

SVM 기반의 생체 신호 분석을 통한 운전자 졸음 감지 시스템

졸음 상태와 생체 신호 변화에 대한 연구

뇌파 데이터를 수집하기 위해 Nerusky사의 Mindwave Mobile 헤드셋을 사용, 20대 남자 대학생 4명을 대상으로 데이터를 수집했다.
수집한 데이터를 분석해 본 결과, 피험자가 졸린 상태 혹은 수면 상태로 돌입 시 특정 구간에서 생체신호 데이터의 밀도가 낮아지는 경향을 발견할 수 있었다.
이를 통해 다음과 같은 변수를 새롭게 구성하여 졸음 상태 판별을 위한 입력 데이터로 사용했다.

- ✓ 최근 60초 동안 눈을 깜빡인 횟수
- ✓ 최근 60초 동안 눈깜빡임 강도가 50을 초과한 횟수
- ✓ 최근 60초 동안 Eeg raw value가 -500 미만인 횟수
- ✓ 최근 60초 동안 AlphaLow 값이 1.677e+007을 초과한 횟수
- ✓ 최근 60초 동안 AlphaHigh 값이 1e+005 초과 2e+005 미만인 횟수
- ✓ 최근 60초 동안 BetaLow 값이 1.674e+007을 초과한 횟수
- ✓ 최근 60초 동안 Theta 값이 1e+005 초과 5e+005 미만인 횟수

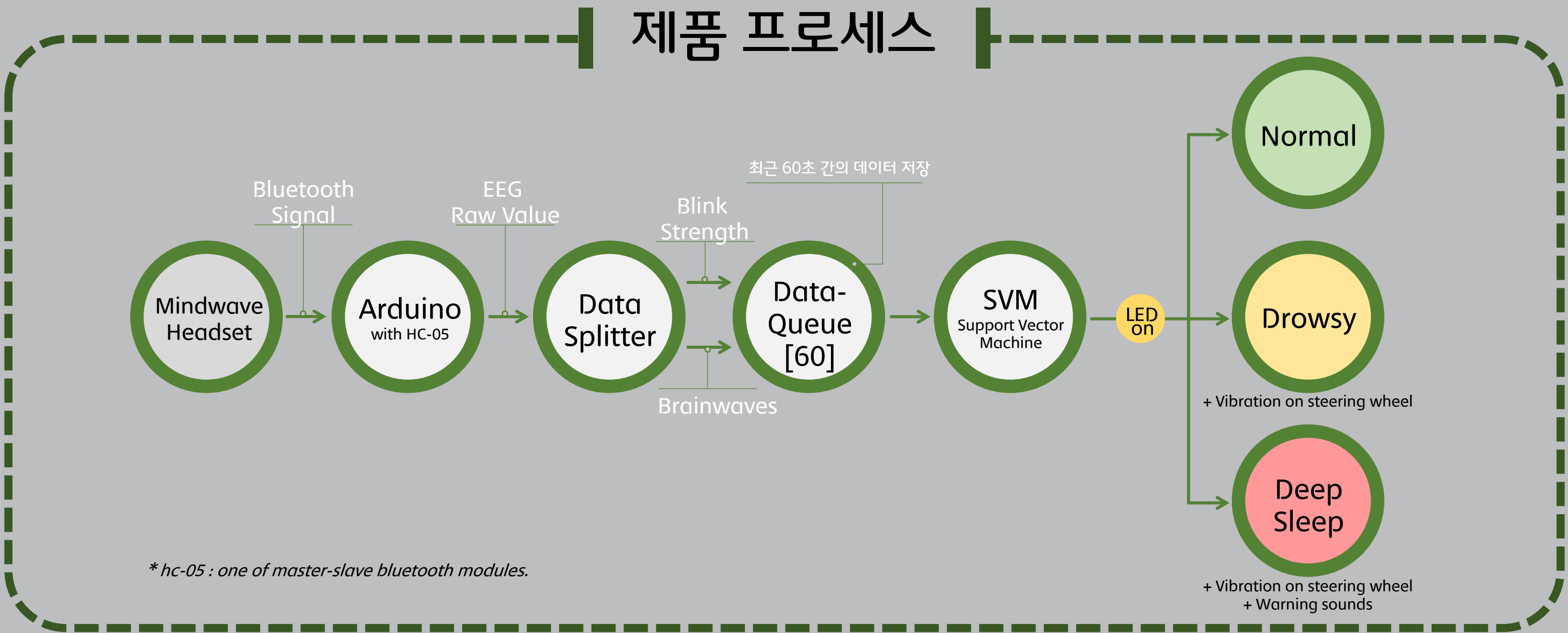
SVM(Support Vector Machine) 소개

졸음 상태 판별을 위해 다차원 데이터의 분류에 사용되는 기계학습 알고리즘인 SVM을 사용했다.
SVM은 다음과 같은 목적함수를 가지는 Large margin classifier이다.

$$\min_{w,b,\zeta} \frac{1}{2} w^T w + C \sum_{i=1}^l \zeta_i$$

subject to $y_i(w^T \phi(x_i) + b) \geq 1 - \zeta_i, \zeta_i \geq 0$

본래 SVM은 선형 분류 알고리즘이지만, 커널 트릭(Kernel trick)을 통해 고차원상에 데이터를 표현하는 방식으로 비선형 분류에도 자주 사용된다.
커널로는 각 점에서의 거리를 계산하는 RBF 커널(혹은 Gaussian 커널)과 polynomial 커널 등이 자주 사용된다.
본 연구에서도 비선형 분류를 목적으로 RBF 커널을 사용하여 운전자의 최근 60초 동안의 데이터를 기준으로 1초 간격으로 운전자의 졸음 상태를 판별할 수 있도록 설계하였다.



실제 시행 결과

정상/졸린 상태/잠든 상태를 구분하는 multi-class SVM을 10번 시행했으며
10번 시행의 평균으로 다음과 같은 정확도 지표들을 확인했다.
(매 시행마다 Train/Validation/Test Set을 Random하게 섞어 시행)

- ✓ 졸린 상태 (F1 score, Precision, Recall) = (94.7%, 95.5%, 93.9%)
- ✓ 잠든 상태 (F1 score, Precision, Recall) = (99.2%, 99.0%, 99.5%)
- *Overall Accuracy = 97.8%

$$Accuracy = \frac{N(Examples\ that\ were\ correctly\ classified)}{N(Examples)}$$
$$Recall = \frac{N(Examples\ correctly\ classified\ as\ Drowsy)}{N(Examples\ that\ were\ actually\ Drowsy)}$$
$$Precision = \frac{N(Examples\ that\ were\ actually\ Drowsy)}{N(Examples\ classified\ as\ Drowsy)}$$
$$F1\ score = \frac{2 * Precision * Recall}{Precision + Recall}$$

기대효과

운전자의 졸음 상태를 뇌파 변화 관찰을 통해 감지할 수 있기 때문에
운전자가 인지하지 못한 채 수면에 빠지는 상황을 예방하여
졸음 운전으로 인한 사고를 감소시키는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.