

Inteligentna Analiza Danych

Sieć SOM się do kompresji obrazów

Daria Rogowska, 249989

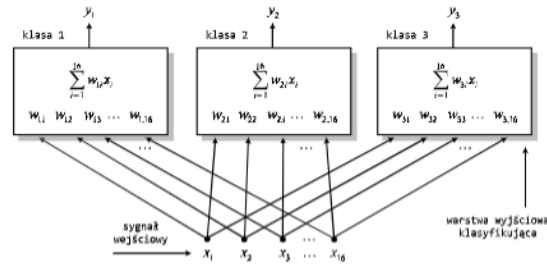
17 grudnia 2023

1 Cel zadania

Celem zadania jest zaimplementowanie i przetestowanie jednowarstwowej liniowej sieci samoorganizującej się do celu kompresji obrazu cyfrowego.

2 Wstęp teoretyczny

Liniowa sieć neuronowa (zwana siecią SOM – ang. self organizing map) w odróżnieniu od klasycznej sieci liniowej trenowana jest w sposób nienadzorowany ze współzawodnictwem neuronów. Architektura tej sieci jest identyczna z architekturą sieci MADALINE.



Rysunek 1: Struktura sieci samoorganizującej się SOM

Zasada treningu nienadzorowanego sieci SOM polega na dostosowaniu wag uczonych neuronów do wektorów wejściowych w taki sposób, aby wektor wagowy pojedynczego neuronu jak najlepiej reprezentował pojedyncze skupisko (czyli klastę) wektorów wejściowych o podobnych do siebie współrzędnych obecny w sposób naturalny w danych treningowych właściwych dla danego zagadnienia rozwiązywanego siecią neuronową typu SOM.

Podczas uczenia się sieci następuje w każdej z epok aktualizacja wag tylko jednego neuronu, który uzyskał największą wartość na wyjściu według wzoru:

$$w_{k+1} = w_k + n * (x - w_k) \quad (1)$$

gdzie n jest współczynnikiem uczenia, zaś k stanowi numer iteracji, w to wektor wagowy oraz x to wektor wejściowy.

Zastosowanie powyżej wspomnianej architektury do zadania kompresji obrazu ma się następująco. Podczas treningu ustalone są wartości wag wybranej liczby neuronów jako uśrednione wartości fragmentów obrazu wejściowego. Następnie następuje kompresja, czyli zapisanie danych wyjściowych przyporządkowując odpowiednio wartości wag neuronów. Zaś w celu rekonstrukcji obrazu dokonywane są obliczenia odwrotne w oparciu o m.in. uzyskane wartości na podstawie sieci. W wyniku czego uzyskujemy obraz posiadający uśrednione wartości.

3 Implementacja

W celu realizacji zadania zostały przygotowany skrypt języka Python, który implementuje wspomnianą we wstępie sieć. Wartość epok uczenia się sieci został ustawiony na 10, współczynnik kwantyzacji na wartość 10 oraz współczynnik nauki na 0.2. Z kolei wartości ilości neuronów i wielkości ramki zostały zbadane pod względem wpływu na jakość kompresji.

4 Eksperymenty i wyniki

Aby sprawdzić, czy sieć radzi sobie z problemem kompresji obrazu wybrano 3 grafiki w celu testowym, są to pliki Cameraman.bmp, Parott.bmp, house.bmp zawierające obraz w odcieniach szarości opisanych w rozdzielczościach 256x256 pikseli.

Tak jak powyżej wspomniano badano wpływ liczby neuronów wchodzących w skład sieci oraz wielkość próbek obrazu na wpływ jakości kompresji obrazu.



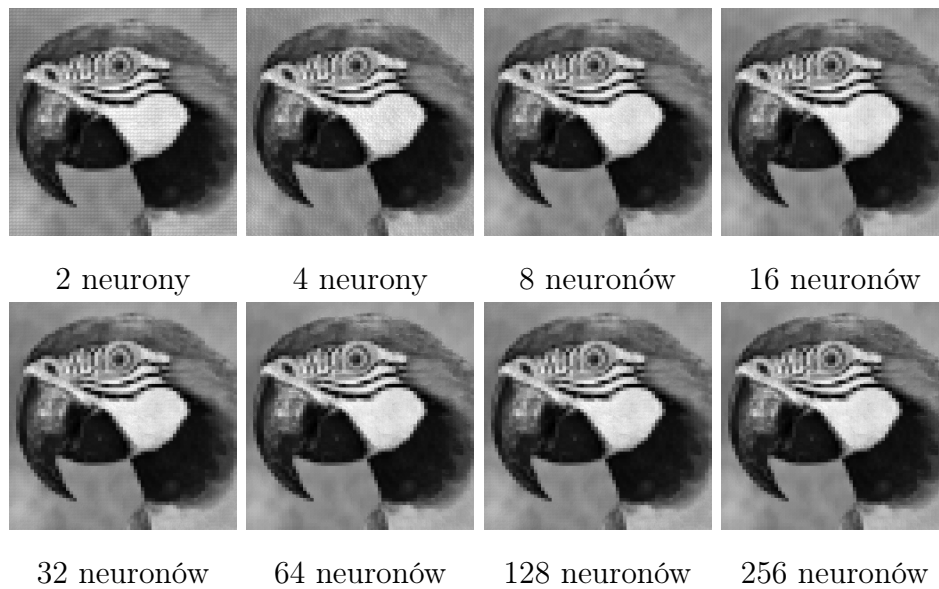
Rysunek 2: Obrazy testowe

4.1 Wyniki dla obrazu *Parrot.png*

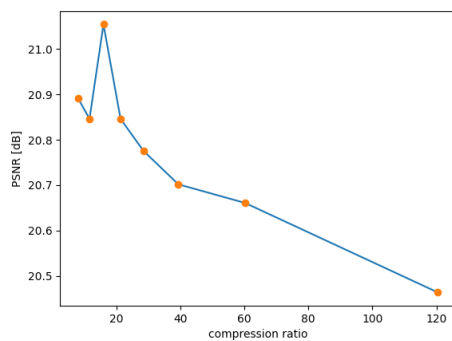
4.1.1 Wyniki dla ramki 4x4

Tablica 1: Wartości zależności metryk kompresji w zależności od liczby neuronów w sieci dla obrazu Parott.png

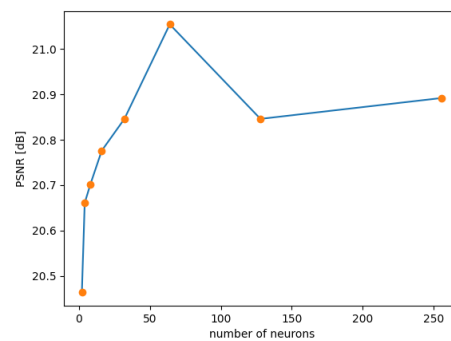
l. neuronów	PSNR	CR
2	20.510	120.471
4	20.721	60.235
8	20.835	39.385
16	20.791	28.444
32	20.857	21.333
64	20.833	16.000
128	20.961	11.636
256	20.950	8.000



Rysunek 3: Wyniki kompresji obrazu Parrot.png



Rysunek 4: Wykres zależności współczynnika kompresji do PSNR



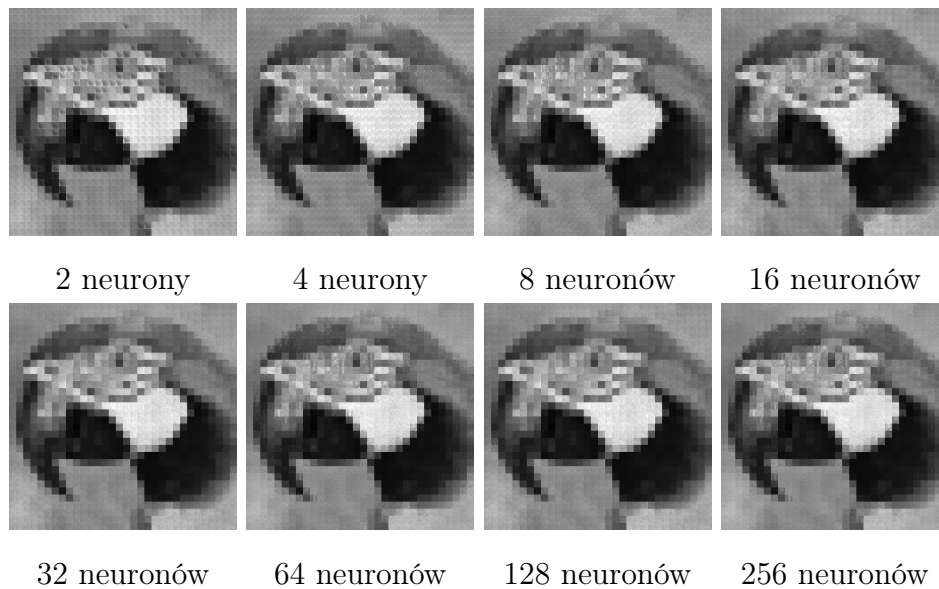
Rysunek 5: Wykres zależności współczynnika kompresji do liczby neuronów

Jak widać z powyższych wyników bez względu na liczbę neuronów wizualnie osiągnięto zadowalającą jakość kompresji obrazu. Opierając się na danych z krzywej zależności PSNR do liczby neuronów w sieci, początkowo wartości rosły po czym z czasem się ustabilizowały. Podobne zależności widać na wykresie zależności współczynnika kompresji do PSNR.

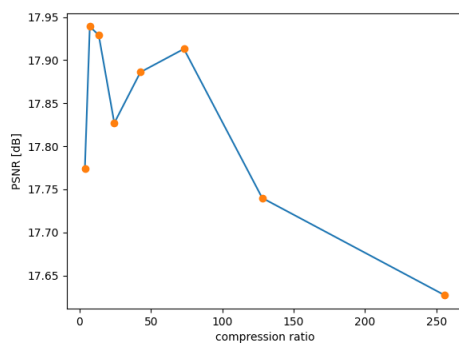
4.1.2 Wyniki dla ramki 8x8

Tablica 2: Wartości zależności metryk kompresji w zależności od liczby neuronów w sieci dla obrazu Parott.png

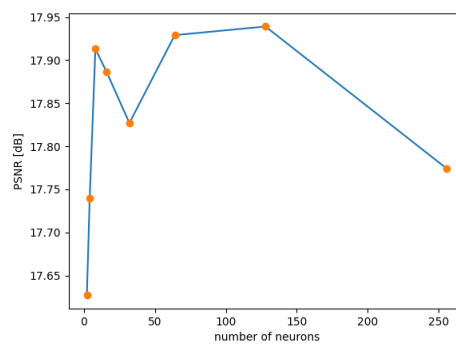
l. neuronów	PSNR	CR
2	17.627	256.0
4	17.74	128.0
8	17.913	73.143
16	17.886	42.667
32	17.827	24.381
64	17.929	13.474
128	17.939	7.211
256	17.774	3.765



Rysunek 6: Wyniki kompresji obrazu Parrot.png



Rysunek 7: Wykres zależności współ- Rysunek 8: Wykres zależności współ-
czynnika kompresji do szczytowego czynnika kompresji do liczby neuro-
stosunku sygnału do szumu stosunku sygnału do szumu



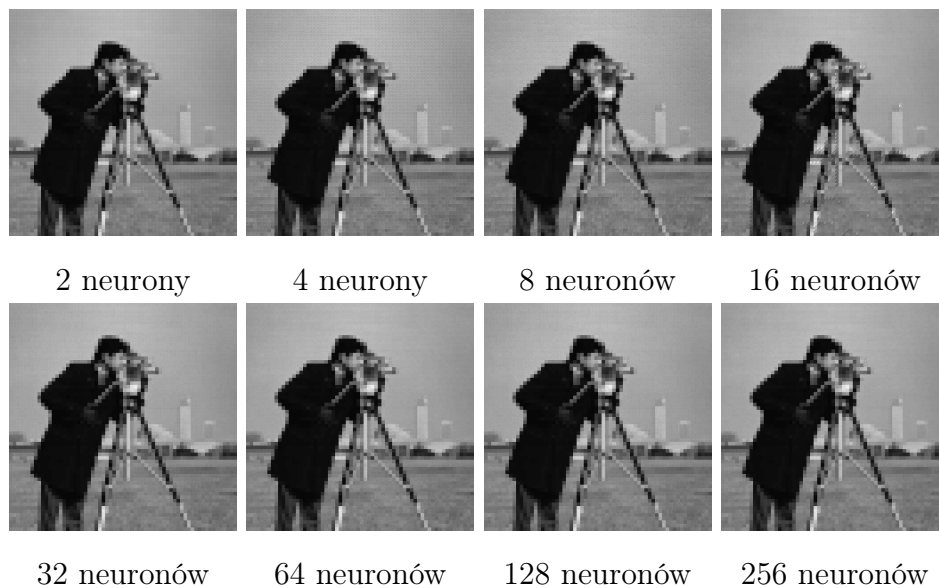
W przypadku wielkości ramki 8x8, zdecydowanie widać różnicę w ostrości obrazów w odniesieniu do kompresji ramką 4x4. Charakterystyki wykresów są podobne do tych uzyskanych w sekcji wcześniejszej.

4.2 Wyniki dla obrazu *Cameraman.png*

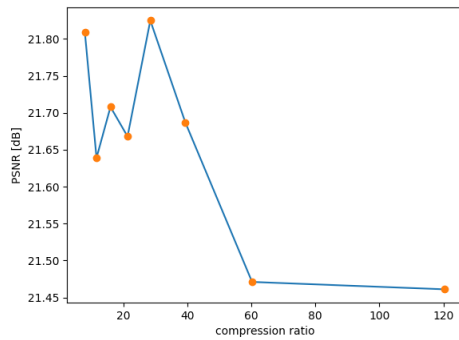
4.2.1 Wyniki dla ramki 4x4

Tablica 3: Wartości zależności metryk kompresji w zależności od liczby neuronów w sieci dla obrazu Cameraman.png

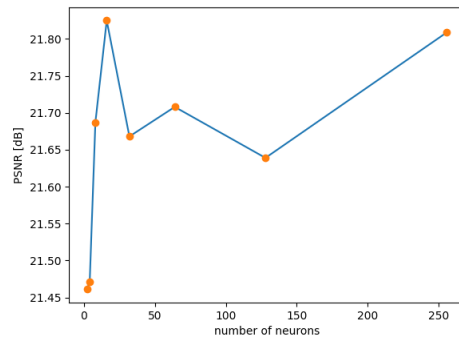
l. neuronów	PSNR	CR
2	19.856	120.471
4	21.574	60.235
8	21.764	39.385
16	21.605	28.444
32	21.646	21.333
64	21.798	16.0
128	21.752	11.636
256	21.729	8.0



Rysunek 9: Wyniki kompresji obrazu Cameraman.png



Rysunek 10: Wykres zależności współczynnika kompresji do szczytowego stosunku sygnału do szumu



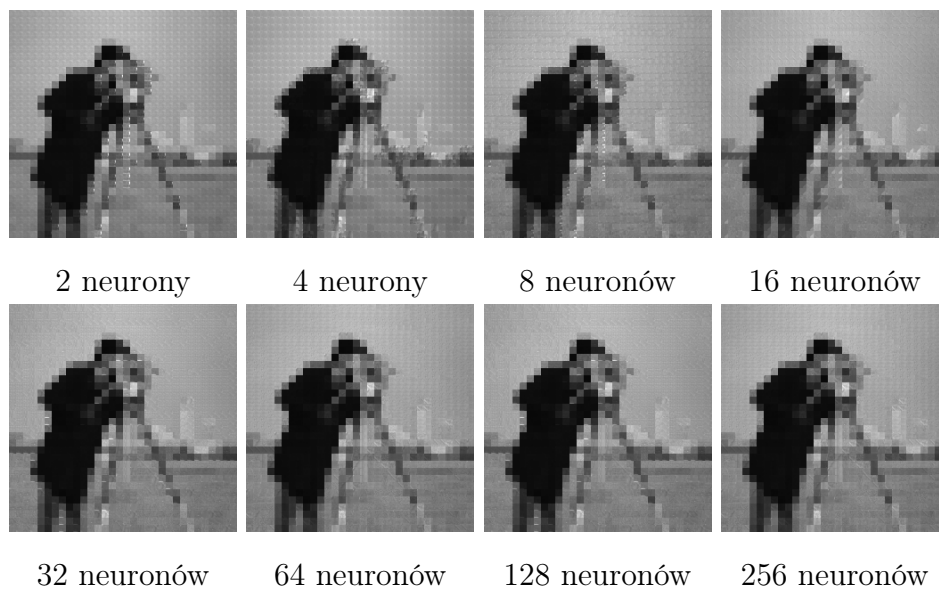
Rysunek 11: Wykres zależności współczynnika kompresji do liczby neuronów

Dla obrazu *Cameraman.png* dość dobrze można zaobserwować zwiększenie jasności wraz z zwiększeniem liczby neuronów. Także krzywe zależności przedstawione powyżej mają się podobnie jak te uzyskane dla obrazu przedstawiającego papugę.

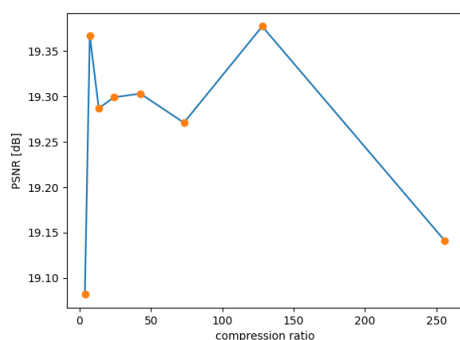
4.2.2 Wyniki dla ramki 8x8

Tablica 4: Wartości zależności metryk kompresji w zależności od liczby neuronów w sieci dla obrazu *Cameraman.png*

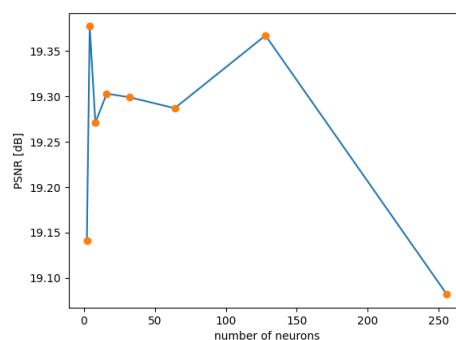
l. neuronów	PSNR	CR
2	19.141	256.0
4	19.377	128.0
8	19.271	73.143
16	19.303	42.667
32	19.299	24.381
64	19.287	13.474
128	19.367	7.211
256	19.082	3.765



Rysunek 12: Wyniki kompresji obrazu Cameraman.png



Rysunek 13: Wykres zależności współczynnika kompresji do szczytowego stosunku sygnału do szumu



Rysunek 14: Wykres zależności współczynnika kompresji do liczby neuronów

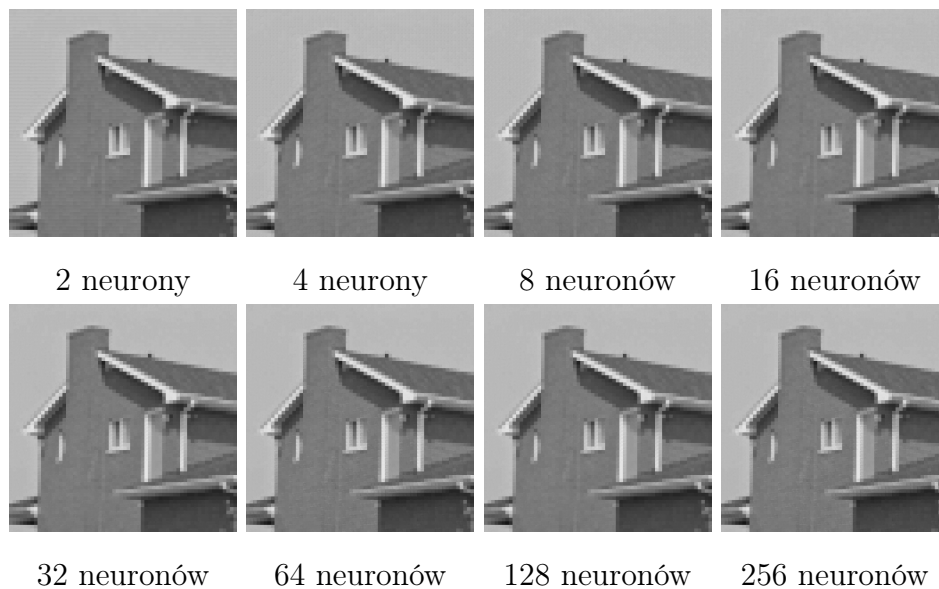
Także tutaj widać dość duży spadek ostrości obrazu spowodowany zwiększeniem się wielkości ramki. Również zauważyć można odstęp od reguły, gdzie wraz ze wzrostem liczby neuronów zarówno PSNR jak i compression ratio spada.

4.3 Wyniki dla obrazu *house.png*

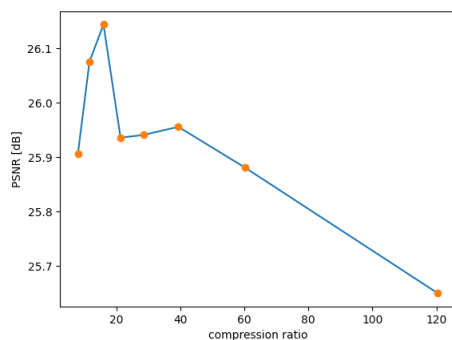
4.3.1 Wyniki dla ramki 4x4

Tablica 5: Wartości zależności metryk kompresji w zależności od liczby neuronów w sieci dla obrazu *house.png*

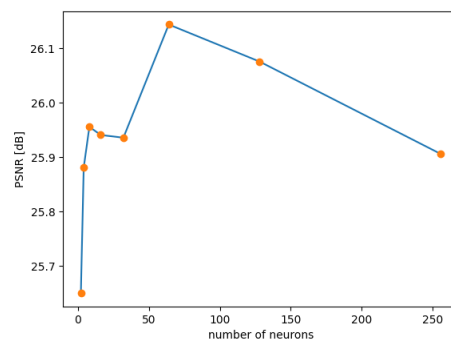
l. neuronów	PSNR	CR
2	25.859	120.471
4	26.025	60.235
8	26.041	39.385
16	26.382	28.444
32	26.047	21.333
64	25.998	16.0
128	25.912	11.636
256	26.05	8.0



Rysunek 15: Wyniki kompresji obrazu *house.png*



Rysunek 16: Wykres zależności współ-
czynnika kompresji do szumu



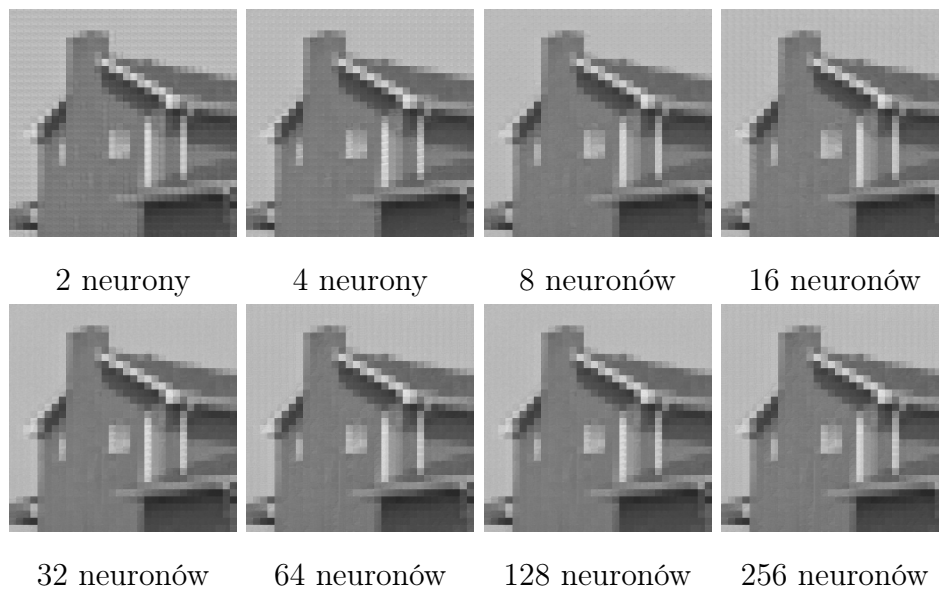
Rysunek 17: Wykres zależności współ-
czynnika kompresji do liczby neuro-
nów

Dla obrazu przedstawiającego dom obserwujemy podobne zależności jak w przypadku Cameraman.png. Obie krzywe są zreguły malejące. Jednakże, wizualnie kompresja przebiegała w zadowalający sposób.

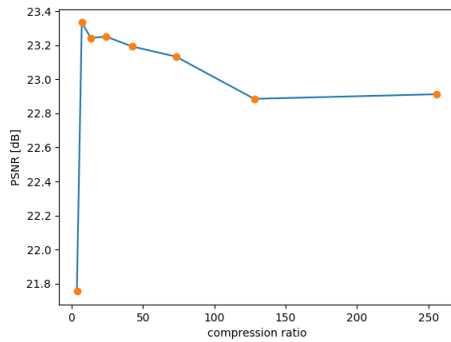
4.3.2 Wyniki dla ramki 8x8

Tablica 6: Wartości zależności metryk kompresji w zależności od liczby neuronów w sieci dla obrazu house.png

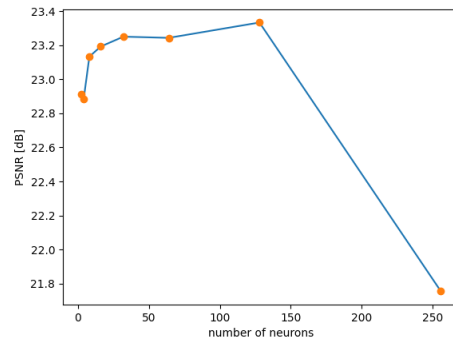
l. neuronów	PSNR	CR
2	22.912	256.0
4	22.885	128.0
8	23.133	73.143
16	23.192	42.667
32	23.25	24.381
64	23.243	13.474
128	23.333	7.211
256	21.755	3.765



Rysunek 18: Wyniki kompresji obrazu house.png



Rysunek 19: Wykres zależności współczynnika kompresji do szczytowego



Rysunek 20: Wykres zależności współczynnika kompresji do liczby neuronów

Dla ramki 8x8 obrazu house.png otrzymano bardziej spodziewane krzywą zależności tj. im więcej neuronów wartość PSNR rośnie, zaś stopień kompresji maleje.

5 Podsumowanie i wnioski

Jak to zostało wyżej pokazane sieć SOM bezdyskusyjnie pozwala na dokonie kompresji obrazu. Jedankże, dobór hiperparametrów nie jest rzeczą trywialną. Z kolei wielkość ramki ma wpływ na szczegółowość kompresyjnego obrazu. Gdy jest większa więcej informacji zostaje uogólnione, aczkowiek porównując wartości miar jakości kompresji zauważyć można, że są one z reguły mniejsze niż w przypadku ramki 4x4. Badając wpływ liczby neuronów w warstwie można dostrzec iż im jest ich więcej tym obraz posiada większą głębie. Czyli po części tracona jest informacja o jasności obrazu. Zaś z racji zwiększenia wielkości ramki tracona jest ostrość obrazu. Przy nieumyślnym doborze jej wielkości (zbyt duże) kompresja nie przyniesie zamierzonego efektu.