

# 일련의 동작 반응간의 뇌파 변화에 대한 연구

Research on EEG variation of reference states between human motions

황민철\*, 최용익\*\*, 문인혁\*\*\*, 문무성\*\*\*

\*상명대학교 미디어학부, \*\*상명대학교 체육학과 \*\*\*재활공학연구센터

## 서론

BCI(Brain Computer Interface)는 인간-컴퓨터 인터페이스의 기술의 새로운 장을 열고 있다. 중간 미디어인 WIMP(Window, Icons, Mouse, Pointer)요소를 뛰어넘어 차세대 편재형 컴퓨터환경(ubiquitous computing environment)에서의 인터페이스를 제공하는 기술중에 하나로 주목을 받고 있다[2][4].

최근 신체장애자를 위한 BCI연구는 주목할만하다. 2000년 6월에 필라델피아의 MCP 해너먼 의대 존 채핀 박사팀은 의학 전문지 '네이처 뉴로 사이언스'에서 쥐의 뇌에 로봇 팔을 연결, 뇌세포 활동만으로 팔을 작동시켰다고 발표하고, 2003년 9월에 스위스의 달레몰레 지각인공지능연구소 과학자들이 스위스 연방기술연구

소, 스페인 생의학공학연구소의 협력을 얻어 개발한 이 로봇 휠체어는 사용자의 뇌 활동을 동력원으로 하여 최첨단 기술에 의해 로봇 휠체어가 개발되고 있다고 영국의 뉴 사이언티스트에서 발표하여 BCI 기술의 실용화 가능성을 보여주고 있다.

뇌파를 이용한 컴퓨터 구동은 컴퓨터를 이용한 모든 기계와 제품을 조정할 수 있다는 면에서 BCI의 응용 영역은 무궁무진하다[3].

뇌파를 이용한 컴퓨터 인터페이스에 이용할 요소 추출을 위한 연구가 활발하다. 측정위치, 뇌파의 유형, 분석방법, 개인차등의 고려가 필요하다[1].

본 실험실에서 연구하는 BCI를 위한 인터페이스 요소를 동작에 의해 유발되는 뇌파를 이용하여 동작을 상상하여 인터페이스를 하기 위한

기초연구를 실시하였다[6][7][8][9]. 동작을 유발한 뇌파는 분석과정에서 표준화(normalization)를 실시하여 정성적 데이터를 분석한다[6]. 이 과정을 통해 제시된 결과는 뇌파의 안정성(stability)이 동작하기전의 휴식상태에 따라 달라질 것으로 추론 되어진다. 그러므로 본 연구는 여러 동작간의 휴식상태에서 뇌파의 안정성을 유지하는 지에 대한 여부를 알아보았다.

## 방 법

### 1. 실험 시스템

실험 시스템은 피실험자실, 동작 지시 시스템과 데이터 수집 및 분석 시스템으로 구성되어 있다. 동작지시는 스피커를 설치하고 신호음으로 피실험자에게 명령을 전달하는 시스템을 사용하였다. 내부 카메라를 이용하여 피실험자의 동작을 감시하였다. 뇌파 데이터의 수집 및 분석장치는 Biopac사의 Biopac system EEG 100B 앰프와 CadWell사의 EEG cup 전극을 사용하였고, 200Hz의 sampling rate로 측정되었다.

### 2. 피실험자

평균연령 25세의 뇌상병력이 없는 남자 1명을 7일간 21번 측정 하였다. 실험전 알콜 섭취를 금하고 충분한 휴식을 취한 상태에서 실험에 임하도록 하였다.

### 3 실험

편안한 의자에 앉아 휴식을 취한 상태에서 약속된 신호음에 따라 동작을 수행하도록 하였다. 지시되는 동작은 왼손, 오른손, 양손, 오른발, 왼발, 양발 동작을 하도록 하였으며 휴식과 동작을 반복하였다. 한 동작은 20초이며 휴식은 20초로 하였다.

### 4. 측정

피험자는 안락의자에 앉아 International 10-20 전극 시스템의 C3(좌 중심부), C4(우 중심부)지점에 전극을 붙이고, 접지 전극은 미간

상단 2Cm 지점에 부착하고 음전극은 귓볼에 부착하였다.

## 데이터 분석

Biopac사의 Acknowledge 프로그램을 사용하여 FFT 분석을 했고 각각 동작간의 휴식상태에서 뇌파 출현량을 계산하였다. 본 연구에서 추출된 주파수 대역은 그동안 유의하다라고 보고되어진 뮤(mu)파(8-13Hz)와 두 베타(beta)영역, 13-35Hz, 20-30Hz이었다. 또한 각 휴식단계 왼손동작 전휴식, 오른손 동작전 휴식, 양손 동작전 휴식, 오른발 동작전 휴식, 왼발 동작전 휴식, 양발동작 전휴식 총 6 동작 상태별로 정리하였다. 각 휴식단계별 뇌파의 안정성을 파악하기 위하여 각 단계의 휴식 뇌파를 pair t-test를 SPSS(version, 11.0)로 통계 분석하였다.

## 결 과

t-test결과를 표1에서 표6 정리하였다. 표 1에서 제시된 바와 같이 좌뇌의 중심부(C3)에서 뮤파(8-13Hz)에서 각 동작 단계 별 유의차를 보이지 않았다. 반면 표 2, 3에서 제시한 바와 같이 베타 파(13-30Hz, 20-30Hz)에서는 대부분의 동작 단계에서 유의한 차이를 보였다. 표 4에서 표6까지 제시된 바와 같이 우뇌 중심부(C4)에서도 좌뇌 중심부와 같은 경향을 보였다.

표 2. C3에서의 8-13Hz EEG의 동작간 유의차

C3(8-13Hz)	t	Sig.
왼손 - 오른손	-.032	.996
왼손 - 양손	.148	.291
왼손 - 왼발	-1.578	.163
왼손 - 오른발	.239	.292
왼손 - 양발	.535	.002
오른손 - 양손	.149	.738
오른손 - 왼발	-1.159	.791
오른손 - 오른발	.232	.833
오른손 - 양발	.359	.599
양손 - 왼발	-2.196	.015
양손 - 오른발	.112	.235
양손 - 양발	.254	.769
왼발 - 오른발	1.847	.375
왼발 - 양발	1.625	.765
오른발 - 양발	.171	.970

표 4. C3에서의 20-30Hz EEG의 동작간 유의차

C3(20-30Hz)	t	Sig.
왼손 - 오른손	.253	.064
왼손 - 양손	1.087	.000
왼손 - 왼발	-.919	.001
왼손 - 오른발	-1.092	.850
왼손 - 양발	.778	.002
오른손 - 양손	.341	.905
오른손 - 왼발	-1.035	.010
오른손 - 오른발	-1.139	.612
오른손 - 양발	.326	.069
양손 - 왼발	-1.339	.071
양손 - 오른발	-1.185	.989
양손 - 양발	-.099	.071
왼발 - 오른발	-.943	.536
왼발 - 양발	1.274	.040
오른발 - 양발	1.160	.769

표 3. C3에서의 13-30Hz EEG의 동작간 유의차

C3(13-30Hz)	t	Sig.
왼손 - 오른손	-.116	.037
왼손 - 양손	1.124	.003
왼손 - 왼발	-.834	.054
왼손 - 오른발	-.732	.000
왼손 - 양발	-.026	.001
오른손 - 양손	.975	.025
오른손 - 왼발	-.679	.036
오른손 - 오른발	-.390	.014
오른손 - 양발	.107	.011
양손 - 왼발	-1.671	.062
양손 - 오른발	-1.675	.009
양손 - 양발	-.936	.058
왼발 - 오른발	.368	.041
왼발 - 양발	.797	.081
오른발 - 양발	.557	.016

표 5. C4에서의 8-13Hz EEG의 동작간 유의차

C4(8-13Hz)	t	Sig.
왼손 - 오른손	1.135	.140
왼손 - 양손	.489	.094
왼손 - 왼발	-1.184	.723
왼손 - 오른발	.357	.437
왼손 - 양발	-.487	.029
오른손 - 양손	-.712	.764
오른손 - 왼발	-2.067	.625
오른손 - 오른발	-.651	.125
오른손 - 양발	-1.513	.190
양손 - 왼발	-1.848	.069
양손 - 오른발	-.015	.065
양손 - 양발	-.937	.118
왼발 - 오른발	1.460	.665
왼발 - 양발	.879	.534
오른발 - 양발	-1.094	.002

표 6. C4에서의 13-30Hz EEG의 동작간 유의차

C4(13-30Hz)	t	Sig.
왼손 - 오른손	.128	.002
왼손 - 양손	.836	.008
왼손 - 왼발	-.845	.578
왼손 - 오른발	.221	.003
왼손 - 양발	.674	.038
오른손 - 양손	1.285	.000
오른손 - 왼발	-1.368	.006
오른손 - 오른발	.143	.000
오른손 - 양발	.660	.019
양손 - 왼발	-1.869	.028
양손 - 오른발	-1.536	.000
양손 - 양발	-.023	.059
왼발 - 오른발	1.266	.099
왼발 - 양발	1.615	.082
오른발 - 양발	.614	.020

표 7. C3에서의 13-30Hz EEG의 동작간 유의차

C4(20-30Hz)	t	Sig.
왼손 - 오른손	.678	.008
왼손 - 양손	1.048	.000
왼손 - 왼발	-.816	.000
왼손 - 오른발	.827	.000
왼손 - 양발	.338	.003
오른손 - 양손	.256	.000
오른손 - 왼발	-1.552	.001
오른손 - 오른발	-.138	.006
오른손 - 양발	-.376	.003
양손 - 왼발	-1.676	.001
양손 - 오른발	-.532	.000
양손 - 양발	-.563	.002
왼발 - 오른발	1.391	.000
왼발 - 양발	1.013	.002
오른발 - 양발	-.238	.002

## 결론 및 토론

본 연구에서 제시된 결과는 동작간의 휴식기 뇌파의 베타파는 무파에 비해 안정성이 확보되지 않는 것으로 보였다. 즉 동작을 하고 다음 동작을 할 때 베타파는 다음동작전에 전동작의 영향을 받고 있다고 볼 수 있다. 반면 무파 대역은 전 동작으로부터 회복이 되어 다음동작의 영향을 주지 않을 것으로 분석 되어 졌다. 무파는 동작전에 억제되고 베타파는 동작중에 활성화 되는 것이 일반적인 현상임을 고려해 볼 때 무파의 안정성 회복은 동작뇌파 현상이라고 고려 할 수 있지만 무파의 동작 시간은 20초 이상의 휴식기이므로 무파의 고유 안정성에 기인한다고 볼 수 있다.

동작에 의해 유발된 뇌파의 무파 변화는 이러한 안정성에서 고려되어진다면 오히려 베타파 보다는 데이터 안정성을 확보할 수 있다고 볼 수 있다. 그러나 본 연구는 휴식 시간을 20초로 고려한 휴식기 뇌파이다.

또한 무파를 이용한 뇌파의 안정성은 또 하나의 인터페이스 요소로 이용할 수 있는 가능성을 제시하고 있다.

## 감사의 글

본 연구는 의료공학융합개발사업의 차세대 능동형 동작기능회복기술개발에서 지원 받은 연구과제임에 감사를 표한다.

## 참고문헌

- [1] 김도연, 이광형, 황민철, “뇌-컴퓨터 인터페이스를 위한 개인의 특성을 반영하는 뇌파분류기,” 정보과학회지, 27권, 1호, 2000, pp 24-32
- [2] MC Whang, JS Lim, "Research on EEG Parameters for Movement Prediction Based on Individual Difference of

Athletic Ability and Lateral Asymmetry of Hemisphere”, Korean Journal of Ergonomics, Vol.21, No.3, 2002, pp1-12.

- [3] 황민철, “뇌파를 이용한 게임인터페이스의 발전 및 실용화 방안,” 게임산업저널, 1권, 2002, pp 56-62.
- [4] 황민철, “뇌파를 이용한 인간-컴퓨터 인터페이스 기술,” 한국정밀공학회지, 20권, 2호, 2003, pp7-13.
- [5] Whang, M.C., Baek, D.H., Ra, J.B., “Human Motion Prediction by EEG for Human Computer Interaction,” HCI학술대회논문집, 6권, 1호, 1997, pp381-387.
- [6] 유지연, 황민철, “뇌의 편측성이 뇌파를 이용한 동작분류에 미치는 영향에 대한 영향,” 대한인간공학회춘계학술대회논문집, 1999, pp193-196.
- [7] H. Kang, M.C. Whang, J.Y. Yoo, “Motion-related EEG variation Based on statistical mechanics of neocortical interactions,” Proceedings of the 4th Asia-Pacific Conference on Medical & Biological Engineering, 1999, OS12-3
- [8] J.Y. Yoo, M.C. Whang, “A study on classification four limb movements by EEG according to physical-capacity development,” Proceedings of the 4th Asia-Pacific Conference on Medical & Biological Engineering, 1999, PS-098
- [9] 황민철, 임좌상, 이현숙, 유지연, “동작구분을 위한 mu뇌파의 BCI활용에 관한 연구,” HCI 학술대회논문집, 2000, p s-13-5.
- [10] 조선길, 황민철, 한문성, “뇌파를 이용한 컴퓨터 커서 작동 시스템,” 대한인간공학추계 학술대회논문집, 2002, pp49-52