



아두이노 센서 기반 학업 효과 개선 방안 연구

A Study on the Improving Method of Academic Effect based on Arduino sensors

배영철* · 홍유식**†

Youngchul Bae and YouSik Hong

전남대학교 전기전자 공학부*, 상지대학교 컴퓨터정보 공학부**

*School of Electrical and Electronics Engineering, Jeonnam University

**School of computer science Information Engineering, Sangji University

요 약

효율적으로 수학 및 과학 성적 향상을 위해서는 뇌 체조 및 스트레스 해소 및 감정 조명이 효과적이라는 연구가 이루어지고 있다. 이러한 원리는 과학 과목은 뇌파가 안정되고, 수학문제를 풀 경우에, 스트레스를 최소화 하고 안정감을 느낄 정도의 편안한 조도를 유지 시키면, 두뇌 회전을 빠르게 수행 한다는 연구 결과를 기반으로 이루어지고 있다. 본 논문에서는 과학 및 수학 학습을 효과적으로 하기위해서, 스트레스 치료 및 음악치료를 이용해서, 최적의 학습조건 모의실험을 하였다. 그러나, 사용자의 취향에 따라서, 좋아하는 음악이나 색깔은 많은 차이점이 있다. 그러므로, 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해서, 최적의 조명 치료 및 음악치료를 제안하고 모의실험 하였다.

키워드 : 퍼지규칙, 데이터 마이닝, 아두이노 센서, 심장박동수

Abstract

The research for the improvement in math and science scores is active by the brain exercises, stress reliefs, and emotion sensitized illuminations. This principle is based on the following facts that the most effective brain turns are supported with the circumstances not only when the brain wave should keep stability and comfort in science criticism, but also when minimized stress and comfortable illumination should be adjusted in solving math problem. In this paper, in order to effectively learn mathematics and science, the most optimized simulating tests in learning conditions are conducted by using a stress relief. However, depending on the users' tastes, the effectiveness on favorite music or colors therapy have no convergency but many differentiations. Therefore, in this paper, in order to solve this problem, the proposed optimal illumination and music therapy treatment using fuzzy inference method,

Key Words : Fuzzy Rules, Data Mining, Arduino Sensor, Heart Rate

Received: May, 5, 2016
Revised : Jun, 20, 2016
Accepted: Jun, 21, 2016
† Corresponding authors
yshong@sangji.ac.kr

1. 서 론

대한민국 정부는 2015년 까지, 디지털 교과서에 2조원을 투입해서 국가 교육경쟁력 세계 10위권을 달성하고, 2025년까지 세계 3위권에 진입하는 등 스마트교육으로 국가경쟁력을 높여나갈 방침이다. 뿐만 아니라, 요즈음, 음악치료 및 미술치료를 이용해서 스트레스를 치료하는 연구가 활발하게 연구 되고 있다. 미술 치료 및 음악치료는 환자의 정신적인 스트레스를 완화시키는 효과적인 치료로 인정 받고 있다[1-2]. 물리학 학자들은 빛의 진동수에 따라 빛깔이 달리 보인다고 한다.

책을 많이 읽고 눈이 피곤하면, 산의 녹색일이나 파란색을 40초 이상 보면 눈이 정상으로 회복되는 것은 과학적으로 입증된 사실이다. 왜냐하면 인체의 energy를 주관하는 간장이 눈을 통하여 녹색의 파장(=energy)을 흡수 함으로서 장기의 기능을 활성화시켜 피로를 풀게 하는 방법 이기 때문이다[3-6]. 본 논문에서는, 정부에서 추진 하고 있는 디지털 교과서의 학습효과를 입증하기 위해서, 음악치료 및 색채치료를 이용해서 강의시간에 수강학생이 수업 집중도를 향상시키고, 스트레스(HRV: 심박변이도) 줄이는 최적의 학습 이해도 향상을 개선 하는 모의실험 연구를 수행 하고자한다. 특히, 본 논문에서는 아두이노 센서 및 조명치료를 이용해서, 수행 하고자한다[7-10]. 조명 및 음악이 심박수에 많은 영향을 미치는 것으로 알려졌지만, 아직 정확하게 확인 되지 않고 있다.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

본 논문에서는 강의 교과목에 따라서, 어떠한 조명 색깔과 어떠한 음악이 학습효과에 효과적 인지를 판단하기 위해서, 강의 이해도를 객관적으로 측정하기 위해서, 스트레스 지수를 이용해서, 강의 집중도를 간접적으로 측정하였다.

그러나, 스트레스 지수는 심박 수의 빠름과 느림에 따라서 매우 민감하기 때문에, 목욕 전후, 운동 전후, 운주전후에는 정확한 값을 산출하기 어렵다. 그러므로 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위해서 피지규칙을 이용해서, 개선하였으며. 최적의 음악조건과 조명 색깔 조건을 판단하기 위해서, 의사 결정 기법으로 판단하기 위해서, WEKA 툴을 이용해서 모의실험 하였다.

2. 음악치료 및 조명치료

요즘, 많은 현대인들은 스트레스로 인해서 고통을 받고 있다. 영국 서섹스 대학교 인지심경 심리학과 데이비드 루이스 박사팀의 연구결과에 따르면, 스트레스 해소법으로 가장 좋은 것은 독서인 것으로 나타났다.

연구팀은 독서, 산책, 음악 감상, 비디오 게임 등 각종 스트레스를 얼마나 줄여주는지를 측정했다. 그 결과, 10분 정도 책을 읽으면 스트레스가 68% 감소했다. 독서를 하면 심박 수가 낮아지며 근육 긴장이 풀어지는 것으로 나타났다. 뿐만 아니라, 적절한 종류의 음악을 들으면 심장의 움직임을 늦추고 혈압을 내릴 수 있다는 연구 결과가 나왔다. 음악은 심리와 마찬가지로 신체에도 확실한 영향을 미치는 것으로 사료된다. 색채치료란 색(色)을 이용해 질병의 원인을

진단 할 수 있으며, 색채의 치료효과는 영국의 색채병리학자인 도오슨 헤세(J. Dodson Hesse)에 의하여 구체화 되었다.

그림 1에서는 아두이노 센서 기반에서, 조명을 ON OFF 하는 과정을 설명하고 있다. 최근에 밝혀진 조명치료 연구결과에 의하면 파란빛은 동맥을 수축하여 혈압을 상승시키고, 피부질환이나 류머티스, 각종 염증에 효과가 있다. 또한 초록색은 혈압을 낮추는 작용을 하고, 신경과민, 극도의 피로, 신경통, 두통, 신경성 불안감 등에 효과적이라고 보였다. 반면에 노란빛은 정신적 흥분제작용을 하여 환자를 유쾌하게 하며 신경쇠약이나 결핵치료에 유용하며, 빨간 빛은 우울증, 전반적 기능감퇴에 도움이 되고, 보라색 빛은 심장, 폐, 혈관에 영향을 미친다고 하였다. 뿐만 아니라, 최근에 밝혀진 연구결과 음악치료는, 빠른 템포의 음악은 결과로서 호흡수와 심박 수 및 혈압을 증가시킨다는 연구 결과를 보고하고 있다. 음악이 그치면 호흡, 심박 수, 및 혈압은 저하되고 때때로 최초의 속도보다 늦어진다. 한편, 느린 음악은 심박 수의 저하를 일으킨다. 뿐만 아니라, 강의시간에 조명의 색과 온도 조절이 학생 성적에 얼마나 영향을 미치는 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

표 1. 색채치료 및 음악치료기반 심박수 변이도
Table 1. Heart rate variability based on art therapy and music therapy

Course Name	Yellow Light	Red Light	Blue Light	Slow Tempo Music	Slow Tempo Music	Heart Rate
ART	Small	Big	Small	Small	Big	Good
MATH	Small	Small	Small	Big	Small	Bad
MATH	Big	Med	Med	Med	Med	Normal
History	Big	Small	Small	Big	Big	Good
Math	Big	Med	Med	Med	Med	Normal
History	Small	Small	Small	Big	Small	위험
ART	Big	Big	Med	Med	Big	Normal
History	Small	Small	Big	Med	Big	Good
MATH	Small	Small	Small	Big	Small	Bad
History	Med	Small	Small	Big	Small	Bad

표 1에서는 최근에 연구된 음악치료 및 조명치료를 이용해서 역사과목, 과학과목, 예술과목 3과목에 학습 이해도 및 음악 빠른 템포 및 느린 템포에 따라서 수강학생의 강의 심리안정도 심박수(혈압, 스트레스)를 감소시킬 수 있는 이론을 설명하고 있다.

3. 학업성적 판단 이론

최근 연구 결과에 의하면, 수학 및 과학 공부를 할 경우에는 파란색 계열의 색채가 학업 효과가 있으며, 국사와 같은 암기 과목은 노란색 계열의 색채가 학업 효과가 있고, 예술과목은

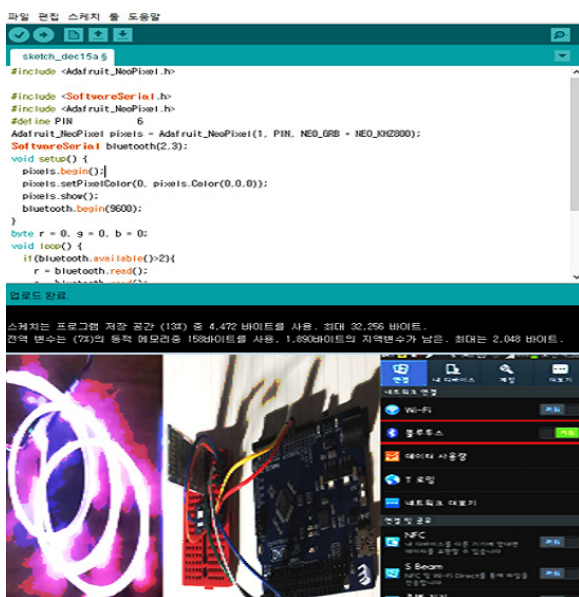


그림 1. 아두이노 센서기반 조명 치료
Fig. 1. Light Therapy based on arduino sensor

빨간색 색채가 효과가 있다는 결과가 발표 되었다[4]. 뿐만 아니라, 최근에 밝혀진 연구결과 음악치료는, 빠른 템포의 음악은 결과로서 호흡수와 심박 수 및 혈압을 증가시킨다는 연구 결과를 보고하고 있다. 음악이 그치면 호흡, 심박 수, 및 혈압은 저하되고 때때로 최초의 속도보다 늦어진다. 한편, 느린 음악은 심박 수의 저하를 일으킨다. 뿐만 아니라, 강의시간에 조명의 색과 온도 조절이 학생 성적에 얼마나 영향을 미치는 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 본 논문에서는, 스트레스를 받으면, 일반적으로 Heart rate variability : HRV, 심박수가 빨라지게 되고 이러한 심박 수의 차이를 기반으로 스트레스를 측정하는 연구가 이루어지고 있다[5]. 스트레스 측정원리는 심박 수의 평균적인 데이터와 현재 심박 수를 비교해 심리 상태를 분석하는 것으로 추측할 수 있다. 시간에 따른 심박의 주기적인 변화를 심박 변이도 (Heart Rate Variability)를 의미하며, 자율 신경계의 항상성 조절 메커니즘을 추적할 수 있는 평가수단이며, 건강한 사람의 경우, HRV 변이가 크고 복잡하게 나타나지만, 질병 상태나 스트레스 상태에서는 복잡도가 현저히 감소한다. HRV 분석에서 표준 측정 간섭요소는 시간역 인덱스, 기하학적 방법 및 주파수역 요소로 구성된다. 장기 혹은 단기 기록은 실행되는 연구의 종류에 따라 결정된다.

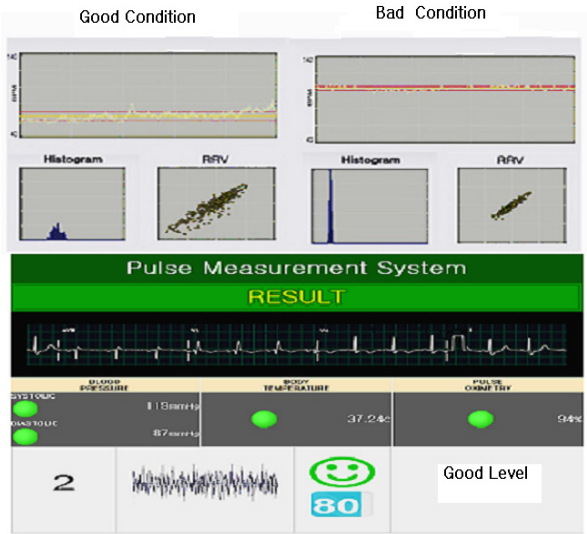


그림 2. 생체센서 기반 심박 수 판단
Fig. 2. Heart rate variability decision based on biosensor

그림 2에서는 아두이노 센서 기반에서, 심박 수를 판단하고, 최종적으로 분석하는 과정을 설명하고 있다. 최근에, 학계에서 알려진, 심장 박동 수의 변동율과 자율신경계의 활동 사이의 연관성이 알려지면서, 이러한 스트레스 측정연구에 많은 연구가 이루어 졌다. 휴식기 심박 수(resting heart rate, HR rest)는 실험자가 깨어있는 상태에서 측정되는 것이다. 일반적인 성인의 휴식기 심박

수는 분당 60-90회 이다. 휴식기 심박 수가 분당 60회 이하이면 서맥(bradycardia)이라고 하고 분당 100회 이상이면 심박 급속증(tachycardia)이라고 한다.

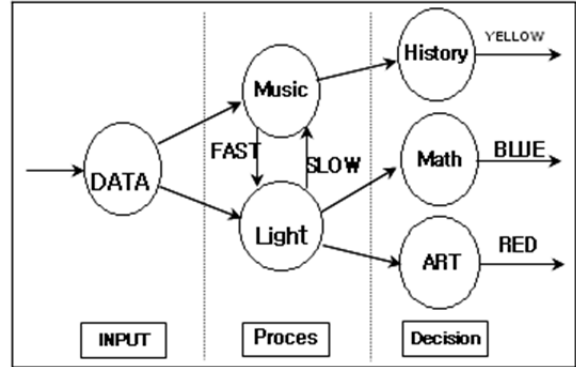


그림 3. 음악 치료 및 조명 치료 이론
Fig. 3. Theory of music therapy and light therapy

그림3에서는 현재 많은 연구가 진행 되고 있는 음악치료 및 조명치료를 검증하는 과정을 설명하고 있다. 다시 말해서, 어떤 조명색깔과 어떤 음악이 수강학생의 마음을 편하게 하는 연구 가설을 설명하고 있다.

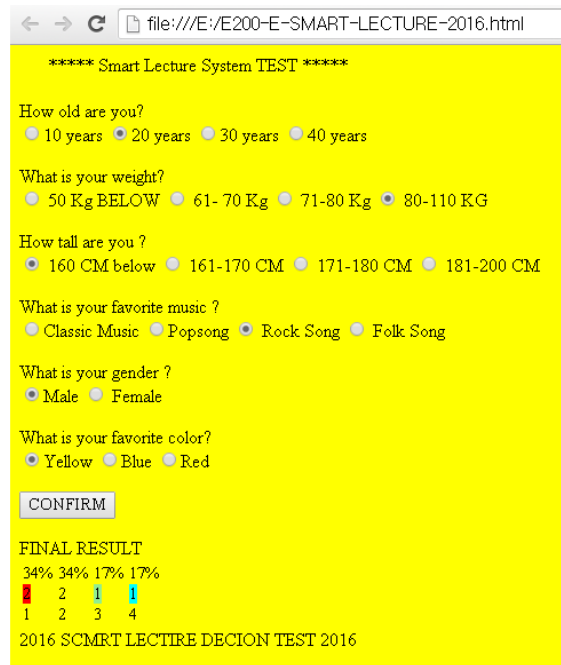


그림 4. 스마트 강의 시스템 설문지조사
Fig. 4. Smart lecture system Questionnaire

그림 4에서는 음악치료 및 조명치료에서 중요한 나이, 건강상태, 좋아하는 색깔을 설문지 조사를 통해서 자료를 분류하는 과정을 설명하고 있다.

표 2. 색체치료 및 음악치료 연관 항목
Table 2. Association items of art therapy and music therapy

ID	Association Rules
1	Fast Speed Music
2	Slow Speed Music
3	Red Light
4	Yellow Light
5	Blue Light
6	Male
7	Female
8	Age 10-30
9	Age 40-60
10	Classic Music
11	Marching music
12	Folk music

표 2에서는 색체 치료 입력을 하기위한 12개 연관 항목을 설명하고 있다.

표 3. 색체치료 연관 규칙
Table 3. Association rules of art therapy and music therapy

Course	Association Rules	Reliability
Memorization Course Improve understanding	1,4,11,8,9	70-85%
Science Course Improve understanding	1,5,12,8,9	75-85%
ART Course Improve understanding	2,3,11,12,8,9	70-80%
Heart rate decrease	2,10,8,9	60-80%
Heart rate Increase	1,11,8,9	60-80%

표 3에서는 색체 치료 입력을 하기위한 연관항목 ID 및 연관규칙을 설명하고 있다.

4. 모의실험

그러나 색체치료 및 음악치료에 근거한 강의 이해도 향상 및 혈압 감소 및 심박수 감소 이론은, 목욕 전후 및 운동전후, 남성 및 여성, 연령을 고려하지 않았기 때문에 오차가 발생하고 있다. 본 논문에서는 퍼지 알고리즘을 이용해서 이러한 문제점을 해결하고자한다. 본 논문에서는, 기존의 스트레스 측정 방법을 향상시키기 위해서, 강의과목, 조명조건, 음악조건에 따른, 심장박동수를 고려해서 강의 이해도를 개선하는 모의실험을 수행하였다.

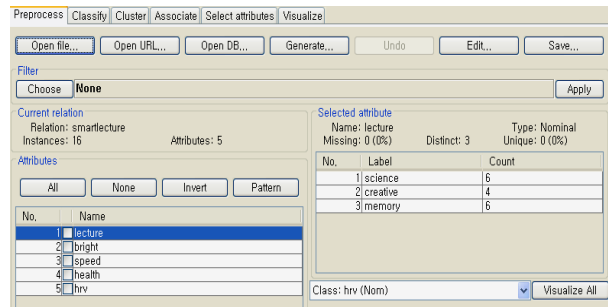


그림 5. 조명 및 음악 치료 WEKA 모의실험
Fig. 5. WEKA simulation fo art therapy and music therapy

그림 5에서 보이는 것처럼, 음악치료 및 조명치료 기반 심박수 변이도 모의실험 데이터 속성별 내용은 다음과 같다.

① 강의(Lecturer)는 과학과목, 암기 과목, 예술과목 3 과목 으로 분류 하였다. 과학과목은 강의실 조명을 Yellow 로 하면, 학생들의 집중도가 향상 될 수 있으며, 과학과목은 BLUE, 예술과목은 RED 색체가 효과가 있기 때문이다.

② 색체조도(Bright)는 조명의 밝기와 색상이 뇌파와 심리상태를 안정시켜서 학습 이해도 및 집중도를 향상시키며, 암기과목, 과학과목, 예술과목의 학습 능력에 따라서 조도는 달라진다.

③ 음악속도(Speed)는 같은 음악이라도, 빠른템포의 음악은 심박수를 증가 시키고, 느린템포의 음악은 심박수를 감소 시키는 학습효과가 있기 때문이다.,

④ 건강 (Health)는, 수상학생의 정신상태, 건강상태, 가 틀리기 때문에 학생의 평균 심박수를 평균으로 분석해서 분석하였다. 논문에서는 WEKA의사결정 Tree를 수행하기 위해서, 음악 치료 및 조명치료에 따른 심박수 감소에 의한 이해도 및 집중도 향상 분석을 수행 하였다. 본 논문의 입력 데이터는 강의(Lecturer), 색체조도 (Bright) 음악속도(Speed), 건강 (Health) 이고, 학습 집중도 추론 결과는 HRV(심박수)이다.

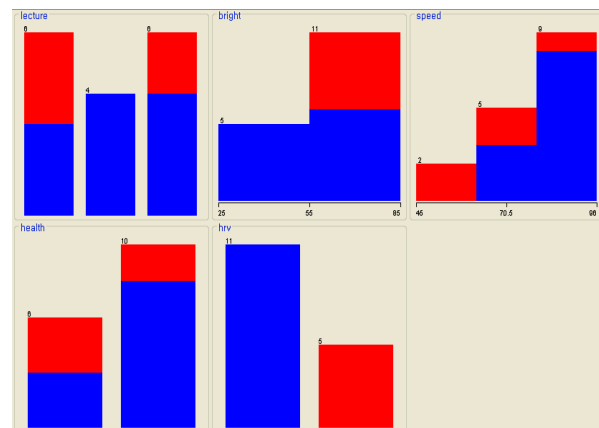


그림 6. 음악 및 조명 치료 WEKA 초기화면
Fig. 6. Music and light therapy WEKA initial screen

그림 6에서는 WEKA 데이터 마이닝 분석 초기 화면을 설명하고 있다. 데이터는 음악치료 및 미술치료 효과에 대한 심박수 분석 데이터의 기본 속성 및 분포가 표시 된다. 좌측 중간 화면에 5개 속성의 이름이 표시된 것을 볼 수 있다. 특정 속성에 대한 체크박스를 클릭하면, 른쪽 부분에 각 속성의 통계 분석이 표시된다. 파랑색은 Heart Rate 속성이 Yes 값을 갖는 경우이고, 빨강색은 Heart Rate 속성이 No 값을 갖는 경우를 구분한 것이다.

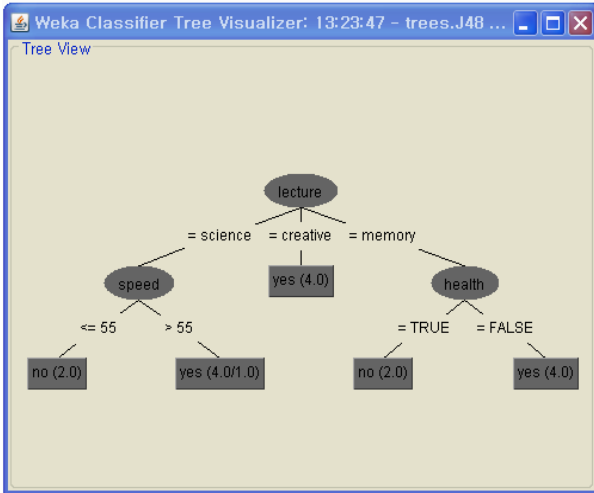


그림 7. 음악 및 조명 치료 데이터 마이닝 분석
Fig. 7. Data mining analysis of music and lighting therapy

그림 7은 음악 및 조명 치료 WEKA 모의실험 과정을 설명하고 있다. 조명 및 음악이 심박수에 많은 영향을 미치는 것으로 알려졌지만, 본 논문의 실험과정에서는 조명 및 음악치료는 과학 과목에서는 BLUE 색깔이 효과가 입증되었으며, 역사과목 및 예술과목에서는 큰 차이가 없는 것으로 분석되었다. 뿐만 아니라, 음악속도는 55이하 일때에 심박 수가 안정되어 강의 이해도가 집중되는 것으로 판단되었다.

Rule : IF PA is t1 THEN C is B2 (Fu)

fact : PA is t1' (Fr)

conclusion : HC is t2'

PA : 임상 환자 상태

HC : 추론 결과

Fu, Fr : 규칙의 불확실성을 나타내는 fuzzy number

RULE

IF Run = Med And

Health = High And

Drink = High And

Age = Med And

Sex= male

Then

Stress Level = CNF 80

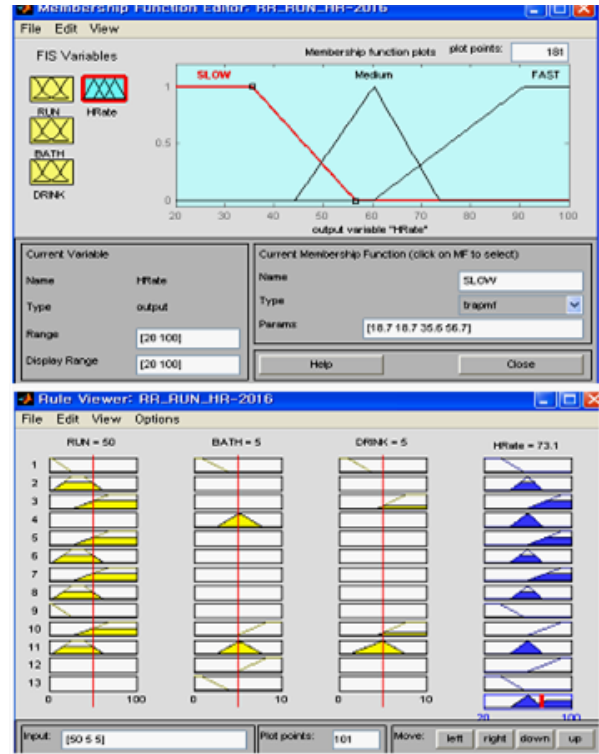


그림 8. 음악 및 조명 치료 기반 퍼지 추론 시스템 모의실험
Fig. 8. Fuzzy Inference system based on music and light therapy

그림 8에서는 Matlab fuzzy inference system을 이용해서, 운동전후, 목욕 전후, 음주 전후에는 심박수가 증가하기 때문에, 이러한 문제점을 해결하기 위해서, 퍼지 규칙을 이용한 강의를 이해하는 과정에 필수적인 심박수 변이도를 추론하는 과정을

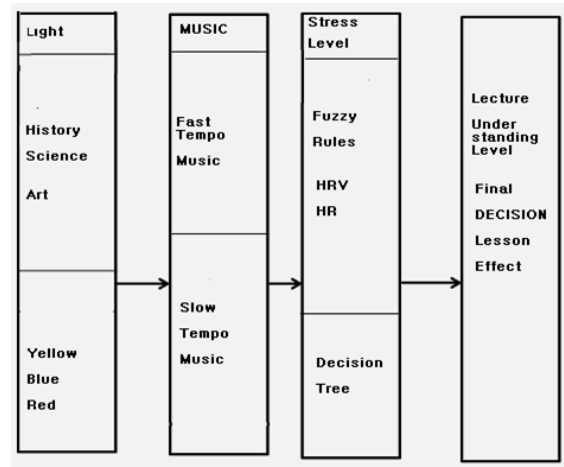


그림 9. 학습효과 모의실험 개요도
Fig. 9. Academic lesson effect diagram

수행하였다.

그림9에서는 강의 교과목에 따라서, 어떠한 조명 색깔과 어떠한 음악이 학습효과에 효과적 인지를 판단하기 위한 모의실험 과정을 설명 하고 있다.

5. 결론

최근에, 음악치료 및 미술치료를 이용해서 강의 집중도를 개선하는 연구가 활발하게 이루어 지고 있다. 일반적으로, 인간은, 스트레스를 받으면, 일반적으로 심박 수가 빨라지게 된다. 요즈음, 이러한 심박 수의 차이를 이용해서, 요즈음, 스트레스를 측정하는 알고리즘이 개발되고 있다. 그러나, 음악 및 미술은 개인적취향이 많이 달라서 어떠한 속성이 심박 수를 안정화하는 요소인지를 정확하게 판단 할 수가 없다. 뿐만 아니라, 음주전후 및 목욕전후 음주전후, 신장 및 체중, 신체 조건은 정확한 심박 수 변이도 예측에 많은 오류를 발생한다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기위해서 스트레스 측정을 향상 시키기 위해서, WEKA 분석을 하였다. 특히, 심박 수 측정 오류를 개선하기위해서, 본 논문에서는 운동조건, 음주조건, 목욕조건에서, 발생하는 심박 수 변이도 오차를 보정하기위한, 퍼지추론을 제안하고 MATLAB 퍼지 툴에서 모의실험 하였다. 모의실험 결과, 조명 및 음악치료는 과학 과목에서는 BLUE 색깔이 효과가 입증 되었지만, 역사과목 및 예술과목에서는 큰 차이가 없는 것으로 분석되었다. 뿐만 아니라, 음악속도는 55이하 일 때에 심박 수가 안정되어 강의 이해도가 집중되는 것으로 판단되었다.

References

[1] Boso, M., Emanuele, E., Minazzi, V., Abbamonte, M., and Politi, P. "Effect of long-term interactive music therapy on behavior profile and musical skills in young adults with severe autism," J Altern Complement Med 2007

[2] Bruer, R. A., Spitznagel, E., and Cloninger, C. R. "The emporal limits of cognitive change from music therapy in elderly persons with dementia or dementia-like cognitive impairment: a randomized controlled trial," J Music,Ther 2007

[3] Hatem TP, Lira PI, Mattos SS. "The therapeutic effects of music in children following cardiac surgery," J Pediatr (Rio,J) 2006

[4] http://www.feelux.com/2013/sih/03_04.asp?now=3
Available: [Accessed: June 22, 2016]

[5] http://www.qhrv.kr/dt_hrv_stress_relationship_kr.htm
Available: [Accessed: June 22, 2016]

[6] <http://prologue.blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=artke&logNo=150071554981&redirect=Dlog&widgetTypeCall=true>
Available: [Accessed: June 22, 2016]

[7] Hilliard RE. "The effects of off-based music therapy and social work groups on childhood grief symptoms and behaviors," J Music Ther 2007

[8] Kem P, Aldridge D. "Using embedded music therapy interventions to support outdoor play of young children with autism in an inclusive community-based child care program," J Music Ther 2006

[9] D.M.Jeong, Y.H.Lee, S.R.Lee, and K.S.Kim, "Implementation of the visualizing system for meridian by overlapping with bio-signal and image," Journal of the Korean Jungshin Science Society, vol. 3, no. 2, pp. 133-140, Dec. 1999.

[10] T. J. Lee and K. B. Sim, "EEG based vowel feature extraction for speech recognition system using international phonetic alphabet," Journal of Korean Institute of Intelligent Systems, vol. 24, no. 1, pp. 90-95, Feb. 2014.

저 자 소 개



배영철(Youngchul Bae)

1997년 : 광운대학교대학원 전기공학과 (공학박사)

1986년~1991년 : 한국전력공사

1991년~1997년 : 산업기술정보원 책임연구원
1997년~현재 : 전남대학교 전기·전자통신·컴퓨터 공학부 교수

1986년~1991년 : 한국전력공사

1991년~1997년 : 산업기술정보원 책임연구원

1997년~현재 : 전남대학교 전기·전자통신·컴퓨터 공학부 교수

2002년~2002년 : Brigham Young University 방문교수

2011년~2011년 : University of Utah 방문교수 control etc.

관심분야 : Chaos Control and Chaos Robot, Robot

Phone : +82-010-8996-6839

E-mail : ycbae@hanmail.net



홍유식(YouSik Hong)

1989년 : 뉴욕공과대학교 전산학과(석사)

1997년 : 경희대학교 전자공학과 (박사)

1991년~현재 : 상지대학교 컴퓨터공학 교수

1985년~1987년 : 대한항공(N.Y.지점 근무)

1989년~1990년 : 삼성전자종합기술원 연구원

1991년~현재 : 상지대학교 컴퓨터공학부 교수

2010년~2011년 : 인터넷 방송통신학회,부회장

2006년~2010년 : 대한 전자공학회 컴퓨터 소사이티 회장

관심분야 : Fuzzy, Recognition, Soft Computing

Phone : +82-10-2775-5674

E-mail : yshong@sangji.ac.kr