

NIESTANDARDOWE TECHNIKI PRZETWARZANIA SYGNAŁÓW BIOLOGICZNYCH

Augustyniak Piotr, Grabska-Chrzastowska Joanna, Izworski Andrzej

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Katedra Automatyki

30-059 Kraków, al. Mickiewicza 30

Olbrzymia ilość mikroprocesorów wbudowanych w nowoczesny sprzęt medyczny oraz ciągle wzrastająca moc obliczeniowa tych procesorów, powodują wzrost zainteresowania przetwarzaniem rejestrowanych sygnałów biologicznych. Wśród metod przetwarzania sygnałów wyróżnić można rozwijający się bardzo szybko obszar obejmujący niestandardowe techniki przetwarzania sygnałów biomedycznych oferujące nowe możliwości wspomagania diagnostyki i terapii. Wydaje się że najbardziej obiecujące z takich technik to:

- ◆ metody przetwarzania i rozpoznawania obrazów (image processing and pattern recognition),
- ◆ sieci neuronowe (neural networks),
- ◆ czasowo-częstotliwościowe metody filtracji jak np. falkowe transformacje jedno i dwuwymiarowych sygnałów (wavelet transforms).

Sieci neuronowe wykorzystywane mogą być wszędzie tam, gdzie nie można podać ścisłych algorytmów przetwarzania sygnałów, natomiast dostępnych jest szereg przykładów, które mogą służyć jako zbiór uczący dla sieci. Przykładowo, w automatycznej diagnostyce medycznej efektywne wykorzystanie dostępnych danych często wymaga ich wstępnej obróbki. Klasyczne metody takiego preprocessingu odwołują się do statystyki, co pozwala eliminować zakłócenia o charakterze losowym, lecz nie daje żadnych podstaw do eliminacji celowych przekłamań lub błędów systematycznych. Klasyczna statystyka nie daje też podstaw do uzupełnienia danych niekompletnych, co sieci neuronowe robią szczególnie łatwo. W związku z tym coraz częściej wykorzystuje się techniki sieci neuronowych jako filtry danych medycznych a następnie jako narzędzie do klasyfikowania i rozpoznawania tych danych [3].

Metody przetwarzania i rozpoznawania obrazów znajdują również coraz szersze zastosowanie w diagnostyce medycznej. Dzięki rozwojowi technik ultrasonograficznych możliwe stało się użycie obrazów medycznych w procesie diagnostycznym, jednak zła jakość tych obrazów po przetworzeniu analogowo-cyfrowym powoduje, że konieczne jest zastosowanie różnych niekonwencjonalnych metod przetwarzania celem umożliwienia ich identyfikacji. Przykładowo w Katedrze Automatyki AGH prowadzone są badania nad algorytmami umożliwiającymi wydzielenie z obrazu USG trzustki pacjenta [2], co umożliwia automatyczną diagnozę stanu tego organu na podstawie jego kształtu.

Filtracja czasowo-częstotliwościowa biopotencjałów o charakterystykach dobieranych adaptacyjnie jest metodą nową i obiecującą, ale zarazem taką, której możliwości nie zostały jeszcze w pełni poznane. Jako przykład rozpatrzone zostanie przetwarzanie sygnału elektronystagmograficznego. Filtracja sygnału w dziedzinie częstotliwości - jakkolwiek poprawia jego odporność na zakłócenia - prowadzi do zniekształceń sygnału, co w konsekwencji powoduje znaczne niedokładności obliczanych parametrów diagnostycznych. Zaproponowano zatem podejście polegające na wydzieleniu z sygnału fragmentów niezakłóconych (co nazwano "rozpoznawaniem"), a następnie przyjmowaniu ich za podstawę obliczania parametrów diagnostycznych [1]. Jakkolwiek zaletą tej metody było przetwarzanie sygnału nie filtrowanego, powstała inna niedogodność, polegająca na niemożności obliczania parametrów o charakterze globalnym np. pozycji skumulowanych faz oczopląsu. Zauważywszy, że proces "rozpoznawania" jest w istocie rodzajem czasowej filtracji sygnału, podjęto próbę poprawy parametrów diagnostycznych oczopląsu przy zastosowaniu filtracji sygnału w dziedzinie czasowo-częstotliwościowej. Filtracja sygnału w dziedzinie czasowo-częstotliwościowej o charakterystykach dobieranych adaptacyjnie stwarzała nadzieję na połączenie zalet, a zarazem wyeliminowanie wad, obu znanych wcześniej metod. Kolejnym etapem prac było przeprowadzenie serii eksperymentów numerycznych i interpretacja uzyskanych wyników. Interpretacji wyników dokonano na drodze szczegółowej analizy parametrów diagnostycznych (uzyskiwanych po filtracji sygnału) oraz przez porównywanie parametrów otrzymanych z użyciem testowanych metod filtracji z parametrami otrzymanymi w wyniku analizy sygnałów filtrowanych częstotliwościowo i sygnałów nie filtrowanych. W wyniku otrzymanych rezultatów stwierdzono poprawę jakości obliczanych parametrów diagnostycznych zarówno dla sygnałów modelowych jak i rzeczywistych.

Transformacje falkowe są również używane do rozróżniania w sygnale EEG grup sygnałów zawierających iglice (spikes). Eksperymenty wykonano na zbiorze rekordów EEG (16 kanałów/500Hz) przy użyciu programu Matlab w wersji 4.2.

Z uwagi na założoną objętość komunikatu rysunki ilustrujące omawiane powyżej przykłady stosowania niestandardowych technik przetwarzania sygnałów oraz szczegółowe rezultaty przedstawione zostaną w trakcie prezentacji.

LITERATURA

1. Augustyniak P.: „An Improved Method of Nystagnus Segmentation Using Adaptive Modification of Time-Frequency Signal representation”. Summer School on Wavelets Zakopane 31.08-4.09.96.
2. Mikrut Z., Bubliski Z., Popiela-Mizera A., Grzesik S., Zajac A. : „A dedicated algorithm for object identification in medical images. Image Processing & Communication, vol.1, no.1, pp.43-58, 1995.
3. Tadeusiewicz R.: „Sieci neuronowe”. Akademicka Oficyna Wydawnicza, Warszawa 1993.