

# 스프링 프레임워크 기반의 뇌파 분석 서버 시스템

최성자<sup>1</sup>, 김귀정<sup>2</sup>, 강병권<sup>3\*</sup>  
<sup>1</sup>한남대학교 멀티미디어공학과 시간강사  
<sup>2</sup>백석대학교 정보통신공학부 교수  
<sup>3</sup>순천향대학교 정보통신공학과 교수

## The Brainwave Analysis of Server System Based on Spring Framework

Sung-Ja Choi<sup>1</sup>, Gui-Jung Kim<sup>2</sup>, Byeong-Gwon Kang<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Multimedia Engineering, Hannam University, Part-time instructor

<sup>2</sup>Division of Information & Communication, Baeseok University, Professor

<sup>3</sup>Dept. of Information and Communication Engineering, Soonchunhyang University, Professor

요 약 뇌파는 두뇌 활동의 변화를 시간적, 공간적으로 파악할 수 있는 대표적인 수단으로써 인간의 두피에서 측정 가능한 자발적 전기활동이다. 뇌파 전기활동을 제어하기 위해 다양한 인터페이스 기술들이 제공되고 있으며, 뇌파를 통한 휠체어나 로봇과 같은 기계의 조작이 가능하다. 뇌파 데이터의 특성은 실시간으로 다양한 채널 유형으로 수집되며, 이를 분석하기 위한 서버시스템은 플랫폼에 대해 독립적이고 경량화 된 시스템이 요구된다. 스프링 플랫폼은 독립적이고 경량화 된 서버시스템으로서, 엔터프라이즈급의 서버 프레임워크로 비즈니스 영역에서 활용되고 있다. 본 논문에서는 독립적이고 경량화 된 스프링 서버시스템을 활용한 뇌파 분석 시스템을 제안한다. 제안된 시스템을 활용하여 뇌파제어의 신뢰성을 높이고, 분석 및 제어 인터페이스 확장이 가능하다. 또한 게임과 의료용 등 다양한 방면으로도 활용이 가능하다.

주제어 : 뇌파, EEG, BCI, 스프링 MVC, 메이븐

**Abstract** Electroencephalography (EEG), a representative method of identifying temporal and spatial changes in brain activity, is a voluntary electrical activity measurable in the human scalp. Various interface technologies have been provided to control EEG activity, and it is possible to operate a machine such as a wheelchair or a robot through brainwaves. The characteristics of EEG data are collected in various types of channels in real time, and a server system for analyzing them is required to have an independent and lightweight system for the platform. In these days, the Spring platform is used as a large business server as an independent, lightweight server system. In this paper, we propose an EEG analysis system using the Spring server system. Using the proposed system, the reliability of EEG control can be enhanced, and analysis and control interface expansion can be provided in various aspects such as game and medical areas.

**Key Words** : Brainwaves, EEG, BCI, SPRING MVC, MAVEN

\*This research was supported by Soonchunhyang University Research Fund.

\*Corresponding Author: Byeong-Gwon Kang(bgkang@sch.ac.kr)

Received November 14, 2018

Revised December 21, 2018

Accepted February 20, 2019

Published February 28, 2019

## 1. 서론

바이오산업은 시대적 흐름에 따라 비약적인 발달을 하고 있으며, 뇌 과학 관련 응용시스템을 구축하기 위해 개발기간 단축과 비용절감의 이유로 오픈소스 유형의 플랫폼이 제공되고 있다. 또한, 서버 시스템의 유형이 경량화를 추구하고 프로그래밍 플랫폼의 의존도를 낮추는 반면, 독립적인 시스템으로서 쉽게 개발할 수 있는 시스템을 선호하는 추세이다. 안정성 있는 서버 시스템 구축을 위해 개발비용의 단가를 낮추기 위한 노력 또한 단연하게 수행되고 있으며, 이를 위해 대용량 서버 시스템으로 오픈소스 기반의 플랫폼을 선호하고 있다. 오픈소스의 서버 활용은 일반화 되어 있으며, 다양한 오픈소스 플랫폼들이 제공되고 있다. 대표적인 엔터프라이즈급 서버 시스템으로 전자정부프레임워크로 채택된 스프링 플랫폼을 활용하고 있다. 본 논문에서는 뇌파 분석을 제공하는 전자정부프레임워크 기반(SPRING)의 경량화된 서버 시스템의 프레임워크를 제안한다. 제시된 프레임워크에서는 경량화된 메타 데이터를 활용하여 의존성이 낮은 서버시스템을 구축하였으며 뇌파의 변이를 실시간으로 처리 및 분석하였다. 이로 인해, 응용 애플리케이션 형태의 경량화된 의존성이 낮고 독립적인 오픈소스 기반의 뇌파 분석 서비스를 제공하고자 한다. 서론에 이어 제2장에서는 BCI와 서버시스템에 대해 기술하고, 3장에서는 뇌파 분석용 서버시스템을 제안한다. 또한, 4장에서는 실험 및 분석을 기술하고 5장에서는 결론을 맺는다.

## 2. BCI와 서버 시스템

### 2.1 BCI : Brain Commication Interface

휴먼 인터페이스 (HCI: Human Computer Interface) 기술 중 하나인 BCI 기술은 Fig. 1에서와 같이 인간의 두뇌와 컴퓨터를 직접 연결해 뇌파를 통해 컴퓨터를 제어하는 인터페이스 기술이다. 뇌파 자극을 인식(Acquisition)하는 장치를 통해 뇌파를 받아들인 후, 신호화 과정(Signal Processing)을 거쳐 뇌파를 분석해 입출력 장치에 명령을 내리는 단계를 거친다[1-3]. 인간의 두뇌에서 측정 가능한 자발적 전기 활동인 뇌파는 두뇌 활동의 변화를 시간적, 공간적으로 파악할 수 있는 수단이다[4,5]. 대표적인 BCI 시스템으로 Neurosky, Emotive, OCZ 등의 헤드셋 형태의 가볍고 착용이 간편한 기기들이 제공

되고 있으며, 게임 및 집중력 향상 연습 등 다양한 용도로 활용되고 있다. BCI 시스템의 기술 발달은 터치스크린, 증강현실 등의 다양한 차세대 인터페이스로 확장될 것이다[6,7].

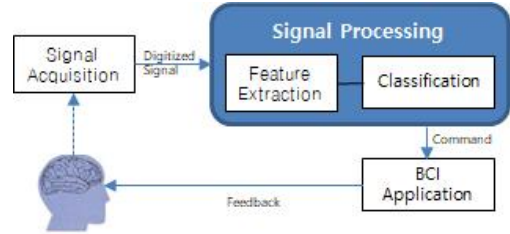


Fig. 1. BCI System

#### 2.1.1 뇌파의 특징과 구분

뇌파(EEG: Electroencephalography)란 뇌에서 발생한 신호를 전극으로 측정된 것으로써, 신경에서 발생한 전기적인 신호가 합성되어 나타나는 뇌 표면의 신호를 측정하여 뇌파 신호를 얻는다.

Table 1. Frequency bands of brainwave

Band	Type	Feature
0.1~3Hz	$\delta$	Deep sleep
4~7Hz	$\theta$	Sleep state
8~12Hz	$\alpha$	Relaxation
12~15Hz	SMR	Caution
16~20Hz	Mid- $\beta$	Concentration
21~30Hz	$\beta$	Tension
30~50Hz	$\tau$	Anxiety

뇌파신호는 뇌의 활동과 측정시 상태 및 뇌기능에 따라 시공간적으로 변화하며, 주파수에 따라 대역별 특성, 시간영역 특성, 공간적 특성을 갖는다. 뇌파의 주파수는 1~50Hz로써, 약 10~200 $\mu$ V의 진폭을 보이고, 주파와 전압에 따라 델타, 세타, 알파, 베타, 감마 등으로 분석한다.

Table 2. Brain waveforms to physical conditions

Physical Con.	Wavelength
Tension	
Relaxation	
Drowsiness	
Sleep state	
Deep sleep	
Anxiety	

Table 1에서는 뇌파의 주파수 대역별 특징들을 보여 주고 있으며, Table 2에서는 신체상태에 따라서 뇌파 특성별 파장 형태를 보여주고 있다. 뇌파 정보 분석 시 분류정보로 활용된다[8-10].

## 2.2 오픈소스 기반의 뇌파 분석 서버 시스템

뇌파 분석 서버 시스템을 구축하기 위해 오픈소스 유형의 스프링 프레임워크를 기본 구조로 구축하였으며, 응용 애플리케이션 유형으로 구현하였다. 스프링 플랫폼의 대표적인 특징은 다음과 같다.

### 2.2.1 전자정부프레임워크 : 스프링

스프링의 대표적인 장점인 자바객체(POJO: Plain Old Java Object), 의존성주입(DI: Dependency Injection), 제어반전(IoC: Inversion of Control)과 관점지향 프로그래밍(AOP: Aspect Oriented Programming)의 특성을 제공하고 있다[11].

- POJO (Plain Old Java Object): 일반적인 J2EE 프레임워크에 비해 특정 라이브러리를 사용할 필요가 없어서 개발이 쉬우며, 기존 라이브러리의 지원이 용이하다.
- AOP(Aspect Oriented Programming): 트랜잭션, 로깅, 보안 등 여러 모듈, 여러 계층에서 적용되는데, 이런 코드들을 실제 비즈니스 로직과 분리할 수 있다.
- DI (Dependency Injection): 객체간의 의존관계를 관리하는 기술로써, 어떤 객체가 필요로 하는 객체를 자기 자신이 직접 생성 하는 것이 아니라, 외부에 있는 다른 곳에서 자신이 필요로 하는 객체를 주입받는다.
- IoC (Inversion of Controller): 컨트롤의 제어권이 개발자가 아니라 프레임워크에 있으며, 객체의 생성부터 모든 생명주기의 관리까지 객체의 제어권이 바뀐 것을 의미한다.

### 2.2.2 의존성 라이브러리 : 메이븐

서버시스템의 경량화를 위해 메이븐 빌드 도구를 사용한다. 메이븐은 개발자들이 전체 개발과정을 한 눈에 볼 수 있도록 프로젝트의 빌드, 관리에 사용되는 도구로서 빌드 절차를 간소화하고 동일한 빌드 시스템을 제공하며, 프로젝트 정보를 제공한다. Fig. 2에서는 메이븐 빌드

도구의 구조를 보여주고 있다[6]. Pom.xml파일에 정의된 의존성 라이브러리들은 플러그인 유형으로써 메이븐 라이프 사이클에 의해 객체 모델과 의존성 모델로 구분하여 관리된다. 또한, 저장소를 활용하여 빠른 접근과 재사용성을 제공한다. 프로젝트 생성에 필요한 단계들을 빌드 라이프 싸이클로 정의하고 default, clean, site 세가지로 표준으로 정의한다. Fig. 3의 라이프사이클은 Build Phase들로 구성되며 일련의 순서를 가지며 phase는 실행단위로서 goal과 바인딩 된다.

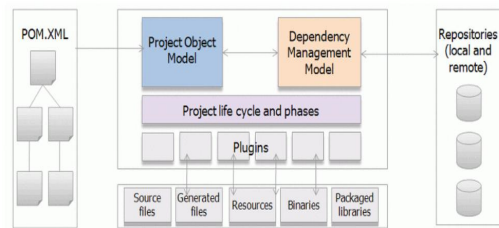


Fig. 2. Maven build structure

의존성을 제공하기위해 프로젝트에 사용할 라이브러리를 pom.xml에 dependency로 정의해 두면 메이븐이 레포지토리에서 검색 및 자동 추가 기능을 수행한다. 불필요한 라이브러리 다운로드를 방지하기위해 다음과 같은 추가 기능을 제공한다.

- Dependency mediation: 버전이 다른 두 개의 라이브러리가 동시에 의존 관계에 있을 경우 좀 더 가까운 의존관계의 한 버전을 선택한다.
- Dependency scope: 현재 Build 단계에 꼭 필요한 모듈만 참조할 수 있도록 참조 범위를 지정한다.
- Compile : 기본 값으로써 모든 classpath에 추가, 컴파일 및 배포 시 동시에 제공한다.
- Provided : 실행 시 외부에서 제공하는데, 예를 들어, WAS에서 제공하고 컴파일 시에는 필요하지 않지만, 배포 시에는 빠지는 라이브러리들을 제공한다.
- Runtime : 컴파일 시 참조되지 않고 실행 때 참조한다.
- Test : 테스트 시 사용한다.
- System : 저장소에서 관리하지 않고 직접 관리하는 jar 파일을 지정한다.
- Import : <dependencyManagemet>에서만 사용하며 다른 pom에서 가져온다.
- Excluded dependencies : 임의의 모듈에서 참조하

는 특정 하위 모듈을 명시적으로 제외 및 처리한다.

- **Optional dependencies** : 임의의 모듈에서 Optional로 참조된 모듈은 상위 모듈이 참조될 때 사용되며, Optional 모듈은 참조를 제외한다.

메이븐은 다운로드한 의존성 라이브러리들에 대해 자동으로 로컬: USER\_HOME/.m2/repository 에 저장하여 관리한다[12].

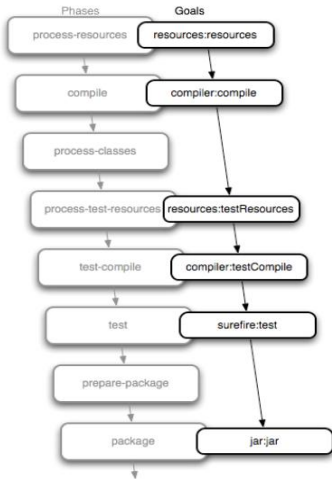


Fig. 3. Build life cycle

### 2.2.3 주요 라이브러리 및 툴킷

스프링 서버 구축을 위한 주요 라이브러리와 툴킷에 대한 기술은 다음과 같다.

- 스프링 플랫폼 지원 툴킷 (STS: Spring Tool Suite): 스프링 프레임워크를 지원하는 IDE 개발 툴로 JAVA 기반 응용 및 웹 서비스를 쉽게 구축하도록 도와준다.
- 응용애플리케이션 (SWT: SystemWidget Tool): 이클립스 기반의 윈도우 툴킷으로써 네이티브 API를 사용하여 시스템에서 사용하는 UI 컴포넌트를 동작시킨다. 성능이 좋고, 외형이 수려하며 응용 애플리케이션 개발을 위해 제공되고 있다.
- 데이터베이스(MariaDB): 오픈소스의 관계형 데이터베이스 관리 시스템(RDBMS)으로써, 사용방법과 구조가 MySQL과 동일하다. 속도면에서는 약4~5천배 정도 빠르며 성능면에서 최고 70%의 향상을 보인다[13].
- 자바 퍼시스턴트 프레임워크(MyBtis): 개발자가 지정한 SQL, 저장프로시저, 고급 매핑을 지원하는

퍼시스턴스 프레임워크로써 데이터베이스 레코드에 원시타입과 Map 인터페이스, 자바 POJO를 설정하고 매핑하기 위해 XML과 애노테이션을 사용한다. 개발자의 부담을 줄여 60%이상의 생산성향상을 지원한다.

- **ThinkGear Library**: ThinkGear.jar파일을 라이브러리로 등록함으로써 뇌파 기기와 응용 애플리케이션의 연동을 도와준다.

## 3. 뇌파 분석용 서버 시스템

### 3.1 제안 프레임워크

본 논문에서는 BCI 시스템[14]의 응용으로써, 뇌파 분석용 서버 애플리케이션을 구축하기 위해 Fig. 4의 플랫폼 계층구조를 가진다. 엔터프라이즈 환경의 자바플랫폼을 기반으로 스프링 프레임워크를 구축하였다.

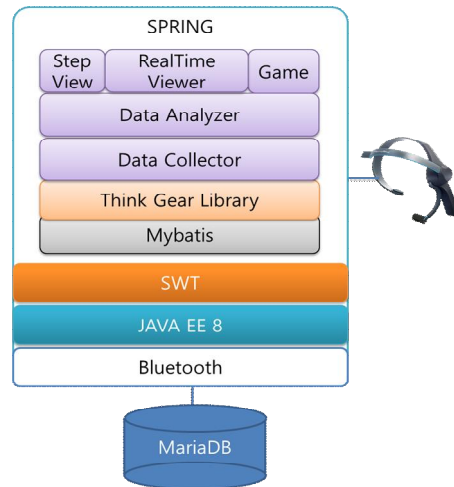


Fig. 4. Server platform of brainwave analyzer

뇌파 전송을 위해 뉴로스카이의 마인드웨이브 모바일 2 헤드셋을 사용하였으며, 서버시스템과 헤드셋은 블루투스 통신을 통하여 뇌파 데이터를 전송한다. 전체 서버시스템의 구조는 스프링 프레임워크를 활용하였다. 뇌파 전송을 위해 ThinkGear 라이브러리계층을 포함하고[15], 객체와 데이터베이스 매핑을 위해 MyBatis 모듈을 활용하였으며, MariaDB에서는 CRUD연산을 수행한다. 상위계층의 SWT모듈에서 UI에 대한 기능을 수행하여 분석된 뇌파정보를 그래프로 보여준다. Fig. 5에서는 뇌파 정

보 수신을 위해 서버 시스템에 구성된 ThinkGear와 연동하는 객체에 대한 클래스 다이어그램을 보여주고 있다. 객체는 UI 부분(ThinkGear GUI)과 분석된 데이터를 가시화하기 위한 차트 연동 부분(ThinkGearChart), 뇌파 데이터의 시그널을 수신하기 위한 부분(ThinkGearData)으로 구성되어 있다. 주요 뇌파 정보에 대한 메소드는 ThinkGearData 클래스의 멤버변수로 집중(attention) 주파수와 명상(meditation) 주파수를 구성하고 있으며, 멤버함수로 각각의 주파수 대역의 데이터 수신을 처리하는 이벤트 메소드(eegEvent(), attentionEvent() etc.)로 구성되어 있다.

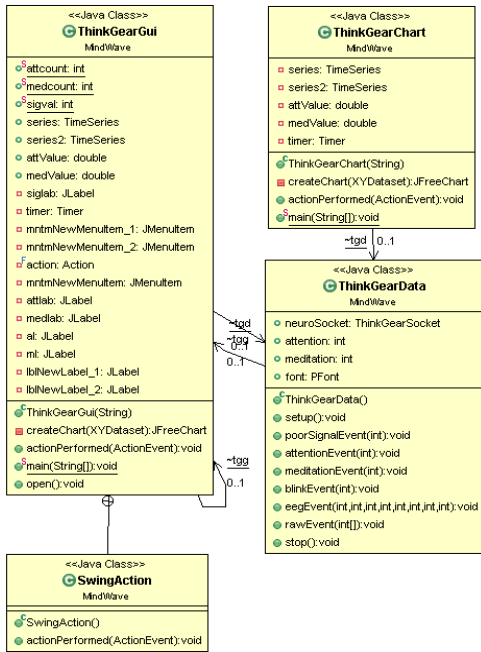


Fig. 5. OOP Diagram of brainwave execution

### 3.2 의존성 제공 라이브러리

본 논문에서는 서버 시스템의 경량화와 의존성을 제공하기 위해 메이븐 빌드 도구를 구축하였으며, pom.xml 을 통해 Table 3에서는 메이븐 빌드 레퍼지토리를 지정하고 저장소 빌드를 위해 Git 빌드 도구를 활용한다. Table 4는 서버에서 사용되는 SWT, MyBatis 라이브러리의 의존성 독립을 제공하기 위한 라이브러리 정보를 지정하였다. <dependency> </dependency>태그는 플러그인 라이브러리를 지정하는 단위로써 그룹아이디와 이름, 버전정보를 지정한다.

Table 3. Repository of maven build

```

<url>http://maven.apache.org</url>
<repositories>
<repository>
<id>maven-eclipse-repo</id>
<url>http://maven-eclipse.github.io/maven</url>
</repository>
</repositories>
    
```

Table 4. Dependency library setting

```

<dependency>
<groupId>org.springframework</groupId>
<artifactId>spring-jdbc</artifactId>
<version>${spring-framework.version}</version>
</dependency>
<dependency>
<groupId>org.springframework</groupId>
<artifactId>spring-beans</artifactId>
<version>${spring-framework.version}</version>
</dependency>
<dependency>
<groupId>mysql</groupId>
<artifactId>mysql-connector-java</artifactId>
<version>5.1.44</version>
</dependency>
<dependency>
<groupId>org.eclipse.swt</groupId>
<artifactId>org.eclipse.swt.win32.win32.x86</artifactId>
<version>${swt.version}</version>
</dependency>
<dependency>
<groupId>org.mybatis</groupId>
<artifactId>mybatis</artifactId>
<version>3.4.0</version>
</dependency>
    
```

## 4. 실험 및 분석

뇌파 분석 서버시스템은 블루투스를 통해 뇌파 정보를 수집 및 분석하고 뇌파 변이를 실시간 그래프로 표현한다. 또한, 계산기와 가위바위보 게임을 통해 집중도를 향상 시켰다. Fig. 6에서는 뇌파 분석 시스템에 연결된 뇌파 수집기기의 로그 정보를 보여주고 있으며, 연결된 포트 정보, 시그널의 이벤트 번호와 연결 시간정보를 텍스트 파일 형태로 보여준다. Fig. 7에서는 연결 상태의 실시간 뇌파 데이터를 콘솔에서 확인할 수 있다. 수신된 뇌파 데이터의 유형은 SignalEvent 0 , Attention Level: 61, Meditation Level: 43, delta Level: 444714, theta Level: 8211, low\_alpha Level: 12619, high\_alpha Level: 27505, low\_beta Level: 22460, high\_beta Level: 15080, low\_gamma Level: 2335, etc. 형태로 수신된다.

```

2018-11-01 14:54:21 9653|INFO|
ThinkGear.Libraries.Bridge|Device COM5
connected.
2018-11-01 14:5 5:19 5395|INFO|
ThinkGear.Libraries.Bridge|Device COM5
connected.
2018-11-01 15:11:23 4616|INFO|
ThinkGear.Libraries.Bridge|Device COM5
connected.
2018-11-01 15:11:30 8535|INFO|
ThinkGear.Libraries.Bridge|Device COM5
connected.
    
```

Fig. 6. Log data of server

```

Markers Properties Servers Data Source Explorer Snippets Console
Open Java Application: C:\Program Files\Java\jre1.8.0_181\bin\javaw.exe (2018.11.7. 오후 9:06:10)
SignalEvent @
Attention level: 37
Meditation Level: 40
SignalEvent @
Attention level: 40
Meditation Level: 40
blinkStrength: 35
SignalEvent @
Attention level: 27
Meditation Level: 43
SignalEvent @
Attention level: 14
Meditation Level: 43
blinkStrength: 35
SignalEvent @
Attention level: 20
Meditation Level: 44
blinkStrength: 44
SignalEvent @
Attention level: 23
Meditation Level: 48
    
```

Fig. 7. Realtime brainwave console data

뇌파 분석 서버시스템을 통해 수집된 뇌파 데이터를 SWT 모듈을 통해 UI 형태로 구성하였으며, Fig. 8에서는 Brainwave AnalyserV1.0의 초기화면을 보여준다. Fig. 9에서 수집된 뇌파 데이터를 집중(attention) 모드와 명상(meditation) 모드로 구분하여 뇌파의 과장 상태를 실시간 그래프로 보여준다. 좌측 패널에서는 각 모드의 레벨을 10단계로 나누어 각 분석모드의 값을 단계별로 보여주며, 뇌파 값의 변이 정도를 한눈에 확인할 수 있다. 왼쪽 레드 단계는 집중(attention) 모드 값의 변이를 보여주며, 오른쪽 블루 단계는 명상(meditation) 모드 값의 변이를 보여준다. 집중도를 높이기 위해 두 종류의 간단한 게임을 오른쪽 패널에 배치하였다. Fig. 9(a)에서는 가위·바위·보게임을 하는 동안 뇌파의 변이를 보여주고 있으며, Fig. 9(b)에서는 사칙연산의 각 계산 기능을 수행하는 동안의 뇌파 변이를 보여주고 있다. Fig. 9(c)에서는 버튼 클릭 할 시점의 집중(attention) 모드와 명상(meditation) 모드의 값을 해당 리스트에 추가하고 뇌파 값의 레벨을 확인한다.

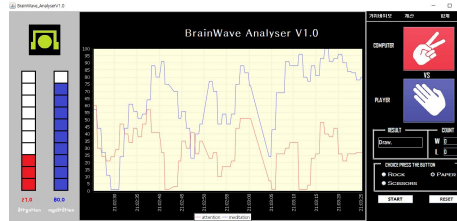
### 5. 결론

뇌파 분석을 위한 엔터프라이즈 유형의 경량급 서버 시스템을 제시 및 구축 하였으며, 의존성 독립을 제공하고 신뢰성 높은 뇌파 정보를 제공한다. 또한 제시된 시스템을 활용하여 게임 및 의료분야 등 다양한 방면으로 뇌파 분석정보를 활용할 수 있다. 향후 연구 방향으로 빅데이터와 머신러닝 모듈을 추가하여 4차 산업혁명의 시대

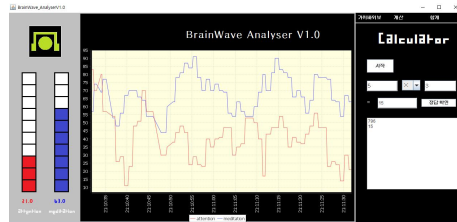
에 맞는 다양한 뇌파 서비스를 제공하고자 한다.



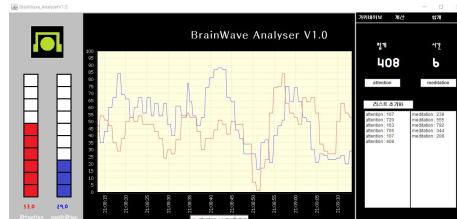
Fig. 8. Startup display



(a) rock-paper-scissors game : EEG analysis



(b) Calculator : EEG analysis



(c)attention/meditation : EEG analysis

Fig. 9. Brainwave AnalyserV1.0 execution results

### REFERENCES

- [1] G. Schalk & E. C. Leuthardt. (2011). Brain-computer interfaces using electrocorticographic signals. *IEEE reviews in biomedical engineering*, 4, 140-154.
- [2] L. Bi, X. A. Fan & Y. Liu. (2013). EEG-based brain-controlled mobile robots: a survey. *IEEE transactions on human-machine systems*, 43(2), 161-176.
- [3] J. R. Wolpaw, et al. (2000). Brain-computer interface technology: a review of the first international meeting. *IEEE transactions on rehabilitation engineering*, 8(2),

164-173.

- [4] A. N. Malik, J. Iqbal & M. I. Tiwana. (2016). EEG signals classification and determination of optimal feature-classifier combination for predicting the movement intent of lower limb. In *Robotics and Artificial Intelligence (ICRAI), 2016 2nd International Conference on* (pp. 45-49). IEEE.
- [5] X. Gao, D. Xu, M. Cheng & S. Gao. (2003). A BCI-based environmental controller for the motion-disabled. *IEEE Transactions on neural systems and rehabilitation engineering, 11(2)*, 137-140.
- [6] F. Cincotti et al. (2008). Non-invasive brain - computer interface system: towards its application as assistive technology. *Brain research bulletin, 75(6)*, 796-803.
- [7] B. Z. Allison et al. (2010). Toward a hybrid brain - computer interface based on imagined movement and visual attention. *Journal of neural engineering, 7(2)*, 026007.
- [8] B. S. Zainuddin, Z. Hussain & I. S. Isa. (2014). Alpha and beta EEG brainwave signal classification technique: A conceptual study. In *Signal Processing & its Applications (CSPA), 2014 IEEE 10th International Colloquium on* (pp. 233-237). IEEE.
- [9] D. Wang et al. (2005, May). Measurement and analysis of electroencephalogram (EEG) using directional visual stimuli for brain computer interface. In *Active Media Technology, 2005.(AMT 2005). Proceedings of the 2005 International Conference on* (pp. 34-39). IEEE.
- [10] B. Ülker et al. (2017, June). Relations of attention and meditation level with learning in engineering education. In *Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI), 2017 9th International Conference on* (pp. 1-4). IEEE.
- [11] SPRING: <https://www.spring.io>
- [12] MAVEN: <https://maven.apache.org>
- [13] MARIADB: <https://www.mariadb.com>
- [14] S. J. Choi & B. G. Kang. (2014). Prototype design and implementation of an automatic control system based on a BCI. *Wireless personal communications, 79(4)*, 2551-2563.
- [15] NEUROSKY: <https://www.neurosky.com>

최 성 자(Choi, Sung Ja)

[정회원]



- 1991년 2월 : 한남대학교 컴퓨터 공학과(공학사)
- 1997년 2월 : 한남대학교 컴퓨터 공학과(공학석사)
- 2005년 8월 : 한남대학교 컴퓨터 공학과(공학박사)

· 관심분야 : Bio 센서, 뇌공학

· E-Mail : irecomm@naver.com

김 귀 정(Kim, Gui Jung)

[정회원]



- 1994년 2월 : 한남대학교 전자계산공학과(공학사)
- 1996년 2월 : 한남대학교 전자계산공학과(공학석사)
- 2003년 2월 : 경희대학교 전자계산공학과 (공학박사)

· 2001년 9월 ~ 2017년 2월 : 건양대학교 의공학부 교수

· 2017년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 정보통신학부 교수

· 관심분야 : 의료정보시스템, 3D e-learning

· E-Mail : gikim@bu.ac.kr

강 병 권(Kang, Byeong Gwon)

[정회원]



· 1986년 2월 : 연세대학교 전기공학과(공학사)

· 1988년 2월 : 연세대학교 전기공학과(공학석사)

· 1993년 2월 : 연세대학교 전기공학과(공학박사)

· 1993년 3월 ~ 1997년 8월 : 한국전자통신연구원 이동통신기술연구단(선임연구원)

· 1997년 9월 ~ 현재 : 순천향대학교 정보통신공학과 교수

· 관심분야 : RFID, 근거리 무선통신, CDMA 이동통신

· E-Mail : bgkang@sch.ac.kr