

생체 신호 센서를 적용한 실시간 상담 보조 시스템 설계

황재민¹, 김봉현^{2*}

¹서원대학교 정보통신공학과 석사과정, ²서원대학교 컴퓨터공학과 교수

Design of a real-time counseling assistance system using bio-signal sensors

Jae-Min Hwang¹, Bong-Hyun Kim^{2*}

¹Master's Student, Department of Information Communication Engineering, Seowon University

²Professor, Department of Computer Engineering, Seowon University

요약 상담은 단순한 대화가 아니라 문제 해결을 목표로 하는 중요한 만남이다. 효과적인 상담을 위해서는 내담자가 진실되고 솔직한 태도를 보여야 한다. 하지만 상담 과정에서 내담자가 거짓된 답변을 하거나 침묵하는 경우가 종종 발생한다. 이러한 소극적인 태도는 상담의 질을 저하시킬 수 있다. 따라서, 본 논문에서는 멀티모달 생체신호 측정 및 분석을 이용한 상담 지원 시스템을 설계하였다. 제안한 상담 지원 시스템은 상담 중 내담자의 EEG, GSR, 호흡 패턴 등을 분석하여 상담사가 내담자의 정서적, 신체적 상태를 정확히 파악하고 적절한 상담 전략을 수립할 수 있도록 지원하는 구조로 설계하였다. 이를 통해, 상담의 효율성을 높이고 심리적 변화에 빠르게 대응할 수 있으며, 개인 맞춤형 상담을 가능하게 하는 기술을 적용하고, 상담의 효과를 극대화하는 시스템 프로토타입을 설계하였다. 향후 연구에서는 시스템의 적용 범위 확장과 사용자 인터페이스 개선을 통해 더 효과적이고 사용자 친화적인 도구를 개발할 계획이다.

주제어 : 생체 신호 분석, 상담 보조, EEG, 개인 맞춤화, 정신 건강

Abstract Counseling is not merely a conversation it is a critical meeting aimed at solving problems. For counseling to be effective, the client must be truthful and candid. However, it is not uncommon for clients to provide false answers or remain silent during counseling sessions. Such passive behavior can diminish the quality of counseling. Therefore, this paper presents the design of a counseling support system that utilizes multimodal biometric signal measurement and analysis. The proposed system analyzes the client's EEG, GSR, and breathing patterns during counseling sessions, enabling counselors to accurately assess the emotional and physical state of the client and devise appropriate counseling strategies. This system enhances the efficiency of counseling, allows for rapid response to psychological changes, and incorporates technologies to enable personalized counseling and maximize the effectiveness of sessions. Future research will focus on expanding the system's application range and improving the user interface to develop a more effective and user-friendly tool.

Key Words : Biosignal Analysis, Counseling Support, EEG, Personalized, Mental Health

*교신저자 : 김봉현(bhkim@seowon.ac.kr)

접수일 2024년 09월 12일 수정일 2024년 10월 01일 심사완료일 2024년 10월 08일

1. 서론

정신 건강 문제의 전 세계적인 증가는 개인의 삶의 질을 저하시키는 것은 물론, 국가의 보건 시스템에도 큰 부담을 주고 있다. 지난 몇 년 동안 우울증과 불안 장애와 같은 정신 건강 상태가 급증함에 따라, 이에 대응하는 효과적인 방법이 점점 더 중요해지고 있다. 현대 사회의 복잡성과 가속화된 생활 리듬은 이러한 문제들을 더욱 심화시키며, 전통적인 상담 및 치료 방식만으로는 이에 대처하기 어려워진다. 이 연구는 상담 과정에서 멀티모달 생체신호를 활용하여 내담자의 정서적 및 생리적 상태를 종합적으로 분석하고, 이를 통해 상담사가 보다 명확한 방향성을 제시할 수 있는 시스템 개발을 목표로 한다.

현재의 상담 기법은 대화 기반 접근과 상담사의 주관적 판단에 크게 의존한다. 이런 접근법은 내담자의 복잡한 정서를 완전히 파악하거나 정확하게 해석하는 데 많은 제약이 있다[1]. 이에 대응하여, 본 연구는 뇌파, 피부 전도성 반응, 호흡 패턴 등 다양한 생체 신호들을 통합적으로 분석하여, 상담 과정에서 내담자의 상태를 보다 객관적이고 정밀하게 평가할 수 있는 데이터를 제공하고자 한다. 이 정보는 상담사가 내담자의 현재 상태를 실시간으로 파악하고 필요한 조치를 즉각적으로 취할 수 있게 하며, 개인 맞춤형 치료 전략을 세우는 데 중요한 역할을 한다[2-4].

이 연구의 중요성은 두 가지 주요 측면에서 강조될 수 있다. 첫째, 상담 중 내담자의 상태 변화를 신속하게 감지하고 적절하게 대응함으로써 상담의 효율성을 향상시키는 것이다. 이는 상담사가 내담자에게 실시간으로 피드백을 제공하고, 상황에 맞는 치료 방안을 즉각적으로 조정할 수 있게 한다. 둘째, 각 내담자의 개별적인 요구에 맞춘 맞춤형 상담을 제공함으로써 치료의 질을 향상시키고, 원격 모니터링을 통해 시간적, 공간적 제약을 줄일 수 있다. 이러한 기술적 발전은 상담 분야에 새로운 방향을 제시하고, 정신 건강 관리의 효과를 향상시킬 것으로 기대된다.

본 논문에서는 상담 과정을 개선하려는 노력의 일환으로, 상담의 질을 개선하고 상담학의 이론적 기반을 강화하는 데 중점을 두고, 생체 신호 센서를 적용한 실시간 상담 보조 시스템을 설계하였다.

2. 관련 연구

2.1 연구 동향

멀티모달 생체신호 분석은 다양한 생리적 데이터를 통합하여 분석하는 기법으로, 최근 들어 많은 연구자들의 주목을 받고 있다. 초기 연구에서는 주로 심박수, 호흡 패턴, 피부 전도 반응과 같은 비교적 간단한 생체신호를 사용하여 스트레스나 감정 상태를 분석하였다. 그러나 기술의 발전과 함께, 더 깊이 있는 생체신호로의 접근이 가능해졌다.

현재 연구에서는 혈액 내 특정 성분 분석, 신경 활동 모니터링, 세포 수준의 변화 감지, 그리고 뇌파 분석 등 다양한 고급 생체신호를 활용하고 있다. 이러한 신호들은 인간의 심리적, 신체적 상태를 보다 정확하게 반영할 수 있으며, 다양한 응용 분야에서 활용될 수 있다. 이러한 고급 생체신호 분석 기술들은 상담 보조 시스템, 정신 건강 모니터링, 그리고 개인 맞춤형 건강 관리 시스템 등 다양한 분야에서 큰 변화를 이끌고 있다. 현재 기존 상담 시스템에서는 내담자의 생체 신호를 크게 사용하지 않고 있지만 보다 정확하고 신뢰성 높은 상담을 위한 시스템을 설계하였다.

2.2 관련 연구

멀티모달 생체신호 분석은 다양한 의료 및 기술 분야에서 점차 중요해지고 있으며, 상담 및 치료 과정에서의 적용 가능성이 크게 늘고 있다. 이러한 기술은 특히 상담 과정에서 내담자의 정서적 및 생리적 상태를 보다 정확하게 파악하고 효과적으로 지원하고자 하는 연구에 기여하고 있다.

최근 진행된 몇 가지 연구를 통해 이 기술의 다양한 응용 가능성을 볼 수 있다. 예를 들어, Hyundai MOBIS의 연구팀은 차량 내에서 발생할 수 있는 멀미 문제에 대응하기 위해 운전자의 생체 신호를 실시간으로 분석하는 시스템을 개발했다. 이 연구는 동적 환경에서 생체 신호를 실시간으로 분석할 수 있는 가능성을 나타냈다.

또한, Keimyung University에서는 심음과 PPG 신호를 측정할 수 있는 웨어러블 장치를 개발하여, 심장 건강을 보다 정밀하게 모니터링할 수 있도록 하였으며, Kwangwoon University의 연구에서는 다중모달 생체신호를 이용하여 감정을 인식하는 기술을 개발했다. 이 기술은 감정 인식의 정확도를 높이며, 상담 과정에서 내담자의 정서적 상태를 더 잘 이해하고 적절히 대응하는 데 도움을 줄 수 있다.

마지막으로, 멀티모달 생체신호 데이터를 이용한 노인의 낙상 위험 예측 연구는 보행 패턴 분석을 통해 진행되었다. 이 연구는 상담 환경에서도 내담자의 신체적 위험

을 사전에 평가하고 예방 조치를 취할 수 있는 방법을 제공한다.

이러한 연구들은 멀티모달 생체 신호의 응용이 상담 분야에서 효과적으로 활용될 수 있을 것이다.

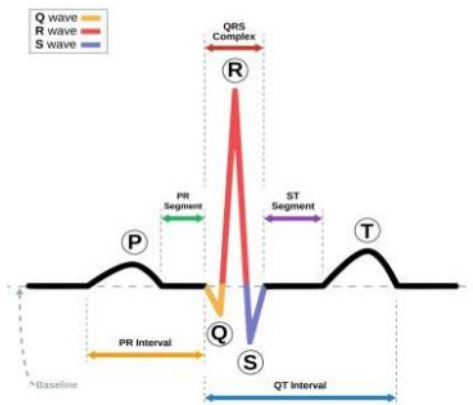
3. 관련 기술

3.1 ECG(Electro-Cardio-Gram)

심전도(ECG)는 일정 시간 동안 심장의 전기적 활동을 측정하고 기록하는 의료기이다. 이 기기는 신체에 부착된 전극을 통해 심장의 전기적 변화를 파형으로 도출시킨다. 도출된 파형 분석을 통해 심장의 리듬과 규칙성을 평가하고, 심장의 건강 상태와 잠재적인 문제를 진단하는 데 중요한 역할을 한다[5-7].

상담 보조 시스템에서 ECG의 활용은 내담자의 심리적 상태 및 변화를 실시간으로 감지하는 데 중점을 둔다. 감정 변화, 스트레스, 불안과 같은 상태는 심장의 전기적 패턴, 특히 심박 변동성에 영향을 미칠 수 있다. ECG를 통한 이러한 심장 리듬의 변화 분석은 상담사가 내담자의 감정 상태를 더 정확히 이해하고 적절한 상담 전략을 세울 수 있게 도와준다.

다중 모달 생체 신호 분석을 통한 상담 지원 시스템에서 ECG는 호흡, 피부 전도도, 뇌파 등 다른 생체 신호와 함께 분석되어 내담자의 심리적 및 생리적 상태의 종합적인 이미지를 제공한다. 이러한 통합된 접근 방식은 상담 중 내담자의 반응을 더욱 정교하게 모니터링하고, 각 신호가 서로에게 미치는 영향을 더 잘 이해하는 데 도움을 준다.



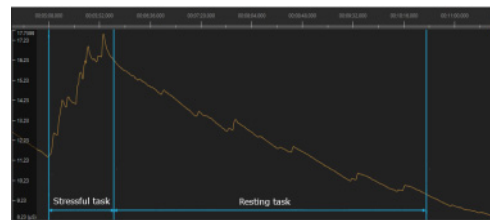
[Fig. 1] Components of an ECG

심전도 데이터의 실시간 분석은 상담 과정에서 내담자의 웰빙을 직접적으로 향상시키는 데 기여한다. 예를 들어, 상담사는 심전도 데이터를 통해 내담자가 경험하는 스트레스 수준의 변화를 식별하고, 이에 적절히 대응하여 즉각적인 휴식 기법이나 스트레스 관리 전략을 제공함으로써 상담 효과를 증대시킬 수 있다.

3.2 GSR(Galvanic Skin Response)

피부 전도 반응(GSR)은 심리적 또는 정서적 변화가 일어날 때 피부의 전기 전도성이 변하는 현상을 측정하는 방법이다. 이 측정은 피부의 미세한 땀 분비 변화를 통해 피부의 전기적 저항이나 전도성을 기록한다. 주로 심리적 스트레스, 감정 변화, 흥분 상태 등의 생리적 반응을 감지하는 데 사용되며, 감정의 정도와 변화를 객관적으로 평가할 수 있는 지표로 활용된다.

GSR 측정은 피부에 부착된 두 개의 전극을 사용하여 이루어진다. 이 전극들은 주로 손가락이나 땀샘이 높은 밀도로 있는 손바닥, 발바닥 등에 부착되며, 전기적 신호를 수집하여 피부의 전도성 변화를 기록한다. 이 데이터는 심리적 정서적 자극에 따른 신체의 반응을 시각적으로 표현하여 다양한 연구 및 임상 환경에서 사용된다[8,9].



[Fig. 2] GSR Values in Stressed and Relaxed states

3.3 ICA(Independent Component Analysis)

독립 성분 분석(ICA)는 다변량의 신호나 데이터 세트에서 통계적으로 독립적인 성분을 추출하는 계산 방법이다. 이 기법은 관측된 다중 신호에서 어떠한 신호나 데이터가 어떻게 조합되어 있는지를 파악하여, 각각의 독립적인 신호로 분리하는 데 사용된다. ICA는 원래 신호에 대한 어떠한 가정도 필요로 하지 않으며, 신호들 간의 최대 통계적 독립성을 기반으로 작동한다[10].

ICA를 사용하여 생체 신호에 포함된 다양한 생리적 및 환경적 아티팩트를 효과적으로 분리하고 제거할 수 있다. 생체 신호 외에 갑작스러운 움직임과 전극 선을 잡

아당기는 것도 움직임 아티팩트를 유발할 수 있다. 이러한 유형의 아티팩트는 일반적으로 상승 및 하강의 시간이 짧아 해당 부분의 데이터를 처리해야 한다. ICA는 이러한 독립적인 성분을 분리하여 의미 있는 값과 아티팩트를 구분할 수 있다.



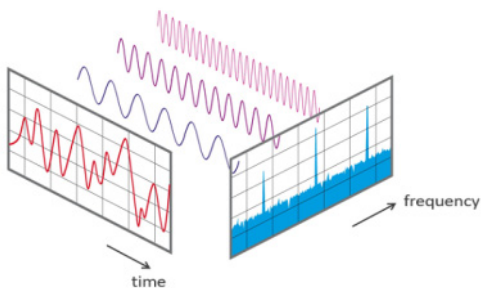
[Fig. 3] Removal of Artifacts from Vital Signs

3.4 FFT(Fast Fourier Transform)

고속 푸리에 변환(FFT)은 시간 영역에서 주파수 영역으로 신호를 변환하는 효율적인 알고리즘이다. FFT는 푸리에 변환을 빠르게 계산하기 위한 방법으로, 신호 처리, 음성 인식, 이미지 분석 등 다양한 분야에서 널리 사용된다. 푸리에 변환은 연속 신호를 주파수 성분으로 분해하는 수학적 도구이다[11].

FFT는 복잡한 신호를 여러 개의 사인파와 코사인파의 조합으로 분해하여 각 주파수 성분의 크기와 위상을 결정한다. 이 과정은 푸리에 변환의 한 형태인데, FFT는 이산 푸리에 변환(DFT)을 빠르게 계산하는 방법이다. DFT는 N개의 복소수 입력을 받아 N개의 복소수 결과를 출력하며, 각 출력은 다른 주파수의 성분을 나타낸다.

전통적인 DFT는 O(N²)의 계산 복잡도를 가지지만, FFT는 이를 O(N log N)으로 줄인다. 이는 데이터 샘플 수가 많을 때 특히 중요하며, 데이터를 더 빠르게 처리할 수 있게 해준다. 가장 널리 알려진 FFT 알고리즘은 Cooley-Tukey 알고리즘이며, 이는 N이 2의 거듭제곱일 때 최적의 성능을 보인다.

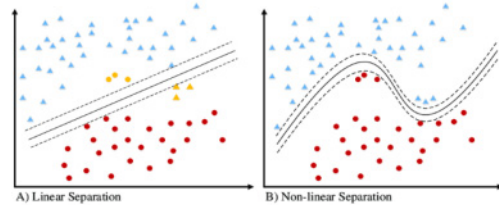


[Fig. 4] FFT Algorithm

3.5 SVM(Support Vector Machine)

서포트 벡터 머신(SVM)은 지도 학습의 일종으로, 데이터 샘플을 분류하거나 회귀 분석을 수행하기 위해 사용된다. SVM은 특히 복잡한 분류 문제에서 높은 성능을 발휘하며, 두 클래스 사이의 최대 마진을 찾는 초평면을 구성함으로써 작동한다. SVM은 데이터 포인트들 사이의 최적의 결정 경계를 찾아내는 모델이다. 이 결정 경계는 가장 가까운 훈련 데이터 포인트(서포트 벡터)로부터 최대한 멀리 떨어져 있어야 한다. 만약 선형분리가 불가능한 경우에는 커널트릭을 사용하여 데이터를 더 높은 차원으로 매핑함으로써 선형 분리를 가능하게 한다[12,13].

$$\min_{w,b} \frac{1}{2} w^t w + C \sum_{i=1}^m \lambda_i \quad (t(wx + b) \geq 1 - \lambda)$$



[Fig. 5] SVM Classification

4. 시스템 설계

4.1 데이터 수집

본 논문에서는 멀티 모달 생체 신호를 활용한 실시간 상담 보조 시스템을 설계했다. 데이터 수집에는 EEG, GSR, 호흡수 등의 신호가 포함되며, 이러한 신호들은 다양한 센서를 통해 실시간으로 수집된다.

데이터 수집 환경은 내담자가 자연스러운 신체 반응을 나타낼 수 있도록 편안하고 안락한 자세를 취할 수 있는 의자에 앉아 신체적 긴장을 최소화한다. 데이터 수집 중 불필요한 움직임이 신호에 노이즈를 일으킬 수 있으므로, 움직임을 최소화할 수 있도록 수집 전과 중간에 충분한 휴식을 제공하여 긴장을 완화시키고 움직임을 줄일 수 있도록 안내한다. 또한, 실내 온도는 너무 덥거나 춥지 않도록 조절하여 내담자가 어떠한 불편함도 느끼지 않게 하여 피부 전도도와 같은 생체 신호의 정확성을 향상시킨다. 외부 소음이나 방해 요소를 차단하고 조용한 환경에서 데이터를 수집하여 발생할 수 있는 외부 스트레스 요인을 최소화하여 내담자가 느끼는 심리적 압박을 감소시킨다[14,15].

4.2 데이터 전처리

EEG 신호는 PyEEG와 NeuroKit2를 사용하여 표준화하고 원본 뇌파 데이터의 신호 값을 조정하여 데이터의 일관성을 보장한다. 또한, ICA 기법을 통해 생체 데이터에서 아티팩트를 제거하고, 스무딩 기법을 사용하여 신호의 급격한 변동을 완화한다.

피부 전도도는 스트레스나 긴장 상태에서의 변화를 감지하기 위해 시계열 데이터로 수집되며, FFT를 통해 주파수 성분을 분석하여 스트레스와 감정의 변화를 파악한다. 데이터 전처리 과정에서는 저주파 필터를 적용하여 신호에서 노이즈를 제거한다. 이 과정은 피부의 미세한 땀 분비 변화만을 정확하게 포착하도록 하여, 신호를 정제하여 명확하게 반영할 수 있게 한다.

ECG 데이터는 심장의 전기적 활동을 측정하여, 심박 변동성과 같은 신호들을 포착한다. 데이터 전처리 과정에서는 대역통과 필터를 사용하여 전력선 잡음과 근육 잡음 등의 아티팩트를 제거한다. R-피크 검출 알고리즘을 적용하여 각 심장 박동의 주요 피크를 식별하고, 이를 기반으로 RR 간격을 계산하여 심장 박동의 규칙성과 불규칙성을 평가한다. 전처리된 신호는 SVM을 사용하여 분석하여 내담자의 심리적, 정서적 변화를 파악하는 데 사용된다[16].

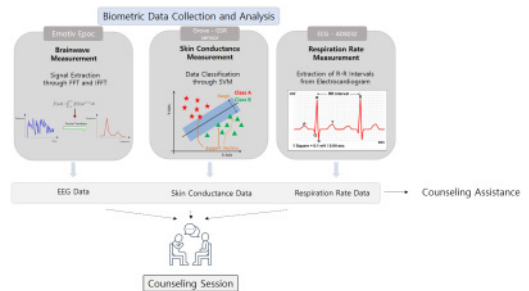
수집된 데이터는 실시간으로 분석되어 상담사에게 내담자의 상태를 제공하며, 상담의 방향을 조정할 수 있게 한다. 이 과정을 통해 내담자의 상태 변화를 감지하고, 상담사가 적절한 상담 기법을 적용할 수 있도록 보조한다.

4.3 시스템 구조도

이 시스템은 머리에 부착된 전극을 통해 뇌파 신호를 수집하고 FFT를 활용하여 주요 뇌파 대역을 추출하는 EEG 데이터 수집, 손목에 착용된 센서를 통해 피부 전도 반응을 측정하며 수집된 시계열 데이터를 가지고 LSTM 모델을 사용하여 스트레스 및 감정 상태의 변화를 정밀하게 파악하는 피부 전도도 측정, 가슴에 부착된 센서를 통해 호흡 패턴을 측정하고 심박수 변동을 분석하여 호흡 리듬을 정량적으로 평가하는 호흡수 모니터링 등 다양한 센서를 통해 데이터를 수집한다. 데이터는 상담 중 내담자에게 연결되어 상담을 진행할 때 측정되며 시계열 형식의 데이터로 수집된다.

수집에 필요한 센서는 뇌파를 측정하는 Emotiv Epoc, 피부 전도도를 측정하는 센서는 Grove - GSR Sensor, 호흡 수를 측정하는 센서는 ECG - AD8232이

다. 수집된 데이터는 중앙 처리 유닛에서 통합 및 분석되며 다중 모달 데이터의 종합적인 해석을 통해 내담자의 심리적, 인지적 상태에 대한 심층적인 통찰을 제공한다. 분석 결과는 상담 세션 중 상담사에게 전달되어 내담자의 현재 상태에 대한 실시간 피드백을 가능하게 하며 이를 바탕으로 상담사는 보다 정확하고 효과적인 상담 전략을 수립할 수 있다.



[Fig. 6] System Architecture

5. 결론

본 논문에서는 멀티모달 생체 신호를 활용한 실시간 상담 보조 시스템의 설계와 구현 방안을 제안하고, 그 실행 가능성을 탐구하였다. 이 시스템은 EEG, GSR, 호흡 패턴 등 다양한 생체 신호를 통합하여 실시간으로 분석함으로써 상담사가 내담자의 정서적 및 생리적 상태를 보다 정밀하게 이해하고 적절한 상담 전략을 수립할 수 있게 한다. 연구 결과, 이 시스템은 기존의 상담 방법보다 내담자의 심리적 변화에 빠르고 정확하게 반응할 수 있는 향상된 효율성을 보여주었다. 본 연구의 주요 성과는 멀티모달 생체 신호를 실시간으로 처리 및 분석하여 상담사의 의사결정을 지원하는 실용적인 시스템의 설계를 하였고, 상담의 개별화 및 맞춤화를 가능하게 하는 신기술의 적용으로, 보다 개인화된 상담 방법을 제안하였으며, 상담 과정의 효율성과 효과를 극대화할 수 있는 신규 접근법을 통해 상담학 및 임상 실무에 새로운 가능성을 제시하였다는 점에서 찾아볼 수 있다. 이 연구는 멀티모달 생체신호 분석을 상담 분야에 효과적으로 통합할 수 있는 방안을 모색하였으며, 이는 상담사가 내담자의 심리적, 생리적 상태를 보다 정밀하게 파악하고, 이에 기반한 맞춤형 치료 전략을 수립하는 데 큰 기여를 할 것으로 기대된다.

REFERENCES

- [1] S.D. Kim, "Relationship between Mental Health Counseling and Depression Prevalence in the Korean Adult Population," Journal of the Korea Contents Association, Vol.22, No.5, pp.416-423, 2022.
- [2] K.S. Kim, J.H. Jung, and W.C. Lee, "Development of depression diagnosis system using EEG signal," Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, Vol.18, No.12, pp.452-458, 2017.
- [3] M. Kwon and Y.J. Kim, "Analysis of Convergent Factors on Subjective Health Status of Patients with Depression," Journal of Digital Convergence, Vol.14, No.6, pp.309-316, 2016.
- [4] C.Y. Kwon and W.I. Kim, "Correlation Analysis among Searches of Hwa-Byung, Depression, and Suicide Using Big Data: from 2016 to 2022," Journal of Oriental Neuropsychiatry, Vol.34, No.1, pp.13-21, 2023.
- [5] S.J. Yoon and G.J. Kim, "Personal Biometric Identification based on ECG Features," Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences, Vol.10, No.4, pp.521-526, 2015.
- [6] H.S. Lee and W.Y. Chung, "Signal Analysis According to the Position of the ECG Sensor Electrode in Healthcare Backpack," Journal of Sensor Science and Technology, Vol.23, No.6, pp.402-408, 2014.
- [7] J.H. Bae, S.J. Lim, J.J. Kim, S.D. Park, and J.D. Kim, "The Classification of Arrhythmia Using Similarity Analysis Between Unit Patterns at ECG Signal," KIPS Transactions on Computer and Communication Systems, Vol.19D, No.1, pp.105-112, 2012.
- [8] W. Kyu-Wang and C. Kyung-Whan, "Utilizing Galvanic Skin Response (GSR) for Measuring English Listening Anxiety," English Language Teaching, Vol.27, No.2, pp.39-55, 2015.
- [9] Y.C. Cho and M.S. Kim, "Characteristics in HRV (heart rate variability), GSR (galvanic skin response) and skin temperature for stress estimate," Journal of the Korea Society of Industrial Information Systems, Vol.20, No.3, pp.11-18, 2015.
- [10] Y.J. Jung, D.W. Kim, J.Y. Lee, and C.H. Im, "Comparison of ICA-based and MUSIC-based Approaches Used for the Extraction of Source Time Series and Causality Analysis," Journal of Biomedical Engineering Research, Vol.29, No.4, pp.329-336, 2008.
- [11] J.H. Kim, "2048-point Low-Complexity Pipelined FFT Processor based on Dynamic Scaling," Journal of IKEEE, Vol.25, No.4, pp.697-702, 2021.
- [12] S.W. Rhee, H.J. Cho, and C.J. Chae, "EEG Signal Classification based on SVM Algorithm," Journal of the Korea Convergence Society, Vol.11, No.2, pp.17-22, 2020.
- [13] S.Y. Pi, "Self-diagnostic system for smartphone addiction using multiclass SVM," Journal of the Korean Data and Information Science Society, Vol.24, No.1, pp.13-24, 2013.
- [14] Y.H. Heo, J.C. Lee, and Y.N. Kim, "Analysis and Processing of Driver's Biological Signal of Workload," Journal of the Korea Society of Industrial Information Systems, Vol.20, No.3, pp.87-93, 2015.
- [15] J.W. Kim, M.J. Lee, K.M. Ko, and K.Y. So, "Technique for the ECG Bio-sounds Visualization Analysis Based on the MIT-BIH Database," Journal of the Digital Contents Society, Vol.17, No.2, pp.97-102, Apr. 2016.
- [16] H. Lee, D. Yeo, G.S. Ham, and K. Oh, "Multimodal Supervised Contrastive Learning for Crop Disease Diagnosis," IEMEK Journal of Embedded Systems and Applications, Vol.18, No.6, pp.285-292, 2023.

황 재 민(Jae-Min Hwang)

[준회원]



- 2024년 2월 : 서원대학교 컴퓨터 공학과 (공학학사)
- 2024년 3월 ~ 현재 : 서원대학교 정보통신공학과 석사과정
- E-Mail : bosik99@naver.com

〈관심분야〉

사물인터넷, 빅데이터, 딥러닝

김 봉 현(Bong-Hyun Kim)

[정회원]



- 2009년 2월 : 한밭대학교 컴퓨터 공학과(공학박사)
- 2012년 ~ 2015년 : 경남대학교 컴퓨터공학과 교수
- 2020년 3월 ~ 현재 : 서원대학교 컴퓨터공학과 교수

■ E-Mail : bhkim@seowon.ac.kr

〈관심분야〉

데이터사이언스, 딥러닝, 생체신호분석, IoT응용서비스