

Próbkowanie

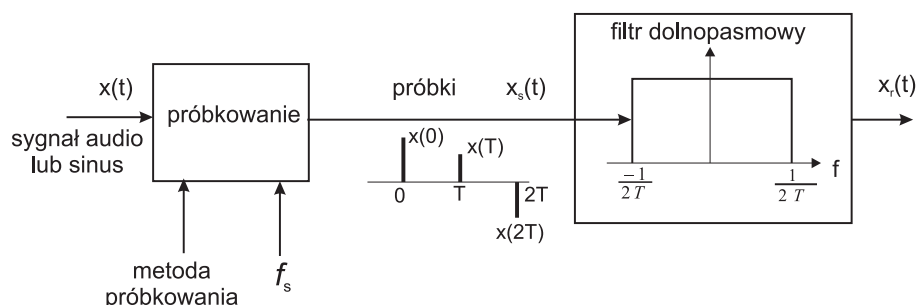
uzupełnienie wykładu

Uwagi ogólne

- Program sample.exe jest skompilowanym kodem Matlab'a. Aby tego typu software działał na danym komputerze, niezbędne jest uruchomienie programu MRCInstaller, dostarczonego przez producentów Matlab'a. Tę czynność wystarczy wykonać jeden raz.
- Do eksperymentów wykorzystuje się monofoniczne pliki .wav spróbkowane z dużą częstotliwością próbkowania (200 kHz). Ponieważ obserwujemy częstotliwości do 100 kHz, nie zobaczymy efektów tego próbkowania, w tym lustrzanego odbicia widma w paśmie 100 - 200 kHz. Można przyjąć, że widmo w zakresie 0-100 kHz nie różni się od widma sygnału ciągłego. Dostępne jest nagranie skrzypiec, pianina, śpiewu, szerokopasmowej i wąskopasmowej mowy. Pasma częstotliwości sygnałów muzycznych sięga około 20 kHz, szerokopasmowej mowy 8 kHz, a wąskopasmowej mowy 4 kHz.
- Można też próbować sygnał sinusoidalny (częstotliwość regulowana suwakiem).
- Częstotliwość próbkowania ($f_s = \frac{1}{T}$, gdzie T jest okresem próbkowania) przyjmuje wartości od 5 kHz do 100 kHz, można wybrać 9 wartości.
- Zaimplementowano próbkowanie idealne (impulsowe: metoda 1) i próbkowanie z pamiętaniem (schodkowe: metoda 2).
- Można obserwować sygnały: wejściowy $x(t)$, spróbkowany $x_s(t)$ i zrekonstruowany z próbek $x_r(t)$ oraz ich widma amplitudowe (w decybelach - dB). Rekonstrukcja sygnału odbywa się metodą filtracji dolnopasmowej w paśmie do połowy częstotliwości próbkowania $f_s/2$, co pokazano na schemacie blokowym.
- Można obserwować nałożone na siebie dwa sygnały: wejściowy $x(t)$ i zrekonstruowany $x_r(t)$. Obliczony jest stosunek mocy sygnału wejściowego do błędu rekonstrukcji sygnału (SNR) i podany w decybelach:

$$SNR_{dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{|x|^2}{|x - x_r|^2} \right)$$

gdzie $|x|^2 = \int |x(t)|^2 dt$ jest mocą sygnału $x(t)$.



Proponowane eksperymenty ilustrujące wykład

1. Próbkowanie idealne sygnałów audio

Wybierz frazę muzyczną i ustaw częstotliwość próbkowania 40 kHz. Porównaj widmo amplitudy sygnału przed i po próbkowaniu. Porównaj przebiegi czasowe sygnału oryginalnego i odtworzonego z próbek (powiększ fragment przebiegu i zaobserwuj wartość SNR_{dB}).

2. Próbkowanie z pamiętaniem (sample and hold)

Dla tej samej frazy i częstotliwości próbkowania obejrzyj przebieg czasowy i widmo spróbkowanego sygnału. Porównaj je z próbkowaniem idealnym.

3. Rola twierdzenia o próbkowaniu

Ustaw częstotliwość próbkowania na 8 kHz. Wykonaj próbkowanie fraz dźwiękowych (próbkowanie idealne). Porównaj widmo amplitudy sygnałów przed i po próbkowaniu i zanotuj wartości SNR_{dB} . Zaobserwuj wpływ pasma sygnału wejściowego na jakość zrekonstruowanego sygnału.

4. Próbkowanie sygnału sinusoidalnego

Ustaw częstotliwość sygnału sinusoidalnego na 6 kHz. Wykonaj próbkowanie idealne z wykorzystaniem wszystkich dostępnych częstotliwości próbkowania. Porównaj widmo amplitudy sygnału przed i po próbkowaniu, oraz widmo amplitudy sygnału zrekonstruowanego. Zmierz częstotliwość zrekonstruowanego sygnału (położenie prążka widma na skali częstotliwości). Zaobserwuj, że w przypadku niespełnienia założeń twierdzenia o próbkowaniu (tzn. gdy częstotliwość próbkowania jest mniejsza niż podwojona częstotliwość sinusa) częstotliwość sygnału odtworzonego różni się od częstotliwości sygnału wejściowego.