

DIGITALNA OBRADA AUDIO SIGNALA

Napomena: Formule ne treba pamtiti, potrebno je moći ih prepoznati kad su napisane.

Do sada smo pričali o kompromisu koji je neophodan kad je riječ o brzini odmjeravanja, rezoluciji i veličini potrebne memorije za skladištenje audio signala. Osim toga, neophodno je voditi računa o nivoima snimanja (dinamičkom opsegu) kako bi se dobio dobar, čist snimak. Ako prilikom digitalizacije dolazi do odsijecanja signala zbog previsokih nivoa, rezultat će biti neprijatno “krckanje”. Obrnuto, snimci koji se naprave na suviše niskom nivou će često biti neupotrljivi jer količina snimljenog zvuka može biti nedovoljna da se pokriju šumovi koji poptiču od samog procesa snimanja. Digitalna obrada audio signala obuhvata postupke kojima se popravljaju kvalitet snimljenog audio zapisa, zatim editovanje snimljenih datoteka, pa do složenih metoda obrade signala:

- ODSIJECANJE - Uklanjanje praznog prostora sa početka i dodatnog vremena sa kraja snimka (može jako da smanji veličinu datoteke).
- UPLETANJE I SASTAVLJANJE - Moguće je odstraniti dodatne šumove koji neminovno ulaze u snimak. Takođe je moguće od mnoštva manjih napraviti duži snimak.
- PRILAGOĐAVANJE JAČINE - Neophodna je normalizacija svih segmenata koji se “lijepe” jer oni skoro nikad nisu jednake jačine.
- KONVERZIJA FORMATA - Koristi se pri editovanju fajlova različitih formata.
- FEJD-IN I FEJD-OUT - Lagano pojačavanje i lagano utišavanje.
- PROMJENA BRZINE ODMJERAVANJA - Neophodna za ujednačavanje audio sadržaja koji su odmjereni različitim frekvencijama.
- OBRADA AUDIO SIGNALA - Omogućava uklanjanje dijela spektra (šuma i sl.), te razne efekte (eho, dodavanje dubine, unošenje nadrealnih efekata,...)

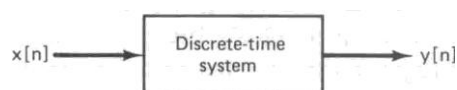
Obradu audio signala moguće je vršiti u vremenskom ili frekvencijskom domenu.

OBRADA AUDIO SIGNALA U VREMENSKOM DOMENU

Multimedijalni sistem za obradu audio signala posmatramo kao proces čiji rezultat je transformacija diskretnog ulaznog audio signala u diskretni izlazni audio signal:

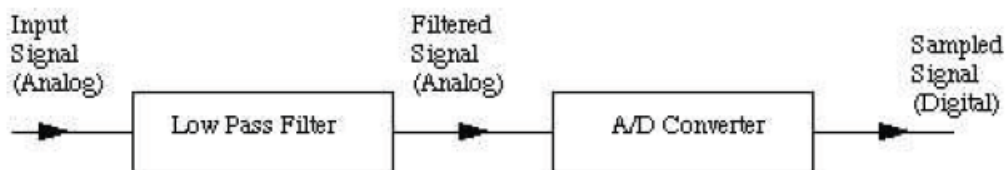
$$x(n) \rightarrow y(n)$$

gdje je sa $x(n)$ označen ulazni, a sa $y(n)$ izlazni signal.



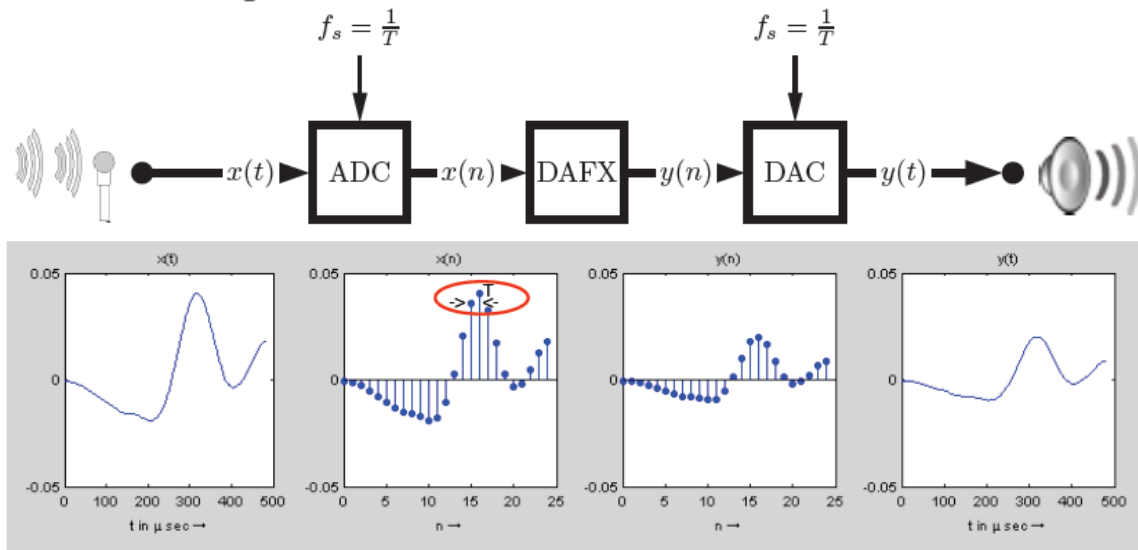
Blok dijagram diskretnog sistema sa jednim ulazom i jednim izlazom

Prije same digitalizacije, iz analognog audio signala je neophodno ukloniti sve frekvencije koje su veće od polovine frekvencije odmjeravanja. Zasnovano na percepciji zvuka, za frekvenciju odmjeravanja je dovoljno odabrati 44,1 kHz jer je ta frekvencija dva puta veća od gornje granične frekvencije od oko 20-22 kHz koju čovjek može da čuje. Idealno gledano, analogni predfilter na sljedećoj slici ima graničnu frekvenciju od 22 kHz. Bez ovog niskopropusnog predfiltera, koji treba da iz audio signala ukloni frekvencije koje su van čujnog opsega, u audio signalu bi se, nakon njegove digitalizacije, obrade i rekonstrukcije, pojavila značajna izobličenja.



Na sljedećoj slici je blokovski prikazana digitalna obrada audio signala. Podrazumijeva se upotreba predfiltera i postfiltera u kontinualnom domenu. O predfilteru je već bilo riječi. Analogni niskopropusni postfilter se uključuje nakon digitalno/analogne konverzije i služi za uklanjanje visokofrekvencijskih komponenti koje nastaju u procesu digitalno/analogne konverzije kao posljedica upotrebe realizibilnih, a ne idealnih D/A konvertora za rekonstrukciju analognih signala. Na slici je dat jedan od najjednostavnijih primjera obrade audio signala (utišavanje, tj. množenje sa faktorom 0,5).

Obradu signala je moguće izvoditi blokovski, kada se prvo prikupi i memoriše blok podataka (odmjeraka), a zatim se vrši njihova obrada, ili odmjerak po odmjerak. Način obrade zavisi od konkretne aplikacije. Kontrola pojačanja predstavlja primjer obrade odmjerak po odmjerak, dok je filtriranje primjer blokovske obrade.



Obradu audio signala je moguće realizovati softverski i hardverski. U svakom slučaju, implementacija uključuje sljedeća dva koraka:

- iskazivanje relacije ulaz-izlaz u obliku algoritma,
- realizacija algoritma softverski ili digitalnim hardverom.

Iskazivanje relacije ulaz-izlaz

- Preko jednačine diferencija:

$$y(n) = \sum_{k=0}^M b_k x(n-k) - \sum_{k=1}^N a_k y(n-k).$$

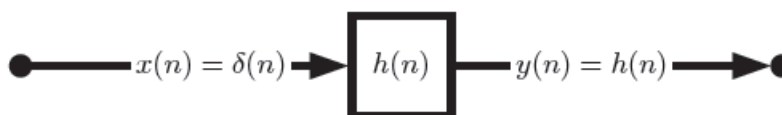
- Konvolucionom sumom (konvolucijom)

$$y(n) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k)h(n-k).$$

Za korišćenje konvolucione sume potrebno je poznavanje impulsnog odziva sistema, koji je jednak izlaznom signalu kada je na ulazu sistema jedan impuls:

$$x(n) = \delta(n) = \begin{cases} 1, & n = 0 \\ 0, & \text{inače} \end{cases},$$

kao što je prikazano na sljedećoj slici.



OBRADA AUDIO SIGNALA U FREKVENCIJSKOM DOMENU

Obrada audio signala u frekvencijskom domenu se svodi na modifikovanje frekvencijskih karakteristika audio signala. Zahtjevi za obradom audio signala se tada zadaju u frekvencijskom domenu, tako što se navode frekvencijski opsezi koje je potrebno zadržati u signalu i one koje je potrebno eliminisati iz signala, eventualno pojačati, utišati, itd... Na osnovu toga se generišu frekvencijske karakteristike sistema koji vrši obradu signala.

Frekvencijska karakteristika sistema, definisana sa:

$$H(e^{j\omega}) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} h(k)e^{-j\omega k}$$

je kompleksna funkcija učestanosti:

$$H(e^{j\omega}) = |H(e^{j\omega})| e^{j\arg(H(e^{j\omega}))}$$

Modul frekvencijske karakteristike je amplitudni odziv sistema i on utiče na promjenu amplitude izlaznog signala, dok argument frekvencijske karakteristike predstavlja faznu karakteristiku sistema koja utiče na fazu izlaznog signala.

Obrada se svodi na množenje spektra signala sa frekvencijskom karakteristikom sistema. Na sljedećoj slici su prikazane idealne frekvencijske karakteristike (njihovi moduli) frekvencijski selektivnih sistema redom: niskopropusnog filtra, visokopropusnog filtra, propusnika i nepropusnika opsega učestanosti, te filtra svepropusnika. Dio spektra signala u kom je frekvencijska karakteristika jednaka jedinici će biti zadržan u signalu bez promjena, dok će dio spektra signala gdje je frekvencijska karakteristika jednaka nuli biti eliminisan iz signala. Realne karakteristike odstupaju od idealnih prvenstveno u tome što ne postoji oštra granica između propusnog opsega (dijela gdje je frekvencijska karakteristika jednaka jedinici) i nepropusnog opsega (dijela gdje je frekvencijska karakteristika jednaka nuli), već postoji i tzv. prelazni opseg. Frekvencijske komponente signala koji se nađu u prelaznom opsegu će biti oslabljene po amplitudi.

