
컬러 히스토그램을 활용한 수면의 질 향상

신성윤* · 신광성** · 이양원***

Improvement of Sleep Quality Using Color Histogram

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

요 약

본 논문에서는 수면을 취하는 침실의 수면 환경 데이터를 수집하고, 얻어진 조건 데이터들과 수면간의 관계를 분석한다. 또한 수면을 취하는 사람으로부터 장면 전환을 검출하여 신체의 상황과 수면 과정의 반응, 신체의 감각과 자극들을 제시한다. 영상의 장면 전환 검출은 컬러 히스토그램을 사용하였다. 컬러 히스토그램은 이전 프레임과 현재 프레임사이의 컬러 히스토그램 차이 값을 이용하는 방법이다. 그리고 피곤한 정도, 음주의 정도, 그리고 공복의 정도를 입력하여 각 상황별 뒤척임을 추출하도록 하였다. 시스템의 실험에는 온/습도 센서와 조도센서로 구성되어 있는 H-MOTE2420 센서를 이용하였다. 본 논문에서는 현대인들에게 규칙적이고 안락한 수면을 유도하기 위하여 최적의 수면 환경을 제공함으로써 수면의 질을 높일 수 있도록 한다.

ABSTRACT

In this paper we collect data concerning sleep environments in a bedroom and analyze the relationship between the collected condition data and sleep. In addition, this paper detects scene changes from the subjects in a sleeping state and presents the physical conditions, reactions during sleep, and physical sensations and stimuli. To detect scene changes in image sequences, we used color histogram for the difference between the preceding frame and the current frame. In addition, to extract the tossing and turning for different situations, the subjects were instructed to enter the level of fatigue, the level of drinking, and the level of stomach emptiness. For the sleep experiment system, we used the H-MOTE2420 Sensor composed of temperature, humidity, and light sensors. This paper is intended to provide the best sleep environment that enhances sleep quality, thus inducing people today to get regular and comfortable sleep.

키워드

장면 전환 검출, 컬러 히스토그램, 프레임, 수면 환경

Key word

Scene Change Detection, Color Histogram, Frame, Sleep Environment

* 정회원 : 군산대학교 컴퓨터정보공학과(제1저자)

** 정회원 : 군산대학교 컴퓨터정보공학과

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

접수일자 : 2011. 05. 27

심사완료일자 : 2011. 05. 27

I. 서 론

수면은 우리 인간의 매우 중요한 생리 현상임을 부인하는 사람은 아마 한명도 없을 것이다. 인간은 일생의 약 1/3 정도를 수면을 취하면서 보낸다고 한다 [1]. 일반적인 사람은 누구나 하루 약 8시간 정도는 수면을 취하며 보내는 것이다. 1/3이란 긴 시간을 수면으로 보내는 것이므로, 그만큼 수면은 우리에게 중요한 일이다.

우리는 수면 시간에 발생하는 다양한 뇌의 활동과 수면의 숨겨진 파워를 알아내고 싶어 한다. 또한 자기에게 알맞은 좋은 수면 습관을 실천함으로써 활력 있고 건강한 삶을 영위 할 수 있을 것이다.

수면은 사람의 성별, 나이, 건강 상태, 활동량, 컨디션, 섭취한 음식, 스트레스 등 다양한 요소의 영향을 받는다. 건축 환경의 관점에서 보면 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[2].

본 논문은, 카메라와 센서를 이용하여 수면실을 조성하고, 사용자가 피곤한 정도, 음주의 정도, 그리고 공복의 정도를 입력하도록 하여 수면의 질을 높이는데 중점을 두어 연구한다. 수면실에 카메라를 설치하여 수면을 취하는 사람의 뒤척임을 녹화한 뒤, 이를 컬러 히스토그램 방법으로 장면 전환 검출을 통하여 비디오를 분할한다. 또한 온도와 조도 센서를 이용하여 수면 환경을 체크하여 최적의 수면 단계를 분석하도록 한다.

수면은 빠르지 않은 눈의 운동(NREM) 수면과 빠른 눈의 운동(REM) 수면의 두 가지 서로 다른 상태로 구성되어 있다[3]. NREM 수면은 신체를 움직일 수 있으나 뇌 전체의 활동이 적어지고 잘 조절되어있는 수면이며, REM 수면은 몸은 마비되지만 뇌의 활동은 활발한 수면을 뜻한다.

수면 측정 및 감지 시스템으로는 먼저, Flexiforce 압력 센서와 Thermistor 온도센서를 사용하여 수면 자세 및 상태에서 측정하고 분석, 추정 시스템이 있다[4,5,6]. 최근에는 CCD 카메라를 이용하여 호흡에 의해 움직이는 흉부의 영상을 처리함으로써 간접적으로 호흡을 측정하

는 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[7,8,9]. 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[10]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[11]이 있으나 검출율이 떨어지며 일반 가정에서 사용하기에도 어렵다.

II. 상황 인식

3.1. TinyOS

TinyOS는 센서 네트워크와 같은 임베디드 네트워크 시스템들을 위해 특별히 고안 되어진 OS이며, 이는 이벤트 기반의 어플리케이션, 소형의 코어 OS(400 바이트 정도의 코드), 작은 데이터 메모리를 갖는 초소형 용량의 OS를 만들기 위해 고안되어졌다. TinyOS는 다음의 세 가지 특성을 갖는다.

- ① 컴포넌트 기반의 구조
- ② 테스트, 이벤트 기반의 동시성
- ③ 구분된 동작

TinyOS는 이벤트 발생에 의한 상태 천이 방식을 채택한 상태 머신 기반의 프로그래밍 개념을 사용한 운영체제로써, 제한된 메모리 공간의 효율적인 이용과, 프로세스의 동시성 등을 지원해 주는 운영체제이다. TinyOS에서는 시스템 자원의 제약들 때문에 기존의 IP 프로토콜, 소켓, 쓰레드 개념들을 사용하지 않는다.

3.2. 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.

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

• 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

III. 수면의 질 향상(컬러 히스토그램)

사용자 정보는 상황 인식을 통한 지능형 실내 환경 조성 시스템의 일환으로 그 중 수면을 능동적으로 유도하는 분야에 중점을 두고 수행하였다. 이것은 평상시 생활 환경에서 수면을 도와주는 조건에는 조명, 음향, 온/습

도 등이 있으며 이를 수면을 취하려는 사용자에게 적합한 단계별 상황을 제공하여 환경에 따른 수면 단계를 확인하고 분석할 수 있다. 수면을 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.

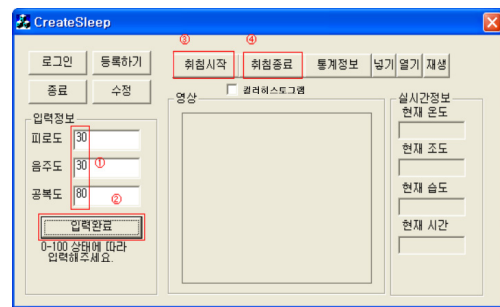


그림 1. 사용자 인터페이스
Fig. 1 User Interface

위의 그림 1과 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 수면에 도움이 되는 요소의 값을 사용자에게 뿌려주게 된다. 그림 1에서 영상 위의 컬러히스토그램의 체크리스트 박스를 클릭하게 되면 다음 그림 2와 같은 장면 전환 검출 화면으로 이동하게 된다.

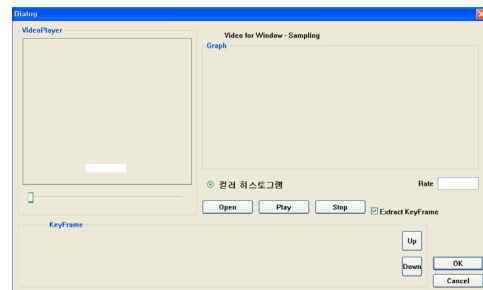


그림 2. 장면 전환 검출 화면
Fig. 2. Screen of Scene Change Detection

센서의 정보는 시간에 따라 수집한 다음 비디오에서의 움직임을 식별하는데 이것은 수면 상태에서 뒤척임을 추출하기 위하여 장면 전환 검출 기법중의 하나인 컬러히스토그램 기법을 사용한다. 컬러히스토그램 기법의 수식은 식 (1)과 같다.

컬러 히스토그램 비교($d_{r,g,b}(f_i, f_j)$)는 인접한 두 프레임 (f_i, f_j)의 각 R·G·B 컬러공간에 대하여 각각을 따로 계산한 히스토그램 비교를 통하여 계산되어지며 식 (1)과 같이 정의하여 사용한다.

$$d_{r,g,b}(f_i, f_j) = \sum_{k=0}^{N-1} \left(|H_i^r(k) - H_j^r(k)| + |H_i^g(k) - H_j^g(k)| + |H_i^b(k) - H_j^b(k)| \right) \quad \text{식 (1)}$$

$H_i^r(k), H_i^g(k), H_i^b(k)$ 는 i 번째 프레임(f_i)에서의 각 컬러공간(r, g, b)에 대한 빈(k)의 수(N)를 나타낸다. 이 방법은 카메라와 객체의 동작과 명암에 매우 민감하며 많은 데이터 유실을 초래하지만, 히스토그램 방법이 정확성과 속도 사이의 좋은 교환 요소임을 발견했다.

시스템은 단순한 데이터의 입력과 출력뿐만 아니라 수면에 영향을 미칠만한 가중치의 정보로 피곤한 정도, 음주의 정도, 그리고 공복의 정도 등 사용자의 일일 정보를 입력 받는다. 그리고 컬러히스토그램에 의한 장면 전환 검출을 수행한 후 수면 중 움직임을 파악하여 당일 수면에 대한 평가와 학습을 하게 된다. 또한 누적된 데이터들은 유저가 스스로 자신의 취침 환경을 알아보고 개개인에 특화된 최적의 환경을 추출하여 수면의 질 향상에 도움을 준다.

IV. 실험

실험을 위하여 Microsoft Windows XP에서 Visual C++ 6.0과 MySQL을 이용하였다. 또한 취침 실험에서는 완전히 숙면을 취한 뒤 1시간 동안을 20명을 촬영하여 데이터로 이용하였다.

실험에서 피곤한 정도, 음주의 정도, 그리고 공복의 정도 등 사용자 정보의 입력과 센서를 이용하여 입력되는 온도, 조도, 습도 등은 그대로 입력된다. 이 부분은

[12]에서 자세히 다루고 있으므로 본 논문에서는 생략하고 센서에서 검출된 평균값들은 다음 표 1과 같다. 사용자 정보는 상황에 다르게 입력되므로 별도로 구분하지는 않았다.

표 1. 센서에서 검출된 평균값
Table 1. Average Value Extracted by Scenor

| 항목 | 측정값 평균 |
|----|--------|
| 온도 | 21 |
| 조도 | 159 |
| 습도 | 62 |

사용자의 정보와 센서의 정보를 입력 받고 나서 그림 3과 같은 장면 전환 검출을 수행한다. 여기에서는 식 (1)의 연산식의 전체 합하는 부분에 $1/3N$ 을 곱하여 준다. 즉, 전체를 $3N$ 으로 나누어 R · G · B 각각의 그래프를 하나로 묶어주는 것이다.

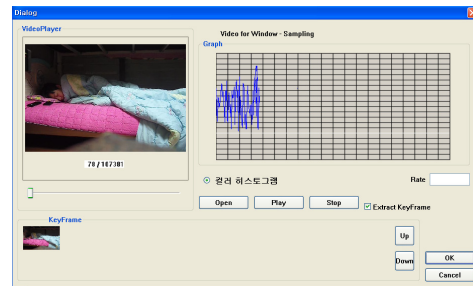


그림 3. 실제 장면 전환 검출
Fig. 3 Real Scene Change Detection

여기에서 임계치를 350으로 주어 장면 전환 검출로 얻은 키 프레임의 예는 그림 4와 같다.

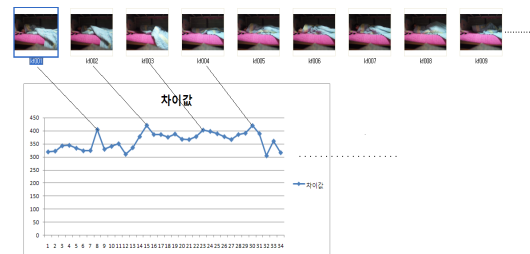


그림 4. 검출된 키 프레임
Fig. 4 Extracted Key Frame

이렇게 하여 얻은 취침 1시간 동안의 얻은 장면 전환 검출의 개수의 평균은 표 2와 같이 총 14.30개이다. 여기에서 각각 20 명에 해당하는 뒤척임 수와 수면을 취하고 난 뒤 만족도를 나타낸 것이 표 2와 같다. 여기서 만족도는 상(3), 중(2), 하(1)로 나타냈다.

표 2. 뒤척임 수와 만족도
Table 2. No. of Tossed and Turned and Satisfaction

| 실험자 | 뒤척임 수 | 만족도 |
|-----|-------|----------|
| 1 | 32 | 하 |
| 2 | 22 | 상 |
| 3 | 14 | 상 |
| 4 | 9 | 상 |
| 5 | 14 | 중 |
| 6 | 20 | 중 |
| 7 | 14 | 상 |
| 8 | 12 | 상 |
| 9 | 14 | 하 |
| 10 | 15 | 하 |
| 11 | 6 | 상 |
| 12 | 11 | 중 |
| 13 | 11 | 상 |
| 14 | 9 | 상 |
| 15 | 6 | 하 |
| 16 | 7 | 중 |
| 17 | 17 | 중 |
| 18 | 20 | 하 |
| 19 | 15 | 상 |
| 20 | 18 | 상 |
| 평균 | 14.30 | 중상(2.25) |

이와 같이 수면 환경은 온도, 습도, 조도가 특별히 나쁘지 않다면 인간은 수면을 취할 수 있다. 하지만 장면 전환 검출을 통하여 실험한 결과 뒤척임 수와 숙면과는 별로 무관한 것으로 나왔다. 하지만 실험 연령대를 조금 높이면 분명히 뒤척임 수와 만족도는 차이가 있을 것으로 본다. 그리고 수면을 취하는 사람의 숨소리 또한 녹음하여 분석하면 심각한 질환도 검출 되리라고 판단한다.

V. 결 론

본 논문에서는 장면 전환 검출 방법인 컬러 히스토그램을 이용하여 수면을 취하는 사람의 뒤척임 수를 알아보았다. 여기서 센서를 통해 입력되는 데이터들과 사용자가 입력한 데이터들을 바탕으로 뒤척임 수와 만족도와의 관계를 파악했다. 이러한 정보들과 장면 전환 검출을 이용하여 최적의 수면 환경을 제공하여 수면을 질을 높이고자 하였다. 다만 사용자 정보인 피곤한 정도, 음주의 정도, 공복의 정도에 따른 만족도를 알아보지는 못했는데 다음에 알아보기로 한다. 그리고 피실험자들이 대부분 20대인 것을 감안하면 별로 효과가 없을 것 같지만, 피실험자들의 연령을 높이면 충분한 효과를 보리라 믿는다. 또한 숨소리를 녹음하여 분석하고 장면 전환 검출을 수행하면 훨씬 더 좋은 결과를 얻으리라고 본다.

참고문헌

- [1] Parsons, H.M., "The Bedroom", Human factors, 14(5), 1972.
- [2] 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.
- [3] Anil N. Rama, S. Charles Cho and Clete A. Kushida, "NREM - .REM sleep," Handbook of Clinical Neurophysiology, Vol. 6, pp. 21-29, 2005.
- [4] Lee S. R., "A Study of Sleeping State Sensing System," Graduate School, Dankook University, 2010. 2
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] Hiroaki N, Ken I, Yoshio M, Mutsumi W., "Non-restrictive visual respiration monitoring," pattern recognition, Proceedings 15th International Conference, pp. 647-651, 2000.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] Shin S. Y., Shin K. S., Rhee Y. W., "Enhancement of Sleep Environment Using Sensor," Journal of KIMICS, Vol 14, No. 11, pp. 2485-2490, 2010.



신광성(Kwang-Seong Shin)

2005년 : 전북대학교
컴퓨터공학과(공학박사)
2010년~현재 : 군산대학교
컴퓨터정보공학과
겸임교수

※ 관심분야 : Image Processing, Computer Graphics, Multimedia



이양원(Yang-Won Rhee)

1994년 : 숭실대학교
전자계산학과(공학박사)
1979~1986 국방관리연구소 연구원
1986년~현재 : 군산대학교
컴퓨터정보공학과 교수

※ 관심분야 : Telematics, Fuzzy Theory, Image Processing

저자소개



신성윤(Seong-Yoon Shin)

2003년 : 군산대학교
컴퓨터과학과(이학박사)
2003년~2006 : (주)네트플러스
연구원

2006년~현재 : 군산대학교 컴퓨터정보공학과 교수
2009년~현재 : 한국해양정보통신학회 멀티미디어 및
응용 분과위원장

※ 관심분야 : Image Processing, Multimedia, Computer Vision