

Laboratorium przetwarzania sygnałów biologicznych

Ćwiczenie A/1



Temat: Próbkowanie sygnału i zjawisko aliasingu

Cel ćwiczenia: Celem ćwiczenia jest przedstawienie praktycznych aspektów twierdzenia o próbkowaniu oraz zjawiska aliasingu.

Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia należy przypomnieć sobie twierdzenie o próbkowaniu i zjawiska związane z kwantyzacją i dyskretyzacją sygnału.

Zaliczenie ćwiczenia odbywa się na podstawie sprawozdania zawierającego opis przeprowadzonych testów oraz odpowiedzi na pytania zaznaczone w tekście niniejszej instrukcji *czcionką pochylą*.

0. Uruchom plik C:\lab\tompkins\scope.exe.

1. Uruchom program digiscope wybierz Ad(v) Ops / (S)ample / (S)ample. Górny panel przedstawia sygnał sinusoidalny o częstotliwości 100 Hz. *Jaka jest minimalna częstotliwość próbkowania wymagana przez teorię Shannona? Zastosuj częstotliwość o 20% wyższą (taką stosuje technika CD). Po wpisaniu jej w linii poleceń na dole, dolny panel wyświetli dyskretną reprezentację sygnału. Następnie wybierz (P)wr Spect w celu wyświetlenia modułu widma sygnału. Za pomocą kursorów określ przy jakiej częstotliwości wystąpiło maksimum, przy jakich częstotliwościach moduł widma spada poniżej 20 i poniżej 40 dB.*

2. Dokonaj próby rekonstrukcji sygnału (R)ecreate \ (S)inusoid. Sygnał, choć zniekształcony wygląda nieźle, ale wypróbuj też inne metody interpolacji (kwadratową (Z)OH oraz liniową (L)inear). *Skomentuj jakie są szanse prawidłowego odtworzenia sygnału bez zakładania, że pierwotnie była to sinusoida.*

3. Zastosuj częstotliwość 4-krotnie wyższą od wymaganego minimum (taką stosuje technika DVD-Audio). Po wpisaniu jej w linii poleceń na dole, dolny panel wyświetli dyskretną reprezentację sygnału. Następnie wybierz (P)wr Spect w celu wyświetlenia modułu widma sygnału. *Za pomocą kursorów określ przy jakiej częstotliwości wystąpiło maksimum, przy jakich częstotliwościach moduł widma spada poniżej 20 i poniżej 40 dB. Jaka jest precyzja reprezentacji częstotliwości sygnału w porównaniu z precyzją uzyskaną w p-kcie 1?*

4. Ponownie dokonaj rekonstrukcji sygnału (R)ecreate. Wypróbuj wszystkie dostępne metody interpolacji (kwadratową (Z)OH oraz liniową (L)inear) oraz sinusoidalną (S)inusoid. *Skomentuj jakie są tym razem szanse prawidłowego odtworzenia sygnału.*

5. Ponownie wybierz (S)ample i zastosuj częstotliwość próbkowania równą 220 Hz. Zapamiętaj przedstawioną na dolnym panelu dyskretną reprezentację sygnału. Następnie wybierz (P)wr Spect w celu wyświetlenia modułu widma sygnału. *Za pomocą kursorów określ przy jakiej częstotliwości wystąpiło maksimum, czy jest to częstotliwość oryginalnej sinusoidy? Dokonaj rekonstrukcji sygnału z aproksymacją sinusoidalną (R)ecreate \ (S)inusoid i porównaj sygnał zrekonstruowany z oryginalnym. Czy w zrekonstruowanym sygnale można wyróżnić jeszcze inną składową? Oszacuj w przybliżeniu jej częstotliwość.*

6. Powtórz operacje opisane w p-kcie 5 dla częstotliwości próbkowania równej 180 Hz. *Czym różni się dyskretna reprezentacja sygnału od otrzymanej w p-kcie 5? Czy tym razem maksimum widma reprezentuje częstotliwość oryginalnej sinusoidy? Dokonaj rekonstrukcji sygnału z aproksymacją sinusoidalną (R)ecreate \ (S)inusoid i porównaj sygnał zrekonstruowany z oryginalnym. Jaka jest zasadnicza różnica w porównaniu z sygnałem zrekonstruowanym w p-kcie 5? Oszacuj częstotliwość składowej wolnozmiennnej. Następnie wybierz (P)wr Spect w celu wyświetlenia modułu widma sygnału zrekonstruowanego i sprawdź poprawność dokonanego oszacowania przez lokalizację maksimum. Jaka zależność łączy częstotliwość próbkowania i częstotliwość sygnału oryginalnego z częstotliwościami obecnymi w sygnale zrekonstruowanym. Na czym polega zjawisko aliasingu?*

7. Wybierz częstotliwość próbkowania równą podwojonej częstotliwości sygnału, a następnie dokonaj rekonstrukcji sygnału z aproksymacją sinusoidalną (R)ecreate \ (S)inusoid i porównaj sygnał zrekonstruowany z oryginalnym. *Od czego zależy amplituda tak zrekonstruowanego sygnału?*

8. Zależność otrzymaną w p-kcie 6 zweryfikuj z użyciem sygnału testowego zawierającego dwie składowe (D)ata Select \ s(U)m of Sines. Wybierz (P)wr Spect w celu wyświetlenia modułu widma sygnału i sprawdź za pomocą kursorów położenie maksimum. Następnie wybierz (S)ample i zastosuj częstotliwość próbkowania równą 800 Hz. Zrekonstruuj sygnał z aproksymacją sinusoidalną (R)ecreate \ (S)inusoid a następnie wyświetl moduł widma sygnału zrekonstruowanego (P)wr Spect. Za pomocą kursorów sprawdź położenie maksimum. *Które z maksimum reprezentuje częstotliwość występującą w sygnale, a które jest rezultatem aliasingu?*

9. Użyj prostokątnego sygnału testowego (Data Select \ s(Q)uare). Wybierz (P)wr Spect w celu wyświetlenia modułu widma sygnału i sprawdź za pomocą kursorów położenie maksimumów. *Porównaj udział PARZYSTYCH i NIEPARZYSTYCH harmonicznych w energii sygnału. Dokonaj próbkowania (Sample tego sygnału z częstotliwością 1050 Hz, a następnie rekonstrukcji z aproksymacją liniową (Recreate \ (L)inear. Wyświetl moduł widma sygnału zrekonstruowanego (P)wr Spect i porównaj z widmem sygnału oryginalnego. Wskaż maksima reprezentujące oryginalne składowe sygnału i te będące rezultatem aliasingu - czy rozróżnienie jest trudne?. Czy dla sygnału prostokątnego istnieje częstotliwość próbkowania zapewniająca uniknięcie aliasingu? Jak można uniknąć aliasingu w rzeczywistych układach elektronicznych?*