

T É T E L E K

Zenei jelfeldolgozás

1. A folytonos idejű (FI) és diszkrét idejű (DI) jel Fourier-sora és Fourier transzformáltja, ill. ezek kapcsolata. A DFT használata: koherens és nemkoherens mintavételezés, picket-fence és leakage, az ablakozás hatása. Kvantálás, dither.
2. Konvolúció. A FIR szűrő. DSP követelmények. Fixpontos számábrázolás, törtaritmetika. Data ALU blokkvázlat, regiszterek, pipeline, kerekítési módok. AGU blokkvázlat, regiszterek, címzési módok. PCU feladatai, főbb regiszterek (SR, PC, LA, LC), utasítás pipeline, megszakítások kezelése, ciklusok. Tipikus DSP utasítások, párhuzamos utasítások. Cirkuláris buffer DSP-n.
3. Alap szűrőtípusok. Folytonos idejű átviteli függvény diszkrét idejű szimulációja. Impulzusválasz mintavételezése átlapolásgátló szűrővel. Impulzus invariáns transzformáció. Előre- és hátralépő Euler algoritmus, bilineáris transzformáció. A transzformációk lépései, pólusok transzformációja, stabilitás, előnyök, hátrányok.
4. Szűrő-realizációk: DF-I, DF-II, DFT-I, DFT-II. Előnyök, hátrányok. Szűrők soros (kaskád) és párhuzamos realizációja. Az együtthatók skálázása törtaritmetikában.
5. Másodfokú aluláteresztő szűrő az analóg aluláteresztő bilineáris transzformációjával. Az állapotváltozós szűrő (analóg, digitális). A komplex állapotváltozós szűrő. A direkt és a komplex forgóvektoron alapuló realizáció állapotváltozói.
6. Mindentátesztő szűrők és alapvető tulajdonságaik. Aluláteresztő és feluláteresztő, valamint. sávzáró és sáváteresztő megvalósítása mindentátesztővel. Zenei szűrők: low shelf, high shelf, peak EQ. Többcsatornás parametrikus vagy grafikus EQ. Phaser első- és másodfokú mindentátesztő szűrőkkel.
7. Mintavételi frekvencia konverzió, tipikus alkalmazások. Az ideális sávkorlátozott interpoláció. Újramintavételezés az időtartományban - szűrőegyütthatók előállítás a prototípus szűrő mintavételezésével. Speciális eset: négyszeres decimálás és négyszeres interpoláció, hatékony megvalósítás (polifázisú szűrő). Tötrészkésleltetés, mint az újramintavételezés speciális esete.
8. Tötrészkésleltetés megvalósítása: sinc interpoláció közelítése FIR szűrővel, lineáris interpoláció, mindentátesztő szűrő. Az elsőfokú mindentátesztő szűrő késleltetése kisfrekvencián. A mindentátesztő tranziense és a tranziens csökkentése. Magasabb fokszámú FIR interpoláció: a Lagrange-interpoláció. A közelítések és az ideális interpoláció kapcsolata.
9. Késleltető alapú effektek. Előreecatolt késleltető (FIR fésűszűrő), visszacsatolt késleltető (IIR fésűszűrő). Általános fésűszűrő. Slapback és Echo effekt. Változtatható késleltető alapú effektek. Vibrato. A Doppler-effektus. Flanger. Chorus effekt. Változtatható effektek együttes blokkvázlata. Tipikus paraméterek. Phaser elsőfokú és másodfokú mindentátesztőkkel.

10. Zengetési módszerek: szűrés, fizikai modell, érzeti modell. Teremakusztikai alapismeretek: utóhangidő, Energy Decay Curve, Energy Decay Relief. Terem a frekvenciatartományban: módusfrekvenciák és módusalakok, síkhullám modell. Terem az időtartományban: korai visszaverődések, tükörforrások módszere, diffúzió. Korai visszaverődések modellezése késleltetőkkel, térbeli zengetés (HRTF).
11. Zengető alapelemek (diffúz szakasz): visszacsatolt késleltetővonal és mindentátereszítő szűrő. Feedback Delay Network (FDN) struktúra. A késleltetővonalak számának, hosszának és a visszacsatoló mátrix (A) elemeinek meghatározása. Ciklikus és Householder típusú visszacsatoló mátrixok. Veszteségek modellezése, hangszín korrekciós szűrő.
12. Cirkuláris konvolúció DFT-vel. Az FFT algoritmus alapelve. Konvolúciós zengetés módszerei. Kisebb blokkokra particionált konvolúció, overlap-and-add algoritmus. Valós idejű megvalósítás, ha az impulzusválasz egy blokkba belefér, ill. ha több blokkot foglal. Késleltetésmentes konvolúció. A becsült számításigény, optimális blokkméret.
13. Időszegmens-feldolgozás. Változó sebességű visszajátszás analóg és digitális kimenet esetén. Time stretching alapelve. Phonogene, SOLA, PSOLA. Pitch shifting módszerek: 1. Time stretch + resampling, 2. Modulált késleltető-vonalak és kiterjesztések, 3. Formánsmegőrző PSOLA módszer. Time-stretch és formáns-változtatás lehetőségei PSOLA esetén.
14. Dinamikaprocesszálás. Dinamikadiagrammok dB-ben: X-Y, X-G. Paraméterek, típusok. Egyenletek a logaritmikus amplitúdótartományban. Implementáció. Szintmérés lehetőségei: RMS, kétidőállandós PEAK mérés. A/R (gain-smoothing) blokk megvalósítása. A paraméterek származtatása a beállási idők alapján. Bendiksen féle egyszerűsített kompresszor (hatványfüggvény). Multiband kompresszor. Kompresszor és parametrikus EQ kombinációja. De-esser.
15. Nemlineáris rendszerek modellezése. Volterra sor, ill. egyszerűsített alakja. Statikus nemlinearitás: Taylor sor. Átlapolódás a Taylor soros karakterisztika esetében, a szükséges túlmintavételezés mértéke. Közelítő megoldás: aluláteresztő szűrés a polinomok előtt. Ad-hoc torzító algoritmusok: szimmetrikus és asszimmetrikus overdrive, distortion. Általános nemlineáris rendszerek modellezésének lépései. Nemlineáris áramkörök szimulációja előrelépő és hátralépő Euler módszerrel.
16. A hangszintézis eljárások csoportosítása Smith szerint. Felvett hangok feldolgozása: sampling (PCM), és hullámtábla (group additive) szintézis. Absztrakt módszerek: FM szintézis. Paraméterek, kimeneti spektrum jellegzetességei, harmonikus és inharmonikus spektrum előállítása. Waveshaping szintézis. A kimenő nemlinearitás jellemzése Csebisev-polinomokkal. Spektrális modellek: additív szintézis, SMS módszer: szinuszos komponensek és zajmodell. Szintézis a frekvenciatartományban FFT-vel.
17. Analóg szintetizátorok (szubtraktív szintézis) modellezése. Blokkvázlat, paraméterek vezérlése.. Fűrészel sávkorlátozott generálása: (1) "Buta" módszer, átlapolódás jellemzése SNR-el. (2) Túlmintavételezés és szűrés - SNR javulása. (3) Additív szintézis a Fourier-sor alapján. (4) BLIT (Band-limited Impulse Train): negatív egységimpulzus-sorozat és DC integrálása, sinc függvény mintáinak tárolása. BLIT-FDF. (5) DPW: differentiated parabolic wave. Az átlapolódó komponensek vizsgálata, SNR.
18. Fizikai alapú modellezés, előnyök, hátrányok. Az ideális hullámegyenlet és megoldása: haladó hullámok szuperpozíciója. Véges differenciák módszere. Az ideális húr egyenletének diszkretizációja, veszteségek, diszperzió figyelembe vétele.

19. A lineáris, veszteséges, diszperzív húr egyenlete, a veszteség és a diszperzió hatása (diszperziós összefüggés). A két végén lezárt (veszteséges és diszperzív) húr rezgésének számítása a modális felbontás segítségével. A módusok impulzusválasza. Modális szintézis.
20. A digitális hullámvezető alapgondolata. Ideális húr hullámvezető modellje, hullámimpedancia, reflexió a lezárásnál. A két végén mereven lezárt, ideális húr hullámvezető modellje, a modell átviteli függvénye. A veszteséges és diszperzív húr hullámvezető modelljének származtatása, átviteli függvénye.
21. Gerjesztés modellezése: pengetés, vonás, kalapácsmodell. A késleltetésmentes hurok eliminálása. Hangszertest modellezése: lineáris szűrőként, ill. a commuted synthesis segítségével.