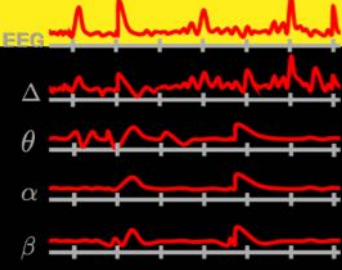
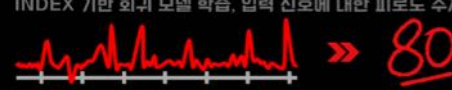


【서식 3-2】 캡스톤디자인 과제 수행 결과보고서 (* 학생 작성)_ 개인용

기업연계형 캡스톤 디자인 교과목 과제 수행 결과보고서					
과제 유형	■ 기업연계기반				
과제명	EEG 기반 피로도 정량화				
팀명	허은슬				
수강 교과목명	캡스톤디자인 I		교과목 학수번호	DCCS451	
교과목 담당교수	소 속	컴퓨터융합소프트웨어 학과	성 명	서민석	
	E - mail	mins@korea.ac.kr	교내전화	044-860-1379	
지도교수	소 속	컴퓨터융합소프트웨어 학과	성 명	한창희	
	E - mail	changheehan@korea.ac.kr	교내전화	044-860-1346	
산업체 참여 인력(PM)	소 속	현대자동차	성 명	차호승	
	E - mail	hscha@hyundai.com			
산업체 역할 (자문내용)					
구분	성명	학과	학년	학번	E - mail
참여 학생	허은슬	컴퓨터융합소프트웨어 학과 (이중전공)	4	2022271336	jnnedarc@korea.ac.kr
<p>위와 같이 규정에 의해 과제를 완료하였음을 결과보고서로 제출합니다.</p> <p>2025. 05. 19.</p> <p>지도교수: 한창희 (인 또는 서명)</p> <p>대표학생: 허은슬 (인 또는 서명)</p>					
<p>고려대학교 세종 SW중심대학사업단 귀하</p>					

<p>작품과제명</p>	<p>EEG 기반 피로도 정량화</p>
<p>과제 개요</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과제 선정 배경 현대 사회에서 피로는 신체적, 정신적 건강을 전반적으로 저해하는 주요 요인으로 작용한다. 특히 개인의 일상적인 학습 능력과 업무 집중도를 저하시키는 직접적인 영향을 미치기도 한다. 무엇보다 피로에 의해 유발되는 졸음은 인지 능력의 저하 및 반응 속도의 감소로 이어져, 운전 및 산업 현장 등의 다양한 상황에서 사고의 주요 요인이 된다. 이로 인해 피로를 사전에 감지하는 기술의 필요성이 점차 증가하고 있고, 이를 기반으로 한 피로도 측정 시스템이 활발히 이루어지고 있다. 이러한 배경에서 뇌파(EEG)와 같은 생체 신호를 활용해 보다 객관적인 피로도를 측정하고, 이를 수치화하여 나타내는 과제를 구상하게 되었다. ○ 과제의 필요성 피로는 개인의 주관적 인식에 크게 의존하기 때문에 외부에서 객관적으로 판단하거나 수치로 표현하는데에 어려움이 존재한다. 기존에는 자가 보고 설문이나 이미지, 데이터나 생리적 신호 데이터를 기반으로 한 이진 분류 (피로함/피로하지 않음) 방식이 주로 사용되었다. 하지만 해당 방식은 주관적이거나 경계 상황에서 신뢰도가 떨어질 수 있다. 따라서 단순 이진 분류를 넘어 뇌파 신호를 기반으로 수치화된 피로도 값을 산출함으로써 사용자가 자신의 상태를 보다 명확하게 인지할 수 있고, 자발적으로 위험 상황을 피할 수 있도록 돕는 기술이 필요하다. 특히 연속적인 수치 (0~100점) 표현으로 개개인 맞춤형 피드백 시스템을 설계할 수 있다.
<p>과제 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과제 구성 <ul style="list-style-type: none"> - Preprocessing (신호 전처리) : EEG 데이터에 대해 bandpass filtering과 sub-band 분할(alpha, beta, theta, delta, gamma)을 수행한 후, 각 채널별 시계열 신호를 sliding window 방식으로 구분하여 분석 가능한 단위로 구성한다. - Feature Extraction (특징 추출) : 각 채널의 sub-band 신호에 대해 다음의 3가지 feature 추출 방법을 적용한다. <ol style="list-style-type: none"> 1. AR(Autoregressive) 모델: 차수 5 (AR 5)의 계수값을 특징으로 사용 2. PSD(Power Spectral Density): 각 밴드의 파워 값을 계산하여 특징값 구성 3. DE(Differential Entropy): 로그 파워 기반 신호 복잡도 계산 - Feature Modeling (회귀 기반 피로도 수치화) : $\theta_{Fz} + \alpha_{Fz} / \beta_{Oz}$ 형태의 수식을 통해 각 EEG 구간의 피로도 수치(fatigue index)를 계산하고, Least Squares Fitting으로 피팅된 수치값을 회귀 타겟(y값)으로 설정한다. 이후 Random Forest Regressor 등 회귀 모델을 학습시켜, EEG 만으로도 피로도 점수를 예측할 수 있도록 한다.

	<p>○ 과제 주요 특징</p> <ul style="list-style-type: none"> - 피로도를 정량적으로 표현하는 회귀 모델 : EEG 신호에서 피로 여부만 구분하는 이진 분류 모델이 아닌 회귀 모델(Random Forest Regressor)을 사용하여 EEG 상태를 연속적인 피로 점수로 환산할 수 있는 직관적인 시스템을 구현함. 해당 방법은 실시간 모니터링이나 상태 변화 추적에 용이함. - 유연한 데이터 구조 설계 : 피로도에 대한 정확한 라벨이 없는 EEG 데이터셋에서도 학습이 가능하도록 시간 기반 점수화 또는 클러스터링 기반 라벨링을 활용해 정량적인 피로도 수치를 생성함. 이러한 방식은 다양한 상황 및 데이터셋에 적용할 수 있는 범용성을 가짐.
<p>결과물의 활용방안 및 기대효과</p>	<p>이 모델은 생리적 신호를 기반으로 피로도를 정량화할 수 있다는 점에서, 다양한 분야로 확장 가능한 높은 응용 가능성을 지닌다.</p> <p>학습된 회귀 모델은 EEG 데이터만 입력되면 피로도 점수를 자동으로 예측할 수 있어, 운전 중 피로 감지, 근무 중 주의력 저하 탐지, 학습 중 집중도 모니터링 등 다양한 환경에서 실시간 적용이 가능하다.</p> <p>이를 바탕으로, 헤어밴드 형태의 웨어러블 디바이스에 모델을 탑재해 제품화할 수 있으며, 더 나아가 사용자의 상태를 인식하고 행동 변화를 유도하는 개인 맞춤형 피드백 애플리케이션으로도 발전할 수 있는 가능성을 제시한다.</p>

수행 방법	과제 참여 내용(역할)
	프로젝트 수행
결과물	<div style="background-color: #ffff00; padding: 10px;"> <p style="text-align: right;">한창희 교수님 2022271336 허은솔</p> <h1 style="text-align: center;">EEG 기반 피로도 정량화</h1> <h2>BACKGROUND</h2> <p>피로란 무엇인가? 신체적·정신적 건강을 위협하는 주요 요인으로 일상 생활 전반에 부정적 영향을 미침. 피로에 의해 발생하는 다양한 사고를 사전에 방지하기 위한 기술이 필요</p> <p>피로도 측정 피로는 주관적 인식에 의존하기 때문에 객관적인 피로 측정 기술이 요구됨. 뇌파(EEG)와 같은 생체 신호를 활용하여 피로도 수치화</p> <h2>METHODOLOGY</h2> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>SUB-BAND FILTERING EEG 데이터 주파수 기준 밴드 분리</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p>FEATURE EXTRACTION 각 SUB-BAND 별로 FEATURE 추출 및 압축</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>AR (AUTO-REGRESSION) PSD (POWER SPECTRAL DENSITY) DE (DIFFERENTIAL ENTROPY) → PCA (PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS)</p> </div> </div> </div> <p>FATIGUE INDEX FEATURE값을 수식에 대입하여 피로도 수치 표현</p> $Fatigue = \frac{\theta + \alpha}{\beta}$ <p>REGRESSION MODEL & SCORING INDEX 기반 회귀 모델 학습, 입력 신호에 대한 피로도 수치화</p>  </div> <div style="background-color: #000000; color: #ffff00; padding: 10px;"> <h2>APPLICATIONS</h2> <p>EEG 데이터 입력만으로 피로도 점수 예측 가능</p> <ul style="list-style-type: none"> → 운전 중 피로 감지, 근무 중 주의력 저하, 학습 중 집중도 모니터링 등 → 웨어러블 디바이스 모델에 탑재, 개인 맞춤형 피드백 어플리케이션 응용 </div>