

스마트폰에 의한 집중력 관련 뇌파성분의 분석

장윤석*

Analysis of Concentration-Related EEG Component Due to Smartphone

Yun-Seok Jang*

요 약

본 논문은 집중력에 대한 문제를 해결할 수 있는 과정으로서 뇌파의 변화를 관측하는 것을 목적으로 하고 있다. 본 연구에서의 실험에서는 뇌파 실험의 피험자들에게 두 가지 과제를 수행하도록 하였는데, 첫 번째 과제는 스마트폰으로 일정시간동안 게임을 하도록 한 후 단어를 암기하는 것이고, 두 번째 과제는 종이책을 읽은 후 단어를 암기하는 것이다. 본 논문에서는 피험자의 과제 수행 중에 발생하는 뇌파를 집중력과 관련된 성분인 SMR파와 중간 베타파로 나누어 분석한 결과를 제시한다.

ABSTRACT

The purpose of this study is to observe the changes of EEG signals in the process for solving the problems in concentration. In the experiments, subjects were given two tasks. The first task is to memorize the words after they used their own smart phone for ordinary commercial games and the second task is to memorize the words after they read a page of a p-book. In this paper, we present SMR waves and mid-beta waves to analyze from the EEG signals of the subjects because the waves are the EEG components related to concentration of human.

키워드

EEG Signal, Smart Phone, Concentration, P-Book, SMR Wave, Mid-beta Wave
뇌파, 스마트폰, 집중, 종이책, SMR파, 중간 베타파

1. 서 론

최근 인간의 일상생활에서 인간에게 가장 근접해 있는 미디어는 스마트폰이라고 할 수 있다[1]. 한국 인터넷 진흥원의 조사에 의하면 국내에서의 스마트 기기 보유율이 2014년을 기준으로 하여 78.6%에 이른다. 이 결과는 만 6세 이상의 대한민국 국민이라면 10명 중 7명이 스마트 기기 즉 컴퓨터나 스마트폰 등을 사용하는 것을 나타내고 있는 것이다. 미국이

나 유럽에서는 스마트폰의 전자파로 인한 공해 문제에 대하여 정부 차원의 적극적 보호가 이루어지고 있는데, 10대 청소년의 경우 성인보다 두개골의 뼈가 약하므로 전자파의 영향에 더욱 취약한 것으로 알려져 있기 때문이다.

국내에서는 컴퓨터나 스마트폰 등의 중독으로 인하여 청소년의 집중력이 저하된다는 문제가 크게 부각되어있다[2-4]. 특히 요즘 대부분의 청소년들이 항상 가지고 다니는 스마트폰은 매우 자극적인 환경을 제

* 교신저자: 부경대학교 전기공학과
• 접수 일 : 2016. 06. 20
• 수정완료일 : 2016. 07. 13
• 게재확정일 : 2016. 07. 24

• Received : Jun. 20, 2016, Revised : Jul. 13, 2016, Accepted : Jul. 24, 2016
• Corresponding Author : Yun-Seok Jang
Dept. of Electrical Eng., Pukyong National University
Email : jangys@pknu.ac.kr

공하여 집중력 저하의 주된 원인이 되는 것으로 알려져 있다[5-8]. 집중력은 인간이 받아들인 외부 자극 중에서 중요하다고 생각하여 선택한 자극에 집중하여 주의를 기울이는 정신적인 힘을 의미한다. 집중력은 특히 청소년의 학습능력을 향상시킴으로써 학력을 신장시키는 데에는 매우 중요한 요소이므로 이와 관련된 스마트폰과의 관계를 무시할 수는 없는 실정이다. 따라서 인간의 집중력과 스마트폰과의 상관성을 다양한 관점에서 연구할 필요가 있다고 생각된다[9-10].

본 논문에서는 인간의 집중력을 나타내는 뇌파(EEG)의 성분을 분석하는 것을 기본으로 하여 스마트폰이 인간의 집중력에 어떤 영향을 미치는지에 대한 상관성을 연구하고자 한다. 그것을 위해서 본 논문에서는 스마트폰과 집중력을 관련지을 수 있도록 인간에게 제시되는 기본적인 자극으로 시각자극을 선정하였다. 다음에 스마트폰으로 제시되는 시각자극이 인간의 집중력에 미치는 영향을 상대적으로 비교하기 위한 뇌파실험을 수행하였다. 그것은 스마트폰의 자극이 피험자에게 제시됨으로써 발생하는 뇌파 성분과 그와는 다른 특성을 가진 자극이 제시됨으로써 발생하는 피험자의 뇌파 성분을 집중력의 관점에서 비교 분석하려는 차원에서 수행한 것이다. 본 논문의 뇌파 실험에서는 스마트폰이 뇌파에 미치는 영향과 비교하기 위하여 종이책을 선택하여 뇌파실험을 수행하였다.

뇌파실험에서 측정된 피험자의 뇌파성분은 주파수 대역에 따른 파워 스펙트럼으로 비교 분석한 후, 집중력과 뇌파성분에 대한 결과를 제시하였다.

II. 뇌파의 계측 및 분석

2.1 뇌파 계측 방법

본 논문에서는 정신적, 인지적 병력이 없는 만 21~23세의 건강한 대학생 10명을 피험자로 선정하여 뇌파실험을 수행하였다.

피험자로부터 자극에 따른 뇌파를 유발시키기 위해서는 그림 1과 같은 순서에 따른 과정을 1세트로 구성된 과제 프로그램을 운영하였다. 즉 우선 피험자들을 편안한 상태로 만들기 위해서 안정시간을 2분간 가진 다음, 뇌파에의 영향을 비교하기 위한 자극을 3

분간 제시하였다. 다음에는 30개의 영어단어를 피험자들에게 분배하여 3분 동안 암기하도록 한 후, 다시 한번 앞서 제시한 것과 동일한 자극을 3분간 제시하였다. 최종적으로는 피험자들이 영어단어를 암기한 것을 복기하는 방법으로 피험자의 과제 수행 결과를 평가하는 절차를 수행하였다.

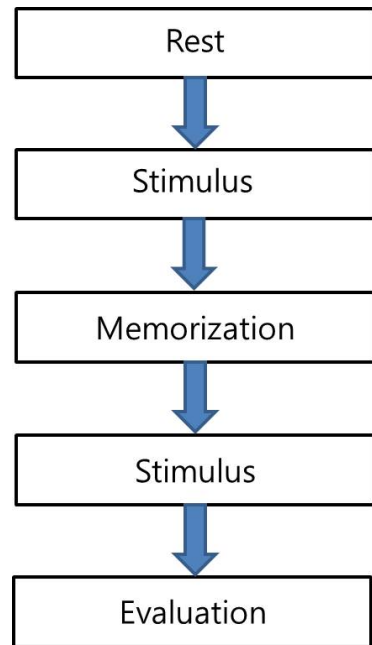


그림 1. 과제수행을 위한 순서
Fig. 1 Process of task execution

피험자들의 뇌파를 측정하는 장치로는 (주)락싸의 poly G-A를 사용하였고, 뇌파 계측 소프트웨어로는 텔리스칸(Telescan)을 사용하였다. 또한 피험자의 뇌파계측을 위해서는 국제적으로 공인되어 있는 10-20 국제 전극배치법을 사용하였다. 피험자의 두피에는 그림 2와 같이 F_{p1} , F_{p2} , F_3 , F_z 및 F_4 의 총 5개의 전극을 부착하여 뇌파계측 채널로 사용하였다.

본 논문의 실험에서는 스마트폰의 뇌파에의 영향을 비교하기 위하여 종이책을 상대적인 시각자극으로 사용하였다. 스마트폰의 자극으로는 스마트폰 사용자들에게 널리 알려져 있는 상용 게임을 활용하였고, 이와 비교하기 위한 자극으로는 우리나라에서 출판된 종이

로 된 서적 즉 종이책(P-book)의 한 페이지를 제시하는 것으로 설정하였다.

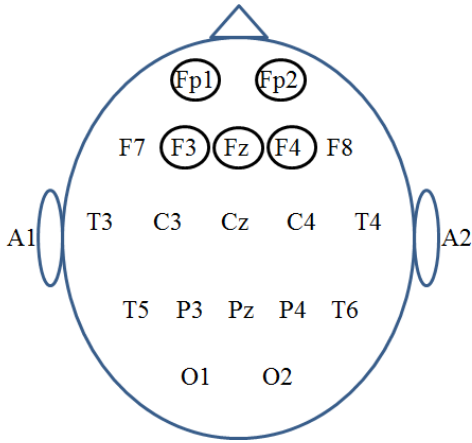


그림 2. EEG신호 계측을 위한 채널의 위치
Fig. 2 Channel location for measurement of EEG signal

피험자들에게는 각각 그림 1에 나타난 것과 같은 순서로 되어 있는 과정을 스마트폰 자극으로 1번, 종이책 자극으로 1번 수행하는 것으로 하여, 동일한 피험자로부터 각각의 자극에 대한 영향을 비교할 수 있도록 하였다.

암기를 위하여 제시된 영어단어는 피험자에 따라 기준에 알고 있는 단어의 수를 줄이기 위하여 난이도가 높은 단어를 선택하였다. 또한 실험 후, 알고 있었던 단어가 있었는지를 확인함으로써 모든 피험자들에게 동일한 조건이었는지를 확인하는 과정을 거치도록 하였다.

영어단어를 암기한 것을 확인하는 과정에서는 영어 단어 리스트를 괄호와 함께 좌측에, 단어의 뜻을 나열한 리스트를 번호와 함께 우측에 제시하였다. 피험자는 자신이 정확히 암기하고 있는 영어단어의 뜻을 번호에서 골라 영어단어 옆에 있는 괄호에 써넣도록 함으로써 암기결과를 확인하는 방법을 사용하였다. 암기한 단어를 복기하는 것은 실험과정에 과제수행을 평가하는 단계가 있다는 것을 피험자들에게 미리 알려줌으로써 피험자들이 보다 집중력을 발휘할 수 있도록 설정한 것이다.

2.2 뇌파 분석 결과

본 논문에서는 그림 1과 같은 과제수행 과정에서 유발된 피험자의 뇌파를 파워 스펙트럼으로 분석하여 비교하는 것을 기본적인 분석방법으로 사용하였다.

뇌파 분석에는 2종류의 특정 주파수 대역의 파워 스펙트럼을 이용하였는데, 그 주파수 대역은 낮은 베타파 영역인 12~15Hz의 SMR대역과 베타파의 중간 영역인 15~18Hz의 중간 베타(Mid-beta, MB)파 대역이다. 두 주파수 대역을 분석 대역으로 설정한 이유는 많은 연구 논문에서 집중력과 가장 관계가 깊은 주파수 대역으로 보고되고 있기 때문이다.

먼저 피험자별로 각 미디어 즉 스마트폰과 종이책의 자극에 따른 대역별 파워 스펙트럼을 비교하기 위하여 SMR파의 평균파워 P_{SA} 와 중간 베타파의 평균파워 P_{MA} 를 다음과 같이 정의하였다. 여기서 P_{SMR} 은 피험자의 SMR파의 파워, P_{MB} 은 피험자의 중간 베타파의 파워 그리고 N 은 채널수를 나타낸다.

$$P_{SA} = \frac{1}{N} \int_{ch1}^{chN} P_{SMR} df \quad (1)$$

$$P_{MA} = \frac{1}{N} \int_{ch1}^{chN} P_{MB} df \quad (2)$$

그림 3은 피험자별로 영어단어를 암기하는 과제를 수행하기 전후에 스마트폰을 자극으로 사용한 경우와 종이책을 자극으로 사용한 경우의 파워 P_{SA} 와 P_{MA} 를 비교한 것이다.

그림 3을 살펴보면, SMR파의 평균인 스마트폰보다 종이책을 자극으로 활용했을 때의 파워가 높은 피험자 수는 P_{SA} 의 경우에는 8명, P_{MA} 의 경우에는 6명으로 관찰된다. 즉 SMR파와 중간 베타파가 인간의 집중력을 모니터링할 수 있는 뇌파라고 가정할 때 두 종류의 뇌파 모두에서 스마트폰을 자극으로 사용했을 때가 종이책을 자극으로 사용했을 때보다 집중력을 감소시키는 영향을 미친 것으로 추정되는 결과로 나타나고 있다. 특히 SMR파의 경우, 80%의 피험자가 종이책보다 스마트폰을 자극으로 사용했을 때에 파워가 감소된다는 결과는 중간 베타파의 경우인 70%보다 집중력 감소를 추정할 수 있는 효율이 높은 것으로 생각된다.

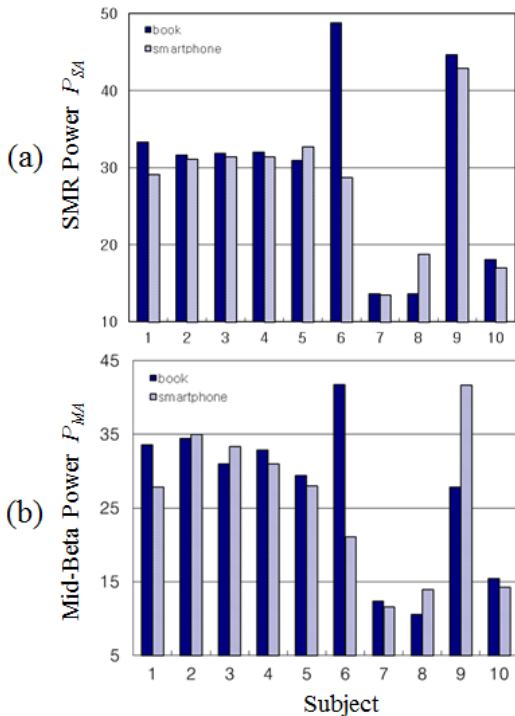


그림 3. 피험자에 따른 파워의 비교 (a) SMR파의 평균값 P_{SA} , (b) 중간 베타파의 평균값 P_{MA}
 Fig. 3 Comparison of the power (a) P_{SA} , (b) P_{MA}

다음에는 모든 피험자들의 SMR파와 중간 베타파를 파워 스펙트럼으로 분석한 것을 채널 별로 총합한 결과를 비교해 보았다. 그 결과는 그림 4에 제시하였는데, 두 미디어를 자극으로 활용하였을 때 (a)는 SMR파의 파워를 채널 별로 비교한 것이고, (b)는 중간 베타파의 파워를 채널 별로 비교한 것이다. 그림에서 실선은 스마트폰을, 점선은 종이책을 자극으로 한 경우의 파워를 나타낸 것이다.

그림 4를 관찰해 보면, 채널별로 SMR파의 파워를 나타낸 (a)에서는 5개의 채널 모든 위치에서 스마트폰의 경우가 종이책의 경우보다 낮은 파워로 나타나고 있고, 중간 베타파의 파워를 나타낸 (b)에서도 1개의 채널을 제외한 4개의 채널에서 스마트폰의 경우가 종이책의 경우보다 파워가 낮게 나타나고 있는 사실을 알 수 있다.

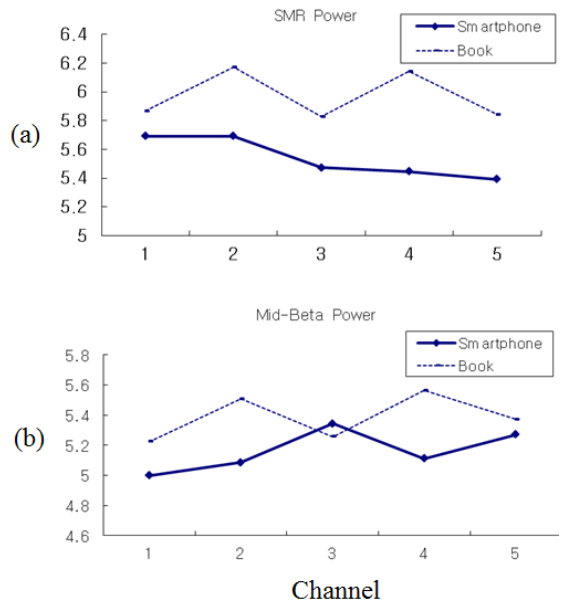


그림 4. 채널별 파워 합 (a) SMR파, (b) 중간 베타파
 Fig. 4 Power by channel (a) SMR wave, (b) mid-beta wave

결국 그림 3의 피험자별 총 파워를 비교한 경우와 마찬가지로 그림 4의 채널별 파워를 비교한 경우에 있어서도 스마트폰의 경우가 종이책의 경우보다 집중력을 나타내는 파워가 감소되어 나타났고, 아울러 이런 사실을 확인하는 데에는 SMR파의 경우가 중간 베타파의 경우보다 효율적이라는 사실을 확인할 수 있었다.

III. 결 론

본 논문에서는 최근 인간에게 가장 근접해 있는 미디어라고 할 수 있는 스마트폰이 인간의 집중력에 어떤 영향을 미치는지를 알기 위하여 스마트폰의 사용과 과제수행을 관련시켜 그때의 뇌파성분을 분석한 결과를 제시하였다. 이때 스마트폰의 영향과 비교하기 위하여 그 상대적인 관계에 있는 미디어로는 전통적인 미디어인 종이책을 선정하여 실험을 수행하였다.

본 논문의 실험결과로부터 확인할 수 있었던 점은 크게 두 가지를 들 수 있다. 첫째로는 스마트폰은 인

간에게 고유의 미디어인 종이책보다 집중력에 좋지 않은 영향을 미친다는 점이고, 둘째로는 인간의 집중력과 관계된 뇌파성분 중에서는 SMR파가 중간 베타파보다 인간의 집중상태를 모니터링하기에 보다 효율적이라는 점이다.

먼저 주어진 과제 수행 전의 시각자극으로 스마트폰과 종이책을 제시하여 비교한 실험결과를 분석하면, 스마트폰의 경우가 종이책의 경우보다 뇌파의 파워가 감소되는 것으로 나타났다. SMR파의 경우에는 10명 중 8명, 중간 베타파의 경우에는 10명 중 6명의 피험자의 뇌파 파워가 감소된다는 사실이 관측되었다.

다음에는 총 피험자의 두피에 부착한 5개소의 전극의 위치를 각각의 채널로 설정하여 스마트폰과 종이책을 자극으로 제시한 두 가지 경우의 파워를 채널에 따라 비교 분석한 결과를 보면, 10개의 채널 중 9개의 채널에서 스마트폰이 자극이 된 뇌파의 파워가 작게 나타나는 것으로 관측되었다. SMR파의 경우는 5개 전체 채널에서, 중간 베타파의 경우는 1개를 제외한 4개의 채널에서 스마트폰을 사용한 경우의 파워가 낮게 나타났다.

결론적으로 본 논문이 목적을 두고 수행한 뇌파실험의 결과인 뇌파의 성분 분석에서는 10명의 피험자 중 80%의 피험자가 SMR파의 파워가 낮은 것으로 나타난 것으로 보아 스마트폰이 집중력을 저해하는 요소라는 사실을 추정할 수 있다. 또한 본 논문에서 활용한 5개의 채널에서 집중력과 관련된 뇌파성분인 SMR파와 중간 베타파를 분석한 결과, 10개의 채널 중 90%인 9개의 채널에서 스마트폰과 관계된 파워가 상대적으로 낮게 나타나는 결과로 보아 스마트폰이 집중력을 저해하는 뇌의 위치는 전두엽의 대부분이라는 사실을 추정할 수 있다. 또한 본 논문의 실험에서 분석의 대상으로 한 두 개의 뇌파성분 중에서는 SMR파의 경우가 중간 베타파의 경우보다 집중력과 관련된 뇌의 활성화 상황을 더욱 효율적으로 파악할 수 있는 성분으로 추정된다.

감사의 글

이 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2015년)에 의하여 연구되었음

References

- [1] T. Lee, C. Son, and W. Kim, "The implement of intelligent home network system on smart phone," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 6, no. 4, 2011, pp. 505-509.
- [2] J. Heo, Y. Ahn, S. Kim, and M. Han, "Correlation between smartphone addiction and quality of sleep among university school students, graduate students," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 6, 2015, pp. 737-748.
- [3] Y. Jang and J. Han, "Analysis of EEG generated from concentration by visual stimulus task," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 9, no. 5, 2014, pp. 589-594.
- [4] Y. Jang and J. Han, "Relativity between concentration by letter visual stimulus and EEG signal," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 9, no. 11, 2014, pp. 1277-1282.
- [5] J. Dropotov, V. Arin-Yatsenko, V. Ponomarev, L. Chutko, E. Yakovenko, and I. Sikishena, "Changes in EEG spectrograms, event-related potentials and event-related desynchronization induced by relative beta training in ADHD children," *J. of Neurotherapy*, vol. 11, no. 2, 2008, pp. 3-11.
- [6] D. Kang, "The development of attention enhancement system using virtual reality and EEG biofeedback and its clinical trial," Doctor's Thesis, *Hanyang University*, 2002.
- [7] J. Oubar and J. Fubar, "EEG biofeedback of SMR and beta for treatment of attention deficit disorders in clinical setting," *Biofeedback Self Regul.*, vol. 9, no. 1, 1984, pp. 1-23.
- [8] E. Son, "Research on awareness and prevention of smartphone addiction," Master's Thesis, *Chung-Ang University*, 2012.
- [9] J. Seo and H. Park, "A study on

implementation of sound recording and player of smartphone for mobile learning," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 8, no. 6, 2013, pp. 847-854.

- [10] Y. Joo, "Facility maintenance management system using a mobile application," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 7, no. 5, 2012, pp. 1145-1151.

저자 소개



장윤석(Yun-Seok Jang)

1985년 부산대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1988년 부경대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

1995년 일본 토호쿠(東北) 대학교 대학원 전기 및 통신공학 전공 졸업(공학박사)

1996년~현재 부경대학교 전기공학과 교수

2008년~2009 미국 Pennsylvania State University 방문교수

※ 관심분야 : EEG Signal Processing, Cognitive Science