

Sieci neuronowe

Celem mojego projektu było zbudowanie sieci neuronowej, która będzie zdolna do rozpoznawania 10 znaków, które są odwzorowaniem cyfr.

Przetestowałem WTA, samoorganizujące się mapy oraz wsteczną propagację z czego dwie pierwsze to sieci bez nauczyciela, a ostatnia to sieć z nauczycielem. Ponieważ posiadałem wzorce sygnału, więc naturalnym wyborem było użycie sieci z nauczycielem czyli np. wstecznej propagacji błędów.

Realizacja problemu

Cyfry w moim problemie są reprezentowane przez pole pikseli, w tym przypadku to 3x5 pix co daje łącznie pole 15 pikseli. Jest to relatywnie mała ilość wręcz najmniejsza możliwa która pozwala rozpoznać poszczególne cyfry, ale nic nie stoi na przeszkodzie zwiększyć ilość danych wejściowych w przyszłości w razie potrzeby.

Problem charakteryzował się stałą ilością próbek, 10 czyli tyle ile rozpoznawanych cyfr. Każda cyfra była reprezentowana przez 15 pikseli, które w programie były prezentowane jako wektor 15 danych o wartościach 0 bądź 1. W przypadku sieci ze wsteczną propagacją wyjściem było 10 wyjść, z którego każdy był kojarzony z jednym ze znaków. Każde wyjście można było interpretować jak pewnego rodzaju miarę, że dany sygnał to dana litera. W przypadku SOM oraz WTA wejścia były takie same natomiast wyjścia były to klastry do których były podporządkowywane cyfry. W efekcie każdy sygnał był przydzielony do odpowiedniej grupy.

SOM

Sieć typu SOM oblicza poprawkę po przetworzeniu sygnału na podstawie odległości wektora sygnału od wektora wag neuronu. Zwycięski neuron oraz jego „sąsiedzi”, są modyfikowani jeśli chodzi o jego wagi. Jak wiele neuronów będzie modyfikowanych zależy od tego jaki dystans propagacji poprawki wybierzemy.

WTA

Sieć typu Winner Takes All oblicza poprawkę po przetworzeniu sygnału na podstawie odległości wektora sygnału od wektora wag neuronu. Nazwa sugeruje, że dla każdego sygnału zwycięski neuron jest tylko jeden i tylko on jest modyfikowany jeśli chodzi o jego wagi. Jest to szczególny przypadek sieci SOM.

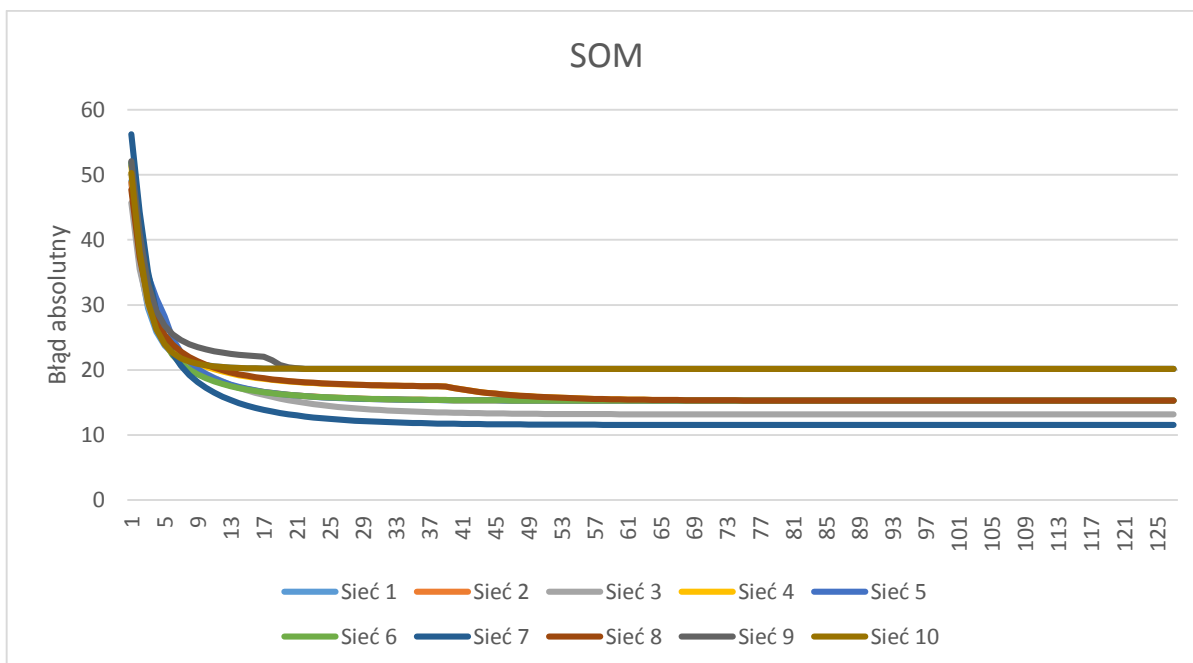
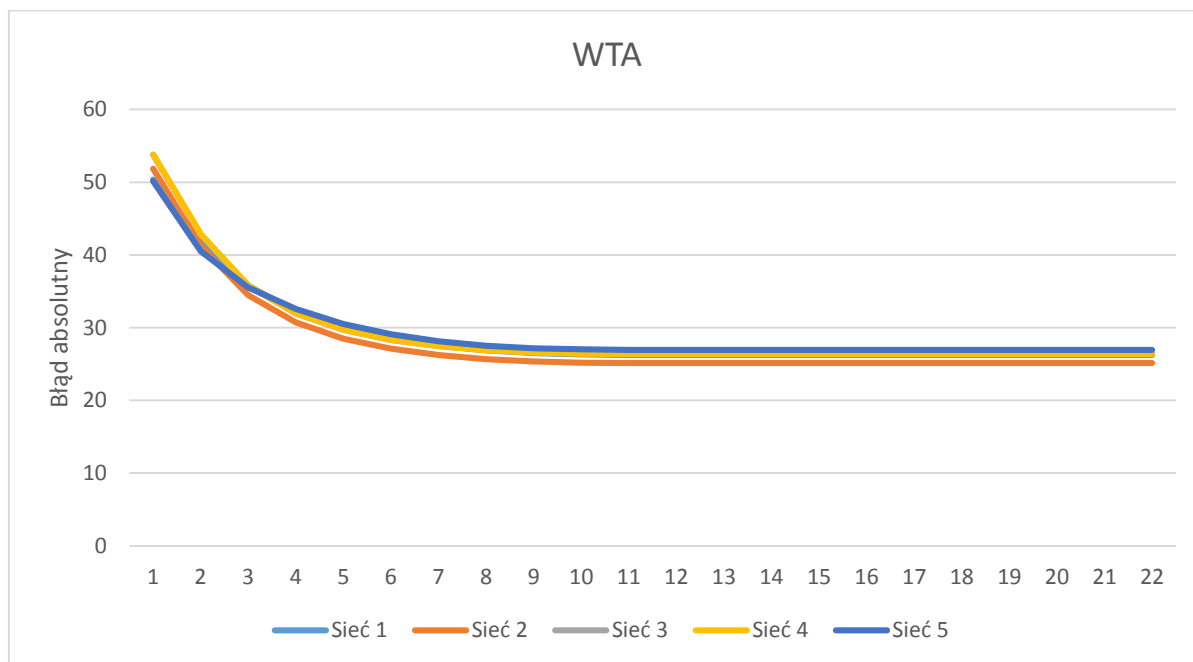
Sieć z algorytmem wstecznej propagacji

Jest to sieć ucząca się z nauczycielem. Modyfikacja wag neuronu jest obliczana na bazie różnicy między wartością oczekiwaną a wartością przewidzianą. Następnie błąd ten jest rzutowany wstecz a miarą proporcjonalności tego rzutu jest waga danego wejścia. Czynnikiem decydującym o wielkości poprawki jest też współczynnik uczenia oraz pochodna funkcji aktywacyjnej.

Testy

WTA i SOM zostaną omówione w jednej części z racji podobieństw specyfikacji sieci. Błąd na wykresach to błąd absolutny będący odległością wektora wejścia i wektora wag.

SOM i WTA

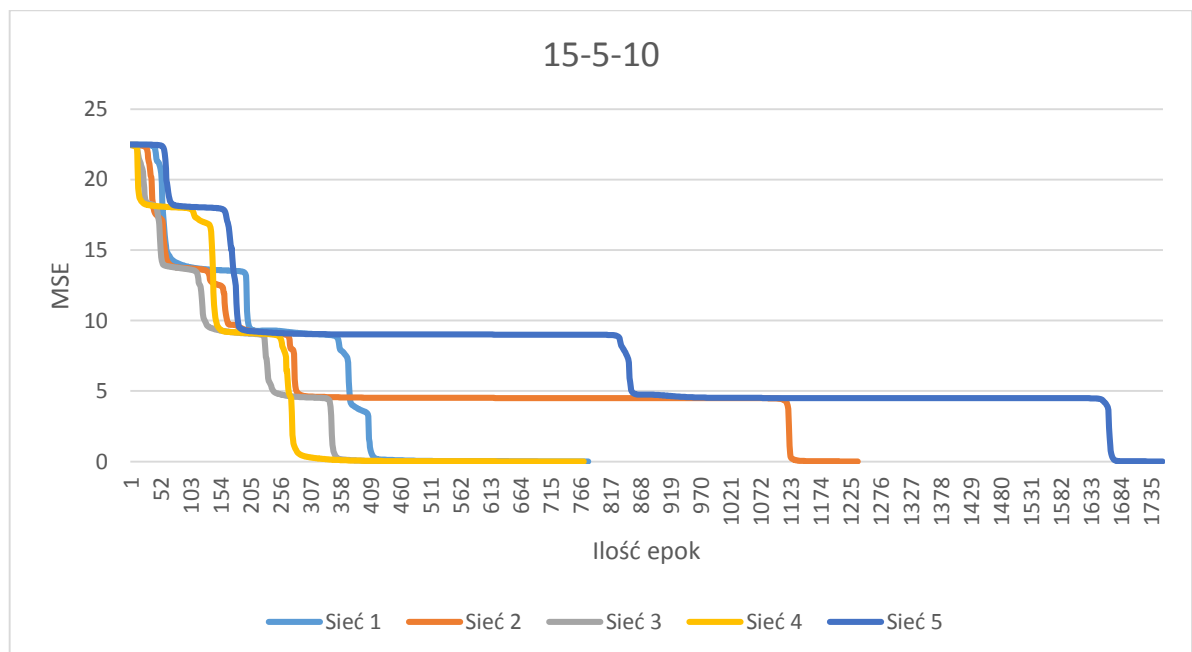
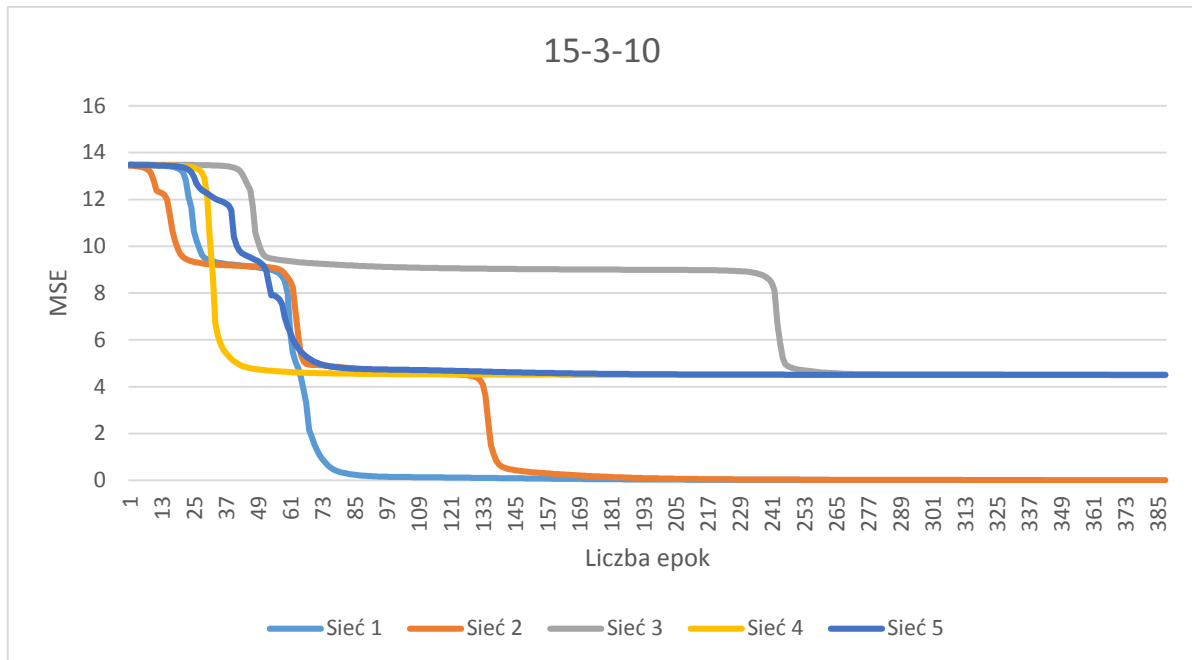


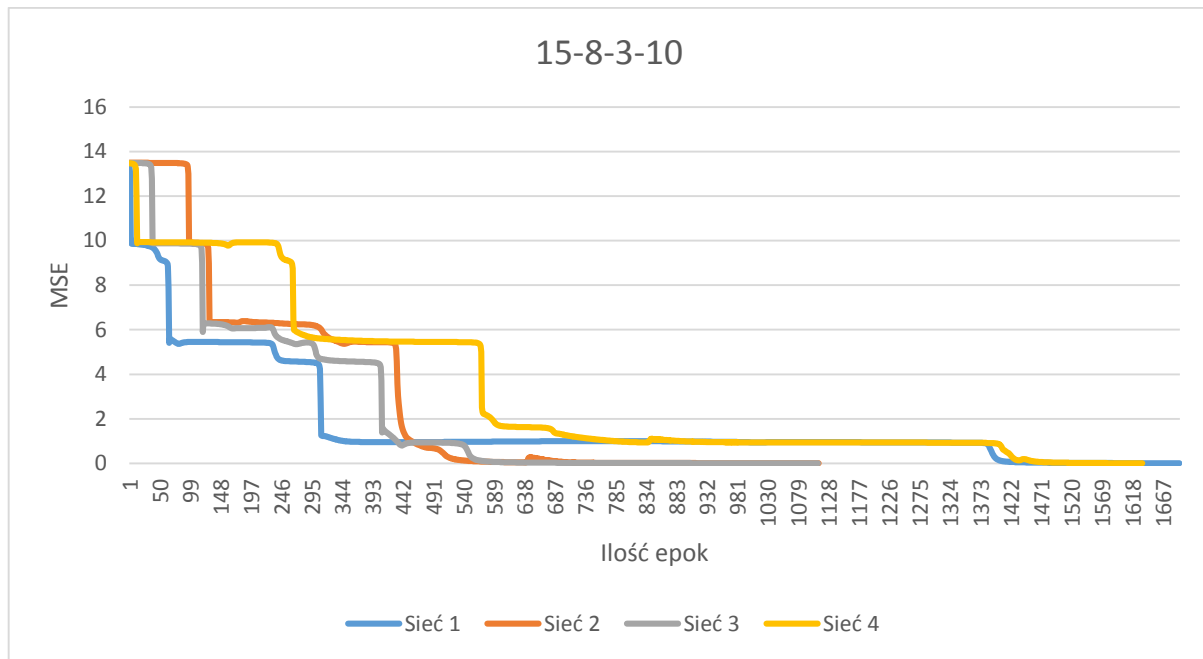
Jak widzimy WTA szybciej uczy się klastrować dane, ale także szybciej osiąga minimum jeśli chodzi o funkcję błędu, natomiast SOM potrafi zejść do mniejszego progu błędu jednak większym kosztem ponieważ kilkukrotnie więcej iteracji.

Ostatecznie zastosowanie sieci bez nauczyciela okazuje się mało przydatne, ponieważ priorytetem w tym problemie jest bardzo precyzyjne rozróżnianie wzorców. Klastryzacja danych może być pomocna jednak sam fakt przynależności do pewnej klasy nic nam nie daje.

Wsteczna propagacja

Przedstawię wyniki dla kilku topologii, dla których wyniki są najlepsze:





Przedstawiłem wyniki dla topologii sieci dla których średnie wyniki, czyli oczekiwany błąd udawało się uzyskać w nie więcej niż 2000 iteracji. Celem sieci było osiągnięcie błędu na poziomie 0.01. Funkcja aktywacji to funkcja sigmoidalna.

Jak widać najlepszą topologią z prezentowanych pięciu jest 15-3-10, która doszła do wyznaczonego poziomu błędu charakteryzowała się relatywnie szybkim tempem uczenia.

Podsumowanie testów

Główną metodą została wybrana przeze mnie sieć wielowarstwowa z algorytmem wstecznej propagacji, ucząca się z nauczycielem, ponieważ mamy jasno określony wzorzec znaków co sprawia, że uczenie też jest relatywnie szybkie i mało wymagające. Dodatkowo sieć wielowarstwowa pozwala nam modyfikować jej topologię w celu znalezienia lepszej pod względem szybkości uczenia. Dodatkowo pozwala na rozróżnienie wzorca. Natomiast sieci samoorganizujące są w stanie tylko pogrupować sygnały, co w naszym przypadku nie ma większego zastosowania.

Gdyby zwiększyć obszar rozpoznawania cyfr na większy niż 3x5 pikseli to WTA i SOM prawdopodobnie byłyby w stanie rozróżniać poprawnie poszczególne cyfry.