

Military application study of BCI technology using brain waves in Republic of Korea Army: Focusing on personal firearms

Oh, Janggil* · Kim, Jongheon**

ABSTRACT

The importance of reserve forces is increasing owing to changes in the security environment, such as the promotion of Defense Reform 2.0 and a sharp decrease in military service resources. Under these changes, we focus on combining EEG (ElectroEncephaloGraphy) with Brain-Computer Interface (BCI) for improving combat power and contributing to the future development of defense science and technology in 2050. In the study of EEG measurement technology, the alpha wave of calmness and beta wave representing the improvement of the concentration on individualized shooting skills, were measured with high accuracy in the theta wave-related research, and the value of their use was recognized. Using in the combat situations of personal firearms shooting, it can be applied in a small budget and a short period of time. Through our findings, when shooting the K-1 and K-2 rifles (the basic personal weapons in Korean military), it can contribute to improving the accuracy of existing individual's shooting by increasing both concentration and calmness between breathing and firing control. Hence, our study show in the future warfare, the new direction of current defense science and technology and new concept of personal weapon usages in artificial intelligence based on hyper-intelligence, hyper-connectivity, and human-unmanned combat systems.

Keywords : electroencephalography (EEG), brain-computer interface, neurofeedback, personalized marksmanship

* (First Author) Kwangwoon University, Department of Defense Acquisition Program, Ph.D. Candidate, (Tiger Division Artillery Battalion Leader) babypig75@hanmail.net, <https://orcid.org/0000-0001-9343-7700>

** (Corresponding Author) Kwangwoon University, Department of Defense Acquisition Program and Electronic Convergence Engineering, Professor, jhkim@kw.ac.kr

I. 서론

오늘날 제4차 산업혁명 기술 중에서 인류사회, 지구, 경제, 과학기술에 상당한 변화를 초래할 기술로 뇌공학과 인공지능 분야가 각광받고 있다(Aggarwal & Chugh, 2022; Czech, 2021; Singh, Hussain, Lal, & Guesgen, 2021). 최근 뇌공학 분야는 인간의 두뇌와 컴퓨터를 연결하는 뇌파 기반 인터페이스에 관한 연구의 관심이 증가하면서 인간의 두뇌에서 발생된 전기장을 컴퓨터와 연결하는 미래기술을 핵심기술로 제시하고 있다. 예를 들어, 이러한 변화 흐름에 따라 2020년 미(美) 융합 기술보고서 20개의 시나리오에서 첫 번째가 인간의 두뇌와 기계를 직접 연결하는 인터페이스를 제시하고 있으며, 세계 미래보고서에서도 세상을 바꿀 혁신적 미래기술 중 하나로 뇌-컴퓨터 인터페이스를 강조하고 있다.¹⁾ 대한민국 정부도 관련 기술발전을 위해 2020년도 연구개발예산을 전년 대비 150% 수준인 2,500억원으로 확대하여 책정하였다.

한편, 국방 분야도 첨단과학기술군으로 도약하기(Kim, Y. S. & Lee, D. J., 2021) 위해 연구개발비 예산을 증액하고 미래혁신 연구센터 및 과학기술그룹 신설 등 미래전투체계를 개선하고자 노력하고 있다.²⁾ 이를 위해 2019년 하반기부터 군 과학기술 발전을 위해 신개념 무기체계와 전력지원 체계에 우선 적용될 위리어플랫폼 개발과 교육훈련 및 부대관리에 적용이 가능한 핵심기술 소요를 식별하는 기초연구조사 과정을 통해 2050 군과학기술발전계획³⁾에 뇌-컴퓨터 의사소통 등 뇌기반 훈련 과제 중에서 원천기술인 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술의 적용 가능성을 확인하였다.

예를 들어 군장병 교육훈련 시 개인화기 사격술, 위리어플랫폼의 전투헬멧, 정찰드론 및 자폭드론 운영 시 조종 부문에 해당 기술의 적용가능성이 존재한다. 다만, 본 연구는 국내 군의 우선 적용가능성(예: 기술확보 가능성, 예산절감, 개발시간)을 고려하여 개인화기 사격술에 대한 적용에 초점을 두고 진행하였다. 관련 기술개발에 대한 국내·외 민간기술 연구사례를 검토한 결과, 2016년 브라질 리우올림픽 양궁 종목에서 은메달을 획득한 미국의 선수들의 뇌파를 적용한 훈련방법 사례(Lee, K. H., 2009)와 뇌파 중 세타파를 중심으로 측정기술을 확보하기 위해 로카바이오닉 안전운전 시스템 연구사례⁴⁾ 등을 찾을 수 있다. 이런 연구성과는 뇌파를 뇌-컴퓨터 인터페이스기술에 적용한 사례⁵⁾로 무기 및 전력지원체계 개발 시 적용뿐만 아니라 추후 군 장병 개개인의 뇌파 데이터를 빅데이터 기술로 활용하여 국방과 민간분야 발전에 기여할 수 있을 것이다.

1) 박영숙 외(2020. 10.). 세계미래보고서 2021 포스트 코로나 특별판. 서울: 비즈니스북스.

2) 보안뉴스(2021. 07. 29). 국방부, ‘첨단과학기술군’ 도약을 위한 ‘미래국방혁신 주요 지휘관 회의’ 개최 <https://www.boannews.com/media/view.asp?idx=99443>; The Science Times(2021. 12. 17). 첨단 국방과학기술의 미래 <https://www.sciencetimes.co.kr/news/%EC%B2%A8%EB%8B%A8-%EA%B5%AD%EB%B0%A9%EA%B3%BC%ED%95%99%EA%B8%B0%EC%88%A0%EC%9D%98-%EB%AF%B8%EB%9E%98/>

3) 육군본부(2020.7.31.). 비전2050 구현을 위한 육군과학기술발전계획.

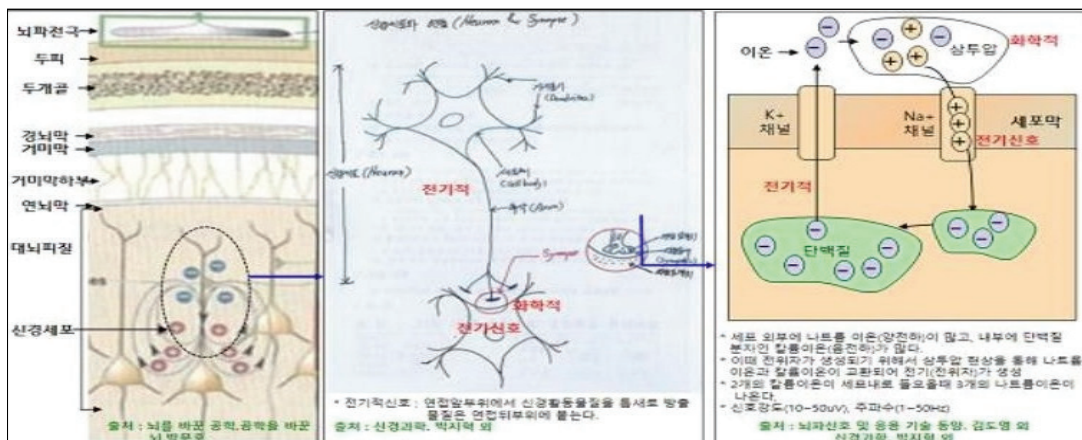
4) 임종진 외(2019). 로카 바이오닉 안전운전 지원시스템. KAIST뇌과학공용응용센터.

5) 오장길 외(2020). 뇌과학을 활용한 국방 인공지능 적용 방안. 육군과학기술 연구지.

II. 뇌파측정 연구 및 분석 결과

2.1 연구 환경과 측정시스템 구성

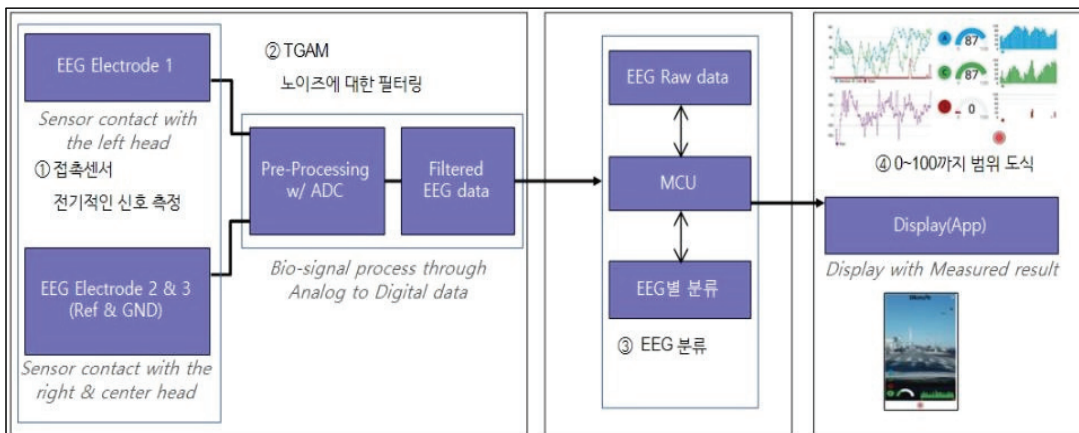
정확한 뇌파를 분석하기 위해서는 뇌파의 정확한 측정이 중요하다(e.g., Kim & Han, 2015; Yoon, 2015). 이를 위해 우선 뇌파가 발생하는 과정에 알아보고자 한다. 뇌파는 두뇌를 구성하는 신경세포들의 전기적 활동을 두피에서 전극을 통해 간접적으로 측정할 수 있는 전기적인 신호이다. 뇌 신경 사이에 신호가 전달될 때 생기는 전기의 흐름으로써 뇌의 활동상태에 따라 0~50Hz의 주파수로 5가지 파로 구분하여 약 10~100 μ V의 진폭을 보인다. 파형 별로는 0~4Hz의 델타파는 깊은 수면의 상태를 4~8Hz의 세타파는 졸음의 상태, 8~12Hz의 알파파는 안정되고 편안한 상태, 13~30Hz의 베타파, 긴장과 집중의 상태를 30Hz 이상의 감마파는 극도의 긴장과 흥분 상태를 나타낸다. 이러한 뇌파의 생성 과정은 Fig. 1 좌측 대뇌피질에서 신경세포와 신경세포 사이에 시냅스가 형성되어 시냅스전 신경세포 말단에서 신경전달 물질을 분비하고 분비된 신경전달 물질은 시냅스 후 우측 그림에서처럼 세포막의 이온채널을 통하여 나트륨(Na^+)이온 채널과 칼륨(K^+)이온 채널이 열리게 된다. 이때 나트륨(Na^+)이온은 나트륨 채널을 통해서 유입되고, 칼륨(K^+)이온은 칼륨 채널을 통해 세포막 밖으로 유출되면서 세포막에 전위차 발생 시 전압이 생겨 전류가 흐르고 이 전류가 전기장을 생성하면서 자기장의 변화가 발생하게 된다. 이러한 두피에 측정시스템을 설치하여 10~100 μ V 범위의 뇌파 신호를 측정할 수 있도록 연구환경을 구성하였다.



<Figure 1> The process of producing EEG signals

뇌파 측정 연구시스템 구성은 뇌파 측정과 동시에 사용자에게 상태를 알릴 수 있도록 디스플레이에 음성 및 화면으로 제공할 수 있도록 하였다. Fig. 2와 같이 ①두뇌의 신경세포 간의 시냅스

과정에서 전기적인 신호를 읽기 위해 1개의 측정센서와 2개의 접지센서를 설치하고 ②불필요 행동으로 나타날 수 있는 각종 노이즈에 대한 분석 및 필터 후 아날로그 신호를 디지털신호로 변환하는 TGAM(Think Gear Asic Module)모듈 설치 ③디지털값으로 변환된 데이터를 입력받아 뇌파별 분류를 할 수 있도록 MCU(Micro Controller Unit)를 설치 ④뇌파별 예측 및 경고를 나타낼 수 있는 디스플레이앱으로 구성하였다. 특히 관심을 가지고 준비한 사항은 미세한 전기자극의 신호를 측정하기 위해 Ref & GND 센서에서 10~100 μ V 범위의 신호를 측정하여 측정값을 1/2로 0~50Hz 범위 내에 필터링하고 신호를 감지할 수 있도록 하였고, TGAM 모듈은 앞면은 배터리 및 충전포트센서, 블루투스모듈, 안테나, 스피커를 설치하고 각종 센서에 미세한 전기저항에 노출되지 않도록 뒷면에 전원버튼을 설치하였다. MCU와 디스플레이 소통을 위해 블루투스 기능을 추가하여 장소와 방향이 바뀌더라도 제한 없이 사용자에게 모니터링이 가능하도록 구성하였다.



<Figure 2> Configure an EEG measurement system

2.2 측정 및 결과 분석

두뇌의 피질은 전두엽, 두정엽, 측두엽, 후두엽으로 되어있다. 부위별 특성을 살펴보면 전두엽은 의사결정과 관련된 역할을 담당하고, 두정엽은 신체물, 후두엽은 시각을 측두엽은 청각과 관련이 되어있다. 따라서 뇌의 해부학적 정보를 활용한 방법(Dornhege et al., 2007)으로 사용자 대뇌피질 전두엽에 비침투식으로 측정하였다. 결과에 따른 분석은 장치개발로부터 결과물에 대하여 정적인 평가 후 동적평가를 실시하여 나타난 값에 대한 정확도를 분석하고 차후 국방분야에 우선 기술적 용이 가능한 분야 도출 순으로 진행되었다. 알고리즘은 카이스트 뇌과학 공동융용연구센터의 뉴로 스카이의 장비를 전류측정 10~100 μ V로 설정하여 주파수는 50Hz의 범위로 설정된 것을 활용하였다. 정적인 평가를 Table 1 좌측처럼 베타파와 알파파는 48~87%를 세타파는 11%의 측정율을 보

였으며 1회 측정간 동일한 시간에 디스플레이에 나타난 그래프와 일치하였다. 이후 동적인 평가는 사용자의 두뇌를 대상으로 임상시험평가를 위해서 생명윤리 및 안전에 관한 법률상 보건복지부에 일시적으로 단기 임상시험 승인을 얻어 고속도로 및 지방도로에서 2개월간 7회 정도 평가하였다. 결과는 Table 1 우측과 같이 평균적으로 졸음 상태의 세타파는 18%의 수준을 보인 반면 차분함의 알파파와 집중의 베타파는 61~79% 수준의 높은 결과를 보였다.

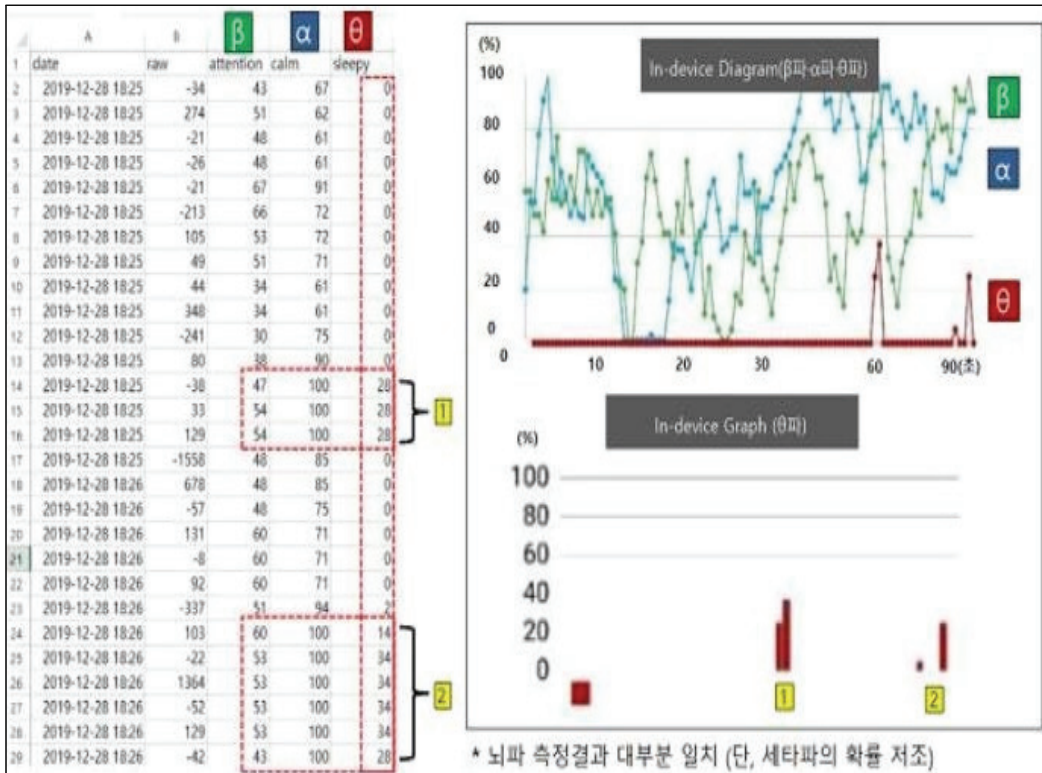
<Table 1> EEG measurement results

Measurements	Static measurement results(%)			Dynamic measurement results(%)		
	Attention (Beta)	Calm (Alpha)	Sleepy (Theta)	Attention (Beta)	Calm (Alpha)	Sleepy (Theta)
1 time	48.91	87.63	11.2	57.76	95.82	62.24
2 times	·	·	·	45.72	80.87	10.78
3 times	·	·	·	60.35	71.93	3.8
4 times	·	·	·	71.53	77.3	11.2
5 times	·	·	·	77.6	79.25	11.03
6 times	·	·	·	55.28	69.3	-
7 times	·	·	·	64.27	79.58	8.97
average	48.91	87.63	11.2	61.79	79.15	18.0
place	Designated place in the laboratory (KAIST Main House)			Highways, Provincial Roads		

앞에서 측정결과를 제시한 것처럼 정적인 평가와 동적인 평가 시 나타난 측정결과에 대하여 좀 더 정확한 결과를 분석하기 위해 추가적으로 그래프와 비교하여 확인하였다. 그 결과 정적인 평가는 독립적이고 한정된 장소에서 측정과 동시에 디스플레이에 기록된 그래프 도식결과를 활용하여 일치 여부를 확인하였다. 60초를 기준으로 13~30Hz의 베타파의 경우 특정 시간대 1~8초, 28~32초, 42초를 제외한 나머지 시간에서 왕성하게 나타났으며, 8~12Hz의 알파파는 2~6초 사이를 제외하고는 대부분 일치하였다. 4~8Hz의 세타파는 8초~9초, 28초~34초를 제외하고는 나타나지 않았다. 즉, 긴장과 집중의 베타파와 편안함과 차분함의 알파파의 높은 측정율을 확인했을 때, 졸음 상태의 세타파의 경우에는 사용자가 사전에 인지되어 조금 적게 측정되었다는 평가결과를 보였다. 동적인 평가결과는 사용자가 지정된 장소가 아닌 실제로 임무수행을 하는 고속도로 및 지방도로에서 운행하는 과정에서 평가되었고 뇌파별 임의지역에서 일치하는지에 대하여 확인하였다.

특히 Fig. 3 에서 나타난 결과와 같이 ①번과 ②번 시간대에 나타난 세타파 위주로 확인하였다. 세타파는 측정된 횟수는 적었으나 측정 시 나타난 데이터와 우측의 디바이스 다이어그램과 그래프 결과는 일치하였다. 동일한 시간에 알파파와 베타파 측정결과 정적인 평가 시와 동일하게 일치하였다. 결론적으로 2019년 12월 28일 18시 25분부터 26분 사이를 보면 졸음의 세타파는 2회 측정되어

14~34% 수준으로 나타났을 때 집중과 긴장 상태의 베타파는 43~60% 수준을 차분함의 알파파는 100%의 결과를 보였다.



<Figure 3> Data and graph city results from dynamic assessments

분석한 결과에서 나타난 것처럼 세타파를 중점적으로 측정하였으나, 알파파와 베타파가 많이 측정되고 일치하게 되었다는 사실을 확인할 수 있었다. 이러한 사실은 제4차 산업혁명의 핵심기술 중에서 인공지능과 뇌-컴퓨터 인터페이스기술 등에 적용이 가능하다는 것을 알 수가 있다(Park, Sim, & Yeom, 2019). 따라서 자체적인 기술평가와 각종 국내·외 연구사례 검토를 토대로 뇌파측정 결과를 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술에 유리하게 적용 가능하다는 것을 확인하였다.

III. 뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI) 기술 적용 방안

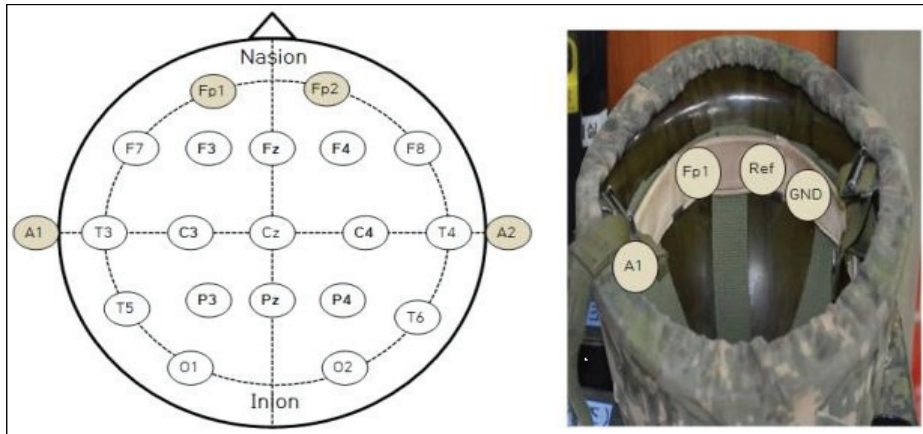
최근 이슈화되는 인공지능과 뇌공학 기술의 다양한 분야에서 활발하게 진행되는 만큼 우리 군도 뇌파 측정기술을 신속히 적용할 수 있는 분야에 장병들의 기본 개인화기인 소총 사격술에 대한 적

용이 적합하다고 판단되었다. 즉 측정된 뇌파를 활용하여 인간의 뇌와 외부의 장치인 컴퓨터 및 스마트폰과 같은 디바이스 간 직접적인 상호작용할 수 있도록 양방향 정보전달이 가능하게 되었다.

이런 기술을 적용하여 실제 전투상황에서 적을 즉각 사살할 수 있도록 자세를 취하고 조준하며 격발하는 명중률을 높이는 사격술을 숙달하여 부대 전투력을 강화할 수 있다. 사격술은 표적에 대한 조준선에 대한 정렬과 사격의 중요한 요소인 자세, 조준, 호흡, 격발 등의 일련 과정으로 구성된다. 그중 가장 핵심이 되는 요소는 ‘호흡과 격발’ 과정으로 전투 시 적과 조우했을 때, 개인화기 사격을 위해 공포감과 긴장감을 감소시키고 호흡을 가다듬어 사격하는 것이 매우 중요하다. 그러나 우리 군은 이러한 호흡훈련에 중요성을 알고 있음에도 불구하고 아직도 체력단련으로 심폐기능을 강화하여 집중력을 높이는 방법으로만 의존하고 있다. 따라서 사격술 진행 간에 자세 및 조준 후 짧은 시간 동안 호흡과 격발 간에 집중력을 향상하기 위한 고전 훈련방식을 탈피하여 뇌공학 기술을 적용한다면 사격 명중률을 높일 수 있을 것이다(e.g., Blacker et al., 2019; Janelle & Hatfield, 2008; Rocha et al., 2020).

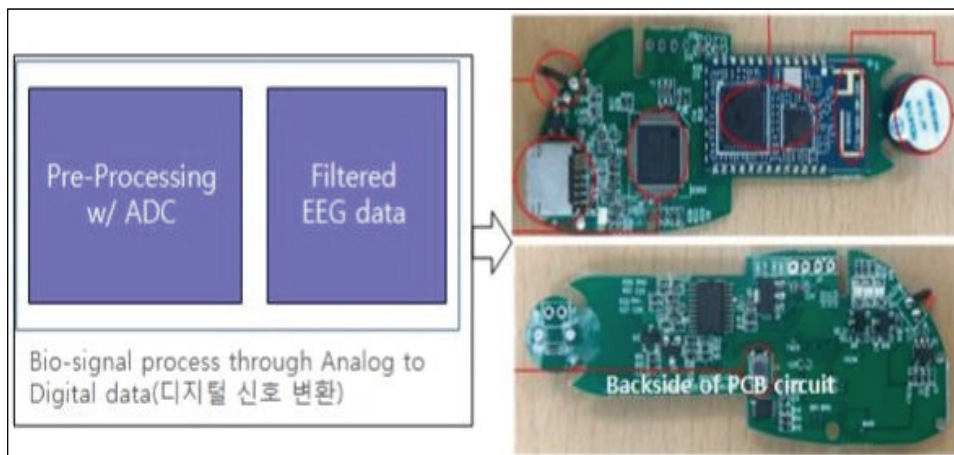
뇌-컴퓨터 인터페이스 기술을 적용과정을 살펴보면 전투원의 뇌파측정 시스템과 디스플레이에 통신을 가능케하여 호흡과 격발 시 적용하여 명중률을 향상시키는 시스템이 될 것이다. 일반적인 뇌-컴퓨터 인터페이스의 형태는 필요한 뇌파 측정방법에 따라 침투식과 비침투식으로 구분된다. 침투식은 뇌의 두피 내부에 이식된 전극을 이용하는 방법으로 의학에서 많이 사용되는 반면에 비침투식은 두피에 전극자극을 사용함으로써 안전성이 높고 비용이 저렴하여 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술에 적용될 수 있는 방법이다. 즉 비침투식으로 뇌파를 측정시 나타나는 여러가지의 노이즈를 제거하고 신호변환 과정에서 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하여 주파수 대역별로 사용자 데이터에 대해서 뇌파별로 구분 후 디스플레이로 전투원에게 제공하는 체계이다. 이러한 기술을 적용하여 사격술 훈련 간 호흡과 격발시 차분함과 집중력을 향상 시키기 위해 뇌파 측정의 네 가지 단계와 제공된 뇌파데이터에 따라 뉴로피드백 단계에서 사용자의 마인드컨트롤을 조절하는 것이다.

이처럼 호흡과 격발까지의 단계를 살펴보면 첫째, 뇌파 측정 단계로서 뇌파 측정센서를 전장병이 개인별 평시훈련 및 전시에 착용하는 방탄헬멧 지지대에 헤어밴드 형태로 비침투식 전극 센서를 Fig. 4의 우측과 같이 헬멧 지지대에 센서를 부착하여 전두엽에 접촉이 되도록 Fp1에 전극을 설치하고, Ref와 GND자극센서와 생체신호와 심장박동을 측정할 수 있도록 A1자극센서를 사용자의 귓볼이 닿는 곳에 설치하고 사용자의 전두엽에 밀착이 되도록 착용한다. 사용되는 전극센서는 뇌파별 신호의 주파수를 샘플링 되도록 한다. 센서 설치 시에는 측정위치별 F(Frontal), T(Temporal), C(Central), P(Parietal), O(Occipital)에 숫자를 붙여 위치별 짝수는 우측, 홀수는 좌측에 코뿌리점(Nasion)과 뒤통수점(Inion) 위치, A(귓볼), Pg(코인두), Fp(전방) 위치에 따라 국제표준안에 맞도록 센서를 설치한다.



<Figure 4> Where to install the EEG measuring sensor

둘째, 측정신호의 노이즈를 제거하고 아날로그 뇌파신호를 디지털 신호로 변환하는 단계로서 필터는 0.01~50Hz의 범위를 설정하여 잡음제거를 하도록 한다. 이러한 노이즈를 제거하고 신호변환을 위해서 Fig. 5와 같이 미뉴로스카이사의 분석모듈을 활용할 수 있다.



<Figure 5> Applying digital transformation analysis modules

셋째, 노이즈 가공을 거친 디지털신호를 뇌파별 주파수대역별 필터되는 단계로서 신호를 MCU에서 입력받게 된다. 뇌파 대역별 필터는 8~30Hz로 알파파와 베타파를 집중적으로 획득하기 위해 설정하여 입력신호 범위 외 나머지 대역에서 나타나는 것은 제거한다. MCU는 7~12V의 적정전압에 사용할 수 있도록 설계를 하고 디지털핀을 이용한 소프트웨어 시리얼통신이 가능하고 별도의 입력채널로 샘플링하는 장점을 지닌 모듈을 활용해야 한다.

넷째, 사용자에게 디스플레이에 뇌파별 데이터를 제공하는 단계로서 와이파이 또는 블루투스를 활용하여 MCU로부터 사용자에게 디스플레이 또는 컴퓨터로 제공한다.

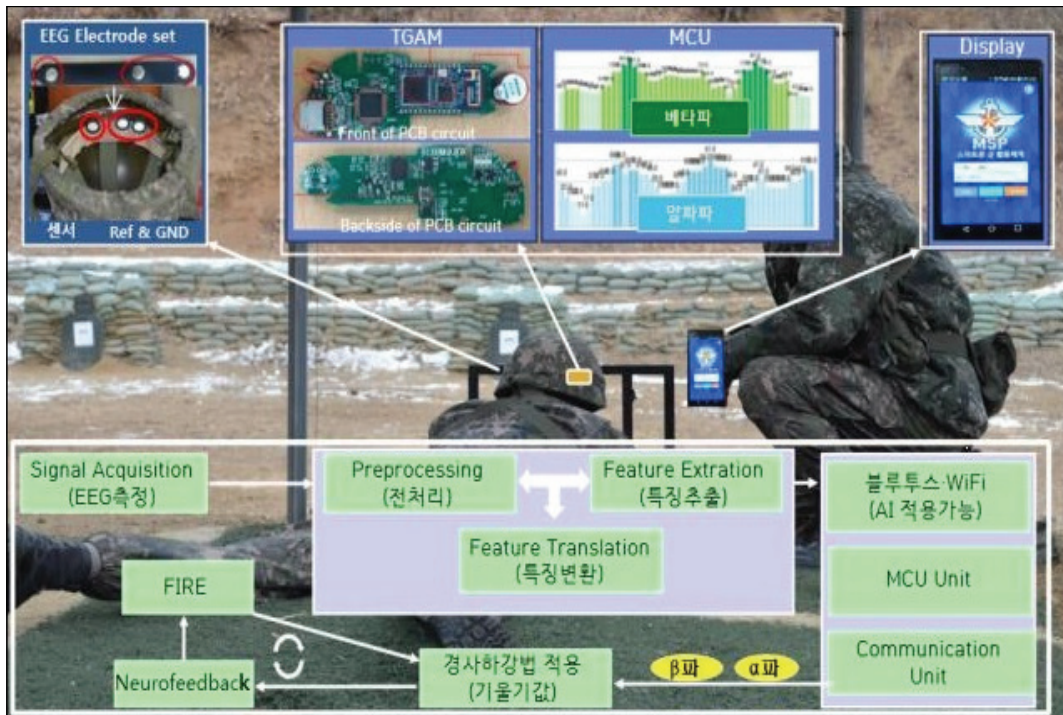
앞에서 살펴본 네 가지의 단계를 거친 후 뉴로피드백 훈련 단계로서 뇌의 전기적인 신호가 주파수 대역에 특정파를 측정한 뇌파에 따라 Table 2처럼 네 가지 유형별 적절한 피드백을 주면 뇌파가 스스로 약해지거나 세지도록 조절하는 것이다. 이처럼 인간의 전투업 부근에서의 뇌파를 유지하기 위해 전기장의 전류를 Hz 단위로 변환된 신호를 데이터화하여 분석을 통해 뇌파별 높고 낮음의 전압이 유지되도록 하는 기술을 활용하여 필요한 활동에 의식적으로 수정하여 차분함과 집중 등 기능에 맞도록 뇌에 자극을 주는 것이다. 뇌의 자극을 준다는 의미는 사용자 본인의 뇌파를 확인하고 인공지능의 선형회귀 방식과 유사한 선형회귀의 값에 따라 유형을 선택 후 피드백을 해야한다는 것이다.

<Table 2> Example of new rapidback by type for applying linear regression values by user EEG

Applicator	Measured EEG		Apply linear regression		Neuro feedback (Type)
	Attention (Beta)	Calm (Alpha)	Attention (Beta)	Calm (Alpha)	
Combatant 1	70	20	+10(▲)	+10(▲)	I
Combatant 2	60	40	+20(▲)	-10(▼)	II
Combatant 3	90	20	-10(▼)	+10(▲)	III
Combatant 4	100	40	-20(▼)	-10(▼)	IV
Standard	Beta(80), Alpha(30)				

예를 들어, 뉴로피드백 훈련 시, 사격술훈련 간 전투원1의 베타파와 알파파를 특급전사 기준보다 10 정도의 뇌파값을 올려야 한다. 이때 선형회귀를 적용하여 유형 I 을 적용해야 한다는 것이다. 이렇듯 선형회귀값을 적용하여 뉴로피드백의 유형을 결정하여 피드백한다. 이처럼 사용자는 본인의 피드백을 위해 기준값이 높고 적음을 적극 활용하여 유형에 맞는 훈련을 지속적으로 적용해야 한다. 이러한 방법을 숙달 후 개인화기 사격 시 정조준 후 호흡을 중지시키고 신체의 긴장감을 빠르게 감소시켜 본인에 맞는 뉴로피드백 훈련을 숙달하여 목표를 달성할 수 있다.

앞에서 제시된 훈련방안을 제시함과 동시에 앞으로 우리 국방분야에서 가장 기본적인 훈련인 전투원의 개인화기 사격술 훈련 간 활용할 수 있도록 Fig. 6처럼 훈련방안으로 적용이 가능할 것이다.



<Figure 6> Brain-Computer Interface Technology Applied Personalized Marksmanship Training Plan

지금까지 연구된 개인화기 사격술훈련 방안을 완성 후 사용된 장병의 개인별 뇌파데이터가 본인의 희망에 따라 국방 빅데이터센터에 축적된다면 사격술 훈련뿐만 아니라 부대관리, 명령하달, 부대 전투력유지 등에 대한 활용과 나아가 인공지능 발전을 위한 빅데이터의 자료로도 충분히 활용할 수 있다(Ahn et al., 2020; Shin et al., 2019). 최종적으로 2050 군 과학기술발전계획의 뇌-컴퓨터 의사소통 및 뇌기반 훈련과제를 발전시킬 수 있는 원천기술을 제공할 수 있을 것이다.

IV. 결론

본 연구는 미래 핵심기술인 뇌-컴퓨터 인터페이스와 나타난 결과값을 뉴로피드백하는 훈련방안을 제안하는 데 목적을 두고 있다. 현재 군에서 적용되는 개인화기 사격술 훈련은 전투원 개개인의 사격과정에서 호흡중지 간에 고벽을 격발 전 심호흡을 실시하고, 잔호흡을 통해 근육의 긴장을 해소한 후 격발해야 한다. 하지만, 과도한 호흡으로 경직되어 사격에 영향을 받는 행위를 해소할 수 있는 실질적인 대안이 마련되어 있지 않았다. 이러한 불규칙적인 상황에서 명중률을 향상시키기 위해 본 연구결과를 충분히 활용할 수 있을 것이다.

본 연구는 관련된 기술을 활용하여 군 장병 개인의 뇌파를 측정하여 개인별 맞는 패턴으로 뉴로 피드백 전환 후 군 장병들의 개인화기 사격술 훈련과정에서 호흡과 격발 시 사격명중률을 향상시킬 수 있도록 실제 연구결과로 확보된 뇌파측정기술의 활용성과 중요성을 제시하였다. 그 결과 비침습적 뇌파측정 방법으로 사용자의 뇌파를 측정하고 필요한 뇌파데이터를 획득 후, 사격술 훈련간 본인의 뇌파를 적용할 수 있도록 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술에 적용하여 개개인의 패턴에 맞도록 적용하여 사격의 정확도를 높일 수 있었다. 이런 연구결과는 개인화기 사격술 과정 동안 장병 개인의 뇌파로부터 측정된 차분함과 집중력의 뇌파인 알파파와 베타파에 따라 본인 스스로 집중력과 차분함을 평가하고 적용하는데 유용할 것이다. 특히, 군의 가장 기본적인 교육훈련인 개인화기 사격술 훈련체계에 제4차 산업혁명의 첨단 과학기술 중 하나인 뇌과학 기술을 적용하는 시도는 향후 미래 첨단기술군 건설을 위한 핵심적인 역할이 될 것이다.

또한, 뇌공학 기술에 대한 발전 방안을 단계적으로 실행하고, 미래 핵심기술을 빠르게 적용하여 교육훈련 외에도 다양한 분야에서 적용할 필요가 있다. 예를 들어 향후에 해당 기술발전을 통해 전투원 간의 뇌파신호를 각개 병사와 상호연동하여 전시에 전투원과 컴퓨터 간에 편리한 수단으로 활용할 수 있을 것이다. 그 외에 군사용 드론 통제체계 위리어플랫폼 개발 등에 대해서도 확장 가능성이 있다.

Acknowledgements

We would like to thank Editage (www.editage.co.kr) for English language editing.

Declaration of Conflicting Interests

The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

Reference

- Aggarwal, S., & Chugh, N. (2022). Review of Machine Learning Techniques for EEG Based Brain Computer Interface. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 1-20. <https://doi.org/10.1007/s11831-021-09684-6>
- Ahn, J. W., Noh, S. W., Kim, T. H., & Yun, I. W. (2020). An Empirical Study on Defense Future Technology in Artificial Intelligence. *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 21(5), 409-416. <https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.5.409>
- Blacker, K. J., Hamilton, J., Roush, G., Pettijohn, K. A., & Biggs, A. T. (2019). Cognitive training for military application: a review of the literature and practical guide. *Journal of Cognitive Enhancement*, 3(1), 30-51. <https://doi.org/10.1007/s41465-018-0076-1>
- Czech, A. (2021, September). Brain-computer interface use to control military weapons and tools. In International Scientific Conference on Brain-Computer Interfaces BCI Opolé (pp. 196-204). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-72254-8_20
- Dornhege, G., Mill n, J. D. R., Hinterberger, T., McFarland, D. J., & Muller, K. R. (2007). *Toward brain-computer interfacing* (Vol. 63). Cambridge, MA: MIT press. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.464.4255&rep=rep1&type=pdf>
- Janelle, C. M., & Hatfield, B. D. (2008). Visual attention and brain processes that underlie expert performance: Implications for sport and military psychology. *Military Psychology*, 20(sup1), S39-S69. <https://doi.org/10.1080/08995600701804798>
- Kim, G. J., & Han, J. S. (2015). Unsupervised Machine Learning based on Neighborhood Interaction Function for BCI(Brain-Computer Interface). *Journal of Digital Convergence*, 13(8), 289-294. <https://doi.org/10.14400/JDC.2015.13.8.289>
- Kim, Y. S., & Lee, D. J. (2021). Enhancing the Military' s Technical Capabilities to Reflect Advanced Technology in the Weapon System. *Military Research and Development*, 13(1), 75-100. <https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artId=ART002785044>
- Lee, K. H. (2009). Evaluation of Attention and Relaxation Levels of Archers in Shooting Process using Brain Wave Signal Analysis Algorithms. *Science of Emotion & Sensibility*, 12(3), 341-350. UCI : G704-001372.2009.12.3.003
- Park, S. M., Sim, K. B., & Yeom, H. G. (2019). CNN-based Classification of Brain Connectivity using Motor Imagery. *Journal of Korean Institute of Intelligent Systems*, 29(2), 124-129.

<https://doi.org/10.5391/JKIS.2019.29.2.124>

- Rocha, K., Marinho, V., Magalhães, F., Carvalho, V., Fernandes, T., Ayres, M., ... & Teixeira, S. (2020). Unskilled shooters improve both accuracy and grouping shot having as reference skilled shooters cortical area: An EEG and tDCS study. *Physiology & behavior*, 224, 113036. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.113036>
- Shin, K. Y., Lee, J. K., Kang, K. H., Hong, W. G., & Han, C. H. (2019). The Current Applications and Future Directions of Artificial Intelligence for Military Logistics. *Journal of Digital Contents Society*, 20(12), 2433-2444. <https://doi.org/10.9728/dcs.2019.20.12.2433>
- Singh, A., Hussain, A. A., Lal, S., & Guesgen, H. W. (2021). A comprehensive review on critical issues and possible solutions of motor imagery based electroencephalography brain-computer interface. *Sensors*, 21(6), 1-35. <https://doi.org/10.3390/s21062173>
- Yoon, J. S. (2015). A Brain-Computer Interface Based Human-Robot Interaction Platform. *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 16(11), 7508-7512. <https://doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.11.7508>

원 고 접 수 일 2021년 07월 25일

원 고 수 정 일 2022년 03월 29일

게 재 확 정 일 2022년 04월 08일

뇌파를 활용한 BCI기술의 대한민국 군(軍) 적용 연구: 개인화기 사격술(射擊術)을 중심으로

오장길* · 김종현**

국문초록

현재 우리 군은 미래전에 초지능·초연결 기반의 인공지능과 사람과 무인 전투체계 협업 등의 변화를 이끄는 핵심기술을 발굴하고 있다. 이런 변화 하에서 본 연구는 뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI, Brain-Computer Interface) 기술과 국방 분야에서 군장병의 개인화기 사격술 훈련 시 높은 명중률과 전투력을 향상하는 방안을 제시하는 데 목적을 두고 있다. 이에 본 연구는 뇌파(EEG, ElectroEncephaloGraphy) 활용한 측정을 통해 5가지 뇌파 중 졸음에 관련된 세타파 위주의 연구에서 개인화기 사격술에서 필요한 차분함의 알파파와 집중을 나타내는 베타파가 정확도에 기여하라는 것을 밝혔다. 이런 연구결과는 현재 대한민국 군의 기본 개인화기인 K-1 소총과 K-2 소총 사격 시 명중률에 영향을 미치는 호흡과 격발 간 집중력과 차분함 수준을 향상시킬 수 있는 가능성을 제기한 것으로 개인화기 사격술 개선 측면에서 활용의 가치가 높다고 볼 수 있다. 특히, 본 연구는 뇌파 측정 연구 결과를 활용한 국방과학기술의 확보 방향을 제시함으로써 2050국방과학기술 발전에 기여한 연구적 의의가 있다.

주제어 : 뇌파, 뇌-컴퓨터 인터페이스, 뉴로피드백, 개인화기 사격술

* (제1저자) 광운대학교 방위사업학과, 박사과정(맹호부대 포병대대장), babypig75@hanmail.net, <https://orcid.org/0000-0001-9343-7700>

** (교신저자) 광운대학교 방위사업학과/전자융합공학과, 교수, jhkim@kw.ac.kr