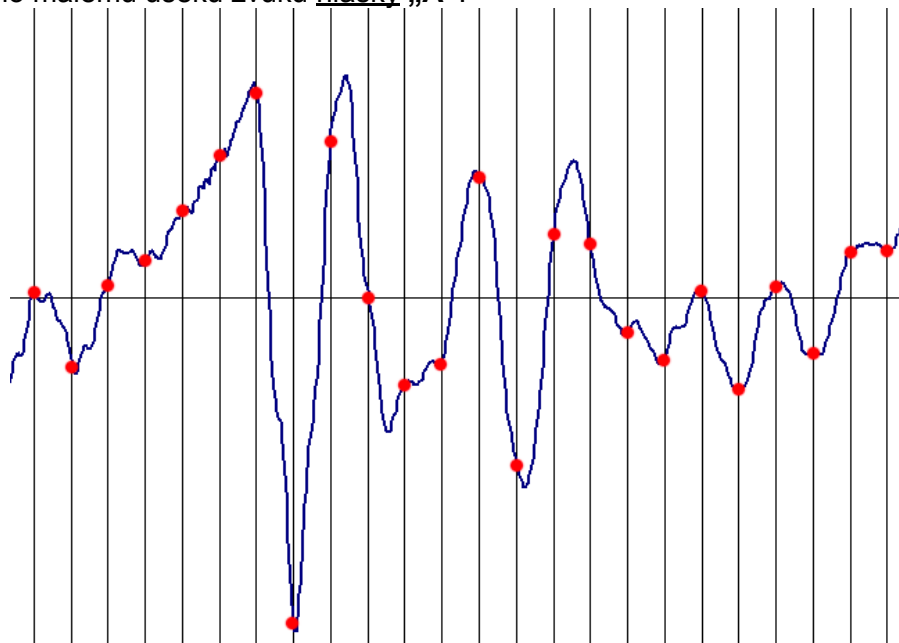


26. Vzorkování, kvantování. Vzorkovací teorém. Aliasing. Práce se zvukem na počítači.

Vzorkování

Vzorkování signálu je proces jeho diskretizace v časové oblasti.

Úsek spojitého signálu se sice dá donekonečna zvětšovat a pozorovat tak jeho nekonečně malé detaily, ale protože počítače mají pouze konečnou kapacitu paměti a ani nejsou nekonečně rychlé, musíme se u reálného vzorkování při A/D převodu omezit pouze na nezbytně nutné množství vzorků, které budeme dále zpracovávat. Na obrázku je cca 15 ms zvukového signálu odpovídajícího malému úseku zvuku hlásky „Á“.



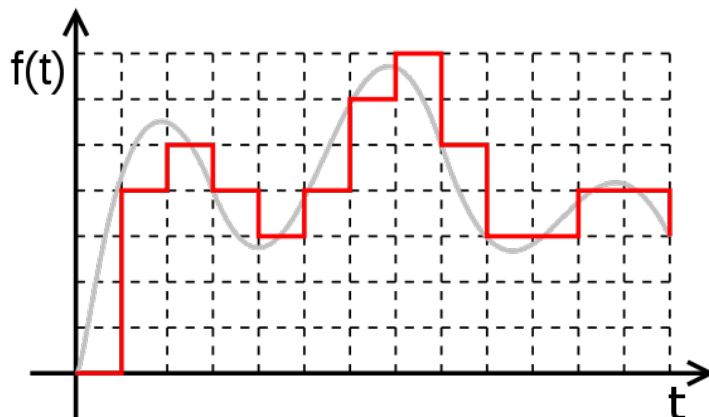
Vzorkování spojitého signálu

Vzorkování se provede tím způsobem, že rozdělíme vodorovnou osu signálu (v našem příkladu je na této ose čas, osa x) na rovnoměrné úseky a z každého úseku odebereme jeden vzorek (na obrázku jsou tyto vzorky znázorněny červenými kolečky). Je přitom zřejmé, že tak z původního signálu ztratíme mnoho detailů, protože namísto spojitě čáry, kterou lze donekonečna zvětšovat dostáváme pouze množinu diskrétních bodů s intervalem odpovídajícím použité vzorkovací frekvenci.

Kvantování

Kvantování je diskretizace oboru hodnot signálu. Tento proces je nevratný. Důležité je nastavení kvantizační hladiny (minima a maxima).

- Lineární (*ekvidistanční*) – kvantizační hladiny jsou od sebe stejně vzdálené, většinou se používá tento způsob
- § Nelineární – úrovně kvantizačních hladin jsou přizpůsobené určitému účelu – tedy pokud nás zajímá určitá oblast intenzit. Používají se třeba logaritmické nebo exponenciální rozdělení.
- § Další možnost je třeba taková, aby každá barva byla zastoupena na obrázku stejným počtem pixelů



Kvantizační šum - pokud kvantování není dostatečně jemné, vznikají falešné kvantizační hrany. Kvantizační šum je dobře vidět třeba na fotografiích oblohy. Kde místo jemných přechodů z jednoho do druhého odstínu modré, vidíme spíše skokovité přechody vypadající jako velké mapy. Kvantizační šum je typický i pro veškeré digitální záznamy a přenosy zvuku.

Vzorkování – získávání hodnot na ose **X (čas)**

Kvantování – získávání hodnot na ose **Y (přesnost převodníku)**

Vzorkovací reorém

„Přesná rekonstrukce spojitého, frekvenčně omezeného, signálu z jeho vzorků je možná tehdy, pokud byl vzorkován frekvencí alespoň dvakrát vyšší, než je maximální frekvence rekonstruovaného signálu.“

$$FS > 2 \times f(\max)$$

Pokud toto neplatí, dojde ke zkreslení nebo ztrátě informace. V případě použití nižší vzorkovací frekvence může dojít k tzv. aliasingu, kdy rekonstruovaný signál je výrazně odlišný od původního vzorkovaného signálu.

Aliasing

Slovo aliasing znamenající v češtině falšování přesně vystihuje jev, ke kterému dojde při nedodržení podmínky Shannonova teorému. Původní frekvence spojitě informace je totiž vzorkováním zcela zfalšována. Známou ukázkou aliasingu je například filmový záznam nějakého rychle se otáčejícího předmětu (například vrtule letadla).

Když ve filmu vidíte točící se vrtuli nebo kola rychle jedoucího auta, můžete si všimnout toho, že otáčení není zachyceno správně. Obvykle se na filmu vrtule točí nepřírozeně pomalu a někdy dokonce i opačným směrem oproti skutečnosti. Správně by pohyb mohl být zachycen pouze tehdy pokud by frekvence snímání kamery byla minimálně dvojnásobná oproti frekvenci otáčení. To znamená, že kamera by za jednu otáčku vrtule musela sejmut minimálně dvě filmová políčka.

Aliasingu je nutné předcházet, protože pokud k němu dojde, jeho následky se odstraňují jen velmi těžce. Proto se před převodník spojitěho signálu na diskrétní ve většině případů zařazuje tzv. antialiasingový filtr, který má za úkol odfiltrovat frekvence vyšší než odpovídají Shannonovu teorému.

Je to dolní propust realizovaná v případě běžných A/D převodníků jako analogový frekvenční filtr.

Co se stane, když vzorkujeme nebo generujeme kosinusovku s frekvencí větší než $f_s/2$?

Dojde k **přeložení frekvence** na novou hodnotu f_a , ležící v intervalu $<- f_s/2, f_s/2>$ podle vztahu

$$f_a = f_o - k \cdot f_s$$

Příklad: $f_s = 8000$ Hz, $f_o = 15600$ Hz

$$f_a = 15600 - 2 \cdot 8000 = -400 \text{ Hz}$$

Kosinusovka bude přeložena na 400 Hz s opačnou fází

Práce se zvukem na PC

Zvuková karta je hardwarové zařízení pro záznam, editaci, přehrávání a produkci zvuku. Podle provedení rozlišujeme zvukové karty externí, interní a integrované („on board“). Obecně obsahují AD (analogově-digitální) a DA (digitálně-analogové) převodníky na převod zvuku z analogové podoby (např. mikrofon) na digitální a naopak. Dále obsahují DSP (digitální signálový procesor), ROM BIOS a paměti. On-board karty používají části počítače, DSP je součástí čipové sady, sdílí se RAM a CPU počítače atd. Interní karty jsou dostupné pro sběrnici ISA a PCI, externí se většinou připojují přes USB port a mají výhodu minimalizace rušení a tedy velký odstup signál-šum (tím se myslí rozdíl hlasitosti přehrávaného zvuku a šumu, udává se v db /decibelech/ a je jednou z nejdůležitějších hodnot).

Programy pro záznam a zpracování zvuku a přehrávání - Tyto programy dokáží prostřednictvím zvukové karty zaznamenávat zvuk z externího audiozařízení (magnetofon, mikrofon, syntetizér apod.) a následně jej zpracovávat: stříhat a znovu slepovat, přidávat nejrůznější efekty (hal, echo, flanger atd.), mixovat jeden zvuk do druhého a mnoho dalších možností. Jedna z nejvýkonnějších aplikací pro tyto účely je program Sound Forge od firmy SONIC FOUNDR.

Mono, stereo, vícekanálový zvuk.

Formáty

WAV

Zvuk se na počítači zpracovává v digitální formě, tzn. že analogový hudební signál je přiveden a vstup A/D převodníku zvukové karty, který jej převede na signál digitální. Audio data samozřejmě nelze ukládat přímo, tak jak jdou z A/D převodníku, i když i takový formát existuje – je označován jako RAW data (v překladu „nezpracovaná“ data). Data je potřeba doplnit nezbytnými informacemi nutnými pro jejich správnou interpretaci, tj. vzorkovacím kmitočtem, počtem bitů a kanálů, formátem atd. a to pomocí standardu RIFF. Resource Interchange File Format, zkráceně RIFF, je nejpoužívanější standardizovaný formát uložení dat v PC. Používají ho převážně soubory obsahující digitální zvuk nebo obraz, ale např. i odkládací soubory některých programů nebo soubory animovaných ukazatelů Windows. Základním prvkem RIFF souboru je informační blok nazývaný „chunk“. Každý tento blok začíná čtyřznakovou identifikací a délkou chunku. Pokud je délka dat obsažených v bloku lichá, doplňuje se chunk na konci nulou, aby délka celého chunku byla sudá. Zvukové soubory typu WAV používají pro uložení dat strukturu RIFF.

Multimédia

Jedná se o spojení pohyblivého obrazu, přinejmenším v televizní kvalitě, s vysokou kvalitou zvuku a počítačem, jako řídicím systémem. Počítač se v tomto případě využívá pro práci s textem, grafikou, při přenosu údajů a zpracování dat. Dalším doplňkem multimediálního systému jsou například dotekové obrazovky, účelově konstruované klávesnice nebo projekční systémy.

(více http://cs.wikipedia.org/wiki/Zvukov%C3%A1_karta, http://www.ped.muni.cz/wtech/oldversion/studium/prc3/prc3_11.pdf)