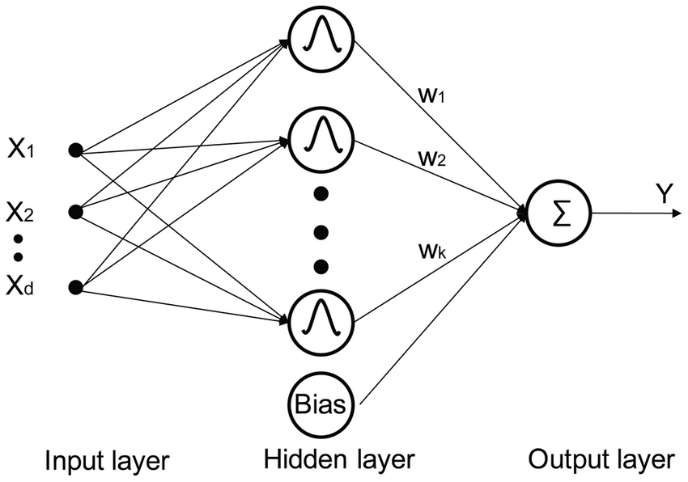
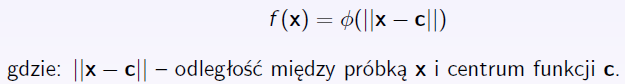
1. **Architektura sieci neuronowej typu RBF:**



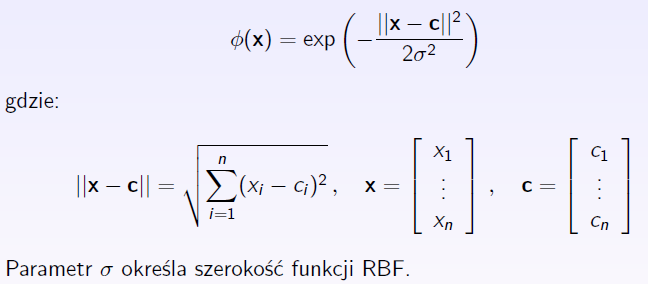
Na warstwie ukrytej znajdują się neurony RBF (radial basis function) realizujące funkcję zmieniająca się radialnie wokół punktu c (centrum neuronu), np. funkcja Gaussa.

Warstwa wyjściowa – liniowe sumowanie.

Ogólna postać:



Funkcja Gaussa:



1. **Algorytm uczenia sieci RBF:**

Sieci RBF uczone są pod nadzorem.

* normalizacja części wejściowej danych uczących
* przyjmujemy K – ilość neuronów radialnych na warstwie ukrytej
* dobór środków c(i) i szerokości σ(i) neuronów radialnych:
  + środki (pożądany jest równomierny rozkład punktów w przestrzeni wejść):
    - mogą być wybrane losowo
    - klasteryzacja (algorytm K-środków) – losowy wybór K punktów w przestrzeni wejść – początkowe środki klastrów c(i); każdą próbkę przyporządkowujemy do najbliższego środka c(i) i obliczamy nowe środki klastrów, a następnie sprawdzamy przemieszczenia środków i ew. powtarzamy algorytm jeśli jest ono za małe
  + szerokości neuronów:
    - jednakowe: σ = d/sqrt(2K), gdzie d – maks. odległość między centrami
    - σ(i) równe średniemu odchyleniu standardowemu odległości próbek sąsiednich od centrum
    - σ(i) równe odległości centrum c(i) od najbliższego centrum sąsiedniego
  + najlepiej podzielić dane na uczące i walidujące i zastosować walidację
* dobór wag w(j) neuronów na warstwie wyjściowej:
  + nauczyć wagi w oparciu o regułę delta (mając już środki i szerokości)
  + obliczyć tak, by zminimalizować średni błąd kwadratowy modelu
* dobór ilości neuronów radialnych – dzielimy dane na część uczącą i walidującą, tworzymy sieć z coraz większą ilością neuronów, obserwując błąd zbioru uczącego i walidującego, jeśli ten drugi zaczyna rosnąć – przerywamy

1. **Działanie sieci RBF:**

W zadaniach klasyfikacji neuron RBF dzieli przestrzeń wejść za pomocą okręgu (dla 2 wejść), sfery (dla 3 wejść) lub hipersfery.

Metoda newrb:

* zakładany jednakową σ neuronów RBF i minimalny średni błąd kwadratowy (MSE) modelu
* tworzymy sieć z jednym neuronem RBF
* wyznaczamy błąd dla każdej próbki i liczymy MSE
* jeśli MSEi jest większy niż minimum – dodajemy kolejny neuron, umieszczając jego centrum w próbce powodującej największy błąd, wyznaczamy wagi na wyjściu i znów wyznaczamy błąd.