

Wpływ różnych rodzajów szumu na działanie filtra cząsteczkowego.

Influence of different noise types on particle filter effects.

Piotr Kozierski, Marcin Lis, *Poznan University of Technology*

Abstract

The paper presents effect of few kinds of noises on the particle filter performance. There are used 5 noise types: white, pink, brown, blue and purple.

Particle filter is briefly describes in the Chapter 1. In Chapter 2 presents different types of noise. The simulation results are in Chapter 3.

Streszczenie

W artykule przedstawiono wpływ rodzaju szumu na jakość działania filtra cząsteczkowego.

W rozdziale pierwszym krótko opisano filtr cząsteczkowy. W drugim rozdziale przedstawiono różne rodzaje szumów. Wyniki symulacyjne zostały przedstawione w rozdziale 3.

1. Filtr cząsteczkowy

Filtr cząsteczkowy (PF) jest jedną z metod implementacji Filtru Bayesa, w której kluczowym pomysłem jest przedstawienie funkcji gęstości prawdopodobieństwa (FGP) za pomocą zbioru próbek, z których każda ma pewną wagę.

Po dokładniejszy opis filtracji Bayesowskiej [2] oraz działania PF i opisu różnych jego odmian [1,3], czytelnik odsyłany jest do literatury.

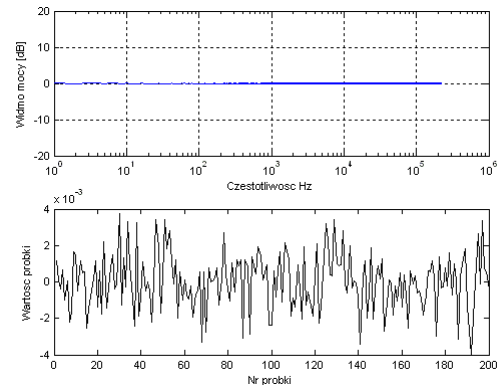
2. Szum

Poniżej zostało opisanych 5 rodzajów szumu, które zostały wzięte pod uwagę. Różnią się przede wszystkim widmową gęstością mocy (WGM), która jest odwrotnie proporcjonalna do częstotliwości podniesionej do pewnej potęgi α

$$S(f) \propto \frac{1}{f^\alpha} \quad (1)$$

2.1 Szum biały

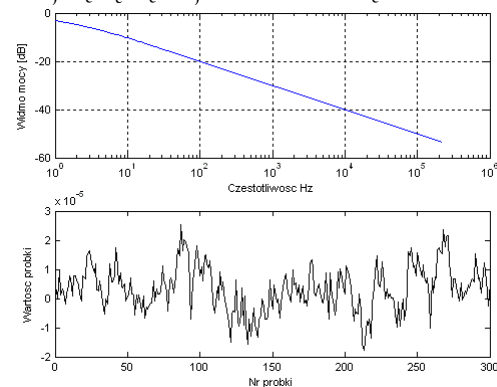
Najczęściej wykorzystywany do symulacji rodzaj szumu. Wartość współczynnika szumu wynosi $\alpha = 0$. Na Rys.1 przedstawiono WGM oraz wygląd próbek szumu w czasie. Jak można zaobserwować, WGM jest stała, a więc w szumie równy udział mają wszystkie częstotliwości.



Rys.1. WGM i fragment sygnału szumu białego.
Fig.1. Power density and sample of white noise.

2.2 Szum różowy

Współczynnik szumu jest równy $\alpha = 1$. Na Rys.2 można zaobserwować WGM, która opada z szybkością 10dB/dek (co jest równoznaczne z szybkością 3dB na oktawę). Oznacza to, że w szumie bardziej będą się objawiać niskie częstotliwości.

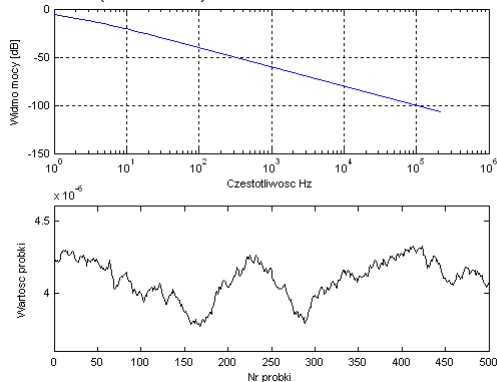


Rys.2. WGM i fragment sygnału szumu różowego.
Fig.2. Power density and sample of pink noise.

2.3 Szum brązowy

Nazwa pochodzi od R. Browna, który odkrył tzw. „ruch Browna”, którego efektem jest opisywany szum. Czasami nazywany też szumem czerwonym. Współczynnik wynosi $\alpha = 2$, co oznacza, że niskie częstotliwości mają jeszcze większy wpływ, niż w przypadku szumu różowego – potwierdza się to na

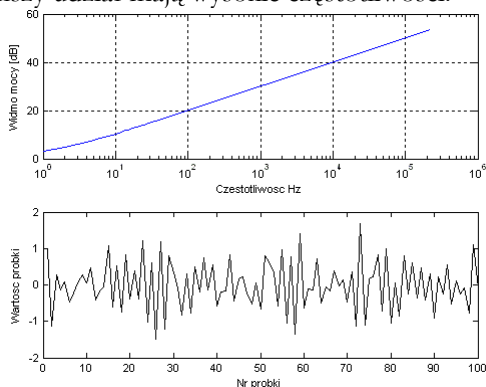
Rys.3, gdzie wykres WGM opada z szybkością 20dB/dek (6dB/okt).



Rys.3. WGM i fragment sygnału szumu brązowego.
Fig.3. Power density and sample of brown noise.

2.4 Szum niebieski

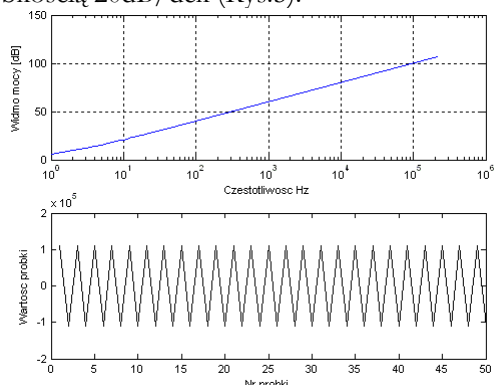
Współczynnik szumu jest równy $\alpha = -1$. Jak można zaobserwować na Rys.4, w tym przypadku większy udział mają wysokie częstotliwości.



Rys.4. WGM i fragment sygnału szumu niebieskiego.
Fig.4. Power density and sample of blue noise.

2.5 Szum purpurowy

W tym przypadku współczynnik jest równy $\alpha = -2$, a tym samym wykres WGM narasta z szybkością 20dB/dek (Rys.5).



Rys.5. WGM i fragment sygnału szumu purpurowego.
Fig.5. Power density and sample of purple noise.

3. Wyniki symulacji

Do symulacji wykorzystano obiekt (2). W programie skorzystano z gotowego generatora szumu [4]. Poszczególne sygnały zakłóceń

znormalizowano w taki sposób, aby niosły taką samą energię. Wyniki (średni kwadrat błędu) przedstawiono w Tab.1.

$$x_k = 0.8 \cdot x_{k-1} + \frac{\exp(0.1 \cdot x_{k-1})}{0.1 + x_{k-1}^2} \cdot v_{k-1} \quad (2)$$

$$y_k = x_k + n_k$$

Tab.1.

Średni kwadrat błędu dla poszczególnych szumów.
Mean square error for different types of noise.

	$\alpha=0$	$\alpha=1$	$\alpha=2$	$\alpha=-1$	$\alpha=-2$
MSE	0.713	0.847	0.619	0.581	----

Jak można zaobserwować, rodzaj szumu ma duży wpływ na działanie PF. Interesujący jest fakt, że dla szumu białego wyniki wcale nie są najlepsze. Dla $\alpha = -2$ szum tak zakłócił działanie algorytmu, że nie dało się przeprowadzić symulacji, a więc szum purpurowy można uznać za wprowadzający najtrudniejsze do przefiltrowania zakłócenia.

Literatura

- [1] Arulampalam S., Maskell S., Gordon N., Clapp T.: *A Tutorial on Particle Filters for On-line Non-linear/Non-Gaussian Bayesian Tracking*, IEEE Proceedings on Signal Processing, Vol.50, No.2, 2002, pp.174-188.
- [2] Candy J.V.: *Bayesian signal processing*, WILEY, New Jersey 2009, pp.19-44, 237-298.
- [3] Doucet A., Freitas N., Gordon N.: *Sequential Monte Carlo Methods in Practice*, Springer-Verlag, New York 2001, pp.225-246.
- [4] Little M., McSharry P., Roberts S., Costello D., Moroz I.: *Exploiting Nonlinear Recurrence and Fractal Scaling Properties for voice Disorder Detection*, BioMedical Eng. OnLine, vol.6, no.23, 6/2007, pp.23-42.

Autorzy:



Mgr inż. Piotr Kozierski
Politechnika Poznańska,
Wydział Elektryczny,
Pok. 109
ul. Piotrowo 3A
60-965 Poznań

email:
piotr.kozierski@gmail.com



Mgr inż. Marcin Lis
Politechnika Poznańska,
Wydział Elektryczny
ul. Piotrowo 3A
60-965 Poznań

email:
mail.dla.studenta@gmail.com