

EEG 기반 BCI 시스템을 위한 2단계 최적 특성 선택 기법

오승현, 이유리, 김형남
부산대학교 전자전기컴퓨터공학과
e-mail : ohsh88@pusan.ac.kr, leeyuri@pusan.ac.kr, hnkim@pusan.ac.kr

2-stage optimum feature selection method for BCI systems based on EEG

Seung-Hyeon Oh, Yu-Ri Lee, Hyoung-Nam Kim
Department of Electrical & Computer Engineering
Pusan National University

Abstract

When processing EEG signals, it is important to select relevant feature subset. The well-chosen feature can prevent an over-fitting problem and improve classification accuracy. To select optimum signal feature subset, We propose a 2-stage selection method. The method is shown to be more efficient than the wrapper method in terms of computational complexity and classification accuracy.

I. 서론

뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain-Computer Interface, BCI)란 인간의 두뇌활동에 의해 나타나는 신호를 이용하여 컴퓨터 또는 기계장치를 제어하는 시스템을 말한다. 뇌전도(Electro-encephalography, EEG)는 BCI 시스템 중 하나로 뇌에서 발생하는 전기적 신호를 이용하며 다른 BCI 시스템에 비해 간편한 사용성과 안전성을 가져 널리 쓰이고 있다[1]. EEG 신호는 자극에 따른 신호의 특성이 뇌의 영역별로 관장하는 기능에 따라 다르고, 신호의 주파수 특성과 시간적 특성 또한 다르게 나타난다. 그러므로 EEG 신호를 처리하는 과정에서는 공간, 주파수, 시간 특성을 모두 고려해야 한다. 또한, EEG 신호는 피실험자에 따라 자극에 대한 반응으로 극대화되는 공간, 주파수, 시간 특성이 미세하게 다르므로, 최적의 성능을 얻기 위해서는 피실험자에 따라 알맞은 신호 특성을 선택해야 한다[2]. 특성 선택 기법은 크게 두 가지로 분류할 수 있는데, filter 기법과 wrapper 기법으로 나눌 수 있다. 본 논문에서는 두 종류의 특성 선택 기법에 대해 소개하고, 효율적인 EEG 기반 BCI 시스템을 위해 두 종류의 선택

기법을 동시에 활용하는 2단계 최적 특성 선택 기법을 제안하고 이를 분석한다.

II. 특성선택 알고리즘

2.1 Filter 기법

Filter 기법은 특성집합들의 통계적인 수치를 이용하여 각 특성의 적절성을 구분한다. Filter 방식은 상대적으로 처리 시간이 빠르지만, 학습적 알고리즘과는 독립적인 성격을 띠고 있기 때문에 최고의 분류 성능을 기대하기 어렵다. 다만 각각 특성이 어느 정도의 영향력 또는 적절성을 갖는지 도움을 줄 수 있다.

2.2 Wrapper 기법

Wrapper 기법은 모든 특성 집합들이 학습과정을 거치게 되므로, 선택된 특성 집합은 정확도 측면에서 filter 기법보다 더 좋은 성능을 나타낸다. 하지만 모든 특성 집합들은 직접 학습과정을 거치며 선택되기 때문에, 상대적으로 연산 시간이 오래 걸린다.

2.3 제안하는 2단계 최적 특성 선택 기법

Filter 기법과 wrapper 기법은 서로의 장·단점이 상호 보완적인 특징을 갖고 있다. 이를 이용하여, 두 가지 기법을 혼합하여 적용시킨 2단계 최적 특성 선택 기법을 제안한다. 먼저 전체 특성 집합에서 filter 기법을 이용하여 1차적으로 특성 집합의 개수를 임의의 수준만큼 줄인다. 그리고 filter 기법에 의해 줄어든 특성 집합 안에서 wrapper 기법을 이용하여 최고 정확도를 갖는 특성 집합을 선택한다. Filter 기법을 이용하여 wrapper 단계에서 학습할 특성 집합 개수를 대폭 줄여 특성 선택 과정에서 발생하는 많은 연산량을 줄일 수 있다. 또한 최종적으로 선택된 특성 집합은 wrapper 기법에 의해 선택되므로 최고 정확도를 가지는 특성

표 1. 특성 선택 기법별 분류 오류율

피실험자 \ 선택기법	Filter 기법	Wrapper 기법	제한한 기법
S1	0.1937	0.1625	0.1625
S2	0.3837	0.3637	0.3637
S3	0.3937	0.3437	0.3437
S4	0.0187	0.0125	0.0125
S5	0.1825	0.1362	0.1362
S6	0.1575	0.1437	0.1437
S7	0.2750	0.2125	0.2125
S8	0.1375	0.1362	0.1362
S9	0.1400	0.1375	0.1375

집합을 선택할 수 있다.

III. 실험결과

3.1 실험데이터

본 논문에서는 모의실험을 위한 데이터는 BCI Competition(IV) 2008 Graz set[3]을 이용하였다. 0.5~100Hz 대역통과 필터와 60Hz 노치필터를 사용하였고, 전극은 10-20 국제 전극 배치법을 기준으로 C3, C4, Cz를 이용하였다. 실험 1회당 총 8초의 시간으로 구성되어 있고, 피실험자는 3초 시점부터 4~5초간 명령 신호에 따라 오른손 또는 왼손 움직임 상상을 수행하여 신호를 획득한다.

3.2 실험결과

본 실험에서는 filter 기법으로 Fisher ratio[4]를 사용하였고, wrapper 기법에서는 유전알고리즘[5]을 이용하여 특성 선택 모의실험을 수행하였다. 먼저 Fisher ratio를 이용하여 특성 집합 수를 1200개에서 200개로 줄인다. 그리고 2단계에서 줄여진 200개의 특성집합을 이용하여 유전알고리즘을 활용한 wrapper 기법을 수행한다. 표 1 에서 각각 filter기법, wrapper기법, 제한한 2단계 혼합 선택법에 대한 분류 오류율을 나타내었다. Filter 기법만을 사용했을 때는 나머지 두 가지 기법과 비교했을 때, 최고 정확도가 나오지 않았다. 그리고 그림 1과 그림 2에서 wrapper 기법만을 적용했을 때와 2 단계 선택법을 적용 했을 때의 탐색 반복연산 횟수는 약 6배 차이가 나타나는 것을 확인할 수 있다.

IV. 결론

많은 수의 신호특성이 존재하는 EEG 신호에서 효율적인 연산과 최적의 정확도 성능을 얻기 위해서 적절한 신호특성 선택법이 적용되어야 한다. 이를 위해 각각의 단점을 보완한 2단계 혼합선택 알고리즘을 제안하였다. 이를 통해 최고 분류정확도를 얻으면서도 기존 wrapper 기법의 단점인 긴 연산시간에 대한 문제를

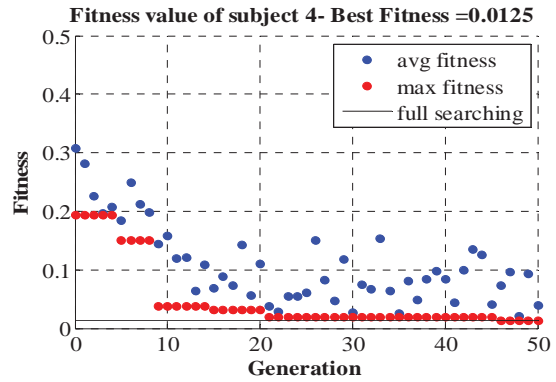


그림 1. wrapper 기법인 유전알고리즘만을 이용했을 때 연산결과

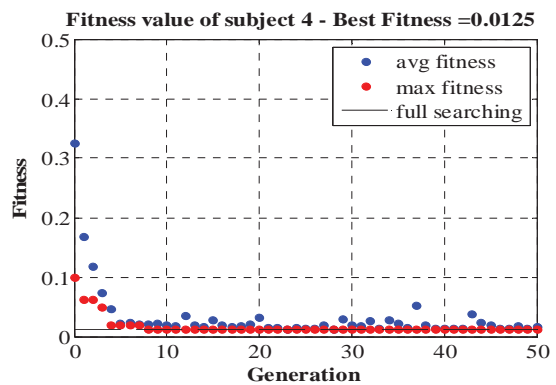


그림 2. 2단계 최적 특성 선택 기법을 적용했을 때, wrapper 단계인 유전알고리즘 연산 결과

해결할 수 있는 단초를 제공하였다.

참고문헌

- [1] Ansari-Asl, et al. "Time-frequency characterization of interdependencies in nonstationary signals: application to epileptic EEG," Biomedical Engineering, IEEE Transactions on, vol.52, no.7, pp.1218-1226, 2005.
- [2] A. Schlögl, et al. "Subject specific EEG patterns during motor imaginary," Proc. 19th Annual Int. Conf. of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, vol.4, Chicago, IL, 1997.
- [3] M. Tangermann, et al. "Review of the BCI Competition IV," Front Neurosci., 2012.
- [4] P. Swati, et al. "Feature selection strategy for classification of single-trial EEG elicited by motor imagery," in Proc. 14th International IEEE Symposium on WPMC, 2011.
- [5] B. Dal Seno, et al. "A genetic algorithm for automatic feature extraction in P300 detection," IJCNN 2008, pp. 3145-3152, 2008.