

ZVUK I RAČUNALA

SKRIPTA ZA 3. MI

ANALOGNA SINTEZA

- sinteza analognim modulima

Tri glavna modula

1. naponom kontroliran oscilator (VCO)
2. naponom kontrolirano pojačalo (VCA)
3. naponom kontroliran filter (VCF)

Naponom kontroliran oscilator

Oscilator ili funkcijski generator VCO producira periode naponskog signala i izvor je zvukova te njegove melodije i harmonije. Frekvencija periodičkog signala određena je kontrolnim naponom. Povećanje frekvencije za jednu oktavu (faktor 2) postiže se povećanjem razine kontrolnog napona za 1V. Glazbeni efekti modulacije poput treperenja, promjene frekvencije i sl. neovisni su o istosmjernoj razini kontrolnog napona. Promjena melodije s jedne tipke na drugu zahtjeva samo konstantnu serijsku promjenu napona koji predstavljaju note melodije. Osjetljivost ljudskog uha na promjene frekvencije viših harmonika i promjene frekvencije osnovnog harmonika zato je potrebna stabilnost VCO-a.

Naponom kontrolirano pojačalo

Naponom kontrolirano pojačalo VCA je linearno naponsko pojačalo sa pojačanjem koje ovisi o kontrolnom naponu. Iako je često moguća i eksponencijalna kontrola više je primjereno da pojačanje pojačala raste linearno s promjenom kontrolnog napona, a kreće se u pozitivnim i negativnim vrijednostima. Vrlo je važno da pojačanje bude nula za kontrolne napone koji su nula ili negativni. Jedna od funkcija VCA je da pojačava tonove. Zbog konstantnog rada oscilatora zadaća VCA je da oblikuje ovojnicu (anvelopu) amplitude tona. U ovom slučaju kontrolni napon dolazi iz generatora anvelope (EG). Efektivni timbar (boja) može biti dobiven spajanjem dva zvuka pri čemu jedan ima postavljeno kašnjenje. Da bi se ovo postiglo spajaju se dva VCA gdje je jedan od njih kontroliran sa zakašnjenjem anvelopom. Naponom kontrolirana pojačala mogu se rabiti za modifikaciju kontrolnih napona. Naponski kontrolirano pojačalo također se može rabiti za množenje dva signala tj. za amplitudnu modulaciju pomoću signala nositelja i modulacijskog signala. Češća od amplitudne je tzv. balansirana modulacija ili ring modulacija. Dok je amplitudna modulacija dvo-kvadrantni množitelj, balansirana modulacija je četvero-kvadrantni. U balansiranoj modulaciji nema razlike između nositelja i modulacijskog signala. Izlazni spektar se sastoji od svih mogućih suma i razlika dvije ulazne frekvencije. Za razliku od amplitudne modulacije u balansiranoj nema zasebnih spektralnih komponenata ulaznih signala.

Naponom kontrolirani filter

U naponom kontroliranom filteru VCF, karakteristična frekvencija filtra je kontrolirana kontrolnim naponom. Takav promjenjivi filter je napravljen je od dva integratora i zbrajala. Moguća je uporaba naponom kontroliranog filtra u kojoj on prati frekvenciju signala oscilatora to dovodi do konstantnog valnog oblika (nema rezanja), no mnogo realističnija zvučna slika se dobiva ukoliko se pojas filtra drži konstantnim dok se osnovna frekvencija mijenja. Boja zvuka ovisi o formantima a ne o samom valnom obliku. Zato su fiksni filteri adekvatni za uporabu sve dok nema promjena valnog oblika.

Naponska kontrola se rabi u filterima kako bi se stvorili dinamički efekti, posebno u trenucima porasta signala.

Ostali moduli za procesiranje signala

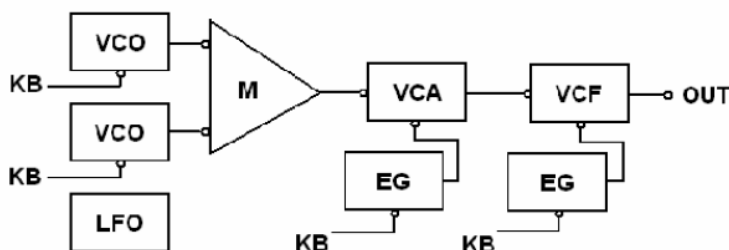
U praksi se umjesto naponom upravljanih modula u analognim sintesajzerima rabe linearni i nelinearni signalni procesori. Praktički nema razlike između modula koji se rabe u elektroničkoj glazbi i procesora za efekte u studijima (kompresori, generatori, uređaji za dobivanje odjeka, kašnjenje i chorus). Fiksni filteri mogu promijeniti spektralne odnose u tonovima, povećati realnost ili poboljšati ukupnu zvučnu sliku ili dodati jedan ili više formanta. Dinamički filteri rabe se kako bi simulirali vokodere u sintetizatorima ili glasovima koji nisu potpuno ljudski. Ne postoji stvarna granica između modula koji se rabe u elektronskoj glazbi i procesora za efekte koji se rabe u studijima za snimanje. Kompresor komprimira dinamički raspon tonova. Glazbeno je upotrebljiv kao uređaj kojim se kontrolira porast zvučnog signala. Velik broj korisnih efekata zasniva se na digitalnom kašnjenju te kašnjenju i dodavanju. U uređaju za odjek, ulazni signal prolazi kroz sklop za kašnjenje i dodaje se na originalni signal, a bira se željeno trajanje odjeka. Procesor poznat kao flanger koristi kašnjenje i dodavanje signala. Kašnjenje je lagano modulirano tako da se comb filter mijenja s vremenom. Efekt zvan chorusing koji iz jednog glasa stvara korus (zbor) radi na sličnom efektu izuzev što postoji više modulacijskih uređaja za kašnjenje i dodavanje koji se šalju na različite audio kanale.

VAŽNOST KONTROLE

Povezanost modula, programa i parametara koji stvaraju zvuk te njihova kontrola koja u konačnici stvara glazbu. Prvotne inačice sintesajzera bile su vrlo velike i imale vrlo sporu obradu signala, vanjsko spajanje modula. 70-ih godina razvoj analognog sintesajzera MiniMoog za specijalne efekte (danas ima ulogu orijentalnih instrumenata). Sintesajzeri su i dalje bili monofonički bez mogućnosti kontrole dinamike putem klavijature. Problemi su riješeni 1975.g. dolaskom PolyMoog uređaja gdje su prethodni moduli za obradu bili smješteni unutar integriranog kruga; jedan integrirani krug za svaku tipku klavijature. Kasnije je u uporabu došlo digitalno skeniranje klavijature, moguća obrada 8, 12 ili 16 tipki odjednom. Umjesto standardne klavijature za kontrolu modula moguće i korištenje standardnih glazbenih instrumenata pa čak i moždanih valova.

Stari moduli su bili dosta spori i glazbenici su trošili jako puno vremena na stvaranje. Nisu radili u realnom vremenu pa se trebalo čekati danima.

Analogni sintetizatori poput MiniMoog-a rabili su se za dobivanje specijalnih efekata pri izvedbama u živo.



MiniMoog je također uveo i mogućnost odabira modulacije koja je danas standard u orijentalnim instrumentima za izvedbu. Glavni problemi su bili to što je sintetizator bio monofoničan, te nije bilo ni kontrole dinamike pomoću tipki.

Oba ova problema bili su riješeni u uređaju PolyMoog (1975) gdje su moduli bili ugrađeni u jedan integrirani krug. Jedan takav integrirani krug stavljao se ispod svake tipke klavijature tako da je za svaku tipku postojao jedan minijaturni sintetizator. Broj raspoloživih lanaca bio je 8, 12, ili 16 što je definiralo maksimalan broj istovremenih nota.

Od vremena najranijih analognih sintetizatora pa do danas, primarna kontrola individualnih nota bila je pomoću tradicionalne klavijature (KB). Gitare, saksofoni i bubnjevi također su bili komercijalno rabljeni kao kontroleri, a kompozitori su vršili i daljnja proširivanja mogućih kontrolera.

Sempler je omogućavao uzimanje uzorka (isječka) naponske razine nekorelirano (bez sličnosti) s glazbenim tonom i rabio ga za daljnju kontrolu parametara tona.

Usklađivač (sekvencer) služi za ponavljanje signala (npr. ponavljajuća bas linija). Sekvencer je omogućio seriju kontrolnih signala. Rani sekvenceri imali su nekoliko kanala za kontrolu napona u ponavljajućim sekvencama. Moderni sekvenceri imaju veliki kapacitet. Ulazna kontrola preko tradicionalne klavijature.

Digitalna kontrola i MIDI sučelja

Opseg mogućnosti kontrole proširen je 1983.g. razvojem MIDI (Musical Instrument Digital Interface) standarda. Sučelje omogućava prijenos informacija između različitih sintesajzera i drugih procesora zvuka ili između tih instrumenata i računala. Sučelje je jednosmjerna asinkrona serijska linija s 31,25 kbauda (31250 bit/s). MIDI riječ je duga 10 bita, 8 bita plus bitovi za start i stop. Postoji 16 logičkih kanala za prijenos podataka kojima se kontrolira rad instrumenata spojenih na pojedini kanal. MIDI naredbe su definirane na način da se u radu ističe kontrola sintesajzera putem klavijature. Postoje specifične podatkovne riječi za pritisnutu/nepritisnutu tipku, brzinu stiskanja tipke, pritisak na tipku, za kodiranje pozicije modulacijskog upravljača. Važnost koja je dana naredbi mijenjanja osnovne frekvencije (pitch bend) govori da standard daje mogućnost prilagodbe i za određenu vrstu glazbe. Pri samoj izvedbi glazbe, MIDI kontrola omogućuje spajanje velikog broja različitih instrumenata od različitih proizvođača, djelomično pod kontrolom izvođača a djelomično pod kontrolom računala.

DIGITALNA SINTEZA

Digitalne metode se mogu rabiti samo kod kontrole upravljačkih napona analognih sintesajzera ili za dobivanje kompletnih generirajućih funkcija signala. VCO je zamijenjen digitalnim oscilatorom -poboljšava stabilnost kontrolnih napona. Čitanje signala iz međuspremnik obavlja se inkrementiranjem i dobivanjem željene frekvencije. Digitalna elektronika radi puno većom brzinom od audio sempliranja. .

Ne javljaju se problemi sa izradom preciznog digitalnog oscilatora kao što je to bio slučaj kod analognih. U takvim instrumentima postavljanje anvelope signala i njegovo daljnje miješanje i dalje se može provoditi u analognoj domeni. U digitalnim oscilatorima valni oblik se sprema u digitalni međuspremnik i iz njega čita rabeći različite inkremente tj. adrese za promjenu frekvencije. Jedan digitalni oscilator može istodobno stvarati velik broj zvukova. Digitalna elektronika radi s brzinama koje su mnogo veće od brzina samih uzoraka (isječaka) (samples).

FM Algoritam

Jedna od najisplativijih digitalnih tehnika je FM sinteza. Metoda stvara frekvencijski moduliran nositelj prema jednadžbi

$$x(t) = \sin[\omega_c t + \beta \sin(\omega_m t)]$$

gdje je ω_c frekvencija nositelja a ω_m modulacijska frekvencija. Funkcija β ili modulacijski indeks dan je sa $\beta = \Delta\omega / \omega_m$ gdje je $\Delta\omega$ maksimum odstupanja. FM algoritam je tehnološki atraktivan jer koristi čitanje sa liste i fleksibilno adresiranje.

Spektar FM signala sastoji se od frekvencije nositelja i bočnih pojasa, razmaknutih od nosioca za $\pm n\omega_m$ gdje je n red bočnog pojasa. Bočni pojasi reda n imaju amplitude proporcionalne Besselovim funkcijama $J_n(\beta)$. Kako se povećava modulacijski indeks povećava se i širina pojasa. Variranjem modulacijskog indeksa postiže se dinamički promjenjiv spektar. Spektar može biti harmoničan ili disharmoničan. Problem FM tehnike je taj što je kontrola neintuitivna.

Fizički model

Matematički model produciranja zvuka stvarnog instrumenta (dugotrajna operacija). Želja za postizanjem što veće sličnosti stvarnog zvuka i onog dobivenog putem računalne sinteze. Model se zasniva na fizikalnoj intuiciji o tome kako instrument zvuči u stvarnosti što vodi do diferencijalnih jednadžbi, često nelinearnih. Jednadžbe su riješene putem računala, a izvedba se provodi s pomoću digitalno-analognog pretvarača (DAC).

Zahtjevi na takovu sintezu modeliranja i testovi koji se vrše na modelima zahtijevaju da model u stvarnosti zvuči kao i onaj u standardnom akustičkom sistemu. Drugi uvjet za sintezu koja se zasniva na modeliranju je pretpostavka da će matematički model dozvoliti digitalnoj sintezi da obuhvati što veći broj različitih akustičkih instrumenata.

Sintetizator uzoraka

Pojedini sempleri razlikuju se u mogućnostima koje pružaju korisniku. Postoje sempleri koji nemaju mogućnost snimanja zvukova i imaju vrlo malu kontrolu izvedbe. Također postoji i oni koji su pravi digitalni snimači i također u prodaji dolaze sa tvorničkim semplovima. Da bi radio glazbeni uzorak, glazbenik snima dio željenog zvuka (iz akustičkog instrumenta) u digitalni međuspremnik. Pri reprodukciji sempler prolazi kroz adrese digitalnog međuspremnika i izvodi uzorkovane zvukove pri različitim osnovnim frekvencijama rabeći tipke klavijature ili pomoću sekvencera. Svaki glazbeni uzorak iz međuspremnika se nastavlja onoliko koliko korisnik odredi (broj ponavljanja), a duljina izvođenja dijela glazbenog uzorka se također odabire. Korisnikov cilj je da postavi točke početka i kraja ponavljanja (loop points) na takav način da se dobije dojam da je zvuk kontinuiran. Tehnika granularne sinteze je najsofisticiranija u tome području.

Linearni aritmetički instrumenti

Opće je vjerovanje da dijelovi porasta signala glazbenog zvuka daju esencijalnu boju zvuka (ili timbar) koji dovodi do raspoznavanja instrumenta. Realistični porast zvuka se smatra nužan pa možda čak i prijeko potreban za realistično dobivanje zvučnog dojma instrumenta. Elektronička implementacija ove ideje je linearna aritmetička sinteza pri kojoj se rabi digitalni oscilator kako bi se omogućila kontinuirana izvedba tona rabeći pri tome zvukove glazbenih uzoraka u trenutku porasta signala. Korisnik ima kontrolu mnogih parametara nad zvukom koji se izvodi kao i kod tradicionalnog analognog sintesajzera. Također se mogu odabrati različiti oblici porasta signala koji su pohranjeni u memoriji. Linearno prediktivno kodiranje (kodiranje s predviđanjem), kratkotrajna Fourierova analiza ili fazni vokoder rabljene su kako bi riješili mnoge probleme kod velikih brzina pri kojima nastaju audio podaci.

SINTEZA GOVORNE KOMUNIKACIJE

- Ljudska govorna komunikacija
- Kodiranje govora
- Sinteza govora
- Prepoznavanje govora
- Prepoznavanje govornika

Ljudska govorna komunikacija

Izmjena informacija je inherentna ljudska potreba. Govorna komunikacija ima najveći informacijski kapacitet i brzinu. Niz proizvedenih zvukova prema dogovorenim pravilima je govoreni jezik.

Kodiranje govora

Zapis govora s ciljem da bude što vjerniji originalu uz što manji zapis. Za zadovoljavajuću kvalitetu zapisa nije potrebno očuvati sve spektralne komponente izvornog signala. Moguće je odbaciti spektralne komponente koje su maskirane jačim spektralnim komponentama bliske frekvencije (uho ih ne čuje).

Sinteza govora

Sinteza govora temelji se na modeliranju mehanizama stvaranja govora kod ljudi (titranje glasnica, protok zraka, oblik vokalnog trakta itd.). Postoje i lingvistička ograničenja i pravila karakteristična za pojedini jezik

Proces sinteze govora:

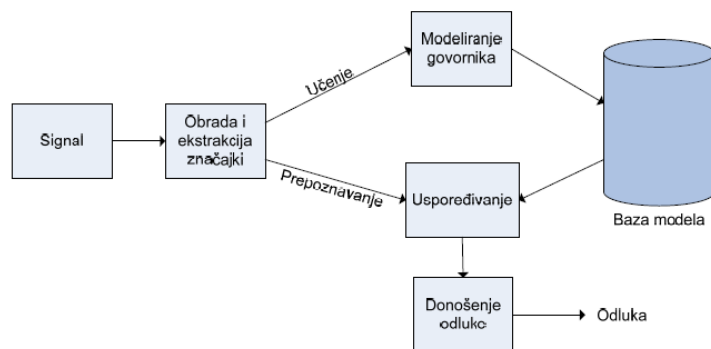
a) Prepoznavanje govora

Temelji se na statističkim modelima nizova glasova i riječi. Govor se razdvaja na kratke segmente (glasove i riječi) koji se uspoređuju s uzorcima u vokabularu. Pravila jezika definiraju moguće kombinacije glasova koji tvore riječi i riječi koje tvore rečenice. Problemi kod prepoznavanja govora: broj riječi u vokabularu, priroda govora koji se prepoznaje (kontinuirani ili riječ po riječ), ovisnost prepoznavanja o govorniku, pretvorba govora u tekst.

b) Prepoznavanje govornika

Bitno je tko govori, a ne što se govori. Identifikacija je prepoznavanje jednog govornika među više njih. Verifikacija je potvrda identiteta govornika koji se predstavio.

Shema sustava za prepoznavanje govornika:



VIRTUALNA GITARA

Punim imenom "virtualna zračna gitara", ovaj virtualni instrument nastao je sa željom da se kombinira zračna gitara ("air guitar", skraćeno VZG) sa sintetizatorom gitare kompletno sa zvučnim efektima. Zračna gitara je oblik "sviranja" u kojem osoba pokušava odglumiti sviranje prave gitare. Sintetizator omogućuje da računalo prepozna pokrete koje osoba radi te pomoću odgovarajuće programske podrške sintetizira zvuk koji bi prava gitara pod tim pokretima napravila.

Za "izradu" VZG postoje dva glavna motivatora:

1. Da se istraži i realizira izražavanje u sviranju sintetičke gitare sa sensorima koji prate pokrete ruku
2. Da se napravi laka za korištenje atrakcija za razne znanstvene izložbe

Cijeli VZG sastoji se od nekoliko podsustava:

1. Sintetizator gitare sa zvučnim efektima i audio reprodukcijom
2. Korisničko sučelje sastavljeno od ručnih senzora (moguće i na nogama)
3. Programske podrške (mapira ulazne impulse i koristi ih za izražavanje sviranja)

Wavetable (ili baza podataka zvučnih valova) sadrži pobudni zvuk koji može biti sintetički signal ili izdvojen iz pravog snimljenog zvuka gitare koristeći inverzno filtriranje sa EKS filtarskom strukturom.

Kontrolni filter za boju zvuka prati wavetable, oblikujući potiskivanje i pojačavanje visokih frekvencija. Signal dalje prolazi kroz kontrolu položaja trzanja žice. Koristi se efekt češljastog filtra koji kod pravih žica proizlazi iz strukture stojnog vala kod vibracije i ovisi o mjestu na kojemu je žica trznuta. Signal se šalje kroz petlju odgađanja, što je i najosnovniji dio ovoga modela, jer simulira otpadanje vibracije žice nakon trzaja. Na kraju se signal integrira kako bi izlaz bio proporcionalan sili na mostu gitare.

Efekti gitare

Prava električna gitara bez ikakvih efekata smatra se da ima uglavnom tupu ili oslabljenu boju tona. Dodavanje distorzije i povratne veze može postići uvjerljive efekte klasičnog izobličenja gitare. Snimljeni zvuk gitare vodi se kroz cijevno pojačalo. Pri jakom volumenu, to pojačalo i zvučnici uvode nelinearno izobličenje u zvuk, što je ugodno ljudskom uhu. Zato što je VAG dizajniran primarno za rock glazbu, sustav mora simulirati ne samo postavke tipične električne gitare, već i njen zvuk. Tipična postavka se sastoji od kompresora, pretpojačala, pojačala snage, zvučnih kutija, ekvalizatora, jedinice za odjek i zakašnjenje.

Korisničko sučelje

Sviranje zračne gitare je kao sviranje električne gitare, samo bez gitare i ikakve glazbene sposobnosti. Cilj VZG je repliciranje iskustva, ali također i kontroliranje zvukova gitare da se ne maše samo uz pozadinsku muziku. Više je za zabavu nego što je profesionalni instrument. Zato sučelje minimizira zapreke koje kontroleri postavljaju na pokrete izvođača te se koriste web-kamere, ili rukavice sa senzorima.

Tri različita VZG sučelja: magnetsko praćenje i podatkovne rukavice, optičko praćenje pokreta ruku, kontrolni uređaji.

Programska podrška

Služi nam za: prepoznavanje pokreta, glazbenu inteligenciju, meta-jezik gitare

Prepoznavanje pokreta preko web-kamere - Kada desna ruka pređe preko virtualnog centra gitare određenom brzinom (ili većom), to se detektira kao trzaj žice. U slučaju da se koristi kontroler, visina tona određena je udaljenosti između kontrolera, a trzaj se detektira ako se desni kontroler pomakne određenom brzinom.

Glazbena inteligencija služi onima koji ne znaju svirati, a žele da to dobro zvuči, služi i za prepoznavanje onoga što osoba želi svirati.

Meta-jezik gitare zove se tako, jer predstavlja apstraktni pojam koji povezuje tehnike sviranja gitare sa rezultirajućim zvukom.