

# 여대생의 이러닝 학습태도 변화에 따른 뇌파 분석

## EEG Analysis of Learning Attitude Change of Female College Student on e-Learning

장재경\*, 김호성\*\*

성신여자대학교 컴퓨터학과\*, 성신여자대학교 미디어커뮤니케이션학과\*\*

Jae-Kyung Jang(jkjang@sungshin.ac.kr)\*, Ho Sung Kim(hkim@sungshin.ac.kr)\*\*

### 요약

생체신호인 뇌파를 이용하여 이러닝 학습자의 학습태도를 파악하고 그에 따른 적절한 피드백을 제공하여 학습자의 학습효율을 극대화하려는 연구의 일환으로 여대생을 대상으로 학습자의 학습태도와 뇌파를 분석하여 이들의 상관관계를 밝혀보고자 한다. 학습자가 학습에 집중하는 태도와 그렇지 않은 태도에 대해 뇌파의 파워 스펙트럼을 추출하여 학습자의 뇌파가 어떻게 반응하는지에 중점을 두어 연구하였다. 학습에 집중하는 태도의 대조군으로 산만한 태도와 눈감은 태도를 설정하여 실험을 진행하였다. 학습에 집중하는 태도에서는 집중도가 산만한 태도에 비하여 높게 나타나고 이완지표는 낮게 나타나며, 클릭과 눈굴림과 같은 산만한 태도에서는 주의지표와 잡파 비율이 높게 나왔다. 특히, 눈을 감았을 때는 알파 세타 비율이 1이하로 나타나 눈을 뜬 다른 상태와 뚜렷이 구분되었다.

■ 중심어 : | 뇌파 | 학습태도 | 이러닝 |

### Abstract

Using EEG, human physiological signal, as part of research which investigates the state of student learning and provides appropriate feedback to maximize learning efficiency, the relationship of learning attitude and analysis of EEG for female college student is presented. We study the reaction of learner's EEG using the concentration level extracted from the EEG power spectrum when students learn at various learning attitude. The experiment was conducted for the concentrating on learning and, as a control group, erratic attitude and closed eyes state. The attitude of concentrated Learning shows high concentration index and low relaxation index, where as the erratic attitude, such as eye movement and clicking, shows high level of attention index and noisy wave ratio. Especially, the state of closed eyes shows the ratio of alpha and theta wave under 1. This is distinct with open eyes cases.

■ keyword : | EEG | Learning Attitude | e-Learning |

## I. 서 론

정보통신 기술의 발전 및 지식정보화사회의 도래는

이러닝의 활성화를 가져왔다. 지식경제부와 정보통신 산업진흥원이 조사하여 발표한 '2009 이러닝 산업실태 조사'에 따르면 만 3세 이상 국민 중 절반(48.3%)이 이

\* 이 연구는 2009년 정부(지식경제부)의 재원으로 한국산업기술진흥원(산업원천기술개발사업)의 지원을 받아 수행된 연구임.

접수번호 : #101214-001

접수일자 : 2010년 12월 14일

심사완료일 : 2011년 03월 08일

교신저자 : 김호성, e-mail : hkim@sungshin.ac.kr

러닝을 통하여 학습한 경험이 있는 것으로 조사되었고, 학습집중력 향상을 위한 콘텐츠 보완과 질문 등에 대한 상호작용 보완이 이러닝의 개선사항으로 지적되었다. 이는 이러닝이 시간과 공간에 제약을 받지 않으며 언제 어디서나 자기주도적으로 학습이 가능한 학습형태라는 장점이 반영된 것이라고 볼 수 있다.

면대면으로 이루어지는 학습 환경에서는 학습에 따른 학습자의 학습태도 및 감성을 실시간으로 파악할 수 있으며 이에 따른 상호작용이 활발하게 전개될 수 있다. 그에 반해 이러닝은 주로 비면대면으로 진행되므로 학습자의 학습태도 및 감성을 실시간으로 파악하기 쉽지 않으며 이에 따른 적절한 상호작용이 활발하게 전개되기 어려울 뿐만 아니라 학습자의 학습 집중력 부족으로 연결될 수 있다.

학습 집중력과 관련하여 기존 연구에서는 주로 학습자가 학습에 임하는 태도를 분석하여 학습 콘텐츠에 학습자가 머물러 있는 시간을 이용하여 학습 집중력을 파악하도록 하였다[1]. 해당 학습 콘텐츠에 대한 교수자 설정 학습 시간과 학습 콘텐츠에 대한 포커스 정보를 비교하여 학습 집중도가 만족되지 않았을 경우 특정 피드백을 제공하고 있다. 교수 설계 과정에서 설정된 학습시간과 콘텐츠에 머물러 있는 시간의 차를 이용한 학습 집중도는 개별 학습자의 학습능력 및 학습상황에 따른 개인차가 반영되지 못하고 있다.

최근에는 스포츠, 컴퓨터인터페이스 등의 다양한 분야에서 집중력을 파악하거나 집중력을 향상시키는 방법 등의 뇌파 연구가 활발하게 진행되고 있다[2-5]. 이에 본 연구에서는 학습자의 개인차를 이러닝에 반영하고자 사람의 생체신호인 뇌파를 이용하여 학습태도를 분석하고자 한다. 본 연구는 학습자의 뇌파를 이용하여 학습자의 학습태도를 실시간으로 파악하고 이를 토대로 학습자에게 학습태도에 따른 적절한 피드백을 즉각적으로 제공함으로써 학습 집중력을 높여주고자 한다. 더 나아가 학습자의 프로파일 및 학습이력정보를 기반으로 학습자의 감성 상태를 분석하여 맞춤형 학습을 진행할 수 있어서 학습 효율 향상에 기여할 수 있다.

## II. 관련 연구

### 1. 뇌기반 학습

학습에 관한 정의는 인간의 어떤 면을 중심으로 이해하려 하느냐에 따라서 학자마다 다르다. 형태주의 심리학파는 학습을 인지구조 또는 의식의 변화로 보았다. 인지론에서는 학습이란 기억 속에서 전체구조상태에 대한 인지구조를 형성한다고 제안한다. 레빈(Lewin)은 학습을 장(field)에 대한 인지구조의 변화로 설명하였다. 정보처리이론을 지지하는 심리학자들은 정신적인 조작으로 정보를 처리하는 과정을 학습으로 보았다[6].

학습은 신경세포의 무리 혹은 신경망과 관련이 있다. 1990년대 후반부터 인지과학과 신경과학이 보다 긴밀히 연결되면서 ‘학습’의 인지적 메커니즘 및 신경생물적 메커니즘을 밝히는 연구가 부상하면서부터 뇌기반 학습이론(BBL: Brain-Based Learning) 연구 및 적용의 패러다임이 시작되었으며, 학습 메커니즘의 연구가 뇌과학 연구를 중심으로 연결, 접목되었다[7].

### 2. 집중력

집중력이란 우리들이 무엇이든 행하고 있거나, 생각하고 있거나, 읽고 있거나, 또는 보고 있는 것에 정신을 유지할 수 있는 능력이다[8]. 집중력은 마음이나 주의를 집중할 수 있는 힘으로 자신의 생각을 의식적으로 조절하고 모을 수 있는 능력, 하나로 모아진 생각을 오랫동안 유지하는 능력을 집중력이라 한다.

의미적으로 차이는 있지만 이러닝에서는 집중과 관련하여 몰입학습(flow Learning)으로 많은 연구가 이루어졌다. 몰입은 교육적 관점에서 보면 고차원적 학습 또는 구성주의적 학습을 위한 전제로서 적극적으로 탐색적인 학습에 요구되는 높은 수준의 집중과 참여를 촉발시켜주는 심리적 기제이다[9]. Csikszentmihalyi는 몰입이란 어떤 과제 해결이나 활동에 집중할 때 나타나는 최적의 심리현상이라고 정의하였다[10].

뇌를 효율적으로 사용하기 위한 뇌기반교육(Brain based Education)과 관련된 연구들에 의하면, 집중은 주의집중으로 표시하고 있다. Kirk와 Chalfant는 주의집중을 관련 자극에 선택적으로 집중시키는 과정으로

정의하였고, Reid와 Hresko는 주의집중을 내적 및 외적 자극에 의식을 집중하는 능력이라고 하였다. 이와 같은 정의에서 공통적으로 인식하는 점은 자극에 대한 의식 과정을 주의집중으로 보는 것이다[11].

### 3. 뇌파

뇌파는 신경계에서 뇌신경 사이에 신호가 전달될 때 생기는 전기의 흐름으로 심신의 상태에 따라 다르게 나타나며 뇌의 활동 상황을 측정하는 가장 중요한 지표이다. 뇌파를 나카지마 다카시는 두피에 기록할 수 있는 전위(전기에너지의 양)의 변화를 시계열로 나타낸 것으로 수십 마이크로볼트의 변화, 즉 1초에 수차례 변화를 기록할 수 있는 것이라고 정의하였다[2]. 뇌파는 뇌신경 세포의 활성화에 수반되어 일어나는 세포의 전류의 총합을 두피상에 여러 개의 전극을 부착하여 기록한 것으로 뇌전도(EEG: Electroencephalogram)라고도 한다. 뇌의 전방전두엽은 인지 및 사고의 작용, 그리고 창의성에 중요한 기능을 가지고 있어 학습 내용과 관련된 두뇌 기능의 중심 역할을 하는 부위이며, 두뇌 신경 세포들의 시너지 효과에 의해 전뇌의 활성화 상태가 전방전두엽 부위에 반영될 수 있다고 생각된다[12]. 뇌파의 파장대에 따른 주파수 범위는 [표 1]과 같다.

표 1. 뇌파 분류

뇌파 파장대	주파수 범위	특징
델타 -δ파	0~4Hz	수면 상태일 때 많이 발생
세타 -θ파	4~8Hz	졸리거나 깊은 명상 상태일 때 발생
알파 -α파	8~12Hz	긴장이완, 편안한 상태일 때 많이 발생
베타 -β파	SMR 파	12~15Hz 각성 준비 상태 또는 운동계의 대기 상태로 주의집중에 관련
	M 베타	15~20Hz 의식 활동, 정신 활동 학습에 몰두한 상태일 때 많이 발생
	H 베타	20~30Hz 긴장이나 흥분 상태 혹은 스트레스 상태일 때 우세
감마 -γ파	30~50Hz	외적 의식으로 불안 흥분의 강한 스트레스 상태에서 많이 발생. 고도의 인지작용시 활성화

## III. 실험 및 분석 방법

학습자의 학습태도와 뇌파의 상관관계를 밝히고자 20명의 피험자를 대상으로 이러닝 학습상황에서 나타날 수 있는 태도를 3가지 태도로 구분한 후 각 태도에 임하는 피험자의 뇌파를 측정된 후 측정된 뇌파로부터 집중, 이완, 주의 지표를 추출하는 방법으로 실험을 진행하였다.

### 1. 실험방법

피험자군은 성별과 나이에 따른 차이를 배제하기 위하여 20대 초반 여자 대학생으로 제한하였다. 학습자의 뇌파를 기존의 부착형 뇌파측정기로 장기간 측정할 경우 학습에 방해가 되어, Laxtha가 개발한 헤어밴드 형태인 NeuroNicle을 이용하였다. 이 제품은 전두엽에 2극형 섬유 전극과 귀볼에 부착하는 전극으로 구성되어 착용감을 높였다.

실험요인 이외의 다른 변수들이 실험에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 실험 전 날 피험자가 충분한 수면을 취하도록 하였으며, 실험 당일 물 이외의 음료(커피, 녹차 등)의 섭취를 금하도록 하였다. 또한 실험 당일 편안한 상태를 유지할 수 있도록 유도 하였으며, 실험시 몸의 움직임 및 눈 깜빡임을 최소화하도록 하였다. 눈의 깜빡임에 영향을 줄 수 있는 눈 건조현상을 줄이기 위하여 렌즈 착용을 금지하였다.

뇌파 측정은 피험자 전두엽의 좌뇌(Fp1)과 우뇌(Fp2)에서 방출되는 뇌전위에 대해 1초에 256 데이터씩 실시간으로 저장하였다. 뇌파를 측정하기 위한 전극의 배치는 International 10-20 System[13]에 따라 Fp1(좌뇌 전전두엽), Fp2(우뇌 전전두엽) 2개 전극 위치를 활성화 부위로 하였으며, 오른쪽 귀볼을 Reference로 선택하였다.

실험은 이러닝 환경에서 학습자에게 나타날 수 있다고 판단되는 태도를 피험자가 취하도록 한 후 피험자의 뇌파를 측정하고 이를 관찰자가 관찰하는 방법으로 진행되었다. 이러닝 환경에서 가능한 학습자 태도는 [표 2]와 같이 구분하였다.

표 2. 이러닝 환경에서의 피험자 태도

피험자 태도	설명
눈감음	눈감고 가만히 있는 상태
산만함	산만하게 시선을 이동하는 상태
	산만하게 페이지를 이동시키는 상태
집중함	학습에 집중하는 상태

피험자 태도 중 눈감음은 눈을 감고 편안하게 앉아 있는 상태를 말하며, 집중함은 제시된 학습내용을 집중해서 학습하는 상태를 말한다. 산만함은 2개의 경우로 나누어, 몸의 움직임은 없이 눈의 시선을 빈번하게 이동시키는 상태와 웹 페이지를 제시하고 몸의 움직임은 최소화하고 마우스 클릭과 스크롤을 통하여 웹페이지를 빈번하게 이동시키는 상태를 말한다.

학습에 집중하는 상태에서는 피험자의 학습동기를 향상시키고자 학습이 종료된 후 학습내용에 대한 문제를 풀어 이해도를 측정하였다.

## 2. 학습태도에 따른 뇌파 분석

뇌파 분석에는 (주)락싸에서 개발한 Telescan 소프트웨어와 Complexity 소프트웨어를 이용하였으며 FFT(Fast Fourier Transform)분석을 기본으로 한 주파수별 분석(Power Spectrum Analysis)으로 SMR파, M-Beta 파, H-Beta파, Alpha파, Theta파를 구하고 이를 이용하여 집중, 이완 그리고 주의를 나타내는 지표를 추출하였으며, 이 지표를 학습자 태도에 적용하여 뇌파를 분석하였다. 집중, 이완, 주의 지표는 이러닝과 관련하여 (주)락싸에서 개발한 지표를 근거로 하였다 [14]. 집중(attention) 지표는 SMR과 M-Beta의 뇌파 측정값의 합에 세타파를 나눈 비율이다[15]. 집중 지표는 세타파에 대한 SMR과 M-Beta 리듬비율에 의해 정량화된다. 집중장애가 있을 경우 이 지표가 낮은 것으로 알려져 있다. SMR파는 unfocused attention 성분을 주로 반영하고, M-Beta는 focused attention 성분을 주로 반영한다.

이완(Relaxation, 안정) 지표는 긴장이나 흥분 상태 혹은 스트레스 상태에서 나타나는 H-Beta파에 대한 Alpha파의 비율을 지표로 한다. Alpha파는 정신 및 육

체적 긴장이 이완되어 스트레스가 해소되는 것과 관련이 있다[16]. 보통 정서적으로 불안할 때 활성화되는 H-Beta파가 적어질수록, 뇌가 쉬고 있거나 이완시 활성화되는 Alpha파가 많아질수록 높게 나타나는 것으로 알려져 있다.

주의(Vigilance, 경계) 지표는 주의, 경계시에 활성화되는 것으로 알려진 SMR파를 지표로 한 것이다. SMR파는 감각운동피질(sensory moter cortex)부분에서 주로 나타나며 각성 준비상태 또는 운동계의 대기상태로 주의집중과 관련이 있다[17].

집중 지표를 구하는 공식은 수식1과 같으며, 이완 지표를 구하는 공식은 수식2와 같다. 주의 지표는 수식3과 같다.

$$\frac{SMR + M\beta}{\theta}, \text{ 즉 } \frac{(12 \sim 20\text{Hz의 세기})}{(0 \sim 4\text{Hz의 세기})} \quad (1)$$

$$\frac{\alpha}{H\beta}, \text{ 즉 } \frac{(8 \sim 12\text{Hz의 세기})}{(20 \sim 30\text{Hz의 세기})} \quad (2)$$

$$SMR, \text{ 즉 } 12 \sim 15\text{Hz의 세기} \quad (3)$$

시간에 따른 추이변화를 살펴보고자 Historical Mode Analysis를 실시하였으며, 실험 결과로는 피험자의 뇌파를 이용한 집중 지표, 이완 지표 그리고 주의 지표를 추출하였다.

## IV. 연구 결과

뇌파는 생체신호로 피험자별로 차이를 보일 수 있기에 피험자별로 실험 후 진행한 피험자 면담을 기반으로 피험자의 뇌파 데이터를 분석하였다.

### 1. 학습 태도와 집중 지표

피험자군 20명을 대상으로 [표 2]에서 제시된 학습자 태도에 대하여 학습자별로 집중 지표를 추출하고, 전체 피험자를 대상으로 평균을 구한 결과는 [표 3]과 같다.

표 3. 학습태도와 집중 지표의 관계

학습태도	n	평균	표준편차	F	df	유의 확률	에타 자승
눈감음	20	62.4	6.6	22.358	3	0.00	0.44
산만:시선	20	45.2	6.2				
산만:클릭	20	53.7	7.6				
집중합	20	56.0	7.0				

[표 3]에서 볼 수 있듯이, 학습태도와 집중도 간의 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다 (F=22.358, df=3, p<0.05). 각 집단 간 집중 지표의 사후 검증 결과를 [그림 1]에서 나타내었다. 눈감음(평균=62.4) 태도와 다른 태도들 간에는 집중 지표의 차이가 있었으며, 산만:시선이동(평균=45.5) 태도와 다른 지표들 간에도 집중 지표에 차이가 있었다. 반면에 산만:클릭(평균=53.7)과 집중합(평균=56.0) 간에는 집중 지표에 차이가 없었다.

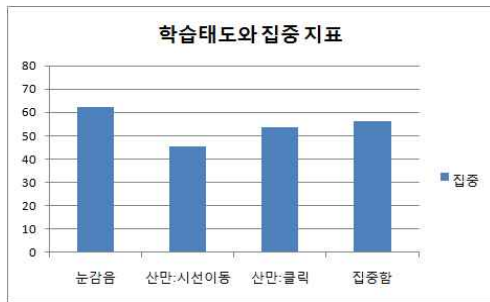


그림 1. 학습태도와 집중 지표

학습태도와 집중 지표 간의 상관관계를 분석한 결과, 두 변인 간의 상관관계는 높은 것으로 나타났다 (eta=0.666/ 또는 eta 자승=0.444). 이 결과는 학습태도가 집중 지표에 영향을 주는 중요한 요인이라는 사실을 보여준다.

2. 학습태도와 이완 지표

피험자군 20명을 대상으로 [표 2]에서 제시된 학습자 태도에 대하여 학습자별로 이완 지표를 추출하고, 전체 피험자를 대상으로 평균을 구한 결과는 [표 4]와 같다.

표 4. 학습태도와 이완 지표의 관계

학습태도	n	평균	표준편차	F	df	유의 확률	에타 자승
눈감음	20	71.7	8.8	26.7	3	0.00	0.48
산만:시선	20	57.8	7.0				
산만:클릭	20	54.5	8.3				
집중합	20	51.9	7.7				

[표 4]에서 볼 수 있듯이, 학습태도와 이완 지표 간의 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다 (F=26.693, df=3, p<0.05).

[그림 2]에 각 집단 간 이완 지표를 사후 검증한 결과를 나타내었다. 눈감음(평균=71.7) 태도와 산만:시선이동(평균=57.8) 태도, 산만:클릭(평균=54.5) 태도, 집중합(평균=51.9) 태도 간에는 이완 지표에 차이가 있었으나 다른 태도들 간에는 이완 지표의 차이가 발견되지 않았다.

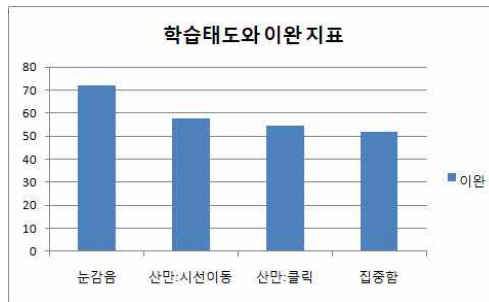


그림 2. 학습태도와 이완 지표

학습태도와 이완 지표 간의 상관관계를 분석한 결과, 두 변인 간의 상관관계는 높은 것으로 나타났다 (eta=0.698/ 또는 eta 자승=0.488). 이 결과는 학습태도가 이완 지표에 영향을 주는 중요한 요인이라는 사실을 보여준다.

3. 학습태도와 주의 지표

피험자군 20명을 대상으로 [표 2]에서 제시된 학습자 태도에 대하여 학습자별로 주의 지표를 추출하고, 전체 피험자를 대상으로 평균을 구한 결과는 [표 5]와 같다.

표 5. 학습태도와 주의 지표의 관계

학습태도	n	평균	표준 편차	F	df	유의 확률	에타 자승
눈감음	20	37.6	9.1	26.5	3	0.00	0.48
산만:시선	20	60.0	11.9				
산만:클릭	20	55.7	8.7				
집중함	20	43.4	7.6				

[표 5]에서 학습태도와 주의 지표 간의 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다(F=26.503, df=3, p<0.05).

[그림 3]에서 볼 수 있듯이 각 집단 간 주의 지표를 사후 검증한 결과, 산만한 태도로 대변되는 산만:시선 이동(평균=60.0), 산만:클릭(평균=55.7) 태도와 눈감음(평균=37.6) 태도, 집중함(43.4) 태도 간에는 주의 지표에 차이가 있었다. 반면에 눈감음(평균=37.6) 태도와 집중함(평균=43.4) 태도, 산만:시선이동(평균=60.0) 태도와 산만:클릭(평균=55.7) 간에는 주의 지표에 차이가 없었다.

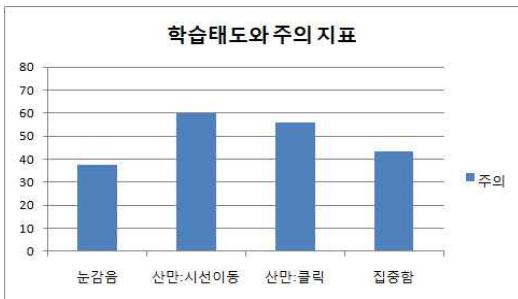


그림 3. 학습태도와 주의 지표

학습태도와 주의 지표 간의 상관관계를 분석한 결과, 두 변인 간의 상관관계는 높은 것으로 나타났다(eta=0.697/ 또는 eta 자승=0.486). 이 결과 역시 학습태도가 주의 지표에 영향을 주는 중요한 요인이라는 사실을 보여준다.

4. 학습태도와 잡파 비율

본 연구와 관련하여 실험을 진행하는 과정에서 Theta파에 대한 SMR파와 M-Beta파의 합의 비율을 활용하여 추출한 집중 지표가 EOG(electrooculograms, 안전도)에 의해 유입되는 저주파 성분에 의해 영향을 받을 수 있다는 가능성이 발견되었다.

표 6. 집중 지표와 잡파 비율의 관계

	집중 지표	잡파 비율
집중 지표	1.0	-0.992*
잡파 비율	-0.992*	1.0

\* 0.01(양쪽) 수준에서 유의함

[표 6]에서 볼 수 있듯이, 집중 지표와 잡파 비율 간의 상관계수는 -0.992이고, 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다. 즉 잡파 비율이 높을수록 집중 지표가 낮아지며 EOG가 잡파(artifact)로 작용하여 실험 결과를 왜곡시키게 되는 것이다. 특히 본 연구가 뇌파 중 전두엽을 대상으로 진행됨으로 EOG가 유입될 가능성이 높다. 이에 본 연구에서는 EOG를 비롯하여 유입되는 잡파를 고려하여 잡파 비율의 개념을 추가하는 방법으로 실험을 재분석하였다. 본 연구에서 제시한 잡파 비율은 분석구간 데이터에서 설정한 최대값, 최소값 범위를 벗어나는 값이 차지하는 비율을 의미하게 된다. 설정되는 최대값과 최소값의 범위는 연구목적에 따라 차이가 나타나는데 보통 각성상태의 자발뇌파 관련 연구에서는 ±160uV 내지 ±130uV, 또는 그 사이값을 이용하며, 엄격히 통제된 유발뇌파(ERP) 연구에서는 보통 ±110uV 내지 ±80uV, 또는 그 사이값을 이용하게 된다. 본 연구에서는 보다 깨끗한 데이터만을 유효 데이터로 사용하고자 최대값과 최소값의 범위로 ±80uV를 설정하였다.

뇌파가 심리학이나 의학적으로 진행된 기존 뇌파 실험과 달리 본 연구에서는 진행된 실험은 이러닝 환경에서 학습자의 태도 변화에 따른 실험으로 피험자의 움직임이 완전히 제한한 상태로 실험을 진행할 수 없는 관계로 잡파를 제거하는 알고리즘을 적용하여 실험을 분석하는 방법 대신에 잡파 성분을 실험 분석에 활용한 것이다.

표 7. 학습태도와 잡파 비율의 관계

학습태도	n	평균	표준 편차	F	df	유의 확률	에타 자승
눈감음	20	0.0	0.02	44.963	3	0.000	0.616
산만:시선이동	20	0.7	0.28				
산만:클릭	20	0.4	0.26				
집중함	20	0.2	0.16				

[표 7]에서 볼 수 있듯이, 학습태도와 잡파 비율 간의 통계적으로 유의미한 차이를 보여주었다(F=44.963, df=3, p<0.05). 또한 [그림 4]에 도시한 바와 같이, 각 집단 간 잡파 비율을 사후 검증한 결과, 모든 학습태도 간 잡파 비율에 차이가 있었다.



그림 4. 학습태도와 잡파 비율

학습태도와 잡파 비율 간의 상관관계를 분석한 결과, 두 변인 간의 상관관계는 높은 것으로 나타났다(eta=0.784/ 또는 eta 자승=0.616). 따라서 잡파 비율이 학습태도에 의해 상당한 영향을 받는 중요한 지표라는 사실을 알 수 있다.

5. Theta파/Alpha파 비

일반적으로 학습은 학습자가 눈을 뜬 상태로 진행하게 되며 눈을 감은 상태는 특별한 경우라고 할 수 있다. 눈을 뜬 상태와 감은 상태는 집중 지표, 이완 지표, 주의 지표를 이용하지 않고 Alpha파에 대한 Theta파의 비를 이용하여 구분할 수 있다.

[그림 5]에서 볼 수 있듯이, 눈감음 태도에서는 Alpha 파에 대한 Theta파의 비가 1의 값보다 작지만, 눈을 뜨

고 있는 산만:시선이동, 산만:클릭 그리고 집중함 태도에서는 Alpha파에 대한 Theta파의 비가 1의 값보다 커서 뚜렷이 구분된다.

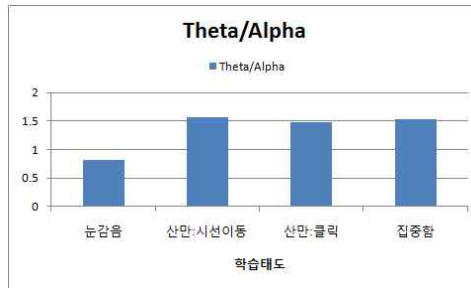


그림 5. 눈감음 태도 구분

V. 결 론

이러닝 환경에서 학습자의 뇌파를 측정하여 학습자의 태도 변화에 따른 적절한 피드백을 제공하면 학습효율을 높일 수 있다. 일반적으로 이러닝 환경에서는 학습자의 눈감박입과 움직임이 있어 기존의 의학적, 심리학적인 뇌파 분석은 한계가 있다. 집중, 산만, 눈감은 상태 등 다양한 학습 상황에서 학습자의 학습태도 변화에 따른 뇌파의 변화를 검출하기 위해서 여대생을 대상으로 실험을 진행하였다. 학습자가 눈을 감고 있는 태도에서는 집중 지표와 이완 지표가 높고 주의 지표가 낮게 나타나는 양상을 보였으나, Alpha파에 대한 Theta파의 비가 1 이하로 나타나는 양상을 보여 눈을 뜨고 있는 다른 학습태도와 뚜렷이 구분할 수 있었다.

학습자가 산만해질 수 있는 상태라고 가정한 산만:시선이동 태도에서는 집중 지표가 다른 어떤 태도보다 낮게 나타난 반면에 주의 지표는 높은 양상을 보였다. 또 다른 산만한 상태인 산만:클릭 태도는 집중 지표가 집중함 태도와 유사하게 나타났으나, 주의 지표가 집중함 태도에 비해서 높게 나타나는 양상을 보였다. 또한 산만한 상태를 나타내는 산만:시선이동 태도와 산만:클릭 태도에서는 다른 태도와 달리 EOG를 비롯한 잡파가 30%이상 유입되는 모습을 보였다. 다시 요약하면, 학습에 집중하는 태도에서는 집중도가 산만한 태도에 비해

여 높게 나타나고 이완지표는 낮게 나타나며, 클립과 눈굴림과 같은 산만한 태도에서는 주의지표와 잠파비율이 높게 나왔다. 특히, 눈을 감았을 때는 알파 세타 비율이 1이하로 나타나 눈을 뜬 다른 상태와 뚜렷이 구분되었다.

본 실험은 20명의 여대생만을 대상으로 전전두엽 2개의 채널에 국한되어 뇌파를 측정하여 연구의 결과를 일반화하기 어렵지만 관찰자의 세심한 관찰을 통한 학습자 태도를 분석하고 이를 뇌파와의 상관관계로 규명해 본 결과 유의미한 결과를 도출하여 그 의의가 크다. 추가 실험으로 보다 다양한 피험자군과 다채널 뇌파 측정 실험을 진행하여 검증해 보아야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] 최병도, 현철상, 정진욱, 김동학, 김옥현, 김종근, “원격강의의 학습집중도 평가 시스템”, 정보처리학회논문지, 제12-A권, 제2호, pp.181-190, 2005.

[2] 이시영, “뇌파신호를 이용한 집중력 향상 게임에 관한 연구”, 우송대학교 공학대학원 학위논문, 2009.

[3] 이충현, 권장우, 김규동, 홍준의, 신대섭, 이동훈, “뇌파기반 집중도 전송 및 BCI 적용에 관한 연구”, 전자공학회논문지, 제6권, 제2호, pp.137-141, 2009.

[4] 이구형, “뇌파 신호 분석 알고리즘을 이용한 양궁 슈팅 과정에 대한 집중력 및 긴장이완 수준 평가”, 한국감성과학회지, 제2권, 제3호, pp.341-350, 2009.

[5] 박성수, 허환, 이운성, “차량시뮬레이터 환경에서 운전 중 주의분산에 따른 생체신호 변화 연구”, 대한인간공학회지, 제29권, 제1호, pp.55-59, 2010.

[6] 이옥형, 이종숙, 임선빈, 교육심리학, 집문당, 2000.

[7] 이정모, “뇌기반 학습 패러다임의 형성 배경과 의의”, 교육진흥, 제18권 제4호 통권70호, pp.55-61, 2005.

[8] 문선모, *기억력과 집중력 향상기술*, 원미사, 2008.

[9] B. L. Harju and M. A. Eppler, “Achievement of motivation, flow and irrational beliefs in traditional and nontraditional colleg students,” *Journal of Instructional Psychology*, Vol.24, No.3, pp.147-157, 1997.

[10] M. Csikszentmihalyi, *Flow: The psychology of optimal experience*, New York: Harper & Row, 1991.

[11] 황경은, “오르프와 고든의 오디에이션 활동을 적용한 음악치료가 시설아동의 주의집중력과 과잉행동에 미치는 영향”, 한양대학교 교육대학원 학위논문, 2007.

[12] K. H. Pribram, *Rethinking neural networks: Quantum fields and biological data*, Proceeding of the first Appalachian Conference on behavioral neurodynamics. Hillside:Lawrence Erlbaum, 1993.

[13] H. H. Jasper, “The ten-twenty electrode system of the International Federation,” *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, No.10, pp.371-375, 1958.

[14] 이리닝 분석지표 기술문서, (주)락싸, 2010.

[15] J. O. Lubar and J. F. Lubar, “EEG biofeedback of SMR and beta for treatment of attention deficit disorders in clinical setting,” *Biofeedback Self Regul.* Vol.9, No.1, p.103, 1984.

[16] J. Cowan and T. Allen, “Using brainwave biofeedback to train the sequence of concentration and relaxation in athletic activities,” *proceedings of 15th Association for the Advancement of Applied Sport Psychology*, p.95, 2000.

[17] M. B. Serman, “Sensorimotor EEG operant conditioning and experimental and clinical effects,” *The Pavlovian journal of biological science*, Vol.12, No.2, pp.65-92, 1977.



저 자 소 개

장 재 경(Jae-Kyung Jang)

정회원



- 1992년 2월 : 성신여자대학교 전산학과(이학사)
- 2000년 8월 : 성신여자대학교 교육학과 전산교육(교육학석사)
- 2004년 8월 : 성신여자대학교 박사과정 수료

▪ 2009년 ~ 현재 : 홍익대학교 강사

<관심분야> : e-Learning, HCI

김 호 성(Ho Sung Kim)

종신회원



- 1982년 2월 : 한양대학교 전자공학(공학사)
- 1984년 2월 : KAIST 전기및전자공학과(공학석사)
- 1988년 8월 : KAIST 전기및전자공학과(공학박사)

▪ 1987년 ~ 현재 : 성신여대 미디어커뮤니케이션학과

▪ 1993년 ~ 1994년 : 워싱턴대학교(시애틀)방문연구원

▪ 2000년 ~ 2004년 : 열린사이버대학교 학술정보처장

▪ 2004년 ~ 2005년 : 성신여대 정보통신처장

▪ 2005년 ~ 2006년 : 성신여대 교수학습지원센터장

<관심분야> : 시각화, 영상처리, e-Learning