

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Wydział Informatyki

Mgr inż. Krzysztof Michał Lorenz

**Metoda selekcji cech wykorzystująca paradygmat algorytmu genetycznego  
dostosowana do specyficznych charakterystyk interfejsów mózg komputer**

Praca doktorska z dziedziny: Nauki techniczne, dyscyplina: Informatyka,  
napisana pod kierunkiem dr hab. Izabeli Rejer, prof. ZUT

Celem rozprawy było opracowanie metody selekcji cech opartej na algorytmach genetycznych dostosowanej do specyficznych charakterystyk interfejsów mózg komputer, to jest do konieczności zachowania informacji o pierwotnej lokalizacji cechy oraz ograniczenia przestrzeni cech do jedynie kilku-kilkunastu istotnych cech.

Opracowanie nowego algorytmu okazało się dużym wyzwaniem badawczym, ponieważ fale mózgowe występujące u poszczególnych użytkowników interfejsu mózg-komputer są specyficzne, zatem niezbędne jest ekstrakowanie bardzo dużej liczby nadmiarowych cech. Spośród nich wybierane są jedynie te cechy, które dla danego użytkownika wykazują najwyższą zdolność dyskryminacyjną. Dlatego liczba cech ekstrahowanych z sygnału EEG na etapie estymacji parametrów klasyfikatora stanowiącego rdzeń interfejsu może być liczona w setkach, a nawet w tysiącach. Jednakże z drugiej strony, aby interfejs mógł działać w trybie zbliżonym do rzeczywistego, konieczne jest jak największe ograniczenie liczby cech, które trzeba ekstrahować z sygnału przy generowaniu każdej kolejnej instrukcji sterującej. Kolejnym problemem jest to, że z uwagi na wspomnianą powyżej wysoką specyficzność fal mózgowych, zbiór danych gromadzonych w trakcie sesji trenującej (na podstawie którego estymowane są następnie parametry klasyfikatora) wymaga najczęściej przeprowadzenia sesji z każdym z użytkowników z osobna. To powoduje, że zbiór danych dostępnych dla procesu kalibracji interfejsu jest z reguły niewielki i wynosi najczęściej od 100 do 200 rekordów, co jest bardzo niewielką liczbą w porównaniu z tysiącami cech możliwych do ekstrakcji z sygnału EEG. W związku z tym selekcja kilku-kilkunastu cech o najwyższych zdolnościach dyskryminacyjnych jest niezmiernie ważnym, a jednocześnie trudnym do przeprowadzenia, etapem w budowie interfejsu opartego na wyobrażeniu ruchu.

Przedłożona rozprawa doktorska stanowi próbę rozwiązania postawionego problemu badawczego. Została w niej opracowana metoda selekcji cech, pozwalająca na uzyskanie zbioru cech o wyższych lub porównywalnych zdolnościach dyskryminacyjnych, mierzonych precyzją klasyfikacji wzorców aktywności mózgowej, oraz o mniejszej liczbie cech, aniżeli wybrane metody referencyjne.

Rozprawa doktorska składa się z sześciu rozdziałów. Rozdział pierwszy wprowadza w tematykę interfejsu mózg–komputer, obszary jego zastosowań oraz omawia podstawową strukturę interfejsu. Rozdział drugi opisuje procesy optymalizacji, stochastyczne oraz deterministyczne metody optymalizacji oraz optymalizację wielokryterialną. Rozdział trzeci jest poświęcony procesowi selekcji cech oraz klasycznym metodom wykorzystywanym w tym procesie. Czwarty rozdział zawiera opis oraz schemat klasycznego algorytmu genetycznego, a także definicje podstawowych pojęć z nim związanych. W rozdziale piątym przedstawiono nowy algorytm genetyczny z agresywną mutacją i malejącą liczbą cech GAAMmf (ang. *Genetic Algorithm with Aggressive Mutation and minimum Feature*) na tle innych algorytmów genetycznych wykorzystywanych w procesie selekcji cech. Algorytm GAAMmf jest wkładem autora niniejszej rozprawy i umożliwia dwukryterialną optymalizację, wykorzystującą kryterium maksymalizacji dokładności klasyfikacji oraz kryterium minimalizacji liczby cech kodowanych w osobniku. W rozdziale szóstym przedstawione zostały badania empiryczne przeprowadzone na rzeczywistych zbiorach danych, które potwierdziły skuteczność algorytmu oraz przewagę nowego algorytmu GAAMmf w porównaniu do wybranych algorytmów selekcji cech stosowanych obecnie.

Cel rozprawy, którym było *opracowanie metody selekcji cech opartej na algorytmach genetycznych dostosowanej do specyficznych charakterystyk interfejsów mózg komputer, to jest do konieczności zachowania informacji o pierwotnej lokalizacji cechy oraz ograniczenia przestrzeni cech do jedynie kilku-kilkunastu istotnych cech* został osiągnięty, a teza rozprawy mówiąca, że *opracowana metoda selekcji cech pozwoli na uzyskanie zbioru cech o wyższych lub porównywalnych zdolnościach dyskryminacyjnych, mierzonych precyzją klasyfikacji wzorców aktywności mózgowej, oraz o mniejszej liczbie cech, aniżeli metody referencyjne* została udowodniona.

Szczecin, dnia 28.06.2023 r.

  
mgr inż. Krzysztof Lorenz