

센서와 사용자 정보를 이용한 수면 환경 개선

신성윤*, 이양원*

Enhancement of Sleep Environment Using Sensor and User Information

Seong-Yoon Shin*, Yang-Won Rhee*

요약

본 논문은 수면을 이루는 침실의 수면 환경 데이터를 수집하고, 얻어진 조건 데이터들과 수면간의 관계를 분석한다. 이를 바탕으로 시뮬레이션 모델을 추출하여 개개인에 따른 최적의 수면 환경을 제공하도록 한다. 실험은 H-MOTE2420 센서의 온/습도 센서(SHT11)와 조도 센서(GL5507)를 이용하였다. 뒤척임 추출을 위하여 비디오에서 움직임 추출하는 차영상 기법을 이용하였다. 또한, 수면에 영향을 미칠만한 가중치의 정보로 피로도, 음주도, 공복도 등의 정보를 입력 받는다. 실험 결과 최적의 수면 환경을 추출할 수 있었다. 향후에는, 수면의 특정 상황만 아니라 식사, 출근 등과 같은 유기적인 유비쿼터스 생활환경의 한 부분에도 상황에 따른 적절한 실내 환경 변화를 제공해주어서 좀 더 쾌적한 일상생활을 영위할 수 있도록 도움을 주도록 개선하려 할 것이다.

키워드 : 수면 환경 데이터, 차영상, 최적의 수면 환경

Abstract

This paper collect sleep environment data of bedroom to sleeping, and analyzing the relationship between conditions with obtained data and sleep. We provide the optimal sleep environment of individual by extracting the simulation model based on it. The experiments was using temperature/humidity sensor(SHT11) and ambient light sensors(GL5507). For extraction of tossing and turning, we use difference image method in motion extraction from video. In addition, the information of weight can affect to sleep, it was entered such as ratio of fatigue, drinking, empty stomach. As a result, we are able to extract the optimal sleep environment. The future, we will try to improve to help to lead more pleasant daily life providing proper indoor environment changes depending on the situation even a partial of organic ubiquitous living environments such as eating, work etc. as well as certain sleep circumstances.

▶ Keyword : sleep environment data, difference image, optimal sleep environment

• 제1저자 : 신성윤 교신저자 : 이양원

• 투고일 : 2010. 09. 29, 심사일 : 2010. 10. 14, 게재확정일 : 2010. 11. 04.

* 군산대학교 컴퓨터정보공학과 교수(Dept. of Computer Information Science, Kunsan National University)

※ 이 논문은 2010년 한국컴퓨터정보학회 제42차 하계학술대회에 발표한 "지능형 상황인식 시스템을 통한 수면 환경 개선"을 확장한 것임.1)

I. 서론

잠 또는 수면은 심리적 안정을 되찾고 낮 동안에 쌓인 육체의 피로를 원래 상태로 회복할 수 있는 필수적인 요소이다. 수면에 관한 다양한 연구에 따르면, 건강하고 활기찬 삶을 위해 적절한 수면의 양은 보통 하루 평균 7~8시간 정도임을 알 수 있다. 하지만 바쁜 일상 속에 짧아진 수면의 시간마저 생활 스트레스와 각종 수면장애로 인하여 생활간의 필수적인 시간을 침해받고 있다. 이는 성격, 사회적응장애등으로 확장될 수 있어 사회적으로 심각한 문제로 대두되고 있다. 이를 해결하기 위해서는 약물 치료 및 최면 치료 등 전문가의 상담이 필요로 하고 있다.

수면은 성별, 나이 개개인의 건강 상태, 당일의 활동량, 컨디션, 섭취한 음식, 스트레스 등 다양한 요소의 영향을 받는다. 건축 환경의 관점에서 수면은 소음, 조도, 온도, 습도, 공기의 질 등의 다양한 환경 요소의 영향을 받는다. 현대인이 집안에서 보내는 시간의 대부분을 수면이 차지하고, 일반적으로 사람들은 수면 시 무방비 상태로 환경에 노출되어 있다는 사실을 고려할 때, 쾌적한 수면 환경의 조성은 무척 중요하다고 하겠다[1].

본 시스템은 기존의 수면장애 치료법과 달리 수면을 취하는 침실의 수면 환경을 최적의 조건으로 만들어 최상의 수면을 유도하여 수면장애를 줄이고 수면의 질을 높이려는데 중점을 두었다. 이를 위하여 카메라와 온도/조도 센서를 이용하여 사용자의 수면 환경 상태 및 수면 단계를 분석하고, 사용자가 숙면을 취할 수 있는 상태를 유도하도록 환경을 적절하게 변경하여 최적의 조건을 추출하려 하였다. 그리고 수면을 하는 특정 상황만 아니라 식사, 출근, 등과 같은 유기적인 유비쿼터스 환경 생활의 한 부분에도 상황에 따른 적절한 실내 환경 변화를 제공해주어서 좀 더 쾌적한 일상생활을 영위할 수 있도록 도움을 주게 되는 측면으로 개선하려고 하였다.

II. 관련 연구

2.1 수면의 종류

수면의 종류에는 빠르지 않은 안구 운동(NREM) 수면과 빠른 안구 운동(REM) 수면으로 알려진 2가지의 서로 다른 상태로 구성된다[2]. NREM 수면은 신체를 움직일 수 있으나 뇌 전체의 활동이 적어지고 잘 조절되어있는 수면이며, REM 수면은 몸은 마비되지만 뇌의 활동은 활발한 잠을 뜻한다.

NREM수면과 REM수면은 하루 밤에 반복되는데, NREM수면이 1단계에서 시작하여 2, 3, 4단계로 깊어지다가, REM 수면에 들어간다. 이를 NREM-REM sleep cycle이라고 부르며 하루 밤에 4-5회 반복된다. 이 단계에서 장애가 발생하게 될 수가 있는데, 이것을 수면장애(sleep disorders)라고 부른다. 수면 장애는 집중력 부족, 교통사고와 산업재해의 원인, 기분 장애와 사회 적응 장애를 유발한다. 따라서 수면 문제에 대해서 자세히 고려해볼 필요가 있다[3][4][5]. 또한 수면 장애의 감별 진단은 수면관련경련, 혼돈성 각성, 수면보행, 야경증, 외상후 스트레스 장애, 글기과 악몽등이 포함되게 된다[6].

2.2 수면의 특징

빛은 우리가 사는 환경에서 필요한 정보를 보는 시각적인 도움 및 인간의 건강과도 매우 가깝다. 실내의 각 공간에 따른 조도의 측정을 통해 평균조도를 구하고, 국내외 조도 기준과 비교를 통해서 조명환경개선 데이터를 산출하며 수면간의 관계를 산출하도록 한다. 그리고 조도와 색온도에 따라 생체 리듬의 변화를 준다. 이는 인간의 생체리듬에 따른 순차적인 조도와 색온도 변화를 통해서 인간의 신체적 리듬을 고려한 것이다. 여기서 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[7][8].

2.3 기존의 시스템

과도한 검사 비용과 장소적 한계를 극복하기 위한 방법으로, CCD 카메라를 이용하여 간접적으로 호흡을 측정하는 방법[9]과 심전도 신호와 심박 변화를 측정하는 방법[10]이 있으나 검출율이 떨어지며 일반 가정에서 사용하기도 어렵다.

또한 디지털 녹음기 또는 mp3 플레이어를 사용하여 피검자의 호흡음을 녹음하고, 이 호흡 데이터를 바이오펄(BioPerl) 스크립트를 이용하여 피검자가 일반 가정에서 손쉽게 수면검사를 하도록 하는 방법이 있다[11].

그리고 이 외에도 센서에 관한 연구로서 다음과 같은 연구들이 수행되어 왔는데, 3축 가속도 센서를 이용하여 영유아기의 아기들의 수면 자세 모니터링을 할 수 있는 장치의 제작 [12]과 노인의 편리한 생활을 지원하는 센서 통합관리 시스템인 knu-SCS[13] 등 수 많은 연구들이 수행되어 왔다.

이러한 시스템을 통하여 수면 상태를 감시하고 획득된 정보 및 이상여부를 보호자나 의사에게 전달할 수 있는 시스템 개발 관리를 통해 의학 혜택을 제대로 주고자 함이 목적이다.

III. 수면 환경 개선

3.1 센서 정보

센서의 명칭은 H-MOTE2420로서 여기에는 마이크 센서(WM62A), 온/습도 센서(SHT11), 그리고 조도 센서(GL5507)이 있다.

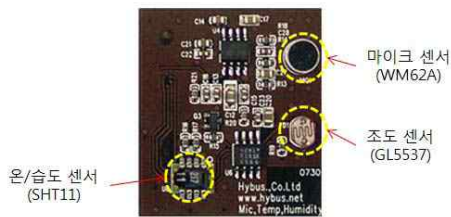


그림 1. H-MOTE2420 센서
Fig. 1. H-MOTE2420 Sensor

여기에서 마이크 센서는 필요 없으므로 생략하기로 한다. 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.

3.2 사용자 정보

사용자 정보는 상황 인식을 통한 지능형 실내 환경 조성 시스템의 일환으로 그 중 숙면을 능동적으로 유도하는 분야에 중점을 두고 수행하였다. 이것은 평상시 생활환경에서 수면을 도와주는 조건에는 조명, 음향, 온/습도 등이 있으며 이를 숙면을 취하려는 사용자에게 적합한 단계별 상황을 제공하여 환경에 따른 수면 단계를 확인하고 분석할 수 있다. 숙면을 위한 수면 단계의 확인 및 분석을 위해서 시스템의 환경 데이터는 센서를 통하여 수집하며, 센서에서 추출된 정보를 수면에 든 시간부터 1시간단위로 정보를 축적하여 시간의 흐름에 따른 환경을 분석할 수 있다.

센서의 정보는 시간에 따라 수집한 다음 비디오에서의 움직임을 식별하는데 이것은 수면 상태에서 뒤척임을 추출하기 위하여 차영상 기법을 사용한다. 차영상 기법의 수식은 아래와 같다.

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

$$D(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } \delta I(x, y) > T_h \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

위에서 $\delta I(x, y)$ 는 좌표 x, y 에 위치한 화소의 명도값 차이를 의미하고, $I_t(x, y)$ 는 현재 영상을 $I_{t-1}(x, y)$ 는 이전 영상을 각각 의미한다. 그리고 위의 식에서 $D(x, y)$ 는 이진 차영상이고, T_h 는 임계값을 나타낸다.

이와 같은 차영상 기법의 수행모듈은 그림 2와 같고, 이를 만족 시 데이터베이스에 누적하게 된다.

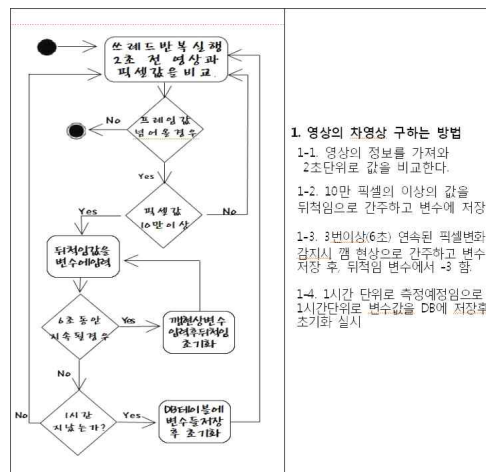


그림 2. 영상 및 데이터 누적 수행 모듈
Fig. 2. Module of Image and Data Cumulative

그림 2와 같은 영상 및 데이터 누적 수행 모듈을 통하여 영상과 환경 데이터를 누적하며, 촬영 모습과 움직임의 분포도는 그림 3과 같은 모습으로 사용자에게 보여 지게 된다.



그림 3. 시스템의 메인 UI
Fig. 3. Main UI of System

시스템은 단순한 데이터의 입력과 출력뿐만 아니라 수면에 영향을 미칠만한 가중치의 정보로 피로도, 음주도, 공복도등의 사용자의 일일 정보를 입력 받는다. 수면종료 후 스스로 당일 수면에 대한 평가를 입력받고 해당 가중치들 간의 연산을 통해 일일 수면평가를 학습하게 된다. 또한 누적된 데이터들은 유저가 스스로 자신의 취침 환경을 알아보고 개개인에 특화된 최적의 환경을 추출할 수 있다.

IV. 실험

실험은 20대의 남녀 각각 10명을 대상으로 수행되었고, 시스템이 구성된 뒤로 학습기간을 3개월 동안의 데이터를 누적하였다. 아래의 그림 4는 기본적인 UI구성 화면과 카메라로 촬영하는 방법 및 환경이다.



그림 4. 실험 환경 및 UI
Fig. 4. Experimental Environment and UI

데이터는 형태를 가공하여 저장하므로 사용자가 자신의 임의대로 통계치 데이터를 열람하는 것이 가능하므로 수면 문제 해결에 도움이 되게 된다. 이것은 이상적인 값을 추출하여 변화하는 주변상황이나 환경요소에 대해 수면장애 요소에 대한 유연성 있는 데이터를 제공받을 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 5와 그림 6은 시간별로 누적된 일 단위 환경 그래프이다.

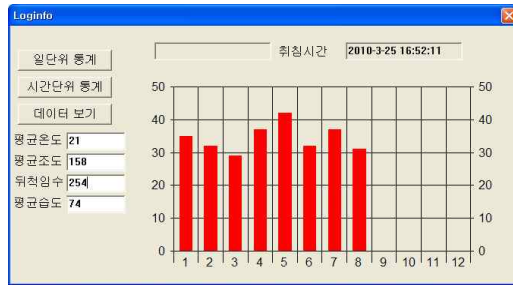


그림 5. 시간별 그래프
Fig. 5. Hourly Graph

그림 5과 그림 6에서 시간단위 통계 그래프에서는 막대수치는 뒤척임을 나타내며 왼쪽 수치는 평균온도, 조도, 습도, 뒤척임 수는 그날의 총 뒤척임을 나타내게 된다.

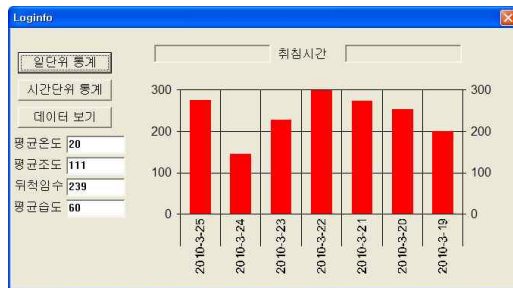


그림 6. 일 단위 그래프
Fig. 6. Graph by The Day

위의 그림 6의 일 단위 그래프는 당일마다의 상태, 온도, 뒤척임 수를 한눈에 비교분석 할 수 있는 그래프이다. 서로 다른 상태의 뒤척임 수와 환경을 한눈에 분석할 수 있다.

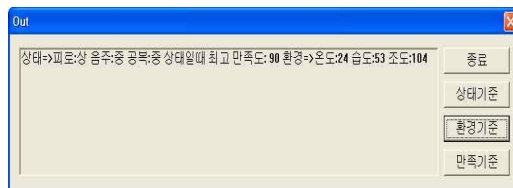


그림 7. 최적값 산출 모듈
Fig. 7. Output Module of Optimum Value

상기의 그림 7은 사용자의 수면가중치(공복, 피로, 음주)가 적용된 최적의 값이다. 실험에 임했던 사용자들 스스로의 수면만족도를 평가하며 시스템에서 도출된 상태에 따른 수면환경 결과물을 통하여 수면에 대한 높은 만족도를 보였다.

하지만 사용자의 수면 만족은 개인적이기 때문에 정확한

수면 만족도를 추출하기 어렵다. 이에 가중치를 적용하여 환경과 만족도를 학습하여 몸 상태에 따른 최적의 상황들을 제시할 수 있었다.

본 시스템은 CCD 카메라를 이용하는 방법[9], 심전도 신호와 심박 변화를 측정하는 방법[10], 그리고 바이오펄(BioPerl)을 이용하는 방법과 비교하여 정량적인 분석은 매우 어렵고 정성적인 분석으로 다음 표 1과 같은 결과를 가져왔다.

표 1. 비교 평가 결과
Table 1. Result of Comparison and Evaluation

항목	기존 시스템	현 시스템
가용성(언제든지 사용 가능한가?)	매우 낮음	매우 높음
검출율(어떠한 상황에서도 검출 가능한가?)	매우 낮음	매우 높음
시스템의 이동성(어느 장소에서건 사용 가능한가?)	보통	매우 좋음
시스템 편리성(사용하기 편리한가?)	편리함	매우 편리함
Noise 비율(잘못된 데이터가 검출 되는가?)	높음	매우 낮음

V. 결 론

본 논문에서는 수면 환경 데이터를 수집하여 이 데이터들과 수면과의 관계를 시뮬레이션을 통하여 분석하여 개인별로 최적의 수면 환경을 제공하도록 하였다. 센서는 H-MOTE2420로서 온/습도 센서(SHT11)와 조도 센서(GL5507)를 이용하였다. 수면 중 뒤척임의 추출을 위하여 비디오에서 움직임을 추출하는 차영상 기법을 이용하였고, 수면에 영향을 미칠만한 가중치의 정보로 피로도, 음주도, 공복도 등의 정보를 이용하여, 실험 결과 최적의 수면 환경을 추출할 수 있었다.

본 논문은 불규칙한 수면으로 인하여 수면장애를 겪는 사람에게 시뮬레이션 모델을 추출하고 최상의 환경을 제시함으로써 규칙적이고 편안한 수면을 유도할 수 있으며 수면장애로 인한 스트레스 및 우울증, 불안감등 수면으로 인한 고통을 줄일 수 있었다. 그리고 전문적 지식이 필요한 수면장애 치료를 전문지식 없이 간소한 장비를 통하여 근본적인 환경을 개선하여 수면의 질을 높이는데 성공하였다.

참고문헌

[1] Kim Minhee, Kim Minjae, Chun Chungyoon, "The

Research on Sleep Environment and Sleep Quality in Winter and Spring," Proc. of KIAEBS, pp. 125~128, 2008. 10.

[2] Anil N. Rama, S. Charles Cho and Clete A. Kushida, "NREM - .REM sleep," Handbook of Clinical Neurophysiology, Vol. 6, pp. 21-29, 2005.

[3] Hong S. B. Lee J. Y., "Examine of patient with Normal Sleep and Sleep Disorder," Journal of Korean Sleep Research Soc., Vol. 1, No. 1, pp. 1-5, June 2004.

[4] Lee. J. H., Cho Y. W., Sohn S. I., Lee. H., Lim J. G., Yi S. D., Lee M. T., "Excessive Daytime Sleepiness and Quality of Sleep in Korea Middle and High School Students," Journal of Korea Sleep Soc, Vol. 2, No. 2, pp. 34-40, 2005. 12.

[5] 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.

[6] Kim C. J., "Rem Sleep Behavior Disorder," The Korean Society of Biological Therapies in Pshchiatry, Vol. 6. No. 2. pp. 260-269, Dec. 2000.

[7] Choi A. S., Lee J. E., Park B. C., "Development and Application of Health Lighting Plan in Residential Areas" Proc. of Agrchitectural Research, Vol. 20, No. 10, pp. 287-294, Sept. 2004.

[8] 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.

[9] Shin D. I., Kim I. K., Shin G. H. Lim K. S., Huh S, J, "A Study on the ROI Optimizing Technique for Accurate Breath Measurements in Sleep Apnea" Journal of Korean Society of Medical Informatics, Vol. 10, No. 3, pp. 253-260, June 2004.

[10] Choi H. S., Cho S. P., "Detection of Obstructive Sleep Apnea Using Heart Rate Variability," The Magazine of the IEEK , Vol. 42, No. 3, pp. 47-52, May 2005.

[11] Kim H. Y., Lee J. Y., "Detection of Obstructive Sleep Apnea Using BioPerl," Journal of PL, Korean Institute of Information Scientists and Engineers, Vol. 20, No. 1, pp. 33-38 , Sept. 2006.

- [12] Kim D. ., Jeong C. W., Joo S. C., "U-healthcare Based System for Sleeping Control and Remote Monitoring," Journal of Korean Society for Internet Information, Vol. 8, No. 1, pp. 33-45, Feb. 2007.
- [13] Yi. S., Jin P., Cho S., Kim H., "A Sensor Web System Supporting for Senior's Comfortable Life: knu-SCS," Journal of KSCI, Vol. 15, No. 1, pp. 103-109, June 2007.

저자 소개



신성운

2003년 2월 :

군산대학교 컴퓨터과학과 이학박사

2006년~현재 :

군산대학교 컴퓨터정보과학과 교수

관심분야 : 영상처리, 컴퓨터비전, 가

상현실, 멀티미디어

E-mail : s3397220@kunsan.ac.kr



이양원

1994년 8월 :

숭실대학교 전자계산학과 공학박사

1986년~현재 :

군산대학교 컴퓨터정보과학과 교수

관심분야 : 모바일 프로그래밍, 텔레

매틱스, 가상현실

E-mail : ywrhee@kunsan.ac.kr