
센서를 이용한 수면 환경 개선

신성윤* · 신광성** · 이양원***

Enhancement of Sleep Environment Using Sensor

Seong-Yoon Shin* · Kwang-Seong Shin** · Yang-Won Rhee***

요 약

본 논문에서는, 수면을 이루는 침실의 수면 환경 데이터를 채취하고 얻은 조건 데이터들과 수면 사이의 관계를 분석하였다. 이것을 기초로, 모의실험 모델을 추출하여 개인별 최적의 수면 환경을 제공하도록 한다. 시스템의 실험은 온/습도 센서와 조도 센서로 구성된 H-MOTE2420 센서를 이용하였다. 수면 중 뒤척임의 추출을 위하여 비디오에서 움직임을 추출하는 차영상 방법을 이용하였다. 또한, 수면에 영향을 끼칠만한 가중치의 정보로 피로한 정도, 음주의 정도, 공복의 정도 등의 정보를 입력 받는다. 실험 결과 최적의 수면 환경을 추출할 수 있었다. 향후, 수면의 특수한 상황뿐만 아니라 식사나 출근과 같은 유기적인 생활환경의 한 부분에도 상황에 따른 적절한 실내 환경 변화를 제공해주어서 좀 더 쾌적한 일상생활을 영위할 수 있도록 도움을 주도록 개선하려 할 것이다.

ABSTRACT

In this paper, gather the sleep environment data of bedroom to sleeping and analyze the relationship between the obtained conditional data and the sleep. Based on this, system provide the optimal sleep environment of individual person by extracting the simulation model. The experiments of system was using H-MOTE2420 sensor composed of temperature/humidity sensor and ambient light sensors. We use difference image method in motion extraction from video for extraction of tossing and turning. In addition, it was entered such as ratio of fatigue, ratio of drinking, ratio of empty stomach as the information of weight can affect to sleep. Resultingly of experience, we can extract the optimal sleep environment. From now on, we will try to enhance to help to lead more pleasant daily life providing proper indoor environment changes depending on the situation even a partial of organic living environments such as eating and work as well as special sleep circumstances.

키워드

수면 환경 데이터, 온/습도 센서, 조도 센서, 차영상

Key word

Sleep Environment Data, Temperature/Humidity Sensor, Ambient Light Sensor, Difference Image

* 군산대학교 컴퓨터정보공학과 (제1저자)

** 군산대학교 컴퓨터정보공학과

*** 군산대학교 컴퓨터정보공학과 (교신저자, ywrhee@kunsan.ac.kr)

I. 서 론

수면은 인간에게 필수적인 요소로서 심리적 안정을 되찾고 주간에 누적된 육체 피로를 원 상태로 회복하게 해준다. 보통 하루 평균 7-8시간 정도의 수면이 건강하고 활기찬 삶을 위해 적절한 수면의 양이라 연구 결과도 있다. 그러나 바쁜 생활 속에서 짧아진 수면 시간마저 생활 스트레스와 각종 수면장애로 말미암아 필수적인 시간을 침해당하고 있다. 이것은 사회적으로 심각한 문제로 대두되고 있고, 이를 해결하기 위해서는 약물 치료, 최면 치료, 전문가의 상담이 필요하다

바쁜 현대인이 집안에서 보내는 시간의 대부분을 수면이 차지하고, 대체로 인간들은 수면 시 무방비 상태로 환경에 노출되어 있다는 사실을 생각해 볼 때, 상쾌하고 즐거운 수면 환경의 조성은 무척 중요하다.

본 논문은 수면장애를 줄이고 수면의 질을 높이려는데 중점을 두었다. 기존의 수면장애 치료법과 달리 침실의 수면 환경을 최적의 조건으로 만들어 최상의 수면을 유도하도록 하였다. 카메라와 온도/조도 센서를 이용하여 수면 상태 및 수면 단계를 분석하였다. 그리고 사용자가 숙면을 취할 수 있는 상태로 인도하도록 환경을 변경하여 최적의 조건을 추출하려 한다.

II. 본 론

수면 종류는 REM 수면과 N-REM 수면으로 나눌 수 있는데 N-REM 수면은 다시 1, 2단계 수면과 깊은 잠인 서파 수면으로 나눌 수 있다[1]. NREM 수면은 신체를 움직일 수 있으나 뇌 전체의 활동이 적어지고 잘 조절되어있는 수면이며, REM 수면은 몸은 마비되지만 뇌의 활동은 활발한 잠을 뜻한다.

수면 장애는 집중력 부족, 교통사고와 산업재해의 원인, 기분 장애와 사회 적응 장애를 유발한다. 따라서 수면 문제에 대해서 자세히 고려해볼 필요가 있다[2-4]. 또한 수면 장애의 감별진단은 수면관련 경련, 혼돈성 각성, 수면보행, 야경증, 외상후 스트레스 장애, 악몽 등이 포함되게 된다[5].

빛은 우리가 사는 환경에서 필요한 정보를 보는 시각적인 도움 및 인간의 건강과도 매우 가깝다. 인간의 생체

리듬에 따른 순차적인 조도와 색온도 변화를 통해서 인간의 신체적 리듬을 고려할 필요가 있다. 조도와 조명 환경 데이터를 측정하여, 측정된 데이터를 가지고 약산에 의해 조도 및 색온도를 산출하여 인간의 생체 리듬에 맞도록 단계별로 조명연출을 실시하였으며 주거공간의 빛 환경 데이터를 바탕으로 주거환경의 개선사항을 체크하고 건강요소와 함께 결합하여 관리되어야 한다 [6-7].

수면 검사 시스템으로는 크게 다음과 같이 나눌 수 있다. 매우 비싼 검사 비용과 장소의 한계를 극복하기 위한 방법으로, CCD 카메라를 이용하여 간접적으로 호흡을 측정하는 방법[8]과 심전도 신호와 심박 변화를 측정하는 방법[9]이 있으나 이 방법들은 검출율이 떨어지며 가정에서 사용하기 어려운 단점이 있다. 디지털 녹음기 또는 mp3 플레이어를 사용하여 피검자의 호흡음을 녹음하고, 이 호흡 데이터를 BioPerl 스크립트를 이용하여 피검자가 일반 가정에서 손쉽게 수면검사를 하도록 하는 방법이 있다[10]. 그 밖에도 센서에 관한 연구로서, 3축 가속도 센서를 이용하여 영유아의 아기들의 수면 자세 모니터링을 할 수 있는 장치의 제작[11]을 비롯한 수많은 연구들이 수행되어 왔다.

III. 센서를 이용한 수면 환경 개선

먼저 센서가 동작하기 위한 OS를 먼저 설치해야 한다. OS는 tinyOS로 UC 버클리에서 진행해 온 Smart Dust 프로젝트에 사용하기 위하여 개발된 컴포넌트 기반 내장형 운영 체제로서, 네트워크 내장형 시스템을 위해 특별히 디자인된 초소형 OS이다. 데이터 메모리는 256 바이트 이하이며 이벤트 기반 멀티태스킹을 지원한다. TinyOS 에서는 nesC 장점을 살려서 인터럽트가 발생하게 되면 실시간(Real-Time)으로 해야 될 동작을 바로 수행 한다.

다음으로, 본 논문에 사용되는 센서의 명칭은 H-MOTE2420 센서로서 마이크 센서(WM62A), 온/습도 센서(SHT11), 그리고 조도 센서(GL5507)로 구성되어 있다. 마이크 센서는 필요 없으므로 생략하기로 하자. 조도 센서의 이름은 GL5537로, 광량에 따라 출력 전압 값이 변하는 기능을 가지고 있다. 온/습도 센서의 이름은

SHT11로, SENSIRION사에서 제작된 센서로, 많은 테스트와 안정성 테스트를 통과한 신뢰성 있는 센서로 알려져 있다.

사용자 정보는 숙면을 위한 수면 단계의 확인 및 분석을 위해서 시스템의 환경 데이터는 센서를 통하여 수집하며, 센서에서 추출된 정보를 수면에 든 시간부터 한 시간 단위로 정보를 축적하여 시간의 흐름에 따른 환경을 분석할 수 있다.

센서 정보는 시간별로 수집한 후 비디오에서의 움직임을 식별하는데 수면 상태에서 뒤척임을 검출하기 위하여 차영상 기법을 사용하는데 수식은 다음과 같다.

$$\sigma I(x, y) = |I_t(x, y) - I_{t-1}(x, y)|$$

$$Dif(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } Dif(x, y) > Th \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

식에서 $\sigma(x,y)$ 는 좌표 x, y 에 위치한 픽셀의 명도값 차이를 의미한다. $I_t(x,y)$ 는 현재 이미지를 $I_{t-1}(x,y)$ 는 이전 이미지를 각각 의미한다. 그리고 $Dif(x,y)$ 는 이전 차영상이고, Th 는 임계값을 나타낸다. 차영상 기법의 수행모듈은 그림 1과 같으며, 이를 만족할 경우 DB에 누적된다.

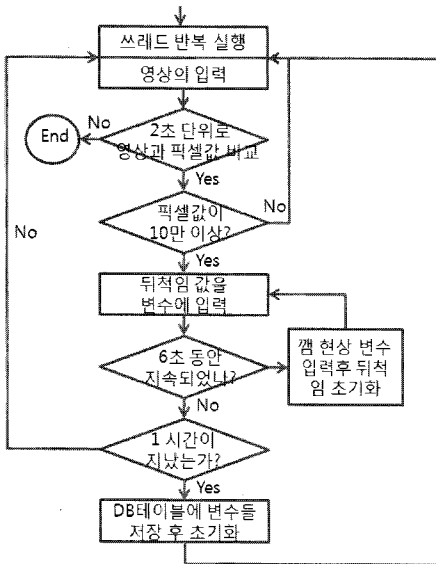


그림 1. 차영상 기법 수행 모듈
Fig.1 Conduct Module of Difference Image

그림 2는 그림 1의 차영상 기법 모듈을 구체적으로 서술하여 나타낸 알고리즘이다.

- 영상에서 차영상 구하는 방법**

 - 1.1 영상의 정보를 가져와서 2초 단위로 값을 비교한다.
 - 1.2 10만 픽셀 이상의 값을 뒤척임으로 간주하고 변수에 저장
 - 1.3 3번 이상(6초) 연속된 픽셀변화를 감지 시 깜 현상으로 간주하고 변수 저장 후 뒤척임 변수에서 -3을 함
 - 1.4 1시간 단위로 측정에정임으로 1시간 단위로 변수값을 DB에 저장 후 초기화 실시

그림 2. 차영상 검출 알고리즘
Fig. 2 Extraction Algorithm of Difference Image

시스템은 단순한 데이터의 입력과 출력뿐만 아니라 수면에 영향을 미칠만한 가중치의 정보로 피로도, 음주도, 공복도등의 사용자의 일일 정보를 입력 받는다.

IV. 실험

먼저 네트워크 내장형 시스템을 위해 특별히 디자인된 초소형 OS인 tinyOS를 설치해야 한다. 그림 3은 tinyOS의 설치 및 테스트 화면이다.

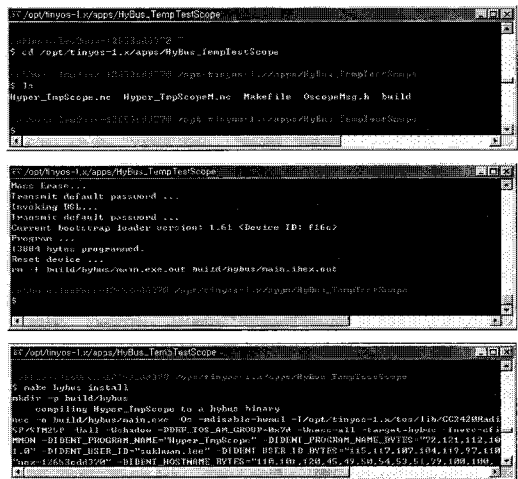


그림 3. tinyOS 설치 및 테스트
Fig. 3 Installation and Test of tinyOS

센서는 그림 4와 같이, 조도 센서의 이름은 GL5537로 광량에 따라 출력 전압값이 변하는 기능을 갖고 있으며, 온/습도 센서의 이름은 SHT11로 SENSIRION사에서 제작된 센서로서 많은 테스트와 안정성 테스트를 통과한 신뢰성 있는 센서이다.

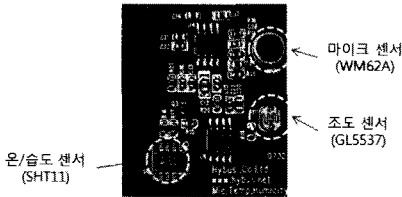


그림 4. H-MOTE2420 센서
Fig. 4 H-MOTE2420 Sensor

실험은 20대의 남녀 각각 10명을 대상으로 수행되었고, 시스템이 구성된 뒤로 학습기간을 3개월 동안의 데이터를 누적하였다. 아래의 그림 5는 기본적인 UI구성 화면과 그림 6은 카메라로 촬영하는 방법 및 환경이다.

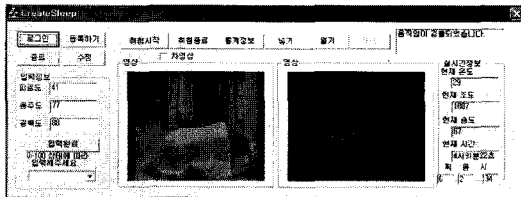


그림 5. UI 구성
Fig. 5 UI Form



그림 6. 촬영 방법 및 환경
Fig. 6 Filming Method and Circumstance

그림 5에서, 먼저 id와 password를 넣고 로그인을 수행하고 등록을 누르면 취침자의 정보를 입력 받을 수 있다. 또한, 사전 입력정보인 피로도, 유중도, 공복도를 사용자 개인이 입력한 뒤 입력완료 버튼을 누른 뒤 취침 시작을

누르고, 취침이 끝났을 시 취침 종료 버튼을 누르면 만족도를 입력할 수 있게 되고 값을 입력 후엔 취침할 동안의 정보들이 데이터베이스에 입력이 되게 되는데 프로그램은 이 입력된 정보를 토대로 가장 속면에 도움이 되는 요소의 값을 사용자에게 뿌려주게 된다. 오른쪽 하단의 픽은 픽셀의 움직임은 10만 픽셀로 나눈 값이고, 옴은 그때의 움직임, 그리고 시는 시간정보를 나타낸다.

데이터는 형태를 가공하여 저장하므로 사용자가 자신의 임의대로 통계치 데이터를 열람하는 것이 가능하므로 수면문제 해결에 도움이 되게 된다. 이것은 이상적인 값을 추출하여 변화하는 주변상황이나 환경요소에 대해 수면장애 요소에 대한 유연성 있는 데이터를 제공할 수 있다. 따라서 사용자는 자신의 취침과정과 현재 상황에 대한 알맞은 수면 환경을 인지할 수 있게 되고 최적의 환경을 조성을 유도해 상황에 따른 최적의 상태를 구성할 수 있다. 아래의 그림 7은 시간별로 누적된 환경 그래프이다.

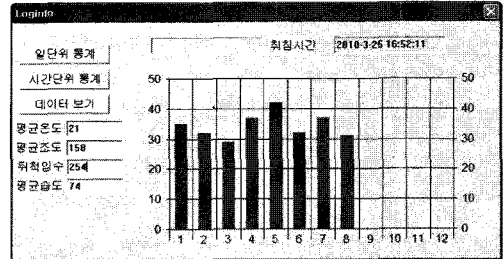


그림 7. 시간별 환경 그래프
Fig. 7 Hourly Environment Graph

그림 7의 시간단위 통계 그래프에서 막대수치는 뒤척임을 나타내며 왼쪽 수치는 평균온도, 조도, 습도, 뒤척임수는 그날의 총 뒤척임을 나타내게 된다.

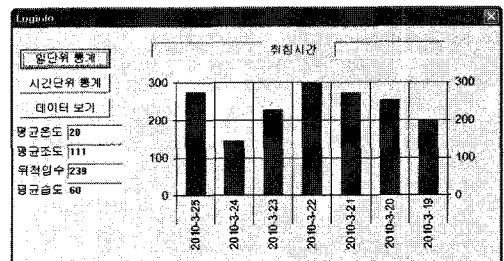


그림 8. 일 단위 환경 그래프
Fig. 8 Environment Graph by The Day

위의 그림 8의 일 단위 그래프는 일자별로 상태, 온도, 뒤척임 수를 한눈에 비교분석 할 수 있는 그래프이다. 서로 다른 상태의 뒤척임 수와 환경을 한눈에 분석할 수 있다.

다음 그림 9는 피로도, 음주도, 그리고 공복도가 각각 상, 중, 하 일 때의 온도, 습도, 조도, 그리고 만족도의 관계를 나타낸 그래프이다. 수면 장애 환자가 없어서 특별히 다른 내용은 없지만 각각의 상태에 따라서 아주 미세한 차이를 보이고 있다.

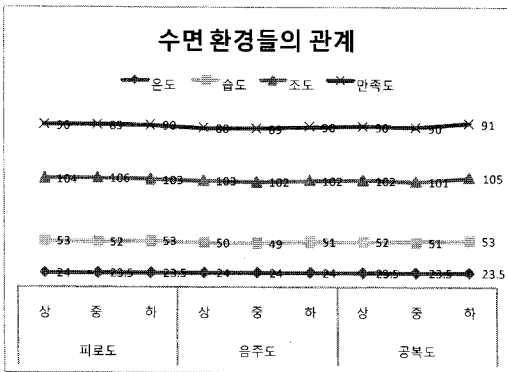


그림 9. 수면 환경 요소들의 관계
Fig. 9 Relationship of Sleep Environment Factor

하지만, 그림 10과 같이 온도는 24°, 습도가 54%, 그리고 조도는 104lx(룩스)로서 일정할 경우에 평균 뒤척임 수를 계산해 보면 피로도, 음주도, 그리고 공복도의 정도에 따라서 각각 매우 큰 차이값을 보임을 알 수 있다.

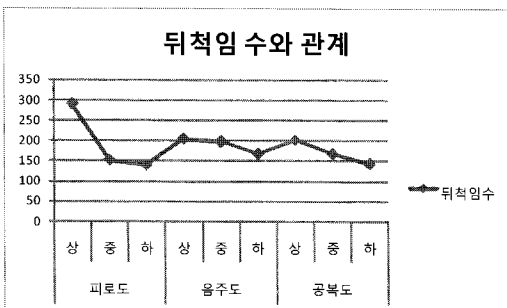


그림 10. 뒤척임 수의 관계
Fig. 10 Relationship of Tossing and Turning

V. 결 론

본 논문은 수면을 이루는 침실의 수면 환경 데이터를 수집하고, 여기서 조건 데이터들과 수면 사이의 관계를 분석하였다. 이를 바탕으로, 시뮬레이션 모델을 추출하여 개인별 최적의 수면 환경을 제공하도록 한다. 전체적인 실험은 H-MOTE2420 센서를 이용하였고, 뒤척임의 추출을 위하여 차영상 기법을 이용하였다. 수면의 가중치 정보로 피로도, 음주도, 그리고 공복도 정보를 입력받았으며, 실험 결과 최적의 수면 환경 정보를 얻을 수 있었다. 향후, 수면의 특수한 상황과 이러한 상황에 따른 적절한 실내 환경 변화를 주어서 조금 더 쾌적한 일상생활을 누릴 수 있도록 할 것이다.

참고문헌

- [1] Carskadon MA, Dement WC., "Normal human sleep: An Overview," In: Kryger MH, Roth T, Dement WC, editors, Principles and practice of sleep medicine, 4th ed, Philadelphia: Elsevier Saunders, pp. 13-23, 2004.
- [2] 홍승봉, 주은연, "정상 수면(normal sleep)과 수면장애 환자의 진찰," Journal of Korean Sleep Research Soc., Vol. 1, No. 1, pp. 1-5, June 2004.
- [3] 이주화, 조용원, 손성일, 이형, 임정근, 이상도, 이미영, "한국 중, 고등학생의 주간 수면과다와 수면의 질," Journal of Korea Sleep Soc, Vol. 2, No. 2, pp. 34-40, 2005. 12.
- [4] Chervin RD, Dillon JE, Bassetti C, Ganoczy DA, Pituch KJ, "Symptoms of Sleep Disorders, Inattention, And Hyperactivity in Children," Sleep, Vol. 20, No. 12, pp. 1185-1192, 1997.
- [5] 김철진, "렘수면행동장애," 대한생물치료정신의학회 논문지, 제6권, 제2호, pp. 260-269, 2000. 12.
- [6] 최안섭, 이정은, 박병철, "주거공간의 건강조명 시스템 개발 및 적용방안" 대한건축학회 논문집 - 계획계, 제20권, 제10호, pp. 287-294, 2004. 10.
- [7] Kim Jeong-Yeop; Kim Sang-Hyun; Hyun Ki-Ho, "Transformation of Illuminant Chromaticity for

Arbitrary Color Temperature,” Journal of Korea Multimedia Society, Vol. 7, No. 10, pp. 1370-1377, October 2004.

- [8] 신동익, 김인권, 신길현, 임경수, 허수진, “영상 처리를 이용한 수면무호흡 감시에서의 ROI 최적화 기법에 관한 연구,” 대한의료정보학회지, 제10권, 제3호, pp. 253-260, 2004. 6.
- [9] 최호선, 조성필 “심박변화율을 이용한 폐쇄성 수면 무호흡 검출,” 전자공학회지, 제42권, 제3호, 통권 제303호, pp. 47-52, 2005. 5.
- [10] 김홍윤, 이재용, “바이오필을 이용한 폐쇄성 수면 무호흡 검출,” 한국정보과학회 프로그래밍언어논문지, 제20권, 제1호, pp. 33-38, 2006. 9.
- [11] 김동호, 정창원, 주수중, “u-헬스케어기반의 수면 제어 및 원격모니터링 시스템,” 인터넷정보학회논문지, 제8권, 제1호, pp. 33-45, 2007. 2.



이양원(Yang-Won Rhee)

1994년 : 숭실대학교
전자계산학과(공학박사)
1986년~현재 : 군산대학교
컴퓨터정보공학과 교수

※ 관심분야 : Telematics, Fuzzy Theory, Image Processing

저자소개



신성윤(Seong-Yoon Shin)

2003년 : 군산대학교
컴퓨터학과(이학박사)
2006년~현재 : 군산대학교
컴퓨터정보공학과 교수

2009년~현재 : 한국해양정보통신학회 멀티미디어 및 컴퓨터그래픽스 분과위원장

※ 관심분야 : Image Processing, Multimedia, Computer Vision



신광성(Kwang-Seong Shin)

2005년 : 전북대학교
컴퓨터공학과(공학박사)
2010년~현재 : 군산대학교 컴퓨터
정보공학과 박사과정

※ 관심분야 : Image Processing, Computer Graphics, Multimedia