X^2 히스토그램을 이용한 수면의 질 발전

신성윤* · 이현창** · 이양원***

Progress of Sleep Quality Using X^2 Histogram

Seong-Yoon Shin* · Hyun Chang Lee** · Yang-Won Rhee***

요 약

수면은 우리 인간에게 매우 중요한 생리 현상으로, 인간은 일생의 삼분의 일 정도를 수면을 취하면서 보낸다고 한다. 본 논문은 수면을 이루는 환경을 개선하기 위하여 수면을 측정하고 수면의 질과 발전 방향을 모색한다. 수면 측정은 장면 전환 검출 방법 중의 하나인 X2 히스토그램을 이용하여 측정하도록 한다. X2 히스토그램 방법은 통계학적 장면 전환 검출 방법의 하나로서 다른 히스토그램 방법보다 성능이 우수하기 때문에 많은 연구에서 사용된다. 그리고 수면의 질을 발전시키기 위하여 피곤한 정도, 음주의 정도, 그리고 공복의 정도를 입력하여 각 상황별 뒤척임을 추출하여 그들의 상관관계를 알아본다.

ABSTRACT

Sleep is very important physiology to our human, about one third of human life was sent over to sleep. This paper measures of sleep and proposes sleep quality and future direction in order to improve the sleep environment. Sleep measure was determined by using X2 histogram that is one of the scene change detection method. X2 histogram method is one of the statistical scene change detection and is used in many studies because of the histogram method performs better than the other. And find out their relationship by entering the degree of fatigue, alcohol, and hungry in order to develop quality of sleep and extracting to tossing and turning according to each situation.

키워드

수면, X^2 히스토그램, 장면 전환 검출, 수면의 질

Key word

Sleep, X^2 Histogram, Scene Change Detection, Quality of Sleep

* 종신회원 : 군산대학교 컴퓨터정보공학과 (s3397220@kunsan.ac.kr)
** 종신회원 : 원광대학교 전자상거래학부 (교신저자)
*** 정회원 : 군산대학교 컴퓨터정보공학과

접수일자 : 2011. 10. 28
심사완료일자 : 2011. 10. 28

Ⅰ. 서 론

수면이란 인간의 신체 기능을 회복하고 힘과 건강을 유지하는 기전으로 신체적, 정서적으로 재충전하는 효과가 있으며, 가장 중요한 휴식 방법으로 적당한 감각이나 자극에 의해 깨어날 수 있는 무의식 상태를 말한다[1] 인간의 수면시간은 일생의 약 1/3 이상이라고 알려져 있다[2]. 사람은 주간에 활동을 하고 야간에 잠을 자도록 되어 있는데 이와 같은 리듬에 맞는 생활을 하지 못하거나 올바른 수면상태를 유지하지 않으면 수면장해, 작업능률 저하, 식욕부진, 축적피로, 위장장해 현상이 생기게 된다고 한다. 수면은 사람의 건강에 있어서 하루의 피로를 씻고 내일을 준비하기 위해서 간과할 수 없는 매일 매일 발생하는 중요한 생활의 일부분이다[3].

현대인이 집안에서 보내는 시간의 대부분을 수면이 차지하고, 일반적으로 사람들은 수면 시 무방비 상태로 한경에 노출되어 있다는 사실을 고려할 때, 쾌적한 수면환경의 조성은 무척 중요하다고 하겠다[4].

Ⅱ. 관련연구

수면이란 수의적 운동 능력의 감소, 자극에 대한 반응의 둔마, 환경으로부터의 감각 이탈, 그리고 상동적인 자세 등이 특징으로 나타나는 가역적인 행동 상태를 말한다. 수면은 그 자체가 쉽게 가역적이며 자기-조절 능력이 있다는 점에서 혼수나 마취와 같은 의식 장애의 상태와는 구분될 수 있다. 이러한 수면은 빠르지 않은 눈의 운동(NREM) 수면과 빠른 눈의 운동(REM) 수면의 두 가지 서로 다른 상태로 구성되어 있다[5].건강한 젊은 성인은 입면 후 90분 이내에 렘 수면에 진입한다. 렘 수면은 횟수를 반복할 때마다 지속시간이 연장되어 아침에 깨어나기 직전 30분 정도의 렘 수면으로 수면주기를 종료한다[6].

수면 장애는 집중력 부족, 교통사고와 산업재해의 원인, 기분 장애와 사회 적응 장애를 유발한다. 따라서 수면 문제에 대해서 자세히 고려해볼 필요가 있다[7].

수면 측정 및 감지 시스템으로는 먼저, Flexiforce 압력센서와 Thermistor 온도센서를 사용하여 수면 자세 및 상태에서 측정하고 분석, 추정 시스템이 있다[8,9,10]. 최근에는 CCD 카메라를 이용하여 호흡에 의해 움직이는 흉부의 영상을 처리함으로써 간접적으로 호흡을 측정하는 방법이 널리 쓰이고 있다. 이 방법은 피검사자를 전혀 구속하지 않는다는 장점을 지니고 있으나, 수면 중의 움직임으로 인한 계측 부위의 설정에 어려움이 있고 따라서 측정의 정확도가 떨어진다는 단점이 있다[11,12,13]. 과도한 검사 비용과 장소적 한계를 극복하기 위한 방법으로, 지속적으로 독거노인의 수면 무호흡증을 CCD 카메라를 이용하여 간접적으로 영상을 처리하고 호흡량을 정확하게 측정하기 위하여 새로운 ROI(Region of Interest) 자동 추적 방법[14]과 심전도 신호와 이로부터 유도된 심박 변화율을 분석하여 이로부터 시간 영역과 주파수 영역의 특징을 추출하여 신경망인 RBF(Radial Basis Function) 네트워크에 적용하여 폐쇄성 수면 무호흡을 검출하는 방법[15]이 있으나 검출율이 떨어지며 일반 가정에서 사용하기도 어렵다.

Ⅲ. 수면 상황 인식

본 논문에서 수면 상황 인식을 위해 TinyOS, H-MOTE2420 센서, 그리고 수면 측정 및 수면의 질 향상으로 구분하여 나타냈다.

3.1 TinyOS

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. 이런 방식을 통해 대부분 짧은 처리 시간을 갖는 인터럽트 핸들러로 구성된 TinyOS 애플리케이션을 효율적으로 실행 시킴. 기존 OS 들의 방식으로는 이벤트 관리 함수가 많아지게 되며, 메모리와 전력 사용이 추가되는 단점이 발생한다.

3.2 H-MOTE2420 센서

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

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. 센서의 명칭은 H-MOTE2420로서 여기에는 그림 1과 같이 마이크 센서(WM62A), 온/습도 센서(SHT11), 그리고 조도 센서(GL5507)가 있다.

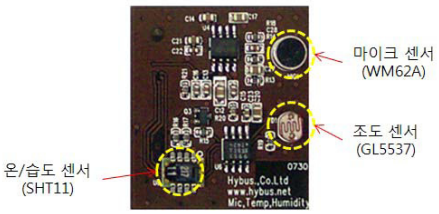

그림 1. H-MOTE2420 센서
Fig. 1 H-MOTE2420 Sensor

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.

(1) 조도 센서

조도 센서의 이름은 GL5537로, 광량에 따라 출력 전압 값이 변하는 기능을 가지고 있다. 조도 센서는 다음과 같은 특징을 갖고 있다.

Light Resistance at 10Lux(at 25℃) 18～50KΩ
Dark Resistance at 0 Lux 2.0MΩ(min)
Gamma value at 100-10Lux 0.7
Power Dissipation(at 25℃) 100mW
Max Voltage (at 25℃) 150V
Spectral Response peak (at 25℃) 540nm
Ambient Temperature Range: -30～+70℃

(2) 온/습도 센서

온/습도 센서의 이름은 SHT11로, SENSIRION사에서 제작된 센서로, 많은 테스트와 안정성 테스트를 통과한 신뢰성 있는 센서로 알려져 있다. 온/습도 센서는 다음과 같은 특징을 갖고 있다.

- Relative humidity and temperature sensors
- Dew point
- Fully calibrated, digital output
- Excellent long-term stability
- No external components required
- Ultra low power consumption
- Surface mountable or 4-pin fully interchangeable
- Small size
- Automatic power down

3.3. 수면 측정 및 수면의 질 향상

숙면을 위한 수면 단계의 확인 및 분석을 위해서 시스템의 환경 데이터는 센서를 통하여 수집하며, 센서에서 추출된 정보를 수면을 취한 시간부터 정보를 축적하여 시간의 흐름에 따른 환경을 분석할 수 있고 수면의 질을 향상시킬 수 있다.

그림 2. 사용자 인터페이스
Fig. 2 User Interface

위의 그림 2와 같이 사전 입력정보인 피곤한 정도, 음주의 정도, 그리고 공복의 정도(①)를 사용자 개인이 입력한 뒤 입력완료(②) 버튼을 누른 뒤 취침 시작(③)을 누르고 취침이 끝났을 시 취침 종료 버튼(④)을 누른다. 값을 입력 후엔 취침할 동안의 정보들이 데이터베이스에 입력이 되게 되는데 프로그램은 이 입력된 정보를 토대로 가장 숙면에 도움이 되는 요소의 값을 사용자에게 뿌려주게 된다.

센서의 정보는 시간에 따라 수집한 다음 비디오에서

의 움직임을 식별하는데 이것은 수면 상태에서 뒤척임을 추출하기위하여 장면 전환 검출 기법중의 하나인 χ2 히스토그램 기법을 사용한다. χ2 히스토그램 기법의 수식은 식 (1)과 같다.

$$d(f_t, f_{t-1}) = \sum_{i=0}^{k} \frac{(H_t(i) - H_{t-1}(i))^2}{H_t(i)} \quad \text{식 (1)}$$

χ^2 히스토그램 방법($d(f_t, f_{t-1})$)은 인접한 두 프레임 (f_i, f_j)에 대하여 통계학적인 장면 전환 검출 방법의 하나로서 히스토그램 비교를 통하여 계산되어지며 위의 식 (1)과 같이 정의하여 사용한다.

이 방법은 다른 히스토그램 방법보다 성능이 우수하기 때문에 많은 연구에서 사용되고 있는 방법이다. 또한 이웃한 두 프레임 사이의 특징값의 차이를 더욱 더 강조한 히스토그램 비교 방법이다. 이 방법은 이동 물체의 지역적인 움직임에 민감하지 않다는 장점을 가지고 있는 반면에 조명의 강도 변화에 매우 민감하다는 단점을 가지고 있다.

$H_t(i)$는 t시점에서 프레임이 갖는 히스토그램 값을 나타내고, $H_{t-1}(i)$는 t-1시점에서 프레임이 갖는 히스토그램 값을 나타낸다.

Ⅳ. 실험

실험을 위하여 Microsoft Windows XP에서 Visual C++ 6.0과 MySQL을 이용하였다. 또한 취침 실험에서는 완전히 숙면을 취한 뒤 1시간 동안을 10명을 촬영하여 데이터로 이용하였다.

실험에서 피곤한 정도, 음주의 정도, 그리고 공복의 정도 등 사용자 정보의 입력과 센서를 이용하여 입력되는 온도, 조도, 습도 등은 그대로 입력된다. 센서에서 검출된 평균값들은 다음 표 1과 같다.

표 1. 센서에서 검출된 평균값
Table. 1 Average Value of extracted from Sensor

항목	측정값 평균
온도	25
조도	160
습도	60

사용자의 정보와 센서의 정보를 입력 받고 나서 그림 3과 같은 장면 전환 검출을 수행한다.

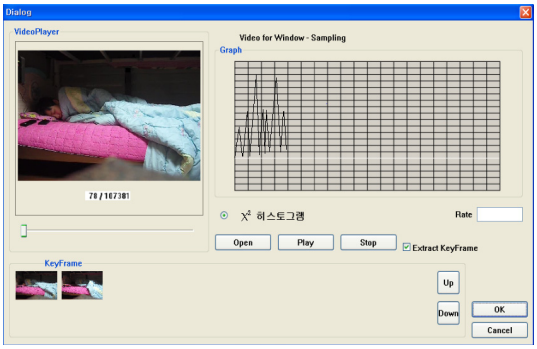

그림 3. 장면 전환 검출
Fig. 3 Scene Change Detection

여기에서 임계치를 600으로 주어 장면 전환 검출을 통하여 얻은 키 프레임의 예는 그림 4와 같다.

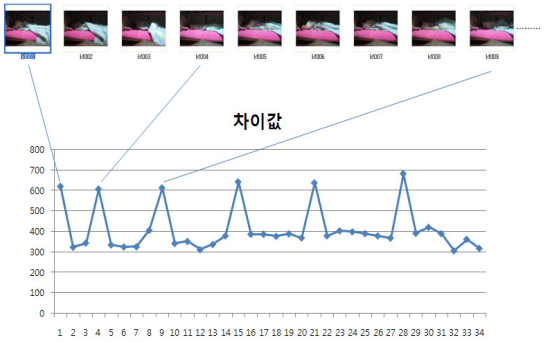

그림 4. 검출된 키 프레임
Fig. 4 Extracted Key Frame

뒤척임 수는 여기서 얻은 장면 전환 검출의 개수로 10명의 사람이 1시간 동안 자면서 크게 움직인 개수를 나타내고 있다.

다음 표 2는 실험자별 뒤척임 수와 만족도를 표시한 것인데, 여기에서 각각 10명에 해당하는 뒤척임 수와 수면을 취하고 난 뒤 만족도를 나타낸 것이 표 와 같다. 여기서 만족도는 상, 중, 하로 나타냈다.

표 2. 실험자별 뒤척임 수와 만족도
Table. 2 Number of Tossing and Turning and Ratio of Satisfaction from Users

실험자	뒤척임 수	만족도
1	23	하
2	21	중
3	17	상
4	11	상
5	17	상
6	22	중
7	22	하
8	19	상
9	25	상
10	21	중

표에서 알 수 있는 것처럼 뒤척임 수가 적을수록 만족도가 높음을 알 수 있다. 하지만 만족도가 건강하다는 것을 의미하는 것은 아니므로 건강에 대한 기준점과 지표의 모색과 더불어 더욱더 많은 실험 데이터가 필요하다고 사료된다.

Ⅴ. 결론

본 논문에서는 각종 연구에서 많이 사용되는 장면 전환 검출 방법 중의 하나인 χ^2 히스토그램을 이용하여 수면을 취하는 사람의 뒤척임 수를 측정해보았다. 그리고 H-MOTE2420 센서를 통해 입력되는 데이터들과 사용자가 입력한 데이터들을 바탕으로 뒤척임 수와 만족도와의 관계를 파악했다. 그리하여, 장면 전환 검출을 이용하여 추출된 데이터인 뒤척임 수와 사용자의 수면 만족도를 비교하여 수면을 질을 높이고자 하였다. 본 논문에서 이용한 χ^2 히스토그램을 이용한 방법은 다른 방법보다 훨씬 적은 수의 키 프레임들을 얻을 수 있었다. 하지만 실험을 통해 얻은 뒤척임 수와 만족도가 개개인의 건강상태를 가늠하지는 못했다.

참고문헌

[1] 유미경, “재가노인의 수면에 관한 연구,” 여성건강, 제8권, 제1호, pp.23-58, 2007.

[2] Parsons, H.M., “The Bedroom,“ Human factors, 14(5), 1972.

[3] 권규식, 김진선, 박세진. “체압분포 측정을 이용한 수면자세 인식”, 한국산업경영시스템학회지, 22 (52), pp.211-219, 1999.

[4] 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.

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

[6] http://www.seumi.com/bbs/board.php? &bo_table=nb1&wr_id=514

[7] 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.

[8] Lee S. R., ″A Study of Sleeping State Sensing System,″ Graduate School, Dankook University, 2010. 2

[9] Lee S. R., Cho W. S., Lee D. H. and Kim K. H., ″A Study of Sleeping Pattern Sensing System,″ Proc. of CICS’08, KIEE, pp. 386-387, 2008.

[10] Koo Y. S., Lee J. H., Ryu S. O. and Kim K. H., ″Studios on Development of Sleeping Patterns Sensing System,″ Proc. of CICS’07, KIEE, pp. 477-478, 2007.

[11] Kazuki N, Yoshiaki M, Toshiyo T., “A monitor for posture changes and respiration in bed using real time image sequence analysis,” Proceeding of the Annual EMBS International Conference, pp. 51-54, 2000.

[12] Hiroaki N, Ken I, Yoshio M, Mutsumi W., ″Non-restrictive visual respiration monitoring,″ pattern recognition, Proceedings 15th International Conference, pp. 647-651, 2000.

[13] Hirooki A, Yasuhiro T, Kazuhiro M, Masato N., ″Development of non-restrictive sensing system for sleeping person using fiber grating vision sensor,″ International Symposium on Mircomechatronics and Human Science, pp.155-160, 2001.

[14] Shin DI, Shin GH, Kim IK, Lim KS, Huh SJ, “A Study

in the ROI Optimizing Technique for Accurate," Healthcare Informatics Research, Vol. 10, No. 3, pp. 253-260, 2004.

[15] Ho-Seon Choi and Sung-Pil Cho, "Detection of Obstructive Sleep Apnea Using Heart Rate Variability," Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea. Vol. 42, No. 3, pp. 47-52, 2005.

저자소개

신성윤(Seong-Yoon Shin)

2003년 : 군산대학교 컴퓨터과학과(이학박사)
2003년 ~ 2006년 : (주)네트플러스 연구원
2006년~현재 : 군산대학교 컴퓨터정보공학과 교수
2009년~현재 : 한국해양정보통신학회 멀티미디어 및 응용 분과위원장
※관심분야 : Image Processing, Multimedia, Computer Vision

이현창(Hyun-Chang Lee)

2001년 : 홍익대학교 컴퓨터과학과(공학박사)
2008년 ~ 현재 : 원광대학교 전자상거래학부 교수
※관심분야 : Semantic Web, Image Processing, Ubiquitous Computing

이양원(Yang-Won Rhee)

1994년 : 숭실대학교 전자계산학과(공학박사)
1979년 ~ 1986년 국방관리연구소 연구원
1986년~현재 : 군산대학교 컴퓨터정보공학과 교수
※관심분야 : Telematics, Fuzzy Theory, Image Processing