

Semestrální práce

A2B31SMS - Syntéza multimedialních signálů

Kategorie pro střední školy a pro bakalářské studium

Tomáš Vyšinský (vyshint1@fel.cvut.cz)

- a) Syntéza libovolného sólového hudebního nástroje pro skladbu: *Nikolaj Rimskij Korsakov "Let čmeláka"*,

Moje řešení úlohy: Syntéza xylofonu

Xylofon je bicí nástroj skládající se ze soustavy rezonátorů. Pro vytvoření zvuku je zapotřebí udeřit hrací paličkou příslušnou klávesu. Pro svou syntézu jsem zvolil použití aditivní syntézy. V prvním kroku jsem z internetových zdrojů vyhledával vhodný sample bez přidaných efektů. Následně jsem provedl harmonickou analýzu, založenou na Fourierově transformaci a následně jsem nechal zobrazit spektrum signálu. Odečetl jsem základní frekvenci a k ní dalších 13 dominantních harmonických frekvencí, z nichž jsem sestavil kmitočtovou matici. Rovněž jsem odečetl i příslušné amplitudy a vepsal je do amplitudové matice. Pro věrnější syntézu jsem využil harmonické analýzy v čase od počátku a po 1500 vzorcích jsem nechal vykreslit spektrum signálu. Dle něj jsem zkusmo odhadl hodnoty dozívání jednotlivých harmonických složek a sestavil tak matici exponentů τ , určující dobu dozívání tónu pro jednotlivé harmonické frekvence. Jednotlivé harmonické složky jsou konstruovány součtem tří sinusovek s různým zastoupením amplitud. Pro nasimulování úderu paličky bylo zapotřebí zkonstruovat obálku, která vhodně pronásobí signál danými koeficienty. V mém případě jsem **dobu náběhu** (attack) zvolil 31 vzorků dlouhou, pronásobenou exponenciální funkcí se zvoleným exponentem tak, aby se v posledním vzorku blížila hodnota funkce číslu 1. **Doba poklesu** (decay) jsem zvolil 11 vzorků a zkonstruoval jsem jí pomocí hodnot 1. Důvod pramení v subjektivním zhodnocení tónu, kdy při krátké době maximální amplitudy zní údeje „plnější“ a „údernější“. **Doba podržení** (sustain) je přímo úměrná délce trvání tónu. V případě midi souboru *Bumble01.mid* se doba trvání nejkratších stisknutí kláves rovná 0.0024 s. Pro přiblížení realitě jsem dobu trvání kláves zdvojnásobil, čímž jsem umožnil splynout dobu dozvuku přirozeně s dalšími hranými tóny. Sustain je pronásoben exponenciální funkcí se záporným exponentem, ale ve velmi krátkých zvucích se příliš neprojeví. **Doba dozvuku** (release) trvá 158 vzorků a jedná se rovněž o exponenciální funkci s inverzním exponentem. Poslední hodnota je nula. V průběhu konstrukce obálky jsem se potýkal s „lupáním“ ve zvuku, které bylo způsobeno špatnou návazností jednotlivých částí obálky.

Realizoval jsem rovněž dolní propust pro potlačení rušivých složek na vyšších kmitočtech. Pro využití ve skladbě byl však nevhodný, proto jsem jej nevyužil a v programu zůstává zakomentován.

- b) Dvě oktávy durové hudební stupnice pro vybraný sólový hudební nástroj z předchozího bodu

Stupnici jsem realizoval sestavením kmitočtové matice, která samostatně dopočítává durové kmitočty pronásobením základního kmitočtu dvanáctou odmocninou ze dvou. Generované tóny jsou v cyklu for postupně přičítány za sebe do matice a uloženy do souboru.

c) Libovolná vlastní realizace audio syntézy v MATLABu (možnost i nehudebních zvuků).

Pro realizaci vlastní syntézy jsem zvolil matlabovskou interpretaci skladby **Energy 52 – Cafe Del Mar**, pro kterou jsem ztvárnil několik nástrojových složek. Využil jsem jak syntetizovaný xylofon, zvuk se zvukovými vlastnostmi blížící se cimbálu a řadu syntezátorů různých signálových vlastností.

cymbal.m – Původní cíl byl vytvořit zvuk cimbálu, z kterého nakonec po experimentech sešlo a z cimbálu zbylo jen pojmenování funkce. Ve skladbě plní funkci podpůrné středobasové linky.

synth1.m – Součet 4 oscilátorů (1 pilovitý signál, 3 sinusovky) s různě posunutými pronásobenými kmitočty, vhodná obálka a normalizace signálu.

synth2.m – Součet 4 oscilátorů (3 pilovité signály, 1 sinusovka) s různě posunutými pronásobenými kmitočty, vhodná obálka a normalizace signálu.

synth3.m – Součet 4 oscilátorů (3 obdélníkové signály, 1 sinusovka) s různě posunutými pronásobenými kmitočty, vhodná obálka a normalizace signálu.

synth4.m – Součet 4 oscilátorů (1 pilovitý signál, 1 cosinusovka, 2 sinusovky) s různě posunutými pronásobenými kmitočty, vhodná obálka a normalizace signálu.

Skladba zní v celkové kompozici obdobně jako při hraní na elektronický syntezátor. Pro zlepšení zvukových vlastností by stálo za to přidat reverb, pásmové propusti, případně další perkusní nástroje, což by vyžadovalo násobně více již tak dlouhého času stráveného nad semestrální prací.

Zdroje:

[1] MIDITune.com, Energy_52_-_Cafe_Del_Mar.mid <http://miditune.com/midi-95969-download-energy-52-cafe-del-mar.html>

[2] Čmejla, R.: Syntéza multimediálních signálů, přednášky 2, 3, 8, 10, <http://sami.fel.cvut.cz/sms/>

[3] MathWorks: Lowpass Filter Design in MATLAB, <https://www.mathworks.com/help/dsp/ug/lowpass-filter-design.html>

[4] B. H. Suits: Frequencies for equal-tempered scale, <http://pages.mtu.edu/~suits/notefreqs.html>, Michigan Technological University