Journal of Digital Convergence
Vol. 16. No. 12, pp. 343-349, 2018

ISSN 1738-1916
https://doi.org/10.14400/JDC.2018.16.12.343

보안기능을 강화한 뇌파 분석 서버시스템

최성자[1], 강병권[2], 김귀정[3*]
[1]한남대학교 멀티미디어공학과 시간강사
[2]순천향대학교 정보통신공학과 교수
[3]백석대학교 정보통신공학부 교수

The Brainwave Analyzer of Server System Applied Security Functions

Sung-Ja Choi[1], Byeong-Gwon Kang[2], Gui-jung Kim[3*]
[1]Dept. of Multimeida Engineering, Hannam University, Part-time instructor
[2]Dept. of Information and Communication Engineering, Soonchunhyang University, Professor
[3]Division of Information & Communication, Baeseok University, Professor

요 약 뇌파 정보는 분자 단계에서 행동 및 인지 단계에 이르기까지 생성된 정보의 양이 방대하며, 개인의 고유한 프라이버시영역을 나타내는 중요한 정보로 활용되고 있다. 이에, 뇌파정보의 다양한 정보를 통합하고 뇌파정보를 보호할 수 있는 프레임워크를 제시한다. 제안된 시스템은 전자정부 프레임워크 서버 시스템에 보안기능을 강화한 프레임워크로써, 메타데이터를 활용한 의존성 낮은 웹 애플리케이션 서버 시스템이다. 서버 구축을 위해 스프링 플랫폼의 MVC(Model, Vew And Control)프레임워크 웹 기반 환경에 스프링 시큐리티를 적용한다. 본 시스템은 강력한 보안시스템을 탑재한 독립적이고 경량화된 서버시스템으로 분석된 뇌파 정보를 확인할 수 있다. 이로 인해, 뇌파정보의 웹서비스 보안성을 높이고, 뇌파정보의 프라이버시 보호가 가능하다. 또한, 치매환자나 뇌인지 정보가 요구되는 경우 본 연구를 통해 원격의 실시간 확인 및 분석이 가능하다.

주제어 : 뇌파, EEG, 스프링 시큐리티, 스프링 MVC, 메이븐

Abstract Electroencephalograph(EEG) information, which is an important data of brain science, reflects various levels of information from the molecular level to the behavior and cognitive stages, and the explosively amplified information is provided at each stage. Therefore, EEG information is an intrinsic privacy area of an individual, which is important information to be protected. In this paper, we apply spring security to web based system of spring MVC (Model, View, Control) framework to build independent and lightweight server system with powerful security system. Through the proposal of the platform type EEG analysis system which enhances the security function, the web service security of the EEG information is enhanced and the privacy of the EEG information can be protected.

Key Words : Brainwaves, EEG, SPRING Security, SPRING MVC, MAVEN

1. 서론

최근 들어 뇌 연구를 통한 뇌 모델이론, 인지 신경과학, 병렬 계산 등의 새로운 분야들이 활발히 연구되고 있으며, Kasemsap[1]와 Wolpaw[4]는 뇌파정보의 인터페이스를 위해 BMI 시스템을 구축하고 Lam[2]에서는 뇌파신호의 계층적인 상호관계를 분석하며, Al-Fahoum[3]는 시공간 주파수 도메인에 대한 뇌파신호의 추출에 대한 연구가 진행되었다. 또한, Zainuddin[5]와 Malik[6]등에 의해 특정 주파수 영역대 뇌파신호의 분석이 연구 되

*Corresponding Author : Gui-Jung Kim(gjkim@bu.ac.kr)
Received November 13, 2018
Revised December 3, 2018
Accepted December 20, 2018
Published December 28, 2018

었다. 또한, 지문, 홍체, 텔레파시등의 개인 신체정보를 활용한 다양한 제품들이 출시되고 있으며, 뇌파 정보를 통한 제어 시스템의 연구도 활발히 진행되고 있다[7]. 그러나 공학적 응용 및 뇌파 정보의 보안기능이 강화된 연구는 활발하지 못하다. 그러므로, 개인의 프라이버시에 대한 침해가 우려되고 서버 시스템의 접근성을 고려하지 않을시 뇌파 정보의 악용이 가능하다. 이를 해결 하기위해 서버시스템 접근성에 대한 보안기능을 강화하고 뇌파 정보를 보호하기위해서 보안성을 고려한 독립적이고 경량화 된 뇌파 분석 서버 시스템이 요구된다.

본 논문에서는 뇌파정보의 분석을 제공하는 전자정부 프레임워크 기반(SPRING)의 경량화 된 서버 시스템에 보안기능을 강화한 프레임워크를 제시하고, 메타 데이타를 활용한 의존성이 낮은 웹 애프리케이션 서버시스템을 구축하였다. 또한, 뇌파의 변이[8-10]를 실시간으로 처리 및 분석하였으며, 보안기능을 강화하여 개인의 프라이버시를 보호하고 시스템의 보안성을 강화한 뇌파 분석 서버 시스템을 제공한다.

본 논문은 서론에 이어 제2장에서는 스프링 시큐리티에 대해 기술하고, 3장에서는 보안강화 뇌파 분석용 서버 시스템을 제안한다. 4장에서는 실험결과를 보여주고 5장에서 결론을 맺는다.

2. 스프링 시큐리티

2.1 스프링 MVC

웹 개발의 MVC(Model, View, Control) 패턴은 사용자 인터페이스와 비즈니스 로직을 분리하여 모듈간의 의존도를 낮추도록 구성된 프레임워크이다[14]. 모델은 애플리케이션의 정보인 데이터를 구성하고, 뷰는 사용자에게 보여주는 인터페이스로써 해당 화면을 나타내며, 컨트롤러는 비즈니스 로직과 모델의 상호동작의 조정 역할을 한다. MVC2에서는 서블릿을 통해 컨트롤러 역할을 수행하며, 프로그램의 제어를 담당한다.

MVC 패턴의 동작원리는 Fig. 1의 과정을 통해서 이루어진다. ① 클라이언트가 해당 웹서비스 애플리케이션에 접근하면 DispatcherServlet은 접근한 URL요청을 가로챈다. ③ 요청을 컨트롤러에게 보내준다. ④ 컨트롤러는 해당 요청을 처리한 후 응답 받을 뷰의 이름을 리턴한다. ⑤ 뷰리졸버(ViewResolver)는 뷰가 존재하는지 검색한다. ⑥ 해당 뷰가 있다면 처리결과를 뷰에 보낸다. ⑦ 결과를 DispatcherServelet에 보낸다. ⑧ 최종 결과를 클라이언트로 전송한다.

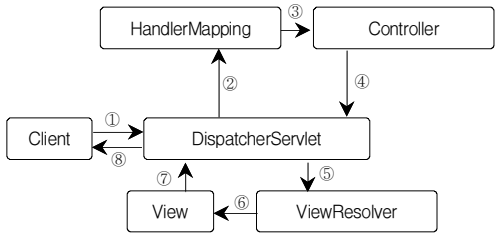

Fig. 1. Execution process of spring mvc

2.2 시큐리티 강화

인증(Authentication)과 권한(Authorization)은 보안의 핵심 축으로써 스프링 시큐리티에서도 중요한 부분이다. 대표적인 인증의 종류는 크리덴셜 기반 인증,이중 인증과 물리적 인증이 있다. 크리덴셜(Credential:자격) 기반 인증은 웹에서 사용하는 대부분의 인증 방식으로써, 1차례의 인증과정을 필요로 하며 대개 사용자명과 비밀번호를 입력받아 입력한 비밀번호가 저장된 비밀번호와 일치하는지 확인하는 방법으로 아이디를 프린시플(principle), 비밀번호를 크리덴셜(credential)이라고 한다. 한편, 이중 인증(Two-factor authentication)은 한번에 2가지 방식으로 인증을 받는 것을 의미하며 금융, 은행권의 웹 애플리케이션에서 사용되는 보안 방식으로 로그인과 보안 인증서를 사용하여 인증 받는다. 물리적 인증은 지문인식이나, 키 삽입 등의 방법을 통한 인증이다.

인증 후 부여된 권한(Granted Autority)과 리소스의 권한으로 분류한다. 부여된 권한은 적절한 절차로 사용자가 인증 되었다면 권한을 부여해야 한다. 또한, 리소스의 권한(Intercept)의 경우, 권한이 없는 자들의 리소스 접근을 차단해야하며, 적절한 권한을 가진 자만이 해당 자원에 접근할 수 있도록 자원의 외부요청을 원칙적으로 가로채는 인터셉터(Intercept)를 차단한다.

스프링 시큐리티는 아이디/비밀번호를 입력하는 로그정보에 대한 인증(Authentication)과 권한(Authorization) 체크를 구현해 둔 보안 프레임워크로써, 프로그램 외에 리소드 등에 대한 접근도 제어할 수 있으며, CSRF(Cross Site Request Forgery) 공격 방어, 세션 고정(Session Fixation) 공격 방어 및 다중 접속 방지 등도 구현이 가능하다[15].

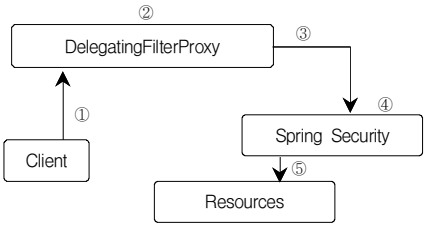

Fig. 2. Execution process of spring security

스프링 시큐리티의 수행 과정은 Fig. 2와 같이 동작한다. ① 클라이어트가 정보를 요청한다.(URL로 접근) ② DelegatingFilterProxy가 클라이언트의 요청을 가로챈다. ③ DelegatingFilterProxy는 요청을 해당 빈으로 전달한다. ④ Spring Security는 권한이 부여되지 않은 요청에 대해 인증을 요구한다. ⑤ 권한이 존재할 경우 자원에 접근하도록 한다.

3. 보안강화 뇌파 분석 서버시스템

스프링은 자바 엔터프라이즈 개발을 편하게 해주는 오픈소스의 경량급 애플리케이션 프레임워크이다. 본 논문에서는 스프링 MVC 프레임워크기반의 뇌파 분석 서버 시스템을 구축하여 뇌파정보를 실시간으로 확인 및 분석이 가능하도록 하였으며, 스프링 시큐리티 프레임워크를 구축하여 보안 기능을 강화하였다. 뇌파 분석 서버 시스템의 웹 애플리케이션의 구현으로 원격의 실시간 정보의 공유가 가능하며 실시간 데이터 수신 ,저장 및 분석 모듈을 제공한다. Fig. 3에서는 구축된 보안기능을 강화한 뇌파 분석 서버 시스템의 플랫폼을 보여준다.

3.1 프레임워크 레이어별 기능

보안기능이 강화된 뇌파 분석 서버 시스템은 하단의 블루투스계층을 구축하고, JAVA EE 계층, Apache Tomcat 9.0 서버계층, 미들웨어와 뇌파 라이브러리 계층, 뇌파수집 및 분석계층을 통해 상위 UI 계층으로 구성된다. 계층별 상세 기능은 다음과 같다.

블루투스계층에서는 뇌파 통신을 위해 BlueSoleil사의 CSR4.0의 USB 동글이를 사용하였다. 동글이는 마인드웨이브 헤드셋과 페어링 하며, COM 포트를 통해 뇌파 정보를 전송 한다. 블루투스 계층의 상위계층인 아파치 Tomcat 9.0 계층은 아파치 재단에서 만든 WAS(Web Application Server)로써 동적 페이지를 서비스하기 위해 사용하며, 엔터프라이즈급의 웹 서비스를 제공한다. JAVA EE 8 계층에서는 웹 애플리케이션 서버에서 동작하는 장애복구 및 분산 멀티미디어를 제공하는 자바 소프트웨어 기능을 추가한 서버 플랫폼이다.

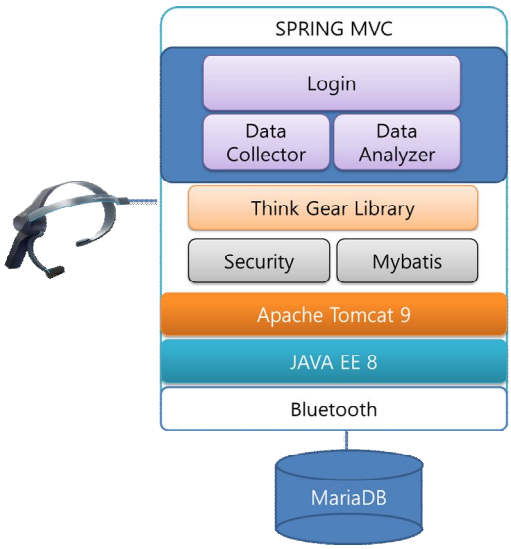

Fig. 3. Server platform of brainwave analyzer

뇌파 인지를 위해 뉴로스카이의 마인드웨이브 모바일 2 헤드셋을 사용하였으며[12], 헤드셋은 인간의 뇌파(알파파, 베타파 등)를 센싱하고 무선 통신을 통해 컴퓨터나 스마트폰 등의 응용 시스템에 전송하는 EEG 테크놀로지 장비이다. 센싱을 위해 건식센서(Dry Sensor)를 사용하며 블루투스 무선 통신을 이용한다. ThinkGear Lib계층은 뇌파연동을 위해 제공되는 라이브러리로써 소켓통신 모듈과 데이터 전송 모듈을 제공한다.

한편, 웹 애플리케이션의 프레임워크를 제공하기위해 SPRING MVC계층을 사용한다. SPRING MVC는 비즈니스 규칙을 표현하는 도메인 모델(Model)과 프리젠테이션을 표현하는 View를 분리하기위해 양측 사이에 컨트롤러를 배치하도록 설계된 디자인 패턴이다. 스프링 MVC 에서는 웹 애플리케이션 구축 전용의 MVC 프레임워크를 제공하는데, 웹 애플리케이션의 Model, View, Controller 사이의 의존관계를 DI 컨테이너에서 관리하고 통일되고 유연한 웹 애플리케이션을 구축한다. 구축된 스프링 MVC 프레임워크에 보안기능을 제공하기위해 스프링 Security 모듈을 적용한다. SPRING Security는 자바 EE기반의 엔터프라이즈 소프트웨어 애플리케이션의 포괄적인 보안 서비스들을 제공하기 위한 오픈 플랫폼으

로써, 인증 매커니즘 및 권한 부여에 대해 쉽게 구현 가능하도록 한다. 또한, 데이터베이스의 퍼시스턴스를 제공하기위해 MyBatis계층을 구축한다. MyBatis는 객체지향 언어인 자바의 관계형 데이터베이스 프로그래밍을 쉽게 할 수 있도록 도와주는 개발 프레임워크로써, 간단한 퍼시스턴스 프레임워크[13] 를 제공한다. 상위 계층으로 LogIn, DataCollector, DataAnayser모듈을 제공하는데 LogIn 모듈에서는 스프링 시큐리티 프레임워크를 활용한 모듈로써 인증과 권한을 부여하여 보안기능을 강화하며, 스프링 시큐리티의 설정 파일과 연동한다. DataCollector 모듈은 뇌파의 수집된 정보를 실시간으로 기록 및 저장하는 기능을 수행하고 DataAnayser 모듈은 실시간 전송되는 뇌파 정보를 분류하고 주파수 대역에 따라 attention, mediation, delta, theta, low-alpha, high-alpha, low-beta, high-beta, low-gamma, mid-gamma 레벨로 구분한다. 구분된 모드들에 대한 뇌파 변이를 실시간 그래프로 보여준다.

3.2 스프링 시큐리티 구현

보안기능을 강화하기 위해 스프링 시큐리티 프레임워크를 활용하였으며, 의존성 등록을 위해 Pom.xml 파일에 해당 라이브러리 의존성을 등록하고, web.xml 파일을 통하여 보안기능의 필터기능을 지정한다. http 기능 설정 및 인터셉터 URI와 속성 권한을 지정하기위해 security-content.xml 파일에 메타태그를 활용하여 명세한다. 상세 설정 정보는 다음과 같다.

① 의존성 등록을 위해 Pom.xml에 스프링 시큐리티 라이브러리를 포함시킨다. 의존성 등록을 위한 메타태그는 다음과 같다.

```
<dependency>
<groupId>org.springframework.security</groupId>
    <artifactId>spring-security-web</artifactId>
    <version>4.2.1.RELEASE</version>
</dependency>
<dependency>

<groupId>org.springframework.security</groupId>
    <artifactId>spring-security-config</artifactId>
    <version>4.2.1.RELEASE</version>
</dependency>
```

② 필터 등록을 위해 web.xml 파일에 필터를 등록하고, 서블릿 필터로 동작을 함으로써 요청의 앞단에서 보안 체크를 수행한다. 필터등록을 위한 메타태그는 다음과 같다.

```
<filter>
<filter-name>springSecurityFilterChain</filter-name>
<filter-class>
org.springframework.web.filter.DelegatingFilterProxy
</filter-class>
</filter>
<filter-mapping>
<filter-name>springSecurityFilterChain</filter-name>
<url-pattern>/*</url-pattern>
</filter-mapping>
```

③ 스프링 시큐리티 설정 파일을 등록하기 위해 security-content.xml파일에 스프링 시큐리티에서 사용되는 빈들을 읽을 수 있도록 파일지정을 추가한다. 스프링 시큐리티 설정파일 등록을 위한 메타태그는 다음과 같다.

```
<context-param>
<param-name>contextConfigLocation</param-name>
<param-value> /WEB-INF/spring/root-context.xml
/WEB-INF/spring/security-context.xml
</param-value> </context-param>
```

④ http 설정을 통해 스프링 시큐리티의 최소설정의 기본 기능을 확인한다. http 설정을 위한 메타 태그는 다음과 같다.

```
<http>
<intercept-url pattern="/**"
access="hasRole('USER')" /> <form-login />
<logout />
</http>
<authentication-manager>
<authentication-provider> <user-service>
<user name="user" password="password"
authorities="ROLE_USER" />
</user-service>
</authentication-provider>
</authentication-manager>
```

⑤ 웹 관련 기능 설정을 위해 security-content.xml 설정 파일 내의 <http> 요소에 웹 관련 기능을 설정한다. 웹관련 기능설정을 위한 메타 태그는 다음과 같다.

```
<http use-expressions="true">
<intercept-url pattern="/**"
access="hasRole('USER')" /> <form-login
login-page="/login" />
<logout logout-url="/logout" />
<csrf disabled="false"/>
</http>
```

use-expressions 속성은 <intercept-url>의 access 소성에 표현식을 사용할 수 있음을 나타내며, 패턴 속성으로 주어인 URL에 대해 access 속성의 권한을 요구한다. 로그인 URL과 로그 아웃 URL에 대해 지정하고, <csrf disabled="false"/> 태그를 통해 CSRF(Cross Site Resquest Fosery) 공격을 방어하기 위한 처리를 지정한다. 상세 5단계 과정을 통해 보안기능을 강화하기 위한 메타 태그 설정을 적용한다.

4. 실험결과

본 논문에서 제시한 뇌파 분석 서버시스템은 기존연구[11]을 개선하였으며, 웹 애플리케이션 서버(WAS)로써 작동한다.

초기화면 및 로그정보는 Fig. 4에서 확인 가능하다. 로그정보를 입력하고 GoBrainWave 버튼을 클릭하면 스프링 시큐리티 프레임워크가 구동되어서 해당 리소스 접근 권한을 부여한다. 보안성의 체크에 따라 권한이 사용자에게 부여되고, 권한이 부여된 사용자에 대하여 BrainWave 뷰 화면으로 이동하게 된다. 뷰 화면에서는 수신된 실시간 뇌파 데이터가 BarinWave Data 영역에 쓰여지는데, 수신된 값을 직접 확인할 수 있다. 수신된 뇌파 정보는 각각의 주파수대역별 모드에 따라서 Fig. 5에서처럼 실시간 그래프로 표현된다. 뇌파 주파수에 따라 집중(attention), 명상(meditation), 수면(theta), 이완 및 휴식상태(Alpha), 깊은 수면이나 뇌 이상 상태(delta), 긴장, 스트레스 상태(beta), 불안 초조(gamma)등의 세부 뇌파 분석모드의 그래프를 Fig. 6에서 보여준다.

Fig. 4. BRAINWAVE ANALYZER V2.0

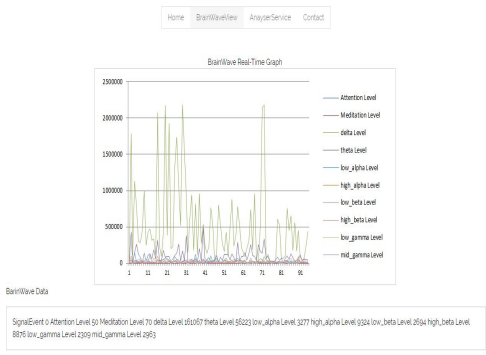

Fig. 5. Realtime graph of EEG frequency mode

5. 결론

본 논문에서는 보안기능을 강화한 스프링 MVC 기반의 웹 애플리케이션을 구축하고, 실시간 노파 분석 정보를 확인 및 관리 가능한 시스템을 제시한다. 본 시스템을 통해 원격 진료를 필요로 하는 치매환자의 경우 뇌파의 변이를 웹 애플리케이션 버전의 뇌파 분석 서버 시스템을 통해 확인할 수 있으며, 분석된 정보를 통해 진료에 도움이 가능하다. 또한, 모바일을 통한 게임과 연동하여 집중도에 대한 분석이 가능하다.

향후 연구 과제로써 분석된 뇌파 정보를 활용한 맞춤형의 빅데이터 분석 서비스 제공과 머신러닝을 통한 자기 학습력을 적용하여 인공지능 기능을 보강한 웹 애플리케이션 서버 서비스를 제공하고자 한다.

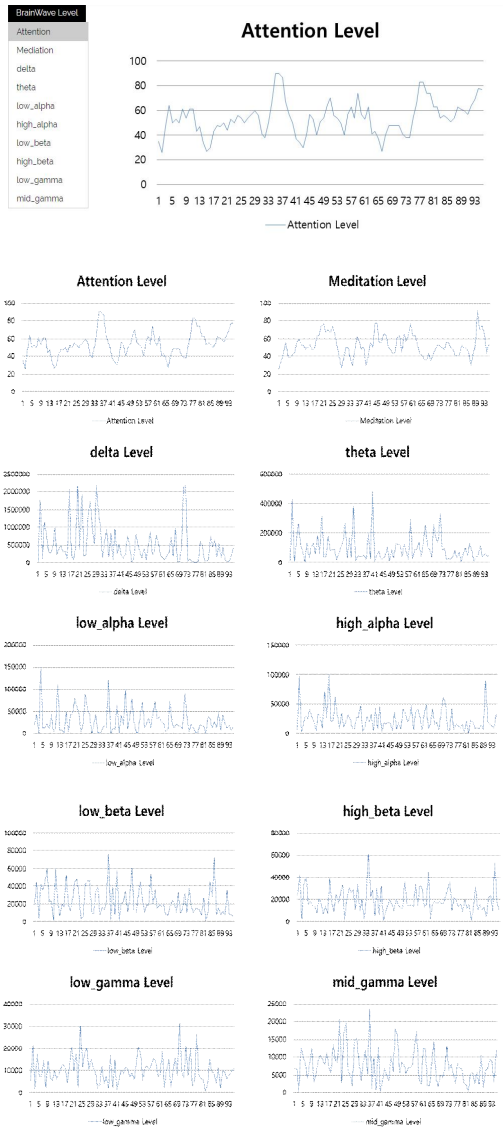

Fig. 6. Analyzer graph of EEG

REFERENCES

[1] K. Kasemsap. (2018). Brain-Machine Interfaces: Advanced Issues and Approaches. In *Handbook of Research on Biomimicry in Information Retrieval and Knowledge Management* (pp. 351-371). IGI Global.

[2] Q. C. Lam, L. A. T. Nguyen & H. K. Nguyen. (2017, December). A Novel Approach for Classifying EEG Signal with Multi-Layer Neural Network. In *Proceedings of the 2017 International Conference on Robotics and Artificial Intelligence* (pp. 79-83). ACM.

[3] A. S. Al-Fahoum & A. A. Al-Fraihat. (2014). Methods of EEG signal features extraction using linear analysis in frequency and time-frequency domains. *ISRN neuroscience,* 2014.

[4] Wolpaw, J. R. et al. (2000). Brain-computer interface technology: a review of the first international meeting. *IEEE transactions on rehabilitation engineering, 8(2),* 164-173.

[5] B. S. Zainuddin, Z. Hussain & I. S. Isa. (2014, March). 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.

[6] A. N. Malik, J. Iqbal & M. I. Tiwana. (2016, November). 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.

[7] B. Ülker, M. B. Tabakcıoğlu, H. Çizmeci & D. Ayberkin. (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.

[8] F. C. Kao, Y. K. Lin, C. C. Chen & C. H. Huang. (2014, June). Brainwaves analysis of relaxation emotion. In *Computer, Consumer and Control (IS3C), 2014 International Symposium on* (pp. 308-310). IEEE.

[9] F. C. Kao, H. C. Hsieh & W. T. Li. (2011, October). Analysis of brainwave characteristic frequency bands for learning. In *2011 11th IEEE International Conference on Bioinformatics and Bioengineering* (pp. 314-317). IEEE.

[10] B. S. Zainuddin, Z. Hussain & I. S. Isa. (2014, March). 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.

[11] 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.

[12] MINDWAVE: http://developer.neurosky.com.

[13] MyBatis : http://blog.mybatis.org/

[14] SPRING: https://spring.io

[15] SPRINGSECURITY: https://spring.io/projects/spring-security

최 성 자(Choi, Sung Ja) [정회원]

- 1991년 2월 : 한남대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 1997년 2월 : 한남대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 2005년 8월 : 한남대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
- 관심분야 : Bio 센서, 뇌공학
- E-Mail : irecomm@naver.com

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

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 : gjkim@bu.ac.kr