

SPRAWOZDANIE Z LABORATORIUM PODSTAWY I ALGORYTMY PRZETWARZANIA SYGNAŁÓW

Wykonał:
Kacper Nowak 132752

Termin:
Czwartek, godzina 9.15

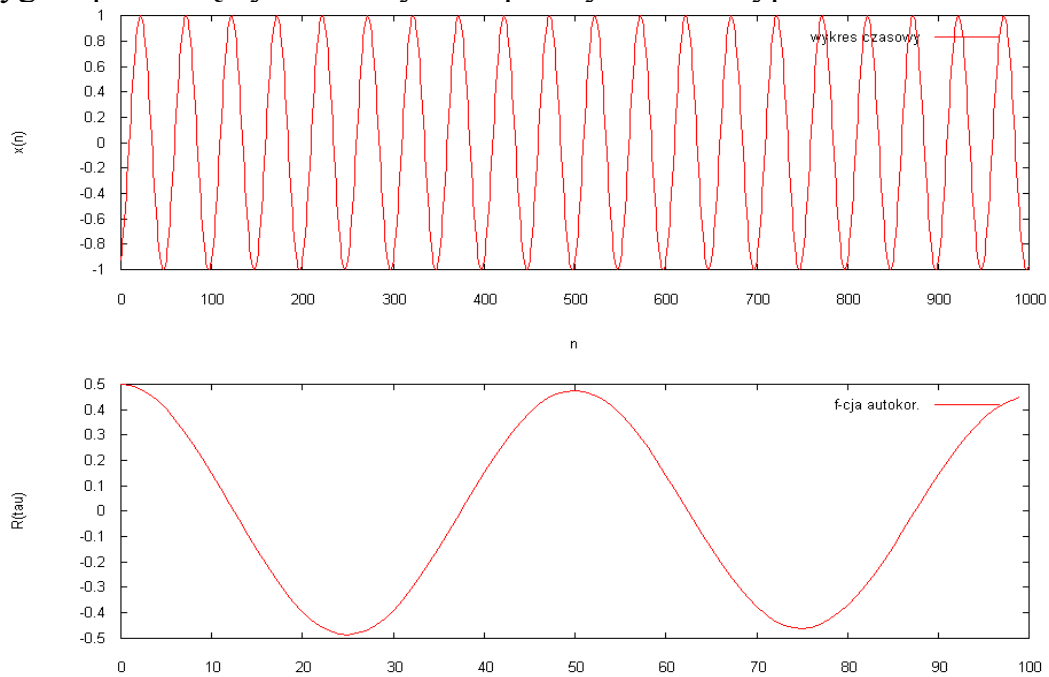
Ćwiczenie nr 5 Funkcja autokorelacji i korelacji wzajemnej.

1. Autokorelacja wybranych sygnałów.

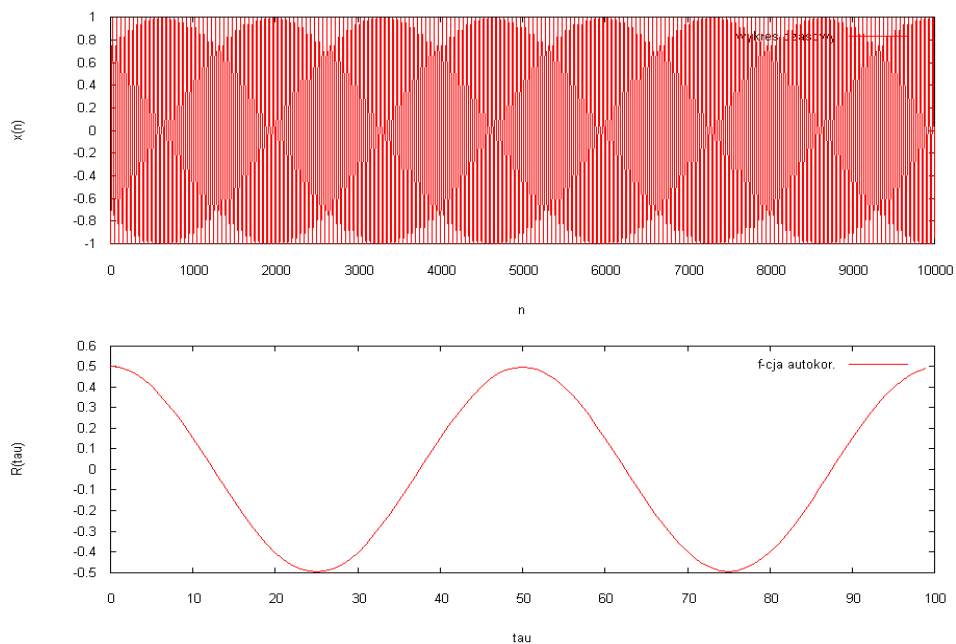
Wykorzystując skrypt *autokorprzyk.m* wraz z funkcją *acor.m* oraz modyfikując odpowiednio obliczono autokorelację trzech sygnałów.

Analizie poddano :

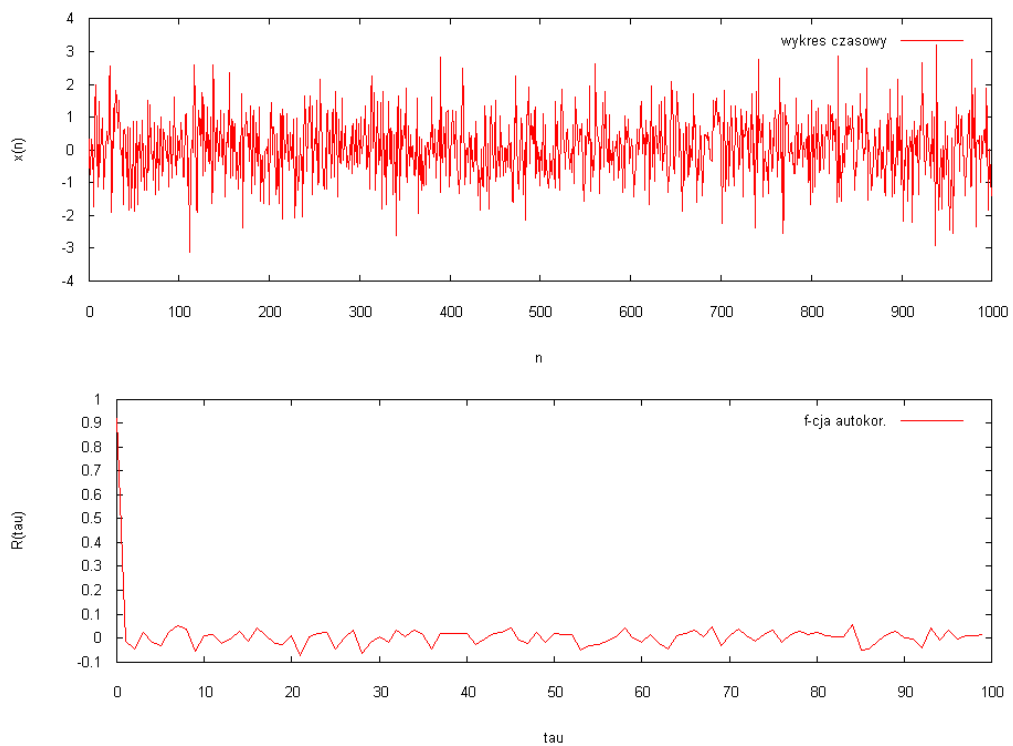
- sinusoidę o losowej fazie początkowej
- szum biały gaussowski
- szum biały o rozkładzie jednostajnym
- sygnał prostokątny dla różnych współczynników wypełnienia



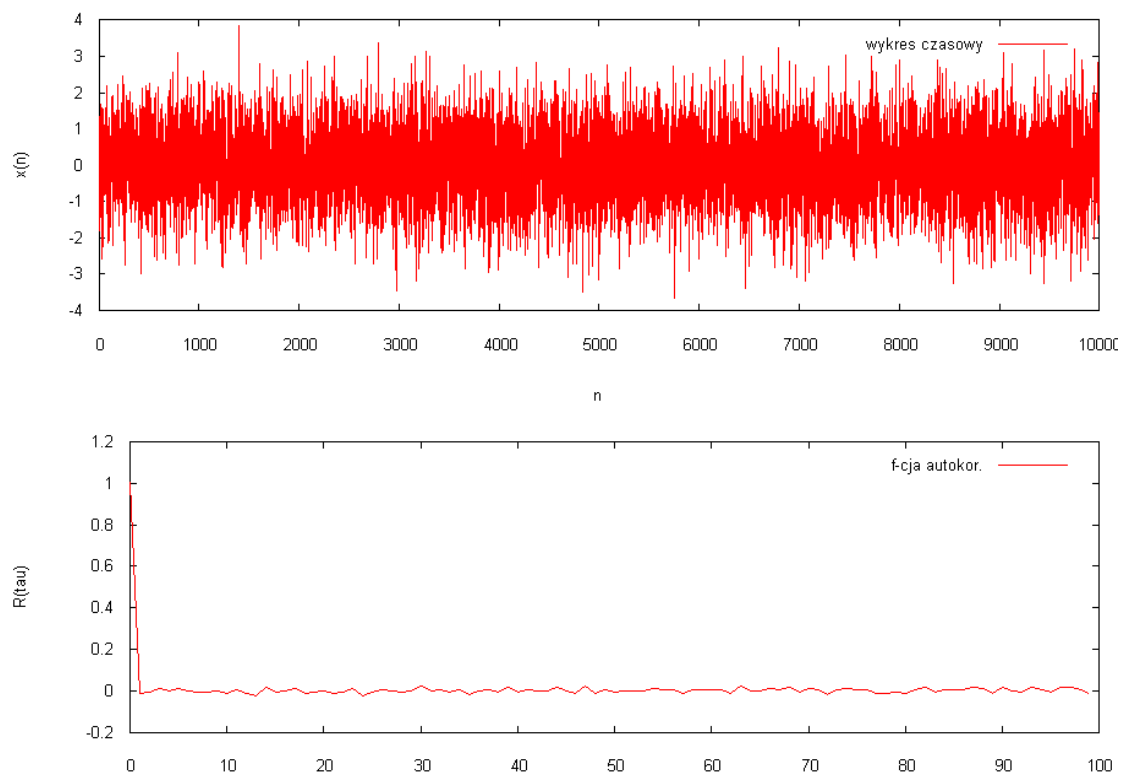
Rys. 1 – Autokorelacja – sygnał sinusoidalny.



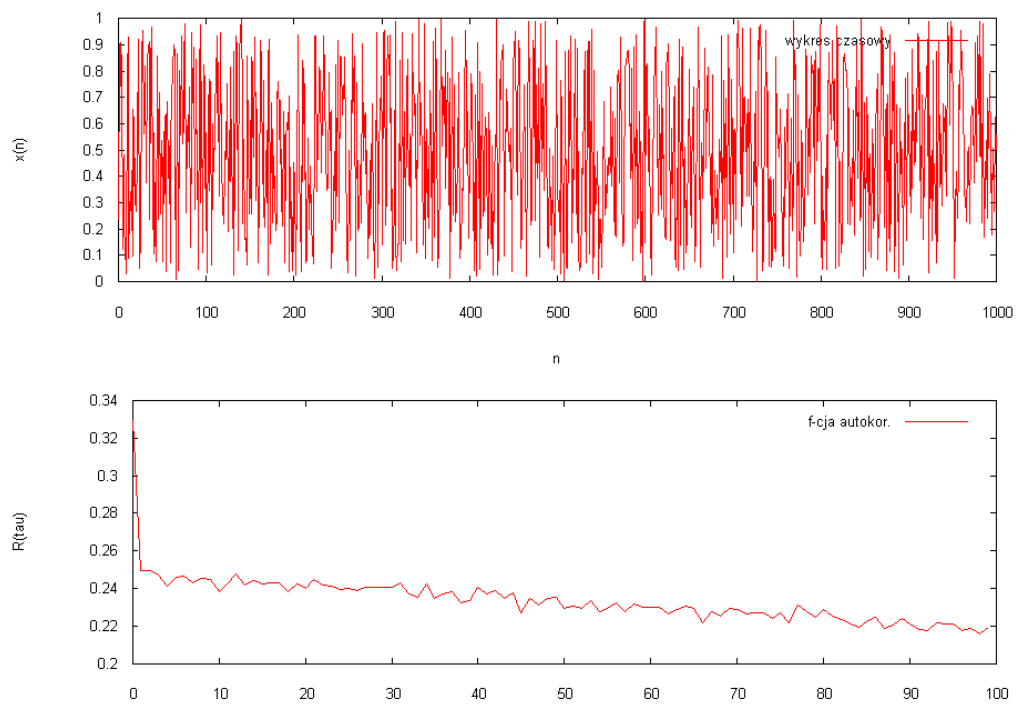
Rys. 2 – Autokorelacja – sygnał sinusoidalny – długość o rząd większa.



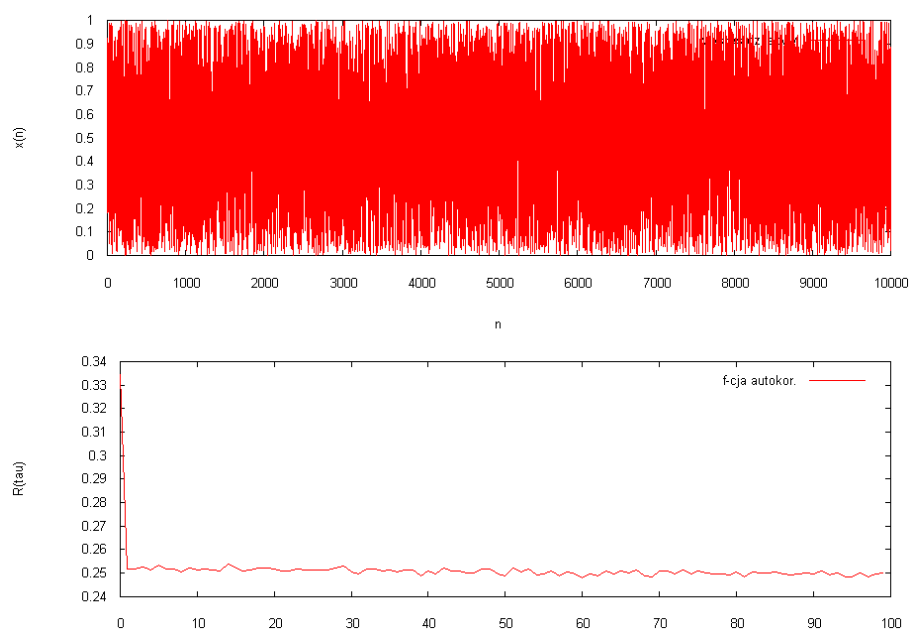
Rys. 3 – Autokorelacja – szum biały gaussowski.



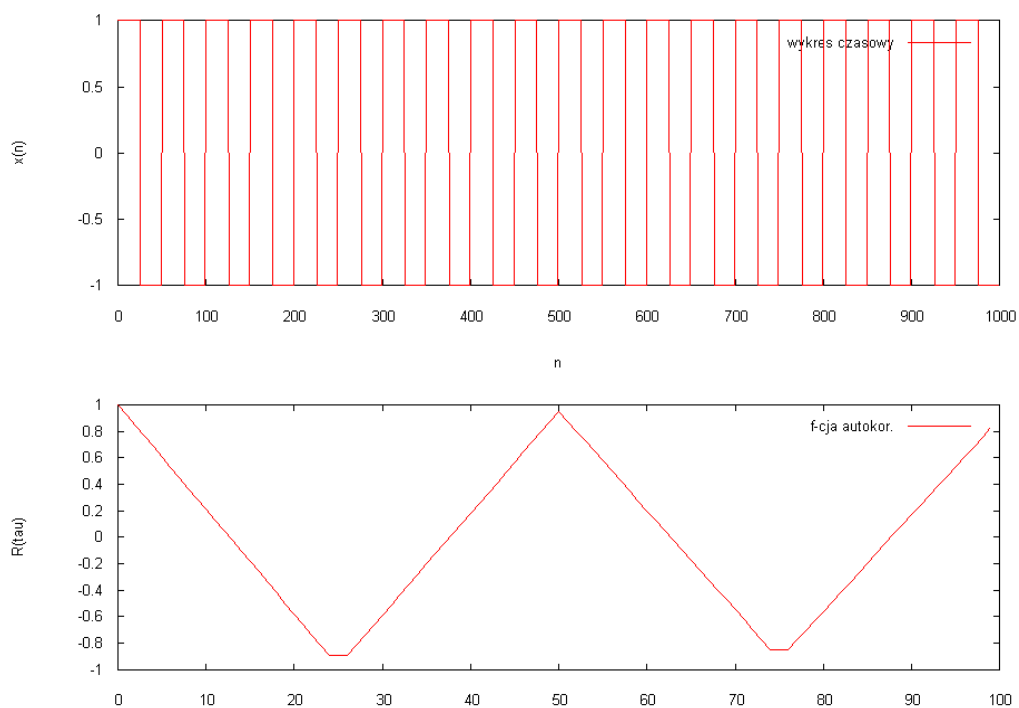
Rys. 4 – Autokorelacja – szum biały gaussowski – długość o rząd większa.



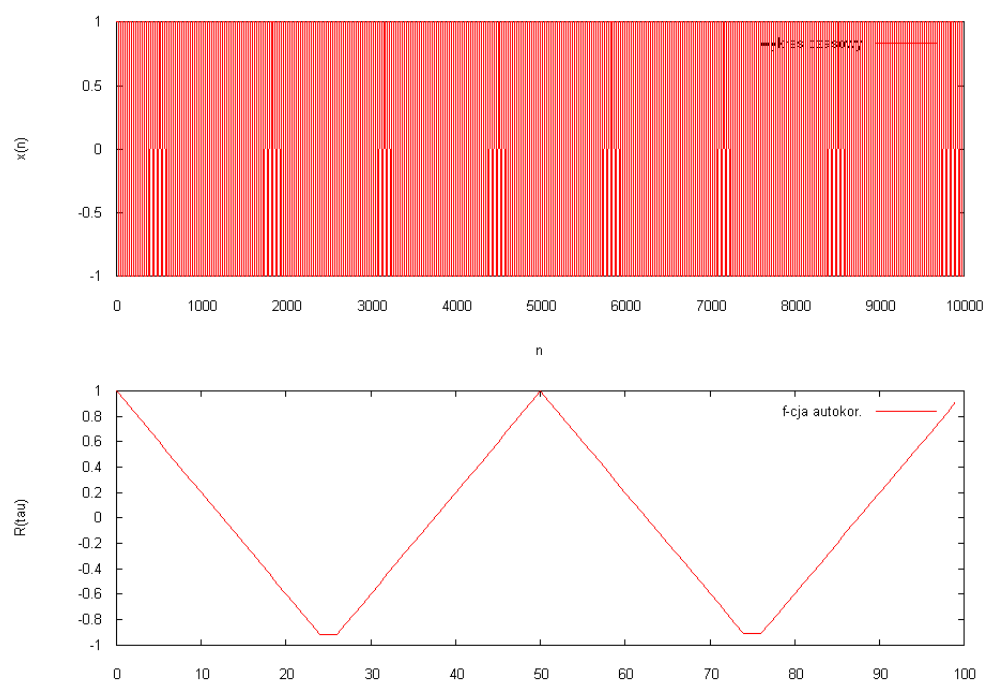
Rys. 5 – Autokorelacja – szum biały jednostajny.



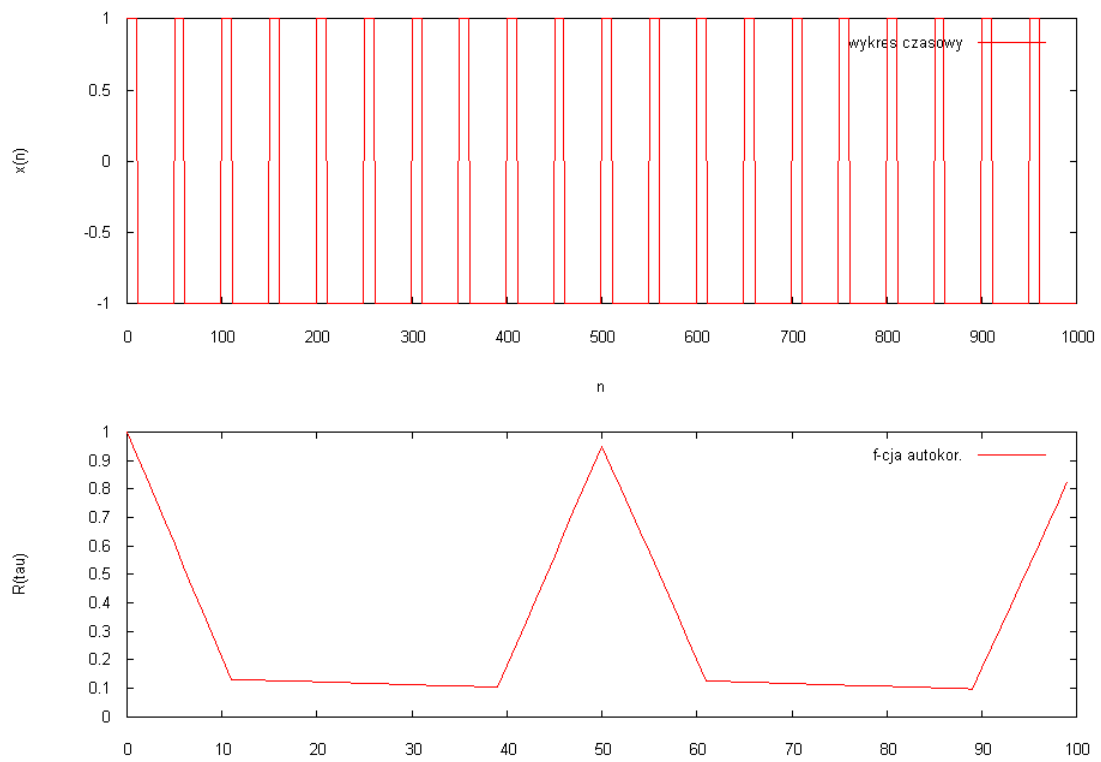
Rys. 6 – Autokorelacja – szum biały jednostajny – długość o rząd większa.



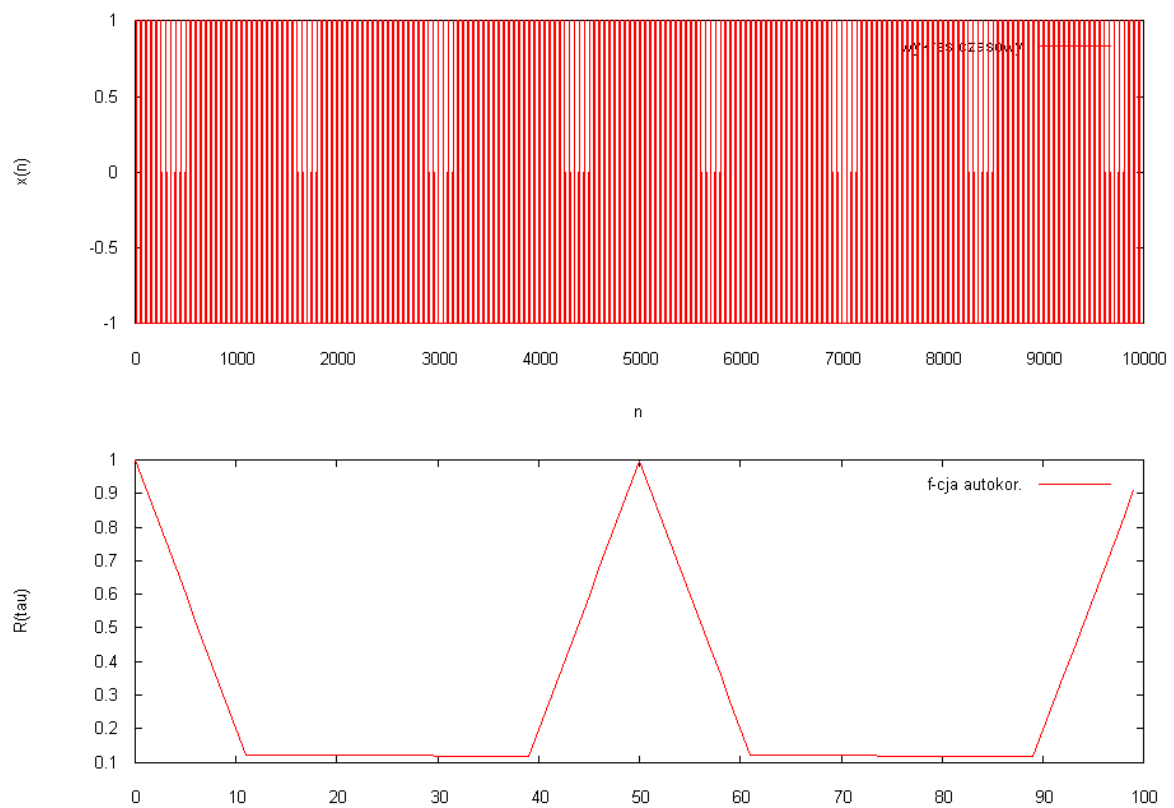
Rys. 7 – Autokorelacja – sygnał prostokątny – współczynnik wypełnienia 0,5.



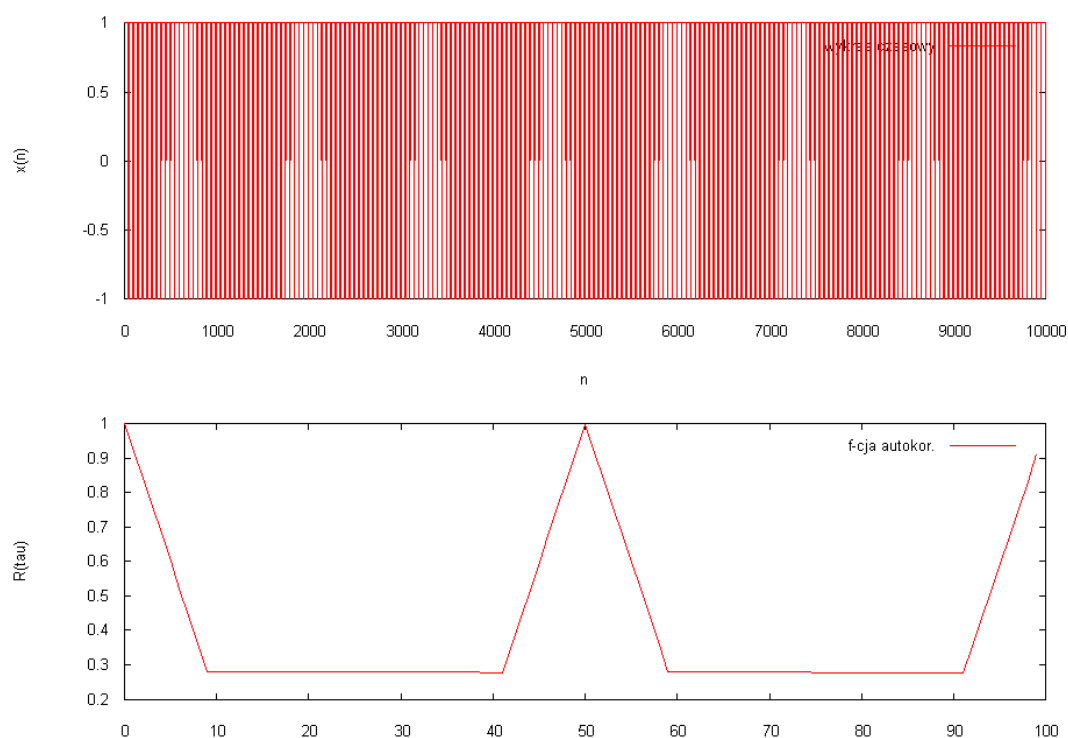
Rys. 8 – Autokorelacja – sygnał prostokątny – współczynnik wypełnienia 0,5 – długość sygnału o rząd większa.



Rys. 9 – Autokorelacja – sygnał prostokątny – współczynnik wypełnienia 0,2.



Rys. 10 – Autokorelacja – sygnał prostokątny – współczynnik wypełnienia 0,2 – długość sygnału o rząd większa.



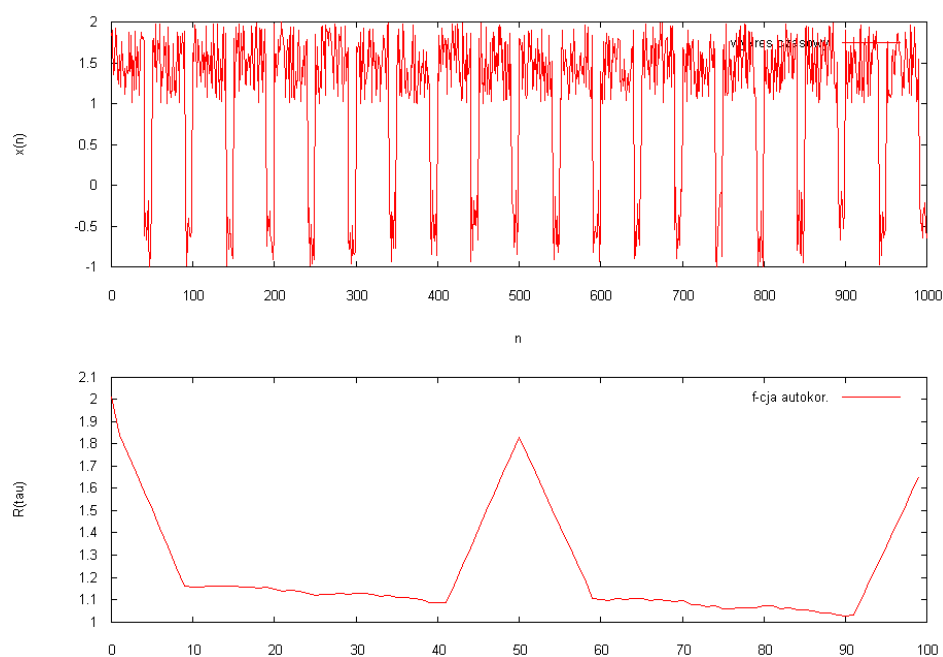
Rys. 11 – Autokorelacja – sygnał prostokątny – współczynnik wypełnienia 0,8 – długość sygnału o rząd większa.

Zauważono, że w przypadku sygnałów dłuższych estymatory autokorelacji są lepsze (dokładniejsze) niż w przypadku badania krótszych sygnałów. Szczególnie dobrze jest to widoczne na rysunkach 9 i 10.

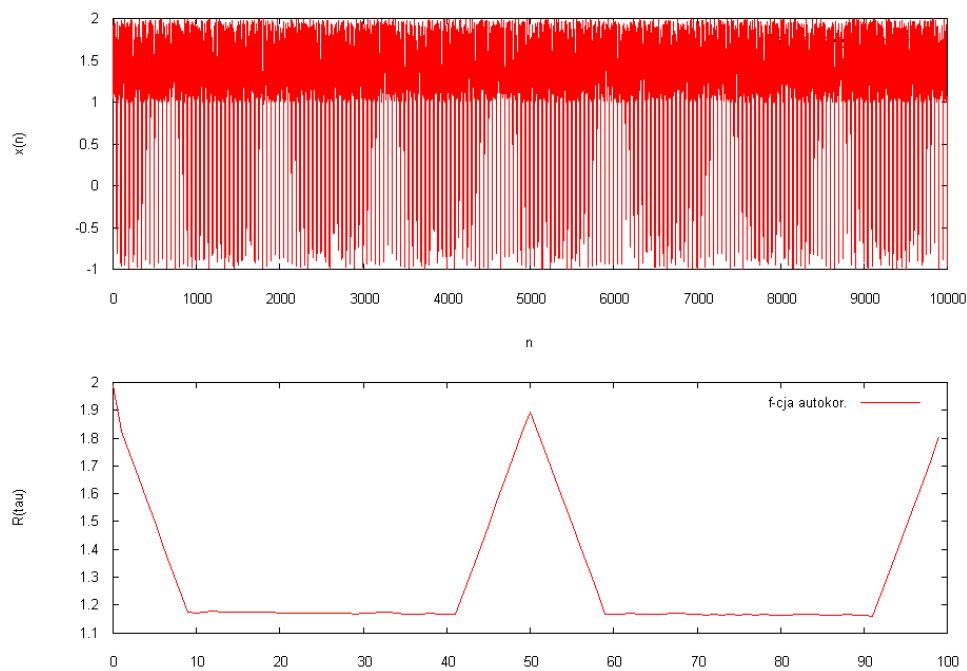
Autokorelacja jest to znormalizowana autokowariancja powstała przez podzielenie autokowariancji przez wariancję. Wartość funkcji korelacji mieści się w przedziale od -1 do 1. Zatem oba estymatory są tożsame, gdy wariancja sygnału jest równa 1.

2. Autokorelacja sumy sygnałów.

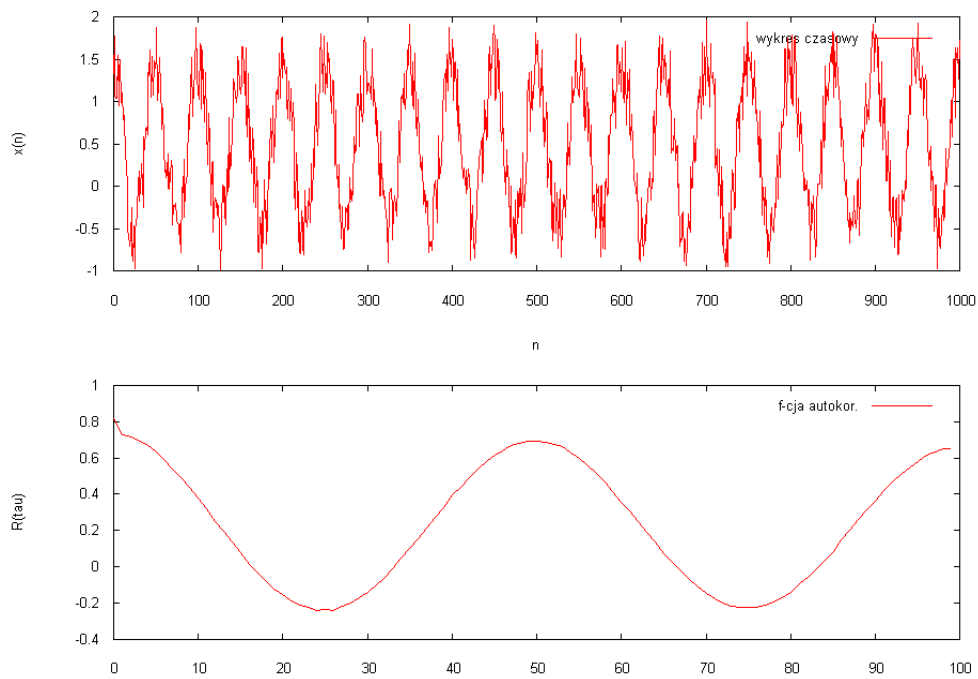
Na potrzeby tego doświadczenia utworzono skrypt „*autokorsum.m*”. Wyniki poniżej:



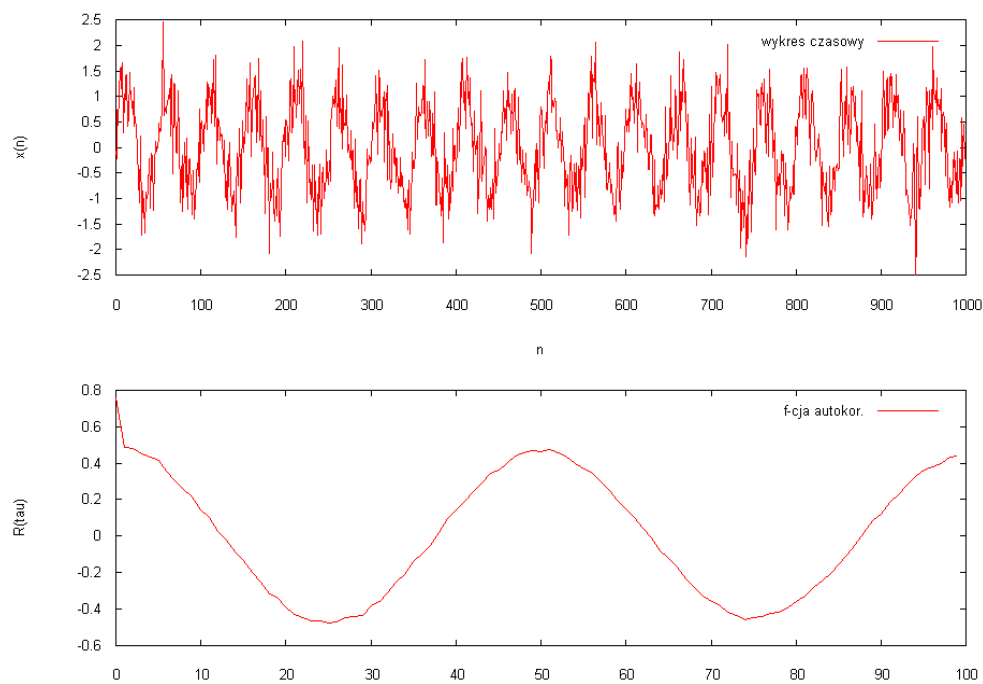
Rys. 12 – Autokorelacja sumy sygnału prostokątnego i szumu jednostajnego.



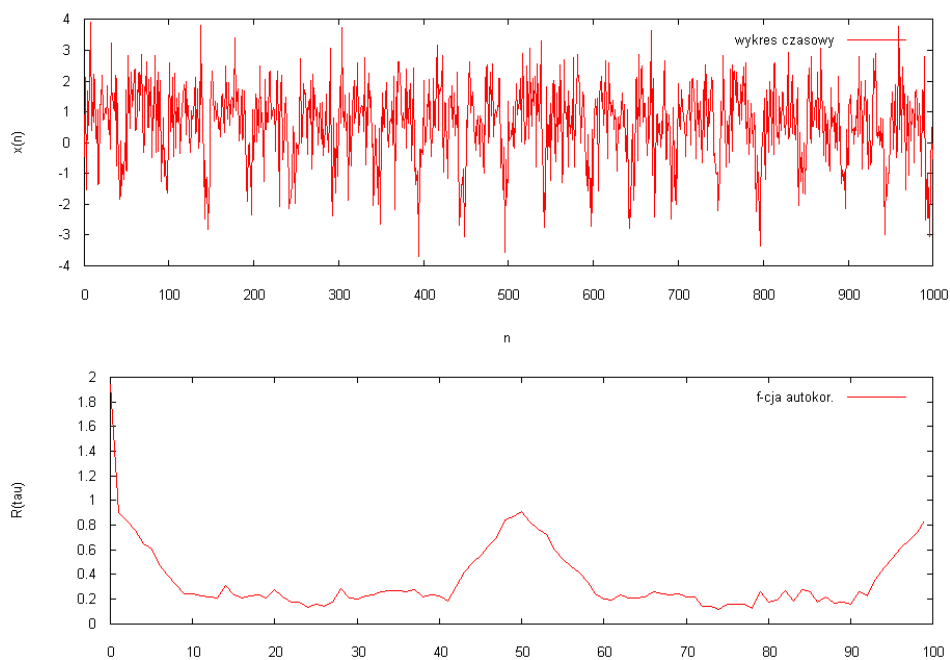
Rys. 13 – Autokorelacja sumy sygnału prostokątnego i szumu jednostajnego – długość sygnału o rząd większa.



Rys. 14 – Autokorelacja sumy sygnału sinusoidalnego i szumu jednostajnego.

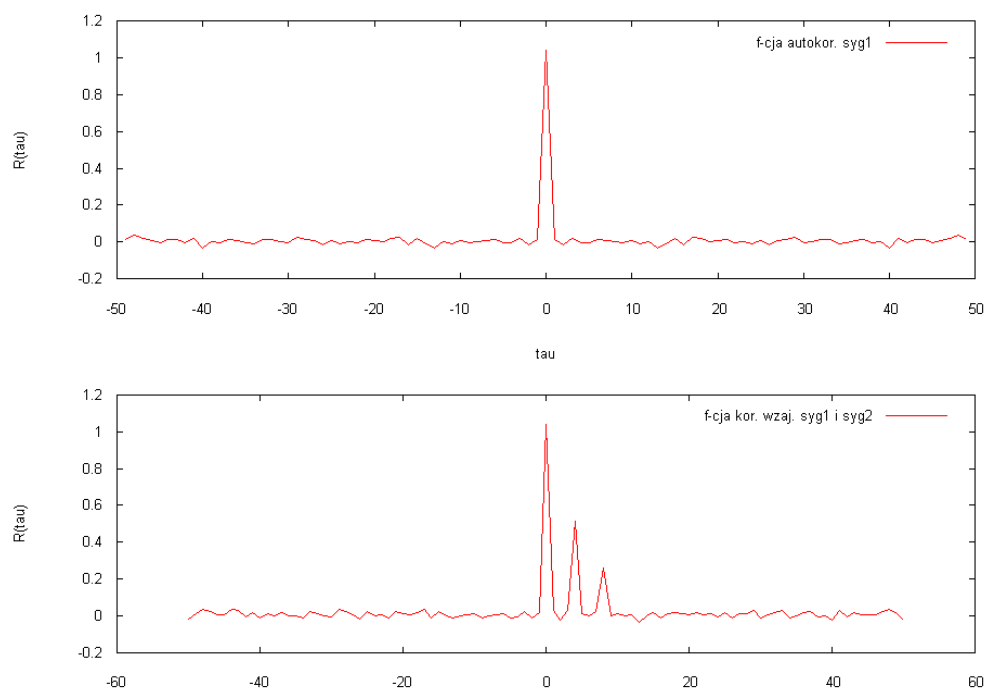


Rys. 15 – Autokorelacja sumy sygnału sinusoidalnego i szumu białego gaussowskiego o amplitudzie zmniejszonej o połowę.



Rys. 16 – Autokorelacja sumy sygnału prostokątnego i szumu białego gaussowskiego.

3. Przejście sygnału przez układ liniowy, korelacja wzajemna.



Rys. 17 – Autokorelacja szumu białego (górny wykres), korelacja wzajemna szumu białego z szumem białym z dodanym echem (po przejściu przez układ liniowy).

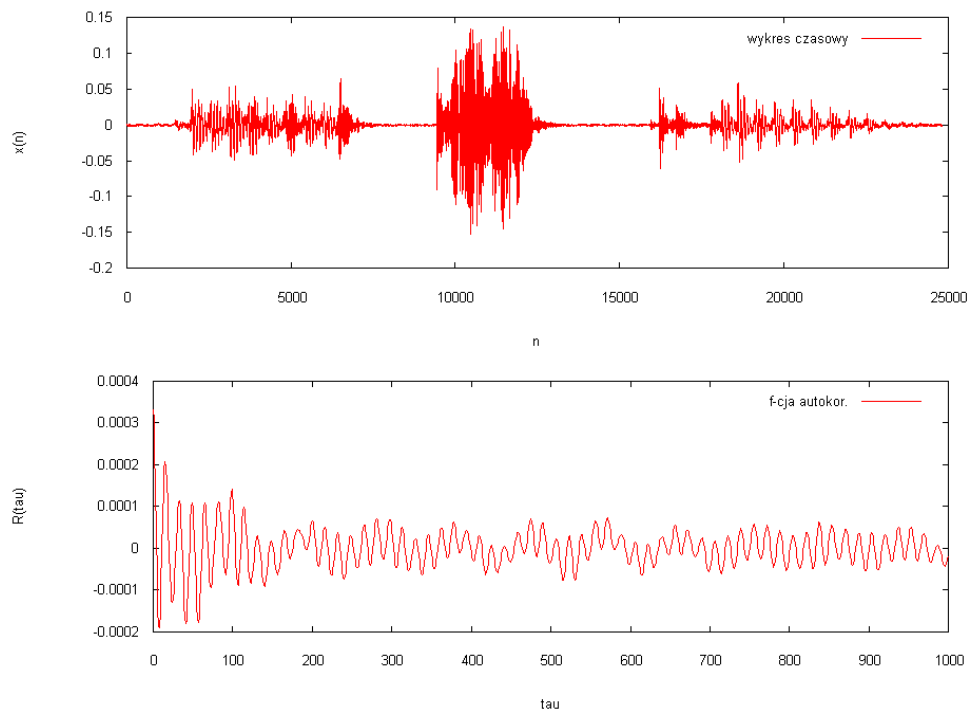
Korelacja wzajemna szumu białego na wejściu układu liniowego z sygnałem uzyskanym na wyjściu tego układu jest wprost odpowiedzią impulsową tego układu.

Jak zaobserwowano na górnym wykresie na rysunku 17, autokorelacja szumu białego jest pikiem w 0. Jest to równoważne odpowiedzi impulsowej układu liniowego o funkcji przejścia równej 1.

Autokorelacja szumu białego stanowi jeden z przykładów wyznaczania odpowiedzi układu liniowego na pobudzenie „delta diraca”, gdzie na wyjściu również otrzymujemy „deltę diraca” z uwagi na funkcję $h(t)=1$.

4. Autokorelacja sygnału mowy.

W tym ćwiczeniu zbadano autokorelację sygnału w przybliżeniu stacjonarnego, sygnału mowy.

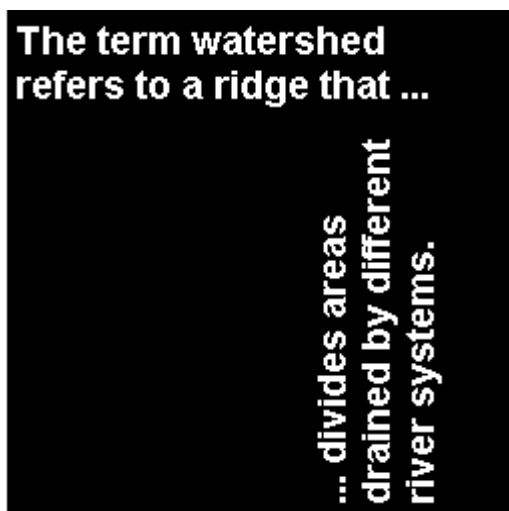


Rys. 18 – Autokorelacja sygnału mowy, plik „mwi06becz.wav”.

Jeśli sygnał jest okresowy to również funkcja autokorelacji jest okresowa. Dzięki temu możemy wyznaczać okres badanego sygnału, np. przy pomiarach EKG albo OCR.

5. Zastosowanie funkcji korelacji wzajemnej do lokalizacji wzorca.

W tym doświadczeniu poszukiwano na płaszczyźnie bitmapy, wzorca literki „a”. Obrazek testowy zawierał zarówno tekst pionowy jak i poziomy. Test wykonano dla wzorca literki „a” pionowego oraz poziomego. Kryterium stwierdzenia, iż wzorzec pasuje ustawiono na 90% maksymalnej wartości funkcji korelacji wzorca i badanego materiału. Zatem jeśli korelacja wzajemna poszukiwanego wzorca i bitmapy wynosiła ponad 90% to stwierdzano wystąpienie w danym miejscu tekstu literki „a”.



Rys. 19 – Testowa bitmapa.



Rys. 20 – Poszukiwany wzorzec – pionowy (po lewej), poziomy (po prawej).



Rys. 21 – Miejsca odnalezienia wzorca w orientacji pionowej (po lewej) i poziomej (po prawej).

Dodatkowo zamieszczono poniżej wykres korelacji wzajemnej wzorca i bitmapy dla orientacji poziomej poszukiwań. Obrazy z rysunku 21 są wybranymi maksimami, po uwzględnieniu kryterium odnalezienia wzorca, natomiast na rysunku 22 pokazano korelację wzajemną przed zastosowaniem kryterium.

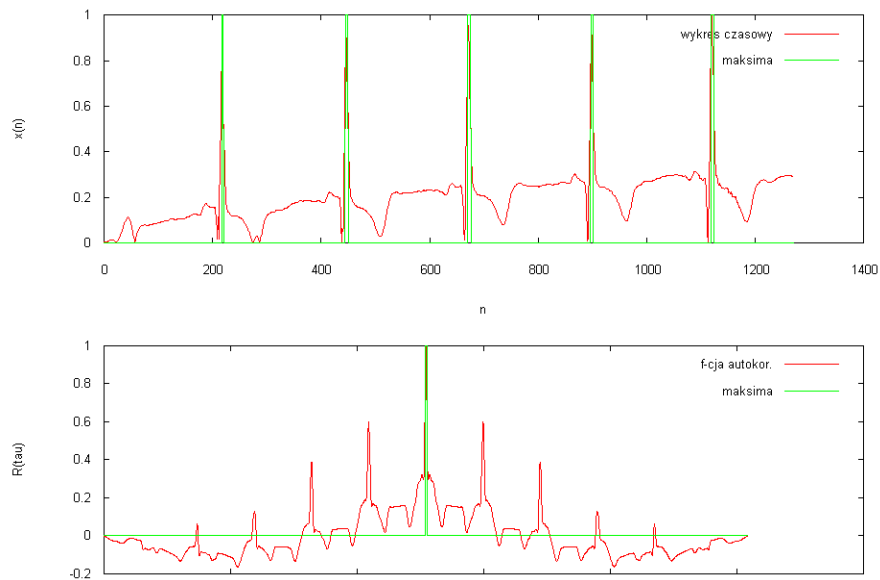


Rys. 22 – Korelacja wzajemna – wzorzec poziomo.

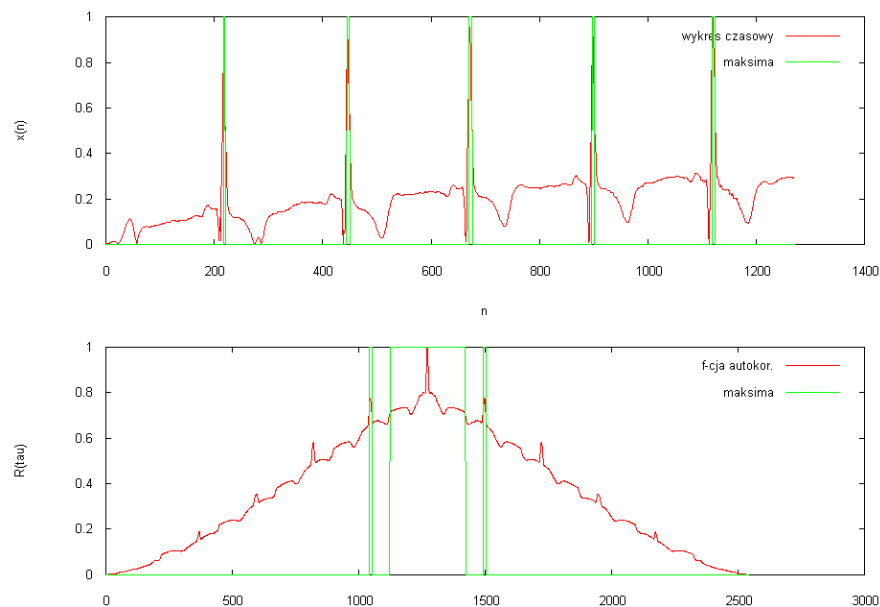
6. Analiza sygnału EKG.

Do analizy sygnału EKG wykorzystuje się funkcję autokorelacji, gdyż jest to unormowana autokowariancja, dlatego lepiej nadaje się do analizy tego typu. Tak jest teoretycznie.

Analizowano sygnał z pliku „940419V1.au”. Została obliczona funkcja abs z sygnału, aby znalazł się powyżej osi czasu. Próg wykrycia uderzenia serca ustalono doświadczalnie na 70% maksymalnej wartości amplitudy, autokorelacji lub autokowariancji, zależnie od dokonywanego pomiaru.



Rys. 23 – Sygnał oraz autokowariancja z zaznaczonymi maksimami.



Rys. 24 – Sygnał oraz autokorelacja z zaznaczonymi maksimami.

Jak zauważono na rysunkach liczenie autokowariancji oraz autokorelacji jest bezcelowe i bezużyteczne. Najprościej jest analizować sygnał bezpośrednio.

Do analizy sygnału napisano skrypt „*EKG.m*”. Analizuje on sygnał oraz wybraną funkcję tego sygnału. W wektorach count i count2 przechowywane są odległości w próbkach pomiędzy kolejnymi wykrytymi maksimami. Ponieważ okazało się że maksima wykryte z funkcji autokorelacji i autokowariancji są absurdalne do wyznaczania tętna pacjenta wykorzystano dane z bezpośredniej analizy sygnału.

Zmienna Tbcia1 zawiera ilość uderzeń na minutę, która w przypadku wybranego sygnału wynosi 53,6 uderzeń/min.

Jak pokazuje powyższy przykład teoria po raz kolejny rozmija się z praktyką ;) (pewnie popełniono jakiś błąd w obliczaniu albo analizie funkcji autokorelacji).

7. Wnioski.

- Funkcja autokorelacji jest unormowaną funkcją autokowariancji
- Jeśli sygnał jest okresowy to funkcja autokorelacji też jest okresowa – co pozwala wyznaczyć okres badanego sygnału
- Funkcja autokorelacji dwuwymiarowej jest używana do rozpoznawania liter – popularne aplikacje OCR.
- Korelacja wzajemna sygnału na wejściu układu liniowego z sygnałem na wyjściu daje odpowiedź impulsową tego układu
- Niestety analiza sygnału EKG w sposób bezpośredni okazała się najlepszym rozwiązaniem. Metoda z zastosowaniem funkcji autokorelacji nie dała żadnych efektów
- Nie wyznaczono statystyk wyższych rzędów ze względu na błędy w skryptach powodujące wieszanie się octave-a
- Szczegóły przytoczonych wniosków znajdują się bezpośrednio pod wykresami obrazującymi zjawisko