적, 시간적 제약이 수반되기 때문에 이를 해결하려는 연구가 대두되고 있다. 수면장애와 그 요인을 검출하기 위해 가속도센서, 소음센서, 온도센서, 습도센서로 구성된 측정 장치에서 획득한 데이터와 건강, 운동, 생활습관 데이터를 활용하여 어떤 요인에 의해 수면장애의 정도가 악화되고 개선되는지를 사용자에게 제공하는 의사결정 지원시스템을 설계한다. 또한 홈 게이트웨이와 뷰어 역할에 스마트 폰을 사용하여 일반인이 보다 쉽게 측정하고 측정결과와 추론결과를 지속적으로 확인할 수 있는 시스템을 제안한다.

1. 서론

코골이는 좁은 구인두나 비인두를 통해 숨을 들이쉴 때 연구개를 비롯한 구강 및 인두부의 유연한 구조물들이 진동함에 따라 발생하는 소리로 정의한다[1]. 이때 상기도의 협착에 의해 공기의 흐름이 일부 차단되어 폐쇄성수면무호흡증을 동반하기도 하는데 이것은 반복적인 상기도 폐쇄에 의한 폐포저환기를 해소하기 위해 수면 중 분절적인 각성을 요하는 수면장애를 말한다[2]. 수면무호흡증후군은 중년 남성의 4%와 중년 여성의 2%가 겪고 있는 질병으로 야간의 수면분절로 인한 주간 과다한 졸음이 나타나고, 무호흡으로 인한 동맥혈 내 산소 포화도의 감소는 고혈압, 부정맥 등을 일으킬 뿐만 아니라 심지어 수면 중 심장마비, 돌연사 등의 심각한 결과를 초래할 수 있다[3][4]. 수면무호흡을 진단하는 일반적인 방법에는 수면다원검사가 있다. 수면다원검사는 수면 중 여러 가지 호흡 장애에 대하여 가장 확실한 진단을 내릴 수 있는 검사로서, 일반적으로 근전도, 뇌전도, 심전도, 안전도, 혈압, 구비성 기류(oral nasal airflow), 호흡, 산소포화도, 사지 운동, 기관지음(tracheal sound), 코골음 등을 측정하며, 의학전문가가 여러 가지 생체신호를 비교, 검토하여 수면무호흡의 유무를 진단하게 된다. 그러나 수면다원검사의 경우 여러 가지 생체신호 계측을 위해 전극 및 계측 장비를 몸에 부착해야 하므로 환자들이 큰 거부감을 느끼는 단점이 있으며, 고가의 검사 비용이 소요되고 앞에서 언급한 계측장비들이 있

는 병원 또는 연구소에서 검사를 해야 하는 장소의 제약이 있다[5]. 또한 하룻밤 사이에 측정된 결과를 가지고 진단을 하게 되는데 피검사자의 건강상태나 검사 당일의 컨디션 등은 고려되지 않는다. 이런 제약들을 극복하기 위해 비트컴퓨터의 드림슬립v1을 사용하여 수면 정보를 수집하였으며 측정 시 모바일 앱에서 설정 후 복부에 착용하고 입면하면 된다. 본 논문에서는 건강 데이터, 운동 데이터 및 생활습관 데이터를 측정된 수면 데이터와 함께 분석하여 어떤 이유로 수면장애의 정도가 악화되고 개선되는지에 대한 요인을 파악 가능하게 하여 사용자의 의사결정에 도움을 주며 측정된 데이터들의 지속적인 추이도 살펴볼 수 있는 시스템을 설계한다.

2. 관련연구

2.1 수면정보 취득 방법 및 이론

수면장애 검출을 위한 호흡과 관련된 이전 연구를 살펴볼 때, 다양한 문제들이 지적되고 있으며 이를 해결하기 위해 가속도 센서 회로를 흉부 및 복부에 부착함으로써 호흡에 의한 근육의 상하 움직임을 Z축의 움직임에 의한 전압 변화량으로 측정하고 호흡 상태를 분석하였다. 수면 자세에 대한 정보는 수면자의 움직임에 따라 가속도 센서의 각 축의 출력 값의 변화로 어느 방향으로 어느 정도의 시간동안 수면을 취하는지에 대한 정보를 취득하였다 [6][7].

2.2 수면 무호흡 및 코골이 진단

수면 무호흡의 중증도를 판정하기 위해서 AASM(미국수면의학회)의 Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events(2007)와 ICSD 2nd(The international classification of sleep disorders)를 참고하여 AHI(Apnea Hypopnea Index)를 이용한다. AHI 스코어란, 수면 중에 1시간당 무호흡 및 저호흡이 10초 이상 지속된 횟수이다. 다음의 <표 1>과 <표 2>는 정도에 따른 수면 무호흡과 코골이를 분류한 표이다.

<표 1> AHI에 따른 무호흡 분류

| 구분 | 내용 |
|-----|----------|
| 경증 | 5 ~ 15회 |
| 중등증 | 16 ~ 30회 |
| 중증 | 30회 이상 |

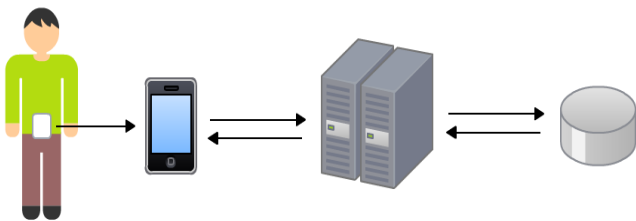
<표 2> 정도에 따른 코골이 분류

| 구분 | 내용 |
|-----|--|
| 경증 | 가끔 코를 골 때, 특히 똑바로 누워서 자거나, 심하게 지쳤을 때, 과음했을 때 그리고 과식했을 때 코를 고는 경우 |
| 중등증 | 자주 코를 골고 어떤 자세로 자더라도 코를 고는 경우 |
| 중증 | 밤새도록 큰 소리로 코를 골고 옆방에서도 코고는 소리가 들리는 경우 |

3. 의사결정 지원시스템 설계

3.1 시스템 구성

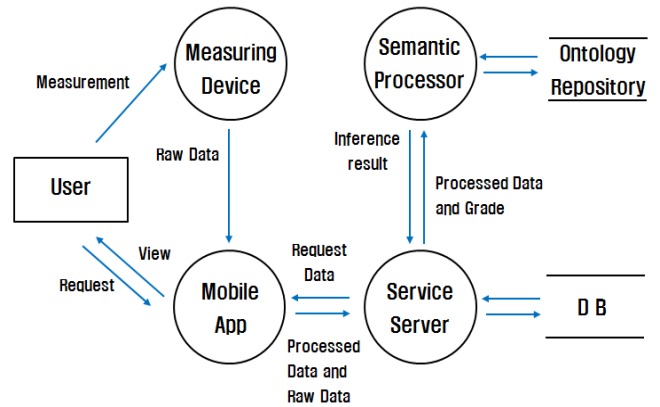
본 논문에서 제안하는 시스템의 구성은 (그림 1)과 같으며 사용자가 복부에 착용하는 측정 장치와 스마트 폰의 애플리케이션 그리고 응용서버, 데이터베이스로 구성하였다.



(그림 1) 시스템 구성도

본 논문에서 설계한 전체 데이터의 흐름은 (그림 2)와 같다. 측정 장치를 이용하여 측정을 종료하면 원시 데이터를 모바일 앱으로 전송하고 모바일 앱에서는 데이터를 가공 후 원시 데이터와 함께 서버로 전송한다. 서버에서는 데이터를 등급화하여 시맨틱 처리를 하고 추론 결과를 데이터베이스에 저장한다. 또한 기존 원시 데이터와 가공된 데이터도 데이터베이스에 저장하며 사용자의 요청이 있을

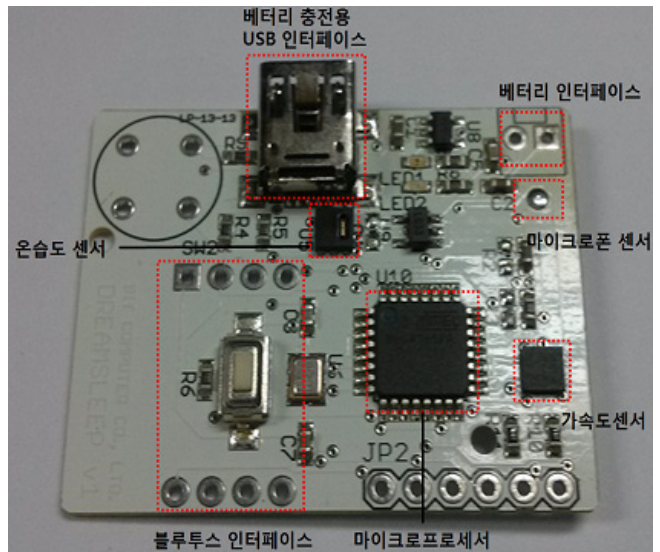
시 모바일 앱을 통해 정보를 제공한다.



(그림 2) 시스템 배경도

3.2 측정 장치

측정 장치는 가속도 센서, 마이크로폰 센서, 온·습도 센서, 습도 센서, 블루투스 모듈, 마이크로프로세서로 구성되어 있고 가속도 센서에서는 무호흡과 자세 정보, 마이크로폰 센서에서는 코골이 정보, 온·습도 센서에서는 온도와 습도 정보를 취득할 수 있다.

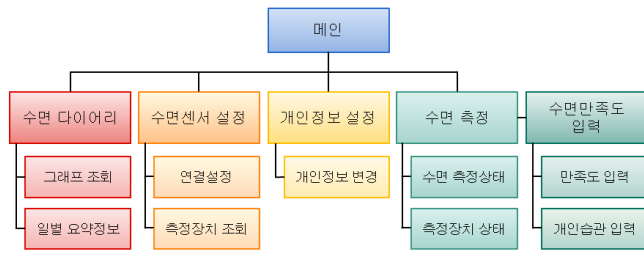


(그림 3) 비트컴퓨터의 DreamSleep v1

3.3 의사결정 지원시스템 기능

본 논문의 의사결정 지원시스템의 기능은 (그림 4)와 같으며 메인에서 각 기능별 화면으로 이동 가능하다. 메인화면은 가장 최근 측정값의 요약정보와 추론 내용을 보여준다. 각 모듈별 기능을 살펴보면 수면 다이어리에서는 그래프를 통해 각 데이터의 추이를 기간별로 조회 가능하고 원하는 일자의 요약 정보도 확인 가능하다. 수면센서 설정에서는 측정 장치 조회 및 연결 설정이 가능하고 측정을 시작하는 수면 측정에서는 측정 상태와 측정 장치 상태를 살펴 볼 수 있다. 측정 종료 시 수면 만족도 입력화면이 팝업 되는데 이 때 수면 만족도와 개인습관(흡연, 음주)에

관련된 내용을 입력 받는다. 개인정보 설정에서는 개인정보를 변경 할 수 있다.



(그림 4) 의사결정 지원시스템의 기능

3.4 응용 서버

응용 서버는 모바일 앱에서 확인 가능한 모든 데이터를 처리하며 시스템의 모든 데이터를 저장하고 관리한다. 모바일 앱과의 인터페이스는 RESTful하게 구성되며 HTTP 통신을 한다.

3.5 시맨틱 처리기

모바일 앱에서 가공된 데이터와 서버에서 등급화 된 데이터를 온톨로지 저장소에 저장하며 응용 서버에서 요청시 추론 결과를 제공한다.

4. 결론

대표적인 수면장애로 수면 무호흡과 코골이가 있다. 중년 성인에게서 높은 유병률을 보이고 있으며 지속된다면 심각한 결과를 초래할 수 있다. 수면장애를 진단하는 일반적인 방법으로는 수면다원검사가 있는데 비용적, 시간적, 공간적 제약이 수반된다. 이러한 제약을 극복하기 위해 가속도 센서를 이용한 측정 장치로 수면 중 호흡 정보를 수집하였다. 또한 코골이 정보와 환경정보를 수집하기 위해 마이크로폰 센서와 온도 센서, 습도 센서를 이용하였으며 모바일 앱에서 생활습관 정보와 운동정보를 입력받았다. 수집된 정보들을 추론 엔진을 이용하여 요인을 분석 후 결과를 사용자에게 제공하는 시스템을 설계하였다.

본 논문의 의사결정 지원시스템은 수면다원검사의 제약들을 극복하여 수면장애의 검출뿐만 아니라 건강, 운동, 생활습관, 환경 정보를 활용하여 추론엔진을 통해 수면장애의 원인을 찾을 수 있다. 추론 결과로 인해 사용자가 직접 수면 환경을 변경하거나 음주와 흡연을 자제, 병원 방문 등의 의사 결정에 도움을 줄 수 있으며 측정된 데이터의 지속적인 추이도 확인 가능하다.

참고문헌

[1] Block A.J., Faulkner J.A., Hughes A.L., Remmers J.E. and Thach B., "Factors influencing upper airway closure," *Chest*, Vol. 86, 14-122, Jul. 1984.
 [2] Guilleminault C., Eldridge F.L., Dement W.C., "Insomnia with sleep apnea : A new syndrome," *Science*, 181, 856-858, 1973.
 [3] T. Young et al., "The occurrence of sleepdisordered

breathing among middle-aged adults," *New Engl. J. Med*, Vol. 328, no. 17, pp. 1230-1235, April. 1993.

[4] 문화식, "수면 무호흡 증후군", 가정의학회지, 19권, 5호, pp.186-202, 1998.

[5] R. Ferber et al., "Portable recording in the assessment of obstructive sleep apnea," *Sleep*, Vol. 17, no. 4, pp.378-392, 1994.

[6] 이지형, 김동준, 김경호, "3축 가속도 센서를 활용한 수면 및 호흡 상태 모니터링 시스템 개발에 관한 연구", 정보 및 제어 학술대회 논문집, 2010.

[7] 신중호, "가속도센서를 이용한 수면 호흡 및 자세 측정에 관한 연구", 단국대학교 대학원 석사학위논문, 2012.