

Tomasz PRACZYK¹

UŻYCIE SIECI KOHONENA DO IDENTYFIKACJI RADIOSTACJI OKRĘTOWYCH

Sieci neuronowe są narzędziem o wielu różnych zastosowaniach. Wykorzystuje się je w zadaniach aproksymacji, sterowania, kompresji oraz identyfikacji. Identyfikacja obiektów może być realizowana przez wiele różnych sieci neuronowych. Jedną z nich jest sieć Kohonena. Jest to sieć ucząca się poprzez samoorganizację neuronów i jej głównym zastosowaniem jest klasteryzacja oraz kompresja danych. Innym zastosowaniem sieci Kohonena jest identyfikacja. Wykorzystanie tej sieci do identyfikacji obiektów wiąże się z koniecznością użycia specjalizowanych algorytmów uczenia. Jednym z takich algorytmów jest algorytm adaptacyjnego kwantowania wektorowego. Aby sprawdzić efektywność sieci Kohonena trenowanej wspomnianym algorytmem przeprowadzono szereg badań w trakcie których zadaniem sieci była identyfikacja radiostacji okrętowych. Wyniki badań zostały przedstawione na końcu artykułu.

USING KOHONEN NEURAL NETWORK TO IDENTIFY WARSHIP RADIO-STATIONS

Artificial Neural Networks constitute a sub-domain of artificial intelligence that is broadly used to solve various problems in different fields (e.g. identification, function approximation, optimization, image compression, associative memories, robot control problems etc.). The identification can be performed by means of many different neural networks. One of them is self-organizing Kohonen neural network. Even though the main application area of the network mentioned is clusterization and image compression there also exist learning algorithms which make it possible to prepare the network to identification tasks. One of such algorithms is adaptive vector quantization algorithm (AVQ). In order to test effectiveness of Kohonen network trained with the AVQ a number of experiments were carried out. In the experiments, the task of the network was to identify ship radio stations. Results of the experiments are presented at the end of the paper.

1. WSTĘP

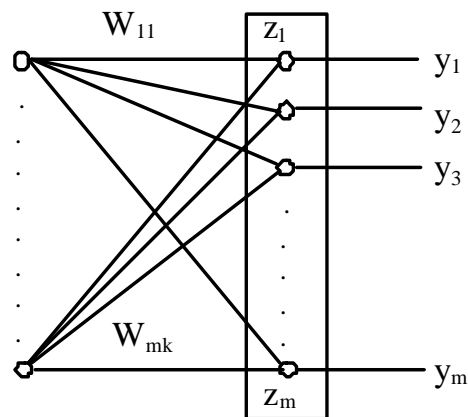
Klasyczna sieć Kohonena jest siecią samoorganizującą kojarzoną najczęściej z zadaniami grupowania danych (klasteryzacji). Istnieje również algorytm uczenia sieci

¹Akademia Marynarki Wojennej, Wydział Nawigacji i Hydrografii Morskiej, 81-103 Gdynia; ul. Śmidowicza 69
Tel: +48 58 6262703 E-mail: t.praczyk@amw.gdynia.pl

Kohonena, który pozwala na jej użycie w zadaniach identyfikacji obiektów. Jest to algorytm adaptacyjnego kwantowania wektorowego. Różnica w działaniu pomiędzy klasycznym algorytmem samoorganizującym a algorytmem adaptacyjnego kwantowania wektorowego polega na wyborze neuronu(neuronów) do adaptacji. W klasycznym algorytmie decydowała o tym informacja o podobieństwie wektora wag danego neuronu do wektora wejściowego sieci Kohonena. Algorytm adaptacyjnego kwantowania wektorowego postępuje w odmienny sposób. Wielkość i kierunek zmian wektora wag neuronu zależy jedynie od tożsamości neuronu, od tożsamości wektora wejściowego oraz jak poprzednio od stopnia podobieństwa pomiędzy oboma wektorami. Artykuł prezentuje zastosowanie sieci Kohonena uczonej algorytmem adaptacyjnego kwantowania wektorowego do identyfikacji źródeł sygnałów radiowych o częstotliwości z zakresu fal krótkich (1,6 – 30 MHz). Identyfikowane sygnały pochodzące z radiostacji okrętowych podlegały dodatkowo przekształceniom związanym z procesem utajniania: manipulacji fazy oraz manipulacji częstotliwości.

2. DZIAŁANIE SIECI KOHONENA

Sieci konkurencyjne stanowią zwykle pojedynczą warstwę neuronów, przy czym ilość wejść każdego z nich równa jest długości wektora wejściowego.



Rys.1. Sieć Kohonena o k wejściach i m wyjściach

Zasada działania takich sieci polega na pobudzeniu tylko jednego neuronu - najbliższego w sensie wybranej metryki, prezentowanemu wzorcowi. Tak więc na wyjściu sieci zawsze tylko jeden neuron może być w stanie aktywnym. Taka sieć dzieli przestrzeń wejściową na tyle obszarów ile posiada neuronów. Obszar przynależny danemu neuronowi można zdefiniować jako zbiór tych punktów przestrzeni wejściowej, które są bliższe wektorowi wag danego neuronu niż wektorom wag pozostałych neuronów sieci [2].

$$A_{w_i} = \{ \mathbf{x}: \rho(\mathbf{x}, \mathbf{w}_i) < \rho(\mathbf{x}, \mathbf{w}_j), i \neq j, i, j = 1, 2, \dots, n \} \quad (1)$$

gdzie ρ jest odległością mierzoną dla wybranej metryki natomiast n jest ilością neuronów wyjściowych sieci Kohonena.

3. ALGORYTM ADAPTACYJNEGO KWANTOWANIA WEKTOROWEGO

Metodą umożliwiającą użycie sieci konkurencyjnych jako narzędzia identyfikacji jest algorytm adaptacyjnego kwantowania wektorowego zdefiniowany przez Kohonena w 1986 r. Polega on na przybliżaniu lub oddalaniu wektora wag zwycięskiego neuronu od prezentowanego wektora wejściowego, w zależności od tego czy neuron ten odpowiedzialny jest za identyfikację klasy obiektów, do której należy wektor wejściowy. Szczegółowo przebiega to w następujący sposób. Kolejny wektor ze zbioru wejściowego jest porównywany z wektorami wag sieci. Jeśli klasa, do której jest przynależny wektor \mathbf{x} jest zgodna z klasą zwycięskiego neuronu to wektor wag tego neuronu \mathbf{W}_C jest przesuwany w stronę \mathbf{x} , w przeciwnym przypadku - odsuwany od niego. Oznaczając przez \mathbf{W}_{C_j} ($j = 1, 2, \dots, n$) zbiór punktów centralnych a przez \mathbf{x}_i ($i = 1, 2, \dots, p$) zbiór wektorów wejściowych algorytm ten może być przedstawiony następująco [2]:

1. Przedstawienie kolejnego wektora \mathbf{x}_i oraz określenie najbliższego dla niego wektora wag \mathbf{W}_C .
2. Porównanie klasy C_{X_i} przypisanej wektorowi \mathbf{x}_i i klasy C_{W_c} przypisanej zwycięskiemu neuronowi
 - jeśli $C_{X_i} = C_{W_c}$

$$\mathbf{W}_{C(k+1)} = \mathbf{W}_{C(k)} + \eta(k)[\mathbf{x}_i - \mathbf{W}_{C(k)}] \quad (2)$$

- jeśli $C_{X_i} \neq C_{W_c}$

$$\mathbf{W}_{C(k+1)} = \mathbf{W}_{C(k)} - \eta(k)[\mathbf{x}_i - \mathbf{W}_{C(k)}] \quad (3)$$

przy czym η jest współczynnikiem liczbowym z przedziału (0,1).

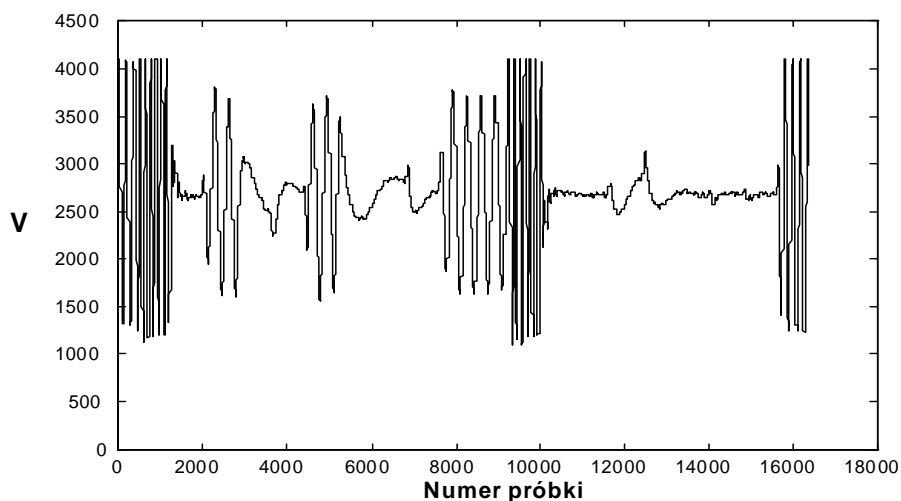
3. Pozostałe wektory nie ulegają modyfikacji.

Współczynniki η noszą nazwę współczynników uczenia a ich wartość maleje do zera wraz z liczbą iteracji. Typowa wartość startowa jest zwykle mniejsza niż 0.1 a jej zmienność z liczbą iteracji jest liniowa bądź wykładniczo malejąca.

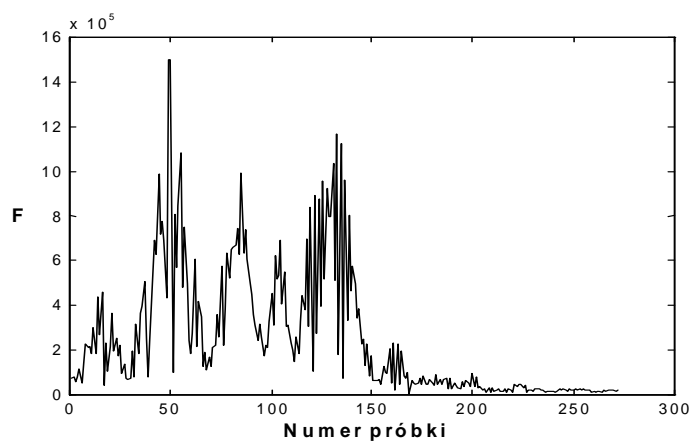
4. WYNIKI BADAŃ

W czasie badań sprawdzono możliwość zastosowania sieci Kohonena uczonej algorytmem adaptacyjnego kwantowania wektorowego do identyfikacji radiostacji okrętowych emitujących sygnały radiowe z zakresu częstotliwości fal krótkich (1,6 – 30 MHz). W czasie badań dysponowano 91 sygnałami radiowymi pochodzącymi od 3 różnych źródeł (radiostacji). 24 z tych sygnałów (8 sygnałów na radiostację) stanowiło ciąg uczący wykorzystany w trakcie nauki sieci a 67 pozostałych sygnałów posłużyło do testowania nauczonej sieci Kohonena. Dobór danych do ciągu uczącego przeprowadzony został z wykorzystaniem sieci Kohonena uczonej algorytmem gazu neuronowego. Nauka sieci identyfikujących przeprowadzana była wielokrotnie z różnych losowych punktów

startowych i polegała na wykonaniu 10000 iteracji algorytmu. Przedstawione w artykule wyniki dotyczą najlepszego uzyskanego rozwiązania. W nauce sieci wykorzystano postać amplitudową każdego sygnału co pozwoliło na ograniczenie wielkości przetwarzanych danych z 32000 próbek pierwotnie zarejestrowanego sygnału radiowego do 272 próbek sygnału przetworzonego.

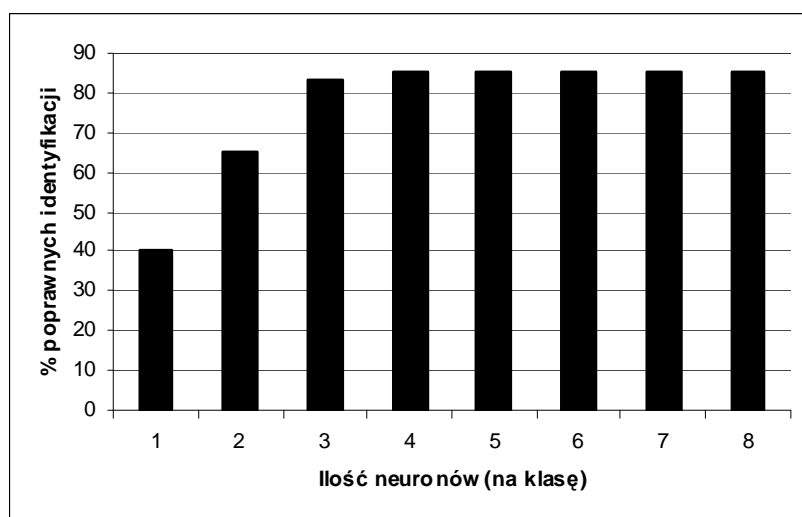


Rys. 2. Przykładowy sygnał radiowy



Rys. 3. Postać amplitudowa przykładowego sygnału radiowego (pierwsze 300 próbek).

Badana była sieć zawierająca od 1 do 8 neuronów odpowiadających za identyfikację jednej klasy obiektów. Najlepszy wynik uzyskano dla 4 do 8 neuronów reprezentujących pojedynczą klasę obiektów - 85%, co prezentuje poniższy wykres.



Rys. 4. Wyniki testów z użyciem sieci Kohonena

5. WNIOSKI

Wyniki badań pokazały, że sieć Kohonena jest narzędziem, które można z powodzeniem stosować do zadań identyfikacji obiektów. Przygotowana przez algorytm adaptacyjnego kwantowania wektorowego jest w stanie identyfikować radiostacje okrętowe. W trakcie przeprowadzonych badań uzyskała ona 85% poprawnych identyfikacji sygnałów radiowych pochodzących z okrętów MW.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Korbicz J., Obuchowicz A., Uciński D.: *Sztuczne sieci neuronowe. Podstawy i zastosowania*, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 1994.
- [2] Osowski A., *Sieci neuronowe w ujęciu algorytmicznym*: WNT, Warszawa 1996.
- [3] Żuranda J., Barski M., Jędruch W., *Sztuczne sieci neuronowe*: PWN, Warszawa 1996.