

뇌파와 심박변화를 이용한 집중도의 평가 (I)

윤용현, 고한우, 김동윤*, 양희경
한국표준과학연구원, 연세대학교*

Evaluation of Concentration using Electroencephalogram and Electrocardiogram (I)

Yong Hyeon Yun, Han Wo Ko, Dong Youn Kim*, Heui Kyung Yang
Korea Research Institute of Standards and Science, Yonsei Univ.*,

Abstract

집중도를 평가하기 위하여 피험자에게 집중을 유발시키는 3가지 task(단기 기억작업, Corsi block tapping task, visuomotor task)를 부가하고 주관평가 및 생리신호(뇌파, 심전도, 맥파, 피부 온도, 호흡, 피부전도도)를 측정하였다.

뇌파를 mapping하여 평가에 적합한 전극의 위치를 선정하고, task 수행중 집중도 변화와 심전도의 심박변화와의 관계를 분석하였다. 분석결과 안정과 task 수행시 뇌파 mapping상 전체 power의 변화가 frontal 부분에서 크게 나타났으며, 집중시 R-R 간격의 순간간격변화가 줄어들었다.

Keywords: 집중도, 뇌파, 심전도, mapping, return map

1. 서 론

현대사회는 정보통신기기의 발전과 더불어 가 가정까지 보급된 초고속 정보통신망으로 인하여 사무공간으로 제한되었던 업무공간이 주거공간으로까지 확장되어지고 있다. 따라서 주거 및 사무 공간은 업무 수행공간으로서 동일한 기능을 수행하고 있으며 이에 따른 감성적 요구가 쾌적성 측면에서 증대되고 있다.

쾌적한 업무공간이란 피로와 스트레스가 적게 유발되고 업무에 효율적으로 집중할 수 있는 환경을 의미한다. 이러한 환경을 구성하기 위해서는 피로, 스트레스, 집중도를 평가할 수 있는 기반기술이 요구된다.

인간의 감성을 측정평가하기 위해서는 심리지표, 생리지표, 행동지표를 동시에 고려해야하기 때문에 감성 평가가 용이하지 않다. 그러나 최근 여러 학자들에 의해 감성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 주의와 집중에 관한 연구 또한 다양한 종류의 task를 사용하여 수행되고 있다[1]-[3].

본 논문에서는 뇌파를 사용한 집중도 평가에 적합한 전극위치 선정과 집중의 고저에 따른 심박변화를 관찰하기 위하여 서로 다른 3종류의 task를 피험자에게 부여하고, 측정된 뇌파로부터 mapping 상의 전위변화와 심전도 신호로부터 얻어진 심박변화를 분석하였다.

2. 평가 실험

2.1. 평가용 task

평가용 task는 visuomotor task, 단기기억 작업, Corsi block tapping task를 사용하였다.

Visuomotor task란 모니터상에서 움직이는 청색공이 바닥에 닿지 않도록 PC의 마우스로 패드를 조정해가며 동시에 화면에 나타난 장애물들을 공을 반사시켜 제거하는 task이다.

단기기억작업이란 본 저자들이 개발한 task로서 집중을 유발시키기 위하여 4가지 서로 다른 시정각 자극을 임의의 순서로 제시하면 피험자가 이들의 순서를 기억하였다가 마우스를 사용하여 추종 입력하는 task이다.

Corsi block tapping task란 그림 1과 같이 PC 모니터상의 좌우를 각각 기억영역과 상기영역으로 나누고, 피험자는 기억영역에서 임의의 위치에 제시된 사각형의 순서와 위치를 기억하였다가 상기영역에서 제시된 사각형을 마우스를 사용하여 응답하는 task이다. Task의 난이도는 순서대로 기억해야 할 사각형의 개수로 조정되며 오입력시 beep음과 동시에 선택한 사각형의 바탕색을 적색으로 제시하여 피험자가 인지할 수 있도록 하였다.

Task 수행시의 응답시간과 응답한 사각형의 거리를 측정하여 행동지표를 구하며, 간이형 8bit D/A를 통하여 기억과 응답시의 시간 정보를 생리신호와 함께 측정할 수 있도록 설계하였다.

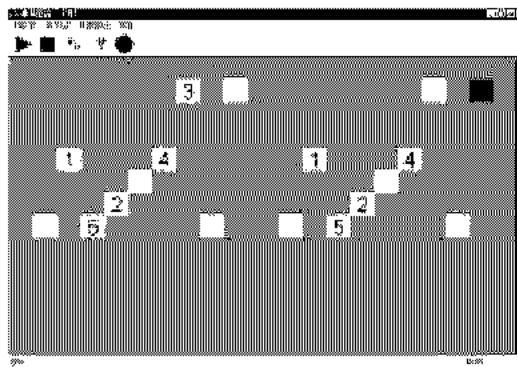


그림 1. Corsi block tapping task

2.2. 실험방법 및 data 분석

평가실험은 한국표준과학원 주거/사무환경 감성측정평가시설 내 사무환경챔버(조도 700 lx, 색온도 4000K, 암소음 25 dB이하)에서 실시하였다. 피험자는 건강한 성인남자 4명(25.75±2.06세)이었으며 실험당시 온·습도 조건은 23℃, 50 %RH로 조절하였다.

표 1. 실험 절차

시간 [min]	30	12	12	12	12	12	12	12
실험 절차	전극 부착 및 연습	R1	T1	R2	T2	R3	T3	R4
	안정	안정	task 수행	안정	task 수행	안정	task 수행	안정

2	2	2	2	2	2
EC	EO	EC	EO	EC	EO

Rn : n번째 안정 Tn : n번째 Task 수행

EC : eye close EO : eye open

표 1은 전체 실험절차를 나타낸 것이다. 피험자에게는 수행해야 할 task에 대하여 충분히 설명하고 연습을 실시하였다. 각각의 task들을 임의의 순서로 수행시켜 실험 순서에 따르는 순서효과를 최소화했다.

각각의 안정시에는 2분 간격으로 eye close, eye open을 하여 alpha attenuation test(ATT)를 실시하기 위한 뇌파를 측정하였다. 그러나 ATT는 이번 분석에는 포함되어 있지 않다.

생리지표를 얻기 위하여 심전도(lead II법), 맥파, 피부온도, 호흡, 피부전도도는 Biopac사의 MP-100 (16bit A/D converter)을 사용하여 초당 256 sample로 획득하였다. 뇌파는 국제 10-20 시스템에 따라 16곳에서 뇌파측정용 head cap (Electro-Cap International, Inc), 32ch. EEG Amp(정상 Techno사), Stellate System사의 software RHYTHM(12bit A/D converter & Software)을 이용하여 샘플주파수

256 Hz로 측정하였다.

피험자의 집중의 정도와 긴장감을 평가하기 위해 제작된 설문지를 사용하여 피험자의 심리지표를 매 session마다 구하였다. 설문지는 집중도, 피로, 각성에 관한 항목으로 이루어졌으며 “매우 아니다”를 “0”, “매우 그렇다”를 “100”으로 하는 magnitude estimation법을 사용하였다. 설문작성과 동시에 피험자에게 안정과 task 수행을 크게 초기, 중기, 후기로 나누어 집중과 각성에 관한 느낌을 상기하여 적도록 하였다.

본 논문에서는 visuomotor task와 Corsi block tapping task 수행시의 뇌파와 심전도를 먼저 분석하였다.

뇌파를 사용한 집중도 평가에 적합한 전극의 위치를 선정하기 위하여 뇌파의 대역을 theta (5~7 Hz), slow alpha(7.5~9 Hz), mid alpha(9.5~11 Hz), fast alpha(11.5~13 Hz), beta(13.5~20 Hz)로 나누고, 전체 전력을 구하여 mapping을 실시하였다.

2.3. 실험결과 및 고찰

실험 결과 분석은 실험에 적극적으로 참여하지 않은 1명의 피험자를 제외한 3명의 데이터에 대하여 실시하였다.

주관평가 결과 3명의 피험자 전원이 task 수행 직전의 안정시에 비하여 task 수행시 집중이 잘 되었으며 졸음이 사라지고 피로감도 줄어들었다고 보고하였다. 반면에 안정시에는 피로감과

졸음이 증가한다고 보고하였다. 이는 실험절차상 eye close와 eye open을 2분 간격으로 실시하고 실험 환경이 일반 환경보다 조용했기 때문인 것으로 사료된다. 그림 2에 “집중된다”에 대한 주관평가 결과를 나타냈다.

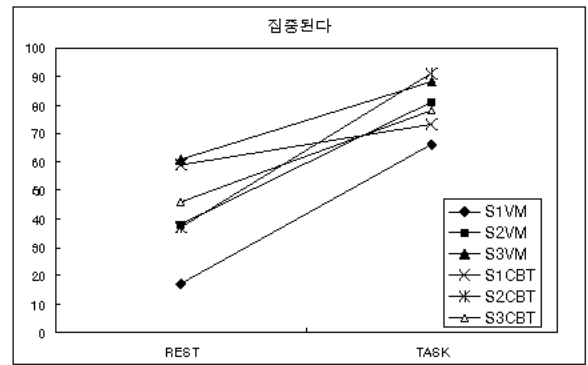


그림 2. 주관평가 결과

시간에 따른 집중도의 변화에 대한 설문결과 Corsi block tapping task의 경우 과제 수행 초기와 중기가 후기에 비해서 집중이 잘되며, visuomotor task의 경우는 과제 수행 중기와 후기에 집중이 초기에 비해서 잘된다고 보고되었다. 이것은 그림 3의 visuomotor task 수행시 R-R간격 return map에서도 확인할 수 있는데, 집중도가 높아질수록 R-R간격의 분산이 줄어든다. 또한 피로와 각성에 관한 변화는 안정시 초·중기에 비하여 후기에 각각 증가 및 감소

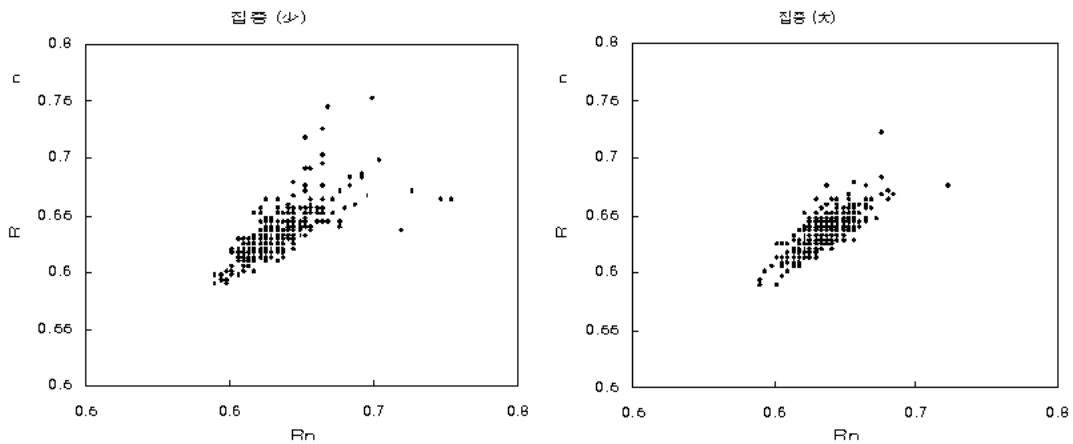


그림 3. visuomotor task 수행시 피험자의 R-R간격 리턴맵

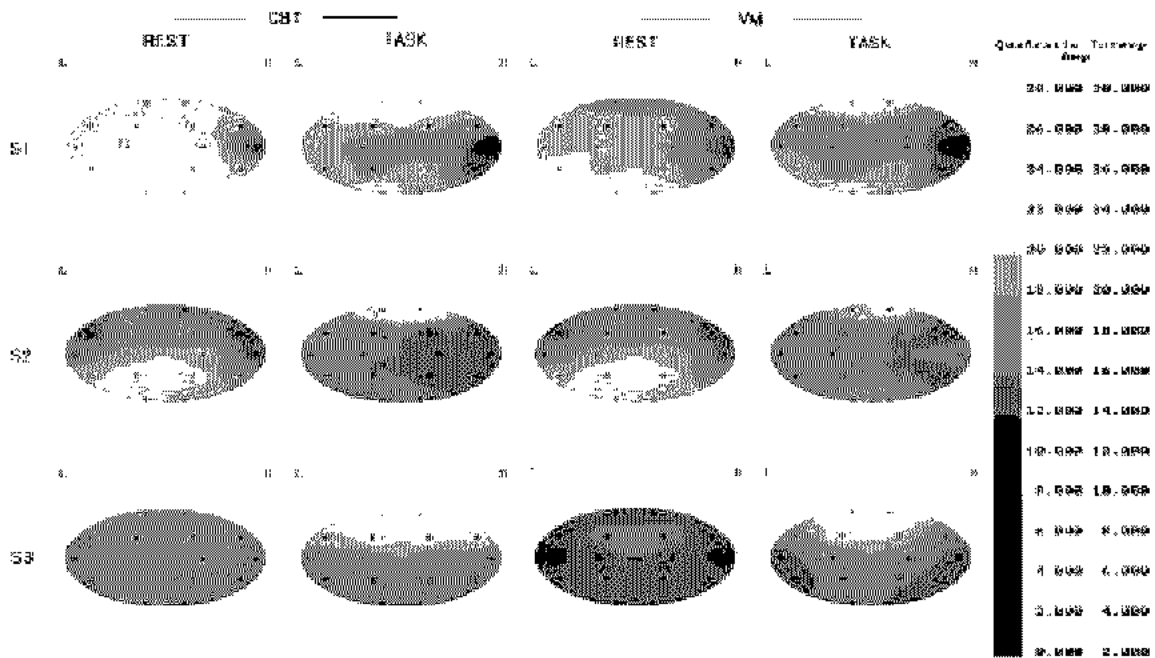


그림 4. Corsi block tapping task 및 visuomotor task 수행시 EEG mapping(Sn : nth Subject).

하였다.

그림 4는 주관평가의 결과를 참고하여 안정 초반(5~6 min)과 각 과제 수행시의 EEG mapping 결과를 나타낸 것이다. 전두엽 부근의 뇌파의 변화량이 다른 측정부위 보다 비교적 크며 또한 전극 부착도 용이한 부분이므로 추후 적은 channel의 뇌파에 의한 집중도 평가시에 전극 부착 위치로 적절하다고 생각된다.

3. 결 론

서로 다른 3가지 task를 피험자에게 부가하고 뇌파와 심전도를 측정하여 집중도 평가에 유리한 전극의 위치를 뇌파의 mapping을 통하여 결정하였다. 또한 심전도 신호로부터 구한 R-R 간격수열로부터 return map을 구성하여, 집중이 커짐에 따라 R-R 간격의 분포가 밀집함을 알 수 있었다. 피험자 수가 적고 다른 측정 생리신호에 대한 분석이 완료되지는 않았지만, 추후 피험자 수를 늘이고 본 연구를 기반으로 평가에 적절한 생리신호 파라미터를 찾아 집중의 정도 변화에 대한 보다 정확한 정보를

얻을 수 있을 것이라 생각된다.

*본 연구는 G-7 감성공학 기반기술개발사업에 의해 지원되었음(2000-J-ES-02-A-01)

참고문헌

- [1] Gebhard Sammer(1999), "Working memory load and EEG-dynamics as revealed by point correlation dimension analysis", International Journal of Psychophysiology, 34, 89-101.
- [2] Born, J.(1986), "Vasopressin and electrophysiological signs of attention in man". Peptides, 7:(2) 189-193.
- [3] Darbokova(1992), "Cognitive and affective relations in perception of auditory stimuli in the presence of music." Psychomusicology, 11:(2) 141-151.
- [4] Michael R. Isley(1998) ,Electromyography, Electroencephalography, Medical Electronics, October, 27-33